

ERASES

Uitbreiding van het Ecotoxicologische

Risico-analysemodel

Schelde-estuarium:

Vooronderzoek

*Werkdocument RIKZ/AB-97.811x
M. Groenenberg
Middelburg, februari 1997*

Dankwoord

Voor de uitvoering van het onderzoek is de medewerking van mevrouw B. Kater (RIKZ) van essentieel belang geweest. Zij heeft het onderzoek begeleid en heeft mij continu de weg gewezen binnen het RIKZ. Hiervoor wil ik haar hartelijk danken.

Tevens wil ik alle medewerkers van het RIKZ Den Haag en Middelburg, maar ook Wies Vonk van Jacobahaven en Margriet Beek van het RIZA bedanken voor hun medewerking en interesse.

Samenvatting

Vanuit Rijkswaterstaat Directie Zeeland bestaat de wens om bij het uitvoeren van beleidsalternatieven niet alleen iets over effecten te kunnen zeggen aan de hand van de chemische normen, maar ook ecotoxicologische uitspraken te kunnen doen. Hiervoor is een ecotoxicologische risico-analysemodel van de Westerschelde ontwikkeld. In dit rapport is een voorbereidend onderzoek uitgevoerd voor de uitbreiding van het Ecotoxicologische Risico-Analysemodel van de Westerschelde.

De probleemstelling van dit onderzoek is of de mogelijkheid bestaat voor risico-analyse, zoals in ERASES is uitgevoerd, toe te passen voor PCB's, PAK's en pesticiden.

Het doel van dit onderzoek is te bekijken of de mogelijkheid bestaat het instrumentarium voor het bepalen van het ecotoxicologisch risico bij beleidsalternatieven uit te breiden met de overige gemodelleerde stoffen zoals: PCB-153, PCB-52, B(a)P, Flu (Fla), Lindaan, Diuron, Atrazine, Simazine, Mevinfos, Dichloorvos.

Tijdens het onderzoek zijn gegevens verzameld uit verschillende databases en monitoringsprogramma's van de Westerschelde. Door middel van de inverse methode van Straalen zijn verschillende milieurisico's berekend en in grafieken weergegeven in het spread-sheet programma Lotus-123. Ook is er een saliniteitsonderzoek uitgevoerd om te kijken of saliniteit invloed heeft op de hoogte van de effectparameters. Dit saliniteitsonderzoek bestond uit een interview.

Aan de hand van het gehouden interview kan geconcludeerd worden dat saliniteit geen invloed heeft op de hoogte van de effectparameters. Dit houdt in dat alle zoete en zoute toxiciteitsgegevens samengevoegd kunnen worden waardoor de modelparameters nauwkeuriger zijn. Het samenvoegen van de gegevens geldt niet voor alle stoffen. De stoffen die een uitzondering vormen, zijn o.a. de stoffen die speciëren in zout water zoals zware metalen.

Tijdens het verwerken van de verzamelde gegevens, vielen een aantal stoffen af in verband met te weinig zoute en brakke toxiciteitsgegevens. Uiteindelijk zijn alleen de stoffen Atrazine, Diuron en Lindaan verder uitgewerkt.

Over het algemeen kan geconcludeerd worden dat alleen met het verwerken van de zoute en brakke toxiciteitsgegevens geen duidelijk beeld gegeven kan worden. Wel kan gezegd worden dat Atrazine in de zomer de 5% milieurisico overschreidt. Dit houdt in dat Atrazine een gevaar vormt voor het systeem de Westerschelde met al zijn organismen. De twee andere stoffen (Diuron en Lindaan) blijven onder de 5% milieurisico.

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	1
1.1	Kader van het Onderzoek	1
1.2	Risico-analyse	1
1.2.1	Ecotoxicologische risico-analyse	1
1.2.2	Modellen	2
1.2.3	(Eco)toxicologische risicogrenzen	3
1.2.4	Milieukwaliteitsdoelstellingen	4
1.2.5	Selectie van stoffen	4
1.2.6	Databases	5
1.3	Monitoring	6
1.4	Probleemstelling	7
1.5	Leeswijzer	8
2.	Werkwijze	9
2.1	Verzamelen van ecotoxicologische data	9
2.2	Verzamelen van meetgegevens	9
2.3	Saliniteitsonderzoek	9
2.4	Gegevensverwerking	10
3.	Resultaat	11
3.1	Ecotoxicologische data	11
3.2	Meetgegevens	11
3.3	Saliniteitsonderzoek	11
3.4	Gegevensverwerking	11
3.4.1	Atrazine	12
3.4.2	Diuron	13
3.4.3	Lindaan	14
4.	Conclusies	15
4.1	Conclusies van het Saliniteitsonderzoek	15
4.2	Conclusies gegevensverwerking	15
4.2.1	Atrazine	15
4.2.2	Diuron	16
4.2.3	Lindaan	16
5.	Vooruitblik	17
	Literatuurlijst	18
	Bijlagen:	
	Bijlage I: Antwoord op vraag	

1. Inleiding

1.1 Kader van het Onderzoek

In het kader van mijn stage, die ik heb uitgevoerd in het laatste jaar van mijn opleiding Aquatische Ecotechnologie aan de Hogeschool Zeeland, bij het Rijksinstituut voor Kust en Zee, heb ik een voorbereidend onderzoek uitgevoerd voor de uitbreiding van het **Ecotoxicologisch Risico Analysemodel van de Westerschelde**.

Mijn stage maakt deel uit van het project SAP, dat staat voor Schelde Actie Plan.

In de afgelopen jaren wordt risico-analyse een steeds vaker voorkomend begrip. Ook bij directie Zeeland wordt deze manier van analyseren steeds regelmatig gebruikt.

Vanuit Rijkswaterstaat Directie Zeeland bestaat de wens om bij het uitvoeren van beleidsalternatieven niet alleen iets over effecten te kunnen zeggen aan de hand van de chemische normen, maar ook ecotoxicologische uitspraken te kunnen doen.

Men wil voor beleidsalternatieven een risico-analyse uit kunnen voeren. Deze vraag is gesteld aan het RIKZ en staat vermeldt in het klantenplan van Rijkswaterstaat onder het watersysteem Westerschelde (productnummer WS 1.2.5).

1.2 Risico-analyse

1.2.1 Ecotoxicologische risico-analyse

In het Indicatief Meerjaren Programma Milieubeheer 1986-1990 is de risicobenadering als beleidskader geïntroduceerd. Uitgangspunt van het milieubeleid is het streven naar een duurzame ontwikkeling waarbij mensen, dieren, planten, ecosystemen en goederen worden beschermd.

Het milieubeleid kent voor de concretisering van deze doelen een twee sporen beleid, namelijk het brongerichte beleid en het effectgerichte beleid.

Uitgangspunt van het brongerichte beleid is dat onnodige milieuverontreinigingen worden voorkomen.

Uitgangspunt van het effectgerichte beleid is dat de kans op nadelige effecten voor mensen, dieren, planten, ecosystemen, milieufuncties en goederen verwaarloosbaar is. Deze **risicobenadering** vormt de grondslag voor het effectgerichte beleid en is een maatlat om de nadelige effecten van milieubelasting te kunnen vaststellen en voorspellen. Voor risico's voor ecosystemen wordt er vooralsnog van uitgegaan dat de functie van het ecosysteem wordt beschermd als er voor 95% van de soorten geen nadelige effecten zijn. (Min. VROM, 1989).

