



Verontreiniging van biota (vissen/schelpdieren) met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015- 2023

Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn

Rapport Nr. 311

Disclaimer: uitsluiting van aansprakelijkheid in verband met toegankelijkheid

De ICBR streeft ernaar haar documenten zo toegankelijk mogelijk te maken. Om redenen van efficiëntie is het niet altijd mogelijk om alle documenten in de verschillende talenversies volledig toegankelijk beschikbaar te stellen (bijvoorbeeld met alternatieve teksten voor alle afbeeldingen of in begrijpelijke taal). Het onderhavige rapport bevat mogelijk figuren en tabellen. Voor nadere toelichtingen kunt u contact opnemen met het secretariaat van de ICBR via het telefoonnummer 0049261-94252-0 of per e-mail via sekretariat@iksr.de.

Colofon

Uitgegeven door de:

Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR)
Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, 56068 Koblenz, Duitsland
Postbus: 20 02 53, 56002 Koblenz, Duitsland
Telefoon: +49-(0)261-94252-0
E-mail: sekretariat@iksr.de
www.iksr.org

Eindrapport:	Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR:	ICBR-rapport 311
Onderzoekscode IME:	2023-030

- Pagina 3/210 -

Eindrapport

Verontreiniging van biota (vissen/schelpdieren) met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023

Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311

Onderzoekscode IME: 2023-030

Opdrachtgever

Internationale Commissie ter Bescherming van de
Rijn (ICBR)
Kaiserin-Augusta-Anlagen 15
56068 Koblenz
Duitsland

Contactpersoon (opdrachtgever)

Tabea Stötter

Opdrachtnemer

Fraunhofer Institute for Molecular
Biology and Applied Ecology (IME)
Auf dem Aberg 1
57392 Schmallenberg, Duitsland

Directie Fraunhofer IME

Christoph Schäfers
Stefan Schillberg

Projectleiding

Bernd Göckener
René Lämmer

Aantal pagina's

210

Datum

2 december 2025

Lijst van afkortingen

BCF	bioconcentratiefactor
BDE	gebromeerde difenylethers
CAS	Chemical Abstracts Service
DDT	p,p'-dichloordifenyiltrichloorethaan
dl-PCB's	dioxineachtige (<i>dioxin-like</i>) polychloorbifenylen
DS	droge stof
EU	Europese Unie
HBCDD	hexabroomcyclododecaan
HC	heptachloor
HCB	hexachloorbenzeen
HCBD	hexachloorbutadieen
HCE	heptachloorepoxide
Hg	kwik
ICBR	Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn
Log Kow	octanol/water-verdelingscoëfficiënt
LOQ	bepalingsgrens (<i>limit of quantification</i>)
MKN	milieukwaliteitsnorm
NG	natgewicht
PAK's	polyaromatische koolwaterstoffen
PBDE	polybroomdifenylethers
PCB	polychloorbifenylen
PCDD/F	polychloordibenzo-p-dioxinen en -furanen
PFAS	poly- en perfluoralkylstoffen
PFOS	perfluorooctaansulfonzuur
TCDD	tetrachloordibenzodioxine
TEQ	toxiciteitsequivalenten
UNEP	VN-Milieuprogramma (<i>United Nations Environment Programme</i>)
WHO	Wereldgezondheidsorganisatie (<i>World Health Organization</i>)

Samenvatting

Dit rapport is een samenvatting van de evaluatie van de monitoringgegevens die van 2015 tot en met 2023 zijn verzameld in biota in het Rijnstroomgebied. Het rapport heeft tot doel om de resultaten voor vissen en schelpdieren te vergelijken in de ruimte en de tijd.

In totaal zijn voor dit rapport de gegevens van 345 monsters geëvalueerd. Deze gegevens waren afkomstig van 224 vismonsters en 121 schelpdiermonsters. Alle gegevens zijn zowel niet-gestandaardiseerd als op basis van de eigenschappen van de onderzochte stoffen gestandaardiseerd naar het vet- of drogestofgehalte bekeken en – voor zover mogelijk – omgerekend naar het monstermateriaal dat relevant is voor de MKN-monitoring (filet of hele vis).

Bekeken zijn de volgende drie periodes: van 2015 t/m 2016, van 2017 t/m 2019 en van 2020 t/m 2022 (of 2023 voor schelpdieren). Dit maakte een globale vergelijking en beoordeling van algemene trends mogelijk. Voor toekomstige, statistisch betrouwbare trendevaluaties moet worden gestreefd naar een zo groot mogelijke continuïteit van gegevens.

De ruimtelijke vergelijking in de vorm van belastingskaarten (bijlagen A.2 en A.3) heeft betrekking op de jaren 2016 t/m 2023, enerzijds om aan te sluiten bij het vorige rapport, waarin gegevens van 2014 en 2015 zijn behandeld, en anderzijds om het sterke effect van de gegevens van 2015 buiten beschouwing te laten, die in sommige waterlichamen duidelijk hogere waarden lieten zien dan in de daaropvolgende jaren.

Problematisch bij heptachloor en heptachloorepoxide is dat de bepalingsgrenzen van veel laboratoria voor een deel ruim boven de biota-MKN lagen. Als de bepalingsgrenzen laag genoeg waren, overschreden vrijwel alle meetwaarden de biota-MKN, zodat er kan worden aangenomen dat de MKN vrijwel gebiedsdekkend wordt overschreden (zie tabel 1a). Om uitspraken te kunnen doen over normoverschrijdingen wordt sterk geadviseerd laboratoria te kiezen die voldoende gevoelige analysemethoden hanteren.

Een ander probleem is het gebrek aan informatie over de vet- en vooral drogestofgehaltes. Aangezien de drogestofgehaltes tussen en binnen de vissoorten maar weinig schommelden, werden er voor filet- en hele vismonsters zonder beschikbare drogestofgehaltes proxywaarden gebruikt voor de standaardisatie. Deze proxy's waren medianen die voor alle vissoorten samen zijn afgeleid. Voor de ontbrekende vetgehaltes konden er geen proxywaarden worden toegepast.

In de tabellen 1 en 2 wordt een samenvatting gegeven van de resultaten, zonder verschillen in de ruimte en de tijd. Het is duidelijk dat de stoffen dicofol, hexabroomcyclododecaan en hexachloorbutadien de biota-MKN niet overschrijden in het Rijnstroomgebied. De stoffen en stofgroepen heptachloor en heptachloorepoxide, polybroomdifenylethers en kwik laten daarentegen nagenoeg overal overschrijdingen van de biota-MKN zien. Voor deze stoffen

zouden de landen in het Rijnstroomgebied naar maatregelen moeten kijken om de verontreiniging te verminderen.

De stoffen perfluorooctaansulfonzuur, benzo(a)pyreen en fluorantheen vertonen overschrijdingen, maar niet gebiedsdekkend. Voor de resterende stoffen hexachloorbenzeen, polychloordibenzo-p-dioxinen en -furanen en dioxineachtige polychloorbifenylen maakt het een verschil of de MKN-toets plaatsvindt op basis van gestandaardiseerde of niet-gestandaardiseerde gegevens. Overschrijdingen van de biota-MKN traden alleen na standaardisatie op. In het geval van hexachloorbenzeen is dit verschil echter in slechts drie waterlichamen waargenomen.

De ICBR-expertgroep die zich bezighoudt met biota-analyse zal deze resultaten gebruiken om de richtsnoeren voor toekomstige biota-onderzoeken te herzien.

Tabel 1: Overzicht MKN-overschrijdingen vissen (zonder vergelijking in de ruimte of de tijd)

Stof	Niet gestandaardiseerd	Gestandaardiseerd
Dicofol	0%	0%
Heptachloor en heptachloorepoxide*	29%	23%
Hexabroomcyclododecaan	0%	0%
Hexachloorbenzeen	0%	6%**
Hexachloorbutadieen	0%	0%
Perfluorooctaansulfonzuur	33%	40%
Polybroomdifenyylethers	96%	97%
Polychloordibenzo-p-dioxinen en -furanen en dioxineachtige polychloorbifenylen ¹	0%	25%
Kwik	94%	96%

* Rode beoordeling gebaseerd op expert judgement, aangezien zeer veel waarden onder de bepalingsgrens liggen en toetsbare waarden bijna gebiedsdekkend boven de biota-MKN liggen

** Drie waterlichamen met duidelijk hogere waarden (Karlsruhe, Mannheim en Kleef-Bimmen)

¹ Als WHO-TEQ

Tabel 2: Overzicht MKN-overschrijdingen schelpdieren (zonder vergelijking in de ruimte of de tijd)

Stof	Niet gestandaardiseerd	Gestandaardiseerd
Benzo(a)pyreen	7%	14%
Fluorantheen	19%	14%
Polychloordibenzo-p-dioxinen en -furanen en dioxineachtige polychloorbifenylen (PPCDD/F en dl-PCB's)	0%	0%

Legenda voor de tabellen 1 en 2:

	Geen overschrijding
	Deels overschrijdingen
	(Vrijwel) gebiedsdekkend overschrijding

Aanbevelingen

In ICBR-rapport 259 (Kaderdocument voor de afstemming van de meting van de verontreiniging van biota (vissen/schelpdieren) met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied in de derde KRW-beheercyclus 2021-2027) staat de werkwijze voor het onderhavige rapport beschreven. Het kaderdocument moet voor eind 2026 worden geactualiseerd voor de beheercyclus 2028-2033. De ICBR streeft daarbij naar meer standaardisatie.

Met het oog op de toekomstige samenstelling en evaluatie van soortgelijke datasets moeten in dit hoofdstuk lessen worden getrokken uit de evaluatie van de huidige dataset, om vergelijkbaar werk in de toekomst te vereenvoudigen, te versnellen en robuuster te maken tegen fouten. De twee belangrijkste aspecten zijn a) de volledigheid en b) de uniformiteit van de dataset:

- Voor de aanbevolen standaardisatie van de analytische gegevens naar het vet- of drogestofgehalte is het noodzakelijk dat er voor elk monster een vet- en drogestofgehalte beschikbaar is. Gegevens zonder deze aanvullende informatie kunnen anders vanwege de uniformiteit niet of alleen tot op zekere hoogte worden gebruikt, door toepassing van gemiddelde drogestofgehaltenes.
- Het vetgehalte moet zoveel mogelijk met vergelijkbare methoden worden bepaald.
- Biometrische gegevens (gewicht, lengte, leeftijd) moeten zo uniform mogelijk worden aangegeven om een vergelijking mogelijk te maken.
- In het geval van poolmonsters van meerdere vissen moet er een uniforme procedure worden ontwikkeld voor het omzetten van de leeftijdsinformatie in een numeriek bruikbare waarde om te voorkomen dat er leeftijdsranges worden aangegeven.
- Alle analytische gehalten aan verontreinigende stoffen moeten zo uniform mogelijk in de eenheid “µg/kg NG” worden aangegeven om omrekeningen, vragen en verkeerde interpretaties te voorkomen.

Voor toekomstige trendwaarnemingen is ook een hoge mate van continuïteit in de bemonstering en gegevensverzameling vereist. Alleen door de invloeden van externe factoren tot een minimum te beperken, zijn temporele en spatiële trends in de milieuvervuiling statistisch te onderzoeken. Voor de statistische trendberekening is het bovendien zinvol als er uit elk onderzoeksjaar, in het ideale geval uit elk jaar, een evenredig aantal monsters beschikbaar is en er geen jaren zijn die onevenredig sterk vertegenwoordigd zijn. Ook moeten afzonderlijke waterlichamen regelmatig worden bemonsterd, idealiter jaarlijks, om per waterlichaam trends te kunnen signaleren. Contrastvergelijkingen tussen twee jaren die ver uit elkaar liggen zijn in principe wel mogelijk, maar gaan voorbij aan mogelijke schommelingen tussen deze twee jaren en zijn gevoelig voor vertekening als

gevolg van schommelingen in de afzonderlijke jaren. Hierdoor is er uit contrastvergelijkingen minder op te maken dan uit trendberekeningen.

Om in toekomstige evaluaties in principe zowel omnivore als carnivore vissoorten te kunnen opnemen en rekening te houden met verschillen in de chemische verontreiniging in de voedselketen, moet standaardisatie naar trofisch niveau worden besproken en geïmplementeerd.

Bij het analyseren van heptachloor en heptachloorepoxide dient er bij de keuze van het laboratorium op te worden gelet dat het laboratorium voldoende lage bepalingsgrenzen onder de kwaliteitsnorm kan bereiken. Alleen zo kan de naleving van de milieukwaliteitsnorm in de toekomst effectief worden gemonitord. Uit de dataset bleek duidelijk dat tal van laboratoria al in staat zijn om voldoende gevoelig te meten en dat overschrijdingen van de milieukwaliteitsnorm vaak voorkomen bij analyses in voldoende gevoelige laboratoria. Het vermoeden blijft dus bestaan dat overschrijdingen van de milieukwaliteitsnorm eenvoudigweg over het hoofd worden gezien vanwege een verkeerde laboratoriumkeuze. Deze problemen en overschrijdingen van de milieukwaliteitsnorm worden ook gerapporteerd uit andere Europese landen (Lyche et al. 2020, Vermeirssen et al. 2017) en benadrukken daarom de bestaande kennislacune.

Om te komen tot een vergelijkbare evaluatie voor het hele Rijnstroomgebied moet er duidelijkheid worden gebracht in de kwestie van standaardisatie. Tot nu toe wordt er in de ICBR-lidstaten op verschillende manieren te werk gegaan. Deels wordt de MKN-toets uitgevoerd op basis van gestandaardiseerde gegevens, deels op basis van niet-gestandaardiseerde gegevens. Er zou moeten worden gestreefd naar een uniforme aanpak op EU-niveau of ten minste ICBR-niveau.

Inhoudsopgave

	Pagina
Lijst van afkortingen	4
Samenvatting	5
Aanbevelingen	8
Inhoudsopgave	10
Lijst van tabellen	12
Lijst van figuren	15
 1 Inleiding en achtergrond	 26
2 Gegevensbasis	28
3 Gegevensverwerking en evaluatie	34
4 Resultaten en discussie	38
4.1 Vismonsters	38
4.1.1 Beschrijving van de dataset	38
4.1.2 Karakterisering van de vissoorten	44
4.1.3 Vergelijking van gegevens van filet en hele vis	53
4.1.4 Vergelijking van omnivore en carnivore vissoorten	57
4.1.5 Overzicht van gehalten aan schadelijke stoffen	61
4.1.6 Ruimtelijke vergelijking	83
4.2 Schelpdiermonsters	105
4.2.1 Beschrijving van de dataset	105
4.2.2 Karakterisering van de schelpdiersoorten	111
4.2.3 Overzicht van gehalten aan schadelijke stoffen	112
4.2.4 Ruimtelijke vergelijking	120
5 Bibliografie	130
 Bijlagen 135	
A.1 Stoffen en stofgroepen	136
A.1.1 Benzo(a)pyreen	136
A.1.2 Dicofol	136
A.1.3 Fluorantheen	137
A.1.4 Heptachloor en heptachloorepoxide	137
A.1.5 Hexachloorbenzeen	137
A.1.6 Hexachloorbutadieen	138
A.1.7 Perfluoroctaansulfonzuur	138

A.1.8	Polybroomdifenylethers en hexabroomcyclododecaan.....	139
A.1.9	Dioxinen en dioxineachtige verbindingen	140
A.1.10	Polychloorbifenylen	140
A.1.11	Kwik	141
A.1.12	Overzicht.....	141
A.2	Aanvullende figuren: belastingskaarten zonder standaardisaties	143
A.3	Aanvullende figuren: Belastingskaarten met standaardisaties	167
A.4	Aanvullende tabellen.....	191

Lijst van tabellen

	Pagina
Tabel 1: Overzicht MKN-overschrijdingen vissen (zonder vergelijking in de ruimte of de tijd)	6
Tabel 2: Overzicht MKN-overschrijdingen schelpdieren (zonder vergelijking in de ruimte of de tijd)	7
Tabel 4: Overzicht van de waterlichamen uit de visdataset, inclusief de meetlocaties die in de waterlichamen zijn samengevoegd	28
Tabel 5: Overzicht van de waterlichamen uit de schelpdierendataset, inclusief de meetlocaties die in de waterlichamen zijn samengevoegd	32
Tabel 6: Overzicht van de onderzochte stoffen of stofgroepen en de te gebruiken standaardisatie, het geprefereerde monstermateriaal voor MKN-monitoring en factoren voor de omrekening van concentraties in filet naar concentraties in hele vis volgens Radermacher et al. (2019) (n.b.: niet beschikbaar)	35
Tabel 7: Overzichtstabel van de geanalyseerde datasets van alle vismonsters	39
Tabel 8: Lengte van de verschillende vissoorten: beschrijvende parameters	47
Tabel 9: Gewicht van de verschillende vissoorten: beschrijvende parameters	47
Tabel 10: Indeling van de vissoorten in omnivoor en carnivoor.	57
Tabel 11: Vergelijking van de chemische verontreiniging van omnivore en carnivore vissoorten. N (totaal): totaal aantal geleverde datasets; N (bruikbaar): aantal datasets waarbij standaardisatie mogelijk was; N (>LOQ): aantal bruikbare waarden boven de bepalingsgrens; p (t-toets): resultaat van de t-toets van twee onafhankelijke steekproeven. Vetgedrukt: significante verschillen ($p < 0,05$).	61
Tabel 12: Overzicht van de niet-gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen in omnivore vissen: beschrijvende parameters over de gehele bemonsteringsperiode 2015-2022. Alle gegevens zijn omgerekend naar het monstermateriaal dat relevant is voor de MKN-monitoring, voor HCBd en HC+HCE zijn filet en hele vis samengevoegd.	64
Tabel 13: Overzicht van de niet-gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen in carnivore vissen: beschrijvende parameters over de gehele bemonsteringsperiode 2015-2022. Alle gegevens zijn omgerekend naar het monstermateriaal dat relevant is voor de MKN-monitoring, voor HCBd en HC+HCE zijn filet en hele vis samengevoegd.	65

