

H.

# Scheldt riverbasin study

International Centre of Water Studies  
prepared for Greenpeace

October 1989



61038

---

SCHELDT RIVER BASIN STUDY

---

Ir D. Ludikhuize

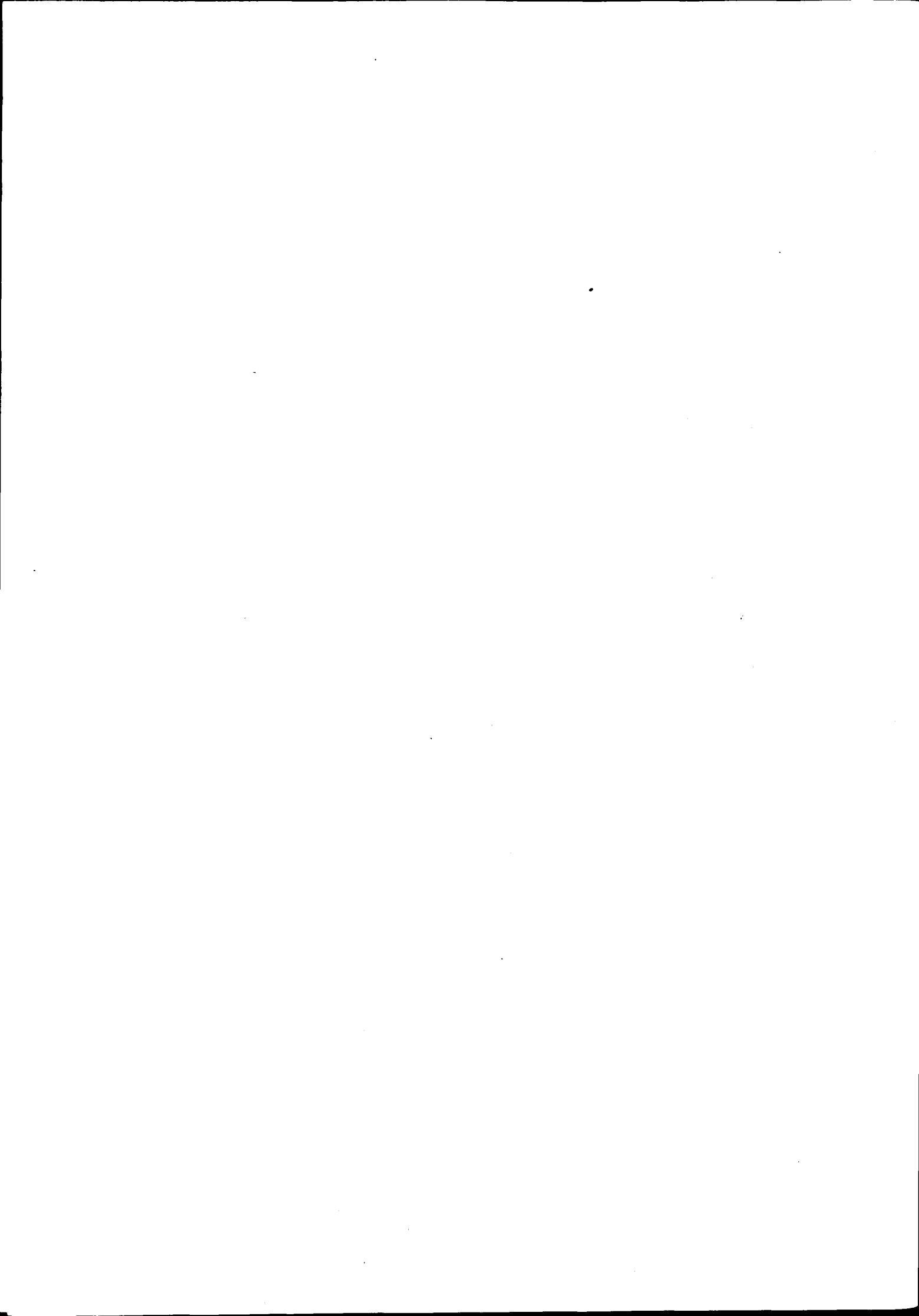
Stichting International Centre of Water Studies  
in opdracht van Greenpeace

---

volgnummer 89.09

Oktober 1989

ICWS  
Damrak 83-I  
1012 LN AMSTERDAM  
020-275387



## Inhoudsopgave

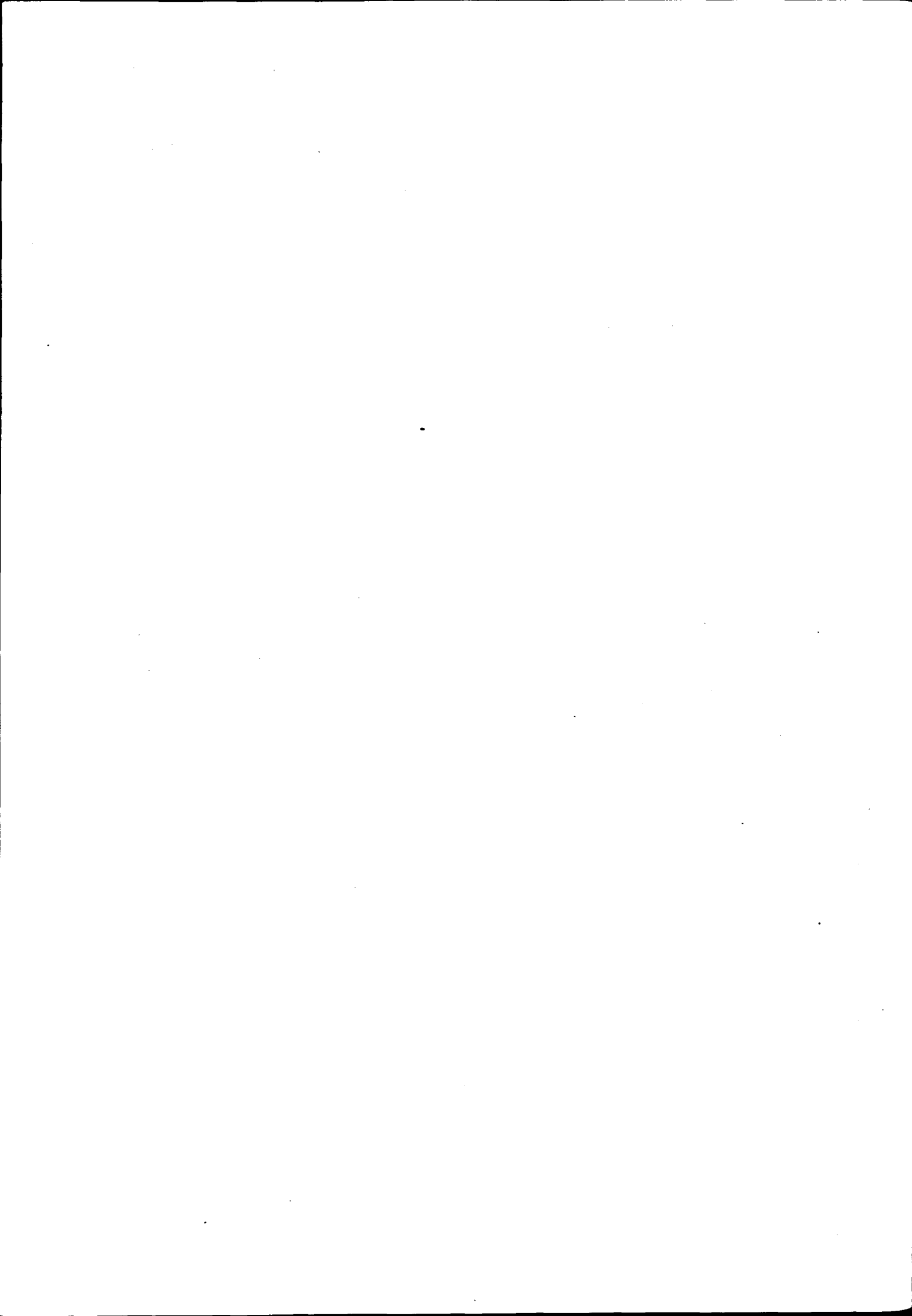
### Samenvatting

	pagina
<u>1. Inleiding</u> .....	1
<u>2. Aanpak</u> .....	2
<u>3. Algemene beschrijving stroomgebied Schelde</u> .....	4
3.1 Hydrologische beschrijving .....	5
3.2 Morfologische beschrijving .....	8
3.3 Waterkwaliteitsgegevens .....	10
3.4 Bronnen verontreiniging .....	13
<u>4. Schatting bijdragen verontreinigingsbronnen</u> .....	16
4.1 Kwalitatieve localisatie bronnen .....	16
4.2 Kwantitatieve localisatie bronnen .....	22
4.3 Schatting diffuse bronnen en natuurlijke achtergrond .....	25
4.4 Schatting bijdrage industriële puntbronnen .....	27
4.5 Bijdrage industriële puntbronnen op basis vergunningen .....	29
4.6 Bijdrage industriële puntbronnen op basis productie .....	29
4.7 Evaluatie bronnenstudie .....	30
<u>5. Evaluatie vergunningenstelsel</u> .....	35
5.1 Evaluatie vergunningen .....	35
5.2 Mogelijkheden voor controle .....	39
5.3 Effectiviteit sancties .....	39
5.4 Mogelijke maatregelen en effecten van reducties .....	40
<u>6. Conclusies en aanbevelingen</u> .....	43
6.1 Conclusies .....	43
6.2 Aanbevelingen .....	44

### Literatuur

### Appendices

### Figuren



## Samenvatting

In het kader van de Tweede Minister Conferentie van de Noordzee-staten zijn afspraken gemaakt omtrent een reductie van de belasting van de Noordzee. Deze belasting wordt veroorzaakt door instromende rivieren. Afgesproken is dat de belasting vanuit de rivieren substantieel gereduceerd dient te worden, ongeveer 50%, in de periode tussen 1985 en 1995. De Schelde is één van de in de Noordzee uitstromende rivieren.

De belasting van de Noordzee ten gevolge van de uitstroming van de Schelde is, in ieder geval vanaf 1987, voor een relatief uitgebreide hoeveelheid parameters met een redelijke nauwkeurigheid te bepalen. Geen inzicht bestaat echter in de verdeling van deze belasting over de mogelijke bronnen van verontreiniging. Daarnaast ontbreekt de verdeling van de bijdragen aan de belasting van de verschillende landen en regio's in het stroomgebied van de Schelde. De vraag kan gesteld worden of het huidige systeem van waterkwaliteitsbeheersing effectief genoeg is om te komen tot de genoemde reductie. Het gaat dan niet alleen om de vraag of op basis van het huidige vergunningenstelsel een reductie van de industriële lozingen mogelijk is, maar ook dienen de lozingen van huishoudelijke en diffuse aard (o.a. landbouw) sterk gereduceerd te worden.

In deze studie zijn schattingen gemaakt van de bijdragen van de verschillende typen van bronnen en is een verdeling gemaakt van de belasting over de verschillende landen c.q. regio's. Hierbij is gebruik gemaakt van gegevens van o.a. hydrologie, morfologie, waterkwaliteit, huishoudelijk en industrieel afvalwater en literatuurgegevens omtrent de bijdragen van de verschillende diffuse bronnen. De beperkt beschikbare tijd en het verkennende karakter van deze studie heeft ertoe geleid dat een keuze gemaakt is ten aanzien van de beschikbare data; de meest relevante data zijn opgevraagd. Gezien de beperkingen dienen de resultaten van de bronnenstudie dan ook niet in absolute zin te worden geïnterpreteerd. Het gaat in deze verkennende studie met name om de relatieve bijdragen van de verschillende bronnen en hun onderlinge verhoudingen (belangrijk-onbelangrijk).

Teneinde een uitspraak te kunnen doen over de effectiviteit van het huidige waterkwaliteitsbeheersingssysteem is een technische evaluatie gemaakt van het vergunningenstelsel voor industriële lozingen op oppervlaktewater. Het gaat dan niet alleen om de tekst van de wet, maar ook om de uitgegeven vergunningen en de controle op deze vergunningen. Voor dit doel zijn naast de wet ook een aantal vergunningen geëvalueerd. Naast de industriële lozingen, welke met name van belang zijn voor de belasting van de Schelde met zware metalen en organische micro-verontreinigingen, zijn ook de lozingen van huishoudelijke aard van belang. Bij dit laatste type lozingen gaat het met name om de belasting van de Schelde met organisch afbreekbaar materiaal en nutriënten. In vergelijking met de omringende landen heeft het Belgische en ook het Franse deel van het stroomgebied een uiterst lage zuiveringsgraad van het huishoudelijk afvalwater. Een frappant voorbeeld is de regio Brussel waar het huishoudelijk afvalwater van ongeveer 1,6 miljoen inwoners ongezuiverd wordt geloosd. Dit leidt tot een zeer slechte waterkwaliteit van de Zenne, de Rupel en de Zeeschelde.

Op basis van de resultaten van deze studie kan worden geconstateerd dat de belangrijkste bronnen van verontreiniging van de Schelde zich bevinden in het Belgische deel van het stroomgebied. Voor alle onderzochte stoffen, behalve linaan, is de bijdrage van het Belgische deel meer dan 50%. Belangrijke bijdragen vanuit het Franse deel van het stroomgebied zijn aanwezig bij de belasting van de Schelde met chroom, linaan en chemisch zuurstofverbruik (CZV). Belangrijke bijdragen van het Nederlandse deel van het stroomgebied zijn aanwezig voor de belasting van de Schelde met PAK's. De belangrijkste bronnen van verontreiniging van de Schelde zijn de huishoudens (organisch afbreekbaar materiaal en nutriënten), de directe lozingen van de industrie op de Schelde en zijn zijrivieren (o.a. voor cadmium, chroom, kwik, fosfaat en linaan) en de indirecte lozingen van de industrie via de gemeentelijke rioleringsstelsels (koper, lood en zink).

Uit een evaluatie van het vergunningenstelsel blijkt dat veel uitzonderingen worden gehanteerd in de gebruikte normen. Deze uitzonderingen, volgens de wet alleen toelaatbaar om economische redenen, betreffen met name verontreinigingen die voortkomen uit de procesvoering of de gebruikte grondstof en zijn meestal zeer specifiek voor een bepaalde sector van de industrie. De vergunningen voldoen meestal aan de eisen van de wet. Onduidelijkheden ontstaan echter als een industrie is in te delen in meerdere sectoren van industriële activiteit. Voor deze verschillende sectoren gelden verschillende normen. In het vergunningenstelsel wordt niet structureel rekening gehouden met het ontvangende oppervlaktewater. Een frappant voorbeeld is de lozing van cadmium van Tessenderloo Chemie op de Grote Laak. Door deze lozing voldoet de waterkwaliteit aan geen enkele norm en moet ook worden gevreesd voor een grote verontreiniging van de waterbodem. In één van de beschikbare vergunningen is een poging gewaagd om wel rekening te houden met het ontvangende water. Deze poging is, waarschijnlijk door een gebrek aan kennis op hydrologisch gebied, helaas mislukt. De controle van de vergunningen is beperkt: in het gunstigste geval worden vier controles uitgevoerd per jaar. Dit aantal is te weinig om een enigzins betrouwbare uitspraak te doen omtrent de belasting van het oppervlaktewater. Hiervoor zijn minstens twaalf controles per jaar noodzakelijk.

Zoals ook in het SOBEMAP rapport wordt geconstateerd is het de vraag of op basis van het huidige investeringsniveau voldoende zuiveringsinstallaties, collectoren en rioleringen worden aangelegd om de belasting vanuit huishoudens voldoende te reduceren voor 1995. Het investeringsniveau van de VMZ moet minstens met een factor 4 à 5 omhoog om 50% reductie te halen. Daarnaast moeten ook de gemeenten aanzienlijke investeringen plegen in de verbeteringen van het rioolstelsel.

Gezien bovengenoemde resultaten is het de vraag of de reductie van de belasting van de Schelde met ongeveer 50% kan worden gerealiseerd vóór 1995. Met name in het Belgische deel van het stroomgebied dienen enorme investeringen gepleegd te worden en zullen op korte termijn veranderingen in het vergunningenstelsel moeten worden doorgevoerd. Daarnaast zal, teneinde een goede controle op de voortgang mogelijk te maken, het waterkwaliteitsmonitoring-systeem doorgelicht en verbeterd moeten worden. Het huidige systeem schiet tekort, niet alleen bij het traceren van bronnen, maar in het bijzonder bij het kwantificeren van bronnen.



## 1. Inleiding

De landen rondom de Noordzee zijn tijdens de Tweede Internationale Noordzee-conferentie de verplichting aangegaan om de belasting van de Noordzee met verontreinigingen te reduceren met ongeveer 50% vóór 1995. Omdat op deze ministersconferentie het "Vorzorge-princip" als uitgangspunt is gekozen, is dit een eerste stap voor verdere reducties van de belasting van de Noordzee. De rivier de Schelde is, naast de belasting van de Noordzee door rivieren als Rijn, Maas en Elbe, een belangrijke bron van verontreinigingen. Studies waarbij naast een schatting van de verontreinigingsvrachten van de Schelde ook een schatting wordt gemaakt van de bijdragen van te onderscheiden bronnen zijn zeer beperkt en zeker niet vergelijkbaar met studies welke bijvoorbeeld worden uitgevoerd in het kader van het Rijn Actie Plan. Om deze reden heeft Greenpeace België het International Centre of Water Studies (ICWS) opdracht gegeven voor een vooronderzoek.

In deze studie wordt het totale stroomgebied van de Schelde beschouwd, vanaf de bron in Frankrijk (St. Quentin) tot de monding van de rivier in Nederland (Vlissingen). De gegevens met betrekking tot concentraties en vrachten van verontreinigingen zijn beperkt. Belangrijke oorzaken hiervoor zijn de beperkte meetfrequentie (meeste stations vier maal per jaar) en de beperkte parameterkeuze: organische micro-verontreinigingen worden alleen op grensstations gemeten. Ook de data met betrekking tot de bronnen die gebruikt zijn in deze studie zijn beperkt. Dit is niet alleen het gevolg van het feit dat de gegevens met betrekking tot industriële bronnen niet openbaar zijn, maar ook omdat, gezien de geringe looptijd van dit onderzoek, geen intensieve literatuurstudie kon worden uitgevoerd naar meer geografisch-specifieke gegevens van de diffuse bronnen van verontreiniging. Om deze reden is de studie beperkt gebleven tot de organische belasting, nutriënten en een aantal anorganische en organische micro-verontreinigingen. Ook voor deze stoffen vertonen de resultaten een grote spreiding en dienen de resultaten met de nodige voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd.

Het uiteindelijke resultaat van deze studie is een globaal beeld van de bijdragen van verschillende bronnen en de verdeling van de bronnen van verontreiniging over de verschillende landen in het stroomgebied van de Schelde. Dit globale overzicht, met reeds genoemde beperkingen, is echter wel een goed uitgangspunt voor politieke besluitvorming en verdere wetenschappelijke studies. Teneinde de ernst van de situatie te onderstrepen is een vergelijking gemaakt tussen de waterkwaliteitsgegevens van de Schelde en nationale en internationale standaarden. Tevens is een vergelijking gemaakt met recent gepubliceerde ecologische normen die aanleiding geven tot een verdere verscherping van de standaarden.

Naast de bronnenstudie is ook een evaluatie gemaakt van het Belgische vergunningenstelsel met betrekking tot industriële lozingen op oppervlaktewater. Dit vergunningenstelsel is in detail uitgewerkt naar lozingsnormen voor de verschillende sectoren van de industrie. In dit vergunningenstelsel wordt echter geen directe koppeling aangebracht met de waterkwaliteit van het ontvangende water. Bij deze evaluatie is een vergelijking gemaakt met het Nederlandse vergunningenstelsel, waarbij met name is gelet op de beschikbaarheid van gegevens en de mogelijkheden voor controle en reducering van de lozingsvrachten.

## 2. Aanpak

In eerste instantie zijn gegevens verzameld omtrent het stroomgebied van de Schelde. Op basis van deze gegevens is een globale beschrijving opgesteld van de hydrologie, het sedimenttransport en de bronnen van verontreiniging (zie hoofdstuk 3). Op basis van deze gegevens zijn twee aspecten uitgewerkt:

- 1 een schatting van de verontreinigingsvracht van de Schelde en zijn zijtakken en de relatieve bijdrage van de bronnen van verontreiniging
- 2 een evaluatie van het Belgische vergunningenstelsel voor industriële lozingen op oppervlaktewater en een vergelijking met het Nederlandse stelsel.

### ad 1) verontreinigingsvracht en bronnen

De werkwijze die gevolgd is in dit deel van de studie komt grotendeels overeen met de werkwijze van het "Project Onderzoek Rijn", die het ICWS en het Waterloopkundig Laboratorium (WL) hebben uitgevoerd in opdracht van de gemeente Rotterdam [ICWS 1989 en WL 1989]. De methodiek is erop gericht om op basis van (jaar) gemiddelde concentraties en vrachten van verontreiniging de gradiënten in het verontreinigingstransport in de rivier te bepalen. Een verhoging van de concentratie is een indicatie voor toevoeging van verontreiniging, de vergroting van de vracht geeft een indicatie van de grootte van de bijdrage. Deze methodiek is toepasbaar als:

- de vrachten redelijk nauwkeurig (spreiding kleiner dan 50%) kunnen worden bepaald: de bijdrage aan de verontreinigingsvracht in een riviervak wordt namelijk bepaald op basis van het verschil in vracht tussen twee meetstations
- gegevens beschikbaar zijn omtrent mogelijke processen die de verontreinigingsconcentratie beïnvloeden, zoals sedimentatie en afbraak.

Dit betekent dat niet alleen fysische en chemische gegevens omtrent de verontreinigingen bekend dienen te zijn, maar ook de hydrologische en morfologische gegevens van het stroomgebied. Met name de morfologische gegevens zijn van belang, omdat door sedimentatie van slib met daaraan geassocieerde verontreiniging, de vrachten in bepaalde delen van het stroomgebied kunnen afnemen. Een toename van de concentratie of de vracht tussen twee meetstations is niet alleen een indicatie voor industriële (punt)bronnen. Ook diffuse bronnen zullen invloed hebben op de waterkwaliteit. In deze studie is dan ook een schatting gemaakt voor de bijdragen van diffuse bronnen. De volgende bronnen zijn in deze studie gedefiniëerd als diffuse bronnen:

- atmosferische depositie
- landbouw
- huishoudens
- industriële bronnen aangesloten op stedelijke rioleringen.

In principe zijn de bijdragen van huishoudens en industriële lozingen op rioleringen geen diffuse bronnen in de strikte zin van de definitie: deze bronnen kunnen namelijk bemonsterd worden op de plaats waar de lozing in de riolering plaatsvindt. .

Gezien het grote aantal huishoudens en het gebrek aan gegevens omtrent de meestal kleine industriële lozingen op rioleringen zijn deze bronnen aangepakt als diffuse bronnen op basis van een geschatte bijdrage. Naast deze diffuse bronnen wordt ook een schatting voor de natuurlijke achtergrondkwaliteit van het water en het sediment meegenomen. Op basis van de riviervrachten en de geschatte bijdragen van natuurlijke diffuse bronnen kan het aandeel van puntbronnen worden geschat. Deze schatting kan worden vergeleken met de beschikbare gegevens in de vergunningen of actuele lozingsgegevens. Indien vergunningen of controlegegevens niet beschikbaar zijn kan globaal worden aangegeven welke verontreinigingen te verwachten zijn bij bepaalde sectoren van industrie.

Gezien de beperkte tijd voor deze studie en dientengevolge ook een beperkte tijd voor het verzamelen van gegevens, zal het uiteindelijke resultaat een vrij grote spreiding vertonen. Vandaar dat ook slechts een globaal overzicht van de belangrijkste bronnen wordt gegeven.

#### ad 2) vergunningenstelsel voor industriële bronnen

In het tweede deel van deze studie (hoofdstuk 5) is een evaluatie gemaakt van het Belgische vergunningenstelsel voor industriële lozingen op oppervlaktewater, zoals dit wordt toegepast in het Vlaamse deel van het stroomgebied. Daarnaast is een vergelijking gemaakt met het Nederlandse vergunningenstelsel. Naast een evaluatie van het stelsel op zich, zijn ook een aantal door Greenpeace aangeleverde vergunningen bestudeerd; dit betreft voornamelijk vergunningen van grote industriële bedrijven in de Antwerpse regio. Deze vergunningen zijn geëvalueerd op de volgende punten:

- zijn er aanwijzingen dat de vergunningsvoorwaarden worden overschreden (gegevens Reinwater [1989] en ICWS [1983])
- zijn er sancties uitgevoerd als overtredingen zeer duidelijk optreden
- is het mogelijk om de lozing te controleren op basis van de voorwaarden in de vergunning, hoe compleet is de lijst van parameters en kan de vergunningsvoorwaarde eenduidig worden opgesteld
- worden metingen uitgevoerd ter controle van de vergunning, zijn de uitgevoerde metingen voldoende frequent en zijn de resultaten beschikbaar

Voor het Franse deel van het stroomgebied zijn gezien de beperkte tijd geen gegevens met betrekking tot vergunningen opgevraagd.

Op basis van de gegevens uit dit rapport kan een benadering worden geformuleerd teneinde de verontreinigingslasten te reduceren. In eerste instantie is een reductie tot ongeveer 50% afgesproken, maar in principe is het uiteindelijke doel om de verontreinigingslast zover te reduceren dat een ecologisch aanvaardbaar verontreinigingsniveau optreedt. Om deze reden is het huidige verontreinigingsniveau van de Schelde bij Doel (Belgisch-Nederlandse grens) vergeleken met internationale, nationale en pas ontwikkelde ecologische normen [Rijkswaterstaat, DBW/RIZA, 1989].

### 3. Algemene beschrijving stroomgebied Schelde

De Schelde is een laagland rivier welke ontspringt in het noordelijk deel van Frankrijk in de omgeving van St. Quentin. De monding van de rivier in de Noordzee is in Nederland in de omgeving van Vlissingen. De totale lengte van de Schelde is ongeveer 355 kilometer en het totale verval is geringer dan 100 meter. Een vergelijking met andere Europese rivieren is gemaakt in Appendix II. Het stroomgebied van de Schelde omvat een deel van Noord Frankrijk in de omgeving van Lille en Roubaix, een groot deel van het Vlaamse deel van België, de regio rondom Brussel en een deel van de Nederlandse provincie Zeeland (zie figuur 1). Een aantal bovenstroomse delen van zijrivieren van de Schelde ontspringen in het Waalse deel van België. In het westen wordt het stroomgebied van de Schelde begrensd door een aantal kleinere stroomgebieden (o.a. de IJzer) van het Kustbekken. In oostelijke richting wordt het stroomgebied begrensd door het stroomgebied van de Maas en in noordelijke richting door een aantal kleinere stroomgebieden zoals de Aa en de Dommel.

De Schelde en al de zijrivieren zijn, evenals de Maas, regenrivieren. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld de Rijn, die voor een deel ook wordt gevoed door smeltwater van gletchers. Het debiet van regenrivieren kan zeer sterk variëren: de minimum debieten treden op in de zomer en de herfst, de maximum debieten treden op in de winter en het voorjaar. Het gemiddelde debiet van de Schelde bij de Belgisch-Nederlandse grens is ongeveer 120 m<sup>3</sup>/s; het minimum debiet is ongeveer 15 m<sup>3</sup>/s en het maximum ongeveer 450 m<sup>3</sup>/s. Het bovenstroomse deel van de Schelde tot aan Gent is gestuwd ten behoeve van de scheepvaart. Het deel benedenstrooms van Gent tot de Rupelmonding is een zoetwater getijrivier. Met name in droge perioden komt het brakke zeewater tot de Rupelmonding; vanaf dit punt wordt gesproken van de Zeeschelde. Het laatste deel van de Schelde tussen de Belgisch-Nederlandse grens en Vlissingen is het estuarine deel.

In het totale stroomgebied wonen ongeveer 7 miljoen inwoners. Stedelijke gebieden met meer dan 1000 inwoners per vierkante kilometer komen voor in Noord-Frankrijk (Lille) en bij Gent, Brussel en Antwerpen. Grote industriële gebieden zijn geconcentreerd rond de steden Lille, Brussel, Antwerpen en langs het kanaal Gent-Terneuzen. De Schelde en zijn zijrivieren worden gebruikt voor de afvoer van huishoudelijk en industrieel afvalwater. Een groot deel van dit afvalwater wordt ongezuiverd geloosd. Dit heeft een zeer slechte waterkwaliteit tot gevolg in grote delen van het stroomgebied. Om deze reden wordt het Scheldewater vrijwel nergens gebruikt voor het bereiden van drinkwater. De industrie gebruikt het Scheldewater echter wel voor koel- of proceswater en het wordt zelfs gebruikt als suppletiewater voor polders. Beroepsvisserij van enige omvang vindt alleen plaats in het westelijke deel van de Westerschelde. Sportvisserij wordt in het gehele stroomgebied beoefend tenzij dit wordt beperkt door de slechte waterkwaliteit.

Gebieden langs de Schelde en zijrivieren met belangrijke natuurwaarden, en soms zelfs natuurreservaten, kunnen worden gevonden in estuarine deel en bij enkele kleinere zijtakken zoals de Durme en de Kleine Nete.

De estuarine-gebieden zijn met name waardevol vanwege de uitgestrekte schorren en slikken die van groot belang zijn voor het fourageren van watervogels en trekvogels. De gebieden langs de kleine laaglandbeken zijn met name waardevol vanwege hun grote variëteit aan planten en dieren. In deze studie wordt geen directe aandacht besteed aan het ecologische effect van de waterkwaliteit. Het is echter wel vermeldenswaardig dat door Rijkswaterstaat in mei/juni 1989 uitgezette driehoeks-mosselen in de Schelde tussen Gent en Doel (B-NL grens), ten behoeve van een biologische monitoring van micro-verontreinigingen, binnen een maand waren gestorven; waarschijnlijk tengevolge van de lage zuurstofgehalten in dit deel van de Schelde. De volgende paragrafen behandelen bovengenoemde aspecten gedetailleerder.

### 3.1 Hydrologische beschrijving

Het stroomgebied van de Schelde kan worden onderscheiden in een aantal delen met duidelijke verschillen in de waterbeweging:

- een rivierdeel met zoetwater: de Boven-Schelde tot Gent in een groot deel van de zijrivieren
- een getij-rivier (zoet zowel als brak) tussen Gent en Doel (grens B-NL); dit geldt ook voor een aantal benedenstroomse delen van zijrivieren (o.a. Rupel, Durme)
- een estuarium (brak en zout): de Westerschelde

De belangrijkste factoren bij de hydrologische beschrijving van de Schelde zijn het zoetwater-debiet en het getij.

#### zoetwater-debiet

Zoals reeds is opgemerkt zijn de Schelde en zijn zijrivieren regenrivieren. Het debiet van dit type rivieren is afhankelijk van de regenval, het gedraineerde oppervlak en een mate van afstroming. In tabel 3.1 zijn de gegevens voor verschillende delen van het stroomgebied gegeven (zie ook Appendix II).

Tabel 3.1 Oppervlak stroomgebied, langjarig gemiddeld debiet en de mate van afstroming.

deel stroom- gebied	oppervlak (F) in km <sup>2</sup>	debiet (Q) in m <sup>3</sup> /s	Q/F in m/jr
Boven Schelde	7000	26	0.12
Leie	3200	12	0.12
Dender	1350	11	0.26
Zenne	1150	12	0.32
Dijle	3500	26	0.23
Nete	1650	20	0.38
Rupel/Beneden Schelde	1200	13	0.34
Westerschelde	2500	24	(0.30)
<b>totaal</b>	<b>21550</b>	<b>144</b>	<b>0.21</b>

Het gemiddelde debiet van de Schelde op verschillende plaatsen in het stroomgebied kan op basis van deze tabel worden afgeleid. Hierbij moet wel worden meegenomen dat het debiet van de Leie maar gedeeltelijk (ongeveer de helft) afstroomt naar de Schelde bij Gent. Het water van de Leie wordt namelijk afgeleid naar het kanaal Gent-Terneuzen en het kanaal Gent-Zeebrugge. Een deel van het debiet van de Leie is dan ook weer meegenomen in het zoetwater-debiet naar de Westerschelde. De Westerschelde wordt naast de Schelde en het kanaal Gent-Terneuzen ook gevoed met zoetwater van de uitlaatsluizen van het Zoommeer bij Bath en een aantal polders. Het Zoommeer wordt gevoed met water vanuit de Rijn en Maas (inlaat bij Volkeraksluizen) en een aantal kleine rivieren in het westelijk deel van de Nederlandse provincie Noord-Brabant.