In de afgelopen jaren zijn diverse methodes ontwikkeld om het ecotoxicologische risico van stoffen te berekenen uit ecotoxicologische gegevens. Op advies van de Gezondheidsraad (1988) wordt in Nederland een aangepaste versie van de "**Methode van Straalen**" toegepast om de concentratie van contaminanten te schatten waarboven er een reële kans op effecten op ecosystemen bestaat.

In de context van milieubescherming in de Westerschelde gaat het bij risico-analyse om de relatie tussen de concentratie van een verontreinigende stof in het water en de kans op onacceptabele ecologische schade.

1.2.2 Modellen

In het kader van het RIKZ-project "Schelde Actie Plan" (SAP, voorheen SCHOON, (SCHOON, 1995)) is het instrumentarium ERASES (ecotoxicologische risico analyse Schelde-estuarium) ontwikkeld (Kater & Lefèvre, 1996). Dit instrument berekend op basis van de "Inverse methode van Straalen" het ecotoxicologisch risico. Risico wordt gedefinieerd als de kans dat een willekeurige soort in (een deel van) de Westerschelde effect ondervindt van de voorkomende opgeloste concentratie van een stof. Effect wordt in ERASES gedefinieerd als een effect op de reproductie of als een effect op sterfte. ERDATA is de achterliggende database waarin de gegevens zijn verwerkt die in ERASES gebruikt worden (Kater, 1995)(Koolhoven & Gabriëlse, 1996).

Effect is in ERASES gedefinieerd als een effect op de reproductie, of als een effect op sterfte. De gegevens die verzameld worden moeten van brak- of zout-waterorganismen zijn. Het ERASES-model berekent het milieurisico van de concentraties van stoffen in het water. Dit gebeurt aan de hand van de "inverse methode van Straalen". De kern van het model wordt gevormd door de volgende formule:

$$\delta = [1 + \exp \pi (X_m - \ln C) / S_m \sqrt{3}]^{-1}$$

waarin:

δ :	het milieurisico
exp:	exponent
π :	het getal π (3,14..)
X_m :	gemiddelde van de effectconcentraties
S_m :	standaarddeviatie van de effectconcentraties
C:	concentratie van een stof

X_m en S_m zijn geschat aan de hand van de gegevens uit de database's ERDATA en Aquatox. C is de (gemiddelde) concentratie van een stof gemeten door het meetnet van de Westerschelde of door het project Speuren naar Sporen.

Voor het berekenen van het milieurisico met deze formule, worden alleen de NOEC (NO Effect Concentration) en de LOEC (LO Effect Concentration) waarden gebruikt. Omdat de EC50-waarden voor de toepassing in het model eerst omgerekend moeten worden, worden deze waarden niet verder gebruikt.

Het instrument ERASES is gekoppeld aan het beslissingsondersteunend systeem voor het

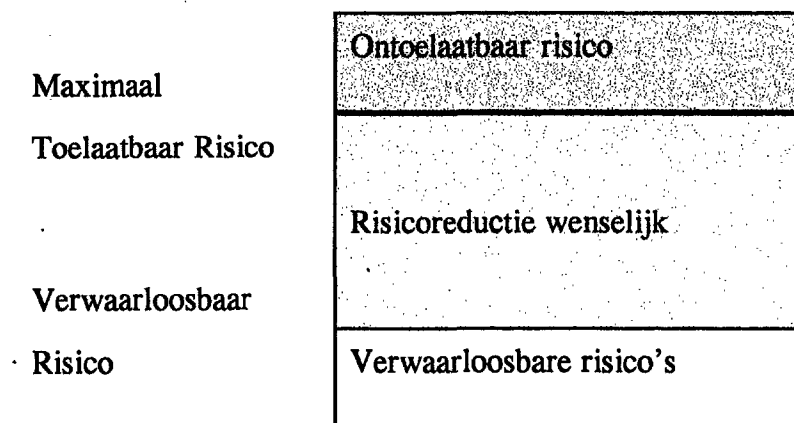
Schelde-estuarium, dat is ontwikkeld in het kader van het EU-project LIFE (WL, 1995), tegenwoordig BOSLIFE genaamd. Met de koppeling aan waterkwaliteitsmodellen wordt het mogelijk om bij het berekenen van beleidsalternatieven op het gebied van waterkwaliteit ook uitspraken te doen omtrent het effect van een alternatief op de overleving of reproductie van soorten.

1.2.3 (Eco)toxicologische risicogrenzen

Eén van de doelstellingen van het effectgerichte milieubeleid is "de bescherming van het milieu, zodanig dat er geen nadelig te waarden effecten optreden voor mensen, planten, dieren en ecosystemen" (NMP, 1989). Invulling van dit beleid betekent onder andere de ontwikkeling van een beleidsinstrument, een normstelsel, waarmee bovenstaande doelstelling getoetst kan worden en het brongerichte milieubeleid gestuurd kan worden. Dit vereist de kwantificering van beschermingsniveau's voor mens en ecosysteem.

Grondslag voor de invulling van deze doelstelling is de zogenaamde risicofilosofie of risicobenadering zoals geformuleerd in de notitie Omgaan met risico's" (VROM, 1989). Hierin worden twee risicogrenzen onderscheiden, een bovengrens, weergegeven als het Maximaal Toelaatbaar Risico, en een ondergrens, weergegeven als het Verwaarloosbaar Risico (Beek, 1995).

De relatie tussen risicogrenzen en beleid is weergegeven in figuur 1.



Figuur 1: De relatie tussen risicogrenzen en beleidsinspanning (uit VROM, 1989).

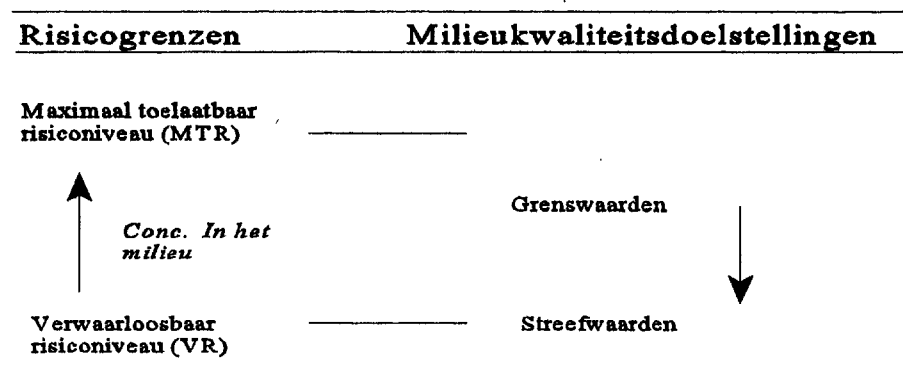
Het **Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR)** voor ecosystemen is ingevuld als het niveau waarbij 95% van de potentieel aanwezige soorten binnen een ecosysteem beschermd is. Expliciet dient in de berekening van het 95% beschermingsniveau nagegaan te worden of organismen hoger in de voedselketen als zeehonden, otters, aalscholvers (vaak aandachtsoorten), geen ongewenste risico's lopen.

