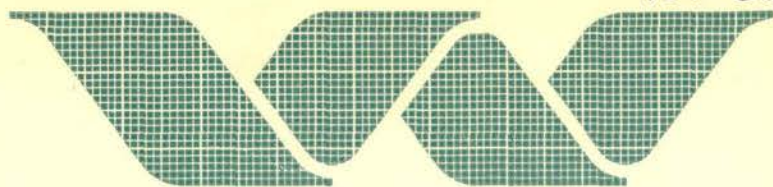


DI: 64117



waterloopkundig laboratorium
delft hydraulics laboratory

de toepassing van de multi-elementenanalyse
voor het bepalen van de herkomst van slib
in de Noordzee



verslag onderzoek

R1036

januari 1978

C 1366

RIJKSWATERSTAAT
DIRECTIE NOORDZEE
BIBLIOTHEEK
SIGNATUUR.: C1366



16 feb. v. 78

de toepassing van de multi-elementenanalyse
voor het bepalen van de herkomst van slib
in de Noordzee

verslag onderzoek

R 1036

januari 1978

INHOUD

	blz.
<u>1 Inleiding en samenvatting</u>	1
1.1 Opdracht	1
1.2 Uitvoering van het onderzoek	1
1.3 Conclusies	2
 <u>2 Samenstelling van slib en voorwaarden voor het gebruik van tracers</u>	4
2.1 Samenstelling van slib	4
2.1.1 Korrelgrootte van slib	4
2.1.2 De mineralogische samenstelling van slib	4
2.1.3 De chemische samenstelling van slib	5
2.2 Natuurlijke tracers voor slibtransport	6
2.2.1 Mineralogie	7
2.2.2 Sporenelementensamenstelling	7
2.2.3 Isotopensamenstelling	8
2.3 Voorwaarden voor het gebruik van sedimentkarakteristieken als na- tuurlijk tracer	8
2.3.1 Conservatief gedrag in de tijd	9
2.3.2 Conservatief gedrag tijdens transport	9
2.3.3 Conservatief gedrag na de afzetting	11
 <u>3 Onderzoek</u>	12
3.1 Selectie van een tracer	12
3.1.1 Elementen bepaald met de niet-destructieve activeringsanalyse	12
3.1.2 Wijze van voorkomen	14
3.1.3 Conservatief gedrag in de tijd	15
3.1.4 Gedrag tijdens transport en na de afzetting	16
3.2 Gehalten in riviersedimenten	16
3.3 Gehalten in mariene sedimenten	19
3.4 Gehalten in zwevend slib	20
3.5 Toepasbaarheid van de multi-elementen methode	22
 <u>4 De resultaten van het multi-elementenonderzoek vergeleken met die van andere onderzoeken</u>	23

LITERATUUR

BIJLAGE A: Enige begrippen uit de isotopenchemie

TABELLEN 11...57

TABELLEN

- 1 De gehalten aan hoofdelementen in slib
- 2 Elementen die bepaald worden met de niet-destructieve activeringsanalyse
- 3 De gehalten aan de geselecteerde tracers in leisteen, zandsteen en carbo-naatgesteente
- 4 De correlatiecoëfficiënten tussen de gehalten aan de geselecteerde tracers en het percentage $< 16 \mu\text{m}$ in ongeveer 63 monsterseries
- 5 De gehalten in Dollard- en Rijnsedimenten, respectievelijk uitgedrukt in procenten van die in de Dollard (1922) en die in de Rijn (1922)
- 6 Absolute en relatieve (in procenten van die in leisteen) gehalten
- 7 Relatieve gehalten (in procenten van die in leisteen) van de tracers in riviersedimenten (zonder en met kalkcorrectie)
- 8 Absolute en relatieve gehalten aan geselecteerde tracers in zwevend slib van de Nieuwe Waterweg, Europoort, Botlek en Noordzee
- 9 Enkele bronnen van slib voor de zuidelijke Noordzee
- 10 Resultaten van het multi-elementen-, van het isotopengeochemisch- en van het mangaan-onderzoek

Gehalten aan de geselecteerde tracers (berekend bij 0, 50 en 100% $< 16 \mu\text{m}$) in sedimenten van:

- 11 Seine
- 12 Somme
- 13 Theems
- 14 Vlaamse Banken-1960
- 15 Zwarte Polder 1959-1960
- 16 Zwarte Polder 1971
- 17 Schelde traject Dender-Durme 1974
- 18 Schelde traject Durme-Rupel 1974
- 19 Schelde traject Rupel-Antwerpen 1974
- 20 Zuid Sloe 1959
- 21 Oosterschelde-Burghsluis 1974
- 22 Grevelingen 1959
- 23 Maas (oost-Biesbosch) 1956
- 24 Maas (oost-Biesbosch) 1969
- 25 Rijn-Brakel maart 1972
- 26 Rijn-Brakel 1972
- 27 Rijn-Brakel juli 1975
- 28 Rijn-Nieuwe Merwede oktober 1971

TABELLEN (vervolg)

- 29 Rijn-Nieuwe Merwede mei 1973
- 30 Rijn-Werkendam maart 1972
- 31 Rijn-Werkendam oktober 1972
- 32 Rijn-Werkendam januari 1973
- 33 Rijn-Werkendam januari 1975
- 34 Rijn-Werkendam juli 1975
- 35 Rijn-Kop van het land maart 1972
- 36 Rijn-Kop van het land oktober 1972
- 37 Rijn-Kop van het land juli 1975
- 38 Rijn-Dordtse Biesbosch 1922
- 39 Rijn-Dordtse Biesbosch 1958
- 40 Rijn-Dordtse Biesbosch 1970
- 41 Rijn-Dordtse Biesbosch maart 1972
- 42 Rijn-Dordtse Biesbosch oktober 1972
- 43 Rijn-Dordtse Biesbosch januari 1973
- 44 Rijn-Dordtse Biesbosch januari 1975
- 45 Rijn-Dordtse Biesbosch juli 1975
- 46 Europoort 1972
- 47 Friesland 1956-1960
- 48 Friesland 1970
- 49 Groningen 1957
- 50 Groningen 1970
- 51 Eems-Diele 1960
- 52 Eems-Diele 1971
- 53 Dollard 1921
- 54 Dollard 1958
- 55 Dollard 1975
- 56 Ost-Friesland 1969
- 57 Rømodam 1969

FIGUREN

- 1 De korrelgrootteverdeling van slib
- 2 Mineralogische samenstelling van korrelgroottefracties in slib
- 3 Samenstelling van slib als functie van het percentage $< 16 \mu\text{m}$
- 4 De toename van de gehalten aan zware metalen in de Rijn
- 5 Correlatie tussen Hf en Sc gehalten en het percentage $< 16 \mu\text{m}$ in mariene slibmonsters
- 6 De bemonsterde locaties voor het multi-elementen onderzoek
- 7 Relatieve gehalten (in procenten van die in leisteek) aan geselecteerde tracers in mariene sedimentatiegebieden
- 8 Gemiddelde relatieve gehalten (in procenten van die in leisteek) aan elementen in de mariene sedimentatiegebieden en in de Rijn
- 9 Bemonsterde locaties voor het onderzoek aan zwevend slib
- 10 Relatieve gehalten (in procenten van die in leisteek) aan elementen in zwevend slib
- 11 Resultaten van het multi-elementen-, het mangaan- en het isotopengeochemisch-onderzoek

DE TOEPASSING VAN DE MULTI-ELEMENTEN ANALYSE VOOR HET BEPALEN VAN DE HERKOMST VAN SLIB IN DE NOORDZEE

1 Inleiding en samenvatting

1.1 Opdracht

In mei 1973 werd door de Directie Noordzee van de Rijkswaterstaat de werkgroep "Storten baggerspecie in zee" ingesteld.

De vraag naar het verspreidingsgebied van het in zee gestorte slib leidde tot een meer algemene studie van de bewegingen van fijne sedimenten in het Nederlandse kustgebied. In dit kader werd door het Waterloopkundig Laboratorium, in nauwe samenwerking met het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, voorgesteld (brief V1791/LV519/EA/WV van 19 maart 1974) te onderzoeken in hoeverre een multi-elementen analyse zou kunnen worden gebruikt om de algemene bewegingen van de sedimenten te bestuderen.

In de vijfde vergadering van de werkgroep op 12 september 1974 te Rijswijk werd aan het Waterloopkundig Laboratorium mondeling opdracht gegeven tot uitvoering van het onderzoek. De schriftelijke bevestiging volgde bij brief no. 493 d.d. 20 januari 1977 van de Rijkswaterstaat, Directie Noordzee.

1.2 Uitvoering van het onderzoek

Slibbronnen kunnen qua samenstelling sterk verschillen. Deze verschillen, mineralogische, chemische of isotopengeochemische, kunnen worden gebruikt om de herkomst van afgezet slib te bepalen. Opdat een verschil in samenstelling als natuurlijke merkstof kan worden gebruikt, moet aan een tweetal voorwaarden worden voldaan:

- de samenstelling van de bron moet in de tijd constant zijn
- tijdens het transport en de afzetting mag de concentratie van een tracer ten opzichte van de bron niet veranderen

Het onderzoek is uitgevoerd aan ongeveer 640 monsters afkomstig uit de voornaamste brongebieden (zuidelijke Noordzee en de rivieren) en enkele menggebieden (ZW Nederland, Waddenzee). Een groot deel van de monsters was reeds eerder gebruikt voor tracer-studies met mangaan en stabiele isotopen.

Met behulp van de niet-destructieve activeringsanalyse werden de concentraties van een dertigtal elementen in de monsters bepaald. Bij de vergelijking van

deze concentraties werden de gehalten aan fijne bestanddelen (fractie kleiner dan 16 μm) mede in beschouwing genomen.

In mei 1975 werd de werkgroep omgevormd tot de Projectgroep thematiek 7 (slibbeweging) in het kader van de Raad van Overleg voor fysisch-oceanografisch onderzoek van de Noordzee. In de tiende en de elfde vergadering van deze projectgroep op 4 juni 1976 en 20 januari 1977 werd mondeling verslag uitgebracht van de voorlopige bevindingen.

De resultaten van dit onderzoek zijn tenslotte vergeleken met die uit eerdere onderzoekingen met natuurlijke tracers in hetzelfde gebied.

Het onderzoek en de rapportering werden uitgevoerd door dr. W. Salomons.

1.3 Conclusies

De elementen scandium, caesium, cerium, lanthaan, europium, ytterbium, tantaal, thorium en terbium blijken in aanmerking te komen om als tracer te worden gebruikt.

Tussen het slib van de onderzochte rivieren Seine, Somme, Maas, Schelde, Rijn, Theems en Eems bleken verschillen in de concentraties van bovengenoemde tracers aanwezig te zijn. Met name sedimenten van de Somme wijken sterk af van die van de andere rivieren. De verschillen in samenstelling tussen de voor het Nederlandse kustgebied belangrijke rivieren Rijn, Maas en Schelde zijn vrij klein. De mariene sedimenten verzameld vóór de Belgische kust tot aan de Rómondam in Denemarken hebben een iets andere samenstelling dan de riviersedimenten. De verschillen in samenstelling tussen de mariene sedimenten, die onder de directe invloed van de Rijn staan (Waddenzee) en die ten zuiden van het Rijn-estuarium worden afgezet, zijn vrij gering; de gehalten zijn iets hoger in de Waddenzee. Ook in de onmiddellijke nabijheid van het Rijn-estuarium is de invloed van de Rijn gering. Ter hoogte van Den Haag is de samenstelling van het zwevende slib vrijwel gelijk aan die ter hoogte van Goeree; alleen in de onmiddellijke nabijheid van de Nieuwe Waterweg wordt de samenstelling mede bepaald door Rijnslib.

De bijdrage van de Rijn tot de slibmassa's, die zich reeds op de Noordzee bevinden, is blijkbaar vrij gering; deze conclusie is in overeenstemming met het isotopengeochemisch onderzoek. Ook met behulp van het mangaanonderzoek komt men tot dezelfde conclusie. Een ruwe balansstudie van de hoeveelheden sediment, die de laatste 500 jaar via inpolderingen zijn vastgelegd, bevestigen deze gevolgtrekking.

Door de geringe verschillen in samenstelling tussen Rijnslib en Noordzeeslib en ten gevolge van de naar verhouding grote slibmassa's op de Noordzee, (vergeleken met die van de Rijn) kan de multi-elementen analyse alleen met succes worden toegepast bij het bestuderen van slibtransport in de estuaria.

2 Samenstelling van slib en voorwaarden voor het gebruik van tracers

2.1 Samenstelling van slib

2.1.1 Korrelgrootte van slib

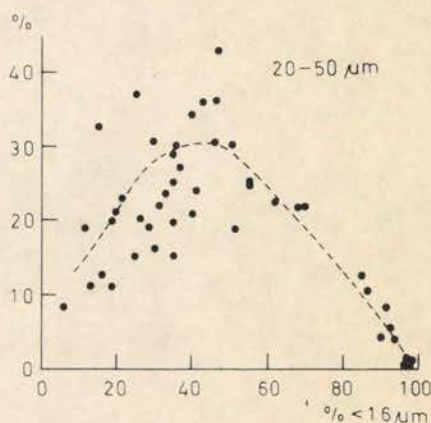
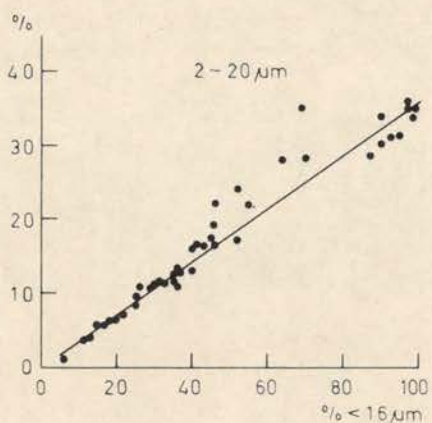
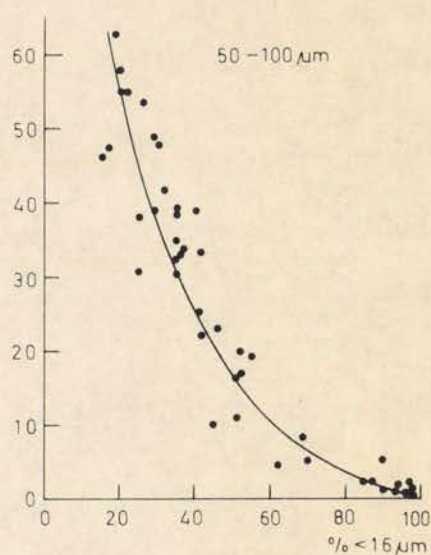
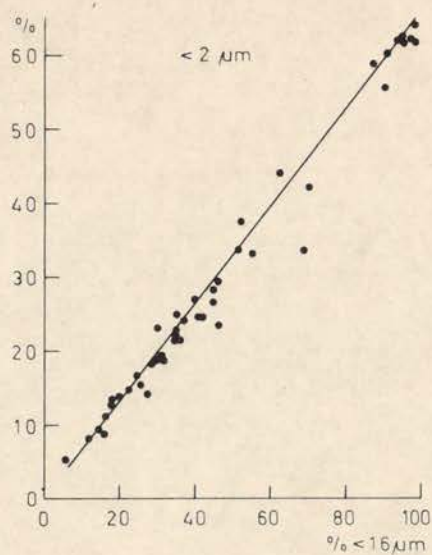
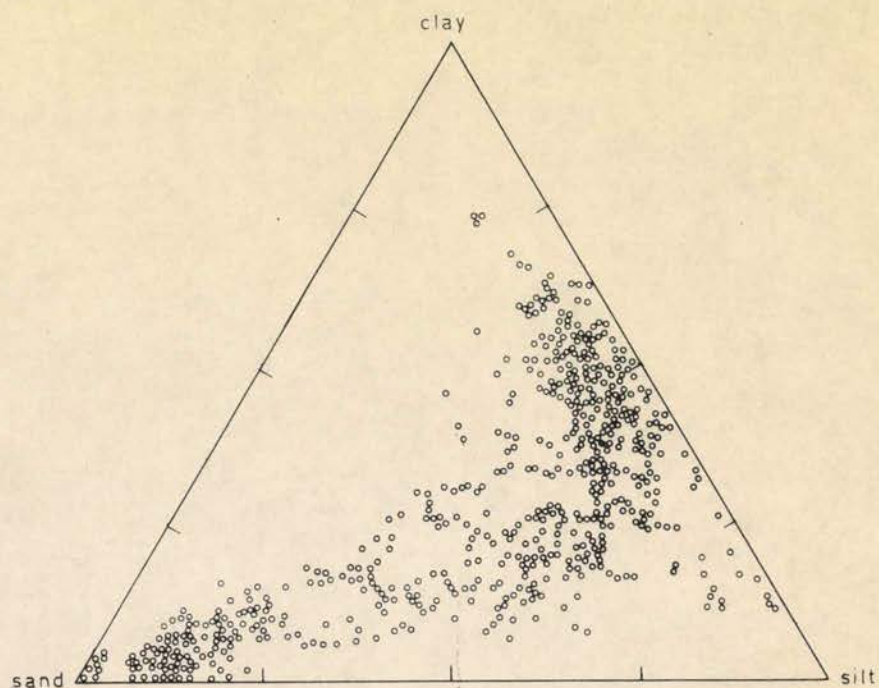
Slib is een fijnkorrelig materiaal, dat overwegend in suspensie wordt vervoerd. De grens tussen zand en slib wordt meestal gelegd bij 63 μm . Net als zand onvoldoende is gekarakteriseerd als bestaande uit deeltjes groter dan 63 μm moet slib nader worden omschreven naar de verschillende korrelgroottesubfracties. Voor deze onderverdeling wordt doorgaans gebruik gemaakt van de fracties kleiner dan 2 μm (klei), 2-63 μm (silt) en groter dan 63 μm (zand). De korrelgrootteverdeling kan vervolgens in een driehoeksdiagram worden weergegeven, zoals in figuur 1 is gedaan voor monsters afkomstig uit het West-Duitse Waddengebied [1].

Teneinde de korrelgrootteverdeling in één getal weer te geven, wordt gebruik gemaakt van het percentage aan deeltjes kleiner dan 16 μm (afslibbaar) in het monster. Voor het West-Europese kustgebied is dit toegestaan, omdat de meeste korrelgroottesubfracties goed met deze parameter correleren (figuur 1).

2.1.2 De mineralogische samenstelling van slib

In tegenstelling tot zand, dat vrijwel uit één mineraal (kwarts) is opgebouwd, is slib uit een groot aantal mineralen samengesteld. De belangrijkste zijn kwarts, kleimineralen, veldspaten, carbonaten en organische stof. Deze mineralen zijn niet homogeen over de verschillende korrelgroottefracties verdeeld; het mineraal kwarts domineert in de grovere fracties, terwijl de kleimineralen en de organische stof vooral in de fijnere fracties voorkomen.

De verdeling van de mineralen over de verschillende korrelgroottefracties in sedimenten uit het Waddenzeegebied is weergegeven in figuur 2A [3]. De sedimenten in het Duitse Waddengebied zijn vooral wat de kleinere korrelgroottefracties aangaat in veel meer detail bestudeerd. Figuur 2B laat duidelijk de verdeling van de kleimineralen over de fijnere korrelgroottefracties van het slib zien; smectiet blijkt vooral in de zeer fijne korrelgroottefracties voor te komen. Het is duidelijk, dat de mineralogische samenstelling van een slibmonster sterk zal afhangen van de korrelgrootteverdeling. In figuur 3 is het verband tussen de korrelgrootteverdeling (percentage < 16 μm) en de mineralogische samenstelling weergegeven voor sedimentmonsters afkomstig van het Groninger Waddengebied. De gehalten aan klei en organische stof nemen lineair toe



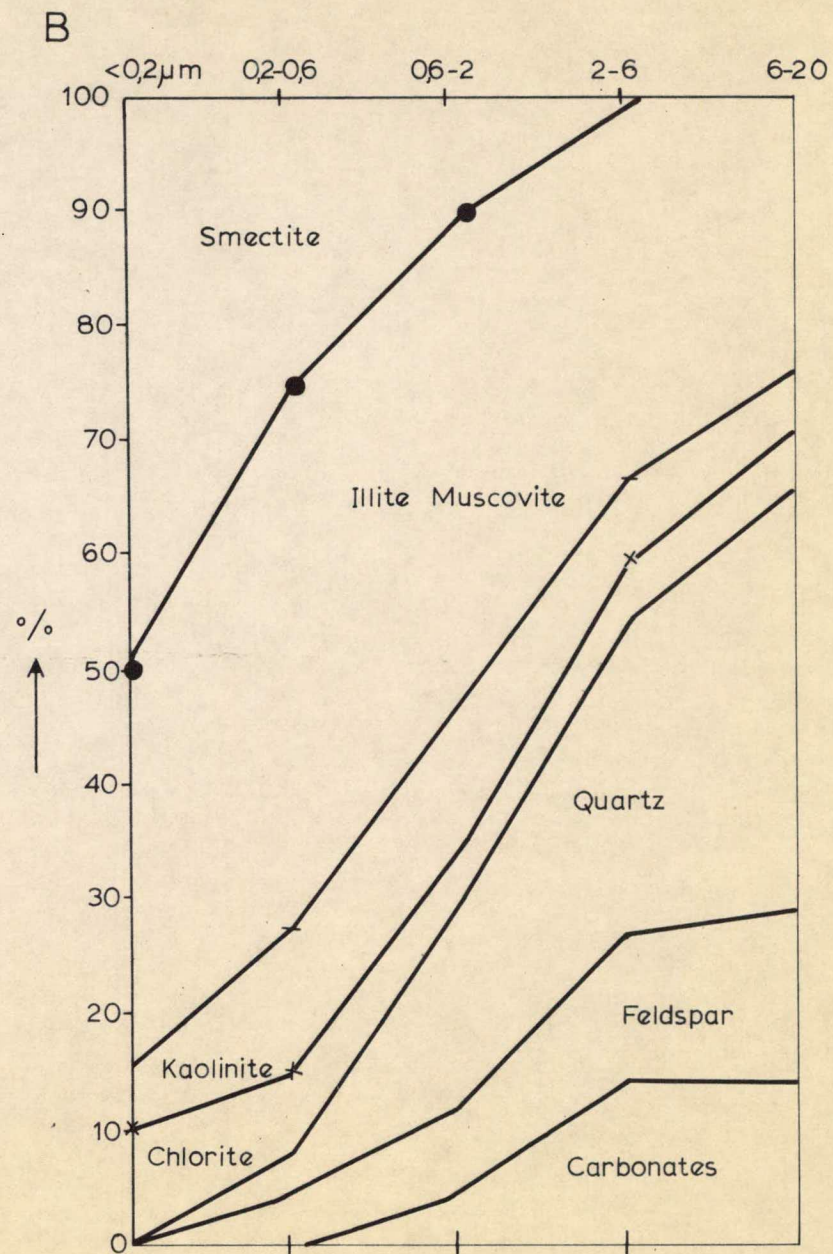
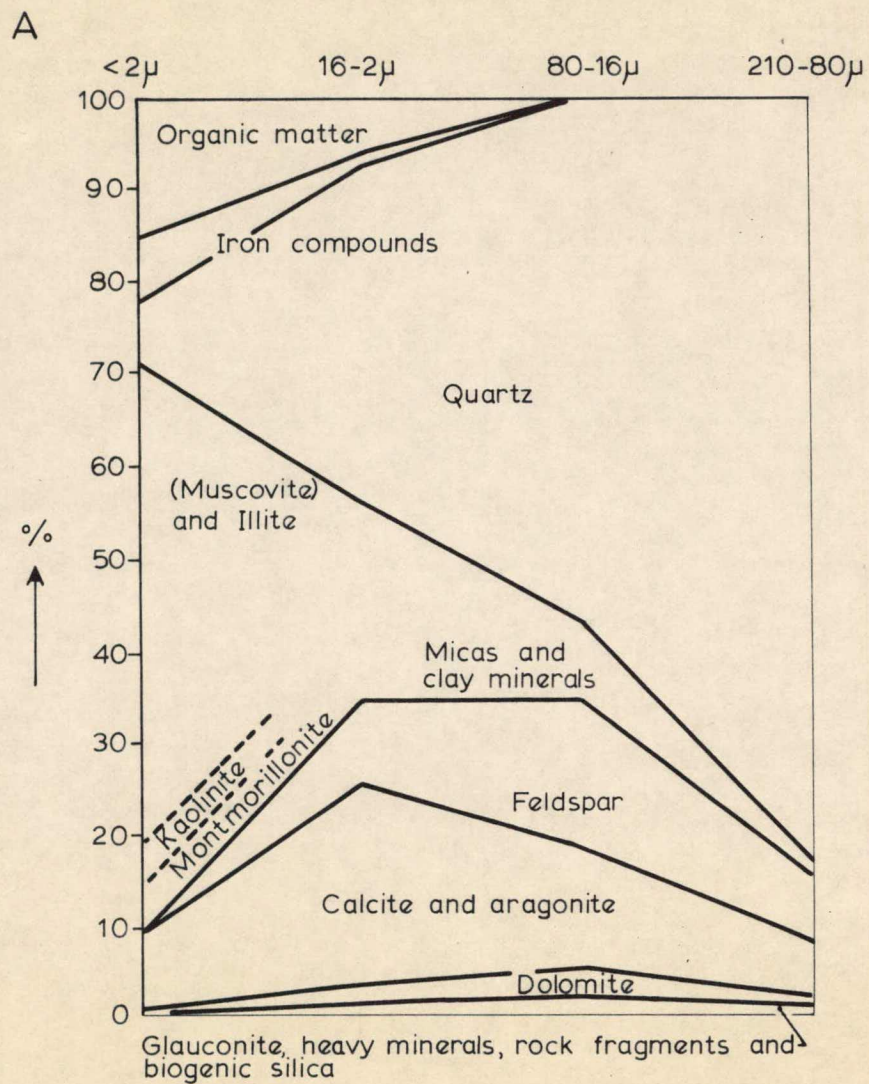
DE KORRELGROOTTEVERDELING VAN SLIB

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R1036

FIG. 1

MINERALOGISCHE SAMENSTELLING VAN KORREL-
GROOTEFRACTIES IN SLIB



met het gehalte aan deeltjes kleiner dan 16 μm ; de kwartsgehalten nemen sterk af. Deze variatie in mineralogische samenstelling van sedimentmonsters binnen één locatie maakt het vrijwel onmogelijk om individuele monsters van verschillende gebieden onderling qua samenstelling te vergelijken. Teneinde de samenstelling van verschillende gebieden onderling te vergelijken of om variaties in de tijd binnen één gebied vast te stellen moet de variatie in korrelgrootte worden geëlimineerd. Dit wordt bereikt door de samenstelling steeds op te geven bij eenzelfde percentage aan deeltjes kleiner dan 16 μm . Dit maakt het echter noodzakelijk om per gebied een groot aantal monsters te analyseren om correlaties als weergegeven in figuur 3 te kunnen vaststellen. Om de samenstelling van slibafzettingen onderling te vergelijken, wordt de samenstelling bij 50% < 16 μm gebruikt.

