

Biota-monitoring binnen de KRW

De opzet van een landelijk meetnet



Biotamonitoring binnen de KRW

De opzet van een landelijk meetnet

Datum:	16 november 2015
Opdrachtgever:	Rijkswaterstaat
Contactpersoon opdrachtgever:	Mevr. T.E.M. Ten Hulscher
Begeleidingscommissie:	Mevr. A. Houben (RWS) Mevr. H. Maas (RWS) Mevr. S. Mol (DGRW) Mevr. A. Durand (WS Vechtstromen) Mevr. M. van Hoorn (WS Noorderzijlvest) Dhr. B. Schaub (HH Rijnland) Dhr. G. van Ee (HH Hollands Noorderkwartier)
Projectnummer:	82
Auteur(s):	Dhr. J.F. Postma Mevr. C.M. Keijzers
Status:	Eindrapport

Ecofide
Singel 105
1381 AT Weesp
Telefoon: 0294 450282
KvK: 32134487
info@ecofide.nl
www.ecofide.nl



Inhoudsopgave



Samenvatting	1
1 Inleiding	5
2 Wettelijke kaders.....	7
2.1 KRW	7
2.2 Kaderrichtlijn Mariene Strategie.....	8
2.3 Voedselveiligheid	9
3 Algemene aandachtspunten	11
3.1 Beschermingsdoelen	11
3.2 Meetfrequentie prioritaire stoffen	12
3.3 Keuze van de soort	14
3.4 Keuze van de stoffen.....	14
4 Huidige chemische toestand en bestaande biotameetnetten	17
4.1 Emissies en bronnen	18
4.2 Huidige chemische toestand oppervlaktewater.....	20
4.3 Huidige biotameetnetten en gehalten	21
4.3.1 Bestaande meetnetten	21
4.3.2 Bestaande biota-gegevens	25
4.4 Samenvattend overzicht emissies en toestand	33
5 Opzet biotameetnet.....	35
5.1 Lokatiekeuze	37
5.2 Meetnetontwerp	40
5.3 Keuze voor organisme en weefsel.....	41
5.4 Data-verwerking voor de normtoetsing	44
6 Conclusies en aanbevelingen	47
6.1 KRW-biotameetnet, T&T-monitoring	48
6.2 KRW-biotameetnet, Operationele monitoring	49
6.3 Openstaande onderzoeksvragen.....	51
6.4 Internationale afstemming	53
7 Referenties	55
8 Bijlagen	57

Samenvatting



Het voorgestelde KRW-biotameetnet bestaat uit 18 lokaties, verdeeld over de riviersystemen Maas (4), Rijn (9), Schelde (4) en Eems (1) maar ook verdeeld over hoofdstromen (6), kanalen (2), meren (4) en kust en overgangswater (6). In 14 lokaties richt de monitoring zich op alle 11 relevante prioritaire stoffen. Op vier lokaties kan worden volstaan met een monitoring die op PAK's is gericht (zie figuur 1). Voor de meeste stoffen richt de monitoring zich op vis (zoet: Blankvoorn; zout: Bot), maar voor de PAK's hebben mosselen de voorkeur (zoet: *Dreissena* sp.; Zout: *Mytilus edulis*). Bij de biotamonitoring van vis kan worden aangesloten op de biologische vis-inventarisaties voor de KRW, die verspreid over het gehele waterlichaam worden uitgevoerd. De monsternamen richten zich op sub-adulte vis, die in zijn geheel in de analyse wordt betrokken. De biotamonitoring van mosselen maakt gebruik van kooitjes, waarin mosselen afkomstig uit een referentie lokatie, gedurende 6 weken worden uitgehangen. Voorgesteld wordt om de monitoring eens per drie jaar uit te voeren, bij voorkeur in de periode september – oktober.

Het monitoren van de concentraties in oppervlaktewater leidt voor veel prioritaire stoffen tot een voldoende betrouwbare beoordeling van de chemische toestand van de waterlichamen. Voor een aantal prioritaire stoffen spelen de risico's voor predatoren als vogels en zoogdieren dan wel de mens (bij humane consumptie van wild gevangen dieren) een doorslaggevende rol in de normafleiding en heeft de Europese commissie ook zogenaamde biotanormen afgeleid. Hiermee kunnen gehalten in voedselorganismen beoordeeld worden. Voor de 11 prioritaire stoffen met een biotanorm is in de Richtlijn Prioritaire Stoffen (EU, 2013/39) vastgelegd dat lidstaten alleen mogen kiezen voor een toestandsbeoordeling op basis van oppervlaktewater monitoring als de rapportagegrens ten hoogste $\frac{1}{3}$ van de JG-MKN voor oppervlaktewater bedraagt. Voor Nederland is dit momenteel voor slechts één van de 11 stoffen het geval (fluorantheen). Hierdoor is Nederland verplicht om een KRW-biotameetnet op te zetten; iets wat overigens ook voor de andere Europese landen geldt. Deze wettelijke verplichting om bij het beoordelen van de chemische toestand ook biotagegevens mee te nemen geldt voor alle waterlichamen in zowel rijkswateren als regionale wateren.

Om de monitoring en beoordeling van deze gehalten in biota te uniformeren heeft de Europese commissie een richtlijn opgesteld waarin de werkwijze en aandachtspunten zijn toegelicht (EU, 2014). Het huidige rapport heeft deze richtlijn toegepast op de Nederlandse situatie om zo tot een inhoudelijk gedragen KRW-biotameetnet voor Nederland te komen. Een belangrijke conclusie is dat de kennis en inzichten over de biotagehalten in de Nederlandse waterlichamen nog allerlei onzekerheden kent. Zo is het merendeel van de huidige kennis gebaseerd op onderzoek in rijkswateren, is de statistische betrouwbaarheid en precisie onvoldoende gekend en is het onderzoek voor een aantal stoffen (als PFOS en dicofol) nog in een opbouwende fase. Het voorgestelde KRW-biotameetnet dient daarom gezien te worden als een eerste opzet, uitsluitend gericht op rijkswateren en gebaseerd op hetgeen momenteel al met zekerheid als een zinvolle monitoring gezien kan worden. In tabel 1 is dit meetnet samengevat, waarbij de ligging van de lokaties in figuur 1 is geïllustreerd.

Tabel 1 Overzicht van belangrijkste kenmerken van biotameetnet.

KRW-biotameetnet	
Stofkeuze	Alle 11 prioritaire stoffen met een biotanorm
Lokatie keuze	18 lokaties, verdeeld over de riviersystemen Maas (4), Rijn (9), Schelde (4) en Eems (1) maar ook verdeeld over hoofdstromen (6), kanalen (2), meren (4) en kust en overgangswater (6) (zie figuur 1)
Aantal monsters/lokatie	Analyse van mengmonster van 10 individuen (vis) en/of een mengmonster van mosselen
Meetfrequentie	Eens per drie jaar
Soortkeuze	Voor PAK's: <u>Mosselen zoet:</u> <i>Dreissena</i> sp; <u>Mosselen zout:</u> <i>Mytilus edulis</i> Voor overige stoffen: <u>Vis zoet:</u> Blankvoorn; <u>Vis zout:</u> Bot
Weefsel	Gehele vis (sub-adulten; 10-15cm) resp. mosselvlees (zonder schelp)
Seizoen	Sept-okt, mits dit aansluit bij de geplande KRW-monitoring van vis
Wijze van monstername	Mosselen: Uithangen gedurende 6 weken Vis: waar mogelijk aansluiten op de actieve vismonitoring voor de KRW
Toetsing	1) Standaardisatie op vet of vocht 2) Standaardisatie op trofisch niveau 3) Waar nodig: gemiddelde van de log-getransformeerde meetwaarden

De argumenten voor enkele centrale keuzes zijn hieronder samengevat.

Stofkeuze

Het voorgestelde KRW-biotameetnet richt zich op de 11 prioritaire stoffen met een biotanorm. Op termijn kan het noodzakelijk zijn om deze lijst uit te breiden met stoffen, waarvoor in de KRW is opgenomen dat lidstaten de verplichting hebben om via de analyse van lange termijn trends te borgen dat de concentraties in sediment en/of biota niet toenemen. Hierover loopt nog een discussie met de Europese commissie.



Figuur 1

Geografische ligging van de lokaties in het KRW-biotameetnet

Biotamonitoring van mosselen vindt op specifieke lokaties plaats; biotamonitoring met vis sluit aan bij de KRW-inventarisaties en bestrijkt het waterlichaam.

Lokaties

De keuze is allereerst gebaseerd op het opnemen van lokaties op de landsgrenzen van de rijkswateren alsmede in het Nederlandse kustwater. Vervolgens gaf een analyse van emissies, bronnen en normoverschrijdingen in oppervlaktewater en biota aan, dat een aanvullende monitoringsinspanning in kanalen en met name meren meerwaarde heeft. Ten slotte werd geconcludeerd dat ook PAK's een aanvullende monitoringsinspanning behoeven, omdat PAK's een belangrijke probleemstof zijn én het toestandsoordeel op basis van PAK's in biota waarschijnlijk betrouwbaarder is dan dat op basis van de JG-MKN in oppervlaktewater (voor biota treedt er, waarschijnlijk als gevolg van een lagere biobeschikbaarheid, minder vaak een normoverschrijding op).

Soortskeuze

Omdat PAK's door vissen worden afgebroken en dus niet bioaccumuleren, worden deze gemonitord in mosselen. Voor zoetwatersystemen worden hiertoe *Dreissena sp.* gebruikt, terwijl voor zoute wateren *Mytilus edulis* wordt ingezet. De andere negen prioritaire stoffen worden gemonitord in vissen. Blankvoorn heeft hierbij de voorkeur in zoetwatersystemen, terwijl de monitoring in kustwater wordt uitgevoerd met Bot.

Meetnetopzet

Het meetnet is gebaseerd op het driejaarlijks analyseren van één mengmonster bestaande uit minimaal 10 sub-adulte vissen, die in hun geheel worden verwerkt, dan wel mosselen waarvan het vlees in het mengmonster wordt opgenomen. Voor het verzamelen van de benodigde vissen kan waarschijnlijk grotendeels worden aangesloten op de biologische monitoring voor de KRW, waarbij monsternamen in september-oktober de voorkeur heeft. Voor de mosselen wordt ingezet op actieve biologische monitoring, waarbij kooien met mosselen gedurende 6 weken op de lokatie worden uitgehangen. Als (kostenbewust) alternatief kunnen ook de lokaal aanwezige *Dreissena sp.* of *Mytilus edulis* worden bemonsterd en geanalyseerd.

Toetsing

De KRW-biotanormen zijn gebaseerd op het beschermen van zowel predatoren als op eventuele risico's bij humane consumptie van vissen of schelpdieren. Logischerwijs zou men de monitoring daarop willen laten aansluiten door gehele vissen te analyseren als het beschermingsdoel "predatoren" de meest kritische route is, terwijl de analyses zich juist op filet zouden moeten richten voor het beschermingsdoel "humane consumptie". Dit leidt echter tot flinke meerkosten. Mede op basis van de voorlopige resultaten van het ICBR-onderzoek (IMARES, 2015) wordt momenteel ingezet op het in zijn geheel analyseren van sub-adulte vis, waarna de chemische resultaten gestandaardiseerd kunnen worden om zo ook het beschermingsdoel humane consumptie in voldoende mate te kunnen beoordelen. Deze standaardisatie houdt rekening met het vet- en vochtgehalte als ook met het trofisch niveau van de gevangen vissen. Deze laatste stap kent nog enkele onzekerheden. Zo moeten de te gebruiken omrekenfactoren nog worden vastgesteld, waardoor deze stap momenteel nog niet voor alle stoffen mogelijk is.

Rol van waterschappen en Rijkswaterstaat

Het huidige meetnet is uitsluitend gericht op rijkswater en daarmee de verantwoordelijkheid van Rijkswaterstaat. Voor waterschappen ligt de nadruk momenteel niet op het opzetten van een meetnet maar op het opdoen van kennis en ervaring. Ook voor de waterschappen geldt echter wel degelijk een verplichting om biotagegevens mee te nemen in het beoordelen van de chemische toestand, aangezien de monitoring van oppervlaktewater momenteel niet voldoet aan de minimale kwaliteitscriteria (rapportagegrens is te hoog).

Aandachtspunten voor de toekomst

Zoals bij het opzetten van ieder meetnet gebruikelijk is, zal men over enkele jaren dit KRW-biotameetnet moeten evalueren. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van de dan verzamelde nieuwe gegevens en opgedane kennis uit het KRW-biotameetnet, aangevuld met de resultaten van aanvullend onderzoek naar openstaande kennishiaten en/of de resultaten uit pilot-onderzoek in bijvoorbeeld regionale wateren. Te samen kan hiermee een verdere onderbouwing van het Toestand & Trend (T&T)-meetnet worden opgesteld, maar krijgt men ook meer inzicht in de noodzaak en detaillering van operationele monitoring.

1 Inleiding



De Kaderrichtlijn Water is gericht op het bewerkstelligen en behouden van een goede kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater. Om deze kwaliteit te beoordelen zijn er voor prioritare stoffen Europees geldende milieukwaliteitsnormen vastgelegd gericht op de jaargemiddelde en/of maximale concentratie in het oppervlaktewater (JG-MKN en MAC-MKN). Voor veel prioritare stoffen maken deze waterkwaliteitsnormen een betrouwbaar oordeel mogelijk. Voor een aantal prioritare stoffen spelen de risico's voor predatoren als vogels en zoogdieren dan wel de mens (bij humane consumptie van wild gevangen dieren) een doorslaggevende rol in de normafleiding en heeft de Europese commissie ook zogenaamde biotanormen afgeleid. Hiermee kunnen gehalten in voedselorganismen beoordeeld worden. Voor de 11 prioritare stoffen met een biotanorm is in de Richtlijn Prioritaire Stoffen (EU, 2013/39) vastgelegd dat lidstaten alleen mogen kiezen voor een toestandsbeoordeling op basis van oppervlaktewater monitoring als de rapportagegrens ten hoogste $\frac{1}{3}$ en de meetonzekerheid ten hoogste $\frac{1}{2}$ van de JG-MKN bedraagt. Voor Nederland is dit momenteel voor slechts één van de 11 stoffen het geval (fluorantheen). Hierdoor is Nederland verplicht om een KRW-biotameetnet op te zetten; iets wat overigens ook voor de meeste andere Europese landen geldt.

Om de lidstaten afhankelijk van hun monitoringstrategie flexibiliteit te geven, is in de EU-richtlijn uit 2008 (EU, 2008b) aangegeven dat lidstaten kunnen kiezen tussen toepassing van deze MKN voor biota óf voor de vaststelling van JG-MKN waarden voor oppervlaktewater, die hetzelfde beschermingsniveau bieden. In 2008 had deze bepaling betrekking op een drietal stoffen namelijk kwik, hexachloorbenzeen en hexachloorbutadien. In de nieuwe dochterrichtlijn Prioritaire Stoffen (EU, 2013) is dit herzien en zijn voor in totaal 11 stoffen (of stofgroepen) biotanormen opgenomen. Voor verschillende van deze stoffen is geen JG-MKN voor oppervlaktewater afgeleid, zoals voor kwik, hexachloorbenzeen, gebromeerde difenylethers en dioxines. Gelet op bovenstaande keuzevrijheid, heeft Nederland er voor gekozen om, waar mogelijk, dergelijke JG-MKN waarden alsnog af te leiden. Hierdoor kan het oordeel over de chemische toestand van waterlichamen zoveel mogelijk op de monitoring van oppervlaktewater gebaseerd blijven. Dit is voor drie stoffen ondertussen uitgevoerd (Hg, HCB en HCBd). Voor de resterende stoffen moet nog bekeken worden of de rapportagegrens in water de geprefereerde aanpak via monitoring van oppervlaktewater in voldoende mate kan ondersteunen, dan wel dat monitoring in biota vooralsnog noodzakelijk is. Op basis van de huidige inzichten wordt verwacht dat biotamonitoring, voor in ieder geval sommige van deze stoffen, noodzakelijk zal zijn om een voldoende betrouwbaar oordeel over de chemische toestand van de KRW-waterlichamen mogelijk te maken en tekortkomingen aan de huidige werkwijze weg te nemen (STOWA, 2015). Het opzetten van een biotameetnet is daarom noodzakelijk.

In 2010 heeft Deltares een eerste analyse gedaan van de aspecten, waarmee men bij het opzetten van een biotameetnet rekening moet houden. In 2013 is hieraan een vervolg gegeven door na te gaan op welke onderdelen de Richtlijn KRW Monitoring Oppervlaktewater en het protocol Toetsen en Beoordelen zouden moeten worden aangepast (Deltares, 2013). In dat rapport kon al wel rekening worden gehouden met de aanpassing van de lijst relevante stoffen (EU, 2013), maar waren de voorstellen over soortkeuze, lokaties, meetfrequenties en andere praktische elementen nog op een concept-EU richtlijn gebaseerd. In 2014 is de EU-richtlijn voor het opzetten van een biotameetnet verschenen (EU, 2014). Daarnaast zijn recent ook binnen de ICBR afspraken gemaakt voor biotamonitoring in het Rijnstroomgebied, waaraan ook Nederland deelneemt (ICBR, 2014).

Doelstelling

Het implementeren en uitwerken van de Europese richtlijn voor biotamonitoring (EU, 2014) tot een concreet nationaal monitoringsplan voor biota onder de KRW, dat uitvoerbaar is voor zowel rijkswateren als regionale wateren.

Leeswijzer

De al genoemde EU-richtlijn voor de opzet van biotameetnetten (EU, 2014) kent een stapsgewijze aanpak, die in dit rapport wordt gevolgd. In hoofdstuk 2 worden de wettelijke kaders en verplichtingen geschetst, waarna in de hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de algemene aandachtspunten. In de EU-richtlijn wordt veel belang gehecht aan een goed inzicht in de huidige chemische druk (huidige toestand, bronnen, emissies etc) omdat deze inzichten van groot belang zijn bij de opzet van een meetnet. In hoofdstuk 4 is deze informatie samengevat. Het uiteindelijke biotameetnet wordt in hoofdstuk 5 beschreven, waarbij de verschillende keuzes in de onderliggende paragrafen inhoudelijk zijn beargumenteerd. Hoofdstuk 6 geeft een samenvatting van het biotameetnet en gaat in op de volgende stappen in het leerproces: operationele monitoring, nadere onderzoeksvragen waaronder de toepassing in regionale wateren en internationale afstemming.

In het huidige rapport wordt geprobeerd om een zo compleet mogelijk beeld van de problematiek te schetsen. Dit omvat een diversiteit aan onderwerpen, variërend van de beleidskaders, een overzicht van bestaande kennis tot en met detail aspecten als het normaliseren van meetwaarden. Daarmee is het rapport te zien als een achtergrond document voor een ieder die zich met biotamonitoring gaat bezig houden. Tegelijkertijd resulteert dit in een omvangrijk document waar de hoofdzaken niet direct uit zijn te destilleren. Om dit te ondervangen is gekozen voor een opzet waarbij ieder hoofdstuk begint met een kader waarin de belangrijkste conclusies uit het betreffende hoofdstuk zijn samengevat, waar nodig gesplitst in zaken die voor Rijkswaterstaat van belang zijn respectievelijk juist adviezen betreffen voor de waterschappen. Geïnteresseerde lezers kunnen de onderbouwing hiervan vervolgens in meer detail in het hoofdstuk teruglezen.

2 Wettelijke kaders



Samenvatting

Het KRW-biotameetnet is een invulling van wettelijk verplichte monitoringsactiviteiten binnen de KRW. Deze verplichting geldt voor zowel de zoete oppervlaktewateren als de overgangs- en kustwateren. In de Noordzee treedt daarmee een geografische overlap op met de Kader Richtlijn Marien, terwijl daarnaast een inhoudelijke overlap optreedt met Europees vastgelegde voedselveiligheidseisen. Deze drie kaders worden in dit hoofdstuk kort samengevat, waarbij de belangrijkste aspecten die de opzet van het KRW biotameetnet beïnvloeden worden toegelicht. Dit betreft met name de al bestaande verplichtingen voor biotamonitoring binnen de KRM en OSPAR, de eisen die gelden in het kustgebied waar zowel de KRW als de KRM van toepassing is en de overlap in monitoringswensen vanuit de voedselveiligheid.

2.1 KRW

In de KRW-richtlijn (EU, 2008a) is in zijn algemeenheid aangegeven dat het voor sommige stoffen wenselijk kan zijn om milieukwaliteitsnormen (MKN-waarden) niet alleen voor oppervlaktewater, maar ook voor sediment en/of biota af te leiden. Een nadere uitwerking is gegeven in de EU-richtlijn 2008/105 (EU, 2008b), die in meer detail ingaat op de milieukwaliteitsnormen voor de prioritare stoffen. In deze richtlijn is onder meer vastgelegd dat "lidstaten, waar passend, sediment en biota dienen te monitoren in een gepaste frequentie teneinde voldoende gegevens te verkrijgen voor een betrouwbare analyse van lange termijn tendensen van de prioritare stoffen, die de tendens hebben te accumuleren in sediment en/of biota". Dit is mede ingegeven door de eveneens opgenomen verplichting dat "lidstaten maatregelen dienen te nemen om ervoor te zorgen dat de huidige verontreinigingsniveaus in biota en sedimenten niet significant zullen stijgen". Deze verplichting past overigens in de algemene KRW doelstelling, dat er geen sprake mag zijn van een achteruitgang van de milieukwaliteit.

Verder is in deze EU-richtlijn 2008/105 opgenomen dat:

- * lidstaten de meetfrequentie in biota vast moeten stellen. Overigens verschilt de genoemde minimum frequentie van eenmaal per jaar (compliance monitoring; artikel 3, lid 2) tot eens in de drie jaar (trendmonitoring; artikel 3, lid 3), in beide gevallen gevolgd door de opmerking dat deze frequentie kan worden aangepast als technische kennis en het oordeel van deskundigen een andere tussenpoos rechtvaardigen;
- * lidstaten zelf aanvullende biotanormen mogen afleiden (naast die voor Hg, HCB en HCBd) en dat zij deze op een selectie van oppervlaktewaterlichamen van toepassing mogen verklaren;
- * lidstaten voor elk stroomgebiedsdistrict of het op hun grondgebied gelegen deel daarvan een inventaris opstellen, met inbegrip van kaarten indien deze beschikbaar zijn, van de emissies, lozingen en verliezen van alle in de deel A van bijlage I vermelde prioritare stoffen en verontreinigende stoffen, waar passend, met inbegrip van hun concentraties in sedimenten en/of biota;
- * lidstaten de verplichting hebben, om via de analyse van lange termijn trends te borgen dat de concentraties in sediment en/of biota niet toenemen, en dat deze verplichting niet uitsluitend op de prioritare stoffen met een biotanorm van toepassing is maar aanvullend ook geldt voor antraceen, cadmium, C10-13 chlooralkanen, DEHP, HCH, lood, pentachloorbenzeen, TBT en quinoxifen (deze laatste stof is bij de herziening, EU-richtlijn 2013/39, toegevoegd).

Deze richtlijn 2008/105 is in 2013 herzien (EU-richtlijn 2013/39). Naast een herziening van MKN-waarden en een uitbreiding van het aantal stoffen, waarvoor een biotanorm is opgenomen (van 3 naar 11), is hierin ook opgenomen dat:

- * lidstaten voor de 11 prioritare stoffen met een biotanorm alleen mogen kiezen voor monitoring in oppervlaktewater als de toegepaste analysemethode voldoet aan de in artikel 4 van Richtlijn 2009/90/EG (EU, 2009) vastgestelde minimale prestatiekenmerken. Dit betekent onder meer dat de rapportagegrens ten hoogste $\frac{1}{3}$ en de meetonzekerheid ten hoogste $\frac{1}{2}$ van de MKN mag bedragen. Alleen als ook de analyse in biota niet aan deze prestatiekenmerken zou voldoen, mag een lidstaat als nog kiezen voor monitoring in een andere matrix; In Nederland worden de prestatiekenmerken vastgesteld conform de NEN 7777 richtlijn.
- * de commissie een richtsnoer opstelt om de implementatie van deze richtlijn voor het monitoren van stoffen in biota te vereenvoudigen. Deze richtlijn is in 2014 verschenen als EU-guidance document No. 32 (EU, 2014).

Om ervoor te zorgen dat het op te zetten biotameetnet voldoet aan de verplichtingen zoals genoemd in bovenstaande EU-richtlijnen is dit EU-guidance rapport No. 32 als handvat gebruikt en zijn alle daarin beschreven stappen gevolgd.

Op twee aspecten is bij het opzetten van het biotameetnet rekening gehouden met recente en deels nog lopende discussies binnen Rijkswaterstaat en het Ministerie I&M. Dit betreft trendmonitoring en het al dan niet opnemen van stoffen in het biotameetnet naast de elf stoffen met een biotanorm. Ook binnen de stoffen zonder biotanorm zijn er meerdere met bioaccumulerende eigenschappen (zoals cadmium en HCH) of die momenteel nog niet overal met een voldoende hoge gevoeligheid in oppervlaktewater geanalyseerd kunnen worden (zoals TBT). Voor deze stoffen is besloten om voornamelijk af te zien van biotamonitoring en volledig in te zetten op een voldoende gevoelige monitoring in oppervlaktewater. Waar nodig wordt onderzoek uitgevoerd om de rapportagegrenzen te verlagen dan wel wordt bestaande kennis over geschikte analysetechnieken tussen de verschillende laboratoria gedeeld. Verder voert het ministerie I&M momenteel een discussie met de Europese commissie over de interpretatie van alle artikelen, die bepalingen omvatten over trendmonitoring. De uitkomsten hiervan kunnen gevolgen hebben voor het biotameetnet maar zijn logischerwijs nog niet voorzien.

2.2 Kaderrichtlijn Mariene Strategie

De Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) is op 15 juli 2008 in werking getreden. Het algemene doel van deze richtlijn is om in 2020 te komen tot een goede milieutoestand van alle Europese mariene wateren. De KRM is van toepassing op het gehele Nederlands Continentaal Plat (NCP) inclusief de kustwateren en overlapt daarmee met de reikwijdte van de KRW, aangezien de chemische doelstellingen van de KRW ook betrekking hebben op de kustwateren binnen de 12-mijlszone (Prins et al., 2009). Aanvullend is daarom vastgelegd dat de KRM een complementaire rol heeft en dat deze richtlijn de kustwateren slechts dekt "voor zover bijzondere aspecten van de milieutoestand van het mariene milieu nog niet zijn behandeld in de KRW of andere communautaire wetgeving" (KRM, Art. 3, lid 1b). Door de Europese Commissie is verder benadrukt dat bij de implementatie van de KRM gebruik moet worden gemaakt van de al ontwikkelde kennis en ervaring bij regionale zeeconventies, zoals OSPAR (Prins et al., 2009).

Binnen de KRM zijn er twee descriptoren specifiek gericht op de chemische toestand, namelijk descriptor 8 "vervuilende stoffen" en descriptor 9 "vervuilende stoffen in vis of visproducten voor menselijke consumptie" (Min. I&M, 2012). Voor deze descriptoren zijn vier milieudoelen benoemd, namelijk:

- * De concentraties van vervuilende stoffen tegengaan, waar deze niet aan de doelen van de KRW voldoen, conform het tijdpad van de KRW.
- * Concentraties van andere bekende stoffen, waar deze voldoen aan de normen van de KRW, niet boven de huidige concentraties laten uitstijgen en zo mogelijk verder reduceren.
- * Specifiek voor TBT en olie, waarvan nu verontreinigingseffecten worden waargenomen, is het doel deze te voorkomen.
- * De niveaus van vervuilende stoffen in vis en visproducten uit de Noordzee overschrijden de normen van nationale en internationale wetgeving niet.

Op basis van de huidige toestand en lopend beleid is de conclusie dat een aanvullende beleidsopgave boven op het huidige beleid niet voor de hand ligt (Min. I&M, 2012). Wel is monitoring van deze doelen noodzakelijk. Deze monitoring bestaat uit vijf onderdelen, namelijk:

- * oppervlaktewater in de 12-mijlszone cf. de KRW-methode
- * biota conform OSPAR's Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP)
- * de mate van vóórkomen van imposex bij zeeslakken (gastropoden) ten gevolge van TBT (OSPAR-EcoQO)
- * het percentage met olie besmeurde aangespoelde vogels (OSPAR-EcoQO).
- * gehalten in visserijproducten

Voor dit laatste onderdeel, de monitoring in visserijproducten, worden mosselen, garnalen en circa twintig commerciële vissoorten verzameld vanuit aangelande partijen. Hierdoor is de geografische herkomst niet altijd goed bekend. Voor het huidige project, het opzetten van een biotameetnet voor de KRW, is daarom vooral het 2^{de} onderdeel van belang, waarbij de gehalten van milieuverontreinigingen worden geanalyseerd conform de OSPAR-CEMP afspraken. Deze monitoring richt zich op de gehalten van kwik, cadmium, lood, PCB's, PAK's en PBDE's. Verder is het goed om te realiseren dat binnen het imposex onderzoek ook naar de TBT-gehalten in de slakken wordt gekeken. Voor TBT is binnen de KRW echter geen biotanorm opgesteld. Ten slotte is door Min I&M (2014) vastgelegd dat ook Hg, HCB en HCBd in de 1-mijlszone in biota gemeten moeten worden. Het huidige meetpunt bij Noordwijk voldoet aan deze bepaling. Ook voor de overige lokaties binnen het KRW-biotameetnet (zie §5.1) is het verstandig om vast te stellen in welke mate bestaande punten voor OSPAR-CEMP gebruikt kunnen worden.

2.3 Voedselveiligheid

Bescherming van de mens tegen een te hoge blootstelling aan toxische stoffen door het eten van vis is geregeld in de EU-richtlijn 315/93 (EU, 1993). Deze richtlijn gaat over de voedselveiligheid van een grote diversiteit aan levensmiddelen (zoals melk, groenten, noten en vruchten) en over een grote verscheidenheid aan toxicanten (zoals nitraat en mycotoxinen), maar betreft ook milieuverontreinigingen in voedsel als vis en schelpdieren. In deze richtlijn is het principe vastgelegd dat voedsel, waarin bepaalde maximale gehalten worden overschreden, niet op de markt gebracht mag worden. Deze voedselveiligheidsnormen worden vastgesteld door de EFSA (European Food Safety Agency).

Voor de controle van gehalten in onder andere vis wordt door de Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit een monitoringprogramma uitgevoerd. Deze meetgegevens zouden ook voor KRW (en KRM) gebruikt kunnen worden. Voorwaarde is dan wel dat de herkomst van de geanalyseerde visproducten bekend is. Dit is nodig om voor de betreffende locatie een oordeel over de waterkwaliteit te kunnen geven. Het verstrekken van informatie over de herkomst van visproducten is onderwerp van afstemming. De contaminanten die het betreft zijn kwik, dioxines en PCB's. Overigens zit dit aspect van voedselveiligheid ook in descriptor 9 van de Kaderrichtlijn Mariene Strategie en overlapt dit dus met hetgeen in §2.2 is beschreven.

