

# Biologische monitoring als onderdeel van een toetsingskader voor gewasbeschermingsmiddelen



# Biologische monitoring als onderdeel van een toetsingskader voor gewasbeschermingsmiddelen

Datum: 24 augustus 2009

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat Waterdienst

Contactpersoon opdrachtgever: Ing. D.F. Kalf

Projectnummer: 14

Auteurs: Dr. J.F. Postma &  
ing. C.M. Keijzers

Status: Eindrapport

Ecofide  
Lakenkopersweg 20  
1383 CS Weesp  
Telefoon: 0294-450282  
Fax: 0294-457359  
KvK: 32134487  
info@ecofide.nl  
www.ecofide.nl



# Inhoudsopgave



Inhoudsopgave.....	i
1. Inleiding.....	1
2. Mogelijkheden vanuit bestaande biologische monitoring.....	3
2.1 Voordelen van biologische monitoring in een toetsingskader .....	3
2.2 Biologische monitoring in Nederland.....	4
2.3 Biologische monitoring in kleine regionale wateren.....	7
2.4 Voor- en nadelen van biologische monitoring als onderdeel van het toetsingskader ..	17
3. Praktijkvoorbeelden .....	23
3.1 Het biologische meetnet van HH Delfland .....	23
3.2 Permanente bewaking te Eijsden.....	32
4. Welke aanpak is wenselijk?.....	40
4.1. Ecologische effecten van gewasbeschermingsmiddelen .....	40
4.2. Ruimtelijke heterogeniteit .....	43
4.3. Temporele variaties.....	44
4.4. Piekbelastingen en ongelukken.....	44
4.5. Mogelijke terugkoppeling met het toelatingsbeleid .....	45
5. Conclusies & aanbevelingen.....	47
6. Literatuur.....	49





# 1. Inleiding



In Nederland wordt er binnen meerdere kaders en organisaties gewerkt aan een zo duurzaam mogelijk gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Het gezamenlijke doel is te komen tot een set toegelaten middelen die én effectief zijn én tevens geen nadelige effecten op het ecosysteem veroorzaken. Dit proces begint bij het toelatingsbeleid, waar ondermeer een evaluatie van de mogelijk te verwachten nadelige effecten op ecosystemen wordt gemaakt. Ook bij het gebruik van de middelen wordt continu gestreefd naar een reductie van de emissie naar ecosystemen. Hier wordt een veelheid aan mogelijkheden ingezet, zoals hergebruik van water in kassen, andere typen bespuitingapparatuur en de inrichting van teeltvrije zones.

Ontwikkelen, toepassen en verder optimaliseren van deze mogelijkheden maakt onderdeel uit van het Good Agricultural Practice (GAP). Naast technische ontwikkelingen gaat het bij GAP om een veel breder kader, waar (op het gebied van de gewasbeschermingsmiddelen) ook aandacht besteed wordt aan het feitelijke gebruik van de middelen en de kennis in de praktijk. Dit moet er toe leiden, dat er bewuster met gewasbeschermingsmiddelen wordt omgegaan en dat de concentraties in het milieu verder dalen. Als de risicomodellen, die bij de toelating gebruikt worden, accuraat zijn zou men bij toepassing van GAP een situatie in het veld moeten aantreffen, waarbij de concentraties van de gewasbeschermingsmiddelen niet uitstijgen boven de concentraties, zoals die tijdens de toelatingsprocedure geschat worden.

Men heeft echter ook te maken met onzekerheden. Onzekerheden in de risicomodellen maar ook onzekerheden over het daadwerkelijke gebruik. Vanuit de waterkwaliteitsbeheerder is er daarom een behoefte om te toetsen of het geheel van toelatingsprocedures en GAP inderdaad leidt tot een situatie, waarbij er geen ongewenste effecten op het leven in de sloten optreden. Een dergelijke toetsing kan op meerdere plaatsen in het systeem worden uitgevoerd. Zo zou men ervoor kunnen kiezen om al bij de toelatingsprocedure zo proactief als mogelijk/nodig op te treden. Ook zou men gebruik kunnen maken van de lopende chemische monitoring van gewasbeschermingsmiddelen. Deze is deels verplicht vanuit de KRW maar wordt ook deels gestuurd door andere monitoringsbehoeften van waterbeheerders. Het voordeel van deze vorm van monitoring is dat een heel direct inzicht wordt gekregen in de probleemstoffen, waar nodig op kleine ruimtelijke schaal eenheden. Dit vereenvoudigt de terugkoppeling naar het gebruik. De Leidraad Monitoring Gewasbeschermingsmiddelen (Royal Haskoning, 2007) geeft een heldere uitleg hoe, in aanvulling op de verplichte monitoring vanuit de KRW, de monitoringsinspanning kan worden ingezet en geoptimaliseerd. Deze leidraad heeft een tweeledig doel. Enerzijds richt zij zich op het verkrijgen van de informatie, die nodig is voor de terugkoppeling naar de toelating van gewasbeschermingsmiddelen. Anderzijds kan de leidraad dienen als bouwsteen voor de optionele monitoring Nader Onderzoek binnen de KRW. Dergelijk Nader Onderzoek richt zich op het achterhalen van de oorzaken bij het niet halen van de doelen. In het geval van ecologische doelstellingen kan dit in de praktijk weerbarstig blijken. Een overschrijding van een chemische norm door één bepaalde stof op één moment hoeft namelijk niet te betekenen, dat



deze stof ook verantwoordelijk is voor een slechte ecologische toestand. Dit kan liggen aan een veelheid van factoren, zowel inhoudelijk (bijv. meerdere factoren spelen gezamenlijk een rol [stress op stress]; de norm is weliswaar overschreden maar de piek was te tijdelijk of de beschikbaarheid te laag), methodisch (de normoverschrijding is geconstateerd in een periode dat er geen biologische monsters zijn genomen of op andere lokaties) en statistisch (de gevoeligheid van de monitoring is niet hoog genoeg).

Wil een toetsingskader voor deze problematiek een sluitende causale relatie kunnen bieden tussen het toelatingsbeleid, het gebruik van middelen, de emissies daarvan en de uiteindelijke effecten op het ecosysteem, dan is enige vorm van biologisch onderzoek in het toetsingskader onontbeerlijk. Dit zou natuurlijk kunnen bestaan uit specifiek voor dit doel opgezet onderzoek. Puur vanuit deze ene vraagstelling is die aanpak waarschijnlijk het effectiefst. In een groter geheel bekeken zal het echter minder wenselijk zijn, bijvoorbeeld i.v.m. de extra kosten. Mede gelet op deze onzekerheden is door Rijkswaterstaat de vraag gesteld in hoeverre bestaande biologische monitoring hierbij inzetbaar kan zijn. Zou deze monitoring enkele van de onzekerheden uit het chemische monitoringsmeetnet kunnen verhelpen of verkleinen en zo ja, draagt dit dan bij aan de gewenste terugkoppeling naar het toelatingsbeleid. Op voorhand heeft een dergelijke aanpak twee aantrekkelijke kanten, namelijk:

a) als er aanwijsbare effecten in het aquatische ecosysteem optreden, is het probleem duidelijk geïllustreerd. Men hoeft geen gebruik te maken van extrapolaties (zoals bijv. bij het inschatten van effecten op basis van gemeten chemische concentraties).

b) alle waterkwaliteitsbeheerders in Nederland hebben al een biologische monitoring operationeel. Deze monitoring moet geschikt zijn om een accuraat beeld te schetsen van het aquatische ecosysteem in het Nederlandse oppervlaktewater. De gegevens kunnen dan ondermeer gebruikt worden om de toestand te toetsen aan de doelen (zoals het Goed Ecologisch Potentieel, GEP). Indien dit monitoringssysteem ook geschikt is/geschikt gemaakt kan worden voor het beantwoorden van de behoefte aan toetsing vanuit de toelating en toepassing van gewasbeschermingsmiddelen, zou dat veel mankracht en geld kunnen schelen.

Er zijn echter ook bedenkingen. De belangrijkste zorg is de vraag of een monitoringssysteem opgezet voor het ene doel ook geschikt is (of gemaakt kan worden) voor het toetsen van een ander doel. Vragen die hierbij spelen zijn zowel meer praktische (zijn er genoeg monitoringspunten, liggen deze ook op de plaatsen die vanuit de gewasbescherming prioritair zijn, is de meetfrequentie hoog genoeg etc.) als meer principiële aspecten (hoe zit het met oorzakelijke verbanden, kan er een relatie gelegd worden tussen een verstoorde levensgemeenschap en een verhoogde druk vanuit de gewasbeschermingsmiddelen, welke nauwkeurigheid wil men bereiken).

#### *Projectdoel en leeswijzer*

Als eerste aanzet in de afweging om tot een dergelijk toetsingskader te kunnen komen, geeft het huidige rapport inzicht in de belangrijkste voor- en nadelen om zo richting te kunnen geven aan de discussie hoe zo'n toetsingskader er uit zou moeten zien (Hoofdstuk 2). De reikwijdte van deze voor- en nadelen zal geïllustreerd worden aan de hand van een tweetal praktijk voorbeelden met een verschil in de mate van belasting met gewasbeschermingsmiddelen (Hoofdstuk 3). Gezamenlijk levert dit inzicht op in de vraag hoe het toetsingskader is vorm te geven en welke keuzes hierin nog te maken zijn (Hoofdstuk 4).

Biologische effecten van gewasbeschermingsmiddelen zijn niet los te zien van chemisch vastgestelde concentraties en een toetsingskader zal van allebei gebruik moeten maken. Voor het huidige rapport is deze koppeling echter even los gelaten en is geconcentreerd op de vraag of en zo ja hoe biologische monitoring een bruikbare tool zou kunnen zijn.

## 2. Mogelijkheden vanuit bestaande biologische monitoring



De verplichtingen vanuit de Kader Richtlijn Water (KRW) spelen een belangrijke rol bij het opzetten en uitvoeren van biologische monitoringprogramma's. Daarnaast hebben de meeste waterbeheerders ook aanvullende doelen en beschikken zij over uitgebreidere meetnetten dan voor alleen de KRW noodzakelijk zou zijn. Dit komt mede doordat de KRW-monitoring zich richt op waterlichamen. Voor de Nederlandse situatie betekent dit dat veel kleine wateren niet in de KRW-monitoring hoeven te worden opgenomen. Om te kunnen beoordelen of een toetsingskader voor gewasbeschermingsmiddelen op de bestaande biologische monitoring kan aansluiten en er van kan profiteren, dient er inzicht te zijn in de doelstellingen van de verschillende vormen van monitoring. Op basis daarvan is de meest geschikte vorm te selecteren en kan voor die vorm van monitoring bekeken worden wat de mogelijkheden en onmogelijkheden zijn in het geval van mede gebruik voor bovengenoemd toetsingskader. Als eerste wordt echter een overzicht gegeven van de mogelijke voordelen van het opnemen van biologische monitoring in een toetsingskader voor gewasbeschermingsmiddelen.

### 2.1 Voordelen van biologische monitoring in een toetsingskader

Vanuit inhoudelijk oogpunt zijn er meerdere voordelen te behalen indien biologische monitoring, in enige vorm, deel uit gaat maken van een mogelijk toetsingskader voor gewasbeschermingsmiddelen. Namelijk, biologische monitoring .....

- verkleint de onzekerheid, die er bij veel waterbeheerders is over de effecten van gewasbeschermingsmiddelen.
- geeft kennis over de daadwerkelijke effecten. Dit is wenselijk, zowel vanuit het beoordelen van de effectiviteit van maatregelen als voor de mogelijke terugkoppeling richting de toelating en het gebruik van de middelen.
- geeft inzicht in de mate waarin effecten van gewasbescherming in een bepaald gebied spelen. Zowel gericht op ruimtelijke als temporele variatie.
- geeft inzicht in veranderingen van de effecten van gewasbescherming over de jaren.
- vormt een bruikbare veiligheidsvoorziening om mogelijke onzekerheden in de toelating en het gebruik van de middelen af te dekken.
- wordt reeds uitgevoerd waardoor de (extra) kosten van dit alles meevallen.

Doel van het huidige project is daarom om na te gaan in hoeverre bovenstaande doelen bereikt kunnen worden op basis van de bestaande biologische monitoring en/of door de bestaande monitoringsprogramma's aan te passen. In de volgende paragrafen wordt daarom allereerst meer inzicht gegeven in de bestaande biologische monitoring en de consequenties die dit kan hebben.

## 2.2 Biologische monitoring in Nederland

Zowel de beheerders van rijkswateren als die van regionale wateren maken gebruik van biologische monitoring om de kwaliteit van het oppervlaktewater te kunnen beoordelen. Dit is deels gebaseerd op de verplichtingen vanuit de KRW en deels vanuit aanvullende wensen en behoeften vanuit de beheerder. Verder mag worden aangenomen dat een eventueel aanwezige druk vanuit de gewasbeschermingsmiddelen vooral in de regionale wateren zal optreden. Mede door verdunning en degradatie spelen effecten vanuit een Nederlandse emissiebron van gewasbeschermingsmiddelen in de rijkswateren een kleinere rol. Anders kan dat zijn in het geval van ongelukken. De biologische en chemische bewaking aan de grens (Lobith en Eijsden) geeft daar inzicht in.

Binnen de KRW wordt onderscheid gemaakt in een drietal typen monitoring; toestand & trend monitoring, operationele monitoring en monitoring nader onderzoek. Dit geldt voor zowel de chemische monitoring als voor biologische en hydromorfologische monitoring. Voor het huidige project ligt de nadruk op de biologische monitoring. Daarnaast wordt inzicht gegeven in de aanvullende meetnetten, die door waterbeheerders worden uitgevoerd voor andere doeleinden.

### *Toestand en Trend (T&T)*

T&T monitoring is gericht op het vaststellen en beoordelen van lange termijn trends voor zowel menselijke activiteiten als veranderingen in natuurlijke omstandigheden. De verzamelde informatie moet leiden tot een globale beoordeling van de wateren binnen een stroomgebied. Een monitoringsprogramma gericht op dit doel kan volstaan met een grofmazige opzet (dus relatief weinig monsterlokaties) en een lage bemonsteringsfrequentie. De biologische componenten in de T&T monitoring behoeven bijvoorbeeld slechts één keer in de zes jaar te worden vastgesteld (vaker mag altijd). Verder is het van belang om te realiseren, dat het doel van KRW-monitoring niet is om de volledige soortendiversiteit in beeld te brengen (RIZA, 2006). De KRW vraagt om representatieve monsters van biotopen, die in significante oppervlakten voorkomen.

### *Operationele monitoring*

Aanvullend op deze lange termijn T&T monitoring richt de operationele monitoring zich meer specifiek op de problemen in een bepaald gebied. Operationele monitoring wordt ingezet voor waterlichamen waarvan gebleken is dat deze de doelstellingen waarschijnlijk niet gaan halen binnen de gestelde termijn of om de effecten van uitgevoerde maatregelen programma's vast te kunnen stellen. Deze monitoring is daarmee gedetailleerder (meer monsterlokaties) en kent een hogere frequentie (veelal eens per 3 jaar, maar voor fytoplankton jaarlijks). De monitoring is echter niet opgezet om de effectiviteit van elke maatregel afzonderlijk te beoordelen. Het gaat om het vaststellen van het netto effect van alle maatregelen tezamen. Het monitoringsprogramma richt zich op korte termijn trends, zodat voldoende informatie wordt verkregen om eventueel bij te kunnen sturen. Afhankelijk van de gewenste gevoeligheid kan het noodzakelijk zijn om de frequentie verder te verhogen. Verder hoeven alleen die kwaliteitselementen te worden gemonitord, die de slechte toestand in een gebied het beste





indiceren. Met operationele monitoring mag worden gestopt zodra hieruit is gebleken dat de Goede Toestand / Potentieel is bereikt.

#### *Monitoring Nader Onderzoek*

Tenslotte kan er gebruik worden gemaakt van monitoring voor nader onderzoek. Dit type monitoring wordt ingezet als niet duidelijk is wat de oorzaak is van overschrijdingen of het niet halen van doelstellingen. Deze monitoring is dan ook zeer specifiek, toegesneden op een bepaalde situatie en kan inzicht geven in de vraag welke maatregelen eventueel effectief kunnen zijn. Er zijn geen monitoringprogramma's voor opgezet, want dit type monitoring wordt alleen in speciale situaties en voor een beperkte periode ingezet. De onderzoeksmatige insteek maakt dat juist dit type monitoring geschikt is om de omvang en het effect van een incidentele verontreiniging in beeld te brengen (RIZA, 2006).

In het geval van gewasbeschermingsmiddelen zijn de watervlo-veldtesten, zoals die door het Hoogheemraadschap van Delfland al vele jaren worden ingezet (Ecofide, 2008), een goed voorbeeld van de mogelijkheden voor dergelijk Nader Onderzoek (figuur 2.1).



**Figuur 2.1.** Het uitvoeren van veldtesten met de watervlo *Daphnia magna* als voorbeeld van nader onderzoek naar de effecten van gewasbeschermingsmiddelen door HH van Delfland.

#### *Aanvullende meetnetten*

Iedere waterbeheerder beschikt al vele jaren over een biologisch meetnet, met een historie die ook al ver voor de KRW is begonnen. Deze meetnetten werden ook toen opgezet om de kwaliteit van het oppervlaktewater te beoordelen en eventuele trends waar te kunnen nemen. De meetnetten vormen dan ook een belangrijk onderdeel in de cyclus van beleid, beheer en evaluatie. De biologische monitoring die op specifieke projecten van de beheerder is gericht kent de hoogste nauwkeurigheid (dichtheid van lokaties en frequentie), maar ook de nauwkeurigheid van de meer algemeen georiënteerde meetnetten is beduidend hoger dan de monitoringsinspanning zoals die vanuit de KRW is verplicht. Om de kosten te beperken worden deze programma's vaak roulerend uitgevoerd, waarbij soms een beperkt aantal punten jaarlijks wordt gemonitord. De lokaties worden veelal zo gekozen, dat deze met elkaar een goed beeld geven van de diversiteit aan watertypen in het betreffende beheersgebied, zoals bijvoorbeeld

kleine sloten, boezemwateren, rivieren, plassen en meren. Bij de keuze van de lokaties voor deze meetnetten spelen allerlei factoren een rol, die aansluiten bij de behoefte aan informatie bij de waterbeheerder. In het algemeen zijn deze meetnetten ook gericht op het in beeld brengen van de algehele biologische kwaliteit. Maar bij de keuze van lokaties wordt niet alleen gelet op een goede geografische spreiding, en representativiteit van de bemonsterde wateren. Inzicht in mogelijke bronnen van stoffen en/of nadelige effecten zullen ook meespelen. Voor wat betreft gewasbeschermingsmiddelen betekent dit dat vooral waterbeheerders, die deze groep van stoffen als een serieuze en voldoende belangrijke bedreiging van hun waterkwaliteit zien, hun biologische meetnetten mede op basis hiervan inrichten.

*Noot.* Door sommige waterbeheerders zijn deze meetnetten opgenomen in de operationele KRW-monitoring. Dit zijn keuzes, die onder andere beïnvloed worden door het feit, dat gegevens uit de officiële operationele monitoring gebruikt mogen worden om die van de T&T te overrulen.

#### *Permanente biologische bewaking*

De meest intensieve vorm van biologische monitoring wordt ondermeer uitgevoerd op de meetstations in Eijsden en Lobith. Met behulp van een beperkt aantal organismen (bijv. vis, alg, mossel, watervlo) wordt hier de waterkwaliteit permanent en automatisch bewaakt. Als deze organismen uiting geven van stress, wordt er automatisch oppervlaktewater bemonsterd voor aanvullende chemische analyses. Deze vorm van monitoring is bij uitstek geschikt voor het detecteren van pieken in de verontreiniging, bijvoorbeeld als gevolg van lozingen of ongelukken. Door de koppeling met chemische analyses kan een sluitende bewijsvoering ontstaan (niet perse in alle gevallen overigens), waarmee toxische druk vanuit bijvoorbeeld gewasbeschermingsmiddelen wordt aangetoond. Vervolgens kan worden bekeken of in dit soort gevallen ook de routinematige biologische monitoring, die op nabij gelegen lokaties plaats vindt, vergelijkbare signalen afgeeft.

#### *Concluderend*

Afhankelijk van het watersysteem en de intensiteit waarmee gewasbeschermingsmiddelen worden gebruikt, kan de druk vanuit deze middelen meer overeenkomen met incidentele pieklozingen (te toetsen aan de maximale normen vanuit de KRW-chemie doelen; MAC-EQS) of met een meer continue druk van meerdere elkaar afwisselende middelen in veelal lagere concentraties (te toetsen aan 'annual average' vanuit de KRW-chemie doelen; AA-EQS). De wijze waarop een biologische monitoring bijvoorkeur zou worden ingezet verschilt tussen beide type toxische druk. Ook bij het zoeken naar aansluitingsmogelijkheden op de bestaande biologische monitoring dient dit onderscheid gerealiseerd te worden.