2.1.3 De chemische samenstelling van slib

Naar de gehalten aan de verschillende elementen in slib kan een onderscheid worden gemaakt in sporenelementen en hoofdelementen. Sporenelementen komen over het algemeen voor in concentraties van ppm ($\mu\text{g}/\text{gr}$). Het gehalte aan sporenelementen wordt net als dat van de hoofdelementen bepaald door de mineralogie en de korrelgrootteopbouw van slib. Elementen, die zijn geassocieerd met de zandfractie, vertonen een negatieve correlatie met het percentage kleiner dan 16 μm , een voorbeeld hiervan is hafnium (figuur 5), elementen als de zware metalen komen over het algemeen voor in de fijnere korrelgroottefracties en zijn ook dan positief gecorreleerd met het percentage kleiner dan 16 μm (figuur 3C). Algemeen kan men stellen, dat het elementengehalte van een sedimentmonster wordt weergegeven door de volgende formule:

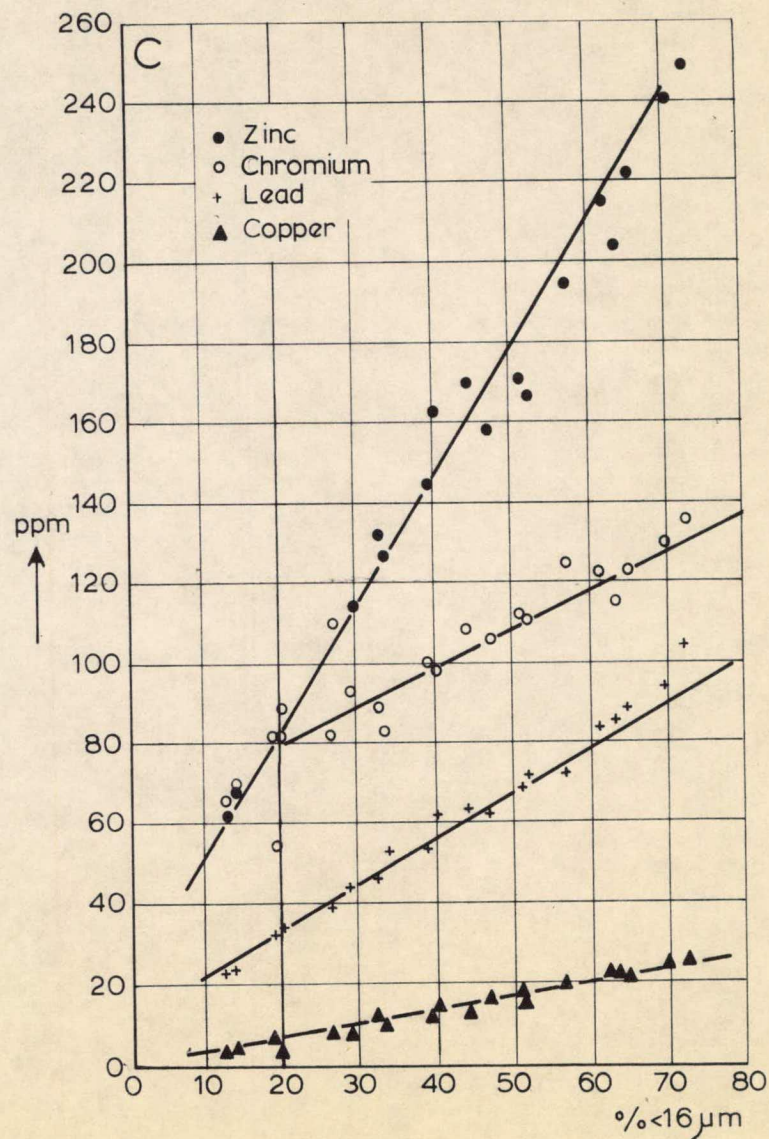
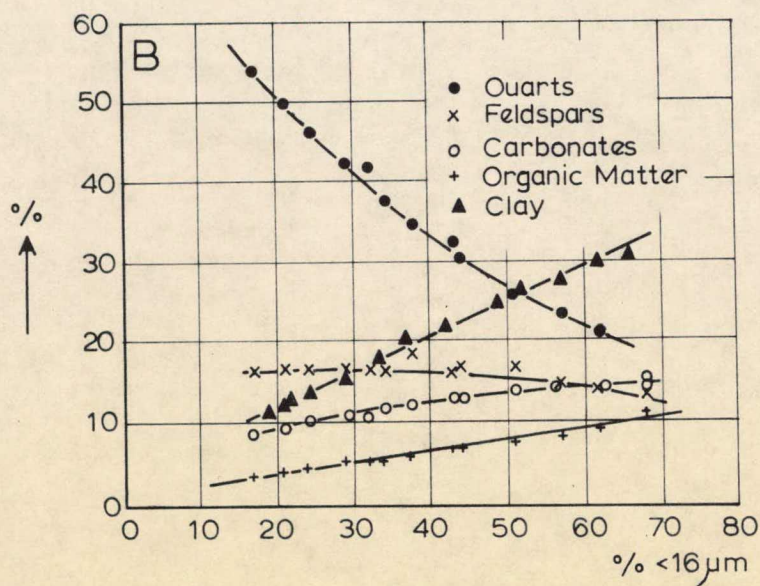
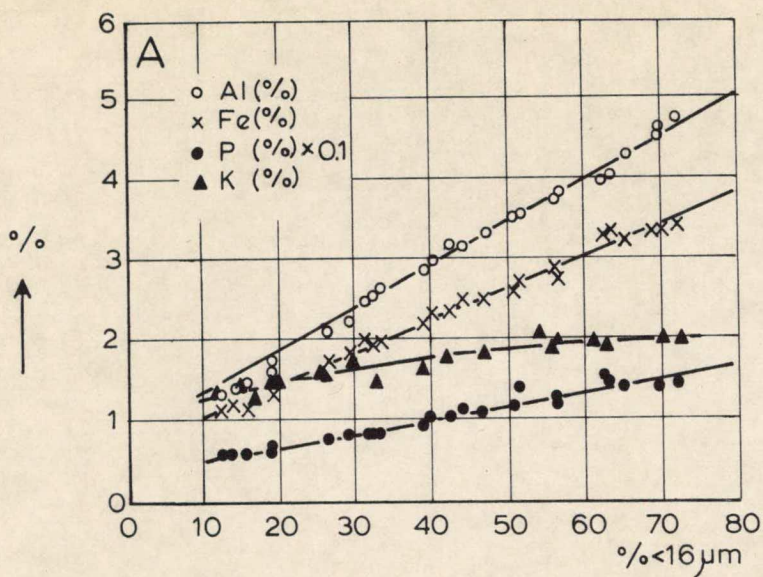
$$\sum_i F_i C_i$$

F_i is het elementgehalte in de i^{e} fractie (C) van het sedimentmonster. Onder de fractie in het sedimentmonster kan zowel een bepaalde korrelgroottefractie als een bepaald mineraal worden verstaan.

Het element strontium komt vrijwel uitsluitend voor in de carbonaatfractie van de sedimenten; slechts een klein gedeelte is aanwezig in de andere mineralen [5]. Voor strontium wordt de formule:

$$= (\text{kalkgehalte}) \times (\text{gehalte aan Sr in de kalk}) + \text{constante}$$

DE SAMENSTELLING VAN SLIB ALS FUNCTIE VAN
HET PERCENTAGE < 16 μm



Met dit effect, het voorkomen van een element in één bepaalde mineraalfractie, moet bij het gebruik van elementconcentraties als tracer rekening worden gehouden (zie ook paragraaf 3.1.2). De gehalten aan hoofdelementen als kalium, magnesium, aluminium en silicium worden grotendeels bepaald door de mineralogische samenstelling. Voor enkele hoofdelementen moet rekening worden gehouden met die fractie, die aanwezig is als uitwisselbare kationen aan het slib. In

element	range (%)	vormen waarin het element voorkomt
silicium	40 - 15	kwarts, veldspaten, kleimineralen
aluminium	1 - 8	kleimineralen, veldspaten
calcium	1.5- 16	calcite, dolomite, uitwisselbare fractie
ijzer	0.8- 4	oxiden, sulfiden, silikaten
kalium	1.4-2.3	kleimineralen, veldspaten, uitwisselbare fractie
natrium	0.7-2.3	veldspaten, uitwisselbare fractie
magnesium	0.4-1.4	kleimineralen, dolomite
zwavel	0.1-1.5	organische stof, sulfiden, sulfaten
zuurstof	54 - 49	kleimineralen, veldspaten, kwarts

Tabel 1 De gehalten aan hoofdelementen in slib

tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de wijze van voorkomen van een aantal hoofdelementen. Omdat de mineralogie gekoppeld is aan het percentage kleiner dan 16 μm in een slibmonster, zijn ook de hoofdelementen hiermee goed gecorreleerd (zie onder andere figuur 3A).

2.2 Natuurlijke tracers voor slibtransport

De gesteenten, die in stroomgebieden van rivieren voorkomen, kunnen onderling sterk verschillen. Deze verschillen, samen met die in de aard en in de intensiteit van de verweringsprocessen, veroorzaken verschillen in samenstelling van het door rivieren getransporteerd erosiemateriaal.

Vershillen in sedimentsamenstelling zijn in het verleden gebruikt als natuurlijke tracers om de herkomst van sedimentafzettingen te bepalen. Veel toegepast zijn de mineralogie, de sporenelementensamenstelling en recent ook de isotopensamenstelling.

2.2.1 Mineralogie

Zandafzettingen worden vaak gekarakteriseerd aan de hand van de zware mineralensamenstelling. Omdat het s.g. van de zware mineralen sterk verschilt van die van de hoofdmassa van het sediment (kwarts), is het vaak moeilijk om de conclusies van het zware mineralenonderzoek te extrapoleren naar de herkomst van het totale sedimentpakket. Hoewel in slib ook zware mineralen voorkomen, zijn de mineraalkorrels klein en hierdoor moeilijk toegankelijk voor microscopisch onderzoek. De samenstelling van de kleimineralen in slibafzettingen wordt vaak gebruikt om de herkomst te bepalen [7,8]. In enkele gevallen is de mineralogie van de carbonaatfractie in slib gebruikt voor herkomststudies [5].

2.2.2 Sporenelementensamenstelling

Borium is een veel gebruikt element om een onderscheid te maken tussen mariene en fluviatiele sedimenten. Een overzicht van de mogelijkheden van dit element is gegeven door Harder [9].

Het strontiumgehalte van slibafzettingen kan gebruikt worden om de herkomst van de carbonaatfractie in estuarius sedimenten vast te stellen [5]. Het element mangaan, dat geassocieerd is met de fijne korrelgroottefracties, is gebruikt om de herkomst van slibafzettingen in Nederland en in enkele tropische estuaria vast te stellen [10,11].

In toenemende mate worden momenteel combinaties van elementen (multi-elementenstudies) gebruikt (mede door de opkomst van hiervoor geschikte analysemethoden) om de herkomst van sedimenten te bepalen. Door Shimp [12] werden grote aantallen mariene en fluviatiele sedimenten onderzocht om systematische verschillen in gehalten aan sporenelementen vast te kunnen stellen. Uit dit onderzoek bleek, dat het element borium in de meeste gevallen gebruikt kan worden om rivier- en mariene sedimenten in recente en in fossiele afzettingen van elkaar te onderscheiden. Dennen [13] en Herrera en Heurtebise [14] gebruikten de multi-elementenmethode om de herkomst van zandformaties te bepalen.

De Groot [15] paste de multi-elementenmethode toe bij een studie naar de herkomst van sedimenten, die in het Humber-estuarium tot afzetting komen.

2.2.3 Isotopensamenstelling

Een geheel nieuwe ontwikkeling voor het traceren van sedimentmassa's is de toepassing van de stabiele isotopengeochemie (zie bijlage A voor enkele begrippen uit dit vakgebied).

Door Clayton [27,28] werd de zuurstofisotopensamenstelling van kwarts gebruikt om de herkomst van dit mineraal in oceaansedimenten te bepalen. Strontiumisotopen zijn gebruikt in de Rio de la Plata [29]. Verschillen in de ouderdom van de organische stof werden met succes als tracer gebruikt in een baai in Venezuela (El Tablazo) [30]. Ter onderscheiding van mariene en terrestrische (rivier) organische stof kan de stabiele koolstofisotopensamenstelling worden gebruikt. De isotopensamenstelling van kalk, klei en organische stof in sedimenten van West-Europa zijn uitvoerig bestudeerd; in vele gevallen was het mogelijk om de verschillen in samenstelling tussen rivier- en zeeslib te gebruiken als natuurlijke tracers [5,25,26].

2.3 Voorwaarden voor het gebruik van sedimentkarakteristieken als natuurlijk tracer

Hoewel er vaak verschillen in de samenstelling van verschillende sedimentbronnen worden gevonden, is het niet altijd toegestaan om deze verschillen te gebruiken als natuurlijke tracers. Met andere woorden de concentraties van een tracer in een menggebied van twee sedimentstromen mogen niet altijd worden geïnterpreteerd als zijnde tot stand gekomen door een fysisch mengproces. Naast menging kan ook een groot aantal andere processen het gehalte aan een tracer in een sedimentmassa beïnvloeden.

Voordat een verschil in samenstelling, bijvoorbeeld tussen rivier- en zeeslib, dan ook met succes als tracer kan worden gebruikt, moet aan een aantal voorwaarden worden voldaan. Analooq aan het begrip "conservatief gedrag" in de oceanografie, kan gesteld worden, dat een verschil in samenstelling als tracer gebruikt kan worden als deze een conservatief gedrag vertoont. Conservatief gedrag in dit verband houdt het volgende in: De hoeveelheid tracer moet in de tijd, tijdens transport en na de afzetting in vaste verhoudingen blijven staan tot de andere componenten uit dezelfde sedimentbron. In de volgende paragrafen wordt deze definitie aan de hand van enkele voorbeelden nader toegelicht.

2.3.1 Conservatief gedrag in de tijd

Conservatief gedrag in de tijd houdt in, dat de samenstelling van de sedimentbronnen in de tijd constant moet blijven. Het begrip tijd moet in dit verband relatief worden gezien, daar dit afhangt van de snelheid, waarmee de sedimenten worden getransporteerd, de grootte van het gebied dat wordt bestudeerd en de ouderdom van de bemonsterde sedimenten.

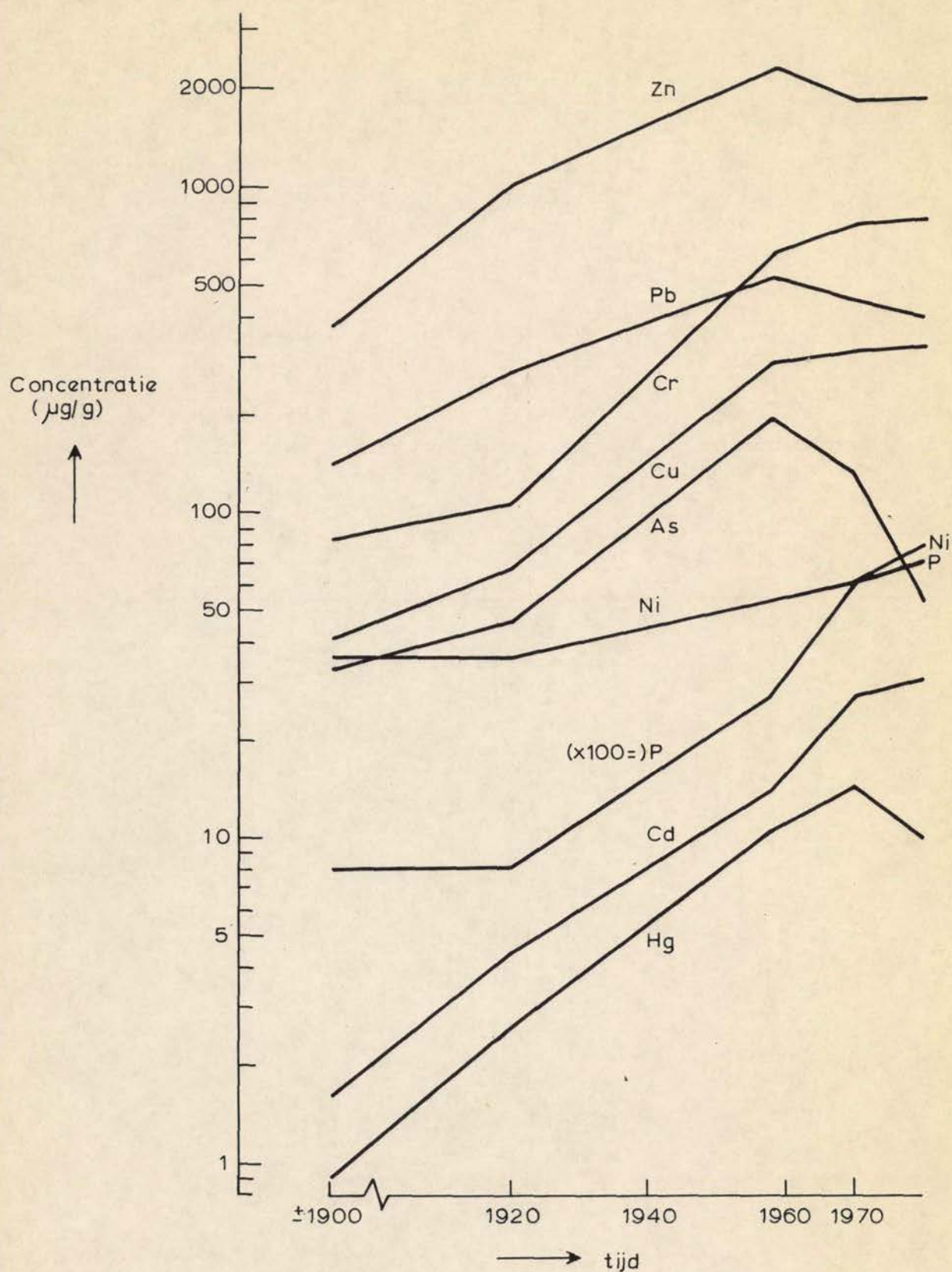
In de Rijn zijn de gehalten aan zware metalen sinds het begin van de 20^e eeuw exponentiëel gestegen (figuur 4). Wanneer in het Rijn-estuarium de vermenging van rivier- en zeeslib wordt bestudeerd, is het, gezien de relatief korte transporttijd, in principe mogelijk om gebruik te maken van de metalen koper, lood en zink. Door de zeer snelle toename van de cadmiumgehalten is het echter niet mogelijk om dit element als tracer te gebruiken. Een element als arseen, waarvan de gehalten sterk dalende zijn, komt ook niet in aanmerking.

Voor het bepalen van de bijdrage van Rijnslib aan de sedimentatie in de Waddenzee is het niet toegestaan om de zware metalen te gebruiken. Hoogstens kunnen verhoogde gehalten een aanwijzing zijn, dat Rijnslib inderdaad bijdraagt tot de sedimentatie in dit gebied.

2.3.2 Conservatief gedrag tijdens transport

Tijdens transport kunnen diverse fysische en chemische processen de samenstelling van sedimenten beïnvloeden. Een zeer bekend voorbeeld is de differentiële sedimentatie (of flocculatie) van kleimineralen, zoals die is gevonden bij de Niger [17], de Amazone [18] en de Pamlico [19]. De kleimineralogie kan voor deze gebieden dan ook niet als natuurlijke tracer worden gebruikt. In andere sedimentatiegebieden is het echter wel mogelijk gebleken om de kleimineralogie als tracer te gebruiken [8]. Indien er processen als differentiële sedimentatie of flocculatie optreden, valt het niet uit te sluiten, dat hierdoor mede de gehalten aan sporenelementen worden beïnvloed. De gehalten aan sporen- en hoofdelementen kunnen tijdens transport onderhevig zijn aan chemische processen, zoals adsorptie-, precipitatie- en mobilisatieprocessen. Het is bekend, dat in estuaria vooral de elementen mangaan en ijzer in sterke mate aan deze reacties onderhevig zijn (zie onder andere [20] en [21] voor het Rijn-estuarium).

Adsorptie- en precipitatieprocessen behoeven het gebruik van een element, dat hieraan onderhevig is, als tracer niet uit te sluiten. Van meer belang is het of deze processen de gehalten in het afgezette sediment of in het zwevende



DE TOENAME VAN DE GEHALTEN AAN ZWARE
METALEN IN DE RIJN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1036

FIG. 4

slib merkbaar beïnvloeden. Indien slechts een gering gedeelte van het totale transport van een element door een rivier in opgeloste vorm plaatsvindt, zal een eventuele adsorptie of precipitatie van deze kleine fractie de gehalten in het sediment nauwelijks beïnvloeden. Dit geldt met name voor enkele zeldzame aarden, waarvan slechts 1% van het totale transport door de rivier in opgeloste vorm plaatsvindt [22]. Hoewel deze elementen in zeer sterke mate onderhevig zijn aan adsorptie-precipitatie reacties in estuaria, worden de relatief hoge gehalten in de sedimenten nauwelijks beïnvloed.

In de Rijn worden de elementen mangaan, nikkel en cadmium voor meer dan de helft in de opgeloste toestand getransporteerd. Bij adsorptie-precipitatie reacties in het estuarium worden de gehalten in het sediment merkbaar beïnvloed.

Een indruk van de reactiviteit van elementen in de estuariene omgeving kan worden verkregen uit de verblijftijden in de oceaan. Een element als calcium heeft een verblijftijd van 1×10^6 jaar en zal pas na zeer lange tijd in de oceaanbodem eindigen; lanthaan heeft daarentegen een verblijftijd van slechts 600 jaar. Deze zeer korte verblijftijd houdt in, dat dit element in opgeloste vorm zeer instabiel is in zeewater en waarschijnlijk reeds in de estuaria aan de sedimenten wordt geadsorbeerd of geprecipiteerd. Bij een eerste selectie van sporenelementen op hun geschiktheid als tracer zal de combinatie van een korte verblijftijd in de oceaan in combinatie met een overwegend transport in de opgeloste vorm een reden zijn om een dergelijk element niet te gebruiken. Ook de gehalten aan hoofdelementen kunnen zich tijdens transport wijzigen tengevolge van chemische processen. Met name geldt dit voor de elementen, die als uitwisselbare kationen aan het slib zijn gebonden (K, Na, Ca en Mg). Het totaal-calciumgehalte van Eemsslib bedraagt 1,76%; hiervan is 52% gebonden als calciumcarbonaat, de resterende 48% is aanwezig als uitwisselbare kationen. In het Eems-estuarium worden de calciumionen ten dele uitgewisseld tegen magnesium en andere ionen in zeewater. Hierdoor daalt het gehalte aan calcium in de uitwisselbare vorm van 0,92% tot 0,26% en het totaal-calciumgehalte tot 1,10%. Deze verandering in het gehalte aan een hoofdelement in een estuarium wordt in dit geval veroorzaakt door een puur chemisch proces en mag niet worden geïnterpreteerd als zijnde veroorzaakt door een vermenging van twee slibsoorten met een verschillend totaal-calciumgehalte.

Tijdens transport kan ook nieuwvorming van mineralen optreden. In enkele uitzonderingsgevallen kan dit gebruikt worden voor slibherkomststudies. De precipitatie van kalk in het IJsselmeer maakt het mogelijk om in het Ketelmeer de vermengingsprocessen van IJsselmeerslib en IJsselslib te bestuderen [24].

2.3.3 Conservatief gedrag na de afzetting

Indien bij het bepalen van de herkomst van slib van afgezette sedimenten wordt uitgegaan, mogen de gebruikte tracers niet onderhevig zijn aan diagenetische processen. Uit de literatuur en uit eigen onderzoek is bekend, dat er in de bovenste, geoxideerde lagen van afzettingen verrijkingen aan bepaalde elementen kunnen optreden. Zeer belangrijke effecten treden op bij mangaan en fosfor in mariene sedimentatiegebieden. In de Dollard zijn de gehalten aan mangaan in de geoxideerde toplaag van het sediment een factor twee hoger dan in de onderliggende, gereduceerde laag; de verhoging voor fosfor is bijna drie maal. De oorzaak van deze verrijkingen moet worden gezocht in de processen, die na de afzetting een loskoppeling van de aan het sediment gebonden mangaan, fosfor en ook andere elementen veroorzaken. Tengevolge van deze processen komen in het poriënwater van gereduceerde mariene sedimenten zeer hoge gehalten aan mangaan en fosfor voor (zie onder andere [38]). Door processen als diffusie en consolidatie komt dit poriënwater, verrijkt met mangaan en fosfor, in aanraking met de zuurstofrijke toplaag. In deze laag vindt vervolgens een precipitatie van onder andere mangaan en fosfor plaats. Tengevolge van deze precipitatiereacties zijn de dunne bovenste lagen van het sediment sterk verrijkt aan deze twee elementen vergeleken met het hieronderliggende sedimentpakket. Het is dus niet toegestaan om de bovenste toplaag van het sediment te gebruiken bij sedimenttransportstudies als hierbij het element mangaan wordt gebruikt. Ook voor deze eis aan een te selecteren tracer kan weer een vuistregel worden opgesteld: zijn de gehalten aan een bepaalde tracer in het poriënwater van de sedimenten sterk verhoogd ten opzichte van die in het oppervlaktewater en is de verhouding tussen het gehalte aan het element in poriënwater aanwezig en gebonden aan het sediment in de orde van grootte van 1:20 (zoals bij mangaan) of groter, dan is een dergelijk element voor traceronderzoek "verdacht".