Tabel 14:	Overzicht van de niet-gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen in alle vissen (omnivoor en carnivoor): beschrijvende parameters over de gehele bemonsteringsperiode 2015-2022. Alle gegevens zijn omgerekend naar het monstermateriaal dat relevant is voor de MKN-monitoring, voor HCBd en HC+HCE zijn filet en hele vis samengevoegd.	66
Tabel 15:	Overzicht van de gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen in omnivore vissen: beschrijvende parameters over de gehele bemonsteringsperiode 2015-2022. Kwik en PFOS: DS-standaardisatie (inclusief proxywaarden voor het drogestofgehalte); overige: vet-standaardisatie. Alle gegevens zijn omgerekend naar het monstermateriaal dat relevant is voor de MKN-monitoring, voor HCBd en HC+HCE zijn filet en hele vis samengevoegd.	75
Tabel 16:	Overzicht van de gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen in carnivore vissen: beschrijvende parameters over de gehele bemonsteringsperiode 2015-2022. Kwik en PFOS: DS-standaardisatie; overige: vet-standaardisatie. Alle gegevens zijn omgerekend naar het monstermateriaal dat relevant is voor de MKN-monitoring, voor HCBd en HC+HCE zijn filet en hele vis samengevoegd.	76
Tabel 17:	Overzicht van de gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen in alle vissen (omnivoor en carnivoor): beschrijvende parameters over de gehele bemonsteringsperiode 2015-2022. Kwik en PFOS: DS-standaardisatie; overige: vet-standaardisatie. Alle gegevens zijn omgerekend naar het monstermateriaal dat relevant is voor de MKN-monitoring, voor HCBd en HC+HCE zijn filet en hele vis samengevoegd.	77
Tabel 18:	Overzicht van het voor de ruimtelijke analyse gebruikte monstermateriaal, de vissoorten op basis van hun trofische niveau (omnivoren en carnivoren) en het soort standaardisatie per stof(groep).....	83
Tabel 19:	Overzichtstabel van de geanalyseerde datasets van schelpdiermonsters. ...	106
Tabel 20:	Overzicht van de niet-gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen in schelpdieren: beschrijvende parameters over de gehele bemonsteringsperiode 2015-2023.....	114
Tabel 21:	Overzicht van de naar het vetgehalte gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen in schelpdieren: beschrijvende parameters over de gehele bemonsteringsperiode 2015-2023.....	118
Tabel 3:	MKN's van de onderzochte stoffen en stofgroepen.	142

Tabel 22:	Overzicht van de vismonsters inclusief biometrische gegevens (alle gegevens na standaardisatie en opschoning, waarden deels afgerond).....	191
Tabel 23:	Overzicht van de schelpdiermonsters inclusief biometrische gegevens (alle gegevens na standaardisatie en opschoning).	205

Lijst van figuren

	Pagina
Figuur 1: Overzichtskaart van alle waterlichamen voor vissen (legenda: zie tabel 4).	31
Figuur 2: Overzichtskaart van alle waterlichamen voor schelpdieren (legenda: zie tabel 5).	33
Figuur 3: Overzichtsgrafiek van de gevangen vissoorten (absolute waarden) per jaar.	40
Figuur 4: Overzichtsgrafiek van de gevangen vissoorten (relatieve waarden) per jaar.	41
Figuur 5: Overzicht van monsteraantallen per waterlichaam en per gevangen vissoort (Rijn, Neckar, Moezel).	42
Figuur 6: Overzicht van monsteraantallen per waterlichaam en per gevangen vissoort (Saar, Lahn, Sauer, Meurthe en andere).	43
Figuur 7: Lengteverdeling van kopvoorn, rivierbaars en blankvoorn in lengteklassen (doorgaans gemiddelden van een poolmonster).	45
Figuur 8: Gewichtsverdeling van kopvoorn, rivierbaars en blankvoorn in gewichtsklassen (doorgaans gemiddelden van een poolmonster).	46
Figuur 9: Boxplot met de gerapporteerde vetgehaltes in de filetmonsters van verschillende vissoorten (ruit: gemiddelde; tussen haakjes: aantal monsters).	49
Figuur 10: Boxplot met de gerapporteerde vetgehaltes in de monsters van hele vis van verschillende vissoorten (ruit: gemiddelde; tussen haakjes: aantal monsters).	50
Figuur 11: Boxplot met de gerapporteerde drogestofgehaltes in de filetmonsters van verschillende vissoorten (ruit: gemiddelde; tussen haakjes: aantal monsters).	51
Figuur 12: Boxplot met de gerapporteerde drogestofgehaltes in de monsters van hele vis van verschillende vissoorten (ruit: gemiddelde; tussen haakjes: aantal monsters).	52
Figuur 13: Vergelijking van analytische gegevens in monsters van filet en hele vis en vergelijking van naar filet omgerekende gegevens (gestandaardiseerd naar filet). Kwik (DS-standaardisatie, MKN: 20 µg/kg NG) en PFOS (DS-standaardisatie, MKN: 9,1 µg/kg NG). Rode lijn: milieukwaliteitsnorm; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ.	54
Figuur 14: Vergelijking van analytische gegevens in monsters van filet en hele vis en vergelijking van naar filet omgerekende gegevens (gestandaardiseerd naar filet). PCDD/F+dl-PCB (vet-standaardisatie, MKN: 0,0065 µg/kg NG) en hexachloorbutadieen (vet-standaardisatie, geen omrekening mogelijk, n.b.: niet	

- beschikbaar, MKN: 55 µg/kg NG). Rode lijn: milieukwaliteitsnorm; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ. 54
- Figuur 15: Vergelijking van analytische gegevens in monsters van filet en hele vis en vergelijking van naar filet omgerekende gegevens (gestandaardiseerd naar filet). Hexabroomcyclododecaan (vet-standaardisatie, MKN: 167 µg/kg NG) en PBDE conform KRW (vet-standaardisatie, MKN: 0,0085 µg/kg NG). Rode lijn: milieukwaliteitsnorm; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ. 55
- Figuur 16: Vergelijking van analytische gegevens in monsters van filet en hele vis en vergelijking van naar filet omgerekende gegevens (gestandaardiseerd naar filet). Hexachloorbenzeen (vet-standaardisatie, MKN: 10 µg/kg NG). Rode lijn: milieukwaliteitsnorm; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ. 55
- Figuur 17: Vergelijking van analytische gegevens in monsters van filet en hele vis en vergelijking van naar filet omgerekende gegevens (gestandaardiseerd naar filet). Heptachloor en heptachloorepoxide (vet-standaardisatie, geen omrekening mogelijk, n.b.: niet beschikbaar, MKN: 0,0067 µg/kg NG). Rode lijn: milieukwaliteitsnorm; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ. 56
- Figuur 18: Vergelijking van de chemische verontreiniging van omnivore en carnivore vissoorten. Deel 1: kwik (DS-standaardisatie, omrekening naar hele vis, MKN: 20 µg/kg NG) en PFOS (DS-standaardisatie, omrekening naar filet, MKN: 9,1 µg/kg NG). Rode lijn: milieukwaliteitsnorm; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ. 58
- Figuur 19: Vergelijking van de chemische verontreiniging van omnivore en carnivore vissoorten. Deel 2: PCDD/F+dl-PCB's (vet-standaardisatie, omrekening naar filet, MKN: 0,0065 µg/kg NG) en hexachloorbutadieen (vet-standaardisatie, monsters van filet en hele vis, MKN: 55 µg/kg NG). Rode lijn: milieukwaliteitsnorm (hexachloorbutadieen: MKN buiten het weergegeven bereik); tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ. 59
- Figuur 20: Vergelijking van de chemische verontreiniging van omnivore en carnivore vissoorten. Deel 3: hexabroomcyclododecaan (vet-standaardisatie, omrekening naar hele vis, MKN: 167 µg/kg NG) en PBDE conform KRW (vet-standaardisatie, omrekening naar filet, MKN: 0,0085 µg/kg NG). Rode lijn: milieukwaliteitsnorm (hexabroomcyclododecaan: MKN buiten het weergegeven bereik); tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ. 59
- Figuur 21: Vergelijking van de chemische verontreiniging van omnivore en carnivore vissoorten. Deel 4: hexachloorbenzeen (vet-standaardisatie; omrekening naar filet, MKN: 10 µg/kg NG). Rode lijn: milieukwaliteitsnorm (hexachloorbenzeen:

	MKN buiten het weergegeven bereik); tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ>.....	60
Figuur 22:	Vergelijking van de chemische verontreiniging van omnivore en carnivore vissoorten. Deel 5: heptachloor en heptachloorepoxide (vet-standaardisatie, monsters van filet en van hele vis, MKN: 0,0067 µg/kg NG). Rode lijn: milieukwaliteitsnorm; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ>.	60
Figuur 23:	Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 1: kwik (zonder standaardisatie; omrekening naar hele vis; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).	67
Figuur 24:	Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 2: PFOS (zonder standaardisatie, omrekening naar filet; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).	68
Figuur 25:	Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 3: PCDD/F+dl-PCB's (zonder standaardisatie, omrekening naar filet; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).	68
Figuur 26:	Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 4: hexachloorbutadieen (zonder standaardisatie; omrekening naar hele vis; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).	69
Figuur 27:	Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 5: hexabroomcyclododecaan (zonder standaardisatie; omrekening naar hele vis; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).	69
Figuur 28:	Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 6: PBDE conform KRW (zonder standaardisatie; omrekening naar filet; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).	70
Figuur 29:	Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 7: hexachloorbenzeen (zonder standaardisatie, omrekening naar filet; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).	70
Figuur 30:	Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 9: heptachloor en heptachloorepoxide (zonder standaardisatie, omrekening naar filet; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).	71
Figuur 31:	Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 1: kwik (DS-standaardisatie inclusief proxywaarden voor het drogestofgehalte; omrekening naar hele vis; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).	79
Figuur 32:	Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 2: PFOS (DS-standaardisatie inclusief proxywaarden voor het drogestofgehalte; omrekening naar filet; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).	79

Figuur 33:	Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 3: PCDD/F+dl-PCB (vet-standaardisatie; omrekening naar filet; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).	80
Figuur :	Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 4: hexachloorbutadieen (vet-standaardisatie; omrekening naar hele vis; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).	80
Figuur :	Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 5: hexabroomcyclododecaan (vet-standaardisatie; omrekening naar hele vis; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).	81
Figuur 36:	Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 6: PBDE conform KRW (vet-standaardisatie; omrekening naar filet; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).	81
Figuur 37:	Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 7: hexachloorbenzeen (vet-standaardisatie; omrekening naar filet; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).	82
Figuur 38:	Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 9: heptachloor en heptachloorepoxide (vet-standaardisatie; omrekening naar filet; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).	82
Figuur 39:	Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 1: kwik (zonder standaardisatie, omrekening naar hele vis, alleen omnivoor).	86
Figuur 40:	Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 2: PFOS (zonder standaardisatie, omrekening naar filet, alleen omnivoor).	87
Figuur 41:	Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 3: PCDD/F+dl-PCB's (zonder standaardisatie, omrekening naar filet, omnivoor en carnivoor).	88
Figuur 42:	Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 4: hexachloorbutadieen (zonder standaardisatie, filet en hele vis, omnivoor en carnivoor).	89
Figuur 43:	Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 5: hexabroomcyclododecaan (zonder standaardisatie, omrekening naar hele vis, omnivoor en carnivoor).	90
Figuur 44:	Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 6: PBDE conform KRW (zonder standaardisatie, omrekening naar filet, alleen omnivoor).	91

Figuur 45:	Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 7: hexachloorbenzeen (zonder standaardisatie, omrekening naar filet, omnivoor en carnivoor).....	92
Figuur 46:	Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 9: heptachloor en heptachloorepoxide (zonder standaardisatie, filet en hele vis, omnivoor en carnivoor).	93
Figuur 47:	Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 1: kwik (DS-standaardisatie inclusief proxywaarden voor het drogestofgehalte, omrekening naar hele vis, alleen omnivoor).....	97
Figuur 48:	Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 2: PFOS (DS-standaardisatie inclusief proxywaarden voor het drogestofgehalte, omrekening naar filet, alleen omnivoor).....	98
Figuur 49:	Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 3: PCDD/F+dl-PCB's (vet-standaardisatie; omrekening naar filet, omnivoor en carnivoor).....	99
Figuur 50:	Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 4: hexachloorbutadieen (vet-standaardisatie, filet en hele vis, omnivoor en carnivoor).....	100
Figuur 51:	Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 5: hexabroomcyclododecaan (vet-standaardisatie, omrekening naar hele vis, omnivoor en carnivoor).	101
Figuur 52:	Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 6: PBDE conform KRW (vet-standaardisatie, omrekening naar filet, alleen omnivoor).....	102
Figuur 53:	Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 7: hexachloorbenzeen (vet-standaardisatie, omrekening naar filet, omnivoor en carnivoor).....	103
Figuur 54:	Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 9: heptachloor en heptachloorepoxide (vet-standaardisatie, filet en hele vis, omnivoor en carnivoor).	104
Figuur 55:	Overzichtsgrafiek van de gevangen schelpdiersoorten (absolute waarden) per jaar.	107
Figuur 56:	Verdeling van de gevangen schelpdiersoorten per jaar (percentages per jaar).	108

Figuur 57: Overzicht van monsteraantallen per waterlichaam en per gevangen schelpdiergeslacht (Rijn en Neckar).....	109
Figuur 58: Overzicht van monsteraantallen per waterlichaam en per gevangen schelpdiergeslacht (Moezel, Lahn, Meurthe, Saar en andere).....	110
Figuur 59: Vet- en drogestofgehaltes van de verschillende schelpdiersoorten in alle monsters; tussen haakjes: aantal monsters.....	111
Figuur 60: Boxplot van alle meetresultaten van fluorantheen, benzo(a)pyreen en dioxinen en dioxineachtige PCB's per schelpdiergeslacht. Zonder standaardisatie; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ.	115
Figuur 61: Boxplot van alle meetresultaten van fluorantheen, benzo(a)pyreen en dioxinen en dioxineachtige PCB's per schelpdiergeslacht. Alle gegevens zijn gestandaardiseerd naar het vetgehalte; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ.....	119
Figuur 62: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in schelpdieren; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 1: fluorantheen (zonder standaardisatie, Corbicula en Dreissena).....	122
Figuur 64: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in schelpdieren; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 3: PCDD/F+dl-PCB's (zonder standaardisatie, Corbicula en Dreissena). Opmerking: Alleen Baden-Württemberg heeft gegevens over PCDD/F+dl-PCB's in schelpdieren gerapporteerd (Rijn en Neckar).	124
Figuur 65: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in schelpdieren; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 1: fluorantheen (vet-standaardisatie, Corbicula en Dreissena).....	127
Figuur 66: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in schelpdieren; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 2: benzo(a)pyreen (vet-standaardisatie, Corbicula en Dreissena).....	128
Figuur 67: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in schelpdieren; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 3: PCDD/F+dl-PCB's (vet-standaardisatie, Corbicula en Dreissena). Opmerking: Alleen Baden-Württemberg heeft gegevens over PCDD/F+dl-PCB's in schelpdieren gerapporteerd (Rijn en Neckar).	129
Figuur 68: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 1A: kwik in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar hele vis; alleen omnivoren; MKN: 20 µg/kg NG).....	143

Figuur 69:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 1B: kwik in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar hele vis; alleen omnivoren; MKN: 20 µg/kg NG).....	144
Figuur 70:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 2A: PFOS in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar filet; alleen omnivoren; MKN: 9,1 µg/kg NG).	145
Figuur 71:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 2B: PFOS in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar filet; alleen omnivoren; MKN: 9,1 µg/kg NG).	146
Figuur 72:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 2C: PFOS in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar filet; omnivoren en carnivoren; MKN: 9,1 ng/kg NG).	147
Figuur 73:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 2D: PFOS in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar filet; omnivoren en carnivoren; MKN: 9,1 ng/kg NG).	148
Figuur 74:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 3A: PCDD/F + dl-PCB's in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar filet; omnivoren en carnivoren; MKN: 0,0065 ng/kg NG; informatie hier in ng/kg NG).	149
Figuur 75:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 3B: PCDD/F + dl-PCB's in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar filet; omnivoren en carnivoren; MKN: 0,0065 ng/kg; informatie in ng/kg NG).150	
Figuur 76:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 4A: hexachloorbutadieen in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; filet en hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 55 µg/kg NG).	151
Figuur 77:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 4B: hexachloorbutadieen in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; filet en hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 55 µg/kg NG).	152
Figuur 78:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 5A: hexabroomcyclododecaan in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 167 µg/kg NG).	153
Figuur 79:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 5B: hexabroomcyclododecaan in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 167 µg/kg NG).	154

Figuur 80:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 6A: PBDE conform KRW in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar filet; alleen omnivoren; MKN: 0,0085 µg/kg NG).	155
Figuur 81:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 6B: PBDE conform KRW in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar filet; alleen omnivoren; MKN: 0,0085 µg/kg NG).....	156
Figuur 82:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 7A: hexachloorbenzeen in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar filet; omnivoren en carnivoren; MKN: 10 µg/kg NG).	157
Figuur 84:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 9A: heptachloor en heptachloorepoxide in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; filet en hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 0,0067 µg/kg NG).	159
Figuur 85:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 9B: heptachloor en heptachloorepoxide in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; filet en hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 0,0067 µg/kg NG).	160
Figuur 86:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 1A: fluorantheen in de Rijn (gemiddelden 2016-2023; zonder standaardisatie; MKN: 30 µg/kg NG).161	
Figuur 87:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 1B: fluorantheen in zijrivieren (gemiddelden 2016-2023; zonder standaardisatie; MKN: 30 µg/kg NG).	162
Figuur 88:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 2A: benzo(a)pyreen in de Rijn (gemiddelden 2016-2023; zonder standaardisatie; MKN: 5 µg/kg NG). 163	
Figuur 89:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 2B: benzo(a)pyreen in zijrivieren (gemiddelden 2016-2023; zonder standaardisatie; MKN: 5 µg/kg NG).	164
Figuur 90:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 3A: PCDD/F en dl-PCB's in de Rijn (gemiddelden 2016-2023; zonder standaardisatie; MKN: 0,0065 µg/kg NG; informatie hier in ng/kg NG). Opmerking: Alleen Baden-Württemberg heeft waarden voor PCDD/F en dl-PCB's gerapporteerd.	165
Figuur 91:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 3B: PCDD/F en dl-PCB's in zijrivieren (gemiddelden 2016-2023; zonder standaardisatie; MKN: 0,0065 µg/kg NG; informatie hier in ng/kg NG). Opmerking: Alleen Baden-Württemberg heeft waarden voor PCDD/F- en dl-PCB's gerapporteerd.	166

Figuur 92:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 1A: kwik in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; DS-standaardisatie inclusief proxy-drogestofgehaltes; omrekening naar hele vis; alleen omnivoren; MKN: 20 µg/kg NG).....	167
Figuur 93:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 1B: kwik in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; DS-standaardisatie inclusief proxy-drogestofgehaltes; omrekening naar hele vis; alleen omnivoren; MKN: 20 µg/kg NG).....	168
Figuur 94:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 2A: PFOS in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; DS-standaardisatie inclusief proxy-drogestofgehaltes; omrekening naar fileet; alleen omnivoren; MKN: 9,1 µg/kg NG).	169
Figuur 95:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 2B: PFOS in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; DS-standaardisatie inclusief proxy-drogestofgehaltes; omrekening naar fileet; alleen omnivoren; MKN: 9,1 µg/kg NG).	170
Figuur 96:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 2C: PFOS in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; DS-standaardisatie inclusief proxy-drogestofgehaltes; omrekening naar fileet; alleen carnivoren; MKN: 9,1 µg/kg NG).	171
Figuur 97:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 2d: PFOS in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; DS-standaardisatie inclusief proxy-drogestofgehaltes; omrekening naar fileet; alleen carnivoren; MKN: 9,1 µg/kg NG).	172
Figuur 98:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 3A: PCDD/F + dl-PCB's in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; omrekening naar fileet; omnivoren en carnivoren; MKN: 0,0065 ng/kg NG; informatie hier in ng/kg NG).	173
Figuur 99:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 3B: PCDD/F + dl-PCB's in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; omrekening naar fileet; omnivoren en carnivoren; MKN: 0,0065 ng/kg NG; informatie hier in ng/kg NG).	174
Figuur 100:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 4A: hexachloorbutadieen in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; fileet en hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 55 µg/kg NG).	175
Figuur 101:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 4B: hexachloorbutadieen in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; fileet en hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 55 µg/kg NG).	176
Figuur 102:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 5A: hexabroomcyclododecaan in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; omrekening naar hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 167 µg/kg NG).....	177

