



Biotamonitoring Rijkswateren tot en met 2020

Deel I: Toetsing en Trends
Gecorrigeerde versie van december 2021

Auteur(s): A.C. Sneekes, G. Dogruer & M.J.J. Kotterman

Wageningen University &
Research rapport C091/21 A

Biotamonitoring Rijkswateren tot en met 2020

Deel I: Toetsing en Trends
Gecorrigeerde versie van december 2021

Auteur(s): A.C. Sneekes, G. Dogruer & M.J.J. Kotterman

Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research
IJmuiden, januari 2022

Keywords: toetsing en trends, biotamonitoring, zoute rijkswateren, OSPAR, Kaderrichtlijn Water (KRW), zoete rijkswateren, Kaderrichtlijn Marien (KRM), schol, bot, blankvoorn, brasem, blauwe mossel, Japanse oester, driehoeksmossel, quaggamossel, gewone alikruik, gevlochten fuikhoren, purperslak.

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat
T.a.v.: C.A. Schmidt & M. Roos
Postbus 17
8200 AA Lelystad

RWS Rapportnummer: BM 21.18

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/557352>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

De resultaten in dit rapport zijn, in afwijking op de Nederlandse SI, gerapporteerd met een decimale punt in plaats van een komma.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut
binnen de rechtspersoon Stichting
Wageningen Research, hierbij
vertegenwoordigd door Ir. M.T. van Manen, Marine Research. Opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van
Directeur bedrijfsvoering

KvK nr. 09098104,
WMR BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

Wageningen Marine Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor
gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de
resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen
aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag weergegeven en/of
gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden
zonder schriftelijke toestemming van de uitgever of auteur.

A_4_3_1 V31 (2021)

Inhoud

Afkortingenlijst	5
Samenvatting	6
1 Verantwoording doorgevoerde correcties	9
2 Inleiding	10
2.1 Kader	10
2.2 Kennisvraag	10
2.3 Deelprogramma's	11
2.4 Inhoud rapport	13
3 Toetsing van normen	14
3.1 Toetsing voor OSPAR	14
3.2 Toetsing voor Kaderrichtlijn Water	15
3.3 Toetsing voor Kaderrichtlijn Marien	15
3.4 Datagebruik in de normtoetsing	16
4 Metalen	17
4.1 Cadmium	17
4.2 Koper	19
4.3 Kwik	21
4.4 Lood	25
4.5 Zink	27
5 Organometalen	30
5.1 TBT	30
5.2 Imposex	33
6 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)	34
6.1 PAK's	34
7 Polychloorbifenylen en som-TEQ	38
7.1 PCB's	38
7.2 Som-TEQ	40
8 Pesticiden	42
8.1 (p,p')-DDE	43
8.2 HCB	44
8.3 α-HCH	48
8.4 γ-HCH	49
8.5 Heptachloor en -epoxides	49
8.6 Dicofol	51
8.7 HCBd	52
9 Gebromeerde vlamvertragers (PBDE's/HBCDD)	54
9.1 PBDE's	54
9.2 HBCDD	57
10 Perfluorverbindingen (PFAS)	59
10.1 PFOS	59
10.2 PFHxS	62
10.3 PFNA	63

10.4	PFOA	65
11	Conclusies	67
11.1	Toetsing conform OSPAR	67
11.2	Toetsing conform KRW	71
11.3	Toetsing per stofgroep, effect organisme en locatie	73
11.4	Concluderende opmerkingen	77
12	Kwaliteitsborging	79
	Literatuur	80
Bijlage 1	Verantwoording	81
Bijlage 2	Normen	82
Bijlage 3	Grafieken PAK's	84
Bijlage 4	Grafieken PCB's	93
Bijlage 5	Grafieken PBDE's	102

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Afkortingenlijst

ABM	Actieve biologische monitoring
(p,p')-DDE	p,p'-dichloordifenyldichloorethyleen
Ant	Antraceen
BaA	Benzo(a)antraceen
BAC	Background Assessment Concentrations, achtergrondwaarde; OSPAR-norm
BaP	Benzo(a)pyreen
BghiP	Benzo(ghi)peryleen
CEMP	OSPAR Coordinated Environmental Monitoring Programm
Chr	Chryseen
DOMÉ	Data portal marine environment; database van ICES
EAC	Environmental Assessment Criteria, milieunorm; OSPAR-norm
EQS _{biota}	Environmental Quality Standards voor biota; KRW-norm
Fen	Fenantreen
FEQG	Federal Environmental Quality Guidelines, milieunorm ontwikkeld door Canadian Environmental Protection Act (1999) voor de toetsing van PBDE's; OSPAR-norm
Flu	Fluoranteen
HBCDD	Hexabroomcyclododecaan
HCB	Hexachloorbenzeen
HCBd	Hexachloorbutadieen
Heptachl.	Heptachloor
ICES	International Council for the Exploration of the Sea
InP	Indeno(1,2,3-cd)pyreen
JAMP	Joint Assessment and Monitoring Programme
KRM	Kaderrichtlijn marien
KRW	Kaderrichtlijn water
LD50	Dosis waarbij 50% letale effecten zijn gevonden
MPC	Maximum permissible concentrations in foodstuffs to protect public health values, voedselveiligheidsnorm voor toetsing van metalen; OSPAR-norm
OSPAR	Conventie van Oslo en Parijs
PAK	Polycyclische aromatische koolwaterstof
PBDE	Polybroomdifenylether
PBM	Passieve biologische monitoring
PCB	Polychloorbifenyln
PFAS	Perfluorverbindingen
PFHxS	Perfluorhexaansulfonaat
PFNA	Perfluornonaanzuur
PFOA	Perfluoroctaanzuur
PFOS	Perfluoroctaansulfonaat
Pyr	Pyreen
PYR1OH	1-hydroxypyreen
som-TEQ/ΣTEQ	Gecombineerde toxiciteit van dioxines, furanen en dioxineachtige PCB's
SPS	Solid Phase Passive Sampling
TBT	Tributyltin
VDS	Vas deferens sequence
α-HCH	alfa- hexachloorcyclohexaan
γ-HCH	gamma-hexachloorcyclohexaan

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Samenvatting

De rapportage "Biotamonitoring Rijkswateren" bestaat uit twee delen. Voorliggend deel I "Toetsing en Trends" beschrijft de resultaten van de biotamonitoring, die kunnen worden getoetst aan de [normen](#) van OSPAR en van de Kaderrichtlijn Water (KRW). De trends, berekend door ICES, zijn ook weergegeven. De gebruikte bemonsterings- en analysetechnieken worden beschreven in [deel II "Toegepaste Methoden"](#).

De biota uit de monitoringsprogramma's zijn de vissen bot, schol, blankvoorn (en brasem), de schelpdieren blauwe mossel, Japanse oester en quaggamossel (vervangt sinds 2011 de driehoeksmossel) én de mariene slakken gevlochten fuikhoorn, purperslak en gewone alikruik.

De toetsing aan de [normen van OSPAR](#) vindt sinds 1991 plaats voor de zoute rijkswateren, voor OSPAR zijn de [normen](#):

- BAC ("*Background Assessment Concentrations*"; achtergrondwaarde),
- EAC ("*Environmental Assessment Criteria*"; milieunorm),
- MPC ("*maximum permissible concentrations in foodstuffs to protect public health values*"; voedselveiligheidsnorm) voor toetsing van metalen en
- FEQG ("*Federal Environmental Quality Guidelines*"; milieunorm ontwikkeld door *Canadian Environmental Protection Act*, 1999) voor de toetsing van PBDE's.

De toetsing aan de [normen van KRW](#) vindt plaats voor de zoete Rijkswateren en een deel van de zoute Rijkswateren (de kustwateren) sinds 2017. Deze toetsing is aan de hand van de [EQS_{biota} normen](#) (*Environmental Quality Standards* voor biota).

OSPAR

Bij de toetsing van de monitoring in 2020 zijn in vijf van de veertien gemonitorde waterlichamen overschrijdingen van de OSPAR-normen EAC/MPC/FEQG vastgesteld ([Figuur 1](#)). Het gaat hierbij om het metaal cadmium, organometaal tributyltin (TBT) en vier polychloorbifenylen (PCB52, PCB101, PCB118 en PCB138). De meeste normoverschrijdingen zijn vastgesteld in de Westerschelde. Met de blauwe mossel-monitoring worden meer overschrijdingen van EAC-normen gemeten dan met Japanse oester, bot of schol. De overschrijdingen van TBT in de mariene slakken leidt niet tot overschrijdingen van de norm voor imposex (VDS). Voor Haringvliet kust is er sprake van een dalende trend van de VDS ([Figuur 2](#)).

In drie waterlichamen is een opgaande trend in gehalten berekend voor een aantal stoffen ([Figuur 1](#)). Het gaat hierbij om cadmium, kwik en de polybroomdifenylether PBDE99 voor Eems-Dollard, kwik en PBDE154 voor Friese Front en om kwik, koper en fenantreen voor de Westerschelde. Indien deze trends doorzetten zou dit op termijn tot normoverschrijdingen kunnen leiden.

Daarnaast zijn er ook dalende trends berekend ([Figuur 2](#)) in zes waterlichamen. Het gaat hier voornamelijk om dalingen in verschillende PCB's en PBDE's, maar ook lood, TBT, 1-hydroxypyreen (PYR1OH) en hexachloorbenzeen (HCB). Voor sommige van deze stoffen in de Westerschelde en de Eems-Dollard worden nog wel normen overschreden, maar als de trend doorzet dan zullen deze overschrijdingen verdwijnen.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	



Figuur 1 Kaart met overschrijdingen van OSPAR-normen EAC/MPC/FEGQ (in rood aangegeven) voor 2020 (Haringvliet kust 2019) en opgaande trends tot en met 2018 aangegeven met pijltjes (blauw: ≤BAC, groen: ≤EAC/MPC/FEQG, oranje: >BAC).



Figuur 2 Kaart met neerwaartse trends tot en met 2018 aangegeven met pijltjes (blauw: ≤BAC, groen: ≤EAC/MPC/FEQG, oranje: >BAC, rood: > EAC/MPC/FEQG).

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

KRW

Bij de toetsing van de monitoring periode 2018-2020 zijn in veertien van de 26 gemonitorde zoete rijkswateren overschrijdingen van de **KRW-normen EQS_{biota}** aangetroffen (Figuur 3). Normoverschrijdingen voor som PBDE's en heptachloor en -epoxides (Heptachl.) zijn geconstateerd in alle twaalf waterlichamen waarin met blankvoorn en bot wordt gemonitord. Daarnaast worden de normen voor het metaal kwik, som-TEQ, de pesticiden heptachloor en -epoxides, som PBDE's en PFOS regelmatig overschreden.

Het hoogste aantal overschrijdingen is waargenomen in het Noordzeekanaal. De normen voor de PAK's benzo(a)antracene (BaA), benzo(a)pyreen (BaP), chryseen (Chr) en fluoranteen (Flu) worden in de zoetwater quaggamossel meerdere malen overschreden in de periode 2018-2020 (in negen van elf waterlichamen). Met name de gehalten benzo(a)antracene en benzo(a)pyreen overschrijden de norm vaak. De normoverschrijdingen vinden voornamelijk plaats voor de quaggamosselen in waterlichamen blootgesteld aan relatief veel industriële activiteit. Op drie locaties worden geen normen overschreden; IJsselmeer de Zeughoek (uitgangsmateriaal ABM zoetwatermossel), het Volkerak en Wolderwijd.

In blauwe mossel - en Japanse oester monitoring van de zoute rijkswateren, bestaande uit passieve en actieve biomonitoring, is slechts één overschrijding van de EQS_{biota} (benzo(a)antracene) geconstateerd in de Westerschelde in 2020. De andere vijf locaties voldeden aan de PAK-nomen. Voor één locatie (Hollandse kust – Noordwijk) was de monitoring in 2020 niet succesvol. De laatste meting uit 2017 toonde hier nog een overschrijding van de norm voor benzo(a)antracene (niet opgenomen in de figuur).



Figuur 3 Kaart met overschrijdingen van KRW-normen EQS_{biota} (in rood aangegeven) voor periode 2018-2020.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

1 Verantwoording doorgevoerde correcties

Voor u ligt de gecorrigeerde versie van rapport C091/21 dat gepubliceerd werd in december 2021. In deze versie zijn correcties ingevoerd in tekst omtrent het gebruik van het kwaliteitskenmerk Q.

In Hoofdstuk 11; Kwaliteitsborging" werd de standaard procedure beschreven van onder andere de vermelding van het kwaliteitskenmerk "Q" bij data in tabellen, die volgens de geaccrediteerde bepaling zijn verricht.

Echter, in dit rapport worden de data niet voorzien van het "Q" kenmerk, ook al zijn ze veelal onder "Q" uitgevoerd. Dit wordt nu in Hoofdstuk 11 vermeld. De redenen hiervoor zijn divers. Het merendeel van de data worden niet in tabellen getoond, maar in grafieken. Deze data bestaan soms uit het gemiddelde van drie tot vijf aparte analyses. Daarnaast worden data gerapporteerd van 1980 tot 2020, het chemisch laboratorium is pas vanaf 1997 geaccrediteerd.

Door deze correctie in Hoofdstuk 11 zijn de data zelf niet veranderd, de inhoud van het rapport; figuren, tabellen en samenvatting, is dus ongewijzigd ten opzichte van het oorspronkelijke rapport.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

2 Inleiding

2.1 Kader

Rijkswaterstaat (RWS) is als waterkwaliteitsbeheerder van de rijkswateren samen met Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) verantwoordelijk voor de monitoring van vis en biota in de Nederlandse rijkswateren. Wageningen Marine Research (WMR, onderdeel van Wageningen University and Research, WUR) heeft in samenwerking met RWS een overzichtelijk programmaplan opgesteld voor de periode 2018-2023 waarin alle onderdelen van de door RWS gevraagde Vis- en Biotamonitoring zijn opgenomen ([Van de Wolfshaar et al., 2018](#)).

Dit rapport beschrijft de resultaten, wat betreft gemeten gehalten, toetsing aan de normen van Conventie van Oslo en Parijs (OSPAR), kaderrichtlijn marien (KRM) of kaderrichtlijn water (KRW) en de trends van biologische parameters en gehalten toxische stoffen in vis en schelpdieren in de zoute en zoete rijkswateren tot en met het monitoringsjaar 2020. Het gaat hierbij om de deelprogramma's uit [Tabel 2](#).

2.2 Kennisvraag

In 1953 is gestart met de uitvoering van het monitoringprogramma "Monitoring Zoete Rijkswateren" in de vorm van een fysisch-chemisch monitoringsprogramma. De Biologische Monitoring van de zoete Rijkswateren is in 1992 gestart als onderdeel van het "Monitoring van de Waterstaatkundige Toestand des Lands" (MWTL). In dit biotamonitoringsprogramma zijn de deelprojecten met betrekking tot monitoring van chemische stoffen in biota; schelpdieren, weekdieren en vis, in de Rijkswateren opgenomen. Doelstellingen van de biotamonitoring zijn:

- Toestand periodieke toetsing van de toestand aan criteria die voortvloeien uit de toegekende functies van wateren, waaronder KRW-biotanormen.
- Trend het signaleren van langjarige ontwikkelingen in de biologische toestand van watersystemen.

Voor de bescherming van het Mariene Milieu van het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan inclusief de Noordzee, is in 1992 op de Conventie van Oslo en Parijs (OSPAR) een verdrag gesloten. Verdragspartijen zijn 15 landen, waaronder Nederland, die afwateren op dit deel van de Atlantische Oceaan, en de Europese Unie. Het verdrag is in Nederland in 1998 in werking getreden. Een onderdeel van de afspraken is deelname aan het '*OSPAR Coordinated Environmental Monitoring Programme*' (CEMP), een onderdeel van het '*Joint Assessment and Monitoring Programme*' (JAMP). Doel van het CEMP is het verkrijgen van vergelijkbare gegevens over het OSPAR-verdragsgebied voor het OSPAR JAMP. OSPAR heeft voor biota (vissen, schelpdieren en slakken) Ecotoxicological Assessment Criteria (EACs) vastgesteld ([OSPAR, 2009](#)).

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) schrijft de analyse van een aantal chemische stoffen in biota voor ([EU, 2013](#); [EC, 2014](#)). Deze stoffen moeten in biota (vissen, kreeftachtigen of mosselen) gemeten worden, omdat gehalten van deze stoffen gemeten in water of sediment niet adequaat kunnen worden geëxtrapoleerd naar gehalten in biota.

De Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) is in 2008 aangenomen ([EC, 2008](#)). In 2010 heeft Nederland de richtlijn verankerd in de Waterwet. De KRM heeft als doel het mariene milieu te beschermen en te behouden, duurzaam gebruik van de zee te bevorderen en mariene ecosystemen in stand te houden. Om dit te bereiken schrijft de KRM voor dat de Europese lidstaten zich inspannen om in 2020 in hun zeeën een goede milieutoestand te hebben. Dit wordt sinds 2014 getoetst in een monitoringsprogramma, waarbij het uitgangspunt is dat het KRM-monitoringsprogramma zoveel mogelijk de monitoringsprogramma's volgt van OSPAR en KRW. In het Commissiebesluit 2017/848/EU ([EU, 2017](#)) zijn de descriptoren uitgewerkt in primaire en secundaire criteria. De lidstaten moeten de criteria gebruiken om de goede milieutoestand te beschrijven en te beoordelen in welke mate deze is bereikt. Concentraties van verschillende vervuilende stoffen in biota (vissen, schelpdieren en slakken) en frequentie van imposex bij slakken zijn enkele van de indicatoren die voor Descriptor 8 worden gebruikt.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de geselecteerde doelsoorten voor het monitoren van de Nederlandse zoete en zoute rijkswateren. Bij het opstellen van de doelsoorten is in eerste instantie vooral gekeken naar de beschikbaarheid van soorten in de Nederlandse wateren. Daarnaast is zoveel mogelijk gekeken naar synergie tussen verschillende beleidsdoelen.

Tabel 1 Geselecteerde biota voor het monitoren van de zoete en zoute Rijkswateren.

Groep	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	OSPAR	KRW	KRM	Deelproject
Vissen	bot	<i>Platichthys flesus</i>	X	X		Bot, Vissen voor KRW
	schol	<i>Pleuronectes platessa</i>	X		X	Schol
	blankvoorn (brasem*)	<i>Rutilus rutilus</i> (<i>Abramis brama</i> *)		X		Vissen voor KRW
Schelpdieren	blauwe mossel	<i>Mytilus edulis</i>	X	X		PBM Schelpdieren Zout, ABM Schelpdier zout
	Japanse oester	<i>Crassostrea gigas</i>	X	X		PBM Schelpdieren zout
	driehoeksmossel	<i>Dreissena polymorpha</i>		X		ABM Schelpdieren zoet
	quaggamossel	<i>Dreissena rostriformis bugensis</i>		X		ABM Schelpdieren zoet
Slakken	gewone alikruik	<i>Littorina littorea</i>	X		X	Mariene slakken
	gevlochten fuikhoren	<i>Nassarius reticulatus</i>	X		X	Mariene slakken
	purperslak	<i>Nucella lapillus</i>	X		X	Mariene slakken

* Alternatieve soort

2.3 Deelprogramma's

2.3.1 Passieve biologische monitoring (PBM) programma's

Bij Passieve biologische monitoring (PBM) worden vissen en schelpdieren verzameld uit het monitoringsgebied en direct geanalyseerd.

Bot. Dit is het langstlopende programma, vanaf 1991 worden hiervoor monsters verzameld en analyses uitgevoerd. Bij de monitoring van bot worden vijf waterlichamen bemonsterd, namelijk Eems-Dollard, Waddenzee, Hollandse kust (Noordwijk), Oosterschelde en Westerschelde. Vanaf 2009 vindt er geen monitoring meer plaats in de Oosterschelde en vanaf 2012 ook in de Waddenzee niet meer. Eens per twee jaar worden de botten ook op visziekten onderzocht.

Schol. Het programma voor schol is in 2014 gestart, dit programma is de opvolger van het JAMP Schar programma dat werd uitgevoerd van 1991 tot en met 2007. Drie locaties in de Noordzee worden bemonsterd voor schol, namelijk Doggersbank, Friese front en de Bruine Bank.

PBM Schelpdieren zout. In het Passieve Biologische Monitoringsprogramma met zoutwatermossel worden vanaf 1992 twee waterlichamen bemonsterd, namelijk Eems-Dollard en de Westerschelde. Bij passieve monitoring worden schelpdieren elk jaar op een gedefinieerde locatie binnen het waterlichaam verzameld. De locatie in de Westerschelde is in 2009 verschoven van Terneuzen naar Knuitershoek. Vanaf 2012 is geen blauwe mossel meer gevonden in de Eems-Dollard en is overgestapt naar de Japanse oester. Om de effecten van de wisseling van schelpdiersoort te onderzoeken is vanaf 2012 naast de blauwe mossel ook de Japanse oester gemeten in de Westerschelde.

Mariene slakken. Vanaf 2005 worden mariene slakken verzameld in tien deelgebieden verspreid over de Nederlandse kustzone. Afhankelijk van de beschikbaarheid van slakkensoorten worden purperslakken, gevlochten fuikhorens of gewone alikruiken verzameld. Vanaf 2002 worden echter al mariene slakken verzameld.

Vissen voor KRW. Voor dit monitoringsprogramma worden gehalten van prioritaire stoffen met een EQS-norm in biota gemeten in vis uit in totaal twaalf waterlichamen. In zeven waterlichamen zijn gehalten gemeten in blankvoorn, bot is in vijf waterlichamen gemeten. Het programma is opgenomen

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

in de monitoring sinds 2017. Dit monitoringsprogramma is gebaseerd op uitgebreid vooronderzoek naar een goede uitvoering van deze monitoring ([Foekema e.a., 2019](#)).

2.3.2 Actieve biologische monitoring (ABM) programma's

Bij actieve biologische monitoring (ABM) worden schelpdieren, verzameld op een relatief laag-gecontamineerde locatie, gedurende zes weken op een vast meetpunt in de monitoringsgebieden uitgehangen. Per meetpunt wordt één samengesteld monster geanalyseerd.

ABM Schelpdier zout. De ABM met de blauwe mossel is tussen 1992 en 2002 uitgevoerd waarbij in totaal 18 verschillende waterlichamen zijn onderzocht. Vanaf 2017 is het programma weer gestart en voert WMR dit onderzoek in samenwerking met RWS uit in zeven waterlichamen. De blauwe mossel, verzameld in de Oosterschelde (locatie "Jacobahaven"), wordt uitgehangen in de geselecteerde waterlichamen en na 6 weken blootstelling weer opgehaald.

ABM Schelpdier zoet. De ABM van zoetwaterschelpdieren wordt uitgevoerd in achttien verschillende waterlichamen. De waterlichamen worden roulerend met een 3-jaars interval onderzocht. Het Hollands Diep wordt wel elk jaar bemonsterd. Tot 2011 is hiervoor de driehoeksmossel, verzameld uit het IJsselmeer (locatie "Zeughoek"), gebruikt. De exotische quaggamossel heeft de driehoeksmossel op deze locatie verdrongen, daarom is vanaf 2011 overgestapt op de quaggamossel. Qua formaat en levenswijze zijn er geen verschillen te verwachten tussen de driehoeksmossel en de quaggamossel. Het aantal locaties is verlaagd tot dertien locaties in 2018.

SPS. Solid Phase Passive Sampling is in 2018 toegevoegd aan de actieve biologische monitoring van zoute en zoete schelpdieren. Zowel siliconenrubber samplers als ook Speedisks worden naast de schelpdieren uitgehangen.

Tabel 2 Overzicht van de deelprogramma's binnen de Biotamonitoring.

Deelprogramma	Omschrijving	Periode
Zoute rijkswateren		
Bot	Visziekten en chemische stoffen in bot	Vanaf 1991
Schol	Chemische stoffen in schol buiten de 12-mijlszone	Vanaf 2014
PBM Schelpdieren zout	Chemische stoffen in mariene schelpdieren	Vanaf 1992
ABM Schelpdier zout	Chemische stoffen in zoutwatermosselen	Vanaf 1992
Mariene slakken	Concentraties in en biologische effecten van organotinverbindingen op mariene slakken	Vanaf 2002
Zoete rijkswateren		
ABM Schelpdier zoet	Chemische stoffen in zoetwatermosselen	Vanaf 1992
Vissen voor KRW	Chemische stoffen in blankvoorn en bot	Vanaf 2017
Zoute en zoete rijkswateren		
SPS	Solid Phase Passive Sampling	Vanaf 2018

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

2.4 Inhoud rapport

Sinds 2018 worden de verschillende deelprogramma's samen gerapporteerd waarbij de nadruk ligt op een integrale analyse van de verschillende projecten om zo beter aan te sluiten bij de kennisbehoeften van de opdrachtgevers.

Het rapport "Biotamonitoring in de Rijkswateren tot en met 2019" bestaat uit twee verschillende delen: Deel I: Toetsing en Trends (dit rapport) en Deel II: Uitgevoerde Methoden ([Sneekes e.a., 2021](#)). Deel I geeft een overzicht van alle resultaten uit de biotamonitoring waarvoor een norm geldt, aangevuld met recente informatie over een selectie van vier PFAS congenen. Deel II geeft een uitgebreid overzicht van de gebruikte methoden voor elk deelproject vanaf het moment dat deze uitgevoerd wordt. De nieuwe chemische analyse-uitkomsten van elk deelproject en bijbehorende biologische gegevens worden elk jaar ook in data interchange-bestanden (DIF-bestanden) aan RWS aangeleverd. RWS gebruikt deze gegevens voor rapportage aan OSPAR, KRW en KRM.

De hoofdstukindeling van dit rapport, deel I, is gebaseerd op de stofgroepen (metalen, organische contaminanten) met de daarin verschillende gemeten stoffen. De resultaten van 2020 én de historische resultaten zijn vanaf 1991 getoetst aan de normen van OSPAR en KRW. Voor OSPAR zijn de trends beschreven zoals in 2021 gepubliceerd door ICES. Voor deze rapportage gaat het dan om trends gebaseerd op tijdreeksen tot en met 2018.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

3 Toetsing van normen

Dit hoofdstuk beschrijft hoe toetsing van de gemeten gehalten aan de normen van OSPAR en KRW plaatsvindt en hoe deze in de rapportage wordt weergegeven.

3.1 Toetsing voor OSPAR

Monitoring van prioritaire stoffen in biota voor OSPAR vindt in Nederland plaats met vis (bot en schol) en schelpdieren (blauwe mossel en Japanse oester) in de zoute rijkswateren.

In deze rapportage zijn de monitoringsresultaten getoetst op de [normwaarden van OSPAR zoals gepubliceerd door ICES](https://ocean.ices.dk/ohat/?assessmentperiod=2020) (<https://ocean.ices.dk/ohat/?assessmentperiod=2020>). De meeste OSPAR-normen zijn vastgesteld ter bescherming van het milieu, alleen voor metalen wordt gebruik gemaakt van normen op basis van humane gezondheid. De normen van OSPAR zijn soortspecifiek en worden per biota omgerekend op basis van standaard vetgehalten of droge stof-gehalten (https://ocean.ices.dk/OHAT/trDocuments/2020/help_ac_basis_conversion.html).

De normwaarden van OSPAR zijn:

- BAC ("*Background Assessment Concentrations*"; Het gehalte dat wordt beschouwd als achtergrondwaarde, welke van nature voorkomt en niet door menselijk handelen is verhoogd),
- EAC ("*Environmental Assessment Criteria*"; milieunorm),
- MPC ("*Maximum Permissible Concentrations in food for the protection of public health*"; voedselveiligheidsnorm) voor toetsing van metalen.
- FEQG ("*Federal Environmental Quality Guidelines*"; milieunorm ontwikkeld door *Canadian Environmental Protection Act*, 1999) voor de toetsing van BDE's.

Sommige normen van OSPAR zijn ten opzichte van de rapportage tot en met 2019 veranderd. Een overzicht van de normen gebruikt in deze rapportage is opgenomen in [Bijlage 2](#). Hieronder een overzicht van de veranderingen van de normen:

- De voorheen gehanteerde term EC ("*EC maximum concentrations*") is vervangen voor MPC ("*Maximum permissible concentrations*").
- De milieunormen voor PBDE's zijn uitgebreid.
- De norm voor HBCDD is (tijdelijk) komen te vervallen.
- De soortspecifieke conversiefactoren zijn aangepast voor de verschillende biota.

De analyseresultaten (als gemiddelde meetwaarde van een stof per soort, uitgedrukt op basis van natgewicht (ww)) zijn in figuren uitgezet tegen de monitoringsjaren, de voor OSPAR relevante normwaarden worden ook weergegeven aan de hand van kleurcodes. In [deel II](#) staat beschreven uit hoeveel metingen een meetwaarde is opgebouwd. Voor de stofgroepen PCB's, PAK's en PBDE's worden de minimale en maximale meetwaarde (meetbereik) per stof en het analyseresultaat van het laatste monitoringsjaar getoond ten opzichte van de norm EAC. De analyseresultaten van het laatste monitoringsjaar worden in [hoofdstuk 11](#) vergeleken met de normen en voorzien van een kleurcode volgens OSPAR.

Gehalte contaminant	Code	Kleur
Lager dan BAC	≤BAC	Blauw
Lager dan EAC/MPC/FEQG (geen BAC)	≤EAC/MPC/FEQG	Groen
Hoger dan BAC (geen MPC/EAC/FEQG)	>BAC	Oranje
Hoger dan EAC/MPC/FEQG	>EAC/MPC/FEQG	Rood

De OSPAR-richtlijnen ([OSPAR, 2017](#)) inclusief update van ICES, stellen dat:

- waarnemingen lager dan de BAC worden beoordeeld als nabij de achtergrondconcentratie.
- van waarnemingen boven de BAC, maar onder de EAC/FEQG weinig nadelige effecten op het zeeleven verwacht worden.
- waarnemingen boven de EAC/FEQG worden ingeschat als een situatie waarbij nadelige effecten op het zeeleven worden verwacht.
- Waarnemingen boven de BAC maar onder de MPC, veilig zijn voor consumptie.
- bij waarnemingen boven de MPC een negatief advies voor consumptie geldt.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Trends over de tijd worden in deze rapportage bekeken op basis van de meest recente door ICES (International Council for the Exploration of the Sea) gepubliceerde trendanalyse van de monitoringsdata. ICES voert deze trendanalyses standaard uit voor de OSPAR en publiceert de resultaten in DOME (Database on Oceanography and Marine Ecosystems; <https://dome.ices.dk/OHAT/>), een van de databases van ICES. De modellen die toegepast zijn bij deze trendanalyses worden gebruikt om de milieutoestand te beoordelen aan de hand van de beschikbare beoordelingscriteria en gegevens over veranderingen in de verontreinigingsniveaus in de afgelopen twintig jaar. De door ICES gebruikte methodiek wordt hier in detail beschreven: https://dome.ices.dk/OHAT/trDocuments/2020/help_methods_biota_contaminants.html. De resultaten van de trendanalyses gebruikt in deze rapportage zijn op 29 juni 2021 gehaald uit DOME en bevat de analyses met monitoringsgegevens vanaf de start van de monitoring tot en met 2018.

3.2 Toetsing voor Kaderrichtlijn Water

Monitoring van prioritaire stoffen in biota voor KRW vindt in Nederland plaats met vis (blankvoorn en bot) en schelpdieren (blauwe mossel, Japanse oester, driehoeksmossel en quaggamossel). De beoordeling van [KRW-normen](#) vindt plaats voor de zoete rijkswateren en een deel van de zoute rijkswateren (de kustwateren). De analyseresultaten worden vóór toetsing aan de [KRW-normen](#), rekening gehouden met het gemeten % vet en droge stof in het monster, omgerekend naar een standaardvis of standaard-schelpdier. Lipofiele stoffen (organische contaminanten) worden gestandaardiseerd op basis van vet en de niet-lipofiele stoffen (kwik, PFOS, metalen) op basis van droge stof. De standaardvis wordt gebruikt voor zowel lipofiele als niet-lipofiele stoffen en bevat 5% vet en 26% droge stof. Het standaard-schelpdier (alleen gebruikt voor lipofiele stoffen) bevat 1% vet.

De omgerekende PAK-analyseresultaten van de schelpdieren zijn in figuren uitgezet tegen de monitoringsjaren, de voor KRW relevante normwaarde (EQS_{biota}) wordt ook weergegeven (rode lijn). Hier wordt uitgegaan van het Protocol Monitoring en Toestandbeoordeling Oppervlaktewaterlichamen KRW ([RWS, 2019](#)), waarin de meest recente door KRW geaccepteerde norm EQS_{biota} (Environmental Quality Standard biota) is verwerkt. Op verzoek van RWS is deze lijst aangevuld met normen voor benzo(a)antracene en chryseen. De verwachting is dat deze stoffen ook binnen EU-kaders worden toegevoegd aan de lijst. Een overzicht van de normen voor KRW gebruikt in deze rapportage is opgenomen in [Bijlage 2](#). De omgerekende analyseresultaten van de blankvoorn en bot zijn in tabellen getoond, waarbij waarden boven de [EQS_{biota} norm](#) worden weergegeven als rood (**rood**), waarden onder de norm als blauw (**blauw**).

Daarnaast geldt dat de biotanorm is vastgesteld voor een trofisch niveau van 4. Echter, standaardisering van de gemeten gehalten naar het juiste trofische niveau wordt tot dusver uitgesteld door afwezigheid van betrouwbare correctiefactoren voor alle stoffen. De berekende toetswaarden worden daarom direct getoetst aan de EQS_{biota} .

Doordat de KRW vanaf 2017 is opgenomen in de monitoring is nog onvoldoende data beschikbaar voor het uitvoeren van een trendanalyse.

3.3 Toetsing voor Kaderrichtlijn Marien

Er vindt in Nederland geen specifieke monitoring plaats voor KRM. In deze rapportage wordt daarom ook niet apart getoetst voor de KRM. Reden hiervoor is dat de kaderrichtlijn gebruik maakt van de bestaande regionale zeeconventies, de OSPAR en de KRW. Het doel van KRM, met betrekking tot gevaarlijke stoffen in vis (Descriptor 9), is dat vervuilde stoffen in vis en andere visserijproducten voor menselijke consumptie niet de grenzen overschrijden die door communautaire wetgeving of andere relevante normen zijn vastgesteld.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

3.4 Datagebruik in de normtoetsing

De figuren in het voorliggende rapport zijn voor elke stof per waterlichaam/locatie en per soort biota gemaakt. De gegevens die hiervoor gebruikt zijn werden aangeleverd door RWS en aangevuld met informatie uit de database van WMR (LIMS). Doordat verschillende programma's in de loop van de tijd inhoudelijk aanzienlijk zijn aangepast is het niet mogelijk om eenduidig in de figuren aan te geven op basis van hoeveel getallen (zoals aantal vissen, aantal mengmonsters) de gehalten berekend zijn. In alle gevallen wordt één waarde van een contaminant per monstersoort en locatie getoond (bij meerdere analyseresultaten wordt het gemiddelde gebruikt). Ook wordt het kwaliteitskenmerk "Q" nergens toegepast.

In deze rapportage is zoveel mogelijk vanuit een waterlichaam (bijvoorbeeld Westerschelde, Eems-Dollard) of een specifiek gebied in een waterlichaam (bijvoorbeeld Bruine bank, Friese front) geschreven. In een enkel geval leidt dit tot onduidelijkheden, zoals voor meetresultaten van de blauwe mossel uit de Westerschelde. De specifieke meetlocatie van de blauwe mosselen uit de Westerschelde is in 2009 verschoven van Terneuzen naar Knuitershoek. In de figuren zijn deze resultaten samengevoegd tot Westerschelde; bij de trendanalyse is alleen uitgegaan van Knuitershoek.

Voor detailinformatie over de programma's, waaronder bijvoorbeeld monsterkeuze en monstersamenstelling, wordt verwezen naar [deel II](#).

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

4 Metalen

De metalen [cadmium \(Cd\)](#), [koper \(Cu\)](#), [kwik \(Hg\)](#), [lood \(Pb\)](#) en [zink \(Zn\)](#) komen van nature in het milieu voor, en zijn afhankelijk van de geografische locatie aanwezig in verschillende gehalten in water, bodem en lucht. Humane activiteiten, zoals mijnbouw, industrie, agricultuur of verkeer, kunnen de gehalten van bepaalde metalen in het milieu plaatselijk sterk verhogen. Metalen kunnen echter ook getransporteerd worden over lange afstanden door de lucht, via de afvoer van rivieren of afvloeiing van het land. Metalen zijn volledig persistent, maar de biologische beschikbaarheid kan wel worden verlaagd door bv. binding aan sediment, of al dan niet opgelost organisch materiaal in het water.

Dit hoofdstuk beschrijft de vergelijking van de metaalgehalten aan de [OSPAR- en KRW-normen](#) die in verschillende monitoringsprogramma's zijn geanalyseerd. Voor OSPAR zijn in levers van bot en schol de metalen [cadmium](#) en [lood](#) gemeten en in filet van deze vissen [kwik](#). In schelpdiervlees worden aanvullend ook de metalen [koper](#) en [zink](#) gemeten. Voor de KRW wordt [kwik](#) in hele vis gemeten.

4.1 Cadmium

De bronnen van cadmium in het Nederlandse milieu zijn tegenwoordig diffuus ("overige bronnen"), gevolgd door de landbouw (meststoffen en diervoeder) en afvalwater en afvalwaterzuiveringsinstallaties (zowel huishoudelijk als industrieel), samen ongeveer 1000 kg per jaar. De chemische industrie draagt nu nauwelijks meer bij (www.emissieregistratie.nl).

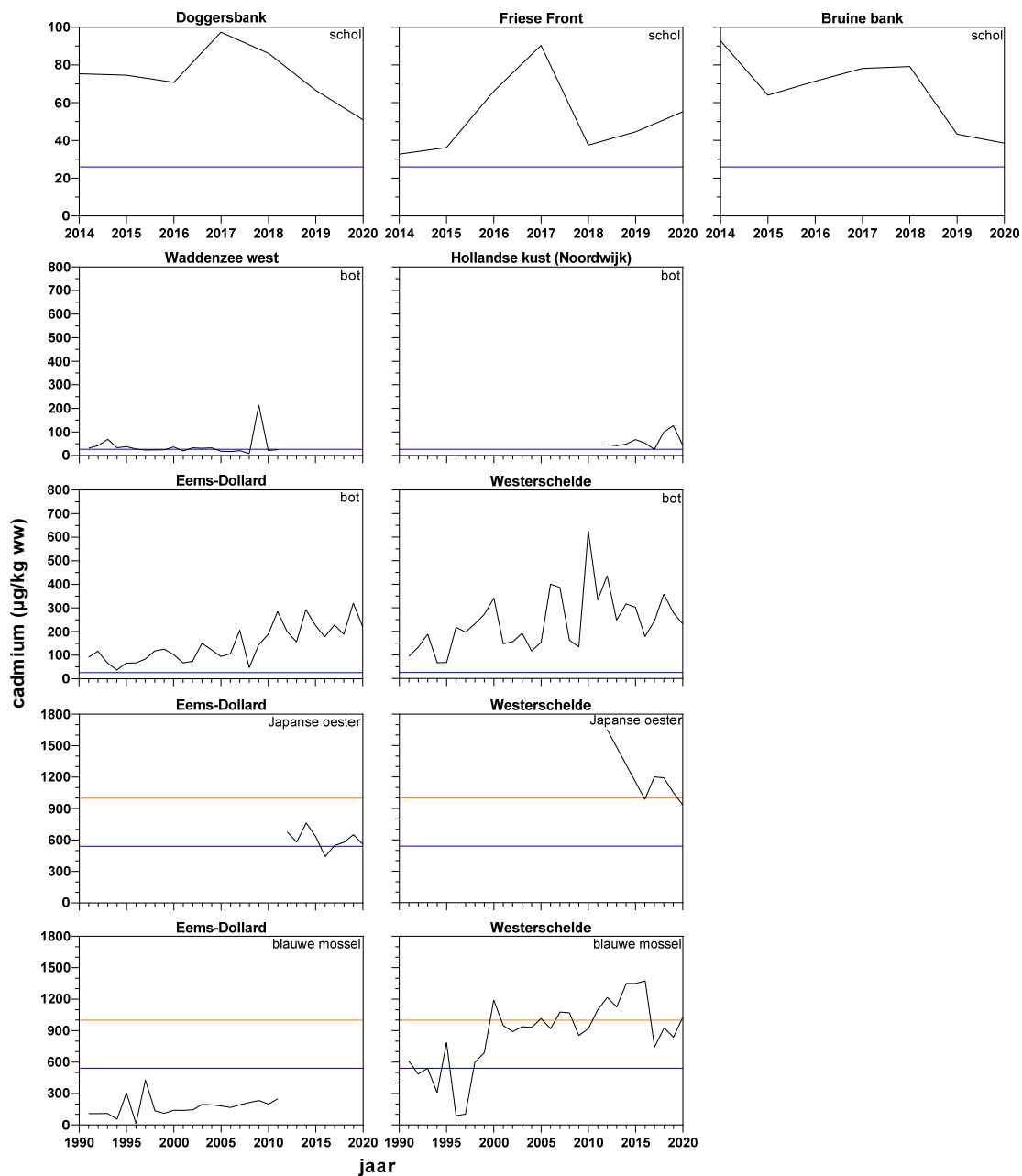
Cadmium (Cd) is een toxisch, niet-essentieel metaal, dat een gezondheidsrisico vormt voor mens en dier. De voornaamste wijze van blootstelling is door middel van ingestie, de ophoping van cadmium door de voedselketen wordt niet als significant beschouwd. De biologische halfwaardetijden zijn lang, afhankelijk van de soort jaren tot vele jaren. Chronische blootstelling aan cadmium kan een wijde reeks van gezondheidseffecten veroorzaken in gewervelden, waaronder toxiciteit voor de nieren, negatieve effecten op de reproductie en ook kan het carcinogeen en mutageen zijn. Cadmium hoopt voornamelijk op in de lever en nieren, maar wordt ook aangetroffen in andere organen en botten ([Genchi e.a. 2020](#)).