3 Onderzoek

In het verleden is met éénzelfde set sedimentmonsters een tweetal onderzoekingen verricht naar de herkomst van slibafzettingen in het Nederlandse kustgebied:

- het mangaanonderzoek [10]
- het isotopengeochemisch onderzoek, aangevuld met enig mineralogisch- en sporenelementenonderzoek [5,25,26]

In deze zelfde set van sedimentmonsters zijn nu met behulp van de niet-destructieve activeringsanalyse ook de gehalten aan een groot aantal sporenelementen bepaald. De resultaten staan vermeld in de tabellen 11 tot en met 57. In de paragrafen 3.1 tot en met 3.5 worden de resultaten van dit onderzoek besproken. De getrokken conclusies worden in hoofdstuk 4 vergeleken met die van de twee hierboven genoemde onderzoekingen.

3.1 Selectie van een tracer

3.1.1 Elementen bepaald met de niet-destructieve activeringsanalyse

Bij de niet-destructieve activeringsanalyse van slibmonsters kan in principe de concentratie van een groot aantal elementen worden bepaald. Niet al deze elementen zijn echter geschikt om als tracer te worden gebruikt voor het bepalen van de herkomst van slib op de Noordzee. Een overzicht van de elementen, die routinematig met de activeringsanalyse worden bepaald, is weergegeven in tabel 2. Voor een eerste selectie van geschikte tracers uit de lijst van 29 elementen is een drietal criteria aangelegd:

- 1 Het element moet in de meeste monsters, zowel rivier- als mariene sedimenten, in detecteerbare hoeveelheden aanwezig zijn. De elementen Se, Ru, Ag, Cd, Ba, U, W en Au kunnen om deze reden niet als tracer worden gebruikt.
- 2 Het element moet een conservatief gedrag tijdens transport en na de afzetting vertonen. Om deze reden vallen de elementen Ba, K (Rb), Br, Fe en Na af.
- 3 Het element moet niet antropogeen beïnvloed zijn (conservatief gedrag in de tijd). De elementen As, Cd, Co, Cr, Sb, Hg en Zn komen om deze reden niet in aanmerking.

Na deze eerste selectie, waarbij een groot aantal elementen op grond van meerdere criteria afvalt, blijft een tiental over.

In de paragrafen 3.1.2 tot en met 3.1.4 zal nader op de wijze van voorkomen en

op het gedrag van deze elementen (Sc, Cs, La, Ce, Eu, Yb, Hf, Ta, Th en Tb) worden ingegaan.

		1	2	3			1	2	3
zilver	Ag	x			lanthaan	La			
arseen	As			x	natrium	Na		x	
goud	Au	x			rubidium	Rb		x	
barium	Ba	x	x		ruthenium	Ru	x		
broom	Br		x		antimoon	Sb			x
cadmium	Cd	x		x	scandium	Sc			
cerium	Ce				seleen	Se	x		
cobalt	Co			x	tantaal	Ta			
chroom	Cr			x	terbium	Tb			
cesium	Cs				thorium	Th			
europium	Eu				uranium	U	x		
ijzer	Fe		x		wolfraam	W	x		
hafnium	Hf				ytterbium	Yb			
kwik	Hg			x	zink	Zn			x
kalium	K		x						

Tabel 2 Elementen, die bepaald worden met de niet-destructieve activerings-analyse in sedimentmonsters

	leisteel	zandsteen	carbonaatgesteente
scandium	13	1(8)	1(8)
caesium	5.5	0.X	0.X
lanthaan	40	30(75)	X
cerium	95	92(97)	11.5(12)
europium	1.6	1.6(100)	0.2(20)
ytterbium	3.7	4(108)	0.5(14)
hafnium	2.8	3.9(139)	0.3(11)
tantaal	2.0	0.0X	0.0X
thorium	12	1.7(14)	1.7(14)
terbium	1.2	1.6(133)	0.2(18)

Tabel 3 De gehalten aan de geselecteerde tracers in leisteel, zandsteen en carbonaatgesteente [37]

3.1.2 Wijze van voorkomen

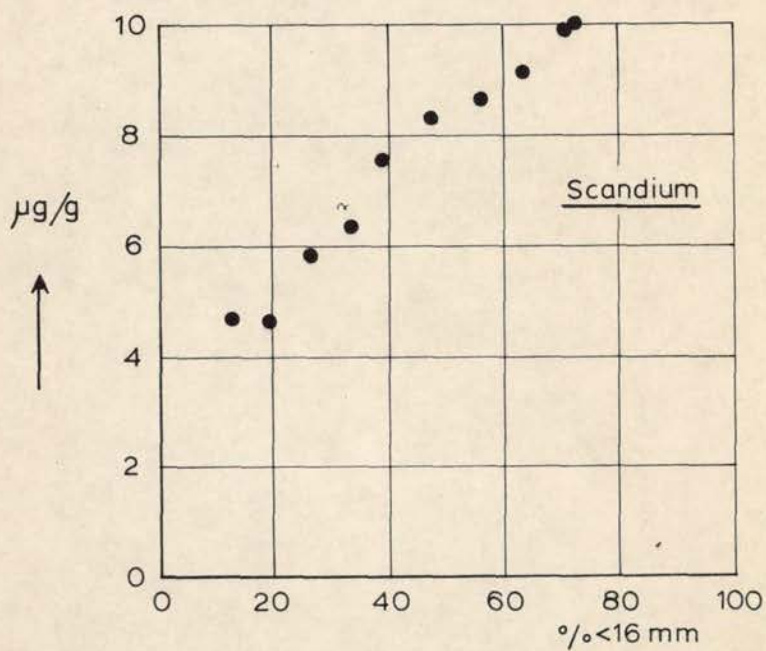
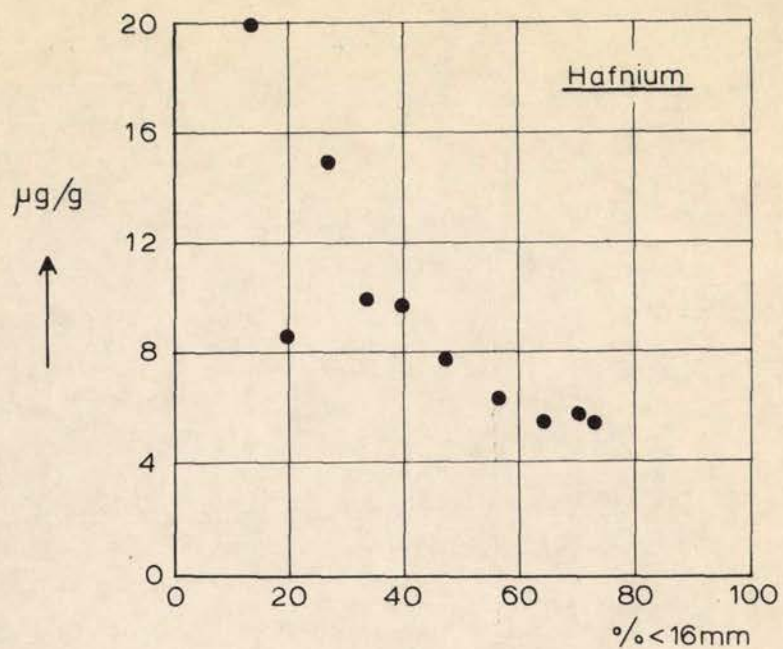
Slib is opgebouwd uit een groot aantal mineralen, waarvan de kleimineralen, kwarts, veldspaten en carbonaten de belangrijkste zijn (zie ook paragraaf 2.1). De geselecteerde tracers komen niet in al deze mineralen in gelijke concentratie voor. Een eerste indruk van de verdeling over de verschillende mineralen kan worden verkregen door de gehalten in de standaard leisteel (shale), carbonaatgesteente en zandsteen [37] met elkaar te vergelijken. Deze gehalten kunnen representatief worden geacht voor respectievelijk de kleifractie, de carbonaten en de kwartsfractie in slib. In tabel 3 zijn de gehalten in deze drie typen gesteenten weergegeven; tevens staan tussen haakjes de relatieve gehalten (in procenten) ten opzichte van leisteel. De laagste gehalten worden gevonden in het carbonaatgesteente. Hoge gehalten aan Sc, Cs, Ta en Th worden aangetroffen in de leisteel. De elementen Ce, Eu, Hf, Tb en Yb komen zowel in de leisteel als in de zandsteen in ongeveer gelijke concentraties voor. Door de gehalten in het carbonaatgesteente werkt in slibafzettingen een hoog carbonaatgehalte "verduunnend" op de elementconcentraties (zie ook paragraaf 2.1.3).

In de onderzochte slibmonsters komt dezelfde trend naar voren (tabel 4). De

	negatief	0-0.40	0.40-0.70	0.70-0.90	0.90-1.00
	%	%	%	%	%
scandium	0	0	2	25	73
cesium	2	2	8	13	75
lanthaan	8	5	16	35	36
europium	2	11	28	27	32
thorium	5	11	20	39	25
cerium	5	14	25	36	20
tantaal	11	8	43	35	3
ytterbium	14	19	36	31	0
hafnium	70	11	10	6	2

Tabel 4 De correlatiecoëfficiënten tussen de gehalten aan de geselecteerde tracers en het percentage kleiner dan 16 µm in ongeveer 63 monster-series

gehalten aan scandium, cesium en lanthaan correleren zeer goed met het percentage kleiner dan 16 µm; een aanwijzing, dat deze elementen zijn geassocieerd



CORRELATIE TUSSEN Hf EN Sc GEHALTEN EN HET
PERCENTAGE < 16µm IN MARIENE SLIBMONSTERS

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R1036

FIG.5

met de kleifractie. De sterk negatieve correlatie tussen het percentage kleiner dan 16 μm en de hafniumconcentraties laat zien, dat dit element sterk geassocieerd is met de kwartsfractie. Eventuele verschillen in hafniumconcentratie tussen verschillende sedimentatiegebieden geven alleen maar informatie over de herkomst van de grovere fractie van slib; bij de verdere beschouwingen wordt hafnium dan ook niet meer betrokken.

3.1.3 Conservatief gedrag in de tijd

Het verloop van de gehalten aan de negen resterende elementen over de laatste 50 jaar kon worden vastgesteld voor de Rijn en voor het Waddengebied (Dollard). De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in tabel 5. In het algemeen kan gesteld worden, dat de toename in de tijd, zeker als die wordt vergeleken met die voor de zware metalen, vrij gering is. Het zal echter mede afhangen van de verschillen tussen de verschillende slibbronnen of deze toename een toepassing als tracer over grote afstand verhindert.

	Dollard		Rijn		
	1958	1975	1958	1970	1975
Ce	117	122	116	150	118
Cs	93	88	140	135	148
Eu	109	100	93	109	92
La	107	111	103	150	108
Sc	97	96	107	107	104
Ta	104	103	88	102	152
Tb	91	101	--	137	--
Th	109	117	93	99	93
Yb	111	125	112	114	100

Tabel 5 De gehalten in Dollard- en Rijn-sedimenten, respectievelijk uitgedrukt in procenten van die in de Dollard (1922) en die in de Rijn (1922)

3.1.3 Gedrag tijdens transport en na de afzetting

Over het gedrag van de geselecteerde tracers tijdens transport en na de afzetting is zeer weinig bekend. Over de gehalten in poriënwater zijn geen getallen gepubliceerd. Onderzoek naar het gedrag in estuaria is alleen, maar wel zeer gedetailleerd, uitgevoerd in het Gironde estuarium voor La, Ce, Eu, Tb en Yb [22]. Deze vijf elementen worden voor slechts een zeer klein gedeelte (1-2%) in de opgeloste toestand getransporteerd. Adsorptieprocessen in estuaria beïnvloeden de gehalten in het sediment dan ook vrijwel niet.

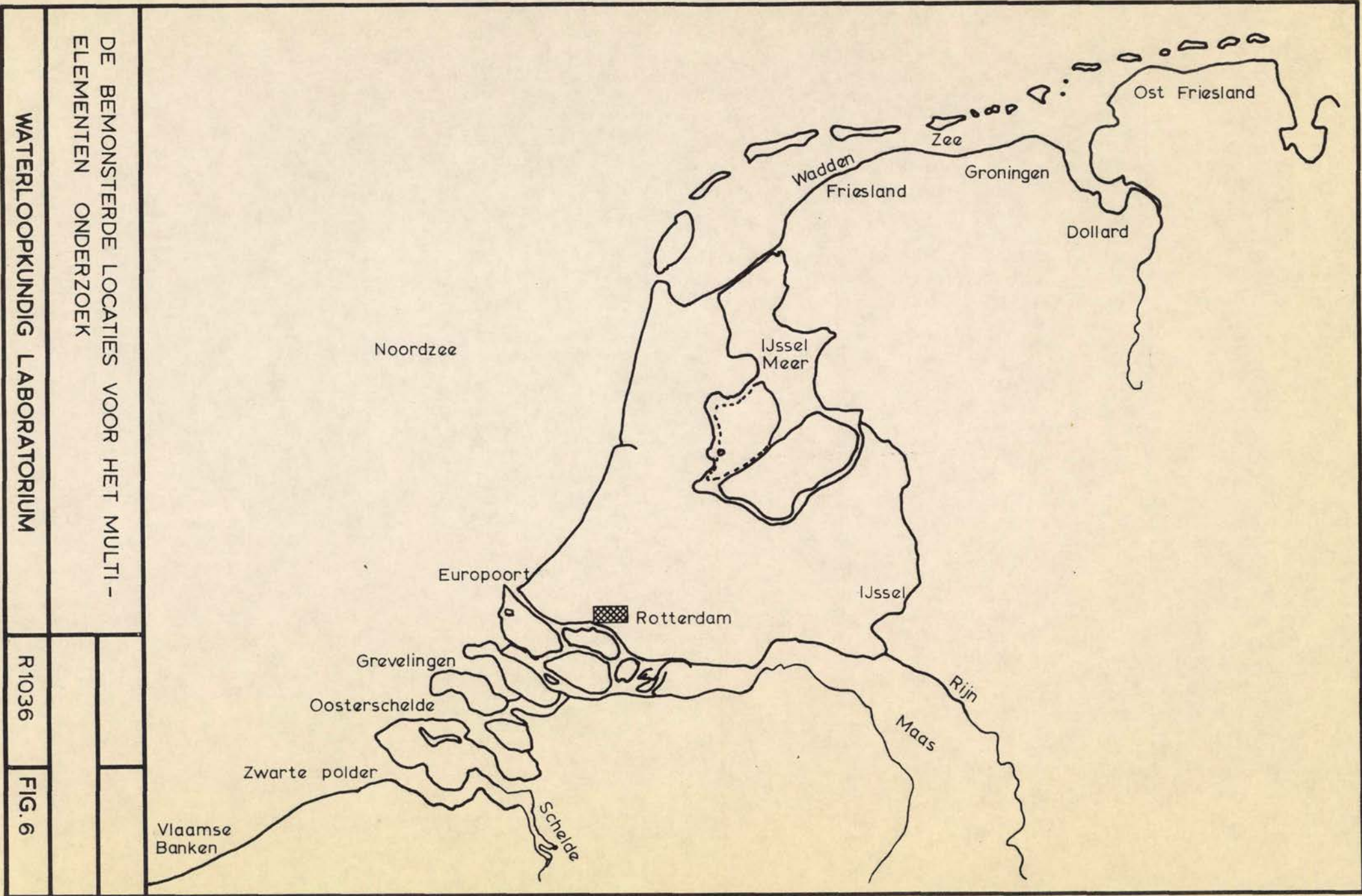
3.2 Gehalten in riviersedimenten

De gehalten aan de negengeselecteerde tracers zijn onderzocht in sedimenten afkomstig van de rivieren Seine, Somme, Theems, Schelde, Rijn, Maas en Eems. Deze rivieren, met uitzondering van misschien de Theems, transporteren sedimenten naar de Noordzee, waarvan op grond van de heersende reststromen kan worden aangenomen, dat deze een bron vormen voor de sedimentatiegebieden langs de Nederlandse kust.

De resultaten zijn weergegeven in tabel 6. Lage gehalten aan deze elementen worden aangetroffen in de Somme en hoge in de Maas. Hierbij moet wel worden opgemerkt, dat de gehalten in de Maas betrekking hebben op monsters genomen in 1969. In Maassediment van 1956 zijn vooral de gehalten aan Ce en La aanzienlijk lager (vergelijk de tabellen 23 en 24). De gehalten in riviersedimenten van de Seine, Theems, Schelde, Rijn en Eems verschillen, zeker als de spreiding in aanmerking wordt genomen, onderling niet veel.

Een vereenvoudigd beeld van de rijkdom aan deze elementen wordt verkregen door de gehalten om te rekenen in procenten van die in de standaard leisteent (tabel 3) en vervolgens deze relatieve gehalten te middelen (tabel 7). Uit deze berekening volgt, dat de Maas de hoogste gehalten aan de onderzochte elementen bezit en de Somme de laagste; deze twee rivieren verschillen bijna een factor 3. De verschillen tussen de Maas en de andere rivieren zijn echter aanzienlijk kleiner; in de meeste gevallen niet meer dan 20 à 30%. Omdat het kalkgehalte tussen de rivieren onderling nogal sterk verschilt, voor de Somme en de Eems een factor 20, worden deze verschillen mede veroorzaakt door het verdunnings-effect van de kalk (zie paragraaf 3.1.2). Na correctie voor de kalkgehalten, waarbij ervan wordt uitgegaan, dat de carbonaatfractie geen van de geselecteerde tracers bevat, blijkt, dat er in de Seine de hoogste gehalten worden

aangetroffen (tabel 7). De verschillen tussen de rivier met de hoogste gehalten en die met de laagste is echter gedaald tot een factor 2. Essentiële veranderingen treden na deze correctie niet op; de onderlinge verschillen tussen de belangrijkste rivieren blijven gering.



	Ce		Cs		Eu		La		Sc		Ta		Th		Yb		Tb	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
<u>rivier-sedimenten</u>																		
Seine	95.0	100	6.58	120	1.02	64	43.6	109	7.45	57	1.22	61	12.9	108	3.73	101	0.67	56
Somme	35.6	37	3.01	55	0.63	39	14.6	37	3.85	30	-	-	3.56	30	1.47	40	-	-
Thames	109	115	6.11	111	1.05	66	45.4	114	11.4	88	1.28	64	11.9	99	2.93	79	1.11	93
Schelde	93.8	99	6.50	118	0.89	56	36.7	92	10.2	78	1.81	91	9.11	76	2.47	67	0.82	68
Rijn	96.2	91	10.7	195	0.39	56	37.0	93	9.0	69	1.32	66	8.44	70	2.04	55	0.94	78
Maas	104	224	8.9	162	1.83	114	47.9	120	11.2	86	1.09	55	11.5	96	2.70	73	1.26	105
Eems	87.8	92	6.06	110	1.23	77	32.0	80	7.4	57	0.83	42	7.21	60	2.25	61	-	-
Rijn 1922	700	74	7.48	136	0.91	57	31.8	80	8.6	66	1.07	54	9.14	76	2.14	58	0.82	68
<u>mariene sedimenten</u>																		
Vlaamse Banken	61.7	65	5.29	96	0.83	52	26.3	66	6.62	51	0.90	45	7.48	62	1.72	46	0.68	57
Zwarte Polder	59.5	63	6.06	110	1.12	70	26.8	67	7.28	56	0.75	38	6.91	53	1.01	44	0.61	51
Burghsluis	57.3	60	6.04	110	0.65	41	24.35	61	6.93	53	0.75	38	6.30	53	1.45	39	-	-
Grevelingen	62.5	66	6.21	113	0.87	54	27.1	68	7.30	56	0.80	40	7.02	59	1.07	45	-	-
Europoort	70.2	74	6.41	117	1.21	76	29.6	74	7.58	58	0.79	40	8.00	67	1.89	51	0.72	60
Friesland	69.5	73	6.3	115	0.75	47	29.8	75	7.74	60	1.03	52	8.16	68	1.82	49	0.81	68
Groningen	72.2	76	6.68	121	0.79	49	29.9	75	8.21	63	0.99	50	8.46	71	1.87	51	0.77	64
Dollard	78.1	82	6.53	119	0.85	53	32.85	82	8.48	65	1.04	52	9.42	79	2.38	64	0.77	64
Ost-Friesland	77.9	82	6.67	121	0.84	53	35.4	89	8.58	66	1.17	59	10.2	85	2.88	78	1.07	89
Romo	65.2	69	6.22	113	0.70	44	28.7	72	8.31	64	0.99	50	8.22	69	2.04	55	0.93	78

Tabel 6 Absolute (kolom A) en relatieve gehalten (kolom B) aan geselecteerde tracers in rivier- en in mariene sedimenten

	gemiddeld gehalte	gemiddeld gehalte na kalkcorrectie
Rijn 1958-1975	86	100
Rijn 1922	74	86
Maas	115	122
Eems	72	74
Schelde	83	89
Seine	86	126
Somme	38	66
Theems	92	101

Tabel 7 Relatieve gehalten in procenten van die in de leisteel van de tracers in riviersedimenten (zonder en met kalkcorrectie)

3.3 Gehalten in mariene sedimenten

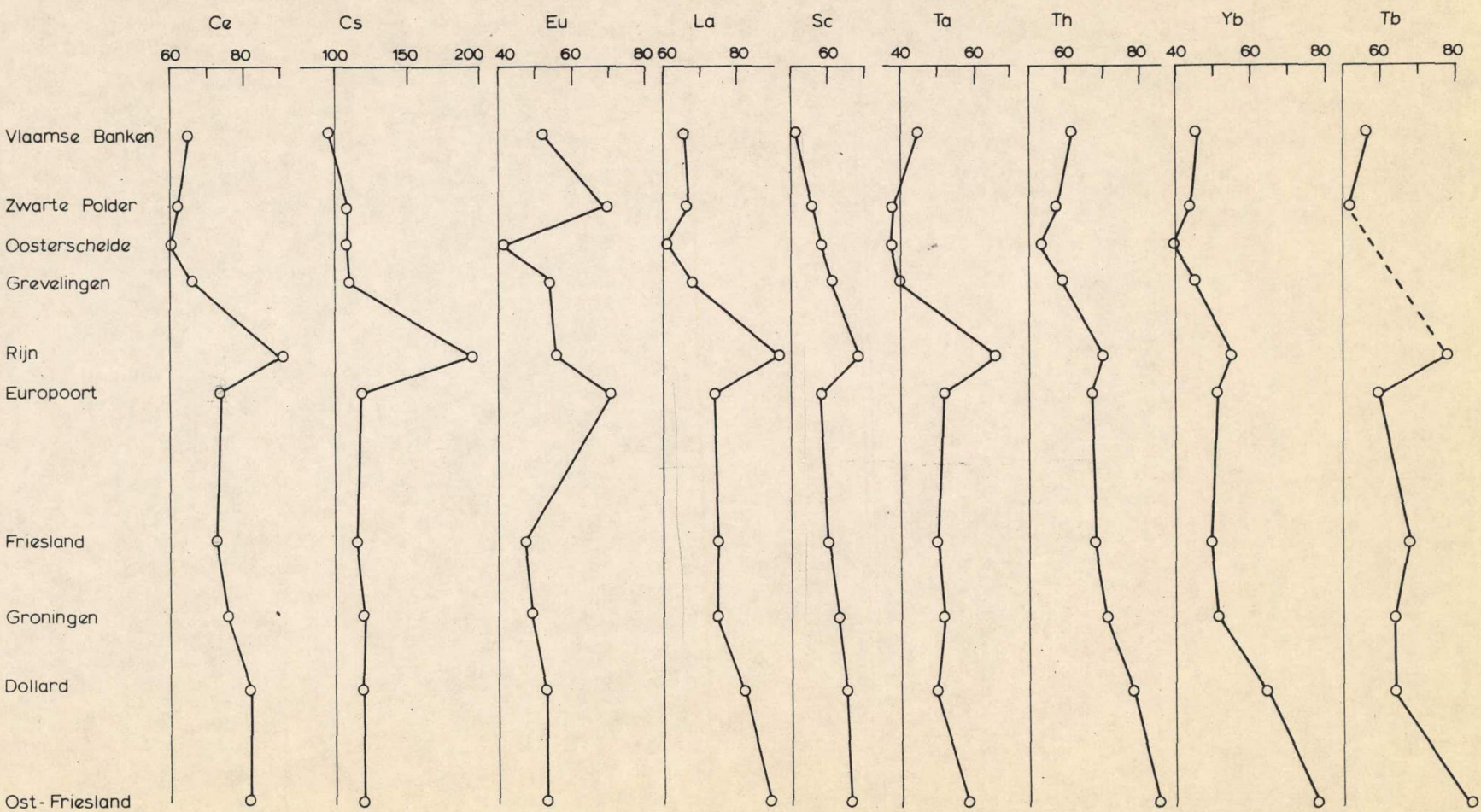
Mariene sedimenten zijn verzameld ter hoogte van de Belgische kust, in de Wester- en de Oosterschelde, de Grevelingen, in de Europoort, in het Nederlandse Waddengebied en ter hoogte van de Rømodam in Denemarken.

De relatieve gehalten, in procenten van die in de leisteel, zijn weergegeven in figuur 7.

Het element Eu heeft in het gebied ten zuiden van het Rijn-estuarium een vrij grillig verloop, met hoge gehalten in de Zwarte Polder en lage ten noorden en ten zuiden van deze locatie. Voor de elementen thorium en ytterbium worden in het oostelijk Waddengebied hogere waarden gevonden dan in het westelijke deel. Of deze hogere gehalten worden veroorzaakt door een bijdrage van een derde slibbron valt zonder nader onderzoek niet te zeggen. De Eems komt hiervoor in elk geval niet in aanmerking, omdat de gehalten aan deze twee elementen in deze rivier lager zijn.

De gehalten in het Waddengebied zijn slechts in geringe mate verhoogd vergeleken met die in de sedimentatiegebieden ten zuiden van het Rijn-estuarium; bij de elementen La en Eu zijn er geen verschillen.