Verder illustreert bovenstaand overzicht ook dat een toetsingskader voor het aantonen van eventuele effecten van gewasbeschermingsmiddelen vooral gebruik zal moeten maken van de aanvullende meetnetten, zoals die door de waterbeheerders wordt uitgevoerd (incl. de aanvullende meetnetten die door sommige waterbeheerders onder de operationele monitoring zijn gebracht). De nadruk zal in zo'n geval vooral uitgaan naar de monitoring in de kleine, regionale wateren. Hoe meer er naar de haarvaten van het systeem wordt gekeken, hoe lager eventuele verdunningen, hoe korter de tijd tussen emissie en blootstelling en hoe groter de kans op aantoonbare effecten. Zowel de T&T als de operationele monitoring (in engere zin) hebben waarschijnlijk een te algemeen doel en daarvan afgeleid een te lage nauwkeurigheid van het meetnet om een belangrijke rol te kunnen spelen in het met enige nauwkeurigheid detecteren van effecten van gewasbeschermingsmiddelen. Permanente biologische bewaking is natuurlijk ook een geschikt instrument (vanuit inhoudelijke argumenten), maar te kostbaar voor grootschalige toepassing. Op de manier zoals deze bewaking nu wordt gebruikt (bewaking aan de grenzen) zal deze vorm van monitoring vooral reageren op ongelukken en weinig zeggen

over de gevolgen van het samenspel van toelatingsbeleid en GAP in de Nederlandse situatie. In specifieke situaties zouden de technieken in het kader van Nader Onderzoek overwogen kunnen worden, net zoals dat geldt voor de eerder al genoemde veldtesten met watervlooiën. Deze specifieke, onderzoeksmatige toepassingen vallen echter buiten het huidige projectdoel.

## 2.3 Biologische monitoring in kleine regionale wateren

Het overzicht in deze paragraaf is vooral gericht op de situatie in kleine wateren, omdat daar de kans op het aantreffen van effecten als gevolg van gewasbeschermingsmiddelen het grootst is. Zo dicht mogelijk bij de bron, is de verdunning het laagst. Dat wil niet zeggen, dat de analyse niet ook zou gelden voor de grotere wateren. Alleen ligt daar niet de nadruk op.

Beoordelen in hoeverre de bestaande biologische monitoring een rol in een toetsingskader voor gewasbeschermingsmiddelen kan spelen, begint met een beschrijving hoe en waarom deze meetnetten zijn opgezet. Onderstaande informatie is deels gebaseerd op rapportages (o.a. Waterschap Reest & Wieden, 2005; Waterschap Zuiderzeeland, 2006, 2007). Daarnaast zijn enkele regionale waterbeheerders benaderd voor aanvullende informatie. In onderstaand overzicht is deze informatie veralgemeniseerd. Verder is waar mogelijk de relatie met toxische druk vanuit gewasbeschermingsmiddelen aangegeven.

### Monitoringsdoel

Het opzetten van monitoringprogramma's begint met het vaststellen van de doelstellingen voor het programma: Waarom moet er iets gemonitord worden? Op basis daarvan kunnen vervolgens de andere vragen (wat, waar, wanneer, hoe etc) worden beantwoord. Monitoren is echter duur, dus in de praktijk zal een meetnet meestal meerdere doelen dienen en zal er bij de uitvoering voor praktische oplossingen worden gekozen. Dit heeft ook gevolgen voor de vraag of de bestaande biologische monitoring een rol kan spelen bij het toetsingskader voor gewasbeschermingsmiddelen. Bij veel waterbeheerders dient de biologische monitoring een ander doel dan de monitoring van gewasbeschermingsmiddelen en bestaan beide monitoringsprogramma's dus naast elkaar (met een variërende mate van overlap; zie tabel 2.1). De biologische monitoring heeft als primair doel om de beheerder een goede indruk te geven van de waterkwaliteit en het aquatische ecosysteem in hun beheersgebied. De meetfrequenties, lokatiekeuzes e.d. zijn daarop aangepast en richten zich veelal op het volgen van veranderingen op de lange termijn en het gehele gebied. Voor gewasbeschermingsmiddelen wordt veelal gebruikt gemaakt van een puur chemische monitoring, waarbij tevens de gekozen lokaties niet (of nauwelijks) overlappen met die voor de biologische monitoring. In een poging om de effecten van gewasbeschermingsmiddelen op de aquatische ecosystemen in beeld te brengen moest De Zwart (2005) dan ook constateren, dat dit niet op basis van praktijkmetingen kon gebeuren. Als alternatief heeft De Zwart de potentiële toxische druk ingeschat op basis van de teelten en de daarop normaliter gebruikte middelen. Dit legt daarmee de vinger op een belangrijk probleem in de vraag in hoeverre biologische monitoring een rol kan spelen bij het toetsingskader, namelijk de causale relaties. Monitoring van gewasbeschermingsmiddelen geeft een accuraat inzicht in de probleemstoffen, maar geen inzicht in de effecten daarvan. Biologische monitoring zou daarentegen best de effecten kunnen laten zien van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, maar als er geen directe koppeling met gewasbescherming is, zal het moeilijk zijn om dit effect ook daadwerkelijk aan te tonen.

**Tabel 2.1.** Overzicht van de wijze waarop regionale waterbeheerders rekening houden met de effecten van gewasbeschermingsmiddelen.

Beheerder	Hoe wordt er met risico's vanuit gewasbeschermingsmiddelen omgegaan?	Consequenties voor meetnetten
<b>HH Delfland</b>	Belang van gewasbescherming is groot en wordt als apart thema benoemd	-Speelt een expliciete rol bij meetnet ontwerp -Toxische druk gemonitord met combinatie van biologie, chemie als veldtesten
<b>HHNK</b>	Druk is benoemd vanuit vooral de tuinbouwgebieden en bollengebieden	-Biologische monitoring is gericht op verzamelpunten in deze gebieden. -Nadruk ligt voor gewasbescherming sterk op chemisch meetnet
<b>Reest &amp; Wieden</b>	Monitoring is gericht op AmvB Open Teelt (8 lokaties), AmvB lozingsbesluit stedelijk afvalwater (16 lokaties) en 6 innamepunten gebiedsvreemd water	-Met uitzondering van een enkel ven (atmosferische depositie) zijn de biologische meetnetten en die voor gewasbescherming niet gekoppeld
<b>Zuiderzeeland</b>	Gebiedsdekkend gericht op emissies vanuit fruitteelt, bollenteelt, akkerbouw en veeteelt. Aanvullend is er ook een glastuinbouwmeetnet, gericht op 3 deelgebieden.	-Hoge dichtheid aan meetpunten in glastuinbouwgebieden. Andere lokaties verdeeld over beheersgebied en gericht op verzamelpunten en/of knooppunten.
<b>Rivierenland</b>	Meetnet is gericht op de verschillende sectoren waaronder glastuinbouw, fruit- en boomteelt en veeteelt. Afhankelijk van de sector zijn lokaties geclusterd in deel van beheersgebied. Druk lijkt in zowel frequentie als mate wel mee te vallen.	Er is geen of nauwelijks een overlap tussen het agrarisch meetnet (o.a. gericht op bestrijdingsmiddelen) en het biologische meetnet. Voor het agrarisch meetnet worden over het algemeen kleinere wateren geselecteerd, die niet vanuit de biologie gemonitord worden, omdat het agrarisch meetnet zo dicht mogelijk bij bronnen probeert te komen.
<b>Holl. Delta</b>	Lokaties in het bestrijdingsmiddelenmeetnet zijn sector gericht en o.a. gericht op de wat kleinere sloten. Tevens wordt er op enkele KRW-punten een vrij uitgebreid pakket bestrijdingsmiddelen gemonitord.	Binnen bestrijdingsmiddelenmeetnet weinig tot geen overlap met biologische monitoring (de kleinere sloten). Op 35 KRW-punten (iets grotere wateren) worden echter ook gewasbeschermingsmiddelen gemonitord (breder dan wat de KRW verplicht stelt), waardoor er voor die punten een overlap bestaat.

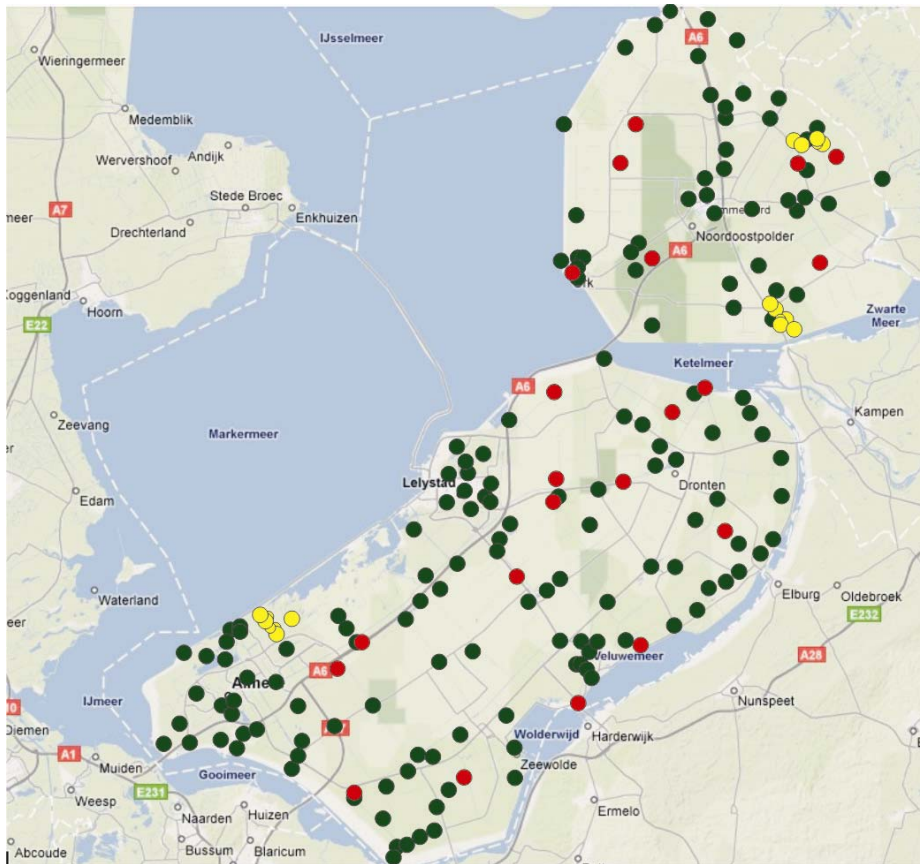
#### *Gevolgen voor toetsingskader gewasbeschermingsmiddelen*

Om een directe relatie te kunnen leggen tussen normoverschrijdende concentraties van gewasbeschermingsmiddelen en de resultaten van biologische monitoring, zullen beide meetnetten op elkaar moeten worden afgestemd. Dit heeft gevolgen voor allerlei praktische zaken als lokaties, meetcycli, parameterpakketten e.d. Aangezien niet verwacht mag worden dat de andere redenen en doelen voor de huidige monitoringsmeetnetten ook wijzigen, zal dit veelal een stijging van de kosten betekenen. Dit wordt hieronder in meer detail uitgewerkt.

## Lokatiekeuze

Zoals hierboven is aangegeven hebben de lopende biologische monitoring en de monitoring van gewasbeschermingsmiddelen verschillende doelen. Dit heeft gevolgen voor de lokaties, die in beide monitoringprogramma's zijn opgenomen. Bij het selecteren van lokaties voor het biologische meetnet wordt gelet op aspecten als i) een goede verdeling van de lokaties over het gehele beheersgebied; ii) een goede verdeling over de verschillende watertypen (boezems, meren, kanalen, stromend water etc); iii) eventueel extra aandacht voor speciale gebieden met hogere, andere natuurdoelstellingen; iv) een lokatie met een representatief biotoop en v) een strategische ligging waardoor de lokatie een beeld geeft van een groter achterliggend gebied. Dit laatste betekent meestal een voorkeur voor de iets grotere wateren en niet zozeer perceelsloten.

Voor het monitoringsmeetnet van gewasbeschermingsmiddelen gelden andere prioriteiten bij het selecteren van lokaties. Het belangrijkste verschil is dat deze lokaties primair zijn gericht op de gebieden waar de grootste belasting wordt verondersteld, zoals de bollenteelt, fruitteelt of de glastuinbouw. Dit is meestal maar een beperkt deel van het beheersgebied. Ook de representativiteit van het biotoop speelt een geringer belang, aangezien dit niet kritisch is voor een monitoring puur gericht op chemische analyses. Daarentegen ligt ook bij de monitoring van gewasbeschermingsmiddelen de nadruk meestal op de iets grotere wateren (alhoewel hierbij wel verschillen tussen de waterbeheerders optreden). Hiermee krijgt men een beter beeld van drukken, die op gebiedsniveau spelen en tevens voorkomt men op deze manier dat een monitoringsmeetnet opgezet vanuit algemene doelen ook gebruikt zou kunnen worden bij opsporingsactiviteiten voor individuele lozers. Ter illustratie is in figuur 2.2 een overzicht opgenomen voor Waterschap Zuiderzeeland, waarbij zowel de lokaties met enige vorm van biologische monitoring zijn opgenomen als de lokaties waar gewasbeschermingsmiddelen worden gemeten (bron: [www.zuiderzeeland.nl](http://www.zuiderzeeland.nl)). Ook voor dit waterschap wordt een zeer geringe mate van overlap geconstateerd.



**Figuur 2.2.** Bemonsteringslokaties voor waterschap Zuiderzeeland. ● = Bestrijdingsmiddelen meetnet; ● = meetnet glastuinbouw; ● = lokaties ecologisch onderzoek (bron: [www.zuiderzeeland.nl](http://www.zuiderzeeland.nl))

Aanvullend is in tabel 2.2 voor meerdere waterschappen een globaal overzicht gegeven van de mate waarin lokaties van biologische meetnetten en gewasbeschermingsmonitoring elkaar overlappen. Bij meerdere waterschappen blijkt men af en toe wel eens bestrijdingsmiddelen te hebben gemeten op macrofauna punten of juist in het kader van bijvoorbeeld een specifiek project eens gekeken te hebben naar de macrofauna op een bestrijdingsmiddelen meetpunt. In onderstaand overzicht gaat het echter alleen om meetpunten, die meer frequent en bewust gedeeld worden. Alhoewel men in het algemeen vanuit zowel kosten als inhoudelijke argumenten waar mogelijk zal kiezen voor lokaties die voor meerdere doelstellingen gebruikt worden, leiden de verschillen tussen beide meetnetten in het algemeen tot een relatief beperkte mate van overlap van <5%. Sommige waterschappen zijn echter uitzonderingen en beschikken over meer uitgebreide meetnetten, waardoor het aantal overlappende lokaties groter is. Specifieke keuzes blijken hieraan te grondslag te liggen. Zo heeft het waterschap Hollandse Delta ervoor gekozen om op alle KRW-punten ook een vrij compleet pakket gewasbeschermingsmiddelen te analyseren. In het gedeelte van hun meetnet, dat zich op de kleinere wateren richt, is er (overeenkomstig met de andere waterschappen) daarentegen nauwelijks sprake van een overlap tussen het bestrijdingsmiddelen-meetnet en de biologische monitoringslokaties. Ook het Hoogheemraadschap van Delfland heeft een duidelijk hoger percentage overlappende lokaties. De glastuinbouw speelt in haar beheersgebied qua oppervlak een aanzienlijk rol. Dit waterschap heeft er dan ook voor gekozen om beide meetnetten zo in te richten dat een goede overlap en koppeling mogelijk is.

**Tabel 2.2.** Globaal overzicht van de mate waarin lokaties van biologische monitoring en voor gewasbescherming elkaar overlappen.

Beheerder	Aantal lokaties voor biologische monitoring	Aantal lokaties voor monitoring van gewasbescherming	Gedeelde lokaties <sup>1</sup>	
			Aantal	% <sup>v</sup> / <sub>d</sub> biol. monit.
HH Delfland	± 350	± 140	± 40	11
HHNK	± 250	± 25	0	0
WS Reest & Wieden	± 115	± 30	< 5	< 5
WS Zuiderzeeland	± 150	± 40	< 5	< 4
WS Rivierenland	± 200	± 60	< 5	< 3
WS Holl. Delta	± 350	± 130	± 35	10
HH Rijnland	± 200	± 115	< 5	< 3

<sup>1</sup>: In de chemische KRW-monitoring zijn ook een aantal gewasbeschermingsmiddelen opgenomen. Deze lokaties zijn hier niet meegenomen, omdat het analysepakket veelal klein is.

#### *Gevolgen voor toetsingskader gewasbeschermingsmiddelen*

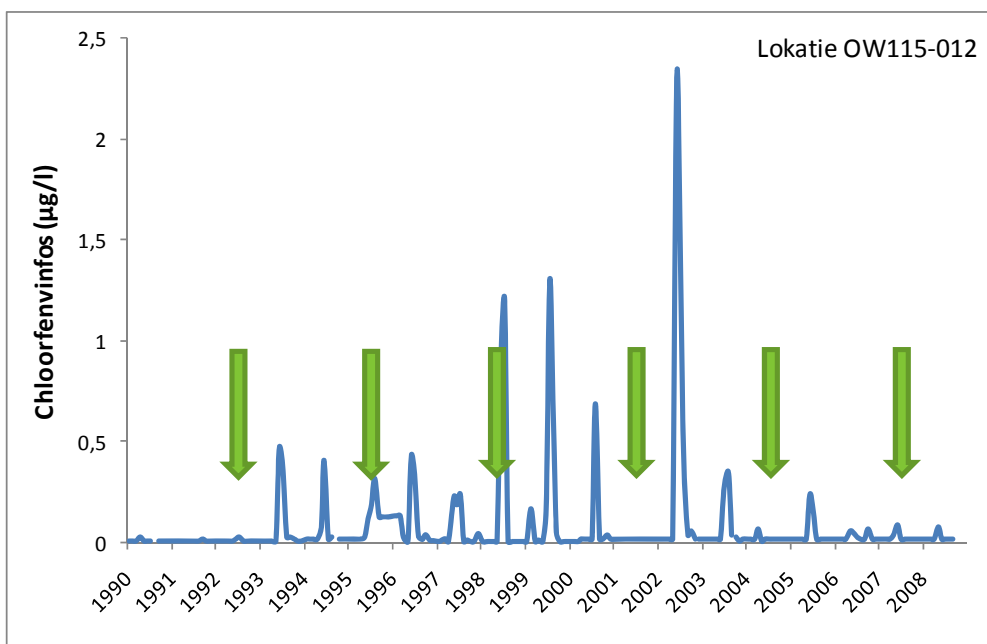
Voor een causale relatie tussen normoverschrijdende gewasbeschermingsmiddelen en effecten op het aquatische ecosysteem is het veelal nodig om beide meetnetten meer op elkaar af te stemmen, zodat het aantal gedeelde lokaties hoger ligt. Dit leidt tot een aanzienlijke kostenstijging, een en ander natuurlijk afhankelijk van de gewenste nauwkeurigheid en onderscheidend vermogen. Verder richt de bestaande monitoring (zowel biologie als gewasbescherming) zich met name op de iets grotere wateren. Dit betekent een verdere verdunning en langere periode voor degradatie ten opzichte van de situatie zoals die zich in perceelstroken zou kunnen voordoen. Het geeft aan de andere kant wel een betere indruk over de hoogte van de druk op gebiedsniveau.

### **Bemonsteringsfrequentie**

Een ander belangrijk element in monitoringprogramma's is de meetfrequentie. Voor biologische monitoring geldt dat deze frequentie verschilt per waterschap, per kwaliteitselement (fytoplankton gebeurt bijv. regelmatig dan macrofauna, en vis juist minder frequent) en per lokatie. Om kosten te besparen kiezen echter vrijwel alle waterschappen voor een roulerend systeem. In veel gevallen wordt gekozen voor een frequentie van één keer per drie jaar. Uitzonderingen zijn er echter ook, zowel naar beneden toe als naar boven. Enkele waterschappen hebben er bijvoorbeeld voor gekozen om op enkele belangrijke punten in hun watersysteem de biologische monitoring jaarlijks uit te voeren (bijv. HH Delfland, HHNK, Holl. Delta). In andere gevallen wordt de frequentie voor bepaalde lokaties verlaagd tot een roulerend systeem met eens in de 5-6 jaar een monsternamen (bijv. voor veel lokaties bij WS De Stichtse Rijnlanden).

De meetfrequentie is om meerdere redenen van belang. Zo is de frequentie sterk bepalend voor de statistische gevoeligheid waarmee een meetnet trends kan detecteren (zie kopje meetvariatie en statistiek hieronder). In het geval van gewasbeschermingsmiddelen is het echter ook om andere redenen van belang. Zo worden de meeste middelen niet continue maar

periodiek gebruikt (meestal gekoppeld aan seizoenen en gewassen). De trefkans wordt bepaald door de frequentie waarmee piekbelastingen in het systeem voorkomen in combinatie met de meetfrequentie. Ter illustratie geeft figuur 2.3 een beeld van een mogelijke situatie. Lokatie OW115-012 is door Hoogheemraadschap van Delfland opgenomen in het gewasbeschermingsmeetnet, waardoor hier meerdere keren per jaar o.a. de concentratie van chloorfenvinfos wordt gemeten. De groene pijlen symboliseren een biologische monitoring met een frequentie van drie jaar (wordt in werkelijkheid niet op deze lokatie uitgevoerd) en illustreren daarmee dat de trefkans van een pieklozing gering is. Ook de halfwaardetijden van de middelen in het watersysteem zijn van belang. Deze hangen af van de biologische afbraak van de middelen, maar ook van de verblijftijd van het water. Al met al zullen de concentraties van de meeste gewasbeschermingsmiddelen normaliter een pieken en dalen systeem vertonen, waarbij de hoogte van de impact op het aquatische ecosysteem afhangt van de hoogte, frequentie en duur van de piekbelastingen.



