



# Afwenteling rijkswateren

**Eerste verkenning van effectiviteit KRW maatregelen  
in rijkswateren Schelde en Rijn-West**

**RIZA werkdocument 2005.154X**

Auteurs:

mw. ir. A. Driesprong-Zoeteman,  
ir. B. Huisman en mw. ir. M. van Hal

Rotterdam, april 2006



### Samenvatting 5

- 1. Inleiding 7**
  - 1.1 Achtergrond 7
  - 1.2 Doel 8
  - 1.3 Leeswijzer 8
- 2. Afbakening 9**
  - 2.1 Studiegebied 9
  - 2.2 Selectie van stoffen 10
  - 2.3 Keuze jaren 12
- 3. Aanpak 13**
  - 3.1 Aanpak fase 1: huidige toestand 13
  - 3.2 Aanpak fase 2: gewenste toestand 15
  - 3.3 Aanpak fase 3: scenario's 16
- 4. Fase 1: Huidige toestand 19**
  - 4.1 Zomer- en winterconcentraties 19
  - 4.2 Toetsing waterkwaliteit 19
  - 4.3 Stofvrachten per waterlichaam 23
  - 4.4 Black box Nederland 25
- 5. Fase 2: Gewenste toestand 27**
  - 5.1 Afleiden van gewenste vrachten 27
    - 5.1.1. Afleiden gewenste N en P vrachten 27
    - 5.1.2. Regressieanalyse nutriënten en metalen 27
  - 5.2 Gewenste vrachten in waterlichamen 28
- 6. Fase 3: Scenario's 31**
  - 6.1 Scenario lokale emissiereductie 31
    - 6.1.1. 10% emissiereductie 31
    - 6.1.2. 50% emissiereductie 32
  - 6.2 Scenario buitenland voldoet 32
  - 6.3 Effectiviteit scenario's 33
- 7. Discussie 35**
- 8. Conclusies en aanbevelingen 39**
  - 8.1 Conclusies 39
  - 8.2 Aanbevelingen 41

### Literatuur 43

**Bijlage A Overzichtskaarten waterlichamen 45**

**Bijlage B Meetpunten waterkwaliteit 47**

---

**Bijlage C Overzicht toetsing 2000 49**

**Bijlage D Overzicht normen 51**

**Bijlage E Handleiding waterkwaliteitsmonitor 53**

- E.1 Functie 'waterkwaliteitsmonitor' 53
- E.2 Waterkwaliteitsmonitor gebruiken 53
- E.3 Toetsing waterkwaliteit 54
- E.4 Berekenen vrachten 54
- E.5 Meest gestelde vragen 56

**Bijlage F Uitgangspunten waterkwaliteitsmonitor 57**

- F.1 Aspecten spreadsheet 57
- F.2 Toetsing 57
- F.3 Vrachten 58
- F.4 Scenario's 61

**Bijlage G Regressieanalyse 63**

- G.1 Relaties 63
- G.2 Frequentieanalyse 63
- G.3 Andere stoffen 64
- G.4 Uitgangspunten 65
- G.5 Verantwoording 65

**Bijlage H Definities 67**

---

## Samenvatting

---

In deze studie heeft Rijkswaterstaat RIZA onderzocht wat de wederzijdse beïnvloeding is van rijkswateren (wat betreft waterkwaliteit) en in hoeverre lokale emissiereductie effect heeft op de waterkwaliteit van rijkswateren). De schaalgrootte van de studie was op het niveau van de deelstroomgebieden Rijn-West en Schelde, waardoor de projectgroep vrij breed was van samenstelling: RWS Oost-Nederland, Utrecht, Zuid-Holland, Noord-Holland, Zeeland en Noordzee. RWS Zuid-Holland en Oost-Nederland waren formele opdrachtgever en financier van deze studie. De resultaten zijn beschikbaar als document en als 'waterkwaliteitsmonitor'. Met de monitor is het mogelijk om stoffen te selecteren en bijbehorende actuele en gewenste concentraties en vrachten af te leiden. Voor nutriënten en zware metalen is het een geschikt instrument gebleken om effecten van verschillende ingrepen op de waterkwaliteit in rijkswater inzichtelijk te maken.

De norm en toetsmethode is van invloed op de selectie van probleemstoffen. De in deze studie benoemde probleemstoffen worden hier niet genoemd, omdat ze deels alweer zijn achterhaald. Nutriënten blijven onverminderd een probleem. Zware metalen, en met name lood, koper en zink zullen minder problematisch zijn als ze getoetst wordt aan de opgeloste fractie. PAKs en PCBs zullen minder de norm overschrijden als getoetst wordt aan de waterfase. Duidelijk is dat er lokaal grote verschillen zijn in normoverschrijding.

Voor een aantal stoffen is onderzocht welk deel van de stoffen uit het buitenland afkomstig is en welk deel door Nederland 'geproduceerd' wordt. Zink, cadmium, nikkel, lood, totaal-N en totaal-P, koper en fluorantheen hebben een relatief grote binnenlandse emissie. Voor benzo(a)pyreen, hexachloorbenzeen en antracene is de binnenlandse emissie klein ten opzichte van de totale vracht. Voor stoffen met een relatief grote binnenlandse emissie zal het effect van lokale emissiereductie relatief groot zijn. Opgemerkt moet worden dat het effect groter zal zijn in wateren met een laag debiet dan in grotere wateren, omdat in kleine wateren minder verdunning optreedt. Het betreft het Twentekanaal, Noordzeekanaal, Grevelingen, Veerse Meer en in mindere mate het Amsterdam-Rijnkanaal en Betuwepand. Vermindering van emissies van koper, totaal-N, totaal-P, nikkel en lood met 10% geeft een evenredige verbetering van de waterkwaliteit. Bij een forse emissiereductie (van 50%) zullen in het Twentekanaal en Noordzeekanaal de normen voor totaal-P, nikkel en koper gehaald kunnen worden. Onder lokale emissiereductie wordt verstaan alle vrachten behalve de voorbelasting. Belasting vanuit regionale wateren wordt onder lokale emissies gerekend.

---

Dit project was een goede opmaat voor het komende landelijke project: analyse doelen en maatregelen rijkswateren. De projectgroep heeft ervaring opgedaan met het gezamenlijk kijken naar knelpunten in het gebied en het in beeld brengen van effecten op stroomgebiedniveau. Dit geeft een basis voor de afweging van maatregelen. De 'waterkwaliteitsmonitor' zou kunnen worden uitgebreid naar een landelijke versie, waarin alle rijkswateren zijn opgenomen. De bouw van de spreadsheet is zodanig dat actuele gegevens vrij snel kunnen worden ingevoerd. Opgemerkt moet worden dat de huidige betrouwbaarheid van de balansen nog niet voldoende is om nauwkeurig effecten van maatregelen in te schatten. Wel is meer inzicht ontstaan in de gevoeligheid van de rijkswateren voor lokale emissiereductie.

Toepassen van regressieanalyse voor het leggen van relaties tussen riviervrachten en concentraties in de Noordzee is een waardevol concept gebleken. Aanbevolen wordt om de toepassing nader uit te werken in vervolgonderzoek.

---

# 1. Inleiding

---

## 1.1 Achtergrond

Met de komst van de Europese Kaderrichtlijn Water is de stroomgebiedbenadering sterk in de belangstelling geraakt. Waterbeheer kan niet langer lokaal worden vormgegeven, maar dient binnen een heel stroomgebied te worden opgepakt.

De waterbeheerders staan de komende jaren voor de taak om doelen te formuleren voor het bereiken van een goede chemische en ecologische toestand. Ook gaan zij maatregelen benoemen om deze doelen te bereiken. Momenteel voeren veel waterschappen een analyse uit van doelen en maatregelen binnen hun eigen beheersgebied. Voor de rijkswateren is het echter gewenst om op groter schaalniveau te kijken, omdat de invloed van zowel regionaal water als van bovenstrooms gelegen rijkswateren van wezenlijk belang is.

Het kan zijn dat een rijkswaterbeheerder zijn doelen niet kan realiseren, ondanks verregaande lokale emissiereductie. In dat geval speelt afwenteling een rol. Maar als iedere beheerder zijn lokale doelen nastreeft zou dit geen probleem meer moeten opleveren.

Bij verschillende normen in verschillende waterlichamen gaat afwenteling in ieder geval een rol van betekenis spelen. Voor zoute waterlichamen zijn voor enkele prioritaire stoffen strengere normen afgeleid dan voor zoete wateren. Voor nutriënten zal een MEP/GEP worden afgeleid per waterlichaam. Stroomafwaarts gelegen kwetsbare wateren zullen dan extra maatregelen vereisen in stroomopwaarts gelegen wateren.

In deze studie zal daarom nagegaan worden in hoeverre er sprake is van afwenteling tussen rijkswateren. Als definitie voor afwenteling wordt aangehouden het overdragen van problemen in het waterbeheer, zoals verontreinigingen en/of daarmee gepaarde kosten. Afwenteling vanuit regionale wateren is meegenomen als belasting per waterlichaam, dus als lokale emissie.

Vanuit verschillende regionale diensten van Rijkswaterstaat is het verzoek gekomen om stofstromen en afwenteling op een groter schaalniveau dan het eigen beheersgebied te bekijken. In deze gezamenlijke studie, waarin Rijkswaterstaat Oost-Nederland, Utrecht, Zuid-Holland, Noord-Holland, Zeeland en Noordzee betrokken zijn, is op het niveau van Rijn-West en de Schelde een analyse uitgevoerd. Zo wordt een beeld verkregen van wederzijdse beïnvloeding van rijkswateren. Tevens wordt inzicht verkregen in de effectiviteit van maatregelen, en de speelruimte die hierbinnen aanwezig is.

---

Opdrachtgevers van deze studie waren Rijkswaterstaat Oost-Nederland en Zuid-Holland.

## 1.2 Doel

Doel van de studie is het inventariseren van de wederzijdse beïnvloeding tussen rijkswateren in het gebied van Rijn-West en Schelde (inclusief Noordzee) en het inschatten van de effectiviteit van emissiereductie op de waterkwaliteit. Onderzoeksvragen zijn:

1. Wat is de huidige waterkwaliteit?
2. Wat zijn de huidige stofvrachten? (waar mogelijk op het niveau van waterlichamen)
3. Hoe groot zijn de binnenlandse emissies in verhouding tot de buitenlandse aanvoer van stoffen?
4. Wat is de gewenste situatie bij toepassing van de gangbare normen en bij toepassing van het afwentelingprincipe?
5. Wat zijn relevante scenario's om de gewenste situatie te bereiken? Hoeveel effect hebben lokale emissiemaatregelen en hoe werken lagere grensvrachten verder door in Nederland?

De focus van deze studie ligt op de rijkswateren. Er zullen uitsluitend chemische aspecten worden meegenomen (geen ecologie). De verdere afbakening (keuze stoffen, jaren en studiegebied) wordt uitgewerkt in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 worden de concrete producten van deze studie genoemd.

## 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een afbakening gegeven van de studie. In hoofdstuk 3 wordt de aanpak beschreven, inclusief producten. Resultaten zijn beschreven in hoofdstuk 4 (huidige toestand), hoofdstuk 5 (gewenste toestand) en hoofdstuk 6 (scenario's). In hoofdstuk 7 volgt een discussie, waarna in hoofdstuk 8 besloten wordt met conclusies en aanbevelingen.

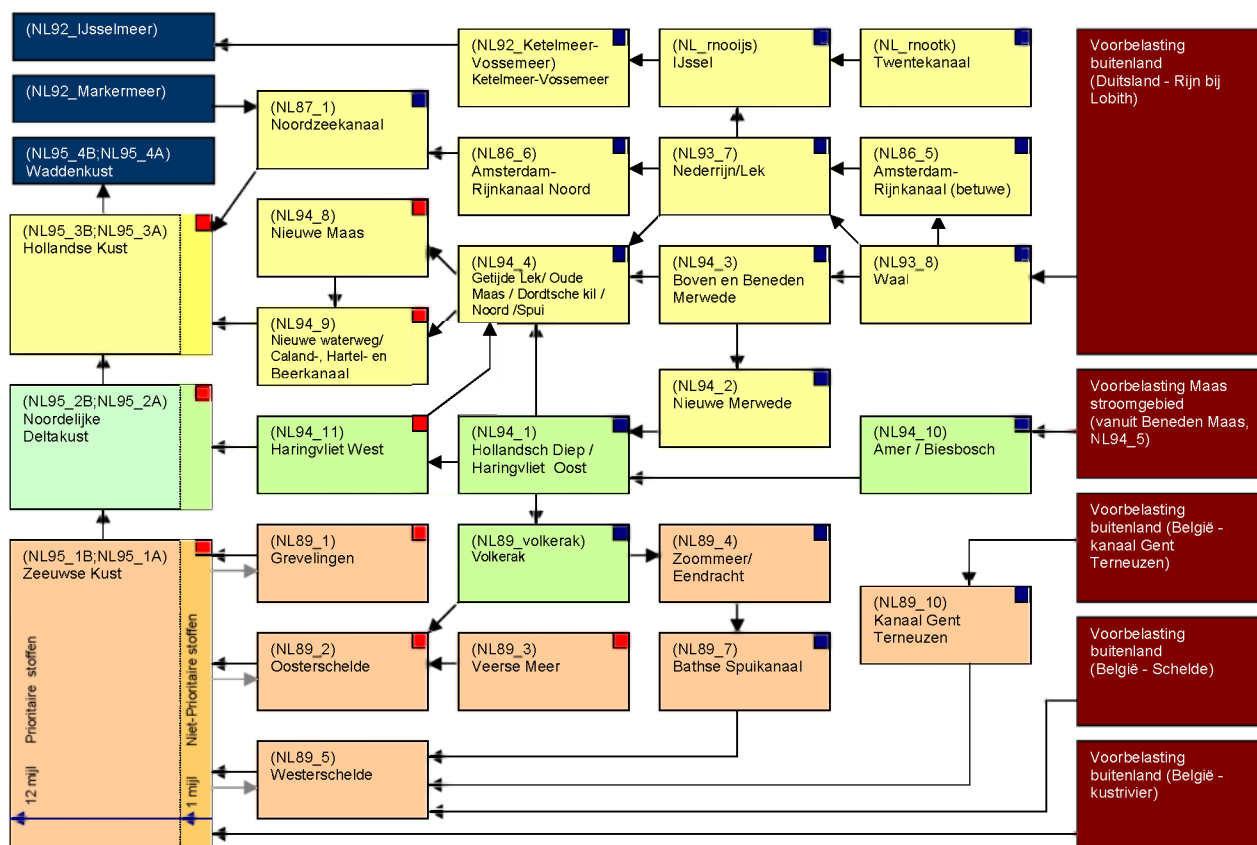


# 2. Afbakening

## 2.1 Studiegebied

Tot het studiegebied behoren de (deel)stroomgebieden Rijn-West en de Schelde (inclusief Noordzee). Aangezien er uitwisseling plaatsvindt van Rijn- en Maaswater is ook een deel van het stroomgebied van de Maas meegenomen (vanaf Keizersveer)<sup>1</sup>. Van het deelstroomgebied Rijn-Oost is de IJssel meegenomen in de studie. Een schematisch overzicht van waterlichamen is in figuur 2.1 opgenomen.

**Figuur 2.1:**  
Schematisch overzicht waterlichamen



<sup>1</sup> De mate en richting van uitwisseling is afhankelijk van het debiet en is seizoengerelateerd. Bij hoge afvoeren is er sprake van Rijnwater dat naar de Maas stroomt via het Spui, Waalwater stroomt dan via de Noord naar de Rijn en via de Dordtsche Kil naar de Maas. Bij lage afvoeren stroomt er Maaswater in de Rijn via de Spui en via Dordtsche Kil-Noord (RIZA, 1995).

---

### **Toelichting figuur 2.1**

De rechterkolom geeft in bruin de voorbelasting vanuit het buitenland aan. Geel is het stroomgebied Rijn, groen de Maas en roze de Schelde. De linkerkolom is de afwatering op de Noordzee, hierbij is onderscheid gemaakt in Zeeuwse kust, Noordelijke Deltakust en Hollandse Kust. In blauw is afwatering naar IJsselmeer, Markermeer en Waddenkust aangegeven. Met zwarte pijlen is de stroomrichting van het water aangegeven, de grijze pijlen geven de getijdeninvloed aan.

Binnen het gebied zijn enkele belangrijke transportroutes te onderscheiden:

- Het stroomgebied van de Rijn wordt afgebakend van Lobith tot Maassluis en mondt uit in de Noordelijke Deltakust. Twee vertakkingen van de Rijn/Lek zijn meegenomen, de IJssel tot en met de monding in het Ketelmeer en het Amsterdam-Rijnkanaal, dat via het Noordzeekanaal uitmondt in de Hollandse Kust.
- Het stroomgebied van de Maas loopt vanaf Keizersveer naar de Haringvlietsluizen en mondt uit in de Noordelijke Deltakust.
- Het stroomgebied Schelde wordt gevoed door het Volkerak-Zoommeer (Maasstroomgebied), het Kanaal Gent Terneuzen en de Schelde vanuit België. Deze komen uit in de Westerschelde, die uitmondt in de Zeeuwse Kust. In de Westerschelde en de Oosterschelde is sprake van een substantiële getijdenwerking.

In bijlage A zijn overzichten van de waterlichamen opgenomen (schematisch overzicht waterlichamen, locaties meetpunten en codes van de waterlichamen).

## **2.2 Selectie van stoffen**

De stoffen zijn in samenspraak met de rijkswaterbeheerders gekozen op basis van toetsingen van RWS Noordzee, Zeeland en Zuid-Holland. Aangenomen wordt dat de probleemstoffen van RWS Zuid-Holland representatief zijn voor de zoete rijkswateren binnen Rijn-West. De stoffen zijn weergegeven in tabel 2.1. Stoffen waar geen kruis staat, zijn wel gemeten maar overschrijden de norm niet.

Er is getoetst aan de Fraunhofer normen voor de prioritare stoffen en aan MTR normen voor overige stoffen. Omdat er voor nutriënten geen zoute MTR normen bestaan, is aan OSPAR doelen getoetst.

Er is gediscussieerd over de te kiezen toetsmethode:

- de Europese methode (uitsluitend toetsen aan de waterfase)
- of de tot op heden gangbare nationale aanpak (metingen aan zwevend stof omrekenen naar totaalgehalten in water en die toetsen).

Als alleen getoetst wordt aan de waterfase blijven van de prioritare stoffen slechts cadmium, diuron, hexachloorbenzeen, enkele PAKs,

tributyltin en DEHP overeen als probleemstof. Besloten is om de probleemstoffen ruim te selecteren (op basis van beide toetsmethoden). Sommige stoffen zijn uiteindelijk vanwege het ontbreken van meetgegevens niet geselecteerd. Deze zijn rood weergegeven in tabel 2.1. Voor DEHP, trichloorbenzeen en Hexachloorcyclohexaan waren geen (of niet op tijd voldoende) meetgegevens beschikbaar. Deze stoffen zijn daarom niet meegenomen, ondanks het feit dat DEHP in de waterfase de Fraunhofer norm overschrijdt (dus voor rapportage aan Brussel van belang worden). Deze stoffen kunnen in vervolgonderzoek meegenomen worden.

**Tabel 2.1:**

Selectie probleemstoffen, inclusief locatie normoverschrijding en beschikbaarheid meet- en emissiegegevens.