Figuur 103:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 5B: hexabroomcyclododecaan in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; omrekening naar hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 167 µg/kg NG).	178
Figuur 104:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 6A: PBDE conform KRW in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; omrekening naar filet; alleen omnivoren; MKN: 0,0085 µg/kg NG).	179
Figuur 105:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 6B: PBDE conform KRW in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; omrekening naar filet; alleen omnivoren; MKN: 0,0085 µg/kg NG).	180
Figuur 106:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 7A: hexachloorbenzeen in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; omrekening naar filet; omnivoren en carnivoren; MKN: 10 µg/kg NG).	181
Figuur 107:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 7B: hexachloorbenzeen in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; omrekening naar filet; omnivoren en carnivoren; MKN: 10 µg/kg NG).	182
Figuur 108:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 9A: heptachloor en heptachloorepoxide in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; filet en hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 0,0067 µg/kg NG).	183
Figuur 109:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 9B: heptachloor en heptachloorepoxide in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; filet en hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 0,0067 µg/kg NG).	184
Figuur 110:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 1A: fluorantheen in de Rijn (gemiddelden 2016-2023; vet-standaardisatie; MKN: 30 µg/kg NG).	185
Figuur 111:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 1B: fluorantheen in zijrivieren (gemiddelden 2016-2023; vet-standaardisatie; MKN: 30 µg/kg NG).	186
Figuur 112:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 2A: genzo(a)pyreen in de Rijn (gemiddelden 2016-2023; vet-standaardisatie; MKN: 5 µg/kg NG).	187
Figuur 113:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 2B: benzo(a)pyreen in zijrivieren (gemiddelden 2016-2023; vet-standaardisatie; MKN: 5 µg/kg NG).	188
Figuur 114:	Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 3A: PCDD/F en dl-PCB's in de Rijn (gemiddelden 2016-2023; vet-standaardisatie; MKN: 0,0065 µg/kg NG; informatie hier in ng/kg NG). Opmerking: Alleen Baden-Württemberg heeft waarden voor PCDD/F en dl-PCB's gerapporteerd.	189

Figuur 115: Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 3B: PCDD/F en dl-PCB's in zijrivieren (gemiddelden 2016-2023; vet-standaardisatie; MKN: 0,0065 µg/kg NG; informatie hier in ng/kg NG). Opmerking: Alleen Baden-Württemberg heeft waarden voor PCDD/F en dl-PCB's gerapporteerd. 190

1 Inleiding en achtergrond

Vissen worden sinds vele jaren in het kader van de biotamonitoring bemonsterd. Afhankelijk van het vraagstuk en het bekeken beschermingsdoel worden daarbij echter zeer uiteenlopende strategieën toegepast.

Als de bescherming van de menselijke gezondheid centraal staat, worden er voornamelijk consumptievissen onderzocht. De toegelaten maximumgehalten, die zijn vastgelegd in verordening (EU) 2023/915 van de Commissie, hebben gewoonlijk betrekking op het spierweefsel van een selectie van consumptievissen. Alleen als vis in zijn geheel wordt opgegeten, geldt de norm voor de hele vis.

De sinds 2000 vigerende Kaderrichtlijn Water (KRW; EU, 2000) heeft daarentegen betrekking op de bescherming van zowel de mens als het milieu. De waterkwaliteit dient in het kader van een regelmatige monitoring te worden bepaald aan de hand van schadelijke stoffen die bijzonder relevant ("prioritair") zijn voor het milieu. Voor deze stoffen zijn er MKN's afgeleid die als voorschrift dienen en tot doel hebben toekomstige te nemen acties aan te sturen (bijv. maatregelen om emissies te verminderen). Enkele prioritaire stoffen die als gevolg van hun fysisch-chemische eigenschappen moeilijk kunnen worden gemeten in de waterfase worden gemonitord in biota. De desbetreffende MKN's gelden voor beide beschermingsdoelen "menselijke gezondheid" en "bescherming van in het wild levende dieren tegen doorvergiftiging". De grenswaarde voor het gevoeligste beschermingsdoel was doorslaggevend bij de vaststelling van de MKN's (EU, 2013). Elf van deze bio-accumulerende stoffen en stofgroepen moeten worden gemonitord in vissen, schelp- en weekdieren (zie Tabel 21).

De in het Rijnstroomgebied verzamelde monitoringgegevens waren tot 2013 zeer heterogeen. Afhankelijk van het onderzoeksprogramma waren er verschillen tussen de vissoort, de vislengte en het aantal vissen evenals tussen de onderzochte matrix (filet of hele vis). Als gevolg daarvan konden de gegevens niet goed met elkaar worden vergeleken. Zelfs binnen één stroomgebiedsdistrict waren de gegevens vaak zo heterogeen dat ruimtelijke vergelijkingen van verontreinigingen niet gemakkelijk waren (ICBR, 2011; Foekema et al., 2016).

Tegen deze achtergrond heeft de Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR) met het eerste gemeenschappelijke onderzoeksprogramma 2014/2015 naar de verontreiniging van biota met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied (ICBR, 2014; ICBR, 2018) een pilot uitgevoerd waarin zo volledig mogelijk invulling is gegeven aan de wettelijke eisen van het Europese water-, levensmiddelen- en gezondheidsrecht. Door een vergelijkbare en betrouwbare gegevensbasis te creëren, kon de basis worden gelegd voor een gezamenlijke omgang met verontreinigingen in biota/vissen in het stroomgebiedsdistrict Rijn.

Nu is de gezamenlijke evaluatie opnieuw uitgevoerd en zijn gegevens van 2015 tot en met 2022/2023 onderzocht.

Als uitgangspunt voor de monitoring diende het "kader voor de afstemming van de meting van de verontreiniging van biota (vissen/schelpdieren) met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied in de derde KRW-beheerscyclus 2021-2027" (ICBR, 2019).

De door de landen aangeleverde meetgegevens zijn allereerst gestructureerd en gecontroleerd. In het onderhavige rapport is de evaluatie van de monitoringgegevens beschreven.

2 Gegevensbasis

De gegevensbasis bestaat uit tabellen met meet- en metagegevens die door de betrokken ICBR-leden zijn aangeleverd, afkomstig van 224 vismonsters en 121 schelpdiermonsters. Deze zijn centraal door de ICBR verzameld, apart voor vissen en schelpdieren samengevoegd en als tabellen digitaal ter beschikking gesteld aan de opdrachtnemer. Voor de vissen bevatte deze oorspronkelijke gegevensbasis ongeveer 7.900 items met analytische gegevens en de bijbehorende monsterinformatie en metagegevens. De dataset voor schelpdieren bevatte in zijn oorspronkelijke vorm ongeveer 560 analytische gegevens.

Van 3% van de vismonsters en 15% van de schelpdiermonsters ontbraken gegevens van het vetgehalte. Het drogestofgehalte ontbrak bij 38% van de vismonsters en 23% van de schelpdiermonsters. Deze waarden zijn benodigd voor de standaardisatie van de gemeten verontreinigingen naar een standaardvis om de data onderling met elkaar te kunnen vergelijken en voor de normtoetsing. De monsters waar het vetgehalte ontbrak, zijn in de verdere analyse niet meegenomen. De monsters waar het drogestofgehalte ontbrak, zijn wel meegenomen door het gemiddelde van het drogestofgehalte van de andere monsters als goede schatter te gebruiken.

Een overzicht van de datasets wordt afzonderlijk gegeven voor vissen en schelpdieren in de betreffende resultatenhoofdstukken (vissen: 4.1.1; schelpdieren: 4.2.1). Een gedetailleerd overzicht van de monsters, met de bijbehorende biometrische gegevens, is te vinden in Tabel 22 (vissen) en Tabel 23 (schelpdieren) en in bijlage A3. De tabellen in hoofdstuk 4 en hieronder bevatten de gegevens (van vis en schelpdieren) na standaardisatie en opschoning, inclusief de samenvoeging van meetlocaties in een waterlichaam.

De waterlichamen uit de visdataset worden hieronder weergegeven in Tabel 3 (inclusief de meetlocaties die zijn samengevoegd in de waterlichamen) en in Figuur 1 (overzichtskaart).

Op vergelijkbare wijze staan in Tabel 4 en Figuur 2 alle waterlichamen voor schelpdieren.

Als de rij "Meetlocaties in het waterlichaam" in de tabellen leeg blijft, betekent dit dat er zich alleen één meetlocatie met dezelfde naam als het waterlichaam in het waterlichaam bevindt.

Tabel 3: Overzicht van de waterlichamen uit de visdataset, inclusief de meetlocaties die in de waterlichamen zijn samengevoegd

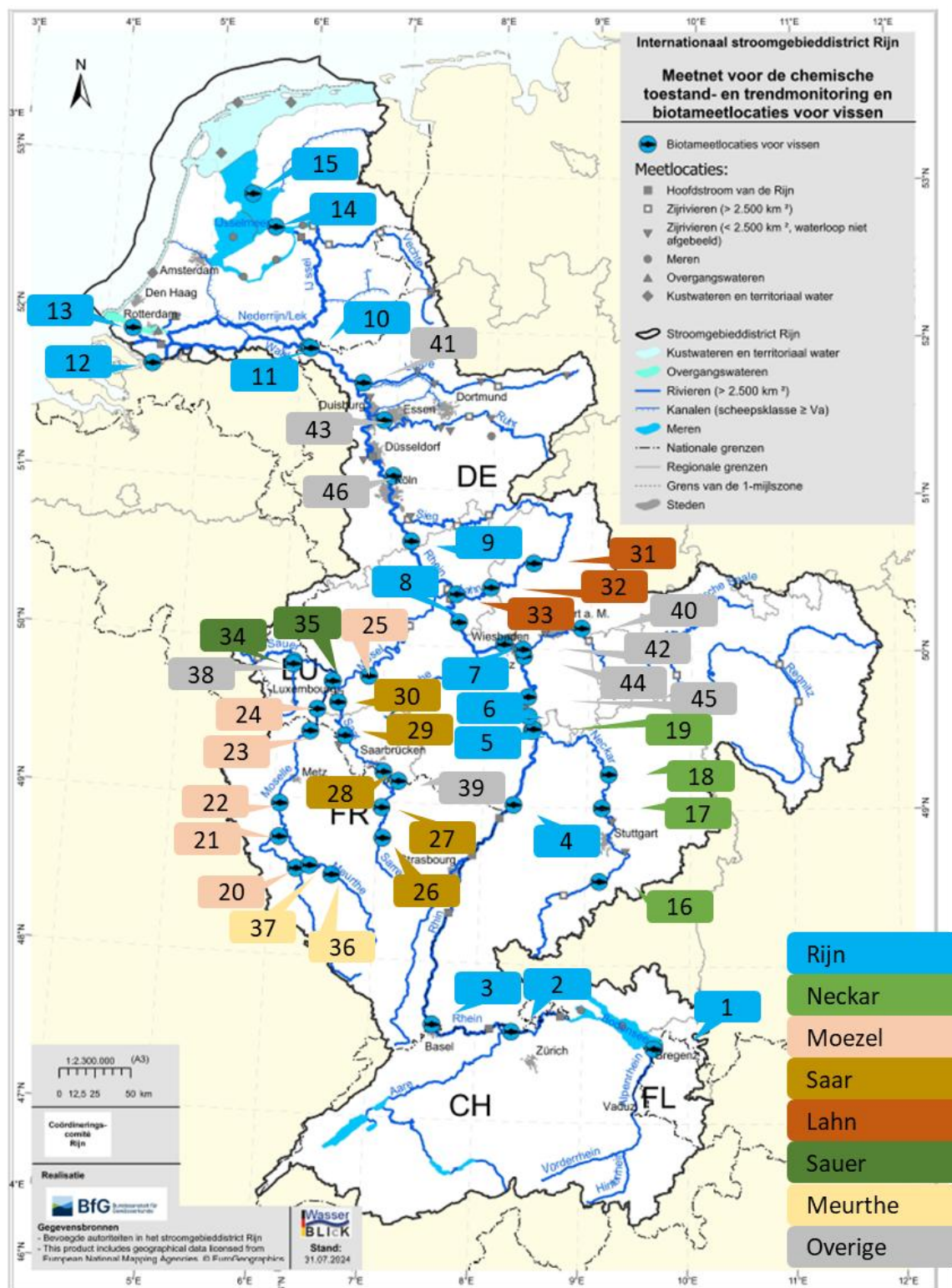
Nr.	Rivier	Waterlichaam	Meetlocaties in het waterlichaam
1	Rijn	Fußach	
2	Rijn	Reckingen	Öhningen, Kadelburg, Hohentengen, Lienheim

Nr.	Rivier	Waterlichaam	Meetlocaties in het waterlichaam
3	Rijn	Weil	Weil am Rhein, Steinenstadt, Istein, Rheinfelden, Restrhein
4	Rijn	Karlsruhe	Karlsruhe, Au am Rhein, Neuburgweier, Daxlanden, Iffezheim
5	Rijn	Mannheim	Mannheim, Ludwigshafen, Linkenheim, Karlsruhe
6	Rijn	Petersau	Petersau, monding van de Neckar
7	Rijn	Budenheim	
8	Rijn	St. Goar	Koblenz, St. Goarshausen, Sankt Sebastian (Andernach), St. Goar
9	Rijn	Bad Honnef	
10	Rijn	Kleef-Bimmen	
11	Rijn	Lobith	
12	Rijn	Hollands Diep	
13	Rijn	Nieuwe Waterweg	
14	Rijn	Ketelmeer	
15	Rijn	IJsselmeer	
16	Neckar	Kirchentellinsfurt	Rottenburg, Nürtingen, Kirchentellinsfurt, Tübingen
17	Neckar	Besigheim	Besigheim, Stuttgart Hofen, Esslingen/Zell, Mundelsheim, Ludwigsburg, Altbach, Altarm Pleidelsheim
18	Neckar	Kochendorf	Bad Friedrichshall, Lauffen am Neckar, Neckarsulmer Altarm, Neckarsulm, Heilbronn
19	Neckar	Mannheim	Neckargmünd, Ilvesheim, Obrigheim, Mannheim
20	Moezel	Tonnoy	
21	Moezel	Liverdun	
22	Moezel	Millery - Vandières	Millery, Vandières
23	Moezel	Uckange - Sierck	Uckange, Manom, Sierck
24	Moezel	Palzem	Palzem, Grevenmacher, Perl
25	Moezel	Detzem	Pöhllich (stuw Detzem), Detzem, Lehmen, Koblenz
26	Saar	Sarraltroff	
27	Saar	Keskastel	
28	Saar	Güdingen/ Grosbliederstroff	Grosbliederstroff (bovenloop), Güdingen/Grosbliederstroff
29	Saar	Fremersdorf	
30	Saar	Schoden	
31	Lahn	Solms-Oberbiel	
32	Lahn	Limburg	
33	Lahn	Nievern	
34	Sauer	Erpeldange	
35	Sauer	Metzdorf	
36	Meurthe	Saint-Clément	

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
Onderzoekscade IME: 2023-030

- Pagina 30/210 -

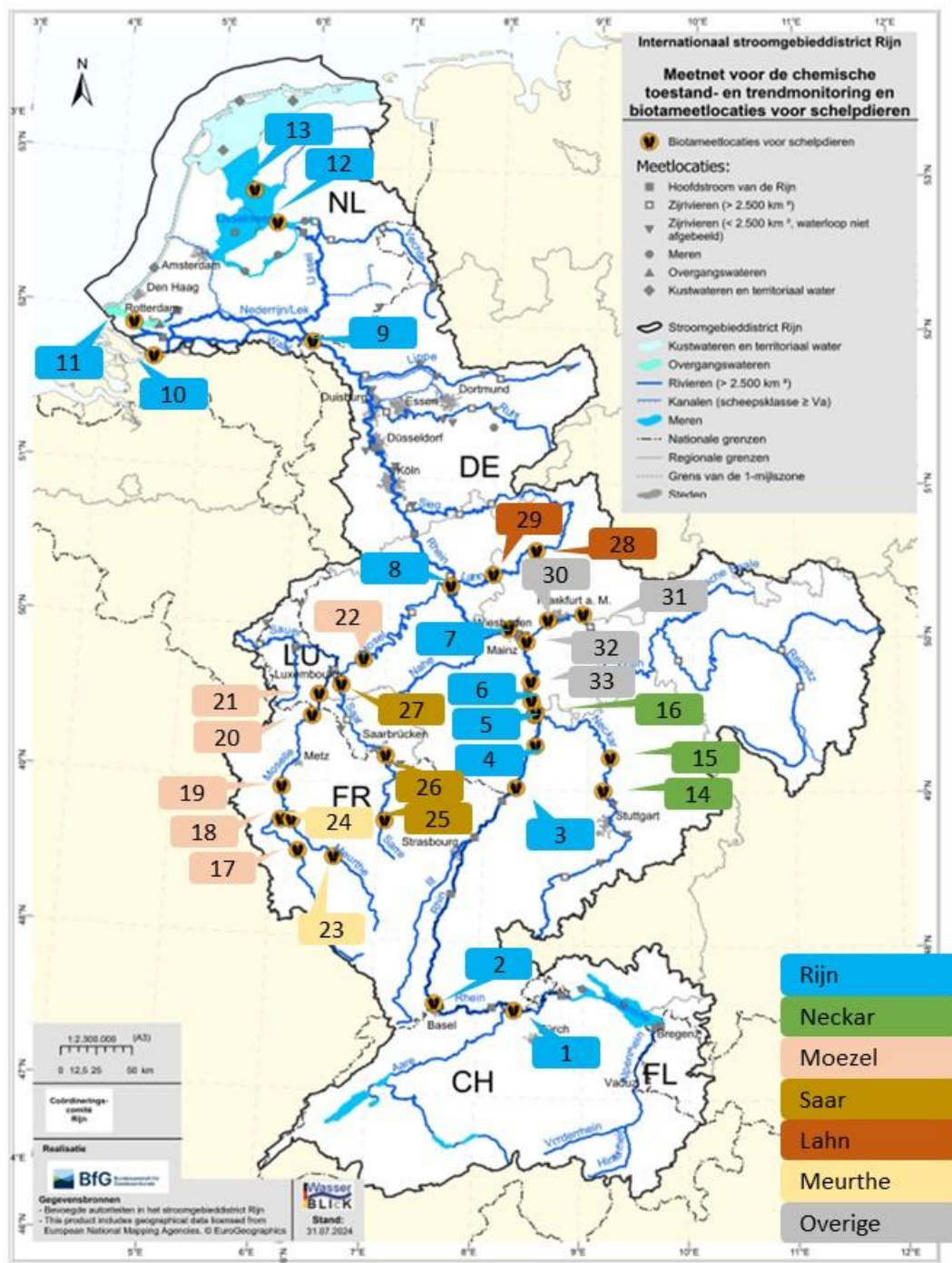
Nr.	Rivier	Waterlichaam	Meetlocaties in het waterlichaam
37	Meurthe	Damelevières	
38	Alzette	Ettelbrück	
39	Blies	Reinheim	
40	Kinzig	Hanau	
41	Lippe	Wesel	
42	Main	Bischofsheim	
43	Ruhr	Mülheim-Kahlenberg	
44	Schwarzbach	Trebur-Astheim	
45	Weschnitz	Biblis-Wattenheim	
46	Wupper	Opladen	



Figuur 1: Overzichtskarta van alle waterlichamen voor vissen (legenda: zie Tabel 3).