**Figuur 2.3.** Verloop van de chloorfenvinfos concentratie op één van de monitoringslokaties van het Hoogheemraadschap van Delfland ter illustratie van de piekbelastingen. Tevens is middels groene pijlen aangegeven hoe een biologische monitoring om de drie jaar zou kunnen uitpakken in relatie tot de trefkans op een piekbelasting (deze biologische monitoring wordt in werkelijk hier niet uitgevoerd).

Tenslotte is de meetfrequentie van belang in relatie tot de herstelsnelheid van aquatische ecosystemen. Ook al is er een ongeluk gebeurd én hebben de concentraties van bepaalde middelen toxische waarden bereikt én was er op dat moment ook daadwerkelijk een impact op het aquatische ecosysteem, de kans is zeer groot dat deze effecten niet meer gezien worden als men de biologische monitoring pas 2-3 jaar later uitvoert. Al bij het beoordelen van de toelaatbaarheid van middelen kan er naar deze hersteltijd worden gekeken. Voor aquatische mesocosm studies wordt bijvoorbeeld een hersteltijd van 8 weken voorgesteld als mogelijk beoordelingscriterium om te beslissen over het al dan niet acceptabel zijn (EU, 2002). In aanvulling daarop wordt door De Jong *et al* (2008) voorgesteld om niet alleen naar het herstel binnen 8 weken te kijken, maar daarbij tevens een aantal andere aspecten in ogenschouw te



nemen zoals het al dan niet optreden van herhaalde doseringen in combinatie met de totale duur van de effecten. De herstelsnelheid hangt verder ook af van het ecosysteem. Voor enkele herbiciden blijkt herstel in fytoplankton gedomineerde ecosystemen bijvoorbeeld sneller op te treden dan in macrofyten gedomineerde systemen (Brock *et al.*, 2000). Wel geldt hierbij dat hoe hoger of frequenter de dosis, hoe langer het herstel duurt (Brock *et al.*, 2000).

#### *Gevolgen voor toetsingskader gewasbeschermingsmiddelen*

De veelal lage meetfrequentie (gemiddeld eens in de 3 jaar) zorgt voor een kleine trefkans op het detecteren van effecten op het aquatische ecosysteem. De kans dat er wordt gemonsterd op het moment dat een gewasbeschermingsmiddel juist een maximaal effect heeft veroorzaakt is klein. Ook de kans dat een dergelijk meetnet met lage meetfrequentie trends in de effecten van gewasbeschermingsmiddelen kan aantonen is laag. Dit betekent dat bij toepassing in het beoogde toetsingskader óf de meetfrequentie van lokaties omhoog moet óf het meetnet is met name gevoelig voor een min of meer continu optredende druk vanuit de gewasbescherming. Dit laatste kan optreden als veel verschillende middelen voor allerlei doeleinden afwisselend en na elkaar worden gebruikt, waardoor er in de veldsituatie een mix van middelen ontstaat die een vrij constante druk kan veroorzaken.

*Noot.* In dat geval is het echter weer wel van belang dat deze effecten meestal kleiner zijn dan bij kort durende piekbelastingen en dus dat de statistische gevoeligheid (zie kopje meetvariatie en statistiek hieronder) van het meetnet voor zo'n situatie hoog moet zijn.

## **Parameterkeuze**

Binnen de gewasbeschermingsmiddelen zijn meerdere categorieën te onderscheiden, zoals insecticiden, acariciden, herbiciden, fungiciden en grondontsmettingsmiddelen. De meeste middelen richten zich op een specifieke groep organismen, alhoewel er ook effecten op andere organismen kunnen optreden (e.e.a. afhankelijk van de gebruikte dosis en de specificiteit van het werkingsmechanisme). Vanuit een specifiek middel gedacht is het dan ook meestal niet moeilijk om een groep organismen te selecteren waar een eventuele effectmonitoring zich op zou moeten concentreren. Voor een deel kan dit gekoppeld worden aan parameters, die bij de biologische monitoring al in gebruik zijn (zoals fytoplankton, diatomeeën en macrofyten voor herbiciden en macrofauna voor insecticiden en acariciden). Doelgroepen voor fungiciden, nematiciden en/of grondontsmettingsmiddelen zijn echter moeilijker te combineren met bestaande biologische monitoring. Er bestaat wel enige ervaring met aquatische nematoden, maar deze groep vormt in het aquatische ecosysteem nog geen onderdeel van routinemonitoring (zoals dat wel in terrestrische ecosystemen gebeurt). Hetzelfde geldt voor schimmels. Indien men voor deze groepen van stoffen in het toetsingskader gebruik wenst te maken van bestaande biologische monitoring zal men zich dus moeten realiseren, dat dit wellicht niet de meest gevoelige vorm van monitoring is. Dit is des te relevanter, omdat fungiciden een groot aandeel hebben in het totale gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Zo blijkt uit het natuur- en milieucompendium, dat fungiciden circa 40-50% uitmaakten van de circa 10 miljoen kilo die jaarlijks aan actieve ingrediënten wordt gebruikt. In lopend onderzoek door Ecofide en het Centraal Bureau Schimmelcultures wordt daarom, in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst, ook gekeken naar de specificiteit van fungiciden om zo meer zicht te krijgen op de kans dat effecten in het aquatische ecosysteem aan de aandacht ontsnappen.

Verder is het van belang om te realiseren, dat men niet op alle lokaties waar nu biologische monitoring wordt uitgevoerd ook alle parametergroepen met dezelfde frequentie uitvoert. Afhankelijk van het watertype en de doelstellingen van de monitoring vormen bepaalde organismen groepen in bepaalde watertypen geen onderdeel van de monitoring. Daarnaast

verschilt de frequentie. Monitoring van fytoplankton vindt veelal met een hogere frequentie plaats dan die van macrofauna. Beide elementen hebben gevolgen voor de toepassing van bestaande biologische monitoring in het beoogde toetsingskader.

Een laatste aandachtspunt vormt de wijze van analyse per parameter. Onderzoek van De Zwart (2005) lijkt aan te geven, dat bij de belasting van aquatische ecosystemen met gewasbeschermingsmiddelen men niet perse rekening hoeft te houden met een daling van de algehele biodiversiteit. De daling in het voorkomen van gevoelige soorten kan gecompenseerd worden door een simultaan optredende toename van minder gevoelige of opportunistische soorten. Algemene parameters, zoals het totaal aantal taxa, of de algehele biodiversiteit zijn daarom wellicht minder geschikte parameters. Uit allerlei onderzoek met mesocosms (zoals de proefsloten bij Alterra) is veel informatie te halen over de gevoeligheid van specifieke soorten en/of soortsgroepen voor specifieke middelen en/of groepen van middelen. Het omzetten van deze kennis in een makkelijk toepasbare tool voor het detecteren van mogelijke impacts door bestrijdingsmiddelen in aquatische ecosystemen zal echter nog heel moeilijk zijn, omdat er in de praktijk veelal sprake is van een, in samenstelling wisselende, mix van middelen.

#### *Gevolgen voor toetsingskader gewasbeschermingsmiddelen*

De huidige keuze van biologische parameters heeft op meerdere manieren invloed op de mogelijkheden die er zijn om de bestaande en/of aan te passen biologische monitoring geschikt te maken als onderdeel voor het beoogde toetsingskader. In sommige gevallen betreft deze invloed het moeten uitbreiden van bestaande monitoring omdat niet op alle lokaties de meest gevoelige organisme groepen worden gemonitord. Alhoewel de complexiteit van deze aanpassing relatief gering is, heeft dit wel financiële gevolgen. Anders ligt het bij de huidige interpretatie van de uitkomsten van de monitoring. De huidige beoordelingssystemen zijn niet specifiek gericht op het indiceren van effecten van gewasbeschermingsmiddelen. Hierdoor kunnen situaties, waar wel degelijk effecten van gewasbeschermingsmiddelen optreden, aan het oog worden onttrokken, doordat de gebruikte parameters niet voldoende specifiek zijn. Minder gevoelige soorten kunnen de plaats van gevoelige soorten innemen waardoor de totale diversiteit relatief weinig wordt beïnvloed.

## **Meetvariatie en statistiek**

De statistische gevoeligheid van een meetnet wordt sterk beïnvloed door de nauwkeurigheid van de metingen en hun frequentie en daarmee dus tevens met de totale kosten. Keuzes die gemaakt worden om de kosten te reguleren leiden vrijwel altijd tot een verlaging van de gevoeligheid. Waar de statistische gevoeligheid gebaat is met het zo goed mogelijk opsplitsen van alle mogelijke bronnen van variatie, wordt er vanuit Kostenoogpunt juist zoveel mogelijk samengevoegd. Enkele voorbeelden zijn hieronder weergegeven.

#### *i) Variatie binnen een biotoop*

De ruimtelijke heterogeniteit van macrofauna (en andere organisme-groepen) is een bekend probleem. Dit is te ondervangen door in hetzelfde biotoop meerdere monsters te nemen. Naast toegenomen kosten van monsternamen zou dit ook tot een evenredige stijging van de analysekosten leiden. Vaak worden de replica's daarom gepoold en alleen gezamenlijk uitgezocht. Dit levert alleen een gemiddeld beeld op (wat afhankelijk van het doel overigens best kan volstaan). Verder blijken bemonsteringsmethoden die in het verleden zijn ontwikkeld, hiermee onvoldoende rekening te houden. Zo zijn er in de afgelopen jaren enkele onderzoeken uitgevoerd, die deze bron van variatie kenmerken. Voor zowel de monsternamen met een handnet (mondellinge informatie Grontmij|AquaSense) als die met een bodemhapper

(onderzoek van Rijkswaterstaat, beschreven in Royal Haskoning & Ecofide, 2009) blijkt dat de standaard methode (5m handnet resp. 3 box-core happen) veelal niet instaat is om alle aanwezige taxa op een bepaalde lokatie aan te tonen. Dit percentage varieert maar blijkt in de praktijk waarden tussen de 50-70% aan te kunnen nemen. Opvallend genoeg blijkt het uiteindelijke oordeel op een maatlat veel minder te variëren. Dit lijkt een prettige bijkomstigheid, maar illustreert tevens dat de gevoeligheid van de beoordeling wellicht laag is.

#### *ii) Variatie tussen biotopen*

Zeker voor een organisme-groep als de macrofauna, verschilt de samenstelling sterk tussen biotopen. In sommige monitoringsmeetnetten wordt er daarom per biotoop bemonsterd en geanalyseerd. In veel andere meetnetten wordt echter een representatief monster van de gehele lokatie genomen. Alle aanwezige biotopen worden hierbij representatief (op basis van voorkomen) bemonsterd en veelal tot één monster samengevoegd. Dit is een kosteneffectieve manier om een beeld te krijgen van de rijkdom op de gehele lokatie (bijv. in het kader van een toestand beoordeling). De methode is echter minder geschikt voor trendmonitoring, als men tevens enig zicht wilt krijgen in mogelijke oorzaken. Wijzigingen in de biotopen per lokatie hebben dan namelijk ook een invloed op de biodiversiteit in het monster.

#### *iii) Variatie binnen het jaar*

Voor verschillende organisme-groepen is de samenstelling sterk seizoensafhankelijk. Denk bijvoorbeeld aan het fytoplankton. Daarbij komt dat deze seizoensverschillen niet ieder jaar gelijk zijn, maar bijvoorbeeld afhangen van de temperatuursontwikkelingen in het betreffende jaar. Ook het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen is aan de seizoenen gebonden. Kleine onderlinge verschillen tussen deze twee seizoenseffecten hebben dan ook direct gevolgen voor de kans waarmee een meetnet effecten van gewasbeschermingsmiddelen kan aantonen.

#### *iv) Variatie tussen jaren*

Om de monitoringsinspanning te verdelen, wordt vaak gekozen voor een roulerend meetnet waarbij de meeste lokaties eens in de 3-4 jaar worden bemonsterd (sommige lokaties worden wel ieder jaar bemonsterd). Een dergelijk meetnet zal ongevoelig zijn in het kunnen aantonen van effecten van piekbelastingen aan gewasbeschermingsmiddelen, omdat de kans dat de populaties zich ondertussen hebben hersteld aanzienlijk is (tenzij er natuurlijk frequent sprake is van piekbelastingen).

De consequenties van al dergelijke keuzes voor de statistische gevoeligheid van een meetnet zijn door het CML in beeld gebracht voor macrofyten en macrofauna in rijkswateren (Vos & Musters, 2004; Vos, 2006). Voor de macrofyten leidde deze exercitie ondermeer tot aanbevelingen over een andere ruimtelijke verdeling van de metingen. Het bestudeerde macrofauna meetnet was veelal gebaseerd op een monsternamen om de vier jaar (sommige lokaties jaarlijks), waarbij de verschillende biotopen apart werden bemonsterd (zoals zand, slib, stenen, vegetatie). De evaluatie liet zien, dat de biotopen zand, slib en vegetatie werden gekenmerkt door een hoge variatie, als gevolg van de ruimtelijke heterogeniteit. Het biotoop stenen was meer homogeen. Gestratificeerd bemonsteren heeft dus zeker zin. Aangeraden werd daarom om eventueel verdergaand te stratificeren en bijvoorbeeld bij de vegetatie onderscheid te maken in een aantal verschillende typen. Dit kan helpen om de variatie te verkleinen en zo het onderscheidend vermogen te vergroten. Dit laatste is belangrijk, omdat de analyse tevens liet zien dat het meetnet als geheel erg ongevoelig was. Dit betrof zowel de kans op een foute classificatie in het kader van een toestand beoordeling als de gevoeligheid voor het detecteren van een verandering in de tijd bij trendmonitoring. De misclassificatie kansen voor de KRW-maatlat parameters lag bijvoorbeeld rond de 25% (voor andere –niet KRW maatlat- parameters lag deze kans lager!). Bij de trendmonitoring bleek zelfs dat de kans op

het aantonen van een verdubbeling van het aantal soorten laag was. Een belangrijke aanbeveling van het CML was dat een meetnet gericht op een jaarlijkse monsternamen statistisch gezien beter zal voldoen. De als gevolg daarvan toenemende kosten zouden verlaagd kunnen worden door redundante informatie uit het meetnet te verwijderen. Vanuit de statistiek gezien bleek het bijvoorbeeld weinig meerwaarde te hebben om alle individuen te tellen en alles tot op soort te determineren (vanuit andere kaders kan dit natuurlijk wel wenselijk zijn). Mede op basis van deze analyse is de opzet van de monitoring in de Rijkswateren recent ook al aangepast.

Een dergelijke constatering (lage gevoeligheid van een meetnet) oogt wellicht opmerkelijk, maar moet in perspectief gezien worden. Biologische monitoring werd vaak gebruikt om een beeld te krijgen van het aquatische ecosysteem. De resultaten werden gebruikt om het beleid te helpen evalueren, waarbij veel belang werd gehecht aan de expertkennis die bij veel waterbeheerders werd ingebracht aangaande hun eigen water. De nauwkeurigheid van de monitoring is daarop afgestemd en zal in veel gevallen voldoen. Met de KRW is het belang dat men aan de feitelijke meetwaarde hecht toegenomen. Ook de doelen zijn nu cijfermatig in beeld gebracht en moeten gehaald worden. Dit alles zorgt voor een toenemend belang van kwaliteitsbewaking en standaardisatie, een slag die bij de chemisch georiënteerde monitoring in eerdere decennia al is gemaakt. Aanvullend onderzoek is en wordt nu uitgevoerd om de nauwkeurigheid van de biologische monsternamen en analyses in beeld te brengen en te verbeteren en de consequenties van keuzes worden helder. Deze trend zal nog wel enige tijd doorgaan en zal er toe leiden dat de statistische nauwkeurigheid van biologische meetnetten toeneemt.

De kans dat een bepaald effect in een monitoring wordt aangetoond hangt natuurlijk niet alleen af van de statistische gevoeligheid van de methode, maar ook met de hoogte van het aan te tonen effect. Is er sprake van een acute lozing met ongebruikelijk hoge concentraties, dan kunnen sterke effecten op de ecologie optreden. Het kunnen aantonen van dit soort effecten hangt dan meer af van de periode tussen het ongeluk en de monsternamen. In veel andere situaties zijn gewasbeschermingsmiddelen slechts één van de factoren. Andere factoren spelen veelal een grotere rol. Denk hierbij aan allerlei ecologische factoren, de algehele waterkwaliteit, stroming, scheepvaart en de inrichting. In enkele multivariate studies is gekeken naar de mate waarin toxicanten in dergelijke complexe situaties de biologische variatie beïnvloeden (De Lange *et al.*, 2004; De Zwart *et al.*, 2006, Peeters *et al.*, 2008). Alhoewel iedere studie zijn eigen kenmerken heeft, lijken deze studies uit te wijzen dat de verklaarde variatie door toxicanten zo rond de 2-10% ligt. Dit is een gemiddeld beeld over alle lokaties. Het kan goed zijn, dat de verklaarde variatie op individuele lokaties veel hoger of juist lager ligt. In aanvulling daarop is door De Zwart in zijn proefschrift gekeken naar de mogelijkheden om voor de Nederlandse situatie de effecten van gewasbeschermingsmiddelen op het aquatische ecosysteem in beeld te brengen. Op basis van daadwerkelijke metingen liep dit al snel vast, omdat de lokaties waar biologische monitoring is uitgevoerd in een te geringe mate overeen kwamen met de lokaties waar chemische monitoring van gewasbeschermingsmiddelen werd uitgevoerd. Als alternatief heeft De Zwart (zie ook De Zwart, 2005) de toxische druk geschat op basis van de teelten en de daarop normaliter gebruikte middelen. De aldus verkregen toxische druk bleek slecht te correleren met de macrofyten monitoring. Dit werd verklaard doordat slechts een klein deel van de toxische druk werd veroorzaakt door herbiciden. De meeste effecten werden verwacht in de groep van de insecticiden. De soortsmenstelling van de macrofauna vertoonde dan ook een veel betere correlatie met de toxische druk. Op basis van deze uitkomsten mag verwacht worden dat biologische monitoring gevoelig genoeg is om effecten aan te tonen, maar dan met name in situaties waarbij de toxische druk hoog is. Verder bleek uit deze studie dat dit effect niet perse tot een verarming van de macrofauna hoeft te

leiden. Een afname van gevoelige soorten kan namelijk gecompenseerd worden door een toename van meer indifferente soorten. Klassieke diversiteitsindices zijn daarom vaak niet onderscheidend.

#### *Gevolgen voor toetsingskader gewasbeschermingsmiddelen*

Om de bestaande biologische monitoring geschikt te maken voor opname in het beoogde toetsingskader voor gewasbeschermingsmiddelen zal de statistische gevoeligheid verhoogd moeten worden. Het kan hierbij om allerlei facetten gaan, van details in de monsternamen, frequentie van monitoren, tot aan de wijze van analyse. Dit zal in het algemeen leiden tot een toename van de kosten. De mate waarin hangt natuurlijk af van de mate waarin de gevoeligheid moet worden verhoogd en die hangt weer af van de doelstellingen aan het meetnet cq. toetsingskader. Ook de verwachte mate, waarin een toxische druk het ecosysteem beïnvloed is hierbij van belang. Waar in grotere wateren andere factoren (ecologie, inrichting, etc) veelal een grotere invloed kunnen hebben, kan de toxische druk in kleinere wateren (bijv. kavelsloten) wel degelijk een dominante factor zijn.

Een alternatieve aanpak kan het uitvoeren van multivariate studies zijn. Als na enige jaren blijkt dat de verklaarde variantie door gewasbeschermingsmiddelen afneemt is dat een indicatie voor de effectiviteit van het beleid. Ook hiervoor is het dan echter wel wenselijk dat de chemische monitoring van gewasbeschermingsmiddelen en de biologische monitoring op meer identieke lokaties plaats vindt. Tegelijkertijd kan ook geconstateerd worden dat hoe kleiner het water is dat bestudeerd wordt (tot aan de kavelsloot) hoe groter de kans dat met de huidige technieken effecten in de biologische monitoring zijn aan te tonen. Dit zijn echter veelal niet de sloten, waar de biologische monitoring plaats vindt, aangezien de meeste regionale waterbeheerders zich met name op de iets grotere wateren (verzamelsloten, boezems etc.) richten.

## **2.4 Voor- en nadelen van biologische monitoring als onderdeel van het toetsingskader**

Uit bovenstaand overzicht komen zowel voor- als nadelen naar voren voor het opnemen van bestaande biologische monitoring in het beoogde toetsingskader voor gewasbeschermingsmiddelen. In beide gevallen spelen de consequenties op meerdere niveaus; inhoudelijk maar ook praktisch. Het maken van een afweging begint met deze consequenties te benoemen en te herkennen. Tabel 2.3 geeft daarvoor een overzicht. Als uitgangspunt is hierbij uitgegaan van de mogelijke win-punten: De positief te waarderen aspecten waar opname van biologische monitoring toe zou moeten/kunnen leiden.