4.1.1 OSPAR

[Figuur 4](#) toont de cadmiumgehalten in vislevers en schelpdiervlees ten opzichte van de [norm van OSPAR](#) voor gemonitorde jaren. Resultaten van de trendanalyse worden weergegeven in [Tabel 3](#). De vergelijking met de norm in 2020 en berekende trends (tot en met 2018) worden geografisch weergegeven in [Figuur 5](#).

Er zijn grote verschillen in cadmiumgehalten tussen de locaties (factor acht tot tien verschil) en tussen de gemonitorde organismen van één locatie (tot factor vier verschil). Het cadmiumgehalte verschilt tussen de locaties en is op alle locaties hoger dan de achtergrondwaarde (BAC) voor cadmium. In 2020 overschrijdt alleen de blauwe mossel uit de Westerschelde de voedselveiligheidsnorm (MPC). Een opgaande trend van cadmium is waargenomen in bot uit de Eems-Dollard, de data van 2020 zijn hiermee in overeenstemming.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	



Figuur 4 Gehalten van cadmium uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdiervlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biologische monitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991-2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de MPC. De MPC is voor schol en bot niet zichtbaar in de figuur.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Tabel 3 Resultaten van de trendanalyse voor cadmium, uitgevoerd door ICES (DOME-database) Trend tot en met 2018: ↑ stijgend, – geen, ↓ dalend. (n): aantal waarnemingen waarop trend is berekend.

Biota	Waterlichaam	Trend (n)
schol	Doggersbank	- (5)
schol	Friese front	- (5)
schol	Bruine bank	- (5)
bot	Eems-Dollard	↑ (22)
bot	Hollandse kust (Noordwijk)	- (7)
bot	Westerschelde	- (22)
Japanse oester	Eems-Dollard	- (7)
Japanse oester	Westerschelde	- (4)
blauwe mossel	Westerschelde	- (10)



Figuur 5 Vergelijking met de normen voor cadmium in biota voor OSPAR. In rood omcirkeld de biota die de norm MPC in 2020 overschrijden. De pijlen laten de trend zien tot en met 2018.

4.2 Koper

De bronnen van koper in het Nederlandse milieu zijn "verkeer en vervoer", gevolgd door "overige bronnen" en "riolering en waterzuiveringsinstallaties", samen 150.000 kg per jaar (www.emissieregistratie.nl).

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

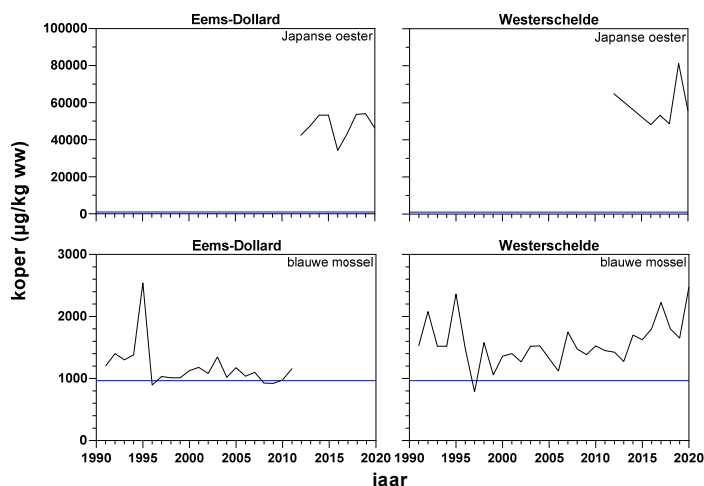
Koper is zowel een micronutriënt als een toxisch element. Zoogdieren hebben een efficiënt mechanisme om kopergehalten te reguleren, zodat zij doorgaans beschermd zijn tegen een overmaat koper in het dieet. De toxiciteit in zoogdieren omvat vele effecten zoals levercirrose, necrose van nieren en hersenen, gastro-intestinale stress en lage bloeddruk. Chronische blootstelling aan koper heeft negatieve effecten op lever en nieren (https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/copper.pdf).

Koper is ook een essentieel element voor aquatische organismen, maar een lichte overmaat kan snel tot toxische effecten leiden. Het gebruik in aangroeiwerende verven is hier een duidelijk voorbeeld van (Brooks en Waldock, 2009).

4.2.1 OSPAR

Figuur 6 toont de kopergehalten in schelpdier vlees zien ten opzichte van de norm van OSPAR voor gemonitorde jaren. Resultaten van de trendanalyse wordt weergegeven in Tabel 4. De vergelijking met de norm in 2020 en berekende trends (tot en met 2018) worden geografisch weergegeven Figuur 7.

De BAC wordt in alle locaties en in beide schelpdieren overschreden. Gehalten aan koper in de Japanse oester zijn vele malen hoger dan in de blauwe mossel, terwijl de norm vrijwel gelijk is. Een normoverschrijding is daarom meer waarschijnlijk als de Japanse oester wordt gebruikt als monitoringsorganisme voor de onderzochte waterlichamen. Een opgaande trend van koper is waargenomen voor de blauwe mossel uit de Westerschelde. De locatie in de Westerschelde is in 2009 verschoven van Terneuzen naar Knuitershoek en de trendanalyse houdt alleen rekening met de locatie Knuitershoek. De komende jaren zal duidelijk worden of het hier echt gaat om een opwaartse trend om of spreiding in de tijd.



Figuur 6 Gehalten van koper uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in schelpdier vlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biotamonitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC.

Tabel 4 Resultaten van de trendanalyse voor koper, uitgevoerd door ICES (DOMED-database). Trend tot en met 2018: ↑ stijgend, – geen, ↓ dalend. (n): aantal waarnemingen waarop trend is berekend.

Biota	Waterlichaam	Trend (n)
Japanse oester	Ems-Dollard	- (7)
Japanse oester	Westerschelde	- (4)
blauwe mossel	Westerschelde	↑ (10)

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	



Figuur 7 Vergelijking met de normen van koper voor OSPAR in biota. In rood omcirkeld de biota die de norm MPC in 2020 overschrijden. De pijlen laten de trend zien tot en met 2018.

4.3 Kwik

De bronnen van kwik in het Nederlandse milieu zijn zeer diffuus, "overige bronnen", gevolgd door "riolering waterzuiveringsinstallaties" met een uitstoot van 500 kg/jaar. De industrie draagt nauwelijks nog bij (www.emissieregistratie.nl).

Kwik wordt door de WHO beschouwd als één van de top tien contaminanten met grote gezondheidsrisico's. Blootstelling aan kwik kan leiden tot gezondheidsklachten, en is een bedreiging voor de ontwikkeling van foetus en jonge kinderen. Zowel kwik metaal als methyalkwik kunnen toxische effecten hebben op het zenuwstelsel, spijsverteringskanaal en het immuunsysteem. (<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>).

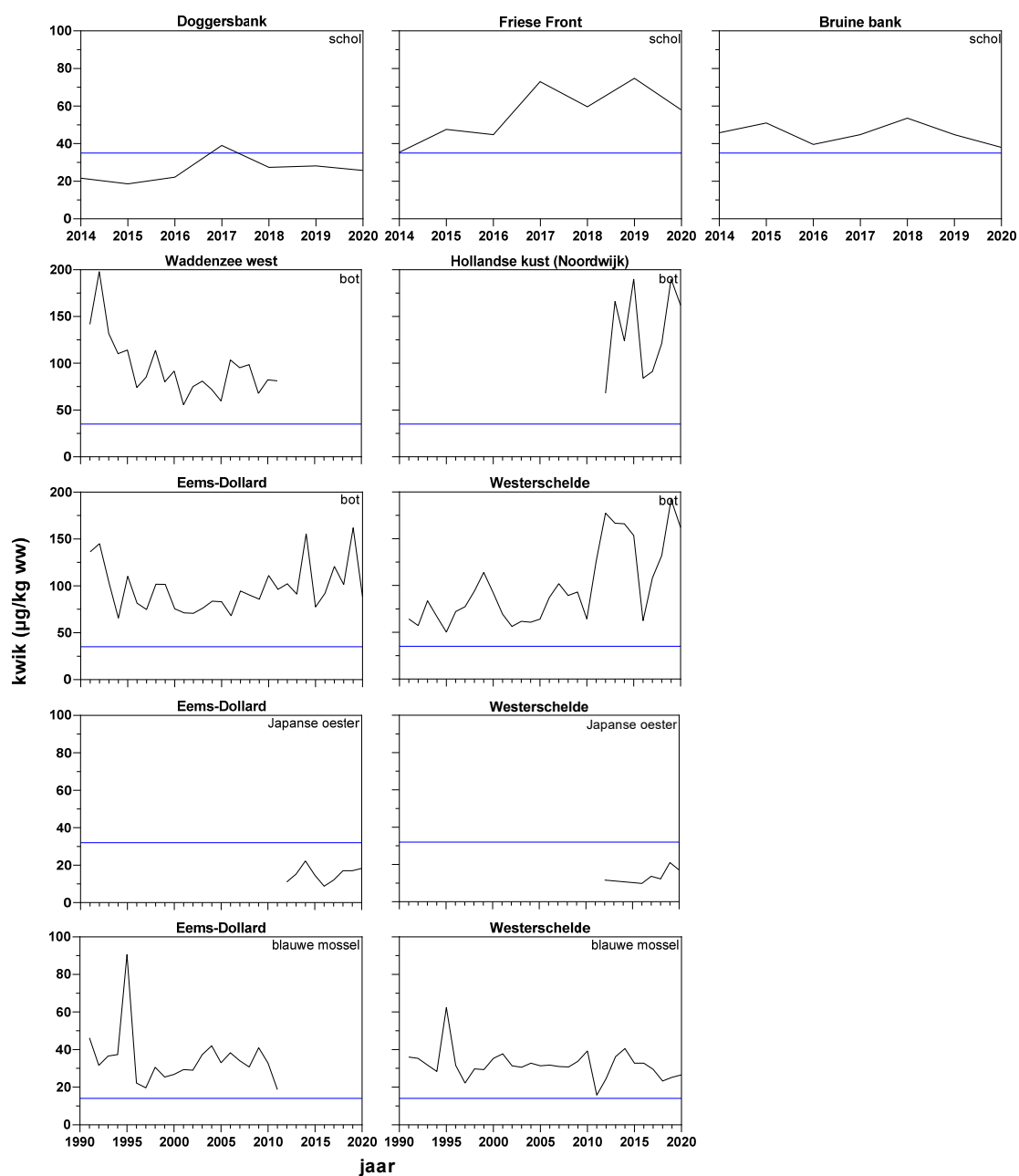
4.3.1 OSPAR

Figuur 8 toont de kwikgehalten in vislevers en schelpdier vlees ten opzichte van de [norm van OSPAR](#) voor gemonitorde jaren. Resultaten van de trendanalyse wordt weergegeven in [Tabel 5](#). De vergelijking met de norm in 2020 en berekende trends (tot en met 2018) worden geografisch weergegeven [Figuur 9](#).

In bot en schol wordt de BAC voor kwik overschreden, behalve in schol uit waterlichaam Doggersbank. Gehalten in blauwe mossel overschrijden de BAC, maar de gehalten in Japanse oester niet. De normwaarden voor Japanse oester zijn hoger dan die voor de blauwe mossel, terwijl de gehalten aan kwik in het vlees van de Japanse oester juist lager zijn. Een normoverschrijding is daarom minder waarschijnlijk als Japanse oester wordt gebruikt als monitoringsorganisme voor de onderzochte waterlichamen. Een opgaande trend is berekend voor gehalten in schol uit Friese Front en bot uit de

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Eems-Dollard en Westerschelde. Tot 2017 werd alleen een opgaande trend van kwik vastgesteld voor bot uit de Eems-Dollard.



Figuur 8 Gehalten van kwik uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdiervlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biotamonitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991-2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de MPC (niet zichtbaar).

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Tabel 5 Resultaten van de trendanalyse voor kwik, uitgevoerd door ICES (DOME-database). Trend tot en met 2018: ↑ stijgend, – geen, ↓ dalend, n.b. niet bepaald. (n): aantal waarnemingen waarop trend is berekend.

Biota	Waterlichaam	Trend (n)
schol	Doggersbank	- (5)
schol	Friese front	↑ (5)
schol	Bruine bank	- (5)
bot	Eems-Dollard	↑ (22)
bot	Hollandse kust (Noordwijk)	- (7)
bot	Westerschelde	↑ (22)
Japanse oester	Eems-Dollard	- (7)
Japanse oester	Westerschelde	- (4)
blauwe mossel	Westerschelde	- (10)



Figuur 9 Vergelijking met de normen van kwik voor OSPAR in biota. In rood omcirkeld de biota die de norm MPC in 2020 overschrijden. De pijlen laten de trend zien tot en met 2018.

4.3.2 KRW

Tabel 6 laat de KRW-toetswaarden zien ten opzichte van de vigerende norm voor de KRW voor gemonitorde jaren. De vergelijking met de norm voor periode 2018-2020 wordt geografisch weergegeven in Figuur 10.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

De KRW-biotanorm wordt overal overschreden in blankvoorn en in bot, met uitzondering van de gehalten in de Bergsche Maas gemeten in 2018. De gehalten in bot, met name in de Nieuwe Waterweg en in het Noordzeekanaal, overschrijden de EQS_{biota} het meest.

Tabel 6 Statusbeoordeling van waterlichamen op basis van KRW toetswaarden van kwik uitgedrukt op basis van standaardvis gemeten in blankvoorn en bot ($\mu\text{g/kg ww}$) voor periode 2017-2020. Blauw $\leq EQS_{biota}$, rood $> EQS_{biota}$.

Waterlichaam	Biota	2017	2018	2019	2020
Eems-Dollard	bot		96		
Ketelmeer	blankvoorn	35			42
IJsselmeer	blankvoorn			48	
Randmeren Oost	blankvoorn			35	
Noordzeekanaal	blankvoorn		33		
Noordzeekanaal	bot		120		
Hollandse kust (Noordwijk)	bot		77		
Nieuwe Waterweg	bot		151		
Bergsche Maas	blankvoorn		16		
Hollands Diep	blankvoorn	44	70	34	36
Volkerak	blankvoorn			45	
Westerschelde	bot		75		
Grensmaas	blankvoorn				29



Figuur 10 Vergelijking met de KRW-norm voor kwik in biota. Biota die de EQS_{biota} in periode 2018-2020 overschrijden zijn rood omcirkeld.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

4.4 Lood

De bronnen van lood in het Nederlandse milieu zijn zeer diffuus, waarbij de input van "overige bronnen" vanaf 2000 sterk is gedaald en nu vergelijkbaar is met "consumenten" en "riolering en waterzuiveringsinstallaties", samen goed voor 50.000 kg/jaar (www.emissieregistratie.nl).

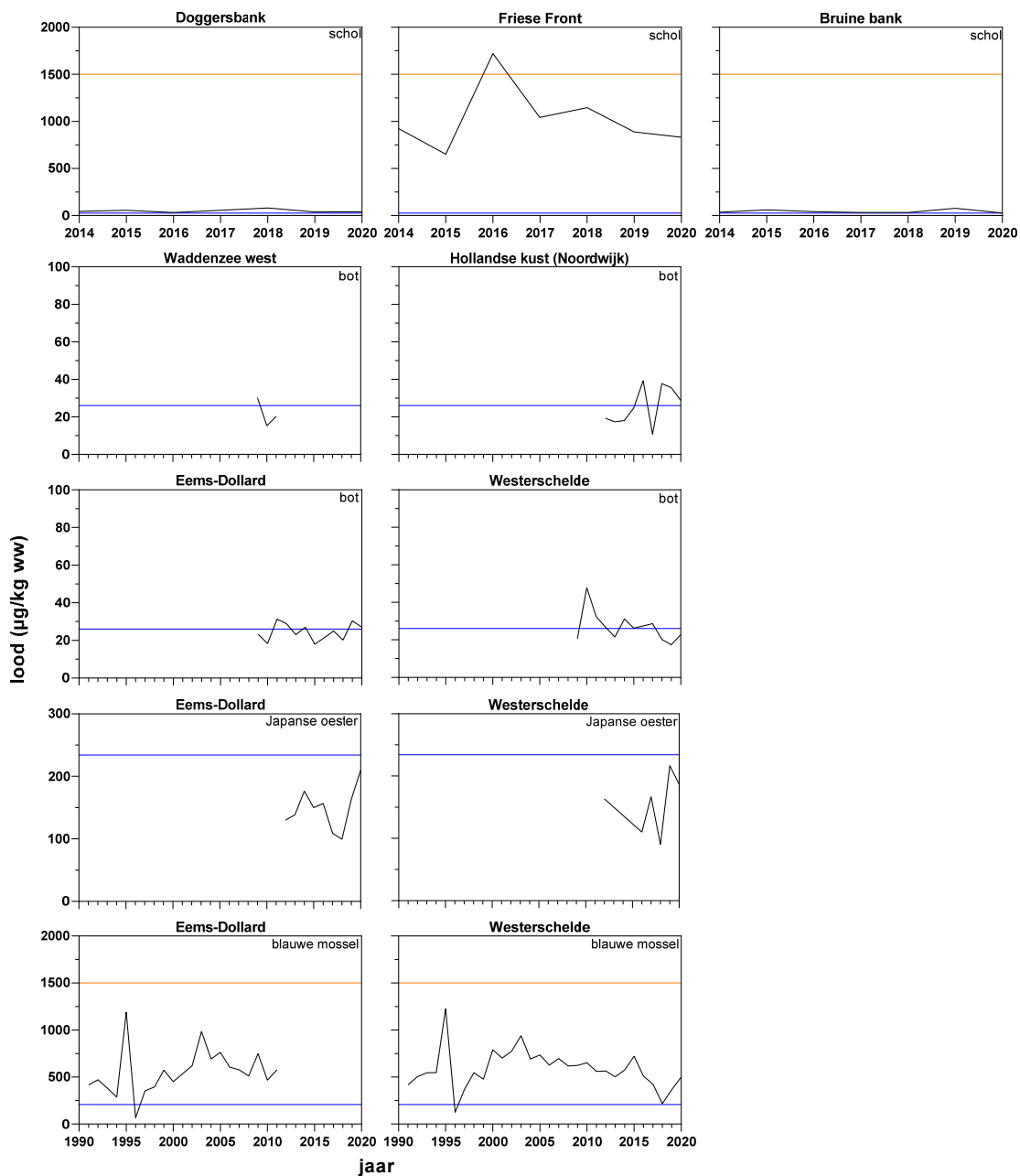
Lood kan toxische effecten hebben op meerdere lichaamsonderdelen en is vooral schadelijk voor jonge kinderen, met effecten op hersen en zenuwstelsel ontwikkeling. Zeer lage loodgehalten worden al verondersteld schadelijk te zijn. Lood wordt over het lichaam verdeeld tussen hersenen, lever, nieren en botten. In botten kan het gedurende de tijd accumuleren. Dit kan vrijkomen tijdens zwangerschap en vormt daarmee een bron voor blootstelling van de foetus. (<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>).

4.4.1 OSPAR

[Figuur 11](#) laat de loodgehalten zien in vislevers en schelpdiervlees ten opzichte van de [norm van OSPAR](#) voor gemonitorde jaren. Resultaten van de trendanalyse wordt weergegeven in [Tabel 7](#). De vergelijking met de norm in 2020 en berekende trends (tot en met 2018) worden geografisch weergegeven [Figuur 12](#).

De gehalten lood zijn in schol hoger dan de BAC en schommelen rond de BAC in bot. In lever van schol van het Friese Front is het hoogste gehalte gevonden. In 2016 overschreed deze eenmalig de voedselveiligheidsnorm (MPC). De loodgehalten in de blauwe mossel zijn twee à drie keer hoger dan in de Japanse oester waardoor bij een vrijwel gelijke BAC de blauwe mossel de BAC overschrijdt en de Japanse oester niet. Het gebruik van de blauwe mossel resulteert dus eerder in een overschrijding van de BAC. Een dalende trend van lood is vastgesteld voor de blauwe mossel uit de Westerschelde.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	



Figuur 11 Gehalten van lood uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdiervlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biologische monitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991-2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de MPC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Tabel 7 Resultaten van de trendanalyse voor lood, uitgevoerd door ICES (DOME-database). Trend tot en met 2018: ↑ stijgend, – geen, ↓ dalend. (n): aantal waarnemingen waarop trend is berekend.

Biota	Waterlichaam	Trend (n)
schol	Doggersbank	- (5)
schol	Friese front	- (5)
schol	Bruine bank	- (5)
bot	Eems-Dollard	- (10)
bot	Hollandse kust (Noordwijk)	- (7)
bot	Westerschelde	- (10)
Japanse oester	Eems-Dollard	- (7)
Japanse oester	Westerschelde	- (4)
blauwe mossel	Westerschelde	↓ (10)



Figuur 12 Vergelijking met de normen van lood voor OSPAR in biota. In rood omcirkeld de biota die de norm MPC in 2020 overschrijden. De pijlen laten de trend zien tot en met 2018.

4.5 Zink

De grootste input van zink in het Nederlandse milieu is verdeeld over "verkeer en vervoer", "landbouw", "overige bronnen" en "riolering en waterzuiveringsinstallaties". Totaal komt 600.000 kg per jaar vrij (www.emissieregistratie.nl).

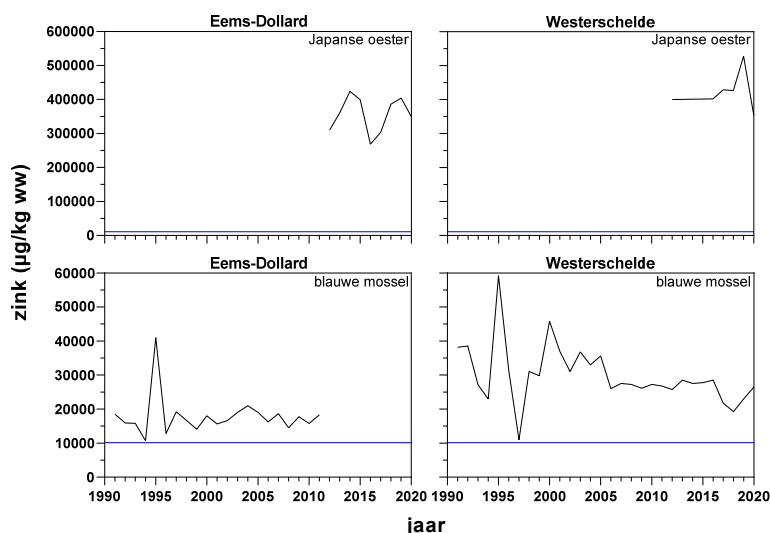
Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Zink is een essentieel element en vergeleken met lood, kwik en cadmium relatief onschadelijk. Alleen blootstelling aan zeer hoge dosis kan een toxisch effect veroorzaken. Op basis van ratten en muizen studies is de LD50 voor mensen geschat op 27 g zink per dag. Daarnaast kan een chronische, hoge dosis van zink een negatief effect hebben op de opname van koper, zodat indirect het kopergebrek toxische effecten kan veroorzaken (Plum e.a. 2010).

4.5.1 OSPAR

Figuur 13 toont de zinkgehalten in schelpdiervlees ten opzichte van de norm van OSPAR voor gemonitorde jaren. Resultaten van de laatste trendanalyse zijn weergegeven in Tabel 8. De vergelijking met de norm in 2020 en berekende trends (tot en met 2018) worden geografisch weergegeven in Figuur 14.

In de blauwe mossel en vooral in de Japanse oester zijn zinkgehalten gemeten die de BAC ruim tot zeer ruim overschrijden (tot meer dan factor veertig). Net als bij cadmium en koper zijn de gehalten zink in de Japanse oester hoger (soms tot factor tien) dan in de blauwe mossel. De gehalten aan zink zijn stabiel, er zijn geen trends vastgesteld.



Figuur 13 Gehalten van zink uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in schelpdiervlees uit de passieve biologische monitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991-2020. Blauwe lijn is de BAC.

Tabel 8 Extract uit DOME voor zink. Trend tot en met 2018: ↑ stijgend, – geen, ↓ dalend. (n): aantal waarnemingen waarop trend is berekend.

Biota	Waterlichaam	Trend (n)
Japanse oester	Eems-Dollard	- (7)
Japanse oester	Westerschelde	- (4)
blauwe mossel	Westerschelde	- (10)

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	



Figuur 14 Kaart van de toetsing aan de OSPAR-normen voor zink in biota uit de passieve biotamonitoring. In rood omcirkeld de biota die de norm MPC in monitoringsjaar 2020 overschrijden. De pijlen laten de trend zien van de monitoringsjaren tot en met 2018.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

5 Organometalen

Organometalen, waarvan [Tributyltin \(TBT\)](#) de bekendste is, zijn sterke biocides die wereldwijd in het milieu aangetroffen worden. De toepassing van deze stoffen in aangroeiwerende verf op schepen nam een grote vlucht in de jaren '60. Omdat de organotin langzaam uit de verf diffundeert en oplost in het (zee)water heeft het ook grote effecten op ander aquatisch leven, van ongewervelden tot gewervelden. Hoge gehalten aan TBT in sediment worden gevonden in zeehavens voor de beroeps- en recreatievaart, scheepswerven, zeewegen en jachthavens. Halverwege de jaren '80 bleek dat de slechte groei van oesters te wijten was aan TBT in de aangroeiwerende verf op kleine vaartuigen die voeren in wateren dicht bij de commerciële oesterbanken. Het gebruik is inmiddels wereldwijd aan banden gelegd, in Nederland is het vanaf 2008 verboden toe te passen op schepen. Relatief hoge gehalten aan TBT veroorzaken misvormingen en verminderde voortplanting van de oesters. Organotin is ook in zeer lage concentraties giftig voor veel mariene organismen en veroorzaakt onder andere imposex in mollusken (mariene slakken). Imposex betekent dat vrouwelijke slakken mannelijke kenmerken krijgen, waardoor zij zich niet meer kunnen voortplanten. De Purperslak is daarbij vanwege zijn gevoeligheid een ideale soort om te monitoren. Deze soort komt echter niet in alle mariene Nederlandse waterlichamen voor en bij ontbreken of onvoldoende aanwezigheid wordt voor de monitoring van imposex uitgeweken naar alternatieve, lokaal beschikbare soorten, zoals de gevlochten fuikhoren en de gewone alikruik. Voor de gewone alikruik wordt dan intersex gemeten in plaats van imposex. Intersex is, net als imposex, een vermannelijking van vrouwtjes, maar ze verschillen morfologisch van elkaar. Intersex komt tot uiting in misvormingen van de vrouwelijke voortplantingsorganen of in een volledige omzetting van de vrouwelijke voortplantingsorganen in mannelijke organen.

Dit hoofdstuk beschrijft de toetsing van gehalten en effecten van organometalen aan de [OSPAR-normen](#) die in de monitoringsprogramma's PBM Schelpdieren Zout en Mariene slakken zijn geanalyseerd. Voor de toetsing van de gehalten aan de [OSPAR-normen](#) zijn organotinverbindingen gemeten in het vlees van de schelpdieren Blauwe mossel, Japanse oester en in de mariene slakken; Gevlochten fuikhoren, Purperslak en Gewone alikruik (afhankelijk van voorkomen in de waterlichamen). Het gaat hierbij om toetsing van het tributyltin-kation (TBT). Bij de beoordeling worden de gehalten vergeleken met een achtergrondwaarde (BAC) en een milieu-beoordelingscriterium (EAC).

Toetsing aan de [OSPAR-normen](#) wordt uitgevoerd voor OSPAR en KRM. Voor het vaststellen van de effecten van organometalen in mariene slakken zijn drie verschillende slakkensoorten (afhankelijk van voorkomen) onderzocht uit tien waterlichamen. De onderzochte slakkensoorten zijn de gevlochten fuikhoren, purperslak en gewone alikruik. Alleen voor de gevlochten fuikhoren en de purperslak is een norm vastgesteld: de norm voor [imposex](#). Voor de gewone alikruik is geen norm voor intersex meer beschikbaar. Bij de beoordeling wordt de VDS (Vas Deferens Stage; mate van imposex) vergeleken met een achtergrondwaarde (BAC) en een milieu-beoordelingscriterium (EAC).

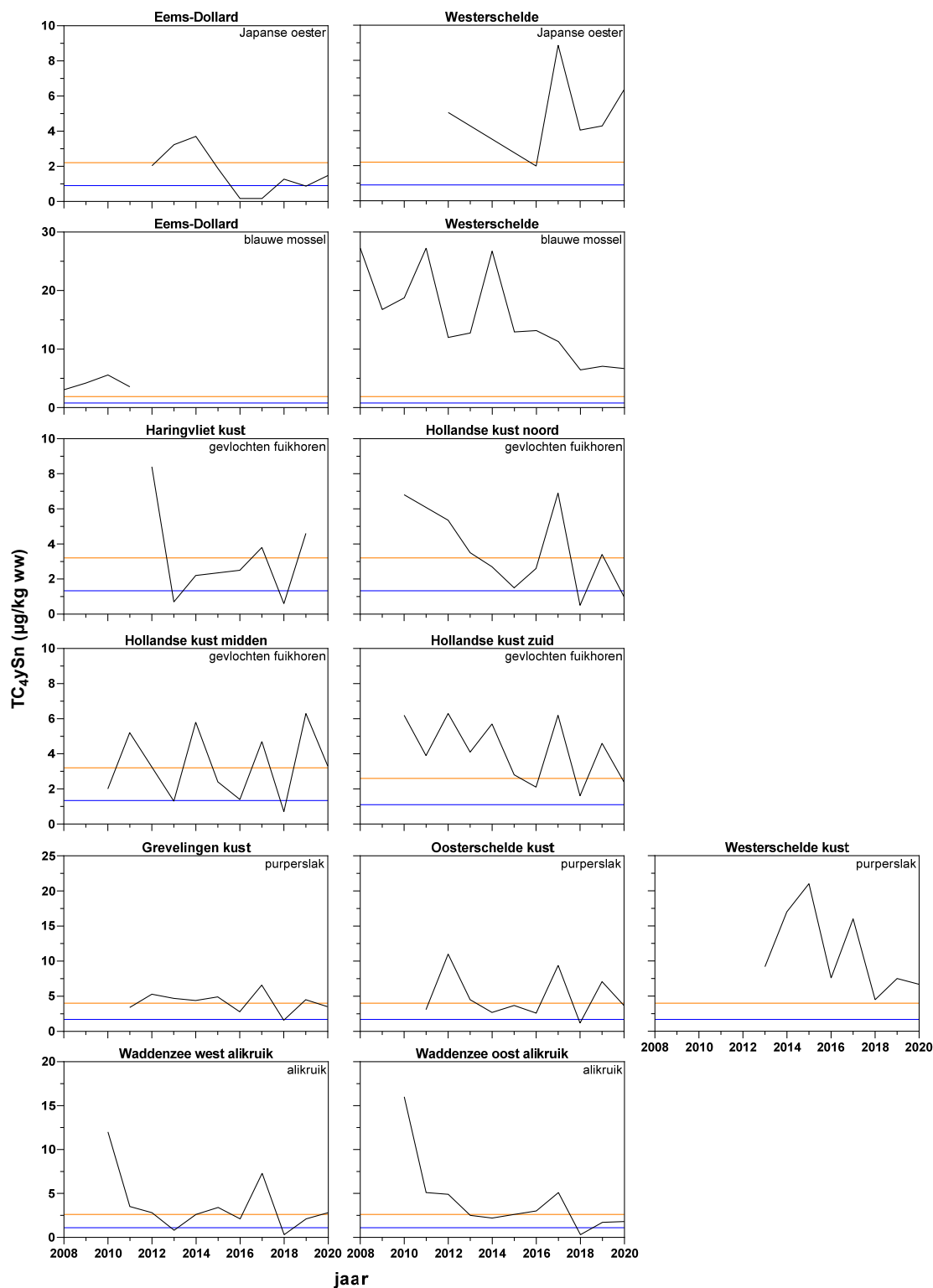
5.1 TBT

5.1.1 OSPAR

[Figuur 15](#) toont de TBT-gehalten in schelpdier- en molluskenvlees ten opzichte van de [norm van OSPAR](#) voor gemonitorde jaren. Resultaten van de trendanalyse zijn weergegeven in [Tabel 9](#). De vergelijking met de norm in 2020 en berekende trends (tot en met 2018) zijn geografisch weergegeven in [Figuur 16](#).

De norm voor TBT in de verschillende biota wordt in diverse waterlichamen overschreden. De TBT-gehalten in de biota variëren per monitoringsjaar, in zoverre dat het ene jaar de EAC-norm kan worden overschreden en het volgende jaar het gehalte de BAC niet eens overschrijdt. In de Westerschelde wordt de EAC consequent overschreden voor beide tweekleppige schelpdieren (blauwe mossel en Japanse oester) en in de purperslak. Ondanks de grote variatie lijkt de situatie voor de meeste waterlichamen stabiel. Met betrekking tot de overschrijding van de EAC in de blauwe mossel uit de Westerschelde kan verwacht worden dat de situatie op termijn verbeterd; er is een neerwaartse trend bepaald tot en met 2018. Recente metingen (2019 en 2020) laten echter een stabilisatie van de gehalten zien.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	



Figuur 15 Gehalten van TBT uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in biota uit de passieve biologische monitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 2008-2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Tabel 9 Resultaten van de trendanalyse voor TBT, uitgevoerd door ICES (DOME-database).
Trend tot en met 2018: ↑ stijgend, – geen, ↓ dalend, n.b. niet bepaald. (n): aantal waarnemingen waarop trend is berekend.

Biota	Waterlichaam	Trend (n)
Japanse oester	Eems-Dollard	↓ (7)
Japanse oester	Westerschelde	- (4)
blauwe mossel	Westerschelde	↓ (10)
gevlochten fuikhoren	Haringvliet kust	n.b.
gevlochten fuikhoren	Hollandse kust noord	n.b.
gevlochten fuikhoren	Hollandse kust midden	n.b. (1)
gevlochten fuikhoren	Hollandse kust zuid	n.b. (2)
purperslak	Grevelingen kust	- (4)
purperslak	Oosterschelde kust	- (4)
purperslak	Westerschelde kust	- (4)
alijkruik	Waddenzee west	n.b. (2)
alijkruik	Waddenzee oost	n.b. (2)



Figuur 16 Vergelijking met de normen van TBT voor OSPAR in biota. In rood omcirkeld de biota die de norm EAC in 2020 overschrijden (Haringvliet kust is uit 2019). De pijlen laten de trend zien tot en met 2018.

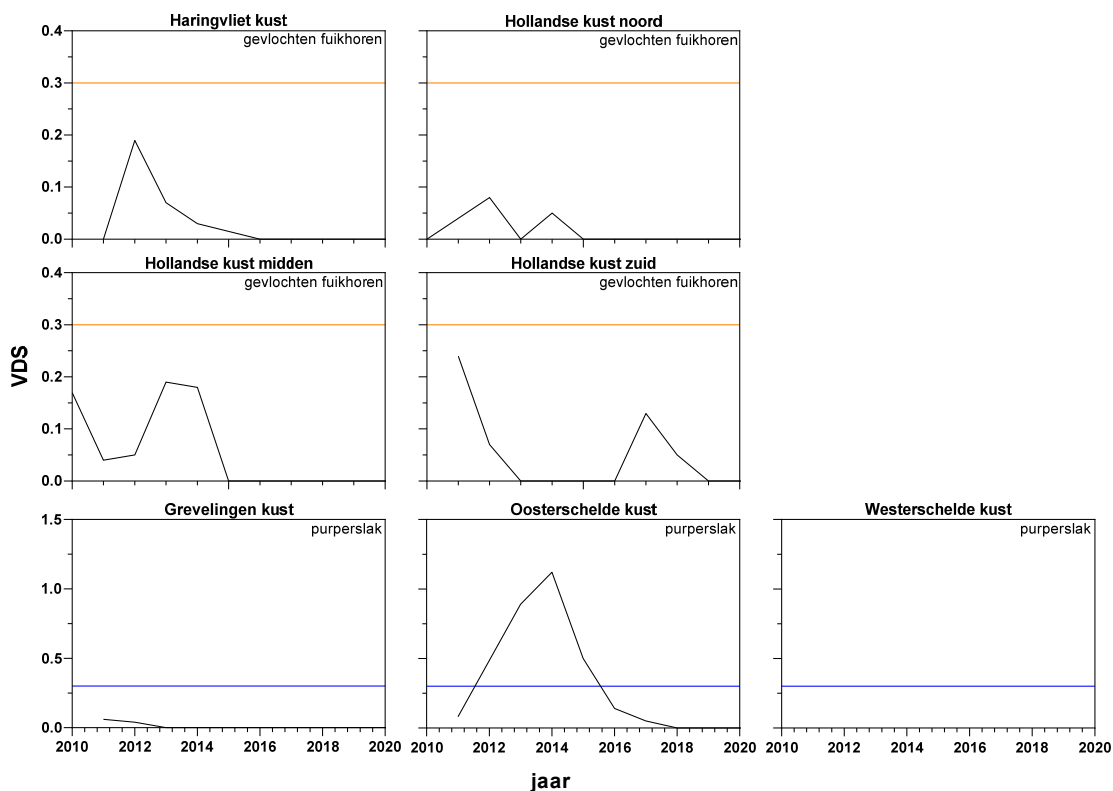
Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

5.2 Imposex

5.2.1 OSPAR

Figuur 17 toont het voorkomen van imposex in mollusken ten opzichte van de **norm van OSPAR** voor gemonitorde jaren. Resultaten van de trendanalyse zijn weergegeven in **Tabel 10**.

De laatste twee jaar is helemaal geen imposex meer vastgesteld in de gevlochten fuikhoren en de purperslak. De normen zijn dan ook nergens meer overschreden.



Figuur 17 Imposex gemeten in mariene slakken (gevlochten fuikhoren en purperslak) voor OSPAR. Periode 2010-2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Tabel 10 Extract uit DOME voor imposex (VDS). Trend tot en met 2018: ↑ stijgend, – geen, ↓ dalend. (n): aantal waarnemingen waarop trend is berekend.

Biota	Waterlichaam	Trend (n)
gevlochten fuikhoren	Haringvliet kust	↓ (6)
gevlochten fuikhoren	Hollandse kust noord	- (8)
gevlochten fuikhoren	Hollandse kust midden	- (8)
gevlochten fuikhoren	Hollandse kust zuid	↓ (9)
purperslak	Grevelingen kust	- (8)
purperslak	Oosterschelde kust	- (8)
purperslak	Westerschelde kust	- (7)

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

6 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) zijn natuurlijke bestanddelen van steenkool en olie, en worden ook gevormd tijdens verbrandingsprocessen van zowel fossiele brandstoffen als hout. PAK's komen daardoor op verschillende wijze in het milieu. Deze diffuse input van PAK's in het Nederlandse milieu is verdeeld over "overige bronnen" en op afstand gevold door "verkeer en vervoer" en "riolering en waterzuiveringsinstallaties". Opgeteld bedraagt de som van benzo(a)pyreen, benzo(b)fluoranteen, benzo(k)fluoranteen en indeno(1,2,3-cd)pyreen 1200 kg per jaar (www.emissieregistratie.nl).

PAK's lossen slecht op in water (lipofiel), hoe groter het molecuul (-gewicht) hoe slechter de stof in water oplost. PAK's zijn biologisch afbreekbaar onder gunstige condities, maar de grote PAK's worden niet of slechts zeer langzaam afgebroken. Bioaccumulatie treedt op in schelpdieren, maar gewervelden kunnen PAK's metaboliseren en in gemetaboliseerde, beter wateroplosbare vorm uitscheiden; de PAK-metabolieten. De toxiciteit van PAK's voor gewervelden (sommige PAK's zijn carcinogeen, zoals benzo(a)pyreen) wordt mede veroorzaakt door dit metabolisatieproces waarbij reactieve intermediären ontstaan.

Dit hoofdstuk beschrijft de toetsing van de PAK-gehalten en de PAK-metabolieten aan de OSPAR- en KRW-normen. Voor OSPAR zijn PAK's en PAK-metabolieten gemeten. PAK's zijn gemeten in het vlees van de schelpdieren blauwe mossel en Japanse oester. Het gaat hierbij om antraceen (Ant), benzo(a)antraceen (BaA), benzo(a)pyreen (BaP), benzo(ghi)peryleen (BghiP), chryseen (Chr), fenantreen (Fen), fluoranteen (Flu), indeno(1,2,3-cd)pyreen (InP) en pyreen (Pyr). Omdat vissen PAK's kunnen afbreken wordt de blootstelling van bot aan PAK's onderzocht door de analyse van PAK-metabolieten in de gal van bot. Bij de OSPAR-beoordeling worden de gehalten vergeleken met een achtergrondwaarde (BAC) en een milieu-beoordelingscriterium (EAC).

Voor KRW zijn de stoffen benzo(a)antraceen (BaA), benzo(a)pyreen (BaP), chryseen (Chr) en fluorantheen (Flu) gemeten bij in het veld verzamelde schelpdieren (blauwe mossel en Japanse oester) én in uitgehangen schelpdieren (blauwe mossel en quaggamossel). Bij de beoordeling worden de gemeten gehalten in natgewicht omgerekend naar een modelschelpdier met 1% vet op basis van het gemeten vetpercentage.