In figuur 8 zijn de relatieve gehalten (in procenten van die in de standaard leisteel) in de mariene sedimentatiegebieden vergeleken met die in de Rijn over de periode 1957-1975 en met die in de Rijn in 1922. De Rijnsedimenten van

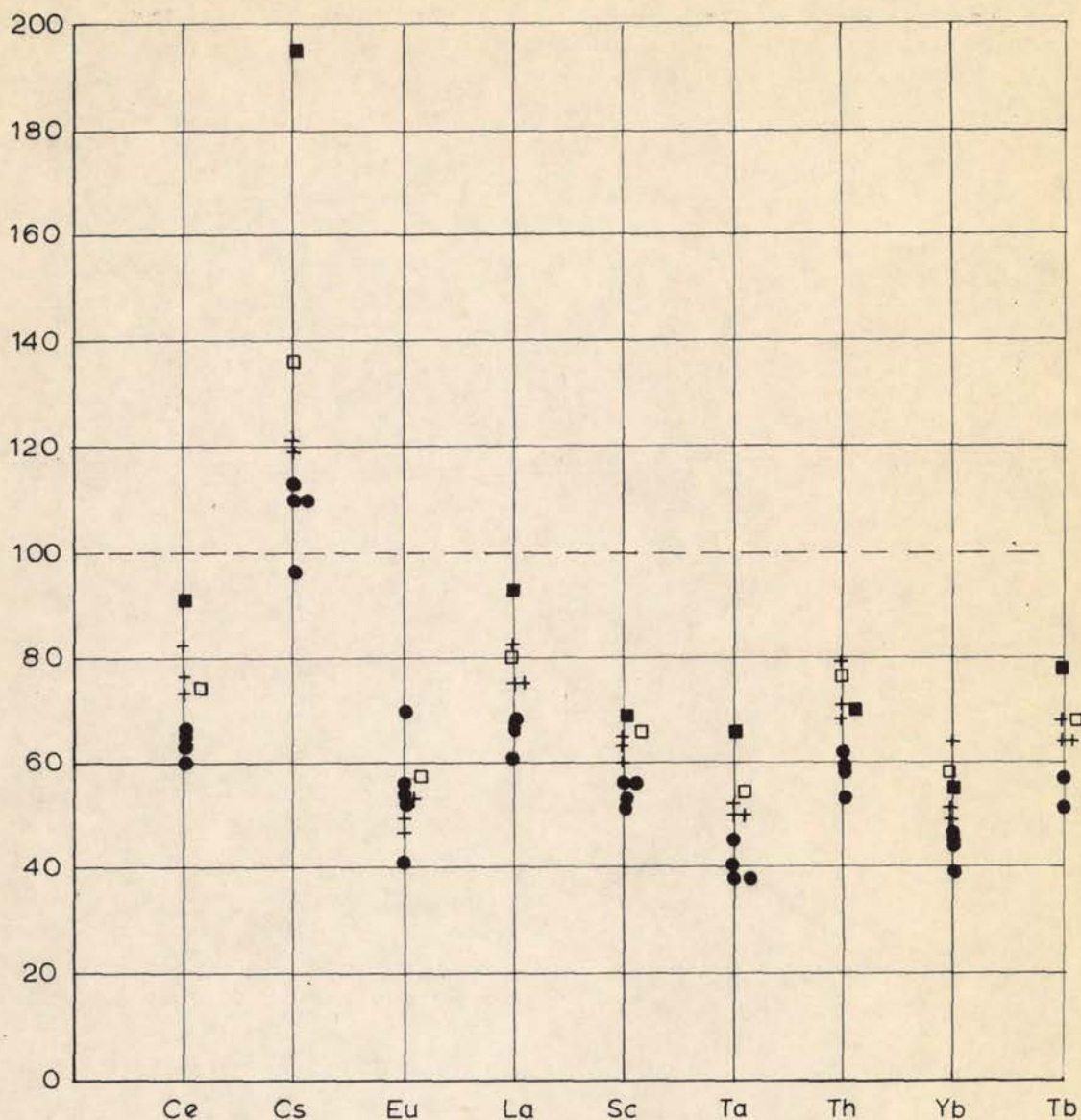


RELATIEVE GEHALTEN (IN PROCENTEN VAN DIE IN
LEISTEEN) AAN GESELECTEERDE TRACERS IN
MARIENE SEDIMENTATIEGEBIEDEN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R1036

FIG. 7



- Rijn 1922
- Rijn 1958-1975
- + Waddengebied
- Zuidelijke gebieden

GEMIDDELDE RELATIEVE GEHALTEN (IN PROCENTEN
VAN DIE IN LEISTEEN) AAN ELEMENTEN IN DE
MARIENE SEDIMENTATIEGEBIEDEN EN IN DE RIJN

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

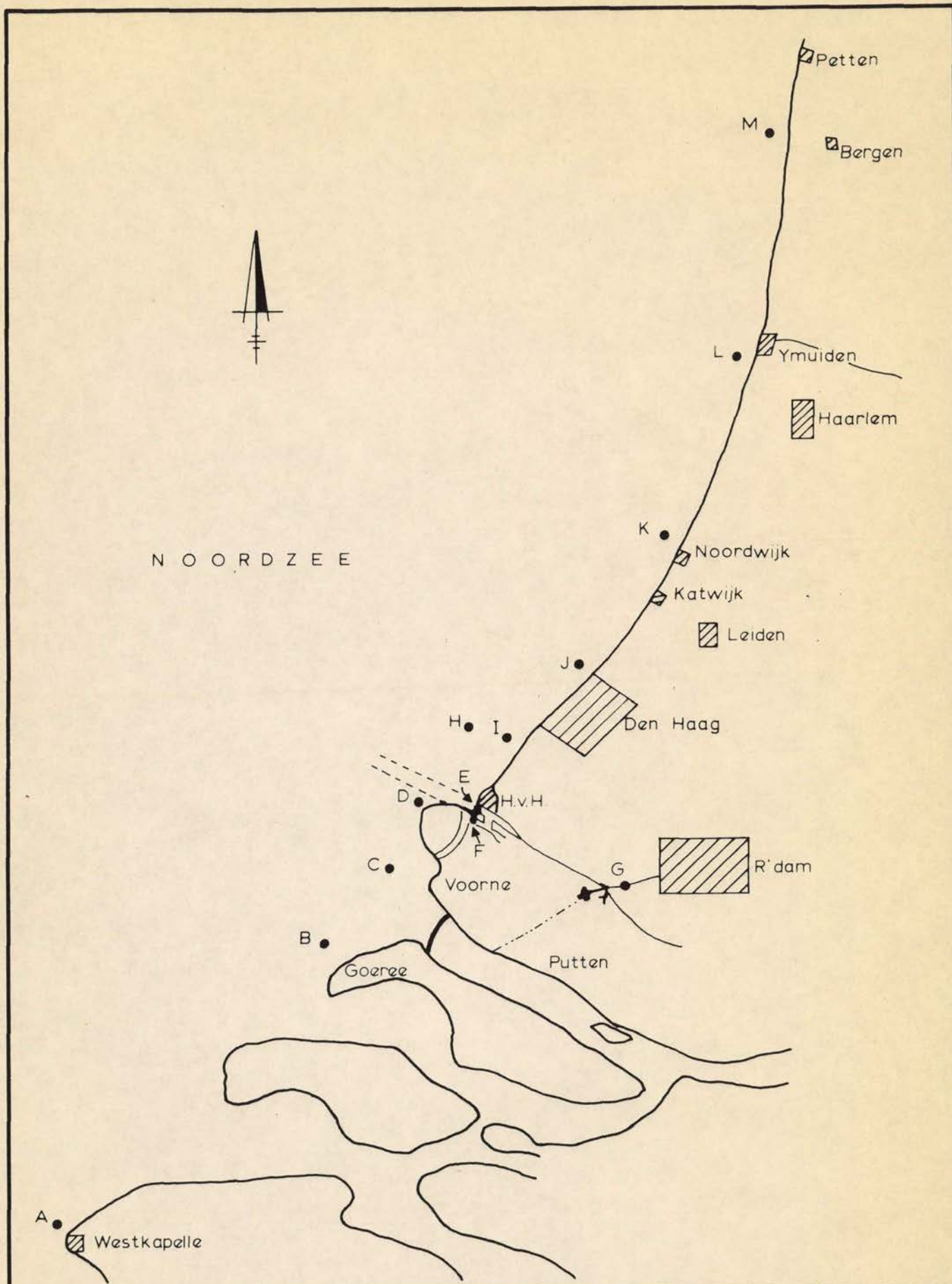
R 1036

FIG. 8

1922 verschillen alleen in hun gehalte aan Cs met die in de huidige mariene sedimenten. De gehalten in de zuidelijke gebieden zijn systematisch iets lager vergeleken met die in het Waddengebied. Deze verschillen worden ten dele veroorzaakt door verschillen in kalkgehalte (tabel 10). Na correctie hiervoor, op dezelfde manier als in de voorafgaande paragraaf is gebeurd voor de riviersedimenten, bedragen de gemiddelde relatieve gehalten in de Rijn (1957-1975), in de Rijn (1922), in de zuidelijke gebieden en in het Waddengebied respectievelijk 100, 86, 80 en 78. Na deze correctie zijn de verschillen in de gehalten tussen de twee mariene sedimentatiegebieden minimaal te noemen. Wel zijn er (kleine) verschillen in samenstelling tussen de sedimenten van de Rijn en de mariene sedimenten.

3.4 Gehalten in zwevend slib

Slechts op zeer beperkte schaal kon aandacht worden besteed aan het zwevende slib. Alleen in een serie monsters genomen langs de Nederlandse kust en in de Nieuwe Waterweg (figuur 9) waren de gehalten aan een aantal tracers bepaald. De resultaten staan vermeld in tabel 8. De korrelgroottesamenstelling (percentage kleiner dan 16 μm) van de onderzochte monsters loopt niet sterk uiteen; hierdoor mogen de gehalten direct met elkaar worden vergeleken. In figuur 10 zijn de gehalten weergegeven in procenten van die in de standaard leisteek. Op de locaties E (Hoek van Holland), F (Europoort), G (Botlek) en in iets mindere mate bij punt H (Ioswal Noord) worden verhoogde gehalten geconstateerd, die duiden op de aanwezigheid van rivierslib. De gehalten in het zwevende slib ten Noorden en ten Zuiden van de Nieuwe Waterweg vertonen een grote overeenstemming; het algehele beeld wijkt niet sterk af van dat gevonden in de afgezette sedimenten (figuur 7). De invloed van de Rijn op de samenstelling van het slib op de Noordzee is blijkbaar vrij gering en alleen in de onmiddellijke nabijheid van het Rijn-estuarium aantoonbaar.

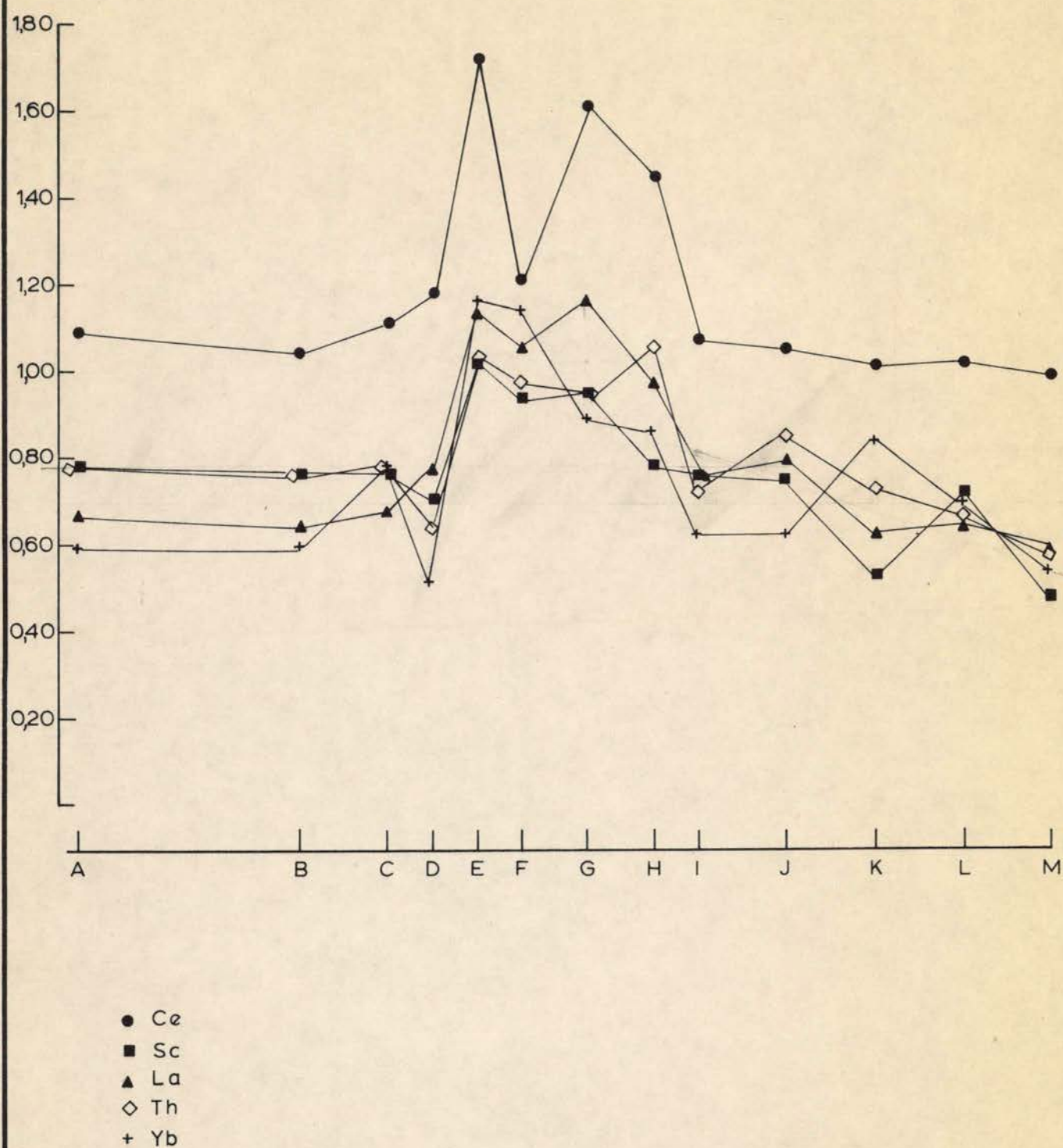


BEMONSTERDE LOCATIES VOOR HET ONDERZOEK
AAN ZWEVEND SLIB

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R1036

FIG. 9



RELATIEVE GEHALTEN (IN PROCENTEN VAN DIE IN
LEISTEEN) AAN ELEMENTEN IN ZWEVEND SLIB

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R 1036

FIG. 10

	Ce		Cs		Eu		La		Sc		Ta		Th		Yb		Tb	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
A	104	109	5.3	96	0.54	34	26.7	67	10.2	78	2.0	100	9.3	78	2.2	59	1.2	100
B	98.7	104	8.5	155	0.60	38	25.7	64	10.0	77	1.4	70	9.1	76	2.2	59	--	--
C	105	111	12.3	224	--	--	27.3	68	9.9	76	--	--	9.3	78	2.9	78	--	--
D	112	118	9.9	180	0.52	33	31.2	78	9.1	70	1.7	85	7.7	64	1.9	51	1.2	100
E	163	172	7.4	135	0.94	59	45.6	114	13.2	102	2.1	105	12.3	103	4.3	116	2.1	175
F	115	121	5.9	107	0.59	37	42.5	106	12.2	94	2.1	105	11.7	98	4.2	114	5.6	467
G	153	161	5.7	104	0.49	62	46.7	117	12.3	95	1.1	55	11.4	95	3.3	89	--	--
H	138	145	4.5	82	0.55	31	39	98	10.2	78	1.2	60	12.7	106	3.2	86	--	--
I	102	107	4.9	89	1.7	34	30.3	76	9.9	76	--	--	8.8	73	2.3	62	--	--
J	100	105	4.6	84	0.3	106	32	80	9.7	75	--	--	10.2	85	2.3	62	7.1	592
K	96	101	3.8	69	0.4	19	25	63	6.9	53	1.3	65	8.7	73	3.1	84	5.5	458
L	97	102	4.3	78	0.4	25	26	65	9.3	72	--	--	8.0	67	2.6	70	0.9	75
M	94	99	2.7	49		25	24	60	6.3	48	1.3	65	7.0	58	2.0	54	--	--

Tabel 8 Absolute (kolom A) en relatieve gehalten (kolom B) aan geselecteerde tracers in zwevend slib, voor de locaties zie figuur 9

3.5 Toepasbaarheid van de multi-elementen methode

De belangrijkste resultaten van het multi-elementen onderzoek zijn samengevat in de figuren 7 en 8.

Figuur 8, waar de samenstelling van de sedimenten van de Rijn wordt vergeleken met de sedimentatiegebieden ten Noorden en ten Zuiden van het Rijn-estuarium, laat zien, dat de samenstelling van Rijnslib in de periode 1958-1975 in enkele gevallen afwijkt van die van de mariene sedimenten; de verschillen zijn echter klein. De mariene sedimentatiegebieden ten Noorden en ten Zuiden van het Rijn-estuarium bezitten vrijwel identieke gehalten aan de onderzochte tracers; de verschillen liggen maximaal in de orde van grootte van 10 à 20%. Deze verschillen, die mogelijkerwijs veroorzaakt zijn door een bijdrage van Rijnsedimenten aan de sedimentatie in de Waddenzee, zijn echter te klein om hierop de pattern recognition methoden, zoals die door het IRI zijn ontwikkeld, toe te passen.

Voor het bepalen van de bijdrage van Rijnslib aan de slibmassa's, zoals die ter hoogte van de Nieuwe Waterweg op de Noordzee worden aangetroffen, kan de multi-elementen methode samen met de pattern recognition methode wel uitkomst bieden.

Enkele voorlopige resultaten, verkregen bij onderzoek in het Schelde-estuarium, laten zien, dat de methode toepasbaar is voor het bestuderen van slibtransport in estuaria. Met behulp van de pattern recognition methode werd het percentage rivierslib, dat in het Verdrongen Land van Saaftinghe tot bezinking komt, berekend als 70; met behulp van de stabiele isotopengeochemie werd een percentage van 75 gevonden.

Ter hoogte van de Franse kust is het zeer goed mogelijk om de slibmassa's van de Seine en de Somme van elkaar te onderscheiden. Deze toepassing, niet relevant voor het Nederlandse kustgebied, toont aan, dat de multi-elementen methode in andere gebieden grote mogelijkheden kan bieden.

4 De resultaten van het multi-elementen onderzoek vergeleken met die van andere onderzoeken

Slib, zoals dat in het Nederlandse kustgebied wordt aangetroffen, is afkomstig van een groot aantal bronnen. Door McCave [45] en door Eisma [40] zijn recent slibbalansen voor de Noordzee opgesteld. In tabel 9 zijn enkele resultaten weergegeven. Wordt alleen het Nederlandse kustgebied beschouwd, dan komen als

	x 10 ⁶ ton/jaar
English Channel ¹⁾	7
bodemerosie ter hoogte van de Belgische kust en de Wester- Schelde ¹⁾	0 - > 1.4
Rijn ²⁾	3.2
Maas ²⁾	0.7
Schelde ²⁾	0.4
Eems ³⁾	0.07

¹⁾ volgens Eisma [40]

²⁾ volgens Ter Windt [41]

³⁾ volgens Hinrich [39]

Tabel 9 Enkele bronnen van slib voor de zuidelijke Noordzee

slibbronnen in aanmerking het materiaal, dat door een noordelijk gerichte reststroom vanuit het Zuiden wordt aangevoerd en materiaal van de rivieren Schelde, Rijn en Maas. Ook moet het niet uitgesloten worden geacht, dat erosie van kleilagen op de Noordzeebodem een bron van sediment is [40]. Van de rivieren is de Rijn wat betreft de hoeveelheden getransporteerd slib veruit de belangrijkste. Tevens is deze rivier de meest gecontamineerde met zware metalen. Voor het schatten van de invloed van de Rijn op de slibmassa's, die zich op de

Noordzee bevinden en voor het vervolgen van de lotgevallen van de op Loswal Noord gedeponeerde gecontamineerde baggerspecie (gedeeltelijk Rijnslib, gedeeltelijk afkomstig uit de Noordzee), is van groot belang de vraag of Rijnslib onderscheiden kan worden van de slibmassa's, die zich reeds op de Noordzee bevinden. Tevens is het nuttig te weten hoe de slibmassa, die door de Rijn naar de Noordzee wordt getransporteerd, zich verhoudt tot de slibmassa's, die zich aldaar bevinden; de bijdrage van Rijnslib tot de sedimentatie in het Waddengebied kan hiervoor aanwijzingen geven.

De discussie zal zich dan ook beperken tot het gebeuren langs de Nederlandse kust en de invloed van de Rijn op de slibsamenstelling in dit gebied.

De herkomst van slib in dit gebied is met drie van elkaar onafhankelijke methoden bestudeerd. Wel is gebruik gemaakt van dezelfde set van sedimentmonsters. Het betreft de volgende onderzoeken:

- het mangaanonderzoek [10,11]
- het isotopengeochemisch onderzoek [5,25,26]
- het onderhavige multi-elementen onderzoek

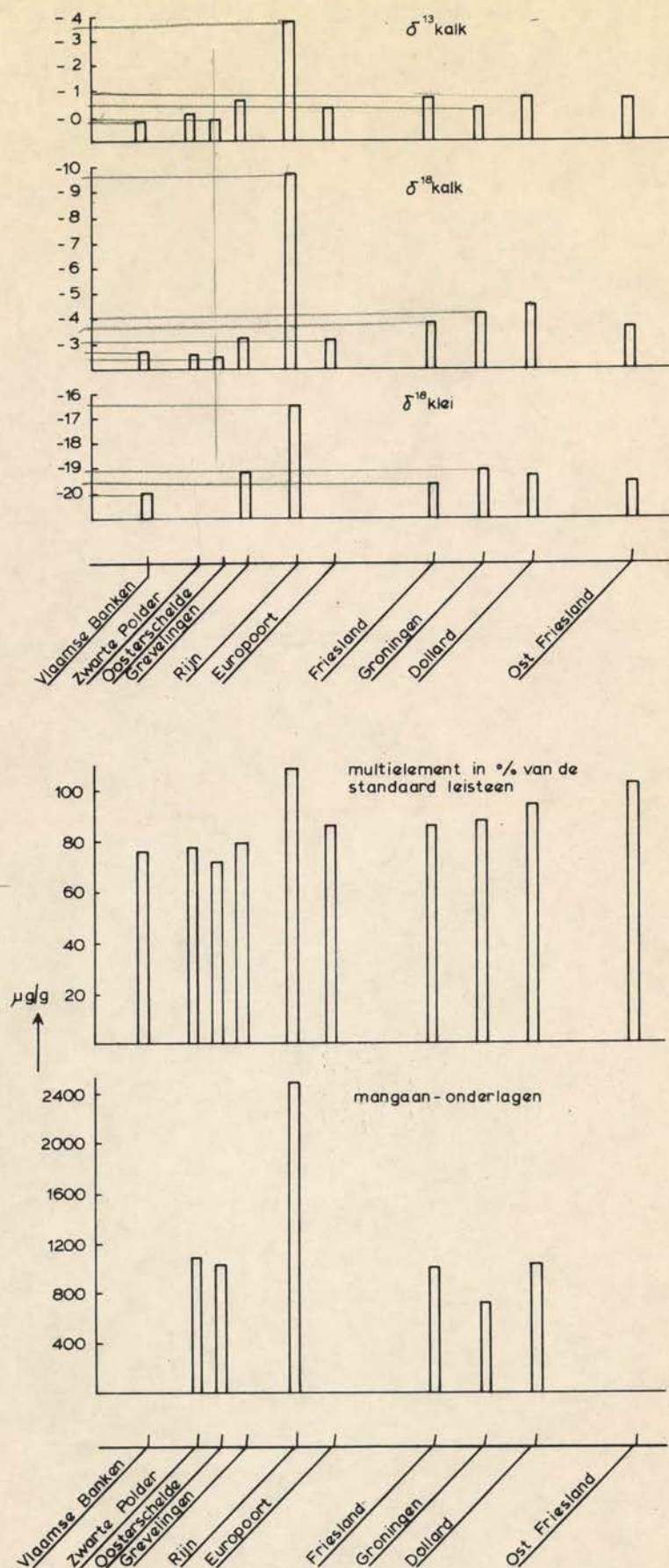
Bij het oorspronkelijk mangaanonderzoek is de herkomst van de sedimenten geïnterpreteerd aan de hand van de mangaangehalten in de toplagen van de sedimenten. Op grond van de overwegingen vermeld in paragraaf 2.3.3 is het echter niet toegestaan om deze gehalten te gebruiken als tracer. Wel is het mogelijk om de gehalten in de onderlagen te gebruiken. In vele gevallen zijn bij het oorspronkelijke onderzoek deze gehalten ook bepaald. Deze gegevens, aangevuld met eigen onderzoeken, staan vermeld in tabel 10 in de kolom "mangaan-onderlagen".

Tabel 10 en figuur 11 vormen een unieke set gegevens, omdat de drie van elkaar onafhankelijke onderzoeken zijn uitgevoerd aan dezelfde set sedimentmonsters; in principe mogen de conclusies niet tegenstrijdig zijn.