**Tabel 2.3.** Samenvattend overzicht van de consequenties bij het opnemen van biologische monitoring is het beoogde toetsingskader gewasbescherming, gedacht vanuit de te behalen voordelen.

	<b>Inhoudelijk</b>	<b>Praktisch</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• verkleint de onzekerheid, die er bij veel waterbeheerders is over de effecten van gewasbeschermingsmiddelen.</li> </ul>	Een sterke plus, maar wel een met een mits.	Kan gerealiseerd worden als er een oorzakelijke koppeling gemaakt kan worden tussen biologie en gewasbescherming. Dit kan maar heeft de nodige voeten in de aarde.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• geeft kennis over de daadwerkelijke effecten. Dit is wenselijk, zowel vanuit het beoordelen van de effectiviteit van maatregelen als voor de mogelijke terugkoppeling richting de toelating en het gebruik van de middelen.</li> </ul>	Inzicht in de complexiteit van veldsituaties (vele middelen in variërende concentraties en simultaan met andere stressoren) zou zeker een nuttige aanvulling zijn op de beoordeling van gewasbeschermingsmiddelen.	De vraag is of routinematige biologische monitoring hiervoor het meest geschikt is. Het kan een onderdeel vormen, maar er is meer gericht onderzoek nodig om het voordeel volledig tot ontwikkeling te laten komen.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• geeft inzicht in de mate waarin effecten van gewasbescherming in een bepaald gebied spelen. Zowel gericht op de mate waarin als op het ruimtelijke beeld.</li> </ul>	Het doel is begrijpelijk maar het middel wellicht niet het meest geschikt/efficiënt, maar kan wel gebruikt worden.	Dit doel is beter in twee stappen te bereiken door a) chemische analyses te gebruiken voor inzicht in temporele en de ruimtelijke variatie en b) gericht onderzoek voor de koppeling tussen chemie en biologie.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• geeft inzicht in veranderingen van de effecten van gewasbescherming over de jaren.</li> </ul>	Trendanalyse is wenselijk en mogelijk en vormt als onderdeel van de beleidscyclus een nuttig instrument. Wellicht kan men echter volstaan met chemische analyses (afh. van situatie).	De eisen die dit stelt aan de statistische gevoeligheid van biologische monitoring behoeven extra aandacht.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• vormt een bruikbare veiligheidsvoorziening om mogelijke onzekerheden in de toelating en het gebruik van de middelen af te dekken.</li> </ul>	De inhoudelijke plus hangt af van het woord bruikbaar. Als alle in deze tabel benoemde voordelen gerealiseerd worden, dan is de optie zeer zeker bruikbaar, maar er is een afhankelijkheid van de kosten.	De doelstellingen uit deze tabel kunnen alleen met een extra inspanning gerealiseerd worden.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• wordt reeds uitgevoerd waardoor de (extra) kosten van dit alles meevallen.</li> </ul>		Dit lijkt niet op te gaan (zie ook tabel 2.4).

**Tabel 2.4.** Nadere uitwerking van consequenties wil biologische monitoring een onderdeel kunnen uitmaken van het beoogde toetsingskader gewasbescherming.

Aard van de consequenties	Detail aspecten	Gevolgen
<b>• Principieel</b>		
i) Causale relatie	-Voor een bruikbare veiligheidsvoorziening is een oorzakelijke relatie tussen het doel van de monitoring (zijn er effecten van gewasbescherming?) en de monitoring parameters (aanwezigheid en dichtheid van soorten) essentieel.	-In de huidige meetnetten is dit onvoldoende aanwezig. Onderlinge afstemming van de chemische en biologische meetnetten is hiervoor op meerdere onderdelen noodzakelijk. Dit leidt tot meerkosten; zie onder praktisch.
ii) Grote van het water	-Effecten van gewasbeschermingsmiddelen worden met name in perceelstroken verwacht.	-Handhaving van de huidige biologische bemonsteringslocaties (met name iets grotere wateren) leidt tot een lagere gevoeligheid van het toetsingskader (door hogere verdunning & langere verblijftijd)
<b>• Statistisch</b>		
i) Aantonen van effecten in een gebied	-Met de bestaande meetnetten is het kunnen aantonen van effecten van gewasbeschermingsmiddelen klein.	-De trefkans kan omhoog door met name het aantal gedeelde locaties en de meetfrequentie te verhogen. Verder is aandacht voor de bronnen van biologische variatie nodig.
ii) Trenddetectie	-Dit geldt ook voor trenddetectie	-Voor het detecteren van trends is een jaarlijkse biologische monitoring aan te raden.
iii) Aantonen van incidentele effecten op één lokatie	-Nader onderzoek is meer geschikte aanpak	-Veldkooien, in combinatie met chemische en biologische monitoring.
<b>• Praktisch</b>		
i) Lokatiekeuze	-Het aantal locaties waar zowel chemische als biologische monitoring plaatsvindt zal moeten stijgen	-Het meest praktisch zal zijn om het gewasbeschermingsmeetnet uit te breiden en ook concentraties te gaan meten op de biologische monitoringspunten. Voor een gemiddeld pakket middelen en een monsternamen 6* per jaar bedragen de meerkosten voor analyses al snel meer dan €2000,- per jaar per lokatie (excl. monsternamen). Men 'mist' dan echter effecten in de perceelstroken.
ii) Bemonsteringsfrequentie	-Bij een biologische monitoring elke 3 jaar is het meetnet met name geschikt voor het kunnen aantonen van een toxische druk die over een groter gebied en min of meer constant aanwezig is. Voor trenddetectie is een jaarlijkse bemonstering nodig.	-De meerkosten voor een jaarlijkse monitoring zijn aanzienlijk. Als alternatief zou men kunnen werken met andere studies (bijv. multivariate studies) die dan eens in de zoveel jaar worden uitgevoerd om zicht te krijgen op eventuele veranderingen. Grote aantallen locaties zijn dan wenselijk.

**Tabel 2.4.** Vervolg - Nadere uitwerking van consequenties wil biologische monitoring een onderdeel kunnen uitmaken van het beoogde toetsingskader gewasbescherming

Aard van de consequenties	Detail aspecten	Gevolgen
iii) Parameterkeuze	-Bestaande biologische monitoring is wellicht niet erg geschikt voor enkele meer specifieke middelen als fungiciden. -Meer onderzoek naar de effecten van gewasbeschermingsmiddelen in complexe situaties is nodig om te interpretatie van gegevens te verbeteren en daarmee de kans op het daadwerkelijk kunnen aantonen van effecten.	-Lopend onderzoek bestudeert de mogelijke effecten van fungiciden. -Algemene parameters of diversiteitsindices zijn wellicht minder geschikt. Aanpassing naar meer specifieke parameters (bijv. specifieke gevoelige soorten) is op zich eenvoudig door te voeren, mits de daarvoor benodigde kennis via onderzoek beschikbaar komt.
iv) Monstername	-Meer aandacht voor bronnen van variatie is nodig en kan de gevoeligheid van meetnetten verbeteren	-Als de aanwezigheid van specifieke soorten van belang blijkt te zijn, zou een andere monstername (bijv meer oppervlak bemonsteren maar geen individuen tellen) effectief kunnen zijn.



Hieruit kan geconcludeerd worden, dat:

- er zeker opties zijn om resultaten van biologische monitoring te gebruiken bij een toetsingskader voor gewasbeschermingsmiddelen. Dit zal leiden tot meer inzicht in de daadwerkelijke effecten van de middelen, waarmee ook meer draagvlak verkregen wordt om eventuele maatregelen te ondersteunen.
- er zeker ook de nodige aanpassingen aan de huidige meetnetten noodzakelijk zijn om een effectieve opname in een toetsingskader mogelijk te maken. Dit zijn aspecten die de nauwkeurigheid van het systeem verhogen, maar in het algemeen wel leiden tot meerkosten. Voorbeelden zijn de bemonsteringsfrequentie en de lokatie keuze.

De algemene verwachting is daarom dat de voordelen van het opnemen van biologische monitoring in een toetsingskader voor gewasbeschermingsmiddelen slechts in beperkte mate gerealiseerd kunnen worden, tenzij aanzienlijke meerkosten geaccepteerd worden. Aanvullend daarop mag op basis van deze theoretische analyse ook verwacht worden, dat de huidige routinematige biologische monitoring niet het meest geschikte instrument vormt om te zorgen voor een terugkoppeling naar het toelatingsbeleid. De gevoeligheid van deze terugkoppeling zal hierbij te wensen overlaten.

In hoeverre deze hypothesen opgaan, zal in het volgende hoofdstuk worden nagegaan aan de hand van een tweetal praktijk situaties.



## 3. Praktijkvoorbeelden

---



In het voorgaande hoofdstuk is vanuit een meer theoretische achtergrond nagegaan welke kansen en bedreigingen er zijn voor het opnemen van biologische monitoring als onderdeel in een toetsingskader voor gewasbeschermingsmiddelen. De mate waarin deze aspecten kunnen spelen is nagegaan middels een tweetal verschillende praktijk situaties. Voor beide is gezocht naar situaties waar men op basis van aanvullende informatie (dus afgezien van de chemische of biologische routine monitoring) inzicht heeft in de aanwezigheid van een significante toxische druk door de aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen. Vervolgens kunnen de gegevens van de routinematige biologische monitoring bekeken worden om te zien of interpretatie van alleen deze gegevens ook al voldoende zou zijn geweest om de toxische druk aan te tonen. De mate waarin dit al dan niet lukt, wordt gebruikt om de hypothesen uit het vorige hoofdstuk te verifiëren.

De twee voorbeelden betreffen:

- Het meetnet van HH van Delfland, waarbij jarenlang veldtesten met de watervlo zijn ingezet om effecten van gewasbeschermingsmiddelen te onderzoeken
- Het meetstation Eijsden, waar effecten in de permanente biologische bewakingssystemen (in combinatie met chemische analyses) de aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen in toxische concentraties aantonen.

### 3.1 Het biologische meetnet van HH Delfland

In het beheersgebied van het Hoogheemraadschap van Delfland speelt de glastuinbouw een belangrijke rol. Al meerdere decennia besteedt dit Hoogheemraadschap daarom aandacht aan het terugdringen van de belasting van het oppervlaktewater met gewasbeschermingsmiddelen. Om de effecten van hun beleid te kunnen monitoren worden sinds 1990 zogenaamde veldkooien met de watervlo *Daphnia magna* uitgehangen. Door de sterfte van deze dieren in het veld vast te stellen ontstaat inzicht in de belasting met gewasbeschermingsmiddelen. Eén van de voordelen van deze techniek is dat de dieren permanent worden blootgesteld en zo een beeld geven van de belasting tijdens de gehele blootstellingperiode, waar chemische analyses altijd een momentopname vormen. In een eerder onderzoek (Ecofide, 2008) zijn de monitoringsresultaten van de laatste 18 jaar geëvalueerd en vergeleken met de resultaten van de simultaan uitgevoerde chemische analyses. Uit dit overzicht kan geconcludeerd worden, dat de toxische druk door gewasbeschermingsmiddelen in deze periode sterk is afgenomen. De concentraties van vrijwel alle middelen vertonen een dalende trend en ook de gemiddelde sterfte van de watervlo is flink afgenomen. De gemiddelde sterfte in veldkooien uitgehangen in het glastuinbouwgebied verschilt ook niet langer meer significant van de referentie lokaties. Tegelijkertijd werd ook vastgesteld, dat

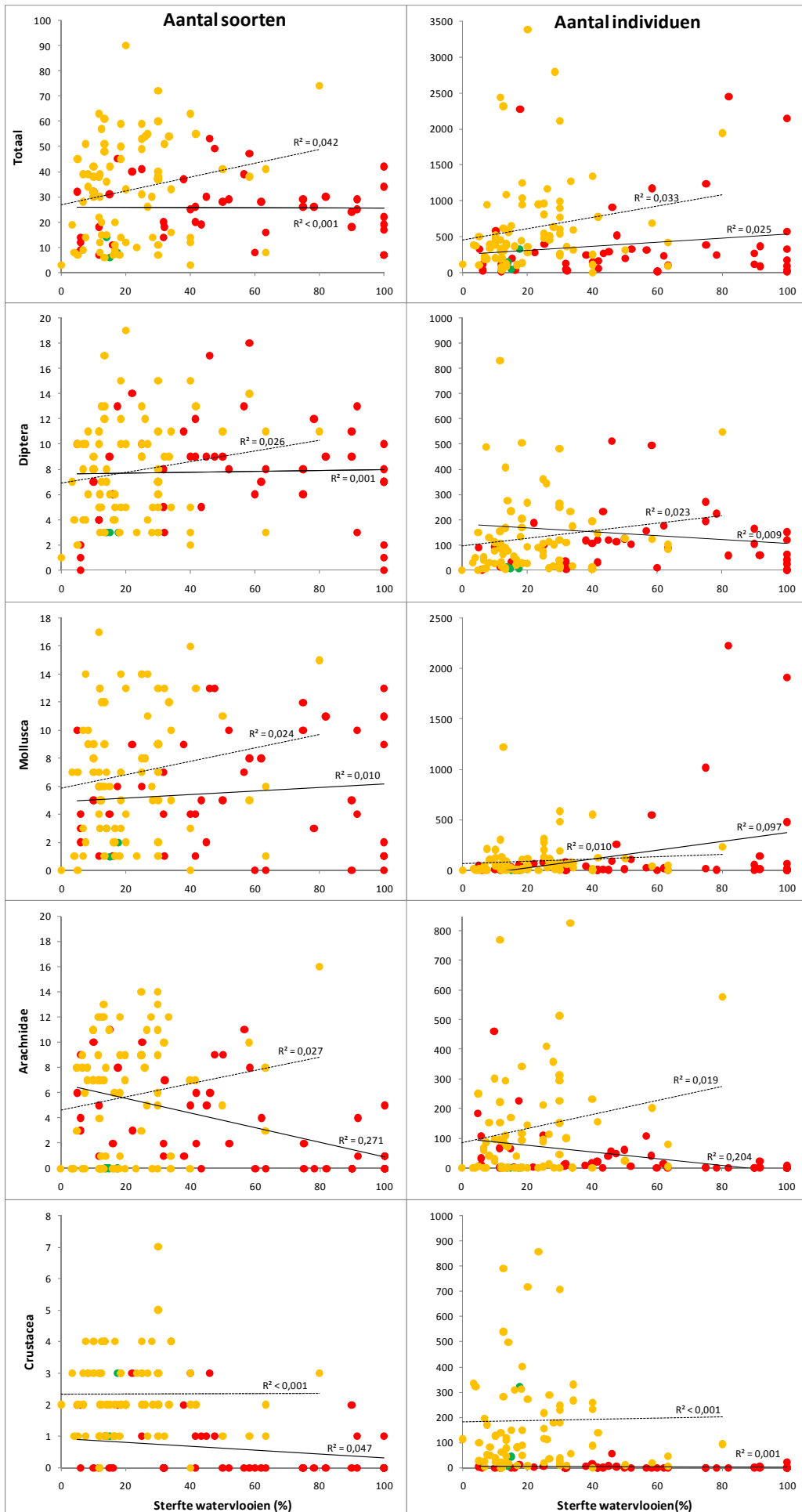
er nog steeds incidenteel pieklozingen plaatsvinden, die wel degelijk een sterk verhoogde sterfte in de veldkooien met de watervlooiën veroorzaken. Verder wordt door het HH van Delfland ook aandacht besteed aan de lokaal aanwezige macrofauna. Een enkele glastuinbouwlokatie wordt hierbij jaarlijks gemonitord, terwijl andere glastuinbouwlokaties iedere drie jaar worden gemonitord. Tezamen leveren deze monitoringsinspanningen de mogelijkheid om de effecten van een afnemende toxische druk vanuit de gewasbeschermingsmiddelen via een afnemende sterfte van de watervlo in veldkooien te koppelen aan het eventueel herstel van de macrofauna in de betreffende wateren. Tegelijkertijd kan gekeken worden naar eventuele verschillen als gevolg van de monitoringsfrequentie.

## Ontwikkelingen in de macrofauna over de jaren

Voor alle lokaties en jaren waar gebruik is gemaakt van de veldtest met de watervlo is gekeken in hoeverre er tevens macrofauna-opnames beschikbaar zijn. In totaal bleken er 128 van dergelijke combinaties te bestaan verdeeld over 24 lokaties. Als eerste stap is over deze gehele dataset gekeken naar mogelijke veranderingen in de macrofauna samenstelling als gevolg van veranderingen in de toxische druk, gemeten als sterfte van de watervlo in veldkooien (figuur 3.1). De watervlo sterfte is hierbij weergegeven als de gemiddelde jaarlijkse sterfte. In deze meeste gevallen zijn de testen met de veldkooien 6 keer per jaar uitgevoerd. De resultaten van al die testen zijn gemiddeld omdat de macrofauna samenstelling ook een gemiddeld beeld geeft over een langere periode. Verder moet worden opgemerkt dat de meeste macrofauna-monsternames één keer per jaar werd uitgevoerd met een standaard macrofauna-handnet. Aanvullend is voor sommige lokaties en/of jaren gekeken naar verschillen in het voorjaar, zomer en najaar. Tenslotte werd op sommige lokaties ook met een bodemhapper bemonsterd, namelijk in die gevallen dat de bodem niet met een handnet bemonsterd kon worden. Deze monsters zijn apart gehouden van de handnet monsters.

Figuur 3.1 laat zien dat er in de meeste gevallen geen significante correlaties zijn te vinden tussen de gemiddelde jaarlijkse sterfte in de veldkooien en de macrofauna samenstelling. Dit geldt voor zowel het totaal aantal soorten en individuen als het aantal soorten en individuen van specifieke groepen als de diptera (tweevleugeligen) en de mollusca (weekdieren), maar ook voor enkele andere groepen die hier nu niet zijn geïllustreerd (zoals de oligochaete wormen). Anders ligt het echter bij de arachnidae (spinachtigen, met name watermijten) en crustacea (kreeftachtigen). Hier zijn wel duidelijke trends en verschillen te zien. Zo neemt zowel het aantal watermijten als het aantal soorten watermijten significant af bij glastuinbouw lokaties met een hoge jaarlijkse sterfte onder de watervlooiën in veldkooien.

Bij de kreeftachtigen lijkt nog iets anders aan de hand te zijn. Hier worden geen significante correlaties aangetroffen tussen de sterfte in de veldkooien en de samenstelling van de levensgemeenschap, maar zowel het aantal soorten als de dichtheid is duidelijk lager dan voor lokaties in de categorie "volgen van verspreiding". Dit kan betekenen dat de toxische druk, bijvoorbeeld als gevolg van incidentele pieklozingen in het glastuinbouw gebied, vooralsnog een succesvol herstel van de kreeftachtigen voorkómen. Dat dit juist de groep van de kreeftachtigen betreft hoeft wellicht geen verbazing te wekken, want uit allerlei onderzoek komt juist deze groep naar voren als gevoelig voor insecticiden. En verhoogde concentraties aan insecticiden vormen het grootste aandeel in de toxische druk in het glastuinbouw gebied van HH Delfland.



**Figuur 3.1.** Relatie tussen aantal soorten dan wel aantal individuen in de macrofauna monitoring met handnetten én de gemiddelde jaarlijkse sterfte in de *Daphnia* veldkooien op die lokatie.

- = glastuinbouw
- = volgen van verspreiding
- = referentie

De doorgetrokken lijn is de lineaire regressie voor de glastuinbouw. De gestippelde lijn voor de categorie " volgen van verspreiding".

*Nota.* De categorie "volgen van verspreiding" zijn lokaties die niet in het glastuinbouwgebied liggen, maar er wel (een deel van) hun water uit ontvangen.