	Maassluis	Haringvlietsluisen	Noordzee	Oosterschelde	Westerschelde	DONAR data (2000 en 2003)	Emissie- gegevens
<b>Prioritaire stoffen</b>							
Antraceen	X		X			Ja	Ja
Benzo(a)Pyreen	X					Ja	Ja
Benzo(b)Fluorantheen						Ja	Ja
Benzo(ghi)Peryleen	X					Ja	Ja
Benzo(k)Fluorantheen			X			Ja	Ja
Cadmium			X	X		Ja	Ja
c-HCH (lindaan)				X	X	Ja	Nee
CpyrP				X		Beperkt*	Nee
<b>DEHP</b>		X				Nee	Ja
Diuron					X	Beperkt	Ja
Endosulfan	X			X	X	Ja	Nee
Flu						Ja	Ja
HCB	X					Ja	Ja
<b>HexachloorCycloHexaan</b>	X					Ja**	Ja
Pentachloorbenzeen	X					Ja	Nee
InP	X					Ja	Ja
Ni			X	X	X	Ja	Ja
Pb			X			Ja	Ja
Tributyltin			X	X	X	Beperkt	Ja****
<b>Trichloorbenzeen</b>	X					Nee	Ja
<b>Stroomgebied relevante stoffen</b>							
Totaal-N	X		X	X	X	Ja	Ja
Totaal-P			X	X	X	Ja	Ja
Cu	X			X	X	Ja	Ja
Hepta	X					Ja	Nee
PCB's	X		X	X	X	Ja	Ja****
TfySn			X		X	Beperkt	Nee
Zn					X	Ja	Ja

\* Alleen voor het jaar 2000

\*\* Pas laat beschikbaar, daarom niet in spreadsheet opgenomen.

\*\*\* Beperkt beschikbaar (slechts een aantal meetpunten)

\*\*\*\* Organotinverbindingen

\*\*\*\*\* Alleen voor de som van de PCB's

---

## 2.3 Keuze jaren

Bij de keuze van jaren is relevant dat de gegevens een zo actueel mogelijk beeld moeten geven, maar ook representatief moeten zijn voor de overige jaren.

### **Actuele gegevens**

Wat betreft emissiegegevens was 2003 het meest actuele jaar. In dat jaar is de waterkwaliteit (lees: prioritare stoffen) nog niet heel breed gemeten. Waar mogelijk zijn waterkwaliteitsgegevens van 2000 t/m 2004 gebruikt.

### **Representatieve gegevens**

2003 was een relatief droog jaar. Daarom is bij de vrachtberekeningen naast 2003 gekozen voor het jaar 2000 omdat er van dat jaar veel meetgegevens beschikbaar zijn en omdat het hydraulisch gezien een meer gemiddeld jaar is dan 2003. Door het betrekken van twee jaren kan een indruk gegeven worden van de gevoeligheid van de analyse voor de hydrologische omstandigheden. Doordat de hydraulische omstandigheden per jaargetijde sterk kunnen verschillen is bovendien gekozen voor een aparte weergave voor zomer- en winterhalfjaren.

Bij de resultaten staat per onderwerp beschreven welke jaren zijn bekeken.

---

## 3. Aanpak

---

De studie is ingedeeld in de volgende fasen, die hieronder verder worden uitgewerkt:

- In fase 1 wordt de huidige toestand in kaart gebracht;
- In fase 2 de gewenste toestand;
- In fase 3 wordt aan de hand van scenario's nagegaan hoe rijkswateren reageren op diverse ingrepen.

### 3.1 Aanpak fase 1: huidige toestand

#### Waterkwaliteit

De waterlichamen en hun onderlinge relaties zijn in een schema opgenomen. Per waterlichaam zijn relevante meetpunten benoemd (zie bijlage B). Uit DONAR zijn de meetgegevens van 2000 t/m 2005 gehaald en is het volgende bepaald:

1. zomer- en wintergemiddelden<sup>2</sup>
2. toetsing<sup>3</sup> aan waterfase en zwevend stof

In een spreadsheet (de waterkwaliteitsmonitor) zijn de gegevens zo opgenomen en bewerkt, dat per stof een overzicht kan worden verkregen van de huidige waterkwaliteit. Zie bijlage E voor de handleiding van de spreadsheet en bijlage F voor de uitgangspunten.

#### Vrachten

In de recentelijk uitgevoerde studie 'Landelijke analyse effecten huidig beleid (RIZA, 2005)' heeft het RIZA voor fosfaat, stikstof, koper, nikkel, zink en een aantal PAKs (fluorantheen, benzo(k)fluorantheen en benzo(a)pyreen) berekeningen uitgevoerd met het Landelijk Stofstromenmodel. Voor 2000 en 2003 zijn vrachten berekend voor het Rijn- en Maasstroomgebied. In het model zijn alle rijkswateren opgenomen en de grote regionale wateren (bijvoorbeeld kanalen). Voor het bepalen van stofvrachten tussen waterlichamen is gebruik gemaakt van de berekende vrachten voor deze beperkte groep stoffen. Daarnaast zijn de debieten uit stofstromen gecombineerd met de jaargemiddelde en zomer- en wintergemiddelde concentraties om voor de overige stoffen ook vrachten te kunnen bepalen. Tussen kustwaterlichamen en estuarine waterlichamen kunnen debieten niet bepaald worden met behulp van gemiddelde debieten, aangezien

---

<sup>2</sup> Het wintergemiddelde bestaat uit de eerste en laatste drie maanden van het jaar.

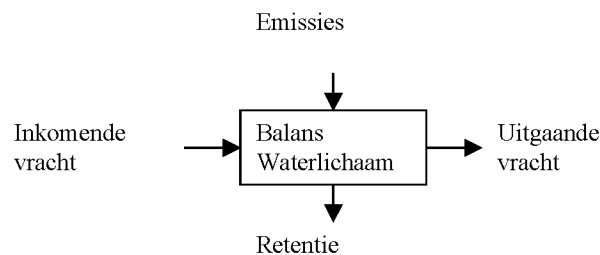
<sup>3</sup> Voor prioritaire stoffen is getoetst aan de NON-paper norm en als deze niet beschikbaar was, de FHI norm. Voor overige stoffen is gebruik gemaakt van de Ministeriele regeling milieukwaliteitseisen gevaarlijke stoffen oppervlaktewateren (Staatscourant, 2004). De getalswaarden zijn opgenomen in bijlage C.

---

er sprake is van getijde afhankelijke debieten. Er wordt daarom uitgegaan van een benadering van de netto vracht welke gebaseerd is op berekende uitwisseling in tijdsafhankelijke numerieke modellen (o.a. Deltabreed), op balansen van stofstromen in het desbetreffende estuarium en op gegevens uit andere studies (OSPAR, stoffenbalans voor de zoute wateren).

Per waterlichaam zijn balansen opgesteld, de balansposten zijn in figuur 3.1 weergegeven. De vrachten zijn in een spreadsheet opgenomen waarbij een stof geselecteerd kan worden en de vrachten zichtbaar worden (zie bijlage E).

.....  
**Figuur 3.1:**  
Balans waterlichaam.



De bepaling van inkomende en uitgaande vrachten is hierboven reeds besproken.

Op elk van de waterlichamen vinden puntlozingen en diffuse emissies plaats. Deze emissies worden ontleend aan de Landelijke Emissieregistratie. De emissies zijn gespecificeerd per 'afwateringseenheid', deze emissies kunnen omgerekend worden naar waterlichamen. Verondersteld wordt hierbij dat elke 'afwateringseenheid' deel uitmaakt van of lost op één waterlichaam. Met behulp van deze emissiegegevens kunnen de emissies per waterlichaam geschat worden. De emissies bestaan dus uit:

- Punt- en diffuse emissies op het waterlichaam;
- Lokale vrachten (emissies van wateren die niet zijn opgenomen in stofstromenmodel).

Deze lokale vrachten worden bepaald door retentie binnen de betreffende wateren. In deze studie wordt dezelfde aanname gedaan als in het Stofstromenmodel, namelijk dat binnen deze kleinere regionale wateren een retentie van 50% optreedt voor alle stoffen. Slechts de helft van de emissies, die uitkomen op deze wateren, bereikt dus de waterlichamen van de rijkswateren.

De retentie in het waterlichaam zelf is voorlopig, bij gebrek aan goede schattingen, gelijk gesteld aan de sluitpost van de stoffenbalans. Deze retentie is uitgedrukt als percentage van de inkomende vracht. Voor een deel bestaat de retentie dus uit waterkwaliteitsprocessen, zoals verlies door sedimentatie of afbraak. Voor de een deel bestaat de retentie ook uit fouten in de schatting van de diverse balansposten.

---

### **Black box**

Voor sommige stoffen zijn niet genoeg gegevens beschikbaar om een balans per waterlichaam op te stellen. Voor deze stoffen is gekozen voor een black box aanpak op landelijk niveau. Voor de emissies en retentie geldt hetgeen zoals hierboven beschreven. De input en output is als volgt bepaald:

#### **Input**

De grensvrachten zijn ontleend aan de meest recente factsheets (nog niet beschikbaar op internet). Voordeel hiervan is dat het landelijk aanvaarde en bepaalde vrachten zijn. Niet beschikbaar waren de vrachten van gamma-HCH, chloorpyrifos, heptachloor, pentachloorbenzeen, tributyltin en trifenylytin (alleen als tinverbindingen). De vrachten van deze stoffen zijn berekend met iBever 3.2. Gekozen kon worden uit vrachten op basis van waterfase metingen en zwevend stofmetingen. Bij stoffen met een partitiec coefficient groter dan 3 is gekozen voor de zwevend stof metingen.

De emissies zijn van afkomstig van de Landelijke Emissieregistratie. Omdat atmosferische depositie in feite aanvoer vanuit het buitenland is, is deze post niet meegenomen bij de totale emissies per stof. Het betreft depositie op oppervlaktewater in Nederland en op de Noordzee.

#### **Output**

Voor de uitgaande vrachten is in eerste instantie gebruik gemaakt van OSPAR vrachten, die het RIZA jaarlijks opstelt. OSPAR vrachten zijn bekend voor cadmium, koper, zink, lood en gamma-HCH. Overige uitgaande stofvrachten zijn berekend met meetgegevens uit de DONAR database met behulp van het informatiesysteem iBever 3.2

Resultaten van fase 1 zijn:

- Overzicht van zomer- en wintergemiddelde concentraties van de probleemstoffen (§4.1);
- Overzicht van de toetsingen aan de waterfase en zwevend stoffase (§4.2);
- Overzicht van de actuele stofvrachten tussen de waterlichamen (stoffen uit Stofstromenmodel)( §4.3);
- Overzicht van de actuele stofvrachten met Nederland als black box (overige stoffen)( §4.4).

## **3.2 Aanpak fase 2: gewenste toestand**

De gewenste waterkwaliteit is die kwaliteit waarbij aan de normen wordt voldaan. Dit is reeds uitgewerkt in fase 1. Daarnaast zijn de gewenste vrachten bepaald per waterlichaam. Het ligt voor de hand om hiervoor de lokaal geldende norm maal het inkomend debiet te hanteren. Dit kan als je uitsluitend naar het waterlichaam zelf kijkt, maar op stroomgebiedniveau is de situatie complexer. Dan kan in een waterlichaam de lokale norm bepalend zijn, maar ook het halen van de

---

norm in een stroomafwaarts gelegen waterlichaam. In dat laatste geval dient rekening gehouden te worden met een afwentelingsvracht. De afwentelingsvracht is de maximale vracht waarbij stroomafwaarts gelegen wateren aan de norm blijven voldoen.

Vanuit de doelen voor het kustwater en het IJsselmeer zijn afwentelingsvrachten voor de Rijn afgeleid. Voor nutriënten is gebruik gemaakt de studie 'Watertype gerichte normstelling voor oppervlaktewater' (RIVM, 2002).

Om ook voor andere stoffen de vertaalslag te kunnen maken naar gewenste vrachten is gebruik gemaakt van regressie tussen de frequentieverdelingen van de (over een lange periode) gemeten concentraties op zee en de vrachten bij de riviermondingen. De methodiek wordt in bijlage F nader beschreven.

Per waterlichaam is in een spreadsheet de gewenste vracht afgeleid. Op basis van het schematisch overzicht van waterlichamen (figuur 2.1) is gaande van het IJsselmeer en de zee stroomopwaarts gewerkt. Per waterlichaam is nagegaan of de gewenste vracht bepaald wordt door de lokale norm of de afwentelingsnorm.

Resultaten van fase 2 zijn:

- Inzicht in de verhouding tussen doelen benedenstrooms op de situatie bovenstrooms met behulp van een RIVM studie en regressieanalyse (§5.1);
- Gewenste vrachten van bovenstrooms gelegen waterlichamen en daarmee inzicht in verschil tussen gewenste en huidige vrachten (§5.2);
- Inzicht in verschillen tussen de doelen en de huidige situatie (welke norm is bepalend?) (§5.3).

### **3.3 Aanpak fase 3: scenario's**

Om de effecten van maatregelen te kunnen inschatten, zijn de effecten van emissiereductie op de stofstromen geanalyseerd. Ook wordt nagegaan hoe groot de invloed van verlaging van de grensvrachten is. In scenario A zal lokale emissiereductie worden doorgerekend. Het gaat om verlaging van alle emissies met 10, 20 en 50%. In scenario B zullen de grensvrachten verlaagd worden zodat wordt voldaan aan de norm op de grens.

In het tabblad 'Gewenste Vrachten' in de spreadsheet zijn de volgende opties beschikbaar:

- Het beperken van emissies met een vast percentage;
- Voor heel het studiegebied;
- Per regio;
- Per bron (diffuus/puntbron, district/waterlichaam).
- Het beperken van de voorbelasting.
- Voor alle instroompunten;
- Afzonderlijk voor Rijn of Maas.



---

Rekening dient bij het gebruik van de spreadsheet gehouden te worden met een aantal aspecten:

- Onderschatting van de vrachten (circa 10% tot 40% lager) als deze met gemiddelde concentraties en mediane debieten geschat zijn.
- De stofbalansen (tabblad 'Gewenste Vrachten') gaan in tegenstelling tot de berekende vrachten (tabblad 'Vrachten') uit van volledige menging in een waterlichaam, waardoor de vrachten op enkele plaatsen licht kunnen verschillen met de berekende vrachten.
- De keuze van een norm in de spreadsheet is bepalend voor de maximale lokale vracht.
- De afwentelingsnorm vanuit zee dient handmatig ingevoerd te worden (rode tekens), waarbij voor een achttal stoffen automatisch de gewenste vracht wordt berekend. Voor andere stoffen dient hiervoor bijvoorbeeld een hoge waarde ingevoerd te worden, waardoor afwenteling tussen rivierwaterlichamen wel een rol speelt.
- Voor micro-verontreinigingen zijn doorgaans te weinig gegevens beschikbaar om betrouwbare balansen op te stellen.

Resultaten van fase 3 zijn:

- Scenario A: Effect van 10, 20 en 50 % emissiereductie;
- Scenario B: De grensvrachten voldoen aan de Nederlandse normen (non-paper en MTR).

---

---

---

## 4. Fase 1: Huidige toestand

---

### 4.1 Zomer- en winterconcentraties

In de opgestelde spreadsheet kunnen per stof zomer- en winterconcentraties worden weergegeven. Zie bijlage E voor een handleiding van de spreadsheet en bijlage F voor een verdere toelichting.

De zomergemiddelde concentraties nutriënten zijn in de zomer lager dan in de winter, dit komt deels door lagere uitspoelingsvrachten en door een grote retentie in het water. Voor de overige stoffen zijn geen algemene uitspraken te doen, de waarden variëren per seizoen per gebied. Wel is zichtbaar dat de zomer- en wintergemiddelde waarden in kustwater minder van elkaar verschillen dan in zoet rijkswater.

### 4.2 Toetsing waterkwaliteit

In tabel 4.1 worden toetsresultaten van 2003 per waterlichaam op deelstroomgebiedniveau samengevat (zie bijlage C voor een overzicht van 2000). De wijze van toetsing is bij de aanpak beschreven. Voor het Rijnstroomgebied wordt waar nodig nog onderscheid gemaakt tussen het westelijk en oostelijk deel. De kleurweergave links in de tabel geeft de hoogste normoverschrijding van deze stof aan. In het rechtergedeelte is aangegeven waar de normoverschrijding plaatsvindt. De CIW klassen zijn als volgt opgebouwd:

Groen < MTR

Geel < 2 maal MTR

Oranje < 5 maal MTR

Rood > 5 maal MTR

Er wordt onderscheid gemaakt tussen twee soorten toetsingen, 'zs' duidt op metingen aan zwevend stof en 'wf' op in de waterfase gemeten concentraties.

#### Lokaal overschrijdend

Indien een stof in het merendeel van de waterlichamen van een stroomgebied voldoet, maar op één of twee locaties de norm (sterk) overschrijdt, dan wordt de stof in tabel 4.1 in CIW-klasse 2 geplaatst maar is in tabel 4.2 terug te vinden als een lokale normoverschrijdende probleemstof. Aangegeven staat in welk waterlichaam deze stof de norm overschrijdt.

**Tabel 4.1**

Toetsing stoffen in de Rijn, Schelde of kustwater in 2003

2003 stof Prioritair	meting	CIW-klassering			
		groen 2	geel 3	oranje 4	rood 5
hexachloorbenzeen	wf zs			rijn schelde / holl.kust 1	rijn
lood	wf zs	holl.kust 1	schelde holl.kust T	schelde	rijn rijn
anthraceen	zs		rijn oost / schelde / holl.kust 1	rijn west	
nikkel	wf zs	holl.kust 1	rijn	schelde rijn / schelde / holl.kust 1	
pentachloorbenzeen	wf zs	rijn oost	rijn west	rijn	
fluorantheen	wf zs	rijn holl.kust 1/ schelde	rijn		
benzo(ghi)peryleen	wf zs		rijn rijn		
indenopyreen	zs	schelde / holl.kust 1	rijn		
cadmium	wf zs	rijn / schelde / holl.kust 1 rijn / schelde / holl.kust 1			
diuron	wf	rijn / schelde / kustwater			
a-endosulfan	wf	rijn			
oHCH (FHI)	wf zs	rijn / schelde / holl.kust 1 / z.k. 1 rijn / schelde			
benzo(a)pyreen	zs	rijn / schelde / holl.kust 1			
benzo(b)fluorantheen	wf zs	rijn rijn / schelde / holl.kust 1			
benzo(k)fluorantheen	wf zs	rijn rijn / schelde / holl.kust 1			
<b>Stroomgebied relevant</b>					
zink*	wf zs				rijn / schelde / holl.kust 1 rijn / schelde / holl.kust 1
PCB28*	zs				rijn / schelde / holl.kust 1
PCB52*	zs		holl.kust 1	schelde	rijn
PCB101*	zs		holl.kust 1	schelde	rijn
koper*	wf zs	holl.kust 1 holl.kust 1	schelde rijn / schelde	rijn	
PCB118*	zs	schelde / holl.kust 1		rijn	
PCB138*	zs	holl.kust 1	schelde	rijn	
PCB153*	zs	holl.kust 1	schelde	rijn	
totaal-P*	wf		rijn / schelde / kust		
totaal-N*	wf		rijn / schelde / kust		
heptachloor*	wf zs		rijn schelde		
PCB180*	zs	schelde / holl.kust 1	rijn		

getoetst aan non-paper normen tenzij \* vermeld (MTR is dan de norm)

**Tabel 4.2**

Lokaal overschrijdende stoffen in de Rijn, Schelde of kustwater in 2003

2003 stof Prioritair	meting	CIW-klassering		
		geel 3	oranje 4	rood 5
a-endosulfan	wf			amer-biesbosch
pentachloorbenzeen	zs			haringv west / n.wat.weg
cadmium	wf zs	ark / westerschelde amer-biesbosch		
diuron	wf	westerschelde / veerse meer		
benzo(a)pyreen	zs	kanaal GT		
benzo(k)fluorantheen	zs	kanaal GT		
fluorantheen	zs		kanaal GT	
oHCH (FHI)	wf		amer-biesbosch	
benzo(ghi)peryleen	zs	westerschelde	kanaal G-T	
indenopyreen	zs	westerschelde	kanaal G-T	
<b>Stroomgebied relevant</b>				
totaal-P*	wf		holl.ijsstel	
totaal-N*	wf		twentek / holl.ijsstel / amer-biesbosch	
PCB118*	zs	kanaal G-T	westerschelde	

### Beschikbaarheid meetgegevens

Sommige stoffen worden slechts beperkt gemeten. In tabel 4.3 zijn stoffen opgenomen die in minder dan drie waterlichamen zijn gemeten. In de Schelde wordt op minder locaties gemeten dan in Rijn-West. De weergave van het Scheldestroomgebied wordt voor veel stoffen gebaseerd op metingen in 3 of 4 waterlichamen. Dit betreft de Westerschelde, kanaal Gent-Terneuzen, Veerse Meer en Zoommeer-Eendracht.