3 Algemene aandachtspunten



Samenvatting

In de EU-richtlijn over de opzet van biotameetnetten (EU, 2014) is een centrale plaats ingeruimd voor enkele "key challenges in implementing biota standards". Deze worden hieronder samengevat, waarbij voor ieder onderwerp is bekeken op welke manier dit aspect invloed heeft op de uitgangspunten en keuzes binnen het Nederlandse biotameetnet voor de KRW. De belangrijkste aandachtspunten betreffen:

- * Bij de keuze voor een organisme, diens grootte en het weefsel waar de monitoring zich op zal gaan richten, moet men rekening houden met het beschermingsdoel waar de biotanorm op is gebaseerd (humane consumptie dan wel predatoren)
- * Het KRW-biotameetnet kan gebaseerd worden op een meetfrequentie van eens per drie jaar
- * De statistische betrouwbaarheid en precisie van het KRW-biotameetnet dient in de komende stroomgebieds-beheerplannen te worden toegelicht
- * Het KRW-biotameetnet moet zich richten op alle 11 prioritaire stoffen met een biotanorm en dient te bestaan uit een monitoring in zowel vis (meeste stoffen) als kreeftachtigen of schelpdieren (PAK's)

3.1 Beschermingsdoelen

Biotanormen zijn gericht op het beschermen van zowel predatoren in de voedselketen (zoals vogels en zoogdieren) als humane risico's bij de consumptie van vis of schelpdieren. Het beschermingsdoel met de hoogste risico's bepaalt de hoogte van de uiteindelijke biotanorm. Mede hierom adviseert de EU-richtlijn voor biotamonitoring om bij de keuze voor een organisme, diens grootte en het weefsel waar de monitoring zich op zal gaan richten, rekening te houden met dit beschermingsdoel¹. Tenslotte richt humane consumptie zich meestal op andere soorten, groottes en weefsels (filet) dan predatoren als vogels en zoogdieren doen. In tabel 3.1 is dit beschermingsdoel voor de 11 relevante prioritaire stoffen opgenomen. Hieruit blijkt dat de biotanormen voor zeven stoffen op humane consumptierisico's zijn gebaseerd, terwijl die voor de andere vier stoffen is gebaseerd op het beschermen van predatoren in de voedselketen.

Consequentie voor opzet Nederlands biotameetnet

Bij de keuze van het organisme, diens grootte en het weefsel (§5.3) moet men vastleggen waar deze keuze op is gebaseerd, of deze matrix direct aansluit op de biotanorm cq. beschermingsdoel dan wel of een zekere omrekening of standaardisatie nodig is (§5.4).

Noot. Beide beschermingsdoelen (doorvergiftiging en humane consumptie) zijn van toepassing op alle waterlichamen, ook als daar geen commerciële visvangst of schelpdierkweek plaatsvindt. Voor vis moet men bijvoorbeeld ook rekening houden met de kans dat sportvissers vissen uit eigen vangst consumeren. Dit geldt ook voor PAK's. Dit lijkt wellicht opmerkelijk aangezien deze stoffen niet in vis worden opgehoopt (PAK's worden afgebroken en sportvissers lopen dus geen risico) en de consumptie van schelpdieren uit zoetwater nauwelijks tot geen rol speelt. Consumptie van rivierkreeften kan echter wel plaatsvinden.

¹ Hierbij moet worden opgemerkt dat de beschermdoelen voor visconsumptie en doorvergiftiging soms heel dicht bij elkaar liggen. Daarom is een volledige focus op 1 van de 2 niet afdekkend voor stoffen zoals HCB, PFOS.

Tabel 3.1 Beschermingsdoelen van de biotanormen van 11 prioritaire stoffen

Stof nr.	Stofnaam	Norm ($\mu\text{g}/\text{kg}$ vers)	Ubiquitair? ¹⁾	Beschermingsdoel	Afgeleid voor
5	Gebromeerde difenylethers	0,0085	Ja	Humane consumptie	Vis
16	Hexachloorbenzeen	10		Humane consumptie	Vis
35	PFOS ²⁾	9,1	Ja	Humane consumptie	Vis
44	Heptachloor + -epoxide	0,0067	Ja	Humane consumptie	Vis
37	Dioxines (ΣTEQ)	0,0065	Ja	Humane consumptie	Vis, kreeftachtigen, schelpdieren
15	Fluorantheen	30		Humane consumptie	Kreeftachtigen en schelpdieren
28	Benzo(a)pyreen	5	Ja	Humane consumptie	Kreeftachtigen en schelpdieren
17	Hexachloorbutadieen	55 ²⁾		Predatoren	Vis
21	Kwik	20	Ja	Predatoren	Vis
34	Dicofol	33		Predatoren	Vis
43	HBCDD	167	Ja	Predatoren	Vis

¹⁾ Ubiquitaire stoffen zijn stoffen die niet meer geloosd worden, maar waar nog lange tijd normoverschrijdingen door nalevering uit het systeem te verwachten zijn. In artikel 8a van de richtlijn prioritaire stoffen (EU, 2013) is aangegeven welke prioritaire stoffen als ubiquitair worden gezien. Voor deze stoffen mag een verlaagde monitoringsinspanning gehanteerd worden.

²⁾ De EQS_{human health, food} is lager (12,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ vers). De berekening van de route humane visconsumptie kent echter de nodige onzekerheden, waardoor in de Europese normafleiding is geconcludeerd dat de norm voor doorvergiftiging ook voldoende bescherming biedt in het geval van humane consumptie.

3.2 Meetfrequentie prioritaire stoffen

De EU-richtlijn over biotamonitoring (EU, 2014) wijst op het verschil tussen trendmonitoring (eens per drie jaar) en compliance-monitoring (ieder jaar), zoals beschreven in de EU-richtlijn 2013/39, maar wijst daarbij tevens op de specifieke bepaling dat de frequentie mag worden verlaagd indien reeds een statistisch robuust referentiekader beschikbaar is met betrekking tot de aanwezigheid van die stoffen in het aquatisch milieu. In dat geval wordt als richtlijn een monitoringsfrequentie voor biota van eens per drie jaar voorgesteld.

In §4.2 van deze EU-richtlijn over biotamonitoring wordt de compliance monitoring verder opgesplitst in Toestand en Trend (T&T) en operationele monitoring (en Nader Onderzoek), maar wordt geen verschil aangebracht in de geadviseerde meetfrequentie (in beide gevallen jaarlijks). Verder is uit bestaande biotameetnetten (zie §4.3.2) bekend dat voor meerdere stoffen en meerdere watertypen/waterlichamen normoverschrijdingen (zeer) waarschijnlijk zijn. Bij een overschrijding van een norm voor prioritaire stoffen in de T&T-monitoring stelt de KRW dat tot operationele monitoring moet worden overgegaan, waarbij normaliter een hogere meetfrequentie wordt aangehouden. In de KRW-bijlage V 1.3.4 is echter niet voorzien in een wenselijke, minimale meetfrequentie voor prioritaire stoffen in biota³⁾. Dit betekent dat Nederland voor de operationele monitoring de vereiste meetfrequentie nog dient vast te stellen. Verder is in de KRW-bijlage vastgelegd dat stroomgebiedsbeheersplannen schattingen moeten bevatten van de met "het gebruikte monitoringssysteem verkregen betrouwbaarheid en precisie".

Tegelijkertijd blijkt uit deze bijlage V 1.3.4 dat de beoogde monitoringsfrequentie voor operationele monitoring logischerwijs samenhangt met de snelheid, waarmee temporele veranderingen in parameters te verwachten zijn. De meetfrequentie van stoffen in oppervlaktewater is dan ook veel hoger dan de meetfrequentie voor ecologische gemeenschappen als macrofauna en vis en die zijn weer hoger dan de meetfrequentie voor morfologische parameters. De snelheid waarmee gehalten in biota afnemen laat een tweeledig beeld zien: In eerdere decennia is deze snelheid vaak redelijk hoog en is sprake van een significante afname in gehalten (met name voor organische micro's als HCH, DDTx, Pcb, drins), terwijl de biota-gehalten over de laatste 5 á 10 jaar min of meer constant lijken (bijv. meerjarig RWS-overzicht Schelpdier JAMP, M. van der Weijden, maart 2015 of RIWA, 2004). Voor zowel T&T als operationele monitoring wordt daarom een frequentie van eens per drie jaar aangehouden.

²⁾ PFOS staat in de richtlijn vermeld als "Perfluorooctane sulfonic acid and its derivatives". Uit de risicobeoordeling blijkt dat de norm is bedoeld voor de zouten van PFOS en dat hierbij het anion (Perfluorooctane sulfonate) wordt gemeten en beoordeeld. In een waterig milieu is PFOS alleen als anion aanwezig omdat de zouten bij een neutrale pH oplossen.

³⁾ Strikt formeel is voor prioritaire stoffen geen matrix aangegeven en zou het advies van maandelijkse monitoring dus niet alleen voor concentraties in oppervlaktewater maar ook voor biota gelden.

Het verhogen van de meetfrequentie voor operationele monitoring tot jaarlijks, betekent een aanzienlijke kostenstijging terwijl niet wordt verwacht dat de hiermee verzamelde extra gegevens tot wezenlijk andere maatregelen en beleidskeuzes zal leiden.

Consequentie voor Nederlands biotameetnet

In Nederland is gekozen om de prioritairere stoffen primair te monitoren aan de hand van concentraties in oppervlaktewater op normniveau, mede omdat ook de MAC-MKN moet worden getoetst (biotamonitoring kan de oppervlaktewatermonitoring daarom niet vervangen maar zal aanvullend zijn). Voor stoffen die in deze matrix voldoende nauwkeurig geanalyseerd kunnen worden (dit betreft echter alleen fluorantheen; tabel 3.2a) voldoet dit meetnet aan bovenstaande eis voor een "statistisch robuust referentiekader". In die gevallen mag men voor biota uitgaan van een monitoringsfrequentie van eens per drie jaar.

Voor stoffen waar de rapportagegrens in oppervlaktewater nog te hoog ligt (tabel 3.2a), wordt niet aan dit criterium voldaan. In die gevallen zou men moeten nagaan op welke manier men alsnog aan bovenstaande eis voor een statistisch robuust referentiekader kan voldoen, alvorens men de meetfrequentie mag verlagen. De ubiquitaire stoffen vormen echter een uitzondering op deze regel, aangezien in de Richtlijn Prioritaire Stoffen (EU, 2013; artikel 8a lid 2) is vastgelegd dat voor deze categorie stoffen een meetfrequentie van eens per drie jaar geschikt lijkt. In tabel 3.1 is aangegeven welke stoffen als ubiquitair zijn aangemerkt. Door deze uitzondering dient men alleen voor HCB, HCBd en dicofol nog na te gaan of een meetfrequentie van eens per drie jaar voldoet aan de gestelde eisen. Dit aspect is momenteel onderwerp van een lopende discussie tussen het ministerie en de Europese commissie waardoor er nog geen definitieve voorstellen gedaan kunnen worden. Om deze besluitvorming te ondersteunen zou men voor deze drie stoffen zowel de betrouwbaarheid van het bestaande oppervlaktewatermeetnet als de verwachte snelheid van veranderingen in biota-gehalten kunnen beoordelen. Voor het oppervlaktewatermeetnet gaat het hierbij om zaken als het verschil tussen de rapportagegrens en de norm; het percentage metingen boven de rapportagegrens en de kans op een normoverschrijding. Voor gehalten in biota kan men waar mogelijk gebruik maken van gegevens uit bestaande biotameetnetten om zo de snelheid van optredende veranderingen en de kans op normoverschrijdingen in te schatten. Overigens zal zo'n analyse voor dicofol beperkingen kennen omdat het aantal analyses in oppervlaktewater nog relatief beperkt is, terwijl er voor biota vrijwel helemaal geen analyses beschikbaar zijn. Hangende deze beoordeling lijkt het redelijk om het KRW-biotameetnet vooralsnog te baseren op een meetfrequentie van eens per drie jaar.

Ten slotte vereist het vaststellen van een meetfrequentie voor de operationele monitoring van biota ook een (statistische) analyse van verwachte betrouwbaarheid en precisie, die ook in de volgende stroomgebiedsbeheerplannen moet worden vastgelegd. Een uniforme analyse van precisie en betrouwbaarheid van de Nederlandse biotameetnetten is niet beschikbaar, alhoewel er op onderdelen al wel enige kennis is op gedaan. In een statistische analyse van lange termijn trends in het zoutwater mossel meetnet (Royal Haskoning & Ecostat, 2006) hebben de onderzoekers bijvoorbeeld ook gekeken naar het effect van minder lokaties of een lagere meetfrequentie op de kans dat een trend gedetecteerd kan worden. Voor vis bespreekt IMARES (2007) de noodzakelijke omvang van een mengmonster. In hun zoektocht naar alternatieven voor de monitoring in Paling, stellen zij dat Blankvoorn en Brasem geschikte kandidaten zijn maar wordt het aantal vissen per mengmonster wel op $n=25$ gehouden (onderbouwd door literatuurdata over spreiding). Verder stellen zij dat bij een keuze voor een andere vissoort aanvullend onderzoek moet worden gedaan in individuele vissen om ook voor deze nieuwe soort inzicht in de meetvariatie te krijgen. Ook in het onderzoek van Deltares (2010) is dit aspect van precisie en betrouwbaarheid beoordeeld. Zij concluderen dat: *"de monitoringsfrequentie van eens per jaar voor Aal veel te laag is om een jaarlijks verandering van 7% statistisch te kunnen aantonen voor alle lokatie/stof combinaties. Uitgaande van deze stoffen zou voor de meeste lokaties, afhankelijk van stof en lokatie, een maandelijkse bemonsteringsfrequentie (12 keer per jaar) voldoen. Dit betekent dat wanneer een trend bepaald moet worden van een stof in het waterlichaam volgens de Operationele Monitoring, biotamonitoring wellicht te duur wordt en het kosteneffectiever is om deze stof in de waterkolom te meten, en daarna te toetsen aan de waternorm. Voor stoffen in het Toestand en Trend Monitoringsprogramma voldoet een meting van eens in de zes jaar. Hiervoor is het kosteneffectiever om te toetsen aan een norm in biota"*.

3.3 Keuze van de soort

De EU-richtlijn over biotamonitoring (EU, 2014) begint met de opmerking dat er geen algemeen advies is te geven over welke soorten bij uitstek geschikt zijn om in een biota monitoringsmeetnet te worden opgenomen. De reden hiervoor is dat de monitoringslokaties primair gekozen moeten worden vanuit vraagstellingen over de aanwezige chemische druk en niet vanuit de kans dat een bepaalde soort al dan niet aanwezig is. Daarbinnen is het natuurlijk wel van belang dat op een specifieke lokatie de geselecteerde soort relevant is, in ruime mate aanwezig en ook over de jaren een stabiel voorkomen kent. Verder wordt het wenselijk geacht om waar mogelijk aan te sluiten bij bestaande monitoringsprogramma's, zoals die in Nederland onder meer worden uitgevoerd met de Paling en *Dreissena sp.* (zie §4.3), met name omdat er op die manier al een goede basis voor trendmonitoring aanwezig is.

Ten slotte is bekend dat vele (vis)soorten geschikt zijn om aanwezige toxicanten te accumuleren maar dat iedere soort daarin eigen patronen kan laten zien. Zowel accumulatie- als eliminatiesnelheden kunnen verschillen alsmede de capaciteit waarin stoffen kunnen worden afgebroken. Ook het seizoen (paaïen), de voedselkeuze (die binnen een soort kan verschillen naar gelang de grootte van het individu) en de plaats in het voedselweb hebben invloed op de geaccumuleerde gehalten aan toxicanten. De EU- richtlijn over biotamonitoring (EU, 2014) wijst daarom op de mogelijkheid om de ruwe meetgegevens te normaliseren alvorens deze aan de norm getoetst kunnen worden. De hiervoor te gebruiken methoden zijn verder toegelicht in §5.4.

Consequentie voor Nederlands biotameetnet

Bij de opzet van een Nederlands biotameetnet voor de KRW kan men rekening houden met de al bestaande biotameetnetten (zie §4.3 voor een overzicht). Tegelijkertijd lijken de mogelijkheden om aan te sluiten op het bestaande Paling-meetnet voor de voedselveiligheid beperkt. Enerzijds doordat de overlap in geanalyseerde stoffen beperkt is, waardoor ook de meerwaarde voor trendmonitoring wordt beperkt. Anderzijds omdat er vanuit het onder druk staan van de Paling-stand eerder een (maatschappelijke) wens tot reductie van de monitoring voor deze vissoort bestaat dan verdere uitbreiding. Het onderwerp soortkeuze is daarom nader bediscussieerd in §5.3.

3.4 Keuze van de stoffen

In de Richtlijn Prioritaire Stoffen (EU, 2013/39) is vastgelegd dat lidstaten voor de 11 prioritaire stoffen met een biotanorm alléén mogen kiezen voor monitoring in oppervlaktewater als de toegepaste analysemethode voldoet aan de in artikel 4 van Richtlijn 2009/90/EG (EU, 2009) vastgestelde minimale prestatiekenmerken (zie §2.1). Dit betekent onder meer dat de rapportagegrens ten hoogste $\frac{1}{3}$ en de meetonzekerheid ten hoogste $\frac{1}{2}$ van de MKN mag bedragen. Alleen als ook de analyse in biota niet aan deze prestatiekenmerken zou voldoen, mag een lidstaat als nog kiezen voor monitoring in een andere matrix. Om deze keuze te onderbouwen is in tabel 3.2 een overzicht opgenomen van de waterkwaliteitsdoelen en rapportagegrenzen voor oppervlaktewater voor de 11 prioritaire stoffen met een biotanorm.

Uit dit overzicht blijkt dat momenteel de rapportagegrens in oppervlaktewater alleen voor fluorantheen voldoet aan de Europese kwaliteitseis dat een rapportagegrens niet hoger mag zijn dan $\frac{1}{3}$ *norm (EU, 2009). Zolang de rapportagegrenzen voor de 10 andere prioritaire stoffen niet verder verlaagd kunnen worden, blijft monitoring in biota noodzakelijk. Overigens wordt er door bijvoorbeeld Rijkswaterstaat wel gekeken naar de mogelijkheden om voor stoffen als PFOS, dicofol en heptachloor de rapportagegrenzen verder te verlagen. Uit een evaluatie van de prestatiekenmerken (die voor de biotamonitoring nog moeten worden vastgelegd cf. NEN 7777) en geschatte door-ontwikkelkosten moet vervolgens worden vastgesteld of voor de langere termijn een methode voor biota of voor water de beste keuze is. Ook zaken als emissiegegevens en reeds beschikbare meetgegevens kunnen van invloed op deze keuze zijn. Vooral snog zullen deze stoffen echter in biota gemonitord moeten worden.

Consequentie voor Nederlands biotameetnet

In combinatie met de beschermingsdoelen uit §3.1 betekent het overzicht in tabel 3.2a, dat de biotamonitoring zich voorlopig op zowel vis (meeste stoffen) als schelpdieren/kreeftachtigen (benzo(a)pyreen) moet richten.

Tabel 3.2a Overzicht van de waterkwaliteitsdoelen en rapportagegrenzen voor de 11 prioritaire stoffen met een biotanorm.

Stof	Waterkwaliteitsdoel JG-MKN		Rapportagegrens RWS ¹⁾	Beoordeling in water op korte termijn betrouwbaar?	Monitoren in biota voorsnog noodzakelijk?
	µg/l ²⁾	In:			
Kwik	7*10 ⁻⁵	BKMW, concept	1*10 ⁻³	Nee	Ja
Hexachloorbenzeen	2,6*10 ⁻⁵	"	2*10 ⁻⁴	Nee	Ja
Hexachloorbutadieen	5,5*10 ⁻⁴	"	1*10 ⁻³	Nee	Ja
Fluorantheen	6,3*10 ⁻³	EU 2013/39	2*10 ⁻³	Ja	Nee
Benzo(a)pyreen	1,7*10 ⁻⁴	"	2*10 ⁻³	Nee	Ja
PBDE's	-	"		Nee	Ja
Dicofol	1,3*10 ⁻³ 3,2*10 ⁻⁵	"	?	Nee	Ja
PFOS	6,5*10 ⁻⁴ 1,3*10 ⁻⁴	"	6*10 ⁻⁴	Nee	Ja
Dioxines	-	"		Nee	Ja
HBCDD	1,6*10 ⁻³ 0,8*10 ⁻³	"	?	Nee	Ja
Hepatachloor + -epoxide	2*10 ⁻⁷ 1*10 ⁻⁸	"	5*10 ⁻⁵	Nee	Ja

¹⁾ Afkomstig van ILOW-overzicht maart 2014; De rapportagegrens van RWS werd niet door alle andere laboratoria gehaald.

²⁾ Indien er 2 getallen zijn opgenomen heeft de eerste betrekking op zoetwater en de tweede op zoutwater.

?: nog geen gevalideerde methode / geen prestatiekenmerken

Naast bovenstaande 11 prioritaire stoffen met een biotanorm, hebben de lidstaten ook de verplichting om voor enkele andere prioritaire stoffen te borgen dat de concentraties in sediment en/of biota niet toenemen. Dit betreft antracene, cadmium, C10-13 chlooralkanen, DEHP, HCH, lood, pentachloorbenzeen en TBT. In tabel 3.2b is voor deze stoffen eenzelfde overzicht van waterkwaliteitsdoelen en huidige rapportagegrenzen gegeven. Deze tabel illustreert dat het huidige besluit om primair in te zetten op een voldoende gevoelige monitoring in oppervlaktewater voor de meeste stoffen haalbaar is.

In een meer onderzoeksmatige setting (bijv. pilot-projecten) is het overigens niet onverstandig om dergelijke stoffen in het analysepakket op te nemen als men op de betreffende lokatie zo'n stof al via oppervlaktewater monitoring als probleemstof heeft geïdentificeerd. In de EU-factsheets zijn in de meeste gevallen biotanormen terug te vinden, die kunnen helpen met de interpretatie en eventuele onzekerheden vanuit de oppervlaktewater monitoring helpen verkleinen.

Tabel 3.2b Overzicht van de waterkwaliteitsdoelen en rapportagegrenzen voor de acht prioritaire stoffen zonder biotanorm, waarvoor lidstaten de verplichting hebben te borgen dat de concentraties in sediment en/of biota niet toenemen.

Stof	Waterkwaliteitsdoel JG-MKN		Rapportagegrens RWS ¹⁾	Beoordeling in water op korte termijn betrouwbaar?	Monitoren in biota overwegen?
	µg/l ²⁾	In:			
Antracene	0,1	EU 2013/39	0,004	Ja	Nee
Cadmium	0,08 0,2	"	0,05	Waarschijnlijk	Nee
Lood	1,2 1,3	"	0,05	Ja	Nee
C10-13 chlooralkanen	0,4	"	0,1 0,5	Ja Waarschijnlijk	Nee
DEHP	1,3	"	1	Waarschijnlijk	Nee
HCH	0,02 0,002	"	0,0003	Ja	Nee
Pentachloorbenzeen	0,007 0,0007	"	0,00002	Ja	Nee
TBT	0,0002	"	0,0002	Ja	Nee

¹⁾ Afkomstig van ILOW-overzicht maart 2014; De rapportagegrens van RWS werd niet door alle andere laboratoria gehaald.

²⁾ Indien er 2 getallen zijn opgenomen heeft de eerste betrekking op zoetwater en de tweede op zoutwater.

?: nog geen gevalideerde methode / geen prestatiekenmerken / niet meer operationeel

4 Huidige chemische toestand en bestaande biotameetnetten



Samenvatting

In de EU-richtlijn over biotamonitoring (EU, 2014) wordt veel belang gehecht aan een goed inzicht in de huidige chemische druk omdat deze inzichten van groot belang zijn bij de opzet van een meetnet en met name voor de lokatiekeuze als onderdeel hiervan. Het huidige hoofdstuk schetst dit inzicht aan de hand van bestaande kennis over emissies en bronnen, de huidige toestand van het oppervlaktewater en gehalten van de 11 prioritaire stoffen in biota uit rijkswater. De belangrijkste conclusies zijn:

- * De analyse van emissies, bronnen en normoverschrijdingen in oppervlaktewater en biota geven aan dat de biotamonitoring zich niet alleen op de hoofdstroom van de rivier en het kustwater moet richten maar dat een aanvullende monitoringsinspanning in kanalen en met name meren meerwaarde heeft.
- * Bestaande biotagegevens geven aan dat de kans op normoverschrijdingen voor verschillende stoffen groot is. Dit geldt met name voor kwik en PBDE's waar de norm vrijwel altijd wordt overschreden, maar ook voor PFOS, dioxines en heptachloor (waarbij de kans op overschrijding in omvang of frequentie iets kleiner is). Voor hexachloorbutadien, fluorantheen, benzo(a)pyreen en HBCDD is de kans op een normoverschrijding in biota juist klein.
- * Als het oordeel over de chemische toestand verschilt tussen de monitoring van oppervlaktewater en biota is de kans op een normoverschrijding in biota altijd kleiner dan die voor oppervlaktewater. Het oordeel valt daarmee gunstiger uit. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de biobeschikbaarheid van de verontreinigingen en met een extra omrekeningsstap in de normaflleiding (van biota naar water op basis van omrekenfactoren). Biotamonitoring heeft daarmee een duidelijk toegevoegde waarde.
- * Een verschil in het oordeel over de chemische toestand tussen oppervlaktewater en biota leidt tot een discussie wat bepalend is voor het eindoordeel. Deze discussie kent meerdere aspecten. Vanuit de normstelling kan als startpunt worden aangegeven dat een overschrijding van de MAC-MKN in oppervlaktewater het eindoordeel altijd blijft bepalen, terwijl een oordeel over de JG-MKN in oppervlaktewater door biotamonitoring overruled kan worden. Biotamonitoring kan de monitoring van oppervlaktewater echter niet vervangen, omdat de MAC-MKN alleen met oppervlaktewatermonitoring getoetst kan worden.

Waterschappen

Deze analyse is uitgewerkt voor rijkswateren, aangezien het voorgestelde KRW-biotameetnet zich daar op richt. Waterschappen wordt geadviseerd om via pilot-onderzoek ervaring met biotamonitoring op te doen om zo op termijn een eigen invulling aan een KRW-biotameetnet te kunnen geven. Ter voorbereiding zou een vergelijkbare analyse, zoals in dit hoofdstuk voor rijkswateren is uitgewerkt, ook voor regionale wateren toegevoegde waarde hebben.

Als laaggelegen delta van een aantal grote Europese rivieren wordt een aanzienlijk deel van de chemische toestand in het Nederlandse oppervlaktewater bepaald door de bovenstroomse belasting. Bij een hoogwatergolf is de verblijftijd in de Nederlandse rivieren beperkt tot een dag of twee. Bij laagwater neemt de verblijftijd toe, maar zelfs bij een verblijftijd van enkele weken is deze klein ten opzichte van de evenwichtsinstellingen van milieucontaminanten in voedselketens, die eerder enkele maanden vergen. De gevolgen van deze bovenstroomse belasting voor de gehalten in biota kunnen daarom uitstekend worden gemonitord met een eenvoudig

basismeetnet bestaande uit meetpunten waar de rivieren ons land binnen komen en waar deze ons land weer verlaten. Om de noodzaak van een meer uitgebreide biotamonitoring vast te kunnen stellen, duidt de EU-richtlijn voor biotamonitoring (EU, 2014) op het belang van een goed inzicht in de chemische druk op het oppervlaktewater. Dit inzicht omvat kennis over aanwezige emissies en de daarin aanwezige regionale verschillen, aangevuld met kennis over de huidige chemische toestand. Om het hierboven geschetste basis biotameetnet waar nodig te kunnen verfijnen wordt een denkmodel gehanteerd waarbij als eerste stap onderscheid gemaakt wordt in de chemische drukken bij een drietal typen waterlichamen:

i) Waterlichamen in de rijkswateren

Aanwezige historische verontreinigingen in bijvoorbeeld het sediment kunnen voor verschillen in de regionale belasting van biota zorgen, waardoor een aanvullende monitoringsinspanning overwogen moet worden;

ii) Waterlichamen die voor een aanzienlijk deel onder invloed staan van het rivierwater

Zeker in de laaggelegen delen van Nederland worden veel waterlichamen beïnvloed door water uit de Rijn of Maas. Waterpeilen worden gestuurd en rivierwater wordt gebruikt om watersystemen aan te vullen of door te spoelen. De invloed van regionale emissies wordt door deze invloed beperkt, maar even goed kan het zijn dat de chemische drukken afwijken van die in het Rijkswater waardoor een aanvullende monitoringsinspanning wellicht overwogen moet worden;

iii) Waterlichamen in met name de hoger gelegen delen van Nederland

Deze waterlichamen behoren wel tot het stroomgebied van Maas, Rijn, Schelde of Eems maar ontvangen géén water uit deze rivieren (ze leveren juist water aan). Zowel de aard als de omvang van de chemische druk zal hierdoor met die van de rijkswateren verschillen. Zo zal de invloed van bovenstroomse belasting bijvoorbeeld kleiner zijn. Ook in die gevallen kan een aanvullende monitoringsinspanning overwogen worden, met name omdat verwacht kan worden dat voor ten minste enkele stoffen de chemische toestand in deze waterlichamen beter is dan in het Rijkswater-systeem.

Inzicht in dergelijke regionale verschillen in chemische druk en toestand leveren basisinformatie voor verdere besluitvorming over het opzetten van een biotameetnet in regionale wateren. Momenteel zijn er echter nog teveel onzekerheden om ook voor regionale wateren een concreet monitoringplan uit te werken. Kennisverbreding en pilot-projecten lijken hiertoe voor de komende jaren een meer geschikt middel. De huidige analyse van emissies, huidige toestand en bestaande biota-gegevens beperkt zich daarom tot de rijkswateren. Het denkmodel kan echter ook door waterschappen gebruikt worden om voor hun beheergebied een vergelijkbare afweging te maken.