In alle gevallen blijkt de samenstelling van het slib van de Rijn af te wijken van de sedimenten, die ten Noorden en ten Zuiden van het Rijn-estuarium tot afzetting komen. Grote verschillen worden gevonden voor mangaan en voor de isotopensamenstelling van de kalk en de kleimineralen; bij de multi-elementen methode zijn de verschillen veel kleiner, een enkele element (Cs) is hierop echter een uitzondering (figuur 7).

	multi-elementen										%		ppm					Mn	Mn
	Ce	Cs	Eu	La	Sc	Ta	Th	Yb	Tb	A	%	Do1	Sr	13	18	klei	top	onder	
Seine	95.0	6.58	1.02	43,6	7.45	1.22	12.9	3.73	0.67	108	31.5	0.9	1000	-2.1	-4.4	+20.7	--	--	
Somme	35.6	3.01	0.63	14.6	3.85	--	3.56	1.47	--	45	42.0	--	1000	+0.0	-2.7	+21.7			
Vlaamse Banken	61.7	5.29	0.83	26.3	6.62	0.90	7.48	1.72	0.68	76	25.7	0.7	1300	+0.3	-2.6	+20.0	1092		
Zwarte Polder	59.5	6.06	1.12	26.8	7.28	0.75	6.91	1.61	0.61	77	20.4	0.4	1300	+0.0	-2.5	--	1256		
Schelde	93.8	6.50	0.89	36.7	10.2	1.81	9.11	2.47	0.82	108	7.0	--	--	-2.0	-4.2	--	--		
Ooster-Schelde	57.3	6.04	0.65	24.4	6.93	0.75	6.30	1.45	--	71	20.5	--	--	+0.2	-2.4	--		551	
Grevelingen	62.5	6.21	0.87	27.1	7.30	0.80	7.02	1.67	--	78	20.2	1.0	1300	-0.5	-3.2	+19.2	1972		
Maas	104	8.94	1.83	47.9	11.2	1.09	11.5	2.70	1.26	126	5.8	0.9	850	-3.3	-12.6	+15.8	2601		
Rijn	86.2	10.7	0.89	37.0	9.00	1.32	8.44	2.04	0.94	107	16.0	2.1	850	-3.6	-9.6	+16.6	2601		
Euro-poort	70.2	6.41	1.21	29.6	7.58	0.79	8.00	1.89	0.72	85	17.0	--	--	-0.1	-3.0	--	--	--	
Friesland	69.5	6.3	0.75	29.8	7.74	1.03	8.16	1.82	0.81	84	16.9	1.3	1100	-0.5	-3.6	+19.8	2632	983	
Groningen	72.2	6.68	0.79	29.9	8.21	0.99	8.46	1.87	0.77	86	11.7	1.3	1100	-0.1	-4.0	+19.2	1762	716	
Dollard	78.1	6.53	0.85	32.6	8.48	1.04	9.42	2.38	0.77	92	10.4	1.4	1000	-0.5	-4.3	+19.5	2081	578	
Eems	87.8	6.06	1.23	32.0	7.36	0.83	7.21	2.25	--	92	2.5	0.4	5600	-5.0	-9.8	+19.8	3262	--	
Ost-Friesland	77.9	6.67	0.84	35.4	8.58	1.17	10.2	2.88	1.07	100	11.0	--	1100	-0.4	-3.4	+20.5	--	--	

Tabel 10 Resultaten van het multi-elementen-, van het isotopengeochemisch- en van het mangaanonderzoek;
kolom A: gemiddeld relatieve gehalten ten opzichte van de standaard leisteek



RESULTATEN VAN HET MULTI-ELEMENTEN, HET MANGAAN
EN HET ISOTOPENGEOCHEMISCH ONDERZOEK

De samenstelling van de mariene sedimenten, zoals die ten Noorden en ten Zuiden van het Rijn-estuarium worden aangetroffen, is vrijwel identiek. De invloed van de Rijn, die qua samenstelling sterk afwijkt van de mariene sedimenten, op de afzettingen in het Waddengebied is vrij gering; de invloed is wel aanwezig, zoals ook blijkt uit verhoogde gehalten aan zware metalen in dit gebied en uit de West-Oost trend in metaalgehalten [16].

Vroegere onderzoeken [25,26], die de bijdrage van de Rijn aan de sedimentatie in het Waddengebied schatten op 10-20%, worden zowel door het mangaan- als het multi-elementen onderzoek bevestigd. De onderzoeken aan het zwevende slib, waarin zowel de multi-elementen zijn bepaald als de isotopensamenstelling van de kalk en de organische stof (figuur 10), laten eveneens zien, dat de Rijn weinig invloed heeft op de samenstelling van het zwevende slib op de Noordzee. Alleen in de directe nabijheid van de Nieuwe Waterweg kan Rijnslib worden aangetoond.

Op grond van de drie onderzoeken moet worden geconcludeerd, dat materiaal, dat vanuit het Zuiden wordt aangevoerd, van groot belang is voor de sedimentatie langs de Nederlandse kust.

Er zijn ook nog andere aanwijzingen, die deze conclusie ondersteunen;

- Uit recente onderzoeken naar de gehalten aan zwevend slib in het Kanaal blijkt, dat deze bron in het verleden is onderschat [40].
- De totale onderhoudsbaggerwerkzaamheden in het Rotterdamse havengebied overtreffen de aanvoer door de rivier; geschat wordt, dat 80 à 90% van de baggerspecie vanuit zee naar binnen wordt getransporteerd [43,44].
- In de Dollard is over de afgelopen 500 jaar 40.000 ha buitendijks gebied ingepolderd, hetgeen overeenkomt met een sedimentmassa van circa 900×10^6 ton.

Afgezien van de Dollard is in Noord-Nederland over de laatste 500 jaar een oppervlakte van 70.000 ha ingepolderd. Aangezien de dikte van de sedimenten in deze polders gelijk mag worden gesteld aan die van de Dollard [42], komt dit overeen met een sedimentmassa van nogeens 1500×10^6 ton. Samen geeft dit een sedimentmassa van 2400×10^6 ton, dit komt overeen met een sedimentatiesnelheid van 5×10^6 ton/jaar aan kleihoudende sedimenten. Wordt het gehele gebied ten Noorden van het Rijn-estuarium in beschouwing genomen, dus inclusief de sedimentmassa's in de voormalige Zuiderzee, de huidige kwelders en de sedimenten, die in het Rijn-estuarium zijn vastgelegd, dan komt de sedimentatiesnelheid in de buurt van de $6 \text{ à } 7 \times 10^6$ ton/jaar. Deze zeer ruwe berekening maakt in elk geval aannemelijk, dat er naast de Rijn nog andere, belangrijke bronnen van sediment voor dit gebied moeten zijn.

LITERATUUR

- 1 SINDOWSKI, K.H. (1973),
Das Ostfriesische Küstengebiet,
Gebrüder Bornstraeger Berlin, 162 pp
- 2 BRÜMMER, G. (1968),
Untersuchungen zur Genex der Marschen,
Diss. Kiel. W-Duitsland
- 3 BRÜMMER, G. und SCHROEDER, D. (1976),
Bestand, Umwandlung und Neubildung von Tonmineralien, in küstennahen
Sedimenten der Nordsee,
Z. Pflanzen, Bodenkde (1), 91-106
- 4 STRAATEN, L.M.J.U. van (1960),
Transport and composition of sediments,
Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen. XIX, 279-292
- 5 SALOMONS, W. (1975),
Chemical and isotopic composition of carbonates in recent sediments and
soils from Western Europe,
J. Sediment. Petrol 45, 440-449
- 6 CROMMELIN, R.D. (1943),
De herkomst van het Waddenslib met korrelgrootte boven 10 micron,
Verh. Geol. Mijnb. Gen. Geol. Serie 13, 300-333
- 7 FAVEJEC, J.Ch.L. (1951),
The origin of the "Wadden" mud,
Meded. Landbouw Hogeschool Wageningen 51 (5), 113-141
- 8 HATHAWAY J.C. (1972),
Regional clay mineral facies in estuaries and continental margin of the
United States East Coast,
Geol. Soc. Amer. Memoir 133, 293-316
- 9 HARDER, H. (1970),
Boron content of sediments as a tool in facies analysis,
Sediment. Geol. 4, 153-175

LITERATUUR (vervolg)

- 10 GROOT, A.J. de (1964),
Mud transport studies in coastal waters from the Western Scheldt to the
Danish frontier,
Developments in sedimentology 1, 93-103
- 11 GROOT, A.J. de (1966),
Mud transport studies using manganese as an accompanying element under
temperate and tropical climatic conditions
- 12 SHIMP, N.F., WITTERS, J., POTTER, P.E. and SCHLEICHER, J.A. (1969),
Distinguishing marine and freshwater muds,
J. Geol. 77, 566-580
- 13 DENNEN, W.H. (1967),
Trace elements in quartz as indicators of provenance,
Geol. Soc. Amer. Bull. 78, 125-130
- 14 HERRERA, R., and HEURTEBISE, M. (1974),
Neutron activation analysis of trace elements in quartz sands: its possi-
bilities in the assessment of provenance,
Chem. Geol. 14, 81-93
- 15 GROOT, A.J. de (1972),
Application of the multi-component analysis for sediment transportation
studies in the Humber estuary,
I.B. Rapport No. dG-72-3-7
- 16 SALOMONS, W. and GROOT, A.J. de (1977),
Pollution history of trace metals in sediments as affected by the river
Rhine,
Proc. third International Conference on environmental biogeochemistry
W.L. Publicatie nummer 184
- 17 PORRENGA, P.H. (1966),
Clay minerals in recent sediments of the Niger Delta,
Clays and Clay minerals 14, 221-223

LITERATUUR (vervolg)

- 18 GIBBS, R.J. (1977),
Clay mineral segregation in the marine environment,
J. Sediment Petrol. 47, 237-243
- 19 EDZWALD, J.K. and O'MELIA, C.R. (1975),
Clay distributions in recent estuarine sediments,
Clays and clay minerals 23, 39-44
- 20 EISMA, D. (1975),
Dissolved iron in the Rhine estuary and the adjacent North Sea,
Neth. J. Sea Res. 9 (2), 222-230
- 21 DUINKER, J.C. and NOLTING, R.F. (1977),
Dissolved and particulate trace metals in the Rhine estuary and the
Southern Bight,
Marine Pollut. Bull. 8, 65-71
- 22 MARTIN, J.M., HØGOAHL, O., PHILIPPOT, J.C. (1976),
Rare earth element supply to the Ocean,
J. Geophys. Res. 81, 3119-3124
- 23 BREWER, P.G. (1975),
Minor elements in Sea Water,
In: Chemical Oceanography Volume 1, 2nd Ed. 416-496
- 24 Zware metalen en fosfor in sedimenten uit het IJsselmeergebied,
Waterloopkundig Laboratorium, Verslag R 1055, juli 1976
- 25 SALOMONS, W., HOFMAN, P., BOELENS, R. and MOOK, W.G. (1975),
The oxygen isotopic compositions of the fraction less than 2 microns (clay
fraction) in recent sediments from Western Europe,
Mar. Geol. 18, M23-M28
- 26 SALOMONS, W. and MOOK, W.G. (1977),
Field observations on the isotopic composition of organic carbon in recent
aeoglacial sediments from Western Europe,
In preparation

LITERATUUR (vervolg)

- 27 CLAYTON, R.N., REA, R.W., SYERS, J.K. and JACKSON, M.L. (1972),
Oxygen isotope abundance in quartz from Pacific Pelagic Sediments,
J. Geophys. Res. 77, 3907-3915
- 28 REX, R.W., SYERS, J.K., JACKSON, M.L. and CLAYTON, R.N. (1969),
Eolian origin of quartz in soils of the Hawaiian islands and in Pacific
Pelagic sediments,
Science 163, 277-279
- 29 BISCAYE, P. (1972),
Strontium isotope composition and sediment transport in the Rio de la
Plata Estuary,
Geol. Soc. Amer. Memoir 133, 349-357
- 30 TAMERS, M.M. (1969),
Teneurs en radiocarbone des sédiments superficiel dans la baie d'El
Tablazo, Venezuela,
C.R. Acad. Sci. Paris 269, 1378-1381
- 31 PARKER, P.L., BEHRENS, E.Wm., CALDER, J.A. and SCHULTZ, D. (1972),
Stable carbon isotope ratio variations in the organic carbon from Gulf of
Mexico sediments,
Contrib. Mar. Sci. 16, 140-147
- 32 SCHULTZ, D.J. and CALDER, J.A. (1976),
Organic carbon $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ variations in estuarine sediments,
Geochim. Cosmochim. Acta 40, 381-385
- 33 NEWMAN, J.W., PARKER, P.L. and BEHRENS, E.W. (1973),
Organic carbon isotope ratios in Quaternary cores from the Gulf of Mexico,
Geochim. Cosmochim. Acta 37, 225-238
- 34 GEARING, P., PLUCKER, F.E. and PARKER, P.L. (1977),
Organic carbon stable isotope ratios of continental margin sediments,
Marine Chem. 5, 251-266

LITERATUUR (vervolg)

- 35 SMET, L.A.H. de, WIGGERS, A.J. (1960),
Einige Bemerkungen über die Herkunft und die Sedimentations geschwindigkeit der Dollartablagerungen,
Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen. XIX, 129-133
- 36 GLOPPER, R.J. de (1967),
Over de bodemgesteldheid van het Waddengebied,
Serie: Van zee tot land, 67 pp
- 37 TUREKIAN, K.K. and WEDEPOHL, K.H. (1961),
Distributions of the elements in some major units of the earth's crust,
Geol. Soc. Amer. Bull. 72, 175-192

K.H. WEDEPOHL (1970), Environmental influences on the chemical composition of clays and shales, Physics and Chemistry of the Earth 8, 305-333
- 38 Zware metalen in het zuid-westelijk deltagebied,
Rapport Waterloopkundig Laboratorium - Instituut voor Bodemvruchtbaarheid,
Verslag R 1051, augustus 1977
- 39 HINRICH, H. (1974),
Schwebstoffgehalt, Gebietsniederschlag, Abfluss und Schwebstofffracht der Ems bei Rheine und Versen in den Jahren 1965 bis 1971,
Deutsche Gewässerkundl. Mitt. 18, 85-95
- 40 EISMA, D. (1977),
The distribution of suspended matter in the North Sea
- 41 TERWINDT, J.H.J. (1967),
Mud transport in the Dutch Delta area and along the adjacent coast line,
Neth. J. Sea Res. 3, 505-531
- 42 SMET, L.A.H. de (1977),
Persoonlijke mededeling
- 43 Waterloopkundig Laboratorium
Transporten in de Rotterdamse Waterweg,
Nota W93, juni 1973

LITERATUUR (vervolg)

- 44 Projectgroep Slibtransportmechanisme,
Interim rapport 1.1.3: Voorlopige sedimentbalans Waterweggebied,
Waterloopkundige Afdeling Deltadienst, Nota W73-100, oktober 1974
- 45 McCave, I.N. (1973),
Mud in the North Sea,
In: E.D. Goldberg (Eu), North Sea Science, pp. 75-99

Jaar 1969

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au	6	0,62	0,00(-0,10 - 0,10)	0,10(0,02 - 0,18)	0,20(0,06 - 0,45)
Ce	7	0,20	79,0(33,8 - 124)	95,0(49,7 - 140)	111 (-21,3 - 243)
Cs	7	0,90	1,43(0,04 - 2,82)	6,58(5,03 - 8,13)	11,7(7,36 - 16,1)
Eu	7	0,78	0,51(0,27 - 0,75)	1,02(0,77 - 1,25)	1,52(0,81 - 2,23)
Hf	7	-0,06	21,7(-2,98 - 46,4)	19,1(-5,62 - 43,9)	16,5(-55,7 - 88,8)
La	7	0,28	33,3(12,5 - 54,1)	43,6(22,7 - 64,4)	53,8(-7,11 - 115)
Sb	7	0,72	0,74(-1,07 - 2,55)	3,96(2,08 - 5,83)	7,18(1,75 - 12,6)
Sc	7	0,95	2,82(1,90 - 3,74)	7,45(6,49 - 8,40)	12,1(9,32 - 14,8)
Se					
Ta	5	-0,14	1,67(-1,64 - 4,98)	1,22(-1,29 - 3,72)	0,76(-7,47 - 8,99)
Tb	6	-0,13	0,90(-0,37 - 2,17)	0,67(-0,58 - 1,92)	0,44(-3,22 - 4,09)
Th	7	0,35	8,33(1,15 - 15,5)	12,9(5,65 - 20,1)	17,4(-3,64 - 38,4)
U	6	0,37	1,67(-2,82 - 6,16)	4,06(0,02 - 8,09)	6,44(-5,81 - 18,7)
W					
Yb	7	0,31	2,39(-0,05 - 4,83)	3,73(1,28 - 6,17)	5,06(-2,08 - 12,2)

Tabel 11 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Seine

Jaar 1969

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au					
Ce	7	0,22	30,3(14,9 - 45,8)	35,6(23,7 - 47,6)	41,0(2,76 - 79,1)
Cs	7	0,24	2,11(-0,24 - 4,48)	3,01(1,06 - 4,97)	3,91(-2,19 - 10,0)
Eu	7	0,57	0,12(-0,33 - 0,58)	0,63(0,22 - 1,05)	1,15(-0,11 - 2,41)
Hf	7	-0,48	6,26(3,11 - 9,42)	3,61(0,99 - 6,23)	0,95(-7,21 - 9,11)
La	7	-0,04	14,9(9,62 - 20,2)	14,6(9,92 - 19,2)	14,2(0,07 - 28,4)
Sb	4	0,16	0,50(-3,62 - 4,61)	0,90(-2,85 - 4,65)	1,30(-10,2 - 12,8)
Sc	7	0,88	2,07(1,44 - 2,70)	3,85(3,32 - 4,39)	5,64(3,99 - 7,28)
Se					
Ta					
Tb					
Th	7	-0,15	3,87(2,55 - 5,19)	3,56(2,44 - 4,68)	3,25(-0,21 - 6,72)
U					
W					
Yb	7	0,72	0,78(0,36 - 1,20)	1,47(1,10 - 1,84)	2,16(1,04 - 3,30)

Tabel 12 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Somme

Jaar 1959

element	N	R	gehalten in $\mu\text{g/g}$ bij:		
			0% < 16 μm	50% < 16 μm	100% < 16 μm
Ag					
Au					
Ce	12	-0,13	116 (74 - 158)	109 (95 - 122)	101 (59 - 144)
Cs	12	0,98	0,60(-0,26 - 1,46)	6,11(5,81 - 6,41)	11,6(10,7 - 12,6)
Eu	12	0,58	0,83(0,59 - 1,06)	1,05(0,97 - 1,13)	1,27(1,03 - 1,51)
Hf	11	-0,70	32,5(20,2 - 44,7)	15,8(11,3 - 20,2)	-0,98(-15,6 - 13,6)
La	12	-0,12	48,2(30,8 - 65,5)	45,4(39,7 - 51,0)	42,6(25,0 - 60,1)
Sb	7	0,86	0,43(-0,32 - 1,19)	1,34(1,09 - 1,59)	2,25(1,66 - 2,84)
Sc	12	0,99	3,66(2,71 - 4,61)	11,4(11,1 - 11,7)	19,1(18,2 - 20,2)
Se					
Ta	11	0,75	0,83(0,53 - 1,12)	1,28(1,17 - 1,39)	1,74(1,40 - 2,07)
Tb	9	-0,13	1,31(-0,06 - 2,68)	1,11(0,70 - 1,51)	0,91(-0,60 - 2,42)
Th	12	-0,15	13,0(7,65 - 18,3)	11,9(10,1 - 13,6)	10,8(5,32 - 16,2)
U					
W					
Yb	12	-0,17	3,26(1,84 - 4,69)	2,93(2,47 - 3,39)	2,60(1,16 - 4,04)

Tabel 13 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 μm)

Lokatie Theems

Jaar 1960

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au					
Ce	15	0,91	24,7(15,3 - 34,1)	63,7(59,2 - 68,3)	103 (89,6 - 116)
Cs	15	0,97	1,25(0,72 - 1,79)	5,41(5,16 - 5,67)	9,57(8,82 - 10,3)
Eu	15	0,87	0,51(0,34 - 0,68)	1,04(0,96 - 1,11)	1,57(1,34 - 1,79)
Hf	15	0,47	3,82(0,96 - 6,68)	6,55(5,28 - 7,83)	9,38(5,55 - 13,0)
La	15	0,88	10,6(6,34 - 14,9)	26,7(24,4 - 29,0)	42,8(36,1 - 49,4)
Sb	10	0,91	0,23(-0,11 - 0,57)	1,27(1,11 - 1,43)	2,30(1,83 - 2,77)
Sc	15	0,97	1,45(0,74 - 2,16)	6,80(6,45 - 7,14)	12,1(11,1 - 13,1)
Se					
Ta	9	0,19	0,63(0,32 - 0,95)	0,70(0,62 - 0,78)	0,77(0,46 - 1,08)
Tb	8	0,82	0,21(-0,09 - 0,52)	0,67(0,53 - 0,80)	1,12(0,75 - 1,49)
Th	15	0,90	2,64(1,43 - 3,84)	7,18(6,60 - 7,76)	11,7(10,0 - 13,4)
U					
W					
Yb	15	0,78	0,66(0,26 - 1,06)	1,65(1,44 - 1,87)	2,64(2,03 - 3,25)

Tabel 14 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Vlaamse Banken

Jaar 1959-1960

element	N	R	gehalten in $\mu\text{g/g}$ bij:		
			0% < 16 μm	50% < 16 μm	100% < 16 μm
Ag					
Au					
Ce	15	0,86	32,0(21,2 - 42,7)	55,2(52,1 - 58,4)	78,5(71,8 - 85,2)
Cs	15	0,93	1,76(0,43 - 3,10)	6,06(5,67 - 6,45)	10,4(9,52 - 11,2)
Eu	15	0,41	0,87(0,41 - 1,34)	1,15(1,01 - 1,28)	1,42(1,13 - 1,71)
Hf	15	-0,43	6,91(3,77 - 10,0)	4,98(4,05 - 5,92)	3,06(1,21 - 4,91)
La	15	0,84	16,1(11,3 - 20,8)	25,5(24,1 - 27,0)	35,0(32,2 - 37,8)
Sb	11	0,90	-0,81(-1,79 - 0,18)	1,12(0,81 - 1,42)	3,05(2,57 - 3,52)
Sc	15	0,92	3,03(1,58 - 4,47)	7,21(6,77 - 7,64)	11,4(10,6 - 12,2)
Se					
Ta	6	0,67	0,37(-0,32 - 1,06)	0,71(0,50 - 0,92)	1,05(0,66 - 1,44)
Tb	8	0,60	0,21(-0,46 - 0,89)	0,57(0,35 - 0,79)	0,93(0,62 - 1,24)
Th	15	0,84	3,51(2,04 - 4,99)	6,44(6,01 - 6,87)	9,37(8,46 - 10,3)
U					
W					
Yb	15	0,52	0,82(0,05 - 1,59)	1,41(1,18 - 1,65)	2,01(1,57 - 2,45)

Tabel 15 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 μm)

Lokatie Zwarte Polder

Jaar 1971

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au					
Ce	15	0,70	21,3(-3,57 - 46,2)	63,7(59,8 - 67,6)	106 (78,7 - 133)
Cs	15	0,63	3,25(1,24 - 5,27)	6,06(5,74 - 6,38)	8,87(6,65 - 11,1)
Eu	15	0,61	0,72(0,43 - 1,01)	1,10(1,06 - 1,15)	1,49(1,18 - 1,80)
Hf	15	0,63	1,47(-1,83 - 4,78)	6,09(5,57 - 6,61)	10,7(7,09 - 14,3)
La	15	0,81	12,6(6,01 - 19,2)	28,1(27,1 - 29,2)	43,6(36,4 - 50,9)
Sb	14	0,19	0,86(0,01 - 1,71)	1,13(1,01 - 1,25)	1,40(0,53 - 2,28)
Sc	15	0,84	3,35(1,87 - 4,83)	7,34(7,11 - 7,57)	11,3(9,70 - 12,9)
Se					
Ta	14	0,54	0,35(-0,05 - 0,76)	0,79(0,72 - 0,84)	1,20(0,76 - 1,64)
Tb	12	0,70	-0,20(-0,80 - 0,40)	0,66(0,56 - 0,76)	1,52(0,87 - 2,17)
Th	15	0,78	3,57(1,80 - 5,34)	7,37(7,09 - 7,65)	11,2(9,23 - 13,1)
U					
W					
Yb	15	0,59	0,89(0,13 - 1,63)	1,81(1,70 - 1,92)	2,73(1,94 - 3,52)

Tabel 16 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Zwarte Polder

Jaar 1974

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au	22	0,88	0,004 (-0,008 - 0,02)	0,09 (0,08 - 0,10)	0,17 (0,14 - 0,21)
Ce	25	0,93	47,6 (43,4 - 51,8)	92,0 (87,4 - 96,5)	136 (125 - 148)
Cs	25	0,96	1,19 (0,78 - 1,60)	6,69 (6,28 - 7,11)	12,2 (11,1 - 13,3)
Eu	25	0,94	0,48 (0,44 - 0,52)	0,92 (0,88 - 0,97)	1,36 (1,25 - 1,47)
Hf	25	-0,67	16,0 (14,1 - 17,8)	9,56 (7,77 - 11,3)	3,15 (-1,52 - 7,83)
La	25	0,97	19,3 (18,2 - 20,4)	36,0 (34,9 - 37,2)	52,8 (49,8 - 55,7)
Sb	25	0,92	1,42 (0,89 - 1,95)	6,32 (5,79 - 6,85)	11,2 (9,84 - 12,6)
Sc	25	0,99	2,82 (2,54 - 3,09)	10,4 (10,0 - 10,7)	17,9 (17,1 - 18,6)
Se	6	0,52	3,22 (-0,33 - 6,77)	5,00 (3,54 - 6,46)	6,79 (1,89 - 11,7)
Ta	23	0,70	0,70 (0,56 - 0,83)	1,20 (1,06 - 1,34)	1,69 (1,34 - 2,06)
Tb	11	0,11	0,64 (0,34 - 0,94)	0,75 (0,26 - 1,23)	0,85 (-0,34 - 2,05)
Th	25	0,92	5,13 (4,74 - 5,53)	8,84 (8,45 - 9,23)	12,5 (11,5 - 13,6)
U	19	0,76	1,67 (1,05 - 2,29)	5,03 (4,07 - 5,98)	8,38 (5,96 - 10,8)
W	9	0,81	1,92 (0,78 - 3,05)	4,14 (3,43 - 4,84)	6,35 (4,38 - 8,33)
Yb	25	0,66	1,72 (1,48 - 1,95)	2,59 (2,33 - 2,85)	3,46 (2,80 - 4,12)

Tabel 17 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Schelde Dender-Durme