Tabel 4.3:

Overzicht toetsing sporadisch gemeten stoffen in de Rijn, Schelde en kustwater in 2003.

2003 stof	meting	CIW-klassering			
		groen 2	geel 3	oranje 4	rood 5
trifenylytin*	zs	rijn oost	veerse meer (wf)	n.wat.weg / delta kust 1+T	holl.kust 1/westerschelde
tributylytin	zs	rijn oost		veerse meer (wf)	n.wat.weg/ holl.kust 1 / delta kust 1+T / westerschelde
pentachloorbenzeen	wf		westerschelde		
	zs	kanaal G-T		westerschelde	
a-endosulfan	wf	westerschelde			
chloorpyrivos	wf	lobith			
geen metingen Schelde 2003					
chloorpyrifos					

### Conclusies waterkwaliteit

Op basis van metingen aan zwevend stof treedt normoverschrijding op voor:

- hexachloorbenzeen, lood, zink en enkele PCB's (klasse 5)
- antracene, nikkel, pentachloorbenzeen, koper en enkele PCB's (klasse 4)
- fluorantheen, benzo(ghi)peryleen, indenopyreen, totaal-P, totaal-N, heptachloor en een PCB (klasse 3).

Als alleen gekeken wordt naar waterfasemetingen zijn de normoverschrijdingen als volgt:

- lood (Rijn) en zink (klasse 5)
- hexachloorbenzeen (alleen Rijn), nikkel (Schelde) en koper (Rijn) (klasse 4)
- lood (Schelde), nikkel (Rijn), pentachloorbenzeen (Rijn-West), benzo(gh)peryleen (Rijn), koper (Schelde), totaal-P en totaal-N, heptachloor (Rijn) (klasse 3).

Grofweg gezegd overschrijden PCB's en PAK's bij toetsing aan de waterfase de norm niet meer. Hexachloorbenzeen, lood en koper worden een CIW klasse lager. Alleen de nutriënten blijven onveranderd, omdat deze altijd al gemeten werden in de waterfase.

---

Lood en nikkel zijn alleen nog een probleemstof voor de Rijn en niet meer voor kustwater.

Lokale problemen komen voor in de Amer/Biesbosch (endosulfan, cadmium, lindaan, totaal-N), Harinvliet west (pentachloorbenzeen), Amsterdam-Rijnkanaal (cadmium), Westerschelde (cadmium, diuron, PAKs, PCB), Kanaal Gent Terneuzen (PAKs, PCB), Hollandse IJssel (totaal-P en N) en het Twentekanaal (totaal-N). Als hier alleen gekeken wordt naar de waterfase blijven endosulfan, cadmium, diuron, lindaan en nutriënten de normen overschrijden.

Het is lastig om de twee toetsmethoden met elkaar te vergelijken omdat er vaak onvoldoende metingen zijn in de waterfase in 2000 en 2003.

Sommige stoffen worden in minder dan drie waterlichamen gemeten. Hiervan zijn tributyltin, trifenyltin en pentachloorbenzeen normoverschrijdend (meting van deze stoffen op meer locaties is gewenst). A-endosulfan en chloorpyrifos overschrijden de norm in de waterfase niet.

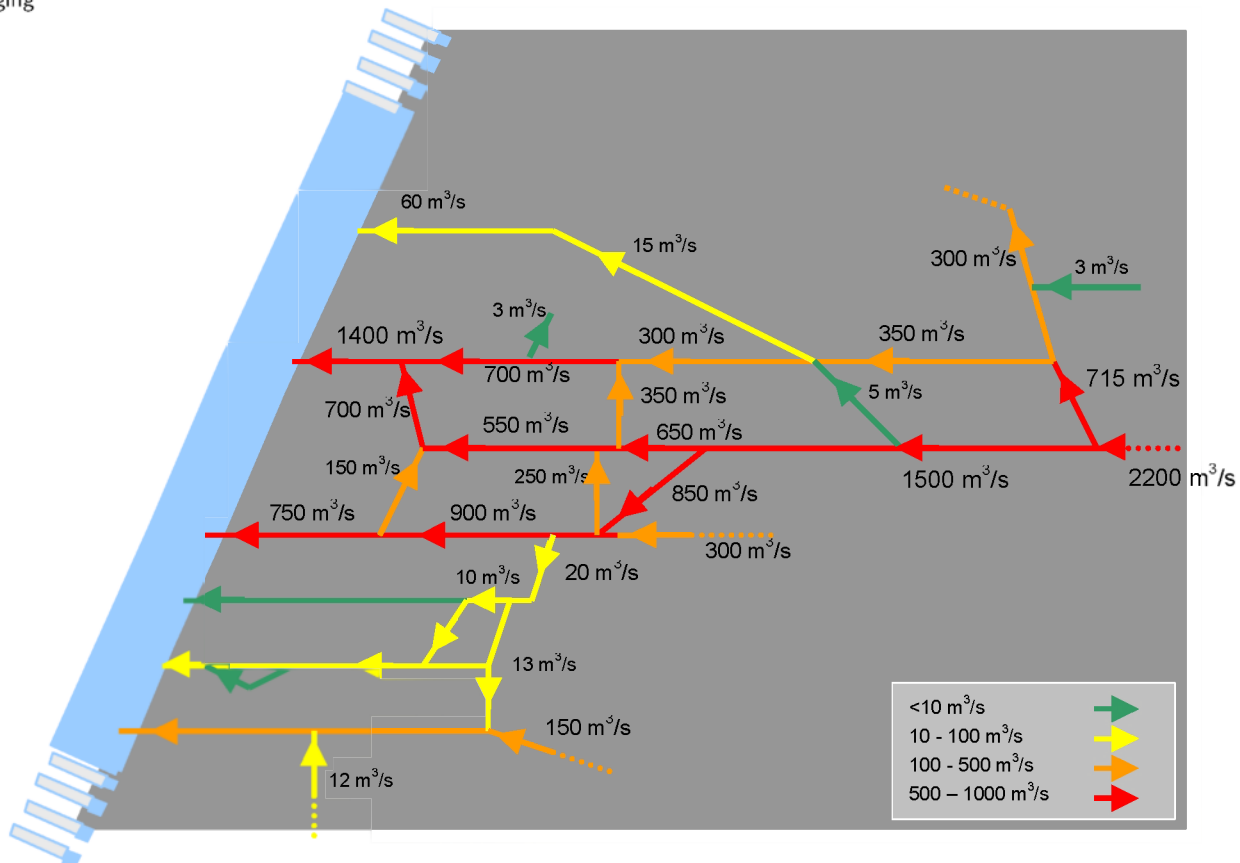
### 4.3 Stofvrachten per waterlichaam

#### Waterbeweging

De waterbalans van het distributiemodel is sluitend. De aan- en afvoer naar regionale wateren is in de afgelopen jaren regelmatig afgestemd met de waterschappen en verfijnd.

In figuur 4.1 is de waterbeweging in het gebied schematisch weergegeven. De Rijn komt bij Lobith Nederland binnen met een gemiddeld debiet van 2200 m<sup>3</sup>/s. Met rood is aangegeven hoe de hoofdstroom van de Rijn verder gaat. Een kwart stroomt via het Haringvliet in zee, de resterende driekwart gaat via de Nieuwe Waterweg in zee. Het debiet van de Schelde is met oranje aangegeven, deze ligt gemiddeld tussen de 100 en 500 m<sup>3</sup>/s. Het Amsterdam-Rijnkanaal en het Volkerak Zoommeer zijn in geel aangegeven, met gemiddelde debieten van 10 tot 100 m<sup>3</sup>/s. Echt kleine waterstromen zijn in groen aangegeven, hieronder valt Grevelingen.

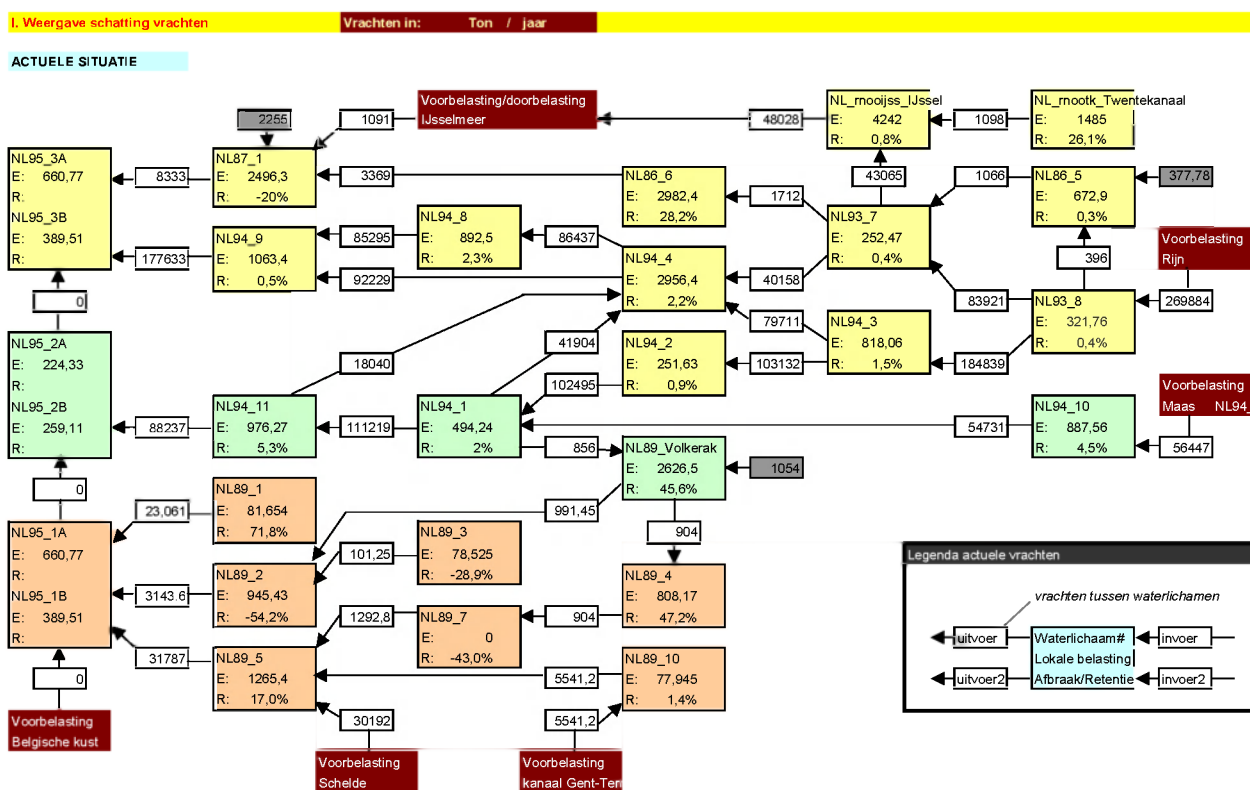
**Figuur 4.1:**  
Schema waterbeweging



## Stofvrachten

Om meer grip te krijgen op de stofvrachten is per waterlichaam een balans opgesteld van stofstromen tussen waterlichamen, lokale emissies en de retentie in het waterlichaam zelf (zie bijlage D voor een toelichting van de spreadsheet). In figuur 4.2 is ter illustratie het resultaat voor totaal-N weergegeven. De sluitfout per waterlichaam is als percentage R weergegeven. In het Noordzeekanaal, Oosterschelde en Veerse Meer is de sluitfout negatief. Als het Amsterdam-Rijnkanaal en Noordzeekanaal als geheel worden beschouwd klopt de balans wel. Geconcludeerd kan worden dat stofvrachten in het Scheldegebied minder betrouwbaar zijn, door het ontbreken van gegevens. Momenteel worden diverse balansstudies uitgevoerd (Deltabreed, Stofbalans zoute wateren), waarvan de resultaten op termijn gebruikt kunnen worden. Koppeling van zoete en zoute studies wordt door de betrokken partijen als wenselijk ervaren. Daarnaast kan geconcludeerd worden dat de stofvrachten redelijk betrouwbaar zijn voor nutriënten en zware metalen (zie ook hoofdstuk 7 discussie). Voor de overige stoffen zijn de sluitfouten nog te groot om conclusies op te baseren.

Figuur 4.2:  
Schema Stofvrachten



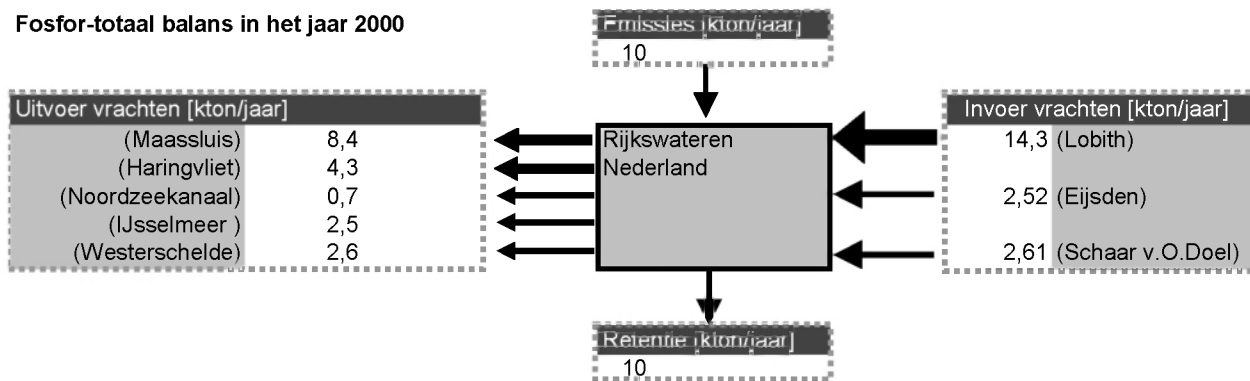


## 4.4 Black box Nederland

### Binnenlandse en buitenlandse vrachten

Hoeveel wordt er in Nederland geëmitteerd en hoe groot is het aandeel van het buitenland? Voor stoffen waarvan waterkwaliteitsmetingen beschikbaar zijn op de MWTL punten aan de grens en stoffen die in emissieregistratie zijn opgenomen is een black box benadering toegepast. Dit houdt in dat per stof nagegaan is wat Nederland in komt en wat Nederland uitgaat. Ter illustratie is in figuur 4.3 de blackbox van totaal P opgenomen.

**Figuur 4.3**  
Black box van vrachten totaal-P (kg/jaar)  
gemiddeld over 2000 t/m 2003.



In tabel 4.4 zijn de inkomende vrachten, de uitgaande vrachten, de sluitfout en het aandeel van de binnenlandse emissies weergegeven. Het aandeel vanuit het buitenland bestaat uit de grensvrachten (van Rijn, Maas en Schelde) en de atmosferische depositie op oppervlaktewater. Het binnenlandse aandeel bestaat uit de totale emissies exclusief de atmosferische depositie. Dit is gedaan omdat atmosferische depositie voor het merendeel afkomstig is uit het buitenland. Het meest zorgvuldig zou zijn om in een vervolgstudie na te gaan welk deel van de atmosferische depositie uit Nederland afkomstig is en welk deel uit het buitenland.

Voor  $\alpha$ -Endosulfan, benzo(ghi)peryleen, benzo(k)fluorantheen, indenopyreen en diuron zijn geen emissiegegevens beschikbaar, daarom is geen sluitfout opgenomen. Voor de overige stoffen is de sluitfout positief, wat wil zeggen dat de ingaande vrachten groter zijn dan de uitgaande vrachten. Dit is zeer aannemelijk, aangezien lang niet alle emissies op oppervlaktewater (vaak regionaal water) in de uitstroompunten naar zee terechtkomen door verlies, afbraak en sedimentatie. Als de sluitfout negatief is houdt dit meestal in dat bepaalde emissies niet goed zijn meegenomen.

De bijdrage van binnenlandse emissies aan de totale inkomende vracht is meer dan de helft voor zink en eenderde voor totaal-P. Voor

cadmium, nikkel, lood, koper, totaal-N en fluorantheen is de bijdrage van binnenlandse emissies ongeveer een vijfde van de totaalvracht. Binnenlandse emissies van benzo(a)pyreen zijn een tiende van de totaalvracht, binnenlandse emissies van antraceen en hexachloorbenzeen zijn een fractie van wat er aan de grens binnenkomt, al moet worden opgemerkt dat de waterbodembodem als bron buiten beschouwing is gelaten.

**Tabel 4.4**

Invoer- en uitvoervrachten in de Rijn, Maas en Schelde voor de jaren 2000 t/m 2003.

jaargemiddelde (2000 t/m 2003)		aEndo	Ant	BaP	BghiPe	BkF	Cd	Cu	DIURN	Flu	HCB	InP	Ni	Pb	Zn	N	P
<b>IN</b>																	
Lobith	kg/jaar	44	419	1308	1139	766	6246	399932	2133	2562	280	1056	270343	334293	1743913	263202390	16501549
Eijsden	kg/jaar	7	185	594	513	328	3172	55382	679	1133	2	501	39674	77074	491480	37692900	2880501
Schaar v. Ouden Doel	kg/jaar	2	53	141	119	90	1723	34571	1974	248	0	126	28154	40603	177978	26700133	2029954
Emissie (excl. Atm dep)	kg/jaar	nb	98	355	nb	nb	3908	109259	nb	2085	1	nb	144588	138367	3582379	99970806	10069257
atmosferische depositie	kg/jaar	nb	3090	273	nb	nb	3501	45023	nb	2924	18	nb	45021	100853	191788	34053916	
totaal IN	kg/jaar	52	3845	2671	1770	1184	18550	644166	4787	8952	301	1684	527780	691189	6187537	461620145	31481261
<b>UIT</b>																	
Maassluis	kg/jaar	23	242	581	470	323	5310	248833	1801	1010	13	457	127525	177123	982653	147840000	7825250
Haringvliet	kg/jaar	14	128	287	279	181	2005	94690	960	538	4	272	80731	57317	368567	94985000	5105250
Noordzeekanaal	kg/jaar	2	9	18	18	16	91	10360	316	56	0	25	7522	2017	26700	9169413	705735
IJsselmeer	kg/jaar	9	22	53	53	34	656	41005	352	110	1	61	34417	19310	104670	50830000	2005085
Westerschelde	kg/jaar	2	53	141	119	90	601	17674	2163	248	1	126	31808	15257	78364	37107500	2597290
totaal UIT	kg/jaar	50	454	1079	939	643	8662	412563	5592	1961	20	942	282003	271024	1560954	339931913	18238610
In-uit/in	%	5	88	60	47	46	53	36	-17	78	93	44	47	61	75	26	42
emissie tov totaalvracht	%		3	13			21	17		23	0		27	20	58	22	32

Als aangenomen wordt dat de helft van de binnenlandse emissies op rijkswater terecht komt, dienen de percentages van binnenlandse emissies tov de totaalvracht gehalveerd te worden. Geconcludeerd kan worden dat voor zink, cadmium, nikkel, lood, totaal-N en totaal-P, koper en fluorantheen lokale emissiereducties effect kunnen hebben op de waterkwaliteit van rijkswater. Voor hexachloorbenzeen en benzo(a)pyreen zullen de effecten van emissiereductie minder zichtbaar zijn.