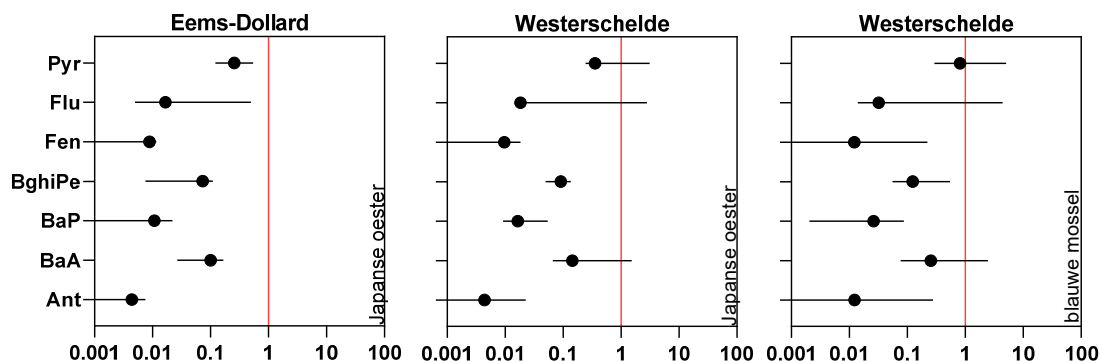
6.1 PAK's

6.1.1 OSPAR

Figuur 18 toont de laatste meetwaarde en het meetbereik van PAK gehalten in schelpdiervlees uit gemonitorde jaren relatief ten opzichte van de [norm van OSPAR](#). Resultaten van de trendanalyse wordt weergegeven in [Tabel 11](#). Grafieken van de individuele PAK's zijn opgenomen in [Bijlage 3](#).

De EAC-normen worden voor geen van de PAK-congeneren overschreden in 2020. Het is duidelijk dat het patroon van de vervuilingsgraad van de PAK-congeneren (ten opzichte van de EAC) in de waterlichamen en in de schelpdiersoorten grote overeenkomsten vertoont. De verhoudingen tussen de concentraties van de verschillende PAK-congeneren in schelpdieren zijn in alle waterlichamen min of meer vergelijkbaar; pyreen wordt in de hoogste concentraties aangetroffen, antraceen in de laagste. De absolute gehalten variëren wel sterk per waterlichaam. De blauwe mossel uit de Westerschelde bevat de hoogste PAK-gehalten; pyreen en in mindere mate benzo(a)antraceen gehalten naderen de EAC-norm het sterkst.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	



Figuur 18 Laatste meetwaarde (stippen: 2020) en het meetbereik van alle metingen sinds 1991, genormaliseerd ten opzichte van de EAC (=1, rode verticale lijn) voor de PAK's in zoute rijkswateren voor OSPAR (logaritmische schaal).

Tabel 11 Resultaten van de trendanalyse voor PAK's, uitgevoerd door ICES (DOME-database). Trend tot en met 2018: ↑ stijgend, – geen, ↓ dalend. (n): aantal waarnemingen waarop trend is berekend.

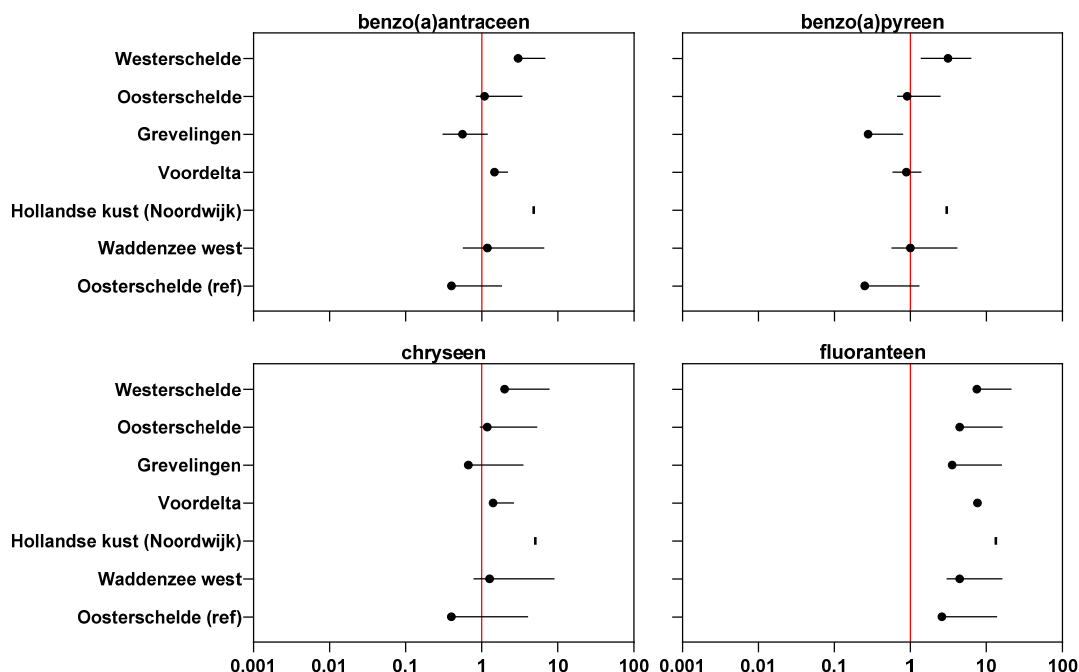
Biota	Waterlichaam	Ant	BaA	BaP	BghiP	Chr	Fen	Flu	InP	Pyr
Japanse oester	Eems-Dollard	- (7)	- (7)	- (7)	- (7)	- (7)	- (7)	- (7)	- (7)	- (7)
Japanse oester	Westerschelde	- (4)	- (4)	- (4)	- (4)	- (4)	- (4)	- (4)	- (4)	- (4)
blauwe mossel	Westerschelde	- (10)	- (10)	- (10)	- (10)	- (9)	↑ (10)	- (10)	- (10)	- (10)

6.1.2 KRW

Figuur 19 en **Figuur 20** tonen de laatste meetwaardes en het meetbereik van PAK-gehalten in schelpdier vlees uit gemonitorde jaren relatief ten opzichte van de vigerende [norm voor de KRW](#). Grafieken van de individuele PAK's zijn opgenomen in [Bijlage 3](#).

In de ABM-monitoring met blauwe mossel (**Figuur 19**) worden de EQS_{biota}-normen voor fluoranteen in alle zeven waterlichamen overschreden, benzo(a)antraceen en chryseen overschrijden de norm op vier locaties. Het gehalte benzo(a)pyreen overschrijdt alleen in de Westerschelde de norm, dit is het meest gecontamineerde waterlichaam. Ook hier geldt dat de verhoudingen tussen de concentraties van de verschillende PAK-congeneren in schelpdieren in alle waterlichamen min of meer vergelijkbaar zijn, wat resulteert in een vergelijkbaar patroon van de vervuilingsgraad van de PAK-congeneren (ten opzichte van de EQS_{biota}) in de waterlichamen (idem met [§6.1.1](#)).

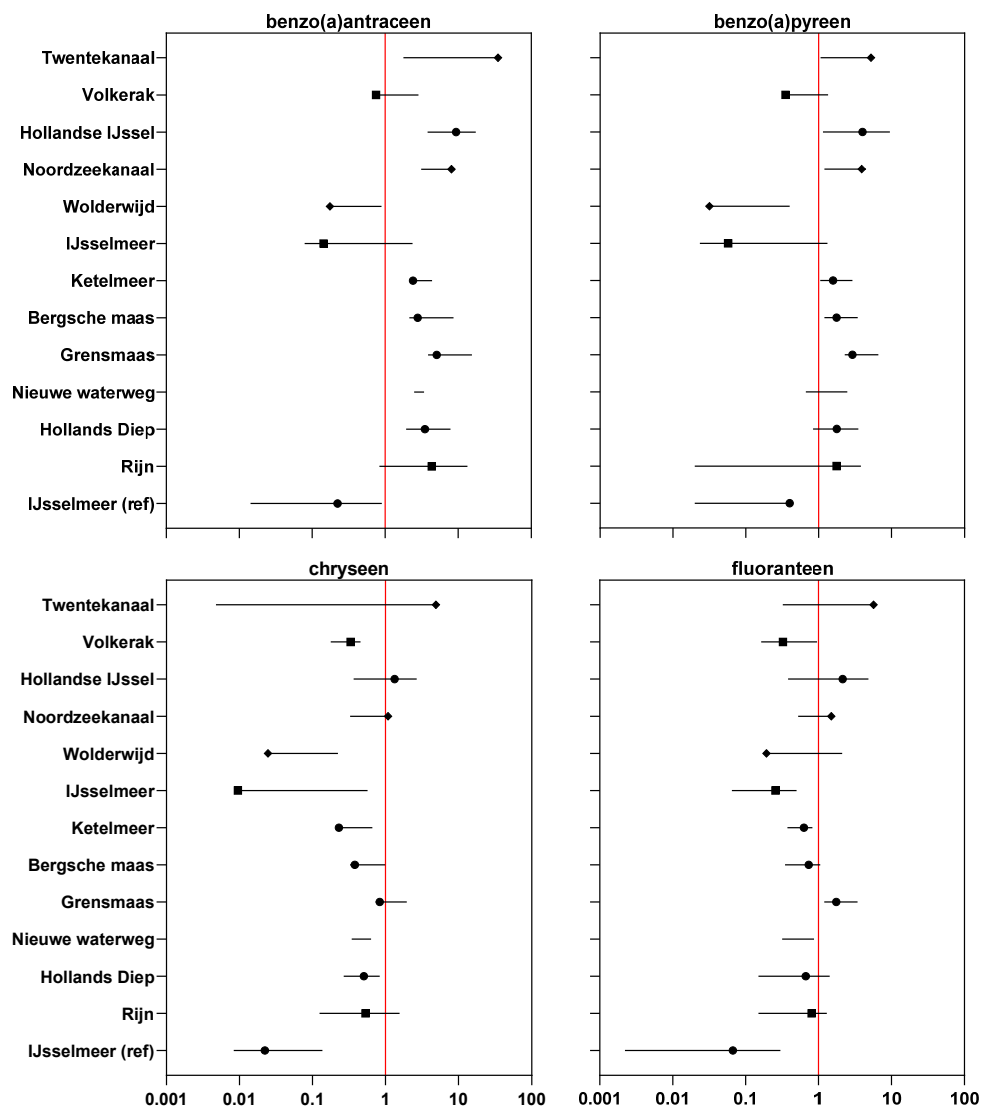
Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	



Figuur 19 Laatste toetswaarde (stippen; jaar 2020, alleen Hollandse kust (Noordwijk) 2017) en meetbereik van alle metingen sinds 1992, genormaliseerd ten opzichte van de EQS_{biota} (=1, rode verticale lijn) voor de PAK's gemeten in blauwe mossel uit ABM zoute rijkswateren (logaritmische schaal).

In de ABM-monitoring met quaggamossel (Figuur 20) worden de EQS_{biota} -normen in de periode 2018-2020 voor diverse PAK's in meerdere waterlichamen overschreden. Gehalten aan benzo(a)antracene- en benzo(a)pyreen overschrijden de norm het meest frequent, chryseen het minst frequent. De quaggamosselen van de uitgangssituatie (IJsselmeer ref (Zeughoek), 2020) zijn het minst gecontamineerd met PAK's, het Twentekanaal (2018) het meest. In de zoete rijkswateren zijn de verhoudingen tussen de concentraties van de verschillende PAK-congeneren in schelpdieren in alle waterlichamen min of meer vergelijkbaar zijn (zie §6.1.1). Het patroon van de vervuilingsgraad van de PAK-congeneren (ten opzichte van de EQS_{biota}) in de waterlichamen vertoont grote overeenkomsten.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	



Figuur 20 Laatste toetswaarde (stippen: 2020, vierkant: 2019, ruit: 2018) en meetbereik van de toetswaarden sinds 1992 ten opzichte van de EQS_{biota} (=1, rode verticale lijn) voor de PAK's gemeten in zoetwermosselen uit ABM zoete rijkswateren (logaritmische schaal).

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

7 Polychloorbifenylen en som-TEQ

Polychloorbifenylen (PCB's) en dioxines zijn toxische chemicaliën, ze zijn persistent in het milieu en hopen op in de voedselketen. Dioxines verwijzen doorgaans naar zowel polychloordibenzo-p-dioxines (PCDD's) als dibenzofuranen (PCDF's). Dioxines worden niet gericht gefabriceerd, maar worden gevormd in verschillende productieprocessen en verbrandingsprocessen als ongewenst bijproduct. PCB's, als inerte, thermostabiele olie, zijn daarentegen wijdverbreid ingezet in industriële toepassingen, en zijn gedurende tientallen jaren in grote hoeveelheden geproduceerd. De geschatte totale wereldproductie bedraagt 1.2-1.5 miljoen ton. De productie en het gebruik is in de meeste landen verboden sinds de jaren tachtig van de vorige eeuw. De concentraties in het milieu dalen sindsdien langzaam. De input van PCB's in het Nederlandse milieu is tegenwoordig gering, minder dan 10 kg per jaar, en komt uit diverse bronnen ("Overig") (www.emissieregistratie.nl).

De persistentie in het milieu en de grote mate van bioaccumulatie in vet (vooral van PCB's) zorgen ervoor dat deze stoffen nog steeds een groot milieurisico kunnen vormen.

Dioxines en de verschillende PCB's hebben dezelfde toxicologische eigenschappen en worden daarom vaak samen beschouwd in het kader van humane veiligheid en milieurisico's. Langdurige blootstelling aan deze chemicaliën kan nadelige effecten geven op het zenuwstelsel, het immuun- en het endocrien-systeem, als ook een negatief effect op de reproductie. Deze stoffen kunnen ook kanker veroorzaken. Andere PCB's hebben een andere toxicologische werking maar kunnen bij hoge concentratie nog steeds een negatief effect hebben op de gezondheid.

Dit hoofdstuk beschrijft de toetsing van de gehalten van [polychloorbifenylen \(PCB's\)](#) en [som-TEQ](#) (gecombineerde toxiciteit van dioxines, furanen en dioxineachtige PCB's) die in verschillende monitoringsprogramma's zijn geanalyseerd aan respectievelijk de [OSPAR-](#) en [KRW-normen](#). De som-TEQ-waarde wordt gevormd door dioxines, furanen en dioxine-achtige PCB's. Deze PCB's kunnen dezelfde toxische effecten veroorzaken als dioxines, maar het milieuchemisch gedrag verschilt. PCB's hopen erg goed op in (het vet van) organismen, en worden ook goed in de voedselketen doorgegeven. Al hopen dioxines en furanen ook goed op in het vet van organismen, deze stoffen worden niet of nauwelijks in de voedselketen doorgegeven. Hierdoor bestaat de som-TEQ van organismen, die laag in de voedselketen staan, voor een relatief groot deel uit dioxines en furanen en wordt dit aandeel lager naarmate het organisme hoger in de voedselketen staat. In de wolhandkrab wordt 40 tot 50% van de som-TEQ veroorzaakt door dioxines en furanen, in aal is de bijdrage van dioxines en furanen aan som-TEQ aanzienlijk lager, tot minder dan 10%.

In het kader van OSPAR worden PCB's gemeten in levers van bot en schol en in schelpdiervlees van blauwe mossel en Japanse oester. Het gaat hierbij om: PCB28, PCB52, PCB101, PCB105, PCB118, PCB138, PCB153, PCB156 en PCB180. Met uitzondering van PCB118 zijn dit geen dioxineachtige PCB's, maar de PCB's die in de hoogste concentraties worden gemeten. Bij de beoordeling zijn de gehalten vergeleken met een achtergrondwaarde (BAC) en een milieu-beoordelingscriterium (EAC) conform OSPAR.

Voor de toetsing aan [KRW-normen](#) zijn de dioxineachtige PCB's, dioxines en furanen gemeten in de hele vis van blankvoorn en bot. Bij de beoordeling zijn de gemeten gehalten in natgewicht voor de vissen eerst omgerekend naar een som-TEQ, en vervolgens naar een modelvis met 5% vet op basis van gemeten vetpercentage.

7.1 PCB's

7.1.1 OSPAR

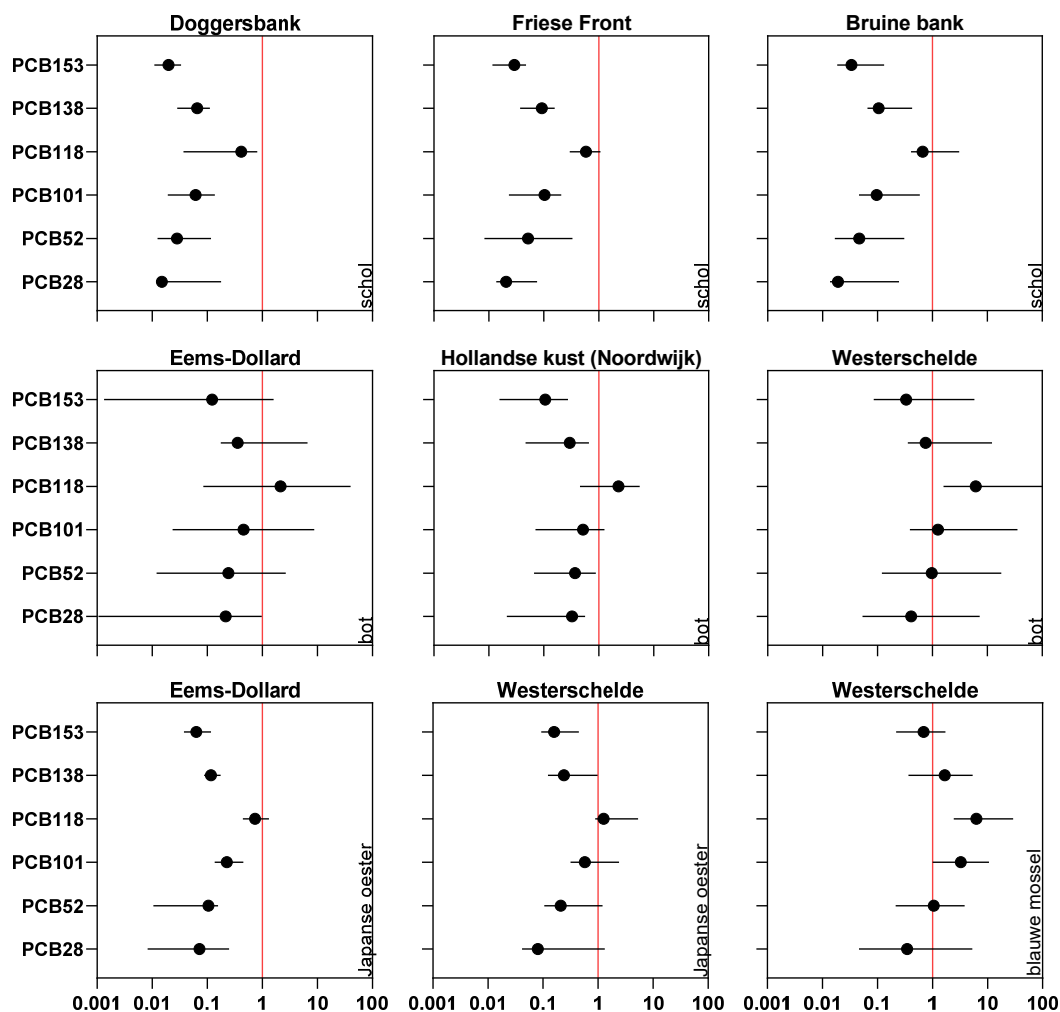
Figuur 21 toont de laatste meetwaarde en het meetbereik van gehalten aan PCB's in vislevers en schelpdiervlees uit gemonitorde jaren relatief ten opzichte van de [norm van OSPAR](#). Resultaten van de trendanalyse wordt weergegeven in [Tabel 12](#). Grafieken van de individuele PCB's zijn opgenomen in [Bijlage 4](#).

De EAC-normen worden voor geen van de PCB-congeneren overschreden in schol. In bot zijn de gehalten hoger en wordt de EAC voor PCB118 overschreden in de drie waterlichamen. De gehalten

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

zijn het hoogst in de Westerschelde. De gehalten PCB's in de blauwe mossel uit de Westerschelde zijn hoger dan die in de Japanse oester in vergelijking met de EAC. In de Japanse oester overschrijdt alleen het PCB118 gehalte de EAC, in de blauwe mossel overschrijden de gehalten PCB118, PCB138, PCB101 en PCB52 deze norm.

Het is duidelijk dat het patroon van de vervuilingsgraad van de PCB-congeneren (ten opzichte van de EAC) in de waterlichamen, in de vissen én in de schelpdiersoorten grote overeenkomsten vertoont. Daarbij overschrijdt van de PCB-congeneren PCB118, een dioxineachtige PCB die bijdraagt aan de som-TEQ, als eerste én tot de grootste mate de EAC-norm.



Figuur 21 Laatste meetwaarde (stip: 2020) en meetbereik alle metingen sinds 1991 ten opzichte van de EAC (=1, rode verticale lijn) voor de PCB's uit de passieve biotamonitoring zoute rijkswateren (logaritmische schaal).

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Tabel 12 Resultaten van de trendanalyse voor PCB's, uitgevoerd door ICES (DOME-database).
Trend tot en met 2018: ↑ stijgend, – geen, ↓ dalend, n.b. niet bepaald. (n): aantal waarnemingen waarop trend is berekend.

Biota	Waterlichaam	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 105	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 156	PCB 180
schol	Doggersbank	- (4)	- (4)	- (5)	- (4)	- (5)	- (5)	- (5)	- (2)	- (5)
schol	Friese front	- (2)	- (4)	- (5)	- (4)	- (5)	- (5)	- (5)	- (2)	- (5)
schol	Bruine bank	- (5)	- (5)	- (5)	- (5)	↓ (5)	↓ (5)	- (5)	- (5)	- (5)
bot	Eems-Dollard	- (22)	- (22)	↓ (22)	↓ (22)	↓ (22)	↓ (20)	↓ (22)	- (22)	↓ (22)
bot	Hollandse kust (Noordwijk)	- (7)	- (7)	- (7)	- (6)	- (7)	- (7)	- (7)	- (7)	- (7)
bot	Westerschelde	- (22)	↓ (22)	↓ (22)	↓ (22)	↓ (22)	↓ (20)	↓ (22)	↓ (22)	↓ (22)
Japanse oester	Eems-Dollard	- (7)	- (7)	- (7)	- (7)	- (7)	- (7)	- (7)	- (6)	- (7)
Japanse oester	Westerschelde	- (4)	- (4)	- (4)	- (4)	- (4)	- (4)	- (4)	- (3)	- (4)
blauwe mossel	Westerschelde	- (10)	- (10)	- (10)	- (10)	- (10)	↓ (10)	- (10)	- (10)	- (10)

7.2 Som-TEQ

7.2.1 KRW

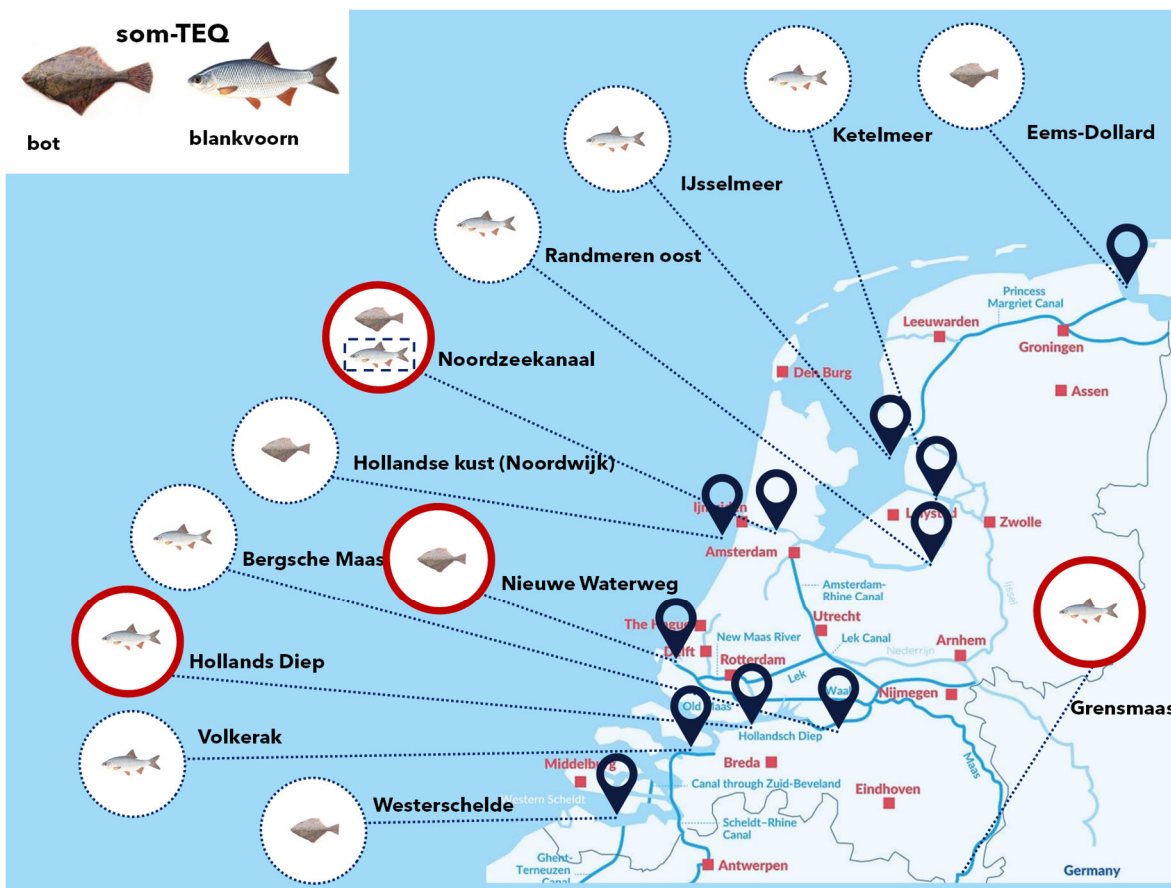
Tabel 13 laat de KRW-toetswaarden zien ten opzichte van de vigerende [norm voor de KRW](#) voor gemonitorde jaren. De vergelijking met de norm voor periode 2018-2020 wordt geografisch weergegeven in [Figuur 22](#).

De EQS_{biota} van som-TEQ is overschreden voor blankvoorn uit het Hollands Diep en bot uit Noordzeekanaal en Nieuwe Waterweg. In de overige locaties vond geen overschrijding plaats. De hoogste toetswaarden zijn gemeten in bot uit het Noordzeekanaal (0.026 µg/kg ww) en de laagste in blankvoorn uit Randmeren Oost (0.0005 µg/kg ww). In het Noordzeekanaal zijn in 2018 zowel bot (westelijke kant, zoutwater) als blankvoorn (oostelijke kant, zoetwater) gemonitord. De som-TEQ in bot, gevangen rond de bekende dioxine-hotspots in het Noordzeekanaal ([Postma e.a., 2013](#)), overschrijdt de norm wel, de blankvoorn, gevangen in het minder gecontamineerde oostelijk deel niet.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Tabel 13 Status van waterlichamen op basis van KRW toetswaarden van som-TEQ uitgedrukt op basis van standaardvis gemeten in blankvoorn en bot ($\mu\text{g/kg ww}$) voor de monitoringsjaren 2017 tot en met 2020 (blauw $\leq EQS_{\text{biota}}$, rood $> EQS_{\text{biota}}$).

Waterlichaam	Biota	2017	2018	2019	2020
Eems-Dollard	bot		0.0047		
Ketelmeer	blankvoorn	0.0063			0.0044
IJsselmeer	blankvoorn			0.0010	
Randmeren Oost	blankvoorn			0.0005	
Noordzeekanaal	blankvoorn		0.0045		
Noordzeekanaal	bot		0.0262		
Hollandse kust (Noordwijk)	bot		0.0030		
Nieuwe Waterweg	bot		0.0137		
Bergsche Maas	blankvoorn		0.0029		
Hollands Diep	blankvoorn	0.0125	0.0086	0.0070	0.0098
Volkerak	blankvoorn			0.0040	
Westerschelde	bot		0.0043		
Grensmaas	blankvoorn				0.0066



Figuur 22 Vergelijking met de KRW-norm voor som-TEQ in biota uit de passieve biotamonitoring. Biota die de EQS_{biota} in periode 2018 tot en met 2020 overschrijden zijn rood omcirkeld.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

8 Pesticiden

Pesticiden is een verzamelnaam voor stoffen die worden gebruikt om ziekten, plagen of onkruiden in de landbouw te bestrijden of organismen te bestrijden die hinderlijk of schadelijk zijn. Onderscheid wordt gemaakt in gewasbeschermingsmiddelen (voor in de landbouw) en biociden (de overige). In de Europese unie is de verkoop en het gebruik van de persistente organische chloorverbindingen aldrin, chlordaan, dieldrin, DDT, endrin, HCH, heptachloor, hexachloorbenzeen en een aantal kwikverbindingen, sinds 1978 verboden. Vanaf 2004 is, door de Conventie van Stockholm, de productie en het gebruik van een aantal persistente organische verontreinigende stoffen (POP's), waaronder ook een aantal pesticiden, wereldwijd niet meer toegestaan.

DDT (Dichloordifenyiltrichloorethaan) is op de markt sinds 1945 als algemeen insectenbestrijdingsmiddel met neurotoxische werking. De stofgroep is persistent, lost op in vet en vertoont sterke bioaccumulatie. Het is ook de eerste stofgroep waarvan de ongewenste bijeffecten door accumulatie in de voedselketen duidelijk werden. Het is daarom al vanaf 1972 verboden in de Verenigde Staten, vlak daarna ook in Nederland en de Europese unie. Het is thans niet op de hele wereld verboden, in India wordt het nog steeds gebruikt. Ook bij noodgevallen wordt DDT nog ingezet. De geschatte wereldproductie is 1.8 miljoen ton vanaf 1940. Als gevolg van het veelvuldig gebruik van DDT in het verleden worden de afbraakproducten dichloordifenyldichloorethyleen (DDE) waaronder ook p,p'-DDE en dichloordifenyldichloorethaan (DDD) ook in Europa nog bijna overal aangetroffen. Ook voor [p,p'-DDE](#) is een norm ontwikkeld.

[Hexachloorbenzeen \(HCB\)](#) is in het verleden geproduceerd als fungicide. Ook HCB is onder de Stockholm conventie in de ban gedaan. De stof is persistent en vertoont bioaccumulatie in de voedselketen. De stof is carcinogeen en kan o.a. neurologische afwijkingen in dieren veroorzaken. De huidige input in het Nederlandse milieu is zeer gering; minder dan 5 kg/jaar (www.emissieregistratie.nl).

Lindaan (hexachloorcyclohexaan, HCH) is een contact pesticide (insecticide) dat veel gebruikt is in de land- en tuinbouw, maar ook als textiel en houtbeschermingsmiddel vanaf 1949. Het gebruik is vanaf 2002 in de EU niet meer toegestaan. Lindaan is persistent, al is afbraak onder anaerobe omstandigheden wel aangetoond. Het is vrij goed wateroplosbaar en vertoont daarom matige bioaccumulatie. Voor lindaan zijn normen voor de derivaten [α-HCH](#) en [γ-HCH](#) afgeleid.

[Heptachloor](#) is een moeilijk afbreekbaar, chloorhoudend bestrijdingsmiddel, een insecticide met een lipofiel karakter. In insecten en zoogdieren is het voornaamste afbraakproduct ervan heptachloorepoxide, dat biologisch actiever is dan heptachloor en gemakkelijk opgeslagen wordt in het vetweefsel. Heptachloorepoxide is persistent en bioaccumuleert in de voedselketen. Kortstondige blootstelling aan heptachloor kan effecten hebben op het centrale zenuwstelsel. Langdurige blootstelling kan effect hebben op de lever. De stof is mogelijk carcinogeen bij de mens.

[Dicofol](#) is een chloorhoudend bestrijdingsmiddel en wordt industrieel bereid uit DDT. Dicofol is in het milieu minder persistent dan DDT maar heeft wel een hoog potentieel voor bioaccumulatie. De stof kan neurologische effecten hebben en de lever of nieren aantasten.

[Hexachloorbutadieen \(HCBd\)](#) is een industrieel solvent. Deze stof bioaccumuleert matig en kan een reeks aan toxische effecten veroorzaken. Het is ook een verdacht carcinogeen.

Dit hoofdstuk beschrijft de toetsing van de gehalten aan pesticiden, die in verschillende monitoringsprogramma's worden geanalyseerd, aan de [OSPAR-](#) en [KRW-normen](#).

OSPAR heeft normen voor (p,p')-DDE, HCB, α-HCH en γ-HCH, KRW heeft normen voor HCB, heptachloor + -epoxides, dicofol en HCBd.

Voor OSPAR zijn de pesticiden gemeten in levers van bot en schol en in schelpdiervlees van blauwe mossel en Japanse oester. Bij de beoordeling zijn de gehalten vergeleken met een achtergrondwaarde (BAC) en een milieu-beoordelingscriterium (EAC).

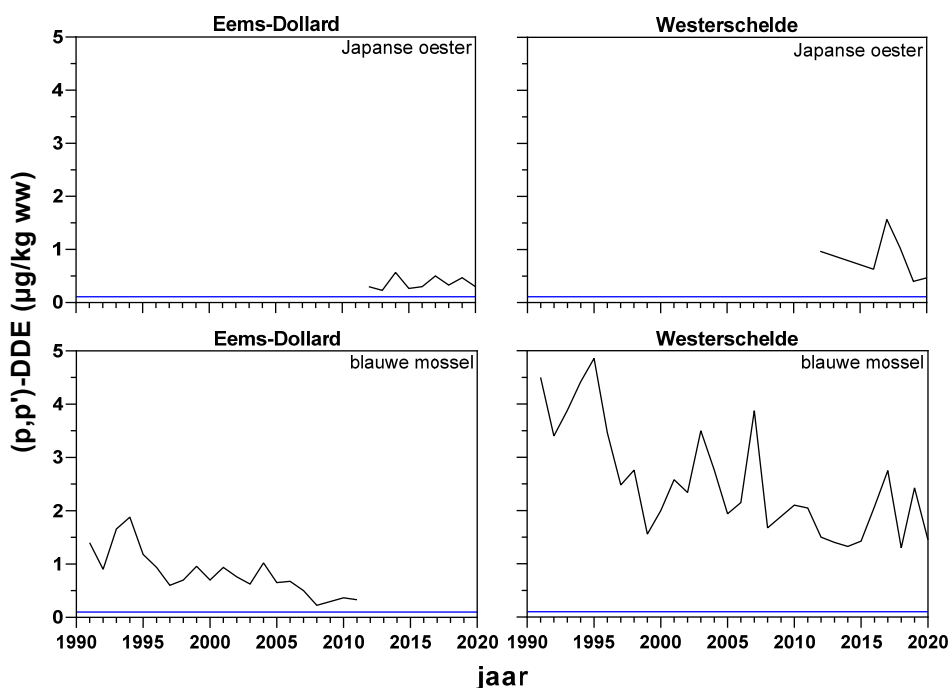
Voor KRW zijn de pesticiden gemeten in hele vis van blankvoorn en bot. Bij de beoordeling zijn de toetswaarden vergeleken met een [EQS_{biota} conform KRW](#). Hiervoor zijn de gemeten gehalten in natgewicht omgerekend naar een modelvis met 5% vet op basis van gemeten vetpercentage.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

8.1 (p,p')-DDE

8.1.1 OSPAR

De gehalten aan p,p'-dichloordifenyldichloorethyleen ((p,p')-DDE) zijn stabiel in de loop van de tijd (Figuur 23 en Tabel 14). Er lijkt sprake te zijn van een lichte daling voor de blauwe mossel uit de Westerschelde; deze is echter niet bevestigd door ICES. In 2009 is de locatie in de Westerschelde verschoven van Terneuzen naar Knuitershoek. De berekening van ICES gaat alleen uit van de gegevens van de locatie Knuitershoek, in de figuur zijn alle metingen van beide locaties weergegeven.



Figuur 23 Gehalten van (p,p')-DDE uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in schelpdieren (blauwe mossel en Japanse oester) voor OSPAR. Periode 1991-2020. Blauwe lijn is de BAC.

Tabel 14 Resultaten van de trendanalyse voor (p,p')-DDE, uitgevoerd door ICES (DOME-database). Trend tot en met 2018: ↑ stijgend, – geen, ↓ dalend, n.b. niet bepaald. (n): aantal waarnemingen waarop trend is berekend.

Biota	Waterlichaam	Trend (n)
Japanse oester	Eems-Dollard	- (7)
Japanse oester	Westerschelde	- (4)
blauwe mossel	Westerschelde	- (9)

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	



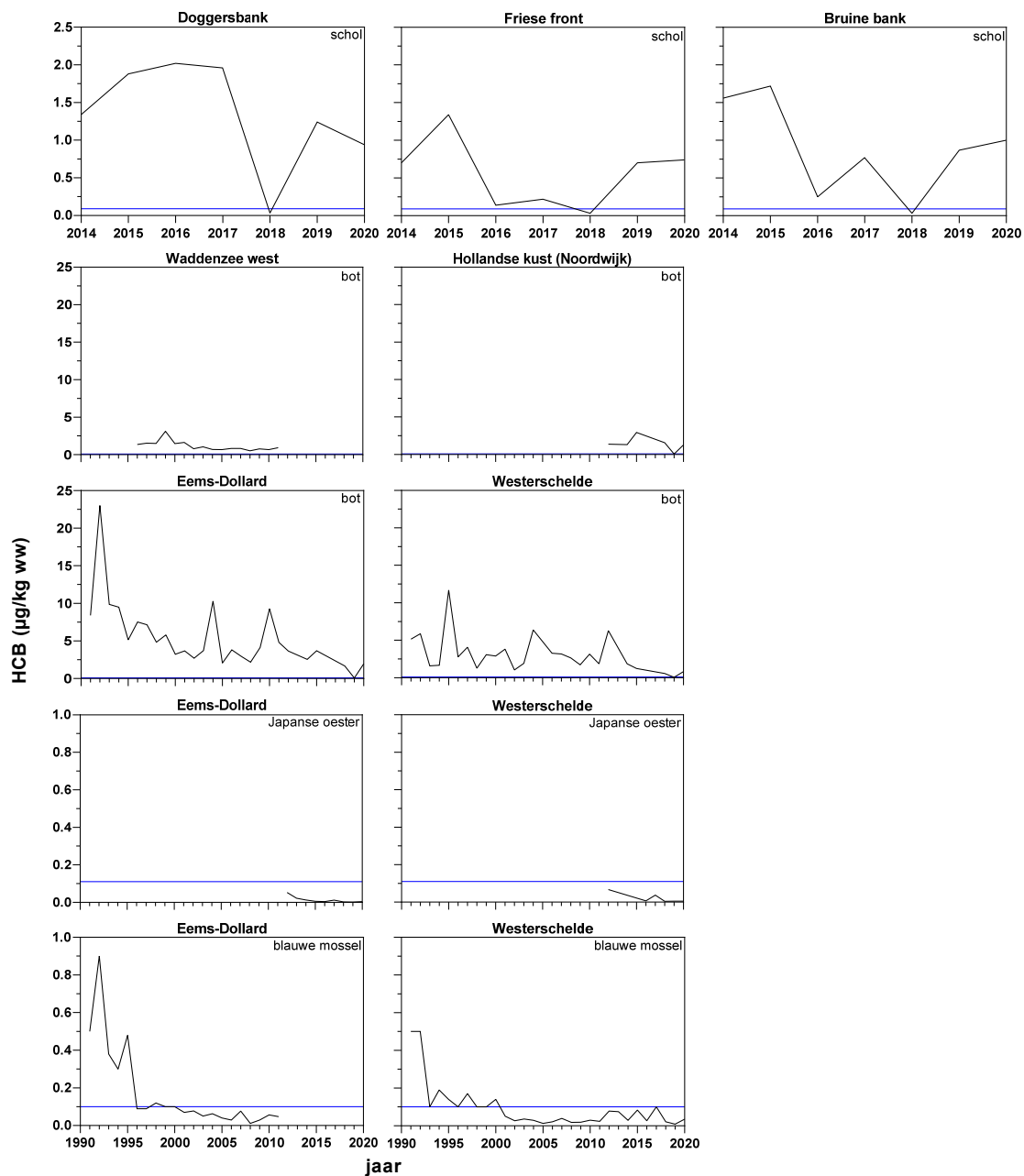
Figuur 24 Vergelijking met de normen van (p,p')-DDE voor OSPAR in biota. In rood omcirkeld de biota die de EAC in 2020 overschrijden. De pijlen laten de trend zien tot en met 2018.

8.2 HCB

8.2.1 OSPAR

HCB-gehalten in biota zijn stabiel of nemen af (Figuur 25, Tabel 15 en Figuur 26). In de schelpdieren wordt de BAC meerdere jaren achtereen niet overschreden, terwijl in de vislevers deze norm veelvuldig wordt overschreden.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	



Figuur 25 Gehalten van HCB uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in levers van schol en bot én in schelpdieren (blauwe mossel en Japanse oester) voor OSPAR. Periode 1991-2020. Blauwe lijn is de BAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Tabel 15 Resultaten van de trendanalyse voor HCB, uitgevoerd door ICES (DOME-database). Trend tot en met 2018: ↑ stijgend, – geen, ↓ dalend, n.b. niet bepaald. (n): aantal waarnemingen waarop trend is berekend.

Biota	Waterlichaam	Trend (n)
schol	Doggersbank	- (5)
schol	Friese front	- (2)
schol	Bruine bank	- (5)
bot	Eems-Dollard	↓ (22)
bot	Hollandse kust (Noordwijk)	- (7)
bot	Westerschelde	↓ (21)
Japanse oester	Eems-Dollard	- (2)
Japanse oester	Westerschelde	n.b. (2)
blauwe mossel	Westerschelde	- (2)



Figuur 26 Vergelijking met de normen van HCB voor OSPAR in biota. In rood omcirkeld de biota die de EAC in monitoringsjaar 2020 overschrijden. De pijlen laten de trend zien tot en met 2018.