Het **Verwaarloosbaar Risico (VR)** ligt in principe een factor 100 onder het MTR. Deze factor 100 houdt rekening met de mogelijke effecten van combinatietoxiciteit, maar is

verder een volledig beleidsmatige keus.

1.2.4 Milieukwaliteitsdoelstellingen

Effectgerichte normen, milieukwaliteitsdoelstellingen, vinden hun basis in de hierboven genoemde risicogrenzen (Beek, 1995). De streefwaarde wordt in principe op het VR gesteld. Als blijkt dat het VR beneden het natuurlijk achtergrondniveau ligt, wordt de streefwaarde gelegd op het achtergrondniveau. Gehaltes in het milieu zullen uiteindelijk moeten worden teruggedrongen tot streefwaarde-niveau. Aangezien dit pas op lange termijn bereikt zal worden, zijn er 'tussen'-doelstellingen bepaald, **grens-** of **richtwaarden**. Een grenswaarde mag niet overschreden worden. Bij een richtwaarde moet overschrijding zoveel mogelijk vermeden worden. In de loop der tijd zullen deze waarden worden aangescherpt om uiteindelijk op de streefwaarde uit te komen, dit wordt **Voortschrijdende normstelling** genoemd. Grens- en richtwaarden liggen in het gebied tussen MTR en VR. Ze worden vastgesteld door een afweging te maken tussen milieubelangen, economische en maatschappelijke belangen, alsmede technische mogelijkheden. Dit proces wordt het **ALARA-principe** (As Low As Reasonable Achievable) genoemd. In figuur 2 is weergegeven hoe risicogrenzen en milieudoelstellingen zich onderling verhouden.



Figuur 2: De relatie tussen risicogrenzen en milieudoelstellingen .

1.2.5 Selectie van stoffen

Voor de uitbreiding van het Ecotoxicologische Risico Analysemodel, is gekozen voor een 14 tal stoffen. Deze groep bevat 4 zware metalen, 2 PCB's, 2 PAK's verbindingen en een zestal bestrijdingsmiddelen. Het model bestaat echter al voor 4 zware metalen. Een overzicht van de stoffen is gegeven in tabel 1.

Tabel 1: Een overzicht van de geselecteerde stoffen voor de uitbreiding van het model.

Zware metalen	PAK-verbindingen	PCB's	Bestrijdingsmiddelen
Ca	B(a)P	PCB-52	Atrazine
Cr	Flu (Fla)	PCB-153	Dichloorvos
Cu			Diuron
Zn			Lindaan (τ -HCH)
			Mevinfos
			Simazine

Voor het verdere onderzoek worden de zware metalen buiten beschouwing gelaten. Dit in verband met een uitgebreid onderzoek dat hiervoor al plaats gevonden heeft.

De hierboven aangegeven PCB's en PAK's zijn geselecteerd omdat deze in de Westerschelde voorkomen en norm overschrijdend zijn. De concentraties van deze stoffen in de Westerschelde zijn te hoog. Een ander criterium waarom deze stoffen gekozen zijn, is de algemene bezorgdheid die heerst over de effecten van deze stoffen op organismen en het milieu.

In 1989 verscheen de derde Nota Waterhuishouding met het nationale waterbeleid voor de periode 1990-1994. Een bijlage van die nota bevat een lijst met stoffen waarvoor waterkwaliteitsdoelstellingen zijn vastgesteld. Deze lijst is onderverdeeld in een M- (monitoring) en I- (inventarisatie) lijst.

Op de M-lijst staan stoffen waarvan voldoende informatie beschikbaar was om ze als probleemstof aan te merken en waarvoor regelmatig monitoring noodzakelijk werd geacht. Op de I-lijst staan stoffen, hoofdzakelijk bestrijdingsmiddelen, waarvoor minder informatie over de situatie beschikbaar was en waarvoor nadere inventarisatie naar de aanwezigheid in watersystemen wenselijk geacht werd. Dit is als actiepoint in de regeringsbeslissing bij de derde Nota waterhuishouding opgenomen.

De bestrijdingsmiddelen die geselecteerd zijn voor de uitbreiding van het model, zijn afkomstig van de I-lijst.

1.2.6 Databases

Voor het verzamelen van gegevens is onder andere gebruik gemaakt van de nieuwe database ERDATA (Koolhoven & Gabriëlse, 1996). De basisgegevens die in ERDATA zijn vermeld, zijn gebaseerd op informatie uit de bestanden van Kaag (Kaag, 1991) en Aquatox 3.1, aangevuld met gegevens uit recente literatuur. Onder basisgegevens worden ecotoxicologische gegevens (LOEC, NOEC, EC50) voor brak- en zout-waterorganismen,

voor de populatieparameters groei, sterfte en reproductie verstaan.

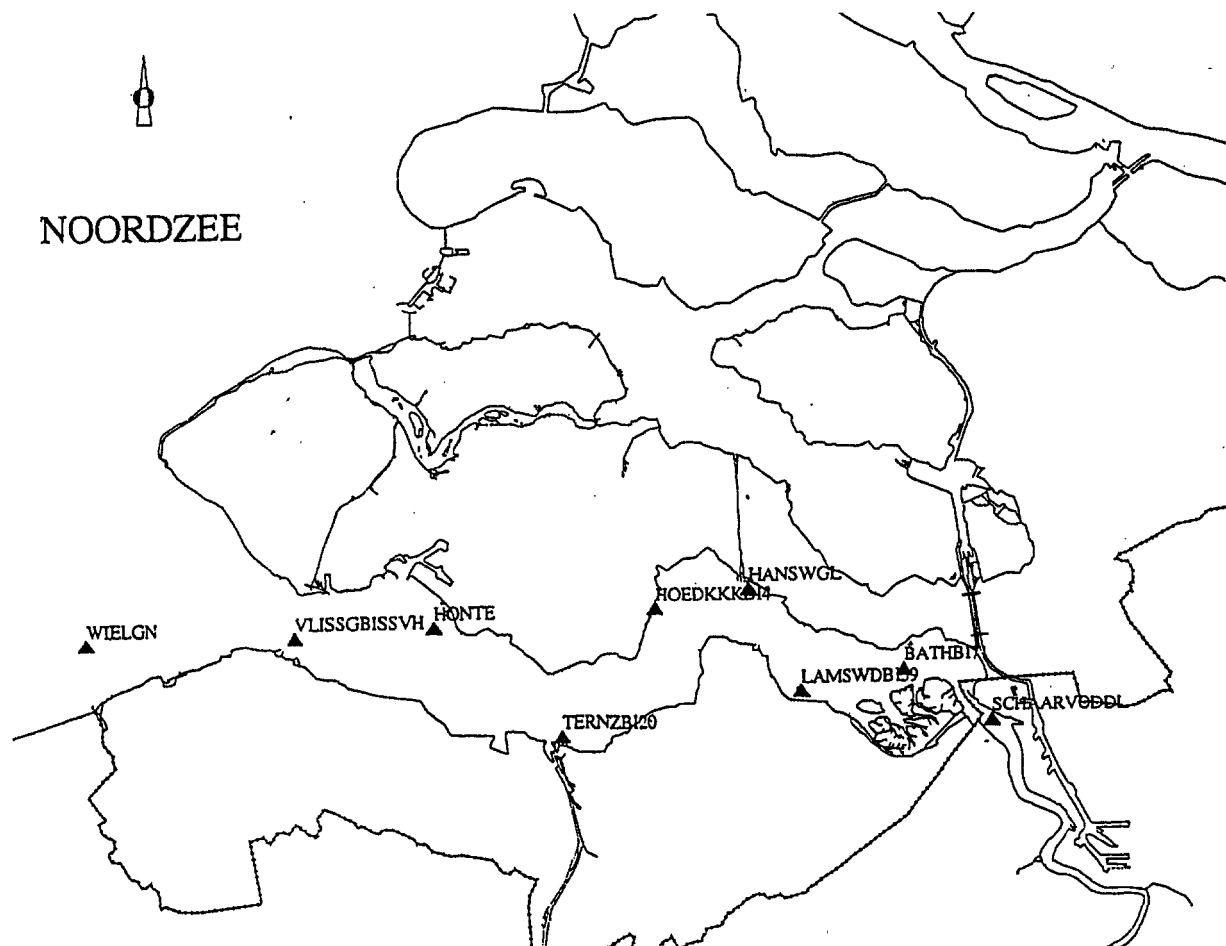
De database ERDATA is door Koolhoven & Gabriëlse (1996) aangevuld, in opdracht van het RIKZ.