In deze studie is een aantal stoffen niet meegenomen. Zo is er bijvoorbeeld gebruik gemaakt van emissiegegevens van 2002 (waarbij minder stoffen beschikbaar waren) en er is ook nog niet optimaal gebruik gemaakt van meetgegevens in rijkswater. Aanbevolen wordt om de black box benadering toe te passen op een groter aantal stoffen. Met name voor stoffen als tributyltin is feitelijke onderbouwing van de problematiek van groot belang. Ook is van belang dat de betrouwbaarheid van de geschatte vrachten in orde is, zie hiervoor hoofdstuk 7, discussie.

---

## 5. Fase 2: Gewenste toestand

---

### 5.1 Afleiden van gewenste vrachten

Om aanknopingspunten te hebben voor afwenteling vanuit de Noordzee en het IJsselmeer dient een relatie gelegd te worden tussen concentraties op zee en de concentraties/vrachten van de grote rivieren. Dit is door het RIVM al onderzocht in het rapport 'watertypegerichte normstelling voor nutriënten in oppervlaktewater' (Van Liere & Jonkers, 2002). Tevens is de relatie tussen vrachten bij de riviermondingen en concentraties in zee onderzocht.

#### 5.1.1. Afleiden gewenste N en P vrachten

Voor totaal-N en totaal-P is door het RIVM onderzoek gedaan naar afwenteling van de Rijn op het IJsselmeer en het kustwater in het kader van watertypegerichte normstelling voor nutriënten (RIVM, 2002). Via regressie zijn uit gehalten benedenstrooms gehalten voor bovenstrooms gelegen wateren afgeleid. In het rapport is gebruik gemaakt van eerder onderzoek door De Vries et al (1998) waar de consequenties zijn nagegaan van de streefwaarden voor stikstof van een aantal, in belangrijke mate door de Rijn gevoede, systemen, voor concentraties in de Rijn. Daarnaast worden de resultaten van een soortgelijke exercitie voor fosfor in de Rijn gepresenteerd.

De keuze voor een streefwaarde voor totaal-P en totaal-N wordt sterk bepaald door de onderliggende ecologische doelen. In de kustwateren is stikstof de limiterende factor, in zoete wateren is dit fosfaat. Gesteld wordt dat het belangrijkste doel van de Noordzee is om 50% minder algengroei te hebben. Dit komt overeen met een streefwaarde van 1.8 mg N/l in de Rijn. Voor fosfaat is het IJsselmeer een bepalende factor. Vermindering van drijfslagen van algen wordt bereikt bij een fosfaatconcentratie van 0,08 mg P/l.

De keuze van de doelen is bepalend voor de eisen die stroomopwaarts gesteld worden. Tijdens het project is hier niet uitgebreid op ingegaan, maar het zou wel goed zijn om deze discussie op te starten.

#### 5.1.2. Regressieanalyse nutriënten en metalen

Om de terugwerking van de gewenste situatie vanuit zee naar de rivieren te kunnen maken zijn waterkwaliteitsmetingen op zee gekoppeld aan de stofvrachten bij enkele riviermondingen. De riviermondingen waarvan de zeemeetpunten afhankelijk zijn verondersteld, zijn:

- Maassluis -> Noordwijk 2
- Schaar van Ouden Doel -> Walcheren 2
- IJmuiden -> Egmond 2

---

Ten behoeve hiervan is een frequentieanalyse uitgevoerd van de waterkwaliteitsmetingen / berekende vrachten over een langjarige periode, waarover regressie is toegepast. In bijlage G wordt deze methodiek beschreven voor stikstof en fosfor.

### **Stikstof**

Uit de analyse komt naar voren dat een gemiddelde stikstofconcentratie van 0,6 mg N l<sup>-1</sup> (bij de drie meetpunten) te herleiden is naar een vracht van 125000 ton stikstof per jaar bij Maassluis en 19000 ton per jaar bij Schaar van Ouden Doel. Bij IJmuiden is met een dergelijke relatie echter een te conservatieve gewenste vracht afgeleid. De reden hiervoor is gelegen in het kleine aandeel van de vracht bij IJmuiden in de stikstofvrachten op zee. De vrachten bij IJmuiden en de Haringvlietsluizen (waarvoor geen relatie is afgeleid) zijn daarom gerelateerd aan de gewenste vracht bij Maassluis. Uitgangspunt hierbij is dat de gewenste waterkwaliteit bij deze mondingen gelijk is aan de gewenste kwaliteit bij Maassluis. Voor stikstof kan de gewenste afwentelingsvracht strenger zijn dan de maximale vracht (berekend met de lokale norm), waardoor afwenteling een belangrijk mechanisme is bij stikstof.

### **Fosfor**

Voor fosfor kan een zelfde analyse uitgevoerd worden. Hieruit komt naar voren dat het omslagpunt, waarbij afwenteling vanuit de rivieren naar zee relevant is bij een vracht van 6800 ton fosfor per jaar bij Maassluis, dit komt overeen met een geschatte jaargemiddelde concentratie van 0.04 mg P l<sup>-1</sup> bij Noordwijk 2. Voor de Schelde is bij Schaar van Ouden Doel een omslagpunt gevonden dat bij 750 ton fosfor per jaar ligt, dit komt tevens overeen met een geschatte concentratie van 0.04 mg P l<sup>-1</sup> bij meetpunt Walcheren 2. Voor fosfor lijkt is de maximale lokale vracht in veel gevallen echter hoger dan de afwentelingsvracht.

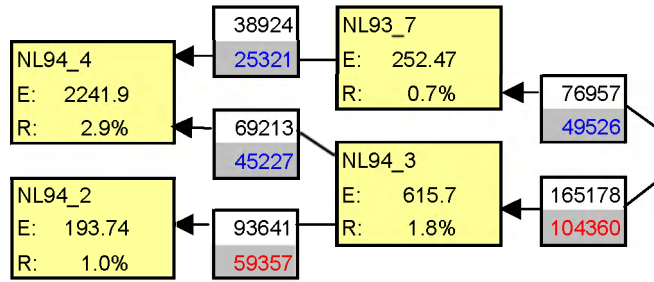
Voor een aantal andere stoffen zijn ook relaties gevonden. De lokale normen zijn voor deze stoffen echter in vrijwel alle gevallen bepalend, waardoor afwenteling naar zee van deze stoffen een minder belangrijk mechanisme is. Dit betreft lood, koper, nikkel, cadmium, zink. Nadere informatie is te vinden in bijlage G.

## **5.2 Gewenste vrachten in waterlichamen**

De gewenste vracht in een waterlichaam wordt bepaald door de maximale lokale vracht en de afwentelingsvracht (§ 3.3). In de spreadsheet kan in het tabblad 'Gewenste Vrachten' in de lichtgrijze vakjes de gewenste vracht worden afgelezen. De door de lokale norm bepaalde gewenste vracht is blauw, de door afwenteling bepaalde vracht is rood. Tevens kan de huidige situatie (met emissie verlagende maatregelen) worden afgelezen in de witte vlakken. Aan de hand van totaal-N vrachten wordt een aantal conclusies getrokken.

**Figuur 5.1:**

Voorbeeld van huidige vrachten (wit) en gewenste vrachten (grijs) voor totaal-N, in het jaar 2003. De maximale lokale vracht (blauw) en de afwentelingsvracht (rood) zijn te onderscheiden.



---

---

---

## 6.Fase 3: Scenario's

---

In dit hoofdstuk worden twee scenario's onderzocht, namelijk lokale emissiereductie en beperking van de stofvrachten die over de grens komen, waarbij wordt aangenomen dat het oppervlaktewater aan de grens voldoet aan de norm.

### 6.1 Scenario lokale emissiereductie

De effectiviteit van emissiereductie is sterk afhankelijk van een aantal variabelen:

1. Mate waarin de stof normoverschrijdend is;
2. De doorbelasting van stoffen vanuit het buitenland;
3. De verhouding tussen lokaal en doorbelast water;
4. Nalevering uit de bodem.

In de volgende paragrafen wordt het effect van emissiereducties ingeschat en aangegeven voor welke stoffen en op welke plaatsen dit relevant kan zijn. Hierin is het 20% emissiereducerende alternatief komen te vervallen, omdat de resultaten vergelijkbaar zijn met die bij de 10% emissiereductie.

#### 6.1.1. 10% emissiereductie

De effectiviteit van een emissiereductie van 10% is beperkt, als een groot deel van de stofvrachten doorbelast wordt vanuit bovenstroomse waterlichamen. Deze maatregel leidt bovendien niet tot het halen van de norm. Toch kan, ondanks het niet halen van de norm, op een aantal wateren een bijna evenredige reductie van de vracht gerealiseerd worden:

2. Twentekanaal;
3. Noordzeekanaal;
4. Grevelingen
5. Veerse Meer.

En in mindere mate ook op de volgende waterlichamen:

- Amsterdam-Rijnkanaal;
- 6. Betuwe pand.

De stoffen die het meest reageren op lokale emissiereductie zijn koper, totaal-N, totaal-P, nikkel en lood. Dit zijn, zoals te verwachten, stoffen waarvan de binnenlandse emissies relatief groot zijn ten opzichte van de grensvrachten.

### 6.1.2. 50% emissiereductie

Een emissiereductie van 50% is relevant voor dezelfde wateren als hierboven genoemd, waarbij de norm gehaald kan worden in het Noordzeekanaal en Twentekanaal voor nikkel, koper en totaal-P. Voor overige stoffen wordt de gewenste situatie niet bereikt. Hiervoor hebben emissiereducerende maatregelen te weinig resultaat.

## 6.2 Scenario buitenland voldoet

In een tweede scenario is nagegaan of de gewenste toestand bereikt wordt als de grote rivieren op de grens voldoen aan de NON-paper norm (op basis van de zwevend stofmethode). Op basis van de huidige waterkwaliteit op de grens is berekend hoeveel de voorbelasting moet afnemen om aan dit criterium te kunnen voldoen. Alleen die stoffen zijn opgenomen die momenteel aan de grens de norm overschrijden. De stoffen antraceen, benzo(a)pyreen, benzo(b)fluorantheen, benzo(ghi)peryleen, benzo(k)fluorantheen, fluorantheen, cadmium en zink voldoen momenteel aan de grens aan de normen.

**Tabel 6.1:**  
Benodigde reductie van de voorbelasting om de gewenste grensvrachten te halen.

2000	Reductie voorbelasting [%]		
	Rijn	Maas	Schelde
chloorpyrifos	25	25	25
Koper	45	20	50
Diuron			70
Indenopyreen			50
Hexachloorbenzeen	50	95	
Totaal-N	45	65	65
Totaal-P	30	55	65
Heptachloor	30		
Nikkel	50	60	70
Lood	83	90	95
Tributyltin	>90	Nb	Nb
Trifenyyltin	>90	Nb	Nb
PCB28	90	95	80
PCB52	70	70	85
PCB101	85	85	85
PCB118	40	40	80
PCB138	50	80	90
PCB153	60	80	90
PCB180	20	80	80

De benodigde reductie van de voorbelasting zou nog groter zijn als ook afwenteling naar benedenstroomse (zoute) waterlichamen en de zee wordt meegenomen, maar dat is hier niet verder uitgewerkt.



---

### 6.3 Effectiviteit scenario's

Uit het voorgaande kan geconcludeerd worden dat lokale emissiereductie vooral effect heeft in de kleinere rijkswateren (Twentekanaal, Noordzeekanaal, Grevelingen, Veerse Meer en in mindere mate het Amsterdam-Rijnkanaal en Betuwepand) voor een beperkt aantal stoffen (koper, totaal-N, totaal-P, nikkel en lood). Vermindering van de emissies met 10% geeft een evenredige verbetering van de waterkwaliteit (voor die wateren en stoffen). Bij een forse emissiereductie (van 50%) zullen in het Twentekanaal en Noordzeekanaal de normen voor totaal-P, nikkel en koper gehaald worden.

Vermindering van de voorbelasting, zodat de grenswateren aan de norm voldoen, is met name effectief voor die stoffen die nu nog niet aan de norm voldoen. Dit zijn chloorpyrifos, koper, diuron, indenopyreen, hexachloorbenzeen, totaal-N, totaal-P, heptachloor, nikkel, lood, tributyltin, trifenylytin en PCB's. Verlaging van de voorbelasting voor die stoffen geeft in vrijwel alle rijkswateren een groot effect. Afspraken op internationaal niveau zijn voor deze stoffen zeer gewenst.

---

---

---

## 7. Discussie

---

### **Toetsing waterkwaliteit**

De normstelling is altijd al in beweging geweest, maar de ontwikkelingen hierin en de daarmee gepaard gaande consequenties zijn nog nooit zo groot geweest als nu. Bij de selectie van probleemstoffen is gebruik gemaakt van Fraunhofer normen. In de studie zelf zijn non-paper normen gebruikt, wat geleid heeft tot kleine wijzigingen (antraceen, PAKs, cadmium en fluoranteen zijn geen probleemstof meer). Daarnaast is de keuze voor de te kiezen toetsmethode zeer bepalend: meting in de waterfase of aan zwevend stof. In deze studie zijn daarom de twee methoden naast elkaar uitgewerkt. DGW lijkt een keuze gemaakt te hebben voor toetsing aan de waterfase: hiervoor zijn echter zeer weinig meetgegevens beschikbaar. Niet meegenomen in deze studie is de nieuwe aanpak om zware metalen te toetsen in water-opgelost. Ook is de dubbele substitutie-methode niet toegepast (toetsing aan zowel 0 als de detectiegrens als gemeten is onder de detectiegrens). Dit heeft tot gevolg dat de beschrijving van de huidige chemische toestand in een vervolgstudie heel andere resultaten kan geven.

### **Stofvrachten**

Van de Maas is bekend dat tijdens hoge afvoergolven een groot deel van het zwevend stof met daaraan gebonden verontreinigingen wordt afgevoerd. Daarbij kan in enkele weken 80% van de jaarvracht van organische microverontreinigingen worden getransporteerd. In deze studie zijn debieten van het Stofstromenmodel voor een gemiddeld weerjaar gecombineerd met de zomer- en wintergemiddelde concentraties om een vracht te berekenen. Voor nutriënten en zware metalen geeft dit redelijk betrouwbare resultaten. Voor overige stoffen zijn de resultaten minder betrouwbaar. Daarnaast zijn de debieten in het Scheldegebied lastig te bepalen vanwege getijdewerking en beperkte metingen.

Bij berekening van jaarvrachten voor de black box bleken er grote verschillen te bestaan, met name bij Lobith, tussen de Factsheets en de grensvrachten berekend met iBever 3.2 uit zwevend stof meting. Gebleken is dat de Bevervrachten berekend met zwevend stof metingen een grote overschatting gaven doordat we gebruik maakten van verzamemonsters in plaats van steekmonsters. Hier zou duidelijk voor gewaarschuwd moeten worden bij het gebruik van Bever.

Tabel 7.1 geeft een overzicht van de verschillen in grensvrachten bij Lobith. Er wordt onderscheid gemaakt tussen Bever vrachten berekend uit zwevend stof metingen en vrachten berekend uit waterfase metingen. De percentages in de groene balken geven het verschil aan ten opzichte van de grensvrachten in de Factsheets.

Tabel 7.1:

Verskil in vrachten tussen de Fact sheets (Landelijke Emissieregistratie), iBever 3.2 en het Stofstromenmodel voor de jaren 2000 t/m 2004 bij Lobith.

Lobith (2000 t/m 2004) Prioritair	Fact Sheets (kg/jaar)	iBever 3.2		iBever 3.2		Stofstromen	
		z.s. (kg/jaar)	verschil	w.f. (kg/jaar)	verschil	2003 (kg/jaar)	verschil
anthraceen	419	133107	31642%	478	14%	-	-
cadmium	6246	1797236	28676%	6536	5%	-	-
chloorpyrifos	-	-	-	1336	-	-	-
diuron	2133	-	-	2210	4%	-	-
a-endosulfan	44	40	-9%	38	-14%	-	-
fluorantheen	2562	864216	33632%	118	-95%	2783	9%
c-HCH (lindaan)	-	629	-	82	-	-	-
hexachloorbenzeen	280	16545	5804%	43	-85%	-	-
lood	334293	11556667	34471%	331149	-1%	-	-
nikkel	270343	65850000	24258%	271899	1%	258890	-4%
benzo(a)pyreen	1308	485360	37016%	775	-41%	1685	29%
benzo(ghi)peryleen	1139	385685	33772%	1733	52%	-	-
benzo(k)fluorantheen	766	255893	33306%	682	-11%	838	9%
indenopyreen	1056	369342	34865%	1763	67%	-	-
pentachloorbenzeen	-	2720	-	40	-	-	-
tributyltin	-	4893	-	-	-	-	-
<b>Stroomgebied relevant</b>							
totaal-N	87418932084	-	-	274125000	-100%	243965000	-100%
totaal-P	16501549	-	-	14792500	-10%	15227000	-8%
koper	399932	82225000	20460%	417305	4%	452075	13%
zink	1743913	493000000	28170%	1777500	2%	1806205	4%
heptachloor	-	1263	-	38	-	-	-

Ook is een verschil geconstateerd tussen de uitgaande OSPAR vrachten en de uitgaande vrachten berekend door iBever 3.2. In tabel 7.2 is een overzicht gemaakt van de verschillen.

Tabel 7.2:

Verskil tussen uitgaande vrachten van iBever 3.2, OSPAR en het Stofstromenmodel voor Maassluis over 2000 t/m 2004).

Maassluis (2000 t/m 2004) Prioritair	iBever 3.2	iBever 3.2	OSPAR	Stofstromen
	z.s. (kg/jaar)	w.f. (kg/jaar)	(kg/jaar)	2003 (kg/jaar)
anthraceen	242	321	-	-
cadmium	2613	4846	5310	-
chloorpyrifos	-	753	-	-
diuron	-	1801	-	-
endosulfan	0,7	23	-	-
fluorantheen	1010	350	-	1202
c-HCH (lindaan)	1	48	47	-
hexachloorbenzeen	13	23	-	-
lood	121023	151978	177123	-
nikkel	62664	135898	-	130193
benzo(a)pyreen	581	321	-	613
benzo(ghi)peryleen	470	988	-	-
benzo(k)fluorantheen	323	474	-	281
indenopyreen	457	959	-	-
pentachloorbenzeen	4	24	-	-
tributyltin	-	-	-	-
<b>Stroomgebied relevant</b>				
totaal-N	-	147840000	-	141239000
totaal-P	-	7825250	-	10011000
koper	87302	221020	248833	225533
zink	583535	895919	982653	724263
heptachloor	1,5	23	-	-

rood: slechts 1 meting, in 2004.