Naast het oppervlak van het stroomgebied en het gemiddelde debiet is ook de verhouding tussen debiet en oppervlak gegeven in tabel 3.1. Deze verhouding is opgegeven in meters per jaar en is een maat voor de hoeveelheid neerslag welke tot afstroming komt naar het oppervlaktewater. De jaarlijkse regenval in België is, evenals in Nederland, ongeveer 0,75 meter per jaar. Op basis van de genoemde gegevens kan worden afgeleid dat:

- gemiddeld over het gehele stroomgebied ongeveer 30% van de regenval afgevoerd wordt naar het oppervlaktewater
- in het bovenstroomse gebied van de Schelde en Leie ongeveer 15% van de regenval afgevoerd wordt naar het oppervlaktewater
- in de dichtbevolkte gebieden van Brussel en Antwerpen (veel verhard oppervlak) ongeveer 45% van de regenval afgevoerd wordt naar het oppervlaktewater.

Het is mogelijk dat de afvoeren van de verschillende zijrivieren nog worden beïnvloed door lozingen van huishoudelijk dan wel industriële aard. Omdat een groot deel van het drinkwater en proceswater gewonnen wordt uit grondwater zou dit invloed kunnen hebben op bovengenoemde percentages. Uit een eerste globale verkenning naar het grondwatergebruik in België volgt dat dit maar een geringe invloed heeft op het debiet van de Schelde (< 10%).

#### getij-beweging

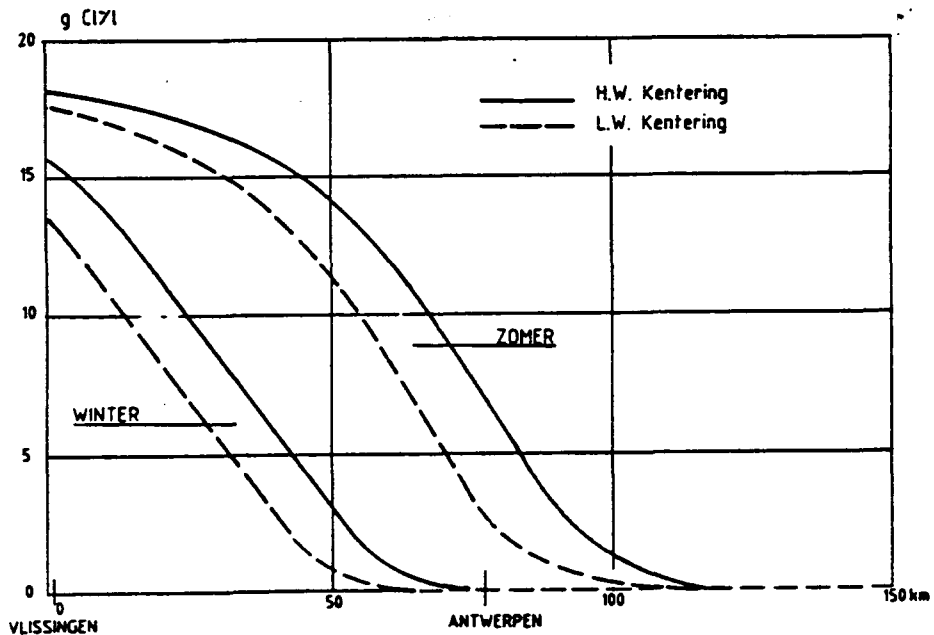
De Westerschelde, de Zeeschelde, de Schelde tot Gent en de benedenstroomse delen van een aantal zijrivieren worden beïnvloed door het getij. De grootte van het verticale getij en natuurlijk ook de door het getij getransporteerde hoeveelheden water variëren sterk in de longitudinale richting van het stroomgebied. Een manier om een estuarium te karakteriseren is door middel van het estuarium-getal. Dit getal geeft de verhouding tussen het vloed-volume, de hoeveelheid water die door de vloed inwaarts wordt getransporteerd, en het zoetwater debiet; teneinde het dimensieloos te maken wordt genoemde verhouding nog gedeeld door de getijperiode (12 uur en 25 min.). Indien het estuarium-getal groot is (orde 10-1000) overheerst de getijbeweging en is het estuarium verticaal redelijk homogeen. Bij een estuarium-getal onder de 10 zal het zoetwater-debiet gaan overheersen en treedt gelaagdheid op. Een overzicht van het verticale getij, het vloed-volume en het estuarium-getal is gegeven in tabel 3.2.

Tabel 3.2 Verticaal getij, vloed-volume en estuarium-getal in de Westerschelde, Zeeschelde and Beneden Schelde.

locatie	gem. verticaal getij (m)	vloed-volume ( $10^6$ m <sup>3</sup> /getij)	estuarium-getal (-)
Vlissingen	3.8	1.000	149
Doel	5.0	62	12
Gent	2.0	0	-

Het estuarium van de Schelde en de Westerschelde is verticaal goed gemengd; dit volgt ook uit het estuarium-getal. Alleen in de omgeving van Antwerpen (bovenstroomse Doel) kan in principe stratificatie optreden. Deze verticale stratificatie blijft echter zeer beperkt en heeft geen wezenlijke invloed op de waterbeweging. Door de menging van zeewater en rivierwater ontstaat een longitudinaal verloop in het zoutgehalte in de Westerschelde en Zeeschelde. Dit verloop is met name afhankelijk van het zoetwater-debiet. Een voorbeeld van dit verloop van het zoutgehalte is voor verschillende zoetwater-debietten gegeven in figuur 3.1.

Figuur 3.1 Longitudinaal chloride (zout) profiel in het Schelde estuarium [Claessens, 1988]



Het zoutgehalte en de gradiënt van het zoutgehalte zijn bepalende factoren voor de flora en fauna in het estuarium, met name de slikken en schorren zijn van belang. Ten gevolge van het verticale getij is er een enorm verschil in het droge oppervlak van deze gebieden tussen de ebperiode (NAP -2 m.: 12265 ha) en de vloedperiode (NAP +2 m.: 3282 ha), waardoor het onder andere een geschikt fourageergebied is.

### 3.2 Morfologische beschrijving

De morfologische beschrijving van het stroomgebied van de Schelde is vooral van belang voor de beschrijving van het transport en de sedimentatie van geadsorbeerde verontreinigingen. Een groot aantal verontreinigingen zoals nutriënten en zware metalen adsorberen aan de fijne fracties van het sediment (lutum) en de organische delen van het sediment. Om deze reden dient voor het transport van verontreinigingen dan ook een verschil te worden gemaakt tussen zand- en slibtransport; deze fracties zijn als volgt gedefiniëerd:

- zandfractie : anorganische fractie groter dan 63  $\mu\text{m}$
- slibfractie : anorganische fractie kleiner dan 63  $\mu\text{m}$  en de organische fractie

Het sedimenttransport in het stroomgebied van de Schelde wordt in de verschillende delen van het estuarium gedomineerd door verschillende mechanismes. Om deze reden is een onderscheid gemaakt in:

- a) Boven-Schelde : gestuwde bovenloop
- b) Beneden-Schelde : getijgebied met zoetwater
- c) Zeeschelde : getijgebied met zeewater invloed
- d) Westerschelde : estuariumdeel van de Schelde

#### ad a) Boven-Schelde

De Boven-Schelde is grotendeels gestuwd teneinde scheepvaart mogelijk te maken. Vooral in perioden met lage afvoer is de stroomsnelheid in dit deel van de Schelde zo gering (veel kleiner dan 0.5 m/s) dat sedimentatie zal optreden. In de perioden met hoge afvoer kan het gesedimenteerde materiaal resuspenden en alsnog verder worden getransporteerd; dit geschiedt o.a. ook bij de gestuwde zijrivieren van de Rijn (Neckar, Main en Moezel). Uit het Mina-rapport [Kelchtermans, 1989] blijkt echter dat jaarlijks wordt gebaggerd in dit deel van de Schelde. In dit rapport wordt aangegeven dat het om een hoeveelheid van ongeveer 270.000 m<sup>3</sup> per jaar gaat, hetgeen gezien de opgegeven dichtheid (1,6 t/m<sup>3</sup>) overeenkomt met ongeveer 270.000 ton; de baggerspecie wordt gedumpt op landlocaties en dus verwijderd uit het riviersysteem. Op basis van de zwevend stof gegevens van het IHE over de periode 1984 tot en met 1987 volgt een jaarlijkse aanvoer van ongeveer 50.000 tot 300.000 ton per jaar. Op basis van de gegevens van het IHE gepresenteerd in het rapport van de Internationale Scheldewerkgroep [1988] volgt dat het zware metalen transport met ongeveer 20 à 30% afneemt in dit deel van de Schelde. Op basis van het gemiddelde zwevend stof transport over de periode 1984-1987 van ongeveer 200.000 ton per jaar volgt een geschatte sedimentatie van 70.000 ton per jaar. Dit wijkt niet onaanzienlijk af van de gegevens uit het Mina rapport [Kelchtermans, 1989]. Mogelijk kan een deel van het verschil worden verklaard uit sedimentatie van zand, dat via bodemtransport naar dit deel van de Schelde wordt aangevoerd.

#### ad b) Beneden-Schelde

De Beneden-Schelde is een getijrivier met zoet water en een verticaal getij van tussen de 2 à 3 meter. De maximum stroomsnelheden in dit deel van de Schelde liggen in de orde van 1 m/s, zodat netto sedimentatie zeer beperkt zal blijven. Kelchtermans [1989] rapporteert een jaarlijkse sedimentatie van 100.000 m<sup>3</sup> (100.000 ton), de samenstelling van de baggerspecie wordt echter niet vermeld.



Gezien het feit dat ook in de Zeeschelde voornamelijk zand sedimenteert, wordt verwacht dat de sedimentatie in de Beneden-Schelde grotendeels zal bestaan uit zand en dus het grootste deel van het slib zal worden afgevoerd naar de Zeeschelde. Ook door de zijrivieren wordt slib aangevoerd naar de Schelde. Rijkswaterstaat schat de totale slibvracht naar de Zeeschelde op ongeveer 770.000 ton per jaar [Internationale Schelde-werkgroep, 1988]. Een schatting op basis van de aanname dat het jaargemiddelde debiet een maat is voor de hoeveelheid afgevoerd sediment levert, gecorrigeerd met de door Kelchterman [1989] gerapporteerde gebaggerde hoeveelheden in de verschillende zijrivieren, een vrijwel even groot transport op (ongeveer 700.000 ton per jaar).

#### ad c) Zeeschelde

In het gebied van de Zeeschelde treedt sedimentatie op in de Schelde zelf en in de aanliggende havens. De sedimentatie in de Schelde treedt voornamelijk op in de voor de scheepvaart gebaggerde vaarweg; de baggerspecie uit dit gebied, ongeveer 2.500.000 m<sup>3</sup> per jaar, bestaat voor meer dan 90% uit zand [Belmans, 1988]. Deze baggerspecie wordt gedumpt in de Westerschelde en blijft dus als zodanig in het systeem aanwezig.

In de havens van Antwerpen wordt volgens Kelchterman [1989] ongeveer 850.000 m<sup>3</sup> per jaar (850.000 ton) gebaggerd. Dit sediment wordt grotendeels aangevoerd vanuit de Schelde, omdat tijdens hoogwater de havens van Antwerpen gevuld worden met water vanuit de Schelde. Dit kan ook worden afgeleid uit het sedimentatie-patroon: veel sedimentatie direct achter de sluizen, vrijwel geen sedimentatie achter in de havens.

In de door Rijkswaterstaat uitgewerkte slibbalans is de sedimentatie in de Antwerpse havens ongeveer 500.000 ton per jaar. Dit slib zou volgens deze balans voor 20% uit zee komen en voor 80% uit de Schelde. De door Kelchterman [1989] gerapporteerde hoeveelheden zijn beduidend groter, maar in deze hoeveelheden wordt ook de sedimentatie van zand meegenomen. Om deze reden wordt aangenomen dat de door Rijkswaterstaat gehanteerde hoeveelheid sedimentatie een betere schatting is. Het in de Antwerpse havens gebaggerde slib wordt geborgen op landlokaties [Kelchterman, 1989] en dus verwijderd uit het rivier-systeem.

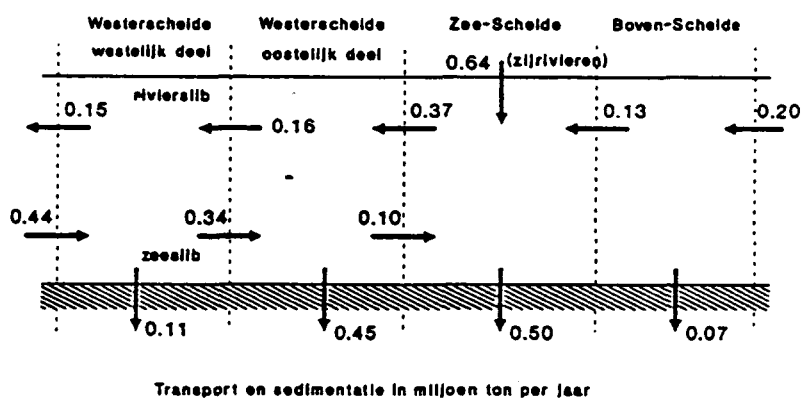
#### ad d) Westerschelde

De Westerschelde is de vaarweg naar de haven van Antwerpen. De morfologie van de Westerschelde wordt sterk beïnvloed door het baggerwerk om de vaarweg op diepte te houden. Teneinde de natuurlijke balans in het sediment-transport niet nog verder te verstoren wordt vrijwel al het gebaggerde materiaal, dat vrijwel volledig uit zand bestaat, in de Westerschelde teruggestort.

Op basis van gegevens van Rijkswaterstaat [Internationale Schelde-werkgroep, 1988] wordt geconstateerd dat het totale transport van met name geadsorbeerde verontreinigingen afneemt in longitudinale richting van de Westerschelde. Dit is een indicatie voor sedimentatie, dat waarschijnlijk optreedt op de uitgebreide slikken en schorren. De geschatte sedimentatie van slib in de Westerschelde is ongeveer 500.000 ton per jaar. 45% van dit slib komt uit de Schelde en 55% uit zee. Gezien de grootte van de slikken en schorren leidt dit slechts tot een geringe jaarlijkse verhoging (orde van enkele mm per jaar) van het slikken- en schorregebied.

Op basis van de genoemde gegevens is een slibbalans opgesteld voor het stroomgebied van de Schelde weergegeven in figuur 3.2.

Figuur 3.2 Geschatte slibbalans voor het stroomgebied van de Schelde



Noot: Tijdens de discussies met referenten bleek dat mogelijk meer gedetailleerde gegevens omtrent het sediment-transport aanwezig zijn bij het Waterloopkundig Laboratorium Borgerhout. Gezien het feit dat de studie reeds in de afrondingsfase was konden deze gegevens niet meer worden opgevraagd en worden opgenomen in het rapport.

### 3.3 Waterkwaliteits-gegevens

De waterkwaliteits-gegevens in België werden tot 1987 alleen verzameld door het Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie (IHE). In 1988 is deze gegevensverzameling geregionaliseerd, alhoewel ook het IHE nog gegevens blijft verzamelen. In het stroomgebied van de Schelde worden nu ook waterkwaliteits-gegevens verzameld door de Vlaamse Maatschappij voor de waterzuivering (VMZ). In dit rapport zijn de gegevens gebruikt van het IHE over de periode 1984 tot en met 1987 [IHE, 1984-1987]. Het IHE heeft in België ongeveer 400 meetstations, waarvan ongeveer 100 in het stroomgebied van de Schelde liggen. Bij de meeste meetstations worden alleen basale parameters bepaald zoals watertemperatuur, zuurstof, biologisch zuurstofverbruik, een aantal componenten van nutriënten en soms een aantal zware metalen. De meetfrequentie is zeer beperkt, in de meeste gevallen is dit niet meer dan vier maal per jaar. Bij meetstations waar rivieren of kanalen de grenzen met Frankrijk of Nederland overschrijden worden meer parameters geanalyseerd en zijn de meetfrequenties ook groter. Naast de gegevens van het IHE zijn ook gegevens gebruikt van Rijkswaterstaat. Deze gegevens hebben betrekking op de waterkwaliteit van de Westerschelde. Een overzicht van de gemeten parameters en de meetfrequentie voor de in dit rapport gebruikte gegevens zijn weergegeven in tabel 3.3.

Tabel 3.3 Meetstations, gemeten parameters en meetfrequentie

station	basale parameters	nutriënten	zware metalen	pesticiden	PAK's	PCB's	freq/jaar	
							1984	1987
Bleharies	uit	norm	uit/nor	bep	nor	nor	10	10
Hensies	norm	uit	uit	-	-	-	4	-
Kain	norm	norm	uit/nor	-	-	-	4	4
Espierres	norm	norm	uit/nor	bep	nor	nor	6	6
Pottes	norm	norm	nor/bep	-	-	-	4	4
Oudenaarde	norm	norm	nor/bep	-	-	-	4	3
Zwijnaarde	norm	norm	nor/bep	-	-	-	4	4
Melle	norm	norm	nor/bep	-	-	-	4	4
Dender	bep	norm	- /bep	-	-	-	4	3
Dendermond	norm	norm	nor/bep	-	-	-	4	3
Durme	bep	norm	- /bep	-	-	-	3	3
Rupel	norm	norm	nor/bep	-	-	-	4	4
Doel (B)	nor/bep	norm	uit	bep	nor	nor	8	26
Doel (NL)	norm	norm	uit	bep	nor	nor	26/13	26/13
Terneuzen	norm	norm	bep	-	-	-	13	13
Ghent-Tern	norm	norm	uit	- /bep	-/nor	-/nor	9	13
Flushing	norm	norm	bep	-	-	-	13	13

bep = beperkte lijst van parameters voor dit type stoffen  
norm = normale lijst van parameters voor dit type stoffen  
uit = uitgebreide lijst van parameters voor dit type stoffen

Uit de bovenstaande tabel kan worden afgeleid dat een globaal overzicht kan worden verkregen van de waterkwaliteit in het stroomgebied van de Schelde voor de basale parameters, de nutriënten en een aantal zware metalen. Zoals ook in de tabel is aangegeven is in de periode tussen 1984 en 1987 het aantal bemonsterde zware metalen op een groot aantal stations afgenomen (van normaal naar beperkt). Het aantal meetstations waar met name de organische micro-verontreinigingen worden gemeten is dusdanig beperkt dat het vrijwel onmogelijk is om op basis van de waterkwaliteitsgegevens een goed overzicht te krijgen van de mogelijke bronnen.

Gezien het bovenstaande kan de vraag worden gesteld met welk doel het waterkwaliteits-metnet in het stroomgebied van de Schelde is opgezet. In feite is, op basis van de meetfrequentie, alleen bij het meetpunt Doel een redelijk betrouwbare analyse te maken. Bij de overige meetpunten is de meetfrequentie dusdanig gering, dat men zich dient af te vragen of deze metingen in kwantitatieve zin bruikbaar zijn. Gezien de sterk variërende afvoer van de Schelde zullen ook de concentraties, met name van zwevend stof (slib) en daaraan gehechte verontreinigingen, sterk variëren. Een geringe meetfrequentie kan dan leiden tot zeer grote afwijkingen in de gemiddelde concentraties. In principe dient de meetfrequentie, met name van zwevend stof en micro-verontreinigingen, zodanig te worden gekozen dat tijdens afvoergolven minstens één maal wordt bemonsterd. Dit betekent voor de Schelde een bemonsteringsfrequentie van ongeveer één maal per week tot één maal per 14 dagen.

De waterkwaliteits-gegevens worden, afgezien van alle genoemde beperkingen, gebruikt om op een kwalitatieve manier mogelijke lozingen op te sporen. Daarnaast wordt ook zoveel mogelijk getracht een kwantitatief overzicht te verkrijgen van de verschillende bronnen van verontreiniging in het stroomgebied. Hiervoor wordt de jaargemiddelde vracht verontreiniging bepaald op basis van de momentane vrachten. De momentane vrachten volgen uit de vermenigvuldiging van de momentane concentratie en het momentane debiet. Hierbij wordt aangenomen dat het steekmonster representatief is voor de doorsnede en het debiet c.q. de concentratie representatief voor de meetperiode. Voor de meeste stations in het stroomgebied van de Schelde is deze periode dus drie maanden. Uit de hydrologische gegevens verstrekt door de Antwerpse Zeediensten [1984-1987] zijn alleen decade gemiddelde waarden af te leiden. Deze gegevens voldoen gezien de geringe meetfrequentie van de waterkwaliteitsgegevens. Deze methodiek is alleen toepasbaar als het advectieve transport (debiet maal concentratie) over de beschouwde periode overheerst. In een getijrivier, waarbij men toch met getijgemiddelde debieten wil rekenen moet rekening worden gehouden met het dispersieve transport.

Een goed voorbeeld van het principe van het dispersieve transport kan worden gegeven voor het transport van chloride in de Schelde bij het meetpunt Doel. De chloride concentratie van de rivier de Schelde is ongeveer 100 mg/l, de chloride concentratie van de Noordzee is ongeveer 18.000 mg/l. De gemiddelde chloridevracht van de rivier de Schelde is vrij gering, ongeveer 10 kg/s, bij Doel is het advectieve transport (op basis van het gemiddelde debiet) echter ongeveer 300 kg/s. Dit kan verklaard worden uit het transport van chloride tijdens het getij, dat niet wordt meegenomen indien getij-gemiddeld wordt gerekend. Dit dispersieve transport kan worden benaderd op basis van het concentratie-verschil tussen zee- en rivierwater. Op basis van dit principe kan het advectieve transport worden gecorrigeerd. De Nederlandse autoriteiten passen een zodanige correctie toe voor de vracht-berekening bij het meetpunt Doel. Deze correctie is gebaseerd op de volgende aannamen:

- een conservatieve stof: geen afbraak, sedimentatie etc.
- het verspreidingspatroon van chloride is vergelijkbaar met die van verontreinigingen aanwezig in het rivierwater
- geen lozingen op korte afstand van het meetpunt
- de chloride-concentratie van het rivierwater is verwaarloosbaar, dus geen chloride-transport ( $Vr_{Cl}=0.0$ ).

Op basis van deze aannamen kan de volgende vergelijking worden afgeleid:

$$Vr_{cor} = Q * \left( \frac{Cl_{zee} * c_{meet}}{Cl_{zee} - Cl_{meet}} - \frac{c_{zee} * Cl_{meet}}{Cl_{zee} - Cl_{meet}} \right)$$

met:	$Vr_{cor}$	= gecorrigeerde verontreinigings-vracht	(gr/s)
	$Q$	= zoetwater-debiet	(m <sup>3</sup> /s)
	$Cl_{zee}$	= chloride concentratie zee	(gr/m <sup>3</sup> )
	$Cl_{meet}$	= chloride concentratie bij meetpunt	(gr/m <sup>3</sup> )
	$c_{meet}$	= concentratie verontreiniging bij meetpunt	(gr/m <sup>3</sup> )
	$c_{zee}$	= concentratie verontreiniging in zee	(gr/m <sup>3</sup> )

Met deze vergelijking kan de vracht-verontreiniging bij Doel worden berekend. Voor verontreinigingen die afbreekbaar zijn (BOD) of sedimenteren (sedimentatiegebied: Land van Saeftinge) zal de vracht bij Doel worden onderschat. Toepassen van deze vergelijking voor meer zeewaarts gelegen meetstations is niet aan te raden. Het verschil tussen de gemeten chloride-concentratie en de concentratie op zee neemt dan af waardoor meetfouten zeer sterk kunnen doorwerken in de correctie. Daarnaast zullen, bijvoorbeeld bij micro-verontreiniging, de effecten van analysefouten in de zeer geringe concentraties in zeewater sterk doorwerken op het resultaat.

### 3.4 Bronnen van verontreiniging

De verontreinigings-vracht van de Schelde wordt veroorzaakt door belastingen vanuit verschillende bronnen. De volgende bronnen kunnen worden onderscheiden:

- a) natuurlijke bronnen
- b) diffuse bronnen
- c) huishoudelijke bronnen; hier apart genoemd, maar beschouwd als min of meer diffuse bron
- d) industriële bronnen

#### ad a) natuurlijke bronnen

Een natuurlijke bron van verontreiniging is gedefinieerd als een bron die in principe ook aanwezig is zonder menselijke ingrepen. Er kan dus worden gesproken van een natuurlijke achtergrond concentratie. Natuurlijke bronnen van verontreiniging zijn o.a. de natuurlijke uitspoeling van zware metalen en nutriënten, polycyclische aromaten (PAK's) uit bosbranden en natuurlijke verontreinigingen in het sediment. In het geval van zware metalen, die gedeeltelijk inert zijn gebonden in de kristalstructuur van het sediment, wordt een onderscheid gemaakt tussen een opgeloste en een "geadsorbeerde" natuurlijke achtergrond concentratie. De vrachten van de natuurlijke verontreiniging zijn geschat op basis van gegevens van het Rijn-stroomgebied. Uitgegaan is van gemiddelde waarden; in principe kan bij een meer gedetailleerde uitwerking worden uitgegaan van regionaal bepaalde achtergrond concentraties.

#### ad b) diffuse bronnen

Diffuse bronnen zijn bronnen die ontstaan door menselijk handelen en die niet kunnen worden teruggevoerd tot één enkele puntbron. In deze studie zijn de volgende diffuse bronnen onderscheiden:

- atmosferische depositie: in regenwater wordt een groot aantal verontreinigingen aangetroffen, veroorzaakt door uitstoot van huishoudens, landbouw en industrieën (o.a. lood, nutriënten, PAK's). Door afstroming van dit regenwater zal ook een belasting van het oppervlaktewater optreden
- landbouw: door afspoeling en uitspoeling van landbouwgronden worden met name nutriënten (bemesting) en bestrijdingsmiddelen aangevoerd naar het oppervlaktewater.

De schattingen van de verontreinigingsvrachten van diffuse bronnen zijn gebaseerd op gegevens van de Commissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewater [CUWVO, 1986] van het Nederlands Ministerie van Volksgezondheid Ruimtelijke Ordening en Milieuhygiëne (VROM).

ad c) huishoudelijke bronnen

De verontreiniging van huishoudens wordt meestal uitgedrukt in vrachten organisch afbreekbaar materiaal (BOD, COD) en nutriënten. Uit diverse studies is gebleken (zie CUWVO, 1986) dat het afvalwater van huishoudens ook diverse micro-verontreinigingen bevat. De bronnen van deze verontreiniging zijn min of meer diffuus, zoals:

- het uitloggen van koper, zink en lood uit drinkwaterleidingen, dakgoten en regenwaterpijpen
- gebruik organische micro-verontreinigingen o.a. 1,4 - dichloorbenzeen uit WC-verfrissers.

Een deel van de verontreiniging vanuit huishoudens wordt afgebroken of tegengehouden in Riool Water Zuiverings Installaties (RWZI's). In vergelijking met het stroomgebied van de Rijn is het percentage in RWZI's behandeld afvalwater in het stroomgebied van de Schelde gering: Rijn 90-95%, Schelde ongeveer 25%. De geïnstalleerde zuiveringscapaciteit is beduidend hoger (ongeveer 45%), maar wordt niet benut vanwege het ontbreken van de aansluiting (collectoren) van de gemeentelijke riolering op de zuiveringsinstallatie [SOBEMAP, 1989].

De organische belasting vanuit huishoudens (BOD, COD) wordt voor ongeveer 80-95% afgebroken in RWZI's. De nutriënten en micro-verontreinigingen worden minder gereduceerd. Met name de micro-verontreinigingen en fosfaat worden verwijderd door de afvoer van zuiveringsslib uit de RWZI's. Dit zuiveringsslib heeft in het stroomgebied van de Schelde verschillende bestemmingen [Ockier, 1988]:

- verbranding van zuiveringsslib (=20%)
- gestort in permanente depots (=50%)
- gebruikt in de landbouw (bemesting, =20%)
- gebruikt als zwarte grond (=10%)

Het is niet duidelijk in hoeverre kwaliteitscriteria een rol spelen bij de beslissing omtrent de uiteindelijke bestemming. Het is mogelijk dat een deel van de op deze manier uit de RWZI's verwijderde verontreiniging alsnog via uitspoeling (landbouw, depots) terugkomt in het oppervlaktewater. Het is echter wel opvallend dat de gehalten aan micro-verontreinigingen in het zuiveringsslib [Ockier, 1988] in het stroomgebied van de Schelde beduidend hoger zijn dan in Nederland [Waterschap Rijnland en Waterschap Zuid Hollandse Eilanden en Waarden, 1986-1987]. Een mogelijke verklaring hiervoor is een grotere belasting van het rioolwater met industriële bronnen. In Nederland zijn op dit gebied al saneringen uitgevoerd (CUWVO-commissies) en bestaat ook een heffing op de lozing van zware metalen op rioleringen (Hfl 60 per kg per jaar).

ad d) industriële bronnen

In het stroomgebied van de Schelde zijn een aantal gebieden met een verhoogde mate van industriële activiteit. Een deel van deze industriële activiteiten bevinden zich in Noord-Frankrijk. Het afvalwater wordt met name geloosd op de Spiere. In België bevinden zich industriële concentraties aan de Haine (metaal-industrie), de Leie (vlas-industrie), langs het kanaal Gent-Terneuzen, bij Brussel en bij Antwerpen. In het Nederlandse deel bevinden zich industriële activiteiten bij Terneuzen en bij Vlissingen. De lozingen van industrieën dienen in de genoemde landen te voldoen aan een wet ter bescherming van de kwaliteit van het oppervlaktewater. Teneinde deze lozingen te reguleren en te controleren worden vergunningen uitgegeven door de overheid. In deze vergunningen wordt aangegeven welke concentraties c.q. hoeveelheden afvalwater en verontreiniging geloosd mogen worden. In deze studie is aandacht besteed aan de situatie in België en is een vergelijking gemaakt met de situatie in Nederland.

De gegevens met betrekking tot de industriële lozingen op Nederlands grondgebied zijn verkregen van Rijkswaterstaat; dit zijn de resultaten van controle-bemonsteringen door Rijkswaterstaat bij de verschillende bedrijven. In België zijn deze gegevens niet vrij beschikbaar. De belasting vanuit industriële bronnen is dan ook geschat op basis van:

- de beschikbare vergunningen (debiet en maximum toegestane concentraties)
- waterkwaliteits-gegevens, soms kan op basis van waterkwaliteits-gegevens een ruwe schatting worden gemaakt van de belasting door industriële bronnen.

Op basis van bovengenoemde gegevens kan een globaal overzicht worden gemaakt van de bijdragen vanuit de verschillende bronnen aan de verontreiniging van de Schelde. Het zal duidelijk zijn dat gezien de gegevens sprake is van een schatting en dat afwijkingen kunnen voorkomen door incorrecte schattingen van belastingen, afbraakprocessen of sedimentatie. Toch is de uitkomst van belang, met name om het relatieve aandeel van de verschillende bronnen met elkaar te kunnen vergelijken.

