

RIJKSINSTITUUT VOOR
VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIËNE
BILTHOVEN

Rapport nr. 719102047

**Methoden voor de extrapolatie van toxiciteitsgegevens
uit laboratorium-studies naar doel- of aandachts-
soorten**

L. Posthuma, T. Aldenberg, R. Luttik, T. P. Traas,
M.A. Vaal, A. Willemsen

Augustus 1995

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht en ten laste van DGM, Directie SVS en Directie Bodem.
Rijksinstituut voor de Volksgezondheid en de Milieuhygiëne, Postbus 1, 3720 BA Bilthoven,
tel. 030-749111, fax 030-742971

VERZENDLIJST

- 1 t/m 3 Directoraat-Generaal voor Milieubeheer, Directie Stoffen, Veiligheid en Straling
4 t/m 5 Directoraat-Generaal voor Milieubeheer, Directie Bodem
6 Plv. Directeur-Generaal Milieubeheer, Dr. Ir. B.C.J. Zoeteman
7 Prof. Dr. C.J. van Leeuwen (DGM/SVS)
8 Dr. J.H.M. de Bruijn (DGM/SVS)
9 Dr. G.P. Hekstra (DGM/SVS)
10 Dr. J.M. Roels (DGM/Bo)
11 Drs. C.A.J. Denneman (DGM/Bo)
12 Ir. J.G. Robberse (DGM/Bo)
13 Dr. J. Faber (IBN/DLO)
14 Dr. P. Opdam (IBN/DLO)
15 Dr. J. Verboom (IBN/DLO)
16 Drs. Y.R. Hoogeveen (IKC/NBLF)
17 Drs. M. Klein (IKC/NBLF)
18 Depot Nederlandse Publikaties en Nederlandse Bibliografie
19 Directie Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
20 Dr. R. van Alkemade
21 Ir. R. v.d. Berg
22 Drs. B.J. ten Brink
23 Drs. J. H. Canton
24 ir. N.D. van Egmond
25 Dr. H. Eijsackers
26 Dr. M.P.M. Janssen
27 Drs. L. H. M. Kohsiek
28 Ir. F. Langeweg
29 Drs. ir. J.B. Latour
30 Dr. L. van Liere
31 Dr. D. van de Meent
32 Dr. ir. G. de Mik
33 Dr. ir. J. Notenboom
34 Drs. R. Reiling
35 Ir. C. J. Roghair
36 Drs. A.J. Schouten
37 Dr. W. Slooff
38 Dr. J. Struijs
39 Drs. J. Wiertz
40 t/m 45 Auteurs
46 SBD/Voorlichting & Public Relations
47 Bureau Rapportenregistratie
48 t/m 49 Bibliotheek RIVM
50 Depot ECO/LWD
51 t/m 71 Reserve-exemplaren

WOORD VOORAF

Dit rapport is de weerslag van onderzoeksactiviteiten en onderlinge discussies van de auteurs, en daarnaast met J. Latour (RIVM-LBG), J. Verboom (IBN-DLO), J. Faber (IBN-DLO), T. Jager (RIVM-ECO) en W. Slooff (RIVM-ECO/RIVM-MTV).

De bijdrage van Willemsen en Vaal aan dit rapport omvatte een brede analyse van de beschikbaarheid van toxiciteitsgegevens, waarbij als bronnen diverse overzichtsartikelen en databases werden gebruikt. Door deze analyse is een grote hoeveelheid toxiciteitsdata verkregen. Deze gegevens zijn vastgelegd in een bijlagenkatern van dit rapport. Dit is gedaan omdat de data een verkennend en deels tijdgebonden karakter hebben. Het bijlagenkatern kan, op diskette, aangevraagd worden bij het Laboratorium voor Ecotoxicologie van het RIVM, onder vermelding van het rapportnummer. De diskette bevat een MS-WORD 6.0a file.

INHOUDSOPGAVE

VERZENDLIJST.....	2
WOORD VOORAF.....	3
INHOUDSOPGAVE.....	4
ABSTRACT	6
SAMENVATTING	7
1. INLEIDING.....	8
1.1. PROBLEEMSTELLING EN MV-KADER.....	8
1.1.1. Meervoudige stress.....	8
1.1.2. Afzonderlijke effecten van Vergiftiging.....	11
1.2. DOELSTELLING.....	11
1.3. BEPERKINGEN.....	11
1.4. OPBOUW VAN HET RAPPORT	12
2. BESCHIKBAARHEID VAN ECOTOXICOLOGISCHE GEGEVENS VOOR DOEL- EN AANDACHTSSOORTEN.....	14
2.1. DOEL EN WERKWIJZE	14
2.2. METHODE.....	15
2.3. RESULTATEN	16
2.3.1. Algemeen.....	16
2.3.2. Toxiciteitsgegevens voor doel- en aandachtsoorten.....	17
2.3.3. Taxonomische aggregatie.....	17
2.4. DISKUSSIE.....	18
2.4.1. Algemeen.....	18
2.4.2. Bruikbaarheid van de toxiciteitsgegevens.....	21
2.4.3. Taxonomische aggregatie.....	21
2.5. CONCLUSIE.....	22
3. EXTRAPOLATIE VAN TOXICITEITSTESTEN UITGEVOERD IN HET LABORATORIUM NAAR SOORTEN IN HET VELD.....	24
3.1. INLEIDING.....	24
3.2. DIRECTE VERSUS INDIRECTE EFFECTEN	25
3.3. CORRECTIEFACTOREN.....	27
3.3.1. Calorische inhoud.....	27

3.3.2. Assimilatie efficiëntie van het voedsel.....	29
3.3.3. Metabolic rate	30
3.3.4. Assimilatie-efficiëntie van de toxische stof	31
3.3.5. Specifieke gevoeligheid van de doel- of aandachtsoort.....	31
3.4. CONCLUSIES.....	34
4. PROGNOSE INDICATOREN EFFECTEN VERGIFTIGING OP ECOSYSTEEMNIVEAU	35
4.1. INLEIDING.....	35
4.2. VAN DOELSOORTEN NAAR FUNCTIONELE MODELLEN.....	36
4.3. REGIONALISATIE EN KEUZE ECOSYSTEMEN	37
4.4. NAAR EEN HIËRARCHISCHE AANPAK VAN EFFECTEN VAN TOXISCHE STOFFEN IN ECOSYSTEMEN	39
5. DISCUSSIE.....	41
5.1. ALGEMEEN.....	41
5.2. BRUIKBAARHEID VOOR MILIEUVERKENNINGEN	42
5.2.1. Bijdrage aan MV thema-hoofdstuk Vergiftiging - effecten op ecosystemen	42
5.2.2. Bijdrage aan het MV-hoofdstuk Som-effecten op ecosystemen	48
5.3. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	49
6. BEGRIPPENLIJST.....	51
7. LITERATUUR	54
Appendix 1	58
Appendix 2	61

ABSTRACT

Aggregated environmental impact indicators are needed for the presentation of regular environmental outlooks by RIVM. The development of standardised methods for the presentation of such indicators is in progress. In this report an inventory is made on the possibility to construct environmental impact indicators for toxicant stress from existing ecotoxicity data. Attention focused both on the individual impact of toxicants on field biota and on multiple-stress effects on selected target species of nature policy. Ecotoxicity data appeared to be scarce for target species. Extrapolation from laboratory to field, and between species, is necessary to assess toxic effects in those species. Two types of existing methods for extrapolating toxicity data have been analysed in detail, namely (1) methods that correct for differences between exposure in laboratory conditions and in the field, with data on caloric value of the food, assimilation efficiency of food and toxicant and metabolic rates, and (2) methods that predict toxic effects in the field by modelling the trophic structure of the ecosystem, incorporating concentration-effect data for various trophic levels. These instruments can generate aggregated data on the potential and actual effects of toxicant at various scales, including multi-stress modelling. Operationalization depends on the availability of data on toxicological and ecological characteristics of the species, and on local toxicant concentrations. It also depends on the scale for which models are parametrized. Due to different stages of development of the methods and data availability, a time-differentiated realisation of indicators for the outlooks is envisaged.

SAMENVATTING

Voor de milieuverkenningen van het RIVM zijn geaggregeerde indicatoren nodig die een beschrijving geven van milieu-effecten van menselijk handelen. In dit rapport wordt geïnventariseerd op welke wijze bestaande ecotoxicologische data gebruikt kunnen worden bij de constructie van indicatoren voor effecten van stoffen in ecosystemen. Dit betreft zowel enkelvoudige effecten van stoffen op biota in het veld, als effecten van meervoudige stress op een selectie van de doelsoorten van het Nederlandse natuurbeleid. Er blijken nauwelijks of geen ecotoxicologische data voor deze soorten te bestaan. Daardoor is extrapolatie noodzakelijk, zowel van standaard-toetssoorten naar de doelsoorten, als van laboratorium- naar veldcondities. Twee typen extrapolatiemethoden worden in detail geanalyseerd op hun bruikbaarheid voor de constructie van geaggregeerde indicatoren. Bij het eerste type methoden wordt gecorrigeerd voor verschillen tussen blootstelling in laboratorium en veldcondities door het afleiden van correctiefactoren voor calorische inhoud van het voer, voor assimilatie-efficiëntie van voer en toxicant, en voor metabolische snelheden. Bij het tweede type methoden worden toxische effecten in veldcondities voorspeld aan de hand van ecosysteem-modellen waarin de trofische structuur opgenomen is. De methoden kunnen gebruikt worden bij de productie van geaggregeerde indicatoren voor actuele en potentiële effecten van toxicanteⁿ, inclusief situaties met meervoudige-stress. De operationalisatie van de methoden hangt echter af van de beschikbaarheid van data over de ecologische en ecotoxicologische eigenschappen van de betreffende soorten, en van data over lokale concentraties van toxische stoffen in Nederland. Daarnaast is operationalisatie afhankelijk van de ruimtelijke schaal waarop de modellen geparametriseerd moeten worden. Door verschillen in ontwikkelingsstadia is alleen een gefaseerde operationalisatie voor de milieuverkenningen mogelijk.

1. INLEIDING

1.1. Probleemstelling en MV-kader

Het RIVM zal in 1997, en vervolgens eens per vier jaar, een Milieuverkenning (MV) uitgeven. Daarin zal de huidige toestand- en de toestandsontwikkeling van het milieu bij verschillende scenario's wordt uitgedrukt met een vaste set variabelen (ten Brink & van den Berg, 1995a). De variabelen betreffen zowel abiotische als biotische parameters. Dit rapport is een bijdrage aan de invulling van MV voor het thema Vergiftiging¹. Het is specifiek gericht op de effecten van toxische stoffen op biota. De doelstelling daarbij is tweeledig. Enerzijds wordt aandacht besteed aan toxische effecten, waarbij de respons gemodelleerd wordt als integrale respons bij simultane blootstelling aan verschillende stressoren. Anderzijds wordt de afzonderlijke respons op blootstelling aan toxicanten geanalyseerd. Met het laatste wordt beoogd invulling te geven aan de oorzaak-gevolg keten voor effecten van toxische stoffen, zoals die in het thema-hoofdstuk van de MV over de 'effecten van Vergiftiging op ecosystemen' (par. 3.5.6, ten Brink & van den Berg, 1995b) voorzien is.

1.1.1. Meervoudige stress

Wat betreft de eerste doelstelling zullen de MV's onder meer inzicht moeten geven in de som-effecten van menselijk handelen op ecosystemen. Deze som-effecten zullen worden gepresenteerd met behulp van zogenaamde ecosysteem-graadmeters² (ten Brink & van den Berg, 1995b, pag. 42), die sterk geaggregeerde data zullen samenvatten. Beoogd wordt om ecosysteemgraadmeters te produceren voor de negen fysisch-geografische regio's die Nederland telt. Geaggregeerde data over de toestand van populaties van afzonderlijke soorten vormen de biotische invoerdata voor de constructie van de ecosysteemgraadmeters, met name voor de natuur binnen de Ecologische Hoofdstructuur (EHS).

Som-effecten zijn het gevolg van de gelijktijdige milieudruk van alle zogenaamde 'grijze' en 'groene' thema's op populaties van een aantal gekozen soorten. De huidige aantallen van de soorten, alsmede de voorspelde aantallen of vitaliteit van populaties bij twee verschillende toekomstscenario's, vormen de basis voor de aggregatie tot de ecosysteem-graadmeters. Het ontwerp van de ecosysteemgraadmeters, en de keuze van de soorten die opgenomen worden, zijn momenteel nog in ontwikkeling. Hierdoor zal de praktische invulling voor MV97 afhankelijk zijn van zich ontwikkelende inzichten en praktische mogelijkheden. Recentelijk zijn twee rapporten over de ontwikkeling van de ecosysteemgraadmeters gepubliceerd waarin de relatie tussen de ecosysteemgraadmeter en doel- of aandachtsoorten uiteengezet en benadrukt wordt (Latour *et al.*, 1993; Verboom *et al.*, in druk).

¹ Het door elkaar gebruiken van verspreiding als aanduiding van (1) het milieuthema 'Verspreiding' en (2) de geografische verspreiding van soorten kan tot verwarring leiden. In dit rapport wordt het milieuthema aangeduid als 'Vergiftiging'.

² De in dit rapport gehanteerde begrippen worden gedefinieerd in Hoofdstuk 6.

Deze relatie maakt het noodzakelijk om scenario berekeningen te kunnen maken voor de populatiedynamiek van afzonderlijke, daartoe gekozen, soorten. De daarvoor te ontwikkelen methodes zullen moeten bestaan uit populatie-modellen waarmee aantalsveranderingen in populaties bij verschillende scenario's gesimuleerd kunnen worden. Dergelijke modellen zijn onder meer gebaseerd op de kennis van demografische parameters en ruimtelijke verdeling van de individuen, bijvoorbeeld over sub-populaties. De populatiemodellen voor de gekozen soorten moeten in staat zijn om som-effecten te voorspellen, d.w.z. het moeten multiple-stress modellen zijn. Dit betekent, dat men de beschikking moet hebben over (gevalideerde) populatiedynamische modellen van de gekozen soorten, waarbij de structuur van de modellen zodanig is dat effecten van verschillende stress-factoren - via effecten op parameter-waarden van de modellen - gesimuleerd kunnen worden.

Er zijn drie multiple-stress modellen voorgesteld voor toepassing in MV-ecosysteemgraadmeters. De modellen bevinden zich momenteel in verschillende stadia van ontwikkeling, en verschillen sterk wat betreft hun methodologie.

- Voor de vegetatie is een beperkt multiple-stress model ontwikkeld waarmee op nationale schaal de kans op voorkomen van soorten wordt voorspeld als functie van verzuring, verdroging en vermesting (o.a., Latour & Reiling, 1991, 1993). Het model bestaat, wat betreft de biotische component, uit een multiple-regressie beschrijving van het voorkomen van soorten in relatie tot drie milieukenmerken. Deze beschrijving is gemaakt op basis van een grote hoeveelheid vegetatieopnames. Via de regressie-techniek kunnen, met behulp van het voorspellen van veranderingen van bodemkenmerken bij verschillende scenario's, voorspellingen gedaan worden omtrent de kans op voorkomen van plantesoorten bij deze scenario's. De voorspellingen zijn bruikbaar voor de MV-ecosysteemgraadmeters.
- Voor de bodemfauna wordt momenteel een verkenning uitgevoerd volgens een met MOVE vergelijkbare aanpak. Daarbij is de aandacht gericht op de factor verzuring, via het ontwerp-model BOEF (van Alkemade & van Esbroek, 1994). Indien er voldoende gegevens beschikbaar blijken te zijn voor de bodemfauna zal dit model verder ontwikkeld worden tot een multiple-stress model.
- Voor de terrestrische fauna is een haalbaarheidsstudie uitgevoerd naar de mogelijkheden om een multiple-stress model te ontwikkelen dat gebaseerd is op een andere methodologie dan MOVE en BOEF (Verboom *et al.*, in druk). De modelstructuur die onderzocht werd, van het type 'metapopulatiemodel', is geschikt voor multiple-stress modellering van afzonderlijke soorten. De invoer bestaat deels uit directe oorzaak-effect relaties, wat betekent dat er in dergelijke modellen een meer oorzakelijke benadering gevolgd wordt dan in MOVE/BOEF. Daarnaast wordt voor enkele stress-factoren het effect berekend met behulp van additionele modellen (voor verdere informatie: zie Verboom *et al.*, in druk). De effecten van verschillende stress-factoren worden, via bijvoorbeeld concentratie-effectrelaties, omgerekend naar effecten op de parameters van het model. De uitkomsten van

het model bestaan uit voorspellingen over de vitaliteit van populaties, bijvoorbeeld in termen van populatiegrootte (percentage bezette habitat-plekken), duurzaamheid (kans op niet-uitsterven gedurende x jaren), of uitbreidingspotentie (toe- of afname aantal bezette habitatplekken). De voorspellingen voor verschillende soorten kunnen geaggregeerd worden weergegeven in de ecosysteemgraadmeters van de MV. Voor diverse soorten zijn bij IBN-DLO metapopulatie-modellen aanwezig. Voor de productie van de ecosysteemgraadmeters moet echter de keuze van de doel- of aandachtsoorten waarvoor de modellen ingevuld worden nog gemaakt worden; voor 14 soorten worden de beschikbare data voldoende geacht voor metapopulatie-modellering; voor 63 soorten moeten additionele data toegevoegd worden om voldoende bruikbaar te worden. Voor soorten waarvoor geen metapopulatiemodel ontwikkeld is wordt overigens voorgesteld om andere, minder data-intensieve beslissings-ondersteunende systemen te gebruiken om de vitaliteit van populaties van deze soorten te kwantificeren.

Naast het methodologische verschil tussen de MOVE/BOEF en de metapopulatiemodellen bestaat er een tweede belangrijk verschil, namelijk het aantal mogelijke stress-factoren waarmee de voorspellingen gegenereerd worden. Via de metapopulatiemodellering kunnen de effecten van toxische stoffen opgenomen worden bij de berekening van som-effecten op ecosystemen, via effecten op populaties van een aantal gekozen soorten. Verondersteld wordt dat de effecten van toxische stoffen op de fauna daarbij primair werken op de model-parameters die gerelateerd zijn aan de populatie-groeisnelheid. De toxicanten kunnen de reproductiecapaciteit beïnvloeden, of, bij hoge blootstellingsconcentratie, de sterfte. De overige stressfactoren oefenen hun invloed op de modeluitkomst uit via kwantitatieve effecten op dezelfde- of op de andere parameters van het metapopulatiemodel, in enkele gevallen via veranderingen van het milieu (bijv. vegetatie).

Momenteel is er nog geen model operationeel waarmee de effecten van toxische stoffen in natuurlijke populaties van doel- of aandachtsoorten voorspeld kunnen worden. Bij de ontwikkeling van modellen waarmee de risico's van toxische stoffen voor organismen berekend worden is vooralsnog de nadruk gelegd op modellen waarbij beschermingsniveaus voor ecosysteem-niveau afgeleid werden (o.a., van Straalen & Denneman, 1989). In relatie tot de realisatie van Natuurdoeltypen via het doelsoortenbeleid wordt de vraag naar risicomodellen voor afzonderlijke soorten actueel. Daarbij wordt gestreefd naar bruikbaarheid in de toekomstverkenningen. Voor MV97 wordt voorzien dat, bij voldoende inzet van menskracht en middelen, modellering van de populaties van enkele doel- of aandachtsoorten via metapopulatiemodellen opgenomen kan worden, namelijk voor de soorten waarvoor deze modellen reeds beschikbaar zijn (Verboom *et al.*, in druk)³.

³ Deze soorten zijn: rosse en noordse woelmuis, korhoen, patrijs, grutto, blauwborst, rietzanger, grote karekiet, boomklever, geelgors, zandhagedis, boomkikker, moerasparelmoervlinder, en *Carabus nitens* (een loopkever)

1.1.2. Afzonderlijke effecten van Vergiftiging

Wat betreft de afzonderlijke effecten van toxische stoffen op biota is verdere invulling van het thema-hoofdstuk over Vergiftiging zinvol, aangezien daarin vooralsnog slechts de potentiële toxiciteit (pT-waarde) is opgenomen in de paragraaf over 'Effecten op ecosystemen' (ten Brink & van den Berg, 1995; Par. 3.5.6., Fig. 58; "methode in ontwikkeling"). Hiermee is de oorzaak-gevolg keten voor dit thema onvolledig ingevuld. Invulling van de 'effecten op biota' ligt voor de hand indien aangetoond kan worden dat stoffen daadwerkelijk een probleem vormen voor flora en fauna. Recente inventarisatie heeft hiervoor een serie aanwijzingen gevonden met betrekking tot de Nederlandse situatie (Elbers & Douben, 1993). Bovendien ligt een verdere invulling voor de hand indien beschouwd wordt dat (1) de data die bijdragen aan het modelleren van som-effecten (paragraaf 1.1.1) mede verkregen worden door een hiërarchische analyse van oorzaak tot effect, waarbij het som-effect wordt berekend via doel- of aandachtsoorten, en (2) bij de modellering van som-effecten de oorzaken van voor- of achteruitgang van populaties mogelijk niet- of moeilijk traceerbaar zijn, en daardoor niet stuurbaar zijn voor beleid.

1.2. Doelstelling

De doelstellingen van dit rapport zijn:

- 1) het vaststellen van de mate waarin er in de literatuur toxiciteitsgegevens bestaan voor doel- of aandachtsoorten, voor gebruik in de ecosysteemgraadmeters;
- 2) het verkennen van de mogelijkheden om met behulp van bestaande ecotoxicologische kennis, die voornamelijk afkomstig is van laboratoriumstudies, invulling te geven aan populatiemodellen waarmee de vitaliteit van populaties in hun natuurlijke milieu voorspeld kan worden bij een verschillende mate van blootstelling, al dan niet in combinatie met andere stress-factoren;

en

- 3) bestaande ecotoxicologische methoden en modellen te evalueren in het kader van het ontwerp van de MV, mede gericht op de volledigheid van de causaliteitsketen in het thema-hoofdstuk Vergiftiging.

1.3. Beperkingen

Dit rapport is de weerslag van een verkennend onderzoek, en het maakt deel uit van een zich snel ontwikkelend onderzoeksveld dat uiteindelijk zal resulteren in de vaststelling van de bouwstenen voor de ecosysteemgraadmeters voor de verschillende fysisch-geografische regio's. Binnen dit onderzoeksveld worden doorlopend keuzen gemaakt. De actualiteit van de bevindingen van dit onderzoek zal daarom voor een aantal onderdelen beperkt zijn.

Naast de beperkte actualiteitswaarde bestaan er diverse beperkingen wat betreft de breedte van het verkennende onderzoek. Eén van de beperkingen betreft de keuze van de soorten. Er is momenteel een brede discussie gaande omtrent de keuze van de soorten die in de ecosysteem-

graadmeters betrokken gaan worden (o.a., Verboom *et al.*, in druk). De keuze van deze soorten wordt niet primair gemaakt met het oog op de beschikbaarheid van toxiciteitsgegevens. De verzameling soorten die opgenomen zouden kunnen worden in de ecosysteemgraadmeters voor terrestrische regio's is in principe beperkt tot de zogenaamde 'doelsoorten' binnen de ecologische hoofdstructuur (EHS) (Jansen *et al.*, 1993), hoewel daarnaast ook 'aandachtssoorten' buiten de EHS kunnen worden opgenomen (Latour *et al.*, 1993). Voor de realisatie van Natuurdoeltypen is daarnaast het begrip 'indicatorsoort' gebruikt (Jansen *et al.*, 1993). Met dit begrip worden soorten aangeduid waaraan afgemeten kan worden of een Natuurdoeltype zich in de gewenste richting ontwikkeld in relatie tot een stressfactor, en dergelijke soorten zouden een rol kunnen spelen binnen de thema-hoofdstukken. Via de indicatorsoorten zouden de oorzaak-gevolgrelaties en de effecten van beleidsmaatregelen duidelijk moeten worden. Het is echter niet mogelijk om voor het thema Vergiftiging indicatorsoorten te identificeren; dit zou ten hoogste per stof kunnen gebeuren, waarbij de hoogste indicatie-waarde toegekend moet worden aan de meest gevoelige soort. De keuze van soorten voor de MV wordt echter niet alleen op deze (beleids)keuzen en wenselijkheden gebaseerd. Naast de genoemde argumenten wordt de keuze van soorten voor de MV sterk gestuurd door de beschikbaarheid van kennis over de populaties van soorten, aangezien het opstellen van een populatie-dynamisch model voor een soort complex en tijdrovend is.

Een tweede beperking betreft de complexiteit van het thema Vergiftiging. Dit milieuthema omvat een verzameling van stress-factoren, waaronder vele duizenden potentieel toxische stoffen. Slooff (1994) heeft uit de stoffenverzameling een keuze gemaakt die in de MV-graadmeters gebruikt gaan worden. Deze beperkte stoffenkeuze wordt ook bij deze verkennende studie, en waarschijnlijk dus ook later bij de berekeningen van de toxische effecten op soorten, gebruikt. Dit sluit niet uit dat de effecten van stoffen die een specifiek hoog risico voor ecosystemen lijken te hebben (volgens gangbare risicoschattingmethoden) doorgerekend kunnen worden wat betreft effecten op specifieke soorten.

Een derde beperking betreft de evaluatie van de resultaten van het hier behandelde milieuthema Vergiftiging. De bruikbaarheid van de verschillende methoden zal vastgesteld moeten worden aan de hand van praktische voorbeelden. Daarnaast moeten de methodes en modellen gevalideerd worden. Beide exercities vallen buiten de doelstelling van deze studie.

1.4. Opbouw van het rapport

De in dit rapport beschreven verkenning van het milieuthema Vergiftiging richtte zich in eerste instantie op een verkenning van de aanwezigheid van literatuurgegevens over de toxische effecten van stoffen van de MV-stoffenlijst (Slooff, 1994) op doel- of aandachtssoorten. Willemsen en Vaal hebben deze analyse uitgevoerd op basis van een beperkt literatuuronderzoek, en beantwoorden daarbij de vraag of er voldoende toxiciteitsgegevens

beschikbaar zijn om effecten van stoffen op deze groepen van soorten direct te kwantificeren (Hoofdstuk 2).

In de overige hoofdstukken van het rapport wordt de extrapolatie van toxiciteitsgegevens tussen soorten behandeld. Verwacht werd dat er weinig gegevens direct betrekking zouden hebben op doelsoorten. De doelsoortenlijst is door Jansen *et al.* (1993) vastgesteld aan de hand van de zogenaamde ITZ-criteria (d.w.z.: Internationaal van belang; Trendmatig toe- of afnemend; Zeldzaam), en deze criteria betekenen impliciet dat de soorten meestal niet geschikt zijn voor laboratorium-toxiciteitsstudies. Doelsoorten zijn in de praktijk van de laboratorium-toetsen dan ook vrijwel niet gebruikt. Luttik (Hoofdstuk 3) en Aldenberg (Hoofdstuk 4) beschrijven daarom de twee methoden die gebruikt kunnen worden om laboratorium-toxiciteitsgegevens van bepaalde soorten te extrapoleren naar doel- of aandachtsoorten. Het doel van de extrapolaties is het verkrijgen van toxiciteitsgegevens van dergelijke soorten, die zodanig gekwantificeerd zijn dat ze betekenis hebben voor de parameters van populatiedynamische modellen.

Een evaluatie van de verkregen resultaten ten aanzien van de bruikbaarheid voor MV wordt in hoofdstuk 5 gegeven.

Het begrippenkader is, evenals de inhoudelijke kant van het onderzoek, aan evolutie onderhevig, en soms zijn er verschillende betekenissen voor één begrip in gebruik. Dit wordt veroorzaakt door de inbreng van verschillende instituten en vakgebieden. De in dit rapport gehanteerde begrippen staan daarom gedefinieerd in Hoofdstuk 6.

2. BESCHIKBAARHEID VAN ECOTOXICOLOGISCHE GEGEVENS VOOR DOEL- EN AANDACHTSSOORTEN

A. Willemsen & M. Vaal

Laboratorium voor Ecotoxicologie, RIVM

2.1. Doel en werkwijze

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van een verkenning de beschikbaarheid van ecotoxicologische gegevens voor doel- en aandachtsoorten. Deze gegevens kunnen in MV-verband gebruikt worden bij multiple-stress populatiemodellen van de soorten die uiteindelijk gekozen worden voor de ecosysteemgraadmeters (som-effecten over alle thema's), of voor het opsporen van gevallen van vergiftiging in het veld. Dit hoofdstuk is nadrukkelijk niet bedoeld om een uitputtend of nauwkeurig overzicht te geven; het is bedoeld om aan te geven of er ecotoxicologische gegevens zouden kunnen bestaan voor beleidsrelevante soorten, en zo ja in hoeverre de gevoeligheden van deze soorten in termen van ecotoxicologische parameters (zoals NOEC of EC50) afgeleid kunnen worden uit literatuurdata.

Bij verschillende instellingen is een discussie gaande over de soorten die een rol zouden kunnen spelen in de toekomstverkenningen, namelijk bij het RIVM (Milieuverkenningen), Rijkswaterstaat (Watersysteemverkenningen) en het Ministerie LNV (Natuurtoekomstverkenningen). Voor deze verschillende verkenningen zijn dan ook verschillende soortenlijsten in omloop. De lijsten hebben verschillende achtergronden en zijn aan de hand van verschillende criteria opgesteld. Om na te gaan in hoeverre er ecotoxicologische gegevens voor deze soorten bestaan werden deze lijsten samengevoegd tot één lijst van potentiële doel- of aandachtsoorten voor het thema Vergiftiging; de soorten op deze lijst hebben gemeen dat ze op zich een beleidsrelevantie voor tenminste één van de drie instanties hebben.

De soortenlijsten die gebruikt zijn als uitgangspunt voor dit onderzoek zijn:

- de doelsoortenlijst van de EHS (Jansen *et al.*, 1993);
- de voorlopige soortenlijst van het RIZA, van soorten die gemonitord worden (Joosse & Terveer, 1993);
- de soortenlijst voor de Watersysteemverkenningen (zie Waltmans *et al.*, 1994).

Deze soortenlijsten zijn voor dit onderzoek samengevoegd, en worden verder in het rapport aangeduid als doel- en aandachtsoorten. Het betreft uiteraard steeds uitsluitend soorten die in Nederland voorkomen.

Voor de soorten op de samengestelde soortenlijst is onderzocht of er ecotoxicologische gegevens bestaan voor een aantal stoffen die door Slooff (1994) geselecteerd zijn voor MV uit de lijst van prioritaire stoffen, op basis van de criteria relevantie, kennis en stuurbaarheid (zie Slooff, tabel 9). Het betreft de stoffen Ammoniak, Asbest, Benzeen, Cadmium, Chloorbenzenen, Chroom, Dioxine (2, 3, 7, 8,-TCDD), Fluoriden, Ftalaatesters, Koper, Kwik,

Lindaan, Lood, Nikkel, Nitraat, Ozon, PAKs (waaronder: naftaleen, anthraceen, benzo(a)pyreen en overige PAKs), PCBs, Pentachloorfenol (PCP), Zwaveldioxide en Zink⁴. In sommige gevallen wordt dus bij de onderzochte vergelijking soort-toxiciteitsdata een vergelijking gemaakt voor een groep van stoffen (bijv. chloorbenzenen). Uiteraard verschilt de inherente toxiciteit van de stoffen binnen deze groepen, maar dit is niet direct belangrijk om inzicht te verkrijgen in de beschikbaarheid van data.

Twee groepen stoffen zijn niet meegenomen in dit deel, namelijk radioactieve stoffen en bestrijdingsmiddelen. Het onderzoek naar de eerste is humaan gericht, en is gebaseerd op stralingsdoses in plaats van op individuele stoffen. Voor bestrijdingsmiddelen was ten tijde van deze verkennende studie nog geen selectie gemaakt; de keuze van stoffen die in de MV wordt opgenomen moet voor deze groep nog gemaakt worden.

Naast de inventarisatie is er een poging gedaan een globale indruk te geven van de gevoeligheid van doelsoorten en de taxonomische groep waartoe deze behoren. Dat laatste is gedaan met het oog op de eventuele extrapolatie van gegevens van laboratoriumsoorten naar doel- en aandachtsoorten. Bij het ontbreken van gegevens over een doelsoort, kunnen verwante laboratoriumsoorten als model voor extrapolatie worden gebruikt (zie paragraaf 2.4.3.).

2.2. Methode

Toxiciteitsgegevens werden verzameld uit verschillende bronnen met geaggregeerde gegevens:

- De AQUIRE-databank (US-EPA, 1993);
- RIVM basisdocumenten (o.a. Knaap *et al.* (1988), Montizaan & van der Heijden (1989), Montizaan *et al.* (1989), Slooff *et al.* (1989))
- andere bronnen (Anoniem 1981ab, Dobson & van Esch (1993), Moore & Walker (1991))

Bij het verzamelen van de gegevens werd gebruik gemaakt van de genus-naam, waardoor ook ecotoxicologische gegevens van soorten die nauw verwant zijn aan doel- of aandachtsoorten beschikbaar werden.

De gegevens over dosis-effekterelaties werden overgenomen. De data werden geklassificeerd in vier groepen, namelijk acute (tot 96 uur) en chronische ECs en NOECs. ECs betroffen meestal EC50s, maar soms ook EC10s, EC100s of niet-gekwantificeerde effecten. Er werd geen onderscheid gemaakt wat betreft het kenmerk waaraan de toxiciteit afgemeten was, d.w.z. dat er bijvoorbeeld geen onderscheid gemaakt is tussen groei- of reproductie-effecten van een stof. Het geometrisch gemiddelde van de toxiciteitsgegevens werd bepaald indien er meerdere waarnemingen beschikbaar waren. De aldus verkregen gegevens duiden dus enerzijds op de aanwezigheid van enige kennis van de toxiciteit, terwijl ze bovendien een summiere indicatie geven van de mate van gevoeligheid. Om deze te bepalen dient uiteraard teruggegrepen te worden op de oorspronkelijke literatuur, en op bredere literatuur-zoekprofielen.

⁴ Niet in deze verkenning zijn opgenomen: Aluminium, zeldzame aarden, fijn stof, olie, VOS en fluorantheen, hoewel deze stoffen genoemd worden in ten Brink en van den Berg (1995b).

De taxonomische indeling van de doel- of aandachtsoorten waarvoor ecotoxicologische gegevens bleken te bestaan (op soorts- of genusniveau) werd ontleend aan diverse gidsen (Blanc *et al.*, 1971; Cihar & Maly, 1981; Corbet & Southern, 1977; George & George, 1980; van der Meijden, 1990; Mol, 1984; Muus, 1966; Muus & Dahlstrøm, 1968; Voous, 1977). Daarnaast werd de taxonomische indeling van de in het laboratorium getoetste soorten of genera bepaald. De gehanteerde hiërarchische classificatie van de taxonomische groepen bestond voor beide groepen van soorten uit: phylum, klasse, orde, familie, genus en soort. Voor het phylum Arthropoda zijn slechts die orden uitgewerkt waarin doelsoorten voorkomen. Voor de overige orden werden geen ecotoxicologische gegevens aangetroffen.

2.3. Resultaten

De resultaten van de inventarisaties hebben een groot aantal oorspronkelijke data opgeleverd. Deze data zijn vastgelegd in een apart katern met bijlagen van dit rapport⁵. Een woordelijke samenvatting wordt gegeven in paragraaf 2.3.1. De gegevens hieruit die betrekking hebben op doel- en aandachtsoorten zijn vermeld in Appendix 1 van dit Hoofdstuk, en worden samengevat in paragraaf 2.3.2.

2.3.1. Algemeen

Toxiciteitsdata van de MV-stoffenlijst zijn voornamelijk gevonden voor aquatische doel- of aandachtsoorten. Vooral vissen en schaaldieren zijn veel getoetst; er zijn ook tamelijk veel gegevens over insecten (larven), wormen en weekdieren gevonden. Gegevens over libellen (larven), waarvan er een aantal op de doelsoortenlijst staan, zijn beperkt. Voor de meeste stoffen zijn er gegevens beschikbaar voor amfibieën, maar het aantal geteste soorten bleek ook klein te zijn. De phyla 'sponzen' en 'holtedieren' ontbreken vrijwel geheel, terwijl de gegevens over stekelhuidigen beperkt zijn. Er zijn veel gegevens over algen, maar hogere planten zijn niet of nauwelijks getest (zie verder zonodig bijlagenkatern met de oorspronkelijke data, behorend bij dit rapport).

De meeste getoetste landorganismen zijn soorten waarvoor standaard-toxiciteitstoetsen zijn ontwikkeld, zoals bijvoorbeeld regenwormen. De geteste planten zijn landbouwgewassen van de gematigde breedten. Van de sporeplanten zijn slechts sporadische waarnemingen aan een enkele mossensoort gevonden. Voor schimmels en korstmossen zijn vrijwel geen gegevens gevonden. Voor dieren zijn de meeste gegevens gevonden voor wormen, en sporadisch werden gegevens gevonden voor een slakken- of nematodensoort. Voor geleedpotigen bleken de gegevens veelal beperkt te zijn tot enkele waarnemingen aan springstaarten, mijten of

⁵ De uitgebreide bijlagen met de oorspronkelijke gegevens worden niet bij het rapport gevoegd, aangezien ze een tijdelijk en verkennend karakter hebben. Na de keuze van de soorten die in de MV worden opgenomen moet voor de gekozen soorten een gedetailleerde literatuurrecherche uitgevoerd worden om de betreffende ecotoxicologische gegevens op te sporen. De oorspronkelijke data kunnen op diskette aangevraagd worden bij het Laboratorium voor Ecotoxicologie van het RIVM, onder vermelding van 'Bijlagen Rapportnr. 719102047'.

pissebedden. Er is maar één toxiciteitswaarneming gevonden voor vlinders. Van de gewervelden zijn er gegevens aangetroffen over uiteenlopende vogelsoorten, hoewel de meeste vogels niet voor meerdere stoffen zijn getest. De kip en de Japanse kwartel zijn het meest gebruikt voor toxiciteitswaarnemingen bij vogels. De meeste geteste zoogdieren behoren tot de typische 'laboratoriumfauna', namelijk soorten als ratten, muizen en cavia's. Daarnaast zijn diverse landbouw- en andere huisdieren getest, en een enkele keer een wilde soort. Voor reptielen zijn geen toxiciteitswaarnemingen gevonden.

2.3.2. Toxiciteitsgegevens voor doel- en aandachtsoorten

De toxiciteitsgegevens voor de doelsoorten staan vermeld in Appendix 1; de Nederlandse namen van de doelsoorten staan in Appendix 2. Appendix 1 geeft aan dat er voor diverse doel- of aandachtsoorten toxiciteitsdata gevonden zijn, ondanks de beperkte opzet van de literatuur-recherche. Voor sommige doelsoorten (stekelbaars, zalm, zeeforel, mossel, garnaal, *Tubifex tubifex*) werden toxiciteitsgegevens gevonden voor diverse stoffen uit de MV-stoffenlijst. De Appendix bevat vrijwel uitsluitend toxiciteitswaarnemingen bij waterorganismen. De enige twee zoogdieren zijn de otter en de zeehond, waarvoor waarnemingen gedaan zijn aan de toxiciteit van kwik en PCB's. Gegevens over planten zijn beperkt tot enkele getallen voor rood- en kranswieren. Voor een fonteinkruid en een waterranonkel zijn er ook enkele gegevens.

2.3.3. Taxonomische aggregatie

De taxonomie van de soorten die op beide soortenlijsten (de samengestelde doel- en aandachtsoortenlijst en de lijst van toxicologisch bestudeerde soorten) voorkomen, is samengevat in Bijlage 2 van het Bijlagenkatern. Bijlage 3 van dat katern geeft, op een taxonomisch georiënteerde manier, een overzicht van de overlap tussen beide soortenlijsten die ook al weerspiegeld wordt in Appendix 1 (gevoeligheids-georiënteerde presentatie per stof). De taxonomisch georiënteerde presentatie biedt echter de mogelijkheid om vast te stellen of er toxicologische gegevens bestaan voor soorten die verwant zijn met de doel- of aandachtsoorten.