---

Het is voor internationaal overleg en verantwoording van onze inspanningen voor de KRW van groot belang dat we van alle gemeten stoffen betrouwbare vrachten kunnen afleiden.

### **Retentie**

Verschillen tussen ingaande en uitgaande vrachten in een waterlichaam zijn aangeduid met de term retentie, maar in feite is het niet meer of minder dan een sluitpost in deze studie. De sluitpost wordt deels veroorzaakt door retentie, maar ook door onzekerheden/fouten in de gegevens. Voor de toekomst zou het goed zijn om een inschatting te maken van de werkelijke retentie in de rijkswateren om die te vergelijken met de sluitpost.

De sluitpost (retentie) is momenteel weergegeven als percentage van de inkomende vracht. Maar als je het gaat omrekenen in absolute aantallen blijkt de sluitpost vaak groter te zijn dan de emissie in het betreffende waterlichaam. Eigenlijk is de balans niet sluitend genoeg om de effectiviteit van maatregelen te berekenen. Je weet namelijk niet wat er gebeurt als je de emissie terugdringt: dit kan leiden tot een lagere concentratie en dus een lagere uitgaande vracht, maar het kan ook leiden tot een lagere retentie.

### **Emissies**

Tijdens de studie was het niet mogelijk om emissies op waterlichaamniveau uit Emissieregistratie te halen. Handmatig zijn de emissiegegevens van 2003 per afwaterinseenheid omgezet naar gegevens per waterlichaam. Op termijn zullen gegevens per waterlichaam beschikbaar komen. Ook zullen meer prioritaire stoffen zijn opgenomen in de database.

In een latere fase van de studie waren opnieuw emissiecijfers nodig, omdat voor de black box ook atmosferische depositie als aparte post meegenomen moest worden. In een vervolgstudie dienen de meest recente emissiegegevens gebruikt te worden, waarbij ook nog onderscheid wordt gemaakt in atmosferische depositie uit het binnenland en uit het buitenland.

Voor de stoffenbalans per waterlichaam is aangenomen dat de helft van alle emissies uit de Landelijke Emissieregistratie uiteindelijk op het rijkswater terechtkomt. De bijdrage van regionaal water aan rijkswater zou eigenlijk via metingen bij poldergemalen en zijrivieren moeten worden geverifieerd.

### **Vertaalslag van doelen naar vrachten**

Het moge duidelijk zijn dat gezamenlijk overeenstemming moet worden bereikt over welke doelen gelden in grote meren en de zee. Want dat is het vertrekpunt voor de doorvertaling naar de kwaliteit van zoete rivieren. De verbanden tussen de diverse waterlichamen zijn in deze studie zo goed mogelijk gelegd voor nutriënten en zware metalen. Voor overige stoffen bleek dit niet mogelijk vanwege onvoldoende meetgegevens. Het verdient aanbeveling dat er eerst brede overeenstemming komt over de te halen doelen. Vervolgens kunnen de consequenties voor zoete rijkswateren worden doorgerekend. Relevant

---

zijn de discussies over de status van OSPAR doelen ten opzichte van KRW doelen. En de MEP/GEPs die momenteel worden afgeleid voor alle rijkswateren.

---

## 8. Conclusies en aanbevelingen

---

### 8.1 Conclusies

Uit de studie komen de volgende conclusies naar voren:

#### Huidige waterkwaliteit

1. Op basis van metingen aan zwevend stof treedt normoverschrijding op voor hexachloorbenzeen, lood, zink en enkele PCB's (klasse 5), antracene, nikkel, pentachloorbenzeen, koper en enkele PCB's (klasse 4), fluorantheen, benzo(ghi)peryleen, indenopyreen, totaal-P, totaal-N, heptachloor en een PCB (klasse 3).
2. Als alleen gekeken wordt naar waterfasemetingen worden de normen overschreden voor lood (Rijn) en zink (klasse 5), hexachloorbenzeen (alleen Rijn), nikkel (Schelde) en koper (Rijn) (klasse 4), lood (Schelde), nikkel (Rijn), pentachloorbenzeen (Rijn-West), benzo(gh)peryleen (Rijn), koper (Schelde), totaal-P en totaal-N, heptachloor (Rijn) (klasse 3).
3. Het is lastig om de twee toetsmethoden met elkaar te vergelijken omdat er vaak onvoldoende metingen zijn in de waterfase in 2000 en 2003. PCB's en PAK's overschrijden bij toetsing aan de waterfase de norm niet meer. Hexachloorbenzeen, lood en koper worden een CIW klasse lager. Alleen de nutriënten blijven onveranderd, omdat deze altijd al gemeten werden in de waterfase. Lood en nikkel zijn alleen nog een probleemstof voor de Rijn en niet meer voor kustwater.
4. Lokale problemen komen voor in de Amer/Biesbosch (endosulfan, cadmium, lindaan, totaal-N), Harinvliet west (pentachloorbenzeen), Amsterdam-Rijnkanaal (cadmium), Westerschelde (cadmium, diuron, PAKs, PCB), Kanaal Gent Terneuzen (PAKs, PCB), Hollandse IJssel (totaal-P en N) en het Twentekanaal (totaal-N). Als hier alleen gekeken wordt naar de waterfase blijven endosulfan, cadmium, diuron, lindaan en nutriënten de normen overschrijden.
5. Tributyltin en trifenyltin zijn probleemstoffen in kustwater. Deze stoffen worden in zoet water vrijwel niet gemeten (alleen bij Lobith en Maassluis).

#### Huidige vrachten

6. Voor het Scheldegebied zijn de afgeleide vrachten minder betrouwbaar omdat het lastig was debieten te bepalen in verband met getijdewerking. Voor nutriënten en zware metalen zijn redelijk

---

betrouwbare vrachten afgeleid, voor de overige stoffen kunnen geen betrouwbare uitspraken worden gedaan.

7. Uit de black box benadering blijkt dat de binnenlandse emissie van zink groter is dan de aanvoer vanuit het buitenland, de binnenlandse bijdrage voor totaal-P is eenderde. Voor cadmium, nikkel, lood, koper, totaal-N en fluorantheen is de bijdrage van binnenlandse emissies ongeveer een vijfde van de totaalvracht. Binnenlandse emissies van benzo(a)pyreen zijn eentiende van de totaalvracht, binnenlandse emissies van antraceen en hexachloorbenzeen zijn een fractie van wat er aan de grens binnenkomt, al moet worden opgemerkt dat de waterbodem als bron buiten beschouwing is gelaten.

#### **Gewenste situatie**

8. Voor de vertaling van doelen in kustwateren en meren naar gewenste nutriëntenvrachten in rivieren is gebruik gemaakt van RIVM onderzoek dat is uitgevoerd in het kader van watertypegerichte normstelling voor nutriënten (RIVM, 2002). 50% reductie van de algengroei in zee kan worden bereikt als Rijnwater 1,8 mg N per liter bevat. Beperking van drijfvlagen van algen in het IJsselmeer wordt bereikt bij een fosfaatgehalte van 0,08 mg P/l.

#### **Scenario's**

9. Het ontwikkelde spreadsheet is een geschikt instrument om effecten van verschillende ingrepen op de waterkwaliteit in rijkswater inzichtelijk te maken (althans voor nutriënten en zware metalen).
10. Lokale emissiereductie heeft vooral effect in de kleinere rijkswateren (Twentekanaal, Noordzeekanaal, Grevelingen, Veerse Meer en in mindere mate het Amsterdam-Rijnkanaal en Betuwepand) voor een beperkt aantal stoffen (koper, totaal-N, totaal-P, nikkel en lood). Vermindering van de emissies met 10% geeft een evenredige verbetering van de waterkwaliteit (voor die wateren en stoffen). Bij een forse emissiereductie (van 50%) zullen in het Twentekanaal en Noordzeekanaal de normen voor totaal-P, nikkel en koper gehaald worden.
11. Vermindering van de voorbelasting, zodat de grenswateren aan de norm voldoen, is met name effectief voor die stoffen die nu nog niet aan de norm voldoen. Dit zijn chloorpyrifos, koper, diuron, indenopyreen, hexachloorbenzeen, totaal-N, totaal-P, heptachloor, nikkel, lood, tributyltin, trifenyltin en PCBs. Verlaging van de voorbelasting voor die stoffen geeft in vrijwel alle rijkswateren een groot effect.



---

## 8.2 Aanbevelingen

Uit deze studie komen de volgende aanbevelingen naar voren:

1. Voor het inschatten van effecten van emissiereductie bestaan verschillende instrumenten, zoals het Stofstromenmodel en de KRW verkenner (die momenteel voor de rijkswateren wordt toegepast). Het in deze studie ontwikkelde instrument, de waterkwaliteitsmonitor, had als voordeel dat vrij snel effecten van verschillende ingrepen konden worden voorspeld, waarbij gekeken werd of doelen lokaal en stroomafwaarts gehaald werden. Het is een goed instrument gebleken voor een eerste afweging van maatregelen.
2. Voor een goede onderbouwing van effecten van emissiereductie is het van wezenlijk belang om betrouwbare balansen te hebben. Met name de inschatting van grensvrachten, emissies op de Noordzee, waterbeweging in de delta dient te worden verbeterd. De hier gedane conclusies dienen nog beter te worden onderbouwd.
3. Emissiereductie dient overal te worden nagestreefd, ook al zijn effecten op de waterkwaliteit niet in elk waterlichaam direct zichtbaar.
4. Bij het benoemen van maatregelen dient niet alleen gekeken te worden naar de lokale norm, maar ook naar de gewenste afwentelingsvracht. De uitwerking van het begrip afwenteling dient in een vervolgstudie nog meer te worden ingevuld (welke stoffen zijn aan de grens normoverschrijdend?, verbetert of verslechtert de waterkwaliteit vanaf de grens richting de zee?, voor welke stoffen is afwenteling relevant?).
5. Het is gewenst om de regressieanalyse, die hier is toegepast voor nutriënten en zware metalen, verder uit te werken om een relatie te kunnen leggen tussen riviervrachten en doelen in de Noordzee. Het is een waardevol concept, waarbij de toepassing mogelijk nog moet worden verfijnd.
6. Het is van belang om voor meer stoffen een beeld te krijgen van de situatie, bijvoorbeeld voor tributyltin en trifenyltin. Deze zijn nu niet meegenomen omdat er onvoldoende emissiegegevens beschikbaar waren. Ook DEHP is nu niet meegenomen terwijl de stof de norm in de waterfase wel overschrijdt.
7. De toetsing is inmiddels al weer achterhaald door nieuwe normen en toetsmetingen. Bij de toetsing zijn de zware metalen ten onrechte niet getoetst aan totaal opgelost. Mogelijk zullen enkele zware metalen minder problematisch zijn dan uit de

---

huidige toetsing komt. In een vervolgstudie dienen de laatste inzichten te worden meegenomen omtrent normen, toetsmethoden etc.

---

## Literatuur

---

Boers, P. (2002). In: Liere, E. van & D.A. Jonkers [red] Watertype gerichte normstelling voor oppervlaktewater, RIVM rapport nr. 703715005/2002, p. 68- 74 en p. 99-101.

Directie Noordzee (2003). Gebiedsgerichte rapportage Noordzee 2001.

Jonkers, D & L. van Liere (2002). In: Liere, E. van & D.A. Jonkers [red] Watertype gerichte normstelling voor oppervlaktewater, RIVM rapport nr. 703715005/2002, p. 16-23.

Prins, T, K. Peeters & P. Bot (2002). In: Liere, E. van & D.A. Jonkers [red] Watertype gerichte normstelling voor oppervlaktewater, RIVM rapport nr. 703715005/2002, p. 75-84.

Regionaal Bestuurlijk Overleg Rijn-West (2004). Karakterisering deelstroomgebied Rijn-West, hoofdrapport.

Regionaal Bestuurlijk Overleg Rijn-Midden (2004). Karakterisering deelstroomgebied Rijn-Midden, hoofdrapport.

Regionaal Bestuurlijk Overleg Rijn-Oost (2004). Kaderrichtlijn Water. Karakterisering deelstroomgebied Rijn-Oost.

Rijkswaterstaat RIZA werkgroep afwegingskader KRW (2005). Verkennen van maatregelen in de KRW, versie 12.

Staatscourant, 2004. Ministeriele regeling milieukwaliteitseisen gevaarlijke stoffen oppervlaktewateren. Regeling van de Staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en van de Minister van Verkeer en Waterstaat van 10 december 2004, nr. MJZ2004128920, Directie Juridische Zaken.

Steenkamp B. P. C. & D. Ludikhuize (1995). Relationship between pollution transport rates at Lobith and Maassluis, RIZA rapport nr. 95.062.

Vries, I. de, P.C.M. Boers, F. Heinis, & J-P.R.A. Sweerts (1998). Targets for nitrogen in the River Rhine. Rapport RIKZ/OS 98.0129X, RIZA 98.117X.

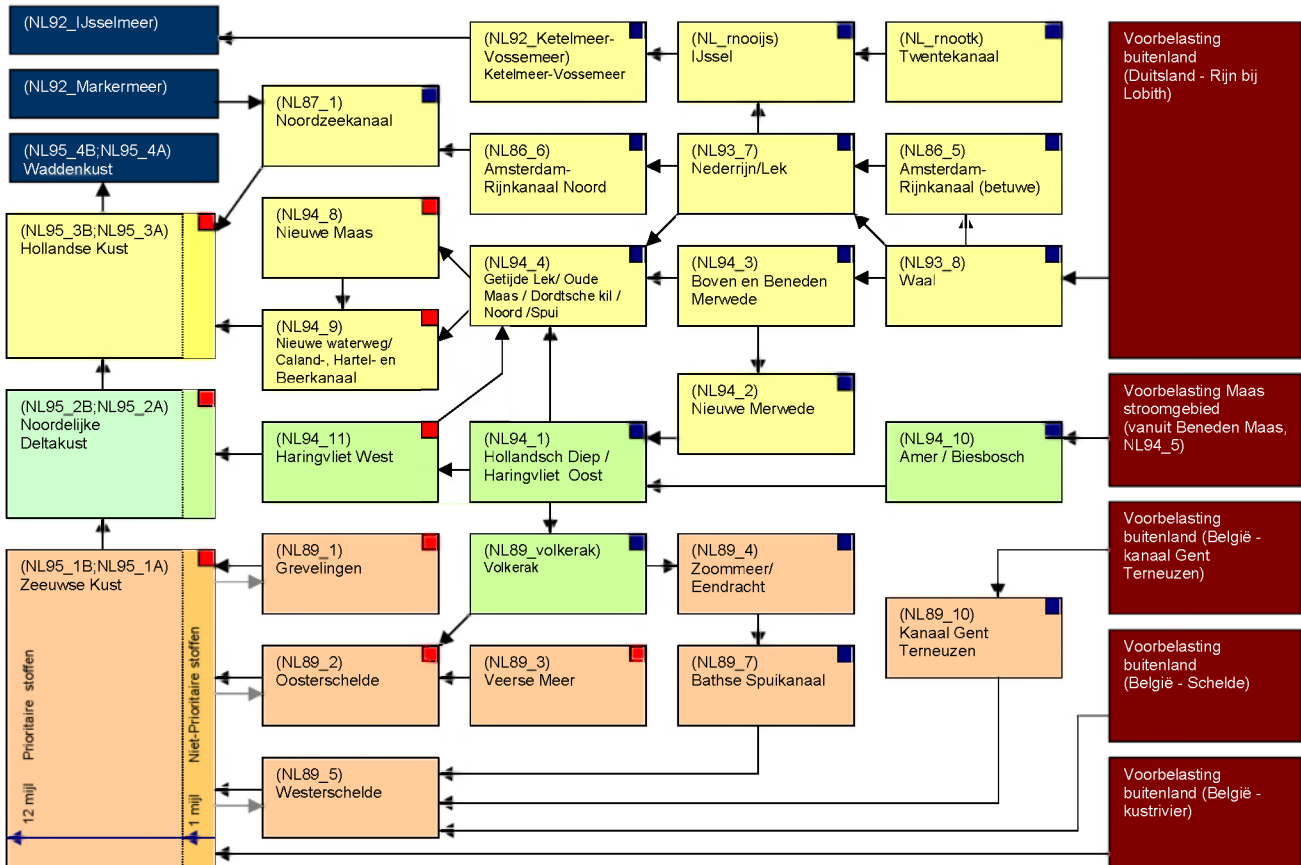
Vries, I. de, R.N.M. Duin, J.C.H. Peeters, F.J. Los, M. Bokhorst & R.W.P.M. Laane (1998b). Patterns and trends in nutrients and phytoplankton in Dutch coastal waters: comparison of time-series analysis, ecological model simulation, and mesocosm experiments. ICES J. Mar.Sci. 55: 620-634.