Aanvullend op de database ERDATA is de database Aquatox geraadpleegd. Aquatox is gebaseerd op toxiciteitsgegevens uit diverse opdrachten van het RIZA voor adviesbureau BKH (BKH adviesbureau, 1995).

Verder hadden we nog de beschikking over de databases AQUIRE en DOSE (SilverPlatter, 1995).

1.3 Monitoring

In 1964 is het meetprogramma voor de Westerschelde van start gegaan met 11 locaties. In 1973 zijn daar 3 locaties aan toegevoegd (Heesen, 1994). In 1982 werd locatie Borssele Noordnol aan het meetnet toegevoegd i.v.m. de kerncentrale in Borssele. Vanaf 1982 bestaat het meetnet uit 9 locaties en is dit aantal, met uitzondering van het mosselmeetnet (3 locaties), niet meer veranderd. Een overzicht van de meetlocaties op de Westerschelde is gegeven in figuur 3.



Figuur3: Overzicht van de meetlocaties op de Westerschelde.

De posities van de locaties zijn over het algemeen gekozen in de hoofdgeul. Er is ook rekening gehouden met een redelijke verdeling van de locaties over het estuarium en met grote zijdelingse lozingen op de Schelde (Terneuzen). Bemonstering vindt plaats tijdens laagwater. Hierdoor wordt theoretisch de slechtste waterkwaliteit bepaald omdat er dan een minimale hoeveelheid zeewater en een maximale hoeveelheid, ten opzichte van zeewater meer verontreinigd, zoetwater aanwezig is.

Op de Westerschelde wordt relatief veel aandacht besteed aan radiochemische metingen. Redenen hiervoor zijn onder meer de lozingen door nucleaire installaties op de Schelde (Mol, Doel) en Westerschelde, de lozingen van fosfaat c.q. kunstmestfabrieken die uranium- en radium houdend fosfaaterts verwerken (rond Terneuzen, Scheldemonding). Bij de optimalisatie in 1988 werd besloten het vrij omvangrijke oude meetnet in principe te handhaven vooral in verband met internationaal overleg m.b.t. de bewaking van grensoverschrijdende belasting van verontreinigende stoffen.

Alle meetgegevens over de concentraties van verschillende stoffen in de Westerschelde, worden verzameld in een algemene database van Rijkswaterstaat, **DONAR** genaamd. Naast normale metingen die uitgevoerd worden in de Westerschelde, worden er op 5 locaties ook nog andere metingen uitgevoerd. Deze metingen worden gedaan in het kader van het project "Speuren naar Sporen" (Phernambucq et al., 1996). De leidraad voor de stofkeuze van de metingen op deze locaties, is de I-(inventarisatie) lijst uit de derde Nota Waterhuishouding geweest.

Daarnaast is ten opzichte van voorgaande jaren, de stoflijst aangepast, met literatuurinformatie en praktijkervaringen van de laboratoria van RIZA en RIKZ.

De lijst bestaat in hoofdzaak uit bestrijdingsmiddelen. Met name de wat nieuwere meer polaire bestrijdingsmiddelen en niet de klassieke organochloorbestrijdingsmiddelen. Deze laatste groep is in het verleden al regelmatig onderzocht.

1.4 Probleemstelling

De wens van directie Zeeland is om ecotoxicologische risico's bij beleidsalternatieven kunnen bepalen. Men wil deze risico-analyses niet alleen voor de metalen uitvoeren maar ook voor andere gemodelleerde stoffen zoals PAK's, PCB's en pesticiden.

Dit is echter momenteel niet mogelijk voor alle in het waterkwaliteitsmodel gemodelleerde stoffen, omdat er een instrumentarium bestaat voor slechts vier zware metalen, namelijk: cadmium, koper, zink en chroom. De probleemstelling van dit onderzoek is, of de mogelijkheid bestaat voor risico-analyse, zoals in ERASES is uitgevoerd, de modelparameters te schatten uit zowel zoete als zoute toxicologische gegevens voor bepaalde PCB's, PAK's en pesticiden.

Het doel van dit onderzoek is te bekijken of de mogelijkheid bestaat het instrumentarium voor het bepalen van het ecotoxicologisch risico bij beleidsalternatieven uit te breiden met de overige gemodelleerde stoffen zoals: PCB-153, PCB-52, B(a)P, Flu (Fla), Lindaan, Diuron, Atrazine, Simazine, Mevinfos, Dichloorvos.

Op deze manier is het mogelijk om voor iedere stof bij een beleidsalternatief een risico uit te laten voeren.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de werkwijze van het onderzoek. In het daarop volgende hoofdstuk (hoofdstuk 3) worden de resultaten beschreven en in hoofdstuk 4 worden de conclusies besproken die uit het onderzoek naar voren zijn gekomen.

In het laatste hoofdstuk (hoofdstuk 5) wordt een vooruitblik gegeven over hetgeen er in het afstudeerrapport behandeld gaat worden.

2. Werkwijze

2.1 Verzamelen van ecotoxicologische data

Bij het raadplegen van ERDATA zijn de geselecteerde stoffen uit tabel 1 (met uitzondering van de zware metalen) als zoekcriterium gehanteerd. Uit ERDATA zijn vervolgens van deze stoffen alleen de NOEC en de LOEC's geselecteerd voor de taxonomische groepen Crustaceeën, Mollusken, Vissen en Anneliden met effect op reproductie en sterfte.

Tijdens het raadplegen van Aquatox is het zoekcriterium 'Marine Toxicity' gehanteerd. Van elke geselecteerde stof waarvan basisgegevens beschikbaar zijn, die nog niet in de database ERDATA voorkomen, worden deze gegevens overgenomen.

De database DOSE wordt door gebladerd op eventuele bruikbare informatie.

2.2 Verzamelen van meetgegevens

Voor het verzamelen van de meetgegevens is gebruik gemaakt van de algemene RIKZ database DONAR. Ook zijn meetgegevens verkregen uit file's van het project Speuren naar Sporen III. Omdat Speuren naar Sporen III meetgegevens bevat van 1993, is hier gewerkt met file's die meer recentere gegevens bevatten van 1995 en 1996.