8.2.2 KRW

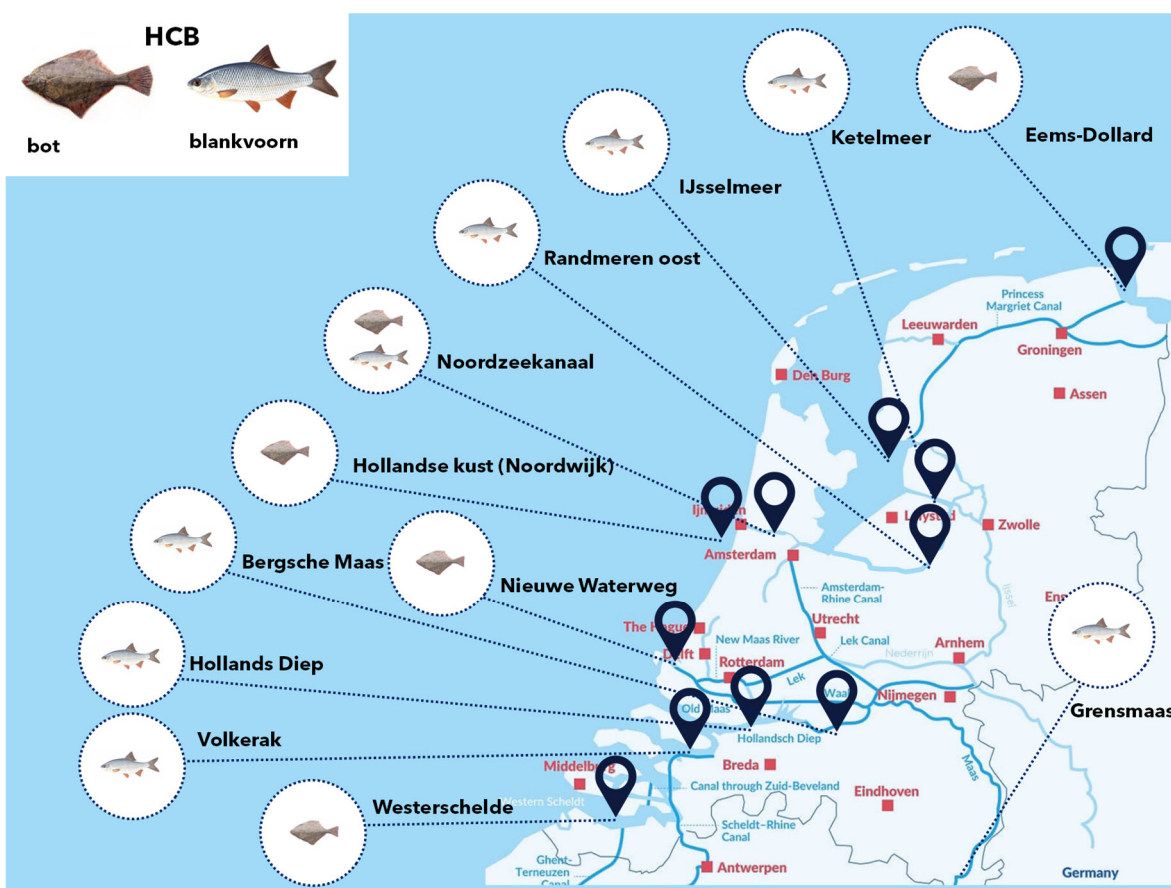
Tabel 16 toont de KRW-toetswaarden voor hexachloorbenzeen (HCB) in hele vis ten opzichte van de vigerende [norm voor de KRW](#) voor gemonitorde jaren. De vergelijking met de norm voor periode 2018-2020 wordt geografisch weergegeven in [Figuur 27](#).

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

In geen van de onderzochte waterlichamen is de EQS_{biota} van HCB overschreden. De hoogste toetswaarden zijn berekend voor blankvoorn uit het Hollands Diep (5 $\mu\text{g/kg}$ ww) en de laagste voor bot uit de Westerschelde in 2018 (0.14 $\mu\text{g/kg}$ ww).

Tabel 16 Status van waterlichamen op basis van KRW toetswaarden van HCB uitgedrukt op basis van standaardvis gemeten in blankvoorn en bot ($\mu\text{g/kg}$ ww) voor de periode 2017-2020 (blauw $\leq EQS_{biota}$, rood $> EQS_{biota}$).

Waterlichaam	Biota	2017	2018	2019	2020
Eems-Dollard	bot		0.49		
Ketelmeer	blankvoorn	2.6			3.0
IJsselmeer	blankvoorn			0.38	
Randmeren Oost	blankvoorn			0.19	
Noordzeekanaal	blankvoorn		0.96		
Noordzeekanaal	bot		0.80		
Hollandse kust (Noordwijk)	bot		0.61		
Nieuwe Waterweg	bot		1.3		
Bergsche Maas	blankvoorn		1.7		
Hollands Diep	blankvoorn	4.9	4.5	3.0	5.0
Volkerak	blankvoorn			0.74	
Westerschelde	bot		0.14		
Grensmaas	blankvoorn				1.0



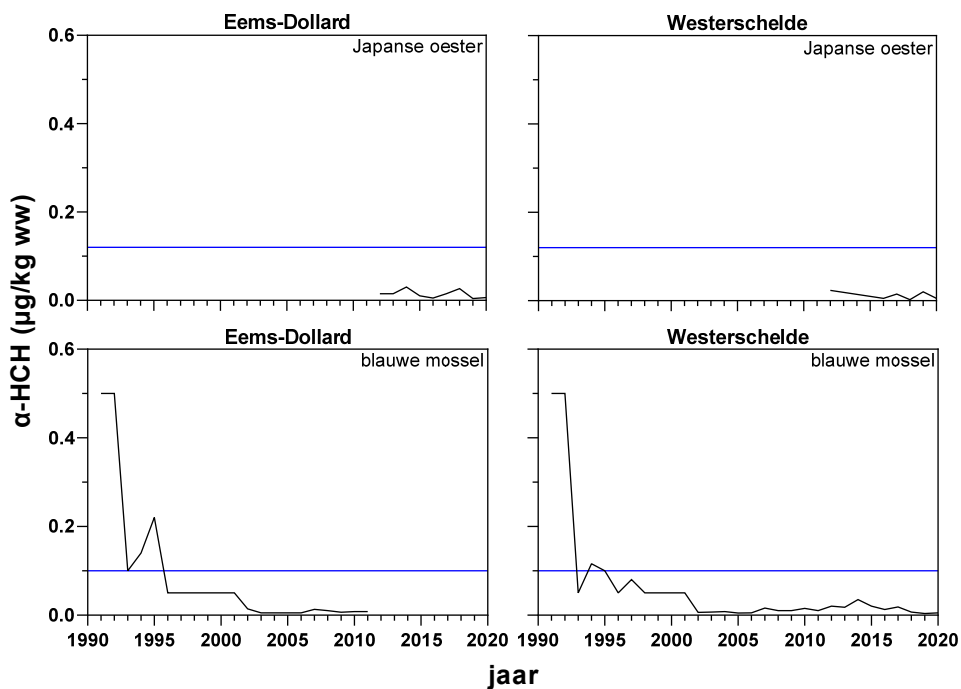
Figuur 27 Vergelijking met de KRW-norm voor HCB in biota uit de passieve biotamonitoring. Biota die de EQS_{biota} in periode 2018 tot en met 2020 overschrijden zijn rood omcirkeld.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

8.3 α -HCH

8.3.1 OSPAR

De [norm](#) voor alfa- hexachloorcyclohexaan (α -HCH) in biota wordt al jaren niet meer overschreden ([Figuur 28](#) en [Tabel 17](#)).



Figuur 28 Gehalten van α -HCH uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in levers van schol en bot én in schelpdieren (blauwe mossel en Japanse oester) voor OSPAR. Periode 1991-2020. Blauwe lijn is de BAC.

Tabel 17 Resultaten van de trendanalyse voor α -HCH, uitgevoerd door ICES (DOME-database). Trend tot en met 2018: $\uparrow$ stijgend, $-$ geen, $\downarrow$ dalend, n.b. niet bepaald. (n): aantal waarnemingen waarop trend is berekend.

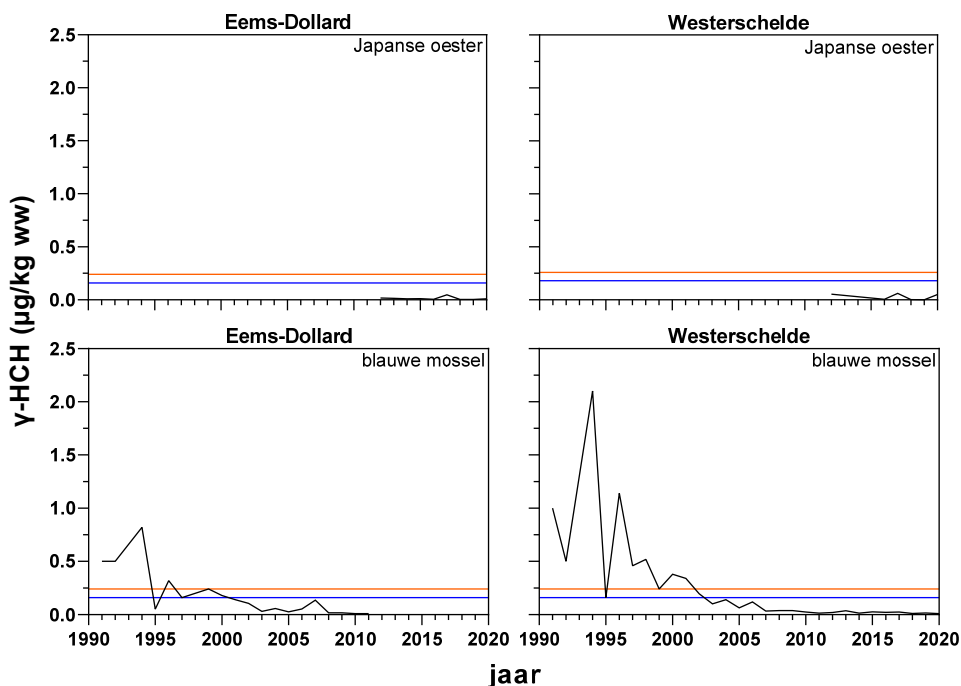
Biota	Waterlichaam	Trend (n)
Japanse oester	Ems-Dollard	- (2)
Japanse oester	Westerschelde	n.b. (2)
blauwe mossel	Westerschelde	- (2)

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

8.4 γ -HCH

8.4.1 OSPAR

De [norm](#) voor gamma-hexachloorcyclohexaan (γ -HCH) in biota wordt al jaren niet meer overschreden ([Figuur 29](#) en [Tabel 18](#)).



Figuur 29 Gehalten van γ -HCH uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in levers van schol en bot én in schelpdieren (blauwe mossel en Japanse oester) voor OSPAR. Periode 1991-2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Tabel 18 Resultaten van de trendanalyse voor γ -HCH, uitgevoerd door ICES (DOME-database). Trend tot en met 2018: ↑ stijgend, – geen, ↓ dalend, n.b. niet bepaald. (n): aantal waarnemingen waarop trend is berekend.

Biota	Waterlichaam	Trend (n)
Japanse oester	Eems-Dollard	- (2)
Japanse oester	Westerschelde	n.b. (2)
blauwe mossel	Westerschelde	- (2)

8.5 Heptachloor en -epoxides

8.5.1 KRW

[Tabel 19](#) toont de KRW-toetswaarden van heptachloor- en epoxides ten opzichte van de vigerende [norm voor de KRW](#) voor gemonitorde jaren. De overschrijdingen uit een driejaarlijkse cyclus zijn geografisch weergegeven in [Figuur 30](#).

De norm voor heptachloor en -epoxides in biota wordt de laatste drie jaar in alle monsters overschreden. In alle gevallen is b-HEPO (cis-heptachloorepoxide) verantwoordelijk voor de overschrijdingen, in geen van de gevallen is het gehalte heptachloor boven de detectielimiet.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Tabel 19 Status van waterlichamen op basis van KRW toetswaarden van heptachloor en -epoxides uitgedrukt op basis van standaardvis gemeten in blankvoorn en bot ($\mu\text{g/kg ww}$) voor de periode 2017-2020 (blauw $\leq \text{EQS}_{\text{biota}}$, rood $> \text{EQS}_{\text{biota}}$).

Waterlichaam	Biota	2017	2018	2019	2020
Eems-Dollard	bot		0.073		
Ketelmeer	blankvoorn	<0.0013			0.058
IJsselmeer	blankvoorn			0.13	
Randmeren Oost	blankvoorn			0.057	
Noordzeekanaal	blankvoorn		0.061		
Noordzeekanaal	bot		0.12		
Hollandse kust (Noordwijk)	bot		0.091		
Nieuwe Waterweg	bot		0.13		
Bergsche Maas	blankvoorn		0.19		
Hollands Diep	blankvoorn	<0.0048	0.094	0.089	0.079
Volkerak	blankvoorn			0.46	
Westerschelde	bot		0.28		
Grensmaas	blankvoorn				0.14



Figuur 30 Vergelijking met de KRW-norm voor heptachloor en -epoxides in biota uit de passieve biotamonitoring. Biota die de $\text{EQS}_{\text{biota}}$ in periode 2018-2020 overschrijden zijn rood omcirkeld.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

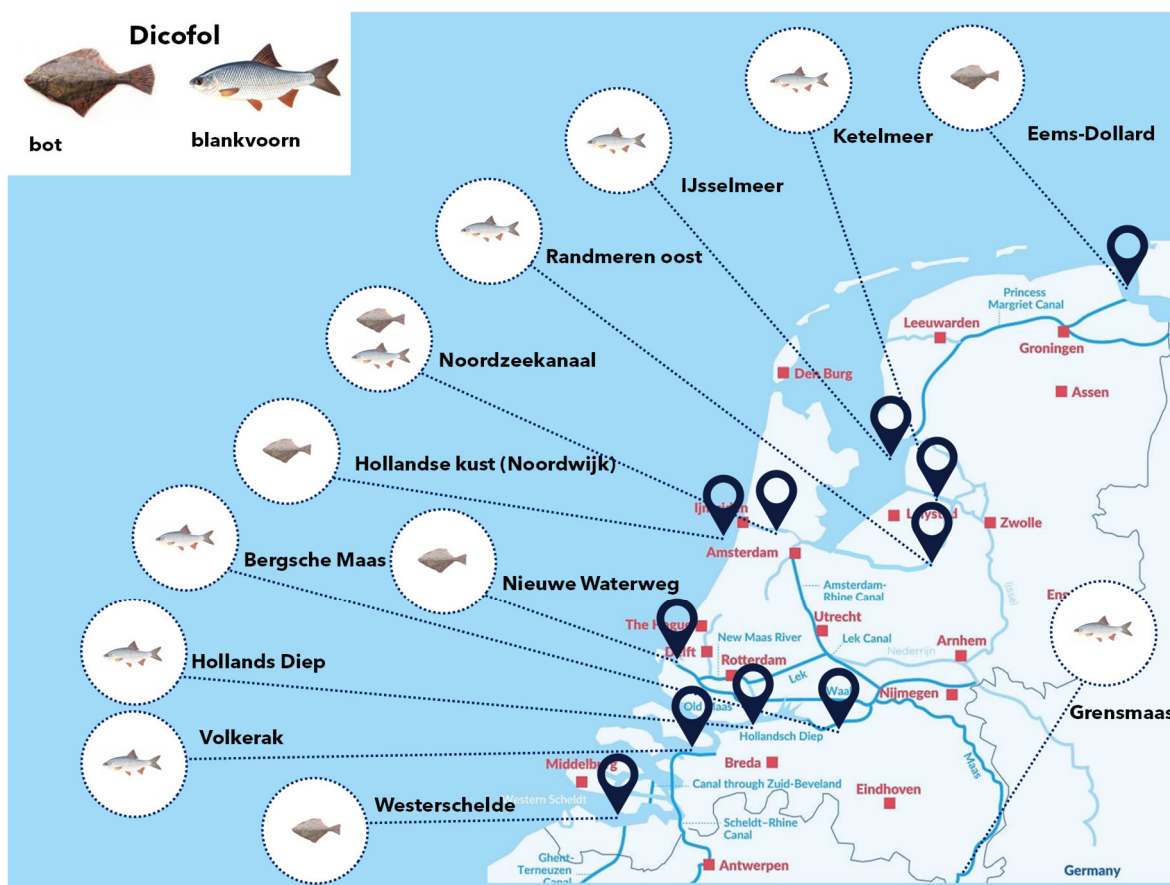
8.6 Dicofol

8.6.1 KRW

In geen van de onderzochte waterlichamen is de EQS_{biota} voor dicofol overschreden (Tabel 20 & Figuur 31). Dicofol is niet aangetroffen in kwantificeerbare gehalten.

Tabel 20 Status van waterlichamen op basis van KRW toetswaarden van dicofol uitgedrukt op basis van standaardvis gemeten in blankvoorn en bot ($\mu\text{g/kg ww}$) voor de periode 2017-2020 (blauw $\leq EQS_{biota}$, rood $> EQS_{biota}$).

Waterlichaam	Biota	2017	2018	2019	2020
Eems-Dollard	bot		<0.37		
Ketelmeer	blankvoorn	<0.45			<0.23
IJsselmeer	blankvoorn			<0.26	
Randmeren Oost	blankvoorn			<0.19	
Noordzeekanaal	blankvoorn		<0.26		
Noordzeekanaal	bot		<0.60		
Hollandse kust (Noordwijk)	bot		<0.23		
Nieuwe Waterweg	bot		<0.79		
Bergsche Maas	blankvoorn		<0.28		
Hollands Diep	blankvoorn	<0.60	<0.28	<0.18	<0.32
Volkerak	blankvoorn			<0.19	
Westerschelde	bot		<0.14		
Grensmaas	blankvoorn				<0.71



Figuur 31 Vergelijking met de KRW-norm voor dicofol in biota uit de passieve biotamonitoring. Biota die de EQS_{biota} in periode 2018-2020 overschrijden zijn rood omcirkeld.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

8.7 HCBd

8.7.1 KRW

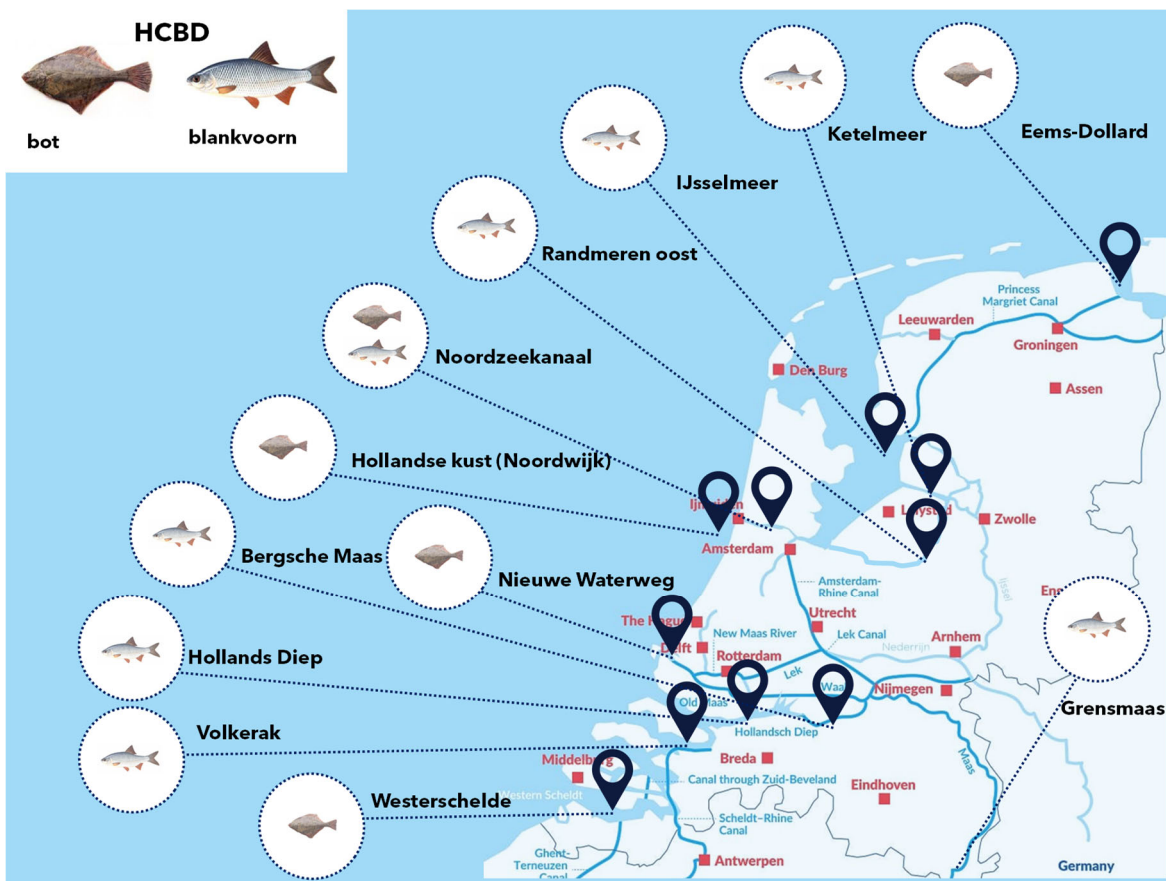
Tabel 21 toont de KRW-toetswaarden van hexachloorbutadieen (HCBd) in hele vis ten opzichte van de vigerende [norm voor de KRW](#) voor de monitoringsjaren 2017 tot en met 2020. De vergelijking met de norm voor periode 2018-2020 wordt geografisch weergegeven in Figuur 32.

In alle onderzochte waterlichamen zijn de berekende toetswaarden voor HCBd ruimschoots onder de EQS_{biota} voor HCBd.

Tabel 21 Status van waterlichamen op basis van KRW toetswaarden van HCBd uitgedrukt op basis van standaardvis gemeten in blankvoorn en bot (µg/kg ww) voor de periode 2017-2020 (blauw ≤EQS_{biota}, rood >EQS_{biota}).

Waterlichaam	Biota	2017	2018	2019	2020
Eems-Dollard	bot		0.012		
Ketelmeer	blankvoorn	0.73			0.35
IJsselmeer	blankvoorn			0.038	
Randmeren Oost	blankvoorn			0.028	
Noordzeekanaal	blankvoorn		0.035		
Noordzeekanaal	bot		0.040		
Hollandse kust (Noordwijk)	bot		0.015		
Nieuwe Waterweg	bot		0.026		
Bergsche Maas	blankvoorn		0.12		
Hollands Diep	blankvoorn	0.83	0.22	0.089	<0.08
Volkerak	blankvoorn			<0.065	
Westerschelde	bot		<0.003		
Grensmaas	blankvoorn				0.71

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	



Figuur 32 Vergelijking met de KRW-norm voor HCBd in biota uit de passieve biotamonitoring. Biota die de EQS_{biota} in periode 2018-2020 overschrijden zijn rood omcirkeld.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

9 Gebromeerde vlamvertragers (PBDE's/HBCDD)

Gebromeerde vlamvertragers zijn mengsels van chemicaliën die worden toegevoegd aan een scala van producten, inclusief industriële, om deze minder brandbaar te maken. Polybroomdifenylethers (PBDE's) worden voornamelijk gebruikt in plastics, textiel en elektronica. Hexabroomcyclooctadecanen (HBCDD's) worden voornamelijk gebruikt in isolatiematerialen. Na het vrijkomen in het milieu kunnen deze stoffen ophopen in voedselketens door hun lipofiele eigenschappen. In de Europese unie is het gebruik van PBDE's vanaf 2004 aan banden gelegd en het gebruik van HBCDD is gelimiteerd, voornamelijk vanwege de sterke bioaccumulatie. De huidige input in het Nederlandse milieu van PBDE's is zeer gering (40 kg), veroorzaakt door "overig" en "riolering en afvalwaterzuivering" (www.emissieregistratie.nl). Maar door de persistentie van deze stoffen in het milieu zijn het nog steeds probleemstoffen. De toxiciteit van deze stoffen uit zich in een reeks van effecten op het zenuwstelsel en endocrien systeem. Ook zijn PBDE's verdacht carcinogeen.

Dit hoofdstuk beschrijft de toetsing van de gehalten van gebromeerde vlamvertragers, die in verschillende monitoringsprogramma's worden geanalyseerd, aan de OSPAR- en KRW-normen. Voor OSPAR gaat het om de individuele PBDE's en voor de KRW om de som PBDE's en HBCDD.

Bij de analyse van PBDE154 is een overlap met PBB153 aanwezig en daarom wordt PBDE154 gerapporteerd als sPBB153DE154.

Voor de toetsing aan [OSPAR](#) zijn de individuele PBDE's (PBDE28, PBDE47, PBDE99, PBDE100, PBDE153 en PBDE154) gemeten in levers van bot en schol en in schelpdier vlees van blauwe mossel en Japanse oester. Bij de beoordeling zijn de gehalten vergeleken met een achtergrondwaarde (BAC) en een milieu-beoordelingscriterium (FEQG). Omdat de hoeveelheden levermonster zeer beperkt zijn én de norm heel laag, kan het voorkomen dat de norm lager is dan wat analytisch goed gemeten kan worden (bepalingsgrens). In deze gevallen wordt de bepalingsgrens in de figuur weergegeven.

Voor de toetsing aan KRW is de sPBDE (som van PBDE28, PBDE47, PBDE99, PBDE100, PBDE153 en PBDE154) en HBCDD gemeten in hele vis van blankvoorn en bot. Bij de beoordeling zijn de toetswaarden vergeleken met een [EQS_{biota} conform KRW](#). Hiervoor zijn de gemeten gehalten in natgewicht omgerekend naar een modelvis met 5% vet op basis van gemeten vetpercentage.

9.1 PBDE's

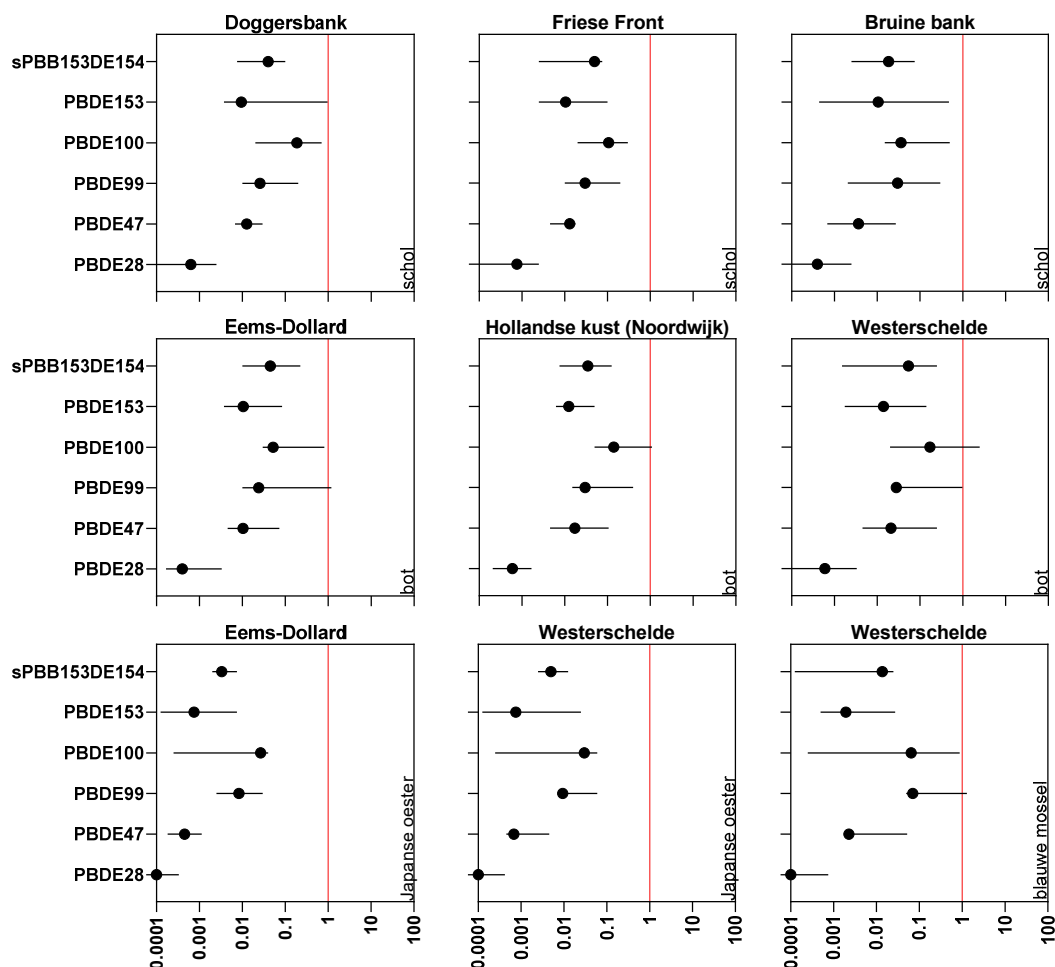
9.1.1 OSPAR

[Figuur 33](#) toont de laatste meetwaarde en het meetbereik van PBDE-gehalten in vislever en schelpdier vlees uit gemonitorde jaren relatief ten opzichte van de [norm van OSPAR](#). Resultaten van de trendanalyse wordt weergegeven in [Tabel 22](#). Grafieken van de individuele PBDE's zijn opgenomen in [Bijlage 5](#).

De EAC-normen worden voor géén van de PBDE-congeneren overschreden in 2020 in schol en in bot. De gehalten zijn in bot uit de Westerschelde het hoogst. De gehalten in de blauwe mossel en de Japanse oester uit de Eems-Dollard en Westerschelde overschrijden de normen ook niet. Voor een aantal PBDE's, met name PBDE47, is een trend omlaag geconstateerd in 2018 in een aantal waterlichamen. Echter voor PBDE99 (Japanse oester Eems-Dollard) en PBDE154 (schol, Friese Front) is een trend omhoog geconstateerd.

Ook bij de PBDE's blijkt dat het patroon van de vervuilingsgraad met PBDE-congeneren (ten opzichte van de EAC) in de waterlichamen, in de vissen én in de schelpdiersoorten grote overeenkomsten vertoont.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	



Figuur 33 Laatste meetwaarde (stip: 2020) en meetbereik alle metingen ten opzichte van de EAC (=1) voor de PCB's uit de passieve biotamonitoring zoute rijkswateren (logaritmische schaal). Periode 2000 tot en met 2020.

Tabel 22 Resultaten van de trendanalyse voor PBDE's, uitgevoerd door ICES (DOME-database). Trend tot en met 2018: ↑ stijgend, — geen, ↓ dalend, n.b. niet bepaald. (n): aantal waarnemingen waarop trend is berekend.

Biota	Waterlichaam	PBDE28	PBDE47	PBDE66	PBDE85	PBDE99
schol	Doggersbank	- (4)	- (5)	- (2)		- (5)
schol	Friese front	- (4)	- (5)	- (2)		- (2)
schol	Bruine bank	- (4)	↓ (5)	- (2)		- (2)
bot	Eems-Dollard	- (8)	↓ (9)	- (2)		- (2)
bot	Hollandse kust (Noordwijk)	- (7)	↓ (7)	- (2)		- (2)
bot	Westerschelde	↓ (8)	↓ (9)	- (8)		- (2)
Japanse oester	Eems-Dollard	- (7)	- (7)	- (2)	↑ (7)	- (7)
Japanse oester	Westerschelde	- (4)	- (4)	n.b. (2)		- (4)
blauwe mossel	Westerschelde	- (9)	↓ (10)	↓ (9)		↓ (9)

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Biota	Waterlichaam	PBDE100	PBDE153	PBDE154	PBDE183	PBDE209
schol	Doggersbank	- (5)	- (5)	- (5)	- (2)	
schol	Friese front	- (5)	- (5)	↑ (5)	- (2)	
schol	Bruine bank	- (5)	- (5)	- (5)	- (2)	
bot	Eems-Dollard	↓ (9)	- (9)	- (9)	- (2)	
bot	Hollandse kust (Noordwijk)	- (7)	- (7)	- (7)	- (2)	
bot	Westerschelde	↓ (9)	- (9)	- (9)	- (2)	
Japanse oester	Eems-Dollard	- (7)	- (6)	- (7)	- (7)	
Japanse oester	Westerschelde	- (4)	- (4)	- (4)	- (4)	
blauwe mossel	Westerschelde	↓ (10)	- (9)	- (9)	- (7)	

9.1.2 KRW

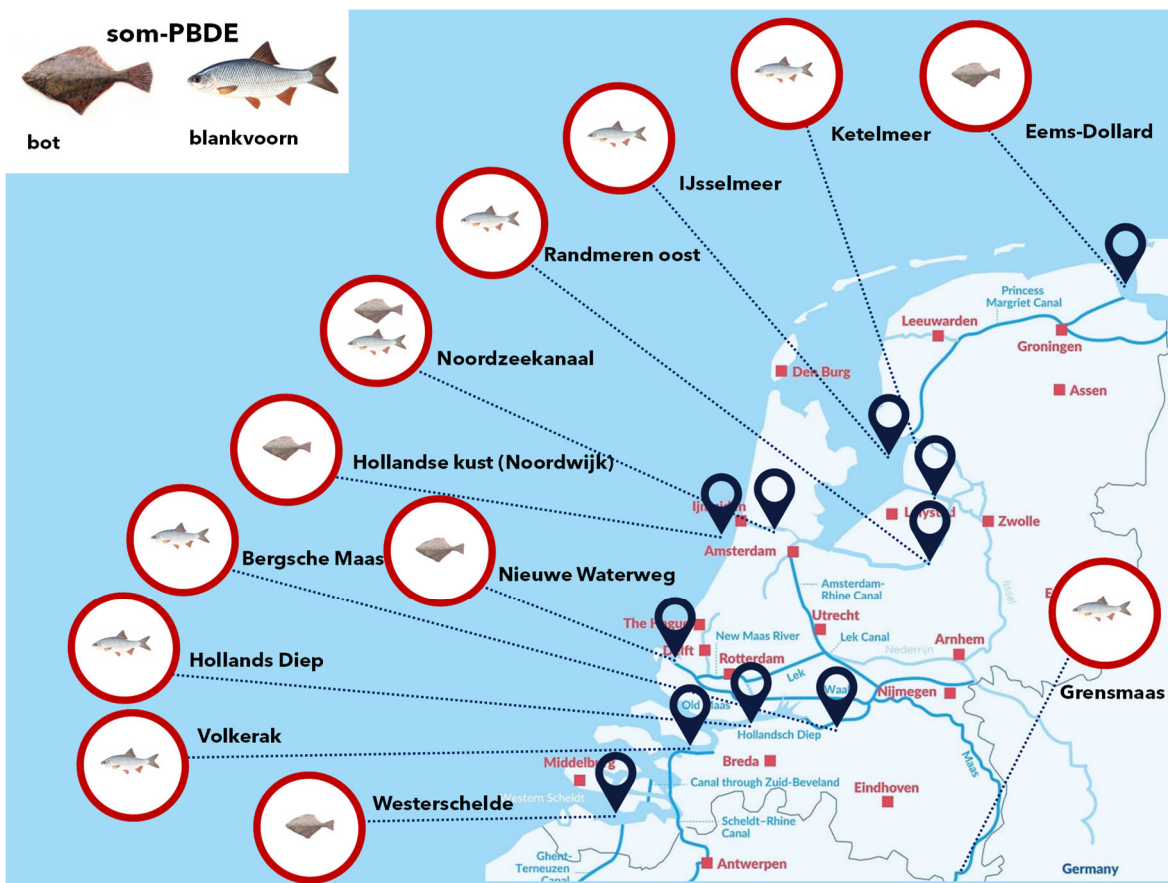
Tabel 23 toont de KRW-toetswaarden van som PBDE in hele vis ten opzichte van de vigerende [norm voor de KRW](#) voor gemonitorde jaren. De vergelijking met de norm voor periode 2018-2020 wordt geografisch weergegeven in [Figuur 34](#).

De EQS_{biota} voor de som PBDE wordt ruimschoots overschreden voor alle waterlichamen. PBDE47 is verantwoordelijk voor >50% van de som PBDE's (data niet in dit rapport). In de blankvoorn van het Hollands Diep zijn de hoogste toetswaarden berekend.

Tabel 23 Status van waterlichamen op basis van KRW toetswaarden van som PBDE uitgedrukt op basis van standaardvis gemeten in blankvoorn en bot ($\mu\text{g/kg ww}$) voor de monitoringsjaren 2017 tot en met 2020 (blauw $\leq EQS_{biota}$, rood $> EQS_{biota}$).

Waterlichaam	Biota	2017	2018	2019	2020
Eems-Dollard	Bot		0.41		
Ketelmeer	Blankvoorn	4.4			2.9
IJsselmeer	Blankvoorn			0.41	
Randmeren Oost	Blankvoorn			0.22	
Noordzeekanaal	Blankvoorn		1.1		
Noordzeekanaal	Bot		2.6		
Hollandse kust (Noordwijk)	Bot		0.89		
Nieuwe Waterweg	Bot		4.5		
Bergsche Maas	Blankvoorn		2.0		
Hollands Diep	Blankvoorn	15.7	7.7	4.5	10.9
Volkerak	Blankvoorn			0.18	
Westerschelde	Bot		1.2		
Grensmaas	Blankvoorn				5.4

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	



Figuur 34 Vergelijking met de KRW-norm voor som PBDE in biota uit de passieve biotamonitoring. Biota die de EQS_{biota} in periode 2018-2020 overschrijden zijn rood omcirkeld.

9.2 HBCDD

9.2.1 KRW

Tabel 24 toont de KRW-toetswaarden van hexabroomcyclododecaan (HBCDD) in hele vis ten opzichte van de vigerende [norm voor de KRW](#) voor de periode 2017-2020. De vergelijking met de norm voor periode 2018-2020 wordt geografisch weergegeven in [Figuur 35](#).

Voor geen van de locaties is de norm voor HBCDD overschreden. De hoogste toetswaarden zijn berekend in blankvoorn uit het Hollands Diep en Ketelmeer.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Tabel 24 Status van waterlichamen op basis van KRW toetswaarden van HBCDD uitgedrukt op basis van standaardvis gemeten in blankvoorn en bot ($\mu\text{g/kg ww}$) voor de monitoringsjaren 2017 tot en met 2020 (blauw $\leq \text{EQS}_{\text{biota}}$, rood $> \text{EQS}_{\text{biota}}$).

Waterlichaam	Biota	2017	2018	2019	2020
Eems-Dollard	bot		<0.061		
Ketelmeer	blankvoorn	1.7			3.5
IJsselmeer	blankvoorn			<0.064	
Randmeren Oost	blankvoorn			<0.057	
Noordzeekanaal	blankvoorn		0.53		
Noordzeekanaal	bot		<0.10		
Hollandse kust (Noordwijk)	bot		<0.076		
Nieuwe Waterweg	bot		<0.13		
Bergsche Maas	blankvoorn		0.74		
Hollands Diep	blankvoorn	8.0	2.2	1.6	1.4
Volkerak	blankvoorn			<0.046	
Westerschelde	bot		<0.069		
Grensmaas	blankvoorn				1.0



Figuur 35 Vergelijking met de KRW-norm voor HBCDD in biota uit de passieve biotamonitoring. Biota die de $\text{EQS}_{\text{biota}}$ in periode 2018 tot en met 2020 overschrijden zijn rood omcirkeld.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

10 Perfluorverbindingen (PFAS)

PFAS is de verzamelnaam voor perfluoralkylstoffen. Deze stoffen hebben een apolair gefluoreerd deel (staart) met variërende lengte en een polair deel (kop) en hebben daarmee zeepachtige eigenschappen. Vanwege de vuil- en vetafstotende werking zijn PFAS gebruikt in zeer veel huishoudelijke en industriële toepassingen, waarbij het gebruik in blusschuim de meest bekende is. PFAS zijn thermisch stabiel en zowel chemisch als biologisch niet reactief. Deze stoffen breken dus niet af in het milieu. Van PFAS wordt PFOS doorgaans in de hoogste concentratie in het milieu aangetroffen. PFAS hopen niet specifiek op in vet, maar bioaccumulatie treedt wel op. Deze accumulatie is zeer gering voor de PFAS met een korte staart (keten korter dan 6). PFAS met een grotere ketenlengte (6 en hoger) bv. PFOS (ketenlengte 8) hopen beter op. Echter, PFAS met grote ketenlengte (>8) worden in lagere concentraties in het milieu aangetroffen. Hierdoor is PFOS (ketenlengte 8) de PFAS die in de hoogste concentraties in biota wordt aangetroffen. In vissen en zoogdieren worden de hoogste concentraties aangetroffen in de lever. De halfwaardetijd in vissen is enkele weken tot maanden (dit wordt veroorzaakt door uitspoeling via de kieuwen), in zoogdieren kan dit echter oplopen tot jaren. Blootstelling aan PFAS kan vooral aan de lever gezondheidsschade toebrengen.

Dit hoofdstuk beschrijft de toetsing van de gehalten van perfluorverbindingen (PFAS), die in hele vis van blankvoorn en bot zijn geanalyseerd, aan de KRW-norm. Deze norm is alleen voor PFOS. Bij de beoordeling zijn de gemeten gehalten in natgewicht voor de vissen omgerekend naar een modelvis met 26% droge stof op basis van gemeten percentage droge stof.

Vanuit de politiek bestaat extra interesse voor PFAS-gehalten in het milieu, waaronder ook de gehalten in biota. In de rapportage tot en met 2019 waren daarom de resultaten van alle door WMR gemeten congenen van PFAS opgenomen, namelijk perfluoroctaansulfonaat (PFOS), perfluorbutaanzuur (PFBA), perfluorbutaansulfonaat (PFBS), perfluordecaanzuur (PFDcA), perfluordodecaanzuur (PFDaA), perfluordecaansulfonaat (PFDS), perfluorheptaanzuur (PFHpA), perfluorheptaansulfonaat (PFHpS), perfluorhexaanzuur (PFHxA), perfluorhexaansulfonaat (PFHxS), perfluornonaanzuur (PFNA), perfluoroctaanzuur (PFOA), perfluorpentaanzuur (PFPA), perfluortetradecaanzuur (PFTeDA), perfluortridecaanzuur (PFTTrDA), perfluorundecaanzuur (PFUnDA). Dit jaar zijn additioneel in dit hoofdstuk de gehalten (op natgewicht) van [perfluoroctaansulfonaat \(PFOS\)](#), [perfluoroctaanzuur \(PFOA\)](#), [perfluorhexaansulfonaat \(PFHxS\)](#) en [perfluornonaanzuur \(PFNA\)](#) opgenomen. Voor deze stoffen heeft de EFSA (European Food Safety Administration) een opinie uitgebracht. Op basis van deze opinie heeft het RIVM een advies uitgebracht over een biotanorm voor de gesommeerde gehalten van deze vier PFAS-verbindingen; 0,077 µg/kg. Ook wordt voorgesteld om de vastgestelde gehalten te corrigeren voor de relatieve toxische potentie van iedere PFAS-verbinding ten opzichte van PFOA (zie het RIVM-advies, <https://www.rivm.nl/documenten/biotanorm-voor-pfas-in-vis>).