---

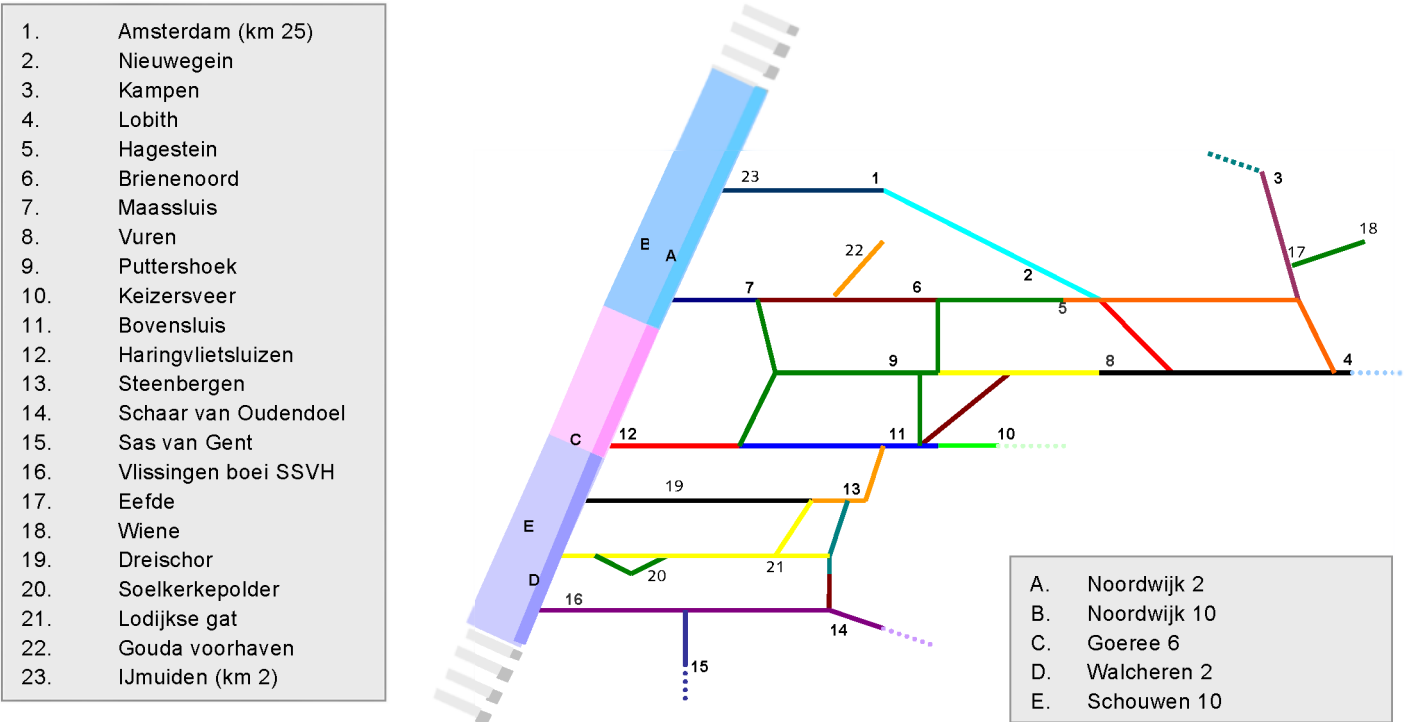
---

# Bijlage A Overzichtskaarten waterlichamen

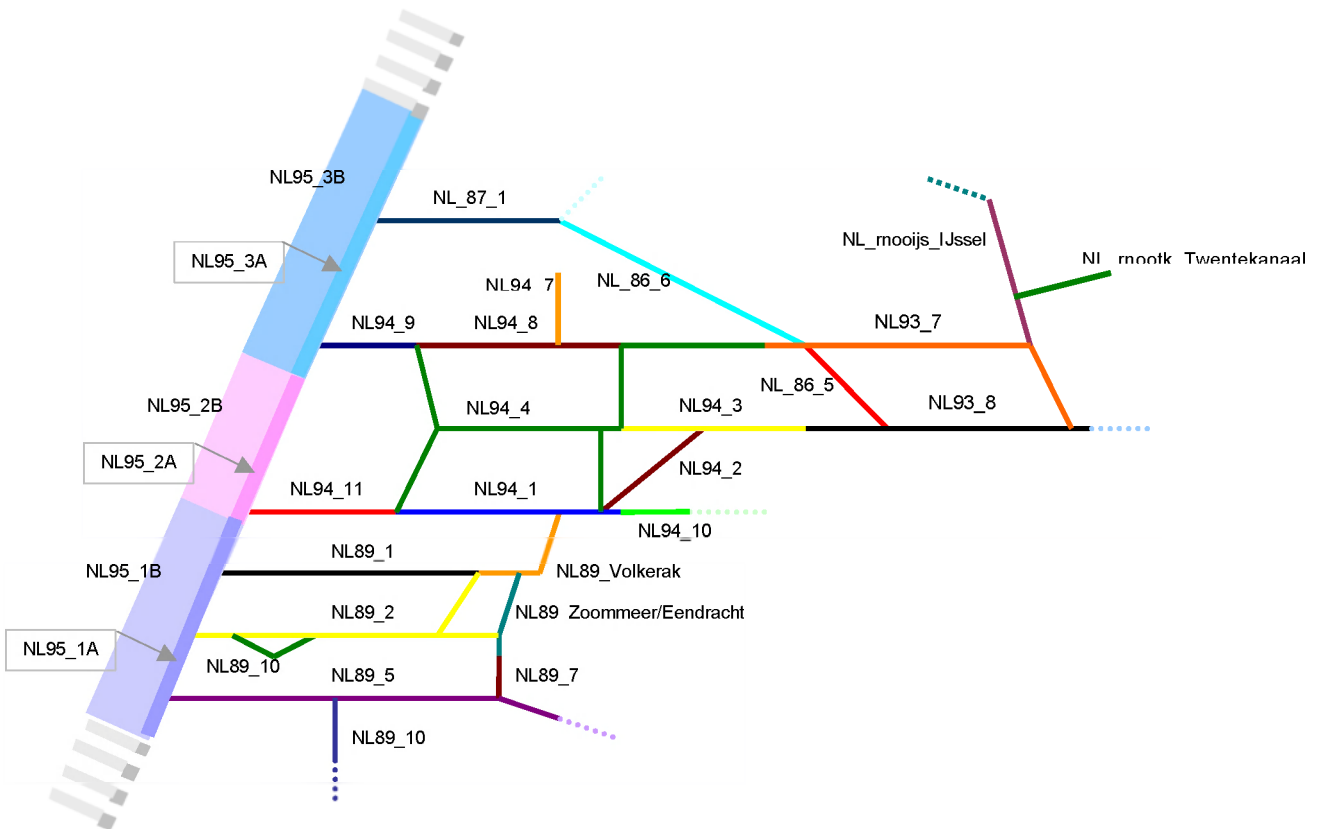
**Figuur A.1:**  
Schematisch overzicht waterlichamen



**Figuur A.2:**  
Locatie meetpunten.



**Figuur A.3:**  
Overzicht codes waterlichamen  
Rijkswateren.



## Bijlage B Meetpunten waterkwaliteit

Voor de verschillende waterlichamen is uitgegaan van meetpunten zoals beschreven in de tabel B.1. Voor sommige meetpunten is een gemiddelde van twee meetpunten genomen. Of is er een voorkeur afhankelijk van de beschikbaarheid van data (Nieuwe Merwede). Voor enkele meetpunten in Zeeland zijn de gegevens tevens aangevuld met extra meetdata.

**Tabel B.1:**  
Meetpunten waterkwaliteit per waterlichaam

Waterlichaam:	Gemiddelde van:	Anders:	Aangevuld voor 2004 met:
NL93_8	Waal	lobptn vuren	
NL93_7	Nederrijn-Lek	lobptn hagst	
NL_mooijss_IJssel	IJssel	lobptn kampn	
NL_mootk_Twenteka	Twentekanaal	eefde wiene	
NL92_Ketelmeer	Ketelmeer	kampn genmdn	
NL86_5	Betuwe pand	lobptn	
NL86_6	Amsterdam-Rijnkanaal	nieuwgn	
NL87_1	Noordzeekanaal	amsdm	
NL94_1	Hollandsch Diep/ Har. Oost	bovss	
NL94_2	Nieuwe Merwede	vuren	lobptn
NL94_3	Bov./Ben. Merwede	lobptn vuren	
NL94_4	Getijdelek / etc.	putthk hagst	
NL94_8	Nieuwe Maas	brienod	
NL94_9	Nieuwe waterweg	maasss	
NL94_10	Amer / Biesbosch	keizvr	
NL94_11	Haringvliet West	harvss	
NL89_Volkerak	Volkerak	steenbgn	
NL89_1	Grevelingen	dreisr	Herkingen Scharendijke
NL89_2	Oosterschelde	lodsgr	Hammen Oost Wissenkerke Zijpe Roggenplaat Yerseke Zierikzee
NL89_3	Veerse Meer	soelkpdot	Wolphaartsdijk Vrouwenpolder
NL89_4	Zoommeer-Eendracht	steenbgn	
NL89_5	Westerschelde	schaarvoddl vliissgbissvh	
NL89_7	Bathse spuikanaal	steenbgn	
NL89_10	Kanaal gent-Terneuzen	sasvgt	
NL95_1A	Zeeuwse kust 1 mijl.	walcm2	
NL95_1B	Zeeuwse kust Terr.	schouwn10	
NL95_2A	Noordel.delta k. 1 mijl	goeree6	
NL95_2B	Noordel.delta k. Terr.	goeree6	
NL95_3A	Hollandse kust 1 mijl	noordwk2	
NL95_3B	Hollandse kust Terr.	noordwk10	

In tabel B.2 is beschreven welke meetpunten zijn gebruikt bij het berekenen van vrachten.

**Tabel B.2:**

Meetpunten voor vrachtberekening tussen waterlichamen.

Uitwisseling waterlichamen		Gemiddelde van:	Anders:
Duitsland	NL93_8	lobptn	
NL93_8	NL93_7	lobptn	
NL93_8	NL86_5	lobptn	
NL86_5	NL93_7	lobptn	
NL93_8	NL94_3	lobptn	
NL93_7	NL_rnooijss_IJssel	lobptn	
NL_rnooijss_IJssel	NL92_Ketelmeer	kampn	
NL_rnootk_Twentek	NL_rnooijss_IJssel	eefde	
Overijssel	NL_rnootk_Twentek	wiene	
NL92_Ketelmeer	NL92_IJsselmeer	kampn	genmdn
NL93_7	NL94_4	lobptn	hagst
NL93_7	NL86_6	hagst	lobptn
NL86_6	NL87_1	nieuwgn	
NL92_Markermeer	NL87_1	amsdm	
NL87_1	NL95_3	amsdm	
NL94_3	NL94_4	lobptn	vuren
NL94_4	NL94_8	putthk	hagst
NL94_7	NL94_8	goudvhvn	
NL94_8	NL94_9	brienod	
NL94_4	NL94_9	putthk	
NL94_9	NL95_3	maasss	
NL94_3	NL94_2	lobptn	vuren
NL94_2	NL94_1	hagst	lobptn
NL94_6	NL94_10	keizvr	
NL94_10	NL94_1	keizvr	
NL94_1	NL89_Volkerak	bovss	
NL94_1	NL94_11	bovss	
NL94_1	NL94_4	bovss	
NL94_11	NL95_2	harvss	
NL94_11	NL94_4	harvss	
NL89_Volkerak	NL89_2	steenbgn	
NL89_Volkerak	NL89_4	steenbgn	
NL89_4	NL89_7	steenbgn	
NL89_7	NL89_5	steenbgn	
Belgie	NL89_10	sasvgt	
Belgie	NL89_5	schaarvoddl	
NL89_10	NL89_5	sasvgt	
NL89_3	NL89_2	soelkkpdot	
NL89_1	NL95_1	dreisr	
NL89_2	NL95_1	lodsgt	
NL89_5	NL95_1	vliissgbissvh	
Belgie	NL95_1	walcrn2	schouwn10
NL95_1	NL95_2	goeree6	
NL95_2	NL95_3	noordwk2	noordwk10
Vecht regio	ZwW-Ketelm.	genmdn	
NL94_7 regio	NL87_1	amsdm	
NL94_7 regio	regio	goudvhvn	
regio	NL89_volkerak	steenbgn	



## Bijlage C Overzicht toetsing 2000

Tabel C.1:

Overzicht resultaat toetsing meetwaarden 2000 aan non-paper en MTR.

2000 stof Prioritair	meting	CIW-klasseering			
		groen 2	geel 3	oranje 4	rood 5
hexachloorbenzeen	wf		rijn		
	zs			schelde / holl.kust 1+T	rijn
lood	wf	holl.kust 1	schelde		rijn
	zs		holl.kust 1+T	schelde	rijn
anthraceen	zs	rijn oost	schelde / holl.kust 1+T	rijn west	
a-endosulfan	wf	rijn			
	zs	rijn midden	rijn oost / schelde	rijn west	
nikkel	wf	holl.kust 1	rijn	schelde	
	zs		holl.kust 1+T	rijn / schelde	
chloorpyrifos	wf		rijn / schelde		
	zs	gegevens rijn midden ontbreken			
benzo(ghi)peryleen	zs	holl.kust 1+T	rijn / schelde		
lindenopyreen	zs	holl.kust 1+T	rijn / schelde		
pentachloorbenzeen	wf	rijn oost	rijn west		
	zs	rijn oost	rijn west / schelde		
cadmium	wf	rijn / schelde / holl.kust 1			
	zs	rijn / schelde / holl.kust 1+T			
diuron	wf	rijn / schelde / z.k. T			
	zs	gegevens rijn midden ontbreken			
fluorantheen	zs	schelde / holl.kust 1+T / rijn			
o-CHCl(FHl)	wf	rijn / schelde / holl.kust 1 / z.k. 1			
	zs	rijn / schelde			
benzo(a)pyreen	zs	rijn / schelde			
	zs	holl.kust 1+T			
benzo(b)fluorantheen	zs	rijn / schelde / holl.kust 1+T			
benzo(k)fluorantheen	zs	rijn / schelde / holl.kust 1+T			
<b>Stroomgebied relevant</b>					
zink*	wf				rijn/ schelde / holl.kust 1
	zs				rijn / schelde / holl.kust 1
PCB28*	zs			holl.kust 1+T	rijn / schelde
PCB52*	zs		schelde / holl.kust 1+T	rijn	
PCB101*	zs		schelde / holl.kust 1+T	rijn	
PCB118*	zs	holl.kust 1+T	rijn oost / schelde	rijn west	
PCB153*	zs	holl.kust 1+T		rijn schelde	
totaal-P*	wf	kustzone 1+T	rijn / schelde		
totaal-N*	wf	kustzone 1+T	rijn / schelde		
koper*	wf	schelde / holl.kust 1	rijn		
	zs	holl.kust 1+T	rijn / schelde		
heptachloor*	wf	rijn west	rijn oost		
	zs	rijn			
PCB138*	zs	holl.kust 1+T	rijn / schelde		
PCB180*	zs	schelde / holl.kust 1+T	rijn		

getoetst aan non-paper normen tenzij \* vermeld

\* uit regeling milieugevaarlijke stoffen

### legenda

rivieren		kustwateren	
Rijn	Rijn west + Rijn oost	holl.kust	Hollandse kust
ark	Amsterdam-Rijnkanaal	delta kust	Noordelijke deltakust
biesb.	Biesbosch	z.k.	Zeeuwse kust
n.wat.weg	Nieuwe Waterweg		
holl.ijsse	Hollandse IJssel	1	1-mijls zone
kanaal G-T	kanaal Gent-Terneuzen	T	territoriaal water
twentek.	Twentekanaal		

.....  
**Tabel C.2:**  
**Lokale probleemstoffen in Rijn, Schelde en kustwater in 2000.**

2000 stof Prioritair	meting	CIW-klassering		
		geel 3	oranje 4	rood 5
a-endosulfan	zs			westerschelde
fluorantheen	zs		holl.ijsel	kanaal G-T
nikkel	wf			hollands diep
nikkel	zs			amer-biesb / ark
pentachloorbenzeen	zs		ark	n.wat.weg
diuron	wf		westerschelde	
benzo(ghi)peryleen	wf zs		ark ark / kanaal G-T / holl.ijsel	
cadmium	wf/zs zs	westerschelde ark / amer-biesbosch / holl.ijsel		
benzo(a)pyreen	zs	holl.ijsel / kanaal G-T		
benzo(b)fluorantheen	wf/zs	ark / holl.ijsel		
benzo(k)fluorantheen	zs	holl.ijsel / kanaal G-T		
<b>Stroomgebied relevant</b>				
koper*	wf		westerschelde	
PCB180*	zs	kanaal G-T	westerschelde	

.....  
**Tabel C.3:**  
**Overzicht toetsing sporadisch gemeten stoffen in de Rijn,  
 Schelde en kustwater in 2000.**

2000 stof Prioritair	meting	CIW-klassering			
		groen 2	geel 3	oranje 4	rood 5
tributyltin	zs	lobith			n.wat.weg / holl.kust 1+T
	zs		veerse meer (wf)		westerschelde
trifenyyltin*	zs	lobith	westerschelde	n.wat.weg	westerschelde
	zs	z.k. 1			holl.kust 1+T

## Bijlage D Overzicht normen

Tabel D.1:

Non paper en FHI normen voor zoete, zoute en overgangswateren

Prioritaire stoffen (ug/l)	NON PAPER			FHI NORMEN				
	zoet water AA-EQS	overgangs water AA-EQS	kust water AA-EQS	zoet water (&&) water-totaal	overgangs-water waterfase	overgangs-water z.s.	kustwater waterfase	kustwater z.s.
anthraceen	0,1	0,01	0,01	0,063	0,000063	0,17	0,000063	0,0176
Cadmium and compounds	(D)(e)	0,2	0,2	0,8	0,08	3,52		0,352
chloorpyrifos	0,03	0,03	0,03	0,00046	0,00046	0,32	0,00046	0,32
diuron	0,2	0,2	0,2	0,046	0,046		0,046	
endosulfan	0,005	0,0005	0,0005	0,004	0,004	1,19	0,004	1,19
fluorantheen	0,09	0,09	0,09	0,12	0,00012	1,425	0,00012	1,662
hexachloorbenzeen	0,0004	0,0004	0,0004	0,03				
hexachloorcyclohexaan	0,02	0,002	0,002	0,042	0,042		0,01	
Gamma isomeer(lindaan)				0,02	0,02	10,8	0,02	1,1
lood and compounds	0,4	0,4	0,4	26	1	58,8	1	5,88
nikkel and its compounds	1,7	1,7	1,7	4,8	0,6	24	0,6	2,4
benzo(a)pyreen	0,05	0,05	0,05	0,05		2,94		0,294
benzo(b)fluorantheen	0,03	0,03	0,03					
benzo(ghi)peryleen	0,016	0,016	0,016					
benzo(k)fluorantheen	0,03	0,03	0,03	0,0054		0,326		0,0326
Indenopyreen	0,016	0,016	0,016	0,4				
pentachloorbenzeen	0,003	0,0003	0,0003	0,05	0,05		0,05	
tributyltinverbindingen	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,011	0,0001	0,011

Tabel D.2:

Normen voor stroomgebiedrelevante stoffen uit de Regeling milieugevaarlijke stoffen. Streefwaarden uit NH4.

Stroomgebied relevante stoffen	eenheid	MTR( 7,8)	Streef-waarde	MTR zout	SW zout
koper	ug/l	3,8	1,1		
zink	ug/l	40	0,12		
totaal-P	mgP/l	0,15	0,05		
totaal-N	mgN/l	2,2	1		
heptachloor	ug/l	0,0005	0,000005		
trifenyyltin-verbindingen	ng/l	5	0,00005	0,0009	0,00005
PCB-101	ug/l	0,00024			
PCB-118	ug/l	0,00024			
PCB-138	ug/l	0,00024			
PCB-153	ug/l	0,00024			
PCB-180	ug/l	0,00024			
PCB-28	ug/l	0,00024			
PCB-52	ug/l	0,00024			

7 De getalswaarden voor de totale concentratie in water gelden voor een zwevende stof concentratie van 30 mg/l

8 De getalswaarden voor de totale concentratie in water en voor zwevend stof zijn gebaseerd op een standaard samenstelling van zwevende stof van 20% organische stof en 40% lutum

---

---

### E.1 Functie 'waterkwaliteitsmonitor'

Het doel van de 'waterkwaliteitsmonitor' is:

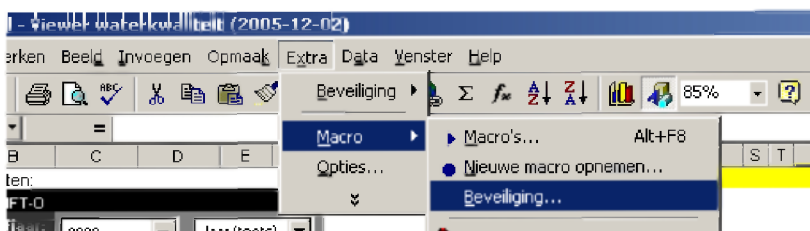
- Weergeven van de actuele waterkwaliteit in de rijkswateren;
- De beschikbaarheid van meetgegevens inzichtelijk maken;
- Weergeven van de vrachten tussen waterlichamen voor verschillende stoffen (o.a. uit stofstromenmodel);
- Effectiviteit van emissiereducerende maatregelen inschatten.

Het programma is een schil om de reeds berekende informatie heen, als ware het een 'blokkendoos' voor chemische waterkwaliteit. Hierdoor kan snel een goed beeld verkregen worden van de waterkwaliteit en stofstromen binnen de rijkswateren.