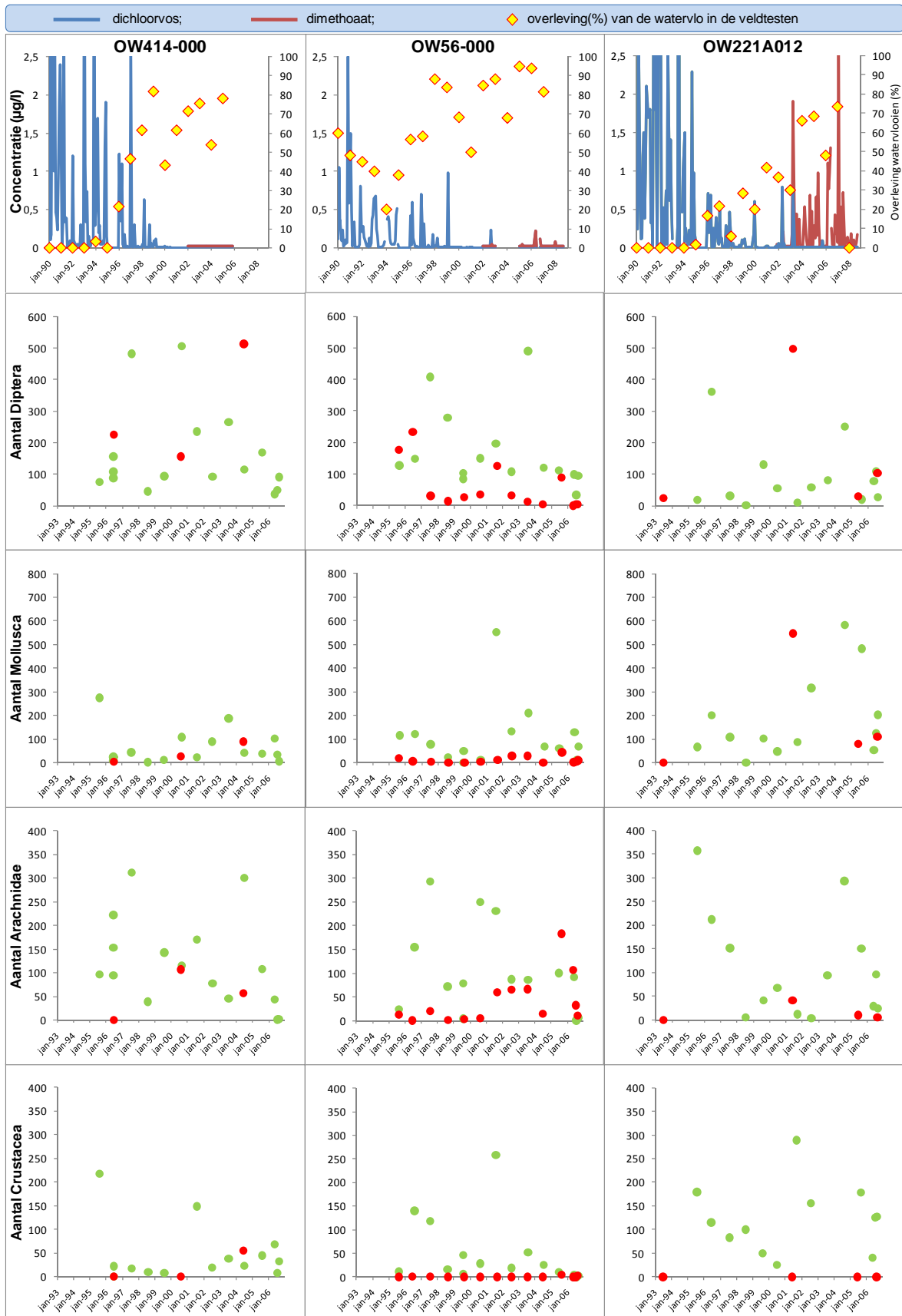
## Relaties tussen macrofauna en bestrijdingsmiddelen

In bovenstaande overkoepelende analyse tussen de macrofauna samenstelling en de resultaten van de watervlooiën in veldkooien, spelen naast gewasbeschermingsmiddelen ook een aantal andere factoren een rol. Zo zijn alle datapunten als gelijkwaardig gezien, terwijl de aard van de verschillende lokaties weldegelijk verschilt. Op basis van verschillen in inrichting, grootte en diepte van het water en bijvoorbeeld de aanwezigheid van waterplanten is het logisch om te veronderstellen dat ook de macrofaunagemeenschap tussen de lokaties zal verschillen. De spreiding rond de besproken trends is dan ook redelijk groot.

Een andere manier om naar de invloed van de toxische druk op de macrofauna te kijken is daarom door de analyse te beperken tot individuele lokaties. Dit is uitgevoerd voor een drietal lokaties uit het glastuinbouwgebied, namelijk OW56-000, OW221A012 en OW414-000. Er zijn data voor meer glastuinbouw lokaties, maar de meeste lokaties vallen af omdat er slechts gegevens van een beperkt aantal jaren beschikbaar is (hetzij in de macrofauna hetzij in de veldtesten). Daarnaast zijn juist deze drie lokaties geselecteerd omdat ze alle drie een aardig herstel in de sterfte van de watervlooiën laten zien. Hierdoor mag worden aangenomen dat de toxische druk vanuit de gewasbeschermingsmiddelen is afgenomen en dat juist op deze lokaties wellicht wijzigingen in de macrofauna samenstelling zijn opgetreden. Op een drietal andere lokaties (OW080-002; OW306-022; OW310-000) zijn ook in tenminste 3 jaar macrofauna inventarisaties uitgevoerd, maar op deze lokaties vertoonde de watervlo sterfte in het laatste gemonitorde jaar (2003) nog geen duidelijke daling.

In figuur 3.2 is een overzicht opgenomen van het verloop in de watervlo sterfte in de veldtesten op deze drie belaste lokaties over de jaren. Voor alle drie de lokaties blijkt de toxische druk vanuit de gewasbeschermingsmiddelen over de jaren af te nemen en dus neemt de overleving van de watervlooiën toe. Wel valt op dat er op lokatie OW221A012 ook in de laatste jaren nog steeds af en toe een verhoogde en soms zelfs volledige sterfte onder de watervlooiën optreedt, waardoor de gemiddelde overleving duidelijk lager blijft. In Ecofide (2008) is hier nader op ingegaan en werd geconcludeerd dat dit hoogst waarschijnlijk wordt veroorzaakt door tijdelijke piekbelastingen van gewasbeschermingsmiddelen. Op basis van de analyses uit Ecofide (2008) zijn tevens de gemeten concentraties van een tweetal middelen in dit figuur opgenomen, namelijk dichloorvos en dimethoaat. Dichloorvos is een wat ouder middel, dat een belangrijk aandeel blijkt te hebben in het verklaren van de watervlo sterfte, zeker in de eerste decade van de monitoring (Ecofide, 2008). Dimethoaat is een nieuwer middel (pas sinds 2002 in de monitoring van HH Delfland opgenomen). De concentraties van dit middel nemen sinds 2002 nauwelijks af én zijn hoger dan in referentielokaties. Verder speelt dit middel op lokatie OW221A012 een rol in het verklaren van de hoge sterfte onder de watervlooiën in de laatste jaren. Deze twee middelen geven tezamen een beeld van de toxische druk. De conclusie daaruit is dat de toxische druk voor de lokaties over de laatste 18 jaar duidelijk is afgenomen, maar dat er zeker voor lokatie OW221A012 ook in de laatste jaren nog steeds incidentele pieklozingen optreden, die in ieder geval een effect op de overleving van de watervlooiën in veldkooien blijken te hebben.

Tenslotte is ook gekeken naar de macrofauna samenstelling op de drie lokaties (OW080-002; OW306-022; OW310-000) waar tot en met 2003 de watervlo sterfte nog geen verbetering te zien gaf. Zowel het aantal watermijten (over alle jaren maximaal 23, 1 en 2 respectievelijk) als het aantal kreeftachtigen (maximaal 0, 4 en 0 respectievelijk) is ook in deze lokaties opvallend laag. Periodieke metingen aan gewasbeschermingsmiddelen tonen in ieder geval voor OW080-002 aan dat incidentele pieklozingen hier een rol kunnen spelen. Zo werd op deze lokatie op 4-8-2005 nog een dichloorvos concentratie van 2,0 µg/l gemeten, waar de MTR-waarde 0,7 ng/l bedraagt!



**Figuur 3.2.** Drie lokaties uit het glastuinbouwgebied met ieder een gekozen referentie uit de categorie volgen van verspreiding (OW414-000 is vergeleken met OW026-000; OW56-000 met OW004-001 en OW221A012 met OW043-002). Geïllustreerd zijn trends in concentraties van twee gewasbeschermingsmiddelen, sterfte in de veldtesten en enkele macrofauna parameters.  
 ● = lokaties in het glastuinbouwgebied, ● = lokatie in categorie volgen van verspreiding.

Figuur 3.2 geeft vervolgens ook een overzicht van de veranderingen in de macrofauna samenstelling over de jaren op basis van vier soortsgroepen namelijk de diptera (tweevleugeligen), mollusca (weekdieren), crustacea (kreeftachtigen) en arachnidae (watermijten). Naast de drie glastuinbouw lokaties, is in ieder figuur ook een minder sterk belaste lokatie meegenomen als referentie. De drie geselecteerde lokaties behoren tot de categorie "volgen van verspreiding". Dit betekent dat ze zelf niet in het glastuinbouwgebied liggen, maar er wel oppervlaktewater uit ontvangen. De 'echte' referentielokaties in de studie met de veldkooien zijn namelijk een drietal lokaties (meren en/of plassen) waar de macrofauna niet in wordt gemonitord. De drie lokaties uit de categorie " volgen van verspreiding" (te weten OW026-000, OW004-001 en OW043-002) geven gezamenlijk een beeld van de spreiding in de samenstelling van deze macrofauna groepen tussen de jaren en tussen lokaties. Voor zowel de tweevleugeligen als de weekdieren vallen de aantallen in de glastuinbouw lokaties redelijk in de spreiding van de drie lokaties "volgen van verspreiding" en zijn er geen indicaties dat het verschil in toxische druk een duidelijke invloed heeft gehad op de samenstelling. Andere, meer ecologische factoren, zijn kennelijk belangrijker. Wel opvallend is het lage aantal tweevleugeligen en weekdieren op lokatie OW056-000, maar zoals in figuur 3.2 is aangegeven is er voor deze twee parameters geen duidelijke relatie met de sterfte in de veldtesten. Deze lage aantallen zijn daarom waarschijnlijk een lokatie specifiek effect. Zo is de lage hoeveelheid slakken (weekdieren) waarschijnlijk te wijten aan de minimale begroeiing in de watergang en de sterk beschoeide oevers.

Voor de watermijten laat figuur 3.2 zien dat deze lijken te herstellen op de lokaties OW414-000 en OW56-000, maar nog niet op OW221A012. Tevens illustreert dit figuur de beperkingen in de zeggingskracht van dergelijke trends als er weinig data zijn doordat slechts eens in de 3-4 jaar wordt gemonitord: Het herstel op OW56-000 is statistisch veel sterker onderbouwd dan voor lokatie OW414-000, ondanks het feit dat er op lokatie OW56-000 nog steeds enkele jaren zijn met een opvallend laag aantal watermijten. De drie punten voor lokatie OW414-000 lijken nu te duiden op een herstel, mede omdat er in het eerste jaar helemaal geen watermijten zijn aangetroffen. De spreiding is echter zo groot, dat als dit niet "netjes had gepast" binnen de trends op basis van alle data tezamen of andere lokaties, men in feite had moeten concluderen dat er geen echt harde conclusies zijn te trekken.

Iets vergelijkbaars treedt op bij de kreeftachtigen. In feite worden deze op geen van de drie lokaties aangetroffen, wat overeenkomt met het beeld van alle glastuinbouwgebieden (zie ook figuur 3.2). In dat licht is het wellicht een positief signaal dat er in 2004 enkele kreeftachtigen zijn gevonden op lokatie OW414-000. Aangezien de monitoring hier eens in de 3-4 jaar plaatsvindt, kan men hierover eigenlijk geen harde uitspraken doen en zeggen dat dit duidt op herstel. De toevalsfactor is nog te groot.

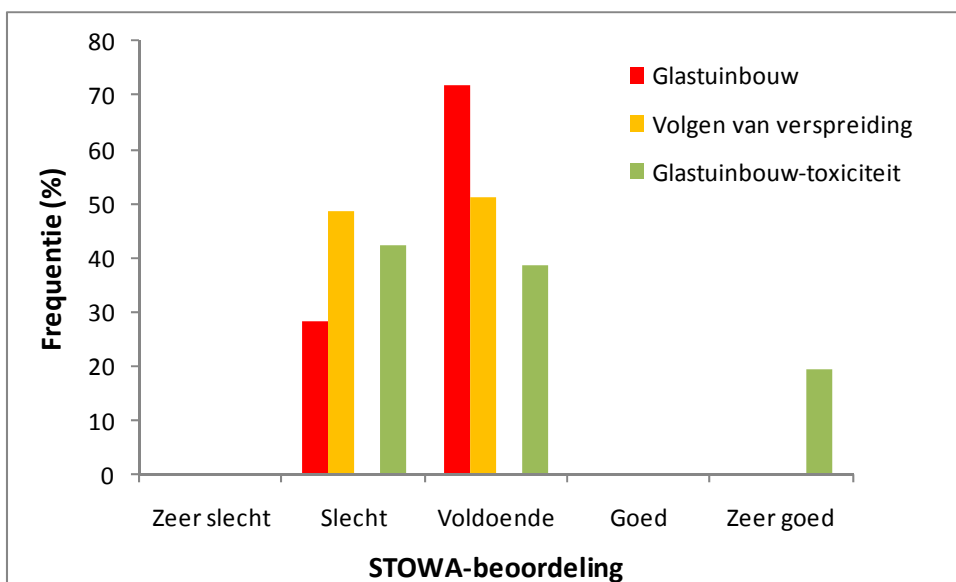
### **En nu zonder voorkennis .....**

Met bovenstaande analyse is aangegeven, dat de macrofauna gemeenschap in het glastuinbouwgebied van HH Delfland negatief wordt beïnvloed door de aanwezige gewasbeschermingsmiddelen. De sterfte van de watervlooiën in de veldkooien vormden hierbij een belangrijk aandeel in de bewijsvoering, omdat deze direct aan de effecten van gewasbeschermingsmiddelen zijn te verbinden.

Voor de huidige vraagstelling gaat het echter ook om de omgekeerde analyse. Als we nu alleen naar de macrofauna-data zouden kijken, met als bagage de gebiedskennis en kennis over mogelijke stressoren, zouden we dan dezelfde conclusies kunnen trekken? Oftewel, zou macrofauna monitoring dan inderdaad een geëigend instrument zijn geweest om mogelijk ongewenste effecten van gewasbeschermingsmiddelen te traceren?



De eerste stap in zo'n proces is het bekijken van de resultaten van de standaard uitgevoerde beoordelingen. Voor de nu bestudeerde regionale wateren is dat de Stowa beoordeling voor kanalen en sloten. De meeste lokaties in het glastuinbouwgebied hebben de typering sloten, terwijl de lokaties binnen de categorie "volgen van verspreiding" als kanalen zijn getypeerd. Figuur 3.3 illustreert, dat het eindoordeel volgens de Stowa-methode vrijwel altijd slecht of voldoende is. De lokaties uit het glastuinbouwgebied scoren zelfs iets vaker 'voldoende' dan de lokaties uit de categorie 'volgen van verspreiding'. De Stowa beoordeling voor de sloten kent ook een deelmaatlat 'toxiciteit'. Deze deelmaatlat is gebaseerd op de aanwezigheid van macrofauna-soorten, die gevoelig zijn voor bestrijdingsmiddelen. Ook de resultaten voor deze deelmaatlat zijn in figuur 3.3 opgenomen. Helaas is deze deelmaatlat voor het watertype kanaal niet uitgewerkt in het Stowa systeem. Een directe vergelijking met de lokaties in de categorie 'volgen van verspreiding' is dan ook niet mogelijk. Met uitzondering van een vijftal situaties (verdeeld over 2 lokaties en dus verschillende jaren) scoort de deelmaatlat toxiciteit in dezelfde twee categorieën, gelijk verdeeld over 'slecht' en 'voldoende'. In het glastuinbouw ligt de invloed van toxiciteit dan ook in dezelfde orde grootte als de invloed van de andere stuurvariabelen als trofie, saprobie, structuur, waterchemie etc. Voor een waterbeheerder is er op basis van de standaard beoordeling dus wel een vlaggetje, die de aandacht vestigt op de mogelijke effecten van gewasbeschermingsmiddelen, maar deze vlag is niet zo heel erg "rood".

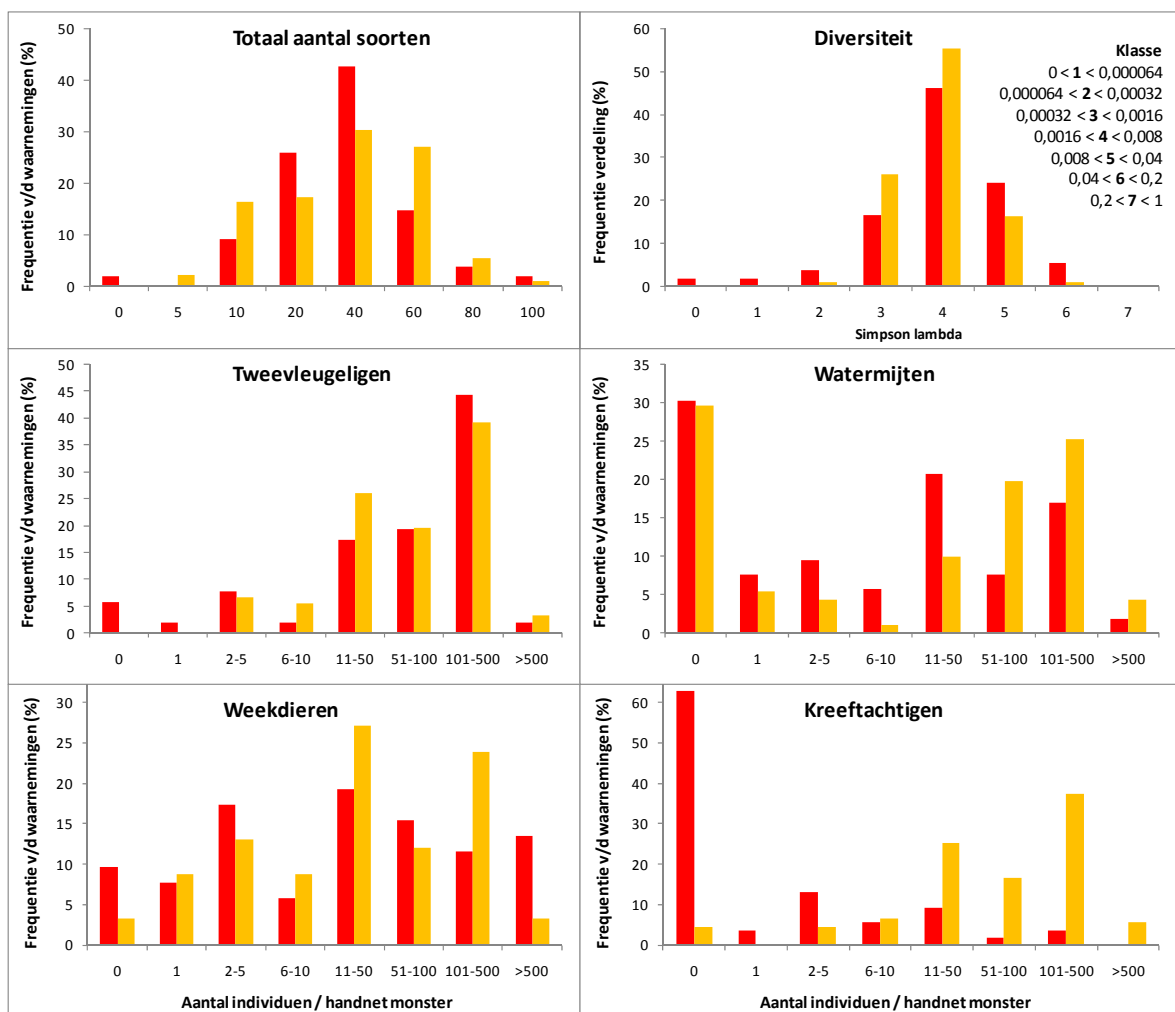


**Figuur 3.3.** Resultaten van de Stowa-beoordelingen van de bemonsterde sloten en kanalen. Voor de lokaties in het glastuinbouwgebied (sloten) zijn naast de eindbeoordelingen ook de resultaten van de deelmaatlat toxiciteit weergegeven.

De volgende stap in zo'n beoordeling zou zijn om de macrofauna gemeenschap in het glastuinbouwgebied te vergelijken met die op lokaties behorend tot de categorie "volgen van verspreiding". Figuur 3.4 geeft een overzicht van de resultaten. Hierbij is per parameter een frequentieverdeling gemaakt om beide lokatietypen te kunnen vergelijken.

Zoals al eerder werd geconcludeerd, is het moeilijk om op basis van algemene parameters als het totaal aantal soorten of de diversiteit verschillen tussen beide lokatietypen te achterhalen. In de categorie "volgen van verspreiding" zitten iets meer soorten in de categorie 40-60 soorten, maar de verschillen zijn niet heel duidelijk. Verder is als diversiteitsmaat gebruik gemaakt van de Simpson's Lambda. Dit is een vrij algemeen gebruikte diversiteitindex, die net zoals bijv. de

Shannon rekening houdt met de soorten abundantie verdeling. De Simpson index is vooral gevoelig voor veranderingen in de talrijkheid van de meer algemene soorten. Er bestaat internationaal inmiddels een sterke voorkeur voor het gebruik van Simpson's Lambda, mede door de relatief eenvoudige interpreteerbaarheid (Vos, 2006). De Simpson diversiteitsindex (D) veronderstelt dat de diversiteit omgekeerd evenredig is met de kans dat twee willekeurig uit de populatie gekozen exemplaren tot dezelfde soort behoren. Dit betekent dat als de diversiteit stijgt, de waarde van de Simpson's lambda daalt. De frequentie verdeling is opgenomen in figuur 3.4 en laat zien dat deze nauwelijks verschillen tussen het glastuinbouwgebied en de categorie "volgen van verspreiding". De gemiddelde waarde is voor het glastuinbouwgebied iets hoger (0,010 versus 0,006) maar niet significant verschillend. De mediane waarden verschillen nog minder. In feite wordt de verdeling in het glastuinbouwgebied gekenmerkt door een iets hogere variatie. Zowel in het lage gebied als in het hoge gebied liggen iets eer waarnemingen t.o.v. de categorie volgen van verspreiding.