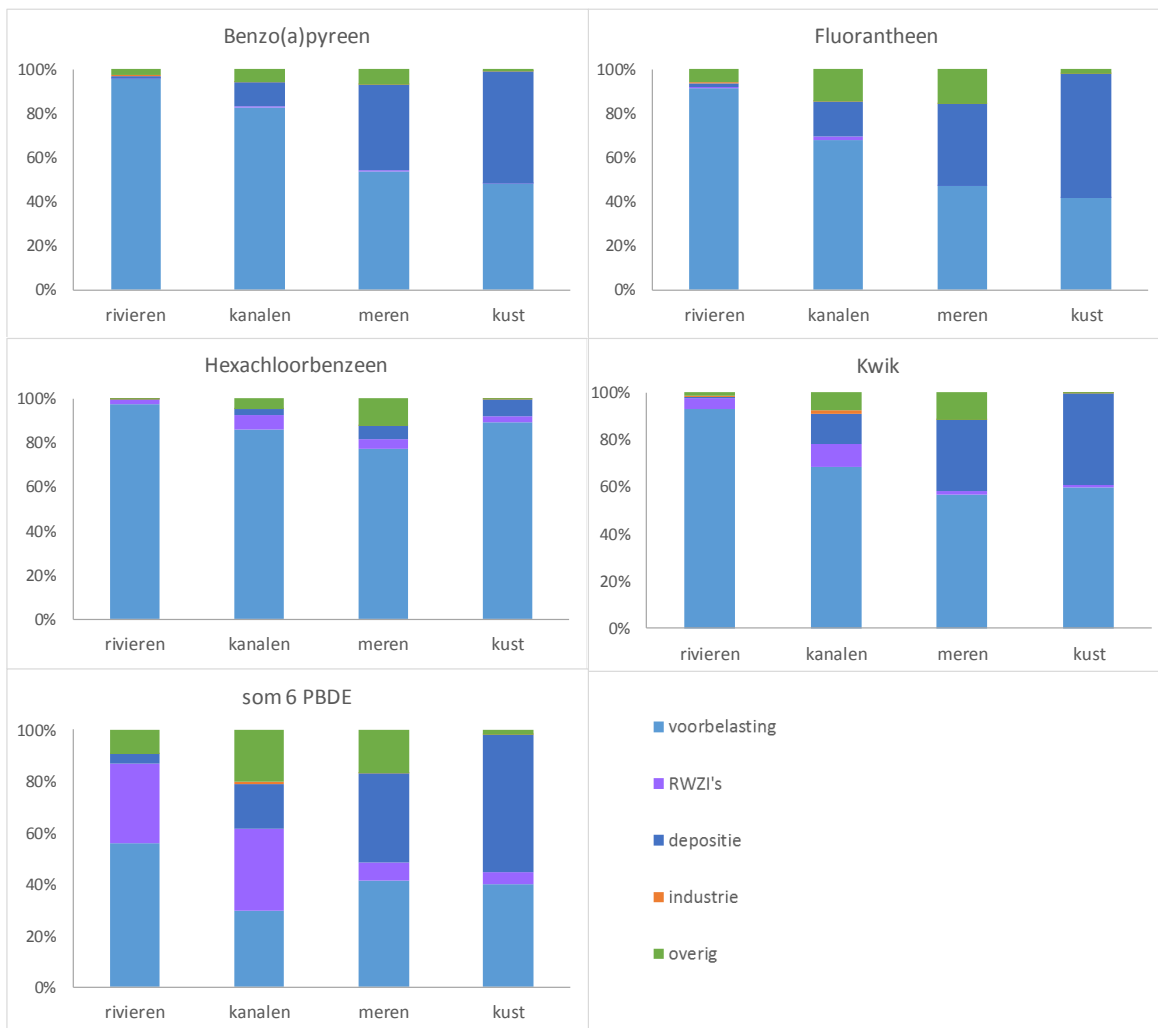
In onderstaande paragrafen wordt voor de 11 relevante prioritaire stoffen ingegaan op beschikbare kennis over aanwezige emissies en bronnen (§4.1), de huidige chemische toestand van het oppervlaktewater (§4.2; toetsoordelen mei 2015) en inzicht vanuit bestaande biotameetnetten (§4.3), waar mogelijk in kwantitatieve en getabuleerde wijze zoals in de EU-richtlijn over biotamonitoring gevraagd. Naast de inzichten vanuit de bestaande biotameetnetten wordt in §4.3 ook ingegaan op de opzet en resultaten van een lopend, door de ICBR gecoördineerd, onderzoek naar de verontreiniging van biota/vissen met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied.

4.1 Emissies en bronnen

Voor de probleemstoffen in Nederland heeft Deltares in 2012 een overzicht opgesteld van de belasting per KRW-waterlichaam (Deltares, 2012 inclusief de bijbehorende Excel-tabellen). Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de voorbelasting van bovenstroomse waterlichamen en directe bronnen als RWZI's, landbouw, depositie, run-off of verkeer. Om tot een selectie van stoffen te komen heeft Deltares gebruik gemaakt van twee stoffenlijsten, namelijk i) de Nederlandse probleemstoffen aangeleverd door de waterbeheerders (periode 2009-2011 en op basis van de toen geldende normen; dit resulteerde in een lijst van 39 probleemstoffen) en ii) Internationale stoffen voor het Rijnstroomgebied (ICBR, deze stoffenlijst bestaat uit 40 stoffen). Het samenvoegen van de Nederlandse probleemstoffen en de ICBR stoffen leverde een lijst op van 66 stoffen, waarvan er uiteindelijk 32 in de analyse betrokken konden worden. Voor de andere stoffen ontbraken benodigde gegevens in bijvoorbeeld de emissieregistratie, oppervlaktewatermonitoring of lagen alle metingen onder de detectiegrens. Vijf van deze 32 stoffen hebben een biotanorm, namelijk benzo(a)pyreen, fluorantheen, kwik, hexachloorbenzeen en som PBDE's. Overigens werd door Deltares ook opgemerkt dat de analyse voor hexachloorbenzeen en som PBDE's minder betrouwbaar is omdat veel metingen onder de rapportagegrens lagen.

Voor ieder waterlichaam geeft de bij de rapportage van Deltares horende spreadsheet inzicht in de omvang en aard van de emissies. De omvang van de emissies is gespecificeerd in kilo's; heel inzichtelijk voor een analyse van de problemen voor een specifiek waterlichaam maar minder gemakkelijk te extrapoleren naar een algemeen inzicht over alle (grote en kleine) waterlichamen. De huidige analyse heeft zich daarom gericht op het procentuele aandeel van de verschillende bronnen in een emissie. Als deze verdeling tussen waterlichamen verschilt, is dit een belangrijk element om mee te nemen in de lokatiekeuze. Het tweede deel, de omvang van de emissies, wordt in de volgende paragraaf besproken aan de hand van de oppervlaktewatermonitoring en daarmee de kans op een normoverschrijding.

Voor de analyse zijn alle waterlichamen in de rijkswateren opgedeeld in vier categorieën: i) rivier (hoofdstroom), ii) kanalen, iii) meren en iv) overgangs- en kustwater. Bij een doorvertaling van deze aanpak naar regionale wateren zal de herkomst van het oppervlaktewater (regenwater, grondwater of grote rivieren) een belangrijke rol spelen. De resultaten zijn samengevat in figuur 4.1 en illustreren zoals verwacht dat in de hoofdstroom van de rivieren min of meer alle emissies vanuit de voorbelasting afkomstig zijn. Alleen voor de PBDE's wijkt dit beeld af, maar dit kan ook te maken hebben met de door Deltares al genoemde verminderde betrouwbaarheid omdat veel meetgegevens onder de detectielimiet lagen. Voor met name "kust" en "meren" maar ook voor "kanalen" zijn er duidelijke verschillen in het relatieve belang van de emissiebronnen en is een extra monitoringsinspanning in deze gebieden gerechtvaardigd. Overigens zegt dit nog niets over de hoogte van de belasting (daarvoor wordt in § 4.2 naar de normoverschrijdingen in het oppervlaktewater gekeken) maar wel over herkomst.



Figuur 4.1. Relatieve belang van verschillende emissiebronnen voor waterlichamen in de rijkswateren, opgedeeld in de categorieën rivier, kanaal, meer en kust.

4.2 Huidige chemische toestand oppervlaktewater

Om inzicht te krijgen in de mate waarin de 11 prioritair stoffen met een biotnorm de normen in oppervlaktewater overschrijden is gebruik gemaakt van de toetsing van de chemische toestand uit het voorjaar 2015. Ook voor deze analyse zijn de waterlichamen uit de rijkswateren opgedeeld in de vier hierboven genoemde categorieën rivieren, kanalen, meren en kust. Uit de overzichten blijkt dat er voor 12 prioritair stoffen normoverschrijdingen zijn vastgesteld in ten minste één van de waterlichamen. Binnen deze stoffen met een normoverschrijding zijn er vijf die ook een biotnorm hebben, namelijk de PAK's benzo(a)pyreen en fluorantheen, kwik, hexachloorbenzeen en hexachloorbutadieen. De andere zeven stoffen met een normoverschrijding waren een drietal andere Paks's (BbF, BghiPe, BkF), TBT, Ni, DEHP en HCH.

Voor de stoffen die én de norm in oppervlaktewater overschreden én een biotnorm hebben, is in figuur 4.2 geïllustreerd in welk deel (%) van de waterlichamen de JG-MKN of MAC-MKN in oppervlaktewater werd overschreden. In overeenstemming met bovenstaande analyse van emissies en bronnen blijkt ook uit de normoverschrijdingen in oppervlaktewater dat de oordelen voor waterlichamen in de categorieën "kust" en "meren" duidelijk van de hoofdstroom van de rivieren afwijken. De kanalen vertonen, niet onverwacht, de meeste overeenkomsten met de rivieren, maar het percentage normoverschrijdingen ligt (m.u.v. kwik) telkens ongeveer 10% lager.

Dit inzicht in de normoverschrijdingen in oppervlaktewater ondersteunen daarmee de conclusie in §4.1 over de emissies dat een aanvullende monitoringsinspanning voor kanalen en zeker de meren meerwaarde heeft.



Figuur 4.2. Het aantal waterlichamen (%) met een normoverschrijding voor een van de genoemde stoffen met een biotnorm.

De concentraties van de andere prioritair stoffen in oppervlaktewater voldeden aan de JG-MKN en MAC-MKN óf waren niets toetsbaar omdat de detectiegrens groter dan de norm was (bijv. heptachloor en -epoxide) óf zijn niet geanalyseerd. Dit laatste geldt voor meerdere van de nieuwe prioritair stoffen zoals dicofol, PFOS en HBCDD. Deze maakten tot voor kort nog geen deel uit van de routinematige chemische monitoring. Om ook voor deze stoffen een eerste inschatting te kunnen maken van de kans op een normoverschrijding in het oppervlaktewater, is gebruik gemaakt van het overzicht dat recent door Ecofide voor zowel de rijkswateren als regionale wateren is opgesteld (Stowa, 2015). Uit dit overzicht werd geconcludeerd dat voor meerdere van deze nieuwe prioritair stoffen een normtoetsing niet goed mogelijk was omdat de rapportagegrens in oppervlaktewater groter was dan de norm. Binnen de nieuwe prioritair stoffen met een biotanorm betrof dit dicofol, PFOS en heptachloor. Tegelijkertijd zijn er voor zowel PFOS als heptachloor (+epoxide) ook meetbare concentraties in de Rijkswateren vastgesteld, waardoor het bestaan van normoverschrijdingen waarschijnlijk is. Voor HBCDD waren geen analyses in rijkswateren beschikbaar.

4.3 Huidige biotameetnetten en gehalten

Bestaande biotamonitoring in Nederland richt zich op zowel waterkwaliteitsvragen als voedselveiligheidsaspecten en wordt met meerdere organismen uitgevoerd, zoals zoet en zoutwater mosselen, Paling, Bot en mariene slakken. In §4.3.1 wordt een overzicht van deze meetnetten gegeven, met name gericht op omvang (lokaties en meetfrequentie) en stoffenpakketten. In §4.3.2 zijn de gegevens uit deze meetnetten vervolgens samengevat om zo een eerste indruk te krijgen van de kans op een normoverschrijding in het Nederlandse oppervlaktewater. Dit overzicht is gericht op de 11 stoffen met een KRW-biotanorm en alleen gebaseerd op soorten uit de groep waarvoor de biotanorm is afgeleid (zie tabel 3.1; meestal vis, behalve voor PAK's). In tabel 4.12 zijn deze inzichten samengevat, die daarmee bijdraagt aan de onderbouwing van de lokatiekeuze (§5.1).

4.3.1 Bestaande meetnetten

In Nederland wordt biotamonitoring uitgevoerd door zowel het ministerie van I&M (doel: waterkwaliteit) als Economische zaken (doel: voedselveiligheid).

Biotameetnet gericht op de waterkwaliteit

Het biotameetnet van het ministerie van I&M bestaat uit zeven onderdelen en omvat zowel zoet, brak als zoutwater. Chemische analyses vinden plaats in schelpdieren, vis, mariene slakken en vogeleieren en richten zich op diverse contaminanten. Deze zeven deel-meetnetten zijn hieronder in meer detail beschreven en in tabel 4.1 en figuur 4.3 samengevat.

1 Schelpdieren/Mosselen-ABM zoete wateren

Dit deelmeetnet maakt gebruik van actieve biologische monitoring (ABM)⁴, waarbij *Dreissena* sp. afkomstig uit de referentielokatie IJsselmeer gedurende 6 weken in kooitjes op verschillende lokaties worden uitgehangen. Dit gebeurt meestal in de periode oktober-november. In het begin van deze actieve monitoring met zoetwatermosselen werd veelal gebruik gemaakt van de Driehoeksmossel *Dreissena polymorpha*, terwijl vanaf 2012 meestal de Quaggamossel *Dreissena rostriformis bugensis* wordt gebruikt. Dit heeft te maken met de bestandsveranderingen in het IJsselmeer.

Het deelmeetnet omvat 18 zoetwater lokaties (inclusief referentielokatie), die iedere drie jaar worden bezocht en waarbij PAK's, PCB's, HCB, HCBd, TBT, PBDE's en diverse metalen worden geanalyseerd. Het parameterpakket kent daarmee een gedeeltelijke overlap met de huidige 11 prioritair stoffen met een KRW-biotanorm. Overigens worden momenteel op dezelfde lokaties op projectbasis silicone sheets voor Solid Phase Passive Sampling (SPS) uitgehangen. Ook in deze sheets richten de chemische analyses zich op PAK, PCB, TBT, PBDE's en zware metalen.

⁴ Bij actieve biomonitoring worden organismen van elders gedurende een bepaalde periode op de betreffende lokatie uitgehangen en blootgesteld.

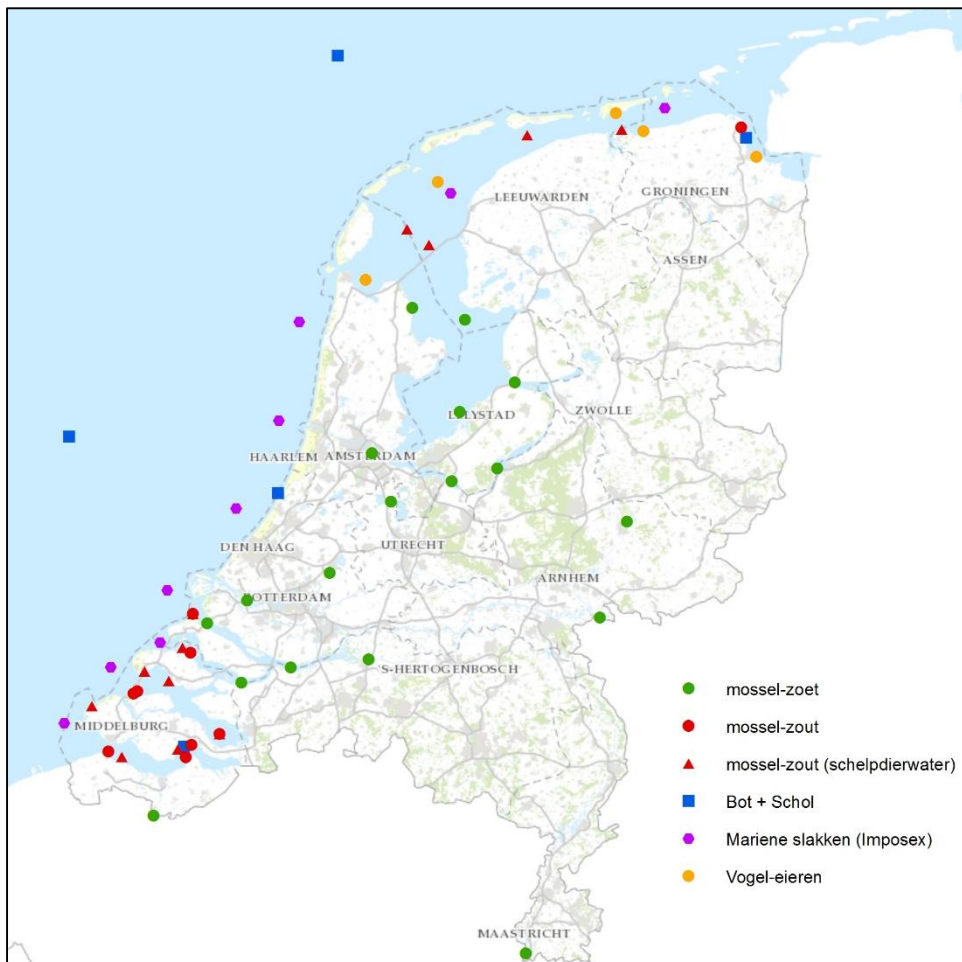
2 Schelpdieren/Mosselen-ABM zoute wateren

Dit deel-meetnet komt qua opzet en uitvoering grotendeels overeen met hetgeen hierboven voor het zoete water is beschreven. De belangrijkste verschillen betreffen het gebruik een estuariene/mariene soort (*Mytilus edulis*) en een iets kleiner aantal lokaties die uitsluitend op Zeeland zijn gericht (7 lokaties verdeeld over Westerschelde, Oosterschelde, Grevelingenmeer en Voordelta). De monitoring wordt jaarlijks uitgevoerd.

De parameterlijst komt grotendeels overeen met die voor het zoete water; alleen is men in 2002 met de Pak-analyses gestopt. Verder wordt op deze zoute lokaties ook simultaan onderzoek uitgevoerd met silicone sheets.

3 Mariene schelpdieren-PBM zoute wateren

Naast de actieve biologische monitoring zoals hierboven beschreven, vindt er ook passieve biologische monitoring (PBM) plaats. Hierbij worden de schelpdieren niet uitgehangen maar ter plaatse verzameld. De bemonstering is gericht op de mossel *Mytilus edulis*, maar sinds 2012 wordt aanvullend ook de Japanse oester *Crassostrea gigas* bemonsterd. Met dit deelmeetnet wordt invulling gegeven aan enkele verplichtingen vanuit de Kader Richtlijn Marien (KRM) en OSPAR (JAMP-CEMP)⁵. Het deelmeetnet is beperkt tot twee lokaties (Westerschelde en Eems-Dollard), die jaarlijks worden gemonitord. Het parameterpakket bestaat uit PAK's, PCB's, HCB, HCBd, diverse andere OCB's zoals HCH en DDT, TBT, PBDE's en diverse metalen. Monsternamen vindt plaats in de periode september-oktober, waarbij de mosselen in vijf verschillende grootte klassen worden opgesplitst.



Figuur 4.3. Ligging van de lokaties in de bestaande biotameetnetten.

⁵ JAMP = Joint Assessment and Monitoring Programme; CEMP = Coordinated Environmental Monitoring Programme

4 Mariene schelpdieren-schelpdierwater

In dit deelmeetnet worden bacteriologische parameters en chemische contaminanten in schelpdieren uit schelpdierproductiewateren gemonitord, zoals de Westerschelde, Oosterschelde, Grevelingenmeer, Voordelta (Noordzee) en Waddenzee. In totaal worden 12 lokaties, ieder eens per drie jaar gemonitord. De monitoring is gebaseerd op de verplichtingen in het kader van de Schelpdierwaterrichtlijn 2006/113/EG en wordt uitgevoerd middels passieve biologische monitoring, die zich primair richt op de gewone mossel, *Mytilus edulis*, met als alternatieve schelpdiersoorten de Kokkel (*Cerastoderma edule*) of Japanse oester (*Crassostrea gigas*). De monitoring vindt plaats in de periode november – december. Naast bacteriologische parameters als het aantal thermotolerante fecale colibacteriën, richt het chemische deel van deze monitoring zich op metalen (waaronder Hg, Cd, Pb), HCB en enkele PCB's.

5 Mariene slakken

Deze monitoring richt zich voornamelijk op het optreden van biologische effecten (intersex/imposex) door organotinverbindingen in mariene slakken. De monitoring wordt op negen lokaties in de Westerschelde, Oosterschelde, Kustzone, Waddenzee en Eems-Dollard uitgevoerd conform de internationale verplichtingen vanuit de Kader Richtlijn Marien (KRM) en OSPAR (JAMP-CEMP; Verdrag van Parijs 1992). Het onderzoek wordt jaarlijks in de periode maart – juli uitgevoerd en richt zich op Alikruiken (*Littorina littorina*; intersex) en Gevlochte Fuikhoorns (*Nassarius reticulatus*; imposex). Naast de biologisch effectparameters wordt op iedere lokatie een mengmonster van 40 slakken geanalyseerd op de gehalten van een zestal organotin-verbindingen.

6 Vissen (bot en schol) in mariene wateren

Naast de hierboven al genoemde monitoring van mosselen, wordt er binnen de internationale verplichtingen vanuit de KRM en OSPAR ook onderzoek gedaan naar visziekten en contaminant gehalten in vis. In Nederland wordt dit onderzoek uitgevoerd met de Bot *Platichthys flesus* (kustwater) of de Schol *Pleuronectes platessa* (open zee, buiten de 12-mijlszone) en zijn telkens drie lokaties geselecteerd. De monsternamen vindt plaats in de periode augustus-september (Schol vanaf 2014). Vanaf 2014 richt de bemonstering zich op vrouwelijke vissen, die binnen één grootteklasse vallen om zo de variatie in de metingen te beperken. In eerdere jaren werden juist mannelijke vissen lengte-gestratificeerd bemonsterd. De chemische analyses richten zich op de gehalten in spierweefsel (kwik) en vooral lever (diverse metalen, PCB's, OCB's waaronder HCB, HCBd en heptachloor, PBDE's, HBCDD, PFOS). Daarnaast worden Pak-metabolieten in gal gemeten. Schol wordt hierbij op een iets beperkter set parameters geanalyseerd dan Bot. Het onderzoek aan visziekten vindt tweejaarlijks plaats.

7 Vogeleieren in mariene wateren

In de Waddenzee en de Eems-Dollard wordt onderzoek gedaan aan de chemische contaminanten in eieren van de Scholekster (*Haematopus ostralegus*) en visdief (*Sterna hirundo*). Het onderzoek wordt uitgevoerd op 5 lokaties, waarbij de eieren worden geanalyseerd op kwik, OCB's en PCB's. Het meetnet is onderdeel van het biotameetnet voor het Trilateral Monitoring and Assessment Program (TMAP) van de Waddenzee conventie en van het OSPAR CEMP.

Biotameetnet gericht op de voedselveiligheid

8 Zoetwater vis (Paling)

Het biotameetnet Paling wordt uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en bestaat uit vaste en roulerende lokaties. Jaarlijks wordt er gemonitord op acht vaste lokaties (Hollandsch Diep; IJssel, IJsselmeer, Lek, Maas, Rijn, Volkerak, Waal) alsmede op een variabel aantal roulerende lokaties (10-15/jaar), verdeeld over schone en verontreinigde gebieden. Deze roulerende lokaties liggen niet vast, zodat er in de meetinspanning met andere aspecten rekening gehouden kan worden. Hierbij valt te denken aan het relatieve belang van een lokatie qua vangst, aan eerdere resultaten of aan lopende discussies over het al dan niet inperken of vergroten van gesloten gebieden. Deze flexibele invulling past bij het doel van dit meetnet maar maakt een structurele afstemming met het KRW-biotameetnet moeilijk. De interesse gebieden van beide meetnetten overlappen echter wel. Daarom is het verstandig om elkaar "op de werkvloer" te informeren en te beoordelen of men bij met name de bevissing gezamenlijk op kan gaan.

9 Mariene schelpdieren

Door de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit worden de voedselveiligheidsrisico's van schelpdieren in de Nederlandse kustwateren gemonitord. Hiertoe worden zowel op het gebied van microbiologie, marine toxines als op potentieel toxisch fytoplankton, analyses uitgevoerd, die gezamenlijk inzicht geven in de voedselveiligheids-risico bij directe consumptie van rauwe schelpdieren. Deze gegevens worden vertaald in kortstondige maatregelen voor de visserij, waaruit tevens aanpassingen van de regelgeving voort kunnen vloeien.

Het bemonsterschema wordt jaarlijks vastgesteld in samenspraak met Productschap Vis, levensmiddelen bedrijven in de schelpdiersector, ambtenaren van ministerie LNV, directie Visserij, RIKILT en IMARES. In de eerste helft van het jaar (tot en met juni) wordt 1 maal per maand bemonsterd. Gedurende de zomermaanden wordt wekelijks bemonsterd (juli tot en met oktober). In november en december wordt de bemonsterfrequentie verlaagd naar twee keer per maand.

Bovenstaande meetnetten zijn niet opgezet vanuit de KRW-biotamonitoring, waardoor de werkwijze van deze meetnetten (bijv. ten aanzien van organisme en stofgroepen) niet of niet optimaal aansluit. Het "imposex meetnet" (nr. 5) levert qua chemische analyses bijvoorbeeld alleen gegevens voor enkele organotin-verbindingen. Heel essentieel voor het doel van dat meetnet, maar binnen de KRW bestaat er voor deze groep stoffen geen biotanorm. Verder hebben het vogeleieren meetnet (nr. 7) en de monitoring van de voedselveiligheid voor mariene schelpdieren (nr. 9) door de gekozen matrix resp. parameters ook geen directe relevantie voor de KRW-monitoring. Deze meetnetten zijn daarom niet opgenomen in het samenvattend overzicht in tabel 4.1. Uit dit overzicht blijkt dat de overlap tussen bestaande meetnetten en de gewenste opzet vanuit de KRW-biotamonitoring beperkt is. Klassieke stoffen als kwik, hexachloorbenzeen en PAK's worden frequent geanalyseerd, maar niet altijd in het meest optimale organisme en voor nieuwe stoffen als dicofol, PFOS en HBCDD is het aantal analyses beperkt. Tegelijkertijd kunnen gegevens uit deze bestaande meetnetten wel degelijk nuttige informatie opleveren, die bruikbaar is voor de keuzes die binnen het opzetten van een KRW-biotameetnet gemaakt moeten worden. De ligging van de monsterlokaties is weergegeven in figuur 4.3.

Tabel 4.1 Samenvattend overzicht van bestaande biotameetnetten, waarin gehalten van (enkele van) de 11 prioritaire stoffen met een biotanorm worden vastgesteld. Groen gemarkeerde cellen verwijzen naar meetnetten waar de betreffende stof ook in het gewenste organisme (zie tabel 3.1; beschermingsdoel) wordt geanalyseerd.

	Matrix (tabel 3.1)	Schelpdier				Vissen		
		1-Zoetwater <i>Dreissena</i> ABM	2-Zoutwater <i>Mytilus</i> ABM	3-Zoutwater <i>Mytilus/Crass</i> PBM	4-Zoutwater <i>Mytilus/Crass</i> Schelpdierwater	6-Zoutwater <i>Platichthys</i>	8-Zoetwater <i>Anguilla</i>	10-Zoetwater Rijn-pilot
Kwik	Vis	X	X	X	X	X	X	X
Hexachloorbenzeen	Vis	X	X	X	X	X	X	X
Hexachloorbutadieen	Vis	X	X	X		X	X	X
Fluorantheen	Crust+Moll	X	tot 2002	X				
Benzo(a)pyreen	Crust+Moll	X	tot 2002	X				
PBDE's	Vis	X	X	X		X	X	X
Dicofol	Vis							
PFOS	Vis					X	X	X
Dioxines	Vis						X	X
HBCDD	Vis					X	X	X
Hepatachloor+ epoxide	Vis			X		X	X	X

ABM = Actieve Biologische Monitoring; PBM = Passieve Biologische Monitoring

Crust+Moll = Kreeftachtigen (Crustacea) en schelpdieren (Mollusca)

Mytilus/Crass = *Mytilus edulis* en *Crassostrea gigas*

Lopende onderzoeksprojecten

10 Lopend ICBR-onderzoek (ICBR, 2014; IMARES, 2015)

Naast deze biotameetnetten is er in 2014 een pilot-project opgestart als Nederlandse bijdrage aan een door de ICBR gecoördineerd onderzoek naar de verontreiniging van vissen met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied. Dit onderzoek wordt in opdracht van Rijkswaterstaat door IMARES uitgevoerd en alhoewel het project nog niet is afgerond bieden de gehanteerde methoden en eerste resultaten relevante, aanvullende inzichten. Het doel van

ICBR is één monitoringprogramma voor Toestand- en Trend-monitoring in het gehele Rijnstroomgebied, waarbij de methoden tussen de landen zoveel mogelijk zijn geüniformeerd en waarbij de resultaten aan zowel de KRW-biotanormen als de voedselveiligheidsnormen getoetst kunnen worden.

Door deze afstemming tussen Europese landen en de al door Nederland gedane toezegging om aan dit onderzoek mee te werken is het verstandig om bij de opzet van het KRW-biotameetnet zoveel mogelijk aan te sluiten op de aanpak en methoden, zoals die in dit ICBR onderzoek worden gehanteerd.

Het ICBR-onderzoek is in het najaar van 2014 uitgevoerd in het Hollandsch Diep, Getijdenmaas, Ketelmeer en IJsselmeer⁶, waarbij telkens vier algemeen aanwezige vissoorten zijn bemonsterd (Brasem, Blankvoorn, Baars en Snoekbaars). Inzicht in eventuele verschillen in de interne gehalten tussen deze vier soorten levert relevante informatie voor de uiteindelijke keuze van een vissoort in het KRW-biotameetnet. Daarnaast zijn met deze vissoorten beide beschermingsdoelen (doorvergiftiging en humane consumptie) vertegenwoordigd (Snoekbaars en Baars zijn traditioneel commercieel interessante soorten, maar ook Brasem en Blankvoorn worden in toenemende mate commercieel bevestigd ten bate van export naar Oost Europese landen).

De vis werd in meerdere trekken (boomkor of kuil) en zoveel mogelijk verspreid over het gehele waterlichaam verzameld. Per waterlichaam werd van elke soort één mengmonster samengesteld uit 10 sub-adulte vissen. Dit zijn vissen waarvan verwacht mag worden dat zij zich het volgende jaar voor het eerst zullen voortplanten (globaal in de lengteklasse 10-25cm; voor Snoekbaars iets groter).