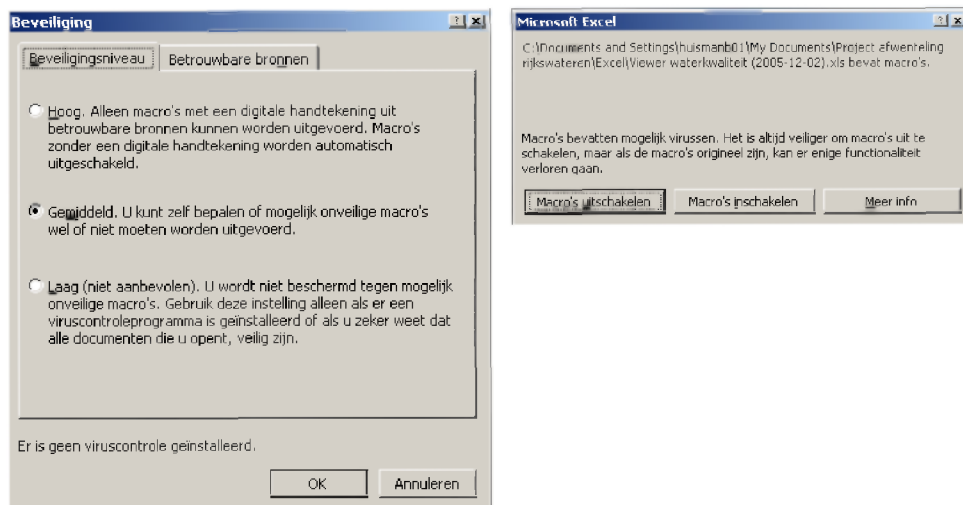
### E.2 Waterkwaliteitsmonitor gebruiken

Om de 'waterkwaliteitsmonitor' te kunnen gebruiken dient binnen excel bij 'Extra' -> 'Macro' -> 'Beveiliging' de instelling gemiddeld (of laag) gekozen te worden (zie figuur 1 en 2). Sluit nu het bestand af en open het opnieuw. Er wordt door excel gevraagd of de macro geopend mag worden, kies hier 'macro's inschakelen' (figuur 3).

Figuur E.1:  
Instelling macro's



Figuur E.2 & E.3:  
Beveiligingsinstellingen macro's en  
vraagscherm bij opstarten  
waterkwaliteitsmonitor.



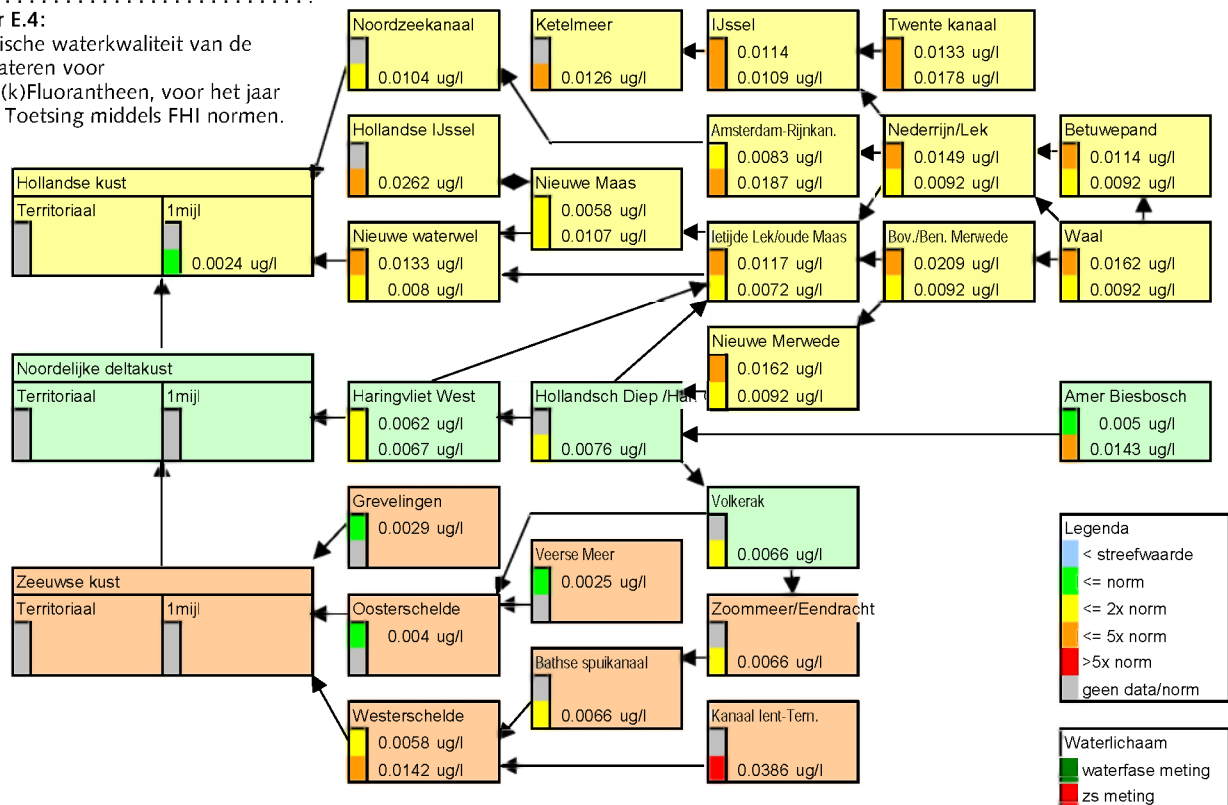
### E.3 Toetsing waterkwaliteit

Kies het tabblad (onder) 'concentraties'. In dit tabblad wordt een overzicht gegeven van verschillende de waterlichamen van de Rijkswateren, middels een stroomschema. In de linkerbovenhoek bevinden zich een aantal schuifbalken, waarmee het gewenste overzicht samengesteld kan worden. De instellingen zijn:

- Jaar: Meetdata uit desbetreffend jaar;
- Halfjaar: Keuze voor een halfjaar van het gehele gekozen jaar;
- Stof: keuze van de stof;
- Norm: het type norm waarop getoetst wordt;
- Omrekening zwevend stof: Gekozen kan worden of de metingen aan zwevend stof omgerekend worden naar de waterfase.  
Als gekozen wordt voor de optie "zwevend stof" dan worden de

Doormiddel van de knop 'Start' worden de concentraties en toetsingen ververst. Door 'CTRL'-toets in te houden en met het scrollwiel naar beneden te scrollen zoomt u uit waardoor het gehele overzicht in beeld komt.

**Figuur E.4:**  
Chemische waterkwaliteit van de rijkswateren voor Benzo(k)Fluorantheen, voor het jaar 2004. Toetsing middels FHI normen.



### E.4 Berekenen vrachten

In het tabblad 'vrachten' kunnen schattingen van de stofvrachten tussen waterlichamen opgevraagd worden. Daarbij kan gekozen worden voor vrachten die ontleend zijn aan verschillende bronnen:

- Vrachten voor 8 stoffen uit het stofstromenmodel;

- Berekende vrachten (mediane debieten x gemiddelde concentraties);
- Aanvullende gegevens uit andere studies (voor de estuaria in Zeeland).

De eerste twee bronnen zijn reeds opgenomen in de excel sheet, deze beschikken echter alleen over stofvrachten voor de zoete wateren. Voor de zoute wateren wordt daarom aanvullend materiaal gebruikt. Dit is echter nog niet beschikbaar in de 'waterkwaliteitsmonitor'.

Om de vrachten te berekenen kunnen de volgende instellingen gewijzigd worden:

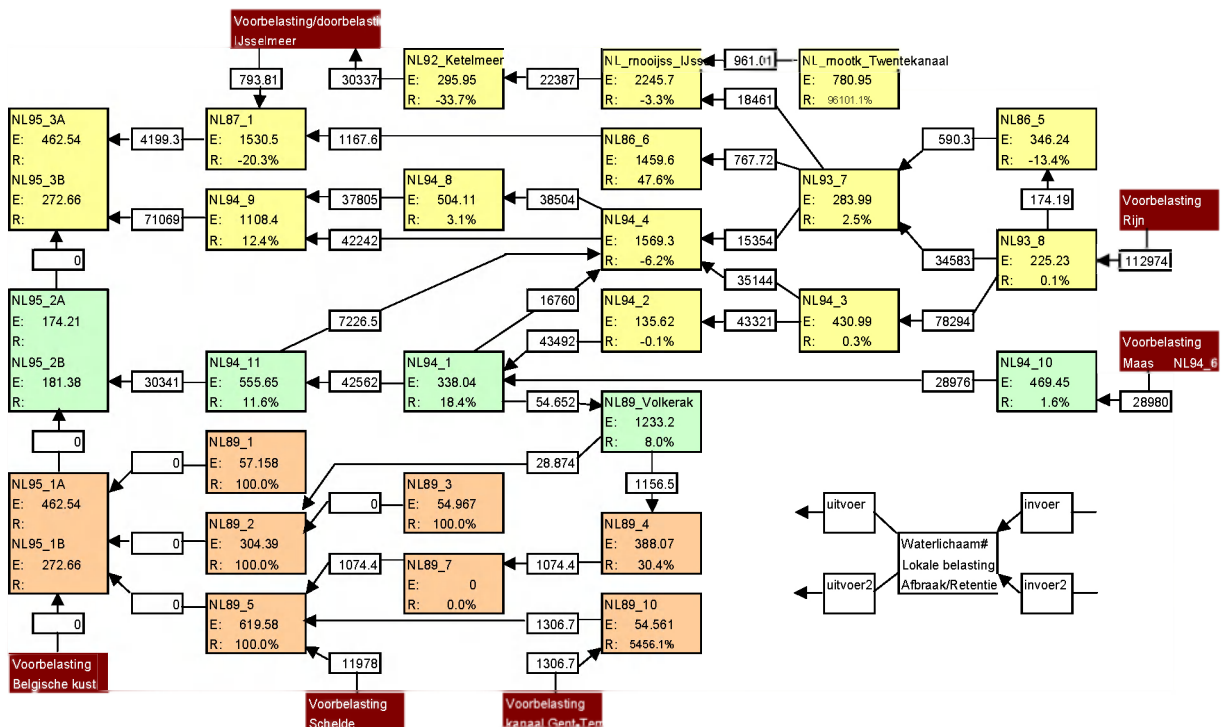
- Jaar: Meetdata uit desbetreffend jaar;
- Halfjaar: Keuze voor een halfjaar van het gehele gekozen jaar;
- Stof: keuze van de stof;
- Bron: De bron van de vrachten. Uit het stofstromenmodel of met behulp van gemiddelde concentraties berekende vrachten.
- Vrachttype: Deze instelling heeft alleen effect bij berekende vrachten. Voor deze vrachten kan aangegeven worden of de voorkeur gegeven wordt aan vrachten die bepaald zijn met direct in de waterfase gemeten concentraties, of vrachten die aan zwevend stof zijn gemeten;

In het tabblad vrachten worden drie schema's weergegeven, dit zijn respectievelijk:

- Berekende vrachten met meetdata of uit stofstromen;
- Mediane debieten tussen waterlichamen;
- Geschatte vrachten indien emissies gereduceerd worden & gewenste vrachten;

**Figuur E.5:**

Stofvrachten totaal-N [ton/halfjaar] voor het winterhalfjaar van 2000 (met behulp van actuele meetdata bepaald). Voor de Schelde worden de vrachten aangevuld met informatie uit het deltabreed-model.



## E.5 Meest gestelde vragen

Welk doel heeft de optie in het drop-down menu van de spreadsheet '1.wf/2.zs' en omgekeerd?

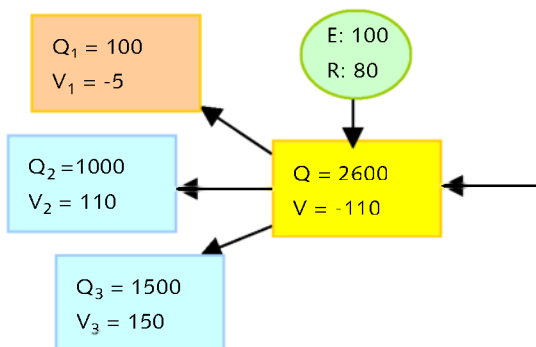
Vrachten kunnen ontleend zijn aan het stofstromenmodel of berekend worden met waterkwaliteits- en debietgegevens. In het tweede geval kan gebruik gemaakt worden van metingen in de waterfase en metingen aan zwevend stof. De '1.WF / 2.ZS' optie geeft een voorkeur aan voor één van beide metingen. Dus '1.WF / 2.ZS' optie betekent: Als metingen in de waterfase niet beschikbaar zijn worden (omgerekende) metingen aan zwevend stof gebruikt.

Waarom is een aparte optie ingebouwd om vrachten te reduceren in het Betuwepand, Volkerak en Amsterdam-Rijnkanaal?

Op 'kleinere' wateren kunnen door relatief 'grote' lokale emissies de gewenste vrachten zeer klein worden (of zelfs negatief). In dit geval is het onwenselijk dat een dergelijke (zeer kleine) tak bepalend is voor de afwentelingsvracht van het bovenstroomse waterlichaam. Dat deze bepalend is, wordt veroorzaakt doordat de afvoertak met de laagste afwentelingsconcentratie (vracht/debiet) maatgevend is voor de afwentelingsvracht in het bovenstroomse waterlichaam. In eerste instantie wordt dus niet gediscrimineerd op grond van de grootte van de debieten.

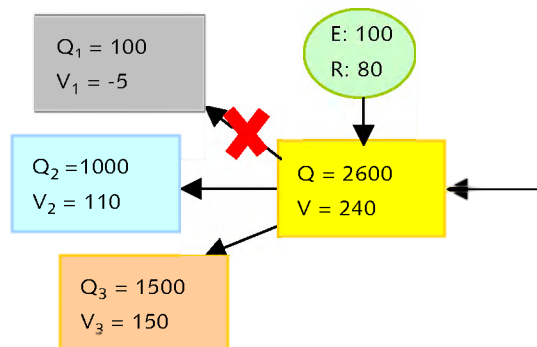
Dus: Een klein water kan dus een grote invloed hebben op de gewenste vrachten in een groter water (figuur D.6). In sommige gevallen verdient het daarom de voorkeur de doorwerking van de afwentelingsvracht vanuit een dergelijk water te kunnen uitschakelen. Zodat de invloed vanuit de grotere wateren op de gewenste situatie nog te onderscheiden is (figuur D.7).

**Figuur E.6:**  
Bepaling van de afwentelingsvracht (V), waarbij een klein water maatgevend is.



Q = Debiet waterlichaam  
V = Gewenste vracht (in dit geval afwentelingsvracht) aan de instroomzijde van het waterlichaam.  
E = Emissies + lokale vrachten uit districten  
R = Retentie in het waterlichaam  
 $V = (\min(V_i/Q_i) * Q/Q_i) + \text{Retentie} - \text{Emissies}$

**Figuur E.7:**  
Bepaling van de afwentelingsvracht (V), waarbij de afwenteling naar een klein waterlichaam niet wordt meegenomen.



Waterlichaam dat bepalend is voor de gewenste afwentelingsvracht bovenstrooms.  
Waterlichaam dat niet direct bepalend is voor de afwenteling.  
Bovenstrooms waterlichaam waarvan de gewenste afvoervracht wordt bepaald door  $\min(V_i/Q_i)$ .  
Emissies en retentie in het waterlichaam



### F.1    Aspecten spreadsheet

In deze bijlage worden de uitgangspunten van de spreadsheet beschreven. De volgende aspecten komen hierbij aan de orde:

- Toetsing;
- Vrachten;
- Scenario's;
- Emissies;
- Meetpunten;

### F.2    Toetsing

De toetsing van meetgegevens (voor fase 1) wordt weergegeven in het tabblad 'concentraties'. Met behulp van een kleurcodering wordt aangegeven in hoeverre de stof de norm onder- of overschrijdt. Uit de overzichten van actuele concentraties kan een beeld opgemaakt worden van:

- Beschikbaarheid van gegevens (per stof, per locatie);
- Relevantie van deze chemische stoffen.

Via het tabblad 'ALGEMEEN' worden reeds bepaalde halfjaar- en jaargemiddelden (voor verschillende meetpunten) gepresenteerd. Deze metingen zijn te vinden in de tabbladen:

- Metingen (ongestandaardiseerde metingen)
- Waterfase (ongestandaardiseerde metingen; metingen aan zwevend stof omgerekend naar de waterfase)
- Waterfase MTR (gestandaardiseerde metingen; metingen aan zwevend stof omgerekend naar de waterfase)

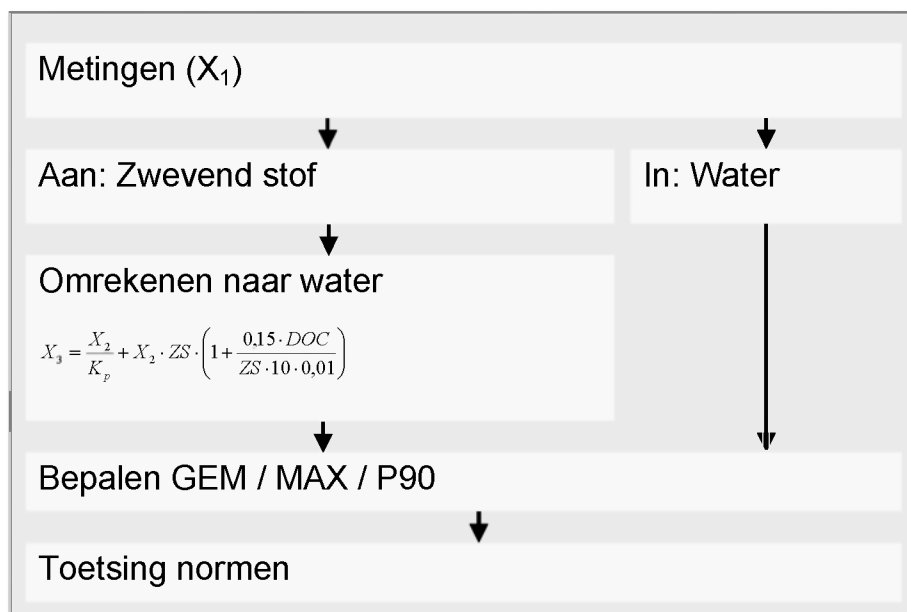
Bovenin deze tabbladen zijn tevens de normen te vinden zoals deze in de spreadsheet gebruikt worden. Deze kunnen verandert worden zonder dat dit gevolgen heeft voor de spreadsheet. Voor een aantal stoffen is verder ook afzonderlijk een gemiddelde en een 90-percentiel waarde bepaald. Dit in verband met de toetsing van de gegevens, aangezien voor MTR de 90-percentiel waarden gebruikt worden.

Bij het bewerken van de ruwe gegevens tot de toetswaarden zijn de volgende bewerkingen toegepast:

- Metingen aan zwevend stof worden middels een door Zwolsman bepaalde formule omgerekend naar de waterfase.
- De gemeten concentraties worden getoetst aan verschillende normen. In eerste instantie wordt gekozen voor Non-paper normen. Indien deze niet beschikbaar zijn wordt gekozen voor FHI of MTR normen. Tevens worden OSPAR doelen getoetst.

- Toetsingen worden uitgevoerd op ongestandaardiseerde metingen (zoals gebruikelijk voor de FHI en Non-paper), zie figuur 1. Uitgezonderd de mtr normen welke worden gestandaardiseerd aan een zwevend stof gehalte van 30 mg l-1.

**Figuur F.1:**  
Verwerking en toetsing van metingen  
(voor toetsing aan non-paper en FHI).



### F.3 Vrachten

De drie fasen van het project worden ondersteund door vrachtberekeningen. Hiervoor zijn drie verschillende methoden toegepast, namelijk:

- Beschrijving huidige situatie;
- Beschrijving gewenste situatie;
- Schatting vrachten voor scenario's.

#### Huidige vrachten

Om de actuele vrachten voor verschillende stoffen te kunnen bepalen wordt uitgegaan van een aantal bronnen:

- Berekende vrachten;
- Stofstromen vrachten;
- Aanvullen vrachten.