Door de integratie van gegevens op een hoger taxonomisch niveau neemt de overlap tussen beide lijsten toe. Dit wil zeggen dat er in diverse gevallen toxiciteitsgegevens beschikbaar zijn voor het genus (of hoger taxonomisch niveau) waartoe een doel- of aandachtsoort behoort. Hierbij is het aannemelijk dat extrapolatie van gevoeligheid tussen soorten, indien nodig, het meest betrouwbaar kan gebeuren op basis van data van een zo laag mogelijk taxonomisch niveau, d.w.z. bij voorkeur met data van hetzelfde genus.

Voor de meeste stoffen leidt taxonomische aggregatie echter slechts tot een beperkte verbetering van de beschikbaarheid van toxiciteitsgegevens die voor soort-soort extrapolatie van gevoeligheden gebruikt kan worden. Voor de stof cadmium, waarvoor relatief veel vissenstudies gedaan zijn aan doel- of aandachtsoorten, duidt de taxonomische aggregatie op

de mogelijkheid dat gegevens van nauw aan doel- of aandachtsoorten verwante soorten gebruikt zouden kunnen worden voor modellering. Tabel 2.1 geeft hiervan een samenvatting die opgesteld is op basis van de combinatie van de Bijlagen 1, 2 en 3 uit het Bijlagenkatern. De toxiciteit van cadmium voor de winde (*Leuciscus idus*, een doel- of aandachtsoort) is bijvoorbeeld direct af te leiden uit de literatuur. Voor diverse doel- of aandachtsoorten uit het genus *Barbus* zijn echter geen gegevens beschikbaar (bijvoorbeeld *Barbus dorsalis*), terwijl er wel gegevens voorhanden zijn betreffende de toxiciteit van cadmium voor de congenerieke soorten *B. arullus*, *B. sophore*, *B. ticto* en *B. conchionus*. Soort-soort extrapolatie van gevoeligheid kan door het ontbreken van soort of genusdata ook noodzakelijk zijn via verwantschappen op hogere taxonomische niveaus, zoals bij de diklipharder (*Chelon labrosus*, een doel- of aandachtsoort), waar alleen de gevoeligheid van een ander genus binnen de familie Mugilidae, *Mugil cephalus*, bekend is.

Niettemin zijn er voor de meeste stoffen, ondanks de mogelijke bruikbaarheid van soort-soort extrapolatie via hogere taxonomische niveaus, geen gegevens beschikbaar van nauw aan doel- of aandachtsoorten verwante soorten (zie Bijlage 2 in het Bijlagenkatern, waaronder de vlinders, libellen, orden van stekelhuidigen, kraakbeenvissen, salamanders, reptielen, vogelorden, insectivora, vleermuizen, varens, diverse plantefamilies). Voor veel groepen zijn per stof maar weinig gegevens beschikbaar. Er zijn enkele families waarbij aan diverse soorten toxicologische waarnemingen gedaan zijn, zoals de baars- en de zalmachtigen (Cyprinidae en Salmonidae). Voor deze families zijn voor de meeste stoffen meerdere (onafhankelijke) waarnemingen per stof beschikbaar. Veel families en sommige orden zijn vertegenwoordigd door slechts één soort.

2.4. Diskussie

2.4.1. Algemeen

Voor de meeste stoffen blijken gegevens te bestaan voor verschillende doel- of aandachtsoorten; de bruikbaarheid ervan voor het gebruik in prognostische populatiemodellen moet beoordeeld worden aan de hand van de originele gegevens van de uitgevoerde experimenten. Voor enkele soorten lijkt het mogelijk om (door nadere literatuurstudie) concentratie-effectcurves af te leiden voor meerdere stoffen uit de MV-stoffenlijst van Slooff (1994). Dit geldt voornamelijk voor aquatische soorten, namelijk voor o.a. de mossel (*Mytilus edulis*), de garnaal (*Crangon crangon*), de worm *Tubifex tubifex*, de stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*), en twee zalmachtigen (de zalm *Salmo salar* en de zeeforel *Salmo trutta*). Voor terrestrische organismen is de beschikbaarheid van gegevens beperkter. Toxicologische gegevens van terrestrische doel- of aandachtsoorten zijn nauwelijks gevonden. Dit betekent dat voor de meeste terrestrische doel- of aandachtsoorten extrapolatiemethodieken ontwikkeld zouden moeten worden om de effecten van toxische stoffen (van de MV-stoffenlijst van Slooff (1994)) op reproductie en sterfte te kwantificeren.

Tabel 2.1. Voorbeeld van de taxonomische aggregatie van alle gegevens voor de stof Cadmium binnen de groep van de beenvissen (Chordata, Pisces, Teleostei) opgesteld aan de hand van het Bijlagenkatern:

- de kolommen 'Orde', 'Familie', en 'Geslacht/soort' vermelden alle soorten, inclusief hun taxonomische posities, waarvoor toxicologische gegevens voorhanden zijn, die doel- of aandachtsoort zijn, of beide;

- de kolommen 'Acuut' en 'Chronisch' vermelden de samengevatte toxicologische gegevens. Getallen: - log(concentratie) in g/l (zie Appendix 1 voor verder uitleg); indien geen waarde gegeven wordt is er geen toxicologisch gegeven gevonden;

** : doel- of aandachtsoort

* : soort uit hetzelfde genus als een doel- of aandachtsoort

Orde	Familie	Geslacht/soort	Acuut		Chronisch	
			EC	NOEC	EC	NOEC
Gadiformes	Gadidae	** <i>Gadus morhua</i>				
Cypriniformes	Cobitidae	** <i>Noemachellus barbatulus</i>	3		6	
	Cyprinidae	** <i>Abramis brama</i>				
		* <i>Barbus arullus</i>	2			
		** <i>Barbus barbus</i>				
		* <i>Barbus conchionus</i>	2		4	
		** <i>Barbus dorsalis</i>				
		** <i>Barbus gonionus</i>				
		** <i>Barbus guganio</i>				
		** <i>Barbus holubi</i>				
		** <i>Barbus sarana</i>				
		* <i>Barbus sophore</i>	5			
		* <i>Barbus ticto</i>	4			
		<i>Brachydanio rerio</i>	3			3
		<i>Carassius auratus</i>	3			
		<i>Cyprinus carpio</i>	4			
		** <i>Gobio gobio</i>				
		** <i>Gobio niger</i>				
		<i>Jordanella floridae</i>	3			3
		** <i>Leuciscus cephalus</i>				
		** <i>Leuciscus idus</i>	6			
		<i>Pimephales promelas</i>	4			2
		** <i>Rutilus rutilus</i>				
		** <i>Tinca tinca</i>	2			
Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Cyprinodon variegatus</i>	2			
	Fundulidae	<i>Fundulus heteroclytus</i>	2			
		<i>Fundulus majalis</i>	2			
	Poeciliidae	<i>Gambusia affinis</i>	3			
		<i>Poecilia reticulata</i>	3			
Gasterostiformes	Gasterostoidae	** <i>Gasterosteus aculeatus</i>	2			

(vervolg tabel 2.1)			Acuut		Chronisch	
Orde	Familie	Geslacht/soort	EC	NOEC	EC	NOEC
Isospondyli	Haringachtigen	** <i>Clupea harengus</i>	3		3	4
Perciformes	Centrarchidae	<i>Lepomis macrochirus</i>	3			2
		<i>Micropterus dolomieu</i>				3
	Percidae	** <i>Stizostedion lucioperca</i>				
		* <i>Stizostedion vitreum</i>				2
Mugiliformes	Mugilidae	** <i>Chelon labrosus</i>				
		<i>Mugil cephalus</i>			5	5
Pleuronectiformes	Pleuronectidae	* <i>Pleuronectes flesus</i>			3	3
		** <i>Pleuronectes platessa</i>				
		** <i>Limanda limanda</i>			5	
	'onbekend'	** <i>Psetta maxima</i>				
		** <i>Scophthalmus aquosus</i>				
		** <i>Solea solea</i>				
Salmoniformes	Esocidae	** <i>Esox lucius</i>				3
	Salmonidae	<i>Oncorhynchus kisutch</i>				3
		<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	6			
		<i>Oncorhynchus mykiss</i>	5			4
		** <i>Salmo aguabonita</i>				
		** <i>Salmo clarki</i>				
		** <i>Salmo namaycush</i>				
		** <i>Salmo salar</i>	3		4	
		** <i>Salmo trutta</i>				3
		<i>Salvelinus fontinalis</i>	6			3
		<i>Salvelinus namaycush</i>				3
Scorpaeniformes	Cottidae	** <i>Agonus cataphractus</i>	2			
		** <i>Cottus bairdi</i>				
		** <i>Cottus cognatus</i>				
Siluriformes	Ictaluridae	<i>Ictalurus punctatus</i>	3			2
Onbekend		<i>Catostomus commersoni</i>				3
		<i>Menidia menidia</i>	3			
		<i>Oryzias latipes</i>	3			
		<i>Stizostedion vitreum</i>				2
		<i>Roccus americanus</i>	3			

2.4.2. *Bruikbaarheid van de toxiciteitsgegevens*

De gevonden toxiciteitsgegevens zijn voor het merendeel afkomstig van ecotoxicologische experimenten in het laboratorium; in de tabellen en bijlagen vermelde getallen duiden erop dat er voor die soort en de betreffende stof waarschijnlijk een concentratie-effect relatie gereconstrueerd kan worden uit de oorspronkelijke literatuurdata. Deze vermelde getallen hoeven niet direct betekenis te hebben voor soorten in het veld. Er is bijvoorbeeld geen rekening gehouden met de eigenschappen die de gevoeligheid bepalen, noch is er rekening gehouden met verschillen tussen de gevoeligheid van verschillende levensstadia, of met proefomstandigheden en blootstellingsduur. Hierom moeten de oorspronkelijke toxiciteitsdata gebruikt worden bij het afleiden van effecten op doelsoorten; de hier gemelde waarnemingen dienen als leidraad naar de beschikbaarheid van gegevens, en de variatie daarin tussen soorten. Door het gebruik van de oorspronkelijke data kan nagegaan worden op welke wijze de extrapolatie tussen laboratorium- en veldgegevens, en eventueel tussen soorten, gestalte moet krijgen (zie Hoofdstuk 3).

De representativiteit van de getoetste soorten voor doel- of aandachtsoorten is niet altijd duidelijk. Dit kan geïllustreerd worden met de gegevens die betrekking hebben op landplanten. Voor deze groep zijn de meeste toxiciteitsgegevens beschikbaar voor sla, gerst en selderie. Deze soorten zijn landbouwgewassen, die in het verleden geselecteerd zijn op een maximale produktie. Het is de vraag in hoeverre deze karakteristieken verschillen in gevoeligheid voor toxicanten veroorzaken in vergelijking met doel- en aandachtsoorten. Een vergelijkbare kanttekening kan gemaakt worden voor dieren, waarbij de toxiciteitsexperimenten uitgevoerd worden in geoptimaliseerde condities, met soorten die in het laboratorium goed kweekbaar zijn. Door selectie, inteelt en genetic drift is de genetische basis van de landbouw- en de gebruikelijke laboratorium organismen anders dan die van populaties in het veld, en dit kan gevolgen kan hebben voor de gevoeligheid. Veiligheids- of extrapolatiefactoren zouden hier een pragmatische oplossing kunnen bieden.

2.4.3. *Taxonomische aggregatie*

Bij gebrek aan voldoende toxicologische data voor doel- of aandachtsoorten is extrapolatie tussen soorten uiteindelijk noodzakelijk om concentratie-effect relaties op te stellen op basis van data die voor 'laboratorium-soorten' verzameld zijn. Inter-species extrapolatie zou uitgevoerd kunnen worden via de vergelijking met nauwverwante soorten. Taxonomische extrapolatie van toxiciteitsgegevens tussen soorten zou mogelijk zijn indien de variatie in gevoeligheden binnen een taxon gering zou zijn. Binnen een taxon, ook op de lagere niveaus van geslacht en familie, zijn echter vaak maar één of twee getallen beschikbaar, waardoor er geen brede basis is om de variabiliteit in gevoeligheid te beoordelen. Bovendien kunnen binnen taxa grote verschillen optreden. Bij de familie Cyprinidae, bijvoorbeeld, varieert de gevoeligheid voor kortdurende blootstelling aan Cd van 10^2 tot 10^6 g/l (in de betekenis van 'Acuut/EC' volgens Tabel 2.1).

Aanvullend vergelijkend gevoeligheidsonderzoek kan worden gebruikt om overeenkomsten en verschillen in gevoeligheden tussen soorten aan te duiden en om modellen te ontwikkelen die de gevoeligheid van niet-geteste soort/stof combinaties kunnen voorspellen. Momenteel wordt er aan de ontwikkeling van zulke modellen, QSSRs (Quantitative Species Sensitivity Relationships), gewerkt op het Laboratorium voor Ecotoxicologie in samenwerking met het Centrum voor Wiskundige methoden.

Het doel van het QSSR-project is om meer inzicht te verkrijgen in de biologische eigenschappen die de gevoeligheid van een organisme voor een toxische stof bepalen. Met deze biologische eigenschappen en met behulp van statistische patroonherkenningstechnieken kunnen modellen worden opgesteld die de gevoeligheid van nog niet geteste combinaties van soorten en stoffen voorspellen. Ook wordt de relatie van de verschillen in gevoeligheid met de fylogenetische verwantschap onderzocht.

Het onderzoek wordt momenteel uitgevoerd met data die afkomstig zijn uit laboratoriumstudies met waterorganismen. De gevonden patronen in de gevoeligheden van soorten kunnen vergeleken worden met blootstellingsconcentraties van de betreffende stoffen in het milieu. Zo zijn voor vijftien verschillende taxonomische groepen waterorganismen de potentiële risico's van blootstelling aan tien toxische stoffen bepaald (Vaal & Hoekstra, 1995). Uitbreiding naar andere taxonomische groepen, specifieke soorten of meerdere stoffen is echter alleen mogelijk als toxiciteitsgegevens beschikbaar zijn.

Een maat voor de spreiding in gevoeligheid tussen soorten is de Sensitivity Ratio (SR) (Hoekstra *et al.*, 1994). Dit is de ratio van de LC50's van de meer en minder gevoelige organismen voor een stof. SR's zijn afhankelijk van het werkingsmechanisme van een stof. Stoffen met een narcotisch werkingsmechanisme hebben een SR van ongeveer 10, terwijl stoffen met een meer specifiek werkingsmechanisme een SR van 100-10000 hebben. Gegevens van soorten voor een stof met een narcotisch werkingsmechanisme kunnen dus eenvoudig worden vertaald naar andere soorten terwijl voor stoffen met een specifiek werkingsmechanisme meer geavanceerdere methoden nodig zijn.

2.5. Conclusie

Gevoeligheidsgegevens van doel- of aandachtsoorten voor de toxische stoffen uit de MV-stoffenlijst van Slooff (1994) zijn gewenst voor de MV, enerzijds voor de voorspelling van simultane stress inclusief toxische stress op deze soorten, anderzijds om in de MV invulling te geven aan de oorzaak-gevolg keten wat betreft toxische stoffen. De mogelijkheid om op basis van bestaande kennis op korte termijn een systematisch gegevensbestand op te bouwen over deze gevoeligheden is echter zeer beperkt. Daardoor is het momenteel niet mogelijk om effecten van stoffen op populaties te voorspellen op grond van gegevens die direct betrekking hebben op de bedoelde soorten. Daardoor is inter-species extrapolatie van data noodzakelijk. Deze extrapolatie kan mede tot stand worden gebracht door middel van QSSRs. QSSRs kunnen

bijdragen aan de voorspelling van de gevoeligheid van doel- of aandachtsoorten op basis van soortseigenschappen of fylogenetische verwantschap. Vooralsnog zijn de grootste vorderingen hierbij gemaakt voor aquatische soorten. De bruikbaarheid van QSSRs voor terrestrische soorten of nieuwe soort-stof combinaties is vooral gelegen in de mogelijkheid tot het aangeven van gevoelige (groepen van) soorten in relatie tot het werkingsmechanisme van de stof, en in het ontwikkelen van een extrapolatiemethode gebaseerd op biologische eigenschappen en taxonomische classificatie.

3. EXTRAPOLATIE VAN TOXICITEITSTESTEN UITGEVOERD IN HET LABORATORIUM NAAR SOORTEN IN HET VELD

R. Luttik

Advies Centrum Toxicologie, RIVM

3.1. Inleiding

Daar er zelden of nooit toxiciteitstesten met doel- of aandachtsoorten worden uitgevoerd (Willemsen & Vaal, dit rapport), is het noodzakelijk na te gaan of toxiciteitstesten met niet-doelsoorten onder laboratoriumomstandigheden vertaald kunnen worden naar doelsoorten onder veldomstandigheden. Deze extrapolatie bestaat uit 2 stappen, te weten

- inter-species extrapolatie
- laboratorium-veldeextrapolatie.

Inter-species extrapolatie is aangestipt in hoofdstuk 2 (QSSRs), en aan het eind van dit hoofdstuk wordt hierop nogmaals ingegaan. Dit hoofdstuk is gericht op de extrapolatie van laboratorium-toxiciteitsgegevens naar de veldsituatie. De mogelijkheden hiertoe worden op basis van bestaande literatuurgegevens uitgewerkt, en geïllustreerd. De benodigde literatuurgegevens hebben daarbij niet alleen betrekking op de gevoeligheid voor toxische stoffen, maar ook op andere factoren, zoals bijvoorbeeld voedselkeuze.

Twee typen van effecten kunnen in het veld (eventueel gelijktijdig optredend) worden aangetroffen (zie ook de Snoo & Canters, 1987):

- toxische effecten
- ecologische effecten.

Toxische effecten zijn het gevolg van de giftigheid van een stof voor een bepaald organisme. Hierbij wordt nog een nader onderscheid gemaakt tussen directe en indirecte toxische effecten. Directe toxische effecten treden op wanneer een organisme direct vergiftigd wordt door een stof (b.v. bij contact via de waterfase, de grond of via de lucht). Indirecte toxische effecten zijn vergiftigingseffecten die optreden in de vorm van vergiftiging op een hoger trofie-niveau en waarbij organismen van een lager trofie-niveau als intermediair optreden. Dit laatste wordt doorvergiftiging of 'secondary poisoning' genoemd.

Ecologische neveneffecten treden op wanneer er sprake is van een effect met een andere oorzaak dan vergiftiging. Deze effecten zijn te verdelen in effecten via voedsel- en via habitatveranderingen. De giftigheid van een bepaalde stof speelt voor de betrokken doelsoort geen rol. Ecologische effecten via het voedsel treden op wanneer organismen op een hoger trofie-niveau worden beïnvloed door populatieveranderingen bij (één van de) prooidiersoorten of voedselgewassen als gevolg van het voorkomen van een bepaalde stof. Ecologische effecten via de habitat treden op door veranderingen in de ruimtelijke structuur van de habitat van de

betrokken doelsoort, bijvoorbeeld wanneer de dekking verdwijnt als gevolg van het gebruik van een bestrijdingsmiddel.

De laatste 10 jaar is met name veel onderzoek verricht met betrekking tot de inschatting van de *toxische* effecten van stoffen in het milieu, daarentegen is veel minder aandacht besteed aan het inschatten van de *ecologische* effecten van stoffen in het milieu.

Met behulp van de extrapolatiemethoden van de EPA en de door Aldenberg & Slob (1993) aangepaste methode van van Straalen & Denneman (1989, zie ook Slooff, 1992) kunnen normen voor toxische stoffen in het milieu gesteld worden (water, grond, sediment en lucht). Voor enkelvoudige stoffen worden daartoe de resultaten van toxiciteitstoetsen uitgevoerd in het laboratorium geëxtrapoleerd naar niveaus die veilig geacht worden voor het ecosysteem. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de 'geen-effect' concentraties zoals die vastgesteld zijn voor een aantal soorten bij directe blootstelling. Men gaat ervan uit dat het ecosysteem voldoende beschermd wordt indien 95% van de soorten blootgesteld wordt onder het 'geen-effect' niveau. Deze methode is niet gericht op bescherming van specifieke soorten.

Naast deze methode met directe blootstelling zijn twee verschillende doorvergiftigingsroutes gemodelleerd (visetende of wormetende vogels, en zoogdieren in het algemeen) om ook de indirecte blootstelling mee te kunnen nemen in de normstelling (Romijn *et al.*, 1993 en 1994). In de laatste jaren zijn verschillende modellen beschikbaar gekomen waarmee ook meer specifiek de effecten van doorvergiftiging op soortsniveau van vogels en zoogdieren beschouwd kunnen worden (Jongbloed *et al.*, 1994, Traas & Aldenberg, 1992 en Elbers & Traas, 1993).

3.2. Directe versus indirecte effecten

Gegevens uit laboratorium-toxiciteitsexperimenten kunnen in het algemeen gebruikt worden voor een inschatting van de *directe* toxische effecten van een stof voor doel- of aandachtsoorten in het veld. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan de volgende blootstellingsroutes:

- water \implies vis,
- grond \implies plant
- grond \implies worm

Punten voor nadere aandacht hierbij zijn bijvoorbeeld de lipofiliteit van de stof, de bindingseigenschappen van het substraat voor de stof, en de milieucondities waarin de blootstelling plaatsvindt.

- *Lipofiliteit*. In het geval van de blootstellingsroute van water naar vis is de lipofiliteit van de stof bijvoorbeeld van belang. De lipofiliteit van een stof wordt meestal gekwantificeerd met de octanol/water partitiec coefficient, K_{ow} . Bij hogere K_{ow} -waarden kan er een hogere blootstelling plaatsvinden, doordat bij zulke stoffen ook blootstelling via de voedselketen kan optreden, aangezien dergelijke stoffen zich ophopen in vet.

- *Bindingseigenschappen van het substraat.* Indien de blootstelling van een organisme plaatsvindt via de grond moet rekening gehouden worden met het percentage organisch materiaal en het kleigehalte, aangezien deze bodemfactoren de beschikbaarheid van toxicanten sterk kunnen beïnvloeden door binding.
- *Milieucondities.* Bij planten kan de verdamping een rol spelen. Verdamping in het veld kan hoger zijn dan de verdamping in het laboratorium, waardoor de organismen in het veld te maken hebben met een situatie van meervoudige stress door simultane intoxicatie en water tekort.

Het is echter *niet* mogelijk subchronische en chronische dieetstudies uitgevoerd in het laboratorium met vogels en zoogdieren (LC50 en NOEC experimenten) direct te gebruiken voor doel- of aandachtsoorten in het veld. Indien bijvoorbeeld LC50-waarden gebruikt worden voor het inschatten van het risico van vogels moet rekening gehouden worden met de mogelijke repellente eigenschappen van de stof (Luttik, 1993). Doordat de testorganismen in het experiment, in afwezigheid van andere voedselbronnen, een vrije keuze hebben of ze wel of niet eten, is het mogelijk dat de uitkomst van het experiment geen informatie verschaft over de gevoeligheid van het testorganisme voor de geteste stof, maar meer een uitkomst is van het vermogen van een soort te kunnen overleven indien ze vijf dagen weinig of zelfs niets eten. De resultaten van laboratorium experimenten moeten via extrapolatie-factoren die dergelijke effecten verdisconteren vertaald worden naar soorten in het veld.

Bij de vertaling van LC50- en NOEC waarden van het laboratorium naar het veld moet rekening gehouden worden met de volgende factoren (Luttik *et al.*, 1992, Everts *et al.*, 1993 en Jongbloed *et al.*, 1994):

- Calorische inhoud van het voer (in het algemeen zal de calorische waarde van het voer in het laboratorium hoger zijn dan de calorische waarde van het natuurlijke voedsel op natgewicht basis).
- Assimilatie efficiëntie van het voer (in sommige gevallen is het mogelijk dat de efficiëntie van de opname van de aanwezige calorieën in het voer bij dieren in het veld minder is dan bij dieren in laboratoriumcondities, bijvoorbeeld bij ganzen, waardoor de dieren in het veld meer moet eten en daardoor ook meer worden blootgesteld).
- Metabolic rate (in het algemeen zullen vogels en zoogdieren onder laboratoriumomstandigheden een lagere metabole omzetting vertonen dan dieren onder veldomstandigheden. In het veld moet bijvoorbeeld naar voedsel worden gezocht, zullen predatoren moeten worden ontweken en zullen de klimatologische omstandigheden veelal minder gunstig zijn).
- Assimilatie efficiëntie van de stof (het is mogelijk dat de opname van de stof anders verloopt in het laboratorium dan in het veld. In het laboratorium wordt de teststof door

het voedsel gemengd, het zit dus aan de oppervlakte, en in het veld zit het meestal in het weefsel (matrix)).

- Specifieke gevoeligheid van de doelsoort (het is mogelijk dat een bepaalde doel- of aandachtsoort gevoeliger is voor een bepaalde stof dan de soorten waarmee de test wordt uitgevoerd)

3.3. Correctiefactoren

Om rekening te kunnen houden met verschillende situaties van soorten in laboratoriumcondities en veld is de mogelijkheid verkend om via correctiefactoren te corrigeren voor verschillen tussen beide situaties. Deze correctiefactoren zijn voor een aantal soorten- of soortengroepen al ten dele ontwikkeld, terwijl voor andere soorten(groepen) deze ontwikkeling nog moet beginnen. De correctiefactoren houden rekening met calorische verschillen in het voer, met de assimilatie-efficiëntie van het voedsel, met de metabolische snelheid, en met de assimilatie-efficiëntie van de toxicant.

3.3.1. Calorische inhoud

Doordat er grote verschillen kunnen optreden tussen de calorische inhoud (op basis van natgewicht) van het laboratoriumvoer van de onderzochte soort en van het voedsel van de doel- of aandachtsoort in het veld is het noodzakelijk een correctie voor deze verschillen uit te voeren (zie Tabel 3.1). In het algemeen kan gesteld worden dat in veldcondities in verhouding, op basis van natgewicht, meer gegeten zal worden dan in laboratoriumcondities. De correctiefactor die gebruikt zal moeten worden is dus zowel afhankelijk van de testsoort als van de doel- of aandachtsoort. Voor de soorten die in de MV worden opgenomen moet deze bewerking dus nog worden uitgevoerd voor zover ze niet in de Tabel zijn opgenomen; Tabel 3.2 geeft een aantal voorbeelden.

Een correctie op basis van de calorische inhoud van laboratorium- en veldvoer kan dan op de volgende manier worden uitgevoerd:

$$\text{NOEC}_{\text{veldcondities}} = \text{NOEC}_{\text{laboratoriumcondities}} / \text{correctie factor voor calorische waarde.}$$

Dit betekent dat er een blootstellingscorrectie wordt uitgevoerd die evenredig is met het verschil in calorische inhoud van het voer in het veld ten opzichte van het voer in het laboratorium. Deze correctie kan uitgevoerd worden voor soorten waarvoor het dieet, en de kenmerken van het dieet, kunnen worden afgeleid uit literatuurgegevens, waarbij dit betrekking heeft op zowel laboratorium- als veldvoer.

Tabel 3.1. Calorische waarden (voor versgewicht en drooggewicht, in kJ/g) van verschillende typen voedsel (Jongbloed et al., 1994).

TYPE VOEDSEL	Versgewicht				Drooggewicht			
	Gem.	Std.	n	Range	Gem.	Std.	n	Range
VELDVOER								
Paddestoelen	0.6	--	2	0.5 - 0.7	16.7	5.1	12	5.0 - 21.8
Mos	--	--	-	-	19.7	--	1	-
Coniferen (naalden)	--	--	-	-	21.3	0.7	5	20.5 - 22.3
Coniferen (zaden, pit)	24.8	2.0	5	22.8 - 28.4	28.4	3.0	18	18.6 - 32.4
Coniferen (zaden, heel)	--	--	-	-	25.6	2.4	14	19.7 - 29.8
Planten (bladeren)	0.9	0.6	7	0.3 - 2.3	16.1	3.5	29	6.3 - 29.0
Planten (stengels)	--	--	-	-	17.0	0.6	6	16.3 - 17.9
Planten (wortelen)	1.5	0.7	3	0.8 - 2.4	16.3	1.6	6	13.0 - 19.8
Planten (tissue)	--	--	-	-	17.4	1.0	24	15.9 - 19.4
Planten (fruit)	2.5	1.5	11	1.0 - 5.8	16.5	4.9	16	7.7 - 22.2
Planten (zaden, pit)	15.6	--	1	-	22.3	3.7	9	18.1 - 30.8
Planten (zaden, heel)	16.4	8.6	5	2.4 - 29.4	20.9	2.3	106	17.9 - 31.4
Bomen (zaden, pit)	21.5	6.9	15	6.9 - 31.8	24.5	5.0	26	15.0 - 33.6
Bomen (zaden, heel)	--	--	-	-	21.1	2.4	24	16.0 - 25.1
Wormen	2.6	0.6	4	1.9 - 3.4	19.8	2.5	6	14.9 - 22.2
Wekdieren	3.8	1.2	8	2.1 - 5.6	21.2	1.6	4	19.3 - 23.5
Spinnen	--	--	-	-	22.0	3.3	27	12.4 - 27.5
Kreeftachtigen	4.4	1.4	12	3.1 - 8.5	15.0	3.8	12	9.4 - 23.4
Insecten	5.6	2.2	18	1.9 - 8.2	23.4	3.4	48	11.8 - 30.9
Chilopoda	--	--	-	-	23.6	1.3	6	21.6 - 25.2
Diplopoda	--	--	-	-	18.1	0.8	5	17.2 - 19.1
Vis	6.4	2.1	44	3.2 - 11.2	21.8	2.4	20	18.6 - 27.3
Vogels	8.1	2.2	34	3.5 - 12.2	23.9	2.5	36	17.5 - 27.8
Zoogdieren	7.1	1.1	19	5.2 - 10.1	22.3	2.9	62	16.5 - 28.1
LABORATORIUMVOER								
Laboratoriumvoer vogels	14.8	2.3	4	12.5 - 17.4	15.0	2.5	18	12.7 - 19.7
idem zoogdieren	16.8	--	2	11.8 - 22.8	15.0	--	2	12.6 - 17.3

Tabel 3.2. Enige voorbeelden voor de omrekening op basis van de calorische inhoud van het voer van de in het laboratorium getoetste soort en het voer van de doel- of aandachtsoort in veldcondities.

Soort	Type voer (veld)	A. (kJ/g) (laboratorium, testsoort)	B. (kJ/g) (veldvoer)	Correctie- factor (A/B)
Sperwer	vogels	14.8	8.1	1.8
Torenvalk	muizen	14.8	7.1	2.1
Vink	zaden	14.8	16.4	0.9
Aalscholver	vis	14.8	6.4	2.3

3.3.2. Assimilatie efficiëntie van het voedsel

Doordat het mogelijk is dat de efficiëntie van de opname van de aanwezige calorieën in het veldvoer door doel- of aandachtssoorten in het veld anders kan zijn dan bij dieren die in het laboratorium worden blootgesteld kan het voorkomen dat voor dit verschil gecorrigeerd moet worden (zie tabel 3.3 en 3.4).

Uit deze tabellen blijkt dat de assimilatie efficiëntie van de verschillende typen voedsel voor vogels en zoogdieren in het algemeen van dezelfde orde van grootte is. Er zijn echter een paar uitzonderingen zoals fruit, bladeren en dennenaalden. Hieruit volgt dat in de meeste gevallen slechts een kleine correctie moet worden uitgevoerd. Enige voorbeelden zijn nader uitgewerkt in tabel 4.5. Een correctie op basis van de assimilatie efficiëntie van laboratorium- en veldvoer kan dan op de volgende manier worden uitgevoerd:

$$\text{NOEC}_{\text{veldcondities}} = \text{NOEC}_{\text{laboratoriumcondities}} / \text{correctie factor voor assimilatie efficiëntie.}$$

Tabel 3.3. Percentages gemetaboliseerde energie door vogels uit verschillende typen voedsel (Jongbloed et al., 1994).

Voedsel type	Gem. (%)	Standaard afwijking	n	Range
Vogels	74.9	6.3	8	68.0 - 85.5
Vis	77.9	4.0	15	69.2 - 84.9
Laboratoriumvoer	73.3	9.4	41	42.4 - 88.3
Fruit	55.8	14.0	8	36.5 - 77.0
Insecten	71.4	7.8	26	56.0 - 86.1
Invertebraten	81.3	--	1	-
Zoogdieren	74.6	7.1	39	61.0 - 94.3
Vlees	87.0	8.0	2	79.0 - 95.0
Planten (bladeren)	37.2	6.9	6	30.1 - 52.2
Planten (naalden)	33.2	4.8	3	29.7 - 40.0
Zaden (heel)	70.5	18.8	39	17.3 - 90.4
Zaden (pit)	75.9	12.7	13	47.0 - 91.0

Tabel 3.4. Percentages gemetaboliseerde energie door zoogdieren uit verschillende typen voedsel (Jongbloed et al., 1994).

Type voedsel	Gem. (%)	Standaard afwijking	n	Range
Laboratoriumvoer	86.1	10.6	3	71.2 - 95
Insecten	85.5	5.6	4	78 - 93
zoogdieren	79.2	10.2	6	62.7 - 90.1
Planten (schors)	89	--	1	-
Planten (bladeren)	49.5	16.4	25	<20 - 89.8
Zaden (heel)	82.5	8.8	6	65 - 91
Zaden (pit)	89.5	0.5	2	89 - 90

Tabel 3.5. Enige voorbeelden voor de omrekening op basis van de assimilatie efficiëntie van het voer van de testsoort en het voer van de doel- of aandachtsoort.

Soort	voedsel type	Efficiëntie laboratoriumvoer	Efficiëntie veldvoer	Correctie factor
Sperwer	vogels	73.3	74.9	0.98
Torenvalk	zoogdieren	73.3	74.6	0.98
Vink	zaden	73.3	75.9	0.97
Aalscholver	vis	73.3	77.9	0.94
Grauwe gans	planten	73.3	37.2	1.97

3.3.3. Metabolic rate

Er worden in het algemeen drie verschillende niveaus van metabolisme (het verbruik van energie) onderscheiden:

- Basis-niveau (Basal metabolic rate, BMR). De hoeveelheid energie die een beest verbruikt in het donker onder thermoneutrale condities.
- Bestaans-niveau (Existence metabolic rate, EMR). De hoeveelheid energie die een beest onder laboratoriumomstandigheden verbruikt.
- Veld-niveau (Field metabolic rate, FMR). De hoeveelheid energie die een beest verbruikt in het veld.

Voor de extrapolatie van het laboratorium naar het veld zijn het EMR en het FMR van belang. Het verbruik van energie is gerelateerd aan het lichaamsgewicht (body weight, BW) van een organisme. Deze relatie kan met behulp van de volgende formules worden beschreven:

$$\log \text{EMR of log FMR} = a + b \log \text{BW}$$

In de literatuur zijn veel van deze relaties beschreven. Ze verschillen meestal niet veel van elkaar. De verschillen die gevonden worden, zijn veelal veroorzaakt doordat iedere auteur een andere dataset gebruikt. Daarnaast worden voor de bepaling van de verschillende metabolische snelheden verschillende meettechnieken gebruikt (doubly labeled water, O₂ verbruik of het verschil tussen de energetische inhoud van het voer en de excreta), zodat een onderlinge vergelijking bemoeilijkt wordt. In de toekomst (na grondige uitwerking) kunnen deze allometrische vergelijkingen waarschijnlijk gebruikt worden voor de extrapolatie van laboratorium- naar veldcondities. Op dit moment is gekozen voor een constante factor voor deze omrekening, hetgeen neerkomt op een omrekeningsfactor van 2.5. Indien men rekening wil houden met condities die in het veld een groot beslag leggen op de metabolische activiteit van organismen, zoals broedperiode, trek, extreme perioden van koude, dan kan een omrekeningsfactor van 4 worden gebruikt (sustained metabolic rate). Een correctie op basis van de verschillen in metabolic rate tussen laboratoriumdieren en doel- of aandachtsoorten in het veld kan dan op de volgende manier worden uitgevoerd:

$$\text{NOEC}_{\text{veldcondities}} = \text{NOEC}_{\text{laboratoriumcondities}} / \text{correctie factor voor metabolic rate.}$$

3.3.4. Assimilatie-efficiëntie van de toxische stof

Er worden in de literatuur verschillende factoren genoemd die eventueel de opname van een stof door een organisme kunnen beïnvloeden:

- de mate van hydrofobie van een stof,
- de chemische vorm van een stof (vrij, of gebonden aan anionen of metallothioneinen, etc.),
- de binding aan een matrix (onder natuurlijke omstandigheden is een stof opgenomen in het weefsel, dit in tegenstelling tot laboratoriumomstandigheden waarbij de stof meestal door het voer wordt gemengd en niet in een matrix is opgenomen),
- de voedselkwaliteit (de samenstelling van het dieet kan de opname van proteïnen, vet en mineralen beïnvloeden. De verteerbaarheid kan van belang zijn want die bepaald de tijd die het voer in het darmkanaal doorbrengt).
- de kwantiteit van het voer (weinig versus *ad libitum*), en
- de mogelijke specifieke verschillen tussen bepaalde soorten (soortgroepen).

Over dit onderwerp is zeer weinig bekend. Uit de schaarse literatuurgegevens blijkt dat voor zoogdieren voor de metalen cadmium en methylkwik het niet noodzakelijk is te corrigeren voor de assimilatie efficiëntie voor verschillende chemische vorm van de stoffen. De gegevens met betrekking tot organische stoffen is zo fragmentarisch dat hieruit geen algemeen toepasbare correctiefactor voor de assimilatie efficiëntie van deze stoffen gehaald kan worden. Uit studies met slakken (water) is het echter bekend dat indien de dieren slechts een beperkte hoeveelheid voer krijgen de assimilatie efficiëntie van het de stof kan toenemen (Parkerton, 1992).

Doordat er zo weinig informatie beschikbaar is, wordt voorlopig voorgesteld niet te corrigeren voor deze factor.

3.3.5. Specifieke gevoeligheid van de doel- of aandachtsoort

In de literatuur wordt geregeld aangegeven dat roofvogels en zeevogels gevoeliger zijn voor bepaalde stoffen dan andere vogelgroepen en soorten. Dit wordt met name toegeschreven aan een lagere activiteit van het Mixed Function Oxidase (MFO) enzymstelsel. Dit enzymstelsel heeft een functie bij de detoxificatie, door oxidatie, van een groot aantal organische verbindingen. Hierbij speelt het enzym cytochroom P-450 een centrale rol. Bij de vergelijking tussen soorten of soortgroepen wordt heel vaak de activiteit gemiddeld over de gebruikte substraten. Deze benadering is twijfelachtig:

- omdat verschillende substraten betrekking kunnen hebben op verschillende vormen van het cytochroom P-450,
- omdat de substraten binnen de ene groep van soorten niet overeenkomen met de substraten binnen de andere groep van soorten.

Uitgaande van deze argumenten is het slechts mogelijk om laboratoriumvogels, enerzijds, te vergelijken met roofvogels voor het substraat aldrin epoxidase. Anderzijds kan de vergelijking met zeevogels gemaakt worden voor de substraten aldrin epoxidase en ethoxy resorufin. Indien de relatieve activiteit (t.o.v. de activiteit van een mannelijke rat, waarvan de relatieve activiteit met de waarde '1' gedefinieerd is) wordt uitgedrukt in kg^{-1} lichaamsgewicht dan blijkt dat er geen redenen zijn om te beweren dat roofvogels of zeevogels gevoeliger zijn dan laboratoriumvogels. Een voorbeeld hiervan wordt gegeven in figuur 3.1.