Al deze concentratie gegevens waren binnen het RIKZ ter beschikking.

2.3 Saliniteitsonderzoek

Door gebrek aan NOEC-waarden in ERDATA en Aquatox, is besloten eerst te bekijken of het chloridegehalte invloed heeft op de NOEC, LOEC en de EC50-waarde van een toxische stof. Met name met het effect op sterfte en reproductie.

Het doel hiervan is te onderzoeken of saliniteit van invloed is op deze effectparameters.

Wanneer dit niet het geval is, kunnen ook effectparameters van zoetwaterorganismen gebruikt worden voor het model. Aangezien er meer zoetwater toxischetesten zijn uitgevoerd, wordt de database hiermee aanzienlijk uitgebreid en kunnen de gemiddelde en de standaarddeviatie nauwkeuriger geschat worden.

Om er achter te komen of saliniteit invloed heeft op de effectparameters, is er een interview uitgevoerd bij verschillende personen die werkzaam zijn op het gebied van de ecotoxicologie.

De ondervraagde personen hierbij zijn:

1	Joost Stronkhorst	RIKZ te Den Haag
2	John Schobben	RIKZ te Den Haag
3	Erik Evers	RIKZ te Den Haag
4	Annemarie van Wezel	RIKZ te Den Haag
5	Wies Vonk	RIKZ te Middelburg
6	Margriet Beek	RIZA

De gestelde vraag aan deze personen is:

Is het mogelijk voor risicoanalyse zoals in ERASES is uitgevoerd, de modelparameters te schatten uit zowel zoete als zoute gegevens?

2.4 Gegevensverwerking

Voor het verwerken van de gegevens, is gebruik gemaakt van een spread-sheet programma, Lotus-123 (Lotus Development Corporation, 1994). De geselecteerde gegevens zijn in dit programma ingevoerd, vervolgens zijn daar berekeningen mee uitgevoerd en zijn de uiteindelijke resultaten in grafieken weergegeven.

3. Resultaat

3.1 Ecotoxicologische data

Gedurende het verzamelen van alle gegevens van de geselecteerde stoffen, bleek al snel dat van een aantal stoffen weinig of geen zoute toxische gegevens beschikbaar zijn.

Voor het berekenen van een gemiddelde effectconcentratie en een standaarddeviatie, zijn toch op z'n minst 5 NOEC en LOEC-waarden nodig, zowel voor reproductie als voor sterfte.

Van de bestrijdingsmiddelen bleven uiteindelijk de stoffen Atrazine en Diuron over en van de PAK-verbindingen de stof Lindaan. De hoeveelheid gegevens van deze stoffen was voldoende om een berekening uit te voeren in Lotus 123, maar onvoldoende om deze te splitsen naar reproductie en sterfte.

De database AQUIRE was helaas niet tot onze beschikking, in verband met een slechte verbinding van internet.

3.2 Meetgegevens

De meetgegevens van de concentratie van toxische stoffen in de Westerschelde, was eenvoudig te verkrijgen uit DONAR en "Speuren naar Sporen".

Een probleem was echter, dat PCB's niet gemeten werden als oplossing in water maar gebonden aan zwevend stof.

Deze gegevens waren voor ons niet bruikbaar.

Sommige stoffen werden niet op alle meetlocaties gemeten, waardoor er hierdoor ook weer een beperking op trad. Uiteindelijk is aan de hand van deze beperkingen gekozen om verder te gaan met de gegevens van één meetlocatie, namelijk de meetlocatie Schaar van Ouden Doel.

3.3 Saliniteitsonderzoek

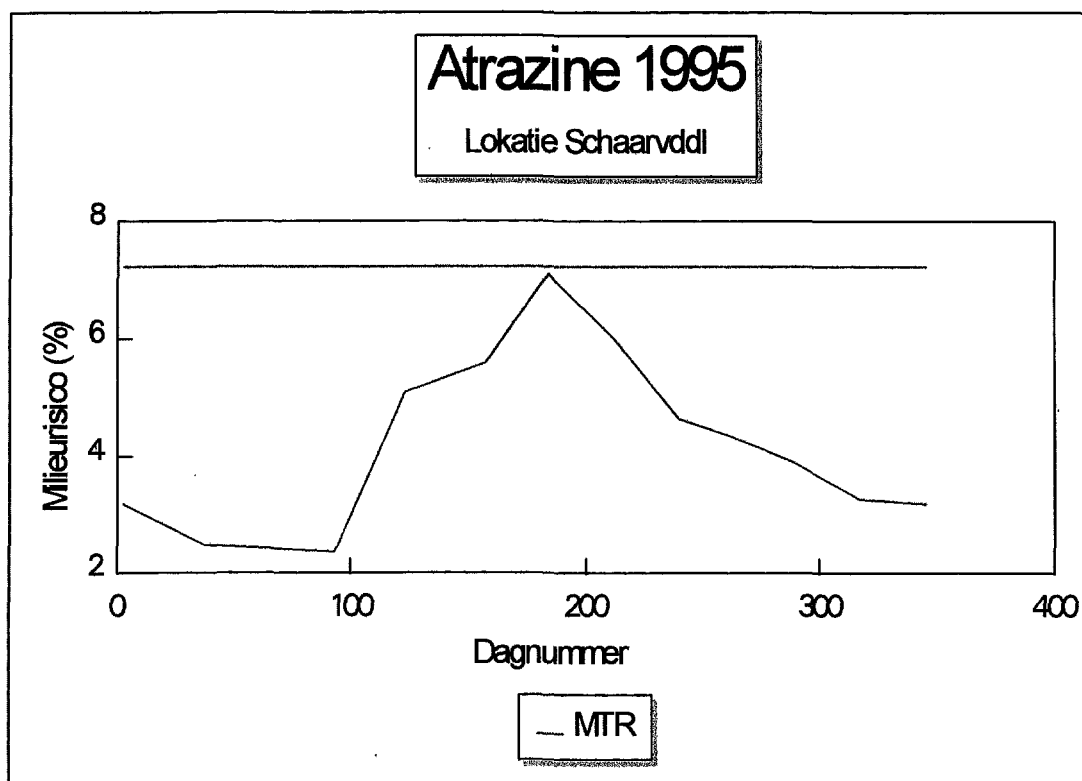
Aan de hand van het saliniteitsonderzoek, zijn er een aantal reacties en meningen naar voren gekomen. Een overzicht van deze reacties is weergegeven in Bijlage I: "Antwoord op vraag".

3.4 Gegevensverwerking

Met de inverse methode van Straalen zijn de milieurisico's bij de monitoringgegevens berekend. De uitkomsten van deze gegevens staan weergegeven in de grafieken 1 tot en met 3.