In dit rapport wordt de berekening van de vrachten dual aangepakt. Voor stoffen die beschikbaar zijn in het stofstromenmodel is de gewogen concentratiemethode toegepast. De voor en nadelen hiervan zijn:

- Redelijke fysische benadering, effect hoogwatergolven;
- Methode kost meer tijd;
- Complexe methode, hoger detail niveau van basisgegevens nodig (zoals debieten, ZS concentraties etc).

---

Voor overige stoffen wordt met behulp van gemiddelde concentraties en mediane debieten de vracht vastgesteld. kenmerkend voor deze methode is:

- Eenvoudig en snel toe te passen;
- Methode geeft een onderschatting van de werkelijke vracht, indien de vracht sterk bepaald wordt door kortdurende hoogwatergolven.
- Onzekerheden in de gegevens door een beperkt aantal metingen, dit betreft onzekerheden met betrekking tot de jaarlijkse debieten en onzekerheden in de metingen.

De emissies op de waterlichamen zijn ontleend aan de emissieregistratie en gebaseerd op cijfers van 2003 (zie ook het kopje "emissies").

Bronnen:

- Mediane debieten uit stofstromenmodel;
- Debieten aangevuld met gemiddelde debieten uit DONAR
- Concentratie metingen uit DONAR;
- Emissies
  - Uit de emissieregistratie;
  - Uit het stofstromenmodel (voor 8 stoffen)
- Vrachten in estuaria in Zeeland aanvullen met vrachtgegevens:
  - 'Deltabreed' (Heringa)
  - 'Stofbalans zoute wateren' (Hegeman).

## Gewenste vrachten

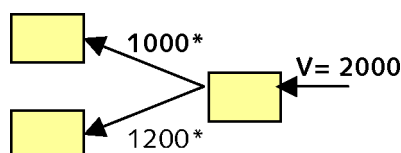
In het tabblad "gewenste vrachten" wordt zowel de maximale lokale vracht als de afwentelingsvracht weergegeven. Deze worden beide in het 2<sup>de</sup> stroomschema ('IV. Maximale lokale vrachten en afwentelingsvrachten') weergegeven. De in blauw weergegeven waarden zijn de maximale lokale vrachten. De in rood weergegeven vrachten zijn de gewenste vrachten, welke bestaan uit een combinatie van afwentelings- en maximale lokale vrachten.

In het 3<sup>de</sup> en 4<sup>de</sup> stroomschema op dit tabblad worden de afwentelingsvrachten berekend uitgaande van twee principes, namelijk:

- Volledige menging in waterlichamen en dus gelijke concentraties naar de verschillende benedenstroomse waterlichamen (3<sup>de</sup> stroomschema; figuur 2).
- Een ideale verdeling van de stofvracht over de waterlichamen, zodanig dat de stofvrachten verdelen met een verhouding die evenredig is met de benedenstroomse gewenste vrachten (4<sup>de</sup> stroomschema; figuur 3).

**Figuur F.2:**

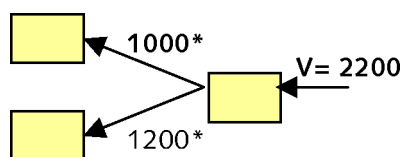
Vaststelling van de afwentelingsvracht (V), indien stofvrachten evenredig met het debiet over benedenstroomse waterlichamen verdelen. Beide waterlichamen ontvangen 50% van het debiet.



\*Gewenste vracht benedenstrooms waterlichaam

**Figuur F.3:**

Vaststelling van de afwentelingsvracht (V), indien stofvrachten zich ideaal verdelen over de takken. Beide waterlichamen ontvangen 50% van het debiet.



\*Gewenste vracht benedenstrooms waterlichaam

Het ligt voor de hand dat een ideale verdeling van de stofvrachten een te optimistisch scenario is, daarom wordt uitgegaan van de verdeling in figuur 2.

De afwenteling vanaf zee naar de rivieren is middels regressie bepaald. Dit dient echter handmatig voor Maassluis, Schaar van Ouden Doel en het IJsselmeer ingevoerd te worden (rode waarden: C44, C46, C48). De reden hiervoor is dat op deze wijze de uitkomsten gecontroleerd kunnen worden, en niet blind worden overgenomen. Naast de ingevoerde waarden worden schattingen weergegeven voor de concentraties op zee.

Enkele essentiële aspecten voor het bepalen van de maximale lokale vracht zijn:

- De normen die weggeschreven worden naar het bereik (C64:D66). Dit is vastgelegd in de macro. Deze normen worden ververst zodra in het tabblad 'vrachten' voor een nieuwe stof de vrachten bepaald worden (middels de START-knop).

- 
- Gekozen kan worden voor 1 van de 3 normen door in het 'onderste' pull-down menu te kiezen voor de optie non-paper, FHI of MTR.

#### **Scenario's en stofvrachten**

In het 1<sup>ste</sup> stroomschema van het tabblad 'gewenste vrachten' worden de volgende zaken weergegeven:

- Uitwisselingen tussen waterlichamen;
- Uitwisselingen met de regio;
- Emissies op waterlichaam uit regio;
- Emissies in de regio die afgevoerd worden naar het waterlichaam;
- Retentie.

Rekening dient bij het gebruik van de spreadsheet gehouden te worden met een aantal aspecten:

- Onderschatting van de vrachten (circa 10% tot 40% lager) als deze met gemiddelde concentraties en mediane debieten geschat zijn.
- De stofbalansen (tabblad 'Gewenste Vrachten') gaan in tegenstelling tot de berekende vrachten (tabblad 'Vrachten') uit van volledige menging in een waterlichaam, waardoor de vrachten op enkele plaatsen licht kunnen verschillen met de berekende vrachten.
- De keuze van een norm in de spreadsheet is bepalend voor de maximale lokale vracht.
- De afwentelingsnorm vanuit zee dient handmatig ingevoerd te worden (rode tekens), waarbij voor een achttal stoffen automatisch de gewenste vracht wordt berekend. Voor andere stoffen dient hiervoor bijvoorkeur een hoge waarde ingevoerd te worden, waardoor afwenteling tussen rivierwaterlichamen wel een rol speelt.
- Als weinig meetgegevens beschikbaar zijn kan geen goede balans worden opgesteld, in een dergelijk geval dienen de gegevens zorgvuldig beoordeeld te worden op hun validiteit.
- Het is mogelijk dat de balans in het tabblad 'gewenste vrachten' licht afwijkende resultaten geeft van de balans in het tabblad 'vrachten'. Dit komt omdat volledige menging in het waterlichaam wordt verondersteld, terwijl bij 'vrachten' soms wordt uitgegaan wordt van meerdere meetpunten per uitwisseling. De actuele vrachten in het tabblad 'gewenste vrachten' zijn daarom iets minder nauwkeurig.

#### **F.4 Scenario's**

Het is mogelijk scenario's samen te stellen door emissies en voorbelasting te reduceren. Dit kan door de emissies in het tabblad emissies te beperken, of door een directe reductie van de voorbelasting in het stroomschema.

---

---

## G.1 Relaties

Om een startpunt te hebben voor afwenteling vanuit rijkswateren dient een relatie gelegd te worden tussen de concentraties van chemische stoffen op zee en de vrachten op de rivieren. Verondersteld wordt hierbij dat er een positieve relatie bestaat tussen de concentraties op zee en de vracht van dergelijke stoffen op grote nabijgelegen uitstroomopeningen van rivieren. Beschouwd zijn de rijnafvoer bij Maassluis ten opzichte van de meetpunten Ter Heijde 2 en Noordwijk 2, de afvoer van het Noordzeekanaal bij IJmuiden ten opzichte van het meetpunt Egmond aan zee, en de afvoer van de Schelde (bij Schaar van Ouden Doel) t.o.v. de concentraties bij Walcheren 2.

Indien concentraties op zee gerelateerd worden aan vrachten bij de uitstroomopeningen van de grote rivieren dan valt op dat er een grote spreiding bestaat in de resultaten (figuur 1: groene bolletjes). Dit wordt met name veroorzaakt door een aantal processen.

- De looptijd geïnduceerde verschillen;
- Weer beïnvloede processen, zoals:
  - Golfwerking;
  - Kuststroming.

De looptijd geïnduceerde spreiding zorgt voor symmetrie rond de diagonaal. Wat in figuur E.1 zichtbaar is.

## G.2 Frequentieanalyse

Door deze grote spreiding kan niet direct een regressieanalyse toegepast worden. Aangezien echter verondersteld is dat er een positieve relatie bestaat tussen beide stochasten, kunnen de onderschrijdingsfrequenties van beide stochasten bepaald worden, waarna hoogste tegen hoogste en laagste tegen laagste wordt uitgezet (figuur E.2:  $N_{\text{meting}}$ ). Met behulp van een machtsfunctie kan deze relatie relatief goed benaderd worden (figuur E.1:  $N_{\text{geschat}}$  & figuur E.2:  $N_{\text{schatter}}$ ). Een dergelijke machtsfunctie laat zich als volgt beschrijven:

$$C_{\text{geschat}} = a + b \cdot \text{Vracht} + c \cdot \text{Vracht}^2 + d \cdot \text{Vracht}^3$$

Voor de relatie totaal-N tussen Maassluis en Noordwijk 2 zijn a, b en c respectievelijk:

$$a = .18; b = 1.0303\text{E-}4; c = 1.944\text{E-}13.$$

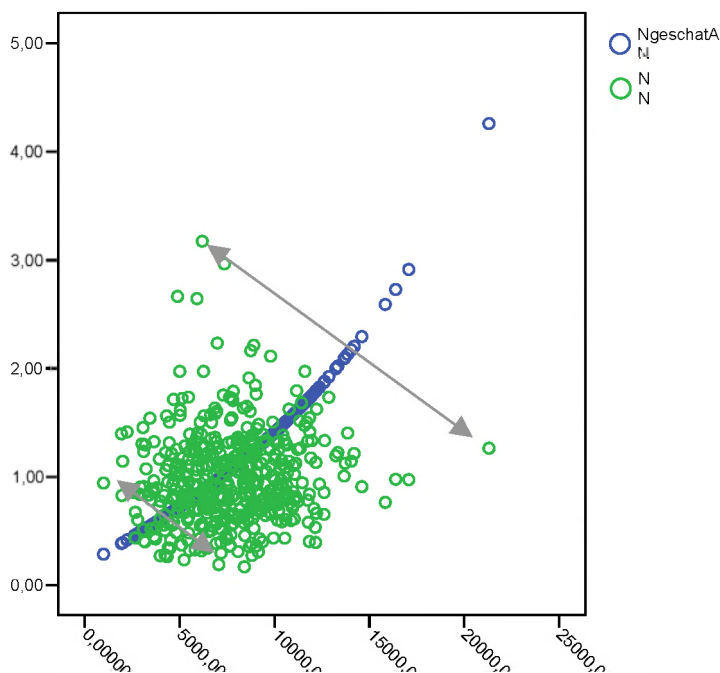
Met de gevonden relatie kan de afwentelingsvracht voor stikstof bepaald worden bij Maassluis. Hierbij wordt uitgegaan van de

veronderstelling dat dit meetpunt een representatief is voor het kustwater (wat betreft gemiddelde concentraties).

Voor het Noordzeekanaal en de Westerschelde wordt op vergelijkbare wijze een relatie gelegd tussen de stof concentraties op zee en de stofvrachten bij de mondingen.

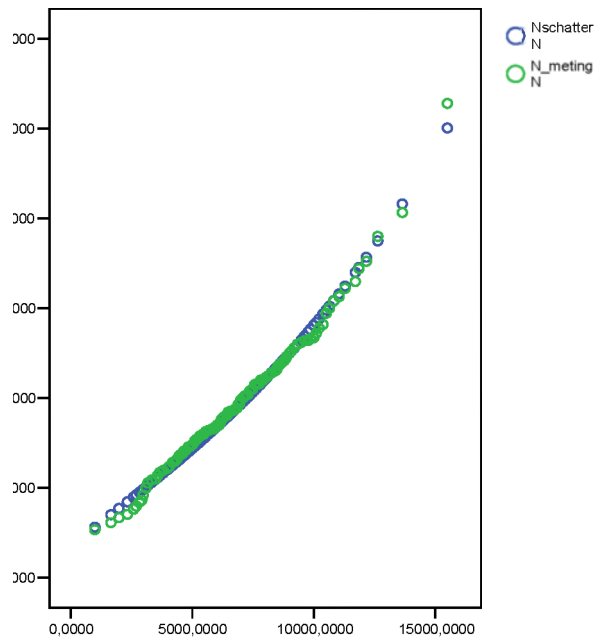
**Figuur G.1:**

Concentraties totaal-N [mg/l] bij Noordwijk 2, uitgezet tegen de vracht bij Maassluis [g/s]. Groen bolletjes (N) zijn gemeten concentraties. Blauwe bolletjes de geschatte concentraties (N<sub>geschat</sub>).



**Figuur G.2:**

Onderschrijdingsfrequenties van gemeten concentraties bij Noordwijk 2 en gemeten vrachten bij Maassluis uitgezet tegen elkaar (N<sub>meting</sub>), alsmede de machtsfunctie waarmee deze te benaderen is (N<sub>schatter</sub>).



### G.3 Andere stoffen

Voor andere stoffen is een zelfde methodiek toegepast. De coëfficiënten van de machtsfunctie worden in tabel E.1 en E.2 weergegeven.

**Tabel G.1:**

Coëfficiënten machtsfunctie relatie concentraties bij Noordwijk 2 aan vrachten bij Maassluis.

Mss-Nwk2							
	N	P	Pb	Ni	Cu	Cd	Zn
constante	0.180458	0.0336	0.098941	0.31564	-0.08601	0.021343	0.01034
a	0.000103	-4.9E-05	0.000103	8.14E-05	0.000208	0.000124	8.45E-05
b	0	3.05E-07	-2.4E-09	1.12E-09	-9.9E-09	-2.7E-08	8.53E-16
c	1.94E-13	-1.2E-10	7.67E-14	0	2.49E-13	2.8E-12	-3.1E-10

**Tabel G.2:**

Coëfficiënten machtsfunctie relatie concentraties bij Walcheren 2 aan vrachten bij Schaar van Ouden Doel.

Ws-wlcm2							
	N	P	Pb	Ni	Cu	Cd	Zn
constante	0.165466	0.015694	0.120035	0.199025	0.233296	0.036707	-0.74662
a	0.000867	0.000962	0.001383	0.000663	0.001016	-0.00019	0.00133
b	-2.5E-07	-2.1E-06	-8.7E-08	0	-6.7E-08	2.41E-06	-3.1E-08
c	2.9E-11	2.21E-09	0	-3.8E-12	0	-1.6E-09	2.32E-13



## G.4 Uitgangspunten

Bovenstaande methodiek kan worden toegepast indien de volgende uitgangspunten onderschreven kunnen worden:

- Weers- en getideinvloeden worden verondersteld geen invloed te hebben op de jaargemiddelde concentraties.
- De debieten op de rivieren (en de verdeling hiervan over het jaar) worden verondersteld lineair op te schalen met de stofvrachten.
- Tijdsafhankelijke effecten als hysteresis worden verwaarloosd.
- De variabiliteit van andere bronnen (doorbelasting kustwater, lokale emissies en atmosferische depositie) wordt verwaarloosd.

## G.5 Verantwoording

Het doel van de methode is echter niet het zoeken van een eenduidige relatie tussen de afvoeren en de concentraties op zee, maar een rekenhulp die een globale indicatie geeft van de mogelijke gewenste vrachten. Om te zien in hoeverre dit zo is, kunnen de rekenregels getoetst worden met actuele vrachten en waterkwaliteitsmetingen. Voor Maassluis en de Hollandse kust volgt hieruit dat een onderschatting van de concentraties optreedt. De werkelijke concentraties bij het 10 km meetpunt zijn echter juist lager dan de berekende concentraties.

**Tabel G.3:**  
Gemeten en berekende concentraties bij Noordwijk 2 met behulp van vrachten bij Maassluis.

	uit berekende vrachten	uit vrachten stofstromen	1 mijlszone Hollandse kust	Territoriaal Hollandse kust
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
2000	0.68	0.80	0.914	0.59
2001	0.67		0.847	0.61
2002	0.71		0.755	0.54
2003	0.61	0.66	0.741	0.53
2004	0.68		0.722	0.54
2005	0.63		0.773	0.58
gemiddelde	0.663		0.792	0.565

In de 1 mijlszone zijn de concentraties hoger dan berekend. De met actuele data berekende vrachten zijn lager dan de stofstromenvrachten. Dit wordt veroorzaakt door de onderschatting van de vrachten die optreedt als met gemiddelde concentraties en debieten wordt gewerkt. Voor het territoriale water geven de gemeten waarden een lichte overschatting van de concentraties.

**Tabel G.4:** verschil tussen de gemeten en de met behulp van vrachten bij Maassluis berekende concentraties bij Noordwijk 2.

	1 mijlszone	territoriaal water
Spreading	6% tm 34%	-10 % tm 25 %
Onder/overschatting	20%	-15%

Voor fosfor geldt tevens dat de vastgestelde relatie, tussen Noordwijk 2 en Maassluis én tussen Walcheren 2 en Schaar van Ouden Doel, een redelijke schatting geeft voor de concentraties op zee. Voor de andere stoffen lijkt dit niet altijd het geval te zijn. De betrouwbaarheid is dan alleen groot als er met kleine veranderingen ten opzichte van de huidige situatie gewerkt wordt. Er is daarom gekozen om de

---

afwentelingsvrachten die afgeleid worden uit doelen voor de concentraties van metalen op zee niet direct in de spreadsheet toe te passen. Deze kunnen echter wel handmatig bepaald worden.

**Afwentelingsconcentratie:**

De maximale waarde van de (jaar)gemiddelde concentratie van het uitwisselingsdebiet tussen waterlichamen, zodanig dat in alle benedenstroomse waterlichamen een goede chemische toestand haalbaar is. Ook wel: afwentelingsvracht / debiet

**Afwentelingsvracht:**

De maximale vracht tussen waterlichamen, zodanig dat in alle benedenstroomse waterlichamen een goede chemische toestand haalbaar is.

**Doorbelasting:**

Stofvrachten die binnen het studiegebied verplaatst worden van het ene waterlichaam naar het andere. Deze worden echter meegenomen in de 'emissies'.

**Emissies:**

Het totaal van emissies, lokale vrachten (zowel direct op het waterlichaam als vanuit regionaal oppervlaktewater) en doorbelasting van lokale wateren (welke niet als 'bak' in het model zijn meegenomen).

**Gewenste lokale vracht:**

De maximale vracht in en tussen waterlichamen, zodanig dat voldaan wordt aan de lokale normen.

**Gewenste vracht:**

De maximale vracht in en tussen waterlichamen, zodanig dat zowel lokaal als in alle benedenstrooms gelegen waterlichamen een goede chemische toestand haalbaar is.

**Retentie:**

Het geheel van stofvracht vergrotende en verkleinende factoren, welke bepaald wordt als verschil term in de berekening. Hierin worden dus impliciet termen als retentie, afbraak, nalevering en lokale verliezen meegenomen.

**Voorbelasting:**

De stofvrachten die via een rijkswater van buiten het, binnen het project 'afwenteling rijkswateren', vastgestelde gebied komen. (Bij het IJsselmeer is voor de term voorbelasting gekozen omdat de stofvrachten niet meer eenduidig gerelateerd zijn aan de stofvrachten in het studiegebied)

**Winterhalfjaar 2003:**

Januari t/m maart 2003 en oktober t/m december 2003.