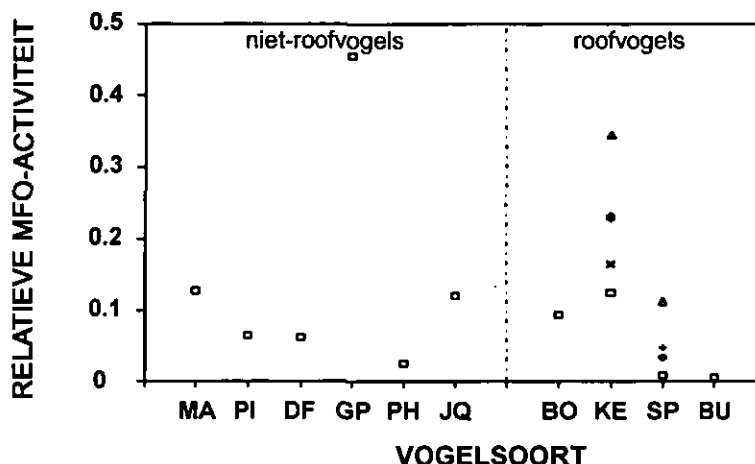


Fig. 3.1. Relatieve afbraakactiviteit (t.o.v. de mannelijke rat, kg^{-1} lichaamsgewicht) van diverse niet-roofvogels en roofvogels. MA = wilde eend, PI = duif spec., DF = kip, GP = patrijs, PH = fazant, JQ = Japanse kwartel, BO = kerkuil, KE = torenvalk, SP = sperwer, BU = buizerd.

Naast de analyse van de fysiologische mechanismen om weerstand te bieden aan toxische stoffen, zoals het MFO systeem, kan in sommige gevallen ook een directe vergelijking van de gevoeligheden gemaakt worden. Hiervoor zijn de NOEC en de LD50 de meest geëigende grootheden om te vergelijken. De LC50 waarden (uitkomst van de 5 dagen standaardtest voor vogels) is hiervoor minder geschikt omdat de uitkomst van deze test vaak beïnvloed wordt door de repellente eigenschappen van de stof. Dit is meestal niet het geval bij chronische NOEC waarden, omdat hier in het algemeen lagere doseringen getest worden, waarbij de repellente eigenschappen van de stof niet tot uiting komen. Deze stoffeigenschap speelt overigens geen rol bij de bepaling van de LD50 waarde. Indien een organisme niet overgeeft kan men ervan uitgaan dat het dier aan die bepaalde hoeveelheid stof is blootgesteld.

Met betrekking tot de LD50 werden 14 stoffen in de literatuur gevonden waarvoor voor tenminste 1 roofvogelsoort (inclusief uilen) ook gegevens beschikbaar waren (zie tabel 3.6). In de meeste gevallen liggen de waarden voor de roofvogels in de range van de niet-roofvogels. In vier gevallen (3-chloro-p-toluidine, EPN, starlicide and thallium sulphate) is één van de roofvogels minder gevoelig dan de minst gevoelige niet-roofvogelsoort. In 3 gevallen (gophacide en 2 OP-esters: methyl parathion and monocrotophos) is één van de roofvogelsoorten gevoeliger dan de meest gevoelige niet-roofvogelsoort.

Tabel 3.6. LD50 waarden (in mg/kg lichaamsgewicht) voor 14 stoffen met LD50 waarden voor niet-roofvogels en uilen (boven) en voor roofvogels (onder).

(Boven)

Stof	gemiddelde	st. d.	n	N	range
3-chloro-p-toluidine	40.9	88.2	12	9	1 - 316
4-aminopyridine	5.5	3.2	43	33	<1 - 13.3
Carbofuran	3.8	6.6	51	17	0.24 - 38.9
Endrin	3.8	4.6	21	10	0.32 - 22.3
EPN	32.8	60.4	18	12	2.4 - 220
Fenthion	7	10.1	41	20	1 - 40
Gophacide	78.5	121	7	6	4.2 - 322
Methyl parathion	15.5	17.8	9	6	5 - 60.5
Monocrotophos	4.2	4.9	27	16	0.76 - 24.3
Sodium monofluoroacetate	6.3	3.1	8	8	3 - 12.8
Starlicide	60.9	117	38	31	1 - 448
Strychnine	16.9	28.5	14	7	2 - 112
Thallium sulphate	37.9	13.7	4	3	23.7 - 56.6
Zinc phosphide	80.3	90.7	9	7	13.5 - 237

(Onder)

Stof	<i>Falco sparverius</i>		<i>Otus asio</i>		<i>Aquila chrysaetos</i>		<i>Accipiter cooperi</i>		<i>Tyto alba</i>	
	gem.	st.d.	gem.	st.d.	gem.	st.d.	gem.	st.d.	gem.	st.d.
3-chloro-p-toluidine	422	n.b.								
4-aminopyridine	5.62	n.b.								
Carbofuran	0.6	n.b.	1.9	n.b.						
Endrin	1.5	n.b.								
EPN	4	n.b.	274	n.b.						
Fenthion	1.24	0.21 ^a	3.9	n.b.						
Gophacide					3.75	1.77 ^b				
Methyl parathion	3.08	n.b.								
Monocrotophos	1.5	n.b.	1.5	n.b.	0.19	n.b.				
Sodium monofluoroacetate					3.54	n.b.				
Starlicide	>316	n.b.			>100	n.b.	562	n.b.	4.22	n.b.
Strychnine					7.0	2.52 ^c				
Thallium sulphate					90	42.4 ^b				
Zinc phosphide					>20	n.b.				

n = aantal LD50's, *N* = aantal soorten, *gem.* = gemiddelde, *st.d.* = standaard deviatie, *a* = 3 waarnemingen, *b* = 2 waarnemingen, *c* = 4 waarnemingen, *n.b.* = niet bepaald (1 waarneming).

Uit deze gegevens kan geconcludeerd worden dat niet op voorhand gezegd kan worden dat roofvogels gevoeliger zijn dan niet-roofvogels. Indien echter naar de OP-esters gekeken wordt dan lijkt het erop dat voor deze stofgroep de roofvogels wel gevoeliger zijn dan de niet-roofvogels.

Chronische dieetstudies met roofvogels worden zelden of nooit uitgevoerd. Voor DDT is het echter wel mogelijk NOEC waarden, voor de parameters groei, reproductie en sterfte, tussen roofvogels en niet roofvogels te vergelijken. Bij de vergelijking is het van belang te weten welk type voer er gebruikt is tijdens de test. Indien er gecorrigeerd wordt voor de calorische inhoud van het voer en de assimilatie efficiëntie dan blijkt dat de opnieuw berekende NOEC's voor roofvogels redelijk in de buurt komen van de NOEC's voor niet-roofvogels. Indien er echter naar de eischaalverduunning ten gevolge van DDT gekeken wordt dan zijn er aanwijzingen dat bij bepaalde roofvogels meer eischaalverduunning optreedt dan bij niet-roofvogels indien ze aan dezelfde concentraties worden blootgesteld.

3.4. Conclusies

Op dit moment is het mogelijk voor drie van de vijf factoren, waarvan wordt verondersteld dat ze de verschillen tussen het laboratorium en het veld voor een groot deel zouden kunnen veroorzaken, een correctiefactor toe te passen, namelijk voor:

- verschillen in calorische inhoud van het laboratorium- en het veldvoer
- verschillen in assimilatie efficiëntie van het laboratorium- en het veldvoer
- verschillen in metabolische snelheid tussen laboratorium- en veldomstandigheden.

Correcties voor soortspecifieke gevoeligheid moeten met grote voorzichtigheid worden toegepast en voorlopig is het niet mogelijk een correctie voor de assimilatie efficiëntie van de stof toe te passen. Correcties voor soort-specifieke gevoeligheid en voor de assimilatie-efficiëntie van de stof kunnen niet op voorhand geformuleerd worden, maar kunnen sterk van de stof afhankelijk zijn. Voor deze twee factoren is het dus altijd noodzakelijk om in de literatuur na te gaan of er redenen zijn om voor deze factoren te corrigeren.

4. PROGNOSE INDICATOREN EFFECTEN VERGIFTIGING OP ECOSYSTEEMNIVEAU

T. Aldenberg T. P. Traas

Laboratorium voor Water- en Drinkwateronderzoek, RIVM

4.1. Inleiding

In dit hoofdstuk wordt beschreven, hoe men effecten van toxische stoffen voor het thema Vergiftiging op ecosysteemniveau kan beschrijven. Hierbij kan men zich beperken tot alleen het thema Vergiftiging, dan wel prognoses doen in samenhang met andere thema's, zoals bijvoorbeeld vermesting en verzuring (multi-stress).

In de vorige hoofdstukken is aangegeven of en hoe men middels extrapolatie vanuit taxonomisch verwante soorten de directe effecten van stoffen op doel- of aandachtsoorten kan evalueren, waarbij de toxicologische data afkomstig zijn van laboratorium-studies (Willemsen & Vaal, Luttik, dit rapport). Daarnaast, of vervolgens, kunnen effecten van stoffen op specifieke soorten worden voorspeld met voedselketenmodellen (bijvoorbeeld Jongbloed *et al.*, 1994). Effecten van toxische stoffen kunnen eveneens ingebracht worden in een multiple-stressmodel voor doelsoorten (Verboom *et al.*, in druk). De genoemde methodes en voorstellen vormen tezamen de soortsgeorienteerde effectvoorspelling. De nadruk ligt bij deze wijze van effectvoorspelling op de effecten van toxische stoffen op individuen en/of op populaties van een soort, de zogenaamde autecologische invalshoek.

Effectvoorspelling volgens een meer synecologische invalshoek is echter noodzakelijk indien men de samenhang met populaties van andere soorten (predatoren, etc.) en de beschikbaarheid en kringloop van de toxische stof daarbij echter ook wil betrekken. Volgens de synecologische invalshoek worden er binnen ecosystemen functionele groepen onderscheiden die uit verschillende soorten van eenzelfde trofisch niveau bestaan. Deze invalshoek is, naast de autecologische invalshoek, bruikbaar voor de voorspelling van toxische effecten: de methode is al operationeel voor diverse ecosystemen.

De cruciale stap hierbij, voor toepassing in het kader van het soortenbeleid, is dat doel- of aandachtsoorten binnen de functionele ecosysteemmodellen beschouwd kunnen worden als representanten van een functionele groep. Het voordeel boven de autecologische werkwijze is dat de routes van de stof door het voedselweb in de effectvoorspellingen worden opgenomen, waarbij via de parameters van de modellen tevens rekening wordt gehouden met verschillen in bijvoorbeeld de voedselkwaliteit en de predatiedruk. Tevens worden zogenaamde 'masterfactoren' in de modellen opgenomen. Deze factoren hebben betrekking op de abiotische condities waarin het gemodelleerde ecosysteem zich bevindt, bijvoorbeeld wat betreft zuurgraad, nutriënten en vochtcondities. Het is in principe mogelijk om de effecten van dergelijke additionele stress-factoren in de functionele ecosysteem-modellen op te nemen,

waardoor een multiple-stress model ontstaat dat in staat is de populatiedynamica te simuleren van populaties die onder invloed staan van verschillende stress-factoren tegelijkertijd.

4.2. Van doelsoorten naar functionele modellen

De synecologische aanpak is voor een aantal ecosystemen gerealiseerd via de zogenaamde CATS-modellen (CATS=Contaminants in Aquatic & Terrestrial ecoSystems; Traas & Aldenberg, 1992, Traas *et al.*, 1994, 1995abc). De procedure, zoals die in grote lijnen binnen deze modellen wordt gevolgd, is grotendeels in overeenstemming met de procedure die voorgesteld is door van Straalen (1994). Deze procedure bestaat uit de volgende stappen:

1. indelen soorten (waaronder doel- of aandachtsoorten) van een ecosysteem in functionele groepen,
2. maken van een ecosysteemmodel op basis van deze functionele groepen,
3. in beschouwing nemen van dichtheidsafhankelijke (populatie-dynamische) processen,
4. incorporeren van (geëxtrapoleerde) dosis-effect relaties voor de stof op functionele groepen, met inachtneming van verschillen in gevoeligheden tussen (doel- of aandacht)soorten,
5. evalueren van de effecten bij verschillende scenario's aan accumulatiepatronen en verschuivingen in dichtheden van functionele groepen,
6. het berekenen van indicatoren door schaling ten opzichte van referentiewaarden, bijvoorbeeld in relatie tot 'schone' situaties (achtergrondgehalten), en sommeren tot een index.

We kunnen hieraan de volgende aspecten toevoegen:

7. het modelleren van specifieke populaties van doel- of aandachtsoorten binnen gegeven randcondities,
8. het modelleren van de structurele diversiteit op basis van de meegemodelleerde masterfactoren (vocht, pH, nutriënten) in het functionele model.

In de CATS modellen wordt volgens het stappenpatroon 1 t/m 6 gewerkt. Onder punt 7 kan de metapopulatiemodellering worden geschaard (cohortmodellen of extinctie/ patchiness modellen), met het oog op de thema's versnippering en verstoring.

Met stap 8 wordt gerefereerd naar een model als MOVE, dat gebaseerd is op een multiple-correlatieve benadering van de soortendiversiteit van planten in relatie tot standplaatsfactoren. Voor het thema Vergiftiging is een dergelijke statistische biodiversiteitsbenadering echter niet haalbaar doordat er niet of nauwelijks gegevens voorhanden zijn over de respons van soorten in het veld op (mengsels van) stoffen. In functionele ecosysteemmodellen zoals CATS kunnen naast toxische stoffen de interacties met macroparameters echter worden meegenomen. Uitspraken over gecombineerde effecten van toxische stoffen met vermisting, verzuring en

verdroging kunnen dan op het niveau van functionele groepen en ecosysteemprocessen worden gedaan.

Naast situaties van meervoudige stress kunnen ook biodiversiteits-vraagstukken benaderd worden met behulp van modellen die van de beschikbare CATS-modellen worden afgeleid. Biodiversiteit van soorten gaat gepaard met verschillen in gevoeligheid tussen soorten. Deze gevoeligheidsverschillen spelen, zoals bekend, een belangrijke rol bij de uiteindelijke effecten van toxische stoffen op soortendiversiteit (thema 'biodiversiteit'). De doorwerking van toxische effecten op ecosysteemniveau kan bij toepassing van ecosysteemmodellen berekend worden door per functionele groep, op basis van literatuurgegevens, gevoeligheidsverdelingen op te stellen waaruit met behulp van onzekerheidsanalyse-technieken steekproeven worden genomen. Vervolgens kan het model vele malen doorgerekend worden met steeds verschillende steekproeven voor de soortsgoedigheden. Aanzetten hiertoe zijn gegeven in Traas *et al.* (1995b).

In de hier gepresenteerde mogelijkheden tot aanpak komt de centrale rol van functionele ecosysteemmodellen naar voren. Deze modellen kunnen op zichzelf directe resultaten opleveren, met als resolutie het niveau van functionele (voedsel-) groepen. Daarnaast kunnen de bestaande modellen, die ontwikkeld zijn om de afzonderlijke effecten van toxische stoffen te voorspellen, echter verder ontwikkeld worden in de richting van metapopulatiemodellen van afzonderlijke soorten enerzijds (waarbij de effecten van meervoudige stress op doel- of aandachtsoorten worden bestudeerd), en biodiversiteitsmodellen anderzijds (waarbij het voorkomen van soorten en biodiversiteit wordt meegenomen).

4.3. Regionalisatie en Keuze Ecosystemen

Omdat een grasland, een rivier, een naaldbos, etc. verschillende ecosystemen zijn, moet verdere ontwikkeling van de modellen voorafgegaan worden door het vaststellen van een aantal generieke ecosysteemmodeltypen voor groepen van ecosystemen (zie Fig 4.1). Deze typen dienen te worden gekozen op basis van een geregionaliseerde risicoanalyse. Mede in het licht van de effecten op de natuur wordt uitgegaan van de Fysisch Geografische Regio's (FGR, Jansen *et al.*, 1993). De FGRs bepalen in belangrijke mate de abiotische condities, die vooral van belang zijn voor de beschikbaarheid van de toxische stof. Deze keuze houdt in, dat een beperkt aantal modellen ontwikkeld wordt, waarbij van elk model verschillende varianten bestaan, afhankelijk van de FGRs. Deze varianten hebben verschillende parameter-waarden, waarin bijvoorbeeld de bindingskarakteristiek van de stof in de bodem verschilt.

Voor wateren kan een indeling uitgewerkt worden op basis van de hoofdindeling van de CUWVO en de STOWA. Als eerste aanzet kan men ecosysteemmodellen onderscheiden voor de watertypen rivier/kanaal, marien/getijden, beken, meren, sloten, en diepe gaten. Deze kunnen worden geparametriseerd worden voor de verschillende FGR's. Het voorstel is om drie

functionele aquatische multi-stress modellen uit te werken voor effecten van toxische stoffen: sloot, meer (CATS-2) en rivier.

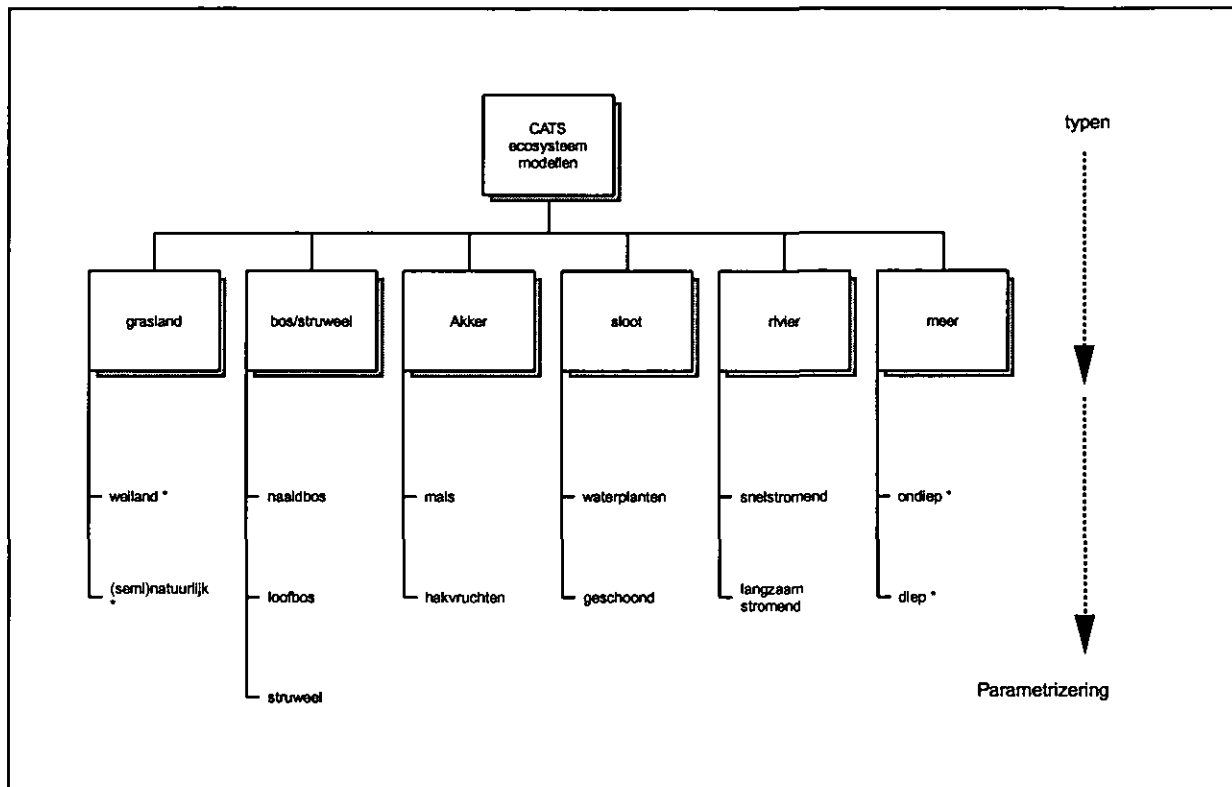


Fig. 4.1: Voorstel tot regionalisering van CATS modellen door de verschillende ecosysteemttypen te parametriseren voor verschillende sub-ecosystemen en/of verschillende bodemttypen. De met een asterisks aangeduide typen zijn al eens geparametriseerd voor verschillende abiotische condities.

Daarnaast worden drie structurele aquatische biodiversiteitsmodellen uitgewerkt om aan te sluiten bij MOVE - terrestrisch: sloot, meer en beek (deze laatste zijn reeds in samenwerking met de STOWA en RIZA in voorbereiding). Een meer verfijnde indeling van watertypen, mede op basis van het CML-ecotopensysteem wordt uitgewerkt in Runhaar & Klijn (1993), van der Hoek & Verdonschot (1992), Verdonschot (1994), Verdonschot *et al.* (1992) en van der Hoek & Verdonschot (1994).

Voor terrestrische systemen wordt ook uitgegaan van de EHS: fysisch-geografische regio's en natuurdoeltypen (Jansen *et al.*, 1993). Het voorstel hierbij is de natuurdoeltypen die overeenkomen in ecosysteem- of vegetatiestructuur (grasland, bos, akker, etc.) elk met één CATS-model te dekken, waarbij de verschillen tussen FGR's via parametrisering tot uitdrukking komen (pH, organische stof, vochtigheid, etc.). Daarnaast kan gestreefd worden naar aangepaste parametrisering om rekening te kunnen houden met ecologische verschillen binnen een bepaald ecosysteemtype (zie fig. 4.1). Zo hebben modellen voor bossen gemeen dat er een verticale

gelaagdheid bestaat in de vegetatiestructuur. Door nu deze lagen te parametriseren of zelfs aan- of uit te schakelen, kan wellicht met één generiek bos/struweel model worden volstaan.

Ervaring is reeds opgedaan met het parametriseren van CATS-1 (Traas & Aldenberg, 1992) voor grasland op verschillende bodemsoorten (Traas *et al.*, 1995c). Daarnaast is het CATS-2 model gebruikt voor het doen van voorspellingen voor Haringvliet, Ketelmeer en IJsselmeer middels parametrisering van het generieke model.

4.4. Naar een hiërarchische aanpak van effecten van toxische stoffen in ecosystemen

Binnen de fysisch-geografische regio's worden ecosysteemtypen, c.q. natuurdoeltypen, onderscheiden. Per ecosysteemtype kan een functioneel ecosysteemmodel *sensu* CATS worden gebouwd, op basis van functionele groepen. In dit model kunnen voedselwebinteracties, competitie tussen functionele groepen, en symbiotische/mutualistische relaties verwerkt worden. Het toevoegen van de multistress-component op functioneel niveau kan tot stand gebracht worden door het bijhouden van nutriëntenbalansen en stofbalansen door het hele systeem heen.

Dosis-effect relaties op basis van extrapolatie en QSSR's leiden tot verschuivingen en indirecte effecten in het ecosysteem. Als de accumulatie in het voedselweb wordt bijgehouden, dan kunnen tevens effecten als voedselkwaliteit (ook voor de mens) en onacceptabele accumulatiepatronen in de voedselketen afgeleid worden. Zowel verschuivingen in dichtheden van functionele groepen, als accumulatiepatronen in functionele groepen kunnen gebruikt worden als indicatoren voor het evalueren van ongewenste risico's op ecosysteemniveau.

Dit is mogelijk een te grove methode voor doel- en aandachtsoorten. Echter, we kunnen de uitkomsten van de grove ecosysteemanalyse gebruiken als leidraad naar de doel- of aandachtsoorten waarvoor een meer gedetailleerde analyse gewenst is. Deze maken immers deel uit van de gemodelleerde functionele groepen. Wordt deze leidraad gevolgd, en wordt vastgesteld dat in een gebied een bepaalde doel- of aandachtsoort in het bijzonder gevaar zou kunnen lopen, dan ligt het voor de hand om voor deze soort een nadere analyse te maken van de populatiedynamiek en de ruimtelijke populatiestructuur. Dit kan tot stand gebracht worden met de eerdergenoemde metapopulatiemodellen (zie Hoofdstuk 1; Verboom *et al.*, in druk). Daarin komen parameters voor zoals de lokale groeisnelheid (R_{0i}) in een patch i , alsook de lokale draagkracht (K_i) voor de populatie. Beide parameters zijn ook onderdeel van de CATS-modellen, op het niveau van functionele groepen. Potentieel kunnen beide modellen gekoppeld worden, waardoor inzicht verkregen wordt in effecten op ecosysteemniveau, en zonodig op afzonderlijke doel- of aandachtsoorten. Bij de analyse van effecten volgens een hiërarchisch systeem kan echter gewerkt worden in de volgorde:

1. analyse van lokaties waarin toxische stoffen grote potentiële effecten zouden kunnen hebben, bijvoorbeeld op basis van de aanwezige concentraties, en normoverschrijding

2. analyse van het risico voor de verschillende functionele groepen binnen de bedreigde ecosystemen
3. analyse van het risico voor de verschillende doel- of aandachtsoorten die tot de bedreigde groep behoren.

Hiertoe dienen de basisgegevens (concentraties van stoffen in het milieu) en de regionaal geparametriseerde functionele ecosysteem-modellen als basis.

5. DISCUSSIE

5.1. Algemeen

De in dit rapport uitgevoerde verkenning van de methoden om in de literatuur beschikbare toxiciteitsgegevens te gebruiken voor de doelstellingen van de MV heeft enerzijds getoond dat er weinig toxiciteitsgegevens bestaan voor doel- of aandachtsoorten (Willemsen & Vaal, Hoofdstuk 2). Anderzijds zijn er methoden behandeld waarmee beschikbare toxiciteitsgegevens voor niet- doel- of aandachtsoorten, uit de literatuur, gebruikt kunnen worden voor het berekenen van effecten van toxische stoffen voor doel- of aandachtsoorten. Hierbij speelt soort-soort extrapolatie een belangrijke rol, waardoor bijdragen van QSSR-methodieken belangrijk zijn. Daarnaast bestaan deze methoden uit de laboratorium-veld extrapolatiemethoden beschreven door Luttk (Hoofdstuk 3) en uit de functionele ecosysteemmodellen van Aldenberg en Traas (Hoofdstuk 4).

Daadwerkelijke toepassing van de beschikbare methodes bij de risicoschatting van Vergiftiging van een groep doel- of aandachtsoorten vergt echter dat er databestanden worden opgebouwd over de ecologie en ecotoxicologie van de beschouwde soorten. Per soort zouden 'fact sheets' ingevuld moeten worden, op basis waarvan extrapolatie-stappen en modelparameters ingevuld kunnen worden. Uit de bijdrage van Luttk (Hoofdstuk 3) kan bijvoorbeeld geconstateerd worden dat de 'fact sheets' met name ingevuld zijn voor vogels en zoogdieren, voor een aantal typen van stoffen. Voor deze groepen is het daardoor mogelijk om laboratorium-veldextrapolaties uit te voeren. Voor andere groepen, zoals amfibieën en reptielen, bestaan dergelijk overzichten (nog) niet. Het verdient dan ook aanbeveling om de noodzakelijke databestanden aan te leggen voor soorten- of groepen van soorten, waarvoor beleidsmatig belangstelling bestaat, of die op ecotoxicologische gronden van belang geacht worden door bijvoorbeeld hun gevoeligheid. Daarnaast dienen de benodigde functionele ecosysteemmodellen, volgens de door Aldenberg en Traas voorgestelde precisie, gemaakt en geparametriseerd te worden.

Er bestaan diverse dwarsverbanden tussen de beschreven methoden. De databestanden over ecologie en ecotoxicologie van soorten(groepen) kunnen en dienen zowel bruikbaar te zijn voor laboratorium-veldextrapolatie als voor functionele ecosysteemmodellen. Voor het bepalen van effecten op populatie-niveau zijn beide typen data (extrapolatiefactoren, resp. modelparameters) achtereenvolgens noodzakelijk:

- de extrapolatiefactoren om een relevante schatting te maken van effecten in het veld op basis van laboratorium toxiciteitsgegevens; hieruit kunnen model-parameters (o.a. concentratie-effectparameters) worden afgeleid
- de modelparameters om de populatiedynamica te simuleren

Er bestaat bovendien een dwarsverband met de metapopulatiemodellen, zoals die voorgesteld worden om multiple-stress effecten te simuleren. De functionele ecosysteemmodellen volgens

de structuur van CATS en de metapopulatiemodellen maken gebruik van logistische vergelijkingen voor het simuleren van de populatiedynamica. Beide typen modellen zijn afgeleid van een hypothetisch 'moeder-model', waarbij voor CATS-analyses de nadruk is gelegd op het inbouwen van concentratie-effect relaties. Dit in tegenstelling tot de metapopulatiemodellen, waarbij de nadruk is gelegd op de effecten van de opsplitsing van populaties in deel-populaties, met elk een eigen uitsterfkans, en met migratiestromen tussen de sub-populaties. Optimaal gebruik van data en modellen is daarom mogelijk indien het databestand opgebouwd wordt met het oog op meervoudig gebruik.

5.2. Bruikbaarheid voor milieuverkenningen

Beoogd wordt om voor de MV op twee manieren gebruik te maken van de beschikbare toxiciteitsgegevens. Deze twee manieren zijn:

- analyse van de oorzaak-gevolg keten voor het thema-hoofdstuk over Vergiftiging
- analyse van het effect en relatieve belang (ten opzichte van andere milieuthema's) van het thema Vergiftiging in het hoofdstuk som-effecten op ecosystemen.

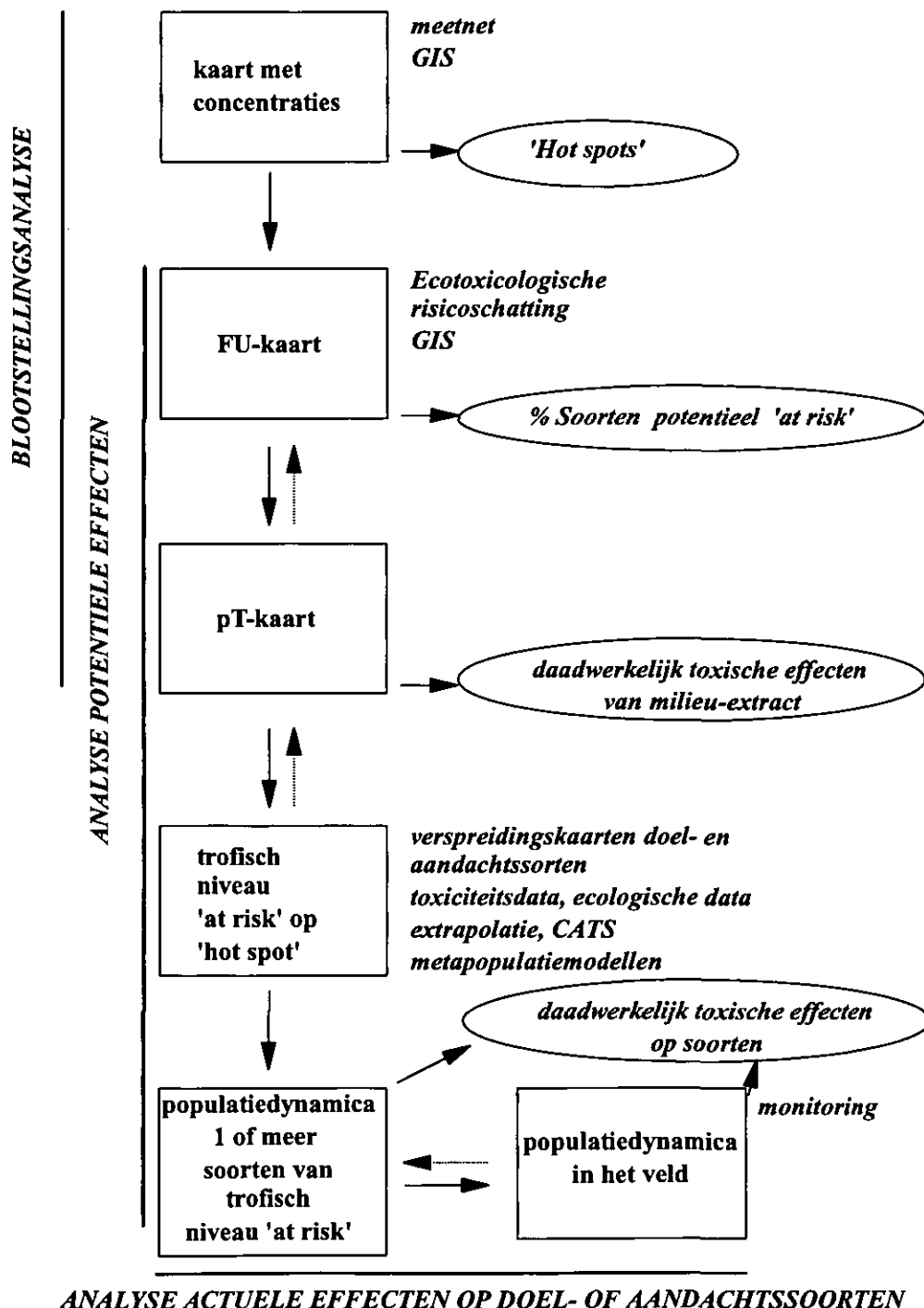
De resultaten van deze verkennende studie kunnen voor beide doeleinden gebruikt worden. Dit zal achtereenvolgens in de volgende paragrafen behandeld worden. Hierbij wordt niet diep ingegaan op de uitvoering; slechts de onderlinge samenhang tussen de verschillende aspecten binnen de oorzaak-gevolg keten en met de ecosysteemgraadmeters wordt benadrukt. Verschillende tussenproducten kunnen gebruikt worden voor de MV, maar de keuze uit de mogelijke tussenproducten valt buiten het kader van dit rapport.

5.2.1. Bijdrage aan MV thema-hoofdstuk Vergiftiging - effecten op ecosystemen

In alle thema-hoofdstukken wordt een vast stramien uitgewerkt, namelijk: milieudruk, (belasting/depositie), abiotische milieukwaliteit, en thema-specifieke effecten op volksgezondheid, ecosystemen en functies. Wat betreft de thema-specifieke effecten van Vergiftiging op ecosystemen wordt in het MV-ontwerp alleen de potentiële toxiciteit (pT-waarde) genoemd (ten Brink & van den Berg, 1995b, Fig. 58.).

Indien een vollediger beeld van de oorzaak-gevolg-keten voor het thema Vergiftiging gewenst is, dan kunnen een aantal instrumenten/presentaties afgeleid worden (zie ook Fig. 5.1, dit kan per compartiment uitgevoerd worden). Deze instrumenten worden in hun onderlinge samenhang achtereenvolgens behandeld. Daarbij wordt ook de validatie van de modellen en de methodieken ter sprake gebracht, aangezien monitoring-gegevens uit veldsituaties op verschillende niveaus ingezet kunnen worden om de voorspelde risico's te toetsen aan daadwerkelijke effecten in het veld.

Fig. 5.1. Structuur van modellen, extrapolatiemethoden en resultaten in hun onderlinge samenhang, gestructureerd naar de oorzaak-gevolg-keten. Er is onderscheid gemaakt tussen blootstellingsanalyse, analyse van potentiële effecten, en analyse van daadwerkelijke effecten. Doorgetrokken pijlen tussen blokken geven de hiërarchische opbouw aan; onderbroken pijlen geven aan dat validatie-aspecten een rol spelen. Doorgetrokken pijlen die naar een ovaal gaan tonnen de resultaat-karakteristiek van de analyses. Naast de blokken staan de belangrijkste noodzakelijke instrumenten. De kaart met concentraties van stoffen, de FU-kaart, en de pT-kaart kunnen landsdekkend worden ingezet; de overige benaderingen, voor zover gericht op doelsoorten, hebben met name betrekking op de Ecologische Hoofdstructuur. Voor verdere beschrijving: zie tekst.



1) Eerste niveau: De Abiotische Milieukwaliteit⁶

Wat betreft de oorzaak van Vergiftiging is het noodzakelijk om ruimtelijke gegevens van milieu-concentraties van toxische stoffen te hebben.

a) De emissie van één stof leidt tot verandering van de concentratie van die stof in een milieucompartiment. De ruimtelijke verspreiding van de concentraties van die stof kan in kaart gebracht worden. Op 'hot spots', plaatsen waar hoge concentraties van die stof aangetroffen worden, bestaat de grootste kans dat toxische effecten op ecosystemen waargenomen kunnen worden.

b) De emissie van verschillende stoffen leidt tot verandering van de concentraties van die stoffen. Door aggregatie van de data van de afzonderlijke stoffen wordt een ruimtelijk beeld verkregen van de 'hot spots' waarin mengsels van stoffen, of soms een afzonderlijke stof, potentieel effecten op ecosystemen hebben.

Het presenteren van data met betrekking tot dit eerste niveau leidt tot de identificatie van gebieden waar er een grote kans bestaat op vergiftiging van ecosystemen, hetzij door afzonderlijke stoffen, hetzij door mengsels van stoffen. Toepassing van GIS-methoden is hiervoor noodzakelijk.

2: Tweede niveau: van lokale concentraties, via incorporatie van toxiciteitsgegevens, naar potentiële risico's voor ecosystemen

Voor de afleiding van normen voor een stof is het gebruikelijk om toxiciteitsgegevens van een aantal soorten, via een wiskundige extrapolatiestap, uit te drukken in een continue relatie tussen de aanwezige concentratie van een stof in het milieu (X), en het aantal soorten dat blootgesteld wordt boven een bepaald niveau (Y) (o.a., Van Straalen & Denneman, 1989). Gewoonlijk wordt uit deze relatie slechts het vijf-procentsniveau gebruikt voor normeringsdoeleinden. Dat niveau is de milieuconcentratie waarbij 95 procent van de soorten blootgesteld wordt onder de eigen NOEC voor een ecologisch belangrijk kenmerk, zoals reproductie. De combinatie van de ruimtelijke verspreiding van een stof met de gegevens uit deze 'risico-curve' leidt tot een ruimtelijk beeld van de fractie soorten die potentieel blootgesteld wordt boven zijn NOEC. Dit kan uitgewerkt worden per stof, maar ook voor stofmengsels; de methode is analoog aan de berekening van een PEC/NEC ratio. Het omrekenen van de totaalconcentraties, in het milieu en in de toxiciteitsexperimenten, naar 'beschikbare' concentraties ligt voor de hand. Dit maakt het echter noodzakelijk om ook bodemtypen, en eventueel metingen van beschikbare concentraties, op te nemen in de methodiek. Ook hier is toepassing van GIS-methodieken noodzakelijk.

Het presenteren van data met betrekking tot het tweede niveau leidt tot een kaart van de ruimtelijke verspreiding van vergiftigingsverschijnselen in ecosystemen in termen van

⁶ Deze presentatie wordt al ten dele in de MV of bijlage-documenten opgenomen; voor de berekeningen van effecten op biota volgens de eropvolgende 3 niveaus moeten echter de bij deze stap genoemde gegevens beschikbaar komen.

potentiële risico's. Het resultaat is een FU-kaart (*FU* voor Fraction of Species Unprotected). De FU kan op verschillende manieren uitgewerkt worden; dit is onderwerp van een lopende vervolgstudie.

3. Derde niveau: waarnemingen aan actuele effecten in milieumonsters- pT-waarde.

Na realisering van het tweede niveau zijn er nog geen daadwerkelijke effecten van Vergiftiging op biota in kaart gebracht. De pT-aanpak kan hiervoor gebruikt worden. De pT-waarde, die staat voor de potentiële toxiciteit van een milieumonster, wordt bepaald door het uitvoeren van 'snelle' toxiciteitstoetsen aan milieumonsters. Het milieumonster wordt hiertoe geëxtraheerd, zonodig geconcentreerd, en de toxische effecten van het concentraat worden gekwantificeerd met behulp van een vaste serie van toetsorganismen, die niet ter plaatse hoeven voor te komen. Realisatie van het derde niveau kan leiden tot een kartering van de effecten van uit milieumonsters geëxtraheerde mengsels van stoffen op een beperkte serie organismen. Hierbij kan eventueel de keuze gemaakt worden om slechts de 'hot spots' die op het eerste niveau gevonden zijn via de pT met toxicologische effecten te specificeren. Door de keuze van de organismen is de pT-waarde echter niet direct interpreteerbaar als lokaal toxisch effect; doel- of aandachtsoorten kunnen bijvoorbeeld op een andere wijze worden blootgesteld, of een andere gevoeligheid hebben, waardoor de effecten op dergelijke soorten lager- dan wel hoger kunnen zijn dan in de pT-soorten.