Tabel 4: Overzicht van de waterlichamen uit de schelpdierendataset, inclusief de meetlocaties die in de waterlichamen zijn samengevoegd

Nr.	Rivier	Waterlichaam	Meetlocaties in het waterlichaam
1	Rijn	Reckingen	Öhningen, Kadelburg, Hohentengen, Lienheim
2	Rijn	Weil	Weil am Rhein, Steinenstadt, Istein, Rheinfelden, Restrhein
3	Rijn	Karlsruhe	Karlsruhe, Au am Rhein, Neuburgweier, Daxlanden, Iffezheim
4	Rijn	Speyer	
5	Rijn	Mannheim	Mannheim, Ludwigshafen, Linkenheim, Karlsruhe)
6	Rijn	Petersau	Petersau, monding van de Neckar
7	Rijn	Budenheim	
8	Rijn	St. Goar	Koblenz, St. Goarshausen, Sankt Sebastian (Andernach), St. Goar
9	Rijn	Lobith	
10	Rijn	Hollands Diep	
11	Rijn	Nieuwe Maas	
12	Rijn	Ketelmeer	
13	Rijn	IJsselmeer	
14	Neckar	Besigheim	Besigheim, Stuttgart Hofen, Esslingen/Zell, Mundelsheim, Ludwigsburg, Altbach, Altarm Pleidelsheim
15	Neckar	Kochendorf	Bad Friedrichshall, Lauffen am Neckar, Neckarsulmer Altarm, Neckarsulm, Heilbronn
16	Neckar	Mannheim	Neckargmünd, Ilvesheim, Obrigheim, Mannheim
17	Moezel	Tonnoy	
18	Moezel	Liverdun	
19	Moezel	Millery - Vandières	Millery, Vandières
20	Moezel	Uckange - Sierck	Uckange, Manom, Sierck
21	Moezel	Palzem	Palzem, Grevenmacher, Perl
22	Moezel	Detzem	Pöhlich (stuw Detzem), Detzem, Lehmen, Koblenz
23	Meurthe	Saint Clément	
24	Meurthe	Bouxières	
25	Saar	Sarraltroff	
26	Saar	Grosbliederstroff	Grosbliederstroff (bovenloop), Güdigen/Grosbliederstroff
27	Saar	Schoden	
28	Lahn	Limburg	
29	Lahn	Solms-Oberbiel	
30	Nidda	Nied	
31	Kinzig	Hanau	
32	Schwarzbach	Trebur-Astheim	
33	Weschnitz	Biblis-Wattenheim	



Figuur 2: Overzichtskaat van alle waterlichamen voor schelpdieren (legenda: zie Tabel 4).

3 Gegevensverwerking en evaluatie

Als uitgangspunt voor de gegevensevaluatie dienden de eerdergenoemde Excel-bestanden die aan de opdrachtnemer ter beschikking zijn gesteld. Deze zijn vervolgens door de opdrachtnemer uniform gemaakt door alle items handmatig te controleren, en gereedgemaakt voor verdere evaluatie.

De gegevensverwerking bestond uit de volgende stappen:

- Bepalen welke rijen aan een monster moeten worden toegewezen
- Een afzonderlijk monster-ID per monster toewijzen
- Namen en aanduidingen uniform maken, bijv. correctie van tikfouten, uniformisering en vertalingen van begrippen en stofnamen
- Corresponderen met de opdrachtgever bij onduidelijke of opvallende gegevens
- Een kolom voor het jaar van bemonstering invoegen en invullen
- Als tekst opgeslagen getallen omzetten in bruikbare numerieke waarden
- Overal komma gebruiken als decimaalteken
- Een kolom invoegen waarin waarden worden gemarkeerd die voor verdere evaluaties worden gebruikt om het filteren van relevante gegevens te vereenvoudigen
- Alle meetresultaten omrekenen naar de eenheid "µg/kg NG"
- Aannemen dat alle waarden zijn gerapporteerd, gerelateerd aan het natgewicht
- Alle aangegeven waarden onder de desbetreffende bepalingsgrens omzetten naar "<LOQ"
- Handmatig berekenen van somparameters voor stofgroepen, indien nodig en mogelijk
- Omrekenen van vet- en drogestofgehalte naar procenten [%], voor zover niet reeds gedaan
- Omrekenen van niet-gestandaardiseerde waarden naar waarden die zijn gestandaardiseerd naar vet of droge stof
- Omrekenen van het gehalte in filet naar het gehalte in hele vis en andersom (als omrekeningsfactoren beschikbaar zijn)
- Opnemen van later aangeleverde datasets en aanvullende informatie
- Samenvoegen van meetlocaties binnen één waterlichaam volgens de specificaties van de ICBR
- Toetsen van alle al dan niet gestandaardiseerde meetresultaten aan de milieukwaliteitsnorm

De berekening van naar vet- of drogestofgehalte gestandaardiseerde waarden gebeurde met de volgende formules:

Standaardisatie naar vetgehalte:

$$Conc_{vet-gestandaardiseerd} = \frac{Conc_{natgewicht} * Vetgehalte_{standaardisatie}}{Vetgehalte_{gemeten}}$$

Standaardisatie naar drogestofgehalte (DS):

$$Conc_{DS-gestandaardiseerd} = \frac{Conc_{natgewicht} * DS_{standaardisatie}}{DS_{gemeten}}$$

In overeenstemming met de taakomschrijving en EU Guidance Document nr. 32 over biotamonitoring conform de Kaderrichtlijn Water (EU, 2014) werden vissen gestandaardiseerd naar een vetgehalte van 5,0% en een drogestofgehalte (DS-gehalte) van 26%, en schelpdieren naar een vetgehalte van 1,0% en een drogestofgehalte van 8,3%. In overeenstemming met de specificaties van Guidance Document nr. 32 (EU, 2014) worden lipofiele stoffen gestandaardiseerd naar het vetgehalte. Aan proteïne bindende stoffen (PFOS, kwik) worden gestandaardiseerd naar het drogestofgehalte. De categorisatie is te vinden in Tabel 5.

Tabel 5: Overzicht van de onderzochte stoffen of stofgroepen en de te gebruiken standaardisatie, het geprefereerde monstermateriaal voor MKN-monitoring en factoren voor de omrekening van concentraties in filet naar concentraties in hele vis volgens Radermacher et al. (2019) (n.b.: niet beschikbaar)

Stof(groep)	Standaardisatie	Primair beschermingsdoel	Monstermateriaal	Omrekeningsfactor filet -> hele vis
Benzo(a)pyreen	Vetgehalte	Mens	-	Niet van toepassing (schaaldieren, weekdieren)
Dicofol	Vetgehalte	Ecosysteem	Hele vis	n.b.
Fluorantheen	Vetgehalte	Mens	-	Niet van toepassing (schaaldieren, weekdieren)
HC + HCE	Vetgehalte	Mens	Filet	n.b.
HBCDD	Vetgehalte	Ecosysteem	Hele vis	1,76
HCB	Vetgehalte	Mens	Filet	3,57
HCBD	Vetgehalte	Ecosysteem	Hele vis	n.b.
PFOS	Drogestofgehalte	Mens	Filet	2,65
PBDE	Vetgehalte	Mens	Filet	5,41
PCDD/F + dl-PCB's	Vetgehalte	Mens	Filet	5,25
Hg	Drogestofgehalte	Ecosysteem	Hele vis	0,812

Aangezien het bij de vissen door een gebrek aan informatie over het drogestofgehalte niet altijd mogelijk was om de informatie te standaardiseren naar drogestofgehalte, werden er

zogenaamde proxy-drogestofgehaltenes afgeleid voor het overzicht van de gestandaardiseerde gehaltenes aan schadelijke stoffen, voor de ruimtelijke vergelijking en voor de belastingskaarten. Bij de ontbrekende drogestofgehaltenes kon er zo te werk worden gegaan, omdat de gehaltenes tussen en binnen de vissoorten alleen in geringe mate schommelden. De afleiding werd uitgevoerd in de vorm van medianen voor alle vissoorten samen en afzonderlijk voor filet- en hele vismonsters. Het mediane drogestofgehalte was 21,5% in filet en 25,9% in hele vis. Deze werkwijze moest alleen voor PFOS en kwik in de visdataset worden toegepast, omdat de andere stoffen zijn gestandaardiseerd naar het vetgehalte. Voor ontbrekende vetgehaltenes werden er vanwege de grote schommelingen tussen en binnen de vissoorten geen proxywaarden gebruikt.

Naast de evaluatie van de naar het drogestof- dan wel vetgehalte gestandaardiseerde waarden vindt er een evaluatie zonder standaardisatie plaats.

De gerapporteerde visgegevens hebben betrekking op de filet of op de hele vis, naargelang de voorkeursmethode van de afzonderlijke ICBR-leden. Afhankelijk van het beschermingsdoel van de milieukwaliteitsnorm zijn de analytische gegevens omgerekend naar het betreffende monstermateriaal, voor zover daarvoor omrekeningsfactoren beschikbaar waren. Als factoren voor de omrekening van concentraties in filet naar concentraties in hele vis zijn de waarden gebruikt die Radermacher et al. (2019) noemen in een eindrapport van een UBA-project. Het visweefsel dat de voorkeur heeft voor MKN-monitoring en de bijbehorende omrekeningsfactoren van filet naar hele vis staan in Tabel 5. Voor omrekening van hele vis naar filet werd de bijbehorende omrekeningsfactor gebruikt.

Voor een beter overzicht van meetgegevens zijn er boxplots gemaakt die de verdeling van de waarden over een bereik laten zien. Alle boxen geven het bereik van het 25^e tot en met het 75^e percentiel weer. De middelste lijn van een box geeft de mediaan (50^e percentiel) aan. De verticale lijnen geven het volledige waardebereik van alle gegevens weer, van het minimum tot het maximum. De grafische weergave in boxplots was mogelijk vanaf drie afbeeldbare gegevenspunten (d.w.z. gehaltenes boven de bepalingsgrenzen). Medianen werden in principe al vanaf twee gegevenspunten berekend. In dit geval was een weergave in de vorm van boxplots echter niet mogelijk, omdat de andere kwartielen niet konden worden berekend. Daarom werden doorgaans ook de gemiddelden (vanaf ten minste één waarde boven de bepalingsgrens) in de vorm van ruiten opgenomen in de boxplots.

Voor alle numerieke evaluaties (bijv. gemiddelden, standaarddeviaties, medianen etc.) in dit rapport zijn analytische meetwaarden die onder de specifieke bepalingsgrenzen lagen, buiten beschouwing gelaten. De in richtlijn 2009/90/EG vastgelegde methode waarbij waarden onder de bepalingsgrens met de halve bepalingsgrens in de evaluatie worden

meegenomen, kon niet worden toegepast, omdat er voor veel monsters geen bepalingsgrenzen waren aangegeven.

Voor de verwerking en statistische evaluatie van de datasets werd Microsoft Excel gebruikt (Excel 2019 MSO (16.0.10416.20027) 64 bit).

Dit rapport bevat numerieke waarden die doorgaans zijn afgerond op drie significante cijfers of op een aantal cijfers dat in individuele gevallen zinvol werd geacht. Voor de berekening van deze waarden zijn soms waarden met decimalen gebruikt, die niet altijd in dit rapport te zien zijn. Dergelijke verschillen tussen afgeronde en niet-afgeronde waarden zijn verwaarloosbaar klein te noemen.

4 Resultaten en discussie

In totaal waren er voor dit rapport gegevens van 345 monsters beschikbaar, zodat daarmee rekening kon worden gehouden in de evaluatie. Deze gegevens waren afkomstig van 224 vismonsters en 121 schelpdiermonsters. In de volgende hoofdstukdelen worden de gegevens voor vis- en schelpdiermonsters afzonderlijk beschreven en geëvalueerd.

4.1 Vismonsters

4.1.1 Beschrijving van de dataset

De volledige dataset voor deze evaluatie bestond uit gegevens van 224 vismonsters. Tabel 6 geeft een overzicht van de beschikbare gegevens. De onderzochte monsters waren afkomstig van 46 verschillende meetlocaties uit 16 verschillende rivieren in het Rijnstroomgebied (waaronder de Rijn zelf), waarbij bemonsteringslocaties die tot één en hetzelfde waterlichaam in de zin van de KRW behoren, zijn samengevoegd. Het merendeel van deze monsters bestond uit filetmonsters. Slechts 15% van alle monsters werd als hele vis geanalyseerd. Drie andere monsters (1%) waarbij het karkas werd onderzocht, zijn wegens gebrek aan vergelijkbaarheid uit de dataset verwijderd en verder buiten beschouwing gelaten. Het merendeel van alle monsters (95%) bestond uit poolmonsters van meerdere vissen van één vissoort. Bij de resterende 5% ging het om individuele vismonsters overeenkomstig de consumptiemaat. Bij de mengmonsters was het doel om zo mogelijk minstens 10 vissen te analyseren. Dit doel kon in 60% van de gevormde pools (komt overeen met 128 monsters) worden bereikt.

De monsters waren afkomstig uit de jaren 2015 tot en met 2022, en ongelijkmatig over de jaren verdeeld. Omdat monitoringsactiviteiten cyclisch worden uitgevoerd, zijn de meeste monsters in het eerste (2015, 33%) of het laatste monitoringjaar (2022, 26%) genomen. Daarmee was bijna 60% van alle monsters afkomstig uit twee van de in totaal acht onderzochte jaren.

De gegevensbasis met betrekking tot de biometrische gegevens van de vissen was over het geheel genomen tevredenstellend. Voor bijna alle monsters (97%) waren vetgehaltes beschikbaar. Het drogestofgehalte was echter slechts voor 72% van alle monsters beschikbaar. Informatie over de lengte was er vrijwel zonder uitzondering voor alle monsters. Deze informatie was in alle gevallen bruikbaar. Ook waren er voor bijna alle monsters (98%) gewichtsgegevens van de vissen. Wat betreft informatie over de leeftijd waren er in principe wel gegevens beschikbaar bij een groot deel van de monsters (82%), maar hiervan was slechts ongeveer de helft numeriek te evalueren. In dit verband waren aanduidingen zoals “3+ - 4+” of “4-6 jaar” niet numeriek te evalueren, omdat ze bijvoorbeeld niet meegenomen konden

worden in berekeningen van gemiddelden en andere statistische evaluaties. Een overzicht van de beschikbare gegevens is te vinden in Tabel 6.

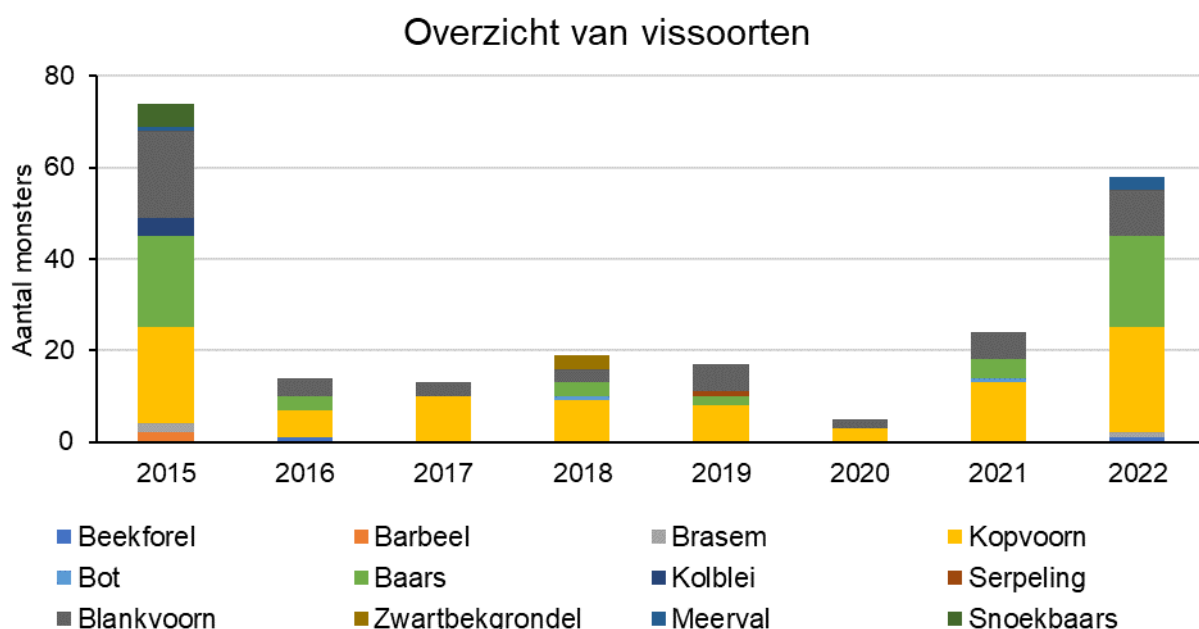
Tabel 6: Overzichtstabel van de geanalyseerde datasets van alle vismonsters

Parametergroep	Parameter	Aantal	Aandeel
	Rivier	16	-
	Waterlichaam	46	-
	Aantal monsters (totaal)	224	100%
Monstermateriaal	Filet	190	85%
	Hele vis	34	15%
Monster	Individuele monsters	12	5%
	Poolmonsters	212	95%
	Geen informatie	0	0%
Jaar	2015	74	33%
	2016	14	6%
	2017	13	6%
	2018	19	8%
	2019	17	8%
	2020	5	2%
	2021	24	11%
	2022	58	26%
Biometrie	Vetgehalte	218	97%
	Droge stof	162	72%
	Lengte	223	99,6%
	Lengte bruikbaar	223	99,6%
	Gewicht	220	98%
	Gewicht bruikbaar	216	98%
	Leeftijd	183	82%
	Leeftijd bruikbaar	98	44%