Daarnaast zijn van elke soort 20 grotere exemplaren verzameld met een lengte die voor menselijke consumptie in aanmerking komt (bij voorkeur zo'n 30-40cm, voor Snoekbaars rond de 60cm). De sub-adulte vissen werden in hun geheel geanalyseerd (beschermingsdoel: voedselketen), terwijl van de grotere individuen alleen filet werd geanalyseerd (beschermingsdoel: humane consumptie). Op basis van de onderzoeksresultaten kan vervolgens bekeken worden of men beide beschermingsdoelen middels omrekenfactoren kan toetsen met metingen in vissen van één lengteklasse.

Met uitzondering van PAK's (die door vissen worden afgebroken en daarom niet accumuleren) en dicofol (waarvoor in Nederland nog geen gevalideerde analysemethode bestaat) zijn alle stoffen geanalyseerd waarvoor in de KRW-biotanormen zijn opgenomen (zie tabel 3.1).

4.3.2 Bestaande biota-gegevens

Bovenstaand overzicht van bestaande biotameetnetten levert inzicht in de vraag of het KRW-biotameetnet hierop kan aansluiten. Daarnaast geven de meetnetten inzicht in de aanwezige gehalten van de verschillende stoffen. Deze kennis van mogelijke normoverschrijdingen is nodig om het KRW-biotameetnet verder te detailleren en met name zinvol als de gehalten ook zijn vastgesteld in het gewenste organisme (beschermingsdoel; tabel 4.1). In onderstaande overzichten zijn daarom alleen analyses in mosselen (voor de PAK's) of in vis (alle overige stoffen) opgenomen, waarna de ruwe meetgegevens (uitgedrukt in µg/kg versgewicht) zijn vergeleken met de geldende biotanorm. Meer uitgebreide tabellen zijn opgenomen in bijlage 1, die vervolgens zijn samengevat tot de overzichtstabellen in onderstaande paragrafen. De gegevens zijn met name afkomstig uit de databases van Rijkswaterstaat, RIKILT en IMARES, waar nodig aangevuld met andere gegevens zoals uit IMARES (2008, 2012, 2015) of Ecofide (2011a en 2011b). Het is van belang om dit als een eerste, voorlopige inschatting te zien. De gegevens zijn namelijk niet verder gestandaardiseerd. In §5.4 is toegelicht hoe de ruwe meetgegevens gestandaardiseerd kunnen worden op vet- of vochtgehalte en op trofisch niveau. In die paragraaf is met een rekenvoorbeeld geïllustreerd dat een gehalte in vis op zich kan voldoen aan de biotanorm, maar dat er na correctie op het trofisch niveau van de vis toch alsnog sprake kan zijn van een normoverschrijding. Dit trofisch niveau is echter niet voor alle geciteerde onderzoeken vastgesteld. Ook is er nog geen geaccordeerde lijst met de voor deze standaardisatie noodzakelijk biomagnificatiefactor van alle 11 relevante prioritaire stoffen. Ten slotte worden sommige biotamonitoringen (met name Ospar-CEMP) momenteel uitgevoerd in lever-weefsel. Ook deze resultaten zijn zonder verdere standaardisatie moeilijk met de biotanorm te vergelijken.

⁶ Hollands Diep (/Haringvliet), Ketelmeer en IJsselmeer zijn opgenomen in het ICBR Rijnmeetprogramma Chemie 2007-2012. De Getijdenmaas is opgenomen ter voorbereiding van een KRW-biotamonitoring-programma.

Kwik

In tabel 4.2 zijn de gegevens over kwikgehalten in vissen uit Nederlandse wateren geïllustreerd. De kwik-analyses zijn uitgevoerd in zowel filet (spierweefsel) als in gehele vis en betreffen lokaties in rivieren, kanalen, meren, regionale wateren en kustwateren. Uit deze gegevens blijkt dat de KRW-biotanorm op alle lokaties wordt overschreden en dat de mate van overschrijding slechts weinig tussen de lokaties verschilt. Ook de diverse soorten mariene vis (Schol, Kabeljauw etc), die op meerdere lokaties in de Noordzee werden gevangen voldoen niet aan de KRW-biotanorm, alhoewel de range aan kwikgehalten in deze lokaties wel het laagste is. Verder lijken de gehalten tussen de soorten iets te verschillen met bijvoorbeeld relatief lage gehalten in Blankvoorn. Zonder verdere standaardisatie kunnen uit deze verschillen echter geen conclusies getrokken worden. Zo concludeert IMARES (2008) dat het verschil tussen Blankvoorn en Paling waarschijnlijk grotendeels het gevolg is van een verschil in geanalyseerd weefsel (gehele vis versus filet).

Dit beeld over de kwikverontreiniging in Nederland komt overeen met een studie van IMARES naar de relaties tussen kwik in Paling, waterbodembodem en zwevende stof (IMARES, 2010), die voor een groot aantal lokaties vergelijkbare ranges aan kwikgehalten in Paling geven en waarbij de biotanorm wederom overal wordt overschreden. Palingen met een lengte boven de 40cm hebben gemiddeld genomen iets hogere ranges dan kleinere Palingen. Ook in de ons omringende landen worden overschrijdingen van de biotanorm voor kwik veelvuldig aangetroffen. Zo concludeert de ICBR (2011) dat "de MKN voor kwik in biota overal en systematisch in alle delen van het Rijnstroomgebied wordt overschreden" en concludeert men in Vlaanderen dat "de huidige Europese biota-MKN voor Hg voor de meeste Vlaamse en Europese waterlopen onhaalbaar blijkt en dus onrealistisch laag ligt" (De Jonge et al., 2014). Deze laatste constatering, dat de norm onrealistisch laag zou liggen, behoeft enige nuancering. Als een norm gebiedsdekkend niet wordt gehaald, kan het namelijk ook zo zijn dat de kwikgehalten gewoon te hoog zijn. De biotanorm van kwik is degelijk onderbouwd en er is zeer veel literatuur over de doorvergiftigingsrisico's van kwik. Zo concludeert Depew et al (2012) in een recent literatuuronderzoek dat een maximaal gehalte van 100 µg Hg/kg voedsel voor de IJsdruiker een redelijke grenswaarde is (vanaf 180 µg/kg waren er zichtbare effecten). Als men vervolgens deze waarde zou veralgemeniseren om daarmee alle soorten predatoren te beschermen ligt de uiteindelijke norm logischerwijs een stuk lager. De biotanorm van 20 µg/kg vers is daarmee niet onrealistisch vanuit de risicobeoordeling maar waarschijnlijk wel vanuit de wens om de chemische KRW-normen om afzienbare termijn te gaan halen.

Tabel 4.2 Ranges aan kwikgehalten (µg/kg versgewicht) in verschillende vis-soorten. Gehalten boven de huidige KRW-biotanorm van 20 µg/kg vers zijn oranje gemarkeerd. Gehalten onder de norm zijn groen gemarkeerd.

Lokatie	Soort Weefsel Jaren	Paling filet 2005-2013	Blankvoorn/brasem geheel 2007-2015	Snoekbaars geheel 2005-2015	Baars geheel 2015	Stekelbaars geheel 2011	Bot filet 2005 – 2014	Diverse vis ¹⁾ geheel 2005 -2014
Rijkswateren								
Rivieren/hoofdstream		72 – 303	20 – 64	100 – 272	38			
Kanalen		100 – 140		185 – 199				
Meren		56 – 200	34 – 123	84 – 300	52 - 70			
Regionale wateren								
Met rivierinvloed		30 – 130						
Zonder rivierinvloed		39 - 150				70 – 110		
Kustwater, overgangswateren & Noordzee								
Kust en overgang		90					23 – 530	
Noordzee								19 – 53

¹⁾ o.a. Haring, Kabeljauw, Schol, Schar, Schelvis, Tong

Hexachloorbenzeen

In tabel 4.3 zijn de gegevens over HCB-gehalten in vissen uit Nederlandse wateren samengevat. Dit betreft analyses in filet, gehele vis en lever. Zonder verdere standaardisatie (zie §5.4) zijn de verschillende vissoorten daarom moeilijk met elkaar te vergelijken. Wel blijkt uit de voorlopige vergelijking met de KRW-biotanorm dat de HCB-gehalten in veel gevallen onder de norm liggen. Overschrijdingen zijn eigenlijk alleen aangetroffen in Paling uit de grote rivieren, waarbij de overschrijdingsfactor in omvang beperkt is (maximaal een factor 4). Hierbij moet ook worden opgemerkt dat er onder deze Paling-analyses veel Schieralen zitten met een verhoudingsgewijs hoog vetgehalte. Voor een meer accurate inschatting van de kans op een overschrijding van de biotanorm zouden de gehalten daarom nog op een vetgehalte van 5% (zie §5.4) genormaliseerd moeten worden, waardoor de normoverschrijdingen in omvang afnemen of verdwijnen. Aan de andere kant dienen de resultaten van Blankvoorn nog op het trofisch niveau genormaliseerd te worden, waardoor de gehalten zullen stijgen (zie rekenvoorbeeld in §5.4). Samenvattend betekent dit dat er een redelijke kans is op een normoverschrijding in de grote rivieren, terwijl die kans voor kanalen, meren en regionale wateren kleiner is.

Tabel 4.3 Ranges aan hexachloorbenzeen-gehalten ($\mu\text{g}/\text{kg}$ versgewicht) in verschillende vis-soorten. Gehalten boven de huidige KRW-biotanorm van $10 \mu\text{g}/\text{kg}$ vers zijn oranje gemarkeerd. Gehalten onder de norm zijn groen gemarkeerd.

Lokatie	Soort	Paling	Blankvoorn/ brasem	Snoekbaars	Baars	Bot	Diverse vis ¹⁾
	Weefsel Jaren	filet 2005-2013	geheel/filet 2007-2015	geheel/filet 2005-2015	geheel/filet 2015	lever 2005 – 2014	geheel 2005 -2014
Rijkswateren							
Rivieren/hoofdstroom		1,8 – 42	2,9 – 7,3	0,8	0,4		
Kanalen		2,7 – 33					
Meren		0,8 - 17	1,6 - 5,9	0,1 - 0,2	0,2		
Regionale wateren							
Met rivierinvloed		0,8 – 11					
Zonder rivierinvloed		0,7 – 2,3					
Kustwater, overgangswateren & Noordzee							
Kust en overgang		<1 – 5,6				0,08 – 22	
Noordzee							0,1 – 1,1

¹⁾ o.a. Haring, Kabeljauw, Schol, Schar, Schelvis, Tong

Hexachloorbutadien

In tabel 4.4 zijn de gegevens over de hexachloorbutadien-gehalten in vissen uit Nederlandse wateren samengevat. De meeste gegevens hebben betrekking op rijkswateren maar er zijn ook enkele analyses uit regionale wateren bekend. In verreweg de meeste gevallen liggen de gehalten (soms ver) onder de norm. Alleen in de Nieuwe Merwede (2010) en de Oude Maas (2010) zijn incidentele overschrijdingen in Schieraal vastgesteld. Het normaliseren van deze gegevens op een vetgehalte van 5% zal de overschrijdingen doen verdwijnen (vetgehalte in beide monsters was 30-35%). Ondanks de nog niet uitgevoerde standaardisatie op vetgehalten en/of trofisch niveau mag men er daarom vanuit gaan dat de kans op een normoverschrijding momenteel klein is.

Tabel 4.4 Ranges aan hexachloorbutadieen-gehalten ($\mu\text{g}/\text{kg}$ versgewicht) in verschillende vis-soorten. Gehalten boven de huidige KRW-biotanorm van $55 \mu\text{g}/\text{kg}$ vers zijn oranje gemarkeerd. Gehalten onder de norm zijn groen gemarkeerd.

	Soort Weefsel Jaren	Paling filet 2005-2013	Blankvoorn/ brasem geheel/filet 2007-2015	Snoekbaars geheel/filet 2005-2015	Baars geheel/file 2015	Bot lever 2009 – 2014	Diverse vis ¹⁾ geheel 2005 -2014
Lokatie							
Rijkswateren							
	Rivieren/hoofdstroom	1 – 122	<0,55 – 12	<0,55 - 0,1	<0,55		
	Kanalen	<0,07 – 1,2					
	Meren	<0,04 – 3,1	<0,55 - 1,9	<0,02 - <0,55	<0,55		
Regionale wateren							
	Met rivierinvloed	<0,08 – 0,58					
	Zonder rivierinvloed	<0,02 – 0,03					
Kustwater, overgangswateren & Noordzee							
	Kust en overgang	<5				0,05 – 2,7	
	Noordzee						<0,002 – 0,2

¹⁾ o.a. Haring, Kabeljauw, Schol, Schar, Schelvis, Tong

Fluorantheen

In tabel 4.5 zijn de gegevens over fluorantheen-gehalten in schelpdieren uit Nederlandse wateren samengevat. In vrijwel alle zoete rijkswateren voldoet het fluorantheen gehalte in *Dreissena sp.* aan de KRW-biotanorm. De enige twee uitzonderingen zijn Eijsden in 2008 (maar 2011 en 2014 voldeden wel) en de Hollandsche IJssel in 2006 (maar 2007, 2011, 2014 voldeden wel). Daarmee kan men concluderen dat er in de Rijkswateren momenteel geen overschrijdingen van de KRW-biotanorm voor fluorantheen verwacht worden. Ditzelfde geldt ook voor de kustwateren. Dit is opvallend aangezien bij de monitoring van oppervlaktewater in 80-95% van de kanalen en rivieren juist wel een normoverschrijding is vastgesteld (figuur 4.2). Dit verschil wordt hoogstwaarschijnlijk beïnvloed door de biobeschikbaarheid, aangezien de meting in oppervlaktewater is gebaseerd op totaal concentraties (incl. zwevende stof) en de mosselen met name reageren op de vrij opgeloste, biobeschikbare concentratie. Dit laatste wordt ondersteund door een onderzoek aan mosselen in de Westerschelde (voorbeeld opgenomen in de EU-richtlijn over biotamonitoring), die laat zien dat de gehalten in mosselen goed correleren met de vrij opgeloste concentraties, zoals die met passieve samplers zijn vastgesteld. In het advies van Deltares (2013) wordt dan ook een lans gebroken om naast biota-monitoring ook het gebruik van passieve samplers in de KRW-monitoring te stimuleren. Continuatie van de onderzoeksprojecten met deze samplers wordt daarom aanbevolen.

Tabel 4.5 Ranges aan fluorantheen-gehalten ($\mu\text{g}/\text{kg}$ versgewicht) in verschillende mossel-soorten. Gehalten boven de huidige KRW-biotanorm van $30 \mu\text{g}/\text{kg}$ vers zijn oranje gemarkeerd. Gehalten onder de norm zijn groen gemarkeerd.

	Soort Weefsel Jaren	<i>Dreissena sp.</i> geheel 2005-2014	<i>Mytilus</i> geheel 2005 - 2014	<i>Crassostrea</i> geheel 2012 - 2014
Lokatie				
Rijkswateren				
	Rivieren/hoofdstroom	1,8 – 87		
	Kanalen	2,9 – 28		
	Meren	0,7 – 19		
Regionale wateren				
	Met rivierinvloed	geen gegevens		
	Zonder rivierinvloed	geen gegevens		
Kustwater, overgangswateren & Noordzee				
	Kust en overgang		<1,5 – 17	4,0 – 9,7
	Noordzee	geen gegevens		

Benzo(a)pyreen

In tabel 4.6 zijn de gegevens over benzo(a)pyreen-gehalten in mosselen uit Nederlandse wateren samengevat. In vrijwel alle zoete rijkswateren voldoet het benzo(a)pyreen gehalte in *Dreissena sp.* aan de KRW-biotanorm. *Noot.* De officiële KRW-biotanorm voor benzo(a)pyreen is 5 µg/kg vers. Uit het achterliggende EQS-dossier blijkt dat deze 5 µg/kg geldt voor kreeftachtigen; Voor schelpdieren is een norm van 10 µg/kg vers afgeleid. De meetwaarden zijn daarom vergeleken met een normwaarde van 10 µg/kg vers (zie ook verdere onderbouwing zoals opgenomen in §5.3). Uitzonderingen betreffen de Maas bij Eijsden (2008 en 2014; 2011 voldeed), het Kanaal Gent-Terneuzen (2005, 2008 en 2014 waarvan 2 keer 10,0 µg/kg) en de Hollandsche IJssel (in 2006, 2007, 2011 en 2014).

Daarmee kan men concluderen dat er, op enkele lokale situaties na, momenteel geen overschrijdingen van de KRW-biotanorm voor benzo(a)pyreen in de rijkswateren verwacht worden. Dit terwijl in het oppervlaktewater van 80-90% van de waterlichamen in kanalen en rivieren juist wel een normoverschrijding voor benzo(a)pyreen is vastgesteld (figuur 4.2). Ook voor de kustwateren worden op basis van de metingen in de Westerschelde en de Eems-Dollard geen overschrijdingen van de biotanorm verwacht, terwijl dat voor het oppervlaktewater in 30% van de waterlichamen wel het geval is (figuur 4.2). Voor de regionale wateren zijn geen gegevens voorhanden en is een verwachting moeilijk op te stellen. Gelet op het beeld in de rijkswateren zou verwacht worden dat eventuele normoverschrijdingen zich zullen concentreren rond waterlichamen die al uit eerder onderzoek (oppervlaktewater of waterbodem) bekend zijn met een Pak-verontreiniging maar het aantal en de ernst van de normoverschrijdingen ligt naar verwachting beduidend lager.

Tabel 4.6 Ranges aan benzo(a)pyreen-gehalten (µg/kg versgewicht) in verschillende mossel-soorten. Gehalten boven de huidige KRW-biotanorm van 10 µg/kg vers zijn oranje gemarkeerd (*NB.* De KRW-biotanorm van 5 geldt voor kreeftachtigen; voor schelpdieren geldt een waarde van 10). Gehalten onder de norm zijn groen gemarkeerd.

Soort Weefsel Jaren	<i>Dreissena sp.</i> geheel 2005-2014	<i>Mytilus</i> geheel 2005 - 2014	<i>Crassostrea</i> geheel 2012 - 2014
Lokatie			
Rijkswateren			
Rivieren/hoofdstroom	0,8 – 26		
Kanalen	1,9 – 13		
Meren	<0,06 – 4,1		
Regionale wateren			
Met rivierinvloed	geen gegevens		
Zonder rivierinvloed	geen gegevens		
Kustwater, overgangswateren & Noordzee			
Kust en overgang		0,2 – 6,8	0,8 – 2,7
Noordzee	geen gegevens		

PBDE's

Gegevens over de PBDE-gehalten in biota zijn in beperkte mate voorhanden (tabel 4.7). Desondanks zijn de conclusies vrij eenduidig: in vrijwel alle lokaties liggen de PBDE-gehalten tussen de 1 en 100 µg/kg vers, terwijl de biotanorm 0,0085 µg/kg vers bedraagt. Ook voor deze gegevens geldt dat ze nog genormaliseerd kunnen worden op een vetgehalte van 5%. Desondanks lijkt de conclusie gerechtvaardigd dat men voor alle rijkswateren met een forse normoverschrijding rekening moet houden, aangezien de overschrijdingsfactor tussen de 100-10000 ligt. Dit geldt ook voor regionale wateren, alsmede voor de kustwateren en de Noordzee, alhoewel in dit laatste geval de maximale gehalten wel lager liggen.

Tabel 4.7 Ranges aan som PBDE-gehalten ($\mu\text{g}/\text{kg}$ versgewicht) in verschillende vis-soorten. Gehalten boven de huidige KRW-biotanorm van $0,0085 \mu\text{g}/\text{kg}$ vers zijn oranje gemarkeerd. Gehalten onder de norm zijn groen gemarkeerd.

Lokatie	Soort Weefsel Jaren	Paling ¹⁾ filet 2005-2013	Blankvoorn/ brasem geheel/filet 2007-2015	Snoekbaars geheel/filet 2015	Baars geheel/filet 2015	Bot lever 2010 – 2014	Diverse vis ^{1,2)} geheel 2014
Rijkswateren							
Rivieren/hoofdstroom		0,04 – 95	5,5 – 24	1,5	0,75		
Kanalen		1,0 – 10					
Meren		0,01 – 47	1,6 - 15,4	0,68	0,18 – 0,93		
Regionale wateren							
Met rivierinvloed		0,04 – 7,3					
Zonder rivierinvloed		0,04					
Kustwater, overgangswateren & Noordzee							
Kust en overgang		0,4 – 0,6				0,8 – 20	
Noordzee						0,2 ³⁾	0,02 – 1,6

¹⁾ Gehalte van de som van BDE28, 47, 99, 100, 153 en 154; ²⁾ o.a. Haring, Kabeljauw, Schol, Schar, Schelvis, Tong; ³⁾ gehele vis

Dicofol

In Nederland zijn voor zover bekend geen gegevens over de dicofol-gehalten in vis beschikbaar. Ook in het lopende ICBR-onderzoek (IMARES, 2015) is deze stof niet geanalyseerd door het ontbreken van een geschikte analysemethodiek. Het ontwikkelen en valideren van een dergelijke methode heeft dan ook aandacht nodig. In Vlaanderen zijn recent enkele analyses uitgevoerd en wel in spierweefsel van Paling (De Jonge et al., 2014). In alle vier monsters lag het gehalte onder de rapportagegrens van $20 \mu\text{g}/\text{kg}$ en werd de biotanorm ($33 \mu\text{g}/\text{kg}$ vers) niet overschreden. Dit zijn echter te weinig gegevens om een inschatting te maken van de kans op een overschrijding van de biotanorm voor dicofol in het Nederlandse oppervlaktewater.

PFOS

Het inzicht in de PFOS-gehalten in biota is nog in de opbouwende fase. Naast enkele waarnemingen uit de monitoring leveren ook een tweetal onderzoeken (Van Leeuwen, 2009; IMARES, 2015) aanvullende informatie. De gegevens laten een wat variabel beeld zien, met gehalten die zowel 10^* lager als 10^* hoger dan de norm zijn. Voor veel lokaties zijn echter alleen enkelvoudige metingen bekend. Al met al geven de gegevens aan dat de kans op een normoverschrijding in rijkswateren als redelijk groot gezien moet worden (tabel 4.8). Hierbij lijken er geen hele grote verschillen tussen de PFOS-gehalten in vis uit de hoofdstroom resp. kanalen en meren te bestaan. Ook in de Westerschelde zijn normoverschrijdingen niet onwaarschijnlijk, terwijl de gehalten langs de Hollandse kust lager lijken te liggen.

Tabel 4.8 Ranges aan PFOS-gehalten ($\mu\text{g}/\text{kg}$ versgewicht) in verschillende vis-soorten. Gehalten boven de huidige KRW-biotanorm van $9,1 \mu\text{g}/\text{kg}$ vers zijn oranje gemarkeerd. Gehalten onder de norm zijn groen gemarkeerd.

Lokatie	Soort Weefsel Jaren	Paling ¹⁾ filet 2005-2013	Blankvoorn/ brasem geheel/filet 2015	Snoekbaars geheel/filet 2009-2015	Baars filet 2015	Tong geheel 2006 - 2009	Bot geheel 2006 - 2009	Bot lever 2014
Rijkswateren								
Rivieren/hoofdstroom		<1 – 55	22	17 - 40	30			
Kanalen		53						
Meren		<1 – 57	6,4 – 33	21 - 150	15 - 49			
Regionale wateren								
Met rivierinvloed		Geen gegevens						
Zonder rivierinvloed		Geen gegevens						
Kustwater, overgangswateren & Noordzee								
Kust en overgang		<1				<2 - 13	93 - 230	8,9 - 210
Noordzee						<2,5	<2,5 ¹⁾	

¹⁾ Kabeljauw, Schol

Dioxines

Er is in Nederland zeer veel onderzoek gedaan aan de dioxine-gehalten (incl. furanen en non- en mono-ortho PCB's) in Paling uit de grote rivieren en aansluitend ook in diverse kanalen en meren. Ook zijn er meerdere overzichtsrappportages en analyses opgesteld, zoals Van den Heuvel et al. (2009) en Van Leeuwen et al. (2013). Daarnaast zijn er ondertussen ook dioxine-analyses uitgevoerd in verschillende andere zoet en zoutwater vissoorten. Het voert te ver om al deze gegevens hier op een bondige manier samen te vatten. Wat uit tabel 4.9 (en de meer gedetailleerde tabel in bijlage 1) wel naar voren komt is dat normoverschrijdingen zich met name manifesteren in Paling en dat de gehalten in andere vissoorten over het algemeen lager zijn. Daarnaast is bekend dat de kans op een normoverschrijding in Paling sterk afhangt van de lokaties (sommige gebieden zijn gesloten voor de Paling-vangst) maar ook van de lengte en het geslacht resulterend in variabele vetgehalten. Samenvattend kan gesteld worden dat de kans op een normoverschrijding in rijkswateren voor Paling redelijk is terwijl die voor andere soorten klein is. Omdat de gegevens van deze andere soorten minder uitgebreid zijn en verder normalisatie op trofische niveau en/of vetgehalte nog moet worden uitgevoerd wordt de kans op een normoverschrijding vooralsnog als redelijk ingeschat.

Tabel 4.9 Ranges aan dioxine-gehalten (ng TEQ/kg versgewicht) in verschillende vis-soorten. Gehalten boven de huidige KRW-biotanorm van $6,5 \text{ ng}/\text{kg}$ vers zijn oranje gemarkeerd. Gehalten onder de norm zijn groen gemarkeerd.

Lokatie	Soort Weefsel Jaren	Paling filet 2005-2013	Blankvoorn geheel/filet 2011-2015	Snoekbaars geheel/filet 2005-2015	Baars filet 2015	Brasem geheel/filet 2011-2015	Diverse vis ¹⁾ geheel 2005 - 2014
Rijkswateren							
Rivieren/hoofdstroom		<0,1 – 59		<0,1 – 1,4	1,1	2,1 – 12	
Kanalen		0,07 – 18		0,4 – 1,4			
Meren		0,1 – 27	0,4 – 2,2	<0,1 – 0,9	0,4 – 1,0	3,7 – 8,3	
Regionale wateren							
Met rivierinvloed		0,1 – 4,4				0,8	
Zonder rivierinvloed		0,07 - 38					
Kustwater, overgangswateren & Noordzee							
Kust en overgang		<0,1 – 3,1					
Noordzee							<0,1 – 2,7

¹⁾ o.a. Haring, Kabeljauw, Schol, Schar, Schelvis, Tong

HBCDD

Gegevens over de HBCDD-gehalten in biota zijn in slechts beperkte mate voorhanden (tabel 4.10), maar duiden allemaal op een gunstig oordeel waarbij de biotanorm niet wordt overschreden. Dit geldt voor de grote rivieren, kanalen en meren alsmede voor een enkel onderzocht regionaal water en de kustzone.

Tabel 4.10 Ranges aan HBCDD-gehalten ($\mu\text{g}/\text{kg}$ versgewicht) in verschillende vis-soorten. Gehalten boven de huidige KRW-biotanorm van $167 \mu\text{g}/\text{kg}$ vers zijn oranje gemarkeerd. Gehalten onder de norm zijn groen gemarkeerd.

Lokatie	Soort Weefsel Jaren	Paling filet 2005-2013	Blankvoorn/ brasem geheel 2007-2015	Snoekbaars geheel 2015	Baars geheel 2015	Bot lever 2014	Diverse vis ¹⁾ geheel 2011 - 2013
Rijkswateren							
Rivieren/hoofdstroom		5,3 – 149	1,7 – 7,0	3,3	1,7		
Kanalen		0,5 – 61					
Meren		0,8 – 20	<1,7 - 7,3	<1,7 – 1,7	<1,7 – 1,7		
Regionale wateren							
Met rivierinvloed		0,1 – 17					
Zonder rivierinvloed		Geen gegevens					
Kustwater, overgangswateren & Noordzee							
Kust en overgang		<1,5				<0,1 – 0,2	
Noordzee							<0,05 – 0,4

¹⁾ o.a. Haring, Kabeljauw, Schol, Schar, Schelvis, Tong; ³⁾ gehele vis

Heptachloor + -epoxide

In tabel 4.11 zijn de gegevens over de heptachloor en heptachloorepoxide-gehalten in vissen uit de Nederlandse wateren samengevat. Als er een meetbaar gehalte werd vastgesteld betrof dat meestal heptachloorepoxide. De meeste gegevens hebben betrekking op Paling en laten waarschijnlijk een overschatting zien, aangezien de vetgehalten in Paling (veel) hoger zijn dan de 5% waarvan in de normstelling wordt uitgegaan. Tegelijkertijd is het onwaarschijnlijk dat na een dergelijke normalisatie wél aan de biotanorm van $0,0067 \mu\text{g}/\text{kg}$ vers voldaan zal worden. Dit betekent dat de kans op normoverschrijding op basis van de huidige gegevens (slechts één soort) als groot gezien moet worden. Deze kans op normoverschrijding lijkt niet tussen lokaties in de hoofdstroom, kanalen of meren te verschillen. Ook in regionale wateren zijn normoverschrijdingen vastgesteld. In de kustwateren en de Noordzee lijkt de kans op een normoverschrijding klein. Als er echter een meetbaar gehalte wordt vastgesteld, dan betekent dat tevens direct een overschrijding van de biotanorm.

Tabel 4.11 Ranges aan heptachloor en heptachloorepoxide gehalten ($\mu\text{g}/\text{kg}$ versgewicht) in verschillende vis-soorten. Gehalten boven de huidige KRW-biotanorm van $0,0067 \mu\text{g}/\text{kg}$ vers zijn oranje gemarkeerd. Gehalten onder de norm zijn groen gemarkeerd.

Lokatie	Soort Weefsel Jaren	Paling filet 2004-2012	Blankvoorn/ brasem filet 2015	Snoekbaars filet 2015	Baars filet 2015	Bot lever 2014	Diverse vis ¹⁾ geheel 2009 - 2013
Rijkswateren							
Rivieren/hoofdstroom		<0,5 – 5,7	0,10	<0,04	0,06		
Kanalen		<0,5 – 0,9					
Meren		<0,5 – 4,8	<0,07 - <0,10	<0,04	<0,04		
Regionale wateren							
Met rivierinvloed		0,2 – 1,0					
Zonder rivierinvloed		<0,4 – 2,5					
Kustwater, overgangswateren & Noordzee							
Kust en overgang						<0,2 – <2,8	
Noordzee							<0,05 – 0,4

¹⁾ o.a. Haring, Kabeljauw, Schol, Schar, Schelvis, Tong

4.4 Samenvattend overzicht emissies en toestand

De informatie over emissies en bronnen, de huidige waterkwaliteit en de beschikbare biotagegevens (§4.1-4.3) is in tabel 4.12 samengevat. Deze tabel levert enerzijds inzicht in de kans dat het oordeel over biotagegevens tussen verschillende typen water verschilt (de verschillende kolommen) en anderzijds in de kans dat het oordeel over de biotagegevens verschilt van de waterkwaliteitsmonitoring. De eerste situatie is van toepassing op hexachloorbenzeen (kleinere kans op normoverschrijding in kanalen en meren dan in rivieren), dioxines en heptachloor (kleinere kans op overschrijding in mariene milieu) en geeft aan dat een aanvullende monitoringsinspanning in kanalen, meren en kustwater meerwaarde heeft.