Naast de betekenis voor kartering in de MV kan de pT-methodiek gebruikt worden om aan de FU-presentatie een betekenis te koppelen van daadwerkelijke, lokale, toxische effecten: de pT is hiervoor in principe erg geschikt, aangezien de methode gebaseerd is op 'snelle' toxiciteits-toetsen. Hierbij moet ervan uitgegaan worden dat de pT-methodiek zelf gevalideerd is, via bijvoorbeeld waarnemingen van de pT-waarde van kunstmatige aangebrachte mengsels van stoffen. Verwacht mag worden dat de geïdentificeerde 'hot spots', met hoge fractie onbeschermden soorten (hoog %FU, een maat voor potentiële effecten) een pT waarde heeft die sterk zal afwijken van de pT-waarde in referentiegebieden, en minder van die van intermediair verontreinigde gebieden. De 'hot spot' kaart kan hierbij de basis zijn om gebieden uit te zoeken waarmee de validatie tot stand gebracht wordt (enkele lokaties schoon, enkele lokaties middelmatig-, en enkele lokaties in hoge mate verontreinigd).

4) Vierde niveau: voorspellingen van- en waarnemingen aan actuele effecten in ecosystemen in situ

Vanuit maatschappelijk oogpunt, en binnen het MV-kader, is het niet gewenst om analyses te laten ophouden bij potentiële effecten (derde niveau). Eigenlijk moeten actuele effecten gepresenteerd kunnen worden, waardoor de risico's van de verschillende milieuthema's onderling vergeleken kunnen worden. Wat betreft Vergiftiging kunnen twee typen van actuele

effecten op ecosystemen onderscheiden worden, te weten (1) verandering van structuur, en (2) verandering van functies.

De verandering van structuur kan bepaald worden aan de hand van de verandering in de tijd van structuurparameters, zoals de populatieontwikkeling van een aantal gekozen soorten. Het aantonen van actuele effecten van Vergiftiging aan soorten die op verontreinigde lokaties voorkomen is echter vaak slechts mogelijk indien er monitoringgegevens voorhanden zijn van zowel de populatieontwikkeling van de betreffende soort, alsook van de verandering van de concentraties van de toxicant. Momenteel ontbreekt deze combinatie van data vrijwel geheel (zie echter ook: Vaal & Hoekstra, 1995); het is slechts in enkele gevallen duidelijk of- en in hoeverre verontreinigingen een rol spelen bij de populatieontwikkeling van soorten (bijvoorbeeld: de zeehond in de Waddenzee). Het is dan ook de vraag hoe effecten van toxische stoffen op biota opgespoord kunnen worden. Hiervoor kan een hiërarchische aanpak voorgesteld worden.

De oorzaak-gevolg analyse omtrent de mogelijke lokale effecten van toxische stoffen kan gebaseerd worden op de kaarten met verontreinigings-'hot spots', of met FU of pT-waarde. Deze 'hot spots' identificeren de lokaties met het hoogste vergiftigingsrisico. Van deze lokaties kan, via het koppelen van GIS-bestanden over de ruimtelijke verspreiding van de populaties, vastgesteld worden welke doel- of aandachtsoorten er voorkomen in het betreffende gebied. De verdere analyse kan zich vervolgens op deze beperkte set van soorten richten. Door deze werkwijze wordt het totaal aantal Nederlandse doel- of aandachtsoorten dat op een lokatie kan voorkomen gereduceerd tot een beperkt aantal, namelijk die soorten die *in situ* worden blootgesteld aan toxische stoffen. Op deze soorten zou de verdere analyse zich moeten richten. Middels de in de voorgaande hoofdstukken behandelde methodieken kan vervolgens vastgesteld worden of er voor bepaalde trofische niveaus een verhoogd risico bestaat, bijvoorbeeld via CATS-analyse. Hierdoor wordt de aandacht gericht op de specifiek te identificeren kleine groep van soorten, die op de verontreinigde lokatie het grootste risico loopt.

Het risico van blootstelling kan vervolgens per populatie van een soort uitgedrukt worden, bijvoorbeeld in de vorm 'percentage van de populatie dat blootgesteld is boven de NOEC'. Een aantal voorbeelden hiervan is gegeven door Gorree & Tamis (1993), waarbij de NOEC van een doel- of aandachtsoort geëxtrapoleerd is uit gegevens van een andere soort met betrekking tot bijvoorbeeld nierschade (Elbers & Traas, 1993). Ook andere presentatievormen zijn mogelijk. Zo kan bijvoorbeeld de populatieontwikkeling van een soort bij verschillende beleids-scenario's berekend worden indien er een (valide) populatie-model voor de soort ontwikkeld is. Een voorbeeld van een soort-analyse van dit type is gegeven in van Boven & Schobben (1993), waarbij gebruik werd gemaakt van een Leslie-matrix om de populatiedynamica te modelleren. Structuur-effecten van Vergiftiging kunnen dus in principe op verschillende wijzen via effecten op doel- of aandachtsoorten gepresenteerd worden. De grootste knelpunten worden daarbij

gevormd door het gebrek aan basis-gegevens over effecten bij de soorten zelf, en door het gebrek aan gevalideerde populatie-dynamische modellen van een voldoende aantal soorten.

Naast structurele effecten van Vergiftiging kan er in vervuilde lokaties sprake zijn van functionele effecten van Vergiftiging. Hiervoor is momenteel geen operationele techniek beschikbaar die in het thema-hoofdstuk gebruikt kan worden. Posthuma (in druk) heeft echter een voorstel gedaan om risicogrenzen voor stoffen in het veld te valideren via waarnemingen aan het optreden van tolerantie voor de stof in de lokale microbiële levensgemeenschap. Het principe van de methode is door Blanck *et al.* (1988) ontwikkeld, en wordt PICT genoemd. Dit is een acroniem voor Pollution Induced Community Tolerance, het verschijnsel dat een levensgemeenschap tolerantie voor een vergiftigende stof kan gaan vertonen door het verlies van gevoelige soorten, en het verlies van gevoelige individuen binnen soorten. Indien PICT wordt aangetoond duidt dit er, op een methodologisch sterke wijze, op dat er op de monsterlocatie daadwerkelijk sprake is van toxische effecten van een stof (zie Blanck *et al.*, 1988). Waarschijnlijk is de PICT-methode één van de snelst uitvoerbare methoden die toegepast zouden kunnen worden om effecten van stoffen op het niveau van levensgemeenschappen in veldsituaties aan te tonen.

PICT is aangetoond in zowel aquatische- als terrestrische systemen, met behulp van algen-respectievelijk microbiële levensgemeenschappen (zie referenties in Posthuma, in druk). Bij de ontwikkeling van PICT in terrestrische microbiële levensgemeenschappen blijkt functieverlies op te treden (Doelman *et al.*, 1994). Dit verschijnsel, gecombineerd met het feit dat het optreden van PICT in gemeenschappen van algen (water) en micro-organismen (land) snel optreedt, kan aanleiding zijn om de PICT-techniek verder te ontwikkelen voor toekomstig gebruik in het thema-hoofdstuk 'Vergiftiging'. Naast de betekenis van PICT voor de MV kan PICT ook een rol spelen bij de validatie van diverse effect-modellen. Hierbij speelt de 'hot spot'-kaart een vergelijkbare rol als bij de FU en pT kaart.

De genoemde (potentiële) onderdelen van het thema-hoofdstuk Vergiftiging zijn in verschillende stadia van ontwikkeling. Het is echter van belang om de onderlinge samenhang tussen de verschillende onderzoekslijnen te onderkennen. Voor de validatie van de in de MV gepresenteerde gegevens is de volledigheid van het geschetste raamwerk echter van groot belang.

Er kan echter nog opgemerkt worden dat de genoemde onderzoekslijnen voor een belangrijk deel bestaan uit modellen en geëxtrapoleerde gegevens, zowel wat betreft blootstelling als effect. De geëxtrapoleerde of gemodelleerde effecten van Vergiftiging op doel- of aandachtsoorten zouden getoetst dienen te worden met Vergiftigingsgegevens uit het veld. Met name blootstellingsgegevens zouden voor deze toetsing bruikbaar kunnen zijn. Hiervoor kan de opbouw van een databestand van lichaams- of orgaanconcentraties in verongelukte dieren van groot belang zijn. Dit databestand kan onder meer opgebouwd worden aan de hand van

concentratie metingen aan verkeersslachtoffers. Voor effect-analyse is een milieu-epidemiologische benadering noodzakelijk, waarbij echter de invloed Vergiftiging onderscheiden moet worden van de effecten van andere stress-factoren (signaal-ruis verhouding).

5.2.2. Bijdrage aan het MV-hoofdstuk Som-effecten op ecosystemen

Het hoofdstuk 'Som-effecten op ecosystemen' wordt vormgegeven via graadmeters voor het natuurlijk milieu (Latour *et al.*, 1993). Deze graadmeters zijn onderverdeeld in drie sectoren, te weten (1) kwantificering van som-effecten binnen de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), (2) kwantificering van som-effecten buiten de EHS, en (3) kwantificering van het relatieve belang van de verschillende milieuthema's.

(1) De beleidsdoelstellingen van de EHS zijn geformuleerd met behulp van natuurdoeltypen, aan de hand van het voorkomen van doelsoorten. Voor dit type graadmeter dienen daarom gegevens geleverd te worden omtrent concentratie-effect relaties van de gekozen doel- of aandachtsoorten, voor één of meer stoffen. Tevens is een randvoorwaarde dat de effectparameter gebruikt moet kunnen worden als parameter in het metapopulatiemodel. Meestal zal dit een effect op reproductie zijn. Hiervoor ontbreken direct toepasbare gegevens van de soorten zelf (zie Hoofdstuk 2). Door de beschreven extrapolatie-technieken (laboratorium-veld en soort-soort) verder te ontwikkelen kunnen de benodigde data voor een aantal soort-stof combinaties beschikbaar gemaakt worden. Het QSSR-onderzoek heeft aangetoond dat soort-soort extrapolatie betrouwbaarder is naarmate een stof een algemeen narcotiserende werking heeft. De onzekerheid bij specifiek werkende stoffen zal veel groter zijn. Het is dan ook wenselijk om een betrouwbaarheidsanalyse te geven bij de geleverde gegevens.

De problemen die voor de uitwerking van de metapopulatiemodellen te verwachten zijn hebben voornamelijk betrekking op de beperkte beschikbaarheid van toxiciteitsdata. Voor diverse soort-stof combinaties kan de afwezigheid van toxiciteitsdata, ook voor verwante soorten, een belemmering zijn om effecten te voorspellen. Daarnaast moet er een oplossing geformuleerd worden voor 'hot spots' waar meerdere toxische stoffen aanwezig zijn. Op dergelijke lokaties moet het effect van het mengsel van stoffen op de parameters van de metapopulatiemodellen gekwantificeerd worden.

(2) Voor de som-effecten buiten de EHS bestaat momenteel geen toetsbare natuur-beleidsdoelstelling. De bijdrage vanuit het thema Vergiftiging kan vormgegeven worden met behulp van de effect-variabelen die in 5.1. genoemd zijn. Voor deze keuze is afstemming met de bijdragen voor de andere thema's noodzakelijk.

(3) De kwantificering van het relatieve belang van het milieuthema Vergiftiging kan vormgegeven worden met behulp van de abiotische parameters (bijvoorbeeld: mate van normoverschrijding) en de parameters voor potentiële effecten (bijvoorbeeld 'FU') die in 5.1 genoemd zijn.

Een probleem voor de beide effect-parameters (zie onder 1 en 2 hierboven) kan zijn dat de effecten van stressoren uit de verschillende milieuthema's elkaar wederzijds kunnen beïnvloeden. Er is nog geen methode ontwikkeld waarbij de invloed van andere stress-factoren op de effecten van Vergiftiging voorspeld kunnen worden.

Het gebruik van dezelfde gegevens die noodzakelijk zijn om het thema-hoofdstuk in te vullen voor de verschillende sectoren van de ecosysteemgraadmeters bevordert de samenhang tussen het thema-hoofdstuk en het hoofdstuk over som-effecten.

5.3. Conclusies en aanbevelingen

1. De beschikbaarheid van toxiciteitsgegevens voor de evaluatie van vergiftigings-effecten in de natuur op doel- of aandachtsoorten is gering, en maakt laboratorium-veld en soort-soort extrapolaties noodzakelijk. Voor de daadwerkelijke productie van indicatoren van ecosysteem-effecten van vergiftiging is het noodzakelijk om van de soorten die voor de indicatoren gebruikt gaan worden ecologische en ecotoxicologische gegevensbestanden op te bouwen ('factsheets'). De data die op de factsheets verzameld worden moeten zowel extrapolatie-methodieken als populatie-dynamische modellering mogelijk maken. In de factsheets moet onderscheid gemaakt worden tussen originele data betreffende de doel- of aandachtsoort en geëxtrapoleerde data. Voor een aantal soortgroepen is de basis voor de factsheets inmiddels aanwezig (i.c. vogels en zoogdieren). Voor andere groepen (o.a. reptielen, amfibieën en insecten) moet aan de aanleg van databestanden begonnen worden als soorten uit deze groepen in de ecosysteemgraadmeters gebruikt gaan worden.
2. Er zijn diverse onderzoekslijnen geanalyseerd die, in hun onderlinge samenhang, direct bij kunnen dragen aan indicatoren die het thema-hoofdstuk over Verspreiding geplaatst kunnen worden, namelijk
 - (a) laboratorium-veld extrapolatiemethodieken
 - (b) soort-soort extrapolatie-methodieken (QSSR's)
 - (c) ecosysteem-modellering volgens CATS
 - (d) multiple-stress metapopulatiemodellering (METAPHOR+ methode, IBN-DLO)
 - (e) FU (Fraction of species Unprotected)

Het onderzoek in deze lijnen kan op een termijn van enkele jaren resulteren in een gestandaardiseerde methode voor de productie van graadmeters voor milieuverkenningen; op korte termijn (binnen een jaar) kunnen de methoden met een beperkt aantal soorten, of

voor een beperkt aantal typen gebieden, toegepast worden. Op korte termijn moet de bruikbaarheid dan ook in de praktijk met een beperkte doelstelling getoetst worden. Dit betekent dat de bruikbaarheid van de methoden in 1996 getoetst moet worden, resulterend in bruikbare graadmeters voor de MV97.

Naast deze in detail geanalyseerde methoden worden ook andere onderzoekslijnen genoemd die bij moeten dragen aan de presentatie van milieu-effecten van stoffen in de MV's, namelijk:

- (f) pT-onderzoek (potentiële toxiciteit van milieumonsters)
- (g) PICT (Pollution Induced Community Tolerance) onderzoek.

Deze lijnen van onderzoek zijn met name genoemd in verband met de validatie van de resultaten van de onderzoekslijnen (a) tot en met (e).

3. Het is noodzakelijk om, met name voor het hoofdstuk 'som-effecten' de gesuggereerde indicatoren af te stemmen met de bijdragen vanuit de overige thema's.
4. Het verdient aanbeveling om in de toekomst bij de extrapolaties en populatie-dynamische analyses onzekerheden te kwantificeren, aangezien de onzekerheid afhankelijk van het type stof en de beschikbare ecologische- en toxicologische gegevens sterk kan verschillen.
5. Fijne afstemming van de bovengenoemde methoden moet worden nagestreefd; hiertoe wordt in het najaar van 1995 een plan van aanpak gemaakt, waarbij zowel de korte termijn-doelstelling (operationeel maken van de methoden met beperkte doelstelling) als lange-termijn doelstellingen (bruikbaar maken van de methodes voor regelmatige productie graadmeters, en afstemming met andere graadmeters voor de milieuverkenningen) verwerkt worden. De verbanden met de onderzoekslijnen die bij de validatie van effect-graadmeters een rol spelen moeten daarbij ook zichtbaar blijven.

6. BEGRIPPENLIJST

<i>Aandachtssoorten (NBP)</i>	In het Natuurbeleidsplan aangekondigde lijst van soorten, die samengesteld is uit diverse documenten, voor het merendeel officieuze rode lijsten. De indelingscriteria zijn weinig inzichtelijk en niet onderling consistent. Bij de realisering van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) van Nederland worden lijsten van <i>Doelsoorten</i> gebruikt, en wordt het begrip aandachtsoort (NBP) dus niet gebruikt. Bron: Jansen <i>et al.</i> , 1993
<i>Aandachtssoorten (MV)</i>	Soorten die buiten de EHS voorkomen, maar gebruikt kunnen worden voor de opstelling van ecosysteemgraadmeters. Deze soorten moeten op zich een beleidsdoel zijn (bescherming), of ze zijn <i>Indicatorsoort</i> . Bron: Latour <i>et al.</i> , 1993.
<i>Doelsoort</i>	In internationaal en/of nationaal opzicht belangrijke soort, die gebruikt wordt als toetssteen voor een natuurdoeltype. Bron: Jansen <i>et al.</i> 1993.
<i>Doelvariabele</i>	Variabele die gekwantificeerd kan worden voor beleidsdoeleinden; begrip uit de Watersysteemverkenningen (WSV). Er zijn verschillende typen doelvariabelen, te weten gebruikssectoren, emissies, fysica, chemie en biologie; een aquatische <i>doelsoort</i> (in MV-termen) kan dus een biologische doelvariabele zijn, indien de soort dus zowel gebruikt wordt in MV als in WSV.
<i>EC50</i>	'Effect Concentration for 50 percent reduced performance', een ecotoxicologische parameter, de concentratie van een stof die een prestatievermindering veroorzaakt bij een bepaald kenmerk, zoals reproductie.
<i>Ecosysteemgraadmeter</i>	Voorgenomen presentatie in de <i>MV</i> van geaggregeerde gegevens van abiotische en biotische aard over de huidige situatie van de ecosystemen in een <i>Fysisch-geografische regio</i> , en over de voorspelde som-effecten op ecosystemen van de gelijktijdige milieudruk door diverse stress-factoren, bij twee scenario's. Bron: ten Brink & van den Berg, 1995.
<i>Ecologische Hoofdstructuur</i>	Ecologische Hoofdstructuur van Nederland, zoals voorgesteld in het Natuurbeleidsplan. Bron: Jansen <i>et al.</i> , 1993.
<i>EHS</i>	zie: Ecologische Hoofdstructuur
<i>FGR</i>	zie: <i>Fysisch-geografische regio</i>

<i>Fysisch-geografische regio</i>	Regio-indeling van Nederland in eenheden die gekenmerkt worden door een min of meer homogene set van standplaatsfactoren kent (o.a. klimaat, reliëf, substraat). Bron: Jansen <i>et al.</i> , 1993 uit: Natuurbeleidsplan.
<i>GIS</i>	Geografisch Informatie Systeem
<i>Graadmeter</i>	De voor <i>MV</i> gekozen term voor de eenheid waarin de toestand van het milieu kan worden uitgedrukt en waarvoor de overheid een beleidsdoel heeft gesteld of in de toekomst wenselijk acht. Ze kunnen: zowel enkelvoudig (bijv. 1 stof), samengesteld (bijv. meerdere stoffen) als dimensieloos (index) zijn; ze kunnen een laag of hoog ruimtelijk (soort, natuurdoeltype, Nederland) en temporeel aggregatieniveau hebben. Bron: ten Brink & van den Berg, 1995a.
<i>Hoofdgroep</i>	Groep van <i>Natuurdoeltypen</i> die op basis van vier natuurbeheersstrategieën onderscheiden worden. Bron: Jansen <i>et al.</i> , 1993) (De hoofdgroepen zijn: nagenoeg-natuurlijk; begeleid-natuurlijk; half-natuurlijk; en multifunctionele eenheid).
<i>Indicatorsoort</i>	Soort waaraan, via de ontwikkeling van de populatie, wordt afgelezen of het <i>Natuurdoeltype</i> waarin de soort voorkomt zich in de gewenste richting ontwikkelt. Bron: Jansen <i>et al.</i> , 1993.
<i>Metapopulatiemodel</i>	Populatiemodel dat rekening houdt met de opdeling van de populatie van een soort in deel-populaties waartussen uitwisseling van individuen bestaat. Met het model kunnen voorspellingen gemaakt worden over de toekomstige populatieontwikkeling, op basis van mechanistische simulaties. Een metapopulatiemodel van een soort omvat beschrijvingen en parametriseringen van ruimtelijke verdeling van het habitat, reproductie, sterfte, dispersie. Bron: zie Verboom <i>et al.</i> , in druk.
<i>MV</i>	zie: <i>Milieuverkenning</i>
<i>Milieuverkenning</i>	Een geactualiseerd beeld van de doorwerkingen van het beleid op langere termijn en verkenning van de alternatieve oplossingsrichtingen (scenario's), ter ondersteuning van het Nationaal MilieubeleidsPlan (NMP), vierjaarlijks uit te geven door het RIVM, te beginnen in 1997. Bron: ten Brink & van den Berg, 1995a.
<i>Nationale graadmeter</i>	(Nationale graadmeter voor het natuurlijk milieu) Overzicht van de onderliggende <i>Ecosysteemgraadmeters</i> die als indicatie kan

dienen voor de status van de ecosystemen in Nederland. De Nationale graadmeter is in ontwikkeling. Bron: Latour *et al.*, 1993.

Natuurdoeltype

Een kenmerkend en samenhangend geheel van vegetatie, flora en fauna welke tot ontwikkeling komt onder specifieke milieucondities en dankzij bepaalde inrichtings- en beheersmaatregelen. Bron: Jansen *et al.*, 1993 uit: Meerjarenplan Natuur en Landschap '92 - '96.

of:

Een nagestreefde combinatie van abiotische en biotische kenmerken op een bepaalde ruimtelijke schaal. Bron: Jansen *et al.*, 1993.

(Er zijn 4 categorieën of *Hoofdgroepen*, en er worden er meer dan 100 onderscheiden, verdeeld over de 9 *Fysisch-geografische regio's* van Nederland).

NOEC

No Observed Effect Concentration, een ecotoxicologische parameter, de hoogste concentratie van een stof waarbij in een toxiciteits-experiment nog geen prestatievermindering veroorzaakt wordt bij een bepaald kenmerk, zoals reproductie.

Procesparameter

Parameter waaraan wordt afgelezen of het natuurdoeltype zich in de gewenste richting ontwikkelt, aan de hand van abiotische condities en ecologische processen. De populatieontwikkeling van een *Indicatorsoort* kan optreden als procesparameter. Bron: Jansen *et al.*, 1993.

QSSR

Via Quantitative Species Sensitivity Relationships is het mogelijk om de gevoeligheid van een soort voor een stof af te leiden van de gevoeligheid van andere soorten, indien er een relatie aangetoond is tussen de gevoeligheden van verschillende soorten. Bron: zie o.a Vaal *et al.*, 1994.

Scenario

Een combinatie van verwachte economische ontwikkeling en een specifiek pakket milieumaatregelen. De hier bedoelde scenario's worden opgesteld op basis van economische scenario's van het Centraal Planbureau. Bron: ten Brink & van den Berg, 1995a.

7. LITERATUUR

- Aldenberg, T. & W. Slob (1993) Confidence limits for hazardous concentrations based on logistically distributed NOEC toxicity data. *Ecotoxicol. Environ. Safety* 25: 48-63.
- Alkemade, J.R.M. van & M.L.P. van Esbroek (1994) Naar een effecten voorspellingsmodel voor de bodemfauna: BOEF. MOVE-BOdEmFauna versie 1. RIVM-rapportnr. 712901001.
- Anoniem (1981a): Effects of SO₂ and its derivatives on health and ecology. Volume 1: Human health. Report of a working group sponsored by the International Electric Research Exchange. KEMA, Arnhem.
- Anoniem (1981b): Effects of SO₂ and its derivatives on health and ecology. Volume 2: Natural ecosystems, agriculture, forestry, and fisheries. Report of a working group sponsored by the International Electric Research Exchange. KEMA, Arnhem.
- Anoniem (1992): National Environmental Outlook 1990-2010. RIVM, Bilthoven.
- Blanc M., P. Banarescu, J.L. Gaudet & J.C. Hureau (1971): European inland water fish. FAO London.
- Blanck, H., S.-Å Wängberg & S. Molander (1988) Pollution-induced community tolerance - A new ecotoxicological tool. In: *Special Technical Publication 988*, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, U.S.A.
- Boven, R.M. van & J.H.M. Schobben (1993) Risico-analyse voor een indicator-soort van het zeemilieu. De populatiedynamica van de grote stern in Nederland. Rapport DGW-93.006.
- Brink, B.J.E. ten & R. van den Berg (1995a) Ontwerp Milieubalans en milieuverkenning. Van globale visie naar concreet ontwerp. RIVM-rapportnr. 482516001/definitieve versie.
- Brink, B.J.E. ten & R. van den Berg (1995b) Ontwerp Milieubalans en milieuverkenning. Van globale visie naar concreet ontwerp. Bijlage 4: Dummy MV97/MVx. Behorende bij RIVM-rapportnr. 482516001/definitieve versie.
- Cihar, J. & J. Maly (1981) Zoetwatervissengids. La Rivière & Voorhoeve, Zwolle.
- Corbet, G.B. & H.N. Southern (1977) The handbook of British mammals, 2nd edition, Blackwell, Oxford, UK.
- Dobson, S. & G.J. Van Esch (1993) Polychlorinated biphenyls and terphenyls (second edition). IPCS Environmental Health Criteria 140. WHO, Genève.
- Doelman, P., E. Jansen, M. Michels & M. van Til (1994) Effects of heavy metals on microbial diversity and activity as shown by the sensitivity-resistance index, an ecologically relevant parameter. *Biol. Fertil. Soils* 17: 177-84.
- Elbers, M.A. & P.E.T. Douben (1993) Effecten van stoffen op de Nederlandse natuur: een inventarisatie. IBN-rapport 005.
- Elbers, M.A. & T.P. Traas (1993) BIOMAG: risico-analyse van bodemverontreiniging voor terrestrische vertebraten. CML report 93, Centrum voor Milieukunde, Rijksuniversiteit Leiden.

- Everts, J.W., R. Luttik, S. Lacorte & J.H. Schobben (1993) Bioaccumulation and risk assessment. *The Science of the Total Environment, Supplement 1993*: 1779-1782.
- George, D. & J. George (1980) *Leven onder de zeespiegel, encyclopedie van ongewervelde zeedieren*. Zuidgroep BV uitgevers, Den Haag.
- Gorree, M. & Tamis, W. (1993) BIOMAG-2: Aanpassing en evaluatie van een model voor biomagnificatie in terrestrische voedselketens. CML-report 97. Centrum voor Milieukunde, Rijksuniversiteit Leiden.
- Hobbs, S.J., P.D. Howe & S. Dobson (1993) Environmental hazard assessment: pentachlorophenol. Toxic Substances Division, Directorate for Air, Climate and Toxic Substances, Dept. of the Environment, Garston, Watford, UK.
- Hoek, W.F. van der & Verdonchot, P.F.M. (1994) Functionele karakterisering van aquatische ecotooptypen. IBN-DLO rapport 072.
- Hoekstra, J.A., M.A. Vaal, Notenboom, J. & Slooff, W. (1994) Variation in the sensitivity of 4 aquatic species to toxicants. *Bull. Env. Cont. Toxicol.* 53: 98-105.
- Jansen, S.R.J., D. Bal, H.M. Beije, R. During, Y.R. Hoogeveen & R.W. Uytterlinde (1993) Ontwerp-nota ecosysteemvisies EHS. Kwaliteiten en prioriteiten in de ecologische hoofdstructuur van Nederland. Werkdocument IKC-NBLF nr. 48.
- Jongbloed, R.H., J. Pijnenburg, B.J.W.G, Mensink, T.P. Traas & R. Luttik (1994) A model for environmental risk-assessment and standard setting based on biomagnification. Toppredators in terrestrial ecosystems. RIVM-report 719101012.
- Josse, W. & R. Terveer (1993) Geactualiseerd overzicht stand van zaken t.a.v. monitoring doelvariabelen. Memo M-WSV93.154, 27 september 1993, RIZA, Lelystad.
- Knaap, A.G.A.C., J.H. Canton, H.C.M. Mulder, H.C.M. Vink, F. de Vrijer & R.A. Woutersen (1988) Appendix to report nr. 758476003, Integrated criteria document benzene: effects. RIVM.
- Latour, J. & R. Reiling (1991) On the Move: concept voor een nationaal effecten model voor de vegetatie (MOVE). RIVM rapport nr. 711901003.
- Latour, J. & R. Reiling (1993) A multiple stress model for the vegetation ("move"): a tool for scenario studies and standard setting. *Sci. Tot. Environ. Suppl.* 1993: 1513-1526.
- Latour, J.B., D. Bal, R. Reiling, G.W. Lammers & R.J. Bink (1993) Naar een nationale graadmeter voor het natuurlijk milieu. IKC-NBLF werkdocument 28; RIVM-rapport nr. 711901008.
- Luttik, R., T.P. Traas & J. de Greef (1992) Incorporation of biomagnification in procedures for environmental risk assessment and standard setting. RIVM-report 719101005.
- Luttik, R. (1993) Environmental hazard/risk assessment of pesticides used in agriculture for birds and mammals. The Dutch concept. Part 2. Avian food avoidance behaviour. RIVM-report 679102019.

- Meijden, R. van der (1990) Heukels' flora van Nederland, 21e druk, Wolter-Noordhof, Groningen.
- Mol, A.W.M. (1984) Limnofauna Neerlandica; een lijst van meercellige ongewervelde dieren, aangetroffen in de binnenwateren van Nederland. Stichting European Invertebrates Survey, Leiden.
- Montizaan, G.K. & C.A. van der Heijden (1989) Appendix to report nr. 758473013, Integrated criteria document asbestos: effects. RIVM.
- Montizaan, G.K., P.G.N. Kramers, J.A. Janus & R. Posthumus (1989) Appendix to report no. 75874011, Integrated criteria document PAH: effects of 10 selected compounds. RIVM.
- Moore, D.R.J. & S.L. Walker (1991) Canadian water quality guidelines for polychlorinated biphenyls in coastal and estuarine waters. Scientific Series no. 186, Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa, Ontario.
- Muus, B.J. (1966) Zeevissengids. Elsevier, Amsterdam.
- Muus, B.J. & P. Dahlstrøm (1968): Zoetwatervissengids. Elsevier, Amsterdam.
- Parkerton, T.F. (1992) Experimental studies on the toxicokinetics of hydrophobic contaminants in freshwater snail, *Physa*. In: Estimating toxicokinetic parameters for modeling the bioaccumulation of non-ionized chemicals in aquatic organisms. Dissertation.
- Posthuma, L. (in druk) Effects of toxicants on population and community parameters in field conditions, and their potential use in the validation of risk assessment methods. In: van Straalen, N.M. & H. Løkke (Eds.), Ecological principles for risk assessment of contaminants in soil.
- Romijn, C.A.F.M., R. Luttik, D. v.d. Meent, W. Slooff & J.H. Canton (1993) Presentation of a general algorithm to include effect assessment on secondary poisoning in the derivation of environmental quality criteria. Part 1. Aquatic food chains. Ecotoxicol. Environ. Safety, 26: 61-85.
- Romijn, C.A.F.M., R. Luttik & J.H. Canton (1994) Presentation of a general algorithm to include effect assessment on secondary poisoning in the derivation of environmental quality criteria. Part 2. Terrestrial food chains. Ecotoxicol. Environ. Safety, 27: 107-127.
- Runhaar, H. & F. Klijn (1993) Aanzet tot een aquatische ecoserie-indeling. CML report 98.
- Slooff, W. (1992) RIVM guidance document, Ecotoxicological effect assessment: deriving maximum tolerable concentrations (MTC) from single-species toxicity data. RIVM-rapport 719102018, pp 49.
- Slooff, W. (1994) Definitierapport Stofkeuze voor het thema Verspreiding in de Milieubalans/Milieuverkenning. RIVM-rapport nr. 482516002.
- Slooff, W., R.M. van Aalst, E. Heijna-Merkus & R. Thomas (1989) Integrated criteria document ozone. RIVM- Report no. 758474008.

- Snoo, G.R. de & K.J. Canters (1987) Neveneffecten van bestrijdingsmiddelen op terrestrische vertebraten. Deel I Inventarisatie van de bestaande kennis & lacunes en aanbevelingen voor onderzoek. CML Mededelingen 35a, Leiden.
- Straalen, N.M. van & C.A.J. Denneman (1989) Ecotoxicological evaluation of soil quality criteria. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 18: 241-251.
- Straalen, N.M. van (1994) Strategisch Onderzoek Systemecologie en -Toxicologie. In: Project Ecologische Inpasbaarheid van het Omgaan met stoffen: Conclusies en Samenvattingen van het PEIS-Beleidsymposium, 9 dec. 1993, G. Hekstra, red., VROM, Den Haag.
- Traas, T.P. & T. Aldenberg (1992) Cats-1: a model for predicting contaminant accumulation in a meadow ecosystem. The case of cadmium. RIVM-rapport nr. 719103001.
- Traas, T.P., Kramer, P.R.G., Aldenberg, T., & Hart, M.J. 't (1994) CATS-2: een model ter voorspelling van accumulatie van microverontreinigingen in sedimentatiegebieden van rivieren. RIVM-rapport nr. 719102032.
- Traas, T.P., Stäb, J.A., Kramer, P.R.G., Cofino, W.P., Aldenberg, T. (1995a) Food web study of organotin compounds in lake Westeinder (Part 2): modelling of tributyltin accumulation and risk assessment. In: Organotin compounds in the aquatic environment: Determination, occurrence and fate, p. 157-183. Academisch proefschrift VU, Amsterdam.
- Traas, T.P., Aldenberg, T., Janse, J.H., Brock, T.C.M., Roghair, C.J. (1995b) Hazardous concentrations for ecosystems: calculation and validation with CATS models. RIVM rapport 719102037 (in prep).
- Traas, T.P., Aldenberg, T., Kramer, P.R.G., Hart, M.J. 't (1995) Application of CATS models for regional risk-assessment of toxicants. RIVM rapport 719102038 in prep.
- US-EPA (1993) AQUIRE, Duluth, MN, version 4 april 1993.
- Vaal, M.A., J.T. van der Wal & J.A. Hoekstra (1994) Ordering aquatic species by their sensitivity to chemical compounds: a principal component analysis of acute toxicity data. RIVM rapportnr 719102028, Bilthoven.
- Vaal, M.A. & Hoekstra, J.A. (1995) Soorten onder druk van chemische stoffen. RIVM-rapportnr. 719102035.
- Verdonschot, P.F.M., Runhaar, J., Hoek, W.F. van der, Bok, C.F.M. de, & Specken B.P.M. (1992) Aanzet tot een ecologische indeling van oppervlaktewateren in Nederland. IBN, RIN rapport 92-1.
- Verboom, J., J. Faber, J. Kalkhoven, J. Latour, P. Opdam & L. Posthuma (in druk) Milieuverkenningen en fauna. Naar multiple-stress modellen voor de fauna. IBN-DLO/ RIVM.
- Voous, K.H. (1977) List of recent holarctic bird species. Academic Press, Londen.
- Waltmans, M., H. van Waveren & H. Luiten (1994) Watersysteemverkenningen 1996. Modellen voor waterbeleid. RIZA Werkdocument 94.129X, RIKZ werkdocument 94.037.

Appendix 1. Doelsoorten waarvoor toxiciteitsgegevens beschikbaar zijn. De getallen geven de grootteorde van de gevoeligheid aan, als $-\log(\text{concentratie})$; in water in g/l, in voer in g/kg of in lucht in g/m^3 . De tabel is een samenvatting van de gegevens uit het aparte bijlagenkatern, bijlage 1.

Stof	Doel- of aandachtsoort	Acuut		Chronisch	
		EC	NOEC	EC	NOEC
Ammoniak	<i>Agonus cataphractus</i>	2			
	<i>Chara sp.</i>	3			
	<i>Chara vulgaris</i>		2		
	<i>Crangon crangon</i>	2			
	<i>Esox lucius</i>	4			
	<i>Mytilus edulis</i>	4			
	<i>Psetta maxima</i>	4			
	<i>Rutilus rutilus</i>	4			
	<i>Salmo salar</i>		5		
	<i>Salmo trutta</i>	4			
	<i>Tubifex tubifex</i>	3			
Benzeen	<i>Clupea harengus</i>	2			
	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	2			
	<i>Mytilus edulis</i>	2			
	<i>Leuciscus idus</i>	2			
	<i>Salmo trutta</i>	2			
Cadmium	<i>Agonus cataphractus</i>	2			
	<i>Asterias rubens</i>	4		5	
	<i>Clupea harengus</i>	3		3	4
	<i>Crangon crangon</i>	4			
	<i>Dreissena polymorpha</i>			4	
	<i>Esox lucius</i>				3
	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	2			
	<i>Hydropsyche augustipennis</i>	3			
	<i>Leuciscus idus</i>	6			
	<i>Limanda limanda</i>			5	
	<i>Macoma balthica</i>	3			
	<i>Mytilus edulis</i>	3			
	<i>Noemachellus barbatulus</i>	3		6	
	<i>Salmo salar</i>	3		4	
	<i>Salmo trutta</i>				3
	<i>Tinca tinca</i>	2			
<i>Tubifex tubifex</i>	4				
<i>Unio pictorum</i>			5		
Chloorbenzenen	<i>Leuciscus idus</i>	6			
Chroom	<i>Agonus cataphractus</i>	2			
	<i>Chelon labrosus</i>	3			
	<i>Crangon crangon</i>	1			
	<i>Esox lucius</i>			4	
	<i>Gasterosteus aculeatus</i>				3
	<i>Leuciscus idus</i>	2			
	<i>Limanda limanda</i>	2			
	<i>Macoma balthica</i>	2		2	
	<i>Mytilus edulis</i>	3			
	<i>Nereis diversicolor</i>	2		3	
	<i>Pleuronectes platessa</i>			5	
	<i>Rutilus rutilus</i>				3
	<i>Rhithropanopaeus harrisii</i>	1			
	<i>Salmo salar</i>			4	

Stof	Doel- of aandachtsoort	Acuut		Chronisch	
		EC	NOEC	EC	NOEC
Chroom (vervolg)	<i>Salmo trutta</i>	2			
	<i>Tubifex tubifex</i>	2			
Dioxine (2,3,7,8 TCDD)	<i>Esox lucius</i>	1	0		
Fluoriden	<i>Cancer pagurus</i>				2
	<i>Mytilus edulis</i>				2
	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	1			
	<i>Salmo trutta</i>	1			
Ftalaatesters	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	3		3	
	<i>Leuciscus idus</i>	5			
	<i>Tubifex tubifex</i>	1			
Koper	<i>Agonus cataphractus</i>	4			
	<i>Cerastoderma edule</i>	3			
	<i>Chelon labrosus</i>	3			
	<i>Clupea harengus</i>	4			
	<i>Crangon crangon</i>	4			
	<i>Esox lucius</i>				5
	<i>Limanda limanda</i>	5			
	<i>Macoma balthica</i>	3			
	<i>Mytilus edulis</i>	6			6
	<i>Nereis diversicolor</i>	4			4
	<i>Noemachellus barbatulus</i>	5			
	<i>Perca fluviatilis</i>	5			
	<i>Rutilus rutilus</i>	3			
	<i>Salmo salar</i>	4			
	<i>Salmo trutta</i>				5
<i>Stizostedion lucioperca</i>	3				
<i>Tubifex tubifex</i>	4				
Kwik	<i>Cerastoderma edule</i>	3			
	<i>Chara vulgaris</i>		5		
	<i>Cladophora glomerata</i>		4		
	<i>Cladophora sp.</i>	3			
	<i>Crangon crangon</i>	4			
	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	6			
	<i>Lutra lutra</i>			3	
	<i>Mytilus edulis</i>				7
	<i>Pleuronectes platessa</i>	4			
	<i>Salmo trutta</i>	3			(org. Hg)
Lindaan	<i>Cerastoderma edule</i>	2			
	<i>Crangon crangon</i>	6			
	<i>Leuciscus idus</i>	5			
	<i>Rutilus rutilus</i>	5			
	<i>Salmo salar</i>	5			
	<i>Salmo trutta</i>	5			
Lood	<i>Chara vulgaris</i>				3
	<i>Chelon labrosus</i>	3			
	<i>Cladophora glomerata</i>	3			
	<i>Cladophora sp.</i>	3			
	<i>Crangon crangon</i>	4			
	<i>Escherichia coli</i>				4
	<i>Esox lucius</i>				4
	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	7		7	
	<i>Hydropsyche bettini</i>			2	
	<i>Mytilus edulis</i>	4		3	
	<i>Pleuronectes platessa</i>	4			
<i>Salmo salar</i>				5	

Stof	Doel- of aandachtsoort	Acuut		Chronisch		
		EC	NOEC	EC	NOEC	
Lood (vervolg)	<i>Tinca tinca</i>	2				
	<i>Tubifex tubifex</i>	2				
Nikkel	<i>Cerastoderma edule</i>	2				
	<i>Chelon labrosus</i>	1				
	<i>Crangon crangon</i>	1				
	<i>Escherichia coli</i>		3			
	<i>Macoma balthica</i>	2				
	<i>Mytilus edulis</i>	4				
	<i>Rutilus rutilus</i>	1				
	<i>Salmo salar</i>	2		3		
	<i>Salmo trutta</i>	1				
	<i>Tinca tinca</i>	2				
Nitraat	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	1				
	<i>Perca fluviatilis</i>			4		
	<i>Tinca tinca</i>			3		
PAKs	Naftaleen	<i>Gadus morhua</i>	3			
		<i>Mytilus edulis</i>	0			
		<i>Rhithropanopaeus harrissii</i>				4
	Anthraceen	<i>Salmo trutta</i>	3			
		<i>Mytilus edulis</i>	0			
	Benzo(a)pyreen	<i>Geen gegevens</i>				
	Overige PAKs	<i>Mytilus edulis</i>	4			
<i>Rhithropanopaeus harrissii</i>		4				
PCB's	<i>Agonus cataphractus</i>	5				
	<i>Cerastoderma edule</i>	2				
	<i>Chelon labrosus</i>	2				
	<i>Crangon crangon</i>	3				
	<i>Escherichia coli</i>	2				
	<i>Mytilus edulis</i>	3				
	<i>Phoca vitulina</i>			5	6	
	<i>Salmo salar</i>	4				
	<i>Salmo trutta</i>	4				
PCP	<i>Crangon crangon</i>	4				
	<i>Esox lucius</i>	5				
	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	4				
	<i>Leuciscus idus</i>	4				
	<i>Rutilus rutilus</i>	5				
	<i>Salmo salar</i>	5				
	<i>Salmo trutta</i>	4				
	<i>Tubifex tubifex</i>	4				
Zink	<i>Cerastoderma edule</i>	1				
	<i>Chelon labrosus</i>	2				
	<i>Cladophora glomerata</i>		4		5	
	<i>Cladophora sp.</i>	4				
	<i>Crangon crangon</i>	3				
	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	6				
	<i>Macoma balthica</i>	2				
	<i>Mytilus edulis</i>	5				
	<i>Noemachellus barbatulus</i>	4				
	<i>Pleuronectes platessa</i>			5		
	<i>Psetta maxima</i>			3		
	<i>Salmo salar</i>	4		4		
<i>Salmo trutta</i>			6			
<i>Tubifex tubifex</i>	3					

Appendix 2. Doelsoorten waarvoor toxicologische gegevens beschikbaar zijn voor tenminste 1 van de stoffen van de MV-stoffenlijst van Slooff (1994).