**Figuur 3.4.** Vergelijking van de macrofauna gemeenschap tussen het glastuinbouwgebied en de categorie "volgen van verspreiding". ■ = glastuinbouwgebied; ■ = volgen van verspreiding.



Ook bij de tweevleugeligen en weekdieren (geldt ook voor andere macrofauna groepen; deze twee zijn als voorbeeld gebruikt) zijn slechts kleine verschillen in de aantallen te zien. De meeste aandacht gaat uit naar de watermijten en de kreeftachtigen, omdat die in de eerdere analyses (met de sterfte in de veldkooien) naar voren kwamen als beïnvloed door de gewasbeschermingsmiddelen. Bij de watermijten zijn de verschillen wederom klein (het bovengenoemd herstel is 'pril'), maar wel valt op dat de lokaties met veel watermijten met name in de categorie volgen van verspreiding zitten. Groter zijn de verschillen in de aantallen kreeftachtigen. Vooral het zeer hoge aantal lokaties in het glastuinbouwgebied, waarbij er überhaupt geen enkele kreeftachtige is aangetroffen is opvallend.

Op basis van zowel de STOWA-beoordelingen als de meer algemene diversiteitsindices zou men het geconstateerde verschil in de macrofauna in het glastuinbouw gebied en de categorie "volgen van verspreiding" dan ook niet snel achterhalen. Zoals in het vorige hoofdstuk ook al is aangegeven illustreert dit voorbeeld, dat effecten van gewasbeschermingsmiddelen vooral kunnen worden achterhaald door naar meer specifieke parameters te kijken. Dan moet echter wel bekend zijn, welke parameters dat zijn. In het geval van HH van Delfland bleek er een duidelijk verschil te zijn in het aantal kreeftachtigen tussen beide groepen lokaties. Dit verschil wordt ook zeer duidelijk geïllustreerd in de frequentieverdelingen (zie figuur 3.4) en zou op deze manier achterhaald kunnen worden. De verschillen in de watermijten gemeenschap zijn zo echter minder eenvoudig te achterhalen (deels doordat hier een trend in de jaren zit en nu alle jaren gegroepeerd zijn).

## Conclusies voorbeeld HH van Delfland

Op basis van de situatie in het beheersgebied van HH Delfland, zoals hierboven geïllustreerd, zijn een aantal conclusies te trekken:

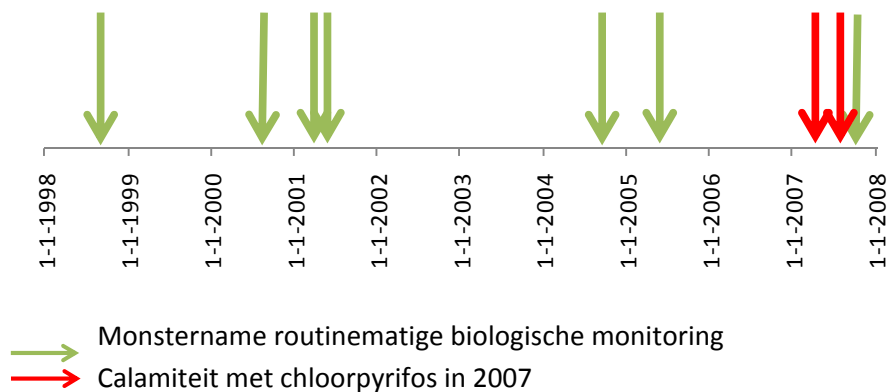
- Met name kreeftachtigen en watermijten ondervinden nadelige gevolgen bij een verhoogde toxische druk vanuit gewasbeschermingsmiddelen.
- Met het afnemen van deze toxische druk over de jaren lijken de watermijten hier en daar tekenen van herstel te vertonen, terwijl dat voor de kreeftachtigen nog niet het geval is. De optredende incidentele pieklozingen van gewasbeschermingsmiddelen zijn (zie ook Ecofide, 2008) een aannemelijke factor hierin.
- De variatie in ecologische parameters over de jaren en tussen lokaties is groot. Significante verschillen tussen lokaties of trends in de jaren zijn daarom alleen te achterhalen bij een groot aantal datapunten dan wel een hoge meetfrequentie (jaarlijks).
- Algemene parameters als het totaal aantal soorten of de diversiteit zijn niet erg geschikt om verschillen in de macrofaunagemeenschap als gevolg van gewasbeschermingsmiddelen te achterhalen.
- De Stowa-beoordeling voor sloten kent een deelmaatlat 'toxiciteit'. Ook deze geeft indicaties dat er effecten van gewasbeschermingsmiddelen optreden. Jammer is, dat deze deelmaatlat niet is opgenomen in bijv. de Stowa-beoordeling voor de kanalen. Het direct vergelijken van de glastuinbouw locaties (veelal sloten) met die uit de categorie volgen van verspreiding (veelal kanalen) wordt hierdoor bemoeilijkt.

## 3.2 Permanente bewaking te Eijsden

Op het meetstation van Rijkswaterstaat in Eijsden zijn verschillende permanente biologische bewakingssystemen operationeel. Aanvullend op fysische en chemische parameters geven de biologische meetsystemen inzicht in de aanwezigheid van stress voor een bepaald organisme. Deze stress kan door allerlei factoren worden veroorzaakt. Bij een afgegeven biologisch alarm start daarom automatisch een aanvullende monsternamen van het oppervlaktewater, zodat middels chemische analyses en aanvullend onderzoek bekeken kan worden of de oorzaak van het alarm achterhaald kan worden. Voor deze biologische bewaking is jarenlang ondermeer gebruik gemaakt van vissen. Dit systeem bleek echter relatief weinig alarm te geven. Deels is dit een positief signaal omdat de waterkwaliteit van de Maas vooruitgaat. Deels had dit echter ook te maken met de ongevoeligheid van de vissen ten opzichte van andere biologische bewakingssystemen. De laatste jaren is de bewaking met vissen dan ook niet meer operationeel en wordt de bewaking uitgevoerd met watervlooiën en algen. Deze twee organismen worden permanent aan het (steeds verversend) oppervlaktewater van de Maas blootgesteld en een verandering in gedrag (watervlo) of de hoeveelheid licht die uitgezonden wordt (algen), wordt gebruikt als indicator voor stress en vergeleken met de referentiebeelden. Bij een statistisch significante afwijking wordt er een alarm gegeven. Simultaan aan deze permanente bewaking worden er op regelmatige basis ecologische inventarisaties uitgevoerd. Voor het huidige voorbeeld wordt alleen gelet op de macrofauna monitoring die op Eijsden plaatsvindt. Eijsden maakt deel uit van de monitoringsprogramma's "Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL)" en "Internationale Commissie voor de Bescherming van de Maas" (ICBM later hernoemd tot internationale Maascommissie IMC). Vanaf 1998 t/m 2006 is de monitoring met een frequentie van 1 keer per drie jaar uitgevoerd. Op basis van een optimalisatieonderzoek uit 2006 (Vos, 2006) wordt er vanaf 2007 echter jaarlijks gemonitord. Er worden in het monitoringsprogramma verschillende biotopen onderzocht, namelijk een handnet bemonstering van de zandbodem of tussen de waterplanten; een handmatige bemonstering van stenen; een bemonstering van grind met behulp van een werpkorf of een kunstmatig substraat in de vorm van een stenenzak. Dit kunstmatig substraat wordt gedurende een vaste periode uitgehangen, waarna de koloniserende macrofauna geteld en gedetermineerd kan worden.

### Een tweetal calamiteiten met chloorpyrifos in 2007

Door deze combinatie van monitoringssystemen weet men enerzijds in hoeverre er in een bepaalde periode daadwerkelijk sprake is geweest van een toxische stress door de aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen in de Maas (biologische bewaking). Anderzijds kan men nagaan in hoeverre de effecten van deze toxische stress (veelal met een duidelijk piek voorkomen) getraceerd kunnen worden in de macrofauna monitoring. Overeenkomstig met het eerdere voorbeeld in het beheersgebied van HH van Delfland, levert ook deze situatie dus inzicht in de gevoeligheid van bestaande monitoringsprogramma's voor de effecten van gewasbeschermingsmiddelen. Voor het huidige voorbeeld is met name gebruik gemaakt van de gegevens, die zijn verzameld rond twee calamiteiten in 2007 met een extreem hoge concentratie van het gewasbeschermingsmiddel chloorpyrifos. Deze calamiteiten hebben plaatsgevonden in april en augustus 2007.



**Figuur 3.5.** Overzicht van de data waarop er een biologische monitoring op Eijsden is uitgevoerd.

De ecologische gevolgen van beide calamiteiten zijn recent bestudeerd in een project in opdracht van de Waterdienst uitgevoerd door Bureau Waardenburg en Grontmij|AquaSense (Liefveld *et al.*, 2009). Onderstaande samenvatting geeft de hoofdpunten van deze analyse weer. Voor een meer gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar het genoemde rapport.

#### **April 2007**

Op vrijdag 20 en zondag 22 april gingen de watervlooiën in het biologische bewakingssysteem plotseling dood. Eenzelfde verhoogde sterfte werd ook aangetoond in separaat uitgevoerd aanvullend onderzoek met de watervlo. Uitgevoerde chemische analyses tonen aan dat met name de verhoogde concentratie chloorpyrifos (1,6 µg/l; MTR=0,003 µg/l) deze sterfte kan verklaren. Ook diazinon en dimethoaat werd in verhoogde concentraties aangetroffen.

Om de invloed van deze lozingen op de macrofauna levensgemeenschap te onderzoeken zijn in april 2007 verschillende macrofauna monsters genomen en bestudeerd. Hierbij is speciaal gelet op de kreeftachtigen, aangezien met name deze groep organismen zeer gevoelig is voor de effecten van chloorpyrifos. De monsters zijn niet alleen bij Eijsden genomen maar tevens op meer stroomafwaarts gelegen locaties en wel zodanig in de tijd gepland, dat de piek aan chloorpyrifos conform het Maas Alarm model net gepasseerd zou moeten zijn. Uit de analyses blijkt, dat er in het macrofauna monster op Eijsden van 25 april (dus net na de piek aan chloorpyrifos) geen enkele vlokreeft en/of slijkgarnaal werd aangetroffen. Enkele pissebedden waren de enige vertegenwoordigers uit de groep kreeftachtigen. Helaas is er geen macrofauna monster net voor de piek genomen, waardoor een mooie referentie situatie ontbreekt. In de andere monsters meer stroomafwaarts werd deze groep organismen wel aangetroffen. Dit kan te maken hebben met een verdere verdunning en degradatie van chloorpyrifos, maar ook met de onzekerheid over het exacte moment waarop de piek gepasseerd is. De afwezigheid van vlokreeften en slijkgarnalen in de macrofauna monsters op Eijsden van 25 april is een belangrijke aanwijzing dat er ook effecten van chloorpyrifos op de macrofauna zijn opgetreden.

#### **Augustus 2007**

Op 31 juli 2007 wordt er door het bedrijf Chimac te Ougrée per ongeluk 12 kg cypermethrin en 64 kg chloorpyrifos in de Maas geloosd. Op 3 augustus geeft de biologische bewaking met watervlooiën in Eijsden een sterk alarm en gaan alle watervlooiën dood. De maximale concentratie chloorpyrifos, die in Eijsden is vastgesteld, bedroeg 5,3 µg/l. De acute LC<sub>50</sub>-waarde voor de watervlo bedraagt 0,05 µg/l! Nabij het lozingspunt zelf is een maximum concentratie van 33 µg/l vastgesteld. In Eijsden houdt de piek enige dagen aan. Op 5 augustus bedraagt de concentratie

circa 2,1-2,4 µg/l en op 7 augustus wordt een concentratie van 0,9 µg/l vastgesteld. Het ook geloosde cypermethrin is in Eijsden niet aangetroffen.

Naast deze effecten in de biologische bewakingssystemen worden er ook ernstige effecten in het veld vastgesteld. Vooral de optredende vissterfte is opmerkelijk en haalt het landelijke nieuws. In België worden op 1 augustus de eerste dode vissen aangetroffen. Uiteindelijk wordt geschat dat er in het traject Ougrée-Heel circa 25.000 kilo vis is dood gegaan. In Nederland komen bij Rijkswaterstaat op 5 augustus de eerste meldingen van dode vissen binnen en wordt geschat dat in totaal circa 10-15% van de totale vis biomassa is gedood. Deze calamiteit blijkt daarmee beduidend sterkere effecten op de ecologie te veroorzaken dan die in april. Naast de hogere concentraties zelf spelen hier wellicht ook enkele andere factoren een rol. Zo vond dit tweede incident in de zomer plaats, met relatief lage zuurstofgehalten (rond de 4 mg/l), hoge watertemperaturen (rond de 20 °C) en een lage rivierafvoer (dagafvoer tussen de 50-60 m<sup>3</sup>/s).



**Figuur 3.6.** Vissterfte in de Maas (Meerval; foto afkomstig van de site van de Verenigde vissers Schulensmeer).

### En nu zonder voorkennis ....

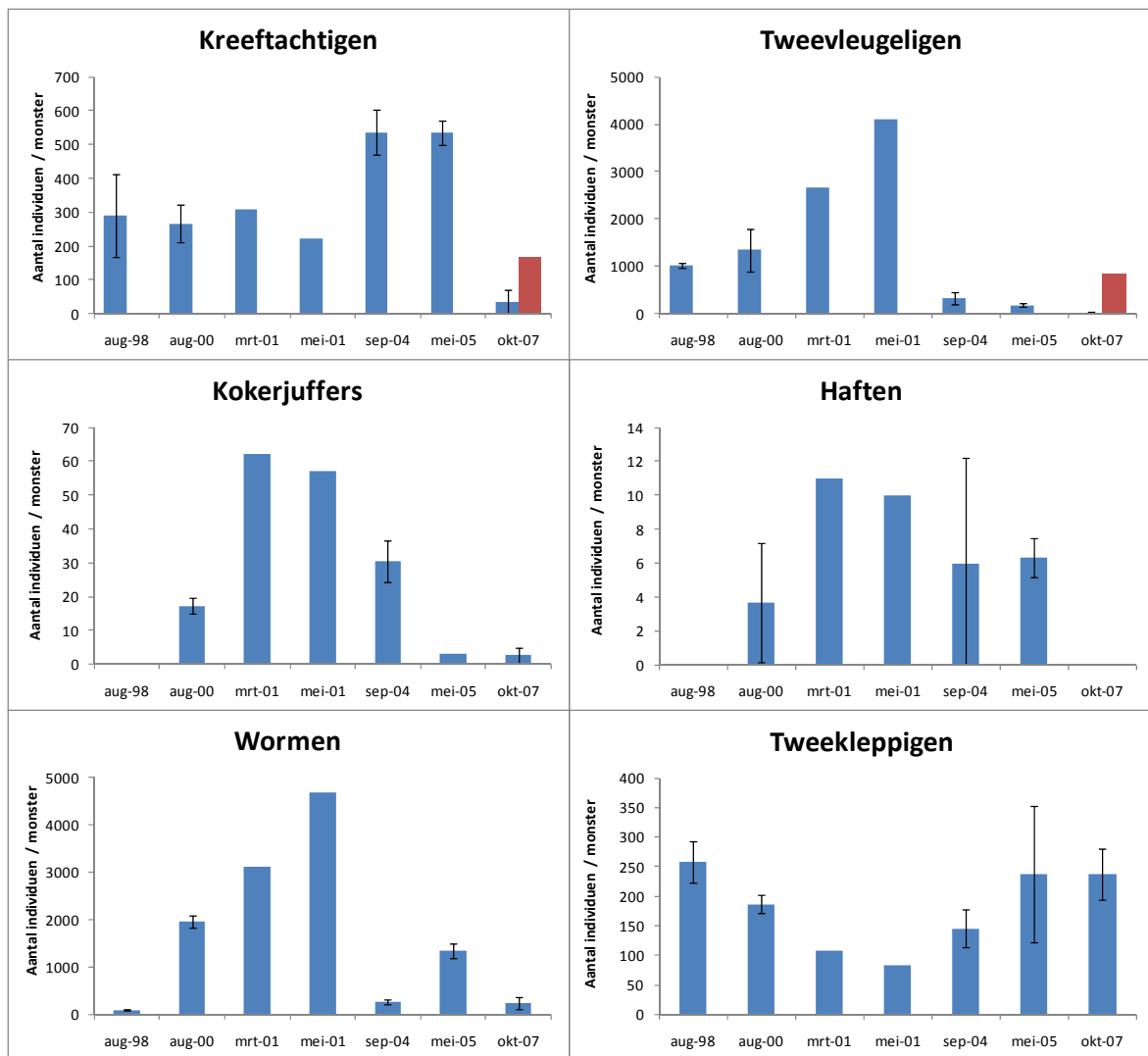
In overeenstemming met het voorbeeld van HH van Delfland dient ook voor deze calamiteit in de Maas bekeken te worden in hoeverre men in de gewone biologische monitoring de effecten van deze twee calamiteiten kan herkennen en identificeren. Zou men, zonder voorkennis van de opgetreden calamiteit, op basis van alleen de routinematige monitoring afwijkingen in de macrofauna gemeenschap hebben kunnen vaststellen en kunnen toewijzen aan de mogelijke effecten van gewasbeschermingsmiddelen?

De momenten, waarop een macrofauna monitoring in Eijsden is uitgevoerd zijn weergegeven in figuur 3.5. Voor één biotoop, namelijk het kunstmatige substraat stenzak, zijn resultaten van de monitoring na de calamiteiten bekend. Onderstaande analyse is daarom alleen gebaseerd op dit substraat. Voor dit substraat zijn voor Eijsden gegevens beschikbaar van de volgende data:

- 26 augustus 1998
- 23 augustus 2000
- 28 maart 2001
- 28 mei 2001
- 13 september 2004
- 25 mei 2005
- 16 oktober 2007

De resultaten zijn in figuur 3.7 opgenomen als de aantallen individuen per hoofdgroep. Dit figuur illustreert meteen een probleem bij het trekken van conclusies op basis van deze data, namelijk de grote variatie die er bestaat tussen de losse waarnemingen. Ecologische parameters kunnen al redelijk variëren tussen afzonderlijke jaren, maar aan deze gegevensset is ook nog eens een variatie 'toegevoegd' door in verschillende maanden te monitoren. Het interpreteren van deze gegevens is dus moeilijk.

De vraag is nu of men op basis van deze monitoringsresultaten kan concluderen of de macrofaunagemeenschap in oktober 2007 beïnvloed is door de effecten van de chloorpyrifos calamiteiten eerder dat jaar. Als eerste valt op dat de aantallen van zowel de kreeftachtigen als alle groepen insecten (tweevleugeligen, haften en kokerjuffers) laag zijn. Dit kan inderdaad duiden op de effecten van een insecticide als chloorpyrifos, waarvan bekend is dat juist deze groepen erg gevoelig zijn. Maar men kan ook enkele argumenten tegen deze redenering inbrengen. Zo zou men ook verwachten, dat de wormen en tweekleppigen juist minder gevolgen zouden ondervinden. Voor de tweekleppigen gaat dit op (de aantallen liggen ook in oktober 2007 in de gewone range), maar ook de aantallen wormen zijn opvallend laag. Verder moet men rekening houden met eventuele verschillen in de aantallen tussen de maanden. In 2007 is voor het eerst in oktober bemonsterd en dus zijn de afwijkende aantallen wellicht gewoon een seizoenseffect. Om hier meer zicht in te krijgen is gekeken naar jaar en seizoensverschillen in de macrofauna kolonisatie van zogenaamde knikkerkorven. Ook dit is een kunstmatig substraat dat jarenlang op meerdere lokaties in de Maas is uitgehangen (data aangeleverd door M. Greijdanus-Klaas, Waterdienst). Met behulp van deze gegevens is voor twee andere locaties in de Maas (Borgharen en Grave; knikkerkorven zijn niet op Eijsden toegepast) gekeken naar verschillen in de dichtheden tussen de seizoenen en jaren. In deze dataset zijn namelijk wel waarnemingen uit oktober beschikbaar en kan gekeken worden hoe groot de verschillen zijn tussen een oktober maand en andere maanden in dat jaar. Op basis hiervan is een voorzichtige schatting gemaakt van de te verwachten aantallen in oktober 2007. Dit bleek met name voor de kreeftachtigen en tweevleugeligen mogelijk te zijn, omdat de aantallen kokerjuffers en haften veel lager zijn. De toevalsfactor speelt daar een te grote rol. Voor de kreeftachtigen en de tweevleugeligen is vervolgens gekeken naar de maximale aantallen die ooit in de stenenzakken bij Eijsden zijn aangetroffen. Vervolgens zijn die met ongeveer een factor 4 verlaagd. De maxima tussen jaren kunnen namelijk eenvoudig een factor 2 verschillen en de aantallen in mei en oktober ook. Mei is de maand waarbij zowel de hoogste aantallen kreeftachtigen (in 2005) als tweevleugeligen (2001) zijn aangetroffen. Deze berekende waarden, die bewust aan de lage kant zijn gehouden, geven een voorzichtige schatting van het aantal kreeftachtigen en tweevleugeligen, die onder normale omstandigheden in oktober 2007 verwacht hadden mogen worden. Het aantal daadwerkelijk aangetroffen individuen ligt duidelijk lager. Dit onderbouwt daarmee de opvatting dat de macrofauna gemeenschap, zoals bemonsterd in oktober 2007 middels het kunstmatige substraat stenenzak, nog de effecten ondervond van de chloorpyrifos lozing. Maar als men dit verschil echt had geconstateerd zonder de wetenschap over de opgetreden lozingen, dan is het nog maar de vraag of dit signaal als zodanig was herkend.