Voorbeelden van de tweede situatie treden frequenter op en geven telkens aan dat de kans op een normoverschrijding in biota kleiner is dan de kans op een normoverschrijding in oppervlaktewater. Dit geldt in sterke mate voor beide PAK's, maar ook voor hexachloorbenzeen (kanalen) en hexachloorbutadieen (rivieren en kanalen). Dit verschil wordt hoogstwaarschijnlijk beïnvloed door de biobeschikbaarheid, aangezien de meting in oppervlaktewater is gebaseerd op totaal concentraties (incl. zwevende stof), terwijl vissen en zeker mosselen met name reageren op de vrij opgeloste, biobeschikbare concentratie. De tegenovergestelde situatie (de kans op een normoverschrijding in biota is groter dan voor oppervlaktewater) is niet aangetroffen alhoewel die op individuele lokaties niet valt uit te sluiten.

Dit verschil in de kans op een normoverschrijding tussen oppervlaktewater en biota leidt tot een discussie over de vraag welke monitoring nu het eindoordeel voor de chemische toestand bepaalt. Deze discussie kent meerdere aspecten. Zo zijn zaken als meetfrequentie, het aantal bemonsterde lokaties en de statistische betrouwbaarheid van belang. Verder moet in zo'n consequentie analyse ook worden meegenomen dat enkele waterschappen hun oordeel over de chemische toestand van waterlichamen soms baseren op de T&T-punten in rijkswater. Vanuit de normstelling kan er wel een logica worden aangegeven, die als startpunt van zo'n discussie kan dienen.

* Een overschrijding van de MAC-MKN in oppervlaktewater blijft het eindoordeel altijd bepalen

Deze norm is uitsluitend gebaseerd op ecologische risico's voor organismen die direct aan de verontreiniging zijn blootgesteld. Bioaccumulatie en doorvergiftiging speelt hierin geen rol. Monitoring van oppervlaktewater blijft dan ook noodzakelijk en biotamonitoring is aanvullend hierop.

* Het oordeel op basis van biotamonitoring kan het oordeel over de JG-MKN in oppervlaktewater overrulen

Dit heeft de maken met betrouwbaarheid. Over het algemeen zijn de gehalten van de betreffende stoffen in biota meer accuraat te analyseren (want hoger) dan in oppervlaktewater. Daarnaast is de JG-MKN voor oppervlaktewater afgeleid van een biotanorm. De hiervoor gebruikte omrekeningsfactoren kennen soms een grote variatie in de wetenschappelijke literatuur en zullen in het algemeen de betrouwbaarheid van de norm in oppervlaktewater beïnvloeden. Ten slotte is er nog het aspect van biobeschikbaarheid. Wetenschappelijk gezien is de JG-MKN norm afgeleid voor de biobeschikbare concentraties in water terwijl de huidige toetsing van organische microverontreinigingen plaatsvindt aan de hand van de totaal concentraties in water. De kanttekening die hierbij geldt is dat onderzoek naar de statistische betrouwbaarheid van biotamonitoring nog moet worden uitgevoerd. Het is niet op voorhand gezegd dat een enkelvoudige analyse van één mengmonster in de drie jaar een even betrouwbaar toetsoordeel oplevert als een maandelijkse meting in water. Dit zal ook per stof verschillen.

Tabel 4.12 Samenvattend overzicht van bestaande kennis over emissies en de chemische toestand in water en biota. Kennis over de emissies is samengevat als "gelijk aan" of "afwijkend van" het beeld in de grote rivieren. Inzichten in de chemische toestand zijn samengevat als de kans op een normoverschrijding in water en biota.

		Rijkswateren			Kust & overgangswateren
		Rivieren/ hoofdstroom	Kanalen	Meren	
Kwik <i>*Ubiquitair</i>	Emissies	-	afwijkend	afwijkend	afwijkend
	Water	Groot	Groot	Groot	Redelijk
	Vis	Groot	Groot	Groot	Groot
Hexachloorbenzeen	Emissies	-	afwijkend	afwijkend	afwijkend
	Water	Redelijk	Redelijk	Klein	Klein
	Vis	Redelijk	Klein	Klein	Klein
Hexachloorbutadieen	Water	Redelijk	Redelijk	Klein	Klein
	Vis	Klein	Zeer klein	Zeer klein	Zeer klein
Fluorantheen	Emissies	-	afwijkend	afwijkend	afwijkend
	Water	Groot	Groot	Klein	Redelijk
	Crust+Mollus	Klein ¹⁾	Klein	Klein	Klein
Benzo(a)pyreen <i>*Ubiquitair</i>	Emissies	-	afwijkend	afwijkend	afwijkend
	Water	Groot	Groot	Klein	Redelijk
	Crust+Mollus	Klein ¹⁾	Klein ¹⁾	Klein	Klein
PBDE's <i>*Ubiquitair</i>	Emissies	-	afwijkend	afwijkend	afwijkend
	Water	Onbekend, geen gegevens			
	Vis	Groot	Groot	Groot	Groot
Dicofol	Water	Onbekend, geen gegevens			
	Vis	Onbekend, geen gegevens			
PFOS <i>*Ubiquitair</i>	Water	Waarschijnlijk, te weinig gegevens voor nauwkeurige inschatting			
	Vis	Redelijk	Redelijk	Redelijk	Redelijk
Dioxines <i>*Ubiquitair</i>	Water	Onbekend, geen gegevens			
	Vis	Redelijk ²⁾	Redelijk ²⁾	Redelijk ²⁾	Klein
HBCDD <i>*Ubiquitair</i>	Water	Onbekend, geen gegevens			
	Vis	Klein	Klein	Zeer klein	Zeer klein
Heptachloor + epoxide <i>*Ubiquitair</i>	Water	Waarschijnlijk, te weinig gegevens voor nauwkeurige inschatting			
	Vis	Groot	Groot	Groot	Klein

¹⁾ Enkele lokaties overschrijdingen;

²⁾ Maar sterk afhankelijk van lokatie en vis-soort
lege cellen: geen gegevens

5 Opzet biotameetnet



Samenvatting

Bij de opzet van het KRW-biotameetnet is een stapsgewijze aanpak gevolgd, die met iedere keuze het meetnet verder vormgeeft. Het KRW-biotameetnet richt zich momenteel op de rijkswateren, een keuze die hieronder wordt toegelicht en verder uitgewerkt. Aan de waterschappen is nog geen formele rol toegekend; iets wat in de komende jaren door de waterschappen zelf kan worden vormgegeven. Om dit proces te ondersteunen zijn ook adviezen voor deze verdere stappen opgenomen.

KRW biotameetnet in rijkswateren

* Het KRW-biotameetnet bestaat uit 18 lokaties, verdeeld over de riviersystemen Maas (4), Rijn (9), Schelde (4) en Eems (1) maar ook verdeeld over hoofdstromen (6), kanalen (2), meren (4) en kust en overgangswater (6). In 14 lokaties richt de monitoring zich op alle 11 relevante stoffen. Op vier lokaties kan worden volstaan met een monitoring die op PAK's is gericht (zie figuur 5.1).

* Het KRW-biotameetnet betreft een T&T-meetnet. Een verdere detaillering richting operationele monitoring zal nodig zijn (normoverschrijdingen zijn waarschijnlijk) maar kan pas worden vormgegeven als er meer kennis en inzichten met de nu voorgestelde methodiek is verkregen. Een evaluatie van het voorgestelde meetnet over enkele jaren is daarom passend.

* De monitoring richt zich voor de meeste stoffen op vis (zoet: Blankvoorn; zout: Bot), maar voor de PAK's op mosselen (zoet: *Dreissena* sp.; Zout: *Mytilus edulis*). Met name voor de vissoorten is deze keuze voorlopig en kan die op basis van aanvullend onderzoek en internationale afstemming nog wijzigen.

* Alvorens de meetresultaten aan de biotanorm getoetst kunnen worden moeten deze worden gestandaardiseerd op vetgehalte of drooggewicht alsmede op het trofisch niveau om ten slotte al dan niet gemiddeld te worden (in dat geval worden de log-getransformeerde waarden gemiddeld).

* Om de variatie te beperken wordt de monitoring uitgevoerd conform gedetailleerde protocollen voor veldwerk, monstervoorbewerking en analyse. Lopend onderzoek kan leiden tot een verdere specificatie van deze protocollen (met name voor vis)

Aandachtspunten voor uitwerking door waterschappen

* Het opstellen van een biotameetnet voor regionale wateren wordt geadviseerd. Naast de verplichtingen zoals beschreven in de KRW biedt biotamonitoring ook kansen, aangezien de kans op normoverschrijding in biota voor sommige prioritaire stoffen (bijv. PAK's) duidelijk lager ligt dan de kans op normoverschrijding in oppervlaktewater. De huidige kennis en inzichten zijn echter te beperkt om die uitwerking nu al vorm te geven in een verplicht meetnet. Waterschappen wordt daarom geadviseerd om zich de komende jaren met name te richten op het opdoen van kennis in pilot-projecten en deze inzichten met elkaar en Rijkswaterstaat te delen. Ook voor de waterschappen geldt echter wel degelijk een verplichting om biotagegevens mee te nemen in het beoordelen van de chemische toestand, omdat de huidige monitoring in oppervlaktewater voor deze stoffen niet aan de minimale kwaliteitscriteria voldoet (rapportagegrens is te hoog)

* Naast het opdoen van ervaring en inzichten in de aanwezige gehalten zijn hierbij de volgende aspecten van belang: i) In hoeverre kunnen toestandsoordelen in rijkswater worden gebruikt voor een oordeel over het regionale watersysteem? en daaraan gekoppeld ii) Kunnen de waterschappen zich richten op de stoffen die bij de T&T-meetpunten in rijkswater tot normoverschrijdingen leidt of leidt dat tot verkeerde toestandsoordelen?; iii) Hoe groot is de regionale variatie en op welke manier zouden waterlichamen voor hun oordeel geclusterd kunnen worden? (en komt dat dan overeen met de clustering zoals die voor oppervlaktewater wordt gehanteerd?); en op een meer methodisch niveau iv) Botst de voorgestelde monitoring met uitheemse schelpdier soorten van het geslacht *Dreissena* met hun lokale aan- of afwezigheid?; en v) Is Blankvoorn in voldoende mate representatief voor regionale waterlichamen?

Voor het ontwerpen van een biotameetnet beveelt de EU-richtlijn voor biotamonitoring (EU, 2014) een stapsgewijze aanpak aan, waarbij allereerst de lokaties worden geselecteerd (§5.1 & figuur 5.1), vervolgens het meetprogramma verder wordt vormgegeven (§5.2), de keuzes voor de matrices, waarin wordt gemeten (soort en weefsel), worden vastgelegd (§5.3) om ten slotte stil te staan bij de standaardisatie van de gegevens voor de normtoetsing (§5.4). De daaropvolgende stappen (het veldwerk en chemische analyses) vallen buiten de scope van het huidige project.



Figuur 5.1.

Geografische ligging van de lokaties in het KRW-biotameetnet

Biotamonitoring van mosselen vindt op specifieke lokaties plaats; biotamonitoring met vis sluit aan bij de KRW-inventarisaties en bestrijkt het waterlichaam.

Meetnet-ontwerp en voortschrijdend inzicht

Ondanks het feit dat er in Nederland al jarenlang onderzoek wordt gedaan naar de gehalten van stoffen in biota, zijn er voor het huidige doel, een KRW-biotameetnet, ook nog vele onzekerheden. Zo blijkt uit de hoofdstukken 3 en 4 dat de kennis over de gehalten van nieuwe stoffen als dicofol en PFOS nog ontoereikend is, dat er nog te weinig inzicht in de statistische precisie en betrouwbaarheid is, dat de definitieve keuze voor de vissoort nog niet vaststaat en dat men hierbij tevens rekening moet houden met internationale afstemming bij de ICBR. Ook is de kennis van gehalten in biota uit regionale wateren schaars en is er nog een onvolledig beeld over hoe de chemische kwaliteitsoordelen op basis van oppervlaktewater en biotamonitoring elkaar aanvullen of overlappen. Voor de komende jaren wordt daarom een tweeledig activiteiten programma voorzien. Allereerst is dit het opzetten van een biotameetnet. Gelet op bovenstaande onzekerheden is besloten om het biotameetnet voor de komende jaren te baseren op zaken waar al met grote zekerheid keuzes in zijn te maken. Dit betreft met name de lokatiekeuze. Deze wordt beperkt tot lokaties in de grote rijkswateren, die ondanks alle onzekerheden sowieso in een biotameetnet moeten worden opgenomen. Tegelijkertijd zal er de komende jaren worden ingezet op een verdere kennistoename, enerzijds door gebruik te maken van de gegevens die dit biotameetnet oplevert. Anderzijds door aanvullend onderzoek. Dit sluit aan bij de "learning-by-doing" aanpak zoals die in de EU-richtlijn voor biotamonitoring (EU, 2014) wordt benoemd. Daarnaast kan het huidige biotameetnet gezien worden als een T&T meetnet (zie ook Deltares, 2013). Indien hierin normoverschrijdingen worden vastgesteld (hetgeen zeer waarschijnlijk is; zie §4.3) moeten de waterbeheerders overgaan tot operationele monitoring, waarbij de meetfrequentie en/of lokatiekeuze waar nodig kan worden aangepast.

Met deze aanvullende inzichten worden de genoemde onzekerheden verkleind, waardoor na enkele jaren een evaluatie van het biotameetnet kan plaatsvinden. De waterschappen wordt aanbevolen om de komende jaren via pilot-projecten kennis op te doen over biota-gehalten in hun waterlichamen. De in dit rapport beschreven aanpak, overwegingen en methoden zijn ook voor waterschappen bruikbare handvatten om dit onderzoek mee op te zetten.

5.1 Lokatiekeuze

In de EU-richtlijn voor biotamonitoring (EU, 2014) is aangegeven dat de lokatiekeuze een logisch gevolg moet zijn van een conceptueel model over hoe en waar een stof in het Nederlandse oppervlaktewater is verspreid en mogelijk tot normoverschrijdingen kan leiden. In het begin van hoofdstuk 4 is aangegeven, dat dit conceptuele model is gebaseerd op de oorsprong van het Nederlandse oppervlaktewater (rivier versus regen) en de aanwezigheid van lokale/nationale bronnen, die tot een gewijzigde aanpak kunnen leiden. Vervolgens geven de §4.1 – §4.3 de informatie die nodig is om op basis van dit model keuzes te maken. Deze keuzes zijn hieronder uitgewerkt. De EU-richtlijn geeft hierbij aan dat men bij de lokatiekeuze ook rekening kan houden met al bestaande vismonitoring binnen de KRW om zo de monitoringsinspanning te optimaliseren.

Stap 1. De basis (in- en uitstroom van de grote rivieren)

Als minimum inspanning zou een landelijk meetnet in ieder geval inzicht moeten geven in de kwaliteit van het oppervlaktewater, zoals dat ons land binnenkomt en ons land weer verlaat. Als basis voor het biotameetnet worden daarom de volgende lokaties voorgesteld:

Riviersysteem	Bij binnenkomst	Bij het verlaten	Opmerkingen
Maas	Eijsden ¹⁾	Hollandsch Diep ²⁾	
Rijn	Lobith	Maassluis	
Schelde	-	Westerschelde	Beperkt stroomgebied, 1 lokatie volstaat
Eems	-	Eems-Dollard	Beperkt stroomgebied, 1 lokatie volstaat
Kustwater (12-mijlszone)	Noordwijk	-	

¹⁾ Voor de biotamonitoring met mosselen wordt aangesloten op het bestaande meetpunt in Eijsden (Bovenmaas). Voor biotamonitoring met vis is dit waterlichaam onvoldoende representatief. Deze is daarom verlegd naar de Grensmaas.

²⁾ een gedeelde lokatie met stroomgebied van de Rijn

De genoemde lokaties maken reeds deel uit van bestaande biotameetnetten, waardoor trendanalyses van de 'klassieke' stoffen beter worden ondersteund. Voor de Eems en de Schelde kan met één lokatie worden volstaan omdat de omvang van het Nederlandse deel van dit stroomgebied beperkt is (bestaande lokatie uit JAMP-CEMP meetnet Bot). Daarnaast omvat het Nederlandse deel van het zoete oppervlaktewater in deze stroomgebieden vooral regionaal water dat aan de Eems en Schelde toelevert en niet eruit ontvangt. De regionale wateren in deze twee stroomgebieden vallen daarmee in de categorie "regionale wateren zonder invloed van rijkswater", die hieronder in meer detail wordt besproken. Een keuze voor een monitoringslokatie in het zoute rijkswater is daarmee het meest logisch.

Naast het zoete en brakke oppervlaktewater heeft de KRW ook betrekking op de kustwateren binnen de 12-mijlszone. Contaminanten in het kustwater zijn niet alleen afkomstig van de Nederlandse rivieren maar ook van primaire bronnen als scheepvaart en secundaire bronnen als rivieren in andere EU-landen. Het opnemen van ten minste één monitoringslokatie in de 12-mijlszone is daarom wenselijk en sluit aan bij de verplichtingen vanuit de KRM. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van het bestaande JAMP-CEMP meetpunt voor Bot nabij Noordwijk. Op die manier kan de bestaande bemonsteringsinspanning vanuit het JAMP-CEMP project voor alle drie lokaties waar gehalten in Bot worden geanalyseerd (Westerschelde, Eems-Dollard en Hollandse kust) ook voor de KRW-monitoring worden ingezet. Alleen het geanalyseerde weefsel (spier versus lever) en de geanalyseerde stoffen moeten opnieuw worden beschouwd. Tevens wordt aanbevolen om op deze lokaties ook PAK's in mosselen (ABM) te gaan monitoren.

Stap 2. Andere rijkswateren

Naast de genoemde rivieren bestaat het hoofdwatersysteem uit kanalen en meren. Deze ontvangen hun water grotendeels uit de grote rivieren, maar wisselen ook water uit met het regionale watersysteem (zowel inlaat naar als uitslag vanuit de regio's). Deze uitwisseling maakt dat meerdere waterschappen voor de chemische waterkwaliteitsbeoordeling deels gebruik maken van de T&T-punten in rijkswater. Dit kan een argument zijn om in deze rijkswateren ook een biota-meetpunt te situeren. Daarnaast kunnen andere bronnen een rol spelen (vooral in kanalen) of kan de hydrologische situatie, historische belasting etc. tot verschillen leiden, die een uitbreiding van het meetnet wenselijk maken.

Om deze keuze te onderbouwen geven §4.1, 4.2 en 4.3 een overzicht van bestaande kennis en inzichten in de chemische oppervlaktewaterkwaliteit (§4.1), bronnen (§4.2) en gegevens uit biotameetnetten (§4.3). Op al deze drie onderwerpen werd geconstateerd dat de situatie voor kanalen en meren zodanig afwijkt van de situatie in de hoofdstromen dat een aanvullende monitoringsinspanning meerwaarde heeft. Op basis van deze argumenten (afwijkende situatie en/of gebruik door waterschappen) worden ook de volgende lokaties in het KRW biotameetnet opgenomen:

Riviersysteem	Kanalen	Meren	Opmerkingen
Maas	-	Volkerak	
Rijn	Noordzeekanaal	IJsselmeer Randmeren-oost Ketelmeer	
Schelde	-	Grevelingen	
Eems	-	-	

Stap 3. Regionale wateren

De beschikbare kennis en inzichten zijn momenteel onvoldoende om deze stap in een biotameetnet verder uit te werken. Een dergelijke uitwerking kan dezelfde gedachtenlijn, zoals die hierboven voor de rijkswateren is beschreven, volgen. Het huidige oordeel over de chemische toestand, de belangrijkste probleemstoffen en eventuele regionale verschillen binnen ieders beheergebied zijn hiervoor noodzakelijke elementen. Voor de komende jaren wordt geadviseerd om zich met name te richten op pilot-onderzoek om zo met elkaar de kennisbasis te vergroten en daarmee de regionale invulling van het meetnet vorm te kunnen geven. Naast lokale zaken als de toepasbaarheid van de voorgestelde methodiek en het oordeel over de toestand op basis van biota-analyses zijn er ook waterschap-overstijgende elementen die aandacht behoeven, zoals de vraag in hoeverre toestandsoordelen van regionale wateren op een voldoende betrouwbare manier van monitoring in rijkswateren kan worden afgeleid (zoals nu ook voor oppervlaktewatermonitoring geschiedt). Monitoring in de relatief kleine waterlichamen, die primair vanuit regenwater en/of grondwater worden gevoed zou in dat kader ook zinvol kunnen zijn om een onterecht oordeel "voldoet niet" te voorkomen. De schaal waarop dit plaats vindt is onderwerp voor verdere afstemming tussen waterschappen, om zo te voorkomen dat er teveel middelen in deze waterlichamen worden geïnvesteerd. Men kan hierbij ook denken aan een screening met behulp van passieve samplers om te onderzoeken of deze stoffen inderdaad in deze wateren voorkomen.

Stap 4. Specifieke situaties

Bovenstaande lokatieselectie geldt voor alle elf prioritare stoffen met een biotnorm. De EU-richtlijn voor biotamonitoring vraagt echter ook om een stofspecifieke beoordeling. Voor ieder van de elf stoffen is daarom nagegaan of op basis van bestaande inzichten en kennis een aanvullende monitoringsinspanning nu al zinvol wordt geacht⁷. Dit is met name het geval voor de PAK's. Hier spelen twee argumenten een rol.

- Als de chemische toestand van een waterlichaam niet voldoet blijken PAK's daar voor de rijkswateren in 85% van de gevallen een aandeel in te hebben.
- Voor zover de inzichten dat nu mogelijk maken, lijken de toestandsoordelen over de PAK's in water strenger uit te vallen dan over de PAK's in biota. Ter illustratie: In zowel het Twenthekanaal (Wiene, 2009; Eefde, 2012), de Rijn (Lobith, 2007, 2013) als de N. Waterweg (Maassluis, 2013) werd niet voldaan aan de JG-MKN voor benzo(a)pyreen in oppervlaktewater. De op die lokaties en jaren ook uitgehangen mosselen voldeden in alle gevallen echter wel aan de biotnorm. Van de 32 situaties (lokatie-jaar combinaties) met gegevens over de benzo(a)pyreen concentraties in zowel water als mosselen leidde er 9 (28%) tot een verschillend oordeel. In 7

⁷ Voor rijkswateren maar met name voor regionale wateren wordt hier onder meer onder verstaan dat er aandacht wordt besteed aan lokale bronnen, zoals industriële activiteiten of RWZI's.

van deze 9 voldeden de gehalten in mosselen terwijl de JG-MKN in oppervlaktewater werd overschreden. In de andere twee was sprake van de omgekeerde situatie (het gehalte in de mosselen lag in die gevallen echter wel op de grens met 10,5 en 13 µg/kg vers).

Voor deze verschillen zijn meerdere verklaringen te geven, waaronder de biobeschikbaarheid van PAK's in oppervlaktewater versus het aandeel gebonden aan zwevende stof. Omdat de JG-MKN van beide PAK's in oppervlaktewater is afgeleid uit de QS_{biota} , kan het oordeel op basis van de biotamonitoring het oordeel over de JG-MKN in water overrulen. Aanbevolen wordt daarom om de bestaande mossel-meetnetten (ABM; zowel zoet als zout) zoveel mogelijk in stand te houden en op te nemen in het KRW-biotameetnet. Dit gaat zoals gezegd primair om PAK's, maar momenteel worden er ook andere stoffen geanalyseerd zoals PCB's, HCB, HCBd, TBT, PBDE's en diverse metalen. Refererend aan de nog lopende discussie met de Europese commissie over trendmonitoring lijkt het verstandig om ook deze parameters vooralsnog in de analyses op te nemen.

Op basis van deze argumenten (PAK's zijn een belangrijke probleemstof en de oordelen over monitoring in water en biota lijken te verschillen) worden ook de volgende lokaties in het KRW biotameetnet opgenomen:

Riviersysteem	Lokatie	Opmerkingen
Maas	-	
Rijn	Hollandsche IJssel Twenthekanaal	Alleen PAK's Alleen PAK's
Schelde	Oosterschelde Voordelta	Alleen PAK's Alleen PAK's
Eems	-	

Ten slotte is nagegaan of bovenstaande lokatiekeuze in zijn geheel als voldoende wordt ervaren (algehele dekking over de riviersystemen en waterlichamen). Uit deze meer globale weerspiegeling kwam naar voren dat ook het gebied van de Beneden Maas & Bergsche Maas aan het meetnet wordt toegevoegd. Voor de mossel monitoring wordt hierbij aangesloten op het bestaande chemische meetpunt in Keizersveer, terwijl voor de biotamonitoring met vis wordt aangesloten op het ICBR-onderzoek (IMARES, 2015) dat onder de naam Getijdenmaas is uitgevoerd in de Beneden Maas.

Riviersysteem	Waterlichaam	Lokatie	Opmerkingen
Maas ¹⁾	Bergsche Maas Beneden Maas	Keizersveer "Getijdenmaas, ICBR"	PAK's alle stoffen excl. PAK's
Rijn		-	
Schelde		-	
Eems		-	

¹⁾ Voor de biotamonitoring met mosselen wordt aangesloten op het bestaande meetpunt in Keizersveer (Bergsche Maas). Voor biotamonitoring met vis wordt de Beneden Maas meer representatief geacht (zie IMARS, 2015) en is daarom verlegd.

De uiteindelijk geselecteerde lokaties zijn opgenomen in tabel 5.1, waarbij de geografische ligging in figuur 5.1 is geïllustreerd.

Keuze voor een monsterpunt binnen een waterlichaam

De huidige chemische monitoring van oppervlaktewater vindt plaats op een specifiek meetpunt (of meerdere) met een vaste x en y coördinaat, die als representatief wordt gezien voor het waterlichaam. De werkwijze bij Actieve Biologische Monitoring, waarbij mosselen gedurende een aantal weken in kooitjes worden uitgehangen, sluit hier goed op aan. Voor de biotamonitoring van vissen kan men beter aansluiting zoeken bij de bestaande actieve biologische monitoring van de visstand onder de KRW. Dit beperkt de benodigde hoeveelheid veldwerk. In dat geval zijn de uitkomsten van de biotamonitoring gebaseerd op een mengmonster van het gehele waterlichaam. Overigens is het hierbij dan wel van belang dat de vissen in het mengmonster ook op een representatieve manier uit het gehele waterlichaam afkomstig zijn.

Tabel 5.1 Overzicht van de lokaties, die zijn geselecteerd voor het KRW-biotameetnet.

Riviersystemen / Waterlichaam	Lokatie ¹⁾	Watertype	Zoet/zout	Soort	Stoffen	
Maas						
1a	Grensmaas	Stevensweert	Hoofdstroom	zoet	Vis	alle stoffen excl. PAK's
1b	Bovenmaas	Eijsden		zoet	Mossel	PAK's
2a	Beneden Maas	"Getijdemaas" ²⁾	"	zoet	Vis	alle stoffen excl. PAK's
2b	Bergsche Maas	Keizersveer		zoet	Mossel	PAK's
3	Hollandsch Diep, HV-oost	Bovensluis	"	zoet	Vis Mossel	alle stoffen excl. PAK's PAK's
4	Volkerak	Steenbergen	Meren	zoet	Vis Mossel	alle stoffen excl. PAK's PAK's
Rijn						
5	Bovenrijn, Waal	Lobith	Hoofdstroom	zoet	Vis Mossel	alle stoffen excl. PAK's PAK's
6	Hollandsche IJssel	Gouda	"	zoet	Mossel	PAK's
7	Nieuwe waterweg	Maassluis	"	zoet	Vis Mossel	alle stoffen excl. PAK's PAK's
8	Noordzeekanaal	Amsterdam	Kanalen	zoet	Vis Mossel	alle stoffen excl. PAK's PAK's
9	Twentekanaal	Eefde	"	zoet	Mossel	PAK's
10	IJsselmeer	Vrouwezand	Meren	zoet	Vis Mossel	alle stoffen excl. PAK's PAK's
11	Randmeren-oost	Veluwemeer	"	zoet	Vis Mossel	alle stoffen excl. PAK's PAK's
12	Ketelmeer	West	"	zoet	Vis Mossel	alle stoffen excl. PAK's PAK's
13	Hollandse Kust	Noordwijk	O & K	zout	Vis Mossel	alle stoffen excl. PAK's ³⁾ PAK's
Schelde						
14	Oosterschelde	Wissenkerke	O & K	zout	Mossel	PAK's
15	Grevelingen	Bommenede	"	zout	Vis Mossel	alle stoffen excl. PAK's PAK's
16	Westerschelde	Middelgat Knuitershoek	"	zout	Vis Mossel	alle stoffen excl. PAK's ⁴⁾ PAK's
17	Voordelta	Slijkgat	"	zout	Mossel	PAK's
Eems						
18	Eems-Dollard	Bocht van Watum	O & K	zout	Vis Mossel	alle stoffen excl. PAK's ⁴⁾ PAK's
Regionale wateren						
Nu nog onderzoeksvraag						

¹⁾ Biotamonitoring met mosselen vindt plaats op de opgegeven lokatie; Voor de biotamonitoring met vis wordt aangesloten op de actieve KRW-monitoring die verspreid over het gehele waterlichaam kan plaatsvinden. In figuur 5.1 zijn deze daarom met een stip resp. vlak geïllustreerd.

²⁾ Naam "Getijdemaas" is geen officiële KRW-naam, maar is toegevoegd om aansluiting op de naamgeving in het ICBR-onderzoek (IMARES, 2015) te behouden.

³⁾ Ook onderdeel van JAMP-CEMP programma voor Bot

⁴⁾ Ook onderdeel van JAMP-CEMP programma voor schelpdieren (PBM) en Bot

O & K = Overgangs- en kustwater

5.2 Meetnetontwerp

De EU-richtlijn voor biotamonitoring (EU, 2014) beschrijft het verschil tussen T&T en operationele monitoring en schetst hoe de verschillen in doelstelling van beide type monitoring tot andere keuzes in het meetnetontwerp zullen leiden. Dit komt overeen met de werkwijze en filosofie, zoals die in de Richtlijn Monitoring is uitgewerkt voor de monitoring van prioritaire stoffen in oppervlaktewater. Ook is aangegeven dat de meeste ervaring met biotamonitoring in Europa is gerelateerd aan T&T-monitoring.