Soortnaam	Nederlandse naam
<i>Agonus cataphractus</i>	harnasmannetje
<i>Asterias rubens</i>	gewone zeester
<i>Cancer pagurus</i>	Noordzeekrab
<i>Cerastoderma edule</i>	kokkel
<i>Chara sp.</i>	kranswier
<i>Chara vulgaris</i>	kranswier
<i>Chelon labrosus</i>	diklipharder
<i>Cladophora glomerata</i>	blaaswier
<i>Cladophora sp.</i>	blaaswier
<i>Crangon crangon</i>	garnaal
<i>Dreissena polymorpha</i>	driehoeksmossel
<i>Esox lucius</i>	snoek
<i>Gadus morhua</i>	kabeljauw
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	stekelbaars
<i>Hydropsyche augustipennis</i>	kokerjuffer
<i>Hydropsyche bettini</i>	kokerjuffer
<i>Leuciscus idus</i>	winde
<i>Limanda limanda</i>	schar
<i>Lutra lutra</i>	otter
<i>Macoma balthica</i>	nonnetje
<i>Mytilus edulis</i>	mossel
<i>Nereis diversicolor</i>	zeeduizendpoot
<i>Noemachellus barbatulus</i>	bermpje
<i>Perca fluviatilis</i>	baars
<i>Phoca vitulina</i>	zeehond
<i>Pleuronectes platessa</i>	schol
<i>Psetta maxima</i>	tarbot
<i>Rhithropanopaeus harrisii</i>	Zuiderzeekrabbetje
<i>Rutilus rutilus</i>	blankvoorn
<i>Salmo salar</i>	zalm
<i>Salmo trutta</i>	zeeforel
<i>Stizostedion lucioperca</i>	snoekbaars
<i>Tinca tinca</i>	zeelt
<i>Tubifex tubifex</i>	worm
<i>Unio pictorum</i>	schildersmossel

RIJKSINSTITUUT VOOR
VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIËNE
BILTHOVEN

Bijlagekatern behorend bij Rapport nr. 719102047
**Originele data toxicologische gegevens bij rapport:
'Methoden voor de extrapolatie van toxiciteits-
gegevens uit laboratorium-studies naar doel- of
aandachtsoorten'**

L. Posthuma, T. Aldenberg, R. Luttik, T. P. Traas,
M.A. Vaal, A. Willemsen Augustus 1995

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht en ten laste van DGM, Directie SVS en Directie Bodem.

Rijksinstituut voor de Volksgezondheid en de Milieuhygiëne, Postbus 1, 3720 BA Bilthoven,
tel. 030-749111, fax 030-742971

Verzendlijst

- 1 Directoraat-Generaal voor Milieubeheer, Directie Stoffen, Veiligheid en Straling
- 2 Directoraat-Generaal voor Milieubeheer, Directie Bodem
- 3 Plv. Directeur-Generaal Milieubeheer, Dr. Ir. B.C.J. Zoeteman
- 4 Depot Nederlandse Publikaties en Nederlandse Bibliografie
- 5 Directie Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
- 6 t/m 11 Auteurs
- 12 SBD/Voorlichting & Public Relations
- 13 Bureau Rapportenregistratie
- 14 t/m 15 Bibliotheek RIVM
- 16 Depot ECO/LWD
- 17 t/m 20 Reserve-exemplaren

Voorwoord

Dit bijlagenkatern is in een beperkter oplage dan het hoofdrapport gedrukt, aangezien de erin vermelde data een tijdelijk en verkennend karakter hebben. Het bijlagenkatern kan, op diskette, aangevraagd worden bij het Laboratorium voor Ecotoxicologie van het RIVM, onder vermelding van het rapportnummer. De diskette bevat een MS-WORD file.

Inhoudsopgave

Verzendlijst	2
Voorwoord	2
Inhoudsopgave	3
Beschrijving inhoud bijlagen	4
Bijlage 1. Overzicht van toxiciteitsgegevens per stof	5
Bijlage 2. Taxonomie	59
Bijlage 3. Taxonomische integratie van toxiciteitsgegevens	74

Beschrijving inhoud bijlagen

Deze bijlagen behoren bij het rapport 'Verkenning van de mogelijkheden tot extrapolatie van toxiciteitsgegevens uit laboratorium-studies naar doel- of aandachtsoorten' (RIVM-rapportnr. 719102047, 1995). In dat rapport staat op welke wijze de gegevens verkregen en verwerkt zijn.

Bijlage 1: Overzicht van toxiciteitsgegevens per stof.

Soorten waarvoor toxiciteitsgegevens gevonden zijn na een beperkte literatuurrecherche in diverse geaggregeerde bronnen. De getallen geven de ordegrrootte van de gevoeligheid aan als - log (concentratie); in water in g/l, in voer of grond in g/kg, of in lucht in g/m³. De aanwezigheid van een waarde bij een soort duidt op de vermoedelijke aanwezigheid van een concentratie-effectrelatie in de oorspronkelijke literatuurbronnen. Zoogdieren en vogels zijn in de regel via het voer blootgesteld, bodemorganismen via de grond, planten via de lucht. Afwijkende routes of doseringen worden vermeld. Amfibieën en insecten zijn getest als larven. De indeling in acuut en chronisch, en in EC of NOEC staat beschreven in het rapport.

Bijlage 2: Taxonomie.

Taxonomie van soorten waarvoor gegevens zijn, voor zover van belang voor MB/MV:

- **vet:** lijst IBN
- onderstreept: lijst RIZA
- *cursief:* lijst WSV
- (tussen haakjes): op lijst maar geen gegevens.

Doelsoorten zijn niet in alle groepen aangegeven. Voor sommige soorten werd de taxonomische indeling niet gevonden in de in het rapport genoemde literatuur-bronnen; deze soorten zijn ingedeeld als 'onbekend'.

Bijlage 3: Taxonomische integratie van toxiciteitsgegevens

Taxonomische ordening van Bijlage 1, met aanduiding of de soorten doel- of aandachtsoorten zijn (**) of uit hetzelfde genus als een doel- of aandachtssort zijn (*). Overige betekenissen als in Bijlage 1.

Akuut	Chronisch
EC	NOEC EC NOEC

Bijlage 1. Overzicht van toxiciteitsgegevens per stof

Ammoniak

Waterorganismen

Algen

Amphiphora c.f. paludosa	4
Anacystis nidulans	4
Chlorella pyrenoidosa	4
Chlorella vulgaris	3
Gyrosigma spencerii	4
Navicula arenaria	4
Navicula cryptocephala	4
Navicula salinarum	4
Nitzschia cf dissipata	4
Nitzschia closterium	3
Nitzschia dubiformis	4
Nitzschia sigma	4
Plectonema boryanum	4
Scenedesmus obliquus	2
Stauroneis constricta	4

Planten

Chara vulgaris		2
Chara sp.	3	
Potamogeton coloratus		2
Potamogeton illinoensis		2
Ranunculus fluitans		2

Raderdiertjes

Philodina acuticornis	3
-----------------------	---

Platwormen

Dendrocoelum lacteum	3
----------------------	---

Rondwormen

Cerebratulus fuscus	3
Tubifex tubifex	3

Schaaldieren

Asellus racovitzai	3	
Ceriodaphnia acanthina	4	4
Crangon crangon	2	
Daphnia magna	3	4
Daphnia pulicaria	3	
Homarus americanus	3	
Macrobrachium rosenbergii	4	
Macrobrachium rosenbergii	4	
Moina rectirostris	4	
Nitroca spinipines	3	

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
<i>Orconectes nais</i>	3			
<i>Palaemonetes pugio</i>	4			
<i>Penaeus setiferus</i>			4	
<i>Simocephalus vetulus</i>	4			
Insekten				
<i>Arctopsyche grandis</i>	3			
<i>Arcynopteryx parallela</i>	3			
<i>Arcynopteryx parallela</i>	3			
<i>Callibaetis</i> sp	3			
<i>Ephemerella grandis</i>	3			
<i>Ephemerella doddsi</i>	3			
<i>Petronarcella badia</i>	3			
<i>Stenelmis sexlineata</i>	3			
Weekdieren				
<i>Amblena plicata</i>	4			
<i>Anodonta imbecillis</i>	4			
<i>Corbicula manilensis</i>	4			
<i>Crassostrea virginica</i>	2			
<i>Cyrtonaias tampicoensis</i>	4			
<i>Elliptio complanata</i>	5			
<i>Mercenaria mercenaria</i>	3			
<i>Muscullum transversum</i>	5			
<i>Mytilus edulis</i>	4			
<i>Toxolasa texasensis</i>	4			
Vissen				
<i>Agonus cataphractus</i>	2			
<i>Astronotus ocellatus</i>	3			
<i>Barbus guganio</i>	3			
<i>Carassius auratus</i>	3			
<i>Catostomus commersoni</i>	3		5	
<i>Cottus bairdi</i>	3			
<i>Cyprinus carpio</i>	3			
<i>Esox lucius</i>	4			
<i>Etheostoma spectabile</i>	3			
<i>Gaidropsarus capensis</i>	4			
<i>Gambusia affinis</i>	3			
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	4			
<i>Ictalurus punctatus</i>	3		4	
<i>Lepomis cyanellus</i>	3		4	
<i>Lepomis gibbosus</i>	3			
<i>Lepomis macrochirus</i>	4		5	
<i>Leuciscus cephalus</i>	1			
<i>Micropterus dolomieu</i>	4		4	
<i>Morone americana</i>	4			
<i>Morone salmoides</i>	3			
<i>Notemigonus crysoleucas</i>	3			
<i>Notropis spilopterus</i>	3			
<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	5		6	
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	4			
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	4		5	
<i>Oncorhynchus nerka</i>	4			
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	5			

	Akuut	Chronisch		
	EC	NOEC	EC	NOEC
<i>Pimephales promelas</i>	3		4	
<i>Poecilia reticulata</i>	3			
<i>Psetta maxima</i>	4			
<i>Rhodeus sericeus</i>	4			
<i>Rutilus rutilus</i>	4			
<i>Salmo aguabonita</i>	4			
<i>Salmo clarki</i>	4			
<i>Salmo salar</i>			5	
<i>Salmo trutta</i>	4			
<i>Salvelinus fontinalis</i>	3			
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	4			
<i>Semotilus atromaculatus</i>	4			
<i>Solea solea</i>	5			
<i>Stizostedion vitreum</i>	4			
<i>Tilapia aurea</i>	3			
<i>Tinca tinca</i>	3			

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Asbest				
Waterorganismen				
Weekdieren				
Corbicula sp.		8		
Vissen				
Oncorhynchus kisutch			4	
Poecilia formosa			4	
Zoogdieren				
baviaan			6	
Cavia porcellus			5	
Merionus unquiculatus			6	
Mesocricetus auratus			5	
Oryctolagus cuniculus			5	
Mus domesticus			5	
Rattus norvegicus			5	
Ovis aries			0	2 g/kg bw

	Akueel EC	Chronisch NOEC	EC	NOEC
Benzeen				
Waterorganismen				
Bacteriën				
Pseudomonas putida		3		
Algen				
Chlamydomonas angulosa	1			
Chlorella fusca				
Chlorella sp.	2			
Chlorella vulgaris	1		2	
Cricosphaera carterae	2	2		
Dunaliella tertiolecta		3		
Macrocystis pyrifera		2		
Selenastrum capricornotum	1			
Skeletonema costatum			2	2
Hogere planten				
Hordeum vulgare	2			
Daucus carota	0			
Triticum aestivum	0			
Solanum lycopersicum		0		
Allium cepa	1			
umbelliferae	0			
Protozoa				
Chilomonas paramecium		3		
Tetrahymena ellioti		3		
Uronema parduczi		3		
Raderdiertjes				
Brachionus plicatilis	3			
Dicranophorus forcipatus	2			
Hydrozoa				
Hydra oligactis	2	2		
Hirudinea				
Eropdella octoculata	1			
Oligochaeta				
Tubificidae mix	1			
Nematoden				
Panagrellus redivivus	2			
Schaaldieren				
Artemia salina	2			
Asellus aquaticus	1			
Cancer magister	1			

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Crangon franciscorum	2			
Daphnia magna	1	1		
Daphnia cuculata	1			
Daphnia pulex	2	1		
Gammarus pulex	1			
Nitroca spinipines	2			
Palaemonetes pugio	2			
Tigriopus californicus	1			
Insekten				
Aedes aegypti	1	2		
Chironomus cf. thummi	1			
Cloeon dipterum	2			
Corixa punctata	2			
Culex pipiens	2	2		
Ischnura elegans	2			
Nemoura cinerea	1			
Weekdieren				
Dugesia c. lugubris	2			
Lymnea stagnalis	1	1		
Mytilus californianus	3			
Mytilus edulis	2			
Vissen				
Anguilla japonica	2			
Barbus conchionus	2			
Carassius auratus	2			
Clupea harengus	2			
Cottus cognatus				
Engraulis mordax	2			
Engraulis mordax	1			
Gambusia affinis	2			
Gasterosteus aculateus	2			
Lepomis macrochirus	1			
Leuciscus idus	2			
Morone saxatilis	2			
Oncorhynchus gorbuscha	2			
Oncorhynchus kisutch	2	2		
Oncorhynchus mykiss	2			
Oncorhynchus nerka	2			
Oncorhynchus tshawytscha	2			
Oryzias latipes	2	1		
Pimephales promelas	2	2		
Poecilia reticulata	2			
Salmo trutta	2			
Salvelinus malma	2			
Thymallus arcticus				
Amfibieën				
Ambystoma americanum	1	1		
Xenopus laevis	1	1		
Zoogdieren				

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
<i>Cavia porcellus</i>			4	
<i>Canis familiaris</i>				2
<i>Oryctolagus cuniculus</i>			4	
<i>Mus domesticus</i>			5	4
<i>Rattus norvegicus</i>		3		4
<i>Sus scrofa</i>			4	5

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Cadmium				
Waterorganismen				
Bacteriën				
Acinetobacter sp		5		
Microcystis aeruginosa		4		
Pseudomonas putida		4		
Pseudomonas sp.		4		
Staphylococcus aureus	3			
Streptococcus faecalis	3			
Zoogloea ramigera	3	3		
Groenalgen				
Amphidinium carterae	5			
Ankistrodesmus fulcatus	4			
Chaeteros didymus	5			
Chlorella pyrenoidosa	4			
Chlorella sorokiniana	3			
Chlorella vulgaris	4			
Chlorella stigmatophora	3			
Cryptomonas pseudobaltica	5			
Dunaliella primolecta	2			
Dunaliella tertiolecta	2			
Isochrysis albana	5			
Pavlova pinguis	5			
Phaeodactylum tricornotum	3			
Porphyridium marinum	5			
Prasinocladus marinus	5			
Scenedesmus obtusiusculus	5			
Scenedesmus obliquus	3			
Scenedesmus pannonicus		4		
Scenedesmus quadricauda	4			
Selenastrum capricornotum	4			
Coccolithophorae				
Emiliana huxleyi	2			
Blauwgroene algen				
Anacystis nidulans	2			
Gloeocapsa apicola	2			
Nerispomedia glanca	2			
Nostoc muscorom	2			
Diatomeeën				
Asterionella formosa	5			
Skeletonema costatum	4			
Thalassiosira pseudonana	4			
Hogere planten				
Chara vulgaris	5			
Lemna minor	5			
Myriophyllum spicatum	3			

	Akutt EC	Chronisch NOEC	EC	NOEC
Protozoa				
Chilomonas paramecium	4			
Entosiphon sulculatum	4			
Niamiensis avidus	3			
Paranophrys sp	3			
Tetrahymena sp	4			
Uronema parduczi	5			
Raderdiertjes				
Philodina acuticornis	4			
Platwormen				
Dugesia c. lugubris	5			
Wormen				
Aelosoma headleyi	2			
Capitella capitata	3			
Ctenodrilus serratus	2			
Eropdella octoculata	3			
Neanthes arenaceodentata	2			
Nereis arenaceodentata	4			
Nereis succinea			4	
Nereis virens	3			
Oligochaetes (9 soorten)	4			
(3 soorten)	2			
Ophryotrocha diadema	3			
Ophryotrocha labronica	3			
Polycelis tenuis	2			
Tubifex tubifex	4			
Tubificidae	4			
Weekdieren				
Ammicola sp	3			
Aplexa hypnorum	5		3	
Argopecten irradians	3			
Cardium edule	3			
Crassostrea virginica	3			3
Dreissena polymorpha			4	
Lymnaea stagnalis	5			
Macoma balthica	3			
Mya arenaria	3			
Mytilus edulis	3			
Mytilus edulis	3			
Mytilus galloprovincialis	3			
Nassarius obsoletus	2			
Orconectes immunis	2			
Physa fontinalis	4			
Physa gyrina	4			
Physa integra	3			
Unio pictorum			5	
Urosalpinx cinerea	3			
Viviparus bengalensis	3			

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Schaaldieren				
Acartia tonsa	4			
Aglaodiaptomus leptopus	5			
Artemia salina	2			
Asellus aquaticus	4			
Callinectes sapidus	3			
Cancer anthonyi	2			
Cancer irroratus	3			
Cancer magister	4			
Carcinus maenas	3			
Chydorus sphaericus	4			
Crangon crangon	4			
Crangon septemspinoza	4			
Cyclops abyssorum	3			
Daphnia magna	5			4
Daphnia cucullata	4			
Daphnia galatea	5			4
Daphnia hyalina	5			
Daphnia pulex	5			
Daphnia rosea	4			
Eudiatomus padanus	4			
Eurytemora affinis	4			
Gammarus pulex	5			
Homarus americanus	5			
Mysidopsis bahia	5		6	6
Pagurus longicarpus	4			
Palaemonetes sp.	4			
Palaemonetes vulgaris	4			
Penaeus duorarum	3			
Paragrapsus gamardii	2			
Scutelidium sp	4			
Simocephalus serrulatum	5			
Skistodiaptomus oregonensis	5			
Tigriopus japonicus	3			
Tropocyclops prasimus	3			
Uca pugilator	2			
Insekten				
Acroneuria lycorias	2			
Aedes aegypti	2	3		
Baetis rhodani	4			
Chironomus sp.	3			
Chironomus gr. thummi	2			
Chironomus riparius	1			
Cloeon dipterum	2			
Corixa punctata	2			
Culex pipiens	3	4		
Ephemerella ignita	2			
Ephemerella grandis	2			
Ephemerella subvaria	3			
Hydropsyche augustipennis	3			
Ischnura elegans	2			
Leuctra inermis	2			
Nemoura cinera	2			

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Pteronarcella badia	2			
Trichoptera sp.	3			
Zygoptera sp.	3			
Stekelhuidigen				
Asterias forbesa	3			
Asterias rubens	4		5	
Patiriella exipus	2			
Vissen				
Agonus cataphractus	2			
Barbus arullus	2			
Barbus sophore	5			
Barbus ticto	4			
Barbus conchionus	2		4	
Brachydanio rerio	3			3
Carassius auratus	3			
Catostomus commersoni				3
Clupea harengus			3	4
Clupea harengus	3			
Cyprinidon variegatus	2			
Cyprinus carpio	4			
Esox lucius				3
Fundulus heteroclitus	2			
Fundulus majalis	2			
Gambusia affinis	3			
Gasterosteus aculeatus	2			
Ictalurus punctatus	3			2
Jordanella floridae	3			3
Lepomis macrochirus	3			2
Leuciscus idus	6			
Limanda limanda			5	
Menidia menidia	3			
Micropterus dolomieu				3
Mugil cephalus			4	
Mugil cephalus			5	5
Noemachellus barbatulus	3		6	
Oncorhynchus mykiss	5			4
Oncorhynchus kisutch				3
Oncorhynchus tshawytscha	6			
Oryzias latipes	3			
Pimephales promelas	4			2
Pleuronectes flesus			3	3
Poecilia reticulata	3			
Puntus conchionus				
Roccus americanus	3			
Salmo salar	3		4	
Salmo trutta				3
Salvelinus fontinalis	6			3
Salvelinus namaycush				3
Scyllorhinus canicula	2			
Stizostedion vitreum				2

	Akuut		Chronisch		
	EC	NOEC	EC	NOEC	
Tinca tinca	2				
Amfibiën					
Bufo melanosticus	3				
Xenopus laevis				3	
Landorganismen					
"Ectomycorrhhyzae"	5				
Korstmossen					
Cladonia uncialis	3				
Collema tenax	5				
Lasallia papulosa	3				
Mossen					
Funaria hygrometrica	2	1			
Marchantia polymorpha	3				
Sphagnum fimbriatum	1	3			
Hogere planten	2				als kons. in pl.
Potamogeton crispus			3		als kons. in pl.
Beta vulgaris				2	als kons. in pl.
Phaseolus vulgaris				4	als kons. in pl.
Pisum sativum				4	als kons. in pl.
gras			2		als kons. in pl.
Trifolium sp.			2		als kons. in pl.
Brassica sp.			1		als kons. in pl.
Brassica rapa				2	als kons. in pl.
Raphanus sativus				2	als kons. in pl.
Zea mays			3		als kons. in pl.
Daucus carota				2	als kons. in pl.
Allium porrum				3	als kons. in pl.
Apium graveolensis				2	als kons. in pl.
Lactuca sativa				3	als kons. in pl.
Spinacia oleracea				3	als kons. in pl.
Allium cepa				3	als kons. in pl.
Helianthus annuus			1		als kons. in pl.
#concentratie in plant					
Helix aspersa			1	2	
Weekdieren					
Aardwormen					
Eisenia foetida		3	1		
Lumbricus rubellus	4		1		akuut getest in water
#in water					
Arthropoda					
Aphis fabae				2	
Ochesella cincta				3	
Platynotus peltifer				3	

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Porcellio scaber				3
Zoogdieren				
Canis familiaris	1			g/kg bw
Oryctolagus cuniculus			2	g/kg bw
Mus domesticus	2			g/kg bw
Rattus norvegicus	2		2	akuut als g/kg
rhesusaap			2	3

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Chroom				
Waterorganismen				
Algen				
Chlorella pyrenoidosa		5		
Chlorella vulgaris		4		
Euglena gracilis		5		
Gomphonema gracilis		5		
Microcystis aeruginosa		4		
Oscillatoria agardhi		5		
Scenedesmus pannonicus		4		
Selenastrum capricornotum		4		
Stephanodiscus hantzschii		6		
Thalassiosira pseudonana			5	5
Planten				
Lemna gibba		4		
Lemna minor		5		
Lemna paucicostata		4		
Spirodela punctata		4		
Spirodela polyrhiza		4		
Protozoa				
Colpidium campylum		3		
Opercularia sp.		3		
Vorticella microstoma		4		
Coelenterata				
Hydra oligactis		3		
Weekdieren				
Lymnea stagnalis		4		
Macoma balthica	2		2	
Mya arenaria	3			
Mytilus edulis	3			
Wormen				
Nereis arenaceodentata				2
Nereis diversicolor	2		3	
Tubifex tubifex	2			
Schaaldieren				
Atlanto-astacus pallipes		6		
Cancer anthonyi	5			
Cancer magister	3			
Crangon crangon	1			
Daphnia magna	4	5		
Rhithropanopeus harrisii	2			
Insekten				
Culex pipiens		3		
Stekelhuidigen				

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Asterias forbesi	2			
Ophiotrix spiculata	4			
Vissen				
Agonus cataphractus	2			
Barbus conchionus			4	
Brachydanio rerio				3
Catostomus commersoni				4
Channa punctatus				3
Chelon labrosus	3			
Citharichtis stigmaeus	3			
Esox lucius			4	
Gasterosteus aculeatus				3
Ictalurus punctatus			4	
Jordanella floridae				3
Leuciscus idus	2			
Lepomis macrochirus				4
Limanda limanda	2			
Nuria denricus			3	
Oncorhynchus mykiss				4
Oryzias latipes				3
Pimephales promelas				4
Pleuronectes platessa			5	
Poecilia reticulata				3
Rutilus rutilus				3
Salmo salar			4	
Salmo trutta	2			
Salvelinus fontinalis				4
Salvelinus namaycush				4
Stizostedion vitreum			3	
Amfibieën				
Bufo melanostictus	2			
Xenopus laevis				4
Landorganismen				
Planten				
Beta vulgaris				1
Phaseolus vulgaris			1	
Hordeum vulgare			2	2
gras			1	
Avena sativa				1
Zea mays			2	2
Raphanus sativus				1
Apium graveolensis				1
Lactuca sativa				1
Wormen				
Eisenia andrei				
Eisenia foetida				1
Octochaetus pattoni				1

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Pheretima posthuma			2	
Vogels				
kip	0	0		
Zoogdieren				
Canis familiaris		0	2	
Felis catus			1 g/kg bw	
Bos domesticus	2		g/kg bw	
Mus domesticus			4 g/kg bw	
Rattus norvegicus	2		3 g/kg bw	
Ovis aries				

	Akuut		Chronisch		
	EC	NOEC	EC	NOEC	
Chloorbenzenen					
Waterorganismen					
Algen					
Ankistrodesmus falcatus	3				
Chlamydomonas angulosa	3				
Chlorella pyrenoidosa		4			
Scenedesmus pannonicus	2				
Selenastrum capricornotum	4		5		HCB
Skeletonema costatum		1			
Diatomeeën					
Thalassiosira pseudonana		4			
Weekdieren					
Crassostrea virginica	3				
Mercenaria mercenaria	2				
Wormen					
Lumbricus variegatus				6	HCB
Schaaldieren					
Ceriodaphnia dubia	3				
Ceriodaphnia affinis	3				
Crangon septemspinoza		6			
Daphnia magna	4		5		HCB
Gammarus lacustris				6	HCB
Hyaella azteca				6	HCB
Palaemonetes pugio	2	2			
Vissen					
Brachydanio rerio	4		4		
Branchiostoma caribaeum	2				
Carassius auratus	3				
Cyprinidon variegatus			4		
Lepomis macrochirus	3				
Leuciscus idus	6				
Micropterus salmoides			5		
Oncorhynchus mykiss	5		4		akuut: HCB
Pimephales promelas	3				6 chronisch: HCB
Poecilia reticulata			3		
Amfibieën					
Bufo bufo japonicus	3				
Landorganismen					
Wormen					
Allolobophora longa	1				
Allolobophora tuberculata	1				
Dendrobaena rubida	1				

	Akut		Chronisch		
	EC	NOEC	EC	NOEC	
Eisenia andrei	1				
Eisenia foetida	1				
Eudrilus eugeniae	1				
Lumbricus terrestris	1				
Perionyx excavatus	1				
Insekten					
Apis mellifera	5				
Vogels					
Coturnix coturnix	0				g/kg bw
Zoogdieren					
Cavia porcellus	1				g/kg bw
Felis catus	0				
Oryctolagus cuniculus				1	
Mustela vison				3	g/kg bw
Mus domesticus	1				g/kg bw
Rattus norvegicus	1	2			2 g/kg bw

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Dioxinen (2,3,7,8-TCDD)				
Waterorganismen				
Wormen				
Paranais sp.		7		
Weekdieren				
Physa sp.		7		
Schaaldieren				
Daphnia magna		6		
Insekten				
Aedes aegypti		7		
Vissen				
Esox lucius		10		
Jordanella floridae		10		
Oncorhynchus kisutch		11		
Oncorhynchus mykiss	10	10		
Oryzias latipes	9	10		
Perca flavescens			3	g/kg bw
Pimephales promelas	9	10		
Poecilia reticulata	7			
Landorganismen				
Regenwormen				
Allobophora caliginosa			2	3
Zoogdieren				
Cavia porcellus	10	9		
Mesocricetus auratus	3			
Bos domesticus	8			8
Mus domesticus				
Peromyscus polionotus				7 kons. in grond
Rattus norvegicus				9

* als konsentratie in grond

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Fluoriden				
Waterorganismen				
Algen				
Agmenellum quadruplicatum				1
Amphidinium carteri				1
Ankistrodesmus braunii				2
Bellerochea polymorpha				1
Chaetoceros gracilis				1
Cyclotella meneghiniana				2
Dunaliella tertiolecta				1
Nannochloris oculata				1
Nitzschia angularis				2
Oscillatoria limnetica				2
Pavlova lutheri				2
Prasinocladus marinus				1
Rhodomonas lens	2			1
Scenedesmus sp.				
Scenedesmus quadricauda	1			2
Selenastrum capricornotum	2			
Skeletonema costatum				
Stephanodiscus minutus				2
Synechococcus leopoliensis				2
Thalassiosira weissflogii				1
Protozoa				
Euglena gracilis				1 + E. spirogyra
Paramecium caudatum				1
Raderdiertjes				
Philodina roseola +				
Rotifera citrinus				1
weekdieren				
Balotus tuberculata				2
Lymnea peregra	2			
Mytilus edulis				2
Perna perna	2			
Schaaldieren				
Artemia salina			3	
Callinectes sapidus			2	
Cancer pagurus				2
Carcinus maenas				2
Ceriodaphnia dubia	1			2
Daphnia magna	1			2
Daphnia pulex	3			
Homarus americanus				3
Munida gregaria				1
Mysidopsis bahia	2			
Palaemonetes pugio	2			
Penaeus indicus	1			2
Penaeus monodon	1			

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Portunus depurator				2
Simocephalus serrulatus	3			
Vissen				
Ambassis safgha	1			
Boleophthalmus dussumieri	1			
Catla catla	3			2
Cyprinidon variegatus	1			
Cyprinus carpio				
Gambusia affinis	1			2
Gasterosteus aculeatus	1			
Lepomis macrochirus	2			
Menidia beryllina	2			
Mugil cephalus	1			
Oncorhynchus mykiss	1		3	
Pimephales promelas	1			
Salmo trutta	1			
Therapon jarbus	1			2
Amfibieën				
Bufo vulgaris				2
Bufo bufo japonicus	2			
Rana pipiens				3
Landorganismen				
Insekten				
Apis mellifera	1			
Bombyx mori	1			
Drosophila melanogaster	2			
Epilachna varivestis	0			
Tribolium confusum	1	2		
Trichoplusia ni	1			
Vogels				
Coturnix coturnix	1		1	2
Falco sparverius			2	3
Sturnus vulgaris			2	3
Zoogdieren				
Mus domesticus				3
Odocoileus virginianus	2			2
Rattus norvegicus	2			
silvivos	1			

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Ftalaatesters				
Waterorganismen				
Schaaldieren (meest D. magna)				1
Mariene schaaldieren				0
Tubifex tubifex	1			
Insekten				2
Weekdieren				2
Vissen				1
Leuciscus idus	5			
Gasterosteus aculateus	3		3	
Amfibieën				
Bufo bufo japonicus	2			
Bufo woodhousei	3			
Landorganismen				
Planten				
Via lucht:			7	
Brassica sp.			6	7
Raphanus sativus	4			
Via bodem:				
Avena sativa			0	
Brassica rapa				0
Pisum sativum			0	1
Spinacia oleracea			0	1
Zea mays			0	1
Regenwormen				0
Zoogdieren	-1			2

	Akueel EC	Chronisch NOEC	EC	NOEC
Koper				
Waterorganismen				
Algen				
"phytoplankton"	5		6	
Chlorella vulgaris			5	
Cladophora glomerata	4			
Cladophora sp.	4			
Oscillatoria theibautii	5			
Scripsiella faeroerense	6			
Selenastrum capricornotum			4	
Thalassiosira pseudonana	6			
Wormen				
Neanthes arenaceodentata	5			
Nereis diversicolor	4		4	
Nereis arenaceodentata	5			
Nereis virens	4			
Phyllodoce maculata	4			
Tubifex tubifex	4			
Holtedieren				
Campalunaria flexuosa			5	
Eirene viridula			5	
Hydra littoralis			6	
Weekdieren				
Argopecten irradians			6	
Busicon canaliculatum			4	
Campeloma decisum			6	
Cerastoderma edule	3			
Corbicula fluminea	5			
Crassostrea gigas	6			
Crassostrea virginica	4		5	
Haliotis sp	5			
Macoma balthica	3			
Mercenaria mercenaria			6	
Mya arenaria	5			
Mytilus edulis	6		6	
Mytilus galloprovincialis	5			
Mytilus californianus	5			
Physa integra	5		6	
Potamopyrgus jenkensi	5			
Schaaldieren				
Arcatoia tonsa	5			
Artemia salina			5	
Cancer anthonyi	5			
Cancer irroratus	4			
Cancer magister	5			
Ceriodaphnia reticulata	5			

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
<i>Ceriodaphnia dubia</i>				5
<i>Crangon crangon</i>	4			
<i>Crangon septemspinoza</i>	4			
<i>Daphnia hyalina</i>	6			
<i>Daphnia magna</i>	6			5
<i>Daphnia pulex</i>	5			6
<i>Gammarus pseudolimnaeus</i>	5			6
<i>Homarus americanus</i>	5			
<i>Mysidopsis bahia</i>				5
<i>Orconectes rusticus</i>				5
<i>Pandalus danae</i>				5
<i>Simocephalus serrulatus</i>	5			
Insekten				
<i>Chironomus tentans</i>	4			5
<i>Clistoronia magnifica</i>				6
<i>Paratanytarsus parthenogeneticus</i>				5
Vissen (zacht water; in hard water zijn ze veel minder gevoelig)				
<i>Agonus cataphractus</i>	4			
<i>Barbus arullus</i>	3			
<i>Barbus conchionus</i>	4			
<i>Barbus goniotus</i>	4			
<i>Barbus holubi</i>	4			
<i>Barbus ticto</i>	4			
<i>Catostomus commersoni</i>				5
<i>Chelon labrosus</i>	3			
<i>Clupea harengus</i>	4			
<i>Coregonus artedi</i>				5
<i>Cyprinus carpio</i>				5
<i>Esox lucius</i>				5
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	5			
<i>Ictalurus punctatus</i>				5
<i>Lepomis macrochirus</i>	5			5
<i>Leuciscus cephalus</i>	5			
<i>Limanda limanda</i>	5			
<i>Menedia menedia</i>	4			
<i>Micropterus dolomieu</i>				5
<i>Noemachellus barbatulus</i>	5			
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	5			5
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>				5
<i>Paralichthys dentatus</i>	5			
<i>Perca fluviatilis</i>	5			
<i>Pimephales promelas</i>	5			5
<i>Ptichoccheilus oregonensis</i>	5			
<i>Rutilus rutilus</i>	3			
<i>Salmo clarki</i>	5			
<i>Salmo salar</i>	4			
<i>Salmo trutta</i>				5
<i>Salvelinus fontinalis</i>				6
<i>Scyllorhinus canicula</i>	3			
<i>Stizostedion lucioperca</i>	3			
<i>Stizostedion vitreum</i>	5			

	Akuut EC	NOEC	Chronisch EC	NOEC	
Landorganismen					
Zaadplanten					
"gemiddeld"			1		
"gevoelig"			2		
Solanum tuberosum				1	
Phaseolus vulgaris			2		
gras			2	1	
Avena sativa				1	
Zea mays			2		
Daucus carota				1	
Raphanus sativus				1	
Lactuca sativa				1	
Spinacia oleracea			2		
Beta vulgaris			2		
Triticum aestivum				1	
Wormen					
Dendrobaena rubida			1		
Eisenia foetida	1			0	
Lumbricus rubellus			2		
Lumbricus terrestris	2				
Octolasion cyaneum	1			1	
Amfibieën					
Bufo melanostictus	4				
Bufo woodhousei	2				
Hyla chrysoscelis	5				
Zoogdieren					
Cavia porcellus	2				g/kg bw
Canis familiaris				0	
Bos domesticus			2		
Oryctolagus cuniculus	2		0		akuut als g/kg
Mus domesticus	2				g/kg bw
Rattus norvegicus	1		1		akuut als g/kg
Ovis aries			2		
Sus scrofa			1	1	
Vogels					
"vogels"	2				g/kg bw
kip				1	

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Kwik				
Waterorganismen				
Bacteriën				
Pseudomonas putida		5		
Algen				
Ascophyllum nodosum		7		
Chlorella vulgaris		4		
Cladophora glomerata		4		
Cladophora sp.	3			
Fucus spiralis		6		
Fucus serratus		7		
Fucus vesiculosus		6		
Microcystis aeruginosa		6		
Pelvetia canaliculata		6		
Scenedesmus acutus		5		
Scenedesmus quadricauda		5		
Planten				
Chara vulgaris		5		
Potamogeton crispus	3			
Protozoa				
Chilomonas paramecium		6		
Cristigera sp .		6		
Entosiphon sulcatum		6		
Poteriochromonas malhamensis		4		
Tetrahymena pyriformis		4		
Uronema parduczi		5		
Hydrozoa				
Clavopsella michaeli			7	
Wormen				
Ctenodrilus serratus			5	
Nereis arenaceodentata	5	5		
Nereis virens	5			
Tubifex tubifex	4			
Ophryotrocha diadema			5	
Schaaldieren				
Artemia franciscana			6	
Callinectes sapidus			6	
Cancer anthonyi	5			
Cancer magister	6			
Ceriodaphnia dubia			6	
Crangon crangon	4			
Cyclops sp.			5	
Daphnia duplex			8	
Daphnia magna			6	
Daphnia similis			5	
Penaeus indicus			6	