Gehalten van PFOA, PFHxS en PFNA zijn veel lager dan de gehalten van PFOS en vaak zelfs onder de bepalingsgrens, zeker in biota uit het mariene milieu. Deze bepalingsgrens kan niet uit de figuren opgemaakt worden, omdat deze voor elke analyse variabel is.

10.1 PFOS

10.1.1 KRW

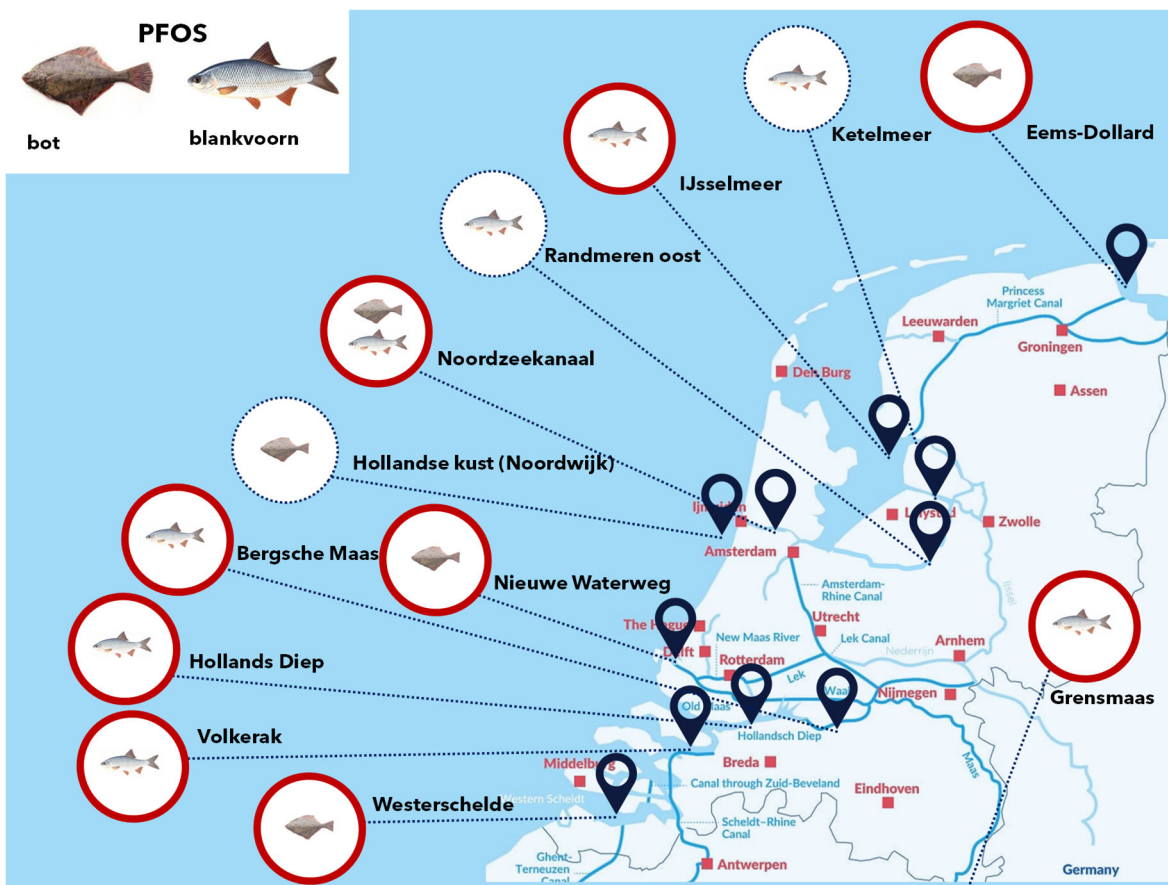
Tabel 25 toont de KRW-toetswaarden van perfluoroctaansulfonaat (PFOS) in hele vis ten opzichte van de vigerende [norm voor de KRW](#) voor de periode 2017-2020. De vergelijking met de norm voor periode 2018-2020 wordt geografisch weergegeven in [Figuur 36](#).

Gehalten in blankvoorn uit Ketelmeer en Randmeren Oost én in bot uit de Hollandse kust (Noordwijk) zijn lager dan de EQS_{biota} voor PFOS. De andere waterlichamen overschrijden de EQS_{biota}, met de hoogste toetswaarde voor blankvoorn uit het IJsselmeer en bot uit de Westerschelde.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Tabel 25 Status van waterlichamen op basis van KRW toetswaarden van PFOS uitgedrukt op basis van standaardvis gemeten in blankvoorn en bot ($\mu\text{g/kg ww}$) voor de periode 2017-2020 (blauw $\leq \text{EQS}_{\text{biota}}$, rood $> \text{EQS}_{\text{biota}}$).

Waterlichaam	Biota	2017	2018	2019	2020
Eems-Dollard	bot		11		
Ketelmeer	blankvoorn	8.0			7.1
IJsselmeer	blankvoorn			54	
Randmeren Oost	blankvoorn			2.6	
Noordzeekanaal	blankvoorn		11		
Noordzeekanaal	bot		28		
Hollandse kust (Noordwijk)	bot		7.1		
Nieuwe Waterweg	bot		31		
Bergsche Maas	blankvoorn		12		
Hollands Diep	blankvoorn	14	31	12	18
Volkerak	blankvoorn			15	
Westerschelde	bot		62		
Grensmaas	blankvoorn				23



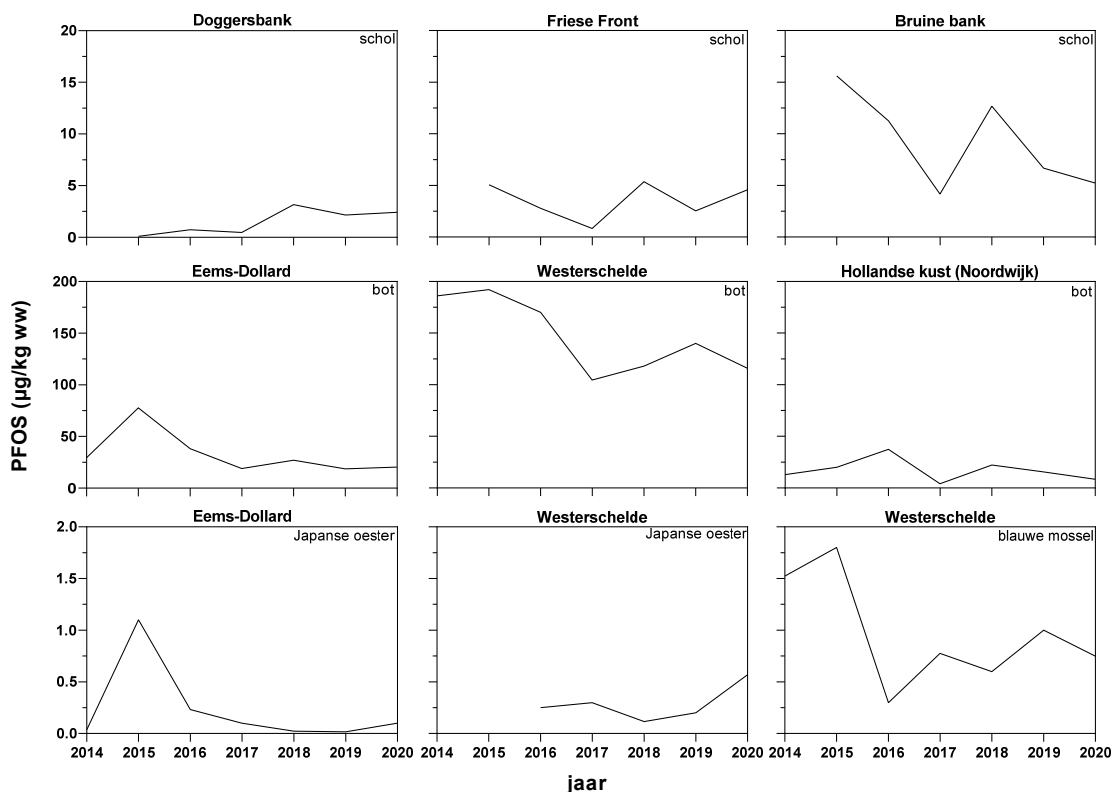
Figuur 36 Vergelijking met de KRW-norm voor PFOS in biota uit de passieve biotamonitoring. Biota die de $\text{EQS}_{\text{biota}}$ in periode 2018-2020 overschrijden zijn rood omcirkeld.

Additioneel toont **Figuur 37** de gemeten gehalten van PFOS in natgewicht in de biota; er zijn geen normen voor schelpdiervlees of visleveren dus vindt geen toetsing plaats. **Tabel 26** toont de ruwe data (in natgewicht) van PFOS in hele vis blankvoorn en bot voor vergelijking met de andere PFAS congenen.

In de lever van bot worden gehalten tot $200 \mu\text{g/kg}$ natgewicht (Westerschelde) aangetroffen en bevat daarmee de hoogste concentraties aan PFOS voor de gemeten biota. In de Japanse oester zijn de

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

laagste gehalten aan PFOS aangetroffen (max. ca. 1 µg/kg natgewicht). Resultaten van 2020 tonen een vergelijkbaar beeld met voorgaande jaren, gehalten zijn stabiel of dalen.



Figuur 37 Gehalten van PFOS uitgedrukt in µg/kg op basis van natgewicht gemeten in de lever van bot en schol en schelpdier vlees van blauwe mossel en Japanse oester in zoutwater. Periode 2014-2020.

Tabel 26 Gehalten van PFOS uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in hele vis van blankvoorn en bot (µg/kg ww) voor de periode 2017-2020.

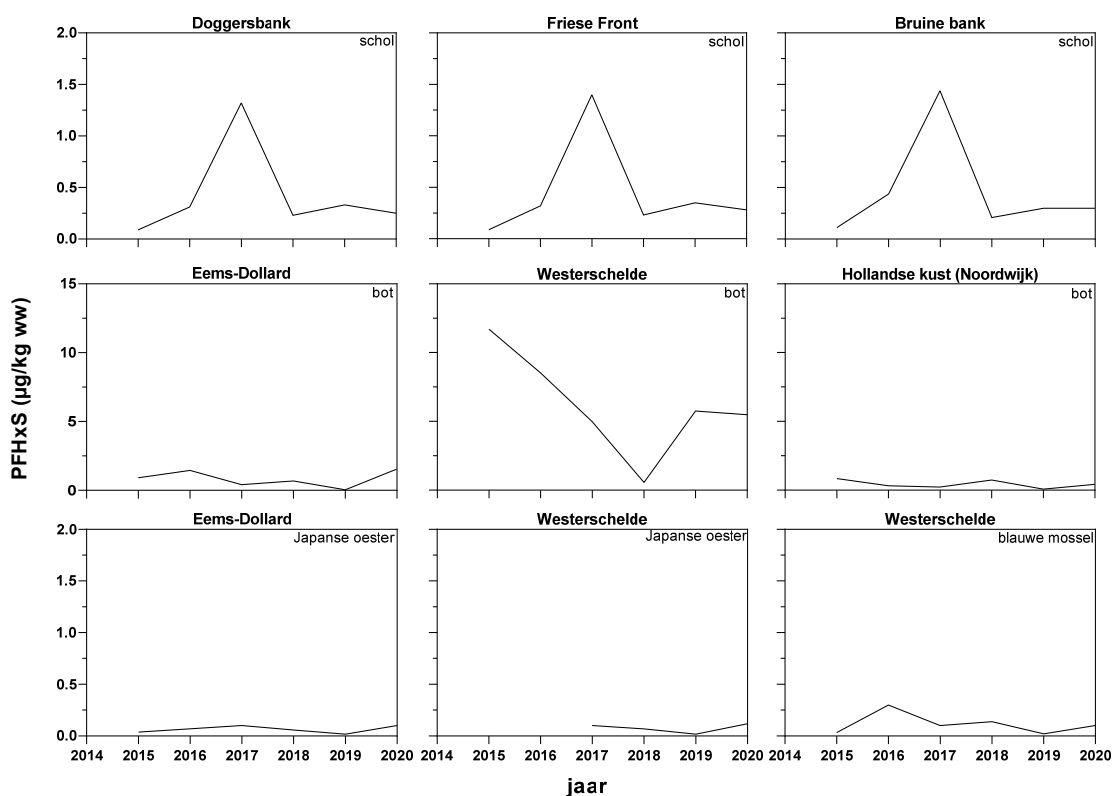
Waterlichaam	Biota	2017	2018	2019	2020
Eems-Dollard	bot		9.9		
Ketelmeer	blankvoorn	8.5			8.0
IJsselmeer	blankvoorn			52	
Randmeren Oost	blankvoorn			2.7	
Noordzeekanaal	blankvoorn		12		
Noordzeekanaal	bot		23		
Hollandse kust (Noordwijk)	bot		6.4		
Nieuwe Waterweg	bot		25		
Bergsche Maas	blankvoorn		12		
Hollands Diep	blankvoorn	13	32	13	19
Volkerak	blankvoorn			16	
Westerschelde	bot		53		
Grensmaas	blankvoorn				20

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

10.2 PFHxS

Figuur 38 en **Tabel 27** tonen de gemeten gehalten van perfluorhexaansulfonaat (PFHxS) in natgewicht in de biota; door afwezigheid van een norm vindt er geen toets plaats. De resultaten zijn hierdoor ook niet omgerekend naar bijvoorbeeld toetswaarden.

De gehalten van PFHxS zijn laag, alleen in botlever, waterlichaam Eems-Dollard (2016) en Westerschelde (2015 tot en met 2017 en 2019) zijn gehalten boven de bepalingsgrens vastgesteld. In monsters hele vis zijn alleen in bot uit de waterlichamen Eems-Dollard, Noordzeekanaal en de Westerschelde gehalten PFHxS boven de bepalingsgrens gemeten.



Figuur 38 Gehalten van PFHxS uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in de levers van bot en schol en schelpdiervlees van blauwe mossel en Japanse oester uit de passieve biologische monitoring in zoutwater. Periode 2014-2020.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Tabel 27 Gehalten van PFHxS uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in hele vis van blankvoorn en bot (µg/kg ww) voor de periode 2017-2020.

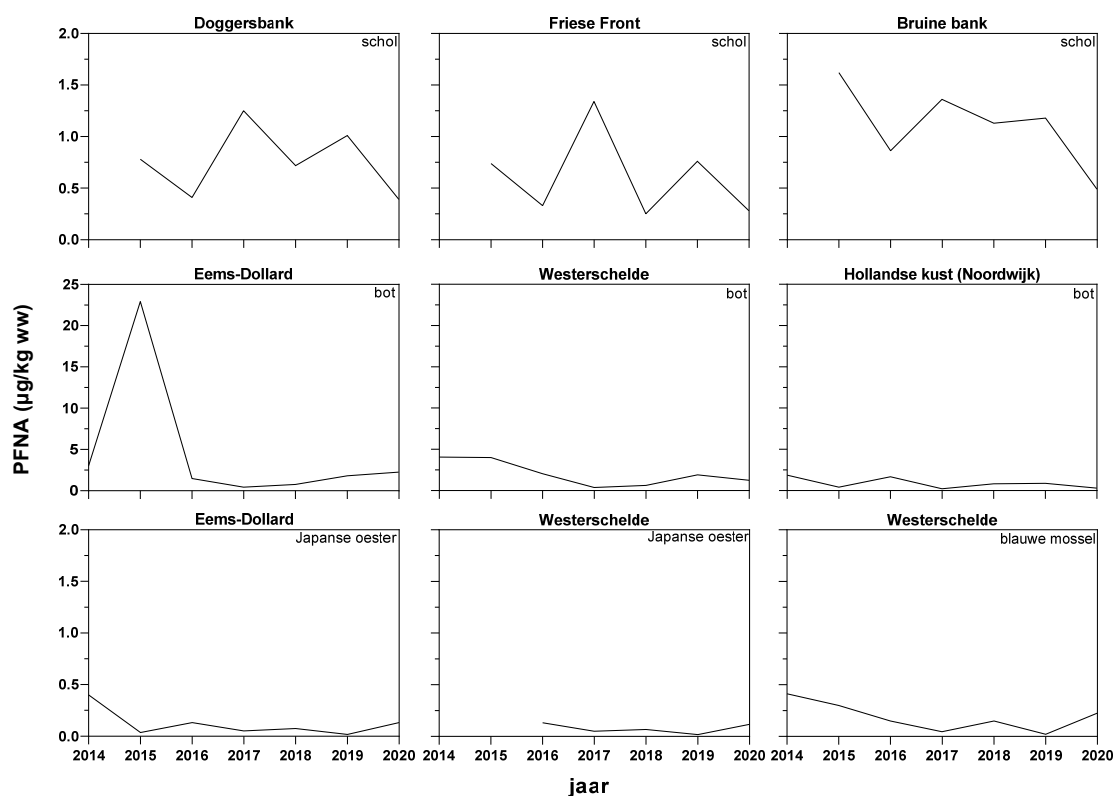
Waterlichaam	Biota	2017	2018	2019	2020
Eems-Dollard	bot		0.4		
Ketelmeer	blankvoorn	<0.2			<0.2
IJsselmeer	blankvoorn			<0.08	
Randmeren Oost	blankvoorn			<0.1	
Noordzeekanaal	blankvoorn		<0.06		
Noordzeekanaal	bot		1		
Hollandse kust (Noordwijk)	bot		<0.05		
Nieuwe Waterweg	bot		<0.06		
Bergsche Maas	blankvoorn		<0.06		
Hollands Diep	blankvoorn	<0.2	<0.06	<0.09	<0.1
Volkerak	blankvoorn			<0.09	
Westerschelde	bot		1.5		
Grensmaas	blankvoorn				<0.1

10.3 PFNA

Figuur 39 en **Tabel 28** tonen de gemeten gehalten van perfluornonaanzuur (PFNA) in natgewicht in de biota; door afwezigheid van een norm vindt er geen toets plaats. De resultaten zijn hierdoor ook niet omgerekend naar bijvoorbeeld toetswaarden.

De gehalten van deze lange-keten PFAS zijn erg laag, de gehalten zijn vaak onder de bepalingsgrens. Ook in de monsters hele vis zijn de gehalten laag, op zeven van de 13 locaties zijn gehalten boven de bepalingsgrens gemeten.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	



Figuur 39 Gehalten van PFNA uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in de levers van bot en schol en schelpdiervlees van blauwe mossel en Japanse oester uit de passieve biologische monitoring in zoutwater. Periode 2014-2020.

Tabel 28 Gehalten van PFNA uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in hele vis van blankvoorn en bot (µg/kg ww) voor de periode 2017-2020.

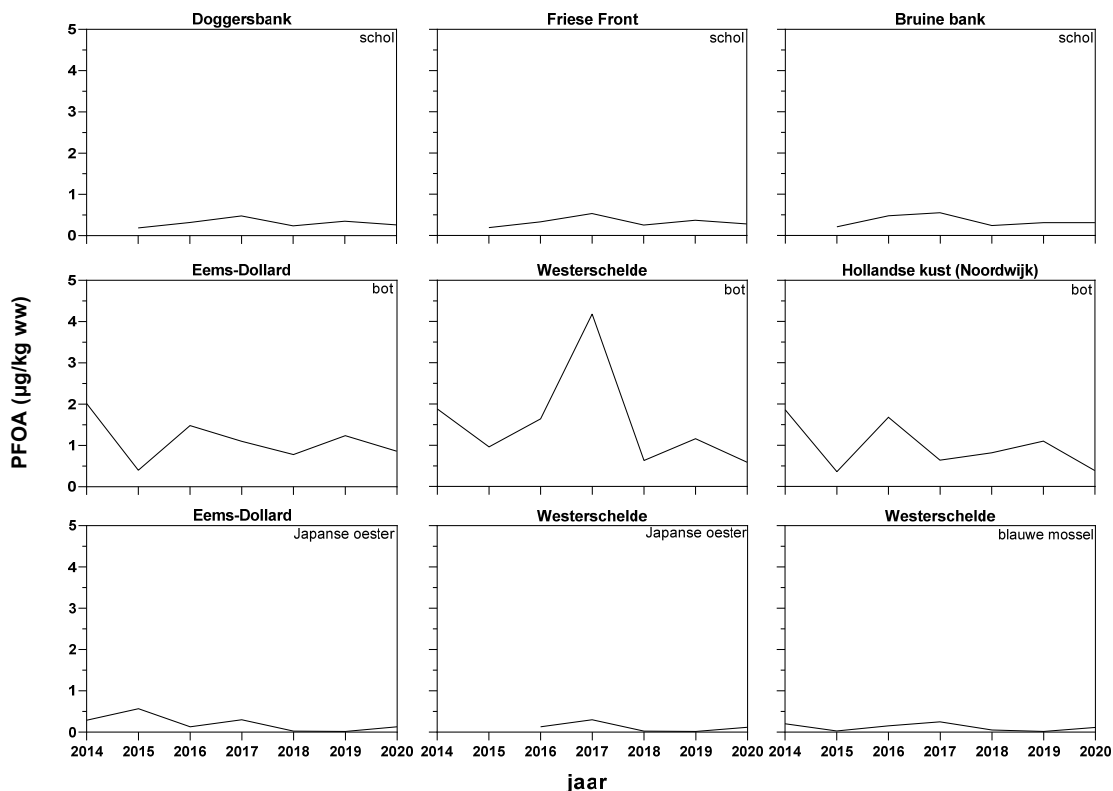
Waterlichaam	Biota	2017	2018	2019	2020
Eems-Dollard	bot		0.7		
Ketelmeer	blankvoorn	<0.2			<0.4
IJsselmeer	blankvoorn			1.3	
Randmeren Oost	blankvoorn			0.1	
Noordzeekanaal	blankvoorn		<0.03		
Noordzeekanaal	bot		1.7		
Hollandse kust (Noordwijk)	bot		0.8		
Nieuwe Waterweg	bot		<0.03		
Bergsche Maas	blankvoorn		<0.03		
Hollands Diep	blankvoorn	<0.2	<0.03	<0.09	<0.3
Volkerak	blankvoorn			0.8	
Westerschelde	bot		0.8		
Grensmaas	blankvoorn				<0.3

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

10.4 PFOA

Figuur 40 en **Tabel 29** tonen de gemeten gehalten van perfluorooctaanzuur (PFOA) in natgewicht in de biota; door afwezigheid van een norm vindt er geen toets plaats. De resultaten zijn hierdoor ook niet omgerekend naar bijvoorbeeld toetswaarden.

De gehalten PFOA zijn erg laag in alle monsters, meestal rond de bepalingsgrens, in schol zijn de gehalten allemaal lager dan de bepalingsgrens. In monsters hele vis zijn de gehalten ook erg laag, in slechts twee monsters blankvoorn zijn gehalten boven de bepalingsgrens vastgesteld.



Figuur 40 Gehalten van PFOA uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in de levers van bot en schol en schelpdiervlees van blauwe mossel en Japanse oester uit de passieve biologische monitoring in zoutwater. Periode 2014-2020.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Tabel 29 Gehalten van PFOA uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in hele vis van blankvoorn en bot (µg/kg ww) voor de periode 2017-2020.

Waterlichaam	Biota	2017	2018	2019	2020
Eems-Dollard	bot		<0.4		
Ketelmeer	blankvoorn	1			<0.4
IJsselmeer	blankvoorn			0.1	
Randmeren Oost	blankvoorn			<0.1	
Noordzeekanaal	blankvoorn		<0.4		
Noordzeekanaal	bot		<0.4		
Hollandse kust (Noordwijk)	bot		<0.3		
Nieuwe Waterweg	bot		<0.4		
Bergsche Maas	blankvoorn		<0.4		
Hollands Diep	blankvoorn	<0.09	<0.4	<0.09	<0.3
Volkerak	blankvoorn			<0.09	
Westerschelde	bot		<0.3		
Grensmaas	blankvoorn				<0.3

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

11 Conclusies

11.1 Toetsing conform OSPAR

In [Tabel 30](#) en [Tabel 31](#) wordt een totaaloverzicht gegeven van de toetsing aan [OSPAR-normen](#) op basis van de laatste meetwaarde. Voor de meeste waterlichamen is 2020 het laatste monitoringsjaar waar meetwaarden zijn verzameld, uitgezonderd Haringvliet kust (gevlochten fuikhoren) waar wegens weeromstandigheden in 2020 geen slakken verzameld konden worden. Voor dit waterlichaam is 2019 het laatste monitoringsjaar dat gegevens verzameld zijn. De verschillende kleuren in de tabel geven het toetsingsresultaat aan conform OSPAR.

Blauw	geeft aan dat de BAC niet is overschreden.
Groen	geeft aan dat de BAC is overschreden, maar dat EAC, MPC of FEQG niet is overschreden óf dat de EAC/MPC/FEQG niet is overschreden, maar door afwezigheid van een BAC verder geen inschatting gemaakt kan worden.
Oranje	geeft aan dat de gehalten de BAC overschrijden, maar dat door ontbreken van een EAC/MPC/FEQG verder geen inschatting gemaakt kan worden.
Rood	geeft aan dat de EAC, MPC of FEQG is overschreden.

In geen van de waterlichamen voldoen alle gemonitorde stoffen aan de BAC. De toestand van schol bemonsterd op de Noordzee is doorgaans het best; er wordt geen EAC overschreden en vaak wordt ook aan de BAC-norm voldaan. Dit is een locatie-effect; deze locaties liggen alle drie verder uit de kust dan de locaties van de andere gemonitorde soorten.

Het hoogste aantal overschrijdingen (zie "rode" en "oranje" cellen in tabel 30 en 31) is gemeten in schelpdiervlees van de blauwe mossel uit de Westerschelde. Ook in de bot en de Japanse oester worden overschrijdingen geconstateerd. De Westerschelde heeft hiermee de slechtste toestand op OSPAR-criteria. De overschrijdingen worden voornamelijk veroorzaakt door PCB's, TBT, p,p'-DDE en metalen. De blauwe mossel uit de Westerschelde is niet geschikt voor consumptie, omdat cadmiumgehalten de norm voor voedselveiligheid overschrijden.

Binnen een locatie scoort de Japanse oester beter dan de blauwe mossel; in de Japanse oester zijn vaak lagere gehalten aan organische contaminanten en metalen (kwik en lood) aangetroffen, terwijl de norm hoger ligt. Een normoverschrijding treedt minder snel op als Japanse oester wordt gebruikt als monitoringsorganisme voor de onderzochte waterlichamen.

Concentraties van TBT in de mariene slakken vertonen een grote variatie over de locaties en de EAC wordt bij de huidige toetsing in drie van de waterlichamen overschreden, namelijk Haringvliet kust (laatste meetwaarde 2019), Hollandse kust midden en Westerschelde. Ondanks de normoverschrijdingen van de chemische norm EAC voor TBT werd niet veel imposex aangetroffen in de purperslak en de gevlochten fuikhoren.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Tabel 30 Totaaloverzicht toetsing van 2020 aan OSPAR-normen voor de metalen, polychloorbifenylen (PCB's), pesticiden en de gebromeerde vlamvertragers (PBDE's). Blauw: ≤BAC, groen: ≤EAC/MPC/FEQG, oranje: >BAC, rood: >EAC/MPC/FEQG.

Locatie	Biota	Jaar	Cadmium	Koper	Kwik	Lood	Zink	1-hydroxypyreen	PCB28	PCB52	PCB101	PCB105	PCB118	PCB138	PCB153	PCB156	PCB180	p,p'-DDE	HCB	a-HCH	γ-HCH	PBDE-28	PBDE-47	PBDE-66	PBDE-85	PBDE-99	PBDE-100	PBDE-153	PBDE-154	PBDE-183
			BAC MPC	BAC	BAC MPC	BAC MPC	BAC MPC	BAC	BAC EAC	BAC EAC	BAC EAC	BAC	BAC EAC	BAC EAC	BAC EAC	BAC	BAC EAC	BAC	BAC	BAC	BAC EAC	BAC FEQG	BAC FEQG	BAC	BAC	BAC FEQG	BAC FEQG	BAC FEQG	BAC FEQG	BAC FEQG
Doggersbank	schol	2020																												
Friese Front	schol	2020																												
Bruine bank	schol	2020																												
Eems-Dollard	bot	2020																												
Eems-Dollard	Japanse oester	2020																												
Hollandse kust (Noordwijk)	bot	2020																												
Westerschelde	bot	2020																												
Westerschelde	blauwe mossel	2020																												
Westerschelde	Japanse oester	2020																												

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Tabel 31 Totaaloverzicht toetsing van 2020 aan OSPAR-normen voor de organometalen en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's). Blauw: ≤BAC, groen: ≤EAC, oranje: >BAC, rood: >EAC.

Waterlichaam	Biota	Jaar	TBT	Imposex (VDS)	Antraceen	Benzo(a)antraceen	Benzo(a)pyreen	Benzo(ghi)peryleen	Chryseen	Fenantreen	Fluorantreen	Indeno(123-cd)pyreen	Pyreen
			BAC EAC	BAC EAC	EAC	BAC EAC	BAC EAC	BAC EAC	BAC	BAC EAC	BAC EAC	BAC	BAC EAC
Eems-Dollard	Japanse oester	2020	groen		groen	groen	groen	groen	oranje	groen	blauw	oranje	groen
Westerschelde	blauwe mossel	2020	rood		groen	groen	groen	groen	oranje	groen	blauw	oranje	groen
Westerschelde	Japanse oester	2020	rood		groen	groen	groen	groen	oranje	groen	blauw	oranje	groen
Waddenzee oost	gewone alikruik	2020	groen										
Waddenzee west	gewone alikruik	2020	rood										
Hollandse kust noord	gevlochten fuikhoren	2020	blauw	blauw									
Hollandse kust midden	gevlochten fuikhoren	2020	rood	blauw									
Hollandse kust zuid	gevlochten fuikhoren	2020	groen	blauw									
Haringvliet kust	gevlochten fuikhoren	2019	rood	blauw									
Grevelingen kust	purperslak	2020	groen	blauw									
Oosterschelde kust	purperslak	2020	groen	blauw									
Westerschelde	purperslak	2020	rood	blauw									

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

11.2 Toetsing conform KRW

In [Tabel 32](#) en [Tabel 33](#) wordt een totaaloverzicht gegeven van de toetsing aan [KRW](#)-normen op basis van de laatste meetwaarde uit de periode 2017-2020. Daarnaast wordt ook de laatste meting weergegeven van ABM quaggamossel uit Nieuwe Waterweg (uit 2013). Dit waterlichaam is onderdeel van de huidige monitoring maar door te hoge zoutgehalten in recente jaren is dit de laatste meting waar de quaggamossel de blootstellingsperiode heeft overleefd (zie Deel II voor verdere details). Conform de KRW-systematiek geven de verschillende kleuren in de tabel aan hoe goed of hoe slecht de stof scoort voor de bemonsterde biota uit de verschillende waterlichamen. De blauwe kleur geeft aan dat de EQS_{biota} niet is overschreden, bij een rode kleur wordt de EQS_{biota} overschreden.

In geen van de waterlichamen waar blankvoorn en bot is verzameld voldoen de gehalten van alle contaminanten aan de EQS_{biota} in de periode 2018-2020. Normoverschrijdingen voor som PBDE's en heptachloor en -epoxides zijn geconstateerd in alle waterlichamen, de biotanormen voor kwik, som-TEQ, en PFOS worden op meerdere locaties overschreden. Daarentegen zijn er geen overschrijdingen van de EQS_{biota} vastgesteld voor HCB, dicofol, HCBd en HBCDD. De overschrijdingen komen grotendeels overeen met de resultaten uit het vooronderzoek (Foekema e.a., 2019).

Voor de toets van PAK-concentraties worden Japanse oester, blauwe mossel en quaggamossel gebruikt. In de blauwe mossel en Japanse oester monitoring is slechts één overschrijding van de EQS_{biota} (benzo(a)antracene) geconstateerd in de Westerschelde in 2020. In de zoetwater quaggamossel worden de normen voor de vier PAK's benzo(a)antracene, benzo(a)pyreen, chryseen en fluorantheen meerdere malen overschreden in de periode 2018-2020. Met name de gehalten benzo(a)antracene en benzo(a)pyreen overschrijden de norm vaak, alleen in de Hollandse IJssel werden in 2020 alle vier de PAK-normen overschreden. Als de norm voor benzo(a)pyreen is overschreden wordt vaak ook de norm voor benzo(a)antracene overschreden. De normoverschrijdingen vinden voornamelijk plaats voor de quaggamosselen in waterlichamen blootgesteld aan relatief veel industriële activiteit, in een drietal waterlichamen zijn geen normoverschrijdingen vastgesteld voor PAK's, namelijk Volkerak, Wolderwijd en in de mosselen van de referentielocatie (IJsselmeer, Zeughoek).

Tabel 32 Totaaloverzicht toetsing van 2018-2020 aan KRW-normen voor metingen in vis uit de passieve biotamonitoring. Blauwe cellen ≤EQS_{biota}, Rode cellen >EQS_{biota}.

Waterlichaam	Biota	Jaar	Kwik	Som TEQ	HCB	Heptachloor + -epoxides	Dicofol	HCBd	som BDE's	HBCD	PFOS
Eems-Dollard	bot	2018									
Ketelmeer	blankvoorn	2020									
IJsselmeer	blankvoorn	2019									
Randmeren oost	blankvoorn	2019									
Noordzeekanaal	bot	2018									
Noordzeekanaal	blankvoorn	2018									
Hollandse kust (Noordwijk)	bot	2018									
Nieuwe Waterweg	bot	2018									
Bergsche Maas	blankvoorn	2018									
Hollands Diep	blankvoorn	2020									
Volkerak	blankvoorn	2019									
Westerschelde	bot	2018									
Grensmaas	blankvoorn	2020									

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Tabel 33 Totaaloverzicht toetsing van 2018-2020 aan KRW-normen voor metingen in schelpdieren. Blauwe cellen $\leq EQS_{biota}$, Rode cellen $> EQS_{biota}$.

Waterlichaam	Biota	Jaar	Type	Benzo(a)antraceen	Benzo(a)pyreen	Chryseen	Fluoranteen
Eems-Dollard	Japanse oester	2020	PBM				
Waddenzee west	blauwe mossel	2020	ABM				
Hollandse kust (Noordwijk)	blauwe mossel	2017*	ABM				
Voordelta	blauwe mossel	2020	ABM				
Grevelingen	blauwe mossel	2020	ABM				
Oosterschelde (ref)	blauwe mossel	2020	ABM				
Oosterschelde	blauwe mossel	2020	ABM				
Westerschelde	blauwe mossel	2020	PBM				
Westerschelde	Japanse oester	2020	PBM				
Westerschelde	blauwe mossel	2020	ABM				
IJsselmeer (ref)	quaggamossel	2020	ABM				
Rijn	quaggamossel	2019	ABM				
Hollands Diep	quaggamossel	2020	ABM				
Nieuwe waterweg	quaggamossel	2013*	ABM				
Grensmaas	quaggamossel	2020	ABM				
Bergsche maas	quaggamossel	2020	ABM				
Ketelmeer	quaggamossel	2020	ABM				
IJsselmeer	quaggamossel	2019	ABM				
Wolderwijd	quaggamossel	2018	ABM				
Noordzeekanaal	quaggamossel	2018	ABM				
Hollandse IJssel	quaggamossel	2020	ABM				
Volkerak	quaggamossel	2019	ABM				

* laatste monitoringsjaar met meetresultaten; waterlichaam is onderdeel van de huidige biotamonitoring.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

11.3 Toetsing per stofgroep, effect organisme en locatie

In deze paragraaf wordt nader ingegaan op de overeenkomsten en verschillen tussen stofgroepen, gemonitorde organismen en matrices (hele vis, visfilet, -lever, schelpdiervlees) en waterlichamen. Het gebruik van verschillende monitoringsorganismen binnen OSPAR, met al dan niet een verschillende matrix (visfilet, -lever of schelpdiervlees) zou een vergelijkbaar beeld van de milieukwaliteit ter plaatse moeten geven. De [normen van OSPAR](#) zijn namelijk op de verschillende matrices afgesteld. Binnen de KRW worden de matrices hele vis en schelpdiervlees gebruikt voor verschillende stofgroepen.

11.3.1 OSPAR

Figuur 41 geeft een overzicht van de OSPAR-monitoring met vis en schelpdieren. In schol, alleen gemeten op locaties ver van de kust, overschrijden de gehalten geen EAC/MPC/FEQG-normen. In bot, blauwe mossel en Japanse oester worden op één of meerdere locaties de EAC/MPC/FEQG-normen overschreden. Dit is sterk afhankelijk van de locatie; in de Eems-Dollard en Hollandse kust (Noordwijk) wordt alleen de norm voor PCB118 overschreden in bot, in de Westerschelde worden meer normen overschreden in meer organismen. De Westerschelde is daarmee de meest gecontamineerde locatie. Ook blijkt duidelijk dat met blauwe mossel-monitoring meer overschrijdingen van EAC/MPC/FEQG-normen worden gemeten dan met Japanse oester of bot.



Figuur 41 Vergelijking van monitoringsjaar 2020 aan de OSPAR-normen voor metingen in biota uit de passieve biotamonitoring. Weergegeven de stoffen die de EAC/MPC/FEQG overschrijden.

De TBT-monitoring in mariene slak toont dat in meerdere locaties en in meerdere soorten de EAC wordt overschreden. Er is geen duidelijk locatie effect waargenomen, de EAC wordt zowel in het zuiden als in het noorden overschreden. Een invloed van de soort is ook niet waargenomen. De gemeten concentraties zijn het hoogst in de purperslak uit de Westerschelde. Ook in de blauwe mossel en Japanse oester wordt de EAC van TBT overschreden (**Figuur 42**) wat benadrukt dat de Westerschelde ook voor TBT relatief zwaar vervuild is.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	



Figuur 42 Vergelijking van monitoringsjaar 2020 aan de OSPAR-normen voor metingen van TBT en imposex in mariene slakken uit de passieve biotamonitoring. Weergegeven de stoffen die de EAC overschrijden (Haringvliet is uit 2019).

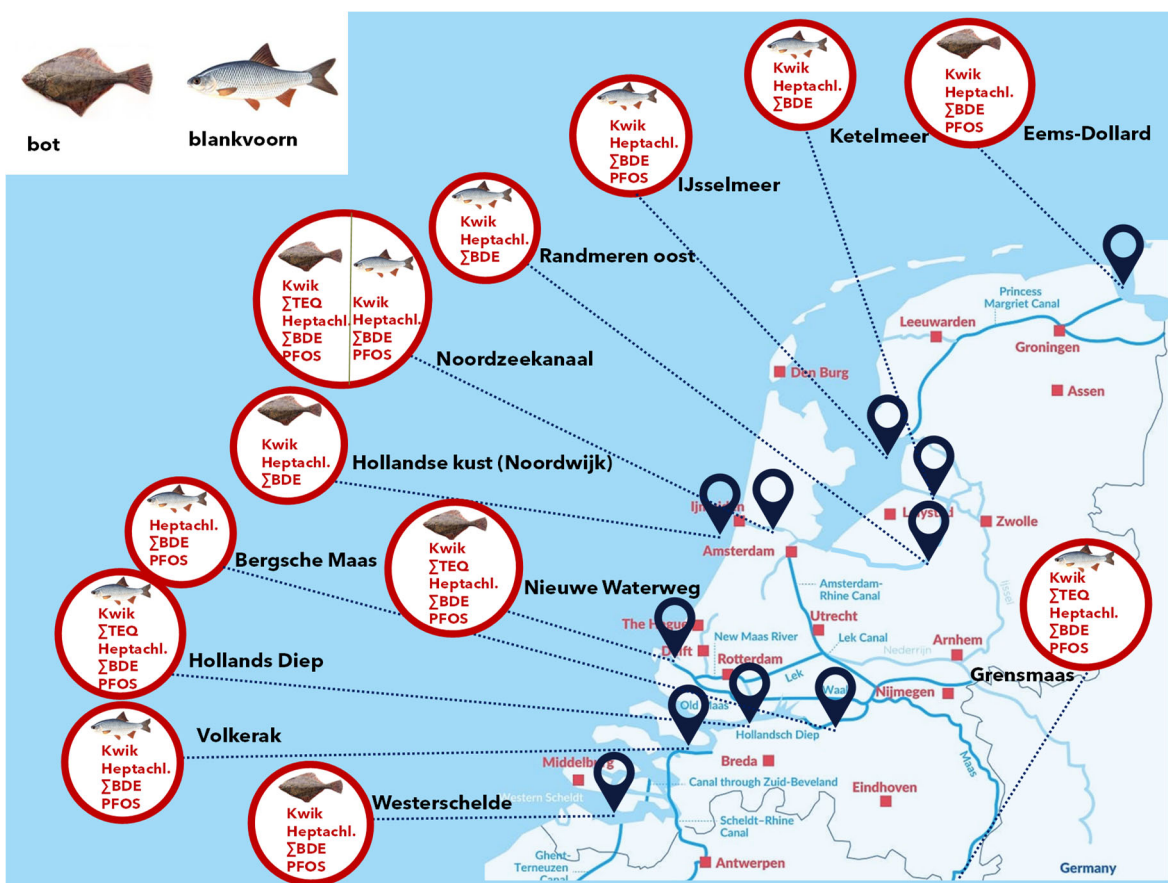
11.3.2 KRW

Figuur 43 toont dat het profiel van de contaminantgehalten redelijk overeenkomen over het hele land in monsters van hele blankvoorn en hele bot. De gehalten van een aantal prioritaire stoffen, heptachloor en BDE's, overschrijden de KRW-normen op alle monitoringlocaties. Kwik en PFOS-gehalten zijn ook hoog en overschrijden op veel locaties de EQS_{biota} , waarbij de soort vis, bot of blankvoorn, weinig verschil maakt. Alleen in het Noordzeekanaal overschrijdt het gehalte som-TEQ in bot de norm wel, maar in blankvoorn niet. Echter, de bot is gevangen in het westelijke, zoute deel, waar ook plaatselijk zeer hoge dioxinegehalten in het sediment bekend zijn. De blankvoorn is in het zoete, minder gecontamineerde oostelijke deel gevangen.