Aangezien Nederland nog moet beginnen met de KRW-biotamonitoring is de doelstelling van het huidige biotameetnet (zoals de lokatiekeuze in §5.1) gericht op T&T-monitoring (Deltares, 2013). Zo'n T&T-meetnet richt zich op een beperkt aantal lokaties waar de monitoring van biotanormen sowieso noodzakelijk is. Het voorstel is gebaseerd op goed te onderbouwen keuzes. Daarnaast worden er in dit rapport ook verschillende onzekerheden benoemt. Deze hebben op allerlei aspecten betrekking, zoals verschillen tussen watertypen, regio's en stoffen, de

noodzaak tot operationele monitoring, eventuele verdere internationale afstemming etc. Het opdoen van ervaring met het voorgestelde biotameetnet maar ook pilot-onderzoek door de verschillende waterbeheerders is wenselijk om in de toekomst verdere besluitvorming over het biotameetnet te onderbouwen.

Nu het doel (T&T-monitoring) en de lokaties (§5.1) zijn vastgesteld, is de volgende stap in de EU-richtlijn nagaan hoeveel monsters er nodig zijn voor een betrouwbare normtoetsing. Dit wordt bepaald door de meetvariatie voor gehalten in biota en de gewenste betrouwbaarheid. Zeker voor de nieuwe prioritaire stoffen ontbreekt het momenteel aan voldoende data om dergelijke statistische power-analyses uit te voeren. Mede daarom beschrijft de EU-richtlijn dan ook de mogelijkheid voor "learning by doing": Heroverweeg gemaakte keuzes zodra er resultaten van de eerste paar jaar beschikbaar komen.

Tegelijkertijd kunnen bestaande meetnetten (voor bijv. Paling en mosselen) wel al een eerste inschatting en onderbouwing opleveren. Zo'n statistische analyse van gegevens uit bestaande meetnetten kan ook bijdragen aan hetgeen in bijlage V.1.3.4 van de KRW is opgemerkt over de noodzaak dat stroomgebiedsbeheersplannen schattingen moeten bevatten van de met "het gebruikte monitoringssysteem verkregen betrouwbaarheid en precisie" (zie ook §3.3).

Naast het aantal monsters is ook de hoeveelheid weefsel per monster van belang. Dit hangt af van de analysetechniek, het aantal te bepalen parameters en de gewenste detectiegrens (doel: max. $\frac{1}{3}$ van de biotanorm). Ook in dit geval adviseert EU-richtlijn om dit zo goed mogelijk in te schatten op basis van bestaande kennis maar logischerwijs ook om dit aan te passen op basis van de eerste resultaten. Het ICBR-onderzoek van IMARES hanteert vooralsnog een richtlijn van 170 gram natgewicht per monster, maar geeft tevens aan dat de detectiegrens van PBDE's en heptachloor/epoxide rond of boven de huidige biotanorm ligt. Voor de analyse van heptachloor zou op ordegrrootte drie keer zo veel weefsel in behandeling genomen moeten worden (150 ipv 50 gram), maar deze aanpak moet nog gevalideerd worden, mede omdat meer weefsel ook een grotere 'ruis' kan betekenen. Voor de PBDE's is het probleem beperkt omdat deze stofgroep meestal ruim boven de detectiegrens wordt aangetroffen en daarmee voldoende betrouwbaar is te meten.

5.3 Keuze voor organisme en weefsel

In de EU-richtlijn voor biotamonitoring (EU, 2014) is aangegeven welke argumenten een rol spelen bij de keuze voor de soort waar de monitoring zich op gaat richten en de manier waarop deze wordt blootgesteld (actieve dan wel passieve monitoring⁸).

Keuze voor diergroep

Voor iedere stof is in de normafleiding aangegeven op welk beschermingsdoel de biotanorm is gebaseerd en voor welke organisme-groep de norm is afgeleid. Deze informatie is samengevat in tabel 3.1 en illustreert dat de meeste biotanormen zijn afgeleid voor vissen. PAK's vormen een uitzondering omdat deze stoffen door vissen worden omgezet waardoor hun interne gehalte een onderschatting van de werkelijke blootstelling is. Voor de biotamonitoring van PAK's worden daarom schelpdieren of kreeftachtigen geadviseerd.

Keuze voor soort

Schelpdieren / kreeftachtigen

De biotanorm voor benzo(a)pyreen van 5 µg/kg versgewicht is gebaseerd op de interne gehalten van kreeftachtigen. Voor fluorantheen is dit niet verder gespecificeerd. Vanuit dit argument zou het de voorkeur hebben om de biotamonitoring op kreeftachtigen te richten. In Nederland bestaat echter weinig ervaring met biotamonitoring van PAK's in kreeftachtigen. Daarnaast vergt een dergelijke monitoring (wildvangst van kreeftachtigen) een redelijk grote inspanning, waarbij ook niet zeker is dat op iedere lokatie dezelfde soort aanwezig zal zijn. Met het alternatief, monitoring in schelpdieren, bestaat in Nederland juist veel ervaring en kan goed worden aangesloten op bestaande biotameetnetten waardoor trend onderzoek wordt ondersteund. Wel is het dan van belang dat een andere biotanorm voor benzo(a)pyreen wordt gehanteerd. Deze is echter al in de normafleiding gespecificeerd en bedraagt voor schelpdieren niet 5 maar 10 µg/kg vers.

⁸ Actieve monitoring: Organismen worden op een referentielokatie verzameld en vervolgens in kooien op de monitoringslokatie blootgesteld. Passieve monitoring: Organismen worden op de monitoringslokatie in het wild verzameld.

Intermezzo: Biotanorm voor benzo(a)pyreen

In de EU factsheet over 5-6-rings PAK's is aangegeven, dat er te weinig gegevens voorhanden zijn om op de geëigende manier de risico's voor humane consumptie te kunnen beoordelen. In de factsheet wordt daarom verwezen naar de EU-richtlijn 1881 (2006) tot "vaststelling van de maximumgehalten aan verontreinigingen in levensmiddelen". In deze richtlijn zijn onder andere maximale benzo(a)pyreen-gehalten vastgelegd voor zuigelingenvoeding, gerookt vlees maar ook voor tweekleppige weekdieren (10 µg/kg vers; muv bruin vlees van krab en kop en borstvlees van kreeft en andere grote schaaldieren), schaaldieren & koppotigen (5 µg/kg vers) en vlees van vis (2 µg/kg vers). In de EU-factsheet zijn vervolgens ook bioconcentratiefactoren (BCF) voor deze drie organismegroepen vastgesteld, waarmee ten slotte de JG-MKN waarden voor oppervlaktewater zijn berekend. De huidige JG-MKN van $1,7 * 10^{-4}$ µg/l is gebaseerd op schelpdieren. Ondanks de iets hogere biotanorm (10 ipv 5 µg/kg vers) kwam de berekende JG-MKN lager uit, doordat de BCF waarde voor schelpdieren een factor 5 groter is dan de BCF voor kreeftachtigen. Er is daarmee geen inhoudelijk bezwaar om in de toetsing van biotamonitoring met schelpdieren ook de bijbehorende biotanorm van 10 µg/kg vers te gebruiken.

De biotamonitoring van PAK's wordt daarom gericht op schelpdieren (zoetwater: *Dreissena* sp.; zoutwater: *Mytilus edulis*) en sluit qua methoden aan op bestaande meetnetten voor actieve biologische monitoring zoals deze in §4.3.1. zijn beschreven. Als kostenbewust alternatief kunnen ook de lokaal aanwezige *Dreissena* sp. worden bemonsterd en geanalyseerd. In eerdere jaren werd bij de actieve biologische monitoring veelal gebruik gemaakt van de Driehoeksmossel *Dreissena polymorpha*, terwijl vanaf 2012 meestal de Quaggamossel *Dreissena rostriformis bugensis* wordt gebruikt. Dit heeft te maken met de bestandsveranderingen in het IJsselmeer. Beide soorten kunnen gebruikt worden.

Noot: Bij de toekomstige implementatie in regionale wateren moeten de beheerders zich realiseren dat *Dreissena* sp., als uitheemse soort, nog niet in alle wateren voorkomt. In die gevallen is het uithangen van *Dreissena* een minder geschikte optie en zou men óf voor een lokaal aanwezige schelpdiersoort óf toch voor rivierkreeften⁹ kunnen kiezen.

Vissen

Biotamonitoring aan vissen wordt meestal uitgevoerd aan in het wild gevangen dieren (passieve biologische monitoring)¹⁰. In sommige gevallen kan daardoor worden aangesloten bij vis-inventarisaties vanuit de biologische monitoringsverplichtingen. Bij passieve biotamonitoring is men afhankelijk van de vissoorten die op de betreffende lokatie is voldoende mate aanwezig zijn. Tegelijkertijd wil men liefst een soort die op alle lokaties aanwezig is, waarvan de stand niet onder druk staat (de Paling is daarom minder geschikt), die voldoende groot is om voldoende gewicht aan monster materiaal te kunnen verzamelen, liefst niet of beperkt trekgedrag vertoont, voldoende hoog in het voedselweb staat en die waar mogelijk aansluit op lopende meetnetten of projecten. In de praktijk blijkt dat er nooit één soort is die het beste aan alle criteria voldoet. De soortskeuze vergt daarom een afweging van argumenten.

In de EU-richtlijn over de opzet van biotameetnetten (EU, 2014) is aangegeven dat de KRW-biotanormen zijn opgesteld voor vissen op trofisch niveau 4 (zie §5.4). Dit zijn roofvissen als de Snoekbaars en Snoek. Zou het KRW-biotameetnet zich op deze soorten richten, dan kunnen de resultaten van de chemische analyses direct met de KRW-biotanorm vergeleken worden (er is geen correctie op trofisch niveau nodig; wel overigens voor vetgehalte). Vanuit de eenduidigheid van de normtoetsing is dit te prefereren. Tegelijkertijd zijn er vanuit de praktijk meerdere redenen om juist een andere vissoort te kiezen. Zo is de Snoekbaars minder geschikt door haar voorkeur voor dieper en troebel water. In veel regionale wateren zal deze soort in onvoldoende mate aanwezig zijn. Bij de keuze voor Snoek zal men bij de implementatie weerstand ondervinden, omdat beheerders deze iconische soort juist graag in grote aantallen in hun wateren aanwezig willen hebben. Daarnaast is het vangen van voldoende Snoeken niet altijd even eenvoudig, mede omdat hun vangkans in veel gebruikte methoden zoals kuil of zegen slecht is (elektrisch vissen is een optie, maar wel bewerkelijk). De voordelen van een eenduidige normtoetsing wegen daarmee niet op tegen de praktische problemen in het veld. Als alternatieve soorten heeft het ICBR-onderzoek van IMARES (2015) zich gericht op Baars, Brasem en Blankvoorn. Van deze drie vissen is

⁹ Hierbij wordt niet zozeer aan de vrijwel uitgestorven Europese rivierkreeft gedacht, maar eerder aan de alom aanwezige exoten als de Rode Amerikaanse of de Gevlekte Amerikaanse rivierkreeft.

¹⁰ Dit is een wat verwarrende term. Vanuit de biotamonitoring wordt het analyseren van wild gevangen vis omschreven als "passieve biologische monitoring" i.t.t. actieve, waarbij er dieren in kooien worden uitgehangen. Vanuit de biologische monitoring voor de KRW wordt dit juist als actieve monitoring gezien, omdat men zelf de vangst uitvoert. Dit i.t.t. passieve biologische monitoring, waarbij er gekeken wordt naar vangsten in bijvoorbeeld fuiken.

Baars de soort, die het hoogst in de voedselketen staat en vanuit die overwegingen een voorkeur heeft. Het trofische niveau van baars kan echter sterk verschillen door de opportunistische voedselkeuze. Kleine Baars leeft van zoöplankton en macro-evertebraten. Een grotere Baars kan bij voldoende aanbod overstappen op kleine vis, maar schakelt net zo makkelijk terug naar kleinere voedselorganismen. Alleen de echt grote baarzen zijn overwegend predator maar juist deze komen weer niet overal in voldoende aantallen voor. Een keuze voor sub-adulte Baars zou echter betekenen dat het vergelijken van resultaten tussen waterlichamen moeilijker wordt, omdat het trofische niveau van kleinere baars van eenzelfde lengte even goed per seizoen en per waterlichaam kan variëren.

Daarmee resteren Brasem en Blankvoorn. De resultaten van Brasem in het lopende ICBR-onderzoek van IMARES weken echter opvallend af van de andere onderzochte soorten. In haar rapportage concludeert IMARES dat de oorzaak van dit afwijkend patroon niet duidelijk is en dat dit aanvullend onderzoek zou vergen. Vooralsnog lijkt het daarmee onverstandig om Brasem als voorkeurssoort te kiezen.

Alles afwegende komt daarmee de voorkeur te liggen op Blankvoorn, hetgeen ook in het ICBR-rapport van IMARES is verwoord. Blankvoorn benut gedurende het hele leven plankton en macro-evertebraten als belangrijkste voedselbron. Er is daardoor geen onduidelijkheid over het trofisch niveau ongeacht het waterlichaam en het seizoen. Dat heeft als voordeel dat men, ook zonder de correctie op trofisch niveau, alle Blankvoorns van verschillende waterlichamen onderling kan vergelijken. Verder blijkt het vetgehalte van sub-adulte blankvoorn (4,6-5,3% in de ICBR-dataset) goed overeen te komen met de 5%, waar in de normstelling vanuit is gegaan en is de soort in ruime mate voorhanden.

Binnen de Blankvoorn gaat de voorkeur uit naar sub-adulte vis, die in zijn geheel wordt geanalyseerd. Deze werkwijze leidt tot minder variatie in de voorbereiding van de chemische analyses en is daarbij ook minder bewerkelijk dan het uitprepareren van filets. Bij filets moet men specifiek letten op de aanwezigheid van onderhuidsvet maar maakt bijvoorbeeld ook de plaats waar de filet wordt gesneden (voorkant of achterkant; ventraal of dorsaal) verschil uit. Daarnaast is het aantal sub-adulte dieren in een standaard bemonstering groter dan het aantal adulte dieren, waardoor de minimale aantallen eenvoudiger zijn te realiseren en daarbinnen ook een verdere standaardisatie naar een geprefereerde lengte kan plaatsvinden. Ten slotte is de verwachte variatie kleiner omdat aspecten als migratie en sexe/reproductie nog geen of een kleinere rol spelen.

Op basis van een vergelijkbare afweging gaat voor de zoute wateren (12 mijlszone) de voorkeur uit naar de Bot *Platichthys flesus*. Deze soort wordt al gebruikt in bestaande biotameetnetten (JAMP-CEMP; §4.3.1), waardoor er veel ervaring en een tijdreeks aanwezig is. De extra monitoringsinspanning voor het KRW biotameetnet wordt daarmee beperkt. De huidige drie lokaties in het JAMP-CEMP meetnet (Eems-dollard, Westerschelde en Noordwijk) komen overeen met de lokaties voor het KRW-meetnet (zie §5.1).

Noot 1: Ook voor een eventueel toekomstige implementatie van het biotameetnet in regionale wateren is de Blankvoorn een geschikte kandidaat-soort, aangezien zij ook in de meeste regionale wateren in voldoende mate aanwezig zijn. Alleen voor de kleinere waterlichamen zoals boven- en middenlopen (bijv. R4, R5) zal dit voorstel wellicht niet of moeilijk uitvoerbaar zijn. Verder onderzoek zal moeten uitwijzen welke aanpak in die gevallen het meest geschikt is. Opties zijn het selecteren van een andere vissoort, het uitvoeren van de biota-analyses in uitsluitend schelpdieren of het uitwijken naar een andere diergroep als rivierkreeften. Op termijn zouden passieve samplers wellicht ook een rol kunnen spelen (Deltares, 2013). Momenteel is deze laatste optie wellicht geschikt voor trendonderzoek en screeningsdoeleinden maar kan zij nog niet voor normtoetsing worden ingezet.

Noot 2: De soortkeuze voor de vissoorten in zowel zoet als zoutwater monitoring is nog voorlopig. Er is met name enige zorg of de genoemde soorten (Bot, Blankvoorn) voldoende hoog in de voedselketen staan en of de bentische levenswijze van Bot niet tot een onevenwichtige blootstelling leidt. Een correctie voor de plaats van een soort in de voedselketen is in theorie mogelijk (§5.4) maar leidt wellicht ook tot extra onzekerheden. Zo geven de voorlopige resultaten van het ICBR-onderzoek van IMARES (2015) aan dat er door standaardisatie op het trofisch niveau voor de gegevens van Brasem en Blankvoorn normoverschrijdingen geconstateerd kunnen worden, waar Snoekbaars en Baars in hetzelfde waterlichaam geen normoverschrijding lieten zien. Daarnaast is deze standaardisatie in de praktijk nog niet mogelijk omdat de benodigde omrekenfactoren voor de verschillende stoffen nog niet zijn vastgesteld. De verschillen tussen vissen van een verschillend trofisch niveau en de manier waarop hier al dan niet voor gestandaardiseerd kan worden, vergen dus nader onderzoek en verdere Europese afstemming. Als onderdeel daarvan is het niet onverstandig om hier in pilot-onderzoek aandacht aan te besteden, bijvoorbeeld door naast de Blankvoorn cq. Bot ook een soort uit een hoger trofisch niveau en/of een meer pelagische levenswijze in het onderzoek te betrekken.

Het minimaliseren van natuurlijke variatie

Verschillende biologische factoren hebben een merkbare invloed op de gehalten aan verontreinigingen binnen een soort. Hierbij valt te denken aan factoren als het seizoen, de voedselsituatie, het geslacht (en daarmee ook paaiseizoen) als mede grootte en leeftijd. Een statistische analyse van het zoutwater mossel meetnet (ABM en PBM) toonde bijvoorbeeld aan dat de gehalten van de meeste verontreinigingen (zoals Pak, metalen, PCB en HCB; allen in µg/kg vers) in de winter hoger waren dan in de herfst (Royal Haskoning & Ecostat, 2006). Om deze variatie zoveel mogelijk te reduceren wordt de werkwijze voor biotamonitoring in protocollen vastgelegd. Naast de hierboven toegelichte keuze voor sub-adulte vis (effect van voortplanting wordt uitgesloten), wordt de variatie verder verkleind door in de protocollen aandacht te besteden aan

- Meest optimale lengte (Voor Blankvoorn: 10-15 cm (leeftijd 2-3 jaar, geslachtsrijp > 15 cm/3 jr)
- Seizoen van monstername (Meest optimale seizoenen voor biotamonitoring in vis is soms wellicht niet te realiseren indien de monstername wordt gecombineerd met ecologische vis-monitoring)
- Aanvullende parameters zoals het vetgehalte en trofisch niveau om de metingen op te standaardiseren (§5.4)
Voor een standaardisatie op trofisch niveau moet men als ijkpunt overigens ook het trofisch niveau van mosselen uit hetzelfde water laten analyseren.
- Kiezen voor mannelijke of vrouwelijke individuen (JAMP-CEMP suggereert de keuze voor louter vrouwelijke individuen in mariene wateren; bij het ICBR onderzoek is voor sub-adulte vissen geen onderscheid gemaakt)
- In het geval van actieve biomonitoring (mosselen) te kiezen voor organismen uit één referentiepopulatie
- Het analyseren van mengmonsters

Dit komt overeen met de adviezen zoals verwoord in de EU-richtlijn voor biotamonitoring (EU, 2014).

Het lopend ICBR-onderzoek van IMARES kan op deze aspecten nog tot een nadere specificatie leiden. Dit betreft bijvoorbeeld het minimaal aantal individuen in een mengmonster. In het oorspronkelijke ICBR-voorstel was sprake van n=25, in overeenstemming met het huidige Paling-meetnet. Ook IMARES (2007) noemt een keuze voor n=25 voor Blankvoorn en Brasem geschikt, mede onderbouwd met literatuurdata over spreiding. In het uiteindelijke ICBR-onderzoek is na internationale afstemming toch gekozen voor een n=10. De uiteindelijke keuze zal afhangen van de resultaten van het onderzoek en zal onderwerp zijn bij het verder standaardiseren van de werkwijze in ICBR-kader.

5.4 Data-verwerking voor de normtoetsing

Nadat de chemische analyse resultaten door het laboratorium zijn vrijgegeven, moeten er een aantal stappen worden gezet alvorens de vergelijking met de norm kan plaatsvinden.

Stap 1: Standaardisatie op vet- of vochtgehalte

Zoals hierboven al toegelicht kan men variaties in de gehalten van een stof tussen weefsel, hele organismen maar ook soorten in enigerlei mate verkleinen door deze gehalten te standaardiseren op vet (voor veel organische contaminanten) of drooggewicht (voor kwik en PFOS). Bij de normtoetsing is het dan van belang om de standaard vet- en vochtgehalten te kennen. In de EU-richtlijn voor biotamonitoring (EU, 2014) is aangegeven dat deze de volgende waarde hebben:

Norm voor gehalte in vis: 5% vet; 26% drooggewicht

Norm voor gehalte in mosselen: 1% vet; 8,3% drooggewicht

Beide parameters moeten daarom bij de chemische analyses worden meegenomen.

Stap 2: Correctie op trofisch niveau

Bij biomagnificerende stoffen is het gehalte in een prooidier kleiner dan in de predator. Hoe hoger het organisme in de voedselketen staat, hoe hoger de gehalten zijn. Aangezien de beschermingsdoelen zijn opgesteld voor humane consumptie en/of predatoren als visetende zoogdieren of vogels, zou de monitoring zich moeten richten op hun voedsel. Als men besluit om een vissoort te monitoren met een lagere trofische status dan zal men de risico's daarmee onderschatten.

Voor de normtoetsing wordt er vanuit gegaan dat de beoogde monitoring wordt uitgevoerd in soorten met een trofische status van 4. Alleen voor de PAK's gelden de normen voor organismen met een trofisch niveau van 2. In annex A.9 van de EU-richtlijn is beschreven hoe er voor een afwijkend trofisch niveau gecorrigeerd kan worden (zie ook rekenvoorbeeld hieronder). Een belangrijk element hierin is de te gebruiken biomagnificatiefactor (TMF in EU-richtlijn). Deze moeten nog officieel worden vastgesteld.

Om deze correctie te kunnen uitvoeren moet men bij iedere monsternamen ook dit trofisch niveau ($\delta^{15}\text{N}$; zie intermezzo) vaststellen voor zowel vissen als mosselen. De analyse in mosselen dient als referentiewaarde voor de trofisch niveau bepaling voor vis, aangezien mosselen altijd op het trofisch niveau 2 zitten. Mocht men besluiten om op een bepaalde locatie alleen de biotamonitoring voor vis uit te voeren, dan dient men daarvoor deze trofisch niveau bepaling alsnog mosselen te verzamelen.

Intermezzo "Trofisch niveau"

Het begrip trofisch niveau beschrijft het aantal stappen in de voedselketen dat men moet nemen om bij de betreffende soort te komen. Als voorbeeld: voor de mossel bestaat de voedselketen uit: water >> algen >> mossel en is het trofisch niveau daarmee 2. De volgende stap, zoals een mossel-etende duikeend heeft trofisch niveau 3 en een roofvogel die deze duikeend opeet trofisch niveau 4. Het trofisch niveau van een soort is overigens geen constante waarde. Kleine, sub-adulte exemplaren hebben vaak een andere voedselkeuze en kunnen daarmee ook een ander trofisch niveau hebben. Hetzelfde geldt voor individuen op een andere locatie of een ander jaargetijde. Daarom is het goed om bij de uitvoering van biotamonitoring een bepaling van het trofisch niveau mee te nemen. Dit gebeurt via de analyse van zogenaamde "stabiele isotopen", waarbij het trofisch niveau wordt bepaald door de isotopen ratio voor stikstof ($\delta^{15}\text{N}$). De verhouding tussen ^{15}N (een minder algemeen isotoop) en ^{14}N (het meest algemene isotoop) in een dier neemt namelijk met ieder trofisch niveau toe.

Stap 3: Berekenen van toetswaarde

Bij het monitoren van oppervlaktewater is vastgelegd wat de norm-waarde is (JG- of MAC-MKN), over welke periode deze getoetst moet worden (zoals jaar of zomerhalfjaar) en met welke grootte er getoetst wordt (gemiddelde of max). In de EU-richtlijn over biotamonitoring (EU, 2014) zijn vergelijkbare richtlijnen voor de toetsing van biotanormen vastgelegd. Aangezien concentraties in biota vaak een log-normale verdeling kennen, worden alle meetwaarden hierbij eerst log-getransformeerd en daarna gemiddeld. Waar nodig wordt dit uitgevoerd op genormaliseerde meetwaarden. Normalisatie kan wenselijk zijn om te corrigeren voor een verschil in het gemiddelde vetgehalte tussen soorten of verschillen in de plaats van het organisme in de voedselketen (zie hierboven). De inverse-log van dit gemiddelde is vervolgens de toetsgrootte, waarmee wordt vastgesteld of een waterlichaam aan de biotanormen voldoet.

Een rekenvoorbeeld:

Men heeft het hexachloorbenzeen gehalte gemeten in kleine Blankvoorn uit de Lek en wil weten of er sprake is van humane consumptierisico's bij het eten van Snoekbaars. Stel nu dat er 2 metingen zijn verricht met als resultaat 3,3 en 4,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ vers (in feite is er maar één gedaan [de 4,7; zie tabel 4.3] maar in het voorbeeld zijn twee getallen nodig om te middelen). Beide zouden voldoen aan de biotanorm van 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ vers, maar hadden nog gestandaardiseerd moeten worden. De eerste stap is standaardisatie op het vetgewicht. Deze is gemeten en bedraagt 4,2%. Na deze stap (zie onderstaande illustratie) zou de waarde nog steeds voldoen maar het verschil met de norm is wel iets kleiner geworden. De tweede stap is een correctie voor het trofisch niveau. De feitelijke analyse van het trofisch niveau is niet uitgevoerd maar kleine Blankvoorn eet hoofdzakelijk watervlooiën en muggenlarven en zou daarmee trofisch niveau 3 gehad kunnen hebben (water>>alg>>watervlo>>Blankvoorn). De manier waarop hier voor gecorrigeerd wordt is toegelicht in annex A.9 van de EU-richtlijn en betreft de formule:

$$\text{ConC}_{\text{gestand}} = \text{ConC}_{\text{niet gestand}} * \text{TMF}^{(4-\text{TLx})}$$

Voor de eerste meting zou dit betekenen: $5,6 * 2,47^{(4-3)} = 5,6 * 2,47 = 13,8 \mu\text{g}/\text{kg}$ vers

Hierbij staat TMF voor de Trophic Magnification Factor en TLx voor het trofisch niveau van de soort in kwestie (hier dus Blankvoorn). In Moermond en Verbruggen (2012) wordt voor Hexachloorbenzeen een TMF van 2,47¹¹ gegeven.

Ten slotte wordt de logaritmische-waarde van beide metingen gemiddeld en vervolgens weer terug getransformeerd met als uiteindelijk oordeel dat er sprake is van risico's omdat de norm met een factor 1,16 wordt overschreden.

¹¹ Op basis van de richtingscoëfficiënt uit figuur 3 van het betreffende artikel; $10^{0,39} = 2,45$, maar volgens auteur was de waarde zonder afronding 2,47.

Rekenvoorbeeld voor hexachloorbenzeen in kleine Blankvoorn

	Meetgegevens		Standaardisatie Stap 1 Gehalte in vetgewicht		Stap 2 Trofisch niveau		Stap 3 Bereken toetswaarde		
	Waarde	Eenheid	Waarde	Eenheid	Waarde	Eenheid	¹⁰ log	Gem.	Inv. log
Voorbeeld locatie			<i>Geldend bij 5% vet:</i>		<i>Geldend bij trofisch niveau van 4:</i>				
Hcb duplo 1	4,7	µg/kg vers	5,6	µg/kg vers	13,8	µg/kg vers	1,14		
Hcb duplo 2	3,3	µg/kg vers	3,9	µg/kg vers	9,7	µg/kg vers	0,99	1,06	11,58 µg/kg vers
Vetgehalte	4,2	%							
Trofisch niveau	3	aanname							
TMF	2,47	Moermond & Verbruggen (2012)							
Biotanorm									
Hcb	10	µg/kg vers	10	µg/kg vers	10,0	µg/kg vers			10,0 µg/kg vers
Vetgehalte	5	%							
Trofisch niveau	4								
Meting/norm	0,47		0,56		1,38				1,16
	0,33		0,39		0,97				
Conclusie	voldoet		voldoet		twijfel				voldoet niet

TMF=Trophic Magnification Factor

6 Conclusies en aanbevelingen

Samenvatting

KRW biotameetnet in rijkswateren

In tabel 6.1 zijn de belangrijkste kenmerken van het meetnet samengevat. De monitoring richt zich op zowel mosselen (PAK's) als vissen (overige negen prioritare stoffen) en vindt eens per drie jaar plaats op in totaal 18 lokaties verdeeld over zoet, brak en zout oppervlaktewater. De kosten voor de uitvoering liggen indicatief rond de 10 k€ per locatie (voor vis en mossel samen; mits er meerdere locaties simultaan gemonitord worden).

Aandachtspunten voor de toekomst

Toestandsbeoordeling

Bij aanvang van de biotamonitoring zal blijken dat er i) voor meerdere stoffen normoverschrijdingen plaatsvinden en ii) voor andere stoffen juist een meer positief beeld ontstaat in vergelijking tot de monitoring van oppervlaktewater. Dit betekent dat men goed moet nadenken over hoe de chemische toestand wordt beoordeeld in waterlichamen waar vooralsnog geen biotamonitoring plaatsvindt. Dit betreft het al dan niet koppelen van waterlichamen maar ook de vraag of het oordeel over biotamonitoring het oordeel over de JG-MKN in oppervlaktewater kan overrulen (vanuit de normstelling lijkt dit logisch).

Operationele monitoring

Hou bij de opzet van operationele monitoring naast de formele en wetenschappelijke argumenten ook rekening met een meer beleidsmatige: welke keuzes zijn gediend met een toegenomen inspanning? De nadruk ligt dan niet alleen op meer meten, maar eerder op de achterliggende doelstelling: hoe kan men door én meer meten én meer begrip en kennisontwikkeling, gezamenlijk tot een betere, meer effectieve beoordeling van de chemische toestand komen leidend tot beter gedragen maatregelen. Het standaard verhogen van de meetfrequentie bij een normoverschrijding is in dat licht (en zeker in geval van ubiquitaire stoffen die de norm overal overschrijden zoals kwik en PBDE's) niet perse de enige en meest logische optie.

Openstaande onderzoeksvragen

Voor de rijkswateren zijn de belangrijkste aandachtspunten gelegen in het vastleggen van de statistische betrouwbaarheid van het meetnet (onderzoek met replica's); het verder verfijnen van de methodiek op basis van lopend onderzoek (ICBR) en het vastleggen van de biomagnificatiefactoren die voor de standaardisatie noodzakelijk zijn.