	Akuut EC	NOEC	Chronisch EC	NOEC
Platwormen				
Dugesia dorotocephala				8
Weekdieren				
Cerastoderma edule	3			
Crassostrea virginica		6		
Crepidula fornicata				7
Ilyanassa obsoleta		6		
Mercenaria mercenaria		6		
Mya arenaria	6			
Mytilus edulis				7
Mytilus galloprovincialis	4			
Viviparus bengalensis				5
Stekelhuidigen				
Asterias forbesi	5			
Vissen				
Barbus conchionus	5			
Barbus sophore	4			
Barbus ticto	4			
Brachydanio rerio				6
Fundulus heteroclitus				5
Gasterosteus aculeatus	6			
Jordanella floridae				7
Oncorhynchus kisutch				5
Pimephales promelas				7
Pleuronectes platessa	4			
Rutilus rutilus	6			
Salmo salar	4			
Salmo trutta	3			org
Salvelinus fontinalis				7
Scophthalmus aquosus		6		
Tinca tinca	3			
Amfibieën				
Bufo bufo japonicus				org. Hg
Bufo melanostictus	5			
Landorganismen				
Eisenia foetida				
Octochaetus pattoni			4	2
Wormen				
Weekdieren				
Orion ater				2
Vogels				
Anas platyrhynchos			3	4
Phasianus colchicus				3

	Akuut		Chronisch		
	EC	NOEC	EC	NOEC	
Falco tinnunculus			2		
Kip				2	
Coturnix coturnix				3	
Roodstaartbuizerd				3	
Sturnus vulgaris				3	
Accipiter gentilis			3		
Zebravink				3	
Anas rubripes			3	3	
Zoogdieren	2				g/kg bw
Mustela nivalis			3		
Mustela putorius			3		
Mesocricetus griseus	3				g/kg bw
Canis familiaris			3		g/m3 lucht
Felis catus			5		g/kg bw
Oryctolagus cuniculus			3		g/m3 lucht
Mus domesticus				3	g/kg bw
Mustela vison			3	3	
Lutra lutra			3		
Rattus norvegicus	3		3		a: g/kg bw; c:

L: concentratie in de lucht

Lindaan (τ -hexachloorcyclohexaan)

Waterorganismen

Algen

Microcystis aeruginosa			4		
Scenedesmus quadricauda			3		
Scenedesmus acutus			3		
Scenedesmus subspicatus			3		

Hogere planten

Phragmites communis			5		
---------------------	--	--	---	--	--

Protozoa

Tetrahymena pyriformis			3		
------------------------	--	--	---	--	--

Weekdieren

Cardium edule			2		
Cerastoderma edule			2		
Lymnea stagnalis			3	3	
Mytilus galloprovincialis			3		

Polychaeta

Ophryotrocha diadema			2		
----------------------	--	--	---	--	--

Schaaldieren

Carcinus maenas			2		
Crangon crangon			6		
Crangon crangon			6		
Crangon septemspinoza			5		

	Akut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Daphnia magna	4			4
Gammarus fasciatus	5			6
Gammarus pulex	5			
Mysidopsis bahia	6			
Palaemonetes pugio	6			
Penaeus duorarum	7			
Insekten				
Chironomus tentans	4		6	6
Cloeon sp.	5			
Lestes congener	5			
Vissen				
Barbus dorsalis	3			
Barbus goniotus	2			
Barbus sarana	5			
Barbus sophore	6			
Barbus ticto	2			
Cyprinidon variegatus	4			
Gasterosteus aculeatus	5			
Gobio gobio	5			
Lagodon rhomboides	5			
Lebistes reticulatus	5			
Lepomis macrochirus	5			6
Leuciscus idus	5			
Oncorhynchus mykiss	5			
Perca flavescens	5		5	
Pimephales promelas	4			6
Rasbora heteromorpha	5			
Rutilus rutilus	5			
Saccobranchnus fossilus	4			
Salmo salar	5			
Salmo trutta	5			
Salvelinus fontinalis	5			6
Tilapia mossambica	3			
Amfibieën				
Bufo bufo	4			
Bufo bufo japonicus	2			
Bufo woodhousei	3			
Xenopus laevis				4
Landorganismen				
Wormen				
Allobophora caliginosa	1		2	
Allobophora chlorotica	1			
Eisenia foetida	1		2	
Lumbricus rubellus	1		2	
Lumbricus terrestris			2	

	Akuut		Chronisch		
	EC	NOEC	EC	NOEC	
Insekten					
Folsomia candida	4				
Onichyrus armatus	3		4		
Poecilus cupreus	3				
Colinus virginianus	1				g/kg bw
Quiscalis quiscula	1				g/kg bw
Corvus brachyrhynchos	1				g/kg bw
Columbia oenas	1				g/kg bw
Passer domesticus	2				g/kg bw
Coturnix coturnix	1		2		akuut als g/kg
Kip	2		2	3	akuut als g/kg
Zenaida macroura	1				g/kg bw
Redwinged blackbird	2				g/kg bw
Sturnus vulgaris	2				g/kg bw
Vogels					
Zoogdieren					
Canis familiaris		1	2		
Mus domesticus	1		2		akuut als g/kg
Rattus norvegicus	1		2		akuut als g/kg

per kg lichaamsgewicht

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Lood				
Waterorganismen				
Bacteriën				
Bacteriën	4	5		
Eschericia coli			4	
Pseudomonas putida			4	
Pseudomonas marina			2	
Algen				
Ankistrodesmus sp			4	
Ankistrodesmus falcatus			4	
Champia parvula			6	
Chlorella sp.			4	
Chlorella saccharophila			2	
Chlorella stigmatophora			4	
Chlorococcum sp				3
Cladophora glomerata	3			
Cladophora sp.	3			
Ditylum brightwellii			5	
Dunaliella tertiolecta	4			6
Dunaliella salina			4	
Fucus serratus			4	
Laminaria digitata			3	
Minutoxellus polymorphus			5	
Microcystis aeruginosa				4
Navicula incerta			2	4
Phaeodactylum tricornotum	4			
Platymonas subcordiformis			3	
Scenedesmus obliquus				4
Scenedesmus quadricauda				3
Scenedesmus sp.			4	
Selenstrum sp.			4	
Selenastrum capricornotum				5
Skeletonema costatum			5	7
Kranswieren				
Chara vulgaris				3
Planten				
Elodea canadensis			1	
Lemna minor			2	
Myriophyllum spicatum			1	
Potamogeton crispus	2			
Protozoa				
Chilomonas paramecium				4
Cristigera sp.				4
Entosiphon sulculatum				5
Microregma heterosoma				4
Uronema parduczi				5

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Holtedieren				
Eirene viridula				4
Wormen				
Capitella capitata			3	
Ctenodrilus serratus				4
Nereis arenaceodentata	3		3	
Ophryotrocha diadema				4
Ophryotrocha labronica			2	
Tubifex tubifex	2			
Weekdieren				
Crassostrea gigas	4			
Crassostrea virginica				4
Loligo opalescens inktvis	4			
Lymnea palustris				5
Mercenaria mercenaria				4
Mya arenaria				3
Mytilus edulis	4		3	
Mytilus galloprovincialis	2			
Physa integra				4
Stekelhuidigen				
Dendraster excentricus	3			
Schaaldieren				
Artemia salina	4	5		3
Austropotamobius pallipes			3	
Cancer anthonyi				5
Cancer magister	4			
Caridina rajadhari			1	
Crangon sp.			3	
Crangon crangon	4			
Daphnia magna			5	5
Daphnia sp.				3
Gammarus pseudolimnaeus			5	
Hyallolella azteca			4	
Mysidopsis bahia				5
Orconectes limosus			3	
Orconectes virilis			4	
Rhithropanopeus harrisii				5
Insekten				
Bracycentus sp				4
Ephemerella grandis			3	
Ephemerella subvaria			3	
Hydropsyche bettini			2	
Pteronarcys dorsata				4
Pteronarcys californica			2	
Tanytarsis dissimilis			4	
Vissen				
Barbus arullus	1			

	Akuut		Chronisch		
	EC	NOEC	EC	NOEC	
Barbus conchionus	5				
Brachydanio rerio			4		
Catostomus commersoni				4	
Chelon labrosus	3				
Esox lucius				4	
Fundulus heteroclitus			3		
Fundulus namaycush				5	
Gasterosteus aculeatus	7		7		
Ictalurus punctatus				5	
Lepomis macrochirus				5	
Morone labrax	4	5			
Oncorhynchus mykiss			4	6	
Pleuronectes platessa	3				
Pleuronectes platessa	4				org. Hg
Salmo salar				5	
Salvelinus fontinalis				5	
Stizostedion vitreum			4	4	
Tinca tinca	2				
Amfibieën					
Ambystoma opacum			3		
Bufo arenarum	4				
Gastrophysa carolinensis			5		
Rana pipiens			2		
Landorganismen					
Planten					
Medicago sativa				1	
Avena sativa				0	
Lolium perenne				0	
Picea sitchensis				2	
Plantago lanceolata				0	
Raphanus sativus				1	
Triticum aestivum			1		
Trifolium repens				0	
Zea mays				1	
Wormen					
Dendrobaena rubida				1	
Eisenia foetida			0	0	
Lumbricus rubellus				1	
Nematoden					
Aphelenchus avenae			5		
Mesohabditis monhystera			3		
Slakken					
Orion ater				0	
Schaaldieren					
Porcellio scaber				1	

	Akuut		Chronisch		
	EC	NOEC	EC	NOEC	
Insekten					
Onychirus armatus					0
Mijten					
Platynotrus pelifer					1
Vogels					
Kip			1		2
Zoogdieren					
Cavia porcellus	1				g/kg bw
Canis familiaris	1				g/kg bw
Bos domesticus	2		1		akuut als g/kg
Oryctolagus cuniculus	2				g/kg bw
Equus caballus					3 g/kg bw
Rattus norvegicus	3				g/kg bw
Ovis aries	3				g/kg bw
Sus scrofa					2

	Akuut EC	Chronisch NOEC	EC	NOEC
Nikkel				
Waterorganismen				
Bacteria				
Eschericia coli		3		
M thermoautotrophicum		1		
Pseudomonas putida		6		
Pseudomonas tabaci		1		
TAM (mengkultuur)		3		
Algen				
A. inequalis				5
Chlamydomonas sp.				2
M aeruginosa				6
N muscorum				4
Scenedesmus quadricauda				4
Protozoa				
Chilomonas paramecium		4		
E. sulculatum		5		
U parduczi		5		
Wormen				
Tubifex tubifex	3			
Nereis arenaceodentata	2			
Nereis virens	2			
Mollusken				
Cerastoderma edule	2			
Macoma balthica	2			
Mya arenaria	1			
Mytilus edulis	4			
Schaaldieren				
Cancer anthonyi	3			
Cancer magister	3			
Crangon crangon	1			
Daphnia magna				5
Stekelhuidigen				
Asterias forbesii	1			
Vissen				
Barbus conchionus	2			
Chelon labrosus	1			
Gasterosteus aculeatus	4			
Oncorhynchus mykiss				4
Pimephales promelas				4
Rutilus rutilus	1			
Salmo salar	2		3	
Salmo trutta	1			

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Tinca tinca	2			
Amfibieën				
Bufo melanosticus	2			
Landorganismen				
Regenwormen				
Eisenia foetida	4			
Lumbricus rubellus				
Zoogdieren				
Canis familiaris			2	
Felis catus	1			g/m3 lucht
Oryctolagus cuniculus				4 g/m3 lucht
Mus domesticus	1			4 a: g/kg bw; c:
Rattus norvegicus	2			4 a: g/kg bw; c:

	Akuut EC	Chronisch NOEC	EC	NOEC
Nitraat				
Waterorganismen				
Algen				
Diatomeeën			0	1
Planten				
Potamogeton illinoensis	2		2	
Wormen				
Ophryotrocha diadema			2	
Nereis arenaceodentata			3	
Weekdieren				
Crassostrea virginica			0	
Lymnea sternalis	0			
Mercenaria mercenaria			0	
Schaaldieren				
Daphnia magna	1			
Vissen				
Carassius carassius	0			
Diplodus sargus	0			
Gaidropsarus capensis	0			
Gasterosteus aculeatus	1			
Heteromycteris capensis	0			
Ictalurus punctatus	0			1
Lepomis macrochirus	0			
Lithognathus mormyrus	0			
Micropterus salmoides				1
Oncorhynchus kisutch				2
Oncorhynchus mykiss				3
Oncorhynchus mykiss	0			
Oncorhynchus tshawytscha	0			2
Oncorhynchus tshawytscha				
Perca fluviatilis			4	
Poecilia reticulata	1			
Salmo clarki				2
Tinca tinca			3	
Landorganismen				
Zoogdieren				
Canis familiaris	0			g/kg bw
Felis catus		2		
Oryctolagus cuniculus	1			g/kg bw
Mus domesticus				-2
Rattus norvegicus			-1	-1
Sus scrofa	0			g/kg bw
Vogels				
Kip	1			

	Akuut		Chronisch		
	EC	NOEC	EC	NOEC	
Ozon					
Vissen					
Alosa sapidissima		4			
Perca flavescens		5			
Planten					
Solanum tuberosum			5		g/m3 lucht
Algemeen	5		5	5	g/m3 lucht
Phaseolus vulgaris			5		g/m3 lucht
Cucumis sativus			5		g/m3 lucht
Zea mays			5		g/m3 lucht
Lactuca sativa			5		g/m3 lucht
Spinacia oleracea			5		g/m3 lucht
Triticum aestivum			4		g/m3 lucht
Solanum lycopersicum			5		g/m3 lucht
Allium cepa			5		g/m3 lucht
Zoogdieren					
Aap		4			g/m3 lucht
Cavia porcellus		4			g/m3 lucht
Canis familiaris		3			g/m3 lucht
Oryctolagus cuniculus		4			g/m3 lucht
Mus domesticus		3			g/m3 lucht
Rattus norvegicus		4			g/m3 lucht
Ovis aries		3			g/m3 lucht

	Akuut EC	Chronisch NOEC	EC	NOEC
PAK				
NAFTALEEN				
Waterorganismen				
Algen				
"Fytoplankton"	2			
"Fytoplankton"	3			
Champia parvula			3	
Chlorella vulgaris	2			
Nitzschia palea	3			
Phaeodactylum tricornotum	2			
Selenastrum capricornotum	3			
Protozoa				
Colpidium colpoda		3		
Tetrahymena elliotti		3		
Tetrahymena pyriformis		3		
Wormen				
Nereis arenaceodentata	3			
Stekelhuidigen				
Strongylocentrotus droebachiensis			3	
Weekdieren				
Crassostrea gigas	1			
Mytilus edulis				
Physa gyrina	3			
Schaaldieren				
Artemia salina	3			
Artemia sp.	2			
Calanus finmarchicus	3			
Callinectes sapidus	3			
Cancer magister	3		4	
Daphnia magna	3			
Daphnia pulex	3		4	
Elasmopus pecteniscrus	3			
Eurytemora affinis	3		5	
Gammarus minus	3			
Hemigrapsus nudus	3	3		
Metapenaeus monoceros	3			
Neomysis americana	4			
Palaemonetes pugio	3			
Parhyale hawaiiensis	3			
Penaeus aztecus	3			
Rhithropanopeus harrisii			4	
Scylla serrata			3	

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Insekten				
<i>Aedes aegypti</i>	3			
<i>Chironomus tentans</i>	3			
<i>Somatochlora cingulata</i>	3			
Vissen				
<i>Cyprinidon variegatus</i>	3			
<i>Fundulus heteroclitus</i>	3			
<i>Gadus morhua</i>	3			
<i>Gambusia affinis</i>	1			
<i>Micropterus salmoides</i>			4	
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	3			4
<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	3			4
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	3			
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	3		4	5
<i>Pimephales promelas</i>	3			4
<i>Salmo trutta</i>	3			
<i>Sarotherodon mossambicus</i>	3			4
Amfibieën				
<i>Rana pipiens</i>	3			
<i>Xenopus laevis</i>	3			
Landorganismen				
Zoogdieren				
<i>Cavia porcellus</i>	0			g/kg bw
<i>Mus domesticus</i>	1			g/kg bw
<i>Rattus norvegicus</i>	1			5 g/kg bw
ANTHRACEEN				
Waterorganismen				
Algen				
<i>Selenastrum capricornotum</i>				6
Weekdieren				
<i>Mytilus edulis</i>				
Schaaldieren				
<i>Artemia sp.</i>	5			
<i>Artemia salina</i>	5			
<i>Daphnia magna</i>	4			
<i>Daphnia pulex</i>	6			
Insekten				
<i>Aedes aegypti</i>	5			
<i>Aedes taeniorhynchus</i>	4			
<i>Culex quinquefasciatus</i>	5			
Vissen				
<i>Lepomis macrochirus</i>	5			
<i>Lepomis sp.</i>	5			

	Akuut EC	Chronisch NOEC	EC	NOEC
Pimephales promelas	4			
Amfibieën				
Rana pipiens	5			
Landorganismen				
Zoogdieren				
Mus domesticus	-1			g/kg bw
Rattus norvegicus				5 g/kg bw
FENANTHREEN				
Waterorganismen				
Algen				
"Fytoplankton"	3			
"Fytoplankton"	4			
Anabaena flos-aquae			3	4
Nitzschia palea	4			
Phaeodactylum tricornotum	4			
Selenastrum capricornotum	4			
Protozoa				
C. colpoda			4	
T. ellioti			4	
Wormen				
Nereis arenaceodentata	4			
Weekdieren				
Physa gyrina	4			
Mytilus edulis	4			
Schaaldieren				
Daphnia magna	4			
Daphnia pulex	4			4
Gammarus minus	4			
Artemia salina	4			
Artemia sp.	4			
Rhithropanopeus harrisii	4			
Insekten				
Aedes aegypti	4			
Chironomus tentans	4			
Vissen				
Micropterus salmoides			4	
Oncorhynchus mykiss			5	5
Pimephales promelas	4			
Amfibieën				

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Rana pipiens	3			
Landorganismen				
Zoogdieren				
Mus domesticus	0			g/kg bw
FLUORANTHEEN				
Waterorganismen				
Algen				
Anabaena flos-aquae			5	
Selenastrum capricornotum	2			
Skeletonema costatum	2			
Wormen				
Nereis arenaceodentata	4			
Schaaldieren				
Artemia salina	5			
Daphnia magna	5			
Mysidopsis bahia	5		5	
Insekten				
Aedes aegypti	5			
Aedes taeniorhynchus	5			
Culex quinquefasciatus	5			
Vissen				
Cyprinidon variegatus		1		
Lepomis macrochirus	3			
Pimephales promelas	4			
Amfibieën				
Rana pipiens	5			
Landorganismen				
Zoogdieren				
Mus domesticus			0	
BENZO [a] ANTHRACEEN				
Waterorganismen				
Algen				
Anabaena flos-aquae			5	6
Selenastrum capricornotum				4
Schaaldieren				
Daphnia pulex	5			
Wormen				

	Akueel EC	Chronisch NOEC	EC	NOEC
Nereis virens	5			
Landorganismen				
Zoogdieren				
Mus domesticus		3	5	
CHRYSEEN				
Waterorganismen				
Algen				
Anabaena flos-aquae			6	6
Wormen				
Nereis arenaceodentata	1			
Schaaldieren				
Artemia salina	3			
Daphnia magna	3			
Insekten				
Aedes aegypti	3			
Amfibieën				
Rana pipiens	3			
Landorganismen				
Zoogdieren				
Mus domesticus			0	
Rattus norvegicus			0	
BENZO [a] PYREEN				
Waterorganismen				
Algen				
Selenastrum capricornotum			4	
Wormen				
Nereis arenaceodentata	3			
Schaaldieren				
Daphnia pulex	6			
Insekten				
Aedes aegypti	6			
Vissen				
Poecilopsis lucida	3			

	Akuut		Chronisch		
	EC	NOEC	EC	NOEC	
Amfibieën					
Pleurodeles waltl				4	
Rana pipiens	3				
Landorganismen					
Zoogdieren					
Mesocricetus auratus			4		
Mus domesticus			3		g/kg bw
Rattus norvegicus			3		
Planten (akuut stimulerend)					
Phaseolus vulgaris			4		EC: groeistimul
Zea mays			4		EC: groeistimul
Brassica rapa			5		EC: groeistimul
Raphanus sativus			5		EC: groeistimul
Secale cereale			5	0	EC: groeistimul
Nicotiana tabacum			5		EC: groeistimul
Triticum aestivum			4	0	EC: groeistimul
Vicia alba			1		EC: groeistimul

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
PCB				
Waterorganismen				
Algen				
"Plankton"	5			
Bellerochea polymorpha	4			
Chlorella pyrenoidosa	3			
Chlorella vulgaris	4			
Cylindrotheca closterium			4	
Ditylum brightwellii	5			
Dunaliella tertiolecta	4	3		
Fragilaria pinnata	4			
Monochrysis lutheri	4			
Olisthodiscus sp	4			
Platymonas sp		4		
Porphyridium sp.	4			
Rhizosolenia setigera	4			
Scenedesmus obtusiusculus			4	
Scenedesmus quadricauda	8			
Skeletonema costatum		5		
Thalassiosira pseudonana	5	4		
Thalassiosira fluviatilis	4			
Invertebraten				
Arbacia punctulata	3			
Crangon crangon	3			
Crangon crangon	6			
Crangon septemspinoza	5			
Crangon septemspinoza	6			
Gammarus fasciatus	5			
Gammarus pseudolimnaeus	5			
Gammarus tigrinus			5	
Orconectes nais	5			
Palaemonetes pugio	5			
Palaemonetes kadiakensis		6		
Penaeus aztecus	5			
Penaeus duorarum	4		7	
Procambarus sp	4			
Rhithropanopeus harrisii			5	
Uca pugilator	5			
Weekdieren				
Cardium edule	1			
Cerastoderma edule	2			
Crassostrea virginica	5		6	
Gammarus oceanicus			4	
Mytilus edulis	3			
Wormen				
Nereis arenaceodentata	3			

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Insekten				
Ischnura verticalis	4			
Macromia sp	4			
Pteronarcella badia	4			
Vissen				
Agonus cataphractus	5			
Carassius auratus	6	8		
Catostomus catostomus	4			
Chelon labrosus	2			
Coregonus sp.	3			
Cyprinidon variegatus			7	8
Cyprinus carpio	3			
Fundulus heteroclitus	2			
Gobius niger	5			
Ictalurus punctatus	4			
Lagodon rhomboides	5		5	
Lebistes reticulatus	3			
Leistomus xanthurus			6	
Lepomis macrochirus	4			
Lepomis microlophus	6	8		
Oncorhynchus mykiss	4			
Perca flavescens	4			
Pimephales promelas	5			
Rasbora heteromorpha	4			
Salmo salar	4			
Salmo clarki	3			
Salvelinus namaycush	4			
Salmo trutta	4			
Salvelinus fontinalis	3			
Amfibieën				
Bufo americanus	6	8		
Bufo fowleri	5	6		
Bufo woodhousei	6			
Rana pipiens	6	8		
Overige				
Eschericia coli	2			
Tetrahymena pyriformis	5			
Landorganismen				
Planten				
Beta vulgaris	0			
Festuca sp.	0	1		
Glycine max	0			
Spartina alterniflora			6	
Vogels				
Agelaius phoeniceus	0			
Anas platyrhynchos	1			

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Colinus virginianus	1			
Coturnix coturnix	0			
Kip	0		3	
Larus fuscus			4	
Molothrus ater	0			
Phasianus colchicus	0			
Quiscalis quiscula	0			
Sturnus vulgaris	0			
Uria aalge			5	
Zoogdieren				
Aap	0			g/kg bw
Bos domesticus			3	
Mustela vison	0		2	akuut als g/g b
Mus domesticus			2	
Mustela putorius			2	
Rattus norvegicus	0		4	5 g/kg bw
Rhesusaap	6			6 g/kg bw
Sylvilagus floridanus				2
Sus scrofa			2	
Phoca vitulina			5	6 g/kg bw

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
PCP				
Waterorganismen				
Bacteriën				
Pseudomonas fluorescens	3			
Algen				
Ankistrodesmus falcatus			6	
Chlamydomonas sp.	3			
Chlamydomonas pyreniodosa	3			
Chlamydomonas variegata		3		
Chlorella ovalis	3			
Cylindrospermum licheniformae	3			
Dunaliella sp.	3			
Melosira sp.				6
Microcystis aeruginosa	3			
Microcystis sp.			6	
Monochrysis sp.	4			
Nitzschia palea	3			
Phaeodactylum tricornutum	3			
Scenedesmus quadricauda	5			
Scenedesmus costatum	5			
Scenedesmus obliquus	3			
Scenedesmus pannonicus	4			
Selenastrum capricornutum	4			
Skeletonema costatum	3			
Schimmels				
hypomyceten	4			
Pseudoaegerita matsushimae	5			
Planten				
Elodea canadensis	4			
Lemna minor	3			
Raderdiertjes				
Brachionus plicatilis	0			
Schaaldieren				
Asellus racovitzai	3			
Ceriodaphnia reticulata	4			
Crangon crangon	4			
Crangon septempinoza	3			
Daphnia galatea	4			
Daphnia magna	4			
Daphnia pulex	3			
Gammarus tigrinus	4			
Mysidopsis bahia	4			
Palaemonetes elegans	3			
Palaemonetes pugio	4			
Palaemonetes varians	3			
Penaeus aztecus	4			
Pseudodiaptomus coronatus	5			

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
<i>Simocephalus vetulus</i>	4			
Insekten				
<i>Culex pipiens</i>			3	
Wormen				
<i>Arenicola cristata</i>				6
<i>Limnodrilis hoffmeisteri</i>	4			
<i>Limnodriloides verrucosus</i>	5			
<i>Monopylephorus cuticulatus</i>	4			
<i>Ophryotrocha diadema</i>				5
<i>Tubifex tubifex</i>	4			
Weekdieren				
<i>Crassostrea virginica</i>	5			
<i>Gilia altilis</i>				4
<i>Lymnea stagnalis</i>	6			
<i>Lymnea acuminata</i>				4
Holtedieren				
<i>Hydra oligactis</i>	5			
Vissen				
<i>Alburnus alburnus</i>	5			
<i>Barbus ticto</i>	6			
<i>Carassius auratus</i>	4		4	
<i>Carassius carassius</i>			5	
<i>Coregonus muksun</i>	5			
<i>Cyprinidon variegatus</i>	4			
<i>Cyprinus carpio</i>	5			
<i>Esox lucius</i>	5			
<i>Fundulus similis</i>	4			
<i>Fundulus similis</i>	4			
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	4			
<i>Ictalurus punctatus</i>	5			
<i>Jordanella floridae</i>			3	
<i>Lagodon rhomboides</i>	5			
<i>Lepomis macrochirus</i>	5		4	
<i>Leuciscus idus</i>	4			
<i>Micropterus salmoides</i>	4			
<i>Mugil cephalus</i>		4		
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	4		4	
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	5			
<i>Oncorhynchus nerka</i>		5		
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>		5		
<i>Oryzias latipes</i>				
<i>Pimephales promelas</i>	4		4	
<i>Poecilia reticulata</i>	4		4	
<i>Rutilus rutilus</i>	5			
<i>Salmo salar</i>	5			
<i>Salmo clarki</i>	5			
<i>Salmo trutta</i>	4			

	Akut		Chronisch		
	EC	NOEC	EC	NOEC	
Salvelinus fontinalis			4		
Amfibieën					
Bufo bufo japonicus	4				
Xenopus laevis	5				
Landorganismen					
Planten					
Avena sativa	1				
Lactuca sativa	2				
Wormen					
Eisenia foetida	2				
Eisenia andrei	2				
Enchytraeus albidus	1				
Lumbricus rubellus	1				
Vogels					
Anas platyrhynchos	0				
Colinus virginianus	0				
Coturnix coturnix	0				
kip	0		3		g/kg bw
Phasianus colchicus	0				
Zoogdieren					
Cavia porcellus	1				g/kg bw
Mesocricetus auratus	1				g/kg bw
Canis familiaris	1				g/kg bw
Bos domesticus	1				g/kg bw
Oryctolagus cuniculus	1				g/kg bw
Mus domesticus	1		3		g/kg bw
Rattus norvegicus	1		3		g/kg bw
Ovis aries	1				g/kg bw
Sus scrofa	2				g/kg bw

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
S02				
Planten				
Abies alba			7	
Acer platanoides			7	
Acer pseudoplatanus			7	
Agropyron smithii				7
Alnus glutinosa				7
Betula pubescens			7	
Fagus sylvatica			7	
Gingko biloba			7	
Glycine max				8
Larix leptolepsis			7	
Lolium perenne				8
Medicago sativa				7
Nicotiana tabacum				8
Phaseolus vulgaris				8
Picea abies			8	
Picea exelsa			7	
Pinus nigra			7	
Pinus strobus			8	
Pinus sylvestris			8	
Populus deltoides x P. trichocarpa			7	
Pseudotsuga menziesii			7	
Quercus robur			7	
Quercus pendunculata			7	
Raphanus sativus				7
Ulmus parvifolia			7	
Zoogdieren				
Cavia porcellus	4			5
Mesocricetus auratus	3		3	
Canis familiaris			3	5
Mus domesticus				5
Rattus norvegicus	3			

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
Zink				
Waterorganismen				
Bacteriën				
Zoogloea ramigera	3			
Algen				
Anabaena variabilis			4	
Asterionella japonica				5
Chaetoceros compressum			5	
Chlorella vulgaris				4
Chlorella fusca		2		
Chroococcus paris				4
Cladophora glomerata	5			
Cladophora sp.	4			
Gymnodinium splendens			4	
Kirchneriella subcapitata				5
Monoraphidium contortum				4
Navicula incerta				3
Nitzschia closterium	4			5
Pediastrum tetras				3
Phaeodactylum tricornotum			4	
Prorocentrum micans			4	
Rhizosolenia sp.			5	
Scenedesmus quadricauda				4
Schroederella schroederi			5	
Scripsiella faeroerense			4	
Selenastrum capricornotum				5
Skeletonema costatum			5	
Spiruluni maxima				3
Stichococcus bacillaris				3
Synechococcus 6301				4
Thalassiosira pseudonana			4	
Thalassiosira guillardii			4	
Macro-algen				
Cladophora glomerata		4		5
Hormidium rivulare				3
Laminaria hyperborea				4
Planten				
Lemna paucicostata	3			
Protozoa				
Euglena gracilis	3			
Euglena viridis				3
Tetrahymena pyriformis				3
Sponzen				
Ephydatia fluviatilis				6
Wormen				
Capitella capitata				4

	Akuut		Chronisch	
	EC	NOEC	EC	NOEC
<i>Ctenodrilus serratus</i>				4
<i>Eropdella octulasta</i>			5	
<i>Nereis arenaceodentata</i>				4
<i>Nereis virens</i>	3			
<i>Ophryotrocha diadema</i>				4
<i>Tubifex tubifex</i>	3			
Holtedieren				
<i>Eirene viridula</i>				4
Weekdieren				
<i>Ancylus fluviatilis</i>				5
<i>Cerastoderma edule</i>	1			
<i>Corbicula</i> sp.				5
<i>Crassostrea gigas</i>	4	5		
<i>Crassostrea virginica</i>				4
<i>Haliotis refescens</i>		5		
<i>Macoma balthica</i>	2			
<i>Mercenaria mercenaria</i>		5		
<i>Mya arenaria</i>	3			
<i>Mytilus edulis</i>	5			
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	5			
<i>Scrobicularia plana</i>		3		
Schaaldieren				
<i>Callinassa australiensis</i>		4		
<i>Cancer anthonyi</i>	5			
<i>Cancer magister</i>	4			
<i>Ceriodaphnia dubia</i>				5
<i>Crangon crangon</i>	3			
<i>Daphnia magna</i>				5
<i>Gammarus pulex</i>	4			
<i>Holmesimynis costata</i>		5		
<i>Macrobrachium hendersodanum</i>	3			
<i>Mysidopsis bahia</i>				4
<i>Tigriopus brevicornis</i>				4
Insekten				
<i>Clistoronia magnifica</i>				3
<i>Epeorus latifolium</i>				6
Stekelhuidigen				
<i>Arbacia lixula</i>		5		
<i>Asterias forbesi</i>	4			
Vissen				
<i>Barbus conchionus</i>	3			
<i>Barbus sophore</i>	2			
<i>Barbus ticto</i>	4			
<i>Brachydanio rerio</i>				3
<i>Chelon labrosus</i>	2			
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	6			?

	Akut		Chronisch		
	EC	NOEC	EC	NOEC	
Jordanella floridae				5	
Lebistes reticulatus			3		
Noemachellus barbatulus	4				
Oncorhynchus mykiss				4	
Oncorhynchus nerka				4	
Phoxinus phoxinus				5	
Pimephales promelas				4	
Pleuronectes platessa			5		
Salmo salar	4		4		
Salmo trutta			6		
Salvelinus fontinalis					4 g/kg bw
Psetta maxima			3		
Scyllorhinus canicula	2				
Amfibieën					
Bufo arenarum		3			
Bufo bufo japonicus	3				
Bufo melanostictus	2				
Landorganismen					
Planten					
Avena sativa				1	
Lactuca sativa				1	
Medicago sativa				1	
Zea mays				1	
Oligochaeta					
Eisenia foetida	0				
Weekdieren					
Orion ater			1		
Schaaldieren					
Porcellio scaber			1		
Vogels					
Anas platyrhynchos				0	
Kip				0	
Zoogdieren					
Mesocricetus auratus					2 c noec g/kg bw
Bos domesticus			0		
Mus domesticus					2 c noec g/kg bw
Equus caballus			0		
Rattus norvegicus			3		2 c noec g/kg bw
Ovis aries	1	1			
Sus scrofa			0		

Phylum/

Klasse Orde Familie Geslacht/Soort

Bijlage 2. Taxonomie

Algae

Roodwieren

Onbekend

Cladophora sp.*Cladophora glomerata*

Characeae

Chara vulgaris

Spermatophyta

Gymnospermae

Coniferopsida

Coniferales

Pinaceae

*Abies alba**Larix leptolepsis**Picea sitchensis**Pinus nigra**Pseudotsuga menziesii*

Angiospermae

Monocotyledones

Helobiae

Hydrocharitaceae

Elodea canadensis

Potamogetonaceae

*Potamogeton colonatus**Potamogeton crispus**Potamogeton illinoensis*

Graminales

Graminae

*Agropyron smithii**Avena sativa****Festuca* sp.**

"gras"

Hordeum* vulgare**Lolium* perenne***Phragmites communis**Secale cereale****Spartina* alterniflora***Tritium aestivum**Zea mais*

Spathiflorae

Lemnaceae

*Lemna gibba**Lemna paucitostata**Spirodela punctata**Spirodela polyrhiza*

Liliiflora

Liliaceae

*Allium cepa**Allium porrum*

Phylum/

Klasse Orde Familie Geslacht/Soort

Dicotyledones

Salicales

Salicaceae

Populus deltoides x *P. trichocarpa*

Fagales

Betulaceae

*Alnus glutinosa**Betula pubescens*

Fagaceae

*Fagus sylvatica**Quercus robur**Quiscalis pendunculata*

Urticales

Ulmaceae

Ulmus parvifolia

Sapindales

Aceraceae

*Acer platanoides**Acer pseudoplatanus*

Umbelliflorae

Umbelliferae

*Apium graveolens**Daucus carota*

"schermbloemigen"

Rhoeodales

Cruciferae

*Brassica napus**Brassica rapa**Brassica* sp.*Raphanus sativus*

Sarraceniales

Leguminosae

*Glycine max**Medicago sativa**Phaseolus vulgaris**Pisum sativum**Trifolium repens**Trifolium* sp.*Vicia alba*

Cucurbitales

Cucurbitaceae

Cucumis sativus

Haloragaceae

Myriophyllum spicatum

Polygonales

Chenopodiaceae

*Beta vulgaris**Spinacia oleracea*

Campanulales

Compositae

*Helianthus annuus**Lactuca sativa*

Plantaginales

Phylum/

Klasse Orde Familie Geslacht/Soort

Plantaginaceae
Plantago lanceolata

Ranales
Ranunculaceae
Ranunculus fluitans

Tubiflora
Solanaceae
Nicotiana tabacum
Solanum tuberosum
Solanum lycopersicum

Onbekend:
Gingko biloba

Dieren

Echinodermata

Stelleroidae
Forcipulata
Asteriidae
Asterias forbesii
Asterias rubens

Ophiotrix spiculata

Ophiurida
Ophiuridae
(Ophiura albida)
(Ophiura texturata)

Paxillosida
Astropectinidae
(Astropecten irregularis)

Platyastridae
Luidiidae
(Luidia sarsi)

Spinulosida
Asterinidae
Patiriella exipus

Echinoidae
Atelostomata
Spatangidae
(Spatangus purpureus)

Echinacea
Arbaciidae
Arbacia lixula
Strongylocentrotidae
Strongylocentrotus sp.

Gnathostomata
Dendrasteridae
Dendraster excentricus

Holothuriodea
Dendrochirotida
Cumariidae

Phylum/

Klasse Orde Familie Geslacht/Soort
(*Cucumaria elongata*)

Onbekend:

(*Echinocyamus pusillus*)
(*Echinocardium cordatum*)
(*Metridium senile*)

Annelida

Oligochaetae
Tubificidae
** *Tubifex tubifex*
Polychaetae
Capitellidae
Capitella capitata
Nereidae

Annelida

Oligochaetes
Lumbricidae
Arenicola cristata
Lumbricus rubellus
Lumbricus terrestris
Lumbricus variegatus
Tubificidae
Tubifex tubifex
Polychaetes
Arenicolidae
Arenicola cristata
Capitellidae
Capitella capitata
Nereidae
Nereis arenaceodentata
Nereis diversicolor
Nereis succinea

Nereis virens
Onbekend

Aelosoma headleyi
Allobophora calignosa
Allobophora chlorotica
Allolobophora longa
Allolobophora tuberculata
Cerebratulus fuscus
Ctenodrilus cerratus
Dendrobaena rubida
Eisenia andrei
Eisenia foetida
Enchytraeus albidus
Eropodella octulasta
Eropodella octoculata
Eudrilus eugeniae
Limnodrilis hoffmeisteri
Limnodriloides verrucosus
Monopylephorus cuticulatus

Phylum/

Klasse Orde Familie Geslacht/Soort

Neanthes arenaceodentata
Octochaetus pattoni
Octolasion cyaneum
Oligochaetes (9 soorten)
Ophryotrocha diadema
Ophryotrocha labronica
Paranais sp.
Perionyx excavatus
Pheretima posthuma
Phyllodoce maculata
Polycelis tenuis

Mollusca

Bivalvia

Uniones

Cardiidae

Cardium edule
Cerastroderma edule

Dreissenidae

Dreissena polymorpha

Myidae

Mya arenaria

Mytilidae

Mytilus californianus
Mytilus edulis
Mytilus galloprovincialis

Tellinidae

Macoma balthica

Unionidae

Anodonta imbecillis
Unio pictorum

Gastropoda

Pulmonata

Ancylidae

Ancylus fluviatilis

Lymnaeidae

Lymnaea acuminata
Lymnaea palustris
Lymnaea peregra
Lymnaea stagnalis

Physidae

Aplexa hypnorum
Physa fontinalis
Physa gyrina
Physa integra
Physa sp.