De achtergrondgehalten van de "historische contaminanten" heptachloor and BDE's overschrijden op alle monitoringlocaties de EQS_{biota} . Ook de gehalten van de contaminanten die niet overal de norm overschrijden, PFOS, som-TEQ en kwik, zijn vaak dezelfde orde van grootte als de EQS_{biota} .

De monitoring toont daarnaast ook aan dat de prioritaire stoffen HCB, HCBd, HBCDD en dicofol op geen van de onderzochte locaties de normen overschrijden.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	



Figuur 43 Vergelijking van periode 2018-2020 aan de KRW-normen voor blankvoorn en bot uit passieve biotomonitoring. Weergegeven de stoffen die de EQS_{biota} overschrijden.

Figuur 44 toont dat met de actieve biomonitoring van PAK's met blauwe mossel en Japanse oester alleen het gehalte benzo[a]antracene in de Japanse oester uit de Westerschelde de EQS_{biota} overschrijdt in 2020. Daarnaast is de EQS_{biota} in 2017 overschreden voor de Hollandse kust (Noordwijk); in 2020 zijn de mosselen helaas verloren gegaan op deze locatie en er konden dus geen nieuwe metingen worden verricht.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	



Figuur 44 Vergelijking van periode 2018-2020 aan de KRW-normen voor blauwe mossel en Japanse oester uit de passieve en actieve biotamonitoring. Weergegeven de PAK's die de EQS_{biota} overschrijden (Hollandse kust Noordwijk is uit 2017).

De situatie van PAK-gehalten in schelpdieren is heel anders in de zoete wateren (Figuur 45); bij de monitoring met quaggamosselen worden de PAK-normen juist op veel locaties overschreden. Van de elf waterlichamen wordt slechts in twee waterlichamen aan de EQS_{biota} -normen van PAK's voldaan in de periode 2018-2020; het Volkerak en Wolderwijd.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	



Figuur 45 Vergelijking van periode 2018-2020 aan de KRW-normen voor quaggamossel uit actieve biotamonitoring. Weergegeven de PAK's die de EQS_{biota} overschrijden.

11.4 Concluderende opmerkingen

De monitoring voor OSPAR en de KRW is erop gericht om de status van de waterlichamen te bepalen, dat wil zeggen; de gehalten prioritaire stoffen toetsen aan de geldende normen. Daarnaast moeten deze waterlichamen onderling goed te vergelijken zijn, ook binnen het hele OSPAR en KRW-gebied. Omdat niet alle organismen, die geschikt zijn om mee te monitoren, in alle waterlichamen voorkomen zijn per organisme normen gesteld. Hiermee is het resultaat van de toetsing een beoordeling; een waterlichaam voldoet wel of niet aan de normen, onafhankelijk van het gebruikte organisme.

De resultaten van de OSPAR-monitoring geven aan dat de locatie veruit de belangrijkste parameter is in de uitkomst van de toetsing. Locaties ver uit de kust zijn doorgaans het verst verwijderd van de bron, daardoor het minst verontreinigd en voldoen het vaakst aan de normen. Dichter onder de kust en zeker in estuaria worden de gehalten hoger en worden de normen vaker overschreden. Slechts een aantal stoffen overschrijdt de EAC-normen; voornamelijk cadmium, PCB118 en een aantal andere PCB-congeneren. Op één locatie worden meerdere soorten bemonsterd; blauwe mossel, Japanse oester en bot in de Westerschelde. Hieruit blijkt dat de keuze van se soort wel een effect kan hebben op de uitkomst van de toetsing; met blauwe mossel worden meer overschrijdingen van de EAC geconstateerd dan met Japanse oester. De gestelde normen van OSPAR voor blauwe mossel en Japanse oester geven blijkbaar in de Nederlandse situatie niet precies dezelfde uitkomst. Hierbij moet worden opgemerkt dat de verschillen klein zijn, de toetswaarden in blauwe mossel en Japanse oester liggen dicht bij elkaar.

De resultaten van de KRW-toetsing geven duidelijk aan dat een aantal prioritaire stoffen de gestelde EQS_{biota} normen stelselmatig overschrijden; heptachloor en PBDE's. Deze stoffen zijn wijd verspreid over het hele land en er worden maar kleine verschillen in concentratie waargenomen. De gehalten van aantal andere contaminanten zoals PFOS, kwik en PAK's schommelen rond de norm. De locaties met de minste overschrijdingen zijn doorgaans relatief weinig beïnvloed door industrie of andere menselijke input.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

In de KRW-monitoring worden twee verschillende taxonomische groepen gebruikt, vis (blankvoorn of bot) en schelpdier (quaggamossel), voor de toetsing van verschillende contaminanten. Er is geen overlap in getoetste contaminanten, er is dus geen sprake van een mogelijk effect van keuze van de taxonomische groep op de uitkomst van de toetsing.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

12 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. Dit certificaat is geldig tot 15 december 2021. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV GL.

Het chemisch laboratorium te IJmuiden beschikt over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2021 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie. Het chemisch laboratorium heeft hierdoor aangetoond in staat te zijn op technisch bekwaame wijze valide resultaten te leveren en te werken volgens de ISO17025 norm. De scope (L097) met de geaccrediteerde analysemethoden is te vinden op de website van de Raad voor Accreditatie (www.rva.nl).

Op grond van deze accreditatie is het kwaliteitskenmerk Q toegekend aan de resultaten van die componenten die op de scope staan vermeld, mits aan alle kwaliteitseisen is voldaan. In dit overzichtsrapport van vele jaren, met data van vóór de eerste accreditatie in 1997, wordt het kwaliteitskenmerk Q niet vermeld.

De kwaliteit van de analysemethoden wordt op verschillende manieren gewaarborgd. De juistheid van de analysemethoden wordt regelmatig getoetst door deelname aan ringonderzoeken waaronder die georganiseerd door QUASIMEME. Indien geen ringonderzoek voorhanden is, wordt een tweede lijnscontrole uitgevoerd. Tevens wordt bij iedere meetserie een eerstelijnscontrole uitgevoerd. Naast de lijnscontroles wordende volgende algemene kwaliteitscontroles uitgevoerd:

- Blanco onderzoek.
- Terugvinding (recovery).
- Interne standaard voor borging opwerkmethode.
- Injectie standard.
- Gevoeligheid.

Bovenstaande controles staan beschreven in Wageningen Marine Research werkvoorschrift *ISW 2.10.2.105*.

Indien gewenst kunnen gegevens met betrekking tot de prestatiekenmerken van de analysemethoden bij het chemisch laboratorium worden opgevraagd.

Indien sprake is van onbeheerste kwaliteit worden passende maatregelen genomen.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Literatuur

- Brooks, S.J, Waldock, M., 2009. Copper Biocides in the Marine Environment. *Ecotoxicology of Antifouling Biocides*, pp 413-428|
- EC. 2008. Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive) (Text with EEA relevance). OJ L 164, 25.6.2008, p. 19-40 (BG, ES, CS, DA, DE, ET, EL, EN, FR, IT, LV, LT, HU, MT, NL, PL, PT, RO, SK, SL, FI, SV). Latest consolidated version: 07/06/2017. ELI: <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/56/oj>
- EC. 2014. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy OJ L 327, 22.12.2000, p. 1-73 (ES, DA, DE, EL, EN, FR, IT, NL, PT, FI, SV). Latest consolidated version: 20/11/2014. ELI: <http://data.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj>.
- 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 Voor de EER relevante tekst. OJ L 226, 24.8.2013, p. 1-17 (BG, ES, CS, DA, DE, ET, EL, EN, FR, HR, IT, LV, LT, HU, MT, NL, PL, PT, RO, SK, SL, FI, SV). ELI: <http://data.europa.eu/eli/dir/2013/39/oj>
- EU. 2014. Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/ec). Guidance document no. 32 on biota monitoring (the implementation of EQSbiota) under the water framework directive. Technical Report - 2014 - 083
- EU. 2017. Besluit (EU) 2017/848 van de Commissie van 17 mei 2017 tot vaststelling van criteria en methodologische standaarden inzake de goede milieutoestand van mariene wateren en specificaties en gestandaardiseerde methoden voor monitoring en beoordeling, en tot intrekking van Besluit 2010/477/EU (Voor de EER relevante tekst.). C/2017/2901. Published: 2017-05-17.
- Foekema, E.M., M. Kotterman & M. Hoek – van Nieuwenhuizen. 2019. Chemische biotamonitoring conform KRW. Methodeontwikkeling en compliance-check 2014/2015. Gecorrigeerde versie van rapport van 16 aug 2016. IMARES rapport C082/16.a. Den Helder, mei 2019.
- Genchi, G., Sinicropi, M.S., Lauria, G., Carocci, A., Catalano, A., 2020. The Effects of Cadmium Toxicity. Review Int J Environ Res Public Health. 2020 May 26;17(11):3782.
- Giessing, A.M.B., L.M. Mayer & T.L. Forbes. 2003. Synchronous fluorescence spectrometry of 1-hydroxypyrene: a rapid screening method for identification of PAH exposure in tissue from marine polychaetes. *Marine Environmental Research* 56 (2003) 599-615. doi:10.1016/S0141-1136(03)00045-X
- OSPAR. 2009. Agreement on CEMP Assessment Criteria for the QSR 2010 (OSPAR Agreement 2009-2).
- OSPAR. 2017. Agreement on contaminants' criteria and methods for the Intermediate Assessment 2017 (OSPAR Agreement 2017-01e). Adopted 2017, Cork.
- OSPAR. 2018. CEMP Guidelines for Monitoring Contaminants in Biota (OSPAR Agreement 1999-02). Revised in 2018.
- Postma J., Rozemeijer M.J.C., Schobben J.H.M., 2013. De invloed van de waterbodem op de waterkwaliteitsdoelen van het Noordzeekanaal. Met specifieke aandacht voor de dioxine-problematiek. Rapport C092/13. IMARES Wageningen UR.
- Plum, L.M., Rink, L., Haase, H., 2010. The Essential Toxin: Impact of Zinc on Human Health. *Int J Environ Res Public Health*. 2010 Apr; 7(4): 1342-1365.
- RWS. 2019. Protocol monitoring en toestandbeoordeling oppervlaktewaterlichamen KRW. Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving. 3 april 2019.
- Sneekes, A.C., M.J.J. Kotterman & M.R. de Hart. 2021. Biotamonitoring Rijkswateren tot en met 2020. Deel II: Uitgevoerde Methodes. Wageningen Marine Research rapport C092/21. <https://doi.org/10.18174/557353>.
- Van de Wolfshaar, K.E., R. Schelvis, M. Kotterman, A.C. Sneekes, M.T. van de Sluis, M. Roos, C. Schmidt, A. Houben & J.J. de Leeuw. 2018. Programmaplan Vis- en Biotamonitoring Rijkswateren. Periode 2018-2023. Wageningen Marine Research rapport C099.17. Wageningen, 13 november 2018.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Bijlage 1 Verantwoording

Rapport: Biotamonitoring Rijkswateren tot en met 2020
 Projectnummers: 4316100126; 4316100127; 4316100128; 4316100129; 4316100130;
 4316100131; 4316100132; 4316100133; 4316100134; 4316100158

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research

Akkoord: dr. E.M. Foekema
 Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 26 januari 2022

Akkoord: J. Asjes
 MT lid Integratie

Handtekening:



Datum: 26 januari 2022

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Bijlage 2 Normen

B2.1 Normen voor OSPAR

De OSPAR-normen zoals gebruikt in deze rapportage zijn opgenomen in [Tabel 34](#). Daar waar nodig, zijn de normen omgerekend voor de specifieke soort op basis van soortspecifieke conversiefactoren zoals weergegeven in [Tabel 35](#). Hierdoor is de eenheid van alle soortspecifieke OSPAR-normen in µg/kg natgewicht (ww), met uitzondering van de metabolieten van PAK welke in ng/ml natgewicht (ww) wordt weergegeven. De exacte methode die voor de omrekening gebruikt is wordt beschreven door ICES (<https://ocean.ices.dk/ohat/?assessmentperiod=2020>).

Tabel 34 OSPAR-normen voor de specifieke biota. Eenheid in µg/kg ww.

Biota	Schol		Bot		Blauwe mossel		Japanse oester	
Norm	BAC	MPC	BAC	MPC	BAC	MPC	BAC	MPC
Cadmium	26	1000	26	1000	155	1000	540	1000
Koper	-	-	-	-	966	-	1080	-
Kwik	35	500	35	500	14	500	32	500
Lood	26	1500	26	1500	209	1500	234	1500
Zink	-	-	-	-	10143	-	11340	-
Norm	BAC	EAC	BAC	EAC	BAC	EAC	BAC	EAC
TBT	-	-	-	-	0.81	1.9	0.90	2.2
Antraceen	-	-	-	-	-	47	-	52
Benzo(a)antraceen	-	-	-	-	0.40	13	0.45	14
Benzo(a)pyreen	-	-	-	-	0.23	96.6	0.25	108
Benzo(ghi)peryleen	-	-	-	-	0.40	18	0.45	20
Chryseen	-	-	-	-	1.3	-	1.46	-
Fenantreen	-	-	-	-	1.8	274	2.0	306
Fluoranteen	-	-	-	-	2.0	18	2.20	20
Indeno(123-cd)pyreen	-	-	-	-	0.39	-	0.43	-
Naftaleen	-	-	-	-	-	55	-	61
Pyreen	-	-	-	-	1.4	16	1.62	18
Metabolieten van PAK (ng/ml)	-	-	-	16	-	-	-	-
PCB28	0.1	7.64	0.1	9.8	0.12	0.87	0.14	1.4
PCB52	0.08	12	0.08	16	0.12	1.4	0.14	2.3
PCB101	0.08	14	0.08	18	0.11	1.6	0.13	2.5
PCB105	0.08	-	0.08	-	0.12	-	0.14	-
PCB118	0.1	2.85	0.1	3.7	0.10	0.33	0.11	0.53
PCB138	0.09	36	0.09	47	0.10	4.1	0.11	6.7
PCB153	0.1	181	0.1	233	0.10	21	0.11	33
PCB156	0.08	-	0.08	-	0.10	-	0.11	-
PCB180	0.11	53	0.11	69	0.10	6.1	0.11	9.8
p,p'-DDE	0.1	-	0.1	-	0.10	-	0.11	-
HCB	0.09	-	0.09	-	0.10	-	0.11	-
a-HCH	-	-	-	-	0.10	-	0.12	-
γ-HCH	-	11	-	11	0.16	0.29	0.17	0.29

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Biota	Schol		Bot		Blauwe mossel		Japanse oester	
Norm	BAC	FEQG	BAC	FEQG	BAC	FEQG	BAC	FEQG
PBDE28	0.065	2400	0.065	2400	0.065	2400	0.065	2400
PBDE47	0.065	880	0.065	880	0.065	880	0.065	880
PBDE66	0.065	-	0.065	-	0.065	-	0.065	-
PBDE85	0.065	-	0.065	-	0.065	-	0.065	-
PBDE99	0.065	20	0.065	20	0.065	20	0.065	20
PBDE100	0.065	20	0.065	20	0.065	20	0.065	20
PBDE153	0.065	80	0.065	80	0.065	80	0.065	80
PBDE154	0.065	80	0.065	80	0.065	80	0.065	80
PBDE183	0.065	-	0.065	-	0.065	-	0.065	-
PBDE209	0.065	-	0.065	-	0.065	-	0.065	-
Biota	Gewone alikruik		Gevlochten fuikhoorn		Purperslak			
Norm	BAC	EAC	BAC	EAC	BAC	EAC		
TBT	1.1	2.6	1.34	3.2	1.7	4.0		

Tabel 35 Soortspecifieke conversiefactoren

Biota	Soort	matrix	eenheid	Drooggewicht (dw) of Vetgewicht (lw)	factor
Mossel	<i>Mytilus edulis</i>	weke delen	µg/kg	dw	16.1
Mossel	<i>Mytilus edulis</i>	weke delen	µg/kg	lw	1.3
Oester	<i>Crassostrea gigas</i>	weke delen	µg/kg	dw	18
Oester	<i>Crassostrea gigas</i>	weke delen	µg/kg	lw	2.1
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	lever	µg/kg	lw	14.7
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	filet	µg/kg	lw	0.9
Schol	<i>Pleuronectes platessa</i>	lever	µg/kg	lw	11.4
Schol	<i>Pleuronectes platessa</i>	filet	µg/kg	lw	0.5
Alikruik	<i>Littorina littorea</i>	weke delen	µg/kg	dw	21.3
Gevlochten fuikhoorn	<i>Nassarius reticulatus</i>	weke delen	µg/kg	dw	26.8
Purperslak	<i>Nucella lapillus</i>	weke delen	µg/kg	dw	33

B2.2 Normen voor KRW

Tabel 36 KRW-normen voor biota. Eenheid in µg/kg ww.

Contaminant	EQS _{biota}	Matrix
Kwik	20	Vis
Dioxines (som-TEQ [#])	0.0065 (TEQ2005)	Vis, kreeftachtigen en schelpdieren
Benzo(a)antraceen	3	Kreeftachtigen en schelpdieren
Benzo(a)pyreen	5	Kreeftachtigen en schelpdieren
Chryseen	30	Kreeftachtigen en schelpdieren
Fluoranteen	30	Kreeftachtigen en schelpdieren
Dicofol	33	Vis
Hexachloorbenzeen (HCB)	10	Vis
Heptachloor+ -epoxides	0.0067	Vis
Hexachloorbutadieen (HBCD)	55	Vis
som Gebromeerde difenylethers (sBDE6*)	0.0085	Vis
Hexabroomcyclododecaan (HBCDD)	167	Vis
PFOS	9.1	Vis

[#] som van toxische equivalenten van dioxines, furanen en dioxineachtige PCB's.

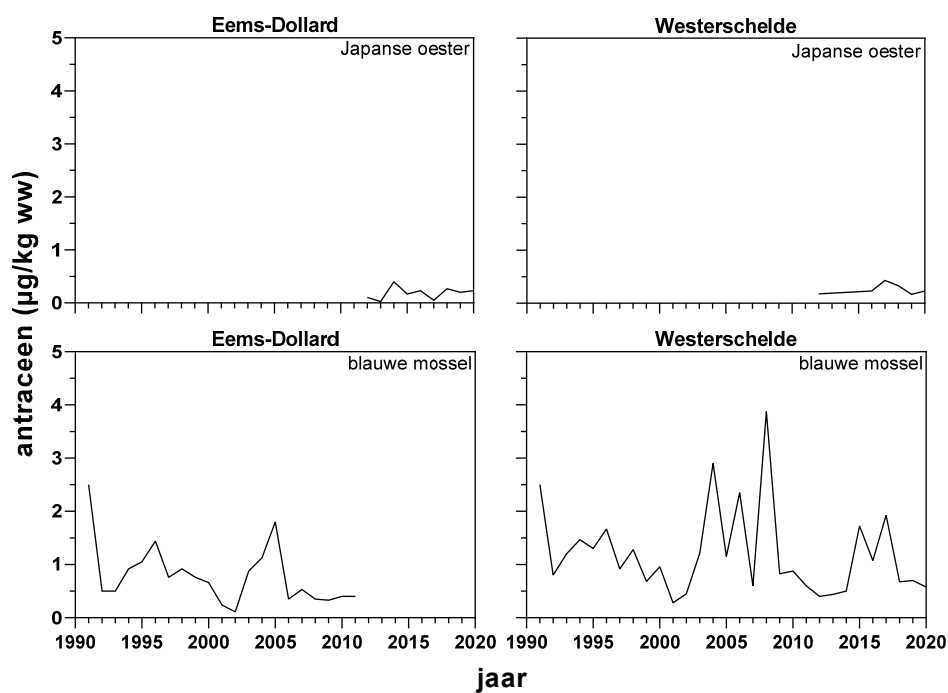
* som van PBDE28, PBDE47, PBDE99, PBDE100, PBDE153 en PBDE154.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Bijlage 3 Grafieken PAK's

B3.1 OSPAR

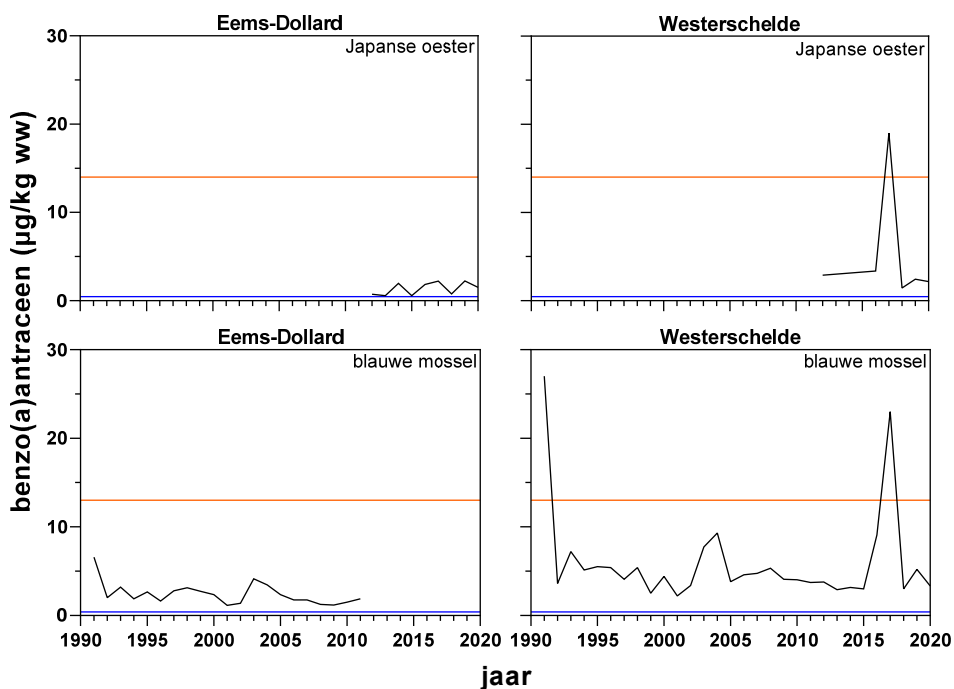
B3.1.1 Antraceen



Figuur 46 Gehalten van antraceen uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in schelpdieren (blauwe mossel en Japanse oester) voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. EAC > y-as.

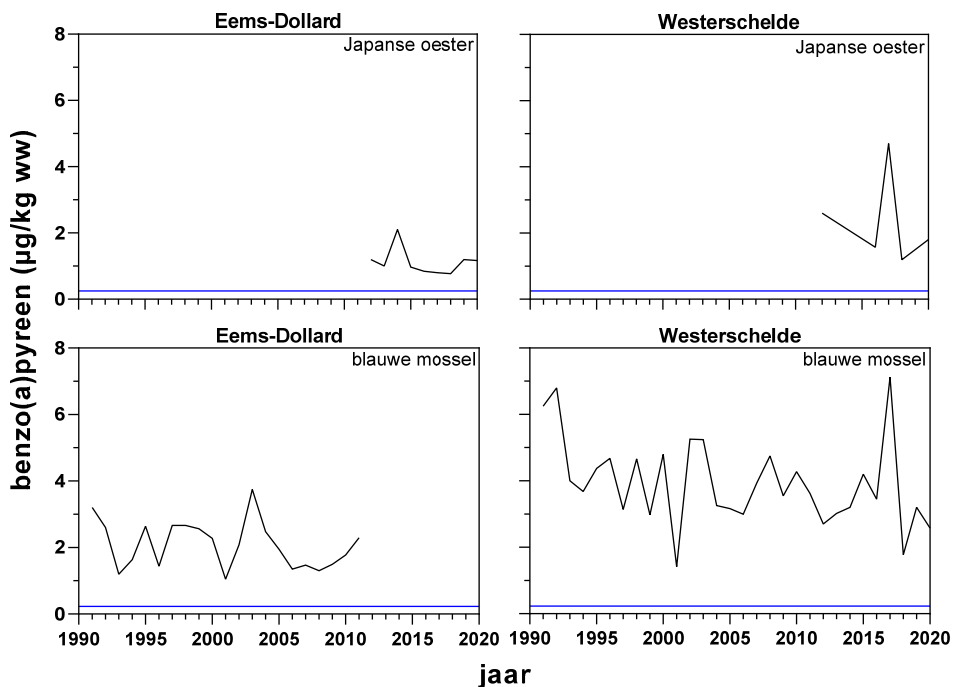
Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

B3.1.2 Benzo(a)antraceen



Figuur 47 Gehalten van benzo(a)antraceen uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in schelpdieren (blauwe mossel en Japanse oester) voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC, oranje lijn is de EAC.

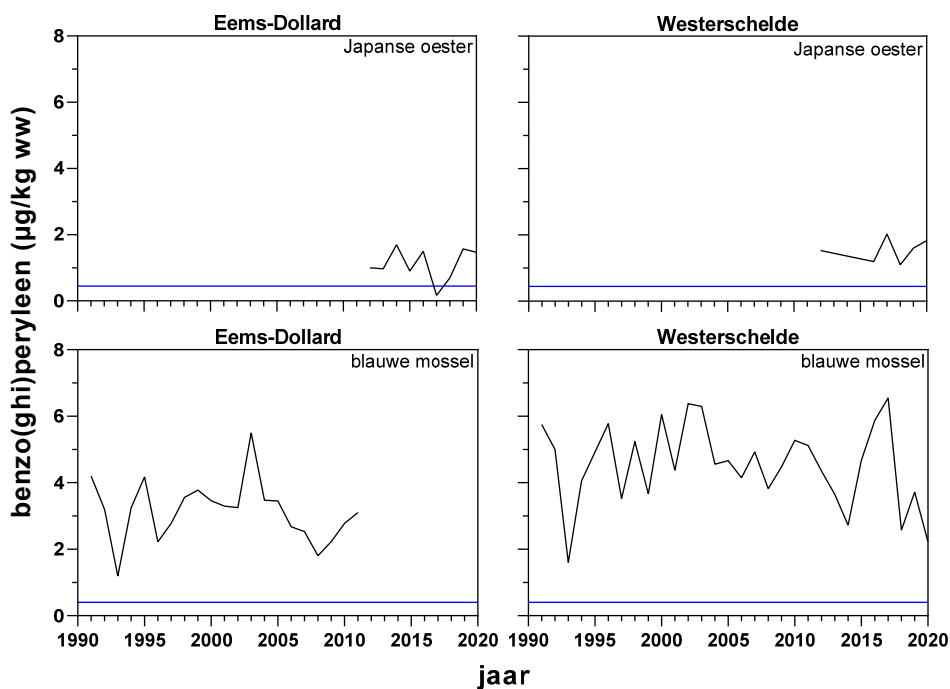
B3.1.3 Benzo(a)pyreen



Figuur 48 Gehalten van benzo(a)pyreen uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in schelpdieren (blauwe mossel en Japanse oester) voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC.

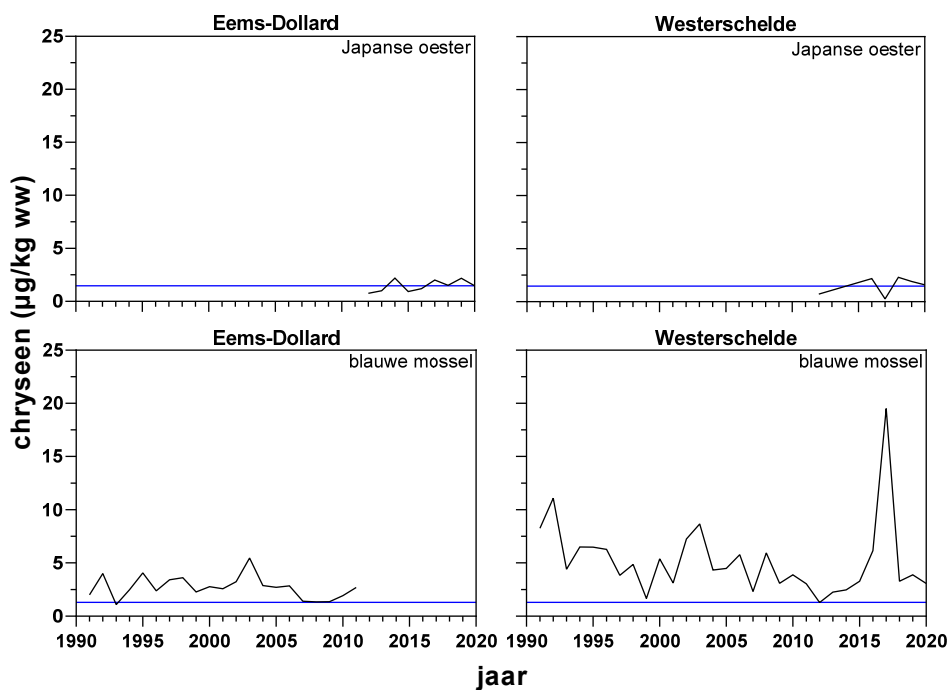
Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

B3.1.4 Benzo(ghi)peryleen



Figuur 49 Gehalten van benzo(ghi)peryleen uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in schelpdieren (blauwe mossel en Japanse oester) voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC.

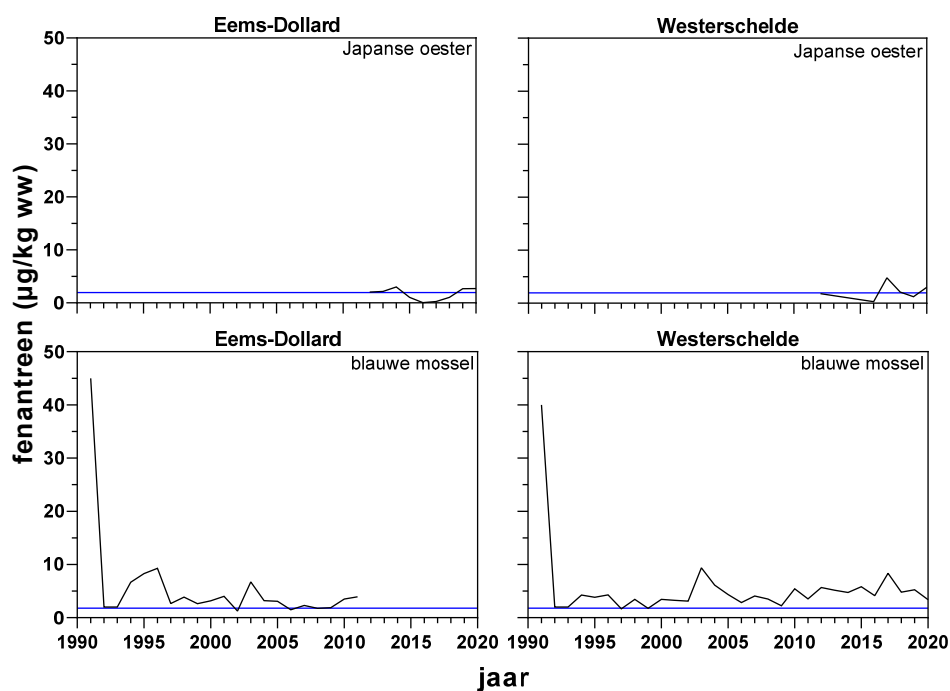
B3.1.5 Chryseen



Figuur 50 Gehalten van chryseen uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in schelpdieren (blauwe mossel en Japanse oester) voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC.

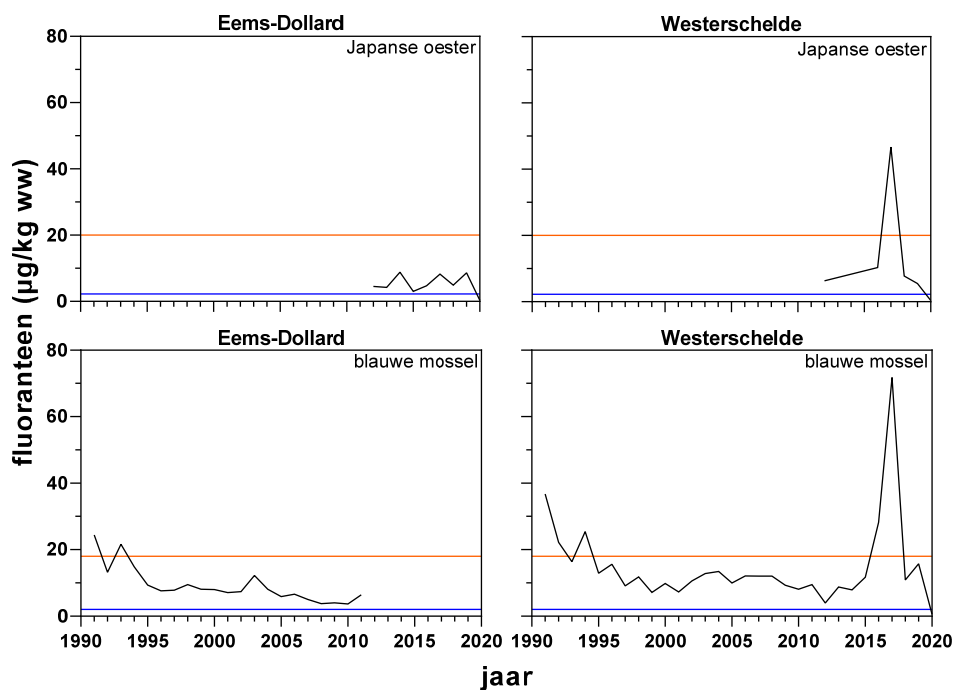
Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

B3.1.6 Fenantreen



Figuur 51 Gehalten van fenantreen uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in schelpdieren (blauwe mossel en Japanse oester) voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC.

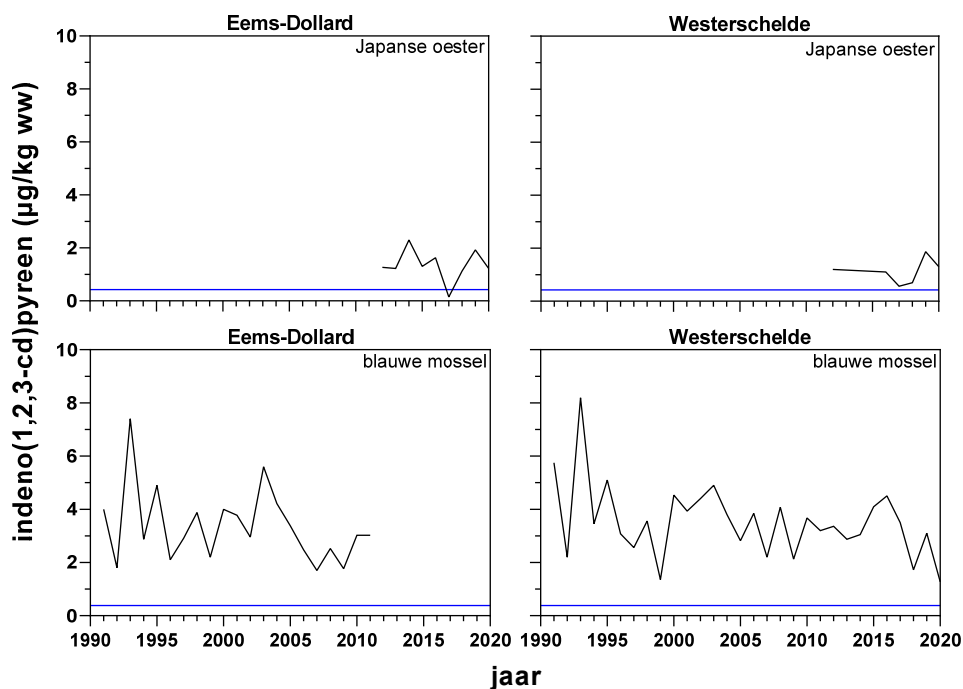
B3.1.7 Fluoranteen



Figuur 52 Gehalten van fluoranteen uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in schelpdieren (blauwe mossel en Japanse oester) voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC.

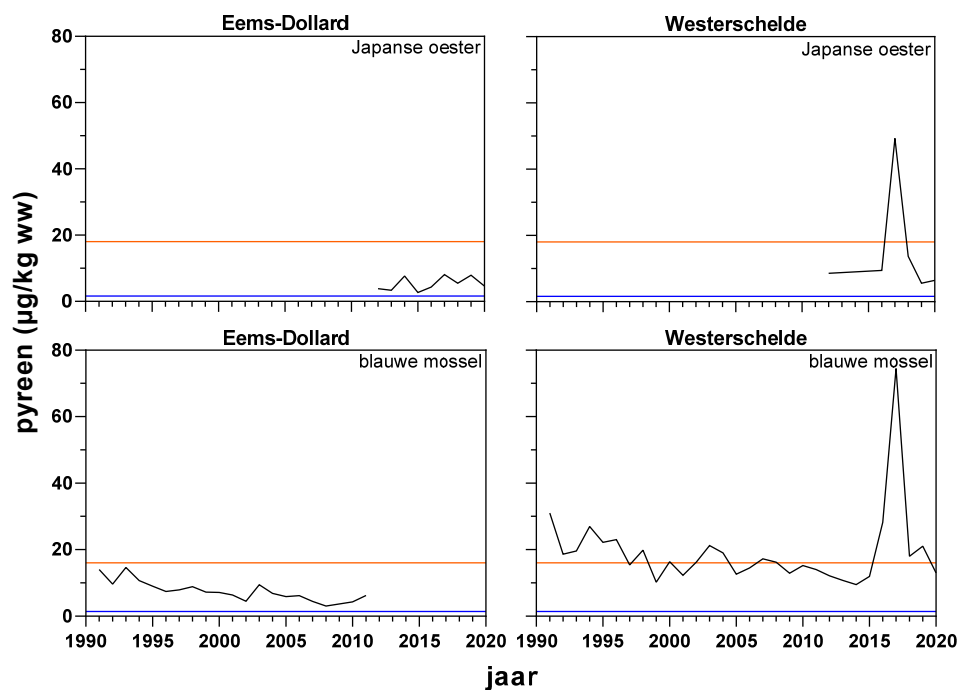
Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

B3.1.8 Indeno(1,2,3-cd)pyreen



Figuur 53 Gehalten van indeno(1,2,3-cd)pyreen uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in schelpdieren (blauwe mossel en Japanse oester) voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC.