**Figuur 3.7.** Overzicht van de aantallen individuen per hoofdgroep, zoals aangetroffen in de monitoring met de “stenenzak” op locatie Eijsden over de jaren. In de blauwe balken zijn de gemiddelde waarden weergegeven met een standaard deviatie als er in tweevoud of drievoud is bemonsterd. Rode balken zijn “verwachtingswaarden” voor de aantallen in dat monster. Zie tekst voor nadere uitleg.

Want hoe opvallend zijn deze lage aantallen nu echt? De aantallen tweevleugeligen waren bijvoorbeeld ook in september 2004 en mei 2005 opvallend laag en in augustus 1998 waren er ook nauwelijks kokerjuffers, haften en wormen. Kijken we dan wellicht toch naar gewone variatie door ecologische factoren als temperatuur, voedselkwantiteit, zuurstofgehalten etc? De verwachtingswaarde is daarbij gebaseerd op seizoensverschillen van andere lokaties in de Maas. Is het wellicht wishful thinking om de lage aantallen te koppelen aan de chloorpyrifos lozingen? Want hoe zouden dan de andere lage aantallen zijn te verklaren?

In deze hele afweging is het van belang om te realiseren, dat we nu alleen instaat zijn om een relatie met chloorpyrifos te zoeken, doordat andere systemen de aanwezigheid van de piekconcentraties hebben aangetoond. Zonder de permanente bewakingssystemen was de piekconcentratie chloorpyrifos in april 2007 hoogstwaarschijnlijk aan de aandacht ontsnapt en was





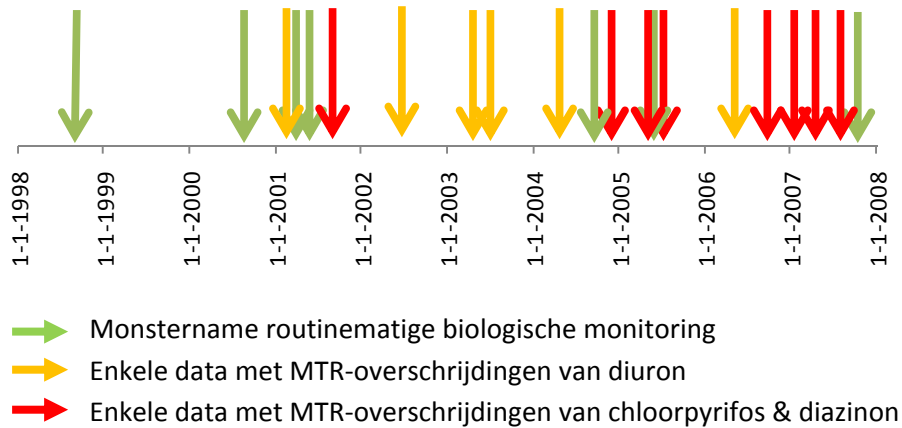
er ook pas later actie ondernomen op de calamiteit in het najaar van 2007 (op basis van informatie uit België en/of het waarnemen van dode vissen).

Wellicht zijn de andere opvallend lage aantallen in de monitoringsreeks ook veroorzaakt door piekconcentraties aan gewasbeschermingsmiddelen? Er is tenslotte bekend dat de biologische bewakingsystemen meerdere keren per jaar alarm geven. Het blijkt echter moeilijk om een eenduidig overzicht te krijgen van de waargenomen MTR-overschrijdingen per stof over de jaren. Het meer centraal beschikbaar stellen van de resultaten van de alarmmeldingen ("hebben we kunnen achterhalen welke stof het was en zo ja in welke concentratie") zou aan te bevelen zijn. Via de site van Aqualarm zijn wel enige data te achterhalen. In tabel 3.1 zijn bijvoorbeeld enkele maxima opgenomen van het insecticide diazinon vanaf 2002. Om een idee te geven van de mogelijke effecten zijn deze concentraties ook met de MTR-waarde vergeleken. Mogelijke effecten op de macrofauna door alleen al diazinon zijn daarom niet uit te sluiten. De acute LC<sub>50</sub>-waarde voor *Daphnia magna* bedraagt bijvoorbeeld ca. 1,5 µg/l met een minimum van 0,5 µg/l (variatie tussen de verschillende onderzoeken). Dit is slechts een factor 2 hoger dan de vastgestelde maximale concentratie. En dan met name voor 2005. Een mogelijk acuut toxische piek diazinon is in Eijsden langsgelopen op 22 mei 2005. De bemonstering voor de routinematige monitoring is uitgevoerd op 25 mei 2005! De opvallend lage aantallen tweevleugeligen en kokerjuffers zijn daar dus wederom *mogelijk* een gevolg van. Daar is dan weer tegenin te brengen dat de aantallen kreeftachtigen en haften geen verlaging lieten zien.

**Tabel 3.1.** Waargenomen maxima in de diazinon concentratie bij Eijsden (data afkomstig uit [www.aqualarm.nl](http://www.aqualarm.nl)).

Datum	Diazinon conc. (µg/l)	Aantal keer MTR overschrijding
27-11-2004	0,21	5,7
22-5-2005	0,09	2,4
9-7-2005	0,16	4,3
19-9-2006	0,09	2,4
11-2-2007	0,26	7,0

Om een idee te krijgen hoe complex de situatie kan zijn, is figuur 3.8 een idee gegeven van het voorkomen van enkele gewasbeschermingsmiddelen in de Maas bij Eijsden. Zoals gezegd is de registratie zeker niet compleet; niet in de middelen en niet in de data per middel. Toch illustreert dit figuur dat overschrijdingen van MTR-waarden vrij geregeld voorkomen en dat het daardoor moeilijk is om in deze specifieke situatie effecten van een bepaalde calamiteit op de macrofaunagemeenschap in de standaard monitoringsresultaten aan te tonen.



**Figuur 3.8.** Overzicht van de data waarop er een biologische monitoring op Eijsden is uitgevoerd (groene pijlen) in combinatie met data, waarop MTR-waarden van enkele gewasbeschermingsmiddelen zijn vastgesteld (oranje pijlen: diuron; rode pijlen: diazinon en chloorpyrifos).

In deze hele discussie moet dan tenslotte ook nog aandacht besteed worden aan de trefkans. Zoals figuur 3.8 illustreert kan er voor de calamiteiten met chloorpyrifos in 2007 inderdaad gekeken worden naar de routinematige monitoring, omdat die toevallig vrij snel na de laatste calamiteit is uitgevoerd. Voor hetzelfde geld hadden daar meerdere maanden tussen gezeten. Dit was bijvoorbeeld het geval geweest als alleen de calamiteit in april 2007 was opgetreden. In dat geval heeft de macrofauna gemeenschap de tijd gehad om te herstellen. De calamiteit heeft in een stromende rivier als de Maas een vrij tijdelijk voorkomen. Daarna wordt er niet alleen niet-verontreinigd water van bovenstrooms aangevoerd, maar ook de daarin aanwezige macrofauna. Ook vanuit de verschillende zij-beken kan herkolonisatie plaatsvinden. Gegeven de moeilijke discussie hierboven om de opvallend lage macrofauna dichtheden in oktober 2007 aan de calamiteit in augustus te koppelen, zou een dergelijke koppeling met de calamiteit in april al helemaal moeilijk zijn te leggen. Door herkolonisatie en herstel zouden de macrofauna gemeenschappen dan ook naar alle waarschijnlijk minder opvallend zijn geweest. Met de oorspronkelijk frequentie van eens per drie jaar, maar ook met de huidige monitoringsfrequentie van eens per jaar, blijft het moeilijk om dergelijk relaties te leggen.

### Conclusies voorbeeld Maas te Eijsden

Op basis van de monitoring van de macrofauna in de Maas bij Eijsden, zoals hierboven geïllustreerd, zijn een aantal conclusies te trekken:

- De biologische waarnemingen, die direct ten tijde van beide calamiteiten zijn verricht, tonen aan dat er negatieve effecten op meerdere organisme groepen zijn opgetreden. Dit geldt voor watervlooien in de bewakingssystemen, macrofauna in de Maas zelf tot en met massale vissterfte. Mede door de simultaan uitgevoerde chemische analyses en toxiciteitstesten in het laboratorium kon chloorpyrifos met zekerheid als oorzaak worden aangewezen. De resultaten van de standaard macrofauna monitoring, uitgevoerd 2 maanden na de laatste calamiteit, laten een duidelijk verstoorde levensgemeenschap zien. De dichtheden van meerdere groepen zijn erg laag. Een causaal verband met de chloorpyrifos calamiteiten lijkt aannemelijk maar is niet hard te maken.

- Dat het zelfs na een extreme lozing moeilijk is om (wel degelijk optredende!) effecten op de macrofauna middels de routinematige monitoring aan te tonen, heeft te maken met meerdere factoren, met name:
  - i) aanwezige bronnen van extra variatie (zoals allerlei simultaan optredende ecologische factoren en/of andere gewasbeschermingsmiddelen),
  - ii) de verstreken tijd tussen een calamiteit en de monitoring (i.v.m. herkolonisatie en herstel) en
  - iii) het ontbreken van een goed referentiebeeld en/of controlesituatie
- Het verhogen van de meetfrequentie van eens per drie jaar naar eens per jaar, maakt de kans op het aantreffen van effecten in de macrofaunagemeenschap groter.
- Het voorbeeld toont verder ook aan dat, zonder de in Eijsden aanwezige permanente bewakingsystemen, meerdere piekconcentraties van gewasbeschermingsmiddelen zouden zijn gepasseerd zonder dat dat uit de routinematige monitoring naar voren zou zijn gekomen. De trefkans, veroorzaakt door het gepiekte voorkomen van gewasbeschermingsmiddelen, zal het in veel gevallen moeilijk maken om goede relaties te kunnen leggen tussen chemische concentraties en biologische effecten.

## 4. Welke aanpak is wenselijk?

---

Het toepassen van gewasbeschermingsmiddelen zal altijd noodzakelijk zijn om de agrarische activiteiten in zijn huidige omvang voor Nederland mogelijk te maken. Het gehele samenwerkende pakket van wettelijke voorschriften, beleidsmaatregelen en praktijkaanbevelingen voor de toepassing moet er dan voor zorgen, dat men deze middelen op een veilige en duurzame manier kan toepassen. Veilig voor de werknemers, maar zeker ook veilig voor het aquatische ecosysteem waar uiteindelijk een emissie naartoe kan plaatsvinden. Veilig betekent dan dat er geen nadelige effecten plaats zouden mogen vinden bij een correcte toelating en gebruik. Zowel het aantreffen van MTR-overschrijdingen als het aantonen van effecten op de aquatische macrofauna betekent dat er ergens in het systeem zaken mislopen, waardoor het einddoel (in ieder geval lokaal in Nederland) niet gerealiseerd wordt. In het ene geval (Maas) betrof het een ongeluk, dat waarschijnlijk nooit helemaal valt te voorkomen. In het andere geval (HH Delfland) geeft het aan, dat het huidige systeem van toelatingsbeleid, Good Agricultural Practice, de intensiteit van het aantal bedrijven per oppervlak etc nog niet als eindresultaat het voorkómen van effecten op de aquatische macrofauna heeft kunnen bereiken! Een continuering en intensivering van beleid gericht op het reduceren van deze toxische druk is daarom noodzakelijk (en is door o.a. HH Delfland ook al in gang gezet). De situatie in het beheersgebied van HH van Delfland illustreert de waarde van het opnemen van biologische monitoring in een toetsingskader. Enerzijds inhoudelijk door de effecten aan te tonen, en anderzijds vanuit een vergroting van het maatschappelijk draagvlak om aanvullende maatregelen te nemen.

Toch wil dit niet zeggen dat het handig is om voor iedere toepassing en doel biologische monitoring aan te bevelen. Dit hangt af van de wijze waarop biologische monitoring ingezet zou worden in een toetsingskader alsmede van het doel van het toetsingskader. Er werden namelijk ook meerdere problemen en beperkingen gesignaleerd. Het toetsingskader zal daarom een goede mix moeten maken van de voor- en nadelen van verschillende technieken en biologische monitoring, samen met bijvoorbeeld chemische monitoring en Nader Onderzoek in moeten zetten. Hieronder is op basis van de in § 2.1 genoemde voordelen gekeken naar de mogelijke rol van biologische monitoring en wordt een beeld gegeven van de aanpassingen die nodig zouden zijn om die nadelen te verkleinen en acceptabel te maken.

### 4.1. Ecologische effecten van gewasbeschermingsmiddelen

Causale relaties zijn van groot belang bij het evalueren en aanpassen van beleid en andere wet- en regelgeving. Als met dat idee naar de huidige monitoring wordt gekeken dan kan geconcludeerd worden dat het achterhalen van causale relaties op dit moment onvoldoende gerealiseerd kan worden. Met enkele uitzonderingen, is er bij de meeste waterbeheerders

nauwelijks sprake van een overlap in de monitoringslokaties voor gewasbeschermingsmiddelen en biologie. Effecten op de biologie zijn daarom op dit moment niet of nauwelijks te koppelen aan concentraties van stoffen. Waar die koppeling wel mogelijk is, zijn normoverschrijdingen én effecten aangetoond (zie voorbeelden in hfdst. 3). Kennis over deze oorzakelijke relaties is van groot belang voor aanpassingen in het systeem van wet- en regelgeving en voor draagvlak voor aanvullende maatregelen. Om dit te bereiken zijn er drie mogelijke werkwijzen:

i) *Het uitbreiden van het aantal overlappende lokaties*

Hoe meer lokaties gedeeld worden tussen het biologische meetnet en het meetnet gericht op gewasbeschermingsmiddelen, hoe groter de dataset met gegevens en hoe groter de kracht van de analyses die dan mogelijk zijn. Bij deze werkwijze zouden de gegevens van gedeelde lokaties eens in de zoveel tijd verzameld en geïnterpreteerd moeten worden. Statistische analyse technieken (multivariate analyses, Canoco etc) kunnen vervolgens gebruikt worden om na te gaan in hoeverre er aanwijzingen zijn dat gewasbeschermingsmiddelen een negatief effect veroorzaken op de macrofauna. Dergelijke analyses werken beter naarmate de dataset groter is. Dit komt mede doordat het aantal parameters, dat in dergelijke analyses meegenomen kan worden, afhangt van het aantal lokaties. Hoe meer lokaties, hoe meer parameters er mee genomen kunnen worden en hoe groter de kracht van de analyse. Hierbij moet men dan natuurlijk niet alleen aan de gewasbeschermingsmiddelen denken, maar tevens aan allerlei andere parameters die de ecologie sturen (waterkwaliteit, inrichting, stroomsnelheid etc). Dit levert al snel enige tientallen parameters op, waardoor de dataset liefst enige honderden lokaties groot zou moeten zijn. Dit zou het 'eenvoudigst' zijn te realiseren door binnen de huidige lokaties van de biologische meetnetten ook een pakket gewasbeschermingsmiddelen te gaan meten. Echter, dit zijn veelal lokaties in de grotere wateren. Juist in kleinere wateren zijn effecten van gewasbeschermingsmiddelen te verwachten, dus ook die zouden moeten worden meegenomen. Dit zijn de lokaties, die nu veelal in de meetnetten voor de gewasbeschermingsmiddelen zijn geselecteerd. Deze zouden dan moeten worden uitgebreid met biologische monitoring. Een laatste aspect bij het inschatten van de omvang van zo'n aanpassing is de vraag hoe vaak men een dergelijke analyse zou willen kunnen maken resp. hoe snel met hieruit signalen zou willen krijgen dat de situatie in het land wijzigt (bijv. als gevolg van aanvullend beleid en/of maatregelen). Een gevoelsmatig redelijk streven zou eens in de 5 jaar kunnen zijn. In dat geval zou men moeten streven naar zo'n 100 gedeelde lokaties per jaar (meer naarmate het aantal verschillende watertypen groter wordt). Deze zouden verdeeld moeten worden over belaste of verdachte gebieden en niet verdachte of minder belaste gebieden. Bijvoorbeeld in een verhouding van 40 – 60, aangezien de andere parameters waarschijnlijk een grotere invloed hebben. Tenslotte zouden dan niet alleen de gewasbeschermingsmiddelen gemonitord moeten worden, maar zouden liefst ook andere factoren die de ecologie kunnen sturen gemonitord moeten worden. Al met al zal dit een aanzienlijke inspanning kosten. Een mogelijke oplossing zou zijn om dit niet landsdekkend na te willen streven maar meer gericht op specifieke gebieden. Hoe meer men zich bij de monitoring op de belaste lokaties richt, hoe duidelijker de resultaten te interpreteren zullen zijn.

*Advies:* Deze data-analyses zijn een belangrijk element in de analyse van de mogelijke effecten van gewasbeschermingsmiddelen. Een uitbreiding van de huidige set gedeelde lokaties wordt aanbevolen. Tevens zou deze werkwijze gebaat zijn bij een aanpak die door meerdere waterbeheerders wordt onderschreven en gedeeld. Om de meerkosten binnen de perken te houden, zal het aantal gedeelde lokaties waarschijnlijk beperkt blijven. Jaarlijkse analyse is dan niet mogelijk en men zal genoegen moeten nemen met een analyse eens in

de circa 5-10 jaar. Dit geeft ecosystemen echter ook de tijd om daadwerkelijk te herstellen van een vermindering in toxische druk.

ii) *Aanvullend onderzoek naar effecten op specifieke lokaties*

Een van de onzekerheden in de huidige monitoring van met name gewasbeschermingsmiddelen is wat men aan belasting allemaal mist omdat men 'slechts' een keer per maand monstert. Eén gemiste piek kan een groot ecologisch effect veroorzaken, dat echter in een data-analyse nooit herkend zal worden. Indicaties hiervan werden wederom verkregen middels het onderzoek van HH van Delfland (Ecofide, 2008). Ook in recente jaren vindt er lokaal en periodiek nog steeds een volledige sterfte van de watervlooien in veldkooien plaats. Dit is een sterke indicatie voor de aanwezigheid van toxische stoffen, alhoewel de effecten van andere factoren nooit helemaal zijn uit te sluiten. In sommige gevallen kan deze volledige sterfte aannemelijk worden gemaakt vanuit concentraties aan specifieke middelen in de chemische analyse die simultaan is uitgevoerd. In andere gevallen lijkt deze koppeling afwezig, omdat er geen verdachte stoffen zijn aangetroffen in verhoogde concentraties. Aangezien de chemische monsternamen slechts een moment opname betreft, is het echter goed mogelijk dat de causale factor gevonden had kunnen worden als men iedere dag monsters had genomen.

*Advies:* Een goed begrip van de toxische druk bij de emissie van gewasbeschermingsmiddelen wordt geholpen door inzicht in dit soort trefkansen. Niet iedere waterbeheerder hoeft het wiel echter opnieuw uit te vinden. Voor dit onderdeel zou een onderzoeksmatige aanpak op een beperkt aantal lokaties voldoende zicht moeten geven op de omvang van het aantal vals negatieve metingen in chemische analyses. Zo'n onderzoeksaanpak zou bijvoorbeeld kunnen bestaan uit het om de dag verzamelen van watermonsters voor chemische analyses ("om de dag": hangt af van de verblijftijd van het water) en dit circa 1-2 maanden vol te houden. Simultaan worden veldtesten met de watervlo uitgevoerd om de effecten aan te kunnen geven. Mits geschikte conserveringstechnieken voorhanden zijn (afhankelijk van het gewasbeschermingsmiddel), zou men kosten kunnen besparen door niet alle watermonsters te analyseren, maar uitsluitend/vooral monsters tijdens testen met een verhoogde sterfte. Dit is een project gericht onderzoek, waarvoor opname in een toetsingskader niet logisch lijkt. De resultaten van dit onderzoek zouden wel gebruikt kunnen worden om advies te geven over de frequentie van chemische monitoring.

iii) *Projecten gericht op de begrijpen en voorspellen van effecten*

Een data-analyse, zoals onder i) weergegeven, wordt in zijn kracht beperkt door het grote aantal chemische parameters dat hierbij moet worden meegenomen. Iedere individueel gewasbeschermingsmiddel vormt een aparte parameter, waardoor de vereisten voor de omvang van de dataset sterk toeneemt. Een mogelijke oplossing kan gezocht worden in de msPAF benadering zoals die op dit moment door vooral het RIVM nader wordt ontwikkeld (zie kader). De msPAF waarde kan in die visie alle aanwezige individuele middelen tot één parameter samenvatten, waardoor de statistische power van de data-analyse verbetert. Als test-case wordt aangeraden om de huidige gegevens set van HH van Delfland voor dit onderzoek te gebruiken. Naast een validatie van de msPAF-techniek kan deze analyse een meer volledig zicht geven op de effecten van gewasbeschermingsmiddelen op de macrofauna (de voorbeelden beschreven in hoofdstuk 3 zijn meer exploratief beschreven: wel correct maar niet volledig). Zo zouden effecten op individuele soorten bekeken moeten worden en bijvoorbeeld vergeleken met de verwachte gevoeligheid van soorten bij een dergelijke blootstelling aan gewasbeschermingsmiddelen (zie De Zwart, 2005). Verder lijkt ander onderzoek aan te geven, dat de reactie van een ecosysteem op dergelijke toxische

druk niet lineair plaats vindt, maar dat er een soort breekpunten zijn waarboven effecten versneld tot stand komen.