Prosobranchia

Viviparidae

Viviparus bengalensis

Onbekend:

Amblena plicata
Amnicola sp

Phylum/

Klasse Orde Familie Geslacht/Soort

Argopecten irradians
Baliotus tuberculata
Busicon canaliculatum
Campeloma decisum
Corbicula fluminea
Corbicula manilensis
Corbicula sp
Crassostrea gigas
Crassostrea virginica
Crepidula fornicata
Cyrtonaias tampicoensis
Degusia c lugubris
Elliptio complanata
Gammarus oceanicus
Gilia altilis
Haliotis refescens
Haliotis sp
Helix aspersa
Ilyanassa obsoleta
Loligo opalescens
Mercenaria mercenaria
Nassarius obsoletus
Orion ater
Oronectus immunis
Perna perna
Potamopyrgus jenkensi
Scrobicularia plana
Toxolasa texasensis
Urosalpinx cinerea

Arthropoda

Crustaceae

Malacostraca

Decapoda

Astacidae

Orconectes limosus
Orconectes nais
Orconectes rusticus
Orconectes virilis

Cancridae

Cancer anthonyi
Cancer irroratus
Cancer magister
Cancer pagurus

Corystidae

(**Corystes cassivelaunus**)

Crangonidae

Crangon crangon
(**Crangon allmani**)
Crangon septemspinoza
Crangon spp.
Pandalus danae

Galatheididae

Phylum/

Klasse Orde Familie Geslacht/Soort

(*Galathea intermedia*)
Munida gregaria
Majidae
(*Macropodia rostrata*)
(*Macropodia tenuirostris*)
Nephropidae
Homarus americanus
(*Nephrops norvegicus*)
Ocipodidae
Uca pugilator
Paguridae
Pagurus longicarpus
Palaemonidae
Palaemonetes elegans
Palaemonetes pugio
Palaemonetes sp.
Palaemonetes varians
Palaemonetes vulgaris
Penaeidae
Penaeus aztecus
Penaeus duorarum
Penaeus indicus
Penaeus indicus
Penaeus monodon
Penaeus setiferus
Pinnotheridae
(*Pinnotherus pisum*)
Porcellanidae
(*Pisidia longicornis*)
Portunidae
Callinectes sapidus
Carcinus maenas
Portunus depurator
Thiidae
(*Thia scutellata*)
Xanthinae
Rhithropanopaeus harrisii
Onbekend
Hemigrapsus nudus
(*Ebalia cranchii*)
(*Ebalia tuberosa*)
(*Ebalia tumefacta*)
(*Liocarcinus depurator*)
(*Liocarcinus holsatus*)
(*Liocarcinus marmoreus*)
(*Liocarcinus pusillus*)
(*Necora puber*)

Overige/onbekend:

Acartia tonsa
Agladiaptomus leptopus
Arcatoia tonsa
Artemia franciscana

Phylum/**Klasse Orde Familie Geslacht/Soort**

Artemia salina
Artemia sp.
Asellus aquaticus
Asellus racovitzai
Atlanto-astacus pallipes
Austropotamobius pallipes
Calanus finmarchicus
Callianassa australiensis (Callianassidae-Decapoda?)
Ceriodaphnia acanthina
Ceriodaphnia dubia
Ceriodaphnia reticulata
Chydorus sphaericus
Cyclops abyssorum
Cyclops sp.
Daphnia cuculata
Daphnia duplex
Daphnia galatea
Daphnia hyalina
Daphnia magna
Daphnia pulex
Daphnia pulicaria
Daphnia rosea
Daphnia similis
Daphnia sp.
Elasmopus pecteniscrus
Eudiatomus padanus
Eurytemora affinis
Gammarus fasciatus
Gammarus minus
Gammarus pseudolimnaeus
Gammarus pulex
Gammarus tigrinus
Holmesimynis costata
Hyallozetes azteca
Macrobrachium hendersonianum
Macrobrachium rosenbergii
Metapenaeus monoceros
Moina rectirostris
Mysidopsis bahia
Neomysis americana
Nitroca spinipes
Penaeus duorarum (Penaeidae-Decapoda?)
Paragrapsus gamardii
Parhyale hawaiiensis
Porcellio scaber
Pseudodiaptomus coronatus
Scutelidium sp.
Scylla serrata
Simocephalus vetulus
Simocephalus serrulatus
Skistodiaptomus oregonensis
Tigriopus brevicornis
Tigriopus japonicus

Phylum/

Klasse Orde Familie Geslacht/Soort

Tropocyclops prasimus
(Pandalina brevirostris)
(Pontophilus bispinosus)
(Pontophilus trispinosus)

Insecta

Odonata-Zygoptera

Coenagrionidae

Ischnura elegans

Ischnura verticalis

Corduliidae

Somatochlora cingulata

Lestidae

Lestes congener

Onbekend

Onbekend

Lepidoptera

Pieridae

Trichoplusia ni (=Pieris rapae?)

Ephmerelliformes

Ephemerellidae

Ephemerella doddsi

Ephemerella grandis

Ephemerella ignita

Ephemerella subvaria

Hydropsyche augustipennisHydropsyche bettini

Diptera

Cuculidae

Aedes aegypti

Aedes taeniorhynchus

Culex pipiens

Culex quinquefasciatus

Chironomidae

Chironomus cf. thummi

Chironomus gr. thummi

Chironomus riparius

Chironomus sp.

Chironomus tentans

Paratanytarsus parthenogeneticus

Tanytarsis dissimilis

Trichoptera

Onbekend

Trichoptera sp.

Baetidae

Baetis rhodani

Cloeon sp.

Cloeon dipterum

Overige:

Acroneuria lycorias

Apis mellifera

Arctopsyche grandis

Phylum/

Klasse Orde Familie Geslacht/Soort

Arcynopteryx parallela

Bombyx mori

Bracycentus sp.

Callibaetus sp.

Clistoronia magnifica

Corixa punctata

Drosophila melanogaster

Epeorus latifolium

Epilachna varivestis

Folsomia candida

Leuctra inermis

Macromia sp.

Nemoura cinerea

Onychirus armatus

Poecilus cupreus

Pteronarcella badia

Pteronarcys californica

Pteronarcys dorsata

Stenelmis sexlineata

Tribolium confusum

Chordata

Pisces

Chondrichtyes

Selachii

Onbekend

Scyliorhinus canicula

Chondrostei

Acipenseriformes

Acipenseridae

(Acipenser sturio)

Teleostei

Gadiformes

Gadidae

Gadus morhua

Anguilliformes

Anguillidae

Anguilla japonica

Cypriniformes

Cobitidae

Noemachellus barbatulus

Cyprinidae

(Abramis brama)

Alburnus alburnus

Barbus arullus(Barbus barbus)**Barbus conchionus****Barbus dorsalis****Barbus goniotus****Barbus guganio****Barbus holubi****Barbus sarana****Barbus sophore**

Phylum/

Klasse Orde Familie Geslacht/Soort

Barbus ticto
Brachydanio rerio
Carassius auratus
Carassius carassius
Cyprinus carpio
Gobio gobio
Gobio niger
Jordanella floridae
Leuciscus cephalus
Leuciscus idus
Nuria denricus
Phoxinus phoxinus
Pimephales promelas
Rasbora heteromorpha
Rhodeus sericeus
Rutilus rutilus
Scardinius erythrophthalmus
Tinca tinca

Cyprinodontiformes
 Cyprinodontidae
 Cyprinodon variegatus
 Fundulidae
 Fundulus heteroclitus
 Fundulus majalis
 Fundulus namaycush
 Fundulus similis
 Poeciliidae
 Gambusia affinis
 Poecilia reticulata
 Poecilopsis lucida

Gasterostiformes
 Gasterostoidae
 Gasterosteus aculeatus

Isospondyli
 Clupeidae
 Alosa supidissima
 Clupea harengus
 Engraulis mordax

Perciformes
 Centrarchidae
 Lepomis cyanellus
 Lepomis gibbosus
 Lepomis macrochirus
 Lepomis microlophus
 Lepomis sp.
 Micropterus dolomieu
 Micropterus salmoides

 Cichlidae
 Tilapia aurea
 Tilapia mossambica

 Moronidae
 Morone americana
 Morone labrax

Phylum/

Klasse Orde Familie Geslacht/Soort

Morone saxatilis
Percidae
Perca flavescens
Perca fluviatilis
Stizostedion lucioperca
Stizostedion vitreum
Sparidae
Lagodon rhomboides
Mugiliformes
Mugilidae
Chelon labrosus
Mugil cephalus
Pleuronectiformes
Pleuronectidae
Pleuronectes flesus
Pleuronectes platessa
Limanda limanda
Onbekend
Psetta maxima (=Scophthalmus maximus)
Scophthalmus aquosus
Solea solea
Salmoniformes
Coregonidae
Coregonus artedi
Coregonus muksun
Coregonus sp.
Esocidae
Esox lucius
Salmonidae
Oncorhynchus gorbusha
Oncorhynchus kisutch
Oncorhynchus mykiss
Oncorhynchus nerka
Oncorhynchus tshawytscha
Salmo aguabonita
Salmo clarki
Salmo namaycush
Salmo salar
Salmo trutta
Salvelinus fontinalis
Salvelinus malma
Thymallus arcticus
Scorpaeniformes
Cottidae
Agonus cataphractus
Cottus bairdi
Cottus cognatus
Siluriformes
Ictaluridae
Ictalurus punctatus
Onbekend
Ambassis safgha
Astronotus ocellatus

Phylum/

Klasse Orde Familie Geslacht/Soort

Boleophthalmus dussumieri
Branchiostoma caribaeum
Catla catla
Catostomus catostomus
Catostomus commersoni
Channa punctatus
Citharichtis stigmaeus
Diplodus sargus
Etheostoma spectabile
Gaidropsarus capensis
Heteromycteris capensis
Leistomus xanthurus
Lithognathus mormyrus
Menidia beryllina
Menidia menidia
Notemigonus crysoleucas
Notropis spilopterus
Oryzias latipes
Paralichtus dentatus
Ptichocheilus oregonensis
Puntus conchionus
Roccus americanus
Saccobranhus fossilus
Sarotherodon mossambicus
Semotilus atromaculatus
Therapon jarbus

Amfibia

Caudata

Ambistomidae

Ambystoma americanum
Ambystoma opacum

Anura

Bufonidae

Bufo americanus
Bufo arenarum
Bufo bufo
Bufo fowleri
Bufo melanostictus
Bufo vulgaris
Bufo woodhousei

Ranidae

Rana pipiens

Pipidae

Xenopus laevis

Onbekend

Hyla chrysoscelis

Onbekend:

Gastrophysa carolinensis
Pleurodeles waltl

Aves

Phylum/

Klasse Orde Familie Geslacht/Soort

Podicipediformes
Podicepediae
(Podiceps griseigena)

Pelicaniformes
Phalacrocoracidae
(Phalacrocorax carbo)

Ciconiformes
Ardeidae
(Nycticorax nycticorax)
Threskiornithidae
(Platalea leucorodia)

Anseriformes
Anatidae
Anas platyrhynchos
Anas rubripes
(Aythya fuligula)
(Cygnus bewickii)
(Mergus albellus)
(Mergus merganser)

Accipitriformes
Accipitridae
Accipiter gentilis
Roodstaartbuizerd

Falconiformes
Falconidae
Falco sparverius
Falco tinnunculus

Galliformes
Phasianidae
Coturnix coturnix
Phasianus colchicus
Colinus virginianus

Charadriiformes
Laridae
Larus fuscus
Alcidae
Uria aalge

Columbiformes
Columbidae
Columba oenas
Zenaida macroura

Passerines
Hiruntinidae
(Riparia riparia)
Turdidae
Agelaius phoeniceus
Quiscalis quiscula
Corvidae
Corvus brachyrhynchos
Sturnidae
Sturnus vulgaris
Passeridae

Phylum/

Klasse Orde Familie Geslacht/Soort

Passer domesticus

Onbekend:

kip

Molothrus ater

Zebravink

Mammalia

Carnivorae

Canidae

Canis familiaris

zilvervos

Felidae

Felis catus

Mustelidae

Lutra lutra

Mustela nivalis

Mustela putorius

Mustela vison

Pinnipedes

Phocidae

Phoca vitulina

Artiodactyla

Bovidae

Bos domesticus

Ovis aries

Cervidae

Odocoileus virginianus

Suidae

Sus scrofa

Lagomorpha

Leporidae

Oryctolagus cuniculus

Perissodactyla

Equidae

Equus caballus

Rodentia

Caviidae

Cavia porcellus

Cricetidae

Merionus unquiculatus

Mesocricetus auratus

Mesocricetus griseus

Muridae

Mus domesticus

Rattus norvegicus

Onbekend

Sylvilagus floridanus

(Insectivora)

(Cetacea)

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort akuut chronisch
 ec necec nec

Bijlage 3. Taxonomische integratie van toxiciteitsgegevens

Stof: ammoniak

Bacteria		
Algae		
Roodwieren		
Onbekend		
Characeae		
** Chara vulgaris		2
** Chara sp.	3	
Angiospermae		
Dicotyledones		
Ranunculus fluitans		
Mollusca		
Bivalvia		
Uniones		
Mytilidae		
** Mytilus edulis	4	
Unionidae		
Anodonta imbecillis	4	
Onbekend:		
Corbicula manilensis	4	
Crassostrea virginica	2	
Cyrtornaias tampicoensis	4	
Elliptio complanata	5	
Mercenaria mercenaria	3	
Toxolasia texasensis	4	
Annelida		
Oligochaetae		
Lumbricidae		
** Tubifex tubifex	3	
Onbekend		
Cerebratulus fuscus	3	
Arthropoda		
Crustacea		
Malacostraca		
Decapoda		
Astacidae		
Orconectes nais	3	
Crangonidae		
** Crangon crangon	2	
Nephropidae		
Homarus americanus	3	
Palaemonidae		
Palaemonetes pugio	4	
Penaeidae		

PhyOrd	Famili	Geslacht/Soort	Bijlage 3		
			akuut ec	chronisch necec	nec
		Penaeus setiferus		4	
Overige/onbekend:					
		Asellus racovitzai	3		
		Ceriodaphnia acanthina	4	4	
		Daphnia magna	3	4	
		Daphnia pulicaria	3		
		Macrobrachium rosenbergii	4		
		Moina rectirostris	4		
		Simocephalus vetulus	4		
Insecta					
Trichoptera					
Stof: ammoniak					
Ephemerelellidae					
		Ephemerelella doddsi	3		
		Ephemerelella grandis	3		
Overige:					
		Arctopsyche grandis	3		
		Arcynopteryx parallela	3		
		Callibaetes sp.	3		
		Petronarcella badia	3		
		Stenelmis sexlineata	3		
Chordata					
Pisces					
Teleostei					
Cypriniformes					
Cyprinidae					
	*	Barbus guganio	3		
		Carassius auratus	3		
		Cyprinus carpio	3		
	*	Leuciscus cephalus	1		
		Pimephales promelas	3	4	
		Rhodeus sericeus	4		
	**	Rutilus rutilus	4		
		Scardinius erythrophthalm	4		
Cyprinodontiformes					
Poeciliidae					
		Gambusia affinis	3		
		Poecilia reticulata	3		
Perciformes					
Centrarchidae					
		Lepomis cyanellus	3	4	
		Lepomis gibbosus	3		
		Lepomis macrochirus	4	5	
		Micropterus dolomieu	4	4	
Cichlidae					
		Tilapia aurea	3		
Moronidae					
		Morone americana	4		
Percidae					

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut chronisch		
	ec	necec	nec
* Stizostedion vitreum	4		
Pleuronectiformes			
Onbekend			
** Psetta maxima	4		
* Solea solea	5		
Salmoniformes			
Esocidae			
** Esox lucius	4		
Salmonidae			
Oncorhynchus gorbuscha	5	6	
Oncorhynchus kisutch	4		
Oncorhynchus mykiss	4	5	
Oncorhynchus nerka	4		
* Salmo aguabonita	4		
* Salmo clarki	4		
** Salmo salar		5	
** Salmo trutta	4		
Salvelinus fontinalis	3		
Scorpaeniformes			
Cottidae			
** Agonus cataphractus	2		
* Cottus bairdi	3		
Siluriformes			
Ictaluridae			
Ictalurus punctatus	3	4	
Onbekend			
Astronotus ocellatus	3		
Catostomus commersoni	3	5	
Etheostoma spectabile	3		
* Gaidropsarus capensis	4		
Notemigonus crysoleucas	3		
Notropis spilopterus	3		
Semotilus atromaculatus	4		

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort akueel chronisch
ec necec nec

Stof: asbest

Mollusca

Onbekend

Corbicula sp.

8

Chordata

Pisces

Teleostei

Salmoniformes

Salmonidae

Oncorhynchus kisutch

4

Mammalia

Artiodactyla

Bovidae

Ovis aries

2 g/kg bw

Rodentia

Caviidae

Cavia porcellus

5 g/m3 lucht

Cricetidae

Mesocricetus auratus

5 g/m3 lucht

Muridae

Mus domesticus

5 g/m3 lucht

Rattus norvegicus

5 g/m3 lucht

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort akuut chronisch
ec necec nec

Stof: benzeen

Angiospermae			
Monocotyledones			
Graminales			
Graminae			
* Hordeum vulgare	2		
Triticum aestivum	0		
Liliiflora			
Liliaceae			
Allium cepa	1		
Dicotyledones			
Umbelliflorae			
Umbelliferae			
Daucus carota	0		
schermbloemigen	0		
Tubiflora			
Solanaceae			
Solanum lycopersicum	0		
Mollusca			
Bivalvia			
Uniones			
Mytilidae			
* Mytilus californianus	3		
** Mytilus edulis	2		
Arthropoda			
Crustaceae			
Malacostraca			
Decapoda			
Cancriidae			
* Cancer magister	1		
Crangonidae			
* Crangon franciscorum	2		
Palaemonidae			
Palaemonetes pugio	2		
Overige/onbekend:			
Artemia salina	2		
Asellus aquaticus	1		
Daphnia cuculata	1		
Daphnia magna	1	1	
Daphnia pulex	2	1	
Gammarus pulex	1		
Insecta			
Odonata-Zygoptera			
Coenagrionidae			
Ischnura elegans	2		
Diptera			
Cuculidae			

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch
	ec	necec nec
Aedes aegypti	1	2
Culex pipiens	2	2
Chironomidae		
Chironomus cf. thummi	1	
Trichoptera		
Baetidae		
Cloeon dipterum	2	
Overige:		
Corixa punctata	2	
Nemoura cinerea	1	
Chordata		
Pisces		
Teleostei		
Anguilliformes		
Anguillidae		
Anguilla japonica	2	
Cyprinidae		
Alburnus alburnus		
* Barbus conchionus	2	
Carassius auratus	2	
** Leuciscus idus	2	
Pimephales promelas	2	2
Cyprinodontiformes		
Poeciliidae		
Gambusia affinis	2	
Poecilia reticulata	2	
Gasterostiformes		
Gasterostoidae		
** Gasterosteus aculatus	2	
Isospondyli		
Haringachtigen		
** Clupea harengus	2	
Engraulis mordax	2	
Perciformes		
Centrarchidae		
Lepomis macrochirus	1	
Moronidae		
Morone saxatilis	2	
Salmoniformes		
Salmonidae		
Oncorhynchus gorbuscha	2	
Oncorhynchus kisutch	2	2
Oncorhynchus mykiss	2	
Oncorhynchus nerka	2	
** Salmo trutta	2	
Salvelinus malma	2	
Thymallus arcticus	2	
Scorpaeniformes		
Cottidae		
* Cottus cognatus	1	
Onbekend		

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut chronisch		
	ec	necec	nec
Oryzias latipes	2	1	
Amfibia			
Caudata			
Ambistomidae			
Ambystoma americanum	1	1	
Ranales			
Pipidae			
Xenopus laevis	1	1	
Mammalia			
Carnivorae			
Canidae			
Canis familiaris			2
Suidae			
Sus scrofa		4	5
Lagomorpha			
Leporidae			
Oryctolagus cuniculus		4	
Rodentia			
Caviidae			
Cavia porcellus			4
Muridae			
Mus domesticus		5	4
Rattus norvegicus	3		4

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort		akueel chronisch	ec necec nec
Stof: cadmium			
Algae			
Characeae			
Chara vulgaris	5		
Spermatophyta			
Angiospermae			
Monocotyledones			
Graminales			
Graminae			
gras	2	als kons.	in plant
Zea mays	3	als kons.	in plant
Spathiflorae			
Lemnaceae			
Lemna minor	5		
Liliiflora			
Liliaceae			
Allium cepa	3	als kons.	in plant
Allium porrum	3	als kons.	in plant
Dicotyledones			
Umbelliflorae			
Umbelliferae			
* Apium graveolensis	2	als kons.	in plant
Daucus carota	2	als kons.	in plant
Rhoeodales			
Cruciferae			
Brassica rapa	2	als kons.	in plant
Brassica sp.	1	als kons.	in plant
Raphanus sativus	2	als kons.	in plant
Sarraceniales			
Leguminosae			
Phaseolus vulgaris	4	als kons.	in plant
Pisum sativum	4	als kons.	in plant
* Trifolium sp.	2	als kons.	in plant
Cucurbitales			
Haloragaceae			
* Myriophyllum spicatum	3		
Polygonales			
Chenopodiaceae			
Beta vulgaris	2	als kons.	in plant
Spinacia oleracea	3	als kons.	in plant
Campanulales			
Compositae			
Helianthus annuus	1	als kons.	in plant
* Lactuca sativa	3	als kons.	in plant
Stelleroidae			
Forcipulata			
Asteriidae			
** Asterias rubens	4	5	
Spinulosida			
Asterinidae			
Patiriella exipus	2		

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch	ec	necec	nec
Mollusca					
Bivalvia					
Uniones					
Cardiidae					
Cardium edule	3				
Dreissenidae					
** Dreissena polymorpha		4			
Mytilidae					
** Mytilus edulis	3				
* Mytilus galloprovincialis	3				
Tellinidae					
** Macoma balthica	3				
Unionidae					
** Unio pictorum		5			
Gastropoda					
Pulmonata					
Lymnaeidae					
Lymnaea stagnalis	5				
Physidae					
Aplexa hypnorum	5	3			
Physa fontinalis	4				
Physa gyrina	4				
Physa integra	3				
Prosobranchia					
Viviparidae					
Viviparus bengalensis	3				
Onbekend:					
Crassostrea virginica	3		3		
Helix aspersa			1	2	
Nassarius obsoletus	2				
Urosalpinx cinerea	3				
Annelida					
Oligochaetae					
Lumbricidae					
Lumbricus rubellus	4	1			akuut getest in water
Tubificidae	4				
** Tubifex tubifex	4				
Polychaetae					
Capitellidae					
Capitella capitata	3				
Nereidae					
* Nereis arenaceodentata	4				
* Nereis succinea		4			
* Nereis virens	3				
Onbekend					
Aelosoma headleyi	2				
Eisenia foetida		3	1		
Neanthes arenaceodentata	2				

PhyOrd	Famili	Geslacht/Soort	akuut chronisch		
			ec	necec	nec
		Oligochaetes (9 soorten)	4		
		Ophryotrocha diadema	3		
		Ophryotrocha labronica	3		
		Polycelis tenuis	2		
Arthropoda					
Crustaceae					
Malacostraca					
Decapoda					
Cancriidae					
		* Cancer anthonyi	2		
		* Cancer irroratus	3		
		* Cancer magister	4		
Crangonidae					
		** Crangon crangon	4		
		* Crangon septemspinoza	4		
Nephropidae					
		Homarus americanus	5		
Ocipodidae					
		Uca pugilator	2		
Paguridae					
		Pagurus longicarpus	4		
Palaemonidae					
		Palaemonetes sp.	4		
		Palaemonetes vulgaris	4		
Penaeidae					
		Penaeus duorarum	3		
Portunidae					
		Callinectes sapidus	3		
		Carcinus maenas	3		
Overige/onbekend:					
		Acartia tonsa	4		
		Aglaodiaptomus leptopus	5		
		Artemia salina	2		
		Asellus aquaticus	4		
		Chydorus sphaericus	4		
		Cyclops abyssorum	3		
		Daphnia cuculata	4		
		Daphnia galatea	5	4	
		Daphnia hyalina	5		
		Daphnia magna	5	4	
		Daphnia pulex	5		
		Daphnia rosea	4		
		Eudiatomus padanus	4		
		Eurytemora affinis	4		
		Gammarus pulex	5		
		Mysidopsis bahia	5	6	6
		Paragrapsus gamardii	2		
		Porcellio scaber		3	
		Scutelidium sp.	4		
		Skistodiaptomus oregonens	5		
		Tigriopus japonicus	3		
		Tropocyclops prasimus	3		

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut chronisch ec necec nec		
Insecta			
Odonata-Zygoptera			
Coenagrionidae			
Ischnura elegans	2		
Onbekend			
Zygoptera sp.	3		
Ephmerelliformes			
Ephemerellidae			
** Hydropsyche augustipennis	3		
Diptera			
Cuculidae			
Aedes aegypti	2	3	
Culex pipiens	3	4	
Chironomidae			
Chironomus gr. thummi	2		
Chironomus riparius	1		
Chironomus sp.	3		
Trichoptera			
Onbekend			
Trichoptera sp.	3		
Baetidae			
Baetis rhodani	4		
Cloeon dipterum	2		
Ephemerellidae			
Ephemerella grandis	2		
Ephemerella ignita	2		
Ephemerella subvaria	3		
Overige:			
Acroneuria lycorias	2		
Corixa punctata	2		
Leuctra inermis	2		
Pteronarcella badia	2		
Chordata			
Pisces			
Teleostei			
Cypriniformes			
Cobitidae			
** Noemachellus barbatulus	3	6	
Cyprinidae			
* Barbus arullus	2		
* Barbus conchionus	2	4	
* Barbus sophore	5		
* Barbus ticto	4		
Brachydanio rerio	3	3	
Carassius auratus	3		
Cyprinus carpio	4		
Jordanella floridae	3	3	
** Leuciscus idus	6		
Pimephales promelas	4	2	

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	Bijlage 3		
	akuut	chronisch	
	ec	necec	nec
** Tinca tinca	2		
Cyprinodontiformes			
Cyprinodontidae			
Cyprinodon variegatus	2		
Fundulidae			
Fundulus heteroclitus	2		
Fundulus majalis	2		
Poeciliidae			
Gambusia affinis	3		
Poecilia reticulata	3		
Gasterostiformes			
Gasterostoidae			
** Gasterosteus aculeatus	2		
Isospondyli			
Haringachtigen			
** Clupea harengus	3	3	4
Perciformes			
Centrarchidae			
Lepomis macrochirus	3		2
Micropterus dolomieu			3
Percidae			
* Stizostedion vitreum			2
Mugiliformes			
Mugilidae			
Mugil cephalus		5	5
Pleuronectiformes			
Pleuronectidae			
* Pleuronectes flesus		3	3
** Limanda limanda		5	
Salmoniformes			
Esocidae			
** Esox lucius			3
Salmonidae			
Oncorhynchus kisutch			3
Oncorhynchus mykiss	5		4
** Salmo salar	3	4	
** Salmo trutta			3
Salvelinus fontinalis	6		3
Scorpaeniformes			
Cottidae			
** Agonus cataphractus	2		
Siluriformes			
Ictaluridae			
Ictalurus punctatus	3		2
Onbekend			
Catostomus commersoni			3
Menidia menidia	3		
Oryzias latipes	3		
Roccus americanus	3		
Amfibie			
Anura			
Bufonidae			

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut chronisch		
	ec	nec	nec
* Bufo melanosticus	3		
Ranidae			
Pipidae			
Xenopus laevis		3	
Mammalia			
Carnivorae			
Canidae			
Canis familiaris	1		g/kg bw
Lagomorpha			
Leporidae			
Oryctolagus cuniculus		2	g/kg bw
Rodentia			
Muridae			
Mus domesticus	2		g/kg bw
Rattus norvegicus	2	2	akuut als g/kg bw

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut chronisch		
	ec necec nec		

Stof: Chloorbenzenen

Mollusca

Bivalvia

Onbekend:

Crassostrea virginica	3		
Mercenaria mercenaria	2		

Annelida

Oligochaetae

Lumbricidae

Lumbricus terrestris	1		
Lumbricus variegatus		6	HCB

Onbekend

Allolobophora longa	1		
Allolobophora tuberculata	1		
Dendrobaena rubida	1		
Eisenia andrei	1		
Eisenia foetida	1		
Eudrilus eugeniae	1		
Perionyx excavatus	1		

Arthropoda

Crustaceae

Malacostraca

Decapoda

Crangonidae

* Crangon septemspinoza	6		
-------------------------	---	--	--

Palaemonidae

Palaemonetes pugio	2	2	
--------------------	---	---	--

Xanthinae

** Rhithropanopaeus harrissii	2		
-------------------------------	---	--	--

Overige/onbekend:

Ceriodaphnia dubia	3		
Daphnia magna	4	5	HCB

Insecta

Apis mellifera	5		
----------------	---	--	--

Chordata

Pisces

Teleostei

Cypriniformes

Cyprinidae

Brachydanio rerio	4	4	
-------------------	---	---	--

Carassius auratus	3		
-------------------	---	--	--

** Leuciscus idus	6		
-------------------	---	--	--

Pimephales promelas	3		6 chronisch: HCB
---------------------	---	--	------------------

Cyprinodontiformes

Cyprinodontidae

Cyprinodon variegatus	4		
-----------------------	---	--	--

Poeciliidae

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut chronisch		
	ec	necec	nec
Poecilia reticulata		3	
Perciformes			
Centrarchidae			
Lepomis macrochirus	3		
Micropterus salmoides		5	
Salmoniformes			
Salmonidae			
Oncorhynchus mykiss	5	4	akuut: HCB
Onbekend			
Branchiostoma caribaeum	2		
Mammalia			
Carnivorae			
Felidae			
Felis catus	0		
Mustelidae			
Mustela vison			3 g/kg bw
Lagomorpha			
Leporidae			
Oryctolagus cuniculus		1	
Rodentia			
Caviidae			
Cavia porcellus	1		g/kg bw
Muridae			
Mus domesticus	1		g/kg bw
Rattus norvegicus	1	2	2 g/kg bw

PhyOrd	Famili	Geslacht/	Soort				

Stof: chroom

Angiospermae

Monocotyledones

Graminales

Graminae

Avena sativa

1

gras

1

* Hordeum vulgare

2

2

Zea mays

2

2

Spathiflorae

Lemnaceae

Lemna gibba

4

Lemna minor

5

Lemna paucicostata

4

Spirodela punctata

4

Spirodela polyrhiza

4

Dicotyledones

Umbelliflorae

Umbelliferae

* Apium graveolens

1

Rhoeodales

Cruciferae

Raphanus sativus

1

Sarraceniales

Leguminosae

Phaseolus vulgaris

1

Polygonales

Chenopodiaceae

Beta vulgaris

1

Campanulales

Compositae

* Lactuca sativa

1

Stelleroidae

Forcipulata

Asteroiidae

* Ophiotrix spiculata

4

Mollusca

Bivalvia

Uniones

Mytilidae

** Mytilus edulis

3

Tellinidae

** Macoma balthica

2

2

Annelida

Oligochaetae

Lumbricidae

** Tubifex tubifex

2

Polychaetae

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut chronisch ec necec nec	
Nereidae		
* Nereis arenaceodentata		2
** Nereis diversicolor	2	3
Onbekend		
Eisenia andrei		0 1
Eisenia foetida		1
Octochaetus pattoni		0 1
Pheretima posthuma		2
Arthropoda		
Crustaceae		
Malacostraca		
Decapoda		
Cancridae		
* Cancer anthonyi	5	
* Cancer magister	3	
Crangonidae		
** Crangon crangon	1	
Overige/onbekend:		
Atlanto-astacus pallipes	6	
Daphnia magna	4	5
Insecta		
Diptera		
Cuculidae		
Culex pipiens	3	
Chordata		
Pisces		
Teleostei		
Cypriniformes		
Cyprinidae		
* Barbus conchionus	4	
Brachydanio rerio		3
Jordanella floridae		3
** Leuciscus idus	2	
Nuria denricus		3
Pimephales promelas		4
** Rutilus rutilus		3
Cyprinodontiformes		
Poeciliidae		
Poecilia reticulata		3
Gasterostiformes		
Gasterostoidae		
** Gasterosteus aculeatus		3
Perciformes		
Centrarchidae		
Lepomis macrochirus		4
Percidae		
* Stizostedion vitreum		3
Mugiliformes		

PhyOrd	Famili	Geslacht/Soort	akuut	chronisch	ec	necec	nec
	Mugilidae	** Chelon labrosus	3				
	Pleuronectiformes						
	Pleuronectidae	** Pleuronectes platessa		5			
		** Limanda limanda	2				
	Salmoniformes						
	Esocidae	** Esox lucius		4			
	Salmonidae						
		Oncorhynchus mykiss		4			
		** Salmo salar		4			
		** Salmo trutta	2				
		Salvelinus fontinalis		4			
	Scorpaeniformes						
	Cottidae	** Agonus cataphractus	2				
	Siluriformes						
	Ictaluridae						
		Ictalurus punctatus		4			
Onbekend							
		Catostomus commersoni		4			
		Channa punctatus		3			
Citharichtis		stigmaeus 3					
		Oryzias latipes		3			
Amfibia							
	Anura						
	Bufonidae	* Bufo melanosticus	2				
	Pipidae						
		Xenopus laevis		4			
Aves							
	onbekend						
		kip	0	0			
Mammalia							
	Carnivorae						
	Canidae						
		Canis familiaris		2			
	Felidae						
		Felis catus		1 g/kg bw			
	Artiodactyla						
	Bovidae						
		Bos domesticus	2		g/kg bw		
		Ovis aries	0				
	Rodentia						
	Muridae						
		Mus domesticus		4 g/kg bw			
		Rattus norvegicus	2	3 g/kg bw			

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch	ec	nec	nec
Stof: dioxinen					
Mollusca					
Gastropoda					
Pulmonata					
Physidae					
Physa sp.		7			
Annelida					
Onbekend					
Paranais sp.		7			
Arthropoda					
Crustaceae					
Overige					
Daphnia magna		6			
Insecta					
Diptera					
Cuculidae					
Aedes aegypti		7			
Chordata					
Pisces					
Teleostei					
Cypriniformes					
Cyprinidae					
Jordanella floridae		10			
Pimephales promelas		9	10		
Cyprinodontiformes					
Poeciliidae					
Poecilia reticulata		7			
Perciformes					
Percidae					
* Perca flavescens		3		g/kg bw	
Salmoniformes					
Esocidae					
** Esox lucius		10			
Salmonidae					
Oncorhynchus kisutch		11			
Oncorhynchus mykiss		10	10		
Onbekend					
Oryzias latipes		9	10		
Mammalia					
Artiodactyla					
Bovidae					
Bos domesticus		8		8	
Rodentia					
Caviidae					
Cavia porcellus		10	9		

PhyOrd	Famili	Geslacht/Soort	akuut	chronisch	
			ec	necec	nec
	Cricetidae				
		Mesocricetus auratus	3		
	Muridae				
		Mus domesticus	8	8	
		Rattus norvegicus		9	

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch
	ec	necec nec
Stof: fluoriden		
Mollusca		
Bivalvia		
Uniones		
Mytilidae		
** Mytilus edulis		2
Onbekend:		
Baliotus tuberculata		2
Perna perna	2	
Arthropoda		
Crustaceae		
Malacostraca		
Decapoda		
Cancridae		
** Cancer pagurus		2
Galatheidae		
Munida gregaria		1
Nephropidae		
Homarus americanus		3
Palaemonidae		
Palaemonetes pugio	2	
Penaeidae		
Penaeus indicus	1	2
Penaeus indicus	1	2
Penaeus monodon	1	
Portunidae		
Carcinus maenas		2
Portunus depurator		2
Overige/onbekend:		
Artemia salina		3
Ceriodaphnia dubia	1	2
Daphnia magna	1	2
Daphnia pulex	3	
Mysidopsis bahia	2	
Simocephalus serrulatus	3	
Insecta		
Lepidoptera		
Pieridae		
Trichoplusia ni	1	
Overige:		
Apis mellifera	1	
Bombyx mori	1	
Drosophila melanogaster	2	
Epilachna varivestis	0	
Tribolium confusum	1	2

PhyOrd	Famili	Geslacht/Soort	akuut	chronisch	ec	nec	ec	nec	nec
Chordata									
Pisces									
Teleostei									
	Cypriniformes								
	Cyprinidae								
		Cyprinus carpio							
		Pimephales promelas	1						
	Cyprinodontiformes								
	Cyprinodontidae								
		Cyprinodon variegatus	1						
	Poeciliidae								
		Gambusia affinis	1			2			
	Gasterostiformes								
	Gasterostoidae								
		** Gasterosteus aculeatus	1						
	Perciformes								
	Centrarchidae								
		Lepomis macrochirus	2						
	Mugiliformes								
	Mugilidae								
		Mugil cephalus	1						
	Salmoniformes								
	Salmonidae								
		Oncorhynchus mykiss	1			3			
		** Salmo trutta	1						
	Onbekend								
		Ambassis safgha	1						
		Boleophthalmus dussumieri	1						
		Catla catla	3			2			
		Menidia beryllina	2						
		Therapon jarbus	1			2			
	Amfibia								
	Anura								
	Bufonidae								
		* Bufo bufo	2						
		* Bufo vulgaris				2			
	Ranidae								
		Rana pipiens				3			
	Aves								
	Falconiformes								
	Falconidae								
		Falco sparverius				2	3		
	Phasianidae								
		Coturnix coturnix	1			2	3		
	Passerines								
	Sturnidae								
		Sturnus vulgaris				2	3		
	Mammalia								
	Carnivorae								
	Canidae								
		zilvervos	1						

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut chronisch	
	ec	necec nec
Artiodactyla		
Cervidae		
Odocoileus virginianus	2	2
Rodentia		
Muridae		
Mus domesticus		3
Rattus norvegicus	2	

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch	ec	necec	nec
Stof: ftalaten					
Angiospermae					
Monocotyledones					
Helobiae					
Hydrocharitaceae					
Graminales					
Graminae					
Avena sativa	0				
Zea mays	0	1			
Dicotyledones					
Rhoeodales					
Cruciferae					
Brassica rapa		0			
Brassica sp.	6	7	g/m3	lucht	
Raphanus sativus	4		g/m3	lucht	
Sarraceniales					
Leguminosae					
Pisum sativum	0	1			
Polygonales					
Chenopodiaceae					
Spinacia oleracea	0	1			
Mollusca				2	
Annelida					
Oligochaetae					
Tubificidae					
** Tubifex tubifex	1				
regenwormen				0	
Chordata					
Pisces				1	
Teleostei					
Cypriniformes					
Cyprinidae					
** Leuciscus idus	5				
Gasterostiformes					
Gasterostoidae					
** Gasterosteus aculeatus	3	3			
Amfibia					
Anura					
Bufonidae					
* Bufo bufo	2				
* Bufo woodhousei	3				
Mammalia	0			2	

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akueel ec necec nec
----------------------------	------------------------

Stof: koper

Algae

Roodwieren

Onbekend

Cladophora glomerata 4

Cladophora sp. 4

Spermatophyta

Monocotyledones

Graminales

Graminae

Avena sativa 1

gras 2 1

Triticum aestivum 1

Zea mays 2

Dicotyledones

Umbelliflorae

Umbelliferae

Daucus carota 1

Rhoeodales

Cruciferae

Raphanus sativus 1

Sarraceniales

Leguminosae

Phaseolus vulgaris 2

Polygonales

Chenopodiaceae

Beta vulgaris 2

Spinacia oleracea 2

Campanulales

Compositae

* Lactuca sativa 1

Tubiflora

Solanaceae

Solanum tuberosum 1

Mollusca

Bivalvia

Uniones

Cardiidae

** Cerastoderma edule 3

Mytilidae

* Mytilus californianus 5

** Mytilus edulis 6 6

* Mytilus galloprovincialis 5

Tellinidae

** Macoma balthica 3

Gastropoda

Pulmonata

Physidae

Physa integra 5 6

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akueel chronisch		
	ec	necec	nec
Onbekend:			
Argopecten irradians			6
Busicon canaliculatum			4
Campeloma decisum			6
Corbicula fluminea	5		
Crassostrea gigas	6		
Crassostrea virginica	4	5	
Haliotus sp.	5		
Mercenaria mercenaria			6
Potamopyrgus jenkensi	5		
Annelida			
Oligochaetae			
Lumbricidae			
Lumbricus rubellus		2	
Lumbricus terrestris	2		
Tubificidae			
** Tubifex tubifex	4		
Polychaetae			
Nereidae			
* Nereis arenaceodentata	5		
** Nereis diversicolor	4	4	
* Nereis virens	4		
Onbekend			
Dendrobaena rubida		1	
Eisenia foetida	1		0
Neanthes arenaceodentata	5		
Octolasion cyaneum	1		1
Phyllodoce maculata	4		
Arthropoda			
Crustaceae			
Malacostraca			
Decapoda			
Astacidae			
Orconectes rusticus			5
Cancriidae			
* Cancer anthonyi	5		
* Cancer irroratus	4		
* Cancer magister	5		
Crangonidae			
** Crangon crangon	4		
* Crangon septemspinoza	4		
Pandalus danae			5
Nephropidae			
Homarus americanus	5		
Overige/onbekend:			
Arcatoia tonsa	5		
Artemia salina			5
Ceriodaphnia dubia			5
Ceriodaphnia reticulata	5		
Daphnia hyalina	6		
Daphnia magna	6		5
Daphnia pulex	5		6