#### 4. Schatting bijdragen verontreinigingsbronnen

De vracht verontreiniging en de mogelijke bronnen van verontreiniging van de Schelde zijn op een aantal verschillende manieren benaderd. Bij deze verschillende manieren is gebruik gemaakt van verschillende bronnen van informatie. Gezien de beperkte tijd beschikbaar voor deze studie is op basis van de beschikbare gegevens een keuze gemaakt voor de in deze studie te behandelen parameters. De volgende parameters zijn gekozen:

- zuurstof en zuurstof-consumerende stoffen die worden gerepresenteerd door Biologisch Zuurstof Verbruik (BZV) en het Chemisch Zuurstof Verbruik (CZV)
- nutriënten: totaal stikstof en totaal fosfaat
- zware metalen: totale concentratie van cadmium, chroom, koper, lood, zink en kwik
- organische micro-verontreinigingen: gamma-hexachloorcyclohexaan (lindaan of gamma-HCH) en totale polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK-totaal: 6 PAK's volgens Borneff).

In eerste instantie zijn de belangrijkste bronnen van verontreiniging geïdentificeerd op basis van de vergelijking van de concentratieniveaus in het gehele stroomgebied. Hierbij is met name gebruik gemaakt van de waterkwaliteitsgegevens van het IHE (paragraaf 4.1).

De schatting voor de vracht verontreiniging van de Schelde en zijn zijrivieren is gemaakt op basis van debieten en concentraties. Op basis van deze gegevens is het belang van verschillende bronnen te kwantificeren. Hierbij moet echter wel rekening worden gehouden met de effecten van afbraak, sedimentatie en getij (paragraaf 4.2). Op basis van schattingen van natuurlijke en diffuse bronnen (paragraaf 4.3) is een schatting gemaakt van de bijdragen van industriële puntbronnen (paragraaf 4.4).

De bijdragen van industriële puntbronnen zijn ook bepaald op basis van beschikbare gegevens zoals controlegegevens (Rijkswaterstaat) en vergunningen. Op basis van beschikbare informatie [Reinwater 1989, ICWS 1986] is nagegaan in hoeverre overtreding van vergunningen optreedt, teneinde aan te geven of vrachten bepaald uit vergunningen een over- of een onderschatting geven (paragraaf 4.5). Voor een groot aantal industrieën waren geen gegevens over de vergunning beschikbaar. Nagegaan is in hoeverre betrouwbare schattingen te geven zijn van de bijdragen van deze industrieën (paragraaf 4.6). De resultaten van de paragrafen 4.1 tot en met 4.6 zijn samengevoegd in paragraaf 4.7. In deze paragraaf is een evaluatie gemaakt van deze gegevens en is nagegaan of een consistent beeld verkregen kan worden.

##### **4.1 Kwalitatieve localisatie bronnen**

Een methode om bronnen van verontreiniging te localiseren is gebaseerd op het vergelijken van concentratieniveaus in het stroomgebied. De concentratieniveaus voor de gekozen verontreinigingen zijn gegeven in de figuren 2 tot en met 8. De verschillende parameters worden apart behandeld. Een nadere uitleg omtrent de wijze waarop deze figuren moeten worden geïnterpreteerd is gegeven bij de behandeling van BZV.

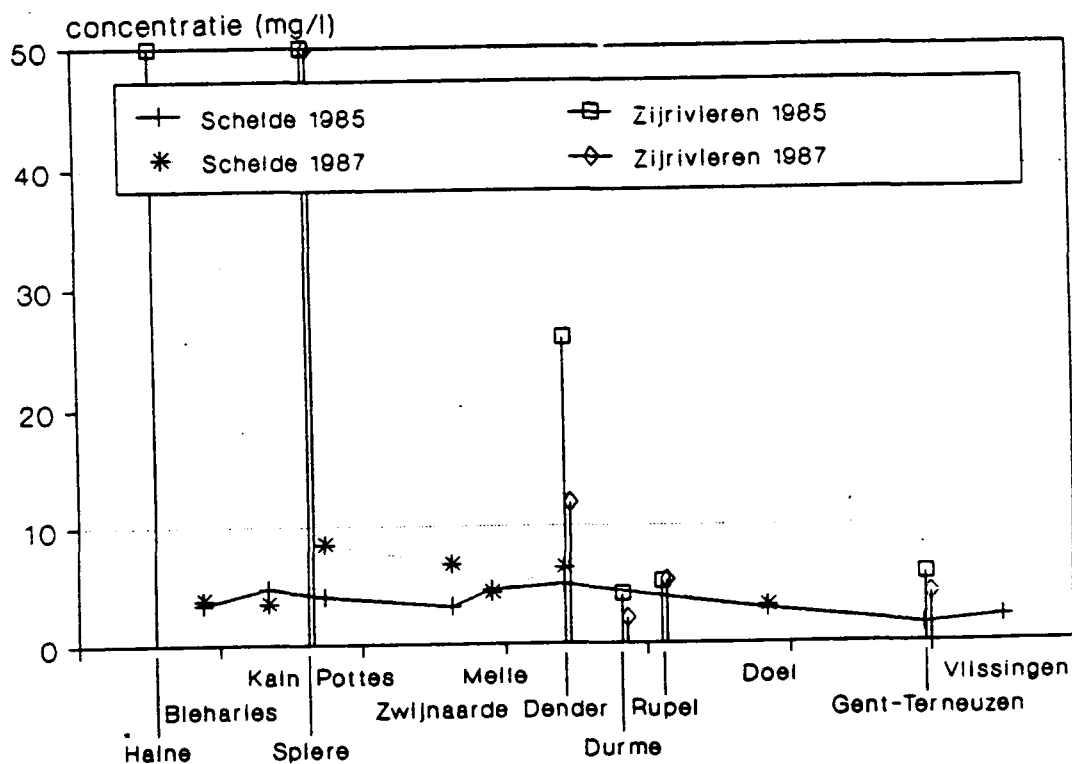


BZV, CZV en zuurstof

Gezien de relatie tussen de parameters BZV, CZV en zuurstof worden deze tesamen behandeld. Deze relatie kan als volgt worden omschreven: bij lozingen met afbreekbaar organisch materiaal nemen BZV en CZV toe; in principe verandert de zuurstofconcentratie nog niet, behalve als de lozing een substantiële debiet heeft. De afbraakprocessen van BZV en CZV consumeren zuurstof en dat betekent dat de zuurstofconcentratie in het oppervlaktewater zal dalen totdat de aanvoer van zuurstof via het wateroppervlak (aeratie) gelijk is aan de zuurstof-consumptie of zuurstof de nulwaarde heeft bereikt. Deze relatie wordt gezien het verloop van zuurstof in de tijd meestal omschreven als de "oxygen-sag-curve".

Figuur 4.1 (c.q. figuur 2a) is een voorbeeld van de presentatie van de waterkwaliteitsgegevens. Een overzicht van de meetstations in het stroomgebied van de Schelde is gegeven in figuur 1. Het concentratieverloop in de Schelde is weergegeven voor het jaar 1985 en 1987. Teneinde enigszins het verloop aan te geven zijn de punten onderling verbonden. Dit behoeft echter niet het werkelijke verloop te zijn, vooral bij stoffen die alleen op grensstations worden gemeten. De concentraties in de zijrivieren (1985 en 1987), op de meest benedenstrooms-gelegen meetstations, zijn weergegeven met een verticale streep.

Figuur 4.1 BZV concentratie in de Schelde en zijn belangrijkste zijrivieren.



De jaargemiddelde BZV concentratie blijft redelijk constant in het stroomgebied. Pas in de Westerschelde neemt de concentratie af. De concentraties in de Boven-Schelde wijken in 1987 nogal sterk af; een mogelijke oorzaak is de toename van de BZV belasting van de Spiere.

Duidelijk is (zie figuur 3) dat de belasting van de Schelde met organisch afbreekbaar materiaal zo groot is, dat met name in de Beneden-Schelde en de Zeeschelde de zuurstofconcentraties zeer laag worden. Deze lage zuurstofconcentraties zullen planten en dieren die afhankelijk van de zuurstofconcentratie in het water zijn, niet kunnen overleven. Bijvoorbeeld voor vissen dient minimaal 4 mg/l zuurstof aanwezig te zijn; langdurige onderschrijding van deze concentratie kan niet worden overleefd. In de Zeeschelde en de Westerschelde stijgt de zuurstofconcentratie weer onder invloed van met name de menging met zeewater. De waterkwaliteit op basis van zuurstof, BZV en CZV voldoet voor een deel van de Schelde en een groot aantal zijrivieren niet aan de basiskwaliteitsnormen van de EEG en van het Vlaamse Gewest.

Op basis van deze gegevens kan worden geconcludeerd dat de van BZV en CZV zich met name bevinden in de stroomgebieden van de Haine, Spiere (concentratie BZV=200 mg/l, CVZ=1000 mg/l), Dender en het kanaal Gent-Terneuzen. De Rupel, die een belangrijke bron voor BZV en CZV belasting is, wordt op basis van deze gegevens niet geïdentificeerd, maar wel op basis van de kwantitatieve gegevens.

#### totaal stikstof

De totale stikstofconcentratie is bepaald op basis van de optelling van Kjeldahl-stikstof (som van organisch- en amonium-stikstof), nitriet en nitraat. Deze presentatie is gekozen, omdat door waterkwaliteitsprocessen omzettingen plaatsvinden tussen de verschillende stikstofcomponenten. De totale stikstofconcentratie wordt in geringe mate beïnvloed door sedimentatie (organisch-stikstof sedimenteert) en afbraak door denitrificatie (omzetting van nitraat in stikstof). In zuurstofrijke rivieren treedt dit proces alleen op bij de bodem en is de afbraak-coëfficiënt relatief gering (3% per dag, zie [WL-rapport R1056, 1981]). In de Schelde zal door de zuurstofarme omstandigheden mogelijk een snellere denitrificatie optreden.

Op basis van de gegevens gepresenteerd in figuur 4a, kan worden geconstateerd dat de bronnen van stikstof verdeeld zijn over het stroomgebied. Alleen de Haine en Spiere lijken, gezien hun relatief hoge concentraties, kwalitatief belangrijk.

#### totaal fosfaat

De totale fosfaatconcentratie is bepaald door optelling van opgelost (ortho) en particulier fosfaat. Voor deze presentatie is gekozen, omdat de verhouding tussen opgelost en particulier fosfaat niet één vaste waarde heeft, maar afhankelijk is van macro-chemische omstandigheden (pH, zwevend stof concentratie etc.). Een belangrijk proces ten aanzien van fosfaat is sedimentatie: het particuliere fosfaat zal, geadsorbeerd aan het zwevend stof, kunnen sedimenteren.

De totale fosfaatconcentratie is relatief constant in het stroomgebied (zie figuur 4b), zodat kan worden aangenomen dat de bronnen van fosfaat redelijk verdeeld zijn over het stroomgebied. Alleen de Spiere en het kanaal Gent-Terneuzen blijken op basis van de concentratie kwalitatief belangrijk te zijn.

cadmium

Bij de zware metalen wordt, evenals bij fosfaat, de totale concentratie van het zware metaal gepresenteerd. In de gegevens van het IHE worden drie typen metaalfracties gepresenteerd: totaal, "leachebel" en opgelost. Bij de meeste meetstations wordt alleen de "leachebel" metalen concentratie bepaald. Bij Doel worden na 1987 naast "leachebel" ook de totale zware metalen concentratie bepaald. De verschillen bij de meeste metalen zijn gering, omdat de inerte fractie zware metalen in het slib niet veel bijdraagt aan de totale concentratie (zie ook: bijdrage natuurlijke achtergrond hoofdstuk 4).

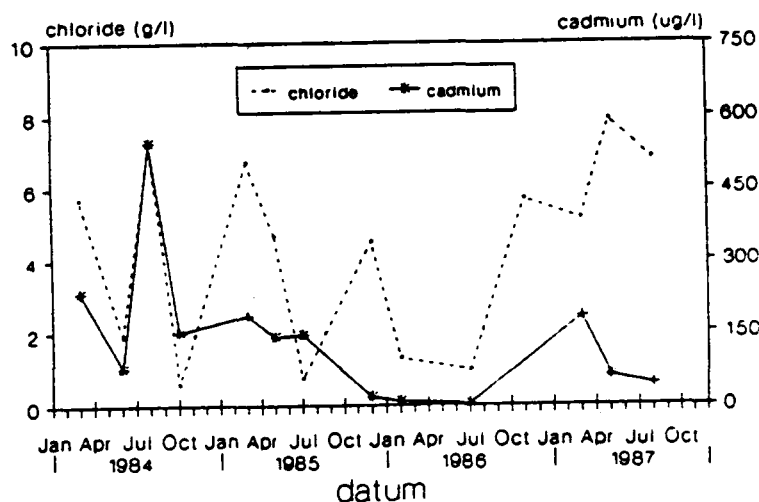
De gegevens van cadmium zijn gepresenteerd in figuur 5a. Uit deze gegevens blijkt dat de Spiere en Rupel kwalitatief belangrijk zijn. In 1985 neemt de cadmiumconcentratie in de Beneden-Schelde tussen Melle en Dendermonde duidelijk toe. Deze concentratie-verhoging kan op twee manieren worden verklaard:

- een cadmiumlozing in de omgeving van Gent of een cadmiumbelasting vanuit de Leie
- het dispersieve transport van cadmium vanuit de Zeeschelde c.q. Rupel is zo groot dat dit het advectieve transport (lage Schelde afvoer in 1985) overheerst en dus de concentratie cadmium in de Beneden-Schelde toeneemt; de concentratie in Melle, bovenstrooms van de stuw, wordt niet beïnvloed door dit fenomeen.

Omdat de cadmiumconcentraties in de Leie alleen bij de Frans/Belgische grens worden gemeten kan geen keuze worden gemaakt uit bovengenoemde verklaringen. De cadmiumconcentraties in het bovenstroomse deel van de Boven-Schelde zijn in 1987 duidelijk hoger dan in 1985. Bij Melle is het verschil echter weer verwaarloosbaar; dit is mogelijk een effect van sedimentatie.

De cadmiumbelasting van de Rupel kan worden getraceerd naar een lozing op de rivier de Grote Laak bij Tessenderloo. Deze lozer is de kunstmestfabriek van Tessenderloo Chemie. Uit de gegevens van de Rupel volgt een afname van de concentratie tussen 1985 en 1987. Nagegaan is of deze trend ook aanwezig is in de gegevens van de Grote Laak. De cadmiumconcentraties in de Grote Laak benedenstrooms van Tessenderloo zijn gegeven in figuur 4.2. Gezien de geringe meetfrequentie is naast cadmium ook de chloride gepresenteerd; ook deze chloridebelasting is grotendeels afkomstig van deze lozer.

Figuur 4.2 Cadmium- en chlorideconcentraties in de Grote Laak bij meetstation Tessenderloo in de periode 1984-1987



In ieder geval dient opgemerkt te worden dat de Grote Laak op dit meetstation, maar ook tot de uitstroming in de Grote Nete, niet voldoet aan de basiskwaliteit (kleiner dan 2,5 µg/l). Op basis van deze gegevens kan worden aangetoond dat voor cadmium een daling optreedt in de concentratie. Deze daling is ook aantoonbaar als de piekconcentratie van ongeveer 550 µg/l niet wordt meegenomen (eenzijdige t-toets betrouwbaarheid iets minder dan 95%). Echter geen betrouwbare uitspraak is te doen over de grootte van deze afname. Op basis van de chlorideconcentraties kan geen toe- of afname van de lozing worden afgeleid.

#### chrom

De gegevens van chrom zijn gepresenteerd in figuur 5b. Deze figuur is een goed voorbeeld waarbij op basis van waterkwaliteitsgegevens de verontreiniging kan worden getraceerd naar de bron. Uit deze figuur is duidelijk af te lezen dat de Spiere (concentraties van ≈ 2000 µg/l) een belangrijke bron is voor de chromverontreiniging van de Boven-Schelde. Daarnaast blijkt dat in de Beneden Schelde en in de Zeeschelde de chromconcentratie vrijwel niet afneemt. Op basis van de menging met zeewater en de sedimentatie in de Antwerpse havens zou de concentratie minstens moeten halveren. Daarom kan de verwachting worden uitgesproken dat chrom wordt geloosd in de Antwerpse regio.

#### koper

De gegevens van koper zijn gepresenteerd in figuur 6a. De gegevens van dit metaal zijn beperkt, omdat het alleen wordt bepaald bij meetstations aan de grens met Frankrijk en Nederland en in de Westerschelde. Het is opvallend dat de gegevens over 1987 geheel afwijken van de gegevens van 1985: de concentraties zijn in 1987 beduidend hoger.

Uit de gegevens van 1985 blijkt dat de Spiere een kwalitatief belangrijke bron is. Gezien de verhoging van het concentratieniveau in de Boven-Schelde is dit in 1987 niet meer het geval.

#### lood

De gegevens van lood zijn gepresenteerd in figuur 6b. Uit deze gegevens blijkt dat de Haine, Spiere, Dender en het kanaal Gent-Terneuzen kwalitatief van belang zijn als bron van loodverontreiniging. Daarnaast blijkt dat, evenals bij chrom, de loodconcentratie tussen Dendermonde en Antwerpen niet daalt. Om deze reden wordt de verwachting uitgesproken dat in de Antwerpse regio loodlozingen zullen optreden.

#### zink

De gegevens voor zink zijn gepresenteerd in figuur 7a. Deze gegevens zijn even beperkt als de gegevens van koper. Envenals bij koper nemen de zinkconcentraties duidelijk toe tussen 1985 en 1987.

Uit de gegevens volgt dat de Spiere en het kanaal Gent-Terneuzen kwalitatief belangrijke bronnen zijn van zinkverontreiniging.

### kwik

De gegevens van kwik zijn gepresenteerd in figuur 7b. Opvallend is het grote verschil in de kwikconcentratie van een deel van de Boven-Schelde, de Beneden-Schelde en de Zeeschelde tussen 1985 en 1987. Dit verschil is het gevolg van het feit dat in 1985 de gegevens van "leachebel" kwik zijn gepresenteerd en in 1987 de resultaten van totaalkwik; de concentraties "leachebel" kwik zijn in 1987 vrijwel even groot als in 1985 ( $\approx 0,2 \mu\text{g/l}$ ). Aangenomen wordt dat de totaalbepaling van kwik correct is. Het verschil tussen "leachebel" en totaalkwik is niet te verklaren uit de inerte fractie. Een mogelijke verklaring is dat het, vooral organisch gebonden kwik (lozing vinylchloride industrie) bij de "leachebel" metalen bepaling kan verdampen (metallisch kwik of methylkwik) en dat dit bij de destructie voor de totaalbepaling van kwik niet of nauwelijks optreedt.

### gamma-HCH (lindaan)

De gegevens van gamma-HCH zijn gepresenteerd in figuur 8a. De gegevens van deze stof zijn, als vrijwel alle andere organische micro-verontreinigingen, beperkt tot de meetstations aan de grens met Frankrijk en Nederland. De concentratie neemt duidelijk af tussen 1985 en 1987. De vraag is echter of ook de vracht afneemt gezien de lage afvoer in 1985. Naast de aanvoer vanuit Frankrijk bij Bleharies, is ook de Spiere kwalitatief belangrijk als bron van verontreiniging. In principe wordt gamma-HCH afgebroken en het vervluchtigt naar de atmosfeer. De vervluchtiging is zo gering (halfwaarde tijd 600 dagen [Verschueren, 1983]), dat dit te verwaarlozen is. Maar gamma-HCH blijkt afbreekbaar te zijn onder anaerobe omstandigheden (90% afgebroken in 4 dagen). Omdat anaerobe omstandigheden voorkomen in de Schelde kan deze afbraak mogelijk optreden. Er zijn echter geen metingen beschikbaar om dit te staven. In principe zal afbraak van gamma-HCH leiden tot geringere concentraties en geringere vrachten verontreiniging naar de Noordzee.

### Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)

De gegevens van PAK's zijn gebaseerd op de som van zes verschillende PAK's, die worden omschreven als de 6 PAK's van Borneff. De gegevens van de PAK's zijn even beperkt als de gegevens van gamma-HCH. Uit deze gegevens zijn geen direct duidelijke bronnen voor PAK's af te leiden anders dan de grensoverschrijdende belasting vanuit Frankrijk. De concentratie neemt wel duidelijk toe tussen 1985 en 1987, maar dat wordt duidelijk veroorzaakt door de toename van de concentratie bij de Franse grens (Bleharies). De meeste PAK's zijn biologisch afbreekbaar of vervluchtigen; de afbraak coëfficiënten variëren echter enorm (halfwaarde tijden tussen 8 en 1400 dagen [Verschueren, 1983]), afhankelijk van de aanwezigheid van bepaalde bacteriën. Gezien het feit dat ook de samenstelling van de totale concentratie PAK's invloed heeft op de "gemiddelde" afbraakcoëfficiënt kan zonder verdere data geen afbraak-coëfficiënt worden gegeven.

Uit de bovenstaande resultaten volgt dat voor een aantal parameters een redelijk kwalitatief beeld te verkrijgen is omtrent de bronnen van verontreiniging. Voor een aantal stoffen, zoals koper, zink en de organische micro-verontreinigingen zijn de beschikbare gegevens niet voldoende om een overzicht te verkrijgen.

Uit het oogpunt van de verplichtingen die zijn aangegaan om te komen tot een 50% reductie van de belasting naar de Noordzee en ten behoeve van het opstellen van de regionale waterkwaliteitsplannen, waarbij het identificeren en kwantificeren van bronnen een belangrijk aspect is, zullen aanpassingen van het waterkwaliteitsmeetnet in het stroomgebied van de Schelde noodzakelijk zijn.

#### 4.2 Kwantitatieve localisatie van bronnen

De kwantitatieve localisatie van verontreinigingsbronnen is gebaseerd op het vergelijken van de vrachten verontreiniging in het stroomgebied. Op basis van de waterkwaliteitsgegevens en de debieten zijn vrachten bepaald. De resultaten voor de gekozen parameters zijn gegeven in de figuren 9 tot en met 14; de resultaten volgen hierna en worden per parameter behandeld.

Opgemerkt dient te worden dat de meeste jaargemiddelde vrachten zijn gebaseerd op 4 tot 6 metingen per jaar. Gezien de spreiding in de concentraties en de spreiding in het debiet zal de met deze geringe meetfrequentie bepaalde jaarvracht niet erg nauwkeurig zijn. Op basis van gegevens verzameld voor de Rijn en Maas [WL, 1986] wordt bij deze meetfrequentie een spreiding in de jaarvracht verwacht die met name voor de geadsorbeerde stoffen ongeveer 50% bedraagt.

##### BZV en CZV

Uit het verloop van de BZV en CZV vrachten (figuur 9a en 9b) in de Schelde volgt dat met name in de Beneden-Schelde en in de Zeeschelde kwantitatief belangrijke lozingen optreden. De Boven-Schelde wordt, gezien het verloop van de zuurstofconcentraties, wel degelijk belast door de Spiere, alhoewel dit niet volgt uit het feitelijk verloop van de vrachten. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door het feit dat de concentratie-verdeling bij het meetstation Pottes, gezien de recente instroming van de Spiere, nog niet homogeen is. Kwantitatief belangrijke bronnen van BZV en CZV belasting van de Schelde zijn de Spiere, de Dender en de Rupel. De BZV en CZV belasting van de Rupel wordt grotendeels veroorzaakt door de Zenne. Op de Zenne wordt het ongezuiverde rioolwater geloosd van de regio Brussel.

De BZV vracht (CZV wordt niet gemeten) in de Westerschelde neemt af door het zelf-reinigend vermogen van het water. Door onverklaarbare hoge concentraties bij Vlissingen ontstaat daar ook een grote BZV-vracht. De gegevens over 1984 en 1986 geven een veel lagere BZV concentratie c.q. vracht bij Vlissingen. Een goede verklaring voor de afwijking in 1985 is niet gevonden.

##### totaal-stikstof

De vracht totaal-stikstof (figuur 10a) is, uit tijdgebrek, alleen bepaald voor de grensstations aan de Boven-Schelde, de Spiere en de Zeeschelde bij Doel. De toename van de vracht totaal-stikstof verloopt gezien de vrij constante totaal-stikstofconcentraties ongeveer op eenzelfde manier als het debiet. De belangrijkste bijdragen zijn afkomstig van de Rupel en de Dender; mogelijk zijn in de omgeving van Antwerpen ook nog bronnen van totaal-stikstof.

### totaal-fosfaat

De vracht totaal-fosfaat (figuur 10b) is berekend voor dezelfde stations als de vracht totaal-stikstof. Evenals bij totaal-stikstof neemt de vracht totaal-fosfaat op eenzelfde manier toe als het debiet. De belangrijkste bronnen van totaal-fosfaat bevinden zich aan de Dender en de Rupel. Mogelijk zijn er, gezien de geringe verschillen tussen de totaal-fosfaatconcentratie over de Zeeschelde ook nog belangrijke bronnen in de omgeving van Antwerpen.

### cadmium

Zoals te verwachten was, is de Rupel de belangrijkste bron voor cadmium van de Schelde (figuur 11a). De Spiere (0,3 ton/j) is relatief onbelangrijk ten opzichte van de Rupel (3 tot 12 ton/j), maar heeft een relatief grote invloed op de belasting van de Boven-Schelde (Bleharries = 0,3 ton/j). Bij cadmium, evenals bij een aantal andere metalen, neemt de vracht in de Boven-Schelde tussen Pottes en Melle af. Dit kan verklaard worden uit sedimentatie van zwevend stof en de daaraan geassocieerde verontreinigingen. De vracht cadmium van de Rupel in 1985 is ongeveer 12 ton. Hierbij wordt de vracht echter grotendeels bepaald door een extreme waarde in de cadmiumconcentratie in februari. Indien deze waarde wordt geëlimineerd, dan wordt de jaarvracht ongeveer 7 ton. Dit komt ook redelijk overeen met de gegevens van de Grote Laak (belangrijkste bron). Op zich is dit een goed voorbeeld van het effect van foute waarnemingen, die met name sterk doorwerken bij een lage meetfrequentie (4 à 6 metingen per jaar). Een hogere meetfrequentie levert niet alleen gemiddelde concentraties en vrachten met een grotere betrouwbaarheid, maar ook meetfouten of analysefouten kunnen bij meer vergelijkingsmateriaal beter worden opgespoord.

Op basis van de vracht cadmium van de Boven-Schelde (= 1 ton/j), de vracht van de Rupel (= 7 ton/j), de vracht van de Zeeschelde bij Antwerpen (= 7 ton/j) en de sedimentatie van ongeveer de helft van het zwevend stof (met geassocieerd cadmium, = 5 ton /j) volgt dat in de regio van Antwerpen nog een cadmiumbelasting optreedt. Een voorzichtige schatting van deze cadmiumbelasting komt op ongeveer 3 ton per jaar.

### chromium

De chromobelasting van de Boven-Schelde wordt sterk beïnvloed door de chromovracht van de Spiere (zie figuur 11b). De vracht chromium van de Spiere lijkt te verminderen tussen 1985 en 1987 van 120 naar 60 ton/j. Waarschijnlijk is de vracht van 120 ton/j te groot, omdat de vracht van de Boven-Schelde na de Spiere niet groter wordt dan 60 à 70 ton per jaar en deze vracht niet sterk verandert in 1987 (=60 ton/j). Op basis van het verloop van de chromovracht in de Zeeschelde kan worden verwacht dat in de omgeving van Antwerpen een chromobelasting optreedt. Een voorzichtige schatting van deze belasting komt op ongeveer 50 ton/j. Het beeld voor wat betreft de chromovrachten van de Schelde verschilt, afgezien van de Spiere, vrijwel niet voor 1985 en 1987.

### koper

Omdat gegevens ontbreken, kan de vracht koper alleen worden bepaald bij de grensstations (figuur 12a). De bijdrage van de Spiere is gering en de overige bronnen van koper zijn op deze manier niet te traceren. Opvallend is het grote verschil in de kopervrachten in 1985 en 1987.

Zowel bij Bleharies als bij Doel nemen de koperconcentraties na juli plotseling zeer sterk toe:

- Doel : tot juli = 16,5 µg/l na juli = 250 µg/l
- Bleharies: tot juli = 32,5 µg/l na juli = 270 µg/l

Een duidelijke verklaring is, gezien het ontbreken van gegevens bij andere meetstations, niet te geven.

#### lood

De vracht lood van de Schelde neemt met name toe in de Zeeschelde (figuur 12b). De Rupel is een belangrijke bron van lood, maar ook in de regio rondom Antwerpen bevinden zich vermoedelijk bronnen van lood met een jaarvracht van ongeveer 15 ton/j. In het rapport van de Internationale Scheldewerkgroep [1988] worden een aantal mogelijke bronnen genoemd. Het verloop van de vracht lood in de Westerschelde is eigenlijk onverklaarbaar. Gegevens omtrent grote bronnen van lood in de Westerschelde zijn bekend. Mogelijk leidt de correctie van de loodvracht op basis van de chlorideconcentratie tot een overschatting van de vracht.

#### zink

Het verloop van de zinkvracht is gegeven in figuur 13a. Voor zink geldt, evenals voor koper, dat te weinig gegevens beschikbaar zijn om tot conclusies omtrent mogelijke bronnen van verontreiniging te komen. Ook bij zink neemt de vracht duidelijk toe tussen 1985 en 1987. Bij Doel zijn geen grote verschillen in de concentraties te constateren. Bij Bleharies is echter wel een duidelijk verschil tussen de concentratie tot juli (=70 µg/l) en na juli (=275 µg/l).

#### kwik

Het verloop van de kwikvracht is gegeven in figuur 3b. Uit deze figuur blijkt dat de kwikvracht met name toeneemt in de Zeeschelde. Niet alleen de Rupel (=100 kg), maar ook bronnen in de regio Antwerpen (meer dan 600 kg) zijn van belang. Evenals bij lood is het verloop van de kwikvracht in de Westerschelde onverklaarbaar. Gezien de consistente afwijking voor een groot aantal metalen moet worden verwacht dat de toegepaste correctie niet geldig is voor chlorideconcentraties die de concentratie van de Noordzee gaan benaderen. Opvallend is het grote verschil in de kwikvracht bij Doel tussen 1985 en 1987. Dit wordt veroorzaakt door het verschil in de toegepaste analysemethode. Naar verwachting zijn de gegevens over 1987 de beste benadering voor de werkelijke kwikconcentratie.

#### gamma-HCH

Evenals bij koper en zink zijn de gegevens van gamma-HCH beperkt tot de grensstations (figuur 14a). De belangrijkste bron van gamma-HCH is de Spiere. Gezien de mogelijke afbraak van gamma-HCH kunnen er nog andere bronnen zijn. De vracht van de Spiere lijkt toe te nemen tussen 1985 en 1987. Dit is echter gebaseerd op één extreme waarde (meetfrequentie van 6 bemonsteringen per jaar).



#### totaal PAK's

Evenals voor gamma-HCH zijn de gegevens voor totaal-PAK's (6 van Borneff) beperkt tot de grensstations. Alleen in 1985 zijn ook de Boven-Schelde bij Melle en de Rupel bemonsterd. Uit deze gegevens blijkt dat met name de Rupel een belangrijke bron is van PAK's. De bron is waarschijnlijk gelegen aan de Zenne [Internationale Scheldewerkgroep, 1988]. Gezien het feit dat een deel van de naar de Zeeschelde aangevoerde PAK's zullen sedimenteren in het Antwerpse havenbekken, moeten ook nog bronnen van PAK's aanwezig zijn in de regio van Antwerpen.

### **4.3 Schatting diffuse bronnen en natuurlijke achtergrond**

Zoals reeds in hoofdstuk 3 is aangegeven, wordt in deze studie een onderscheid gemaakt in diffuse bronnen en puntbronnen. Diffuse bronnen zijn gedefinieerd als bronnen die niet direct kunnen worden gerelateerd aan één bepaalde lozingsbron. Naast deze bronnen van verontreiniging wordt ook rekening gehouden met de natuurlijke achtergrond van de verschillende verontreinigingen. In deze studie worden de volgende bronnen als diffuse bronnen gekarakteriseerd:

- landbouw
- atmosferische depositie
- huishoudens
- industriële puntbronnen die lozen op de huishoudelijke riolering en die niet zonder meer kunnen worden getraceerd.