3.4.1 Atrazine

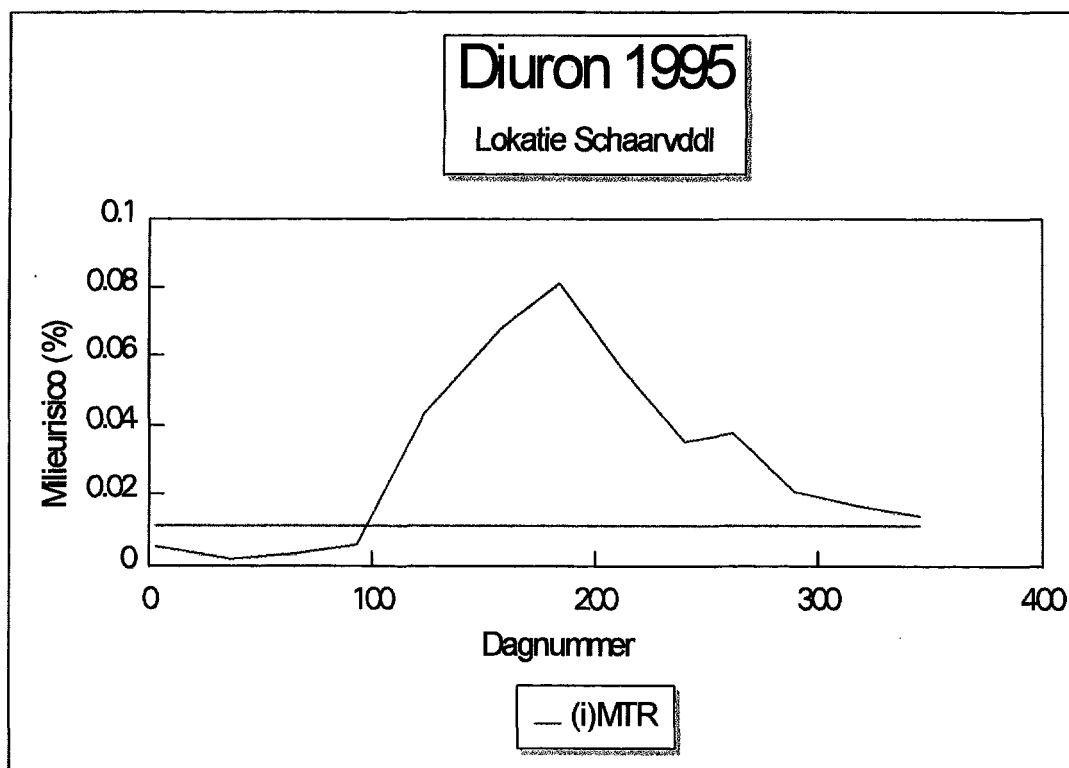
In grafiek 1 is te zien dat Atrazine het gehele jaar onder de MTR-waarde blijft. Ook is te zien dat de stof het hele jaar door onder de 5% milieurisico blijft. Echter in de zomermaanden komt de hoeveelheid Atrazine boven de 5% milieurisico uit.



Grafiek 1: Milieurisico van Atrazine in de Westerschelde in 1995.

3.4.2 Diuron

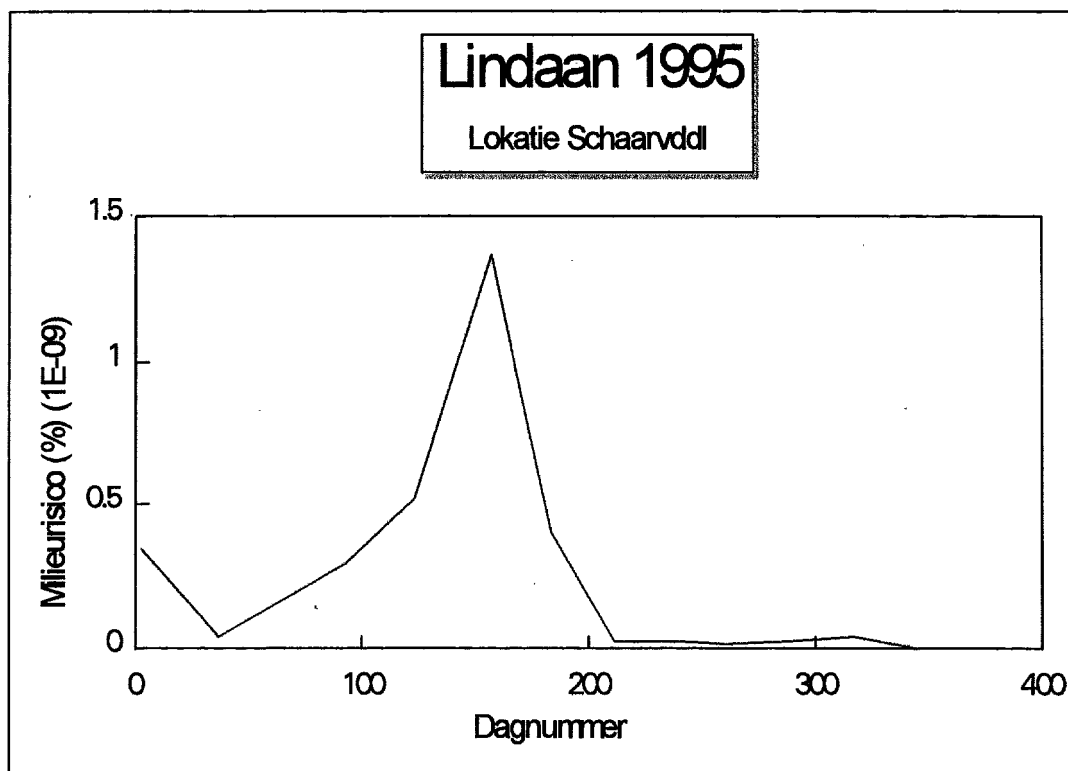
De stof Diuron geeft in grafiek 2 weer dat het boven de MTR uit komt alleen in de winter daalt de concentratie tot onder de MTR-waarde. Echter de 5% milieurisico wordt niet overschreden. Ook deze stof geeft in de zomermaanden een piek aan.



Grafiek 2: Milieurisico van Diuron in de Westerschelde in 1995.

3.4.3 Lindaan

Wetende dat de MTR voor Lindaan, omgerekend in percentage milieurisico $1,857 \cdot 10^{-6} \%$ is, zitten de concentraties Lindaan ver onder deze waarde (zie grafiek 3). Even als bij Atrazine is ook bij Lindaan een zomerpiek te zien. Deze piek komt echter niet boven de 5% milieurisico en de MTR uit.



Grafiek 3: Milieurisico van Lindaan in de Westerschelde in 1995.

4. Conclusies

4.1 Conclusies van het Saliniteitsonderzoek

Aan de hand van de resultaten van het interview, kan er geconcludeerd worden dat het in principe voor vrijwel iedere stof mogelijk is om de zoete en de zoute toxiciteitsgegevens bij elkaar te voegen, om vervolgens berekeningen mee uit te voeren en gemiddelden en standaarddeviaties te bepalen.

Het samenvoegen van de zoete en zoutegegevens is mogelijk (Bijlage I) doordat als je toxiciteitsdata van verschillende zoet- en zoutwatersoorten over elkaar legt, er geen statistisch onderscheid valt te maken tussen zoet- en zoutwaterorganismen en dit komt weer door er een zeer grote statistische variatie op de data

Het samenvoegen van de verschillende data is echter niet mogelijk voor alle stoffen. Zo valt de groep zware metalen al af, omdat deze stoffen in zoutwater complexen vormen. Ook de Organotin verbindingen en de stoffen PCP en TBT vallen af omdat zij speciëren in zoutwater. Zo zijn er nog een aantal stoffen en stofgroepen te noemen waarbij het samenvoegen van zoete- en zoutegegevens niet mogelijk is, maar dat is op dit moment niet van belang.