Voor de verdere evaluatie van de gegevens was de beschikbaarheid van de dataset, vooral met betrekking tot het vet- en drogestofgehalte, van groot belang aangezien deze informatie nodig was voor de standaardisaties. De informatie over de vetgehaltes was zeer volledig en vormde daarom nog geen probleem, maar het ontbrekende drogestofgehalte bij 28% van alle monsters had tot gevolg dat voor de stoffen die naar het drogestofgehalte werden gestandaardiseerd (kwik, PFOS), slechts ongeveer driekwart van de oorspronkelijk beschikbare waarden beschikbaar bleef voor de verdere evaluatie van de gestandaardiseerde gegevens. Daarom werden de mediane drogestofgehaltes van alle filet-

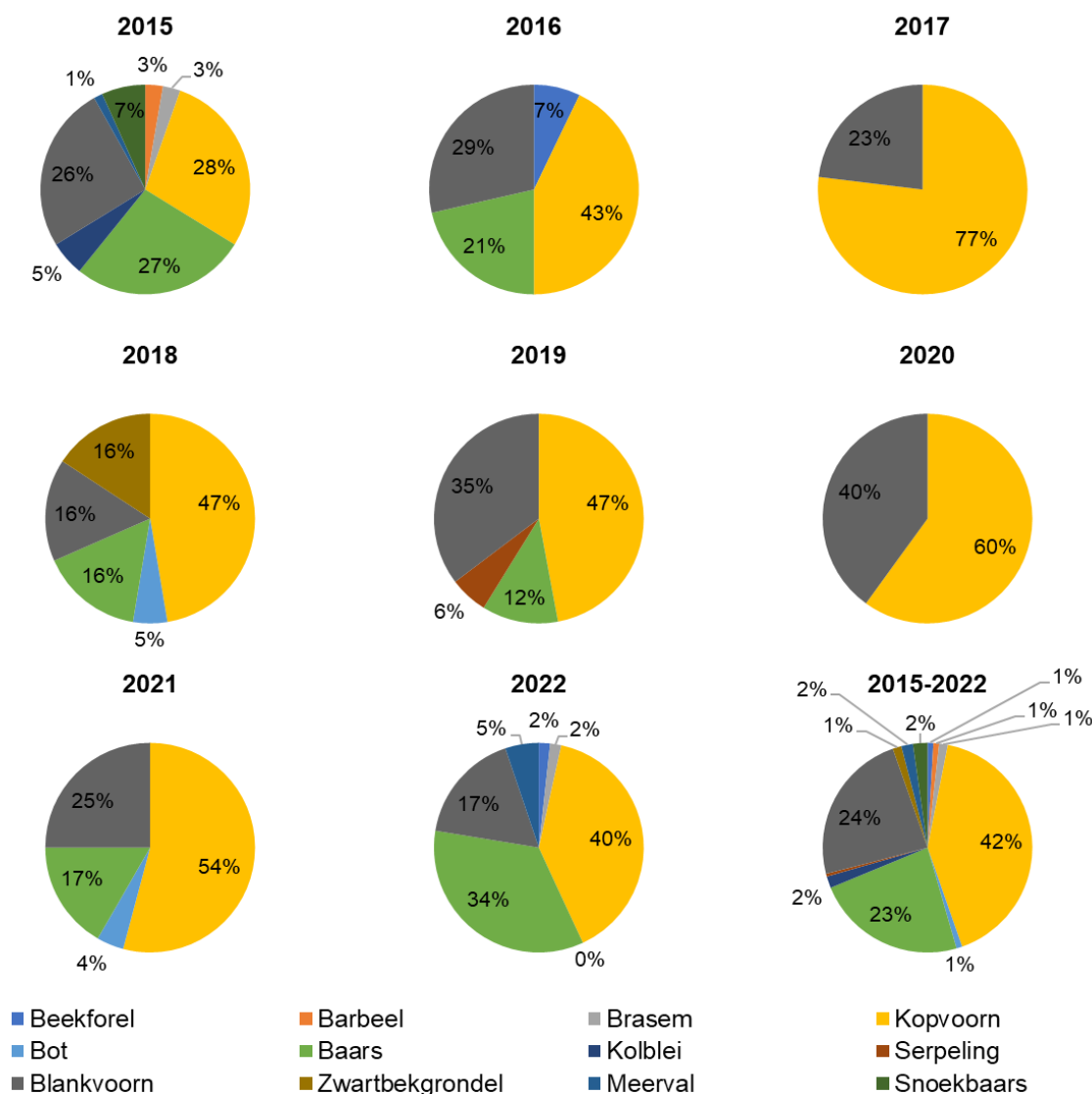
en hele vismonsters als proxywaarden gebruikt voor de overzichten van de gehalten aan schadelijke stoffen en voor de vergelijkingen in de ruimte.

De verdeling van de absolute monsteraantallen over de verschillende vissoorten en jaren is weergegeven in Figuur 3. De figuur toont, zoals eerder beschreven, een focus op de jaren 2015 en 2022. In 2020 zijn er slechts vijf monsters genomen, dit is een onevenredig klein aantal. Een en ander heeft te maken met de bemonsteringscycli in de Kaderrichtlijn Water.



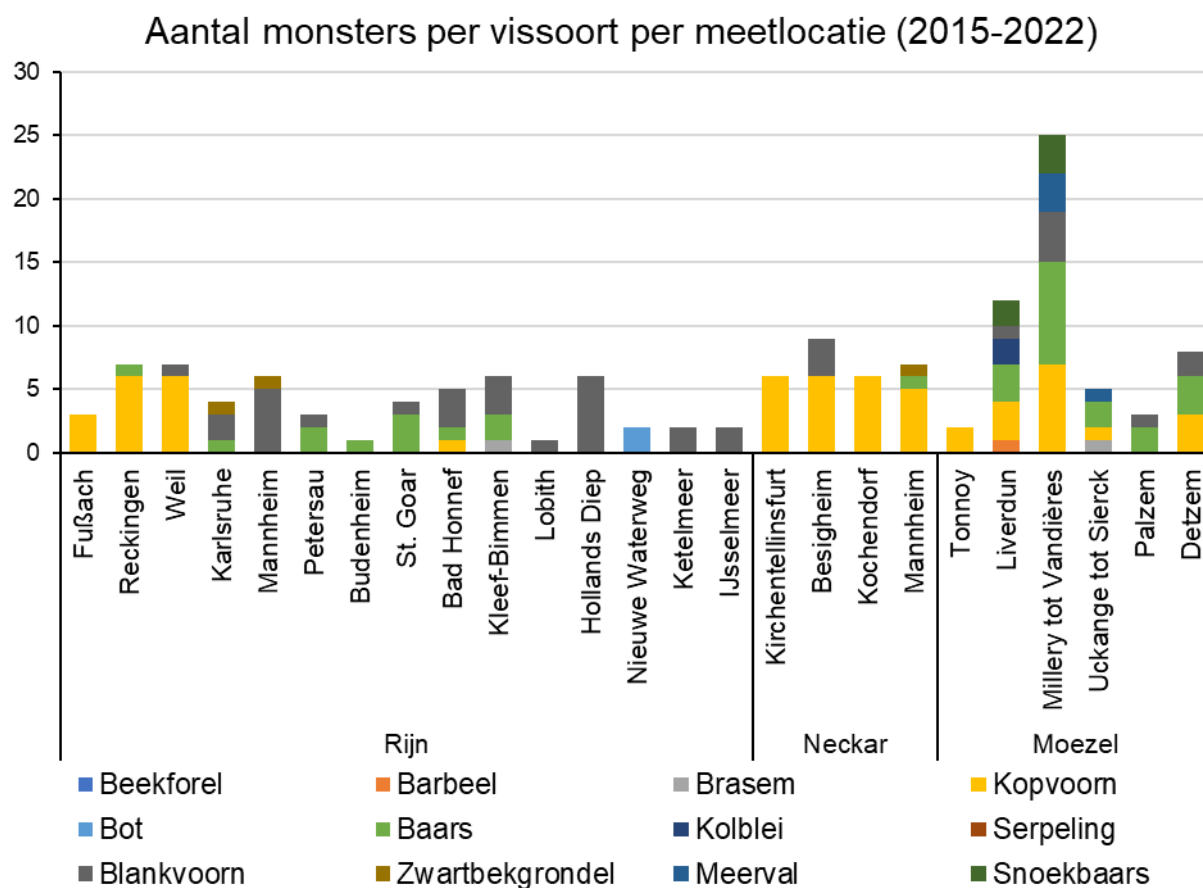
Figuur 3: Overzichtsgrafiek van de gevangen vissoorten (absolute waarden) per jaar.

De volledige dataset omvatte in totaal twaalf verschillende vissoorten. De drie vissoorten die het vaakst werden bemonsterd, waren kopvoorn, rivierbaars en blankvoorn. Deze zijn goed voor 42% (kopvoorn), 24% (blankvoorn) en 23% (rivierbaars) van alle monsters in de gehele onderzoeksperiode en vormen daarmee in totaal bijna 90% van alle monsters. Andere onderzochte vissoorten waren beekforel, barbeel, brasem, bot (monding van de Rijn in de Noordzee), kolblei, serpeling, zwartbekgrondel, meerval en snoekbaars. Deze maken echter maar een klein deel (12%) uit van alle 224 monsters. Figuur 4 toont de procentuele verdeling van de vissoorten over de verschillende jaren en het gemiddelde van alle monsters.



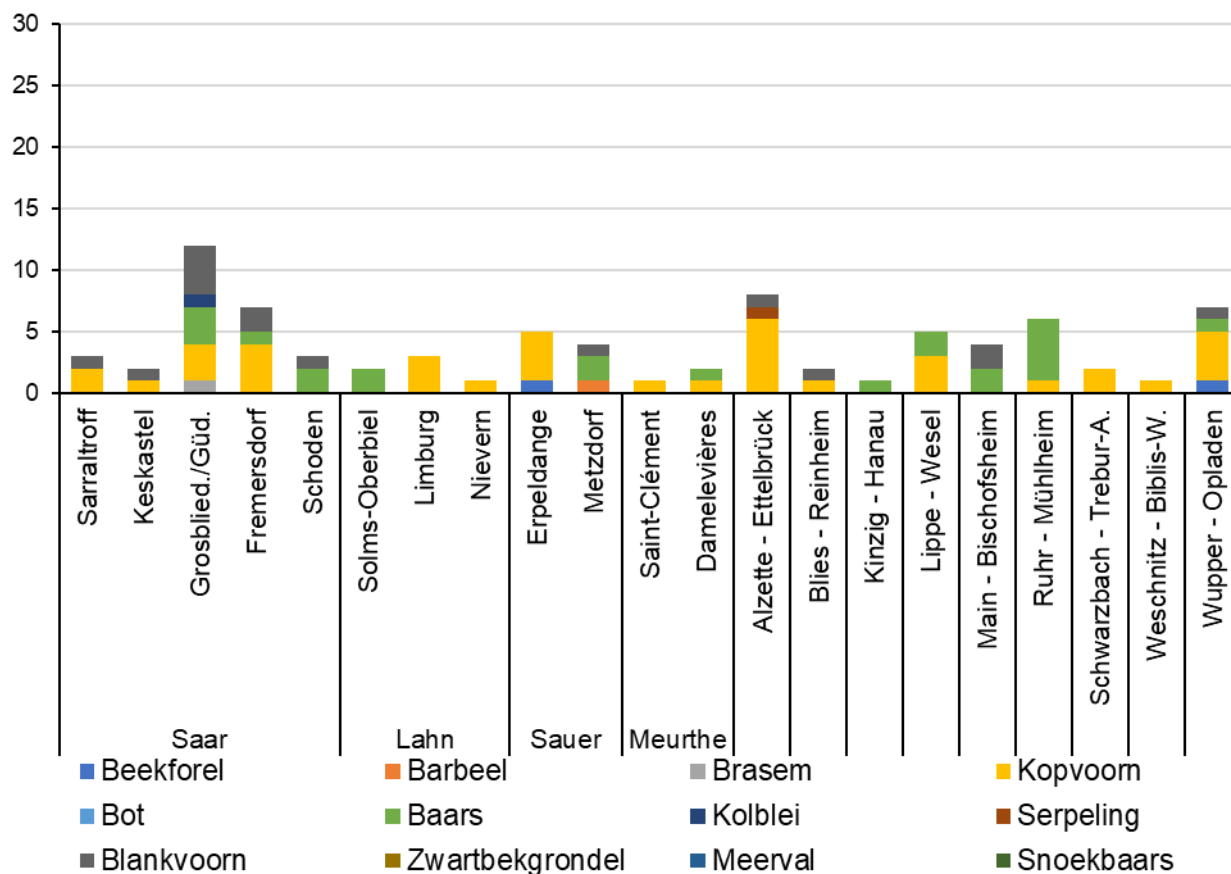
Figuur 4: Overzichtsgrafiek van de gevangen vissoorten (relatieve waarden) per jaar.

De verdeling van de monsteraantallen van alle vissoorten over de verschillende rivieren en meetlocaties is weergegeven in Figuur 5 en Figuur 6. Van de in totaal 46 waterlichamen voor vissen lagen er, na samenvoeging van meetlocaties binnen één waterlichaam, vijftien waterlichamen direct in de Rijn (33%), zes in de Moezel (13%), vier in de Neckar (9%, Figuur 5), vijf in de Saar (11%), drie in de Lahn (7%), twee in de Sauer en twee in de Meurthe (elk 4%) en nog eens negen in de rivieren Main, Alzette, Blies, Kinzig, Lippe, Ruhr, Schwarzbach, Weschnitz en Wupper (Figuur 6).



Figuur 5: Overzicht van monsteraantallen per waterlichaam en per gevangen vissoort (Rijn, Neckar, Moezel)

Aantal monsters per vissoort per meetlocatie (2015-2022)



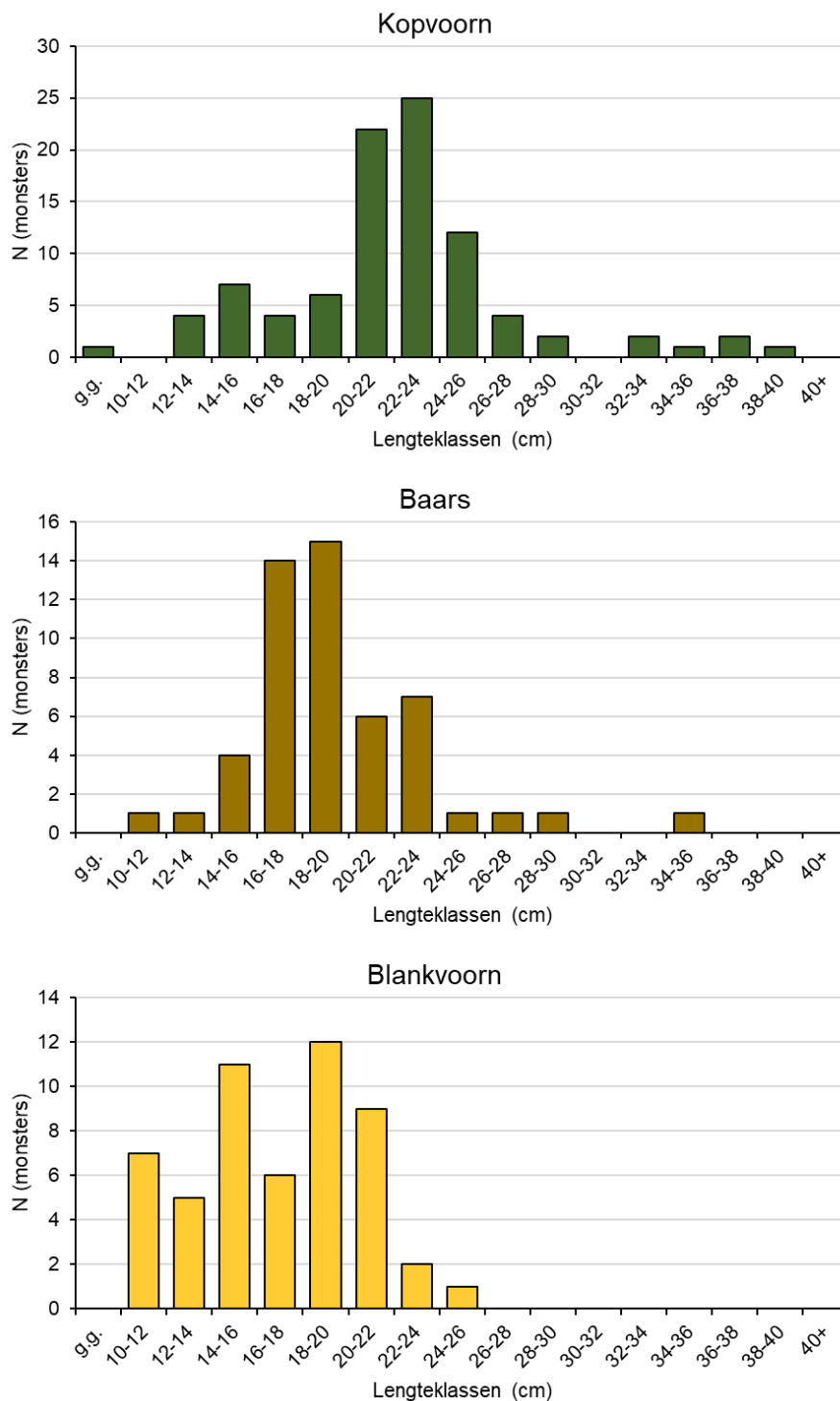
Figuur 6: Overzicht van monsteraantallen per waterlichaam en per gevangen vissoort (Saar, Lahn, Sauer, Meurthe en andere)