Voor de verschillende diffuse bronnen en voor de natuurlijke achtergrond is een schatting gemaakt van de totale jaarlijkse vracht, waarbij parameters worden meegenomen als de afvoer, het bevolkingsaantal, het oppervlak van het stroomgebied, etc. De berekende vrachten zijn gepresenteerd in Appendix I. Deze getallen zijn min of meer indicatief en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd. Om deze reden is in dit rapport meer nadruk gelegd op de vergelijking van de bijdragen op basis van de relatieve aandelen van de verschillende bronnen. Dit is verder uitgewerkt in paragraaf 4.7.

#### natuurlijke achtergrond

Uit natuurlijke bronnen wordt een rivier belast met verschillende verontreinigingen. Dit wordt meestal omschreven als de natuurlijke achtergrond van het water c.q. het sediment. Deze natuurlijke achtergrond is aanwezig zonder enig menselijk handelen en ontstaat door erosie, uitspoeling, etc. Op basis van gegevens voor de Rijn [WL 1989 en WL 1981] is een schatting gemaakt voor de vracht verontreinigingen van natuurlijke oorsprong. Deze schatting is gebaseerd op een gemiddeld debiet van het totale Scheldebekken van 150 m<sup>3</sup>/s en een totale jaarlijkse aanvoer van 800.000 ton sediment. De resultaten zijn gepresenteerd in Appendix I.

#### landbouw

De landbouw, zoals deze op dit moment wordt uitgeoefend, is een bron van verontreiniging van met name nutriënten, zware metalen en organische micro-verontreinigingen (o.a. pesticiden). Deze stoffen spoelen uit (af) naar het grondwater, maar ook naar het oppervlaktewater. De schatting voor de uitspoeling (c.q. afspoeling) van nutriënten is gebaseerd op gegevens verzameld in Nederland [CUWVO 1986].

Enigszins betrouwbare gegevens omtrent zware metalen en organische micro's ontbreken, zodat de schatting alleen beperkt is tot de nutriënten.

#### atmosferische depositie

Onder invloed van menselijk handelen treden emissies van verontreinigingen op naar de atmosfeer. Deze verontreiniging zal, indien niet afgebroken, worden afgezet op het aardoppervlak door regen (natte depositie) of met stof (droge depositie). In het stroomgebied komt slechts een klein percentage van de depositie direct in het oppervlaktewater, het grootste deel wordt afgezet op landoppervlak. Ook deze depositie kan, althans gedeeltelijk, worden afgevoerd naar het oppervlaktewater, met name door afspoeling.

Aangenomen is dat slechts een paar procent van de atmosferische depositie naar het oppervlaktewater afstroomt [CUWVO 1986 en WL 1986]. De depositie per oppervlakte-eenheid is bepaald op basis van literatuurgegevens van Nederland en Duitsland [CUWVO 1986 en WL 1986]. De schattingen van deze belasting zijn opgenomen in Appendix I.

#### huishoudens

Op basis van literatuurgegevens is bekend dat huishoudens, naast organisch materiaal en nutriënten, ook een bron zijn van zware metalen en organische micro-verontreinigingen [CUWVO 1986]. Ongeveer 25% van het huishoudelijk afvalwater wordt gezuiverd in een zuiveringsinstallatie. Een deel van de verontreinigingen wordt in deze installaties afgebroken of gesedimenteerd. De rendementen zijn geschat op basis van literatuur [CUWVO 1986]. Op basis van het aantal inwoners in het stroomgebied, de geschatte verontreinigingslast per inwoner, de zuiveringsgraad en het zuiveringsrendement is een schatting gedaan van de bijdrage van deze bron. Zie Appendix I.

#### industriële bronnen op rioleringen

Naast huishoudens zijn ook industrieën aangesloten op de riolering. Naast het normale huishoudelijke afvalwater wordt meestal ook industrieel afvalwater geloosd. Dit is niet alleen het geval in België, maar ook bijvoorbeeld in Nederland en Duitsland. De bijdrage aan de belasting van industriële aard van BZV, CZV en nutriënten is gebaseerd op een industriële belasting van 1,6 inwoner-equivalenten. De schatting voor de BZV belasting is waarschijnlijk redelijk correct, omdat dit de basis is van de vervuilingshoeffing. De schattingen voor de bijdrage aan de CZV en nutriënten-belastingen zijn grove schattingen. Voor de schattingen van de bijdrage van zware metalen is een andere methode gevolgd (zie hieronder). De bijdrage aan de belasting met organische micro-verontreinigingen kon door een gebrek aan gegevens niet worden gemaakt.

Uit literatuurgegevens [Ockier, et al 1988] blijkt dat hoge gehalten zware metalen voorkomen in het zuiveringsslib van installaties van de VMZ. De industriële bijdrage aan deze verontreiniging is in principe te schatten door het aftrekken van de huishoudelijke bijdrage aan de belasting van het zuiveringsslib van de totale belasting van het zuiveringsslib.

Echter naast de huishoudelijke en de industriële belasting op de riolering, is er ook nog een bijdrage van afspoeling van verharde en onverharde oppervlakken die water afvoeren via de riolering. Op basis van literatuurgegevens [DHV 1988] volgt dat deze bijdragen, behalve voor lood, relatief gering zijn. Om deze reden is deze bron niet meegenomen in deze verkennende studie.

De gegevens van de VMZ zijn gebaseerd op een totale capaciteit van twee miljoen inwoner-equivalenten. Aangenomen is dat de verhouding tussen inwoner-equivalent en totale verontreiniging (industriële en huishoudelijk) geldig is voor het totale stroomgebied tot Doel. Op basis hiervan kan dan de belasting door industriële bronnen op de riolering worden bepaald, zie Appendix I.

Gebaseerd op deze schattingen voor diffuse bronnen en de natuurlijke achtergrond kan een overzicht worden verkregen van het belang van de verschillende bronnen. Dit is uitgewerkt in paragraaf 4.7.

#### 4.4 Schatting bijdrage industriële puntbronnen

Op basis van de totale belasting van de Schelde en de geschatte bijdragen van diffuse bronnen en de natuurlijke achtergrond kan een schatting worden gemaakt van de bijdrage van puntbronnen. Deze methode is zonder meer toepasbaar als de stoffen zich conservatief gedragen:

- geen biologische of chemische afbraak of vervluchtiging
- geen netto sedimentatie van slib met verontreinigingen in het riviersysteem of de aanliggende havens

In het stroomgebied van de Schelde treedt sedimentatie op en een aantal stoffen, zoals BZV, CZV, stikstof en de organische microverontreinigingen zijn onderhevig aan afbraak, etc. Door het kwantificeren van de effecten van deze processen kan een correctie worden bepaald. Deze correctie dient te worden opgeteld bij het transport van het beschouwde meetpunt.

Deze exercitie is in deze studie uitgewerkt voor het meetpunt Doel aan de Belgisch-Nederlandse grens, en wel om verschillende redenen:

- de bijdragen van de industrie en huishoudens op het Nederlands grondgebied zijn op basis van beschikbare informatie (o.a. emissie-registratie) zonder meer te schatten (paragraaf 4.5)
- de vrachten van de Westerschelde, dus benedenstroom van Doel, zijn ook met correcties op basis van chloride niet goed te bepalen
- het kwantificeren van de vrachten in de Westerschelde wordt nog verder gecompliceerd door sedimentatie en een enorme verblijftijd (grote invloed van afbraak).

De totale sedimentatie in de Schelde is geschat op ongeveer 0,5 miljoen ton per jaar. Deze sedimentatie treedt vrijwel geheel op in de regio van Antwerpen. De gehalten verontreiniging van het sedimenterende materiaal is daarom gebaseerd op de optredende concentraties in de Zeeschelde bij Antwerpen. Geen correcties zijn toegepast voor de afbraak van lindaan en PAK's, omdat betrouwbare gegevens ontbreken en ook niet voldoende gegevens beschikbaar zijn om tot een redelijke schatting van deze afbraak te komen.

De rekenmethode is als volgt toegepast (zie ook Appendix I):

- de berekende vracht van het meetpunt Doel is gecorrigeerd voor sedimentatie en de daarmee gepaard gaande verwijdering van verontreiniging
- voor stikstof en BOD zijn ook correcties aangebracht op basis van afbraakprocessen; de afbraak van COD is relatief langzaam en daarom niet meegenomen
- de bijdrage van de puntbronnen kan nu bepaald worden door het aftrekken van de bijdrage van diffuse bronnen en de natuurlijke achtergrond van de gecorrigeerde vrachten bij Doel.

Het zal duidelijk zijn dat de nauwkeurigheid van deze methodiek vooral afhangt van de relatieve bijdrage van de puntbronnen. Indien deze bijdrage groot is, is de nauwkeurigheid van eenzelfde niveau als die van de gecorrigeerde vracht bij Doel. Indien de bijdrage gering is, dan zal deze methodiek onbetrouwbare resultaten geven. De op deze manier verkregen resultaten zijn een schatting voor de bijdragen van industriële puntbronnen in het Belgische en Franse deel van de Schelde.

Teneinde na te gaan in hoeverre sprake is van bijdragen uit industriële bronnen vanuit het Franse deel van het stroomgebied is bovenstaande methodiek ook toegepast voor het Franse deel van het stroomgebied. De belasting vanuit Frankrijk is gedefinieerd als de som van de vrachten bij de grensstations aan de Schelde (Bleharies) en de Spiere, maar vermindert met de vracht van de Haine (Hensies). De Haine is namelijk afkomstig uit België, maar stroomt uit in de Schelde op Frans grondgebied en dus bovenstrooms van het grensstation van de Schelde (Bleharies). Een aantal stoffen, o.a. de organische microverontreinigingen, koper en zink, worden niet bemonsterd in de Haine, zodat hier geen goede schatting van de Franse bijdrage kan worden aangegeven. Teneinde de bijdrage van de industriële puntbronnen te kunnen bepalen dienen de bijdragen van diffuse bronnen en de natuurlijke achtergrond bekend te zijn. Deze is op een eenvoudige manier geschat door aan te nemen dat dit ongeveer 10% is van de bijdrage van deze bronnen in het totale stroomgebied. Dit is gebaseerd op de volgende gegevens, omtrent het Franse deel van het stroomgebied:

- ongeveer 15% van het totale oppervlak
- ongeveer 12% van het totale debiet
- ongeveer 15% van het zwevend stof transport
- ongeveer 4% van het totaal aantal inwoners

De resultaten van deze berekening zijn gepresenteerd in Appendix I. Uit deze gegevens blijkt dat het Franse deel van het stroomgebied met name bijdraagt aan de industriële bronnen van chroom en linaan. De vracht linaan van de Spiere is vrijwel even groot als de vracht van de Schelde bij Doel. Gezien de verwachte afbraak van linaan is de bijdrage van de Franse industriële bronnen dus niet 100%. Maar vanwege het ontbreken van gegevens is alleen op basis van de verwachte belasting uit depositie nog enigszins een ruwe schatting te doen.

Een andere bron van industriële verontreiniging van de Schelde die in het bovenstaande nog niet is genoemd, is het kanaal Gent-Terneuzen. Dit kanaal stroomt uit in de Westerschelde benedenstrooms van Doel. De belasting is voornamelijk afkomstig van industrieën in de omgeving van Gent en mogelijk ook van industriële verontreiniging van de Leie.

Vanwege de geringe bijdrage van dit kanaal aan de totale verontreinigingslast van de Westerschelde is geen verdere uitsplitsing meer gemaakt naar mogelijke bijdragen vanuit het Franse deel van de Leie (Lys). Dit is gezien de gegevens van de Leie bij de grens alleen te verwachten voor fosfaat en COD. De industriële bijdrage is op dezelfde manier berekend als het Franse deel van de Schelde. Op basis van de vrachten bij het grensstation (Zelzate) en een schatting van het aandeel van de diffuse bronnen en de natuurlijke achtergrond (10% van deze vracht bij Doel). De resultaten zijn gepresenteerd in Appendix I.

#### 4.5 Bijdragen industriële puntbronnen op basis van vergunningen

De bijdrage van industriële puntbronnen aan de verontreiniging van de Schelde kan ook worden geschat op basis van gegevens uit de vergunningen dan wel de gegevens van controles van de vergunningen. Voor het Belgische deel van het stroomgebied is gebruik gemaakt van gegevens uit vergunningen, voor het Nederlandse gebied is gebruik gemaakt van door Rijkswaterstaat verzamelde gegevens van industrieel en huishoudelijk afvalwater.

Wat betreft het Belgische deel van het stroomgebied is de schatting van de industriële bijdrage gebaseerd op een beperkt aantal vergunningen. Dit zijn echter wel de vergunningen van de belangrijke industrieën in de Antwerpse regio. Deze vergunningen zijn beschikbaar gesteld door Greenpeace en wat betreft de vrachten verontreiniging ook gedeeltelijk opgenomen in het rapport van de Internationale Scheldewerkgroep [1988]. In de vergunningen is meestal sprake van maximaal toelaatbare concentraties en maximaal toelaatbare debieten. De vracht verontreiniging geschat op basis van deze vergunningen is in principe dus een overschatting. Dit wordt ondersteund door resultaten van Reinwater [1989] en het ICWS [1986] waarbij voor in de vergunning genoemde parameters vrijwel geen overschrijdingen voorkwamen (zie ook hoofdstuk 5). Op basis van de vergunningsvoorwaarden kunnen geen vrachten van PAK's of linaan worden bepaald. De bepaling van de PAK's (6 volgens Borneff), zoals in het oppervlakte-water, komt niet voor in de vergunningen en er waren geen gegevens van bedrijven die linaan dan wel HCH produceren.

De totale vrachten van industriële bronnen zijn voor de meeste stoffen overgenomen uit het rapport van de Internationale Scheldewerkgroep [1988]. Voor de stoffen koper en zink zijn in het kader van deze studie, gebaseerd op dezelfde vergunningen, schattingen gedaan. De resultaten zijn gepresenteerd in Appendix I. Uit een globale vergelijking van de op verschillende wijze bepaalde bijdragen van industriële bronnen zijn de volgende belangrijke verschillen af te leiden:

- op basis van de vergunningen is de vracht cadmium van industriële bronnen veel hoger dan op basis van waterkwaliteitsgegevens wordt gevonden. Dit wordt met name veroorzaakt door het feit dat Tessenderloo Chemie een vergunning heeft voor het lozen van 12 ton per jaar cadmium en in werkelijkheid veel minder loost (=3 a 6 ton per jaar)

- de zinkvracht op basis van de vergunningen is belangrijk lager dan de verwachte vracht op basis van de waterkwaliteitsgegevens. Duidelijk is dan dat andere bronnen van zink in andere regio's mogelijk zijn. Vanwege het ontbreken van zinkgegevens in het stroomgebied is op basis van waterkwaliteitsgegevens niet aan te geven waar deze lozingen zich moeten bevinden.

#### 4.6 Bijdragen industriële puntbronnen op basis productie

Bij de opzet van de studie was reeds geconstateerd dat met name het schatten van de bijdragen van industriële lozingen op basis van beschikbare vergunningen en controlegegevens slechts in beperkte mate mogelijk was. Om deze reden is in deze studie nagegaan in hoeverre op basis van eenvoudig beschikbare informatie een schatting kan worden gemaakt van de industriële bronnen.

Op basis van een overzicht van de chemische industrie [Directory of Chemical Producers, 1987] kunnen een vijftigtal relatief grote bedrijven worden gevonden die mogelijk invloed hebben op de waterkwaliteit van de Schelde. Deze lijst is niet compleet, omdat de niet-chemische industrie zoals scheepswerven, papierfabrieken, maar ook de galvanische en grafische industrie, niet zijn opgenomen.

In de bovengenoemde Directory [1987] worden in principe alleen bij de basis-industrieën, zoals fosfaat en titaan, productie-capaciteiten genoemd. Bij de meer gespecialiseerde chemische industrieën ontbreken deze gegevens. Het resultaat van deze exercitie is dan ook enigszins teleurstellend. Een overzicht van mogelijke bronnen is opgenomen in het rapport van de International Scheldewerkgroep [1988].

#### 4.7 Evaluatie bronnenstudie

Het zal duidelijk zijn dat aan de toegepaste methodieken om de vrachten te bepalen allerlei beperkingen kleven. De resultaten zijn in absolute zin grove indicaties van de bijdragen van de verschillende bronnen. Een uitgebreide discussie omtrent alle aspecten van de methodieken en de resultaten lijkt in het kader van deze verkennende studie niet echt noodzakelijk. In principe gaat het om de verhouding tussen de verschillende bijdragen, ook te benaderen als de relatieve bijdragen van de verschillende bronnen. Daarbij moet bedacht worden dat het in deze verkennende studie met name gaat om het bepalen van de belangrijkste bronnen, en indien bronnen een grotere bijdrage leveren aan de totale belasting dan geeft de gebruikte methodiek ook een beter bewijsbaar resultaat.

Naast een overzicht van de totale bijdragen van de landen in het stroomgebied, is ook een overzicht gegeven van de bijdragen van de verschillende bronnen van verontreiniging. Voor de verschillende bronnen is aangegeven welke inspanningen nodig zijn voor een substantiële reductie, zoals agsproken bij de Tweede Ministers Conferentie.

bijdrage per land

Op basis van de gegevens, zoals weergegeven in Appendix I, kan een overzicht worden gegeven van de totale bijdrage vanuit de verschillende landen aan de verontreiniging van de Schelde. Een onderscheid is gemaakt naar bijdragen vanuit Frankrijk, België en Nederland. Bij de bijdragen vanuit Frankrijk is geen rekening gehouden met de bijdrage vanuit de Leie (Lys), vanwege het feit dat de waterafvoer van de Leie naar het Scheldebekken niet goed bekend was bij het uitvoeren van deze studie en de bijdrage aan de verontreiniging van de Schelde beperkt is (waarschijnlijk alleen fosfaat en COD, maximaal 5%).

De gegevens zijn vanwege de onduidelijkheden omtrent de nauwkeurigheid c.q. betrouwbaarheid niet aangegeven in percentages, maar in symbolen, zie tabel 4.1. Deze symbolen geven een rang van percentages aan. De volgende codering is gebruikt:

- ++ meer dan 50% bijdrage
- + tussen 33 en 50% bijdrage
- 0 tussen 15 en 33% bijdrage
- tussen 5 en 15% bijdrage
- minder dan 5% bijdrage

Tabel 4.1 Bijdrage per land aan de totale belasting van de Schelde

land	cad- mium	chro- om	ko- per	lood	zink	kwik	stik- stof	fos- faat	lin- daan	PAKs	BZV	CZV
Frankrijk	-	+	0	-	-	-	-	-	+	-	-	0
België	++	++	++	++	++	++	++	++	+	++	++	++
Nederland	--	--	--	--	--	--	--	-	--	0	-	-

Uit de resultaten zoals gepresenteerd in tabel 4.1, kan zonder meer worden geconcludeerd dat de belangrijkste bronnen van de meeste in de studie meegenomen stoffen zich bevinden op Belgisch grondgebied. De bijdrage van bronnen in Nederland zijn relatief gering (minder dan 5%) behalve voor PAK's (industriëel), fosfaat (industriëel en huishoudelijk) en BZV en CZV (huishoudelijk). De bijdrage van de bronnen in Frankrijk zijn ongeveer 10%, behalve voor chroom, linaan en COD. De bijdragen aan de verontreiniging van de Schelde zijn voor deze stoffen duidelijk hoger. De belangrijkste bronnen zijn gelegen aan de Spiere. De bijdrage van Frankrijk aan de koperbelasting is mogelijk overdreven, omdat geen gegevens bekend zijn van de rivier de Haine, die zich grotendeels op Belgisch grondgebied bevindt.

Het stroomgebied van de Schelde ligt in België voor het belangrijkste deel in het gewest Vlaanderen en omvat daarnaast het totale gewest Brussel. De bovenlopen van een aantal zijrivieren ontspringen in het gewest Wallonië. Maar gezien de door de IHE gepresenteerde gegevens blijken hier, behalve dan in het stroomgebied van de Haine, geen belangrijke bronnen van verontreiniging aanwezig te zijn. Het gewest Brussel heeft een duidelijk aantoonbare bijdrage aan de verontreiniging van de Schelde. De rivier de Zenne die het grootste deel van het oppervlaktewater uit dit gewest afvoert, is sterk verontreinigd. Dit heeft niet alleen te maken met de belasting met huishoudelijk afvalwater, maar ook met industriële belastingen, o.a. van PAK's.

bronnen van verontreiniging

In de Tweede Internationale Ministers Conferentie is een afspraak gemaakt omtrent de reductie (ongeveer 50%) van de belasting van de Noordzee met persistente, toxische en bio-accumulatieve stoffen en nutriënten. Teneinde een dergelijke reductie te bereiken binnen de gestelde tijd (voor 1995) dient inzicht te bestaan in de bijdragen van de verschillende bronnen aan de totale belasting. Op basis van de gegevens zoals uitgewerkt in Appendix I is een overzicht gegeven van deze bijdragen. Deze gegevens zijn gepresenteerd in tabel 4.2. De presentatie is om dezelfde redenen als bij tabel 4.1 in symbolen. Hierbij is dezelfde legenda aangehouden als bij tabel 4.1.

Tabel 4.2 Bijdragen van de verschillende bronnen van verontreiniging

bron	cad- mium	chro- om	ko- per	lood	zink	kwik	stik- stof	fos- faat	lin- daan	PAKs	BZV	CZV
natuurl	--	0	-	0	-	-	-	-		?	?	?
landb.	?	?	?	?	?	?	+	-	?	?	?	?
deposit	-	--	--	-	0	-	-	--	+	++		
huish.	--	--	0	--	-	--	+	++	--	--	++	+
ind.rio	-	-	+	+	+	--	?	?	?	?	?	?
non-pnt	0	+	++	++	++	0	++	++	+	++	++	+
ind.pnt	++	++	-	0	0	++	-	0	+	+	-	+
tot.ind	++	++	++	++	++	++	?	?	+	+	0	+

Op basis van de in tabel 4.2 gepresenteerde resultaten kan het volgende worden afgeleid:

- voor de zware metalen draagt de industrie meer dan 50% bij aan de totale belasting van de Schelde (tot.ind.); voor de verschillende metalen kan een onderscheid worden gemaakt naar het type lozing: cadmium, chroom en kwik worden grotendeels direct geloosd op het oppervlaktewater (ind.pnt); de metalen koper, lood en zink worden waarschijnlijk ook in niet onbelangrijke mate geloosd via de gemeentelijke riolering (ind.rio)
- de stikstofverontreiniging als totaal is niet goed te schatten; dit wordt waarschijnlijk vooral veroorzaakt door afbraakprocessen. In deze studie is een lage afbraakcoëfficiënt aangehouden die geldt voor zuurstofrijk oppervlaktewater; het is mogelijk dat in een aantal delen van het stroomgebied de afbraak onder zuurstofloze omstandigheden beduidend groter is. De relatieve bijdragen zijn afgeschat op basis van de totale bruto geschatte bijdragen; de bijdrage van de industrie is dus niet bekend. Duidelijk is dat de huishoudens en de landbouw belangrijke bronnen zijn.
- ook voor fosfaat geldt dat de totale vracht niet goed is te reproduceren; mogelijk is de geschatte sedimentatie in het stroomgebied te gering. De bijdragen zijn op dezelfde wijze geschat als bij stikstof. De fosfaatbelasting van huishoudens is wel degelijk van belang en daarnaast blijken ook industriële bijdragen (op basis van vergunningen) van belang te zijn



- de resultaten voor de organische micro-verontreinigingen zijn ruwe schattingen; industriële verontreinigingen zijn van belang (Spiere), maar ook depositie kan een belangrijke invloed hebben
- de BZV belasting is met name afkomstig van huishoudens, alhoewel op basis van gegevens van de VMZ ook de industrie nog een bijdrage in deze belasting heeft, met name via rioleringen
- de CZV belasting is afkomstig van huishoudelijke en industriële bronnen.

Teneinde de belasting van de Schelde naar de Noordzee met ongeveer 50% te reduceren zullen een aantal maatregelen moeten worden getroffen. Het zal duidelijk zijn dat de belangrijkste inspanning is gelegen in het reduceren van de belasting afkomstig van Belgisch grondgebied. De meest voor de hand liggende maatregelen zijn:

- 1) verbetering van het rioleringsstelsel en het uitbreiden van de zuiveringscapaciteit
- 2) reduceren van de industriële belastingen van industriële bronnen
- 3) reduceren van de diffuse belasting vanuit de landbouw

#### ad 1) rioolstelsel/zuiveringscapaciteit

De verbetering van het rioolstelsel en het uitbreiden van de zuiveringscapaciteit in het Vlaamse gewest, dat een iets groter gebied bestrijkt dan het stroomgebied van de Schelde, kost totaal ongeveer 171 miljard BF [Sobemap 1989]. Van dit bedrag moet ongeveer 118 miljard BF worden gefinancierd door gemeentes teneinde het rioleringsstelsel te verbeteren en ongeveer 53 miljard BF door de VMZ teneinde het centrale systeem van collectoren te verbeteren en nieuwe zuiveringsinstallaties te bouwen. Op basis van de gemiddelde investeringen over de laatste 7 jaar (\* 1,4 miljard BF/jaar) duurt het dus ongeveer 40 jaar voordat bovengenoemde investeringen van de VMZ zijn gerealiseerd.

Om een reductie van 50% te bereiken voor 1995 zullen de investeringen dus drastisch omhoog moeten. Een voorbeeld van zo een investeringsschema, waarbij in ieder geval de BZV en CZV belasting wordt gehalveerd, is gegeven in het Sobemap rapport [1989]. Het zuiveringsrendement voor stikstof, fosfaat en zware metalen is echter beduidend lager dan voor BZV en CZV. Een reductie van de BZV/CZV belasting met 50% betekent dat de zware metalen belasting met 30-35% afneemt en de stikstof- en fosfaatbelasting met 20%. Om de reductie van 50% te behalen voor met name stikstof en fosfaat dienen extra maatregelen te worden getroffen. In principe betekent dit dat de investeringen nog drastischer omhoog moeten dan is aangegeven in het Sobemap rapport.

Verbeteringen van het rioleringsstelsel en het uitbreiden van de zuiveringscapaciteit is ook nodig in het Franse en het Nederlandse deel van het stroomgebied. In Frankrijk wordt het afvalwater van ongeveer 300.000 inwoners vrijwel ongezuiverd geloosd. In Nederland wordt nog ongeveer 40% (270.000 inwoners) ongezuiverd geloosd.

#### ad 2) industriële bronnen

Het is duidelijk dat een 50% reductie van de belasting van met name zware metalen alleen te bereiken is als ook de industrie de belasting met 50% reduceert. Dit betekent dat de industriële lozingen op Frans grondgebied met name dienen te worden gereduceerd voor parameters als chroom, linaan en CZV (Spiere).

De industrie op Nederlands grondgebied dient met name de lozingen van PAK's (ACZC, Pechiney) en fosfaat (Hoechst) te reduceren.

Een reductie van de industriële bronnen op Belgisch grondgebied betekent niet alleen een reductie van de belasting vanuit industrieën die direct lozen op oppervlaktewater. Het is, met name vanwege de geringere zuiveringsrendementen voor zware metalen, noodzakelijk dat ook de lozingen van industrieën op de gemeentelijke riolering worden gereduceerd. Dit is verder uitgewerkt in paragraaf 5.4. lijkt het vrijwel onmogelijk om een dergelijke reductie te bereiken voor 1995.

### ad 3) landbouw

Op basis van de gegevens gebruikt in dit rapport wordt geconstateerd dat met name de bijdrage van stikstof vanuit de landbouw belangrijk is. In het Sobemap rapport wordt vermeld, dat alhoewel op een lokale schaal, ook de fosfaatbelasting vanuit de landbouw belangrijk kan zijn. Maatregelen moeten genomen worden om de overbemesting van landbouwgronden tegen te gaan. Het zal duidelijk zijn dat voor een efficiënte aanpak een goed overzicht noodzakelijk is van de bijdragen vanuit de verschillende regio's. Zo een studie wordt bijvoorbeeld in Nederland uitgevoerd door Rijkswaterstaat in het kader van het project "Stofstromen", waarbij de transporten en bronnen van verontreinigingen in Nederland worden geïnventariseerd en gekwantificeerd. Een dergelijke studie vergt veel tijd en het is de vraag of zo een studie in België nog kan leiden tot maatregelen die in 1995 al effect resorteren.

De conclusie op basis van de in dit hoofdstuk beschreven gegevens is, dat alhoewel er een duidelijk gebrek aan (goede) gegevens was in deze studie, de belangrijkste bronnen van verontreiniging kunnen worden getraceerd. De belangrijkste bijdragen blijken aanwezig te zijn op Belgisch grondgebied, zowel in het Vlaamse als in het Brusselse gewest. In ieder geval kan op basis van het huidige investeringsniveau ten aanzien van het verbeteren van de zuiveringscapaciteit van huishoudelijk afvalwater worden geconstateerd dat de reductie van 50% niet zal worden gehaald. Zelfs indien het investeringsniveau met een factor 4 à 5 wordt verhoogd [Sobemap 1989] zal voor een aantal stoffen, met name de nutriënten, de afgesproken reductie niet worden gehaald.

## 5. Evaluatie vergunningenstelsel

In dit hoofdstuk is een technische evaluatie gemaakt van het Belgische vergunningenstelsel (Vlaamse Gewest) voor industriële lozingen op oppervlaktewater. Verschillende aspecten van het stelsel worden behandeld waaronder de algemene principes (paragraaf 5.1), de mogelijkheden voor controle (paragraaf 5.2), de effectiviteit van sancties (paragraaf 5.3) en de mogelijkheden om te komen tot reducties van deze lozingen (paragraaf 5.4). Teneinde enige referentie te hebben met principe en werking van vergunningenstelsels in andere landen is een globale vergelijking gemaakt met de Nederlandse situatie.

### 5.1 Evaluatie vergunningen

Het Belgische vergunningenstelsel voor industriële lozingen is gebaseerd op een systeem van emissienormen. Onderscheid wordt gemaakt tussen lozingen op oppervlaktewater, riolering- en regenwaterstelsels. Deze studie heeft zich beperkt tot de lozingen op oppervlaktewater, maar in principe is het systeem voor lozingen op rioleringen of regenwaterstelsels gelijkloidend, zodat voor deze deelgebieden grotendeels overeenkomstige conclusies kunnen worden getrokken.

Een belangrijk probleem ten aanzien van dit vergunningenstelsel is dat het gebaseerd is op emissienormen en dat de terugkoppeling naar de effecten van de lozing op het oppervlaktewater marginaal zijn te noemen. In de wet zelf wordt dit aspect wel genoemd en is er ook, voor BZV, een verscherping van de norm als het om kleinere kanalen en rivieren gaat. Van een werkelijke terugkoppeling is echter geen sprake. Schrijnend voorbeeld hiervan is de reeds genoemde lozing van Tessenderloo Chemie. Deze industrie voldoet waarschijnlijk aan de vergunningsvoorwaarden, maar het door deze lozing veroorzaakte effect op het oppervlaktewater van de Grote Laak is dusdanig dat dit aan geen enkele waterkwaliteitsnorm (emissienorm) voldoet. Op termijn zal dit mogelijk kunnen worden verbeterd als de Algemene Waterkwaliteits Plannen (AWP) voor de verschillende regio's zijn uitgewerkt. In deze waterkwaliteitsplannen dient, naast een beschrijving van de waterkwaliteit, een inventarisatie te worden gemaakt van de (mogelijke) bronnen van verontreiniging. Daarnaast dienen in deze plannen ook maatregelen te worden aangegeven die tot doel hebben de verontreiniging te reduceren. De AWP die tot op dit moment zijn opgesteld beperken zich, waarschijnlijk gezien het gebrek aan gegevens, tot de organische belasting en nutriënten.