Jaar 1974

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au	9	0,86	-0,006(-0,04 - 0,03)	0,10(0,08 - 0,13)	0,21(0,13 - 0,30)
Ce	10	0,88	48,1(34,6 - 61,5)	93,0(84,2 - 102)	138 (111 - 165)
Cs	10	0,99	1,32(0,82 - 1,82)	6,63(6,31 - 6,95)	11,9(10,9 - 12,9)
Eu	10	0,73	0,54(0,37 - 0,72)	0,89(0,77 - 1,02)	1,25(0,87 - 1,63)
Hf	10	-0,04	12,3(5,07 - 19,6)	11,8(7,03 - 16,5)	11,2(-3,57 - 25,9)
La	10	0,94	17,0(12,7 - 21,4)	38,8(35,9 - 41,6)	60,5(51,7 - 69,3)
Sb	10	0,93	1,40(0,08 - 2,73)	7,19(6,37 - 8,01)	13,0(10,4 - 15,6)
Sc	10	0,99	2,76(2,08 - 3,45)	10,6(10,0 - 11,1)	18,4(16,8 - 19,9)
Se	4	0,62	2,29(-2,35 - 6,94)	3,92(1,05 - 6,79)	5,54(-3,00 - 14,1)
Ta	10	0,83	0,55(0,19 - 0,91)	1,51(1,27 - 1,74)	2,46(1,73 - 3,19)
Tb	5	0,42	0,49(-0,29 - 1,26)	0,88(0,05 - 1,71)	1,27(-1,10 - 3,64)
Th	10	0,91	4,34(2,95 - 5,73)	9,93(9,03 - 10,8)	15,5(12,7 - 18,3)
U					
W					
Yb	10	0,70	1,29(0,69 - 1,89)	2,42(1,96 - 2,88)	3,55(2,18 - 4,91)

Tabel 18 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Schelde Durme-Rupel

Jaar 1974

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au	4	0,99	-0,02(-0,06 - 0,02)	0,10(0,08 - 0,13)	0,23(0,15 - 0,31)
Ce	5	0,77	54,0(11,5 - 96,6)	99,2(65,5 - 133)	144 (45,0 - 244)
Cs	5	0,99	0,78(-0,05 - 1,62)	6,71(6,20 - 7,20)	12,6(11,0 - 14,3)
Eu	5	0,91	0,59(0,46 - 0,71)	0,83(0,73 - 0,93)	1,07(0,77 - 1,36)
Hf	5	-0,74	20,9(7,10 - 34,7)	8,60(-0,78 - 18,0)	-3,72(-32,9 - 25,4)
La	5	0,70	25,3(12,1 - 38,6)	35,9(26,9 - 44,9)	46,5(18,5 - 74,3)
Sb	5	0,95	1,62(-1,38 - 4,63)	9,15(7,32 - 11,0)	16,7(10,8 - 22,6)
Sc	5	0,98	3,32(1,83 - 4,82)	9,84(8,82 - 10,9)	16,4(13,2 - 19,5)
Se					
Ta	5	0,98	0,18(-0,58 - 0,94)	2,83(2,37 - 3,30)	5,48(3,98 - 6,98)
Tb					
Th	5	0,68	6,46(2,88 - 10,0)	9,15(6,72 - 11,6)	11,8(4,29 - 19,4)
U	4	0,61	1,68(-2,56 - 5,93)	3,69(-0,56 - 7,94)	5,69(-6,41 - 17,8)
W					
Yb	5	0,06	2,33(1,10 - 3,55)	2,38(1,55 - 3,21)	2,44(-0,14 - 5,02)

Tabel 19 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Schelde Rupel-Antwerpen

Jaar 1959

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au					
Ce	10	0,28	49,3(-26,8 - 125)	68,5(46,1 - 90,8)	87,7(54,8 - 121)
Cs	10	0,66	2,70(-2,64 - 8,04)	6,83(5,30 - 8,36)	11,0(8,58 - 13,3)
Eu	10	0,37	0,96(0,28 - 1,65)	1,21(1,01 - 1,40)	1,45(1,14 - 1,76)
Hf	10	-0,84	17,1(11,2 - 22,9)	9,01(7,29 - 11,7)	0,94(-1,59 - 3,47)
La	10	0,07	32,0(13,5 - 51,5)	33,1(27,7 - 38,5)	34,2(26,2 - 42,1)
Sb	10	0,63	-0,51(-2,86 - 1,84)	1,17(0,50 - 1,84)	2,85(1,78 - 3,91)
Sc	10	0,70	3,47(-1,61 - 8,55)	7,93(6,51 - 9,35)	12,4(10,1 - 14,7)
Se					
Ta	9	0,54	-0,25(-1,84 - 1,34)	0,58(0,14 - 1,01)	1,40(0,65 - 2,15)
Tb					
Th	10	0,47	6,03(1,64 - 10,4)	8,06(6,76 - 9,35)	10,1(8,18 - 12,0)
U					
W					
Yb	10	0,12	1,53(-1,27 - 4,33)	1,83(1,04 - 2,63)	2,14(0,87 - 3,41)

Tabel 20 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Zuid-Sloe

Jaar 1974

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au					
Ce	10	0,89	28,7(11,8 - 45,5)	59,9(54,9 - 65,0)	91,2(81,5 - 101)
Cs	10	0,98	0,88(-0,27 - 2,03)	6,03(5,69 - 6,38)	11,2(10,5 - 11,9)
Eu	10	0,60	0,40(-0,06 - 0,85)	0,71(0,57 - 0,84)	1,02(0,76 - 1,27)
Hf	10	-0,87	8,12(5,68 - 9,57)	5,71(5,27 - 6,14)	3,29(2,46 - 4,13)
La	10	0,96	13,4(9,64 - 17,1)	25,0(23,9 - 26,2)	36,7(34,6 - 38,8)
Sb	6	-0,79	9,41(0,81 - 18,0)	3,85(1,28 - 6,43)	-1,70(-5,18 - 1,77)
Sc	10	0,98	1,96(0,74 - 3,19)	7,10(5,73 - 7,47)	12,2(11,5 - 12,9)
Se					
Ta	9	0,34	0,59(-0,07 - 1,19)	0,78(0,59 - 0,96)	0,97(0,60 - 1,33)
Tb					
Th	10	0,89	3,43(1,73 - 5,14)	6,56(6,05 - 7,08)	9,69(8,71 - 10,7)
U					
W					
Yb	10	0,47	0,54(-1,52 - 2,61)	1,57(0,94 - 2,20)	2,59(1,41 - 3,77)

Tabel 21 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie haven Burghsluis

Jaar 1959

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au					
Ce	10	0,83	45,5(35,6 - 55,5)	62,5(59,3 - 65,8)	79,5(70,0 - 89,0)
Cs	10	0,96	2,19(1,19 - 3,18)	6,12(5,80 - 6,43)	10,0(9,19 - 10,9)
Eu	10	0,78	0,84(0,69 - 0,99)	1,04(0,99 - 1,09)	1,25(1,11 - 1,39)
Hf	10	-0,45	6,71(3,44 - 9,98)	4,94(3,90 - 5,99)	3,17(0,35 - 5,99)
La	10	0,95	19,6(17,2 - 22,0)	24,4(23,1 - 25,6)	35,5(33,4 - 37,5)
Sb	9	0,89	0,74(0,02 - 1,47)	2,15(1,91 - 2,39)	3,56(2,93 - 4,19)
Sc	10	0,96	2,99(1,92 - 4,06)	7,28(6,93 - 7,63)	11,6(10,6 - 12,6)
Se					
Ta	5	0,64	0,38(-0,67 - 1,42)	0,76(0,50 - 1,03)	1,15(0,47 - 1,82)
Tb					
Th	10	0,89	4,82(3,77 - 5,87)	6,88(6,54 - 7,21)	8,93(8,04 - 9,82)
U					
W					
Yb	10	0,41	1,28(0,79 - 1,77)	1,53(1,37 - 1,69)	1,78(1,32 - 2,25)

Tabel 22 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Grevelingen

Jaar 1956

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au	7	0,91	0,01(0,00 - 0,02)	0,03(0,03 - 0,03)	0,05(0,04 - 0,07)
Ce	11	0,93	33,3(21,5 - 45,1)	104 (93,1 - 115)	176 (144 - 217)
Cs	18	0,96	2,67(2,14 - 3,19)	8,94(8,38 - 9,50)	15,2(13,7 - 15,7)
Eu	18	0,94	0,69(0,57 - 0,81)	1,83(1,71 - 1,95)	2,96(2,64 - 3,28)
Hf	18	0,14	7,84(5,95 - 9,73)	8,70(6,93 - 10,5)	9,56(4,71 - 14,4)
La	18	0,96	16,2(13,6 - 16,7)	47,9(45,3 - 50,5)	79,6(72,6 - 86,5)
Sb	18	0,91	0,93(0,36 - 1,49)	4,85(4,31 - 5,40)	8,78(7,31 - 10,3)
Sc	18	0,98	3,18(2,72 - 3,64)	11,2(10,7 - 11,6)	19,1(17,8 - 20,4)
Se					
Ta	16	0,81	0,49(0,35 - 0,63)	1,09(0,95 - 1,23)	1,68(1,31 - 2,16)
Tb	11	0,82	0,35(0,09 - 0,62)	1,26(0,99 - 1,54)	2,18(1,44 - 2,92)
Th	17	0,93	4,74(3,91 - 5,57)	11,5(10,7 - 12,3)	18,3(16,1 - 20,4)
U	7	0,92	1,23(0,17 - 2,29)	3,96(3,31 - 4,61)	5,69(4,83 - 8,55)
W					
Yb	18	0,86	1,21(0,93 - 1,48)	2,70(2,45 - 2,96)	4,20(3,49 - 4,91)

Tabel 23 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Oost-Biesbosch

Jaar 1969

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag	13	0,57	1,90(-0,57 - 4,38)	4,52(3,87 - 5,17)	7,13(4,49 - 9,78)
Au	48	0,77	0,01(-0,01 - 0,02)	0,08(0,07 - 0,09)	0,16(0,14 - 0,17)
Ce	49	0,45	103 (42,4 - 164)	213 (196 - 231)	323 (250 - 395)
Cs	49	0,90	3,34(2,58 - 4,11)	9,16(8,93 - 9,40)	15,0(14,0 - 15,9)
Eu	49	0,72	1,34(0,96 - 1,73)	2,82(2,70 - 2,94)	4,30(3,82 - 4,77)
Hf	49	-0,17	10,6(9,1 - 12,0)	9,62(9,17 - 10,2)	8,68(6,91 - 10,5)
La	49	0,64	45,5(27,9 - 63,1)	99,3(93,7 - 105)	153 (131 - 175)
Sb	49	0,68	0,39(-0,87 - 1,65)	4,72(4,33 - 5,11)	9,05(7,51 - 10,6)
Sc	49	0,93	4,27(3,62 - 4,93)	10,2(10,0 - 10,4)	16,2(15,4 - 17,0)
Se	6	-0,77	8,47(1,37 - 15,6)	2,23(1,81 - 2,65)	-4,01(-11,5 - 3,47)
Ta	45	0,61	0,61(0,46 - 0,77)	1,03(0,99 - 1,08)	1,20(1,10 - 1,30)
Tb	44	0,34	0,77(0,38 - 1,16)	1,26(1,14 - 1,37)	1,74(1,27 - 2,22)
Th	49	0,78	6,55(5,64 - 7,46)	10,7(10,5 - 11,0)	14,9(13,8 - 16,0)
U	28	0,50	2,28(1,11 - 3,45)	4,09(3,72 - 4,46)	5,89(4,45 - 7,35)
W					
Yb	49	0,60	1,83(1,46 - 2,19)	2,84(2,72 - 2,95)	3,84(3,40 - 4,30)

Tabel 24 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Oost-Biesbosch

Jaar maart 1972

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag	11	0,87	-2,04(-8,80 - 4,71)	11,7(10,2 - 13,1)	25,4(20,0 - 30,8)
Au	13	0,23	0,08(-0,02 - 0,19)	0,12(0,10 - 0,14)	0,15(0,06 - 0,24)
Ce	13	0,51	59,1(26,6 - 91,6)	86,2(79,9 - 92,7)	113 (83,7 - 143)
Cs	13	0,86	4,72(2,52 - 6,91)	9,90(9,46 - 10,3)	15,1(13,1 - 17,1)
Eu	12	0,35	0,41(-0,84 - 1,65)	1,05(0,80 - 1,29)	1,69(0,47 - 2,90)
Hf	13	0,57	4,60(2,82 - 6,38)	6,34(5,99 - 6,69)	8,08(6,44 - 9,72)
La	13	0,86	19,3(12,6 - 26,0)	34,5(33,2 - 35,9)	49,8(44,0 - 55,6)
Sb	13	0,87	1,11(-3,69 - 5,92)	12,9(11,9 - 13,8)	24,6(20,5 - 28,7)
Sc	13	0,88	4,76(3,14 - 6,38)	8,96(8,64 - 9,29)	13,2(11,8 - 14,5)
Se	13	0,84	0,15(-5,02 - 5,31)	11,1(10,0 - 12,1)	22,0(17,5 - 26,5)
Ta	12	0,30	0,80(-0,74 - 2,35)	1,42(1,10 - 1,74)	2,03(0,72 - 3,34)
Tb					
Th	12	0,58	5,64(3,28 - 8,01)	7,86(7,39 - 8,33)	10,1(7,99 - 12,2)
U					
W	9	0,66	2,45(-0,95 - 5,86)	5,44(4,70 - 6,18)	8,43(5,60 - 11,3)
Yb	13	0,27	1,78(0,89 - 2,66)	2,11(1,93 - 2,29)	2,44(1,69 - 3,18)

Tabel 25 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Brakel

Jaar 1972

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag	7	0,67	1,81(-7,29 - 10,9)	9,44(7,94 - 10,9)	17,1(6,41 - 27,7)
Au	9	0,25	0,06(-0,16 - 0,27)	0,13(0,08 - 0,18)	0,20(0,09 - 0,49)
Ce	10	0,24	76,5(34,3 - 119)	90,4(81,9 - 99,0)	104 (52,8 - 157)
Cs	10	0,65	5,34(1,14 - 9,54)	10,3(9,45 - 11,2)	15,3(10,0 - 20,5)
Eu	10	0,37	0,56(0,10 - 1,02)	0,81(0,71 - 0,91)	1,07(0,48 - 1,65)
Hf	10	-0,13	7,35(4,93 - 9,78)	6,92(6,39 - 7,46)	649 (336 - 9,63)
La	10	0,81	23,3(16,7 - 29,9)	35,3(34,1 - 36,5)	47,3(39,4 - 55,2)
Sb	10	0,43	7,92(2,51 - 13,3)	11,4(10,3 - 12,5)	15,0(8,21 - 21,7)
Sc	10	0,85	6,20(4,88 - 7,52)	9,11(8,83 - 9,39)	12,0(10,3 - 13,7)
Se	10	0,51	2,84(-6,17 - 11,9)	9,39(7,72 - 11,1)	15,9(5,03 - 26,9)
Ta	6	-0,11	1,26(0,72 - 1,80)	1,21(1,09 - 1,33)	1,16(0,46 - 1,86)
Tb					
Th	10	0,37	6,43(3,40 - 9,45)	8,12(7,45 - 8,78)	9,80(5,90 - 13,7)
U	10	0,13	3,11(0,76 - 5,46)	3,53(3,01 - 4,04)	3,94(0,91 - 6,98)
W	8	0,16	4,13(-2,08 - 10,3)	5,30(4,02 - 6,57)	6,46(-1,39 - 14,3)
Yb	10	0,46	1,46(0,57 - 2,36)	2,09(1,92 - 2,25)	2,71(1,63 - 3,78)

Tabel 26 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Brakel

Jaar juli 1975

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag	5	0,75	2,52(-8,78 - 13,8)	8,24(5,97 - 10,5)	14,0(6,33 - 21,6)
Au	8	0,62	0,02(-0,12 - 0,16)	0,12(0,08 - 0,15)	0,21(0,10 - 0,33)
Ce	10	0,92	45,8(33,2 - 58,4)	79,2(74,8 - 83,6)	113 (100 - 125)
Cs	10	0,93	2,65(-0,01 - 5,31)	10,6(9,72 - 11,6)	18,6(16,0 - 21,3)
Eu	10	0,92	0,45(0,32 - 0,59)	0,83(0,78 - 0,88)	1,22(1,08 - 1,35)
Hf	10	0,75	6,80(5,42 - 8,17)	8,45(7,99 - 8,91)	10,1(8,90 - 11,3)
La	10	0,96	17,4(12,7 - 22,2)	34,3(32,7 - 35,9)	51,1(46,9 - 55,2)
Sb	10	0,93	3,25(1,51 - 5,00)	8,13(7,55 - 8,71)	13,0(11,5 - 14,5)
Sc	10	0,98	3,24(2,14 - 4,33)	8,95(8,56 - 9,34)	14,7(13,5 - 15,8)
Se	5	0,75	1,20(-3,09 - 5,49)	3,63(1,86 - 5,41)	6,07(1,75 - 10,4)
Ta	10	0,88	0,50(0,09 - 0,92)	1,36(1,22 - 1,50)	2,22(1,82 - 2,62)
Tb					
Th	10	0,94	4,80(3,46 - 6,14)	8,82(8,37 - 9,26)	12,8(11,7 - 14,0)
U					
W					
Yb	10	0,82	1,44(0,95 - 1,94)	2,25(2,08 - 2,43)	3,06(2,56 - 3,56)

Tabel 27 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Brakel

Jaar oktober 1971

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag	40	0,74	4,47(2,80 - 6,14)	8,99(8,42 - 9,56)	13,5(12,3 - 14,7)
Au	43	0,77	0,04(0,01 - 0,06)	0,12(0,11 - 0,12)	0,20(0,18 - 0,22)
Ce	37	0,92	33,5(23,3 - 43,7)	94,3(90,2 - 98,4)	155 (147 - 163)
Cs	45	0,88	3,11(1,58 - 4,64)	10,6(10,0 - 11,2)	18,1(16,9 - 19,3)
Eu	45	0,93	0,59(0,46 - 0,71)	1,49(1,44 - 1,54)	2,40(2,29 - 2,50)
Hf	45	0,83	2,75(1,96 - 3,32)	5,81(5,51 - 6,10)	8,87(8,26 - 9,47)
La	45	0,95	15,6(11,9 - 19,3)	45,0(43,6 - 46,4)	74,3(71,4 - 77,3)
Sb	45	0,81	3,92(2,35 - 5,49)	9,64(9,04 - 10,2)	15,4(14,1 - 16,5)
Sc	44	0,96	2,85(2,14 - 3,56)	9,18(8,91 - 9,46)	15,5(14,9 - 16,2)
Se	42	0,46	4,21(2,43 - 5,99)	6,58(5,96 - 7,21)	8,96(7,64 - 10,3)
Ta	40	0,70	0,58(0,39 - 0,77)	1,07(1,00 - 1,14)	1,56(1,41 - 1,70)
Tb	8	0,55	0,27(-0,65 - 1,18)	0,75(0,48 - 1,12)	1,24(0,60 - 1,87)
Th	37	0,89	3,81(2,89 - 4,74)	8,20(7,85 - 8,55)	12,6(11,9 - 13,3)
U	20	0,62	1,75(0,54 - 2,97)	3,34(2,93 - 3,74)	4,92(4,02 - 5,82)
W	19	0,34	3,62(1,13 - 5,11)	4,95(4,19 - 5,71)	6,28(4,78 - 7,78)
Yb	41	0,79	1,09(0,83 - 1,35)	1,94(1,86 - 2,14)	2,81(2,62 - 3,10)

Tabel 28 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Nieuwe Merwede

Jaar mei 1973

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag	17	0,66	0,92(-2,57 - 4,42)	10,3(7,73 - 12,9)	19,7(11,4 - 28,1)
Au	23	0,78	0,01(-0,02 - 0,03)	0,12(0,10 - 0,14)	0,23(0,18 - 0,28)
Ce	25	0,70	42,1(30,6 - 53,6)	83,2(75,7 - 90,8)	124 (99,4 - 149)
Cs	25	0,92	3,55(2,68 - 4,42)	11,1(10,5 - 11,7)	18,6(16,7 - 20,5)
Eu	23	0,60	0,47(0,35 - 0,60)	0,77(0,70 - 0,85)	1,07(0,83 - 1,32)
Hf	25	0,35	4,70(3,13 - 6,27)	6,77(5,79 - 7,76)	8,84(5,54 - 12,1)
La	25	0,76	19,4(15,8 - 23,0)	34,5(32,2 - 36,8)	49,5(41,9 - 57,1)
Sb	25	0,72	4,41(2,52 - 6,31)	11,5(10,2 - 12,7)	18,5(14,4 - 22,6)
Sc	25	0,71	3,96(2,67 - 5,26)	8,63(7,79 - 9,48)	13,3(10,5 - 16,1)
Se	17	-0,13	7,02(3,20 - 10,9)	5,70(3,68 - 7,71)	4,37(-2,88 - 11,6)
Ta	22	0,63	0,57(0,31 - 0,84)	1,29(1,11 - 1,47)	2,01(1,43 - 2,59)
Tb					
Th	23	-0,70	5,05(4,21 - 5,83)	7,84(7,29 - 8,40)	10,6(8,80 - 12,5)
U	6	-0,41	5,84(-2,75 - 14,4)	1,14(-4,79 - 7,18)	-3,55(-23,8 - 16,7)
W	11	0,09	3,25(0,74 - 5,77)	3,66(2,48 - 4,84)	4,07(-0,31 - 8,43)
Yb	25	0,62	1,27(1,01 - 1,53)	2,00(1,83 - 2,16)	2,72(2,17 - 3,27)

Tabel 29 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Nieuwe Merwede

Jaar maart 1972

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag	9	0,69	-5,19(-20,2 - 9,82)	10,8(9,20 - 12,4)	26,8(11,3 - 42,4)
Au	13	0,90	-0,05(-0,10 - 0,00)	0,11(0,10 - 0,12)	0,27(0,21 - 0,32)
Ce	14	0,18	64,2(17,7 - 113)	79,0(71,6 - 86,3)	92,7(42,0 - 143)
Cs	14	0,82	2,04(-1,60 - 5,68)	10,2(9,70 - 10,8)	18,4(14,7 - 22,2)
Eu	14	0,74	0,31(0,03 - 0,59)	0,81(0,77 - 0,86)	1,32(1,02 - 1,61)
Hf	14	0,36	4,68(0,25 - 9,10)	7,42(6,75 - 8,08)	10,2(5,54 - 14,8)
La	14	0,78	13,2(2,67 - 23,8)	34,5(32,9 - 36,1)	55,8(44,5 - 67,1)
Sb	14	0,81	1,00(-4,17 - 6,17)	12,6(11,8 - 13,4)	24,2(18,8 - 29,6)
Sc	14	0,79	4,99(3,06 - 6,92)	8,95(8,66 - 9,25)	12,9(10,9 - 15,0)
Se	14	0,72	-1,67(-10,8 - 7,50)	13,7(12,3 - 15,0)	29,0(19,5 - 38,4)
Ta	14	0,56	-0,04(-1,48 - 1,41)	1,52(1,31 - 1,73)	3,07(1,62 - 4,53)
Tb					
Th	14	0,53	4,89(1,67 - 8,10)	8,16(7,67 - 8,65)	11,4(8,02 - 14,8)
U	4	0,53	-0,11(-17,0 - 16,8)	3,07(1,63 - 4,51)	6,26(-8,24 - 20,8)
W	7	-0,50	13,8(0,92 - 26,6)	7,79(6,34 - 9,24)	1,82(-9,53 - 13,2)
Yb	14	0,73	0,61(-0,17 - 1,39)	1,95(1,85 - 2,07)	3,29(2,48 - 4,10)

Tabel 30 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Werkendam

Jaar oktober 1972

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag	8	0,70	-1,61(-16,5 - 13,4)	13,6(11,5 - 15,8)	28,9(12,2 - 45,5)
Au	10	0,13	0,10(0,01 - 0,21)	0,12(0,10 - 0,14)	0,14(0,00 - 0,28)
Ce	10	0,46	36,9(-20,2 - 93,9)	78,9(64,9 - 92,8)	121 (45,3 - 196)
Cs	10	0,94	1,89(0,08 - 3,87)	9,75(9,27 - 10,2)	17,6(15,0 - 20,2)
Eu	10	0,93	-0,04(-0,29 - 0,20)	0,82(0,76 - 0,88)	1,69(1,37 - 2,02)
Hf	10	0,49	4,17(1,44 - 6,90)	6,27(5,68 - 6,86)	8,37(4,95 - 11,8)
La	10	0,74	14,4(1,79 - 27,0)	33,7(30,6 - 36,8)	53,0(36,3 - 69,7)
Sb	10	0,87	2,86(-2,00 - 7,72)	14,5(13,4 - 15,6)	26,2(20,0 - 32,4)
Sc	10	0,96	1,85(0,28 - 3,42)	9,08(8,70 - 9,47)	16,3(14,2 - 18,4)
Se	7	0,80	-5,50(-17,8 - 6,78)	9,23(7,64 - 10,8)	23,9(10,8 - 37,2)
Ta	10	0,73	-0,24(-1,38 - 0,91)	1,44(1,19 - 1,69)	3,11(1,66 - 4,56)
Tb					
Th	9	0,55	4,29(0,00 - 8,59)	7,82(7,05 - 8,59)	11,3(6,04 - 16,7)
U	6	0,58	0,26(-6,06 - 6,58)	4,08(2,78 - 5,38)	7,90(-0,81 - 16,6)
W	8	0,01	5,60(0,30 - 10,9)	5,69(4,94 - 6,45)	5,79(-0,21 - 11,8)
Yb	10	0,86	0,55(-0,10 - 1,20)	2,04(1,90 - 2,18)	3,53(2,71 - 4,36)