4.1.2 Karakterisering van de vissoorten

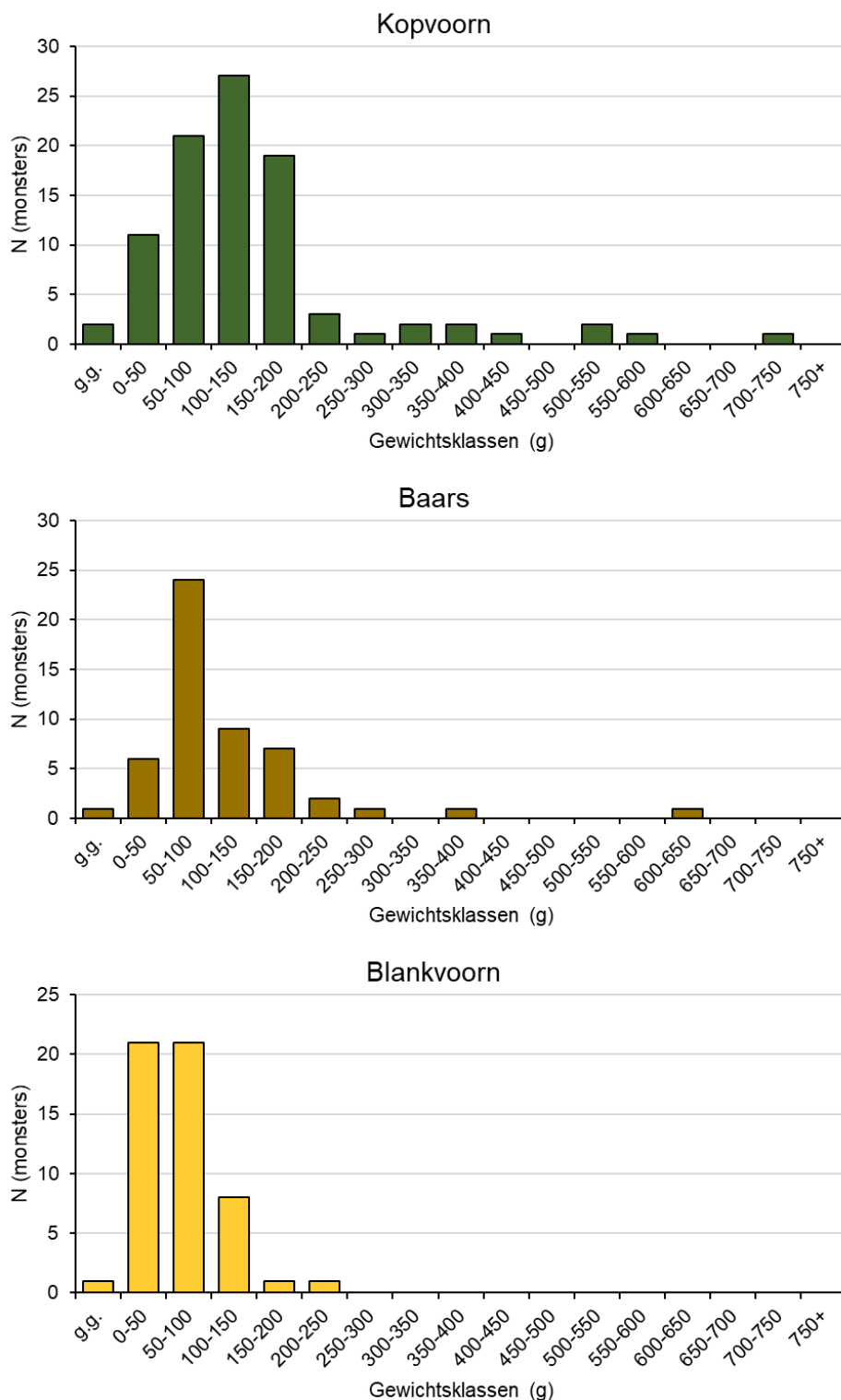
Zoals al is beschreven in de inleidende tekst, was de beschikbaarheid van biometrische gegevens van de vissen over het algemeen goed. Omdat er echter voor de meeste vissoorten slechts kleine aantallen monsters beschikbaar waren, werd de gedetailleerde evaluatie van de lengte en het gewicht van de vissen vervolgens alleen uitgevoerd voor de drie meest bemonsterde vissoorten, te weten kopvoorn, rivierbaars en blankvoorn, die samen goed zijn voor ongeveer 90% van het aantal monsters.

De evaluatie van de lengte van de vissen gebeurde in lengteklassen met intervallen van 2 cm. Deze lengteverdeling is grafisch weergegeven in Figuur 7. De evaluatie van het gewicht van de vissen gebeurde in intervallen van 50 gram en is weergegeven in Figuur 8.

De beschrijvende parameters van de lengte en het gewicht van de vissen zijn in de vorm van minimum-, maximum-, gemiddelde en mediaanwaarden weergegeven in Tabel 7 (lengte van de vissen) en **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**⁸ (gewicht van de vissen).



Figuur 7: Lengteverdeling van kopvoorn, rivierbaars en blankvoorn in lengteklassen (doorgaans gemiddelden van een poolmonster)



Figuur 8: Gewichtsverdeling van kopvoorn, rivierbaars en blankvoorn in gewichtsklassen (doorgaans gemiddelden van een poolmonster)

Tabel 7: Lengte van de verschillende vissoorten: beschrijvende parameters

Lengte van de vissen					
Vissoort	Min. [cm]	Max. [cm]	Gemiddelde [cm]	Mediaan [cm]	N (totaal)
Beekforel	20,0	24,6	22,3	22,3	2
Barbeel	22,0	22,6	22,3	22,3	2
Brasem	18,9	19,9	19,4	19,3	3
Kopvoorn	12,8	38,0	22,3	22,2	93
Bot	17,3	19,1	18,2	18,2	2
Rivierbaars	11,5	34,6	19,5	18,8	52
Kolblei	16,3	19,6	18,4	18,8	4
Serpeling	21,1	21,1	21,1	21,1	1
Blankvoorn	10,1	25,7	16,9	17,3	53
Zwartbekgrondel	12,7	14,3	13,3	12,8	3
Meerval	66,0	80,0	73,3	73,5	4
Snoekbaars	25,0	39,5	32,5	33,0	5
Totaal					224

Tabel 8: Gewicht van de verschillende vissoorten: beschrijvende parameters

Gewicht van de vissen					
Vissoort	Min. [g]	Max. [g]	Gemiddelde [g]	Mediaan [g]	N (totaal)
Beekforel	113	165	139	139	2
Barbeel	80	115	98	98	2
Brasem	61	100	79	75	3
Kopvoorn	17	720	152	127	93
Bot	54	77	65	65	2
Rivierbaars	17	636	119	87	52
Kolblei	49	102	81	87	4
Serpeling	136	136	136	136	1
Blankvoorn	11	242	70	70	53
Zwartbekgrondel	17	48	33	33	3
Meerval ²	1788	1788	1788	1788	4
Snoekbaars	131	638	383	380	5
Totaal					224

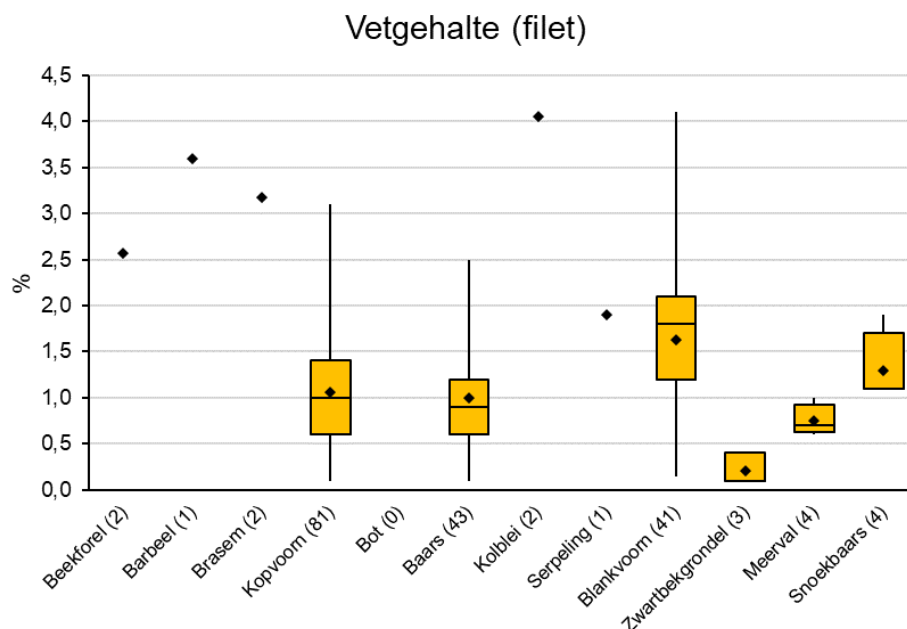
² Informatie over het gewicht was slechts voor één van de meervalmonsters beschikbaar.

Bij de 5 doelsoorten (blankvoorn, kopvoorn, baars, brasem en kolblei) is er geconstateerd dat de mediane en de gemiddelde lengte dicht bij elkaar liggen (het grootste verschil bedroeg 0,7 cm voor baars) en dat deze passen bij de gedefinieerde lengtecategorie. De blankvoorn vormde hierop een uitzondering; de beoogde minimumlengte was 18 cm, maar de daadwerkelijke lichaamslengte lag bij ongeveer 17 cm.

Vanwege de beperkt beschikbare gegevensbasis is er in dit rapport geen diepgaande evaluatie uitgevoerd voor de parameter leeftijd. Van 41 monsters (18%) was er geen informatie over de leeftijd beschikbaar voor de vissen. Uit de aangegeven verschillende leeftijdsklassen kon echter worden afgeleid dat het overgrote deel (minstens 77 %) van de hier onderzochte vissen binnen of boven de beoogde leeftijdsklasse van drie jaar of drie zomers (2+) (LAWA-AO, 2020) ligt.

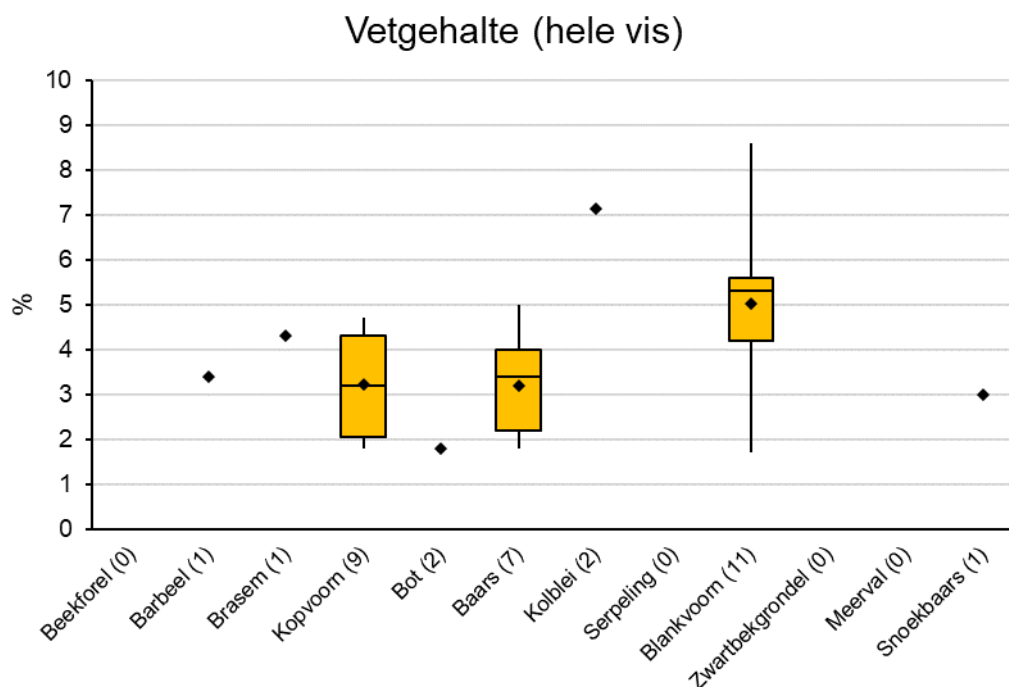
Hieronder is de verdeling van het vetgehalte (Figuur 9 en Figuur 10) en het drogestofgehalte (Figuur 11 en Figuur 12) van alle vissoorten weergegeven in de vorm van boxplots. De grafische weergave gebeurt apart voor monsters van filet en monsters van hele vis. Omdat het niet altijd mogelijk was om percentielen te berekenen, vanwege het geringe aantal monsters voor enkele vissoorten, zijn ook de gemiddelden (zoals beschreven in hoofdstuk 3) weergegeven in de vorm van ruiten. Benadrukt moet worden dat niet precies was aangegeven of de vet- en drogestofgehaltenes betrekking hadden op het onderzochte monstermateriaal (filet in 85% van alle monsters) of op de hele vis. Voor de evaluatie wordt er echter van uitgegaan dat de gehaltenes betrekking hebben op het onderzochte monstermateriaal.

De gerapporteerde vetgehaltenes in filet (Figuur 9) lagen tussen minimale waarden van 0,1% (kopvoorn, rivierbaars, zwartbekgrondel) en een maximale waarde van 5,7% (brasem). De medianen lagen allemaal (veelal ruim) onder een waarde van 5% (meestal zelfs onder 2%). Het vetgehalte van 5% dat vervolgens voor de standaardisatie wordt gebruikt leidt er daarom meestal toe dat de verontreinigingsniveaus die voor de beoordeling in aanmerking worden genomen, hoger zijn dan de waarden die daadwerkelijk in visfilets worden waargenomen. Bij de zwartbekgrondel was de mediaan en het gemiddelde van de vetgehaltenes het laagst (N=3, gemiddelde: 0,2%), en bij de kolblei het hoogst (gemiddelde: 4,1%).



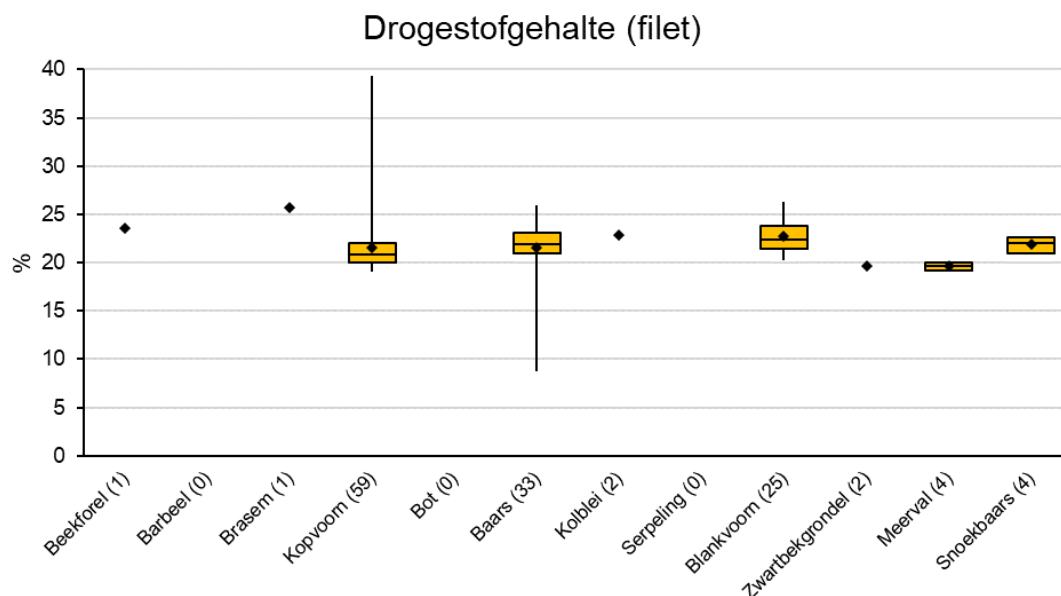
Figuur 9: Boxplot met de gerapporteerde vetgehaltes in de filetmonsters van verschillende vissoorten (ruit: gemiddelde; tussen haakjes: aantal monsters)

Zoals blijkt uit figuur 10 lagen de beschikbare vetgehaltes in de monsters van hele vis tussen een minimale waarde van 1,7% (bot, blankvoorn) en een maximale waarde van 8,6% (blankvoorn). Er moet worden benadrukt dat er alleen voor kopvoorn, baars en blankvoorn genoeg monsters van hele vis met vetgehaltes zijn gerapporteerd om alle drie de kwartielen zinvol te kunnen berekenen (voor de andere soorten is daarom alleen het gemiddelde weergegeven in de figuur). Er wordt duidelijk dat de mediaan van de vetgehaltes van monsters van hele baars en kopvoorn onder 5% lag (dicht bij 3%), terwijl de vetgehaltes van blankvoorn iets hoger waren (mediaan: 5,3%). Het vetgehalte van 5% dat vervolgens voor de standaardisatie wordt toegepast, lijkt daarom een realistische situatie voor blankvoorn weer te geven, terwijl de gehalten na de standaardisatie naar een vetgehalte van 5% voor baars en kopvoorn als conservatief moeten worden beschouwd (hun vetgehaltes waren nooit hoger dan 5%). De laagste vetgehaltes in de monsters van hele vis werden gemiddeld genomen in bot (N=2) waargenomen.



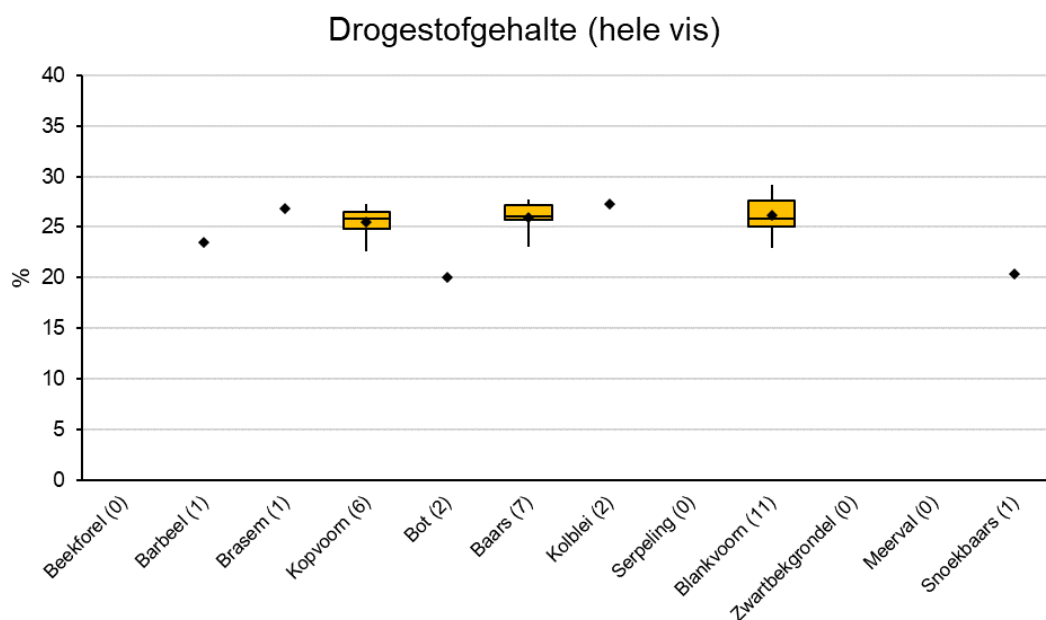
Figuur 10: Boxplot met de gerapporteerde vetgehaltes in de monsters van hele vis van verschillende vissoorten (ruit: gemiddelde; tussen haakjes: aantal monsters)

De gerapporteerde drogestofgehaltes in de filetmonsters (Figuur 11) lagen tussen een minimale waarde van 8,8% (rivierbaars) en een maximale waarde van 39,3% (kopvoorn). Deze twee extreme waarden lijken echter vrij atypisch. De medianen lagen daarentegen allemaal binnen een relatief smal bereik van 19,6% (meerval) tot 25,7% (brasem), wat betekent dat de drogestofgehaltes in filet dus grotendeels onder het drogestofgehalte van 26% lagen waarop de latere standaardisatie plaatsvond. De gemiddelden schommelden in een vergelijkbare orde van grootte.