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut ec	chronisch nec	nec
Gammarus pseudolimnaeus	5	6	
Mysidopsis bahia		5	
Simocephalus serrulatus	5		
Insecta			
Diptera			
Chironomidae			
Chironomus tentans	4	5	
Paratanytarsus parthenogeneticus		5	
Overige:			
Clistoronia magnifica		6	
Chordata			
Pisces			
Chondrichtyes			
Selachii			
Onbekend			
** Scyllorhinus canicula	3		
Teleostei			
Cypriniformes			
Cobitidae			
** Noemachellus barbatulus	5		
Cyprinidae			
* Barbus arullus	3		
* Barbus conchionus	4		
* Barbus goniotus	4		
* Barbus holubi	4		
* Barbus ticto	4		
Cyprinus carpio		5	
* Leuciscus cephalus	5		
Pimephales promelas	5	5	
** Rutilus rutilus	3		
Isospondyli			
Clupeidae			
** Clupea harengus	4		
Perciformes			
Centrarchidae			
Lepomis macrochirus	5	5	
Micropterus dolomieu		5	
Percidae			
** Perca fluviatilis	5		
** Stizostedion lucioperca	3		
* Stizostedion vitreum	5		
Mugiliformes			
Mugilidae			
** Chelon labrosus	3		
Pleuronectiformes			
Pleuronectidae			
** Limanda limanda	5		
Salmoniformes			
Coregonidae			
Coregonus artedi		5	

PhyOrd	Famili	Geslacht/Soort	akuut ec	chronisch nec	nec
	Esocidae				
	**	Esox lucius		5	
	Salmonidae				
		Oncorhynchus mykiss	5	5	
	*	Salmo clarki	5		
	**	Salmo salar	4		
	**	Salmo trutta		5	
		Salvelinus fontinalis		6	
	Scorpaeniformes				
	Cottidae				
	**	Agonus cataphractus	4		
	Siluriformes				
	Ictaluridae				
		Ictalurus punctatus		5	
Onbekend					
		Catostomus commersoni		5	
		Paralichtus dentatus	5		
		Ptichocheilus oregonensis	5		
Amfibia					
	Anura				
	Bufonidae				
	*	Bufo melanostictus	4		
	*	Bufo woodhousei	2		
Onbekend:					
		Hyla chrysoscelis	5		
Aves					
Onbekend:					
		kip		1	
Mammalia					
	Carnivorae				
	Canidae				
		Canis familiaris		0	
	Artiodactyla				
	Bovidae				
		Bos domesticus	2		
		Ovis aries	2		
	Suidae				
		Sus scrofa	1	1	
	Lagomorpha				
	Leporidae				
		Oryctolagus cuniculus	2	0	akuut als g/kg bw
	Rodentia				
	Caviidae				
		Cavia porcellus	2		g/kg bw
	Muridae				
		Mus domesticus	2		g/kg bw
		Rattus norvegicus	1	1	akuut als g/kg bw

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort

akuut chronisch
ec nec ec nec

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch
	ec	nec ec nec

Stof: kwik

Bacteria

Algae

Roodwieren

Onbekend

** Cladophora glomerata 4

** Cladophora sp. 3

Characeae

** Chara vulgaris 5

Stelleroidae

Forcipulata

Asteroiidae

* Asterias forbesi 5

Mollusca

Bivalvia

Uniones

Cardiidae

** Cerastoderma edule 3

Mytilidae

** Mytilus edulis 7

* Mytilus galloprovincialis 4

Gastropoda

Prosobranchia

Viviparidae

Viviparus bengalensis 5

Onbekend:

Crassostrea virginica 6

Crepidula fornicata 7

Ilyanassa obsoleta 6

Mercenaria mercenaria 6

Orion ater 2

Annelida

Oligochaetae

Tubificidae

** Tubifex tubifex 4

Polychaetae

Nereidae

* Nereis arenaceodentata 5 5

* Nereis virens 5

Onbekend

Eisenia foetida 2

Octochaetus pattoni 4

Ophryotrocha diadema 5

Arthropoda

Crustaceae

Malacostraca

Decapoda

Cancriidae

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch	ec	necec	nec
* Cancer anthonyi	5				
* Cancer magister	6				
Crangonidae					
** Crangon crangon	4				
Penaeidae					
Penaeus indicus		6			
Penaeus indicus		6			
Portunidae					
Callinectes sapidus		6			
Overige/onbekend:					
Artemia franciscana		6			
Ceriodaphnia dubia		6			
Cyclops sp.		5			
Daphnia duplex		8			
Daphnia magna		6			
Daphnia similis		5			
Chordata					
Pisces					
Teleostei					
Cypriniformes					
Cyprinidae					
* Barbus conchionus	5				
* Barbus sophore	4				
* Barbus ticto	4				
Brachydanio rerio		6			
Jordanella floridae		7			
Pimephales promelas		7			
** Rutilus rutilus	6				
** Tinca tinca	3				
Cyprinodontiformes					
Fundulidae					
Fundulus heteroclitus		5			
Gasterostiformes					
Gasterostoidae					
** Gasterosteus aculeatus	6				
Pleuronectiformes					
Pleuronectidae					
** Pleuronectes platessa	4				
Onbekend					
* Scophthalmus aquosus		6			
Salmoniformes					
Salmonidae					
Oncorhynchus kisutch		5			
** Salmo salar	4				
** Salmo trutta	3		org.	Hg	
Salvelinus fontinalis		7			
Amfibia					
Anura					
Bufonidae					
* Bufo melanostictus	5				

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut chronisch		
	ec	nec	ec nec
* Bufo bufo	6		org. Hg
Aves			
Anseriformes			
Anatidae			
* Anas platyrhynchos	3	4	
* Anas rubripes	3	3	
Accipitriformes			
Accipitridae			
Accipiter gentilis	3		
Roodstaartbuizerd		3	
Falconiformes			
Falconidae			
Falco tinnunculus	2		
Passerines			
Sturnidae			
Sturnus vulgaris		3	
Onbekend:			
Zebravink		3	
Mammalia			
Carnivorae			
Canidae			
Canis familiaris	3		g/m3 lucht
Felidae			
Felis catus	5		g/kg bw
Mustelidae			
** Lutra lutra	3		
Mustela nivalis	3		
Mustela putorius	3		
Mustela vison	3	3	
Lagomorpha			
Leporidae			
Oryctolagus cuniculus	3		g/m3 lucht
Rodentia			
Muridae			
Mus domesticus		3	g/kg bw
Rattus norvegicus	3	3	a: g/kg bw; c: g/m3

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch	ec	neces	nec
Stof: Lindaan					
Mollusca					
Bivalvia					
Uniones					
Cardiidae					
Cardium edule	2				
** Cerastoderma edule	2				
Mytilidae					
* Mytilus galloprovincialis	3				
Annelida					
Oligochaetae					
Lumbricidae					
Lumbricus rubellus	1	2			
Lumbricus terrestris		2			
Onbekend					
Allobophora chlorotica	1				
Eisenia foetida	1	2			
Ophryotrocha diadema	2				
Arthropoda					
Crustaceae					
Malacostraca					
Decapoda					
Crangonidae					
** Crangon crangon	6				
* Crangon septemspinoza	5				
Palaemonidae					
Palaemonetes pugio	6				
Penaeidae					
Penaeus duorarum	7				
Portunidae					
Carcinus maenas	2				
Overige/onbekend:					
Daphnia magna	4	4			
Gammarus fasciatus	5	6			
Gammarus pulex	5				
Mysidopsis bahia	6				
Insecta					
Odonata-Zygoptera					
Lestidae					
Lestes congener	5				
Diptera					
Chironomidae					
Chironomus tentans	4	6	6		
Trichoptera					
Baetidae					
Cloeon sp.	5				
Overige:					

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch	ec	nec	nec
Folsomia candida	4				
Poecilus cupreus	3				
Chordata					
Pisces					
Teleostei					
Cypriniformes					
Cyprinidae					
* Barbus dorsalis	3				
* Barbus goniotus	2				
* Barbus sarana	5				
* Barbus sophore	6				
* Barbus ticto	2				
* Gobio gobio	5				
** Leuciscus idus	5				
Pimephales promelas	4		6		
Rasbora heteromorpha	5				
** Rutilus rutilus	5				
Cyprinodontiformes					
Cyprinodontidae					
Cyprinodon variegatus	4				
Perciformes					
Centrarchidae					
Lepomis macrochirus	5		6		
Cichlidae					
Tilapia mossambica	3				
Percidae					
* Perca flavescens	5		5		
Sparidae					
Lagodon rhomboides	5				
Salmoniformes					
Salmonidae					
Oncorhynchus mykiss	5				
** Salmo salar	5				
** Salmo trutta	5				
Onbekend					
Saccobranchnus fossilus	4				
Amfibia					
Anura					
Bufonidae					
* Bufo bufo	4				
* Bufo woodhousei	3				
Pipidae					
Xenopus laevis			4		
Aves					
Galliformes					
Phasianidae					
Colinus virginianus	1			g/kg bw	
Columbiformes					
Columbidae					
Zenaida macroura	1			g/kg bw	
Passerines					
Turdidae					

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut chronisch		
	ec	necec	nec
Quiscalis quiscula	1		g/kg bw
Corvidae			
Corvus brachyrhynchos	1		g/kg bw
Sturnidae			
Sturnus vulgaris	2		g/kg bw
Passeridae			
Passer domesticus	2		g/kg bw
Mammalia			
Carnivorae			
Canidae			
Canis familiaris	1	2	
Rodentia			
Muridae			
Mus domesticus	1	2	akuut als g/kg bw
Rattus norvegicus	1	2	akuut als g/kg bw

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	Bijlage 3		
	akuut	chronisch	ec nec ec nec

Stof: lood

Bacteria	4	5	
** Eschericia coli			4
Algae			
Roodwieren			
Onbekend			
** Cladophora glomerata	3		
** Cladophora sp.	3		
Characeae			
** Chara vulgaris			3
Spermatophyta			
Gymnospermae			
Coniferopsida			
Coniferales			
Pinaceae			
Picea sitchensis			2
Angiospermae			
Monocotyledones			
Helobiae			
Hydrocharitaceae			
Elodea canadensis			1
Graminales			
Graminae			
Avena sativa			0
* Lolium perenne			0
Triticum aestivum			1
Zea mays			1
Spathiflorae			
Lemnaceae			
Lemna minor			2
Dicotyledones			
Rhoeodales			
Cruciferae			
Raphanus sativus			1
Sarraceniales			
Leguminosae			
Medicago sativa			1
* Trifolium repens			0
Cucurbitales			
Haloragaceae			
* Myriophyllum spicatum			1
Plantaginales			
Plantaginaceae			
Plantago lanceolata			0
Echinodermata			
Echinoidae			
Gnathostomata			
Dendrasteridae			
Dendraster excentricus	3		

Mollusca

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut chronisch ec necec nec		
Bivalvia			
Uniones			
Mytilidae			
** Mytilus edulis	4		3
* Mytilus galloprovincialis	2		
Gastropoda			
Pulmonata			
Physidae			
Physa integra			4
Onbekend:			
Crassostrea gigas	4		
Crassostrea virginica			4
Loligo opalescens	4		
Mercenaria mercenaria			4
Orion ater			0
Annelida			
Oligochaetae			
Lumbricidae			
Lumbricus rubellus			1
Tubificidae			
** Tubifex tubifex	2		
Polychaetae			
Capitellidae			
Capitella capitata			3
Nereidae			
* Nereis arenaceodentata	3		3
Onbekend			
Dendrobaena rubida			1
Eisenia foetida		0	0
Ophryotrocha diadema			4
Ophryotrocha labronica		2	
Arthropoda			
Crustaceae			
Malacostraca			
Decapoda			
Astacidae			
Orconectes limosus			3
Orconectes virilis			4
Cancridae			
* Cancer anthonyi			5
* Cancer magister	4		
Crangonidae			
** Crangon crangon	4		
Overige/onbekend:			
Artemia salina	4	5	3
Austropotamobius pallipes			3
Daphnia magna		5	5
Daphnia sp.			3
Gammarus pseudolimnaeus		5	
Hyalolella azteca		4	

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch	ec	nec	ec	nec
Mysidopsis bahia						5
Porcellio scaber						1
Insecta						
Ephmerelliformes						
Ephemerellidae						
** Hydropsyche bettini						2
Diptera						
Chironomidae						
Tanytarsis dissimilis						4
Trichoptera						
Ephemerellidae						
Ephemerella grandis						3
Ephemerella subvaria						3
Overige:						
Bracycentus sp.						4
Onychirus armatus						0
Pteronarcys californica						2
Pteronarcys dorsata						4
Chordata						
Pisces						
Teleostei						
Cypriniformes						
Cyprinidae						
* Barbus arullus						1
* Barbus conchionus						5
Brachydanio rerio						4
** Tinca tinca						2
Cyprinodontiformes						
Fundulidae						
Fundulus heteroclitus						3
Fundulus namaycush						5
Gasterostiformes						
Gasterostoidae						
** Gasterosteus aculeatus						7 7
Perciformes						
Centrarchidae						
Lepomis macrochirus						5
Moronidae						
Morone labrax						4 5
Percidae						
* Stizostedion vitreum						4 4
Mugiliformes						
Mugilidae						
** Chelon labrosus						3
Pleuronectiformes						
Pleuronectidae						
** Pleuronectes platessa						4 org. Hg
Onbekend						
Salmoniformes						
Esocidae						
** Esox lucius						4
Salmonidae						
Oncorhynchus mykiss						4 6

PhyOrd	Famili	Geslacht/Soort	akuut chronisch		
			ec	nece	nec
		** Salmo salar			5
		Salvelinus fontinalis			5
	Siluriformes				
	Ictaluridae				
		Ictalurus punctatus			5
Onbekend					
		Catostomus commersoni			4
Amfibia					
	Caudata				
	Ambistomidae				
		Ambystoma opacum			3
	Anura				
	Bufonidae				
		* Bufo arenarum	4		
	Ranidae				
		Rana pipiens			2
Onbekend:					
		Gastrophyne carolinensis			5
Aves					
Onbekend:					
		kip		1	2
Mammalia					
	Carnivorae				
	Canidae				
		Canis familiaris	1		g/kg bw
	Artiodactyla				
	Bovidae				
		Bos domesticus	2	1	akuut als g/kg bw
		Ovis aries	3		g/kg bw
	Suidae				
		Sus scrofa			2
	Lagomorpha				
	Leporidae				
		Oryctolagus cuniculus	2		g/kg bw
	Perissodactyla				
	Equidae				
		Equus caballus			3 g/kg bw
	Rodentia				
	Caviidae				
		Cavia porcellus	1		g/kg bw
	Muridae				
		Rattus norvegicus	3		g/kg bw

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort

akuut chronisch
ec necec nec

Stof: nikkel

Bacteria

** Eschericia coli	3
--------------------	---

Echinodermata

Stelleroidae

Forcipulata

Asteriidae

* Asterias forbesii	1
---------------------	---

Mollusca

Bivalvia

Uniones

Cardiidae

** Cerastoderma edule	2
-----------------------	---

Mytilidae

** Mytilus edulis	4
-------------------	---

Tellinidae

** Macoma balthica	2
--------------------	---

Annelida

Oligochaetae

Lumbricidae

Lumbricus rubellus	
--------------------	--

** Tubifex tubifex	3
--------------------	---

Polychaetae

Nereidae

* Nereis arenaceodentata	2
--------------------------	---

* Nereis virens	2
-----------------	---

Onbekend

Eisenia foetida	4
-----------------	---

Arthropoda

Crustaceae

Malacostraca

Decapoda

Cancridae

* Cancer anthonyi	3
-------------------	---

* Cancer magister	3
-------------------	---

Crangonidae

** Crangon crangon	1
--------------------	---

Overige/onbekend:

Daphnia magna	5
---------------	---

Chordata

Pisces

Teleostei

Cypriniformes

Cyprinidae

* Barbus conchionus	2
---------------------	---

Pimephales promelas	4
---------------------	---

** Rutilus rutilus	1
--------------------	---

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut chronisch		
	ec	necec	nec
** Tinca tinca	2		
Mugiliformes			
Mugilidae			
** Chelon labrosus	1		
Salmoniformes			
Salmonidae			
Oncorhynchus mykiss			4
** Salmo salar	2	3	
** Salmo trutta	1		
Amfibia			
Anura			
Bufonidae			
* Bufo melanosticus	. 2		
Mammalia			
Carnivorae			
Canidae			
Canis familiaris			2
Felidae			
Felis catus	1		g/m3 lucht
Lagomorpha			
Leporidae			
Oryctolagus cuniculus			4 g/m3 lucht
Rodentia			
Muridae			
Mus domesticus	1		4 a: g/kg bw; c: g/m3
Rattus norvegicus	2		4 a: g/kg bw; c: g/m3

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch
	ec	necec nec

Stof: Nitraat

Mollusca		
Gastropoda		
Pulmonata		
Lymnaeidae		
Lymnaea stagnalis	0	
Onbekend:		
Crassostrea virginica	0	
Mercenaria mercenaria	0	
Annelida		
Polychaetae		
Nereidae		
* Nereis arenaceodentata	3	
Onbekend		
Ophryotrocha diadema	2	
Arthropoda		
Crustaceae		
Overige/onbekend:		
Daphnia magna	1	
Chordata		
Pisces		
Teleostei		
Cypriniformes		
Cyprinidae		
Carassius carassius	0	
** Tinca tinca		3
Cyprinodontiformes		
Poeciliidae		
Poecilia reticulata	1	
Gasterostiformes		
Gasterostoidae		
** Gasterosteus aculeatus	1	
Perciformes		
Centrarchidae		
Lepomis macrochirus	0	
Micropterus salmoides		1
Percidae		
** Perca fluviatilis		4
Salmoniformes		
Salmonidae		
Oncorhynchus kisutch		2
Oncorhynchus mykiss		3
* Salmo clarki		2
Siluriformes		
Ictaluridae		
Ictalurus punctatus	0	1
Onbekend		
Diplodus sargus	0	
* Gaidropsarus capensis	0	

PhyOrd	Famili	Geslacht/Soort	akuut chronisch		
			ec	necec	nec
		Heteromycteris capensis	0		
		Lithognathus mormyrus	0		
Aves					
Onbekend:					
		kip	1		
Mammalia					
Carnivorae					
Canidae					
		Canis familiaris	0		g/kg bw
Felidae					
		Felis catus	2		
Artiodactyla					
Suidae					
		Sus scrofa	0		g/kg bw
Lagomorpha					
Leporidae					
		Oryctolagus cuniculus	1		g/kg bw
Rodentia					
Muridae					
		Mus domesticus			-2
		Rattus norvegicus			-1 -1

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort		akuut	chronisch
		ec	necec nec
Stof: ozon			
Spermatophyta			
Angiospermae			
Monocotyledones			
Graminales			
Graminae			
	Triticum aestivum	4	g/m3 lucht
	Zea mays	5	g/m3 lucht
Liliiflora			
Liliaceae			
	Allium cepa	5	g/m3 lucht
Dicotyledones			
Sarraceniales			
Leguminosae			
	Phaseolus vulgaris	5	g/m3 lucht
Cucurbitales			
Cucurbitaceae			
	Cucumis sativus	5	g/m3 lucht
Polygonales			
Chenopodiaceae			
	Spinacia oleracea	5	g/m3 lucht
Campanulales			
Compositae			
	* Lactuca sativa	5	g/m3 lucht
Tubiflora			
Solanaceae			
	Solanum tuberosum	5	g/m3 lucht
	Solanum lycopersicum	5	g/m3 lucht
Chordata			
Pisces			
Teleostei			
Perciformes			
Percidae			
	* Perca flavescens	5	
Mammalia			
Carnivorae			
Canidae			
	Canis familiaris	3	g/m3 lucht
Artiodactyla			
Bovidae			
	Ovis aries	3	g/m3 lucht
Lagomorpha			
Leporidae			
	Oryctolagus cuniculus	4	g/m3 lucht
Rodentia			
Caviidae			
	Cavia porcellus	4	g/m3 lucht
Muridae			
	Mus domesticus	3	g/m3 lucht
	Rattus norvegicus	4	g/m3 lucht

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch
	ec	necec nec
PAKs		
Stof: naftaleen		
Mollusca		
Bivalvia		
Uniones		
Mytilidae		
** Mytilus edulis		
Gastropoda		
Pulmonata		
Physidae		
Physa gyrina	3	
Onbekend:		
Crassostrea gigas	1	
Annelida		
Polychaetae		
Nereidae		
* Nereis arenaceodentata	3	
Arthropoda		
Crustaceae		
Malacostraca		
Decapoda		
Cancridae		
* Cancer magister	3	4
Palaemonidae		
Palaemonetes pugio	3	
Penaeidae		
Penaeus aztecus	3	
Portunidae		
Callinectes sapidus	3	
Onbekend		
Hemigrapsus nudus	3	3
Overige/onbekend:		
Artemia salina	3	
Artemia sp.	2	
Calanus finmarchicus	3	
Daphnia magna	3	
Daphnia pulex	3	4
Elasmopus pecteniscrus	3	
Eurytemora affinis	3	5
Gammarus minus	3	
Metapenaeus monoceros	3	
Neomysis americana	4	
Parhyale hawaiiensis	3	
Scylla serrata		3

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch	ec	necec	nec
Insecta					
Odonata-Zygoptera					
Corduliidae					
Somatochlora cingulata	3				
Diptera					
Cuculidae					
Aedes aegypti	3				
Chironomidae					
Chironomus tentans	3				
Chordata					
Pisces					
Teleostei					
Gadiformes					
Gadidae					
** Gadus morhua	3				
Cypriniformes					
Cyprinidae					
Pimephales promelas	3		4		
Cyprinodontiformes					
Cyprinodontidae					
Cyprinidon variegatus	3				
Fundulidae					
Fundulus heteroclitus	3				
Poeciliidae					
Gambusia affinis	1				
Perciformes					
Centrarchidae					
Micropterus salmoides			4		
Salmoniformes					
Salmonidae					
Oncorhynchus gorboscha	3		4		
Oncorhynchus kisutch	3		4		
Oncorhynchus mykiss	3		4	5	
** Salmo trutta	3				
Onbekend					
Sarotherodon mossambicus	3		4		
Amfibie					
Anura					
Ranidae					
Rana pipiens	3				
Pipidae					
Xenopus laevis	3				
Mammalia					
Rodentia					
Caviidae					
Cavia porcellus	0				g/kg bw
Muridae					
Mus domesticus	1				g/kg bw
Rattus norvegicus	1				5 g/kg bw

Stof: anthraceen

Mollusca

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut ec	chronisch nec	nec
Bivalvia			
Uniones			
Mytilidae			
** Mytilus edulis	0		
Arthropoda			
Crustaceae			
Overige/onbekend:			
Artemia salina	5		
Daphnia magna	4		
Daphnia pulex	6		
Insecta			
Diptera			
Cuculidae			
Aedes aegypti	5		
Aedes taeniorhynchus	4		
Culex quinquefasciatus	5		
Chordata			
Pisces			
Teleostei			
Cypriniformes			
Cyprinidae			
Pimephales promelas	4		
Perciformes			
Centrarchidae			
Lepomis macrochirus	5		
Lepomis sp.	5		
Amfibia			
Anura			
Ranidae			
Rana pipiens	5		
Mammalia			
Rodentia			
Muridae			
Mus domesticus	-1		g/kg bw
Rattus norvegicus			5 g/kg bw
Stof: benzo[a]pyreen			
Spermatophyta			
Angiospermae			
Monocotyledones			
Graminales			
Graminae			
Secale cereale	5	0	EC: groeistimulans
Triticum aestivum	4	0	EC: groeistimulans
Zea mays	4		EC: groeistimulans
Dicotyledones			

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch	ec	nec	nec
Rhoeodales					
Cruciferae					
Brassica rapa	5		EC: groeistimulans		
Raphanus sativus	5		EC: groeistimulans		
Sarraceniales					
Leguminosae					
Phaseolus vulgaris	4		EC: groeistimulans		
* Vicia alba	1		EC: groeistimulans		
Tubiflora					
Solanaceae					
Nicotiana tabacum	5		EC: groeistimulans		
Annelida					
Polychaetae					
Nereidae					
* Nereis arenaceodentata	3				
Arthropoda					
Crustaceae					
Overige/onbekend:					
Daphnia pulex	6				
Insecta					
Diptera					
Cuculidae					
Aedes aegypti	6				
Chordata					
Pisces					
Teleostei					
Cyprinodontiformes					
Poeciliidae					
Poecilopsis lucida	3				
Amfibia					
Anura					
Ranidae					
Rana pipiens	3				
Onbekend:					
Pleurodeles waltl		4			
Mammalia					
Rodentia					
Cricetidae					
Mesocricetus auratus	3		g/kg bw		
Muridae					
Mus domesticus	3				
Rattus norvegicus					

Stof: overige pak

Bivalvia
 Uniones
 Mytilidae

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch	ec	necec	nec
** Mytilus edulis	4				
Gastropoda					
Pulmonata					
Physidae					
Physa gyrina	4				
Annelida					
Polychaetae					
Nereidae					
* Nereis arenaceodentata	4				
* Nereis virens	5				
Arthropoda					
Crustaceae					
Xanthinae					
** Rhithropanopaeus harrissii	4				
Overige/onbekend:					
Artemia salina	5				
Artemia sp.	4				
Daphnia magna	5				
Daphnia pulex	5				
Gammarus minus	4				
Mysidopsis bahia	5			5	
Insecta					
Diptera					
Cuculidae					
Aedes aegypti	5				
Aedes taeniorhynchus	5				
Culex quinquefasciatus	5				
Chironomidae					
Chironomus tentans	4				
Chordata					
Pisces					
Teleostei					
Cypriniformes					
Cyprinidae					
Pimephales promelas	4				
Cyprinodontiformes					
Cyprinodontidae					
Cyprinodon variegatus		1			
Perciformes					
Centrarchidae					
Lepomis macrochirus	3				
Micropterus salmoides			4		
Salmoniformes					
Salmonidae					
Oncorhynchus mykiss		5	5		
Amfibia					
Anura					
Ranidae					
Rana pipiens	5				

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort

akuut chronisch

ec necec nec

Mammalia

Rodentia

Muridae

Mus domesticus

0

Rattus norvegicus

0

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch
	ec	nec ec nec
Stof: pcb's		
Bacteria		
** Eschericia coli	2	
Angiospermae		
Monocotyledones		
Graminales		
Graminae		
* Festuca sp.	0	1
* Spartina alterniflora		6
Dicotyledones		
Sarraceniales		
Leguminosae		
Glycine max	0	
Polygonales		
Chenopodiaceae		
Beta vulgaris	0	
Mollusca		
Bivalvia		
Uniones		
Cardiidae		
Cardium edule	1	
** Cerastoderma edule	2	
Mytilidae		
** Mytilus edulis	3	
Onbekend:		
Crassostrea virginica	5	6
Annelida		
Polychaetae		
Nereidae		
* Nereis arenaceodentata	3	
Arthropoda		
Crustaceae		
Malacostraca		
Decapoda		
Crangonidae		
** Crangon crangon	3	
* Crangon septemspinoza	5	
Ocypodidae		
Uca pugilator	5	
Palaemonidae		
Palaemonetes pugio	5	
Penaeidae		
Penaeus aztecus	5	
Penaeus duorarum	4	7
Overige/onbekend:		
Gammarus fasciatus	5	

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	Bijlage 3		
	akuut ec	chronisch nec	nec
Gammarus pseudolimnaeus	5		
Gammarus tigrinus		5	
Gammarus oceanicus		4	
Insecta			
Odonata-Zygoptera			
Coenagrionidae			
Ischnura verticalis	4		
Overige:			
Pteronarcella badia	4		
Chordata			
Pisces			
Teleostei			
Cypriniformes			
Cyprinidae			
Carassius auratus	6	8	
Cyprinus carpio	3		
Pimephales promelas	5		
Rasbora heteromorpha	4		
Cyprinodontiformes			
Cyprinodontidae			
Cyprinodon variegatus		7	8
Fundulidae			
Fundulus heteroclitus	2		
Perciformes			
Centrarchidae			
Lepomis macrochirus	4		
Lepomis microlophus	6	8	
Percidae			
* Perca flavescens	4		
Sparidae			
Lagodon rhomboides	5	5	
Mugiliformes			
Mugilidae			
** Chelon labrosus	2		
Salmoniformes			
Coregonidae			
Coregonus sp.	3		
Salmonidae			
Oncorhynchus mykiss	4		
* Salmo clarki	3		
** Salmo salar	4		
** Salmo trutta	4		
Salvelinus fontinalis	3		
Scorpaeniformes			
Cottidae			
** Agonus cataphractus	5		
Siluriformes			
Ictaluridae			
Ictalurus punctatus	4		
Onbekend			
Catostomus catostomus	4		
Leistomus xanthurus		6	

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch	ec	necec	nec
Amfibia					
Anura					
Bufonidae					
* Bufo americanus	6	8			
* Bufo fowleri	5	6			
* Bufo woodhousei	6				
Ranidae					
Rana pipiens	6	8			
Aves					
Anseriformes					
Anatidae					
* Anas platyrhynchos	1				
Galliformes					
Phasianidae					
Colinus virginianus	1				
Charadriiformes					
Laridae					
Larus fuscus			4		
Alcidae					
Uria aalge			5		
Passerines					
Turdidae					
Agelaius phoeniceus	0				
Quiscalis quiscula	0				
Corvidae					
Sturnidae					
Sturnus vulgaris	0				
Onbekend:					
kip	0	3			
Molothrus ater	0				
Coturnix coturnix	1				
Mammalia					
Carnivorae					
Mustelidae					
** Lutra lutra	5	6 g/kg bw			
Mustela putorius	2				
Mustela vison	0	2	akuut als g/g bw		
Pinnipedes					
Phocidae					
** Phoca vitulina	5	6 g/kg bw			
Artiodactyla					
Bovidae					
Bos domesticus	3				
Suidae					
Sus scrofa	2				
Rodentia					
Muridae					

PhyOrd	Famili	Geslacht/Soort	akuut chronisch		
			ec	necec	nec
		Mus domesticus		2	
		Rattus norvegicus	0	4	5 g/kg bw
Onbekend		Sylvilagus floridanus		2	

Stof: pcp

Angiospermae

Monocotyledones

Helobiae

Hydrocharitaceae

Elodea canadensis 4

Graminales

Graminae

Avena sativa 1

Spathiflorae

Lemnaceae

Lemna minor 3

Dicotyledones

Campanulales

Compositae

* Lactuca sativa 2

Mollusca

Onbekend:

Crassostrea virginica 5

Gilia altilis 4

Annelida

Oligochaetae

Lumbricidae

Arenicola cristata 6

Lumbricus rubellus 1

Tubificidae

** Tubifex tubifex 4

Polychaetae

Arenicolidae

Arenicola cristata 6

Onbekend

Eisenia andrei 2

Eisenia foetida 2

Enchytraeus albidus 1

Limnodrilis hoffmeisteri 4

Limnodriloides verrucosus 5

Monopylephorus cuticulatu 4

Ophryotrocha diadema 5

Arthropoda

Crustaceae

Malacostraca

Decapoda

Crangonidae

** Crangon crangon 4

* Crangon septempinoza 3

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch	ec	necec	nec
Palaemonidae					
Palaemonetes elegans	3				
Palaemonetes pugio	4				
Palaemonetes varians	3				
Penaeidae					
Penaeus aztecus	4				
Overige/onbekend:					
Asellus racovitzai	3				
Ceriodaphnia reticulata	4				
Daphnia galatea	4				
Daphnia magna	4				
Daphnia pulex	3				
Gammarus tigrinus	4				
Mysidopsis bahia	4				
Pseudodiaptomus coronatus	5				
Simocephalus vetulus	4				
Insecta					
Diptera					
Cuculidae					
Culex pipiens			3		
Chordata					
Pisces					
Teleostei					
Cypriniformes					
Cyprinidae					
Alburnus alburnus	5				
* Barbus ticto	6				
Carassius auratus	4	4			
Carassius carassius		5			
Cyprinus carpio	5				
Jordanella floridae		3			
** Leuciscus idus	4				
Pimephales promelas	4	4			
** Rutilus rutilus	5				
Cyprinodontiformes					
Cyprinodontidae					
Cyprinodon variegatus	4				
Fundulidae					
Fundulus similis	4				
Poeciliidae					
Poecilia reticulata	4	4			
Gasterostiformes					
Gasterostoidae					
** Gasterosteus aculeatus	4				
Perciformes					
Centrarchidae					
Lepomis macrochirus	5	4			
Micropterus salmoides	4				
Sparidae					
Lagodon rhomboides	5				

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch	ec	necec	nec
Mugiliformes					
Mugilidae					
Mugil cephalus	4				
Salmoniformes					
Coregonidae					
Coregonus muksun	5				
Esocidae					
** Esox lucius	5				
Salmonidae					
Oncorhynchus kisutch	5				
Oncorhynchus mykiss	4	4			
Oncorhynchus nerka		5			
* Salmo clarki	5				
** Salmo salar	5				
** Salmo trutta	4				
Salvelinus fontinalis			4		
Siluriformes					
Ictaluridae					
Ictalurus punctatus	5				
Onbekend					
Oryzias latipes					
Amfibia					
Anura					
Pipidae					
Xenopus laevis	5				
Aves					
Anseriformes					
Anatidae					
* Anas platyrhynchos	0				
Galliformes					
Phasianidae					
Colinus virginianus	0				
Onbekend:					
kip	0	3		g/kg bw	
Mammalia					
Carnivorae					
Canidae					
Canis familiaris	1			g/kg bw	
Artiodactyla					
Bovidae					
Bos domesticus	1			g/kg bw	
Ovis aries	1			g/kg bw	
Suidae					
Sus scrofa	2			g/kg bw	
Lagomorpha					
Leporidae					
Oryctolagus cuniculus	1			g/kg bw	
Rodentia					
Caviidae					
Cavia porcellus	1			g/kg bw	
Cricetidae					
Mesocricetus auratus	1			g/kg bw	

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut chronisch		
	ec	necec	nec
Muridae			
Mus domesticus	1	3	g/kg bw
Rattus norvegicus	1	3	g/kg bw

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	7	g/m3	lucht
S02			
Spermatophyta			
Gymnosperma			
Coniferales			
Pinaceae			
Abies alba	7	g/m3	lucht
Larix leptolepsis	7	g/m3	lucht
Pinus nigra	7	g/m3	lucht
Pseudotsuga menziesii	7	g/m3	lucht
Angiosperma			
Monocotyledones			
Helobiae			
Hydrocharitaceae			
Graminales			
Graminae			
Agropyron smithii	7	g/m3	lucht
* Lolium perenne	8	g/m3	lucht
Dicotyledones			
Salicales			
Salicaceae			
Populus deltoides x P. trichoca	7	g/m3	lucht
Fagales			
Betulaceae			
Alnus glutinosa	7	g/m3	lucht
Betula pubescens	7	g/m3	lucht
Fagaceae			
Fagus sylvatica	7	g/m3	lucht
Quercus robur	7	g/m3	lucht
Urticales			
Ulmaceae			
Ulmus parvifolia	7	g/m3	lucht
Sapindales			
Aceraceae			
Acer platanoides	7	g/m3	lucht
Acer pseudoplatanus	7	g/m3	lucht
Rhoeodales			
Cruciferae			
Raphanus sativus	7	g/m3	lucht
Sarraceniales			
Leguminosae			
Glycine max	8	g/m3	lucht
Medicago sativa	7	g/m3	lucht
Phaseolus vulgaris	8	g/m3	lucht
Tubiflora			
Solanaceae			
Nicotiana tabacum	8	g/m3	lucht
Chordata			
Mammalia			
Carnivorae			
Canidae			
Canis familiaris	3	5 g/m3	lucht
Rodentia			
Caviidae			

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut chronisch		
	ec	necec	nec
Cavia porcellus	4		5 g/m3 lucht
Cricetidae			
Mesocricetus auratus	3	3	g/m3 lucht
Muridae			
Mus domesticus			5 g/m3 lucht
Rattus norvegicus	3		g/m3 lucht
Stof: zink			
Algae			
Roodwieren			
Onbekend			
** Cladophora glomerata	4	5	
** Cladophora sp.	4		
Spermatophyta			
Angiospermae			
Monocotyledones			
Graminales			
Graminae			
Avena sativa			1 c noec g/kg bw
Zea mays			1
Spathiflorae			
Lemnaceae			
Lemna paucicostata	3		
Dicotyledones			
Sarraceniales			
Leguminosae			
Medicago sativa			1
Campanulales			
Compositae			
* Lactuca sativa			1
Echinodermata			
Echinoidae			
Echinacea			
Arbaciidae			
Arbacia lixula	5		c noec g/kg bw
Mollusca			
Bivalvia			
Uniones			
Cardiidae			
** Cerastoderma edule	1		
Mytilidae			
** Mytilus edulis	5		
* Mytilus galloprovincialis	5		
Tellinidae			
** Macoma balthica	2		
Gastropoda			
Pulmonata			
Ancylidae			
Ancylus fluviatilis			5 c noec g/kg bw

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch	ec	necec	nec
Onbekend:					
Crassostrea gigas	4	5			
Crassostrea virginica					4
Haliotis refescens		5			
Mercenaria mercenaria		5			
Orion ater					1
Scrobicularia plana		3			
Annelida					
Oligochaetae					
** Tubifex tubifex	3				
Polychaetae					
Capitellidae					
Capitella capitata					4
Nereidae					
* Nereis arenaceodentata					4
* Nereis virens	3				
Onbekend					
Eisenia foetida	0				
Eropdella octulasta				5	
Ophryotrocha diadema					4
Arthropoda					
Crustaceae					
Malacostraca					
Decapoda					
Cancriidae					
* Cancer anthonyi	5				
* Cancer magister	4				
Crangonidae					
** Crangon crangon	3				
Overige/onbekend:					
Callianassa australiensis	4				
Ceriodaphnia dubia					5
Daphnia magna					5
Gammarus pulex	4				
Holmesimynis costata		5			
Macrobrachium hendersodya	3				
Mysidopsis bahia					4
Porcellio scaber				1	
Tigriopus brevicornis					4
Insecta					
Overige:					
Clistoronia magnifica					3
Epeorus latifolium					6
Chordata					
Pisces					
Teleostei					
Cypriniformes					
Cobitidae					
** Noemachellus barbatulus	4				
Cyprinidae					

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut chronisch		
	ec	necec	nec
* Barbus conchionus		3	
* Barbus sophore		2	
* Barbus ticto		4	
Brachydanio rerio			3 ?
Jordanella floridae			5
Phoxinus phoxinus			5
Pimephales promelas			4
Gasterostiformes			
Gasterostoidae			
** Gasterosteus aculeatus	6		
Mugiliformes			
Mugilidae			
** Chelon labrosus	2		
Pleuronectiformes			
Pleuronectidae			
** Pleuronectes platessa		5	
Onbekend			
** Psetta maxima		3	
Salmoniformes			
Salmonidae			
Oncorhynchus mykiss			4
Oncorhynchus nerka			4
** Salmo salar	4	4	
** Salmo trutta		6	
Salvelinus fontinalis			4
Amfibia			
Anura			
Bufonidae			
* Bufo arenarum		3	
* Bufo bufo	3		
* Bufo melanosticus	2		
Aves			
Anseriformes			
Anatidae			
* Anas platyrhynchos			0
Onbekend:			
kip			0
Mammalia			
Artiodactyla			
Bovidae			
Bos domesticus		0	g/kg bw
Ovis aries	1	1	
Suidae			
Sus scrofa		0	
Perissodactyla			
Equidae			
Equus caballus		0	
Rodentia			
Cricetidae			

PhyOrdFamiliGeslacht/Soort	akuut	chronisch
	ec	nec ec nec
Mesocricetus auratus		2
Muridae		
Mus domesticus		2
Rattus norvegicus	3	2