In de uitgegeven vergunningen worden een aantal niveau's van normen onderscheiden, die hierna worden behandeld:

- 1) algemene normen, geldig voor alle lozingen
- 2) sectoriële normen, geldig voor bedrijven in een bepaalde sector van de industrie
- 3) bijzondere normen, afhankelijk van de situatie kunnen normen worden gesteld o.a. voor extra parameters, een dag of maandgemiddelde waarde, etc.

ad 1) algemene normen

De algemene normen dienen toegepast te worden bij alle sectoren van de industrie. De algemene normen hebben betrekking op de parameters pH, BZV, zwevende en bezinkbare stoffen, en een som-parameter voor organische verontreinigingen. In de analysebepalingen zoals beschreven door het IHE [1985] wordt aangegeven dat het hier om een som-parameter gaat teneinde met name de concentraties oliën en vetten te bepalen. Het zijn dan ook bepalingen waarbij naast mogelijke organische microverontreinigingen ook andere verontreinigingen zoals minerale olie worden meegenomen. Deze som-parameter zal in de meeste gevallen waarschijnlijk geen goede maat zijn voor organische microverontreinigingen.

In het zogenaamde algemene reglement worden ook beschrijvingen gegeven van de sectoriële en bijzondere normen. Het algemene principe is dat de sectoriële en bijzondere normen niet minder stringent mogen zijn dan de algemene norm. Een uitzondering wordt echter gemaakt voor die gevallen waar geen commercieel toepasbaar zuiveringsprocedé beschikbaar is om aan de gestelde algemene normen te voldoen. Indien de sectoriële normen worden vergeleken met de algemene normen dan blijken de sectoriële normen regelmatig minder stringent te zijn. In een aantal gevallen betreft het hier industrieën (bijv. slachterijen) waar de afwijkende parameters zoals BZV en zwevende stof op eenvoudige wijze kunnen worden gezuiverd of aansluiting op het rioleringsstelsel kan worden geëist. Bij andere industrieën, zoals bijvoorbeeld de meststoffen-industrie levert zuivering gezien de aard van het afvalwater mogelijk problemen op. De vraag is dan of de normen, om economische redenen, bijgesteld dienen te worden of dat de industrie moet worden gedwongen om procesgeïntegreerde maatregelen te nemen.

ad2 sectoriële normen

In de vergunning van een bedrijf wordt aangegeven welke sectoriële norm voor dat bedrijf wordt toegepast. Op dit moment worden al meer dan 50 sectoren onderscheiden, iedere sector heeft weer zijn eigen set van normen. Naast concentraties worden referentie-volumes opgegeven teneinde een maximum debiet van de lozing te kunnen vastleggen. Dit referentie-volume wordt meestal gegeven in hoeveelheid afvalwater per ton geproduceerd product.

De sectoriële normen betreffen met name parameters die specifiek zijn voor een bepaalde tak van industrie. De vraag is op welke wijze deze normen worden vastgesteld, omdat ook bij de productie van één bepaald eindproduct verschillende typen basisproducten kunnen worden gebruikt en ook in verschillende processen kunnen worden toegepast. Genoemde aspecten hebben invloed op de uiteindelijke verontreinigingslast naar het oppervlaktewater. Voorbeelden hiervan zijn de titaandioxide-productie, waarvan bekend is dat het chloride-proces met name voor wat betreft de verontreiniging met chroom beduidend beter is dan het sulfaat-proces en de kunstmestindustrie (fosfaat), waarvan bekend is dat de cadmiumverontreiniging zeer sterk beïnvloed wordt door het cadmiumgehalte van het gebruikte erts.

Het zal duidelijk zijn dat er bedrijven zijn (bijv. fotografische industrie) die niet geheel voldoen aan de nu gedefinieerde sectoren. Daarnaast zijn er bedrijven die in een aantal verschillende sectoren kunnen worden ingedeeld.

Uit de vergunningen wordt niet duidelijk welke sectoriële normen worden aangehouden. De aangehouden normen zijn in ieder geval niet de meest stringentste sectoriële normen. In een aantal sectoriële normen worden verontreinigingen die wel degelijk in het afvalwater aanwezig zullen zijn niet genoemd. [University of London 1987] In principe wordt dit in het geval van specifieke parameters ondervangen door de algemene bepalingen, gebaseerd op Europese richtlijnen, die het lozen van bepaalde stoffen verbieden. Het is dan echter de vraag of deze parameters worden gecontroleerd. Gezien bovenstaande redenen kan dit systeem van sectoriële normen, dat als principe redelijk zou kunnen voldoen, bekritiseerd worden omdat het bepaalde punten niet adequaat dan wel inconsistent bepaalt.

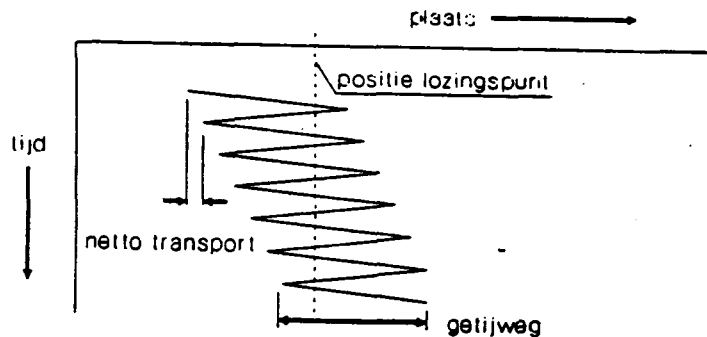
#### ad 3) bijzondere voorwaarden

Bijzondere voorwaarden kunnen worden gesteld als dit noodzakelijk is vanuit het oogpunt van waterkwaliteit of indien een nieuwe industrie wordt gepland in een stroomgebied dat reeds wordt belast door andere industrieën. In de geëvalueerde vergunningen worden de bijzondere voorwaarden vrijwel nooit voor bovengenoemde redenen gebruikt. Dit wordt onderschreven door het Sobemap rapport [Sobemap 1989]. Het Sobemap rapport gaat zelfs nog iets verder en constateert dat de VMZ niet de wetenschappelijke technieken heeft om het effect van lozingen op oppervlaktewater te kunnen evalueren. Deze conclusie wordt in het Sobemap rapport niet echt onderbouwd. Op basis van de beschikbare vergunningen kan echter wel een voorbeeld ter onderbouwing van bovenstaande conclusie worden gegeven.

Dit voorbeeld is de vergunning van NV BASF Antwerpen (dd 1985) waarin bijzondere voorwaarden zijn opgenomen ten aanzien van de toegestane maximumconcentraties afhankelijk van de getij-fase in het ontvangende oppervlaktewater, de Zeeschelde. De verschillen tussen deze maximumconcentraties zijn substantieel, voor sommige stoffen, o.a. cadmium en fluor scheelt dit meer dan een factor 10. De volgende opmerkingen kunnen ten aanzien van de uitgangspunten van deze bijzondere voorwaarden worden gemaakt:

- indien het mogelijk is om tijdens doortij en opgaand tij de concentraties te verlagen (dus over een periode van zo'n 6 uur), waarom kan deze verlaging dan niet over de gehele periode worden toegepast
- het is de vraag in hoeverre de voorwaarden op zich toepasbaar zijn, omdat het werkelijk optredende getij, vooral door meteorologische invloeden, zal afwijken van het voorspelde getij; alleen het voorspelde getij is genoemd in de vergunning en de afwijkingen kunnen oplopen tot één of twee uur
- een waterdeeltje in de Zeeschelde is onderhevig aan getij en de zoetwaterafvoer van de Schelde. Het effect van het getij is dat een waterdeeltje over de zogenaamde getijweg heen en weer wordt bewogen door eb- en vloedstroom. Tengevolge van de rivierafvoer zal het deeltje echter getijgemiddeld een zekere afstand afleggen in zeevaartse richting. De getijweg in de Schelde is ongeveer 15 km en is relatief constant. Het nettotransport tengevolge van de rivierafvoer is afhankelijk van het zoetwaterdebiet en varieert tussen 0,25 km per dag bij lage afvoeren (25 m<sup>3</sup>/) tot 4 km per dag bij hoge afvoeren (400 m<sup>3</sup>/s). Tengevolge van de getijbeweging en het relatief geringe netto transport zal een waterdeeltje de riviersectie waar de lozing plaatsvindt meerdere keren passeren.

Figuur 5.1      Beweging van een waterdeeltje onder invloed van getij en netto rivierafvoer



Zoals bovenstaande figuur ook duidelijk aangeeft zal een waterdeeltje de doorsnede waarin de lozing wordt gepleegd een aantal malen passeren. Het zal duidelijk zijn dat door het geringe netto-transport ten gevolge van de bovenafvoer, het waterdeeltje de doorsnede van de lozing een groot aantal malen passeert. Het maakt dan niet meer uit of de toale belasting verdeeld over de gehele periode of stootsgewijze alleen in de ebperiode (afgaand tij) wordt geloosd. Het uiteindelijke effect op het oppervlaktewater blijft dan gelijk. Het is mogelijk dat deze voorwaarde in de vergunning is gekomen, omdat men het idee had dat het geloosde afvalwater in de vloedperiode mogelijk in de Antwerpse havens terecht zou kunnen komen: de Zandvlietsluizen, waar in de vloedperiode water wordt ingenomen, liggen in de richting waarin het afvalwater bij vloed wordt getransporteerd. Gezien het feit dat de lozing een eind uit de oever wordt geloosd en op een diepte van zo'n 14 meter, wordt ook deze mogelijke uitleg discutabel. Op basis van het bovenstaande kan de in het Sobemap rapport getrokken conclusie wel worden onderschreven.

Het is duidelijk dat een goede inventarisatie en controle van lozingen alleen mogelijk is als het grootste c.q. belangrijkste deel van de industrie is geïnventariseerd en voorzien van een vergunning. Van de 13.000 bedrijven in het gebied van de VMZ hebben ongeveer 1400 bedrijven een vergunning. Van de geïdentificeerde prioritaire bedrijven (~800) heeft ongeveer 90% een vergunning. Een bedrijf is prioritair als het meer loost dan 500 inwoner-equivalenten of een aanzienlijk effect heeft op de waterkwaliteit. In het Sobemap rapport wordt aangegeven dat verwacht mag worden dat het uiteindelijke aantal prioritaire bedrijven veel hoger uitkomt: ongeveer 20%, dus zo'n 2600 bedrijven. Dit betekent dat zo'n 1800 vermoedelijk prioritaire bedrijven nog geen vergunning hebben. Op basis van de huidige jaarlijkse afgaven van vergunningen (ongeveer 300 per jaar) zal alleen het afgeven van vergunningen aan deze bedrijven al zo'n 6 jaar vergen. Het zal duidelijk zijn dat voordat alle bedrijven een vergunning hebben verkregen, verschillende decades gepasseerd zullen zijn.

## 5.2 Mogelijkheden voor controle

De controle van de vergunningen is gebaseerd op een monstername-programma dat is vastgesteld door de Raad van Bestuur van de VMZ. De controle wordt alleen uitgevoerd bij industrieën die een vergunning hebben. De prioritaire bedrijven worden 4 maal per jaar bemonsterd, de overige bedrijven slechts één maal per jaar. Er is een duidelijk verschil in het aantal bemonsteringen tussen 1987 en 1988 [VMZ 1988]. Het is niet duidelijk of dit monsters betreft in het kader van het controleren van de vergunning of voor het vaststellen van de bijdrage in de zuiveringskosten van de VMZ.

De belangrijke controles, ongeveer 20% van het totaal, zijn beschreven in officiële rapporten. In ongeveer 15% van deze gevallen treedt overtreding op van de vergunning. De vraag is waarom dit onderscheid wordt gemaakt in belangrijke en niet belangrijke controles. Het is goed mogelijk dat bij de overige 80% als onbelangrijk aangemerkte controles overtredingen van lozingsvergunningen optreden. Sancties tegen bedrijven zijn juridisch alleen mogelijk als een officieel rapport is van de monstername en de resultaten gemaakt is.

Uit resultaten van onderzoek van het ICWS in het kader van het Project Onderzoek Rijn [ICWS 1989] en in onderzoeken naar lozingen van specifieke industrieën [WL 1987 en 1988] is geconstateerd dat zeer grote variaties optreden in lozingsconcentraties. Dat wil zeggen dat als een redelijk betrouwbare controle op vergunningen moet worden uitgevoerd, het aantal bemonsteringen per jaar zal moeten toenemen. Indien dit vertaalt wordt naar een 50% reductie van de belasting dan kan op basis van trendanalyse en de redelijke aanname dat de spreiding in de lozingsconcentratie van de bedrijven ongeveer 50% is, het volgende worden afgeleid: teneinde met een betrouwbaarheid van 95% en een detectiekans van 80% een reductie van 50% te traceren dienen in de beschouwde periode minimaal 100 monsters te worden genomen. Om een 50% reductie over 5 jaar dus te kunnen traceren dienen, op basis van een 50% spreiding in de momentane vracht van het bedrijf, ongeveer 20 monsters per jaar te worden genomen [WL 1985].

## 5.3 Effectiviteit van sancties

In het jaarrapport van de VMZ [VMZ 1988] zijn het aantal controle-metingen genoemd, waarbij de vergunningsvoorwaarden zijn overschreden. Indien een officieel rapport is gemaakt van deze controle-meting kunnen juridische stappen worden ondernomen. De VMZ heeft geen officiële gegevens omtrent het aantal van deze procedures en omtrent het resultaat van deze procedures [Sobemap 1989]. Op basis van de beschikbare informatie is het aantal gevallen waarin juridische stappen zijn genomen gering, zeker in relatie tot het aantal geconstateerde overtredingen.

De juridische sancties die mogelijk zijn bij een overtreding zijn een gevangenisstraf van maximaal een half jaar en een boete van maximaal 300.000 BF. De gestelde boete is gering met name in vergelijking met de omzet van een aantal grote bedrijven. De vraag is in hoeverre dit soort juridische sancties effectief zijn.

Na onderzoek naar de oorzaken van het reduceren van de industriële verontreinigingsbelasting in Nederland en Duitsland is geconstateerd, dat deze reductie niet zozeer was toe te schrijven aan het vergunningenstelsel, maar aan het heffingenstelsel. In Nederland wordt een heffingensysteem toegepast dat niet alleen geldt voor de BZV-belasting, maar ook voor zware metalen. Het gaat dan in het bijzonder om lozingen op het rioleringsstelsel. Uit dit onderzoek blijkt dat er een goed verband is tussen de hoogte van de heffing en de reductie van de lozingen. Zoals al eerder is opgemerkt is het gehalte zware metalen in zuiveringsslib in Nederland ongeveer 5 maal lager dan in België.

In het Sobemap rapport worden een aantal mogelijkheden gegeven om in ieder geval de heffing voor de BZV-belasting te verhogen. De verhoging van deze kosten is gebaseerd op het meenemen van de investeringskosten in de zuiveringskosten. In de huidige toestand dient de gewestelijke overheid, c.q. de centrale overheid, de investeringskosten voor zuiveringsinstallaties te financieren. De extra kosten die gemaakt moeten worden voor een verantwoorde opslag/verbranding van het verontreinigde zuiveringsslib worden hierbij helaas niet genoemd. Op dit moment worden namelijk de bovengenoemde kosten nog niet verhaald op de eigenlijke veroorzakers.

#### 5.4 Mogelijke maatregelen en effecten van reducties

De belasting van de Schelde is afkomstig van een aantal verschillende verontreinigingsbronnen. Teneinde een 50% reductie in de verontreinigingsbelasting te bereiken op korte termijn, zullen met name de bronnen die het meest bijdragen moeten worden gesaneerd. Op de lange termijn zullen echter alle bronnen van verontreiniging moeten worden gereduceerd teneinde alleen al aan de huidige waterkwaliteits-normen te voldoen. Het is de verwachting dat de waterkwaliteitsnormen nog verder verscherpt zullen worden. Teneinde het effect hiervan aan te geven is naast een vergelijking met de huidige waterkwaliteitsnormen, een vergelijking gemaakt met recent ontwikkelde ecotoxicologische normen voor de waterkwaliteit [Rijkswaterstaat 1989]. Op basis van dit soort vergelijkingen kan enigzins aan worden gegeven welke reducties met name op lange termijn nodig zijn voor hetgeen in de stukken van de Tweede Ministers Conferentie omschreven wordt als: "een oppervlaktewater dat ontwikkelingskansen biedt voor aquatisch leven en de ecologische waarden beschermd van predatoren? buiten de grenzen van het oppervlaktewater."

##### korte termijn

Teneinde op korte termijn een reductie te bereiken van de belasting van de Schelde zijn de volgende maatregelen noodzakelijk:

- verbetering van het rioleringsstelsel en het uitbreiden van de zuiveringscapaciteit
- een reducering van de diffuse belasting vanuit de landbouw
- een reducering van de industriële puntbronnen op oppervlaktewater
- een reducering van de industriële puntbronnen op de riolering



De maatregelen die samenhangen met de eerste twee genoemde punten zijn behandeld in paragraaf 4.7. Gezien het feit dat een vergunningenstelsel niet effectief lijkt om te komen tot een reductie van lozingen vanuit industriële bronnen lijkt een heffingensysteem, in ieder geval voor industriële lozingen op rioleringen, voor de hand te liggen. De vraag is dan natuurlijk in hoeverre dit op korte termijn realiseerbaar is, omdat dan natuurlijk de grond voor de heffing bepaald moet worden. Mogelijk kan het principe van de omkering van de bewijslast hierbij van dienst zijn. Het bedrijf wordt aangeslagen op basis van algemene parameters en moet maar bewijzen dat men hier in positieve zin van afwijkt.

In Nederland en West-Duitsland is ook een heffingensysteem voor lozingen op oppervlaktewater. In Nederland wordt bij de bepaling van de heffing voor de lozingen op Rijkswater, alleen uitgegaan van de BZV-belasting van het oppervlaktewater. De inkomsten van de heffingen worden in principe weer uitgekeerd vooral voor subsidies. In West-Duitsland is ook een heffing ingevoerd op de lozingen van zware metalen. Het Nederlandse vergunningenstelsel is voor wat betreft de normen veel minder uitgebreid dan het Belgische vergunningenstelsel. De controle is met name bij de grotere bedrijven frequenter (8 tot 12 maal per jaar). Evenals in België komen overtredingen van de vergunningen regelmatig voor, maar tot op heden worden vrijwel nooit juridische sancties uitgevoerd. Gezien de internationale ontwikkelingen op het gebied van het Rijn-overleg (Rijn-Actie-Plan) is echter veel meer druk op de Nederlandse overheid, om met name lozingen in het Rijn stroomgebied aan te pakken. Een aantal reducties van lozingen, met name zware metalen, is inmiddels geëffectueerd of wordt ruim voor 1995 geëffectueerd. De saneringen van lozingen van organische micro-verontreinigingen zijn nog in een beginstadium.

Gezien het bovenstaande worden de kansen dat op basis van het huidige vergunningenstelsel in België substantiële reducties van lozingen op oppervlaktewater kunnen worden bereikt, vrij gering geacht. De oplossingen kunnen beter worden gezocht in een heffingensysteem, waarbij naast BZV ook andere parameters worden meegewogen, dan wel een internationale overeenkomst tussen Frankrijk, België en Nederland: een Schelde-Actie-Plan. Het is mogelijk dat ook het internationale overleg in het kader van de Ministers Conferentie een positieve invloed heeft. Maar gezien het feit dat tot op heden nog geen concrete maatregelen zijn genomen om de 50% reductie te bereiken doet dit tot nadenken stemmen.

#### lange termijn

Teneinde enigszins te kunnen aangeven wat de verwachtingen zijn ten aanzien van de in de toekomst nog uit te voeren verdere reducties van belastingen is een vergelijking gemaakt met een aantal waterkwaliteitsnormen. Hierbij zijn de gemiddelde en maximale waarden van de in dit rapport behandelde parameters, gemeten bij het meetpunt Doel over de periode 1984-1987, vergeleken met de basis-waterkwaliteitsnormen [Heyman, 1989] en pas ontwikkelde ecotoxicologische normen. Deze ecotoxicologische normen dienen meer gezien te worden in het licht van de ontwikkeling van waterkwaliteitsnormen op langere termijn dan als werkelijk geheel uitgediscussieerde waarden voor een "no-effect" niveau. De resultaten van deze vergelijking zijn gepresenteerd in tabel 5.1. Bij het bepalen van de ecotoxicologische normen is een zwevend stofgehalte aangehouden van 30 mg/l.

Tabel 5.1 vergelijking waterkwaliteitsgegevens met normen

parameter	basic norm Belgium	ecotox. normen	gem. waarde Doel 84/87	max. waarde Doel 84/87
BZV	A ≤ 6 mg/l		2,9	7,4
CZV	A < 30 mg/l		59	93
zuurstof	A ≥ 5 mg/l		4,0	0,3 min
ammonium-N	G < 1 mg/l (N)		1,9	
	A < 5 mg/l (N)			4,8
Kjeldahl-N	A < 6 mg/l (N)		3,9	8,4
nitra/nitri	A ≤ 10 mg/l (N)		4,3	6,4
fosfaat-tot	G < 0,3 mg/l (P)		0,85	
	A < 1 mg/l (P)			1,74
cadmium-tot	A ≤ 2,5 ug/l	0,13	0,93	3,32
chrom-tot	A ≤ 50 ug/l	24	19,1	59,2
koper-tot	A ≤ 30 ug/l	3,1	39	310
lood-tot	A ≤ 50 ug/l	25	9,5	13,8
zink-tot	A ≤ 200 ug/l	28	120	330
kwik-tot	A ≤ 0,5 ug/l	0,03	0,41	3,75
PAK's	M ≤ 100 ng/l tot	100	155	137 (M)
lindaan	M ≤ 10 ng/l ind	100	30	26 (M)

A=alle waarden; G=de gemiddelde waarde; M=de mediaan; min=minimum

Op basis van de gegevens gepresenteerd in bovenstaande tabel 5.1 volgt dat voor vrijwel alle genoemde parameters de basis-waterkwaliteitsnormen worden overschreden. Zelfs in het geval van een 50% reductie van de lozingen zullen er nog een aantal parameters zijn, namelijk CZV, fosfaat, kwik, lindaan en mogelijk koper (gegevens niet echt betrouwbaar), waarvoor de basis-kwaliteitsnormen nog ruim worden overschreden. De vergelijking met de ecologische normen geeft aan dat voor met name de zware metalen kwik en cadmium nog zeer grote reducties zullen moeten worden toegepast om ook aan deze normen te kunnen voldoen. De voorgestane 50% reductie in het kader van de afspraken van de Noordzee-staten is dus slechts een eerste begin van veel drastischere reducties van 90% of meer ten opzichte van het huidige niveau.

## 6. Conclusies en aanbevelingen

De conclusies die op basis van de in dit rapport gepresenteerde resultaten kunnen worden getrokken zijn vermeld in paragraaf 6.1. De aanbevelingen zijn opgenomen in paragraaf 6.2 en geven vooral aan welke maatregelen noodzakelijk zijn om op korte termijn te komen tot reductie in de belasting van de Schelde en een beter inzicht in de bijdragen van de verschillende bronnen.

### 6.1 Conclusies

De belangrijkste conclusies ten aanzien van de bronnenstudie zijn:

- het stroomgebied van de Schelde is zwaar verontreinigd; in een groot deel van het stroomgebied wordt niet voldaan aan de basis-waterkwaliteitsnormen van oppervlaktewater, en in een aantal gebieden zijn de kansen voor een goede ontwikkeling van aquatische levensgemeenschappen nihil
- de meetfrequentie van het monitoring netwerk van het IHE is voor de meeste meetstations te gering om een goed beeld te krijgen van de variaties van de waterkwaliteit en betrouwbare uitspraken te kunnen doen over gemiddelde concentraties en verontreinigingsvrachten
- het aantal bemonsterde parameters in het netwerk van de IHE is op de stations op de grenzen met Nederland en Frankrijk op een redelijk niveau in vergelijking met andere Noordzee-staten; het aantal bemonsterde parameters op stations op Belgisch grondgebied zijn echter niet compleet; om deze reden is voor een aantal verontreinigingen geen uitspraak te doen over de geografische ligging van een aantal belangrijke bronnen
- uit de waterkwaliteitsgegevens volgt dat de belasting van de Schelde met verontreinigingen zoals BZV en nutriënten verspreid is over het stroomgebied; voor een aantal verontreinigingen zoals cadmium en chroom zijn bronnen aan zijrivieren of in de Antwerpse regio vast te stellen
- de belangrijkste bronnen van verontreiniging in het stroomgebied van de Schelde bevinden zich met een enkele uitzondering op Belgisch grondgebied; vanaf Frans grondgebied zijn de bijdragen aan de chroom en linaan verontreiniging zeker niet te verwaarlozen, voor Nederlands grondgebied is de bijdrage van PAK's
- op basis van schattingen van de bijdragen van verschillende bronnen kan worden geconcludeerd dat de lozingen van huishoudens de belangrijkste bron zijn voor BZV en de industriële lozingen de belangrijkste bron voor zware metalen
- de belangrijkste bronnen van nutriënten zijn voor stikstof de huishoudens en de landbouw (overbemesting) en voor fosfaat vooral de huishoudens en daarnaast de industrie; het is mogelijk dat fosfaat-belasting vanuit landbouw op lokaal niveau een belangrijke bron is

- de belangrijkste bronnen voor de zware metalen cadmium, chroom en kwik zijn industriële lozingen op oppervlaktewater; de bronnen voor de zware metalen koper, lood en zink zijn waarschijnlijk de industriële lozingen op de gemeentelijke riolering en speciaal voor koper is waarschijnlijk ook de huishoudelijke bijdrage (uitloging leidingen) van belang.

De belangrijkste conclusies voor wat betreft de evaluatie van het vergunningenstelsel en de mogelijkheden voor reducties van de verontreinigingsbelasting zijn:

- het vergunningenstelsel in België is gebaseerd op emissienormen en er is praktisch gezien vrijwel geen terugkoppeling met immissienormen; voorbeelden hiervan zijn o.a. de lozing van Tessenderloo Chemie en de lozingen van kwik op de Zeeschelde
- het vergunningenstelsel is gebaseerd op sectoriële normen; het aantal uitzonderingen op de algemene normen is aanzienlijk, ook in het geval van parameters (BZV, zwevend stof), die met bekende processen eenvoudig te zuiveren zijn
- het Sobemap rapport concludeert dat de VMZ geen wetenschappelijke methoden beschikbaar heeft om de invloed van lozingen op het oppervlaktewater te bepalen; een poging daartoe (NV BASF, vergunning 1985) kan als mislukt worden beschouwd
- het aantal controlemetingen in het kader van de vergunning is te laag om de optredende variaties in de geloosde concentraties en vrachten goed te kunnen volgen en om een redelijk betrouwbare uitspraak te doen over de geloosde vracht verontreinigingen
- er is geen adequate registratie van alle controles en er is geen registratie van juridische procedures in het geval van overtredingen van lozingsvergunningen; gezien het opgegeven aantal overtredingen en het geringe aantal sancties is de effectiviteit van de sancties twijfelachtig
- slechts een beperkt aantal industrieën hebben een vergunning, en het huidige aantal vergunningverleningen is onvoldoende om op korte termijn in ieder geval de belangrijkste industrieën van een vergunning te voorzien en oude vergunningen periodiek te herzien
- op basis van het huidige investeringsniveau van de VMZ is geen 50% reductie mogelijk van het aandeel van huishoudelijke lozingen; zelfs op basis van het in het Sobemap voorgestelde investeringsniveau (ongeveer 5 maal hoger dan het huidige niveau) is voor stikstof en fosfaat deze reductie niet haalbaar
- gezien het huidige niveau van verontreiniging en de geringe afname van de verontreinigingsvrachten is een 50% reductie van de industriële lozingen voor 1995 niet waarschijnlijk

## 6.2 Aanbevelingen

Op basis van de resultaten van dit rapport kunnen de volgende aanbevelingen worden geformuleerd:

- het waterkwaliteitsmonitoring-systeem in België zal moeten worden geëvalueerd. Dit mede gezien het feit dat naast het IHE ook de VMZ een monitoring-systeem aan het opzetten is. Een belangrijk aspect hierbij is het vaststellen van het doel van het monitoring-systeem; dit bepaalt uiteindelijk de meetfrequentie en de hoeveelheid te bemonsteren parameters
- gezien de positieve resultaten in Nederland en West-Duitsland van de verhoging van verontreinigingsheffingen op de verontreinigingsbelasting lijkt invoering hiervan ook in België gewenst om zonder enorme inspanningen van de VMZ in het vergunningenstelsel toch te komen tot reducties in de verontreinigingsbelasting
- de investeringen in rioolwaterzuiveringsinstallaties en het rioleringsstelsel zullen moeten toenemen; gezien de problemen met de financiering van deze operatie lijkt het afwentelen van de investeringskosten van de installaties en het rioleringsstelsel op de vervuiler (huishoudens en industrie), één van de voorstellen uit het Sobemap rapport, een goede mogelijkheid
- internationaal overleg tussen Frankrijk, België en Nederland zou mogelijk kunnen bijdragen tot een versnelde reductie van de verontreinigingsbelasting, niet alleen op Belgisch maar ook op Frans en Nederlands grondgebied; in principe kan eenzelfde vorm worden gekozen als bij het Rijn-Aktie-Plan



## Literatuur

### **Antwerpse zeediensten,**

Ministerie van openbare werken, bestuur der waterwegen  
"De afvoer van de Schelde in 1984, 1985, 1986, 1987"  
Verslag nr. AZ. 85/01, 86/01, 87/01, 88/02

### **Belmans, H.**

"Verdieping en Onderhousbaggerwerken in Wester- en Zeeschelde"  
Water nr 43 pp 184-194  
november/december 1988

### **Claessens, J.**

"Het hydraulisch regime van de Schelde"  
Water nr 43 pp 163-169  
november/december 1988

### **Coördinatie Commissie Uitvoering Wet Verontreiniging**

Oppervlaktewateren (CUWVO)  
"Diffuse bronnen van waterverontreinigingen"  
CUWVO rapport werkgroep VI  
september 1986

### **DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV**

"Diffuse bronnen van waterverontreiniging in het Rijnstroomgebied"  
rapport C-0266-10-001  
juni 1988

### **Goethals, Dr. Sc. K.**

"Evolutie van de kwaliteit van het Scheldewater: aanvullende  
gegevens tot en met 1985"  
Water, mei/juni 1988, nr 40, pp 81-91

### **Heyman, J. en Smout, L.**

"Wetboek afval en water in Vlaanderen"  
VZW Water, Energie en Leefmilieu  
Kluwer rechtswetenschappen  
Antwerpen 1989 (3<sup>e</sup> uitgave)

### **Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie**

Ministerie van Volksgezondheid en van het Gezin  
"De waterkwaliteit van de Schelde, periode 1977-1978"  
deel A en B

### **Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie**

Ministerie van Volksgezondheid en van het Gezin  
"Analysemethoden voor water"  
rapport D/1985/2505/1  
1985





Literatuur, vervolg

**Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie**

Ministerie van Volksgezondheid en van het Gezin  
"Meetnet van de waterkwaliteit van de belgische  
oppervlaktewateren in 1984, 1985, 1986, 1987"  
analyseresultaten  
1984/1985/1986/1987

**Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie**

Ministerie van Volksgezondheid en van het Gezin  
"De biologische kwaliteit van de waterlopen in België,  
een balans voor 1985"  
tweede uitgave, 1986

**Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie**

Ministerie van Volksgezondheid en van het Gezin  
"Kaarten van de chemische kwaliteit van de waterlopen in België  
voor 1985"  
september 1986

**Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie**

Ministerie van Volksgezondheid en van het Gezin  
"Evolutie van de waterkwaliteit van de Schelde in de periode 1977-  
1985"  
Brussel, 1985