B3.1.9 Pyreen

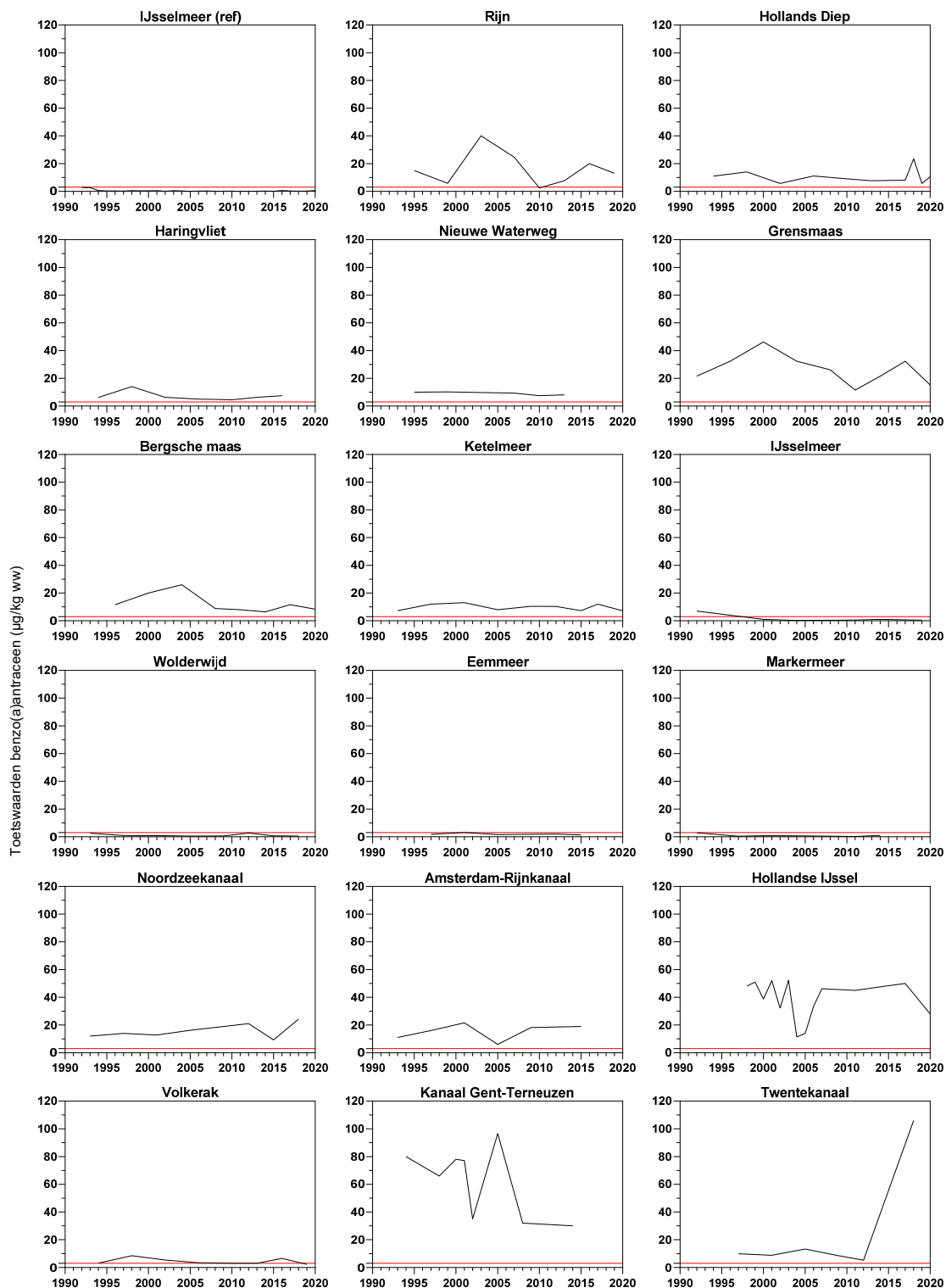


Figuur 54 Gehalten van pyreen uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in schelpdieren (blauwe mossel en Japanse oester) voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC, oranje lijn is de EAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

B3.2 KRW

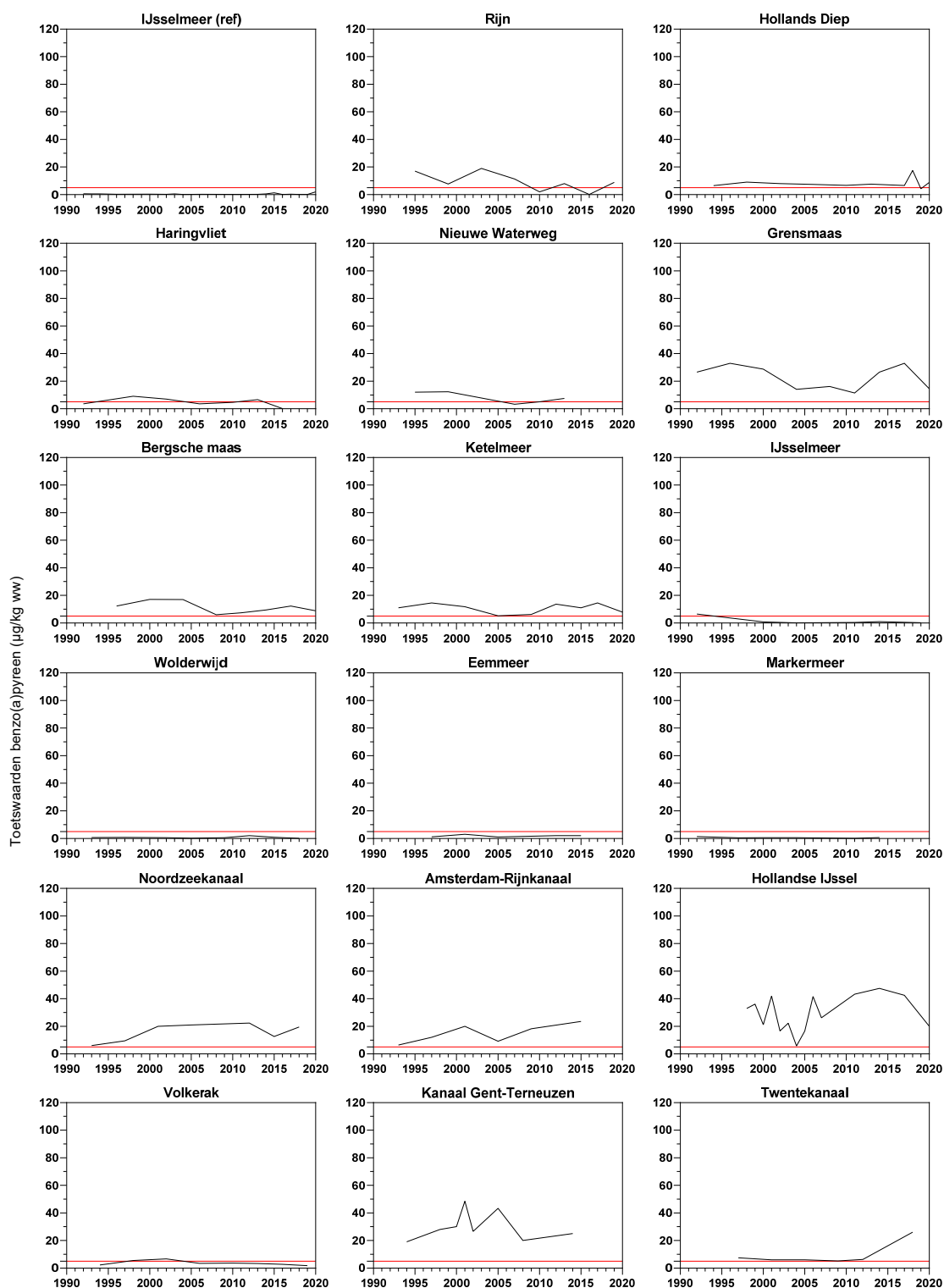
B3.2.1 Benzo(a)antraceen



Figuur 55 KRW toetswaarden 1992 tot en met 2020 van benzo(a)antraceen uitgedrukt in natgewicht standaard schelpdier gemeten in de actieve biologische monitoring van schelpdieren in zoetwater. De rode lijn geeft de EQS_{biota} aan.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

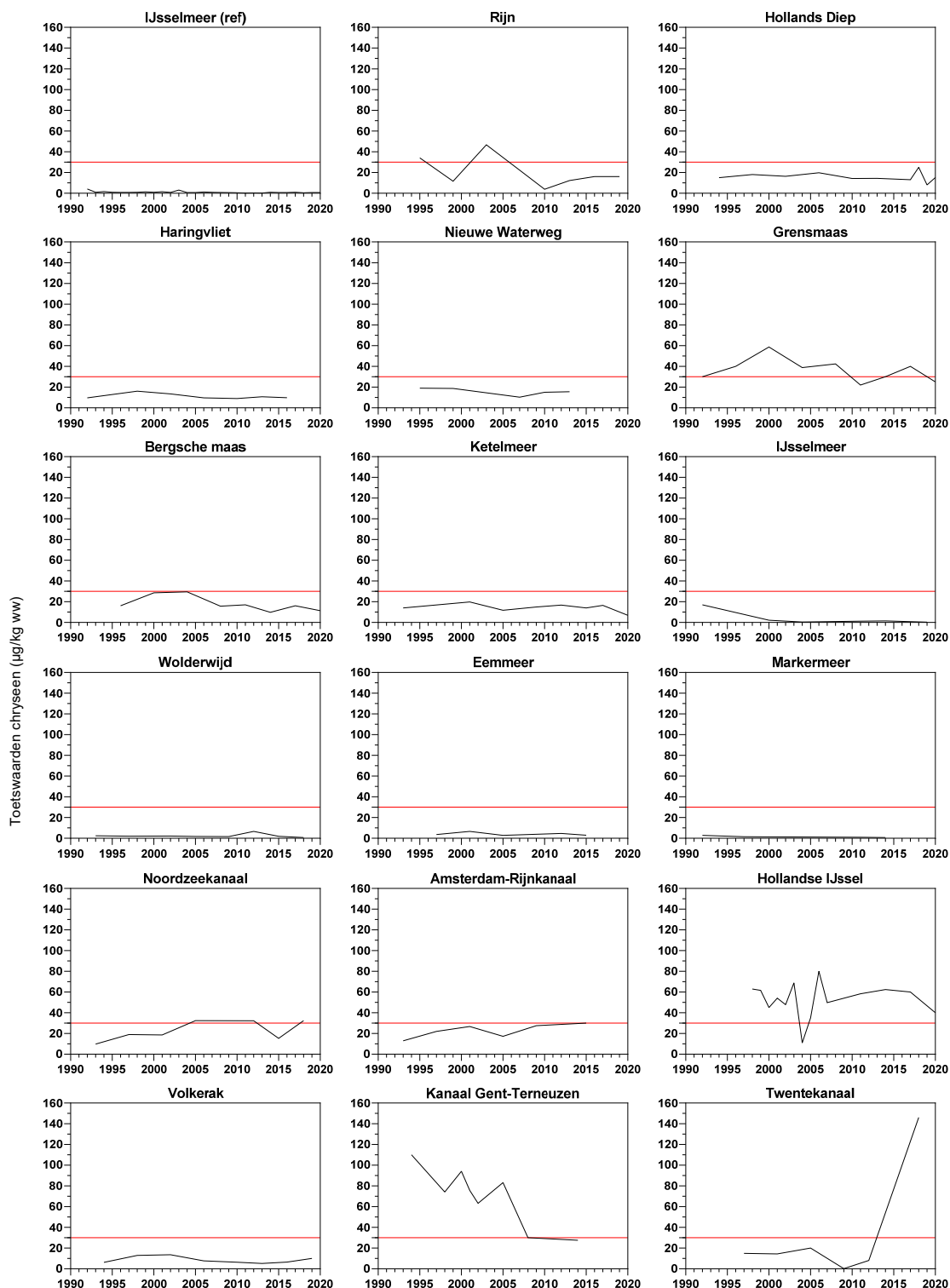
B3.2.2 Benzo(a)pyreen



Figuur 56 KRW toetswaarden 1992 tot en met 2020 van benzo(a)pyreen uitgedrukt in natgewicht standaard schelpdier gemeten in de actieve biologische monitoring van schelpdieren in zoetwater. De rode lijn geeft de EQS_{biota} aan.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

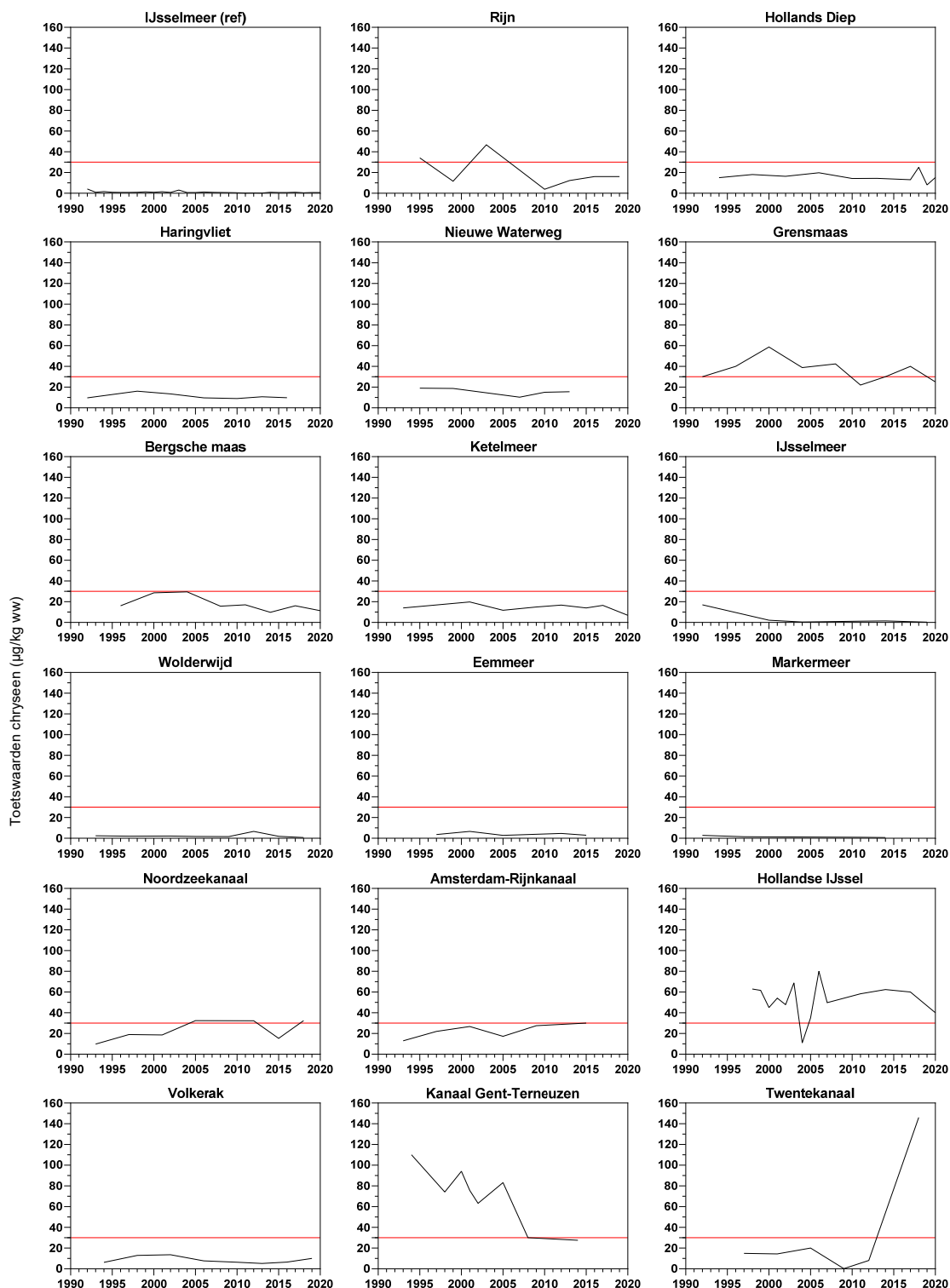
B3.2.3 Chryseen



Figuur 57 KRW toetswaarden 1992 tot en met 2020 van chryseen uitgedrukt in natgewicht standaard schelpdier gemeten in de actieve biologische monitoring van schelpdieren in zoetwater. De rode lijn geeft de EQS_{biota} aan.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

B3.2.4 Fluoranteen



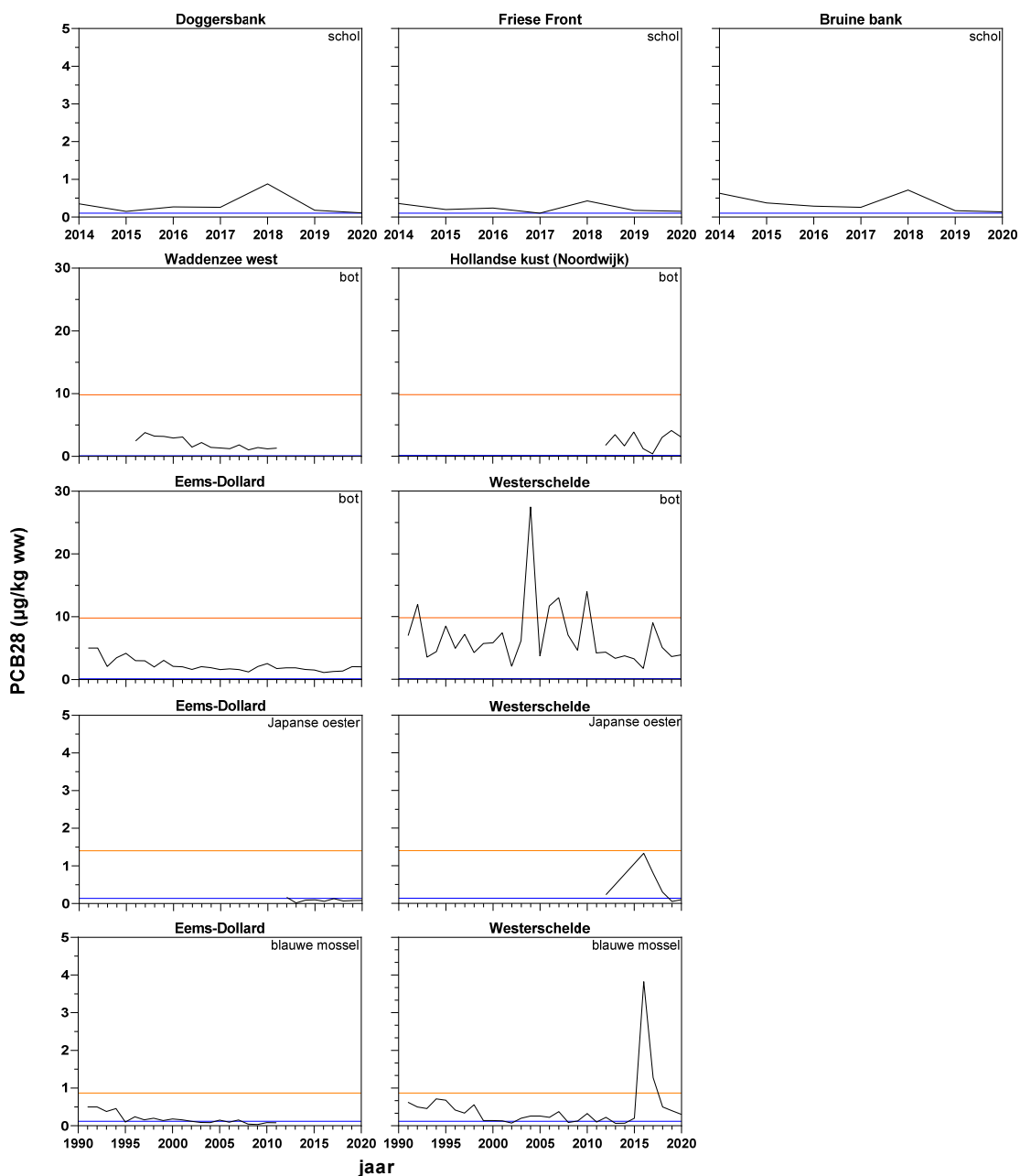
Figuur 58 KRW toetswaarden 1992 tot en met 2020 van fluoranteen uitgedrukt in natgewicht standaard schelpdier gemeten in de actieve biologische monitoring van schelpdieren in zoetwater. De rode lijn geeft de $\text{EQS}_{\text{biota}}$ aan.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Bijlage 4 Grafieken PCB's

B4.1 OSPAR

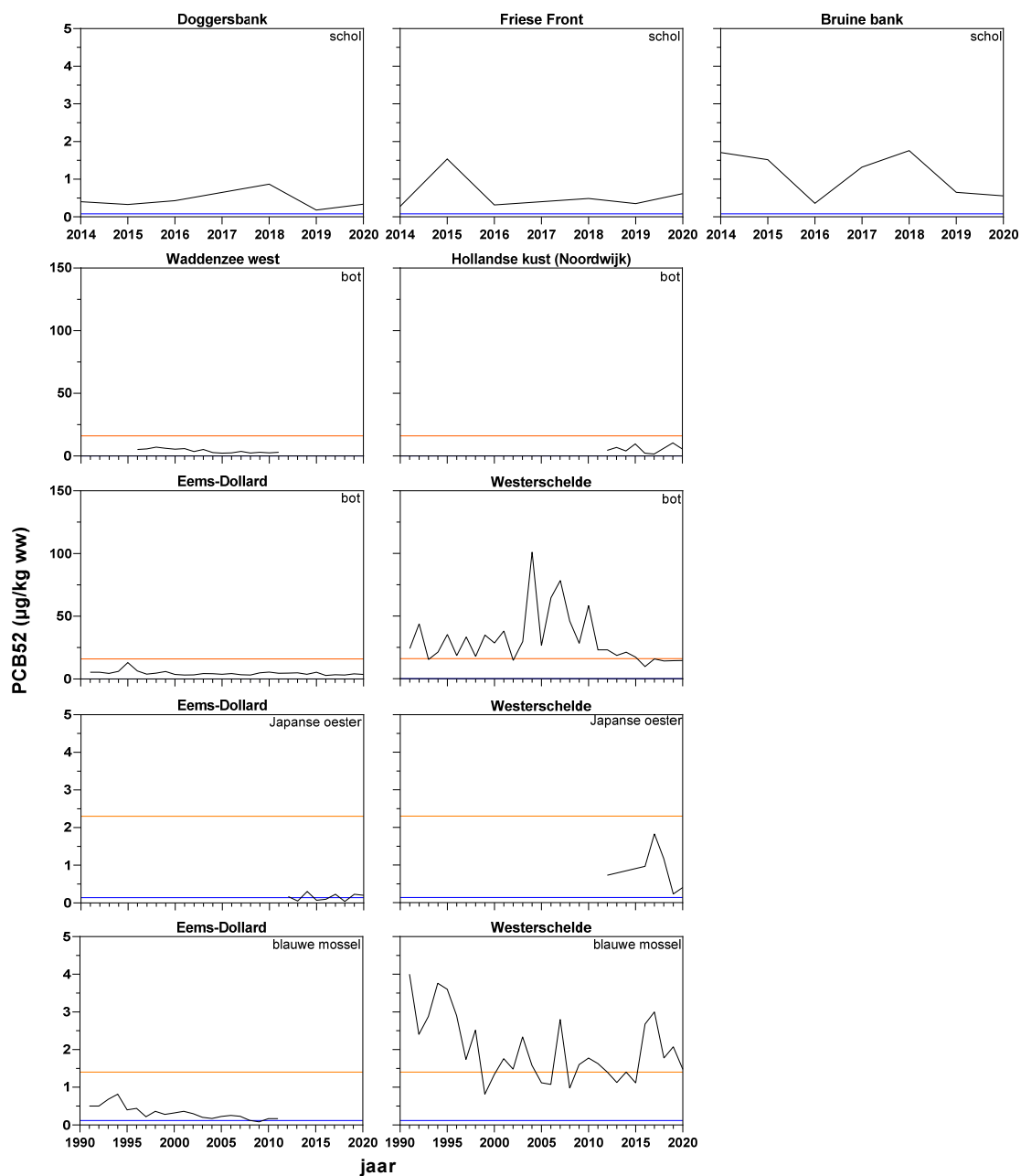
B4.1.1 PCB28



Figuur 59 Gehalten van PCB28 uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdiervlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biotamonitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

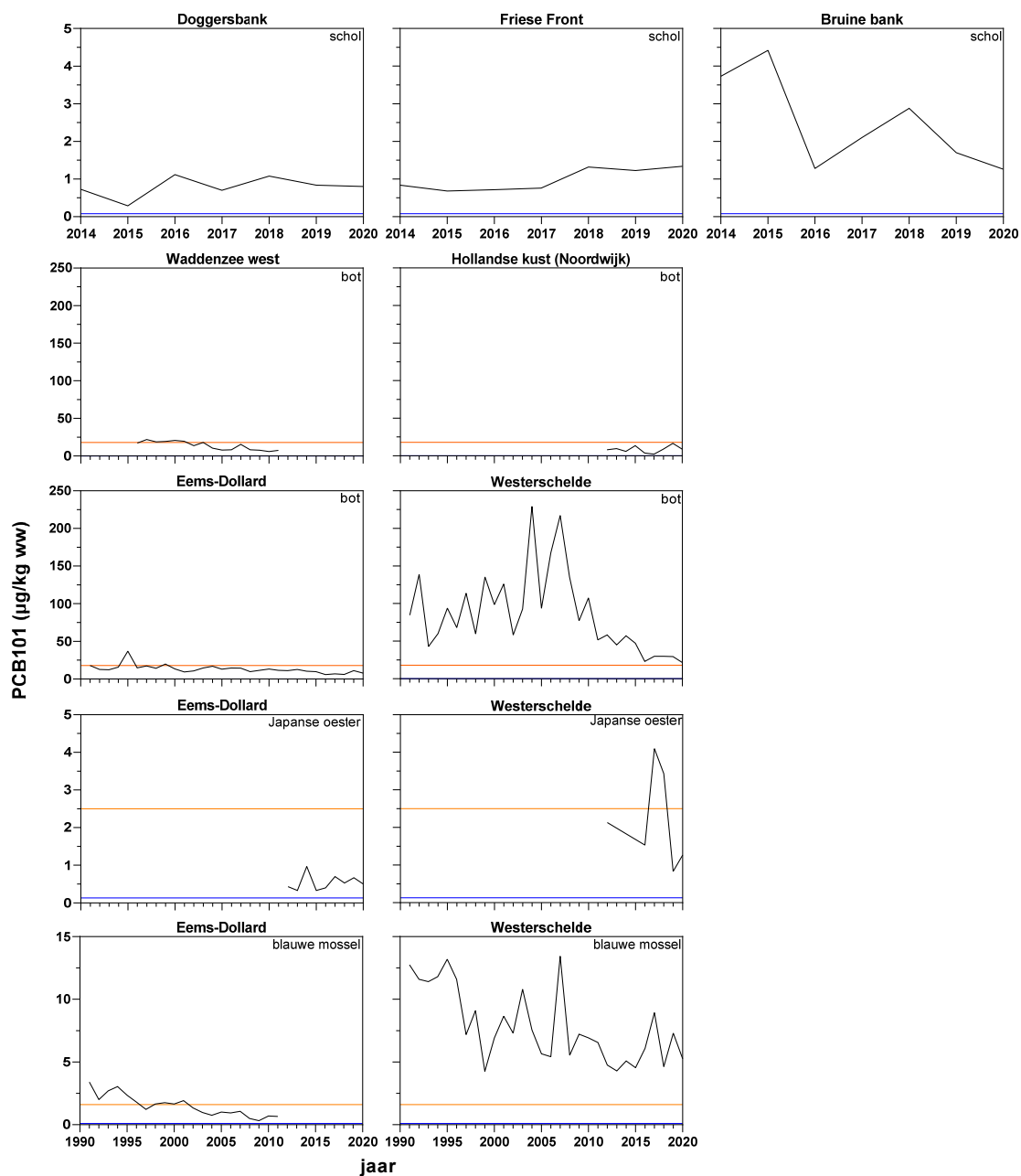
B4.1.2 PCB52



Figuur 60 Gehalten van PCB52 uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdiervlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biotamonitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

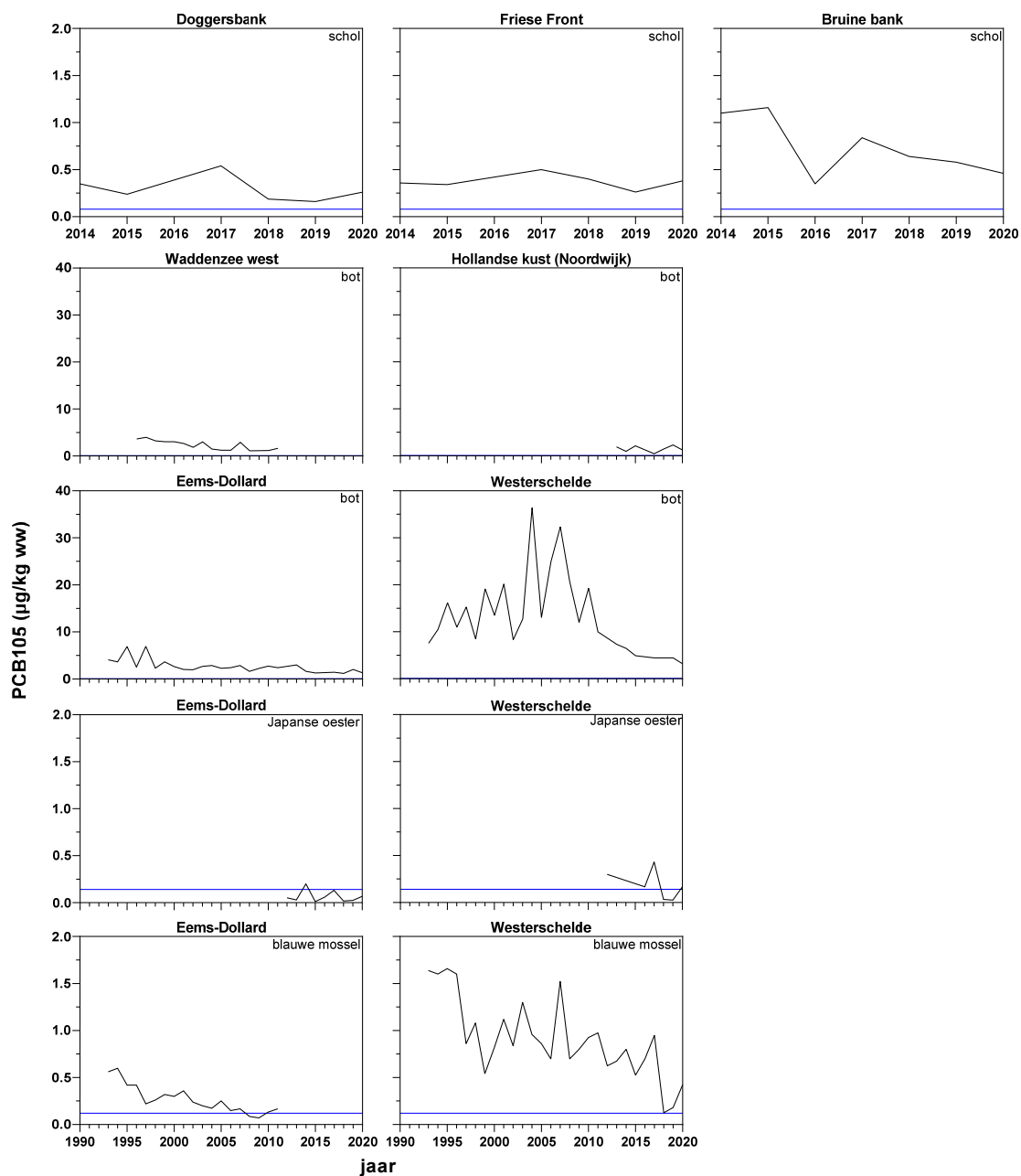
B4.1.3 PCB101



Figuur 61 Gehalten van PCB101 uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdiervlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biotamonitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

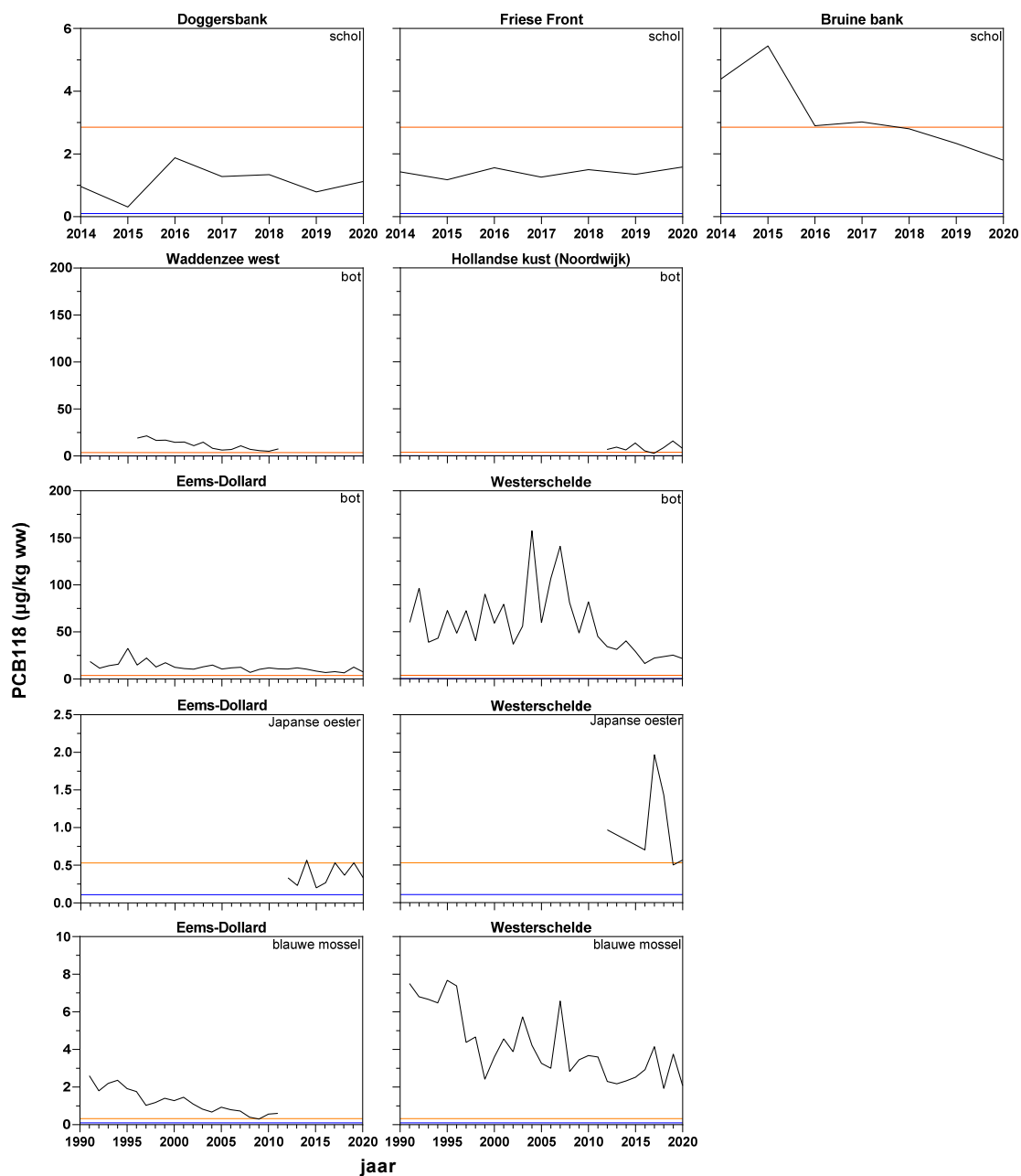
B4.1.4 PCB105



Figuur 62 Gehalten van PCB105 uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdier vlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biotamonitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

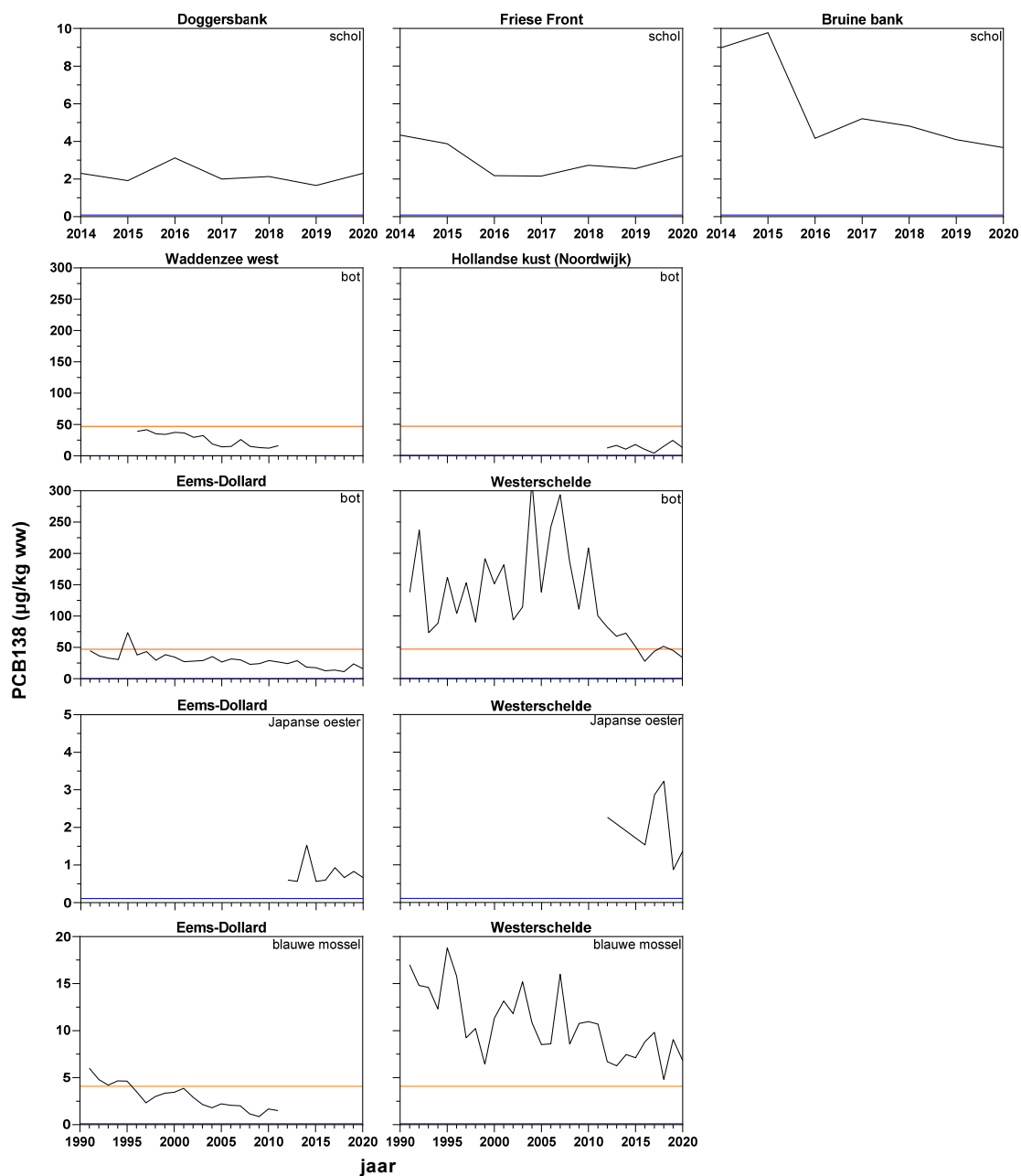
B4.1.5 PCB118



Figuur 63 Gehalten van PCB118 uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdier vlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biotamonitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

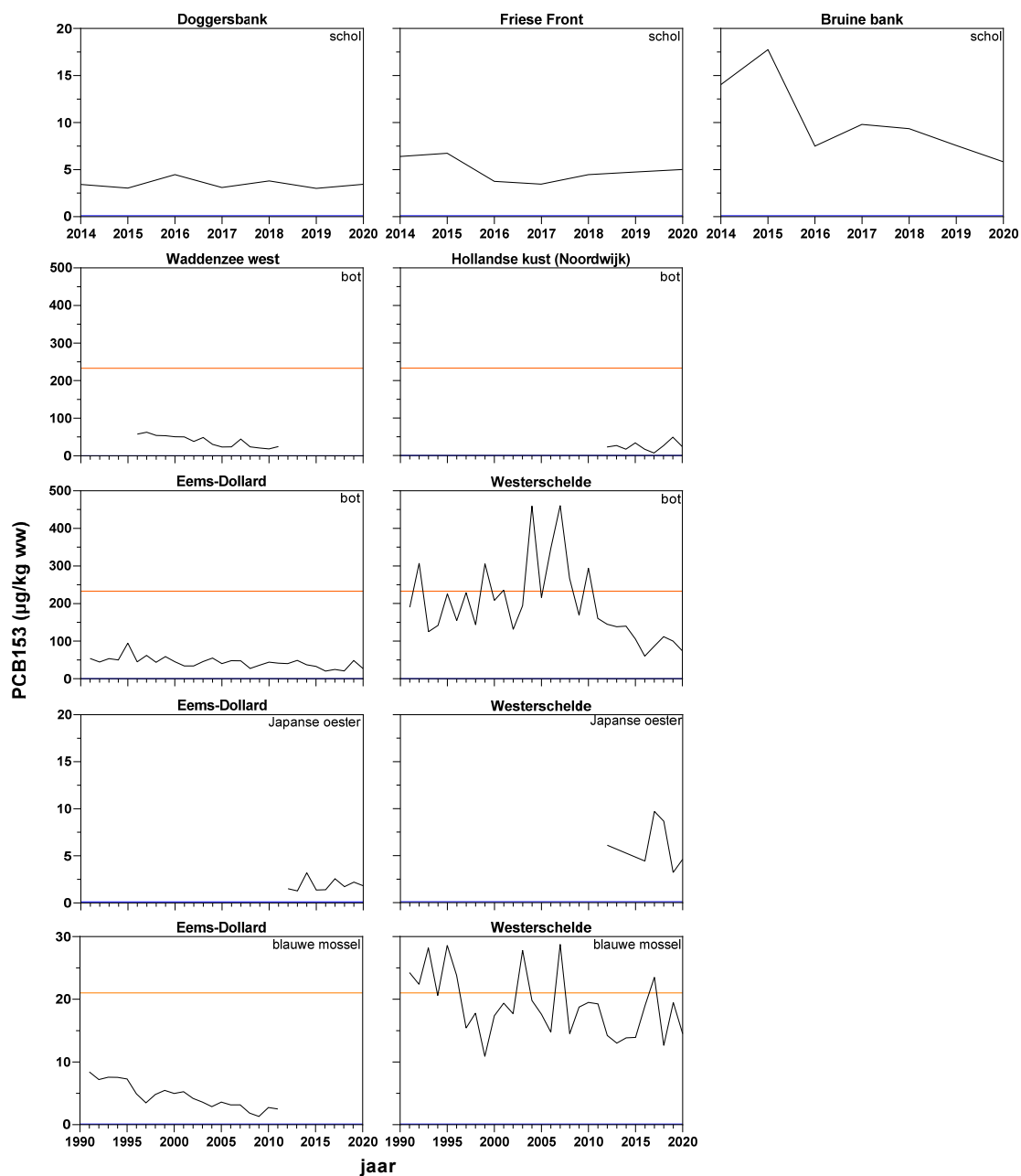
B4.1.6 PCB138



Figuur 64 Gehalten van PCB138 uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdier vlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biotamonitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