4.2 Conclusies gegevensverwerking

4.2.1 Atrazine

Atrazine is een bestrijdingsmiddel die behoort tot de groep Herbiciden (Onkruidverdelgsmiddelen). Deze stof wordt in ons land, maar ook in België en Frankrijk toegepast bij de maisteelt en wordt voornamelijk in de maanden April tot Oktober gebruikt.

In grafiek 1 is ook een duidelijke stijging van de concentratie atrazine in het water waar te nemen. Deze stijging vindt plaats in April en blijft toenemen tot ongeveer eind Juni. Na deze tijd neemt de concentratie van deze stof in het water langzaam af, omdat er dan minder atrazine wordt gebruikt dan in het voorjaar waardoor er uitspoeling plaats vindt. Volgens de grafiek blijft de concentratie onder de MTR maar boven de 5% milieurisico in de zomermaanden. Dit betekent dat de concentratie atrazine in de Westerschelde te hoog is en dat het milieu een te groot risico loopt waardoor het effect onder de organismen in de Westerschelde groter kan worden.

De verwachting van de MTR is dat deze rond de 5% milieurisico ligt. Dit is echter niet het geval. Een verklaring hier voor kan zijn dat de achter liggende data voor de berekening van de MTR verschillend is dan voor de berekening van het milieurisico. In deze grafiek zijn namelijk alleen zoute- en brakke data gebruikt. Ook omdat de hoeveelheid zoute en brakke data aanzienlijk minder is dan de hoeveelheid zoete data waardoor de berekening van de gemiddelde en de standaarddeviatie ook onnauwkeuriger kan zijn.

4.2.2 Diuron

Diuron is een ureumherbicide met toepassing in de landbouw en openbaar groen. Volgens de grafiek komt diuron boven de MTR uit en komt dus in een te hoge concentratie in de Westerschelde voor. Maar uit grafiek 2 is ook af te leiden dat deze stof niet boven de 5% milieurisico uit komt. Dit is tegenstrijdig. Duidelijk is dat de concentratie diuron in de zomer aanzienlijk toeneemt door het veelvuldige gebruik door boeren maar ook de plansoenen diensten in de verschillende gemeenten in Nederland en in België. Een oorzaak voor het tegenstrijdige beeld kan zijn, dat er alleen met zoute en brakke data is gewerkt en niet met zoete data.

4.2.3 Lindaan

De stof Lindaan is een gechloreerde koolwaterstof die valt onder de categorie insecticide die in Nederland bijna niet meer wordt toegepast. In de landen België en Frankrijk wordt dit middel echter nog veelvuldig toegepast in de landbouw met name in de het voorjaar. Men gebruikt lindaan als grond- en zaadbehandelingsmiddel in suikerbieten, graan, aardappelen, de boomkwekerij en de bloemisterij.

Uit grafiek 3 is af te leiden dat lindaan nog veelvuldig voor komt in de Westerschelde met name in de zomer. Volgens de grafiek vormt lindaan geen problemen in de Westerschelde, maar wat echter wel vreemd is, is dat de MTR van Lindaan heel erg laag ligt, namelijk op $1,857 \cdot 10^{-6}$ % milieurisico.

Een oorzaak kan zijn dat de MTR verkeerd bepaald is of dat er andere NOEC LOEC waarden gebruikt zijn voor het bepalen van het milieurisico en de standaarddeviatie en het gemiddelde. Uit de grafiek valt af te leiden dat lindaan in zout water minder toxisch is dan in zoet water. Dit wordt ook bevestigd in de review van Lenwood en Anderson (1995). Ook is de hoeveelheid gegevens te weinig om een goed beeld te geven van het effect van deze stof in de Westerschelde.

5. Vooruitblik

In het nu volgende deel staan de punten aangegeven, die in mijn verdere stage (tevens afstuderen) nog aanbod zullen komen.

1. Zoet/zout gegevens verzamelen

In dit deel worden de zoute data die in dit rapport verzameld zijn, gecombineerd met de zoete data uit andere databases.

2. Extra zoete gegevens verzamelen

Om meer zoet water toxiciteitsgegevens te verkrijgen, is het noodzakelijk literatuur te verzamelen en te verwerken en databases uit te pluizen. Bij verschillende databases valt te denken aan Aquatox, Aquire en DOSE.

3. Verwerken in Lotus-123

De gecombineerde gegevens van zoete en zoute data worden in Lotus-123 verwerkt. Er worden nieuwe modelparameters geschat, waar vervolgens door middel van de inverse methode van Straalen de milieurisico's mee worden berekend. Uiteindelijk worden alle milieurisico's in grafieken weergegeven.

4. Invoeren in model

Na de verwerking van alle gegevens in Lotus-123 worden de nieuwe modelparameters en de concentraties van de stoffen ingevoerd in het Ecotoxicologische Risico-analyse model van de Westerschelde.

5. Definiëren van Scenario's

Om het model een aantal keren te laten draaien, moeten er een aantal scenario's bedacht worden die door middel van het model uitgevoerd worden.

6. Runnen van het model

Hier worden de verschillende scenario's gerund met het waterkwaliteitsmodel en het Ecotoxicologische risico-analyse model.

7. Vergelijken scenario's

De scenario's worden onderling vergeleken met elkaar en er worden conclusies uitgetrokken.

Literatuurlijst

Beek, M.A. 1995

De risico's van normen. Een overzicht van de methodiek en afgeleide (eco)toxicologische risicogrenzen ter onderbouwing van Streef-, Grens-, en Interventiewaarden. RIZA werkdocument 95.097X, Arnhem.

BKH adviesbureau 1995

Handleiding Aquatox, versie 3.10 voor windows. Delft.

Heesen, P.F. 1994

Geschiedenis van het chemische waterkwaliteitsmeetnet van de zoute Rijkswateren 1971-1994. Werkdocument 95.120x. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

Kaag 1991

Een ecotoxicologische database voor de belangrijkste in het Schelde-estuarium voorkomende toxicanten. Notitie GWWS-91.13010, DGW Middelburg.

Kater, B.J. 1995

ERASES ecotoxicologische risico analyse Schelde-estuarium: het model. Werkdocument RIKZ/AB-95.835x. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

Koolhoven, M. & Gabriëlse, G.A. 1996

Uitbreiding ecotoxicologische database ERDATA: Verslag van een zoektocht naar toxiciteitsgegevens voor brak en zout waterorganismen. Projectbureau Aquarius, Middelburg.

Lenwood W. Hall, Jr & Ronald D. Anderson 1995

The Influence of Salinity on the Toxicity of Various Classes of Chemicals of Aquatic Biota. Critical Reviews in Toxicology, 25(4):281-346 (1995), Queenstown.

Lotus Development Corporation 1994

Gebruikershandleiding voor Lotus-123 spreadsheet voor Windows, versie 5. Middlesex.

Ministerie van VROM 1989

Nationaal milieubeleidsplan, Nota Tweede Kamer 1988-1989, 21 137, nr. 5, SDU uitgeverij 's Gravenhage.

Nationaal MilieubeleidsPlan: kiezen of verliezen 1989

Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 21 137, nr. 1-2.