Voor regionale wateren ligt de nadruk momenteel niet op het opzetten van een meetnet maar op het opdoen van kennis en ervaring. Naast praktische ervaring leidt dit tot meer inzicht in de lokatiekeuze voor een eventueel meetnet, de soortkeuze voor specifieke (kleinere) watersystemen en de te monitoren probleemstoffen. Met deze inzichten kan men vervolgens ook de aanpak tussen waterschappen afstemmen. Ten slotte zijn er argumenten om in pilot-projecten aandacht te besteden aan barium en kobalt. Deze stoffen blijken de huidige normen in oppervlaktewater frequent te overschrijden, terwijl deze oppervlaktewaternorm is afgeleid van een biotanorm. Verificatie van de biotanorm in waterlichamen waar het oppervlaktewater een overschrijding laat zien, maakt het oordeel over de chemische toestand meer accuraat.

Internationale afstemming

In veel Europese landen wordt momenteel gewerkt aan het opstellen van biotameetnetten. In Vlaanderen en Oostenrijk zijn de meetnetten al beschikbaar en kunnen ze met het huidige Nederlandse voorstel vergeleken worden. Op hoofdlijnen kennen de meetnetten veel overeenkomsten (meetinspanning, frequentie, stofkeuze). Op details zijn er verschillen die bijvoorbeeld te maken hebben met het willen vaststellen van meetvariatie (Oostenrijk: analyse in individuele vissen; Vlaanderen: drie replica's van mengmonsters). Ook de soortkeuze vertoont verschillen (Nederland: Blankvoorn; Oostenrijk: Kopvoorn; Vlaanderen: Baars).

Zoals in de eerdere hoofdstukken is toegelicht kent een landsdekkende biotamonitoring nog allerlei onzekerheden. Tegelijkertijd is het voorstel om spoedig met een KRW-biotameetnet te beginnen. Het huidige voorstel is daarom gebaseerd op hetgeen momenteel al met zekerheid als een zinvolle monitoring gezien kan worden. Dit KRW-biotameetnet richt zich op de rijkswateren, kent een beperkte omvang en wordt gezien als een eerste opzet voor een T&T-meetnet. Het voorstel hiertoe is samengevat in §6.1. Daarnaast laten bestaande biota-gegevens (§4.3.2) zien dat er op meerdere lokaties en voor meerdere stoffen normoverschrijding te verwachten zijn. Dit betekent dat men nu al kan nadenken over de noodzaak tot operationele monitoring. De gedachten hierover zijn samengevat in §6.2. Verder zijn er nog een aantal onderzoeksvragen (§6.3). Door het hiervoor benodigde onderzoek parallel uit te voeren met de eerste monitoringsjaren, kan men over enkele jaren de hier beschreven opzet voor T&T en operationele monitoring verder detailleren. In §6.4 ten slotte wordt het huidige Nederlandse voorstel vergeleken met al bestaande meetnetten in België (Vlaanderen) en Oostenrijk.

6.1 KRW-biotameetnet, T&T-monitoring

Het voorgestelde KRW-biotameetnet omvat een driejaarlijkse monsternamen van vis en mosselen op 18 lokaties in de Nederlandse rijkswateren. Hiervan zijn er 6 gelegen in de hoofdstroom van rivieren, 2 in een kanaal, 4 in meren en 6 in het kust- en overgangswater (zie figuur 5.1). Op iedere lokatie wordt in één mengmonster van gehele, sub-adulte vis een negental prioritair stoffen geanalyseerd, terwijl in één mengmonster van uitgehangen mosselen een tweetal PAK's wordt geanalyseerd. Daarmee zijn alle 11 prioritair stoffen met een biotanorm in het meetnet opgenomen. In tabel 6.1 is het meetnet samengevat.

Op vier van deze 18 lokaties kan worden volstaan met een monitoring die op PAK's is gericht. PAK's spelen een grote rol in het eindoordeel over de chemische toestand van het oppervlaktewater in Nederland, terwijl de beschikbare gegevens van de mossel-monitoring laten zien dat het oordeel over de chemische toestand op basis van de biotanorm betrouwbaarder (en minder negatief) kan zijn dan de beoordeling van de JG-MKN in oppervlaktewater.

Tabel 6.1 Overzicht van belangrijkste kenmerken van biotameetnet.

	T&T-monitoring	Onderbouwing en/of opmerkingen	Zie ook
Stofkeuze	Alle 11 prioritaire stoffen met een biotanorm	Eventueel kan fluorantheen achterwege blijven	§3.1 + §3.5
Beschermingsdoel	<u>Humane consumptie</u> : PBDE's, HCB, PFOS, HpCl+epo, Dioxines, Flu, BaP <u>Predatoren</u> : HCBd, Hg, Dicofol, HBCDD	Mosselen: PAK's Vis: Andere 9 prioritaire stoffen	§3.1
Lokatie keuze	18 lokaties; zie figuur 5.1		§5.1
Aantal monsters/lokatie	Analyse van mengmonster van 10 individuen (vis) en/of een mengmonster van mosselen	Vis: n=10 is huidig ICBR-voorstel; n=25 is te overwegen	§5.3
Meetfrequentie	Eens per drie jaar	Nederland moet precisie en betrouwbaarheid van biotameetnet nog vaststellen	§3.3
Soortkeuze	Voor PAK's: Mosselen zoet: <i>Dreissena</i> sp. Mosselen zout: <i>Mytilus edulis</i> Voor overige stoffen: Vis zoet: Blankvoorn Vis zout: Bot	Alternatief: Vis zoet: Snoekbaars of anders Brasem	§3.4 + §5.3
Weefsel	Gehele vis (sub-adulten)		§5.3
Seizoen	Sept-okt	Mits dit aansluit bij de geplande KRW-monitoring van vis	
Wijze van monstername	Mosselen: Uithangen gedurende 6 weken Vis: waar mogelijk aansluiten op actieve vismonitoring voor de KRW		
Toetsing	1) Standaardisatie op vet of vocht 2) Standaardisatie op trofisch niveau 3) Waar nodig: gemiddelde van de log-getransformeerde meetwaarden (en dan weer de inverse-log)	Niet relevant bij enkelvoudige analyses (1 monster/lokatie), maar wel indien men deze over de jaren middelt	§3.2

6.2 KRW-biotameetnet, Operationele monitoring

Met het uitvoeren van operationele monitoring worden twee doelen beoogd, namelijk i) de toestand vaststellen van waterlichamen die de milieudoelstellingen waarschijnlijk niet halen en ii) vaststellen in hoeverre de genomen maatregelen tot een wijziging in de toestand van die waterlichamen leiden. Een waterbeheerder is verplicht operationele monitoring uit te voeren als één of meerdere kwaliteitselementen niet voldoen.

De huidige uitwerking van operationele monitoring voor prioritaire stoffen in oppervlaktewater (Rijkswaterstaat, 2014) beschrijft een maandelijkse monitoring van de concentraties, waarbij deze cyclus jaarlijks wordt uitgevoerd. Voor deze verhoogde meetinspanning zijn goede argumenten, zoals het verkrijgen van een voldoende betrouwbaar oordeel op grond waarvan men tot (kostbare) maatregelen kan overgaan. Dit argument is ook valide voor biotamonitoring, met name omdat kennis over de betrouwbaarheid en precisie sowieso nog in een opbouwende fase is. In lijn hiermee noemt men in het haalbaarheidsonderzoek naar biotanormen in Vlaanderen (De Jonge et al., 2012) een jaarlijkse monitoring als basisfrequentie, waarbij in het geval van een normoverschrijding de frequentie naar maandelijks kan worden verhoogd. Overigens moet hierbij wel vermeld worden dat dit een voorbereidende studie betrof. In het lopende biotameetnet in Vlaanderen worden de T&T – punten iedere drie á vier jaar gemonitord. In het geval van een normoverschrijding wordt vervolgens een jaarlijkse monstername voorgesteld als onderdeel van de operationele monitoring (met uitzondering van stoffen als kwik waar alle waterlichamen niet aan de norm voldoen; dan blijft de frequentie eens per drie jaar).

Voor Nederland geven bestaande biota gegevens (§4.4) aan dat de kans op normoverschrijdingen voor sommige stoffen klein is, maar tegelijkertijd dat deze kans voor andere stoffen zeer groot is (zoals kwik en PBDE's). Het is daarom verstandig om na te denken over de consequenties hiervan in relatie tot het op te zetten KRW-biotameetnet. Een eerste aanzet:

Doel 1) Vaststellen toestand

De KRW-biotamonitoring (§6.1) wordt op slechts een beperkt aantal T&T-lokaties uitgevoerd. Formeel zou dit betekenen dat het oordeel voor de andere waterlichamen (zowel rijkswater als regionale wateren) hierop gebaseerd moet worden. Waar dit voor sommige, tussenliggende waterlichamen in rijkswateren niet onlogisch is, is dat voor veel regionale wateren wel het geval (denk aan bovenlopen van beken). Voor de operationele monitoring zou dit betekenen dat biotamonitoring op een veel groter aantal lokaties moet worden uitgevoerd (zelfs als men hierbij waterlichamen wederom kan clusteren) en met een hogere frequentie gelet op de gewenste betrouwbaarheid.

Doel 2) Vaststellen van gewijzigd toestandoordeel als gevolg van genomen maatregelen

Bestaande biotamonitoring laat zien dat gedurende de laatste paar decennia de gehalten van allerlei stoffen zijn afgenomen, maar tegelijkertijd dat de snelheid waarmee deze afname plaatsvindt sinds 2000 sterk is terug gelopen. Dit betekent dat men bij een overschrijding van biotanormen (en zeker voor de ubiquitaire stoffen) rekening moet houden met het feit dat de biotanormen nog jarenlang niet zullen voldoen. Daarnaast betekent de afgenomen snelheid waarmee gehalten in biota dalen, ook dat als men het effect van de genomen maatregelen wil kunnen beoordelen, men de monitoringsinspanning zeer aanzienlijk zal moeten verhogen (Deltares, 2010)

Voor beide doelstellingen zijn er dus goede, wetenschappelijk onderbouwde argumenten om in het geval van operationele monitoring de monitoringsinspanning aanzienlijk te laten stijgen, zowel wat betreft het aantal lokaties, het aantal waterlichamen als de meetfrequentie. Dit heeft grote financiële gevolgen, maar leidt ook tot een stijging van het aantal vissen in dierproeven, waar ander beleid dit juist probeert tegen te gaan. Het is daarom verstandig om bij het opzetten van een operationeel monitoringsprogramma niet alleen naar de formele en wetenschappelijke standpunten te kijken maar ook naar de beleidsmatige: welke keuzes zijn gediend met deze toegenomen inspanning? Daarbij kan men overwegen om in plaats van een vastomlijnde uitwerking van een operationele monitoring (cf. bestaande richtlijnen voor oppervlaktewater), naar een meer flexibele aanpak te gaan. Een eerste aanzet tot meer flexibiliteit is terug te vinden in het voorstel voor de meetfrequentie zoals Vlaanderen die hanteert: Als de biotanorm in een waterlichaam wordt overschreden wordt de meetfrequentie van 1* per drie jaar naar jaarlijks verhoogd, maar als het een stof betreft waar alle waterlichamen de biotanorm overschrijden heeft deze extra meetinspanning weinig toegevoegde waarde en blijft de meetfrequentie 1* per drie jaar. Op diezelfde manier zou men kunnen overwegen of de meetfrequentie voor ubiquitaire stoffen, zoals kwik en PBDE's, die vrijwel altijd normoverschrijdend worden aangetroffen, niet verder verlaagd kan worden (bijv. eens per 6 jaar) aangezien meer meten in die gevallen weinig extra inzichten opleveren. Ook zou men kunnen denken aan flexibiliteit als men de relatie met mogelijke bronnen in de monitoring wil benadrukken. De nut en noodzaak discussie van operationele monitoring kan op die manier variëren met bestaande verschillen tussen stoffen, waterlichamen en organismen (overigens zouden dezelfde argumenten ook voor de huidige operationele monitoring van oppervlaktewater opgaan). Zeker in de huidige fase van kennisopbouw is het verstandig om in deze overwegingen ook te beoordelen of een verdere afstemming tussen operationele monitoring en Nader onderzoek wenselijk kan zijn. De nadruk ligt dan niet alleen op meer meten, maar eerder op de achterliggende doelstelling: hoe kan men door én meer meten én meer begrip en kennisontwikkeling, gezamenlijk tot een betere, meer effectieve beoordeling van de chemische toestand komen leidend tot beter gedragen maatregelen.

Ter illustratie een voorbeeld voor PAK's

Als de chemische toestand van een waterlichaam niet voldoet, blijken PAK's in rijkswateren in 85% van de gevallen mede-veroorzaker. Tegelijkertijd laten de resultaten van de biotamonitoring met mosselen zien dat de kans op een overschrijding van de biotanorm veel kleiner is dan de kans op een normoverschrijding in water. Dit is niet onlogisch aangezien de biobeschikbaarheid een grote rol speelt en de oppervlaktewater monitoring van organische contaminanten nog steeds is gericht op totaal concentraties, terwijl de normen wetenschappelijk gezien zijn afgeleid voor opgeloste concentraties. Tegelijkertijd levert dit bestuurlijk een discussiepunt: op welke parameter wordt het oordeel over de chemische toestand nu gebaseerd? Aangezien de JG-MKN van zowel fluorantheen als benzo(a)pyreen in oppervlaktewater is afgeleid van een biotanorm voor humane

consumptierisico's lijkt het logisch om het oordeel uit de biotamonitoring het oordeel over de kwaliteit van oppervlaktewater te laten overrulen (m.u.v. de MAC-MKN, die niet op de biotanorm is gebaseerd). Maar dan zou men in ieder waterlichaam biotamonitoring moeten uitvoeren. In zo'n geval kan het meerwaarde opleveren om de extra meetinspanning voor operationele monitoring te combineren met Nader Onderzoek naar de oorzaken van een verschil in het oordeel over de chemische toestand. Als de weelde aan wetenschappelijke kennis via een aanvullend onderzoek duidelijkheid kan geven, kan men in de toekomst wellicht op een meer effectieve wijze monitoren (hierbij kan men denken aan passieve sampling in het veld of het gebruik van SPME¹²-technieken bij het analyseren van een watermonster in het laboratorium; zie o.a. Deltares, 2013).

6.3 Openstaande onderzoeksvragen

Bij het opzetten van het KRW-biotameetnet zijn meerdere aspecten geconstateerd, die nader onderzoek vergen alvorens men een besluit kan nemen over hoe dit aspect in het KRW-biotameetnet een rol moet krijgen. Deze onderzoeksvragen zijn hieronder samengevat en betreffen zowel landsdekkende aspecten als elementen die aandacht behoeven bij de toekomstige implementatie van een biotameetnet door waterschappen. Ten slotte zijn er aspecten benoemd die wellicht op de middellange termijn aandacht vragen.

Landsdekkend

- **Statistische betrouwbaarheid van het meetnet**

Deze onderzoeksvraag kent twee deel-onderwerpen:

- a) Het huidige voorstel met een meetfrequentie van eens per drie jaar is alleen toegestaan als het oppervlaktewatermeetnet een "statistisch voldoende robuust referentiekader" biedt, tenzij het om ubiquitaire stoffen gaat (voor deze stoffen noemt de richtlijn prioritare stoffen een frequentie van eens per drie jaar sowieso geschikt). Deze deelvraag richt zich daarom alleen op hexachloorbenzeen, hexachloorbutadien en dicofol (zie ook tabel 3.1)
- b) Voor het vaststellen van de meetfrequentie voor biotamonitoring is ook een statistische analyse van de verwachte betrouwbaarheid en precisie verplicht. De resultaten hiervan moeten in de volgende stroomgebiedsbeheerplannen worden vastgelegd.

De noodzakelijke uitwerking van beide deelvragen is momenteel onderwerp van een lopende discussie tussen het ministerie en de Europese commissie. Aanvullend onderzoek naar de meetvariatie (per stof en soort) middels analyses in replica's is echter sowieso aan te raden. Hieraan verbonden is een afweging van kosten versus nauwkeurigheid. Voor het uitvoeren van de hier voorgestelde aanpak op ten minste vijf lokaties dient men op ordegrootte rekening te houden met circa 30-35 k€ voor de biotamonitoring met vis mits men daarvoor kan aansluiting bij een al lopende KRW-inventarisatie en zo'n 20-25 k€ voor het biotamonitoring met mosselen. Voor de monitoring met mosselen is deze prijsindicatie gebaseerd op het uithangen, ophalen en de chemische analyses. Als er wordt gekozen om de mosselen in het veld te verzamelen zullen de kosten lager zijn. De kosten per locatie bedragen daarmee in totaal zo'n 10-12 k€.

- **Voortschrijdend inzicht**

Op meerdere punten staat de biotamonitoring voor de komende jaren nog in het teken van kennis opdoen en voortschrijdend inzicht. Vervolgens kan na enkele jaren een evaluatie van het biotameetnet plaatsvinden.

Hierbij dient men aandacht te geven aan:

- Voor meerdere nieuwe stoffen, zoals dicofol en PFOS, is de huidige kennis over de kans op normoverschrijdingen en eventuele variaties hierin (watertype, regio's etc) nog ontoereikend en/of moeten er nog geschikte analysemethoden worden ontwikkeld (dicofol).
- Het huidige voorstel is afgestemd met de huidige stand van zaken in het biotaonderzoek binnen de ICBR. Wijzigingen hierin maar ook ontwikkelingen in buurlanden kunnen een heroverweging van de nu gemaakte keuzes nodig maken.
- Er is onvoldoende kennis over hoe de chemische kwaliteitsoordelen op basis van oppervlaktewater en biota elkaar aanvullen of overlappen

¹² SPME=Solid Phase Microextraction

-De keuze voor de vissoort binnen de monitoring wordt gezien als voorlopig. Met name bestaat er enige zorg over de relatief lage plaats in de voedselketen van Blankvoorn en Bot, alsmede de bentische levenswijze van Bot (die tot onevenredige accumulatie zou kunnen leiden). Aanbevolen wordt om hier in pilot-onderzoek aandacht aan te besteden, bijvoorbeeld door naast de Blankvoorn cq. Bot ook een soort uit een hoger trofisch niveau en/of een meer pelagische levenswijze in het onderzoek te betrekken.

- **Biomagnificatiefactoren**

Om de beschreven standaardisatie van de resultaten op trofisch niveau uit te kunnen voeren (zie §5.4), dient met de hiervoor te gebruiken biomagnificatiefactoren nog vast te leggen en liefst Europees te standaardiseren. Daarna kunnen deze factoren in de praktijk worden gevalideerd.

- **Wet op de dierproeven**

Het vangen en/of doden van gewervelde dieren met als doel het uitvoeren van onderzoek vergt een vergunning onder de wet op de dierproeven. Dit geldt daarmee ook voor alle biotamonitoring in vis. Dit betekent een extra administratieve last en extra eisen voor de bevoegdheden van het uitvoerend personeel. Het valt te overwegen om in samenspraak met de Centrale Commissie Dierproeven (vergunningverlener) na te gaan in hoeverre hier uniformering en samenwerking tussen de waterbeheerders mogelijk is.

Waterschappen

- **Openstaande keuzes bij implementatie door waterschappen**

Het huidige rapport geeft inzicht in de manier waarop men een biotameetnet kan vormgeven en de daarin te maken keuzes. Hierin zijn enkele aspecten die specifiek aandacht behoeven

-Keuze van de soort

In het huidige voorstel maakt de biotamonitoring gebruik van mosselen en vissen. In beide gevallen is het mogelijk dat de keuzes in het huidige rapport niet van toepassing zijn op alle regionale waterlichamen. Zo is voor mosselen het uithangen van kooien met *Dreissena sp.*, als uitheemse soort, wellicht niet wenselijk voor waterlichamen die tot nu toe nog niet zijn gekoloniseerd. Verder zijn schelpdieren niet in ieder watertype even relevant binnen de macrofaunagemeenschap en/of relevant voor humane consumptie. In die gevallen zou men als alternatief naar de groep van rivierkreeften kunnen kijken. Dit heeft qua praktische uitvoering echter weer andere consequenties, aangezien rivierkreeften niet altijd even gemakkelijk en in voldoende mate zijn te vangen. Ook zou men als voorbereiding kunnen denken aan een screening met behulp van passieve samplers om zo te onderzoeken of deze stoffen inderdaad in deze wateren voorkomen.

Voor vissen is de huidige voorkeurskeuze gericht op Blankvoorn, die in de meeste regionale wateren algemeen voorkomt. In met name de kleine regionale wateren (denk aan boven- of middenlopen; R4 of R5) zal dit echter niet het geval zijn. In die gevallen kan men op basis van uitgevoerde vis-inventarisaties naar een meer representatieve soort zoeken of alle biota-analyses in schelpdieren uitvoeren. Wel is het dan wenselijk om ook deze alternatieven tussen de waterschappen af te stemmen. Overigens lijkt het vooralsnog niet bezwaarlijk om bij het opstarten van pilot-onderzoek naar biotanormen in regionale wateren de inspanning primair te richten op de wateren waar men met Blankvoorn goed uit de voeten kan.

-Lokatiekeuze

De analyse van bronnen (§4.1) en waterkwaliteit (§4.2) kan per waterschap worden verfijnd om zo de lokatiekeuze te ondersteunen. In het afwegen of ook voor waterschappen een uitgebreidere meetinspanning voor mosselen (vanuit de PAK's als probleemgroep; zie ook §5.1) wenselijk is zou aanvullend ook van waterbodengegevens gebruik gemaakt kunnen worden om zo mogelijke hotspots en secundaire bronnen te lokaliseren. Pilot-onderzoek zal leren in hoeverre de oordelen voor waterlichamen afwijken van het beeld uit nabijgelegen rijkswater cq. de vraag of men het oordeel voor bepaalde waterlichamen evengoed kan baseren op T&T punten in rijkswater, zoals dat momenteel ook voor oppervlaktewatermonitoring soms gebeurt.

-Aanpak en onderlinge afstemming (proces)

Naast deze meer methodisch, inhoudelijke vragen spelen er ook enkele meer algemene vragen. Dit betreft bijvoorbeeld de vraag in hoeverre toestandsoordelen in rijkswater gebruikt kunnen worden voor een oordeel over het regionale watersysteem en daaraan gekoppeld of de waterschappen zich kunnen richten op de stoffen die bij de T&T-meetpunten in rijkswater tot normoverschrijdingen leidt dan wel of dat tot verkeerde toestandsoordelen kan leiden? Verder spelen er bij het implementeren van een nieuwe methodiek altijd vragen over de wenselijke meetinspanning, de daaraan verbonden kosten en baten, het opzetten van analysemethoden bij waterschapslaboratoria maar ook op welke manier deze extra inzichten kunnen leiden tot het vinden van doeltreffende maatregelen. Om dit proces voor alle waterschappen te vereenvoudigen en uniformeren wordt gepleit voor een of andere vorm van kennisuitwisseling en verdere afstemming.

Mogelijke vragen voor de middellange termijn

- **Stofkeuze**

Deze onderzoeksvraag kent twee deel-onderwerpen:

- a) Ook binnen de prioritairere stoffen zónder biotanorm zijn er enkele mét bioaccumulerende eigenschappen die momenteel nog niet overal met een voldoende hoge gevoeligheid in oppervlaktewater geanalyseerd kunnen worden. Dit betreft met name de C10-13 chlooralkanen en TBT. Voor deze stoffen is besloten om vooralsnog af te zien van biotamonitoring en volledig in te zetten op een voldoende gevoelige monitoring in oppervlaktewater. Even goed kan het in de toekomst nodig blijken om deze twee stoffen alsnog op te nemen.
- b) Binnen de stoffen (prioritair en specifiek verontreinigend) die momenteel de waterkwaliteitsnormen in Nederland frequent overschrijden, zijn er enkele waarvoor de JG-MKN voor oppervlaktewater is afgeleid van een biotanorm. Dit betreft bijvoorbeeld kobalt en barium, waarbij in beide gevallen de humane risico's leidend waren. Als men middels biotamonitoring kan vaststellen dat de gehalten in vis of schelpdieren, geschikt voor humane consumptie, lager zijn dan de in de risicobeoordeling afgeleide biotanorm, dan zou een oordeel over deze biotamonitoring het oordeel over de waterkwaliteitsmonitoring kunnen overrulen.

6.4 Internationale afstemming

Momenteel zijn alle Europese landen plannen voor biotamonitoring aan het opstellen. In België (Vlaanderen) en Oostenrijk zijn al concrete voorstellen gedaan en deels al geïmplementeerd. Omdat internationale afstemming nodig is, zijn de plannen van beide hieronder samengevat (tabel 6.2) en vergeleken met het huidige Nederlandse voorstel. In de komende jaren zal deze internationale afstemming verder gaan, waarbij ook de resultaten van het lopende ICBR-onderzoek en de daaruit volgende nadere afspraken een belangrijke rol zullen spelen. Het nu voorgestelde KRW-biotameetnet is afgestemd met de resultaten van het Nederlandse deel van dit ICBR-onderzoek, maar nadat ook internationale resultaten beschikbaar komen kan verder afstemming noodzakelijk zijn.

België (Vlaanderen)

Voor Vlaanderen heeft de Universiteit van Antwerpen eerst enkele voorbereidende studies uitgevoerd (De Jonge et al., 2012; 2013; 2014) en heeft de Vlaamse Milieumaatschappij vervolgens een uitbesteding gedaan om het biotameetnet voor de komende vier jaar uit te voeren. Naast de 11 prioritairere stoffen met een biotanorm, besteedt Vlaanderen ook aandacht aan de andere prioritairere stoffen met een bioaccumulerende werking, waarvoor de KRW stelt dat de lange termijn trend geborgen moet worden in biota en/of waterbodem (zie §2.1). Meerdere van deze aanvullende stoffen worden al in het Vlaamse waterbodemmeetnet gemonitord en is dus geen aanvullende monitoring noodzakelijk. Voor de andere stoffen is gekozen voor analyse in biota (dicofol, PFOS en dioxine, omdat deze toch al in het biotameetnet worden opgenomen) dan wel opname in het waterbodem meetnet (DEHP, pentachloorbenzeen en quinoxifen; voor deze stoffen is geen biotanorm afgeleid). Hierbij wordt een monsternamen frequentie van eens per vier jaar aangehouden. Na de eerste vier jaar wordt bekeken of deze frequentie verhoogd of juist verlaagd moet worden.

Oostenrijk

Ook in Oostenrijk is men begonnen met enkele voorbereidende studies (Rüdel & Wimmer, 2007; Uhl et al., 2010), waarna men in 2010 met het biotameetnet is begonnen (Deutsch & Krämer, 2012). Deze auteurs geven aan dat er in Oostenrijk geïntegreerd wordt gekeken naar de verplichte monitoring van biotanormen (toentertijd alleen kwik, HCB en HCBd) en de aanvullende KRW-eisen voor het borgen van lange termijn trends voor stoffen met een bioaccumulerende werking in sediment en/of biota. Het onderzoek is in 2010 begonnen met metingen in biota, waarbij werd aangetekend dat er in latere jaren ook naar de gehalten in sediment gekeken zou gaan worden om zo een afweging te kunnen maken. Om deze toekomstige keuze te ondersteunen zijn niet alleen de stoffen met een biotanorm maar ook andere door de KRW genoemde bioaccumulerende stoffen geanalyseerd (HCH, DDT, pentachloorbenzeen, drins, organotins, DEHP en PBDE's). In 2010 zijn vijf lokaties onderzocht, allen gelegen op de landsgrenzen van rivieren als de Donau (Duits.-Oost. en Oost.-Hong.), Inn en Drau, waarbij is aangegeven dat als frequentie eens per drie jaar wordt aangehouden. In hoeverre deze aanpak de laatste jaren nog gewijzigd is (bijv. als gevolg van de nieuwe lijst van stoffen met een biotanorm), is onbekend.

Tabel 6.2 Een globale kenschets van het Nederlandse voorstel in vergelijking tot de plannen in België (Vlaanderen) en Oostenrijk.