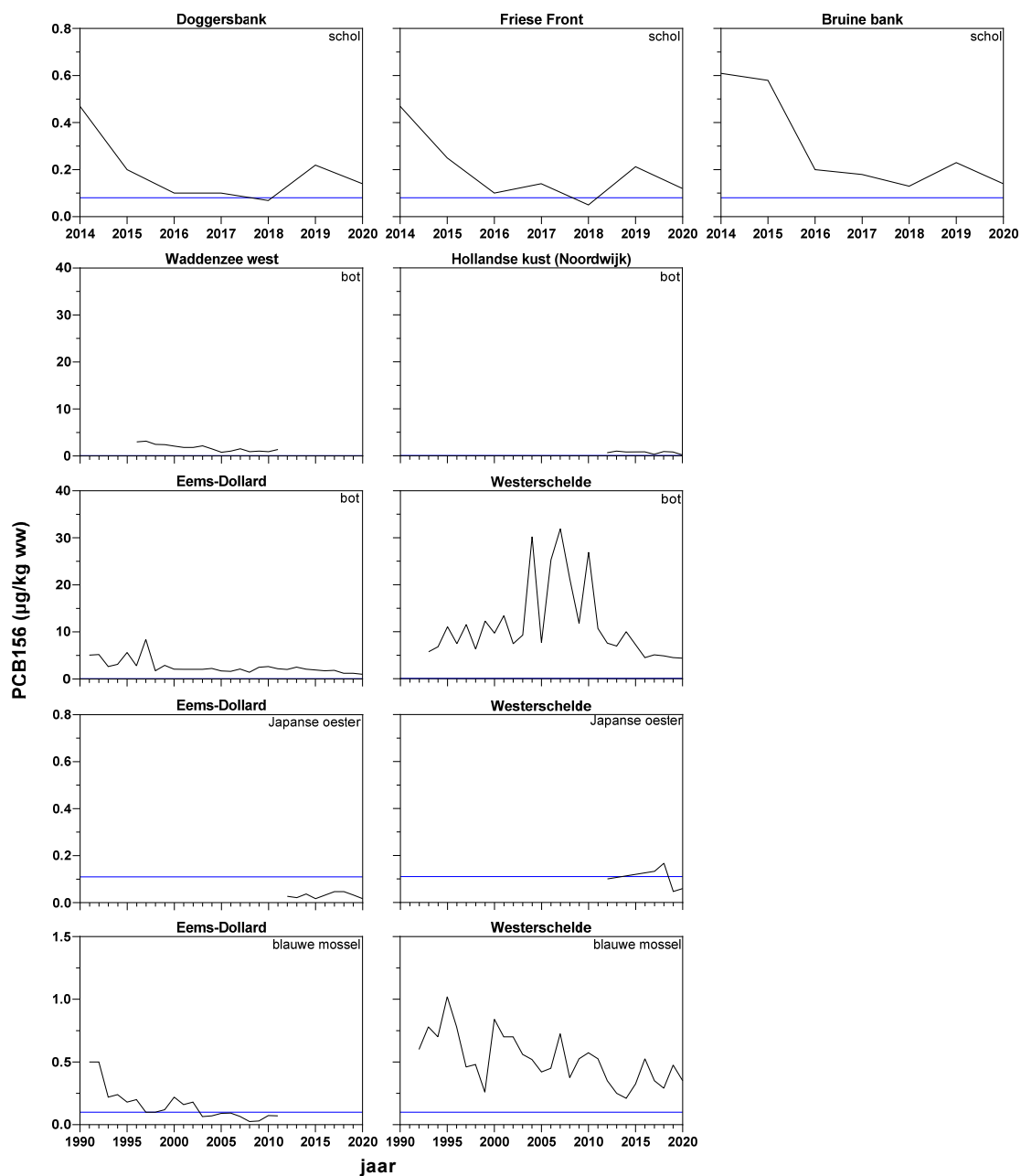
B4.1.7 PCB153



Figuur 65 Gehalten van PCB153 uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdier vlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biotamonitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

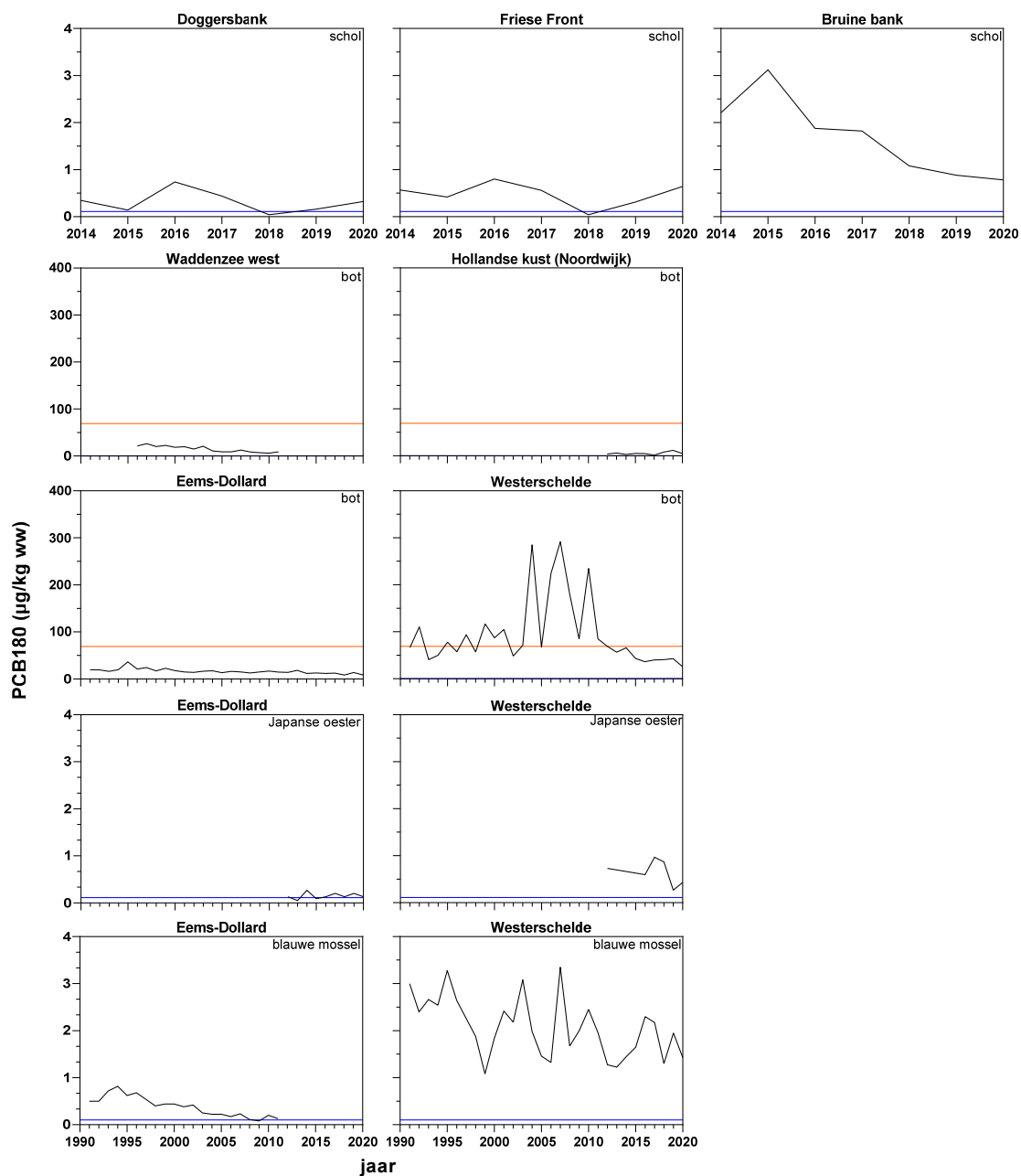
B4.1.8 PCB156



Figuur 66 Gehalten van PCB156 uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdier vlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biotamonitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

B4.1.9 PCB180



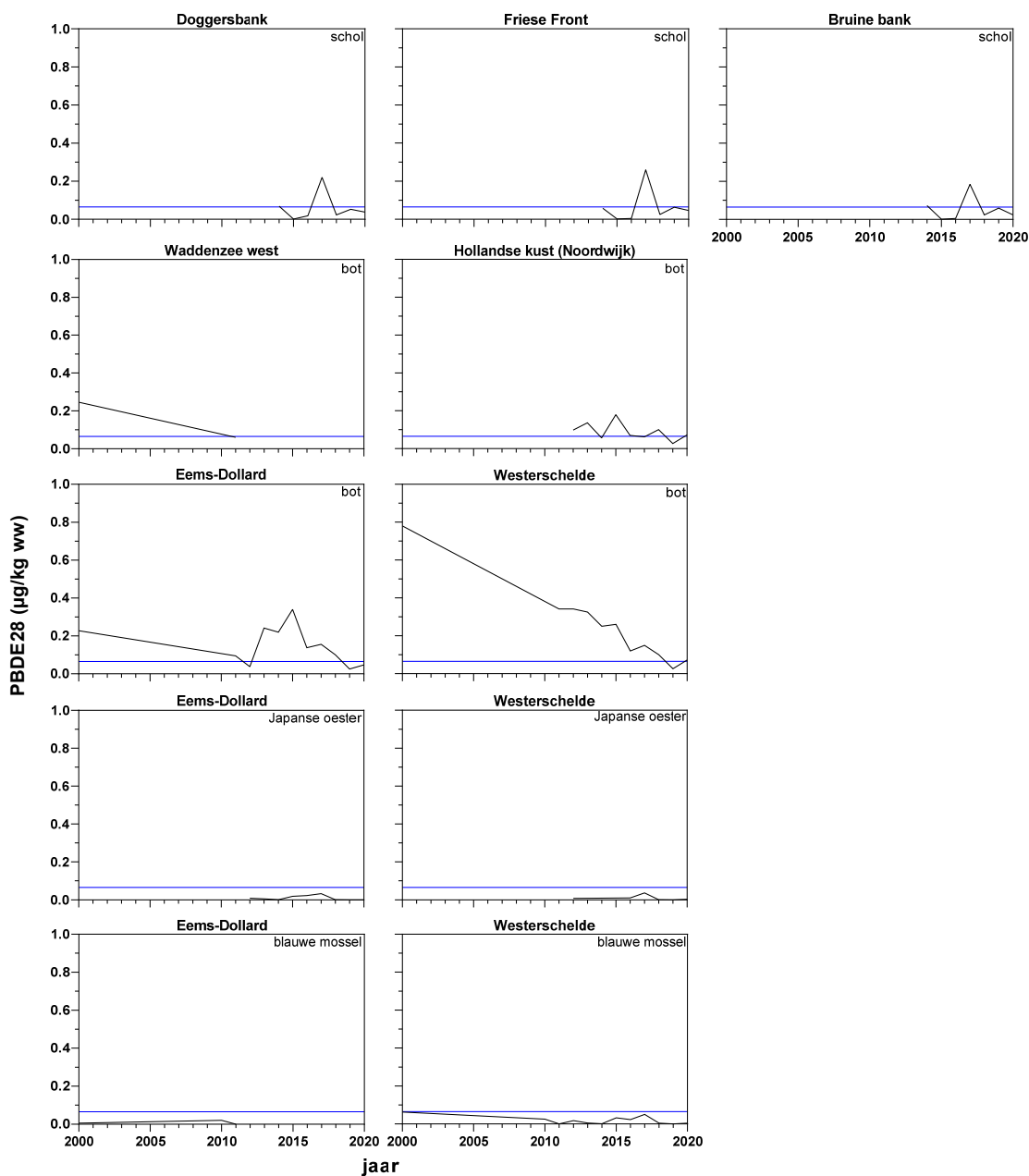
Figuur 67 Gehalten van PCB180 uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdiervlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biotamonitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Bijlage 5 Grafieken PBDE's

B5.1 OSPAR

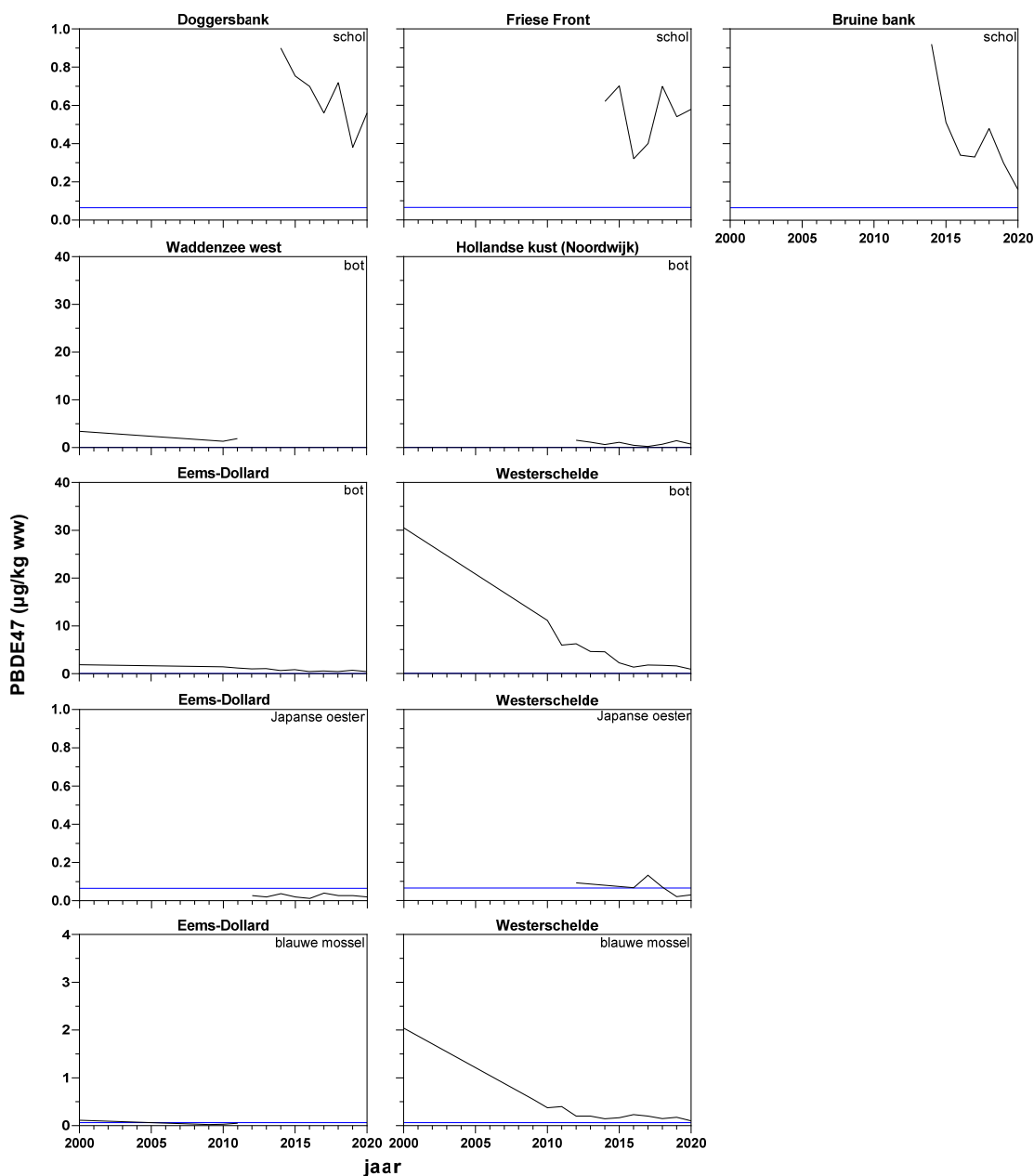
B5.1.1 PBDE28



Figuur 68 Gehalten van PBDE28 uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdiervlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biotamonitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

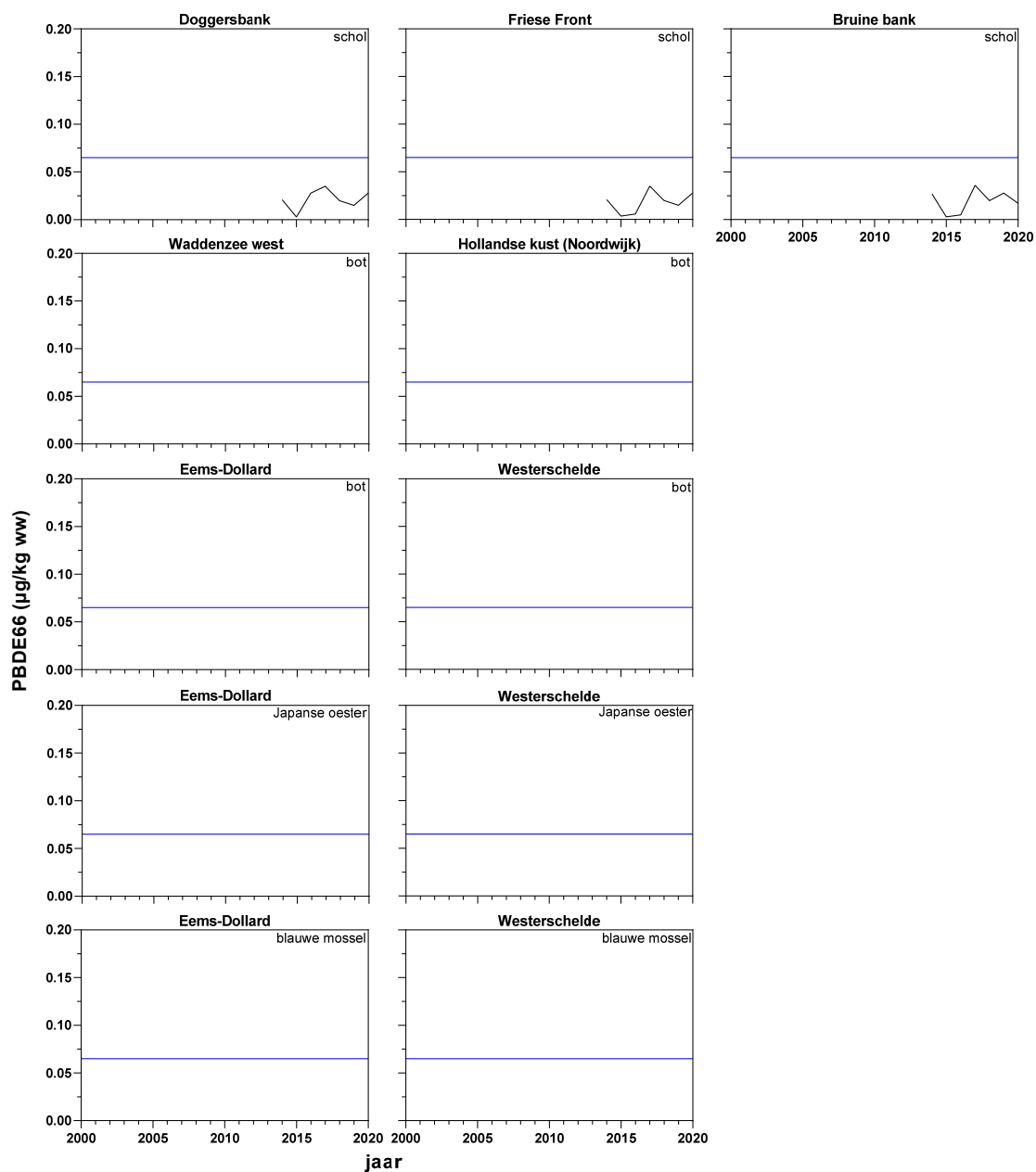
B5.1.2 PBDE47



Figuur 69 Gehalten van PBDE47 uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdier vlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biotamonitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

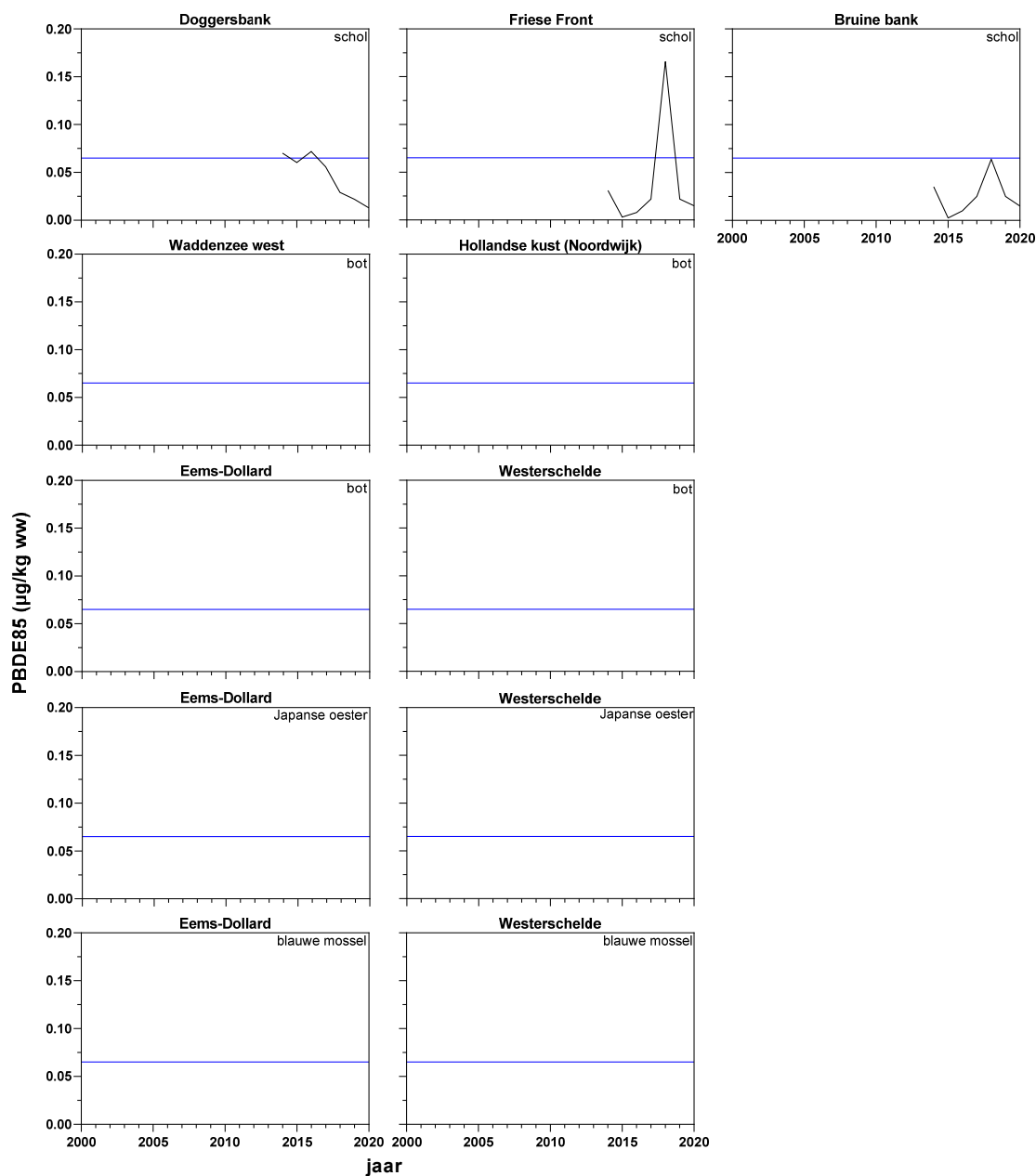
B5.1.3 PBDE66



Figuur 70 Gehalten van PBDE66 uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdiervlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biotamonitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

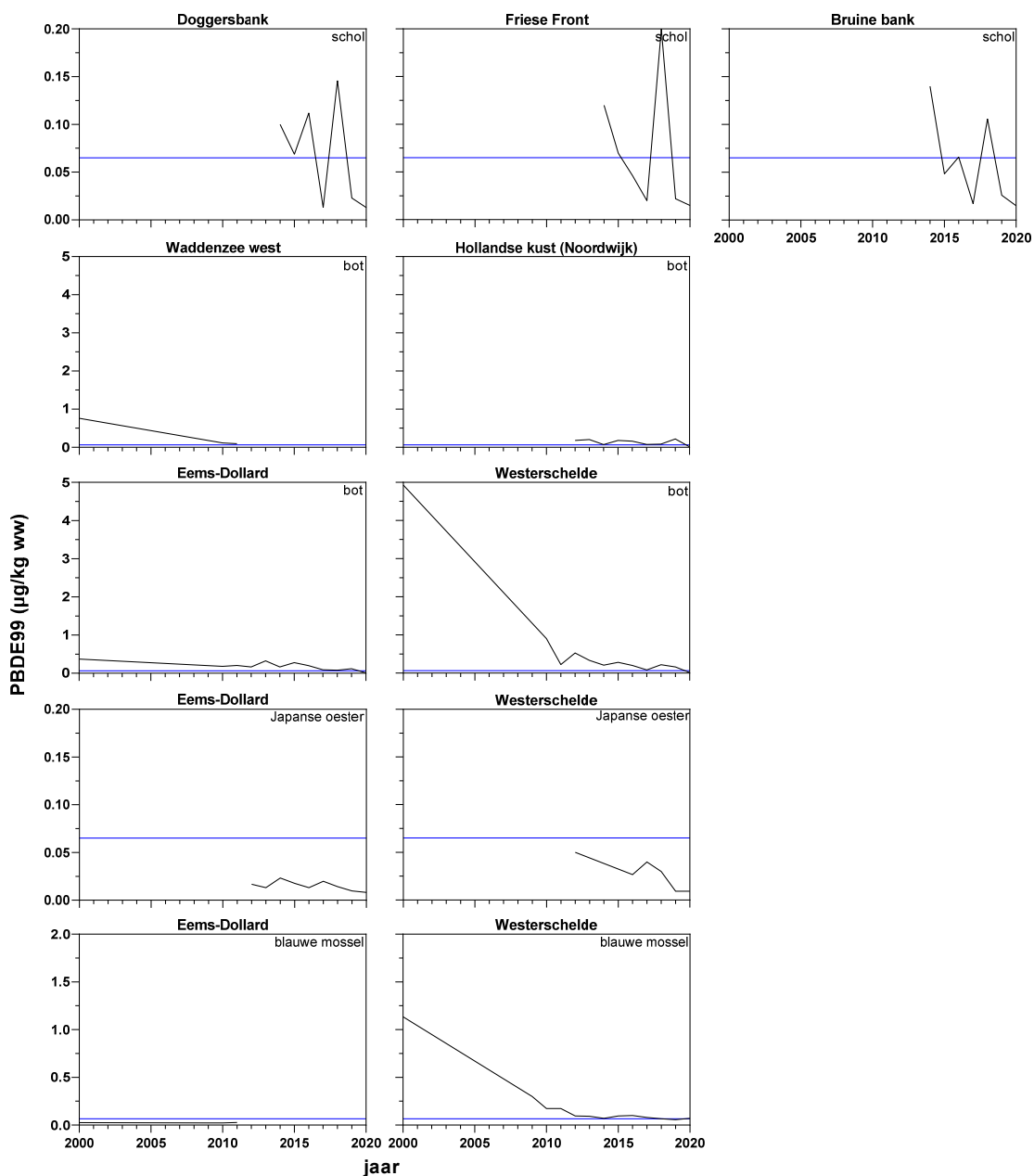
B5.1.4 PBDE85



Figuur 71 Gehalten van PBDE85 uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdiervlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biotamonitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

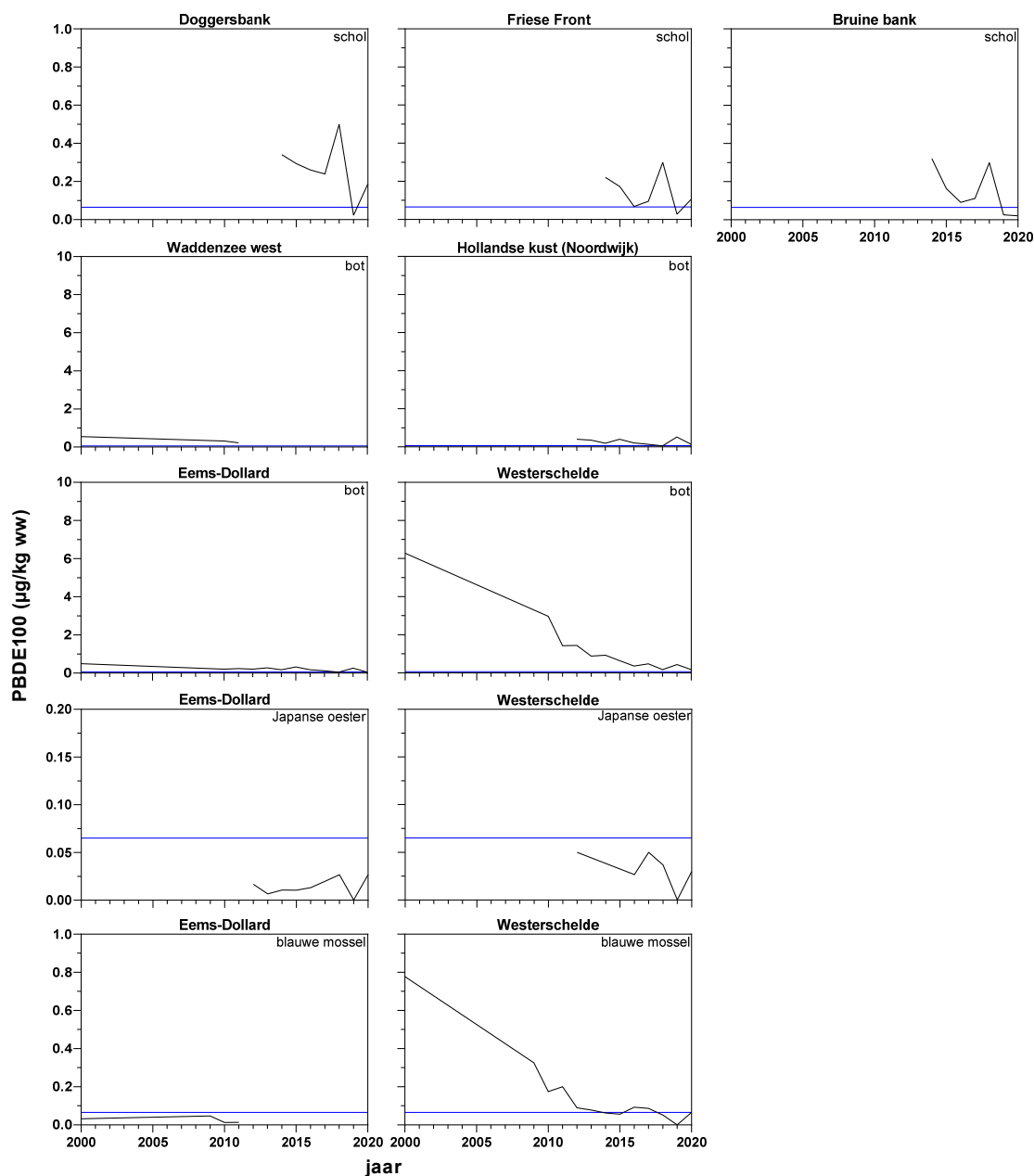
B5.1.5 PBDE99



Figuur 72 Gehalten van PBDE99 uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdier vlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biotamonitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

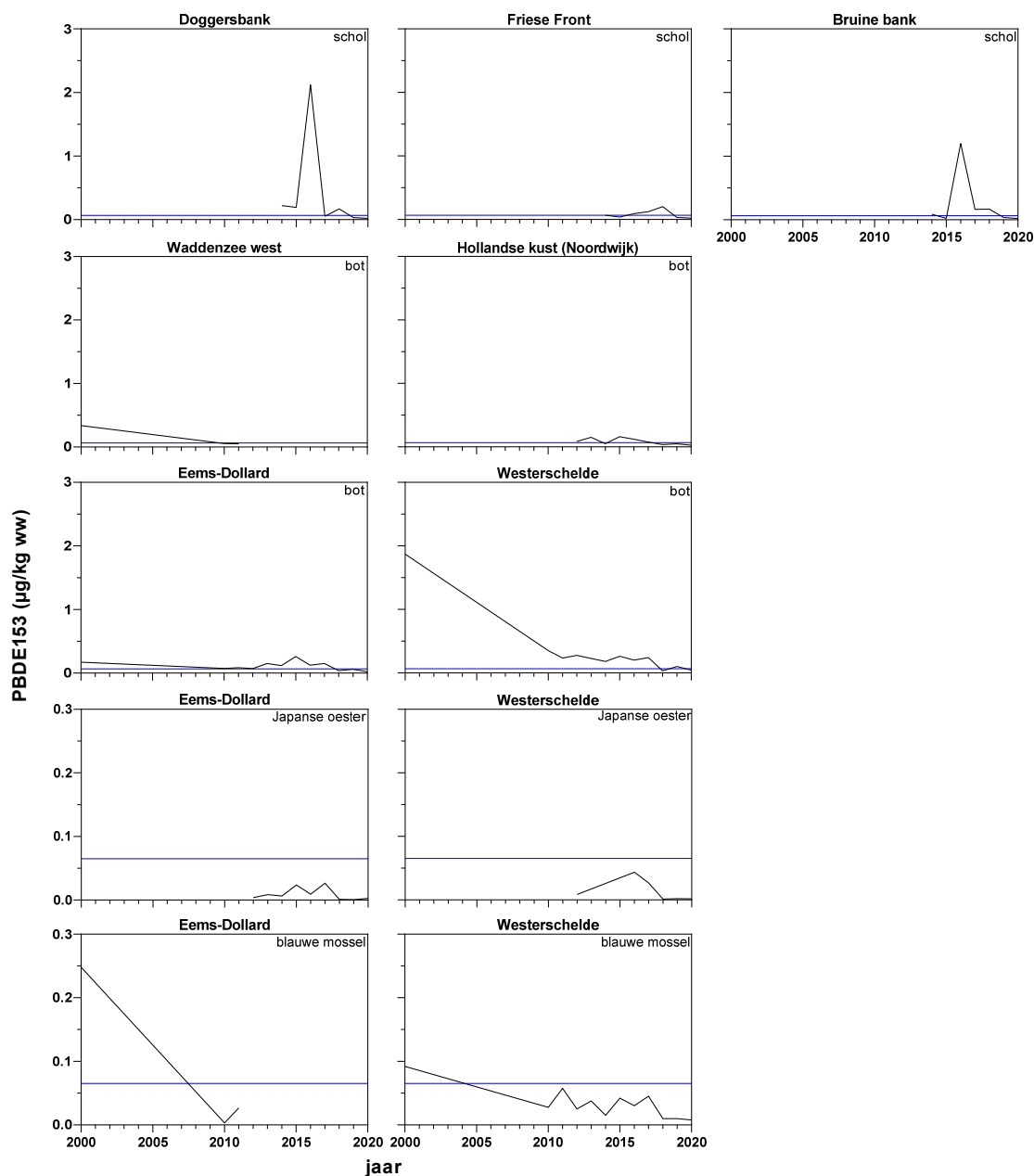
B5.1.6 PBDE100



Figuur 73 Gehalten van PBDE100 uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdier vlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biotamonitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

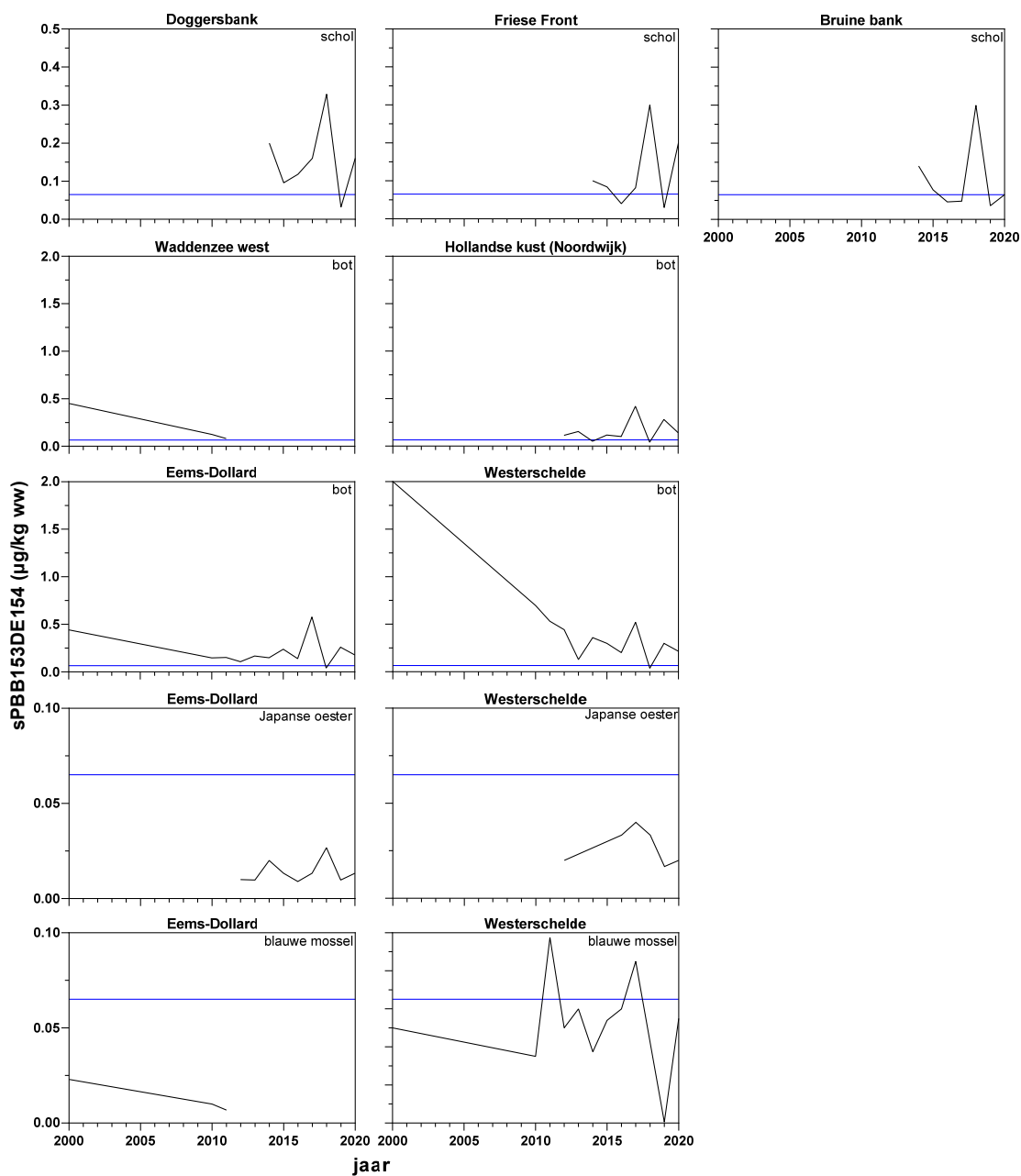
B5.1.7 PBDE153



Figuur 74 Gehalten van PBDE153 uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdier vlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biotamonitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

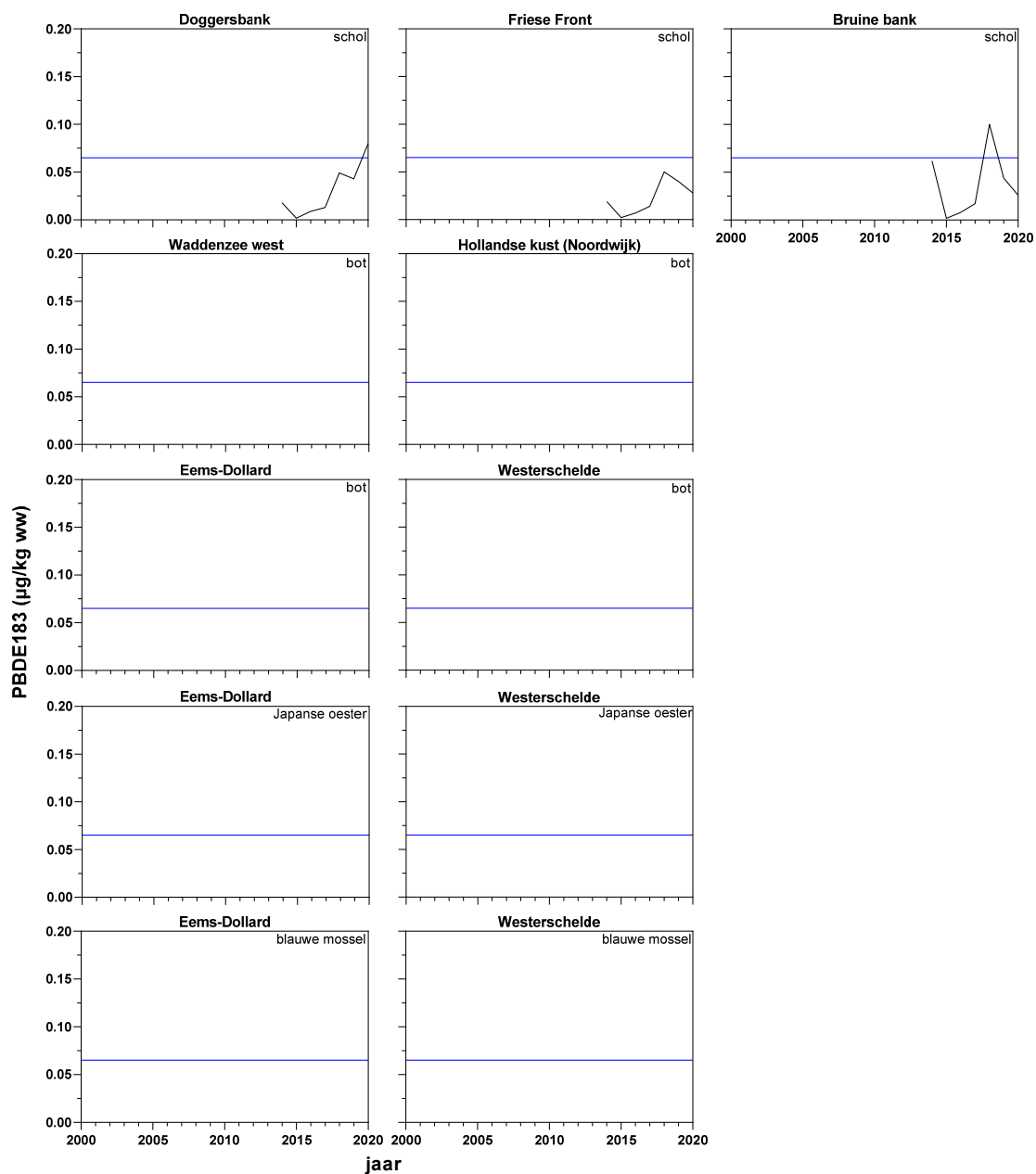
B5.1.8 PBDE154



Figuur 75 Gehalten van PBDE154 uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdier vlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biotamonitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

B5.1.9 PBDE183



Figuur 76 Gehalten van PBDE183 uitgedrukt op basis van natgewicht gemeten in vislevers (schol en bot) en in schelpdiervlees (Japanse oester en blauwe mossel) uit de passieve biotamonitoring in zoutwater voor OSPAR. Periode 1991 tot en met 2020. Blauwe lijn is de BAC en oranje lijn de EAC.

Samenvatting	Inleiding	Toetsing van normen	Conclusies
Metalen	Organometalen	PAK's	PCB's en som-TEQ
Pesticiden	PBDE's en HBCDD	PFAS	

Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 09 00
E: marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Bezoekers adres:

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden

Wageningen Marine Research levert met kennis, onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek en advies een wezenlijke bijdrage aan een duurzamer, zorgvuldiger beheer, gebruik en bescherming van de natuurlijke rijkdommen in zee-, kust- en zoetwatergebieden.



Wageningen Marine Research is onderdeel van Wageningen University & Research. Wageningen University & Research is het samenwerkingsverband tussen Wageningen University en Stichting Wageningen Research en heeft als **missie**: 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'