**International Centre of Water Studies**

"Fliessende Welle Schelde, augustus 1983"  
ICWS-rapport 86.01  
juni 1986

**International Centre of Water Studies**

"Project Onderzoek Rijn (POR), Verslag van fase II van het  
Technisch Onderzoek, Zware metalen; inclusief beschrijving fase III  
ICWS-rapport 89.02  
maart 1989

**Internationale Scheldewerkgroep**

"Schone Schelde"  
uitgave Internationale Scheldewerkgroep  
oktober 1984

**Internationale Scheldewerkgroep**

"De Schelde belicht en gewogen"  
uitgave Zeeuwse Milieufederatie  
augustus 1985



## Literatuur, vervolg

### **Internationale Scheldewerkgroep**

"Aktieplan voor verbetering van de waterkwaliteit van de Schelde"  
uitgave Zeeuwsé Milieufederatie  
november 1988

### **Kelchtermans, Th.**

"Milieu natuurlijk, Mina plan 2000; analyse en voorstellen voor een vernieuwd vlaams milieu en natuurbeleid"  
Ministerie Vlaamse Gemeenschap D/1989/5433/1  
1989

### **Lavrysen, L.**

"Milieuvergunningstelsels in België en de buurlanden, overeenkomsten en verschillen"  
deel I: TBP, jan. 1988, pp 6- 17  
deel II: TBP, feb. 1988, pp 59- 67  
deel III: TBP, mrt. 1988, pp 119-126  
en: TBP, apr. 1988, pp 192-197

### **Ockier, P. en Bossche, F. van den**

"Productie, behandeling en eindbestemming van het zuiveringslib in Vlaanderen, 1985-1987"  
Water nr 41 pp 113-115  
juli/augustus 1988

### **Reinwater en Bond Beter Leefmilieu**

"De Schelde, Vlaamse delta ekologisch rampgebied"  
Amsterdam, Brussel  
juli 1989

### **Rijkswaterstaat, RijksInstituut voor Zuivering van Afvalwater**

"Waterkwaliteitsaspecten van de Westerschelde: een rapportage over de jaren 1972-1977"  
nota en bijlage nr. 81.049  
oktober 1981

### **Rijkswaterstaat, RijksInstituut voor Zuivering van Afvalwater**

"De waterkwaliteits van de Westerschelde in de periode 1964-1981"  
nota nr. 82.063  
augustus 1982

### **Rijkswaterstaat, RijksInstituut voor Zuivering van Afvalwater**

"Dwarsraai onderzoek Westerschelde 1982"  
nota en bijlage nr. 85.06  
maart 1985



Literatuur, vervolg

**Rijkswaterstaat, RijksInstituut voor Zuivering van Afvalwater**  
"Kansen voor waterorganismen; een ecotoxicologische onderbouwing  
voor waterkwaliteitsdoelstellingen van water en waterbodem"  
deel 1 en 2  
nota 89.016a en 89.016b  
april 1989

**Scheele, R.J., Colijn, C.J., Westen, van C.J.**  
"Beleid en onderzoek ten behoeve van de Westerschelde"  
Milieu, 1987, nr 3, pp 101-106

**Sibbles, P.L.**  
"Afvalwaterzuivering in België: Het verschil tussen wet en  
werkelijkheid"  
Geografisch Instituut Rijks Universiteit Utrecht  
Utrecht  
februari 1988

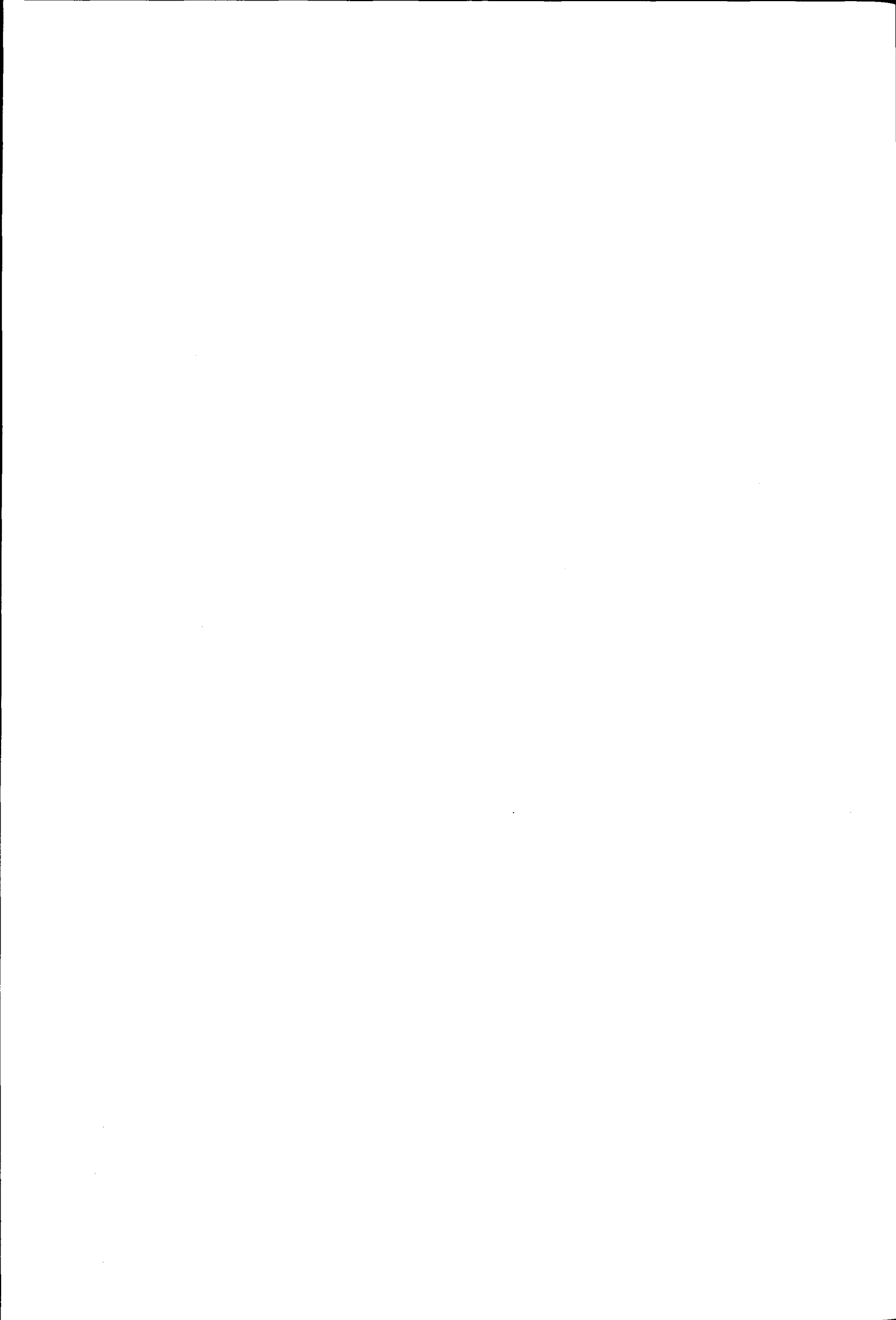
**Sobemap**  
"Werking van de Vlaamse Maatschappij voor waterzuivering (VMZ)"  
rapport no ac 2488/7  
mei 1989

**SRI International**  
"Directory of chemical producers in western Europe, 1987"  
volume 1 en 2  
SRI-international  
1987

**University of London, Queen Mary College**  
"The Scheldt Estuary: Monitoring programmes and environmental  
protection"  
Published by Greenpeace  
1987

**Verschuieren, K.**  
"Handbook on environmental data on organic chemicals"  
Van Nostrand Reinhold Company  
New York, 1983

**Vlaamse Waterzuiveringsmaatschappij**  
Jaarverslag 1986  
1986



Literatuur, vervolg

**Vlaamse Maatschappij voor waterzuivering**  
Jaarverslag 1988  
1988

**Waterloopkundig Laboratorium**  
"Inventarisatie en geochemisch gedrag van zware metalen in de Schelde en Westerschelde"  
verslag onderzoek M1640 / M1736  
december 1981

**Waterloopkundig Laboratorium**  
"Waterkwaliteitsmodel Rijn, datarapport; gegevensverzameling en analyse ten behoeve van de modellering van zuurstof- en nutriënten huishouding"  
verslag onderzoek R1056-VI  
juli 1981

**Waterloopkundig Laboratorium**  
"Inventariatie van methodiëken voor het kwantitatief onderzoek van afvalwater lozingen"  
verslag onderzoek R1985  
juni 1985

**Waterloopkundig Laboratorium**  
"Zware metalen balans Rijn, fase 1: inventariserende studie"  
verslag onderzoek R2266-T138  
april 1986

**Waterloopkundig Laboratorium**  
"Invloed lozingen T.D.F. Tiofine op water- en bodemkwaliteit van de Nieuwe Waterweg"  
verslag onderzoek T260-1  
september 1987

**Waterloopkundig Laboratorium**  
"Invloed van de lozingen van de kunstmestindustriëen UKF en Windmill op de water en bodemkwaliteit van Nieuwe Maas en Nieuwe Waterweg"  
verslag onderzoek T260-2  
1988

**Waterloopkundig Laboratorium**  
"Project Onderzoek Rijn, Fase 2, Zware metalen balans Rijn"  
verslag onderzoek T138, deel 1  
april 1989





Literatuur, vervolg

Waterschap Rijnland  
Jaarverslag 1988  
Leiden, 1989

Waterschap Zuid Hollandsche Eilanden en Waarden  
Jaarverslag 1988  
Rotterdam, 1989



Appendix I Schattingen bijdragen van verschillende bronnen

**Natuurlijke achtergrond**

componenten	cad- mium	chroom	koper	lood	zink	kwik	stik- stof	fos- faat	lin- daan	PAK's	BZV	CZV
opgelost (ug/l)	0,025	0,5	2,0	0,35	6	0,002	-	-	-			
particulair (mg/kg)	0,25	75	15	25	80	0,2	-	-	-			
totaal (kg/ha/j)							4	0,5				
opgelost (ton/j)	0,12	2,4	9,6	1,7	28,4	0,01	-	-	-			
particulair (ton/j)	0,20	60	12	20	64	0,16	-	-	-			
natuurlijk (ton/j)	0,29	62	22	22	92	0,17	5000	625	-			

**Bijdrage uit landbouw**

componenten	cad- mium	chroom	koper	lood	zink	kwik	stik- stof	fos- faat	lin- daan	PAK's	BZV	CZV
uitspoeling(kg/ha/j)	-	-	-	-	-	-	40	1,0	-	-	-	-
landbouw (ton/j)	-	-	-	-	-	-	50.000	1.240	-	-	-	-

**Bijdrage van atmosferische depositie**

componenten	cad- mium	chroom mium	koper	lood	zink	kwik	stik- stof	fos- faat	lin- daan	PAK's	BZV	CZV
depositie (kg/km2/j)	1,0	2,0	15	20	105	0,5	5000	500	0,05	1,5	-	-
afspoeling (-)	0,05	0,025	0,025	0,025	0,05	0,025	0,05	0,025	0,15	0,025	-	-
depositie (ton/j)	1,0	1,0	7,8	10,4	110	0,26	5200	260	0,16	0,78	-	-



Appendix I vervolg

**Bijdrage van huishoudelijk afvalwater**

componenten	cad- mium	chrom	koper	lood	zink	kwik	stik- stof	fos- faat	lin- daan	PAK's	BZV	CZV
belasting (mg/ie/j)	50	200	6500	900	8000	20	3360000	840000	13	16	19,7E6	49,3E6
zuiveringsrende. (%)	60	60	70	60	70	70	40	35	40	95	0,9	0,8
gezuiverd (ton/j)	0,05	0,13	3,1	0,6	3,8	0,01	3225	874	0,01	0,001	3152	15776
ongezuiverd (ton/j)	0,25	1,02	33,2	4,6	40,8	0,10	18480	4620	0,07	0,08	108350	271150
huishoudelijk(ton/j)	0,30	1,15	36,3	5,2	44,6	0,11	21705	5494	0,08	0,08	111502	286926

**Bijdrage industriële bronnen op rioleringen**

componenten	cad- mium	chrom	koper	lood	zink	kwik	stik- stof	fos- faat	lin- daan	PAK's	BZV	CZV
belasting (mg/ie/j)	215	4800	17500	8150	51500	31	-	-	-	-	-	-
zuiveringsrende. (%)	60	60	70	60	70	70	-	-	-	-	-	-
gezuiverd (ton/j)	0,14	3,1	8,4	5,2	24,7	0,03	-	-	-	-	-	-
ongezuiverd (ton/j)	1,18	26,4	96,3	44,8	283,3	0,17	-	-	-	-	-	-
riolering (ton/j)	1,32	29,5	104,7	50,0	308,0	0,20	-	-	-	-	-	-
huishoudelijk(ton/j)	0,30	1,15	36,3	5,2	44,6	0,11	21705	5494	0,08	0,08	111502	286926
industr.riool(ton/j)	1,0	28,4	68,4	44,8	263,4	0,09	-	-	-	-	-	-

**Totale bijdrage van diffuse bronnen en natuurlijke achtergrond**

componenten	cad- mium	chrom	koper	lood	zink	kwik	stik- stof	fos- faat	lin- daan	PAK's	BZV	CZV
natuurlijk (ton/j)	0,29	62	22	22	92	0,16	5.000	625	-	-	-	-
landbouw (ton/j)	-	-	-	-	-	-	50.000	1.240	-	-	-	-
depositie (ton/j)	1,0	1,0	7,8	10,4	110	0,26	5.200	260	0,16	0,78	-	-
huishoudelijk ton/j)	0,30	1,15	36,3	5,2	44,6	0,11	21.705	5.494	0,08	0,08	111502	286926
industr.riool(ton/j)	1,00	28,4	68,4	44,8	263,4	0,09	-	-	-	-	-	-
diffuus tot. (ton/j)	2,6	92,6	134,5	82,4	510	0,62	81.905	7.619	0,24	0,86	111502	286926



Appendix I vervolg

Schatting bijdrage puntbronnen (tot Doel)

componenten	cad- mium	chrom	koper	lood	zink	kwik	stik- stof	fos- faat	lin- daan	PAK's	BZV	CZV
conc. sedim. (mg/kg)	10	200	100	100	600	1,5	3000	3000	0	1,0	?	?
afbraakfactor(1/dag)	0	0	0	0	0	0	0,03	0	?	?	0,25	?
vracht Doel (t/j)	6,4	110	150/60	59/37	530/307	1,7/0,6	44000	3680	0,15	0,75	15062	276740
sediment/afbr. (t/j)	5,0	100	50	50	300	0,8	12500	1500	?	0,50	170000	?
totale vracht (t/j)	11,4	210	200/110	109/87	830/607	2,5/1,4	56500	5180	0,15	1,25	?	?
diffuse bronnen(t/j)	2,6	93	135	80	510	0,6	81905	7619	0,24	0,86	111502	286926
industr. puntbr. (t/j)	8,8	117	65/-25	29/7	320/97	1,9/0,8	-25405	-2439	?	0,4	?	?
totaal vergum. (t/j)	20,5	53	48	13,7	24	2,6	4210	2742	?	?	7462	51000

Schatting totale bijdrage Frankrijk en industriële puntbronnen op Frans gebied

componenten	cad- mium	chrom	koper	lood	zink	kwik	stik- stof	fos- faat	lin- daan	PAK's	BZV	CZV
vracht Spiere (t/j)	0,37	80	4	2,2	26	0,02	4741	683	,25/,1	0,03	13186	70442
vracht Blehar. (t/j)	0,41	9	24	5,4	61	0,17	8578	533	0,04	0,21	2590	28396
vracht Haine (t/j)	0,02	3	?	2,0	?	0,02	3200	80	?	?	2800	5000
geschat Frankr. (t/j)	0,76	86	?	5,6	?	0,17	10119	1136	?	?	12976	93838
geschat diffuus(t/j)	0,26	9	13	8,2	51	0,05	8190	762	0,02	0,09	7000	17000
puntbron Fr. (t/j)	0,5	77	(<15)	---	(<36)	0,12	1929	374	,27/,1	<0,15	5976	76838
geschat Frankrijk(Z)	7	41	(<25)	5/6	(<14)	7/12	(18)	(22)	.50	(<20)	.10	.30
puntbron Frankr. (Z)	4	37	(<14)	0	(<6)	5/8	( 3)	( 7)	.50	(<12)	.5	.25





Appendix I vervolg

Relatieve bijdrage van verschillende bronnen

componenten	cad- mium	chrom	koper	lood	zink	kwik	stik- stof	fos- faat	lin- daan	PAK's	BZV	CZV
natuurlijk (Z)	2	30	14	22	12	8	6	8	-	-	-	-
landbouw (Z)	-	-	-	-	-	-	60	16	-	-	-	-
depositie (Z)	9	0	5	11	16	13	6	3	47	<68	-	-
huishoudelijk (Z)	3	0	23	5	6	5	27	72	3	0	*90	*50
industr. (riool)(Z)	9	14	45	44	37	4	-	-	-	-	?	?
diffuus totaal (Z)	23	44	87	82	71	30	100	100	*50	<68	*90	*50
industr.(puntbr)(Z)	77	56	13	18	29	70	-	-	*50	>32	*10	*50
totaal (Z)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Schatting bijdrage kanaal Gent-Terneuzen (Belgische deel)

componenten	cad- mium	chrom	koper	lood	zink	kwik	stik- stof	fos- faat	lin- daan	PAK's	BZV	CZV
load on border (t/a)	0,24	4,0	4,4	4,1	78	0,10	6675	1473	0,02	0,27	2544	28760
est. non-point (t/a)	0,26	9,0	13	8,2	51	0,05	8190	762	0,02	0,09	7000	28690
est. point s. (t/a)	---	---	---	---	26	0,05	---	711	---	0,18	---	---
est.load canal (Z)	2	2	3	4	11	5	12	28	<13	22	?	*10
est.point canal (Z)	0	0	0	0	4	3	?	13	0	15	?	?

Schatting bijdrage Nederlands deel stroomgebied (Westerschelde)

componenten	cad- mium	chrom	koper	lood	zink	kwik	stik- stof	fos- faat	lin- daan	PAK's	BZV	CZV
puntbronnen (t/j)	0,19	1,30	0,58	0,46	12,8	0,002	993	421	-	0,28	-	-
huishoudelijk (t/j)	0,09	0,95	3,41	1,90	14,9	-	-	458	-	-	-	-
geschat huish (t/j)	-	-	-	---	-	0,008	1918	-	0,01	0,01	6290	18123
tot. Ned. bel. (t/a)	0,28	2,25	3,99	2,36	27,7	0,01	2911	879	0,01	0,29	6290	18123
tot. Ned. bel. (Z)	3	1	3	2	4	1	*5	17	<5	23	*5	*6



Appendix I vervolg

Schatting bijdrage van de verschillende landen in het stroomgebied

componenten	cad- mium	chrom	koper	lood	zink	kwik	stik- stof	fos- faat	lin- daan	PAK's	BZV	CZV
vr. Doel (B+Fr)(t/j)	11,4	210	200/110	109/87	830/607	2,5/1,4	56500	5180	0,15	1,25	?	276740
totaal Frankr. (t/j)	0,76	86	<28	5/6	<87	0,17	10119	1136	0,14	<0,24	12976	93838
vracht Doel (B)(t/j)	10,64	124	172/ 82	104/81	743/520	2,3/1,2	>46831	4044	?	1,01	?	182902
vr. kan. G/T (t/j)	0,24	4	4,4	4,1	78	0,10	6675	1473	0,02	0,27	2544	28760
totaal België (t/j)	10,9	128	176/ 86	108/85	822/598	2,4/1,3	>53065	5570	?	1,28	?	211622
totaal Nederl. (t/j)	0,28	2	4	2,4	28	0,01	2911	879	0,01	0,29	6290	18123
totaal stroomg. (t/j)	11,9	216	208/118	115/93	935/712	2,6/1,5	66086	7532	?	1,81	?	323623

Relatieve bijdrage per land aan totale verontreiniging in stroomgebied

componenten	cad- mium	chrom	koper	lood	zink	kwik	stik- stof	fos- faat	lin- daan	PAK's	BZV	CZV
bijdr. Frankrijk(%)	6	40	<13/<24	4/ 7	< 9/<12	7/13	<15	15	50	<13	10	29
bijdr. België (%)	91	59	85/ 73	94/91	88/ 84	92/87	>80	74	50	71	85	65
bijdr. Nederland(%)	2	1	2/ 3	2/ 2	3/ 4	0/1	< 4	12	1	16	5	6

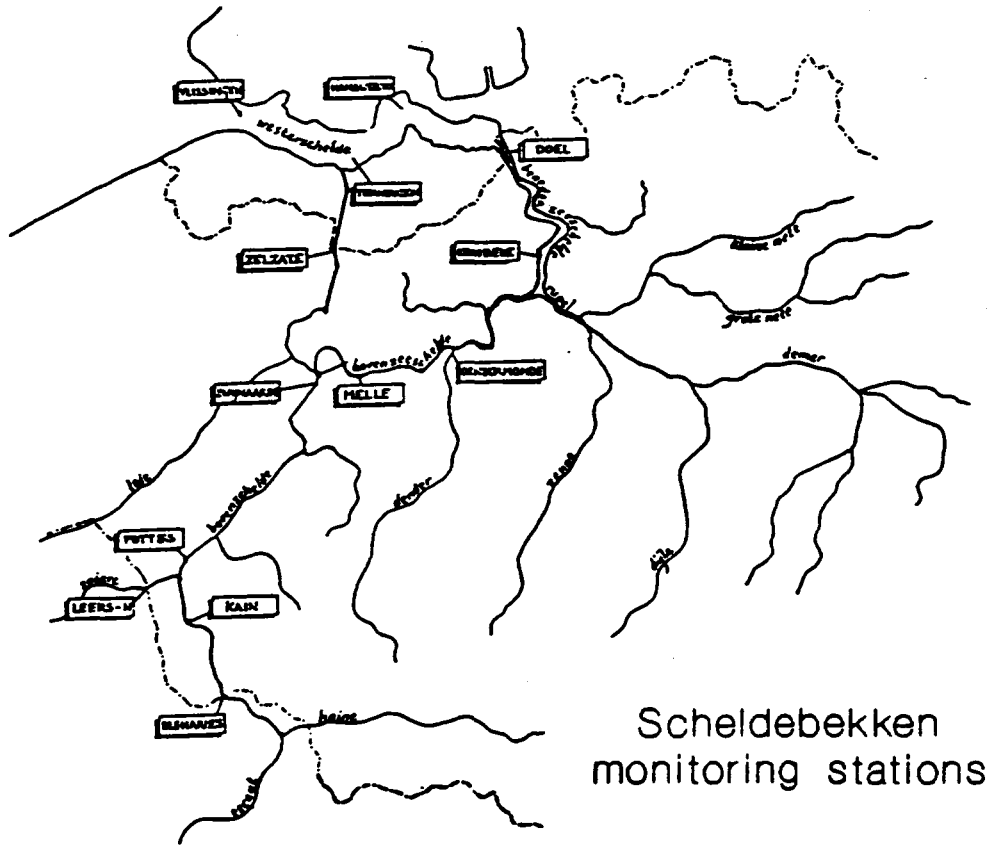
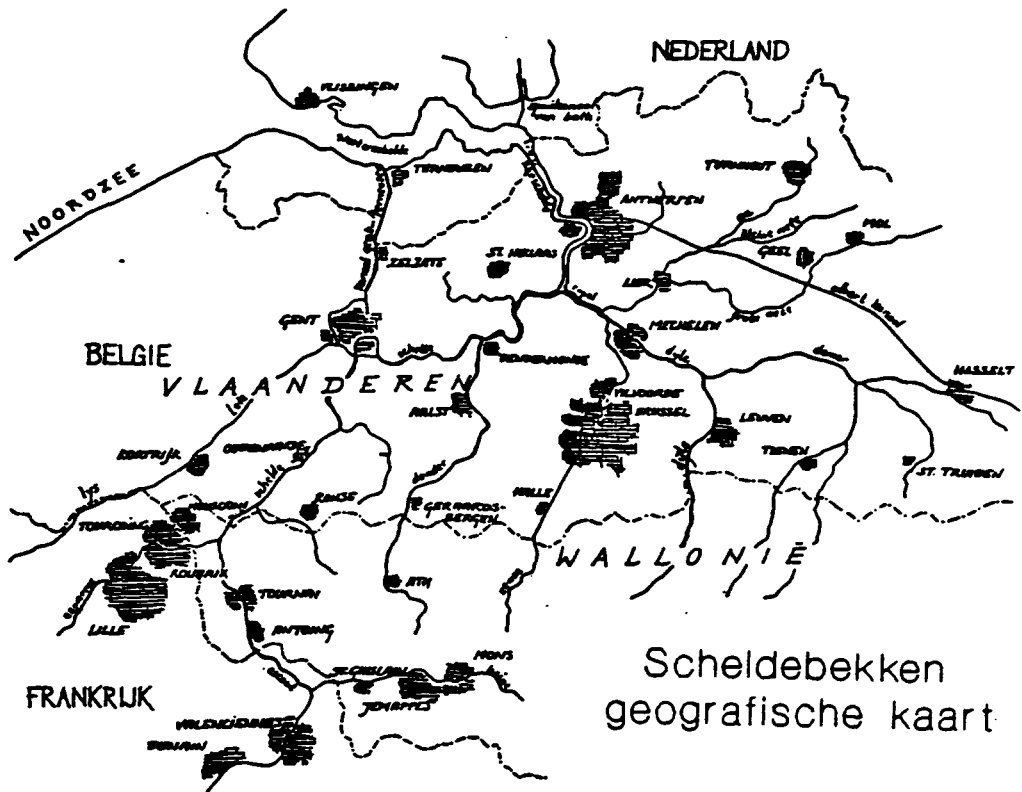


Appendix II Vergelijking met andere stroomgebieden

	Schelde	Rijn
debiet (m <sup>3</sup> /s)	150	2200
zwevend stof (Mton/j)	0,8	3,6
oppervlak (km <sup>2</sup> )	21000	180000
aantal inwoners (milj)	7	50

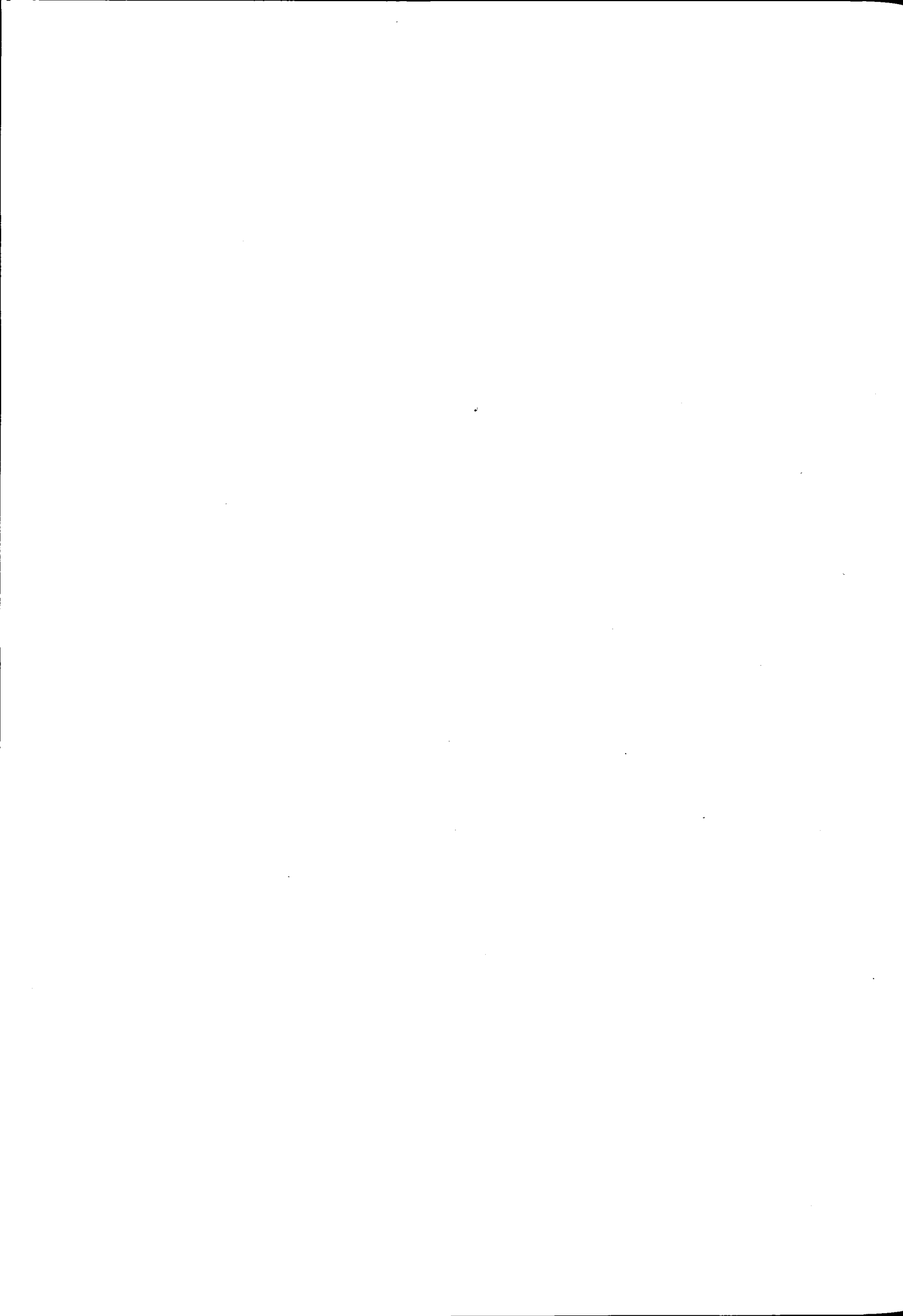


Figuur 1a



bron: Internationale Scheldewerkgroep [1989]