Figuur 11: Boxplot met de gerapporteerde drogestofgehaltenes in de filetmonsters van verschillende vissoorten (ruit: gemiddelde; tussen haakjes: aantal monsters)

De drogestofgehaltenes in de monsters van hele vis waren doorgaans iets hoger dan de drogestofgehaltenes in de monsters van filet. In de monsters van hele vis schommelden de drogestofgehaltenes tussen een minimale waarde van 19,3% (bot) en een maximale waarde van 29,2% (blankvoorn). Het gemiddelde drogestofgehalte in de monsters van hele vis lag dicht bij de mediaan en varieerde tussen 20,0% (bot, N=2) en 27,3% (kolblei, N=2). Het kleine verschil tussen het 25^e en 75^e percentiel wijst op een smalle verdeling van de waargenomen resultaten.

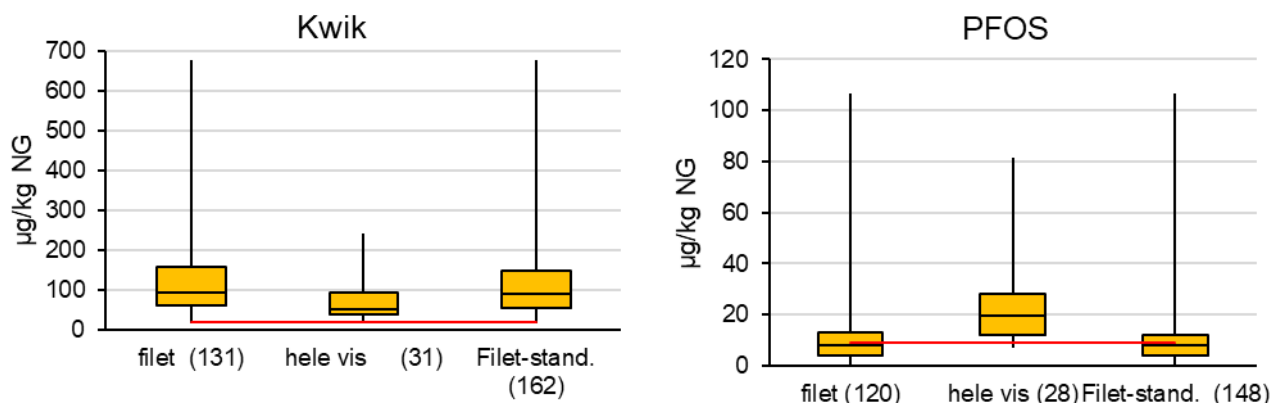


Figuur 12: Boxplot met de gerapporteerde drogestofgehaltenes in de monsters van hele vis van verschillende vissoorten (ruit: gemiddelde; tussen haakjes: aantal monsters)

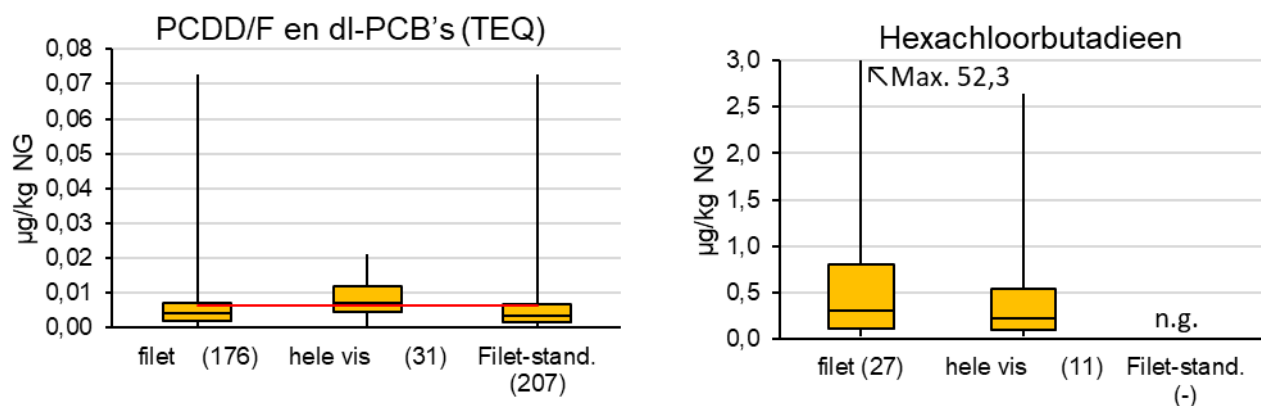
4.1.3 Vergelijking van gegevens van filet en hele vis

De analyses werden uitgevoerd in hetzij filet, hetzij hele vis. Om de gegevens van filet en hele vis te kunnen vergelijken en om de gegevens te kunnen koppelen aan het monstermateriaal dat relevant is voor de monitoring van de milieukwaliteitsnorm, zijn de gegevens zoveel mogelijk omgerekend naar hele vis of naar filet al naargelang het beschermingsdoel dat bepalend is geweest voor de MKN (mens of ecosysteem). Voor kwik, PFOS, dioxinen en dioxineachtige verbindingen, hexabroomcyclododecaan, PBDE en hexachloorbenzeen waren de daarvoor benodigde omrekeningsfactoren beschikbaar (Radermacher et al., 2019), zodat naast de vergelijking van het monstermateriaal ook effecten van de omrekeningen konden worden bekeken. Voor hexachloorbutadieen, dicofol, heptachloor en heptachloorepoxide waren er geen omrekeningsfactoren beschikbaar, zodat alleen de vergelijking tussen analysegegevens van filet en van hele vis kon worden gemaakt. In het geval van het pesticide dicofol kon geen waarde boven de laboratoriumspecifieke bepalingsgrens worden vastgesteld. Aangezien de bepalingsgrenzen van de verschillende laboratoria echter allemaal onder de biota-MKN van 33 µg/kg NG lagen, wordt deze grens in principe als monitorbaar beschouwd.

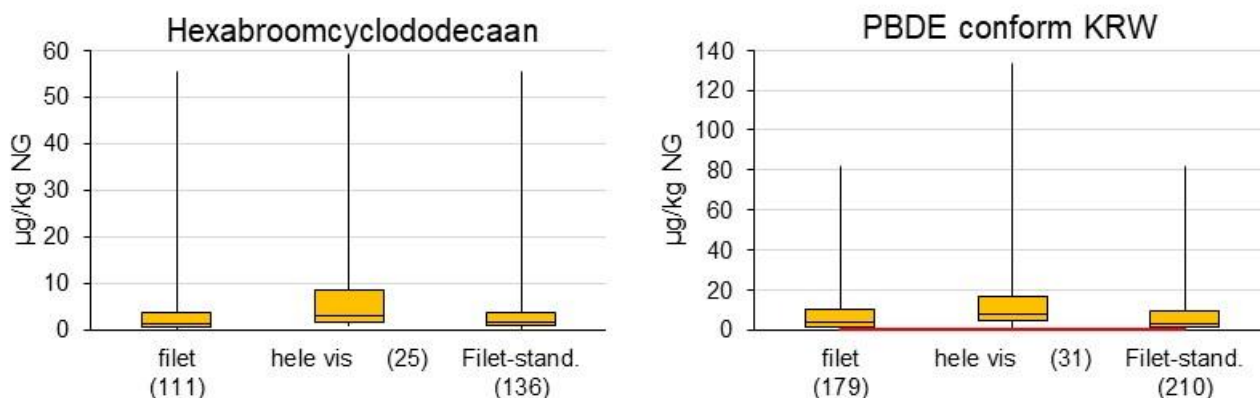
Voor elk van de afzonderlijke stoffen of voor elke stofgroep (uitzondering: dicofol) zijn in Figuur 13 t/m Figuur 17 boxplots te vinden voor de volledige visdataset, waarin de gehalten in filet en in hele vis evenals de cumulatie van waarden na omrekening van hele vis naar filet worden vergeleken. Vanwege de uniformiteit en vergelijkbaarheid zijn alle gegevens omgerekend naar filet en niet naar hele vis, zoals gebruikelijk is voor stoffen met het ecosysteem als beschermingsdoel (hexachloorbutadieen, hexabroomcyclododecaan, kwik). Alle weergegeven waarden zijn voor de evaluatie in het onderhavige hoofdstuk ook vooraf gestandaardiseerd naar het drogestofgehalte (kwik en PFOS) of naar het vetgehalte (alle stoffen). Gegevens die bij gebrek aan vet- of drogestofgehalten niet gestandaardiseerd konden worden, zijn niet meegenomen in deze vergelijking. Dit betekent dat bij de schadelijke stoffen die naar het vetgehalte zijn gestandaardiseerd ongeveer 97% van de dataset beschikbaar was; bij de schadelijke stoffen die naar het drogestofgehalte zijn gestandaardiseerd is slechts 72% van de monsters in aanmerking genomen.



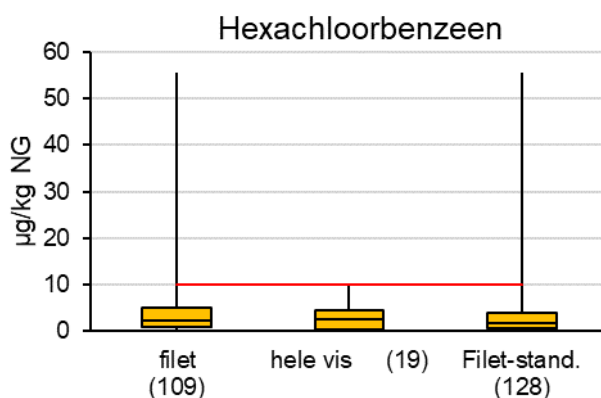
Figuur 13: Vergelijking van analytische gegevens in monsters van filet en hele vis en vergelijking van naar filet omgerekende gegevens (gestandaardiseerd naar filet). Kwik (DS-standaardisatie, MKN: 20 µg/kg NG) en PFOS (DS-standaardisatie, MKN: 9,1 µg/kg NG). Rode lijn: milieukwaliteitsnorm; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ.



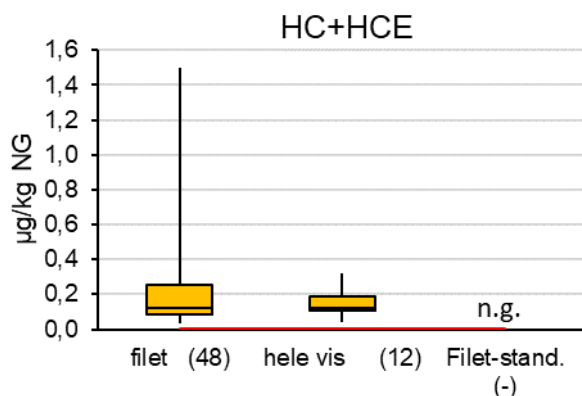
Figuur 14: Vergelijking van analytische gegevens in monsters van filet en hele vis en vergelijking van naar filet omgerekende gegevens (gestandaardiseerd naar filet). PCDD/F+dl-PCB (vet-standaardisatie, MKN: 0,0065 µg/kg NG) en hexachloorbutadieen (vet-standaardisatie, geen omrekening mogelijk, n.b.: niet beschikbaar, MKN: 55 µg/kg NG). Rode lijn: milieukwaliteitsnorm; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ.



Figuur 15: Vergelijking van analytische gegevens in monsters van filet en hele vis en vergelijking van naar filet omgerekende gegevens (gestandaardiseerd naar filet). Hexabroomcyclododecaan (vet-standaardisatie, MKN: 167 µg/kg NG) en PBDE conform KRW (vet-standaardisatie, MKN: 0,0085 µg/kg NG). Rode lijn: milieukwaliteitsnorm; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ.



Figuur 16: Vergelijking van analytische gegevens in monsters van filet en hele vis en vergelijking van naar filet omgerekende gegevens (gestandaardiseerd naar filet). Hexachloorbenzeen (vet-standaardisatie, MKN: 10 µg/kg NG). Rode lijn: milieukwaliteitsnorm; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ.



Figuur 17: Vergelijking van analytische gegevens in monsters van filet en hele vis en vergelijking van naar filet omgerekende gegevens (gestandaardiseerd naar filet). Heptachloor en heptachloorepoxide (vet-standaardisatie, geen omrekening mogelijk, n.b.: niet beschikbaar, MKN: 0,0067 µg/kg NG). Rode lijn: milieukwaliteitsnorm; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ.

De grafische vergelijking liet enkele grote verschillen zien tussen de monsters van filet en van hele vis. Terwijl de verontreiniging met kwik in de hele vis lager uitviel dan in de filet, was deze bij PFOS, dioxinen en dioxineachtige verbindingen, hexabroomcyclododecaan en PBDE in de hele vis hoger dan in de filet, hetgeen overeenstemt met de literatuur en de bekende omrekeningsfactoren. In het geval van hexachloorbutadieen, hexachloorbenzeen, heptachloor en heptachloorepoxide overlappen de boxplots van filet en hele vis elkaar duidelijk, zodat hier moet worden uitgegaan van kleine verschillen tussen de verdeling in de weefsels (met uitzondering van enkele extreme waarden in filet, die buiten de boxplots zijn waargenomen).

Bij alle stoffen en stofgroepen waarvoor omrekeningsfactoren tussen filet en hele vis beschikbaar waren, werden de boxplots door de omrekening naar filet eenvormiger, wat de relevantie van de gebruikte factoren bevestigt. Dit maakte het mogelijk om de gegevens van filet en hele vis na de omrekening naar het gewenste weefsel samen te evalueren. De resultaten voor hexachloorbutadieen, heptachloor en heptachloorepoxide konden bij gebrek aan omrekeningsfactoren niet worden omgerekend. De gehalten van deze stoffen in monsters van filet en hele vis leken echter zeer goed vergelijkbaar, zoals hierboven is aangegeven, en de bruikbare datasets waren soms erg klein voor een afzonderlijke evaluatie van filet en hele vis (vooral als ook wordt gekeken naar het onderscheid tussen omnivoren en carnivoren, zoals beschreven in het volgende hoofdstuk). Om deze redenen zijn de gegevens van filet en hele vis samengevoegd voor de verdere evaluatie van hexachloorbutadieen, heptachloor en heptachloorepoxide.

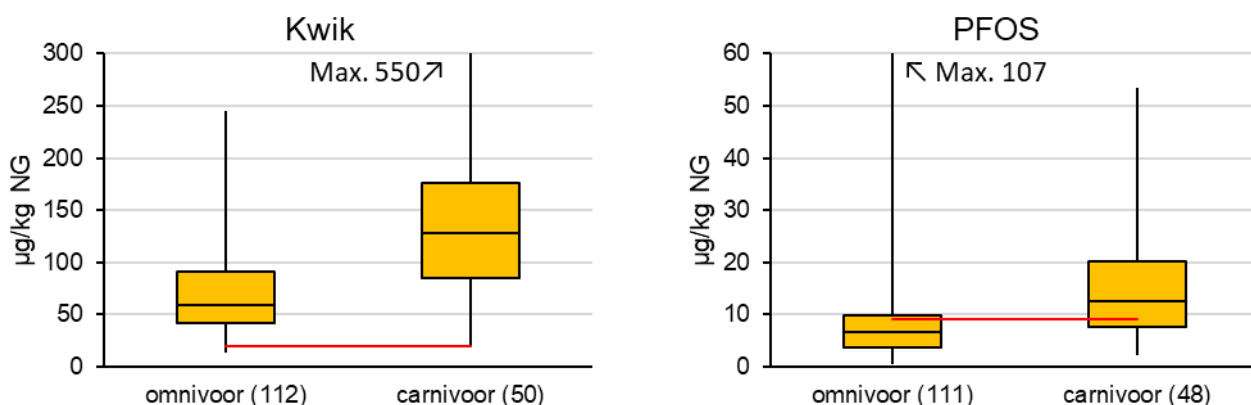
4.1.4 Vergelijking van omnivore en carnivore vissoorten

Zoals eerder beschreven, bevatte de bekeken dataset 224 vismonsters van twaalf verschillende vissoorten van de meest uiteenlopende trofische niveaus. Omdat de hier bekeken stoffen en stofgroepen bioaccumulerend zijn, is onderzocht in hoeverre omnivore en carnivore vissoorten verschillen wat betreft hun chemische verontreiniging. Onder omnivore vissoorten worden hier vissoorten verstaan die in grote mate herbivoor en/of insectivoor zijn, terwijl het begrip carnivoor wordt gebruikt voor vissoorten die vooral piscivoor zijn. Tabel 9 toont de indeling van de vissoorten in de twee klassen.

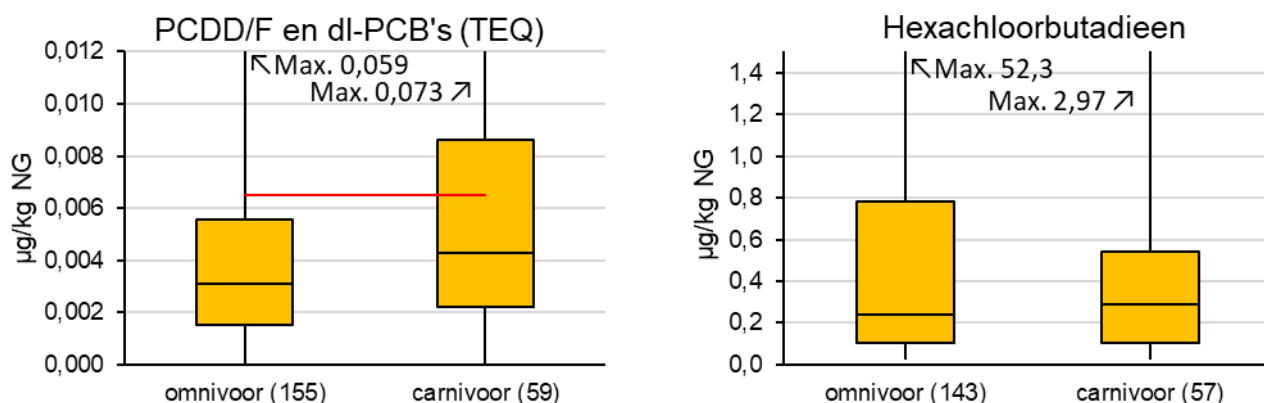
Tabel 9: Indeling van de vissoorten in omnivoor en carnivoor.