Tabel 31 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Werkendam

Jaar januari 1973

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag	9	0,76	2,49(-4,85 - 9,84)	9,22(6,96 - 11,5)	15,9(12,9 - 19,0)
Au	10	0,25	0,10(-0,03 - 0,23)	0,13(0,09 - 0,17)	0,16(0,10 - 0,21)
Ce	10	-0,46	134 (60,8 - 207)	101 (78,8 - 123)	68,5(38,4 - 98,5)
Cs	10	-0,00 ⁴	12,6(3,10 - 22,2)	12,6(9,69 - 15,5)	12,6(8,65 - 16,5)
Eu	10	0,25	0,53(-0,67 - 1,73)	0,80(0,44 - 1,17)	1,07(0,58 - 1,57)
Hf	10	0,29	5,80(2,27 - 9,32)	6,70(5,62 - 7,78)	7,61(6,16 - 9,06)
La	10	-0,30	43,5(31,1 - 56,0)	40,2(36,4 - 44,1)	36,9(31,8 - 42,0)
Sb	10	0,51	8,40(-0,37 - 17,2)	12,9(10,2 - 15,6)	14,7(14,0 - 15,4)
Sc	10	0,78	5,95(3,56 - 8,35)	8,54(7,80 - 9,27)	11,1(10,1 - 12,1)
Se	6	-0,34	43,6(-97,3 - 185)	18,6(-25,5 - 62,7)	-6,35(-59,1 - 46,4)
Ta	9	0,76	-1,08(-2,97 - 0,80)	0,65(0,08 - 1,22)	2,38(1,59 - 3,18)
Tb					
Th	10	-0,53	11,1(7,85 - 14,4)	9,38(8,38 - 10,4)	7,65(6,31 - 8,99)
U	4	0,21	-11,0(-223 - 201)	-0,73(-66 - 65)	9,5 (-71 - 90)
W	6	0,16	4,13(-10,9 - 19,2)	5,36(0,97 - 9,74)	6,58(-0,25 - 13,4)
Yb	10	0,16	1,76(-0,31 - 3,82)	2,04(1,41 - 2,67)	2,32(1,47 - 3,18)

Tabel 32 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Werkendam

Jaar januari 1975

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag	6	0,90	2,69(-2,14 - 7,52)	10,2(8,32 - 12,1)	17,8(11,8 - 23,7)
Au	10	0,68	0,04(0,01 - 0,09)	0,11(0,08 - 0,13)	0,17(0,10 - 0,25)
Ce	10	0,45	62,6(32,3 - 92,9)	87,6(70,4 - 105)	113 (59,1 - 166)
Cs	10	0,93	4,53(3,12 - 5,94)	10,3(9,51 - 11,0)	16,0(13,6 - 18,4)
Eu	10	0,95	0,53(0,46 - 0,59)	0,81(0,78 - 0,84)	1,10(1,00 - 1,20)
Hf	10	0,21	8,23(4,74 - 11,7)	9,28(7,80 - 10,8)	10,3(5,30 - 15,4)
La	10	0,87	25,7(22,3 - 29,0)	34,5(32,9 - 36,1)	43,3(38,1 - 48,6)
Sb	10	0,94	2,96(0,74 - 5,19)	12,6(11,4 - 13,9)	22,3(18,4 - 26,2)
Sc	10	0,98	4,66(4,02 - 5,29)	9,37(9,05 - 9,69)	14,1(13,0 - 15,1)
Se	8	0,64	3,23(0,51 - 5,94)	5,73(4,68 - 6,78)	8,23(4,69 - 11,8)
Ta	10	0,81	0,58(-0,26 - 1,42)	2,31(1,92 - 2,70)	4,04(2,74 - 5,34)
Tb					
Th	10	0,84	6,13(5,16 - 7,10)	8,53(8,01 - 9,05)	10,9(9,29 - 12,6)
U	8	0,90	1,24(0,14 - 2,33)	3,89(3,40 - 4,38)	6,54(4,97 - 8,12)
W	6	0,95	0,08(-2,00 - 2,16)	6,73(5,53 - 7,93)	13,4(9,24 - 17,5)
Yb	10	0,67	1,62(1,10 - 2,14)	2,29(2,07 - 2,51)	2,96(2,21 - 3,70)

Tabel 33 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Werkendam

Jaar juli 1975

element	N	R	gehalten in $\mu\text{g/g}$ bij:		
			0% < 16 μm	50% < 16 μm	100% < 16 μm
Ag	6	0,89	3,80(1,12 - 6,47)	8,30(7,55 - 9,04)	12,8(9,11 - 16,5)
Au	10	0,85	0,01(-0,03 - 0,04)	0,10(0,08 - 0,11)	0,19(0,13 - 0,25)
Ce	10	0,83	41,2(20,1 - 62,3)	93,9(82,8 - 105)	147 (108 - 185)
Cs	10	0,94	2,65(0,62 - 4,68)	11,2(10,4 - 12,0)	19,8(16,6 - 22,9)
Eu	10	0,67	0,58(0,41 - 0,75)	0,84(0,75 - 0,93)	1,11(0,79 - 1,42)
Hf	10	0,17	7,77(6,29 - 9,26)	8,18(7,51 - 8,85)	8,58(6,11 - 11,1)
La	10	0,77	22,9(15,8 - 29,9)	36,3(33,2 - 39,4)	49,8(38,1 - 61,4)
Sb	10	0,96	3,30(1,91 - 4,68)	11,0(10,4 - 11,6)	18,7(16,3 - 20,9)
Sc	10	0,95	4,63(3,67 - 5,58)	9,07(8,65 - 9,49)	13,5(11,9 - 15,1)
Se	5	0,07	4,30(-3,2 - 11,8)	4,67(1,59 - 7,74)	5,04(-6,28 - 16,4)
Ta	10	0,52	0,80(0,04 - 1,55)	1,51(1,18 - 1,84)	2,23(1,00 - 3,46)
Tb					
Th	10	0,80	5,00(3,08 - 6,92)	9,12(8,19 - 10,06)	13,2(9,91 - 16,6)
U	5	0,92	1,40(0,08 - 2,72)	3,55(2,97 - 4,14)	5,71(3,50 - 7,92)
W					
Yb	10	0,88	1,03(0,54 - 1,52)	2,44(2,22 - 2,65)	3,85(3,04 - 4,65)

Tabel 34 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 μm)

Lokatie Werkendam

Jaar maart 1972

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag	13	0,36	6,56(-4,51 - 17,6)	11,2(7,31 - 15,0)	15,8(11,3 - 20,4)
Au	14	0,87	-0,004(-0,06 - 0,05)	0,10(0,08 - 0,12)	0,21(0,19 - 0,23)
Ce	14	0,18	78,1(41,4 - 115)	85,4(72,7 - 98,2)	92,8(77,6 - 108)
Cs	14	0,97	2,87(1,42 - 4,32)	9,41(8,90 - 9,92)	16,0(15,4 - 16,5)
Eu	14	0,37	0,72(0,43 - 1,01)	0,85(0,75 - 0,95)	0,97(0,85 - 1,09)
Hf	14	0,86	2,89(1,45 - 4,33)	5,55(5,05 - 6,05)	8,21(7,63 - 8,80)
La	14	0,48	33,2(25,9 - 40,5)	37,5(35,0 - 40,0)	41,9(38,8 - 44,9)
Sb	14	0,89	2,22(-1,76 - 6,20)	10,7(9,30 - 12,1)	19,1(17,5 - 20,8)
Sc	14	0,93	3,92(2,38 - 5,45)	8,08(7,56 - 8,61)	12,3(11,6 - 12,9)
Se	14	0,87	-0,77(-5,87 - 4,34)	8,74(6,95 - 10,5)	18,3(16,2 - 20,3)
Ta	13	0,62	0,23(-0,99 - 1,46)	1,19(0,75 - 1,62)	2,14(1,72 - 2,57)
Tb					
Th	14	0,82	3,68(1,62 - 5,75)	6,83(6,10 - 7,55)	9,97(9,13 - 10,8)
U	11	-0,14	5,12(-1,32 - 11,6)	4,35(1,99 - 6,72)	3,58(1,81 - 5,35)
W	9	0,21	1,92(-19,7 - 23,5)	5,18(-2,90 - 13,3)	8,44(2,79 - 14,1)
Yb	14	0,53	1,30(0,36 - 2,24)	1,93(1,60 - 2,26)	2,57(2,18 - 2,95)

Tabel 35 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Kop van het Land

Jaar 1972

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag	10	0,74	-4,50(-18,0 - 9,0)	15,4(11,3 - 19,6)	35,4(18,1 - 52,7)
Au	10	0,89	0,004(-0,05 - 0,05)	0,14(0,12 - 0,16)	0,28(0,22 - 0,35)
Ce	10	0,90	20,6(-2,17 - 43,3)	79,9(73,8 - 86,1)	139 (112 - 166)
Cs	10	0,92	2,68(0,28 - 5,08)	10,3(9,59 - 11,0)	17,9(14,9 - 20,9)
Eu	10	0,92	0,39(0,24 - 0,53)	0,82(0,78 - 0,87)	1,26(1,08 - 1,44)
Hf	10	0,88	1,68(0,07 - 3,29)	5,56(5,14 - 5,98)	9,44(7,61 - 11,3)
La	10	0,95	12,4(7,40 - 17,5)	32,4(31,0 - 33,8)	52,4(46,5 - 58,3)
Sb	10	0,88	2,43(-2,29 - 7,17)	14,3(12,8 - 15,7)	26,1(20,1 - 32,1)
Sc	10	0,96	2,37(0,90 - 3,84)	8,80(8,36 - 9,25)	15,2(13,4 - 17,1)
Se	8	0,77	1,69(-2,84 - 6,22)	7,93(6,33 - 9,53)	14,2(8,01 - 20,3)
Ta	6	0,80	0,50(-0,12 - 1,11)	1,13(1,00 - 1,26)	1,77(1,02 - 2,52)
Tb					
Th	10	0,62	4,78(2,41 - 7,15)	7,14(6,52 - 7,77)	9,51(6,80 - 12,2)
U					
W	4	0,98	-0,33(-3,65 - 3,00)	6,04(5,02 - 7,07)	12,4(8,37 - 16,5)
Yb	10	0,54	1,30(0,82 - 1,78)	1,73(1,58 - 1,88)	2,16(1,53 - 2,80)

Tabel 36 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Kop van het Land

Jaar juli 1975

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag	7	0,83	1,09(-5,68 - 7,87)	9,53(8,53 - 10,53)	18,0(11,6 - 24,3)
Au	10	0,75	-0,01(-0,10 - 0,08)	0,12(0,10 - 0,14)	0,24(0,15 - 0,33)
Ce	10	0,63	43,8(-1,74 - 89,4)	86,4(80,4 - 92,5)	129 (88,0 - 170)
Cs	10	0,73	5,27(0,58 - 9,95)	11,2(10,5 - 11,8)	17,0(12,8 - 21,3)
Eu	10	0,01	0,87(-0,11 - 1,86)	0,89(0,76 - 1,02)	0,90(0,00 - 1,80)
Hf	10	-0,05	9,21(4,15 - 14,3)	8,88(8,20 - 9,55)	8,54(3,98 - 13,1)
La	10	0,21	30,7(10,2 - 51,3)	35,9(33,1 - 38,6)	41,0(22,5 - 59,5)
Sb	10	0,70	3,60(-2,35 - 9,55)	10,5(9,71 - 11,3)	17,4(11,8 - 22,9)
Sc	10	0,84	4,10(1,25 - 6,94)	9,16(8,79 - 9,54)	14,2(11,6 - 16,8)
Se	6	0,58	-1,89(-18,2 - 14,4)	5,69(3,63 - 7,75)	13,3(-0,03 - 26,6)
Ta	10	0,69	0,06(-1,34 - 1,47)	1,62(1,43 - 1,80)	3,17(1,89 - 4,45)
Tb					
Th	10	0,25	7,54(3,27 - 11,8)	8,81(8,24 - 9,38)	10,1(6,23 - 13,9)
U	8	0,85	-4,64(-9,77 - 0,49)	2,83(2,15 - 3,51)	10,3(6,08 - 14,5)
W	8	0,12	4,13(-3,53 - 11,8)	4,99(3,89 - 6,08)	5,85(-1,04 - 12,7)
Yb	10	-0,07	2,40(0,25 - 4,55)	2,21(1,92 - 2,49)	2,02(0,08 - 3,95)

Tabel 37 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Kop van het Land

Jaar 1922

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au	5	0,89	-0,02(-0,06 - 0,02)	0,02(0,01 - 0,03)	0,06(0,02 - 0,10)
Ce	21	0,90	30,5(19,9 - 41,0)	70,0(67,3 - 72,7)	109 (101 - 118)
Cs	21	0,93	0,71(-0,69 - 2,10)	7,48(7,13 - 7,84)	14,3(13,1 - 15,5)
Eu	21	0,86	0,48(0,34 - 0,62)	0,91(0,87 - 0,95)	1,34(1,23 - 1,46)
Hf	21	-0,79	9,92(8,88 - 10,9)	7,48(7,21 - 7,75)	5,04(4,20 - 5,89)
La	21	0,93	14,5(10,9 - 18,2)	31,8(30,9 - 32,7)	49,1(45,9 - 52,2)
Sb	21	-0,39	3,39(1,85 - 4,93)	2,22(1,83 - 2,62)	1,06(-0,19 - 2,30)
Sc	21	0,95	1,31(0,10 - 2,53)	8,60(8,29 - 8,91)	15,9(14,8 - 16,9)
Se					
Ta	20	0,77	0,58(0,35 - 0,81)	1,07(1,01 - 1,13)	1,57(1,37 - 1,76)
Tb	21	0,70	0,30(0,01 - 0,59)	0,82(0,75 - 0,90)	1,34(1,10 - 1,58)
Th	21	0,90	4,07(2,77 - 5,38)	9,14(8,81 - 9,47)	14,2(13,1 - 15,3)
U	21	0,84	1,19(0,74 - 1,64)	2,47(2,36 - 2,59)	3,75(3,38 - 4,12)
W	19	0,50	1,64(1,16 - 2,11)	2,11(1,99 - 2,22)	2,58(2,19 - 2,97)
Yb	21	0,70	1,41(1,00 - 1,81)	2,14(2,04 - 2,25)	2,88(2,53 - 3,22)

Tabel 38 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie D. Biesbosch + D. Biesbosch 0 - 25 cm

Jaar 1958

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au	6	0,05	0,10(-0,25 - 0,45)	0,12(-0,01 - 0,24)	0,13(-0,36 - 0,62)
Ce	7	0,77	55,7(37,3 - 74,0)	81,4(71,7 - 91,1)	107 (75,1 - 139)
Cs	7	0,96	2,70(0,54 - 4,86)	10,5(9,50 - 11,4)	18,2(14,9 - 21,7)
Eu	7	0,95	0,43(0,31 - 0,55)	0,85(0,79 - 0,90)	1,26(1,07 - 1,46)
Hf	7	-0,32	7,98(5,22 - 10,7)	6,98(5,77 - 8,18)	5,97(1,71 - 10,2)
La	7	0,92	19,8(14,8 - 24,9)	32,6(30,4 - 34,9)	45,5(37,5 - 53,4)
Sb	7	0,96	2,28(-0,51 - 5,07)	12,6(11,1 - 13,9)	22,8(18,0 - 27,6)
Sc	7	0,97	3,90(2,70 - 5,10)	9,18(8,64 - 9,71)	14,4(12,6 - 16,3)
Se					
Ta	7	0,55	0,80(0,61 - 0,99)	0,94(0,85 - 1,02)	1,07(0,77 - 1,37)
Tb					
Th	7	0,92	5,38(4,11 - 6,64)	8,53(7,96 - 9,10)	11,7(9,69 - 13,7)
U					
W					
Yb	7	0,69	1,58(0,81 - 2,36)	2,39(2,04 - 2,73)	3,19(1,97 - 4,41)

Tabel 39 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Dordtsche Biesbosch

Jaar 1970

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag	7	0,82	1,23(-4,07 - 6,53)	7,70(5,61 - 8,79)	14,2(8,69 - 19,6)
Au	16	0,76	-0,03(-0,08 - 0,03)	0,12(0,09 - 0,15)	0,27(0,18 - 0,36)
Ce	16	0,92	44,9(32,4 - 57,5)	105 (100 - 110)	165 (146 - 183)
Cs	16	0,97	2,58(1,71 - 3,44)	10,1(9,68 - 10,5)	17,6(16,2 - 18,9)
Eu	16	0,93	0,48(0,38 - 0,57)	0,99(0,95 - 1,03)	1,50(1,36 - 1,64)
Hf	16	-0,00	8,29(5,17 - 10,4)	8,27(7,44 - 9,10)	8,25(5,12 - 11,4)
La	16	0,98	19,1(16,3 - 22,0)	47,6(46,5 - 48,7)	76,1(71,9 - 80,3)
Sb	16	0,98	2,44(1,51 - 3,37)	11,2(10,8 - 11,5)	19,9(18,5 - 21,3)
Sc	16	0,98	3,59(3,12 - 4,06)	9,23(9,03 - 9,44)	14,9(14,1 - 15,6)
Se	11	0,82	0,15(-2,68 - 2,98)	6,18(5,17 - 7,19)	12,2(8,45 - 16,0)
Ta	14	0,57	0,59(0,22 - 0,96)	1,09(0,94 - 1,24)	1,59(1,02 - 2,16)
Tb	5	0,85	0,27(-0,43 - 0,98)	1,12(0,74 - 1,49)	1,96(0,67 - 3,25)
Th	16	0,87	5,00(3,93 - 6,08)	9,07(8,62 - 9,52)	13,1(11,5 - 14,8)
U					
W	11	0,79	1,20(-0,61 - 3,01)	4,78(4,20 - 5,35)	8,35(5,90 - 10,8)
Yb	16	0,77	1,23(0,74 - 1,72)	2,45(2,26 - 2,64)	3,67(2,95 - 4,39)

Tabel 40 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Dordtsche Biesbosch

Jaar maart 1972

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag	9	0,55	1,58(-10,3 - 13,4)	8,08(4,79 - 11,4)	14,6(8,79 - 20,4)
Au	15	-0,09	0,17(-0,04 - 0,40)	0,15(0,09 - 0,22)	0,13(0,03 - 0,23)
Ce	15	0,42	28,4(-70,2 - 127)	84,1(55,9 - 112)	140 (93,4 - 186)
Cs	15	0,67	6,49(2,33 - 10,7)	11,1(9,91 - 12,3)	15,7(13,8 - 17,7)
Eu	15	0,49	0,62(0,21 - 1,03)	0,90(0,78 - 1,02)	1,18(0,99 - 1,38)
Hf	15	-0,64	11,0(8,36 - 13,7)	8,37(7,57 - 9,17)	5,69(4,50 - 6,89)
La	15	0,52	24,1(0,61 - 47,5)	41,3(34,7 - 48,1)	58,7(47,7 - 69,7)
Sb	15	0,31	7,93(0,53 - 15,3)	10,8(8,62 - 13,0)	13,7(10,3 - 17,0)
Sc	15	0,70	4,92(1,50 - 8,34)	8,96(7,98 - 9,94)	13,0(11,4 - 14,6)
Se	15	-0,03	9,06(-1,51 - 19,6)	8,74(5,66 - 11,8)	8,42(3,55 - 13,2)
Ta	13	0,15	1,06(-0,70 - 2,84)	1,34(0,80 - 1,88)	1,61(0,85 - 2,37)
Tb					
Th	15	0,30	7,39(3,21 - 11,6)	8,95(7,73 - 10,1)	10,5(8,58 - 12,4)
U	10	0,04	4,01(0,69 - 7,33)	4,13(3,15 - 5,11)	4,24(2,72 - 5,76)
W	10	0,60	-3,70(-14,6 - 7,24)	3,62(0,59 - 6,64)	10,9(5,62 - 16,3)
Yb	15	0,17	1,81(-0,11 - 3,74)	2,21(1,64 - 2,78)	2,60(1,73 - 3,48)

Tabel 41 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Dordtsche Biesbosch

Jaar 1972

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag	9	0,90	-0,42(-4,25 - 3,41)	10,2(8,92 - 11,4)	20,8(15,2 - 26,4)
Au	10	0,77	-0,01(-0,09 - 0,07)	0,13(0,11 - 0,16)	0,28(0,16 - 0,40)
Ce	10	0,50	51,1(4,34 - 97,9)	90,9(76,0 - 106)	131 (62 - 199)
Cs	10	0,94	3,20(1,38 - 5,01)	11,1(10,4 - 11,7)	18,9(16,0 - 21,8)
Eu	10	0,45	0,53(0,09 - 0,98)	0,87(0,72 - 1,02)	1,21(0,54 - 1,88)
Hf	10	0,12	6,57(1,31 - 11,8)	7,54(5,93 - 9,14)	8,50(0,94 - 16,1)
La	10	0,75	15,6(1,07 - 30,2)	40,2(35,8 - 44,6)	64,8(43,9 - 85,7)
Sb	10	0,83	3,86(0,86 - 6,86)	10,4(9,49 - 11,4)	17,0(12,6 - 21,4)
Sc	10	0,86	3,84(1,57 - 6,11)	9,37(8,68 - 10,1)	14,9(11,6 - 18,2)
Se	5	0,47	3,80(-3,36 - 10,9)	6,15(4,49 - 7,80)	8,49(-0,61 - 17,6)
Ta	9	0,41	0,59(-0,29 - 1,47)	1,11(0,87 - 1,34)	1,62(0,41 - 2,84)
Tb					
Th	10	0,78	4,00(1,30 - 6,70)	8,97(8,15 - 8,79)	13,9(10,0 - 17,8)
U					
W					
Yb	10	0,56	1,19(-0,16 - 2,53)	2,53(2,12 - 2,94)	3,88(1,95 - 5,91)

Tabel 42 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Dordtsche Biesbosch

Jaar januari 1973

element	N	R	gehalten in $\mu\text{g/g}$ bij:		
			0% < 16 μm	50% < 16 μm	100% < 16 μm
Ag	7	0,60	2,29(-7,89 - 12,5)	8,40(6,40 - 10,41)	14,5(5,46 - 23,6)
Au	10	0,83	-0,00(-0,06 - 0,06)	0,09(0,08 - 0,11)	0,19(0,14 - 0,24)
Ce	10	0,47	3,45(-117 - 124)	73,6(51,7 - 95,6)	144 (46,1 - 241)
Cs	10	0,78	3,81(-1,27 - 8,88)	10,8(9,91 - 11,7)	17,8(13,5 - 22,1)
Eu	10	0,76	0,49(0,26 - 0,72)	0,79(0,75 - 0,83)	1,08(0,89 - 1,28)
Hf	10	-0,19	8,09(5,57 - 10,6)	7,55(7,09 - 8,01)	7,01(4,96 - 9,05)
La	10	0,86	21,7(14,6 - 28,7)	34,7(33,4 - 35,9)	47,7(42,0 - 53,4)
Sb	10	0,84	3,11(-0,36 - 6,58)	9,05(8,44 - 9,67)	15,0(12,1 - 17,9)
Sc	10	0,89	4,15(1,99 - 6,32)	9,04(8,66 - 9,42)	13,9(12,1 - 15,8)
Se	9	0,58	0,97(-3,60 - 5,54)	4,39(3,58 - 5,20)	7,81(3,76 - 11,9)
Ta	8	0,58	0,78(0,07 - 1,48)	1,24(1,11 - 1,37)	1,70(1,08 - 2,31)
Tb					
Th	9	0,61	6,25(3,43 - 9,08)	8,51(8,00 - 9,02)	10,8(8,33 - 13,2)
U					
W	8	0,32	2,78(-1,82 - 7,37)	4,12(3,24 - 5,00)	5,46(1,86 - 9,06)
Yb	10	0,67	0,89(-0,21 - 1,99)	2,00(1,80 - 2,19)	3,11(2,18 - 4,03)

Tabel 43 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 μm)

Lokatie Dordtsche Biesbosch

Jaar januari 1975

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag	7	0,64	-0,04(-16,5 - 16,4)	8,75(4,14 - 13,4)	17,5(9,75 - 25,3)
Au	9	0,82	0,00(-0,10 - 0,10)	0,12(0,08 - 0,15)	0,23(0,17 - 0,28)
Ce	10	0,92	26,3(4,16 - 48,5)	77,1(69,4 - 84,7)	128 (111 - 144)
Cs	10	0,98	2,46(0,67 - 4,25)	11,2(10,6 - 11,8)	19,9(18,6 - 21,3)
Eu	10	0,74	0,17(-0,43 - 0,77)	0,83(0,62 - 1,03)	1,48(1,03 - 1,92)
Hf	10	0,90	3,16(1,08 - 5,23)	7,26(6,53 - 7,99)	8,90(8,23 - 9,58)
La	10	0,96	13,6(7,64 - 19,7)	33,6(31,5 - 35,7)	53,5(49,5 - 57,4)
Sb	10	0,94	1,43(-1,20 - 4,07)	8,79(7,88 - 9,71)	16,2(14,3 - 18,0)
Sc	10	0,97	2,19(0,57 - 3,81)	8,99(8,43 - 9,55)	15,8(14,6 - 17,0)
Se	8	0,65	0,51(-6,32 - 7,35)	4,94(3,00 - 6,88)	9,36(5,77 - 12,9)
Ta	10	0,88	0,46(-0,06 - 0,98)	1,44(1,26 - 1,62)	2,41(2,02 - 2,79)
Tb					
Th	10	0,96	3,59(2,14 - 5,05)	8,35(7,84 - 8,86)	13,1(12,1 - 14,1)
U	4	-0,40	6,90(-8,55 - 22,3)	5,36(0,74 - 9,98)	3,82(-2,26 - 10,3)
W					
Yb	10	0,77	0,97(0,09 - 1,86)	2,04(1,73 - 2,35)	3,10(2,45 - 3,76)

Tabel 44 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Dordtsche Biesbosch