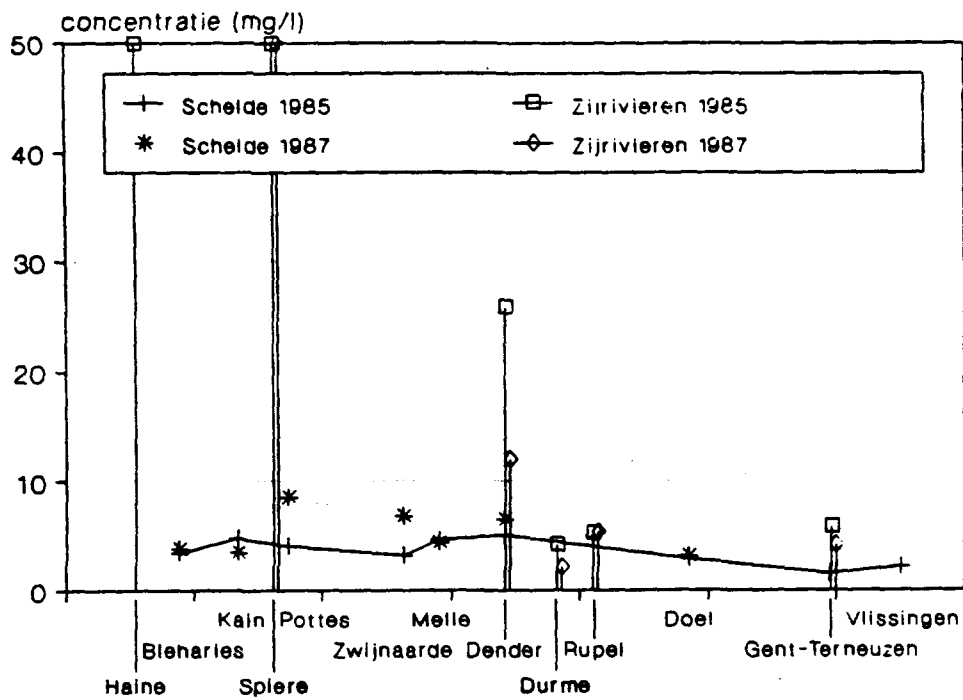
Figuur 1b



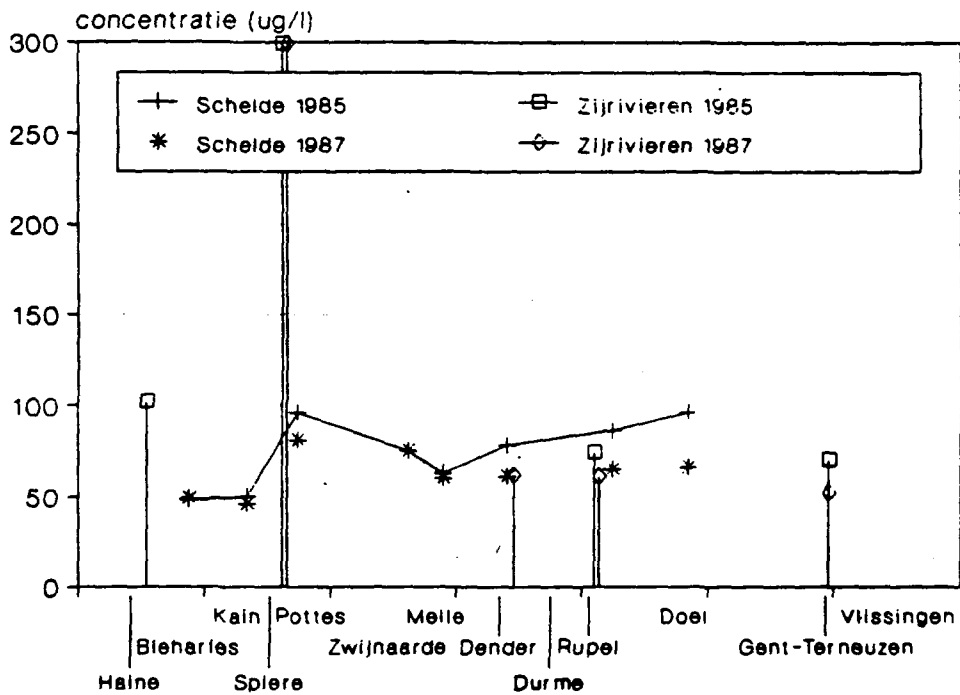


Figuur 2a

### BZV concentratie Schelde



### CZV concentratie Schelde

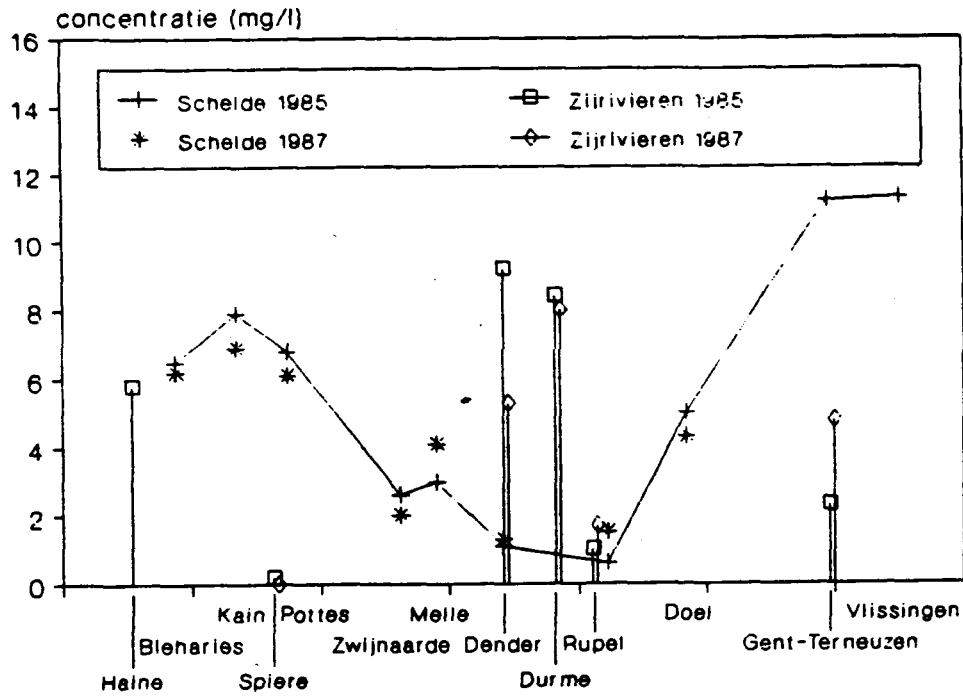


Figuur 2b



Figuur 3a

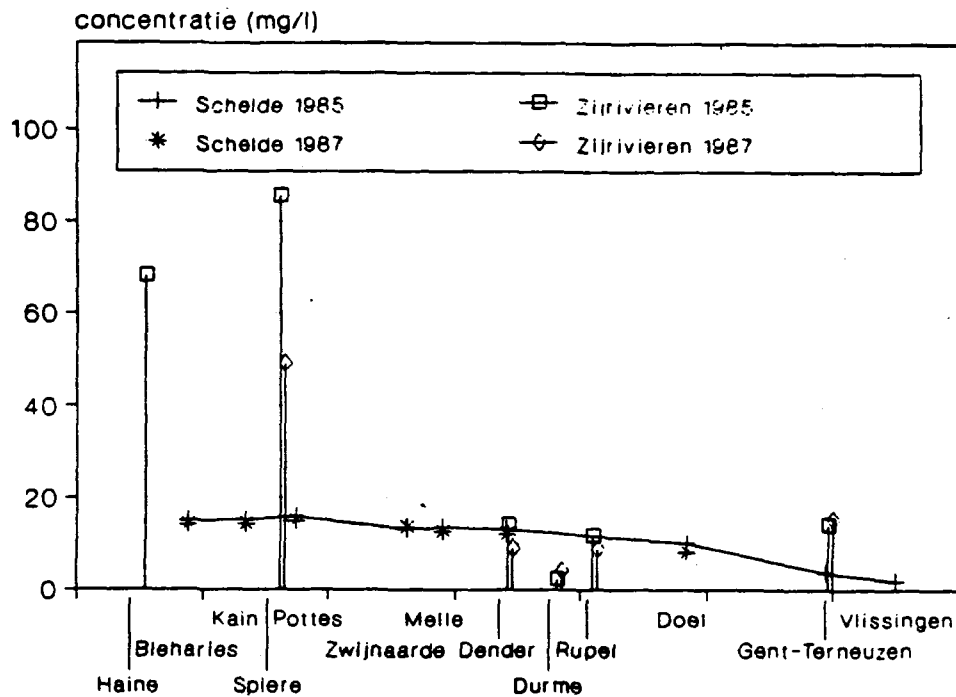
# zuurstof concentratie Schelde



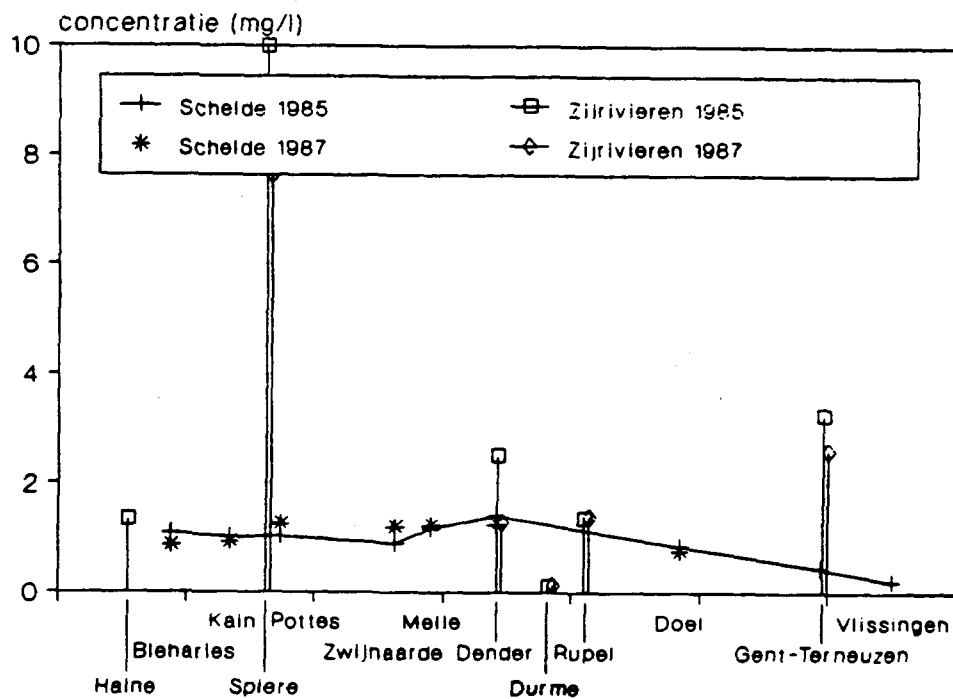


Figuur 4a

## stikstof-totaal concentratie Schelde



## fosfaat-totaal concentratie Schelde

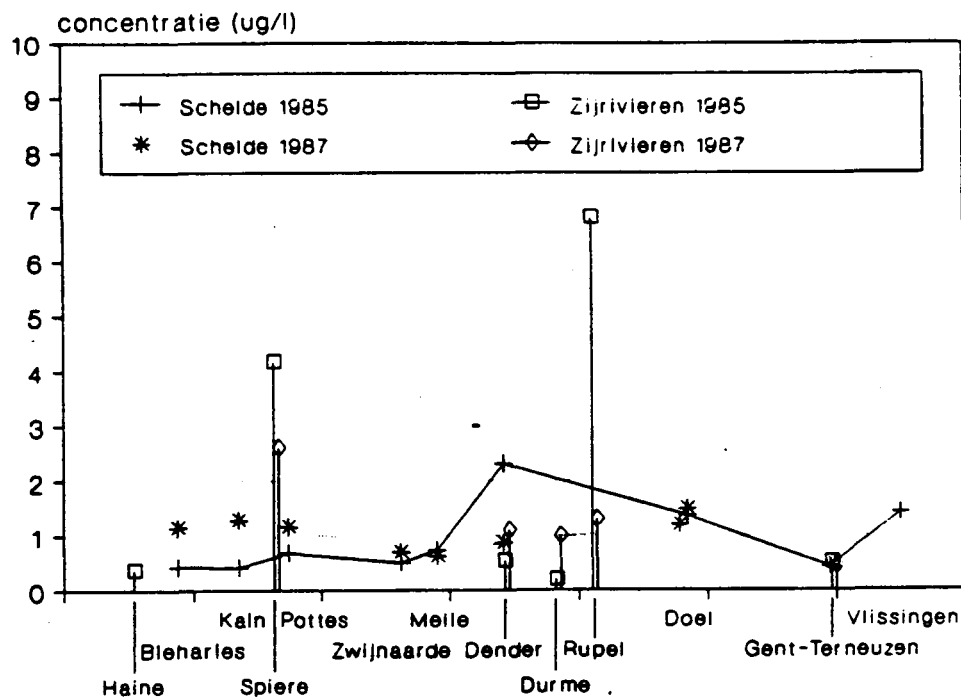


Figuur 4b

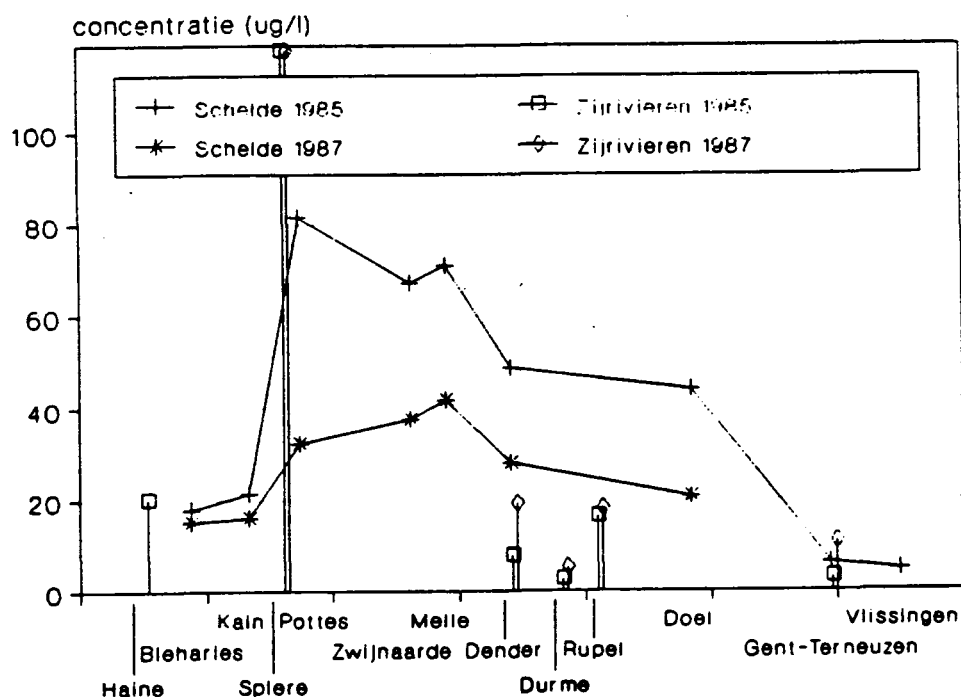


Figuur 5a

### cadmium concentratie Schelde



### chromom concentratie Schelde



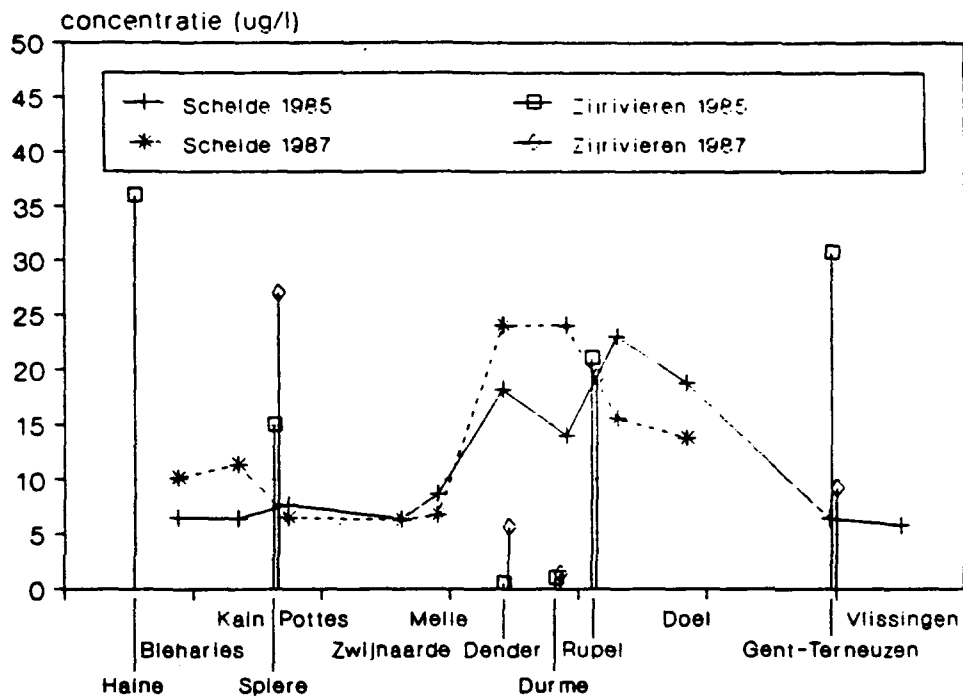
Figuur 5b



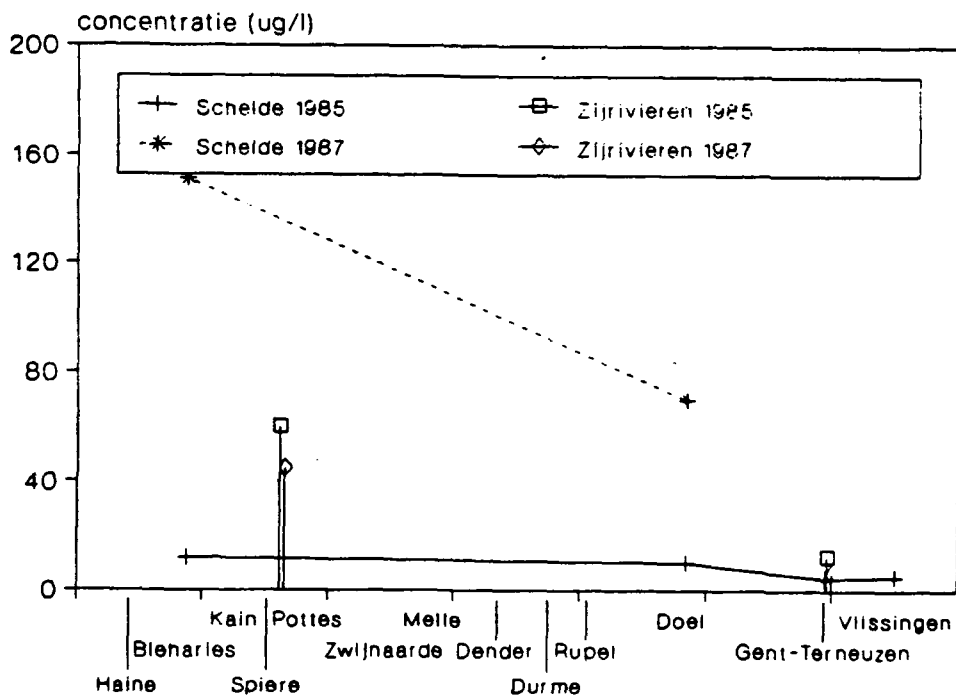


Figuur 6a

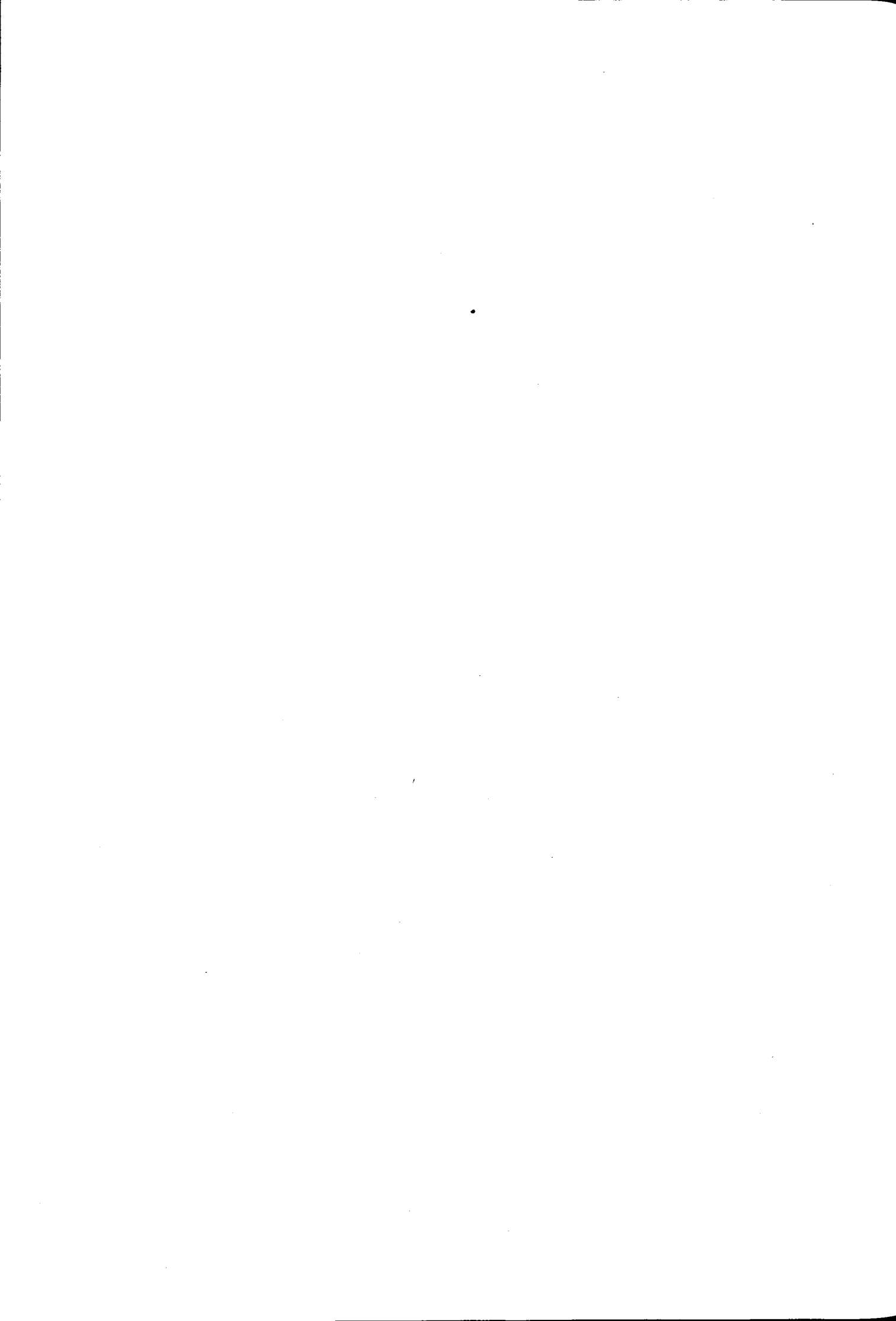
## lood concentratie Schelde



## koper concentratie Schelde

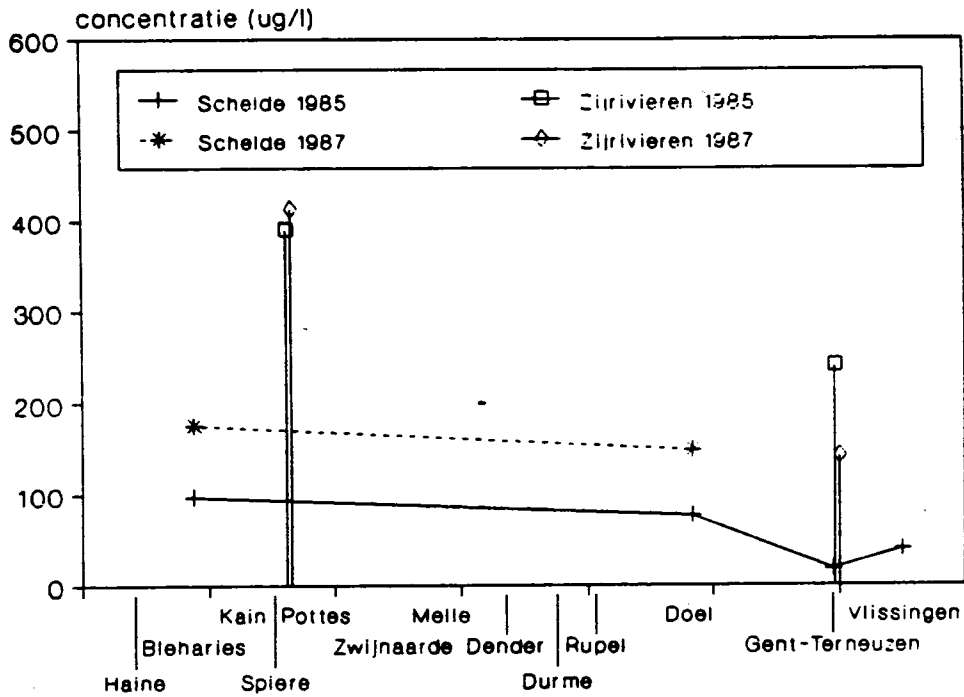


Figuur 6b

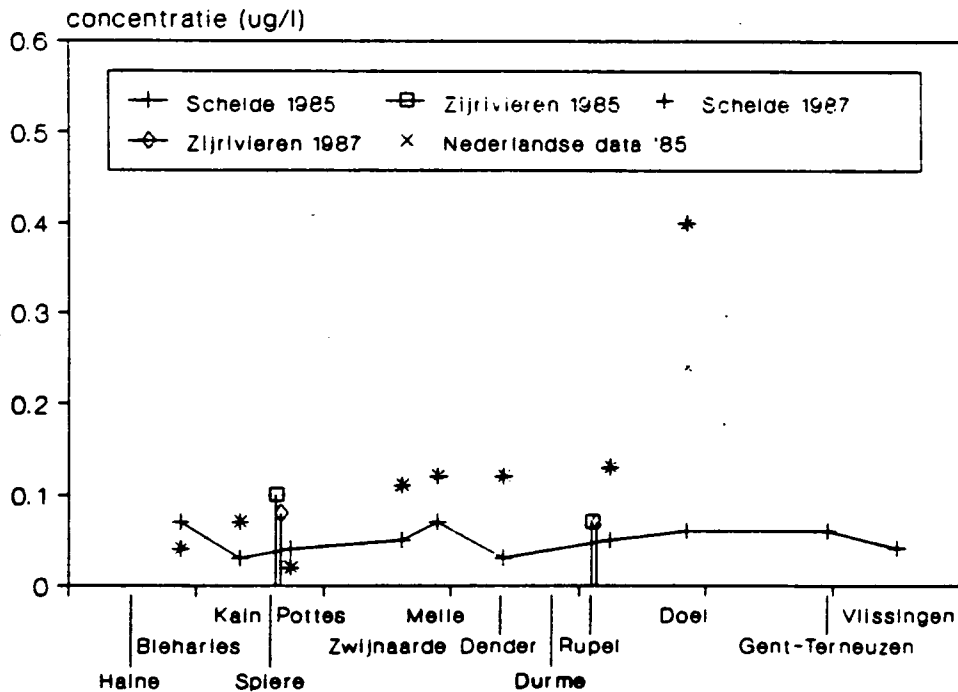


Figuur 7a

### zink concentratie Schelde



### kwik concentratie Schelde

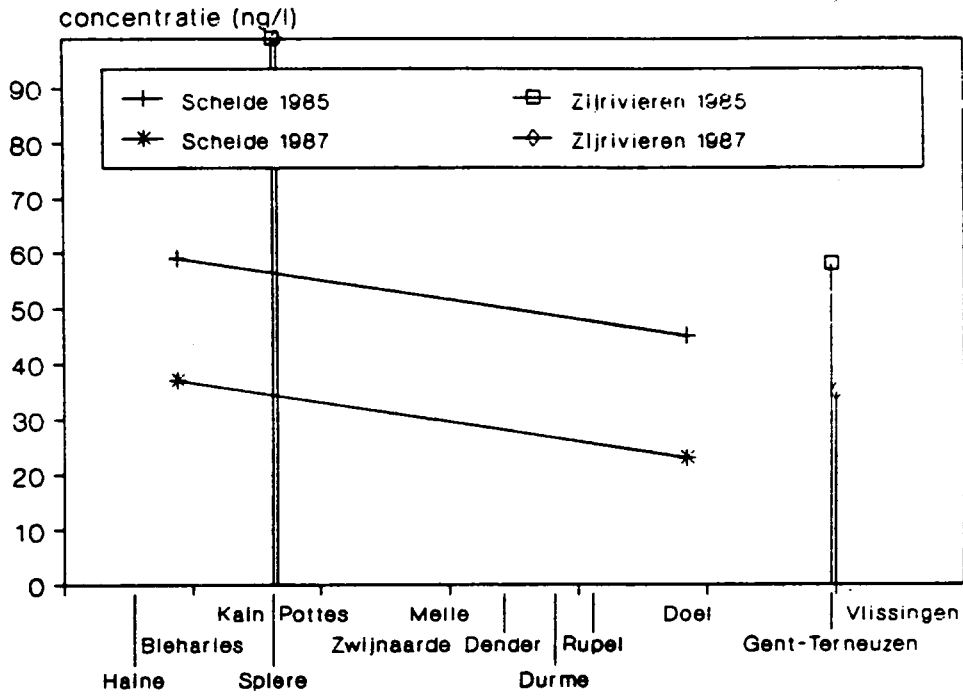


Figuur 7b

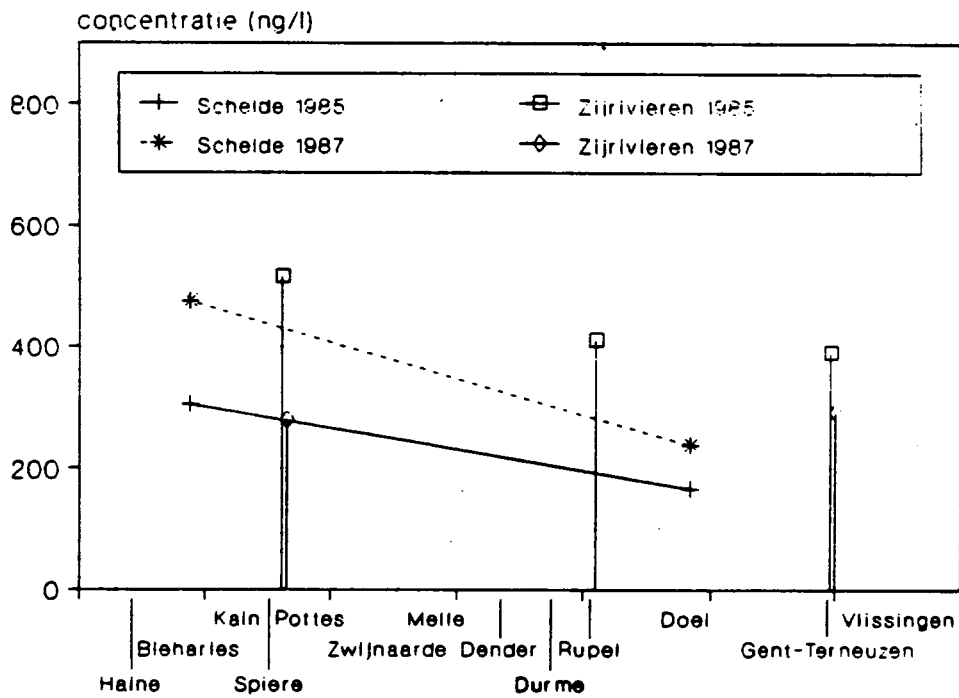


Figuur 8a

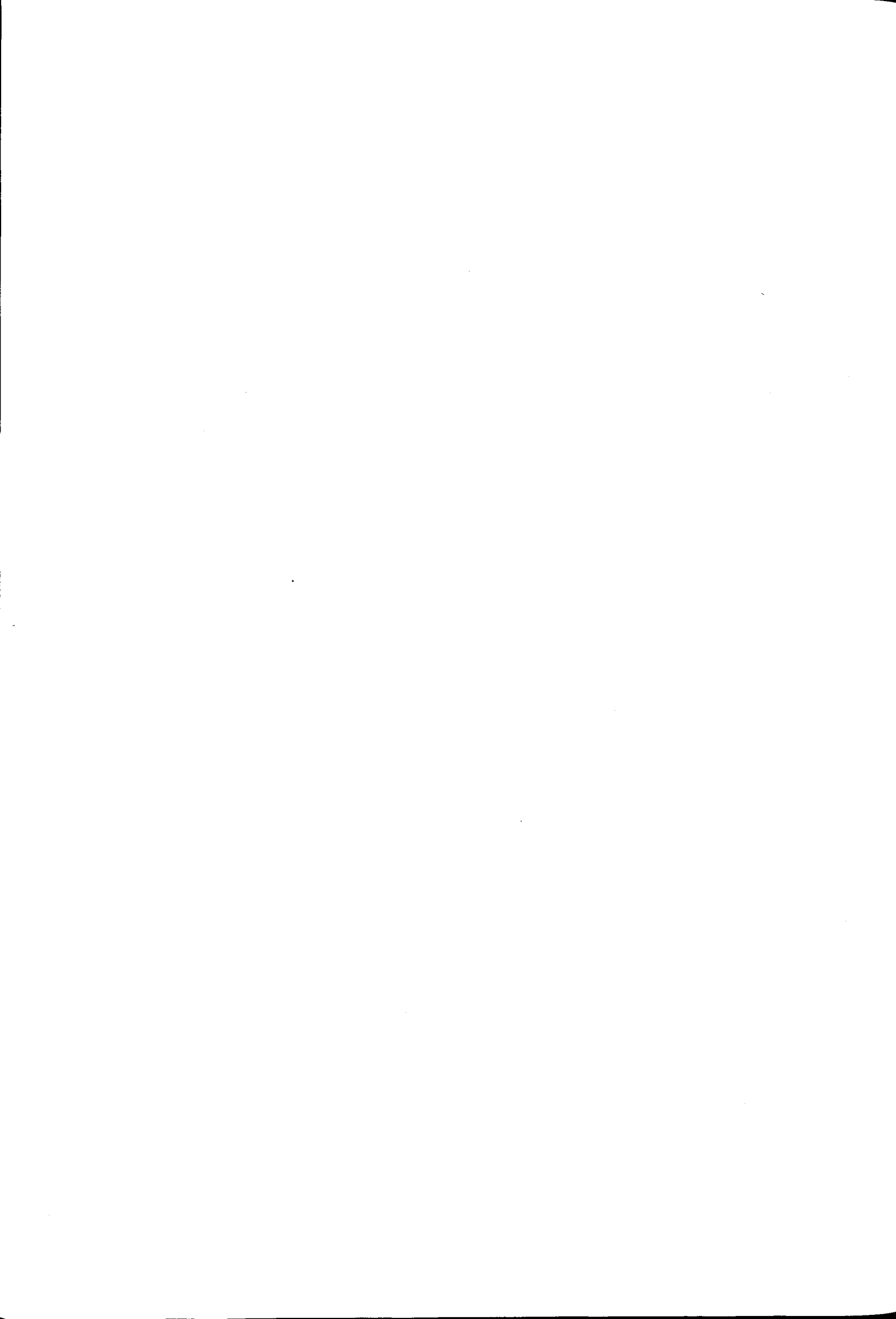