	Nederland	België (Vlaanderen)	Oostenrijk
Zoet & zout?	Zoet & zout	Zoet	Zoet
Stofkeuze	Alle 11 prioritaire stoffen met een biotanorm incl. vet, vocht en trofisch niveau	Alle 11 prioritaire stoffen met een biotanorm incl. vet, vocht en trofisch niveau	Stoffen met een biotanorm én andere prioritaire stoffen met een bioaccumulerende werking (inzake verplichte borging van trends)
Lokatie keuze	18 lokaties verdeeld over de vier stroomgebieden alsmede over zoetwater en kust- en overgangswater	Alle T&T chemie lokaties (44 voor heel Vlaanderen; in vier jaar roulerend)	5 lokaties op landgrenzen van belangrijkste rivieren (Donau, Inn, Drau en Mur)
Aantal monsters/lokatie	Analyse van mengmonster van 10 vissen of een voldoende aantal mosselen	Analyse van mengmonster van 10 (vis, minimaal 5 ind.) of 25 (mosselen) individuen. Liefst 3 replica's per lokatie	Analyse van 7 individuele vissen
Meetfrequentie	Eens per drie jaar	Eens per vier jaar	Eens per drie jaar
Soortkeuze	Voor PAK's: Mosselen zoet: <i>Dreissena</i> sp. Mosselen zout: <i>Mytilus edulis</i>	Voor PAK's: Mosselen: <i>Dreissena</i> sp.	Voor PAK's: Niet geanalyseerd
Weefsel, seizoen	Voor overige stoffen: Vis zoet: Blankvoorn (10-15cm) Vis zout: Bot Weefsel voor vis: gehele, sub-adulte vis	Voor overige stoffen: Baars (±12 cm) en anders Paling (±50cm) Weefsel voor vis: Spier	Voor overige stoffen: Kopvoorn (25-30cm) en anders Brasem of Forel Weefsel voor vis: Gehele vis
Seizoen	Sept – okt	Buiten paaiseizoen (eind zomer, begin herfst)	Oktober-november
Wijze van monstername	Mosselen: Uithangen gedurende 6 weken	Mosselen: Uithangen gedurende 6 weken (alternatief: lokale soort)	Mosselen: Niet opgenomen in onderzoek
	Vis: waar mogelijk aansluiten op actieve vismonitoring voor de KRW	Vis: waar mogelijk aansluiten op actieve vismonitoring voor de KRW	Vis: waar mogelijk aansluiten op actieve vismonitoring voor de KRW

7 Referenties



- Anonymous (2003). Water Framework Directive. Common Implementation Strategy. Working Group 2.7 Monitoring. Guidance on Monitoring for the Water Framework Directive. Final Version 23 January 2003.
- De Jonge M., F. Dardenne, R. Blust & L. Bervoets (2012). Haalbaarheidsstudie biotanormen voor gevaarlijke stoffen: Onderbouwing meetstrategie voor de toetsing van biotanormen. Universiteit Antwerpen in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM), Antwerpen, België.
- De Jonge M., F. Dardenne & L. Bervoets (2013). Monitoring van 3 gevaarlijke stoffen in biota in de oppervlaktewateren van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Universiteit Antwerpen in opdracht van het Brussels Instituut voor Milieubeheer (BIM), Antwerpen, België.
- De Jonge, M., C. Belpaire, V. Verhaert, F. Dardenne, R. Blust & L. Bervoets (2014). Veldstudie naar de monitoring van biota in het kader van de rapportage van de chemische toestand voor de Kaderrichtlijn Water. Universiteit Antwerpen (UA) in samenwerking met het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). Antwerpen, België.
- Deltares (2010). Monitoring van bioaccumulerende, prioritaire KRW stoffen; in water of in biota. Rapportnr. 1001-0154.
- Deltares (2012). Belasting per KRW-waterlichaam voor probleemstoffen in Nederland. Technische achtergrondrapportage. Rapportnr. 1205956-000.
- Deltares (2013). Monitoring van prioritaire stoffen in biota en passive samplers. Rapportnr. 1206111-005.
- Depew, D.C., N. Basu, N.M. Burgess, L.M. Campbell, D.C. Evers, K.A. Grasman and A.M. Scheuhammer (2012). Derivation of screening benchmarks for dietary methylmercury exposure for the common loon (*Gavia immer*): rationale for use in ecological risk assessment. *Environ. Toxicol. Chem.* 31 (10): 2399-2407.
- Deutsch, K. & D. Krämer (2012). GZÜV Trendermittlung von Schadstoffen in Biota 2010. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- Ecofide (2011a). Ecologisch onderzoek in de Vecht. T₀-situatie voor aanvang van de sanering. Uitgevoerd in opdracht van Waternet. Rapportnr. 21.
- Ecofide (2011b). Nader Onderzoek Eerbeeksebeek. Een beoordeling volgens de Waterwet. Uitgevoerd in opdracht van Waterschap Veluwe. Rapportnr. 32.
- EU (1993). Verordening (EEG) Nr. 315/93 van de Raad van 8 februari 1993 tot vaststelling van communautaire procedures inzake verontreinigingen in levensmiddelen.
- EU (2008a). EU-richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid.
- EU (2008b). EU-Richtlijn 2008/105/EU inzake milieukwaliteitsnormen op het gebied van waterbeleid tot wijziging en vervolgens intrekking van de richtlijnen 82/176/EEG, 83/513/EEG, 84/156/EEG, 84/491/EEG en 86/280/EEG van de Raad en tot wijziging van Richtlijn 2000/60/EG.
- EU (2009). Richtlijn 2009/90/EG van 31 juli 2009 tot vaststelling van technische specificaties voor de chemische analyse en monitoring van de watertoestand krachtens Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad.
- EU (2011). Common Implementation Strategy For The Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document No. 27. Technical guidance for deriving environmental quality standards. Technical report – 2011 – 055.
- EU (2013). Richtlijn 2013/39/EU van het Europees parlement en de raad van 12 augustus 2013 tot wijziging van Richtlijn 2000/60/EG en Richtlijn 2008/105/EG wat betreft prioritaire stoffen op het gebied van het waterbeleid.

- EU (2014). Common Implementation Strategy For The Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document No. 32 on biota monitoring (the implementation of EQS_{biota}) under the water framework directive. Technical report – 2014 – 083. Zie: http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/facts_figures/guidance_docs_en.htm.
- ICBR (2011). Rapport over de verontreiniging van vissen met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied. Lopend en afgerond onderzoek in de Rijnsoeverstaten (2000 - 2010). ICBR rapport nr. 195.
- ICBR (2014). Voorstel voor een pilot voor de meting van de verontreiniging van biota/vissen met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied in 2014/2015. ICBR rapport 216.
- IMARES (2007). Alternatief voor Biologische Monitoring microverontreiniging in rode aal. Rapportnr. C090/07.
- IMARES (2008). Aanvullende analyses prioritare KRW-stoffen in vissen, aal en blankvoorn. Rapportnr. C117/08.
- IMARES (2010). Risico's van kwik in het Zwarte water; studie naar de relatie tussen gehalten in zwevend stof en waterbodem. Rapportnr. C153/10.
- IMARES (2012). Ecotoxicologisch onderzoek Hollandse IJssel paling 2004-2012, vangstjaar 2012. Rapportnr. C114/12.
- IMARES (2015, *in prep.*). Chemische biotamonitoring in ICBR kader. Voorlopige resultaten.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2012). Ontwerp Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2012-2020, Deel 1.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014). Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2012-2020, Deel 2. KRM-monitoringprogramma.
- Moermond, C.T.A. & E.M.J. Verbruggen (2012). An evaluation of bioaccumulation data for hexachlorobenzene to derive water quality standards according to the EU-WFD methodology. *Int. Environ. Ass. Man.* 9(1): 87-97.
- Prins, T, P. Schouten en L. van der Linden (2009). KRM en andere richtlijnen. Een vergelijking van natuur- en milieudoelstellingen. *Deltares rapport 1200037-000*.
- RIWA (2004). Trends van Prioritaire stoffen over de periode 1977 – 2002.
- Rijkswaterstaat (2014). Richtlijn KRW Monitoring Oppervlaktewater en Protocol Toetsen & Beoordelen. Update vastgelegd in MRE-bijeenkomst 26 juni 2014.
- Royal Haskoning en Ecostat (2006). Biological monitoring programme with the Blue mussel *Mytilus edulis* in The Netherlands. Evaluation of the programme 1985 – 2005. In opdracht van: RWS-RIKZ; Rapportnr. 9S2146.01.
- Rüdel, H. & M. Wimmer (2007). Strategie für ein stoffangepasstes Gewässermonitoring (Machbarkeitsstudie). Erfassung potentiell sorbierender oder akkumulierender Stoffe in den Kompartimenten Biota, Sedimenten und Schwebstoffen. Fraunhofer Institut.
- STOWA (2015). Landelijke screening nieuwe stoffen. Stowa-rapport 2015-25.
- Uhl, M., I. Offenthaler, W. Hartl, B. Vallant, W. Moche, R. Konecny, M. Clara, S. Scharf, R. Haunschmid & M. Schabuss (2010). Monitoring von Schadstoffen in Biota. Pilotstudie 2010. Umweltbundesamt.
- Van den Heuvel, M., L. Osté, H. Hulsman & M. Kotterman (2009). Aal in het benedenrivierengebied. Deel 1, Feiten. *Deltares rapport*.
- Van Leeuwen, S. (2009). Fluorinated, Chlorinated and Brominated Contaminants in Fish for Human Consumption. Methods and Measurements. PhD thesis. VU Amsterdam.
- Van Leeuwen, S.P.J., M.J.J. Kotterman, M. Hoek-van Nieuwenhuizen, M.K. van der Lee & L.A.P. Hoogenboom (2013). Dioxines en PCB's in rode aal uit Nederlandse binnenwateren. Resultaten tussen 2006 en 2012. *Rikilt rapport 2013.010*.

8 Bijlagen



Bijlage 1

Overzicht van beschikbare biota-gegevens in Nederlands oppervlaktewater

Kwik

Ranges aan kwikgehalten ($\mu\text{g}/\text{kg}$ versgewicht) in verschillende vis-soorten. Gehalten boven de huidige KRW-biotanorm van $20 \mu\text{g}/\text{kg}$ vers zijn oranje gemarkeerd. Gehalten onder de norm zijn groen gemarkeerd.

Lokatie	Soort Weefsel Jaren	Paling ¹⁾ filet 2005-2013	Blankvoorn/ brasem geheel 2007-2015 ⁴⁾	Snoekbaars geheel 2005-2015	Baars geheel 2015	Stekelbaars geheel 2011	Bot filet 2005 – 2014	Diverse vis ⁵⁾ geheel 2005 -2014
Rijkswateren								
Rivieren/hoofdstroom								
	Maas (Eijsden+Borgh.)	72 – 89	23	272				
	Bergsche+Getijden Maas	83 – 85	20		38			
	Amer	105	53					
	Rijn (Lobith)	140 – 160						
	Lek	220 – 303	64					
	IJssel, Deventer	50 - 230						
	Hollandsch Diep	140 – 193	46	100 - 200				
	Haringvliet	150 – 153						
Kanalen								
	Noordzeekanaal	100 – 140		199				
	Twenthekanaal	100 – 130						
	Noordhollands kanaal	110 - 120		185				
Meren								
	Ketelmeer	99 – 109	34 - 42	84	52			
	Randmeren	56 – 62						
	IJsselmeer	130 – 137	76 - 123	100 - 300	70			
	Markermeer	110 – 150	106	217				
	Volkerak-Zoommeer	130 – 166						
	Lauwersmeer	84 - 200						
Regionale wateren								
Met rivierinvloed								
	Utrechtse Vecht	30 – 118						2)
	Aarkanaal, Ter Aar	55 - 130						
Zonder rivierinvloed								
	Vecht, Ommen	41 - 150						
	Roer, Vlodrop	39 - 140						
	Bolksbeek (De Horst)	110						
	Eerbeeksebeek					70 – 110		3)
	Soerense beek					80		3)
Kust & overgangswateren								
	Westerschelde						34 – 530	
	Oosterschelde	90						
	Eems-Dollard						23 – 310	
	Hollandse kust						43 – 250	
	Waddenzee						27 – 220	
Noordzee								
	Terschelling 40							31 – 41
	IJmuiden 80							34 – 53
	Doggersbank							19 – 24
	Noordzee							23 – 200

¹⁾ Data uit database van RWS en RIKILT; ²⁾ Ecofide (2011a); ³⁾ Ecofide (2011b); ⁴⁾ IMARES (2008); ⁵⁾ oa Haring, Kabeljauw, Schol, Schar, Schelvis, Tong

HCB

Ranges aan hexachloorbenzeen-gehalten ($\mu\text{g}/\text{kg}$ versgewicht) in verschillende vis-soorten. Gehalten boven de huidige KRW-biotanorm van $10 \mu\text{g}/\text{kg}$ vers zijn oranje gemarkeerd. Gehalten onder de norm zijn groen gemarkeerd.

Lokatie	Soort Weefsel Jaren	Paling filet 2005-2013	Blankvoorn/ brasem geheel/filet 2007-2015 ⁴⁾	Snoekbaars geheel/filet 2005-2015	Baars geheel/filet 2015	Bot lever 2005 - 2014	Diverse vis ⁵⁾ Geheel 2005 -2014
Rijkswateren							
Rivieren/hoofdstroom							
Maas (Eijsden+Borgh.)		2,6 – 20	2,9				
Waal		11 - 27					
Bergsche+Getijden Maas		11 – 13			0,4		
Amer		1,8 – 17,9	6,6				
Rijn (Lobith)		16 – 25					
Lek		6,9 – 37	4,7				
Hollandsch Diep		13 – 38	5,8 – 7,3	0,8			
Haringvliet		2,8 – 18					
IJssel, Deventer		6,4 - 23					
Hollandse IJssel		10 - 30					³⁾
Oude Maas		13 - 36					
Merwede		3,2 – 42					
Kanalen							
Noordzeekanaal		9,5 – 10					
Twenthekanaal		2,7 – 33					
Meren							
Ketelmeer		1,3 – 17	1,6 - 5,9	0,6	0,8		
Randmeren		0,9 -1,3					
IJsselmeer		0,8 – 9,7		0,1 – 0,2	0,2		
Markermeer		1,1 – 1,7					
Volkerak-Zoommeer		1,9 – 4,5					
Vossemeer		2,0 - 11					
Regionale wateren							
Met rivierinvloed							
Utrechtse Vecht		1,8 - 11					²⁾
Aarkanaal, Ter Aar		1,7 – 1,9					
Friese meren		0,8 – 6,2					
Zonder rivierinvloed							
Vecht, Ommen		0,5 – 2,3					
Roer, Vlodrop		10 – 13					
Bolksbeek (De Horst)		0,7 – 1					¹⁾
Kust & overgangswateren							
Westerschelde		5,6				0,4 - 22	
Oosterschelde		<1					
Eems-Dollard						0,4 - 21	
Hollandse kust						0,8 - 11	
Waddenzee						0,08 - 2	
Noordzee							
Terschelling 40							0,5 – 1,0
IJmuiden 80							0,8 – 2,1
Doggersbank							1,0 – 2,3
Noordzee							0,1 – 1,1

¹⁾ Data uit database van RWS en RIKILT; ²⁾ Ecofide (2011a); ³⁾ IMARES (2012); ⁴⁾ IMARES (2008); ⁵⁾ oa Haring, Kabeljauw, Schol, Schar, Schelvis, Tong

HCbD

Ranges aan hexachloorbutadieen-gehalten ($\mu\text{g}/\text{kg}$ versgewicht) in verschillende vis-soorten. Gehalten boven de huidige KRW-biotanorm van $55 \mu\text{g}/\text{kg}$ vers zijn oranje gemarkeerd. Gehalten onder de norm zijn groen gemarkeerd.

Lokatie	Soort Weefsel Jaren	Paling filet 2005-2013	Blankvoorn/ brasem geheel/filet 2007-2015 ³⁾	Snoekbaars geheel/filet 2005-2015	Baars geheel/filet 2015	Bot lever 2009 – 2014	Diverse vis ⁴⁾ geheel 2005 -2014
Rijkswateren							
Rivieren/hoofdstroom							
	Maas (Eijsden+Borgh.)	1,5 – 20	12				
	Bergsche+Getijden Maas	1,4 – 4,5			<0,55		
	Waal	1,8 – 7,6					
	Amer	<4 – 9,9	1,6				
	Rijn (Lobith)	6,5 – 16					
	Lek	<4 – 11	1,2				
	Hollandsch Diep	2,1 – 7,4	<0,55 - 0,9	<0,55 - 0,1			
	IJssel, Deventer	<4 – 8,4					
	Haringvliet	1 – 2,5					
	Oude Maas	13 – 78					
	Merwede	1,3 - 122					
Kanalen							
	Noordzeekanaal	0,3 – 1,2					
	Twenthekanaal	<0,07 – 1,1					
Meren							
	Ketelmeer	0,2 – 3,1	<0,55 - 1,9	<0,55	<0,55		
	Randmeren	<0,04 – 0,05					
	IJsselmeer	<0,1		<0,02	<0,55		
	Markermeer	0,05 – 0,06					
	Volkerak-Zoommeer	0,2					
Regionale wateren							
Met rivierinvloed							
	Utrechtse Vecht	<0,08 – 0,58					2)
	Friese meren	<1					
	Aarkanaal, Ter Aar	<0,07					
Zonder rivierinvloed							
	Vecht, Ommen	<0,03					
	Roer, Vlodrop	<0,5					
	Bolksbeek (De Horst)	<0,02 – 0,03					1)
Kust & overgangswateren							
	Westerschelde					<0,08 – 2,7	
	Oosterschelde	<5					
	Eems-Dollard					<0,07 – 0,6	
	Hollandse kust					<0,07 – 0,5	
	Waddenzee					<0,05 – <0,2	
Noordzee							
	Terschelling 40						<0,2 - <0,4
	IJmuiden 80						<0,3 - <0,8
	Doggersbank						<0,3
	Noordzee						<0,002 – 0,2

¹⁾ Data uit database van RWS en RIKILT; ²⁾ Ecofide (2011a); ³⁾ IMARES (2008); ⁴⁾ oa Haring, Kabeljauw, Schol, Schar, Schelvis, Tong

Flu

Ranges aan fluorantheen-gehalten ($\mu\text{g}/\text{kg}$ versgewicht) in verschillende mossel-soorten. Gehalten boven de huidige KRW-biotanorm van $30 \mu\text{g}/\text{kg}$ vers zijn oranje gemarkeerd. Gehalten onder de norm zijn groen gemarkeerd.

Lokatie	Soort Weefsel Jaren	<i>Dreissena sp.</i> Geheel 2005-2014	<i>Mytilus</i> Geheel 2005 - 2014	<i>Crassostrea</i> Geheel 2012 - 2014
Rijkswateren				
Rivieren/hoofdstroom				
Maas (Eijsden)		18 – 82		
Bergsche Maas		3,1 – 5,8		
Rijn (Lobith)		1,8 – 8,0		
Hollandsch Diep		1,8 – 9,9		
Haringvliet		2,6 – 6,2		
Nieuwe Waterweg		1,9 – 3,5		
Hollandsche IJssel		18 – 87		
Kanalen				
A'dam Rijnkanaal		4,3 – 17		
Kanaal Gent-Terneuzen		14 – 28		
Noordzeekanaal		6,5 – 9,1		
Twenthekanaal		2,9 – 11		
Meren				
Ketelmeer		4,5 – 11		
Randmeren		3,1 – 19		
IJsselmeer		0,7 – 3,4		
Markermeer		1,9 – 2,8		
Volkerak-Zoommeer		3,1 – 5,5		
Regionale wateren				
Geen gegevens				
Kustwateren				
Westerschelde			<1,5 – 17	6,0 – 6,8
Eems-Dollard			2,2 – 8,2	4,0 – 9,7

BaP

Ranges aan benzo(a)pyreen-gehalten ($\mu\text{g}/\text{kg}$ versgewicht) in verschillende mossel-soorten. Gehalten boven de huidige KRW-biotanorm van $10 \mu\text{g}/\text{kg}$ vers zijn oranje gemarkeerd (*NB.* De KRW-biotanorm van 5 geldt voor kreeftachtigen; voor schelpdieren geldt een waarde van 10). Gehalten onder de norm zijn groen gemarkeerd.

Lokatie	Soort Weefsel Jaren	<i>Dreissena sp.</i> Geheel 2005-2014	<i>Mytilus</i> Geheel 2005 - 2014	<i>Crassostrea</i> Geheel 2012 - 2014
Rijkswateren				
Rivieren/hoofdstroom				
Maas (Eijsden)		5,7 – 16		
Bergsche Maas		2,2 – 4,7		
Rijn (Lobith)		0,8 – 3,4		
Hollandsch Diep		2,3 – 3,7		
Haringvliet		1,9 – 2,2		
Nieuwe Waterweg		1,0 – 1,5		
Hollandsche IJssel		10 – 26		
Kanalen				
A'dam Rijnkanaal		3,7 – 7,3		
Kanaal Gent-Terneuzen		10 – 13		
Noordzeekanaal		6,7 – 8,4		
Twenthekanaal		1,9 – 3,7		
Meren				
Ketelmeer		2,1 – 4,1		
Randmeren		0,1 – 0,6		
IJsselmeer		<0,06 – 0,4		
Markermeer		0,1 – 0,2		
Volkerak-Zoommeer		1 – 1,7		
Regionale wateren				
Geen gegevens				
Kustwateren				
Westerschelde			0,2 – 6,8	2,5 – 2,7
Eems-Dollard			0,9 – 2,8	0,8 – 2,4

PBDE

Ranges aan som PBDE-gehalten ($\mu\text{g}/\text{kg}$ versgewicht) in verschillende vis-soorten. Gehalten boven de huidige KRW-biotanorm van $0,0085 \mu\text{g}/\text{kg}$ vers zijn oranje gemarkeerd. Gehalten onder de norm zijn groen gemarkeerd.

Lokatie	Soort Weefsel Jaren	Paling filet 2005-2013 ¹⁾	Blankvoorn/ brasem geheel/filet 2007-2015 ²⁾	Snoekbaars geheel/filet 2015	Baars geheel/filet 2015	Bot lever 2010 – 2014	Diverse vis ³⁾ Geheel 2014
Rijkswateren							
Rivieren/hoofdstroom							
	Maas (Eijsden+Borgh.)	5,6 – 9,0	5,5				
	Oude+Getijden Maas	4,0 - 10			0,75		
	Binnenbedijkte Maas	0,8 – 7,2					
	Amer	17 - 92	20				
	Rijn (Lobith)	12 - 39					
	Waal	9,7 - 38					
	Lek	0,04 - 51	19,4				
	Hollandsch Diep	0,06 - 95	15,2 - 23,8	1,5			
	Hollandse IJssel	23 - 42					
	IJssel, Deventer	0,04 - 36					
	Merwede	3,6 - 32					
	Haringvliet	0,04 - 26					
Kanalen							
	A'dam Rijnkanaal	8,4					
	Noordhollands Kanaal	1,0					
	Noordzeekanaal	2,1 - 10					
	Twenthekanaal	5,8					
Meren							
	Ketelmeer	0,01 - 47	1,6 - 15,4	0,68	0,93		
	Vossemeer	3,6 - 15					
	IJsselmeer	0,01 – 9,7			0,18		
	Markermeer	1,0 – 1,8					
	Volkerak-Zoommeer	1,4 - 11					
Regionale wateren							
Met rivierinvloed							
	Friese meren	0,1 – 7,3					
Zonder rivierinvloed							
	Roer, Vlodrop	0,04					
Kust & overgangswateren							
	Westerschelde					4,6 – 20,2	¹⁾
	Oosterschelde	0,4 – 0,6					
	Eems-Dollard					1,3 – 3,2	¹⁾
	Hollandse kust					1,0 – 3,1	¹⁾
	Waddenzee					0,8 – 7,2	¹⁾
Noordzee							
	Terschelling 40						1,2
	IJmuiden 80						1,7
	Doggersbank						1,8
	Noordzee					0,2 ⁴⁾	0,02 – 1,6

¹⁾ Gehalte van de som van BDE28, 47, 99, 100, 153 en 154; ²⁾ IMARES (2008); ³⁾ oa Haring, kabeljauw, schol, schar, schelvis, tong; ⁴⁾ gehele vis

PFOS

Ranges aan PFOS-gehalten ($\mu\text{g}/\text{kg}$ versgewicht) in verschillende vis-soorten. Gehalten boven de huidige KRW-biotanorm van $9,1 \mu\text{g}/\text{kg}$ vers zijn oranje gemarkeerd. Gehalten onder de norm zijn groen gemarkeerd.

Lokatie	Soort Weefsel Jaren	Paling ¹⁾ filet 2005-2008	Blankvoorn/ brasem geheel/filet 2015	Bot levar 2014	Bot Geheel 2006 ¹⁾ - 2009 ²⁾	Snoekbaars geheel/filet 2009 ²⁾	Baars filet 2015	Tong Geheel 2006 ¹⁾ - 2009 ²⁾
Rijkswateren								
Rivieren/hoofdstroom								
	Maas (Eijsden)	<1						
	Bergsche+Getijden Maas	5,9 ²⁾					30	
	Rijn (Lobith)	<1 - 50						1)
	Hollandsch Diep	1,1 - 30	22			17 - 40		1)
	Haringvliet	<1 - 55						1)
	IJssel, Deventer	1,0						
	Lek	1,4						
	Amer	<1						
Kanalen								
	Noordzeekanaal	53						
Meren								
	Ketelmeer	<1 - 57 ²⁾	6,4 - 33			21	15	
	IJsselmeer	<1 - 52 ²⁾				150	49	
	Volkerak-Zoommeer	<1						
	Markermeer	<1						
Regionale wateren								
Geen gegevens								
Kust & overgangswateren								
	Westerschelde			160 - 210	93 - 230			10
	Eems-Dollard			25 - 37				
	Hollandse kust			8,9 - 22				<2 - 13
	Oosterschelde	<1						
	Noordzee				<2,5 ³⁾			<2,5

¹⁾ ICBR, 2011 en RIKILT; ²⁾ van Leeuwen, 2009; ³⁾ Schol en Kabeljauw

Dioxine Ranges aan dioxine-gehalten (ng TEQ/kg versgewicht) in verschillende vis-soorten. Gehalten boven de huidige KRW-biotanorm van 6,5 ng/kg vers zijn oranje gemarkeerd. Gehalten onder de norm zijn groen gemarkeerd.

Lokatie	Soort Weefsel Jaren	Paling filet 2005-2013	Blankvoorn geheel/filet 2011-2015	Snoekbaars geheel/filet 2005-2015	Baars filet 2015	Brasem geheel/filet 2011-2015	Diverse vis ²⁾ Geheel 2005 -2014
Rijkswateren							
Rivieren/hoofdstroom							
Maas (Eijsden+Borgh.)		1,4 - 23					
Waal		1,5 - 29					
Nieuwe+Getijden Maas		11 - 43		1,3	1,1	5,5	
Amer		16 - 47					
Rijn (Lobith)		2,3 - 34				3,1	
Lek		3,1 - 31					
Hollandsch Diep		3,9 - 42		<0,1 - 1,4		3,0 - 12	
Haringvliet		1,7 - 56					
Hollandse IJssel		11 - 37					
Oude Maas		42 - 59					
IJssel, Deventer		1,6 - 29				2,1	
Merwede		<0,1 - 45					
Binnenbedijkte Maas		0,9 - 4,4					
Kanalen							
A'dam Rijnkanaal		7,6 - 17					
Noordhollands kanaal		0,07 - 2,7		0,4			
Noordzeekanaal		0,5 - 16		1,4			
Twenthekanaal		0,7 - 18					
Meren							
Ketelmeer		0,7 - 23	2,2	0,9	1,0	8,3	
Grevelingenmeer		4,8					
IJsselmeer		0,6 - 13	0,6	<0,1	0,4		
Lauwersmeer		0,1 - 4,5					
Volkerak-Zoommeer		0,4 - 27				3,7	
Markermeer		2,9 - 5,3	0,4	0,2			
Vossemeer		6,1 - 14					
Regionale wateren							
Met rivierinvloed							
Pr. Margrietkanaal		0,1 - 3,6				0,8	
Aarkanaal, Ter Aar		0,2 - 3,9					
Friese meren		0,7 - 4,4					
Linge		1,0					
Amstel		3,9					
Zonder rivierinvloed							
Roer, Vlodrop		3,6 - 38					
Vecht, Ommen		0,07 - 4,1					
Kust & overgangswateren							
Oosterschelde		3,0 - 3,1					
Westerschelde		<0,1					
Noordzee							
Noordzee							<0,1 - 2,7

¹⁾ Data uit database van RIKILT; ²⁾ oa Haring, kabeljauw, schol, schar, schelvis, tong

HBCDD

Ranges aan HBCDD-gehalten ($\mu\text{g}/\text{kg}$ versgewicht) in verschillende vis-soorten. Gehalten boven de huidige KRW-biotanorm van $167 \mu\text{g}/\text{kg}$ vers zijn oranje gemarkeerd. Gehalten onder de norm zijn groen gemarkeerd.

Lokatie	Soort Weefsel Jaren	Paling filet 2005-2013 ¹⁾	Blankvoorn/ brasem geheel 2007-2008 ¹⁾	Snoekbaars geheel 2015	Baars geheel 2015	Bot lever 2014	Diverse vis ²⁾ geheel 2011 -2013
Rijkswateren							
Rivieren/hoofdstroom							
Maas (Eijsden+Borgh.)		6,7 - 14	2,3				
Waal		19 - 59					
Amer		21 - 117	7,0				
Rijn (Lobith)		8,8 - 71					
Lek		10 - 34	4,8				
Hollandsch Diep		13 - 94	3,3 - 6,5	3,3			
Haringvliet		5,3					
IJssel, Deventer		15 - 23					
Merwede		40 - 106					
Nieuwe+Getijden Maas		28 - 149	1,7		1,7		
Kanalen							
Noordhollands kanaal		0,5					
Noordzeekanaal		2,0					
Twenthekanaal		61					
Meren							
Ketelmeer		<1,4 - 20	3,3 - 7,3	1,7	1,7		
IJsselmeer		0,8 - 16	<1,7	<1,7	<1,7		
Vossemeer		2,0 - 6,1					
Volkerak-Zoommeer		2,5 - 10					
Regionale wateren							
Friese meren		0,1 - 17					
Kust & overgangswateren							
Westerschelde						<0,1 - 0,2	
Oosterschelde		<1,5					
Eems-Dollard						<0,1	
Hollandse kust						<0,1	
Noordzee							<0,05 - 0,4

¹⁾ IMARES (2008) en RIKILT; ²⁾ oa Haring, Kabeljauw, Schol, Schelvis, Tong

HpCI

Ranges aan heptachloor en heptachloorepoxide gehalten ($\mu\text{g}/\text{kg}$ versgewicht) in verschillende vissoorten. Gehalten boven de huidige KRW-biotanorm van $0,0067 \mu\text{g}/\text{kg}$ vers zijn oranje gemarkeerd. Gehalten onder de norm zijn groen gemarkeerd.

Lokatie	Soort Weefsel Jaren	Paling filet 2004-2012	Blankvoorn/ brasem filet 2015	Snoekbaars filet 2015	Baars filet 2015	Bot lever 2014	Diverse vis ³⁾ Geheel 2009 -2013
Rijkswateren							
Rivieren/hoofdstream							
	Maas (Eijsden)	0,9 – 2,3					
	Nieuwe+Getijden Maas	0,5 – 2,9			0,06		
	Rijn (Lobith)	<0,5					
	Lek	<0,5 - 1,8					
	Hollandsch Diep	0,7 – 4,4	0,10	<0,04			
	Waal	<0,5					
	Haringvliet	1,3 – 2,0					
	Amer	0,8 – 5,7					
	IJssel, Deventer	<1					
	Merwede	0,7 – 1,3					
	Hollandse IJssel	<0,8 – 1,5					2)
Kanalen							
	A'dam Rijnkanaal	0,7					
	Noordzeekanaal	<0,8					
	Noordhollandskanaal	<0,5 – 0,9					
Meren							
	Ketelmeer	<0,5 – 1,3	<0,07 - <0,10	<0,04	<0,04		
	IJsselmeer	0,6 – 1,1			<0,04		
	Markermeer	<1					
	Volkerak-Zoommeer	1,2 – 4,8					
Regionale wateren							
Met rivierinvloed							
	Oostvoornsemeer	1,0					
	Aarkanaal, Ter Aar	0,5					
	Friese meren	0,2 – 1,0					
Zonder rivierinvloed							
	Roer, Vlodrop	2,5					
	Vecht, Ommen	<0,4					
Kustwateren							
	Westerschelde					<0,6 – <2,8	1)
	Eems-Dollard					<0,2 - <0,7	1)
	Hollandse kust					<0,2 - <0,4	1)
Noordzee							
	Terschelling 40					<0,2 - <0,4	1)
	IJmuiden 80					<0,3 - <0,8	1)
	Doggersbank					<0,3	1)
	Noordzee					<0,05 – 0,4	

¹⁾ Gehalte van heptachloor

²⁾ Gehalte van heptachloorepoxide

³⁾ oa Haring, Kabeljauw, Schol, Schar, Schelvis, Tong