Jaar juli 1975

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag	7	0,31	5,27(-10,6 - 21,2)	9,04(6,09 - 11,9)	12,8(1,84 - 23,8)
Au	10	0,96	0,01(-0,02 - 0,03)	0,10(0,10 - 0,11)	0,20(0,18 - 0,23)
Ce	10	0,94	28,7(13,2 - 44,2)	82,8(78,0 - 87,6)	137 (120 - 154)
Cs	10	0,93	1,39(-1,69 - 4,48)	11,1(10,1 - 12,0)	20,7(17,3 - 24,1)
Eu	10	0,98	0,29(0,20 - 0,39)	0,84(0,81 - 0,87)	1,38(1,28 - 1,48)
Hf	10	0,98	4,33(3,65 - 5,01)	8,03(7,81 - 8,24)	11,7(11,0 - 12,5)
La	10	0,97	14,1(10,0 - 18,2)	34,5(33,2 - 35,7)	54,8(50,4 - 59,2)
Sb	10	0,98	2,02(0,64 - 3,39)	9,64(9,21 - 10,1)	17,3(15,8 - 18,7)
Sc	10	0,99	2,08(1,24 - 2,92)	8,93(8,67 - 9,19)	15,8(14,9 - 16,7)
Se	9	0,29	3,25(-0,73 - 7,23)	4,53(3,53 - 5,53)	5,81(1,92 - 9,71)
Ta	10	0,81	0,69(0,15 - 1,23)	1,63(1,46 - 1,80)	2,56(1,96 - 3,16)
Tb					
Th	10	0,95	4,23(3,04 - 5,43)	8,51(8,14 - 8,88)	12,8(11,5 - 14,1)
U	9	0,45	1,92(0,43 - 3,40)	2,72(2,25 - 3,18)	3,51(2,00 - 5,02)
W	4	0,88	-3,51(-17,6 - 10,6)	4,25(2,11 - 6,40)	12,0(0,20 - 23,8)
Yb	10	0,89	1,01(0,52 - 1,50)	2,14(1,99 - 2,28)	3,27(2,77 - 3,77)

Tabel 45 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Dordtsche Biesbosch

Jaar 1972

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au					
Ce	20	0,82	33,5(20,9 - 45,1)	70,2(65,3 - 75,0)	107 (92,4 - 121)
Cs	20	0,98	1,57(1,12 - 2,01)	6,41(6,24 - 6,58)	11,2(10,7 - 11,8)
Eu	20	0,91	0,51(0,36 - 0,66)	1,21(1,15 - 1,26)	1,90(1,72 - 2,17)
Hf	20	-0,59	8,28(6,93 - 9,63)	6,29(5,77 - 6,81)	4,30(2,75 - 5,85)
La	20	0,95	13,6(11,0 - 16,2)	29,6(28,6 - 31,6)	45,6(42,6 - 48,6)
Sb	13	0,64	0,55(0,07 - 1,02)	1,15(1,01 - 1,30)	1,76(1,22 - 2,30)
Sc	20	0,97	2,22(1,61 - 2,83)	7,58(7,34 - 7,81)	12,9(12,2 - 13,6)
Se					
Ta	13	0,53	0,60(0,40 - 0,79)	0,79(0,72 - 0,86)	0,99(0,75 - 1,22)
Tb	14	0,45	0,42(0,03 - 0,80)	0,72(0,58 - 0,86)	1,03(0,60 - 1,45)
Th	20	0,88	3,85(2,76 - 4,95)	8,00(7,58 - 8,42)	12,1(10,9 - 13,4)
U					
W					
Yb	20	0,68	1,12(0,71 - 1,53)	1,89(1,74 - 2,05)	2,66(2,20 - 3,13)

Tabel 46 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Rotterdam, Europoort

Jaar 1956-1960

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au					
Ce	10	0,77	65,9(59,3 - 72,5)	72,9(69,8 - 75,0)	79,9(75,5 - 84,3)
Cs	10	0,96	1,43(-0,10 - 2,96)	6,33(5,60 - 7,05)	11,2(10,1 - 12,4)
Eu	10	0,72	0,61(0,44 - 0,79)	0,78(0,69 - 0,86)	0,94(0,81 - 1,07)
Hf	10	-0,95	13,1(11,1 - 15,2)	7,71(6,75 - 8,66)	2,27(1,03 - 3,51)
La	10	0,87	26,2(23,6 - 28,8)	30,5(29,2 - 31,7)	34,7(32,8 - 36,7)
Sb	10	0,93	0,25(-0,28 - 0,79)	1,50(1,25 - 1,75)	2,75(2,35 - 3,15)
Sc	10	0,98	3,74(2,73 - 4,76)	7,96(7,48 - 8,44)	12,2(11,4 - 12,9)
Se					
Ta	9	0,56	0,87(0,72 - 1,02)	0,96(0,88 - 1,03)	1,05(0,92 - 1,17)
Tb	5	0,21	0,89(0,48 - 1,30)	0,93(0,72 - 1,14)	0,97(0,56 - 1,38)
Th	10	0,81	7,20(6,14 - 8,25)	8,52(8,02 - 9,02)	9,84(9,05 - 10,6)
U					
W					
Yb	10	0,28	1,72(1,21 - 2,23)	1,84(1,60 - 2,08)	1,96(1,66 - 2,25)

Tabel 47 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Friesland

Jaar 1970

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au					
Ce	12	0,66	45,5(22,9 - 68,1)	66,2(58,6 - 73,8)	86,9(74,4 - 99,3)
Cs	12	0,96	0,32(-1,28 - 1,92)	6,21(5,69 - 6,74)	12,1(11,2 - 13,0)
Eu	12	0,54	0,49(0,13 - 0,84)	0,72(0,61 - 0,84)	0,96(0,76 - 1,17)
Hf	12	-0,83	11,4(8,32 - 14,5)	6,66(5,62 - 7,71)	4,76(4,03 - 5,50)
La	10	0,81	24,5(20,8 - 28,3)	29,1(27,8 - 30,4)	33,8(31,7 - 35,8)
Sb	11	0,55	0,29(-1,75 - 2,33)	1,53(0,88 - 2,19)	2,78(1,88 - 3,68)
Sc	12	0,98	2,47(1,56 - 3,38)	7,52(7,22 - 7,83)	12,6(12,1 - 13,1)
Se					
Ta	10	-0,09	1,21(-1,93 - 2,60)	1,10(0,63 - 1,57)	1,00(0,46 - 1,54)
Tb	5	0,93	0,03(-0,78 - 0,72)	0,68(0,43 - 0,94)	1,39(1,06 - 1,73)
Th	12	0,76	5,41(3,47 - 7,36)	7,80(7,14 - 8,46)	10,2(9,15 - 11,2)
U					
W					
Yb	12	0,07	1,72(0,82 - 2,63)	1,79(1,48 - 2,10)	1,85(1,38 - 2,33)

Tabel 48 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Friesland

Jaar 1957

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au					
Ce	10	0,73	62,5(54,4 - 70,6)	73,4(69,4 - 77,3)	84,2(74,1 - 94,3)
Cs	10	0,99	1,14(0,42 - 1,86)	6,68(5,32 - 7,03)	12,2(11,3 - 13,1)
Eu	10	0,92	0,51(0,43 - 0,58)	0,73(0,70 - 0,78)	0,96(0,87 - 1,05)
Hf	10	-0,96	19,4(16,8 - 22,0)	9,00(7,90 - 10,1)	-1,39(-4,04 - 1,27)
La	10	0,68	26,0(22,6 - 29,3)	29,9(28,2 - 31,5)	33,8(29,6 - 38,0)
Sb	8	0,97	0,44(0,22 - 0,65)	1,36(1,25 - 1,47)	2,29(1,99 - 2,58)
Sc	10	0,99	3,45(3,00 - 3,89)	8,34(8,15 - 8,53)	13,2(12,8 - 13,7)
Se					
Ta	10	0,66	0,62(0,33 - 0,92)	0,95(0,81 - 1,09)	1,28(0,91 - 1,64)
Tb	6	0,44	0,64(0,26 - 1,02)	0,76(0,60 - 0,92)	0,88(0,51 - 1,24)
Th	10	0,84	7,19(6,49 - 7,89)	8,55(8,21 - 8,89)	9,90(9,04 - 10,8)
U					
W					
Yb	10	-0,04	1,78(1,20 - 2,36)	1,75(1,47 - 2,03)	1,72(1,00 - 2,44)

Tabel 49 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Noord-Groningen

Jaar 1970

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au					
Ce	10	0,81	55,2(45,6 - 64,7)	71,0(67,2 - 74,9)	86,9(76,2 - 97,7)
Cs	10	0,98	1,32(0,57 - 2,08)	6,67(6,32 - 7,01)	12,0(11,0 - 13,0)
Eu	10	0,69	0,36(-0,02 - 0,73)	0,84(0,66 - 1,03)	1,33(0,81 - 1,85)
Hf	10	-0,82	17,4(12,2 - 22,6)	8,33(6,22 - 10,4)	-0,76(-6,63 - 5,10)
La	10	0,85	22,6(18,9 - 26,3)	29,9(28,4 - 31,4)	37,2(32,9 - 41,4)
Sb	7	0,60	0,84(-0,29 - 1,96)	1,55(1,15 - 1,95)	2,26(1,06 - 3,47)
Sc	10	0,99	3,40(2,74 - 4,06)	8,07(7,81 - 8,34)	12,8(12,0 - 13,5)
Se					
Ta	9	0,72	0,53(0,15 - 0,90)	1,03(0,82 - 1,24)	1,53(0,96 - 2,11)
Tb	5	0,99	0,33(0,27 - 0,39)	0,77(0,74 - 0,81)	1,22(1,13 - 1,30)
Th	10	0,74	6,41(4,91 - 7,90)	8,37(7,77 - 8,97)	10,3(8,66 - 12,0)
U					
W					
Yb	19	0,16	1,84(1,05 - 2,62)	1,99(1,68 - 2,30)	2,14(1,28 - 3,00)

Tabel 50 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Noord-Groningen

Jaar 1960

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au					
Ce	9	0,75	30,5(-29,0 - 90,0)	100 (89,0 - 112)	170 (118 - 223)
Cs	9	0,97	0,70(-0,61 - 2,01)	5,93(5,68 - 6,19)	11,2(9,93 - 12,4)
Eu	9	0,81	0,65(0,12 - 1,19)	1,45(1,34 - 1,55)	2,24(1,73 - 2,75)
Hf	9	-0,52	11,7(8,10 - 15,3)	9,43(8,73 - 10,1)	7,15(3,98 - 10,3)
La	9	0,97	16,3(12,3 - 21,3)	34,9(34,1 - 35,7)	53,5(49,7 - 57,3)
Sb	9	0,44	1,46(-1,32 - 4,24)	2,88(2,34 - 3,42)	4,30(1,85 - 6,75)
Sc	9	0,93	2,88(1,10 - 4,66)	7,41(7,07 - 7,76)	11,9(10,4 - 13,5)
Se					
Ta					
Tb					
Th	9	0,82	5,46(3,41 - 7,52)	8,47(8,07 - 8,87)	11,5(9,66 - 13,3)
U					
W					
Yb	9	0,49	1,72(0,47 - 2,97)	2,46(2,22 - 2,70)	3,20(2,07 - 4,33)

Tabel 51: Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Eems bij Diele

Jaar 1971

element	N	R	gehalten in $\mu\text{g/g}$ bij:		
			0% < 16 μm	50% < 16 μm	100% < 16 μm
Ag					
Au	9	0,71	0,00(-0,03 - 0,02)	0,03(0,02 - 0,03)	0,06(0,03 - 0,09)
Ce	9	0,71	54,7(33,4 - 76,2)	80,0(75,1 - 84,1)	014 (80,4 - 128)
Cs	9	0,80	1,56(-1,47 - 4,58)	6,20(5,56 - 6,83)	10,8(7,45 - 14,2)
Eu	9	0,63	0,32(-0,25 - 0,88)	0,86(0,73 - 0,98)	1,39(0,75 - 2,04)
Hf	9	-0,74	14,5(10,3 - 18,8)	9,04(8,15 - 9,93)	3,58(-1,17 - 8,33)
La	9	0,90	9,67(1,45 - 17,9)	30,6(28,7 - 32,4)	51,5(41,7 - 61,2)
Sb	9	0,59	0,66(-0,96 - 2,28)	2,05(1,71 - 2,39)	3,44(1,63 - 5,24)
Sc	9	0,91	1,60(-0,57 - 3,77)	7,23(6,76 - 7,71)	12,9(10,4 - 15,4)
Se					
Ta	4	-0,38	0,93(-0,72 - 2,57)	0,67(0,17 - 1,17)	0,42(-1,79 - 2,62)
Tb					
Th	9	0,94	1,52(-0,41 - 3,46)	7,50(7,09 - 7,90)	13,5(11,3 - 15,6)
U					
W					
Yb	9	0,84	1,19(0,51 - 1,87)	2,42(2,27 - 2,57)	3,64(2,86 - 4,42)

Tabel 52 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 μm)

Lokatie Eems-Diele

Jaar 1921

element	N	R	gehalten in $\mu\text{g/g}$ bij:		
			0% < 16 μm	50% < 16 μm	100% < 16 μm
Ag					
Au					
Ce	18	0,89	38,6(32,0 - 45,2)	65,4(60,8 - 70,1)	92,3(81,7 - 103)
Cs	18	0,98	1,19(0,68 - 1,71)	7,24(6,83 - 7,65)	13,3(12,4 - 14,2)
Eu	18	0,96	0,46(0,41 - 0,50)	0,81(0,78 - 0,84)	1,16(1,09 - 1,24)
Hf	18	-0,60	16,1(11,01 - 21,3)	7,89(4,25 - 11,5)	-0,37(-8,57 - 7,83)
La	18	0,92	16,3(13,4 - 19,2)	30,2(28,2 - 32,3)	44,1(39,5 - 48,7)
Sb	16	0,79	0,42(0,28 - 0,55)	0,81(0,70 - 0,92)	1,19(0,94 - 1,45)
Sc	18	0,99	2,21(1,87 - 2,56)	8,79(8,51 - 9,06)	15,4(14,8 - 16,0)
Se					
Ta	18	0,82	0,64(0,52 - 0,76)	1,00(0,92 - 1,08)	1,36(1,17 - 1,54)
Tb	17	0,83	0,50(0,40 - 0,61)	0,81(0,74 - 0,88)	1,12(0,96 - 1,28)
Th	18	0,86	4,52(3,49 - 5,55)	8,19(7,45 - 8,92)	11,9(10,2 - 13,5)
U	15	0,52	1,62(1,25 - 1,98)	2,10(1,78 - 2,42)	2,58(1,86 - 3,30)
W	5	0,60	1,73(0,91 - 2,56)	2,13(1,63 - 2,63)	2,53(1,20 - 3,86)
Yb	18	0,50	1,57(1,21 - 1,93)	2,01(1,75 - 2,27)	2,46(1,88 - 3,03)

Tabel 53 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 μm)

Lokatie Dollard + Dollardkwelder

Jaar 1958

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au					
Ce	10	0,21	70,5(48,7 - 92,3)	76,2(71,4 - 81,1)	82,0(68,5 - 105)
Cs	10	0,74	3,26(0,73 - 5,79)	6,70(5,13 - 7,26)	10,1(7,42 - 12,8)
Eu	10	-0,006	0,88(0,42 - 1,34)	0,88(0,77 - 0,98)	0,87(0,39 - 1,37)
Hf	10	-0,75	12,9(9,62 - 16,3)	8,18(7,43 - 8,92)	3,41(-0,18 - 7,00)
La	10	0,71	26,5(21,8 - 31,2)	32,2(31,2 - 33,2)	38,0(33,1 - 43,9)
Sb	10	0,27	0,81(-0,28 - 1,91)	1,20(0,95 - 1,44)	1,58(0,40 - 2,76)
Sc	10	0,87	4,93(3,25 - 6,60)	8,51(8,24 - 8,98)	12,3(10,5 - 14,1)
Se					
Ta	10	0,64	0,61(0,20 - 1,02)	1,04(0,94 - 1,13)	1,46(1,01 - 1,91)
Tb	9	0,08	0,68(0,03 - 1,33)	0,74(0,59 - 0,89)	0,80(0,06 - 1,54)
Th	10	0,32	8,05(5,95 - 10,2)	8,96(8,44 - 9,48)	9,87(7,41 - 12,3)
U					
W					
Yb	10	-0,08	2,31(1,60 - 3,01)	2,24(2,08 - 2,39)	2,17(1,41 - 2,92)

Tabel 54 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Dollard

Jaar 1975

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au					
Ce	10	0,37	65,4(37,4 - 93,5)	80,0(58,3 - 91,7)	94,6(58,5 - 131)
Cs	10	0,97	1,21(0,26 - 2,17)	6,35(5,88 - 6,81)	11,5(10,1 - 12,9)
Eu	10	0,75	0,53(0,34 - 0,72)	0,81(0,73 - 0,89)	1,10(0,85 - 1,34)
Hf	10	-0,77	20,8(14,2 - 27,4)	10,3(7,5 - 13,0)	-0,25(-8,79 - 8,30)
La	10	0,42	27,8(18,5 - 37,2)	33,5(29,6 - 37,4)	39,1(27,1 - 51,2)
Sb	9	0,94	0,53(0,30 - 0,76)	1,27(1,17 - 1,36)	2,01(1,73 - 2,28)
Sc	10	0,95	3,67(2,53 - 4,81)	8,45(7,97 - 8,93)	13,2(11,8 - 14,7)
Se					
Ta	10	0,41	0,87(0,59 - 1,14)	1,03(0,91 - 1,14)	1,19(0,83 - 1,54)
Tb	4	-0,76	1,03(0,40 - 1,67)	0,82(0,58 - 1,05)	0,60(-0,02 - 1,21)
Th	10	0,61	7,03(4,47 - 9,59)	9,63(8,56 - 10,7)	12,2(8,94 - 15,5)
U					
W					
Yb	10	-0,38	2,97(2,12 - 3,82)	2,51(2,16 - 2,87)	2,06(0,96 - 3,15)

Tabel 55 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Dollard

Jaar 1969

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au					
Ce	10	0,83	43,0(29,7 - 56,3)	77,9(70,6 - 85,3)	113 (86,9 - 139)
Cs	10	0,97	1,19(0,39 - 2,00)	6,67(6,19 - 7,13)	12,1(10,5 - 13,8)
Eu	9	0,81	0,32(0,07 - 0,57)	0,84(0,73 - 0,95)	1,36(0,92 - 1,81)
Hf	10	-0,13	13,6(6,04 - 21,2)	11,8(7,64 - 16,0)	10,0(-4,76 - 24,9)
La	10	0,83	17,8(11,1 - 24,4)	35,4(31,6 - 39,1)	52,9(39,9 - 66,0)
Sb	5	0,77	0,65(-0,29 - 1,60)	1,55(1,02 - 2,09)	2,45(0,61 - 4,29)
Sc	10	0,97	2,84(2,03 - 3,64)	8,58(8,13 - 9,03)	14,3(12,7 - 15,9)
Se					
Ta	10	0,74	0,49(0,15 - 0,83)	1,17(0,97 - 1,38)	1,86(1,16 - 2,56)
Tb	4	0,88	0,12(-1,02 - 1,26)	1,07(0,56 - 1,57)	2,01(0,001 - 4,03)
Th	10	0,79	5,16(2,99 - 7,31)	10,2(8,88 - 11,4)	15,2(10,8 - 19,6)
U					
W					
Yb	10	0,71	1,52(0,80 - 2,25)	2,88(2,44 - 3,32)	4,24(2,74 - 5,76)

Tabel 56 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Ost-Friesland

Jaar 1969

element	N	R	gehalten in µg/g bij:		
			0% < 16 µm	50% < 16 µm	100% < 16 µm
Ag					
Au					
Ce	10	0,85	45,3(35,9 - 54,7)	65,2(60,9 - 69,6)	85,2(72,7 - 97,6)
Cs	10	0,99	0,99(0,43 - 1,55)	6,22(5,91 - 6,53)	11,4(10,6 - 12,3)
Eu	10	0,90	0,44(0,34 - 0,53)	0,70(0,66 - 0,75)	0,97(0,83 - 1,11)
Hf	10	-0,93	15,7(13,4 - 18,1)	8,06(7,02 - 9,10)	0,38(-2,61 - 3,37)
La	10	0,60	23,0(17,2 - 28,9)	28,7(26,1 - 31,2)	34,3(26,9 - 41,7)
Sb	6	0,85	0,57(0,02 - 1,12)	1,24(0,97 - 1,50)	1,90(1,21 - 2,59)
Sc	9	0,97	3,09(2,02 - 4,15)	8,31(7,74 - 8,87)	13,5(11,9 - 15,1)
Se					
Ta	8	-0,15	1,03(0,80 - 1,26)	0,99(0,88 - 1,11)	0,95(0,62 - 1,28)
Tb	7	0,87	0,36(0,03 - 0,69)	0,93(0,75 - 1,12)	1,51(1,02 - 2,00)
Th	10	0,68	6,13(4,44 - 7,83)	8,22(7,43 - 9,00)	10,3(8,04 - 12,6)
U					
W					
Yb	10	-0,11	2,13(1,51 - 2,75)	2,04(1,77 - 2,32)	1,95(1,16 - 2,75)

Tabel 57 Gehalten aan de geselecteerde tracers
(berekend bij 0%, 50% en 100% < 16 µm)

Lokatie Rømødam

BIJLAGE A: ENKELE BEGRIPPEN UIT DE ISOTOPENGEOCHEMIE

Van de meeste elementen in de natuur komt een aantal stabiele (niet-radio-actieve) isotopen voor. Van het element koolstof bestaan twee stabiele isotopen, een met massa 12 (^{12}C), de andere met massa 13 (^{13}C), respectievelijk met een voorkomen van 98.9% en 1.1% in de natuur. Bij zuurstof zijn interessant de isotopen ^{16}O (99.8%) en ^{18}O (0.2%). Doordat de isotopen van éénzelfde element alleen verschillen in de massa van de atoomkern, zijn de fysische en chemische eigenschappen nagenoeg gelijk, er zijn echter kleine verschillen. Het gevolg van juist deze kleine verschillen is, dat de verbindingen van één element niet steeds dezelfde isotopenconcentraties bezitten.

Om het gedrag van stabiele isotopen na te gaan en om enkele begrippen uit de stabiele isotopengeochemie uit te leggen, beschouwen we het evenwicht tussen vloeibaar water en waterdamp. De uitwisseling van zuurstofisotopen (^{18}O en ^{16}O) tussen de vloeistof en de damp kan als volgt worden geschetst



l = vloeistof, v = damp

Doordat de dampspanning van H_2^{18}O iets lager is dan die van H_2^{16}O , wordt de waterdamp armer aan het zware isotoop ^{18}O in vergelijking met de vloeistof. Dit verschijnsel wordt aangeduid met de term isotopenfractionering (ϵ) en is in dit geval gedefiniëerd als:

$$\epsilon^{18}(\text{‰}) = \frac{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_v - (^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_l}{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_l} \times 1000$$

De waarde van ϵ is experimenteel bepaald; bij 25°C bedraagt zij -8.7‰ ; ϵ is negatief, doordat het ^{18}O -gehalte van de damp kleiner is dan die van de stof. Isotopenfractioneringen zijn afhankelijk van de temperatuur; ϵ wordt bij elke graad temperatuurstijging 0.1‰ kleiner.

Om de isotopensamenstelling van een verbinding aan te geven, wordt niet de absolute isotopensamenstelling, maar de relatieve afwijking ten opzichte van een internationaal overeengekomen standaard gebruikt, berekend met de formule:

$$\delta(\text{‰}) = \frac{R_m - R_s}{R_s} \times 1000$$

m = monster

s = standaard

Gaat het om zuurstofisotopen, dan geldt $R = {}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O}$; gaat het om koolstofisotopen, dan geldt $R = {}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}$. Voor de stabiele isotopensamenstelling van de zuurstof wordt gebruikt de notatie δ^{18} en voor die van de koolstof de notatie δ^{13} .

Als standaard wordt voor de zuurstof- en de koolstofisotopen vaak gebruik gemaakt van de zogenaamde PDB-standaard. Alle isotopensamenstellingen vermeld in tabel 1 zijn dan ook ten opzichte van deze standaard weergegeven.

Is de concentratie aan ${}^{18}\text{O}$ of ${}^{13}\text{C}$ hoger dan in de standaard, dan is de delta-waarde (δ) positief; is de concentratie lager, dan is de waarde negatief.

De isotopensamenstelling van de waterdamp in ons voorbeeld kan berekend worden - indien de isotopensamenstelling van het water en de waarde van Σ bekend zijn - met behulp van de formule:

$$\delta^{18}(\text{damp}) = \delta^{18}(\text{water}) + \Sigma^{18}(\text{damp ten opzichte van water})$$

Indien het water in ons voorbeeld oververzadigd is met kalk (formule CaCO_3 , en bevat dus koolstof- en zuurstofisotopen), dan kan de zuurstofisotopensamenstelling van de kalk, die neerslaat, worden berekend met een analoge formule:

$$\delta^{18}(\text{CaCO}_3) = \delta^{18}(\text{water}) + \Sigma^{18}(\text{kalk ten opzichte van water})$$

De koolstofisotopensamenstelling van de kalk wordt bepaald door de koolstofisotopensamenstelling van het opgeloste bicarbonaat (HCO_3^-) en kan berekend worden met de formule:

$$\delta^{13}(\text{CaCO}_3) = \delta^{13}(\text{HCO}_3^-) + \Sigma^{13}(\text{kalk ten opzichte van HCO}_3^-)$$

Doordat in de natuur grote verschillen bestaan tussen de zuurstofisotopensamenstelling van zoet water en zeewater en tussen het opgeloste bicarbonaat in zoet- en in zeewater, verschilt ook de isotopensamenstelling van kalk, die in respectievelijk zoet- of zeewater wordt gevormd. Over het algemeen kan men stellen, dat er in het West-Europese kustgebied grote verschillen bestaan tussen de kalk, die wordt gevonden in rivier- en in zeeslib.

Deze verschillen in isotopensamenstelling tussen kalk in rivier- en in zeeslib kunnen gebruikt worden als natuurlijke tracers voor slibtransportstudies. Een additioneel voordeel van het gebruik van de isotopensamenstelling als natuurlijk tracer is, dat de samenstelling niet afhangt van de korrelgrootte van het

slibmonster. Men is dus niet aangewezen op het analyseren van een groot aantal monsters uit een gebied om de korrelgroottevariatie te elimineren, maar kan volstaan met een beperkt aantal monsters per gebied of havenbekken. Uit vroegere onderzoeken in het Rijn-estuarium is gebleken, dat het transportgedrag van kalk grote overeenkomsten vertoont met die van de fractie kleiner dan twee micrometer (klei) van het slib.



p.o. box 177

delft

the netherlands