### gamma-HCH concentratie Schelde



### PAK-totaal concentratie Schelde

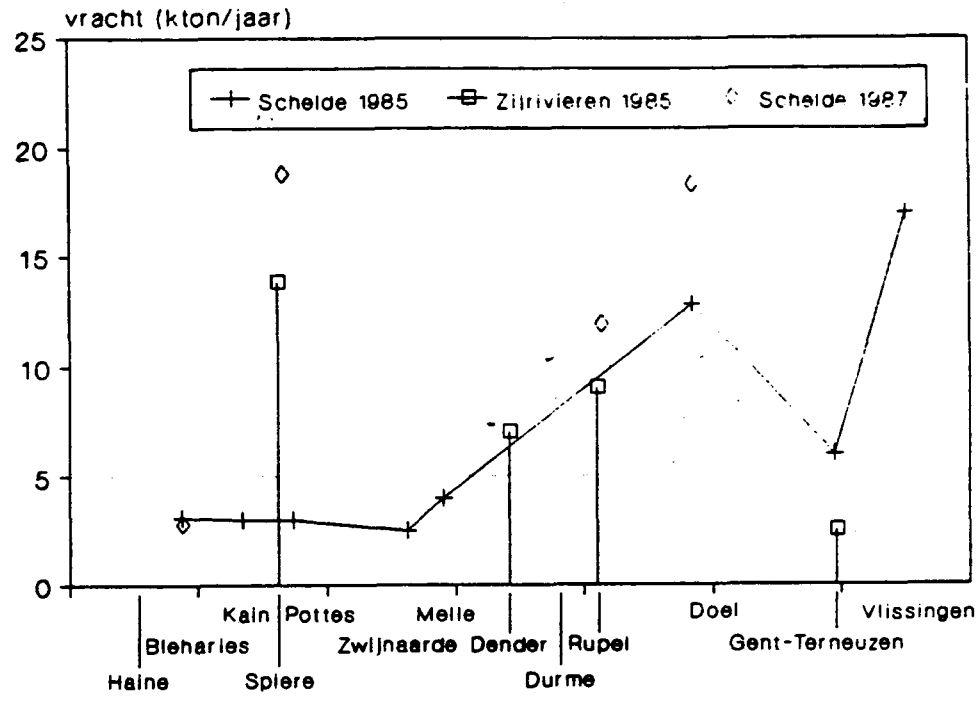


Figuur 8b

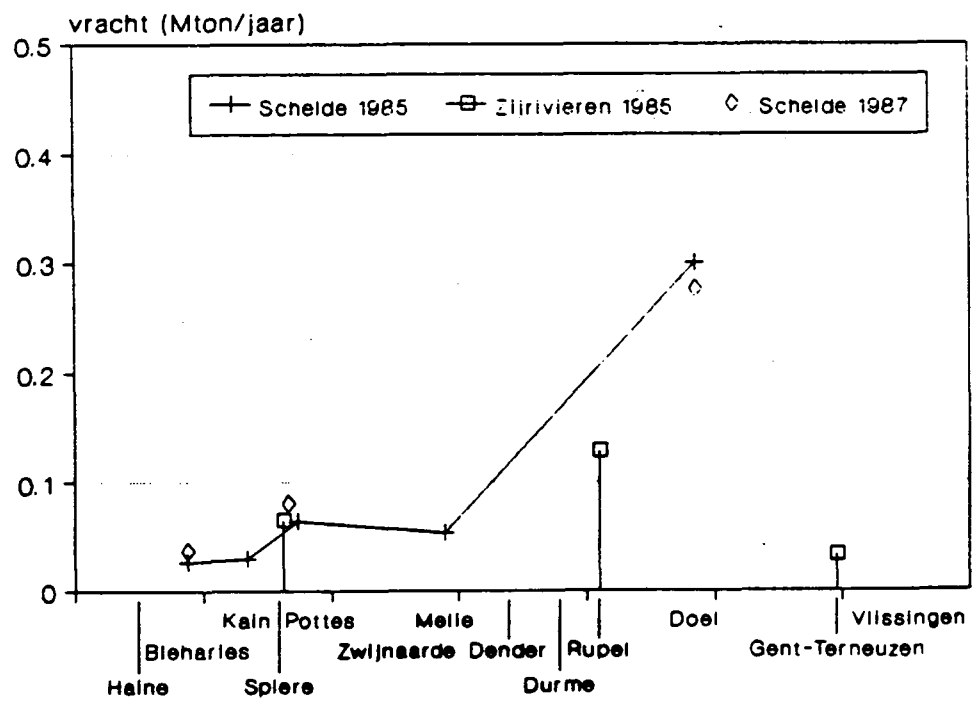


Figuur 9a

### BZV vracht Schelde



### CZV vracht Schelde



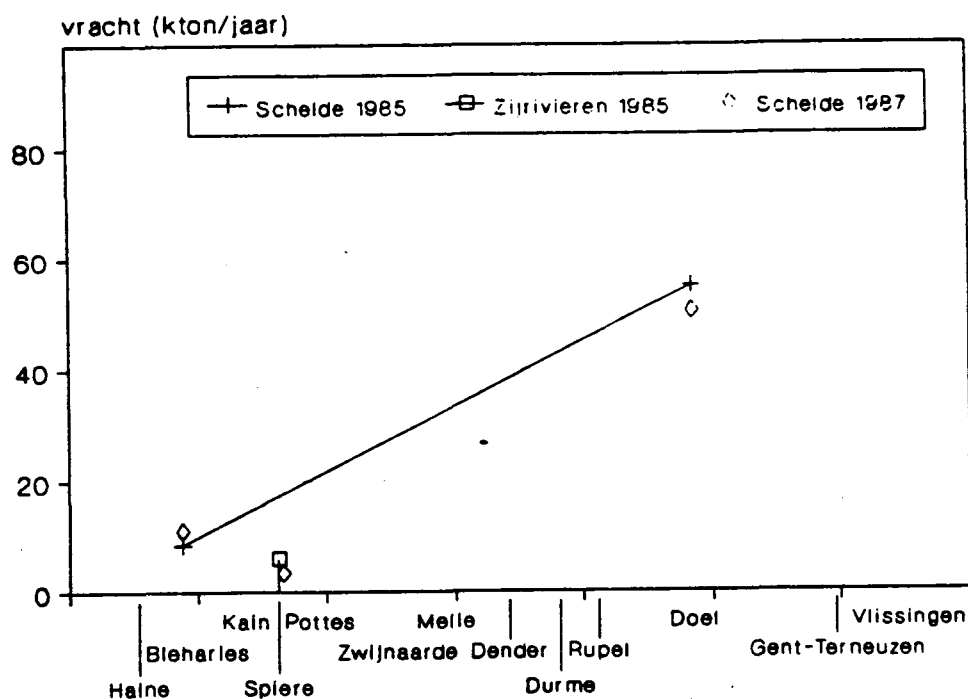
Figuur 9b



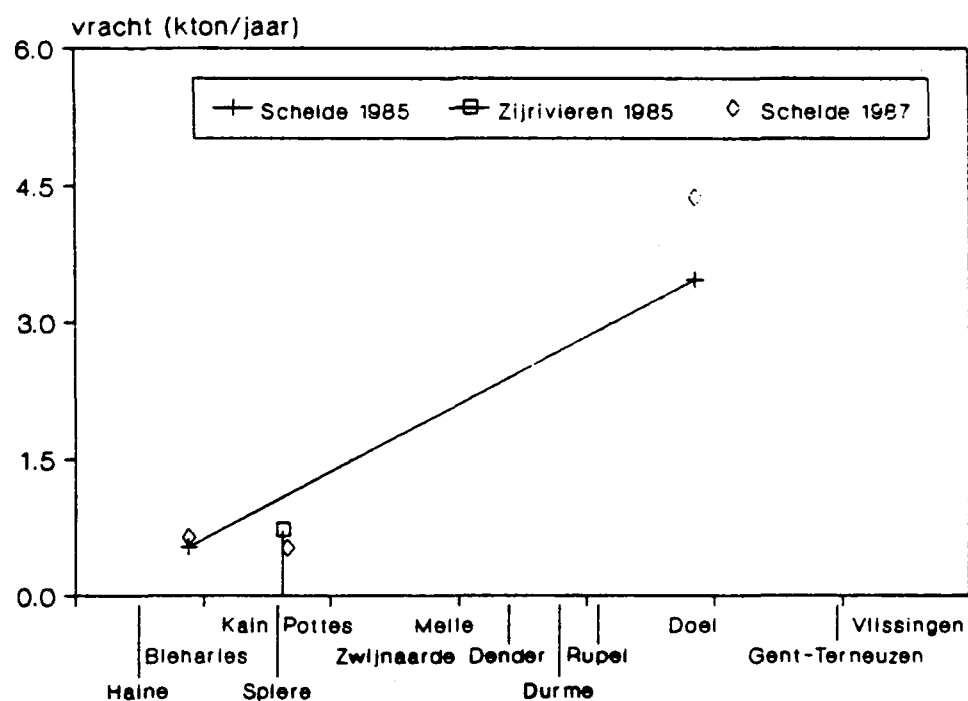


Figuur 10a

## stikstof-totaal vracht Schelde



## fosfaat-totaal vracht Schelde

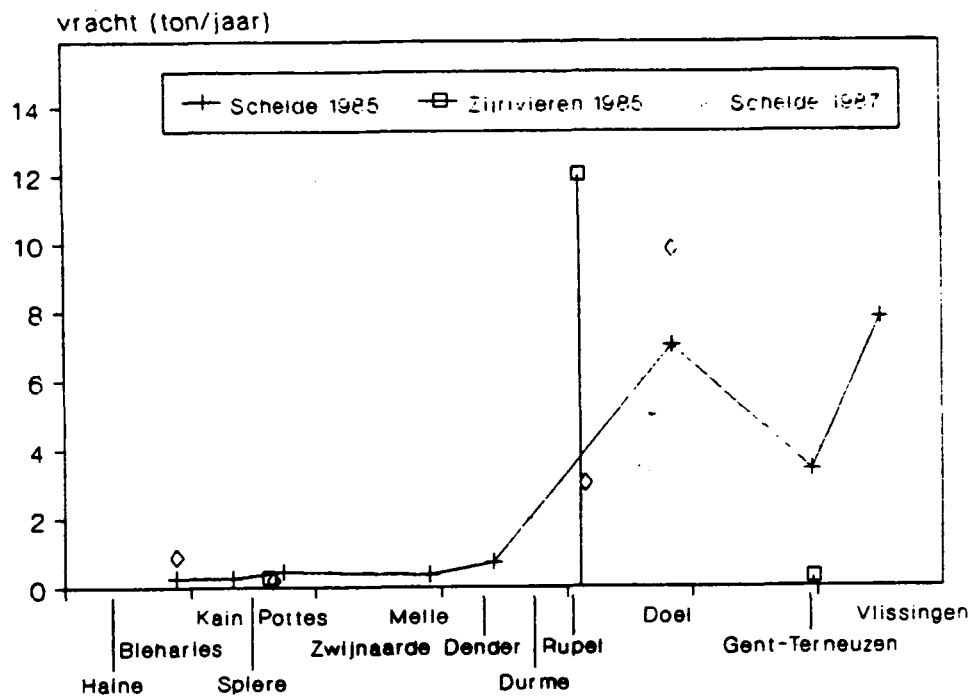


Figuur 10b

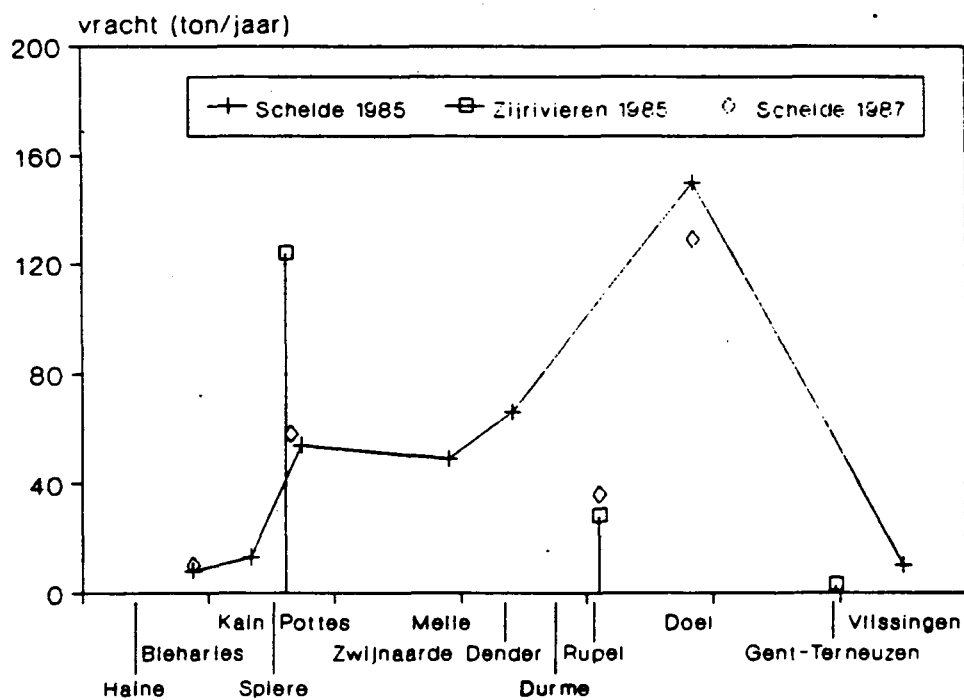


Figuur 11a

## cadmium vracht Schelde



## chromium vracht Schelde

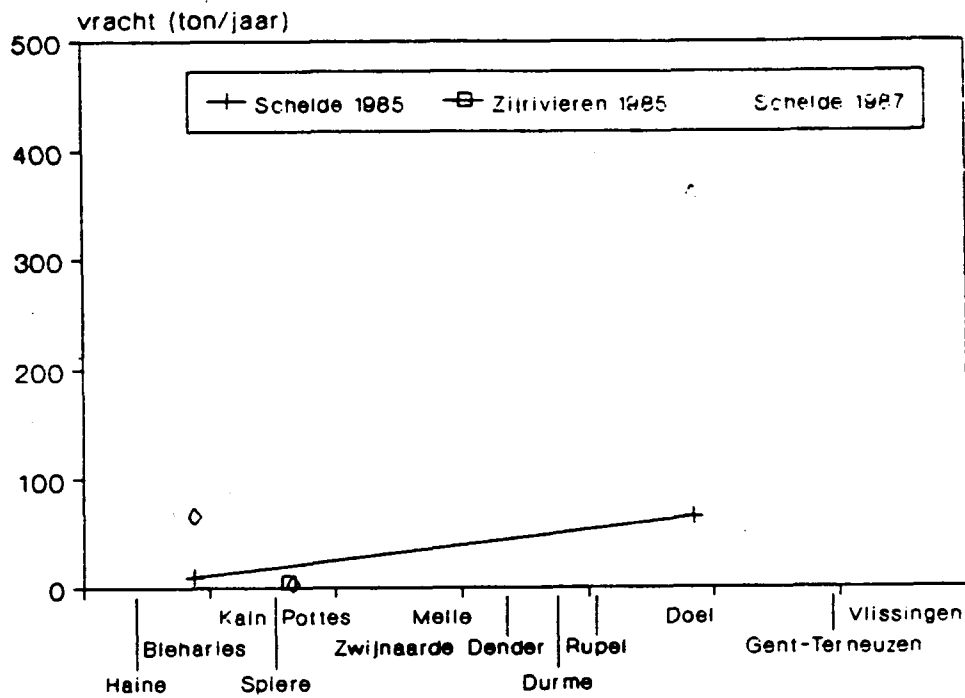


Figuur 11b

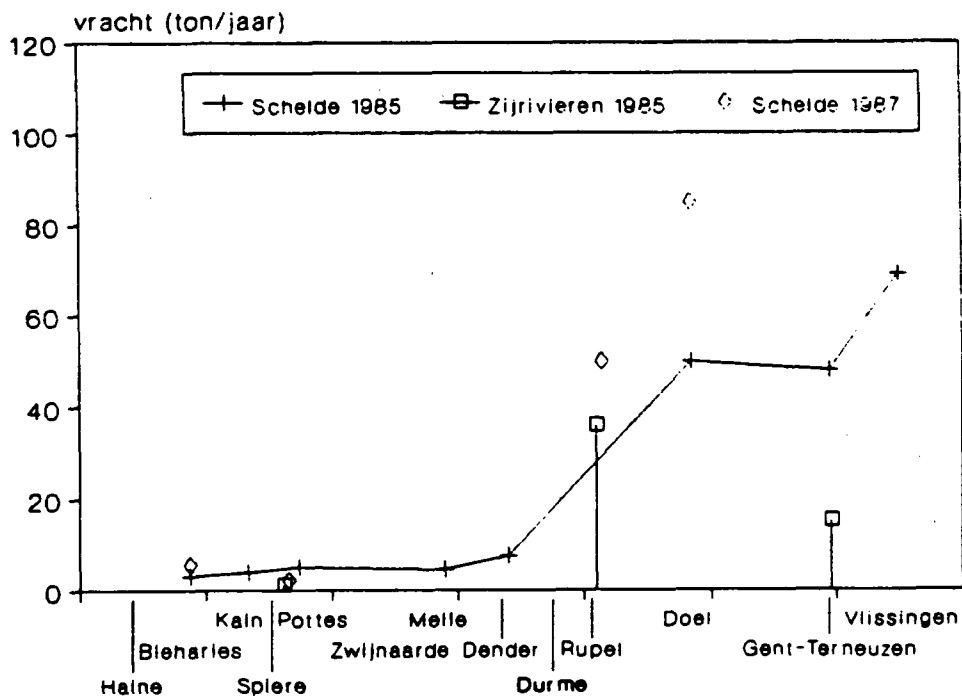


Figuur 12a

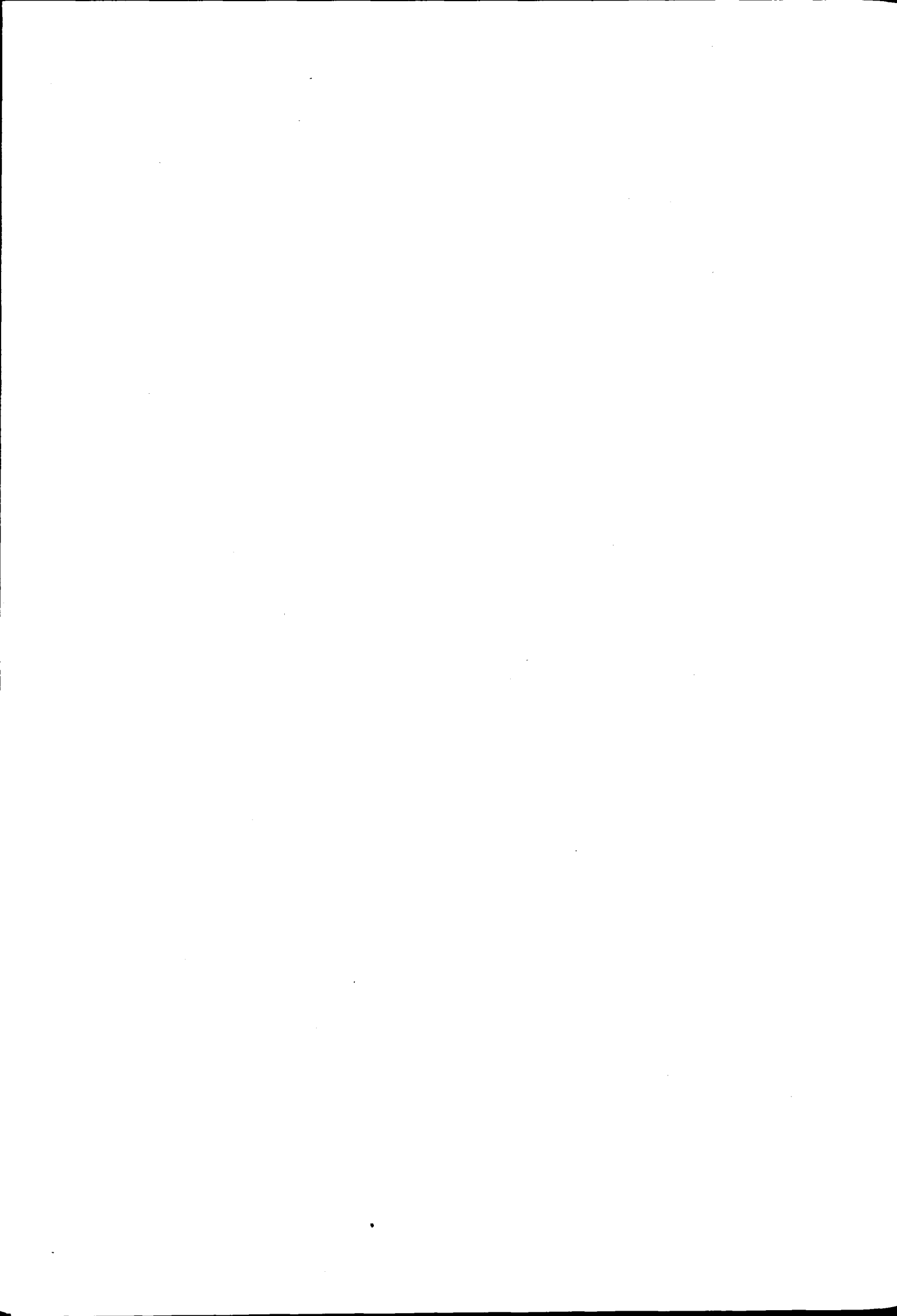
### koper vracht Schelde



### lood vracht Schelde

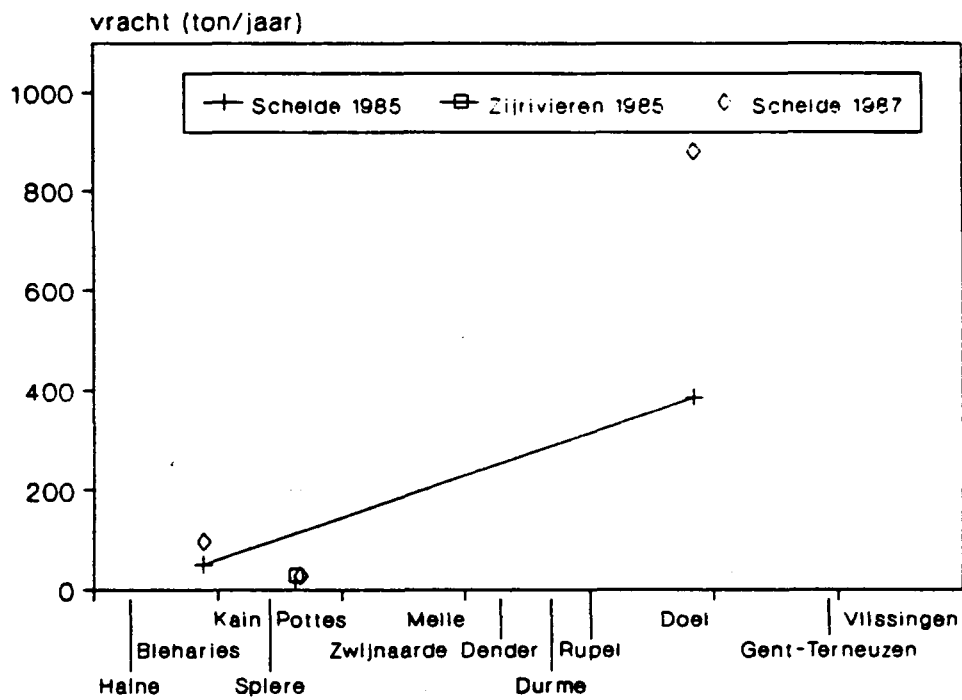


Figuur 12b

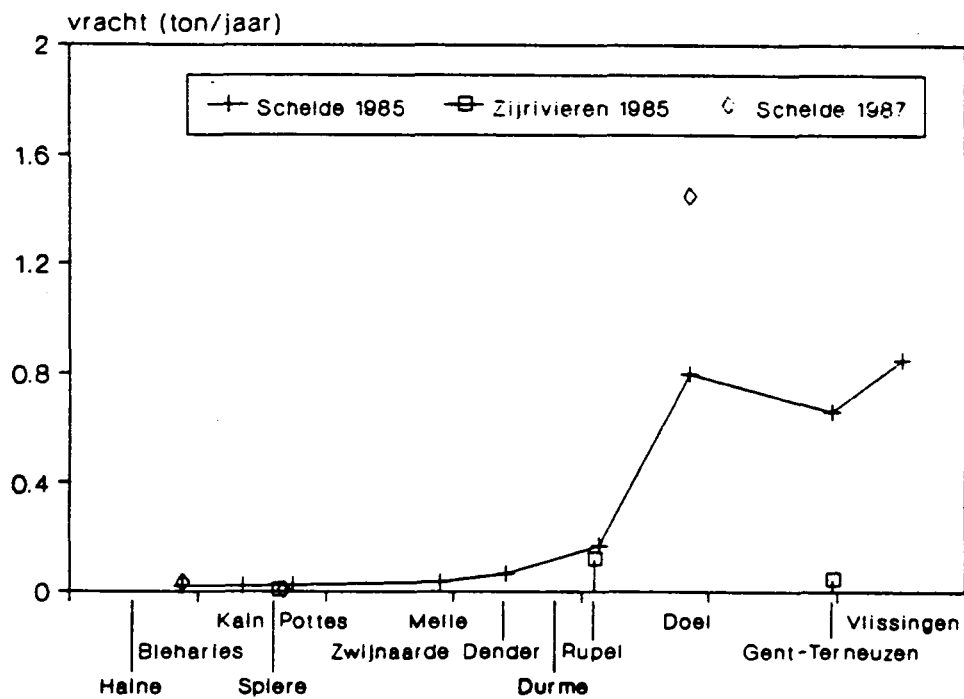


## zink vracht Schelde

Figuur 13a



## kwik vracht Schelde



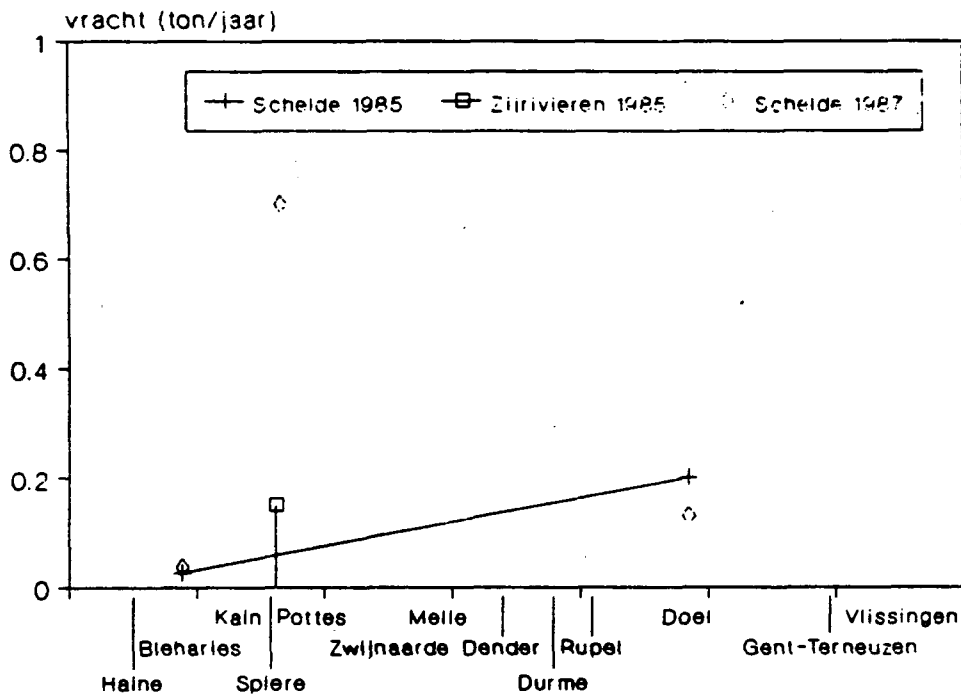
Figuur 13b



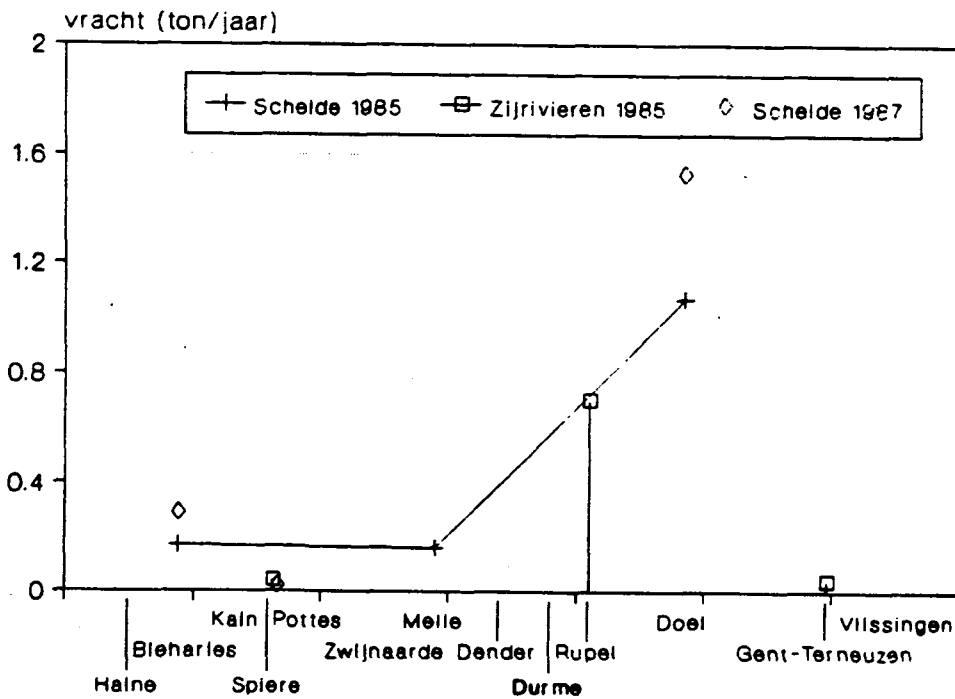


Figuur 14a

### gamma-HCH vracht Schelde



### PAK-totaal vracht Schelde



Figuur 14b