*Advies:* Het eigenlijke onderzoek zal geen onderdeel uitmaken van een toetsingskader, maar kennis over de relatie tussen een msPAF en de macrofauna zal zeker nuttig zijn in een toetsingskader en helpen met het aanduiden van belangrijke grenswaarden en criteria.

#### **msPAF**

De msPAF-waarde wordt berekend uit de concentraties van individuele stoffen. "PAF" staat hierbij voor Potentieel Aangetaste Fractie. Of te wel, het percentage van de soorten in het ecosysteem, waarvoor de concentratie van de giftige stof een drempelwaarde overschrijdt. Bij concentraties boven deze drempelwaarde kunnen negatieve effecten optreden. Elke stof heeft voor ieder organisme een verschillende drempelwaarde. Zo kan een kreeftachtige gevoelig zijn voor het ene bestrijdingsmiddel, terwijl een bepaalde algensoort misschien juist eerder effecten ondervindt van een ander middel. Ten opzichte van het totaal aantal soorten dat in een ecosysteem voorkomt, is slechts van een zeer beperkt aantal soorten deze drempelwaarde bekend. Er dient dus een statistische aanname gedaan te worden over de verdeling van drempelwaarden over alle potentieel aanwezige soorten in een ecosysteem. Voor de verschillende stoffen wordt daarom een gevoeligheidsverdeling afgeleid. Met deze gevoeligheidsverdeling is het mogelijk om uit de concentratie van een giftige stof in het milieu het percentage te bepalen van het aantal soorten, dat potentieel een effect ondervindt. Voor iedere stof wordt zo een individuele PAF-waarde berekend. Deze individuele PAF's worden vervolgens gecombineerd tot een msPAF (multi substance PAF) voor alle stoffen samen.

## **4.2. Ruimtelijke heterogeniteit**

Om dit doel in de huidige situatie te bereiken is voor het betreffende gebied een goede ruimtelijke spreiding nodig van lokaties waar zowel biologische als chemische monitoring plaats vindt. Uitvoering van bovenstaande projecten kan er echter voor zorgen dat dit doel op een meer effectieve manier is te bereiken door alleen gebruik te maken van chemische monitoring. In plaats van een aanpak waarbij in iedere situatie gekeken wordt naar de relatie tussen chemische gehalten (cq. toxische druk) en biologische effecten is het effectiever om deze relatie in een beperkt aantal situaties goed uit te zoeken en met de aldus verkregen kennis in andere situaties te kunnen extrapoleren. In dit specifieke geval kan dit er toe leiden dat effecten op de ecologie ingeschat kunnen worden via een msPAF-berekening mits de onderbouwing van deze extrapolatie vorm gegeven kan worden. Daarvoor is het dan wel noodzakelijk dat de beperkingen van chemische monitoring (met name de trefkans van tijdelijke optredende piek concentraties) beter gekend wordt.

*Advies:* Zoals de situatie in HH van Delfland aantoont is het goed mogelijk om middels biologische monitoring inzicht te krijgen in de omvang van de effecten in een bepaald gebied. Voor situaties, zoals in het beheersgebied van HH van Delfland, waar de toxische druk vanuit gewasbeschermingsmiddelen aanzienlijk is, is een gecombineerde aanpak met zowel chemische monitoring als biologische monitoring op een redelijk aantal goed gekozen lokaties zeker aan te raden. In andere situaties, waar de toxische druk naar verwachting een kleinere invloed heeft is deze aanpak minder kosten-effectief en kan beter gekeken worden naar mogelijkheden om de mate van biologische effecten in te schatten via een goede onderbouwing van een msPAF-aanpak, zoals hierboven betoogd.

### 4.3. Temporele variaties

Aan het effectief kunnen vaststellen van eventuele trends in de tijd zijn, bij de huidige monitoringsopzet en –inspanning, enkele belangrijke beperkingen verbonden. Dit viel af te leiden uit zowel de meer theoretische benadering, uit de resultaten van uitgevoerde statistische meetnetevaluaties als uit de gepresenteerde praktijkvoorbeelden. In principe kunnen de resultaten van biologische monitoring natuurlijk goed worden gebruikt voor trendmonitoring. De gevoeligheid waarmee daadwerkelijk optredende trends als “statistisch significant” kunnen worden aangemerkt, hangt echter sterk af van de opzet van de monitoring. Met de werkwijze zoals die nu vaak wordt gebruikt (roulerend meetnet met circa eens per drie jaar een monstername) is de statistische gevoeligheid klein. Men kan dit op twee manieren verbeteren. Enerzijds door de variatie binnen de monitoring te verkleinen (meerdere replica’s, grotere monsters etc). Anderzijds om voor een aantal belangrijke lokaties over te stappen op een jaarlijkse monitoring.

*Advies:* Men moet zich voor ieder situatie afvragen of biologische monitoring (die in zijn aard complexer is i.v.m. chemische monitoring) het meest geschikte middel is om dit doel (vaststellen van veranderingen in de tijd) vast te kunnen stellen. Veranderingen van de effecten van gewasbeschermingsmiddelen zullen te wijten zijn aan veranderingen in de samenstelling en concentraties van de middelen in het oppervlaktewater. Chemische monitoring kan deze veranderingen vaststellen en dat meestal tegen lagere kosten en met een kleinere onzekerheid. Onderscheid in de aanpak is waarschijnlijk het beste te maken op basis van een inschatting van de verwachte mate van effect. In gebieden waar toxische druk uit gewasbeschermingsmiddelen een dominante rol speelt op de macrofauna vormt biologische monitoring een goed middel om enerzijds het uiteindelijke rendement van beleid en maatregelen vast te stellen en anderzijds zorgt de biologische onderbouwing voor een extra draagvlak. In andere situaties kan men best volstaan met een chemische monitoring.

### 4.4. Piekbelastingen en ongelukken

Vanwege de kosten verbonden aan biologische monitoring is de frequentie waarmee deze wordt uitgevoerd veelal laag. Geregeld niet meer dan eens in de 3-4 jaar en soms jaarlijks. Hierdoor is de kans dat er net na een piekbelasting of ongeluk bemonsterd wordt vrij klein. En als dat dan al zo is, dan zijn de gegevens waarmee vergeleken moet worden enkele jaren oud. In zo’n situatie is de kans groot dat biologische monitoring niet de effecten van een tijdelijke piekbelasting zal kunnen aantonen. Door de verstreken tijd heeft de populatie alweer tijd gehad om te herstellen, maar ook een oorzakelijk verband zal moeilijk aan te tonen zijn. Het optreden van herstel kan op meerdere manieren worden bekeken. Natuurlijk is het mooi dat populaties zich van een tijdelijke stressfactor kunnen herstellen. In een stromend systeem zoals de Maas kan dit herstel zelfs snel kan gaan. Aan de andere kant is het beleid gericht op een toelating van middelen, waarbij er uiteindelijk geen effecten in het ontvangend watersysteem zouden mogen optreden. Het feit dat er herstel nodig is, geeft dus aan dat er iets ‘mis’ is. Tenslotte moet men inzicht geven in de situatie waartoe herstel leidt. Een macrofauna gemeenschap zou na een tijdelijke toxische druk best kunnen herstellen naar de situatie van voor die piekbelasting. Dat wil echter nog niet zeggen, dat die situatie gezond is. Het min of meer geregeld optreden van piekbelastingen (zie voorbeeld in de Maas) kan ervoor zorgen dat een macrofauna gemeenschap blijvend afwijkt van wat men in een schone referentie situatie mag veronderstellen. Dit is zeker een risico voor soorten met een langdurig larvaal stadium. Het praktijkvoorbeeld in het beheersgebied van HH van Delfland laat in dit kader zien, dat de





situatie wel degelijk verbeterd over de afgelopen 20 jaar: de concentraties van de gewasbeschermingsmiddelen dalen, de overleving van de watervlooien in de veldkooien verbetert en ook de watermijten lijken te herstellen. De frequentie waarmee pieken en piekjes aan gewasbeschermingsmiddelen nog steeds worden aangetroffen lijkt er echter nog steeds voor te zorgen dat de kreeftachtigen (Crustacea) het moeilijk hebben.

*Advies:* Door de lage meetfrequentie is routinematige biologische monitoring een minder geschikt instrument voor het aantonen van piekbelastingen en incidentele lozingen. In situaties waar permanente bewaking mogelijk en gewenst is, zou men wel een vorm van biologische monitoring kunnen inzetten (bijv. het permanent beschikbaar houden van grindzakken in de Maas bij Eijsden), zodat er materiaal voor onderzoek beschikbaar is zodra andere systemen (chemisch of biologische bewaking) een alarm afgeven. Verder wordt geadviseerd om de trefkans van piekbelastingen in regionale wateren beter in beeld te brengen. Hiermee ontstaat een beter beeld van de toxische druk, aangezien aangenomen mag worden dat het vooral de pieken in de belasting zijn die de ernstigste effecten op de biologie veroorzaken.

## 4.5. Mogelijke terugkoppeling met het toelatingsbeleid

Hoe meer kennis over de effecten van een middel tijdens de toelating is geëvalueerd, hoe kleiner de kans dat er in het veld onverwachte effecten optreden. En omgekeerd. In beide gevallen moet men zich echter realiseren, dat er altijd verschillen zijn tussen de condities waarin de effecten van een middel worden onderzocht versus de actuele veldsituaties. Experimenten in proefsloten benaderen de werkelijkheid het dichtst, maar zelfs dan wordt er veelal van een enkelvoudige stressor uitgegaan. In het veld zullen er meerdere stressoren aanwezig zijn, in wisselende samenstelling en concentratie, kunnen zaken elkaar versterken of verzwakken, is de complexiteit van het ecosysteem groter en de blootstelling treedt gedurende meerdere jaren op. Studies naar de daadwerkelijke effecten van gewasbeschermingsmiddelen onder veldsituaties zijn daarom aan te bevelen om deze onzekerheden te helpen verkleinen. Het kunnen inzetten van de (huidige) biologische monitoring als vangnet voor eventuele vergissingen of onvolkomenheden in het toelatingsbeleid is in theorie een goede optie. De beide praktijkvoorbeelden laten zien welke kansen en risico's dit in de huidige situatie met zich meebrengt. Op basis van een uitgebreide data-analyse kan vanuit de biologische monitoring terecht een waarschuwingssignaal naar het toelatingsbeleid uitgaan. In bovenstaande paragrafen is inzicht gegeven in de mogelijkheden dit signaal in waarde en zeggingskracht te laten toenemen.

Deze signalen zullen altijd in de context van andere gegevens moeten worden beschouwd. Bijvoorbeeld: Als uit biologische monitoring blijkt dat het aquatische ecosysteem nadelige effecten ondervindt, kunnen zich twee situaties voordoen afhankelijk van het feit of de concentraties van het middel de norm overschrijden. Als er een normoverschrijding plaatsvindt zijn biologische effecten te verwachten en kan de biologische informatie van belang zijn om te controleren of de verwachte effecten ook daadwerkelijk optreden. In de andere situatie vinden er geen normoverschrijdingen plaats, terwijl er toch effecten plaatsvinden. In zo'n situatie vormt de biologische informatie uit het veld het signaal dat er iets aan de hand is. Om in zo'n situatie een relatie te leggen met de effecten van een bepaald gewasbeschermingsmiddel, dat tevens niet norm-overschrijdend is aangetroffen, is echter niet eenvoudig en vraagt een gerichte analyse. Want waar je niet naar zoekt, zal je ook niet vinden.

Er bestaat altijd een risico dat stoffen worden toegelaten, waarvan in de loop der tijd blijkt dat er onverwachte effecten optreden. Dit kan te maken hebben met ontbrekende kennis bij de toelating bijvoorbeeld een geheel nieuwe categorie van effecten (denk bijv. aan de problematiek van de hormoonverstorende stoffen). Vanuit een veldsituatie gedacht is het mogelijk dat biologische waarnemingen indicaties geven dat er 'iets' aan de hand is (denk wederom aan het begin van het onderzoek naar hormoonverstorende effecten met het aantonen van vervrouwelijking van o.a. alligators in Florida). Specifiek onderzoek zal dan nodig zijn om de oorzaken te achterhalen. Routinematige biologische monitoring is dan vooral van nut voor signalering en bron van relevante gegevens bij een probleemanalyse.

*Advies:* Aanbevolen wordt om biologische monitoring in enigerlei vorm in een toetsingskader van gewasbeschermingsmiddelen een rol te laten spelen. Op basis van de huidige routinematige biologische monitoring in Delfland konden effecten van gewasbeschermingsmiddelen op het aquatische ecosysteem worden aangetoond. Aanbevolen wordt de waarde van biologische monitoring te verbeteren, onder andere door chemische en biologische monitoring beter op elkaar af te stemmen.

Aanbevolen wordt in de toelating meer aandacht te geven aan het optreden van biologische effecten. Er zijn namelijk situaties waarbij er weldegelijk effecten op het aquatische ecosysteem kunnen optreden, maar waarbij de chemische monitoring geen normoverschrijding heeft kunnen aantonen. Als wordt voldaan aan de chemische norm richt de aandacht van beheerders zich niet meer op gewasbeschermingsmiddelen. De analyse van de biologische monitoring heeft laten zien dat dit ten onrechte kan zijn. Om de biologie op orde te krijgen is aandacht voor dit fenomeen in waterbeleid en toelatingsbeleid nodig.

## 5. Conclusies & aanbevelingen

---

### Conclusies

- Met name kreeftachtigen en watermijten ondervinden nadelige gevolgen bij de huidige toxische druk vanuit gewasbeschermingsmiddelen in een glastuinbouwgebied. Algemene parameters als het totaal aantal soorten of de diversiteit zijn minder geschikt om verschillen in de macrofauna gemeenschap als gevolg van gewasbeschermingsmiddelen te achterhalen.
- Met het afnemen van deze toxische druk over de jaren lijken de watermijten hier en daar tekenen van herstel te vertonen, terwijl dat voor de kreeftachtigen nog niet het geval is. De optredende incidentele pieklozingen van gewasbeschermingsmiddelen (zie ook Ecofide, 2008) zijn een aannemelijke factor hierin.
- Dat het zelfs na een extreme lozing moeilijk is om (wel degelijk optredende!) effecten op de macrofauna middels de routinematige monitoring aan te tonen, heeft te maken met meerdere factoren, met name:
  - i) aanwezige bronnen van extra variatie (zoals allerlei simultaan optredende ecologische factoren en/of andere gewasbeschermingsmiddelen),
  - ii) de verstreken tijd tussen een calamiteit en de monitoring (i.v.m. herkolonisatie en herstel) en
  - iii) het ontbreken van een goed referentiebeeld en/of controlesituatie
- De variatie in ecologische parameters over de jaren en tussen lokaties is groot. Significante verschillen tussen lokaties of trends in de jaren zijn daarom met name te achterhalen bij een groot aantal datapunten dan wel een hoge meetfrequentie (jaarlijks).
- Een gepiekt voorkomen van gewasbeschermingsmiddelen leidt in het algemeen tot een onderschatting van de mogelijke effecten, omdat de routinematige chemische monitoring niet accuraat op dergelijke situaties kan inspelen (weinig flexibel in de tijd) en de kans groot is dat de piek in zijn geheel wordt gemist tijdens de monitoring dan wel dat niet de maximale waarde in beeld wordt gebracht.
- In de standaard beoordeling kunnen effecten van gewasbeschermingsmiddelen aan de aandacht ontsnappen. Dit zou een beheerder onterecht het idee kunnen geven, dat er in het betreffende beheersgebied geen nadelige effecten van gewasbeschermingsmiddelen optreden.
- Ondanks de mogelijkheden om de zeggingskracht te verbeteren, moet men zich tevens realiseren dat de reikwijdte van het signaal van biologische monitoring naar het

toelatingsbeleid zijn grenzen kent. Dat er iets mis gaat, kan worden aangetoond. Aangeven welke norm van welke stof in welke mate en in welke situatie ontoereikend geacht wordt is veel moeilijker en zal nader onderzoek vergen.

- De huidige biologische monitoring kan niet als vangnet fungeren om te controleren of de toelating naar behoren heeft gefunctioneerd. Wel kan het, mits gericht uitgevoerd, signalerend zijn voor problemen en nuttige aanvullende informatie opleveren bij probleemanalyses.

## Aanbevelingen

- Mede op basis van gegevens uit routinematige biologische monitoring zijn effecten van gewasbeschermingsmiddelen op het aquatische ecosysteem aan te tonen. In een toetsingskader voor gewasbeschermingsmiddelen zou biologische monitoring dan ook opgenomen moeten worden. Dit levert een verbetering op van de kennis bij de toelatingsinstantie en de waterbeheerders over de aanwezigheid van deze effecten en biedt de mogelijkheid van een terugkoppeling naar het toelatingsbeleid.
- De waarde en zeggingskracht van biologische monitoring in dit proces kan verder vergroot worden door het uitvoeren van onderstaande acties:
  - Uitbreiden van het aantal lokaties, waar simultaan én biologische monitoring én chemische monitoring plaatsvindt
  - Uitvoeren van periodieke data-analyses, waarbij beschikbare biologische en chemische monitoringsresultaten worden gecombineerd en geanalyseerd.
  - Verhogen van de statistische gevoeligheid van (met name) biologische meetnetten door aandacht te geven aan het verkleinen van de variatie en/of het verhogen van de meetfrequentie.
- Aanbevolen wordt om de mogelijkheden te onderzoeken, die de msPAF-methode biedt om de mate van biologische effecten in te schatten middels het integreren van de toxische druk van alle gezamenlijk optredende gewasbeschermingsmiddelen.
- Gericht onderzoek naar de dagelijkse variaties in de concentraties van gewasbeschermingsmiddelen op een beperkt aantal lokaties is nodig om inzicht te krijgen in de mate waarin de toxische druk vanuit de routinematige monitoring wordt onderschat.

## 6. Literatuur

---



- Brock, T.C.M., J. Lahr & P.J. van den Brink (2000). Ecological risks of pesticides in freshwater ecosystems. Part 1. herbicides. Alterra rapport 088.
- De Jong, F.M.W., T.C.M. Brock, E.M. Foekema & P. Leeuwangh (2008). Guidance for summarizing and evaluating aquatic micro- and mesocosm studies. RIVM report 601506009/2008.
- De Lange, H.J., J. de Jonge, P.J. den Besten, J. Oosterbaan & E.T.H.M. Peeters (2004). Sediment pollution and predation affect structure and production of benthic macroinvertebrate communities in the Rhine-Meuse delta, The Netherlands. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 23 (3): 557-579.
- De Zwart, D. (2005). Ecological effects of pesticide use in the Netherlands: modeled and observed effects in the field ditch. *Integrated Environmental Assessment and management* 1 (2): 123-134.
- De Zwart, D., S.D. Dyer, L. Posthuma & C.P. Hawkins (2006). Predictive models attribute effects on fish assemblages to toxicity and habitat alteration. *Ecological Applications* 16 (4): 1295-1310.
- Ecofide (2008). Twee decennia monitoring van bestrijdingsmiddelen en Daphnia's. Een data-analyse voor het beheersgebied van HH Delfland. In opdracht van: Rijkswaterstaat Waterdienst. Rapportnr. 2008.008.
- EU (2002). Guidance document on aquatic ecotoxicology in the frame of the Directive 91/414. EU (DG Health and Consumer Protection), Brussels, Belgium. SANCO/ 3268/2001.
- Liefveld, W., M. de la Haye & M. Greijdanus (2009). Calamiteiten op de Maas. Ecologische gevolgen voor levensgemeenschappen, randvoorwaarden voor ecologische doelen en handvatten voor beheer. Waterdienst rapport (concept)
- Peeters, E.T.H.M., H.J. de Lange, M.A.A. de la Haye, H.A. Rutjes & L.M. Janmaat (2008). Achtergrondrapport KRW-maatlat macrofauna R8. Waterdienst rapport (in press).
- RIZA (2006). Richtlijnen monitoring oppervlakte water. Europese Kaderrichtlijn Water. I. van Splunder, T.A.H.M Pelsma & A. Bak (red.).
- Royal Haskoning (2007). Leidraad monitoring gewasbeschermingsmiddelen. In opdracht van: Rijkswaterstaat Waterdienst. Rapportnr. 9S9390.

- Royal Haskoning & Ecofide (2009). Nader Onderzoek Nieuwe Merwede. Onderdeel E. Risicobeoordeling. Rapport nr. 9S4738.
- Vos, P. & C.J.M. Musters (2004). Statistische evaluatie van het MWTL-waterplantenmeetnet. Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden, CML rapport nr. 164. RIZA-rapport 2004.016.
- Vos, P. (2006). Statistische evaluatie van het macrofauna meetnet in de Rijkswateren. Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden, CML rapport nr. 174.
- Waterschap Reest & Wieden (2005). Meetnet ecologie en waterkwaliteit 2005-2010.
- Waterschap Zuiderzeeland (2006 & 2007). Uitvoeringsprogramma's watersysteemonderzoek.