Phernambucq, A.J.W. & Geenen, J.P.W. & Barreveld, H.L. & Molegraaf, P. 1996
Speuren naar sporen III; Verkennend onderzoek naar milieuschadelijke stoffen in de zoete en zoute watersystemen van Nederland. Rapport RIKZ-96.016. Nota RIZA 96.035.
Rijkswaterstaat. Rijksinstituut voor Kust en Zee & Rijksinstituut voor Integraal
Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling. Den Haag.

SCHOON 1995

Product-definitie Kwaliteit Scheldes, dd 27 maart 1995. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut
voor Kust en Zee, Middelburg.

Kater, B.J. & Lefèvre, F.O.B. 1996

Ecotoxicologische risico analyse in de Westerschelde. De ontwikkeling en toepassing van
het model ERASES. Rapport RIKZ-96.007. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en
Zee, Middelburg.

SilverPlatter 1995

WINspirs; Getting Started Guide, version 2.0, London.

WL 1995

Beleidsondersteunend systeem voor het waterkwaliteitsbeheer van het estuarium van de
Schelde en de kustzone. Hoofdrapport. Conceptrapport T1140. Waterloopkundig
Laboratorium, Delft.

Bijlagen

“Bijlage I: Antwoord op vraag”

Bijlage I: Antwoord op vraag

Antwoord van Annemarie van Wezel:

Voor een groot gedeelte van de stoffen waar je vragen overstelt zijn recentelijk door het Adviescentrum Toxicologie (ACT, onderdeel van het RIVM, contactpersoon: Trudy Crommentuijn, 030-2743657/004) weer overzichten gemaakt van de beschikbare zoet- en zoutwatertoxiciteitsdata voor water en sediment in het kader van het project Integrale Normstelling Stoffen. Bij de rapporten zijn deze data als annex gegeven.

Voor BaP en fluoranthene zijn data te vinden in RIVM-rapport nr. 679101 018 (Kalf et al., Integrated environmental quality objectives for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)).

Voor Cd, Cr en Cu zijn data verzameld in conceptrapport RIVM nr. 679101 019 (Crommentuijn et al., Maximum permissible and negligible concentrations for metals- Taking background concentrations into account). Voor atrazine en diuron zijn data te vinden in (concept) rapport nr. 679101 020 (Crommentuijn et al. Maximum permissible concentrations and negligible concentrations for pesticides). Het gaat hier om data die door een protocol zijn gehaald ('goedgekeurd'), maar ook de niet-goedgekeurde data zijn vermeld. Wat je in alle drie de rapporten ziet is dat wanneer je de toxiciteitsdata van verschillende zoet- en zoutwatersoorten over elkaar heen legt, er geen statistisch onderscheid valt te maken tussen zoet- en zoutwaterorganismen. Ten dele is dat te wijten aan dat er zowiezo grote statistische variatie op de data zit.

Conclusie zou dus zijn (en dat is het ook in de INS rapporten) dat je zoetwatergegevens kunt gebruiken om zoutwaterkwaliteitsdoelstellingen af te leiden (temeer omdat je dan meer data tot je beschikking hebt en dus minder grote veiligheidsmarges op je normen hoeft te zetten).

Het probleem waarover je spreekt is ook in diverse literatuur behandeld (bv. Hall & Anderson, *Critical Reviews in Toxicology* 25:281-346 (1995); Nendza & Klein, *Aquatic Toxicology* 17:63-74 (1990); Jonkers & Everts, *Zeewardig*, VROM/DGM rapport nr 1992/2). In het algemeen is de conclusie dat er geen verschil is in gevoeligheid. Dat komt omdat de bioaccumulatie (concentratieverhouding organisme/omringend water) voor de meeste stoffen niet beïnvloedt wordt door saliniteit, en de concentratie in het organismen bepaalt de toxiciteit. Echter, voor zware metalen moet je oppassen, omdat hun verschijningsvorm (de hoeveelheid vrij ion op de totale hoeveelheid) beïnvloedt wordt door saliniteit, en het vrij ion in het algemeen het meest toxisch is. Literatuur daarover in de review van Hall & Anderson, R. Blust is ook een auteur die je kunt raadplegen. Dit soort effecten van saliniteit op toxiciteit komt wel naar voren als proeven worden gedaan met een organisme en een serie saliniteten, maar zoals gezegd, door de grote variatie in data niet wanneer verschillende zoet- en zoutwater organismen vergeleken worden.

Dus: iha kunnen zoetwaterdata gebruikt worden voor risicoanalyse in zoute wateren, maar pas op met stoffen die specieren (een verschillende verschijningsvorm hebben in zoet en zout water). Verder moet je re bij de pesticiden opletten dat soms soortsgroepen (bv. crustaceen bij organofosfaten) veel gevoeliger zijn dan andere, vanwege het specifieke aangrijpingspunt van de pesticiden.

Andere personen die je kunt interviewen: Wies Vonck en Marlies Schot (beiden veldstation Jacobahaven, en Jakkolien Tijink).

Antwoord van Joost Stronkhorst:

Het lijkt mij geen probleem om de zoute en zoete tox. gegevens voor genoemde stoffen te combineren. Tav de mobiliteit van metalen geldt echter dat deze groter is in het zoute milieu.

Antwoord van Wies Vonk:

Als de stof niet speciëerd kunnen zowel zoete als zoute toxische gegevens gebruikt worden. Metalen als Cd, Cr, Zn, Cu enz. vormen complexen met zoutwater.

Over het algemeen kan gezegd worden dat voor verschillende organismen in zoet- en zoutwater de spreiding in effectparameters zo groot is, dat het niet uit maakt of zoete en zoute gegevens samen gevoegd worden.

De Critical Reviews in Toxicology van Lenwood en Anderson, "The Influence of Salinity on the Toxicity of Various Classes of Chemicals to Aquatic Biota", behandelt alle beschikbare toxische literatuur over de effecten van saliniteit op de toxiciteit van verschillende klassen van anorganische en organische chemicaliën. Uit deze review blijkt dat Atrazine voor de vis *Cyprinodon variegatus* een maximale toxiciteit geeft voor de larven op de hoogste saliniteit. Ook is voor de stof Mevinfos is aangegeven dat de sterfte bij volwasse *P. vulgaris* (gras garnaal, Crustacea) stijgt bij een hogere saliniteit.

Tevens meldt de Review dat bij Lindaan voor de vis *G. aculeatus* een maximale toxiciteit voorkomt bij volwassen exemplaren bij een lage saliniteit.

Antwoord van Margriet Beek:

In principe maakt het niet uit of zoute en zoete toxiciteitsgegevens bij elkaar worden gedaan worden, alleen voor de organotin-verbindingen is dit niet mogelijk omdat deze een andere toxiciteitswaarde geven bij een variërend saliniteitsgehalte. Ook voor stoffen als zware metalen, is deze samenvoeging niet mogelijk, in verband met de complexvorming van deze stoffen.

Antwoord van John Schobben:

Voor de meeste stoffen is het mogelijk om beide, zowel zoete als zoute gegevens te gebruiken, alleen voor de stoffen PCP en Cadmium is dit niet mogelijk omdat bij PCP de speciatie veranderd en Cd een complex vormd met zoutwater waardoor de effectparameters hoger komen te liggen.

Antwoord van Erik Evers:

Over het algemeen kan alles op een hoop gegooid worden, alleen voor bepaalde stoffen is dit niet mogelijk. Een van deze stoffen is bijvoorbeeld TBT.