Omnivoor	Carnivoor
Barbeel	Beekforel
Brasem	Rivierbaars
Kopvoorn	Meerval
Bot	Snoekbaars
Kolblei	
Serpeling	
Blankvoorn	
Zwartbekgrondel	

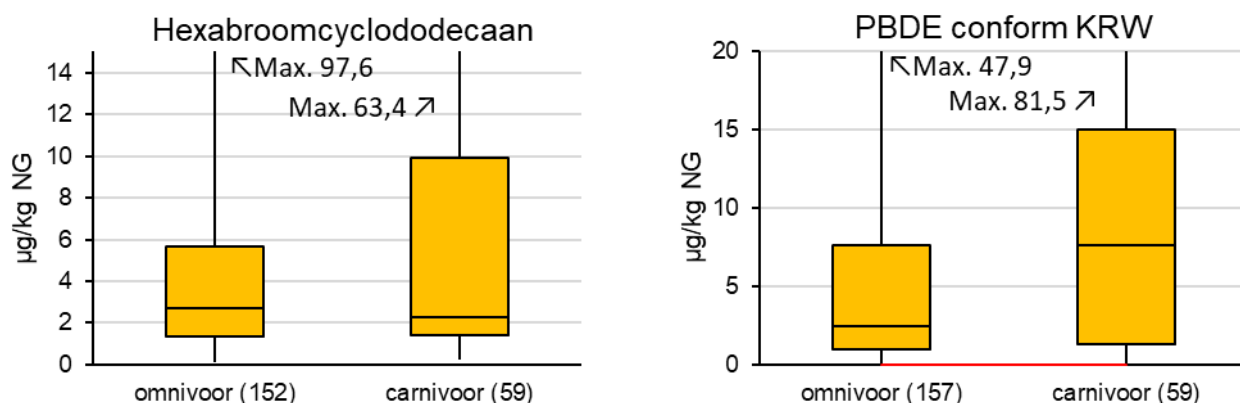
Voor de vergelijking van de chemische verontreiniging van omnivore en carnivore vissoorten zijn er enerzijds grafische boxplots gemaakt en is er anderzijds een t-toets van twee onafhankelijke steekproeven uitgevoerd. Zoals eerder beschreven zijn alle gegevens voor de evaluatie in het onderhavige hoofdstuk gestandaardiseerd naar het drogestofgehalte van 26% (kwik, PFOS) of naar het vetgehalte van 5% (alle stoffen/stofgroepen met uitzondering van kwik en PFOS). Ook zijn de gehalten van stoffen omgerekend naar het monstermateriaal dat relevant is voor de MKN-monitoring (zoals vastgelegd in Tabel 5). Zoals beschreven in het vorige hoofdstuk, was deze omrekening niet mogelijk voor hexachloorbutadieen, heptachloor en heptachloorepoxide vanwege het ontbreken van omrekeningsfactoren, en zijn de gegevens van filet en hele vis samen geëvalueerd. De grafische weergaven in de vorm van boxplots zijn te vinden in Figuur 18 t/m Figuur 22.



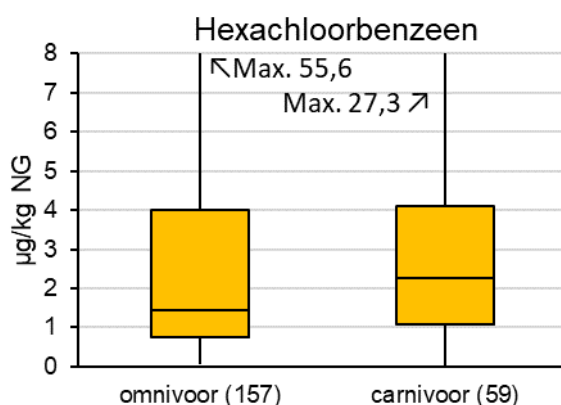
Figuur 18: Vergelijking van de chemische verontreiniging van omnivore en carnivore vissoorten. Deel 1: kwik (DS-standaardisatie, omrekening naar hele vis, MKN: 20 µg/kg NG) en PFOS (DS-standaardisatie, omrekening naar filet, MKN: 9,1 µg/kg NG). Rode lijn: milieukwaliteitsnorm; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ.



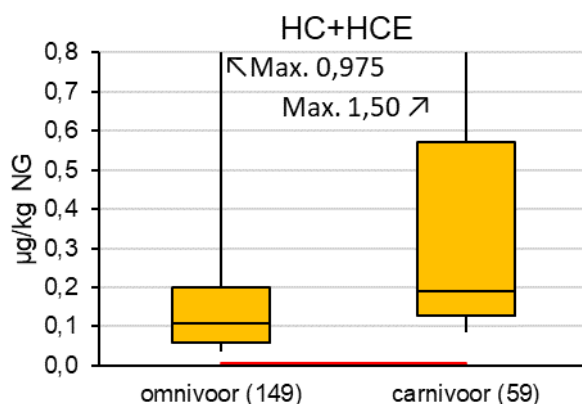
Figuur 19: Vergelijking van de chemische verontreiniging van omnivore en carnivore vissoorten. Deel 2: PCDD/F+dl-PCB's (vet-standaardisatie, omrekening naar filet, MKN: 0,0065 µg/kg NG) en hexachlorobutadiene (vet-standaardisatie, monsters van filet en hele vis, MKN: 55 µg/kg NG). Rode lijn: milieukwaliteitsnorm (hexachlorobutadiene: MKN buiten het weergegeven bereik); tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ.



Figuur 20: Vergelijking van de chemische verontreiniging van omnivore en carnivore vissoorten. Deel 3: hexabromocyclododecaan (vet-standaardisatie, omrekening naar hele vis, MKN: 167 µg/kg NG) en PBDE conform KRW (vet-standaardisatie, omrekening naar filet, MKN: 0,0085 µg/kg NG). Rode lijn: milieukwaliteitsnorm (hexabromocyclododecaan: MKN buiten het weergegeven bereik); tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ.



Figuur 21: Vergelijking van de chemische verontreiniging van omnivore en carnivore vissoorten. Deel 4: hexachloorbenzeen (vet-standaardisatie; omrekening naar filet, MKN: 10 µg/kg NG). Rode lijn: milieukwaliteitsnorm (hexachloorbenzeen: MKN buiten het weergegeven bereik); tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ.



Figuur 22: Vergelijking van de chemische verontreiniging van omnivore en carnivore vissoorten. Deel 5: heptachloor en heptachloorepoxide (vet-standaardisatie, monsters van filet en van hele vis, MKN: 0,0067 µg/kg NG). Rode lijn: milieukwaliteitsnorm; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ.

Een overzicht van de p-waarden van de t-toets en het aantal onderliggende monsters is te vinden in Tabel 10. Voor het maken van de bovenstaande boxplots en het berekenen van de t-toets zijn alleen waarden boven de laboratorium- en stofs specifieke bepalingsgrenzen gebruikt. Waarden onder de bepalingsgrenzen zijn buiten beschouwing gelaten.

Eindrapport:	Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR:	ICBR-rapport 311
Onderzoekscode IME:	2023-030

- Pagina 61/210 -

Tabel 10: Vergelijking van de chemische verontreiniging van omnivore en carnivore vissoorten. N (totaal): totaal aantal geleverde datasets; N (bruikbaar): aantal datasets waarbij standaardisatie mogelijk was; N (>LOQ): aantal bruikbare waarden boven de bepalingsgrens; p (t-toets): resultaat van de t-toets van twee onafhankelijke steekproeven. Vetgedrukt: significante verschillen ($p < 0,05$).

	Omnivoor			Carnivoor			p (t-toets)
	N (totaal)	N (bruikbaar)	N (>LOQ)	N (totaal)	N (bruikbaar)	N (>LOQ)	
Kwik	160	112	112	63	50	50	5,89 *10⁻⁶
PFOS	159	111	102	61	48	46	0,00307
PCDD/F+dl-PCB's	160	155	149	61	59	58	0,0712
HCBd	146	143	132	59	57	51	0,264
HBCDD	159	152	95	61	59	49	0,326
PBDE	160	157	154	61	59	56	0,000176
Hexachloorbenzeen	160	157	110	61	59	29	0,413
HC+HCE	160	149	138	61	59	53	0,0821

Zoals Tabel 10 laat zien, kon er voor kwik, PFOS en PBDE een significant verschil ($p < 0,05$) tussen omnivore en carnivore vissoorten worden vastgesteld. In deze gevallen is er daarom in overleg met de ICBR een nadere evaluatie uitgevoerd, afzonderlijk voor omnivore en carnivore vissoorten dan wel alleen voor omnivore vissoorten. Voor het overzicht van de gehalten aan schadelijke stoffen (hoofdstuk 4.1.5) waren er voldoende gegevens beschikbaar voor een afzonderlijke evaluatie van alle stoffen en stofgroepen, zodat alle gegevens hier apart zijn onderzocht. Voor de ruimtelijke vergelijking (hoofdstuk 4.1.6) is voor de drie bovengenoemde stoffen of stofgroepen in overleg met de ICBR besloten om deze evaluatie alleen voor omnivoren uit te voeren, vooral omdat de gegevensbasis niet groot genoeg was voor een afzonderlijke evaluatie van carnivoren. Alleen voor PFOS werden er ook gezamenlijke belastingskaarten voor omnivoren en carnivoren gemaakt. De datasets van carnivore vissoorten werden dus niet meegenomen in de ruimtelijke vergelijking van de verontreiniging met kwik en PBDE. Voor de dioxinen en dioxineachtige verbindingen, hexachloorbutadieen, hexabroomcyclododecaan, hexachloorbenzeen, evenals heptachloor en heptachloorepoxide, is de evaluatie van de ruimtelijke verdeling gezamenlijk uitgevoerd voor omnivoren en carnivoren, omdat de verschillen tussen beide groepen niet significant waren.

4.1.5 Overzicht van gehalten aan schadelijke stoffen

Na het opschonen van de oorspronkelijke dataset van ongeveer 7.900 analyseresultaten (plus metagegevens: lengte, gewicht, enz.), bevatte de uiteindelijke geëvalueerde dataset in totaal 2.022 verschillende analysewaarden voor tien verschillende stofparameters in een

totaal van 224 vismonsters. Bijgevolg bestond er een goede gegevensbasis voor de evaluatie. Vrijwel alle schadelijke stoffen of stofgroepen zijn in meer dan 200 van alle monsters gemeten (wat overeenkomt met ongeveer 90%).

4.1.5.1 Niet-gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen

De beschrijvende gegevens voor de verontreinigingen met schadelijke stoffen zijn hieronder samengevat in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.1** t/m Tabel 13 en omvatten de minimum- en maximumwaarde (met het bijbehorende waterlichaam) evenals het gemiddelde met standaardafwijking, de mediaan, het relatieve aandeel monsters dat de milieukwaliteitsnorm overschrijdt en informatie over de mogelijkheid om de naleving van de betreffende milieukwaliteitsnorm te controleren. De evaluatie werd afzonderlijk uitgevoerd voor omnivore (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.1**) en carnivore (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.2**) vissoorten en voor beide groepen samen (Tabel 13).

Voor kwik was oorspronkelijk een vrijwel volledige dataset beschikbaar (N=223). Slechts voor één monster zijn geen analytische kwikgegevens gerapporteerd. In alle op kwik onderzochte monsters kon kwik worden gekwantificeerd met een detectiepercentage van 100%. Van de 223 waarden waren er 160 voor omnivore en 63 voor carnivore vissoorten. De biota-MKN van 20 µg/kg NG werd, zonder standaardisatie naar het drogestofgehalte, overschreden in 94% van alle monsters van omnivoren en in 95% van alle monsters van carnivoren. Dit kwam overeen met eerdere evaluaties uit de Rijn, maar ook met vrijwel alle andere rivieren in Duitsland (ICBR, 2018; Umweltbundesamt, 2023). Het hoogste gehalte in omnivore vissen bedroeg 260 µg/kg NG en werd gemeten in de Moezel bij Detzem. Het hoogste gehalte in carnivore vissen, te weten 421 µg/kg NG, werd ook in de Moezel (Millery-Vandières) gemeten en was daarmee veel hoger dan bij de omnivore vissoorten.

De groep PBDE's werd ook in het merendeel van de onderzochte monsters aangetroffen (detectiepercentage in de gehele monsterset: 97%). Ook bleek het percentage MKN-overschrijdingen van de zes indicator-PBDE's conform KRW even hoog als voor kwik. De biota-MKN voor PBDE van 0,0085 µg/kg NG werd overschreden in 96% van alle bruikbare monsters (omnivoor: 97%, carnivoor: 93%). Met een waarde van 16,1 µg/kg NG werd de zwaarste verontreiniging in omnivore vissen gemeten in de Moezel in het waterlichaam Millery-Vandières. Het hoogste gehalte in carnivoren werd ook bij dit waterlichaam aangetroffen en lag met een waarde van 16,8 µg/kg NG ongeveer op hetzelfde niveau. De grootschalige overschrijding van de biota-MKN door PBDE is ook in de literatuur beschreven (ICBR, 2018; Umweltbundesamt, 2023).

Voor de andere stoffen en stofgroepen in dit rapport lag het percentage MKN-overschrijdingen in de meeste gevallen beduidend lager. Voor PFOS bedroeg deze waarde

in carnivore vissen 66% en in omnivore vissen 20%. De milieukwaliteitsnorm voor heptachloor en heptachloorepoxide (0,0067 µg/kg NG) werd in 31% (omnivoor) dan wel 25% (carnivoor) van alle monsters overschreden. Voor dioxinen en dioxineachtige verbindingen, dicofol, hexachloorbutadieen, hexachloorbenzeen en hexabroomcyclododecaan werd er op alle onderzochte riviertrajecten van het Rijnstroomgebied voldaan aan de biota-MKN's, voor zover de gegevens niet werden gestandaardiseerd naar het vet- of drogestofgehalte.

In het geval van het pesticide dicofol kon geen waarde boven de laboratoriumspecifieke bepalingsgrens worden vastgesteld. Aangezien de bepalingsgrenzen van de verschillende laboratoria echter allemaal onder de biota-MKN van 33 µg/kg NG lagen, wordt deze grens in principe als monitorbaar beschouwd.

Heptachloor en heptachloorepoxide konden in 31% van alle bruikbare monsters worden gekwantificeerd met gehalten boven de desbetreffende bepalingsgrens. In 29% van alle monsters lag het vastgestelde gehalte boven de biota-MKN van 0,0067 µg/kg NG (omnivoren: 31%, carnivoren: 25%). Problematisch bij heptachloor en heptachloorepoxide was dat de bepalingsgrenzen van veel laboratoria voor een deel ruim boven de biota-MKN lagen. De monsters die in laboratoria met voldoende lage bepalingsgrenzen zijn onderzocht, vielen vaak op vanwege een MKN-overschrijding. De milieukwaliteitsnorm is dus in principe te monitoren, maar dit is sterk afhankelijk van de laboratoriumkeuze en daarom is de monitorbaarheid in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** 1 t/m Tabel 13 als "voorwaardelijk" aangemerkt. Vanwege het relatief hoge percentage MKN-overschrijdingen bij toepassing van voldoende lage bepalingsgrenzen wordt monitoring van de milieukwaliteitsnorm en tegelijkertijd selectie van laboratoria met voldoende gevoelige analysemethoden aanbevolen, omdat moet worden aangenomen dat de MKN bijna overal wordt overschreden.

Abschlussbericht: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
Onderzoekscade IME: 2023-030

- Pagina 64/210 -

Tabel 11: Overzicht van de niet-gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen in omnivore vissen: beschrijvende parameters over de gehele bemonsteringsperiode 2015-2022. Alle gegevens zijn omgerekend naar het monsternateriaal dat relevant is voor de MKN-monitoring, voor HCBd en HC+HCE zijn fileten en hele vis samengevoegd.

Stof(groep)	N	Gemiddelde [µg/kg NG]	SD [µg/kg NG]	Mediaan [µg/kg NG]	Min. [µg/kg NG]	Max. [µg/kg NG]	Waterlichaam met maximale verontreiniging	MKN ³ - overschrijding	MKN monitorbaar?
Hg	160	57,1	38,3	45,7	8,9	260	Moezel - Detzem	94%	Ja
PFOS	159	7,83	11,4	5,02	<LOQ	91	Rijn - Karlsruhe	20%	Ja
PCDD/F+dl-PCB's ⁴	158	0,00102	0,000960	0,000715	<LOQ	0,0061	Moezel - Liverdun	0%	Ja
HCBd	146	0,61	2,01	0,140	<LOQ	11,5	Lippe - Wesel	0%	Ja
HBCDD	155	1,95	2,4	1,00	<LOQ	12,2	Saar - Gdingen/Grosbiederstr.	0%	Ja
PBDE	160	1,19	1,83	0,73	<LOQ	16,1	Moezel - Millery – Vandières	97%	Ja
HCB	160	0,69	0,81	0,35	<LOQ	5,0	Rijn - Karlsruhe	0%	Ja
Dicofol	23	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	<LOQ	Alzette - Ettelbrück	0%	Ja
HC + HCE	152	0,0564	0,0637	0,0264	<LOQ	0,350	Rijn - Hollands Diep	31%	Voorwaardelijk

³ Conform richtlijn 2013/39/EU

⁴ Als WHO-TEQ

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
Onderzoekscade IME: 2023-030

- Pagina 65/210 -

Tabel 12: Overzicht van de niet-gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen in carnivore vissen: beschrijvende parameters over de gehele bemonsteringsperiode 2015-2022. Alle gegevens zijn omgerekend naar het monstermateriaal dat relevant is voor de MKN-monitoring, voor HCBd en HC+HCE zijn fileten en hele vis samengevoegd.

Stof(groep)	N	Gemiddelde [µg/kg NG]	SD [µg/kg NG]	Mediaan [µg/kg NG]	Min. [µg/kg NG]	Max. [µg/kg NG]	Waterlichaam met maximale verontreiniging	MKN ⁵ - overschrijding	MKN monitorbaar?
Hg	63	113	66,5	106	9,74	421	Moezel - Millery – Vandières	95%	Ja
PFOS	61	14,9	10,9	11,9	<LOQ	57,8	Moezel - Palzem	66%	Ja
PCDD/F+dl-PCB's ⁶	61	0,00115	0,00103	0,000837	<LOQ	0,00578	Wupper - Opladen	0%	Ja
HCBd	59	0,0325	0,0319	0,0200	<LOQ	0,107	Lippe - Wesel	0%	Ja
HBCDD	61	2,30	5,41	0,523	<LOQ	27,0	Saar - Gdingen/Grosbiederstr.	0%	Ja
PBDE	61	2,51	3,89	0,891	<LOQ	16,8	Moezel - Millery – Vandières	93%	Ja
HCB	61	0,417	0,442	0,201	<LOQ	1,53	Saar - Fremersdorf	0%	Ja
Dicofol	6	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	<LOQ	Alzette - Ettelbrück	0%	Ja
HC + HCE	61	0,0317	0,0420	0,0189	<LOQ	0,163	Moezel - Millery – Vandières	25%	Voorwaardelijk

⁵ Conform richtlijn 2013/39/EU

⁶ Als WHO-TEQ

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
Onderzoekscade IME: 2023-030

- Pagina 66/210 -

Tabel 13: Overzicht van de niet-gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen in alle vissen (omnivoor en carnivoor): beschrijvende parameters over de gehele bemonsteringsperiode 2015-2022. Alle gegevens zijn omgerekend naar het monsternateriaal dat relevant is voor de MKN-monitoring, voor HCBd en HC+HCE zijn filet en hele vis samengevoegd.

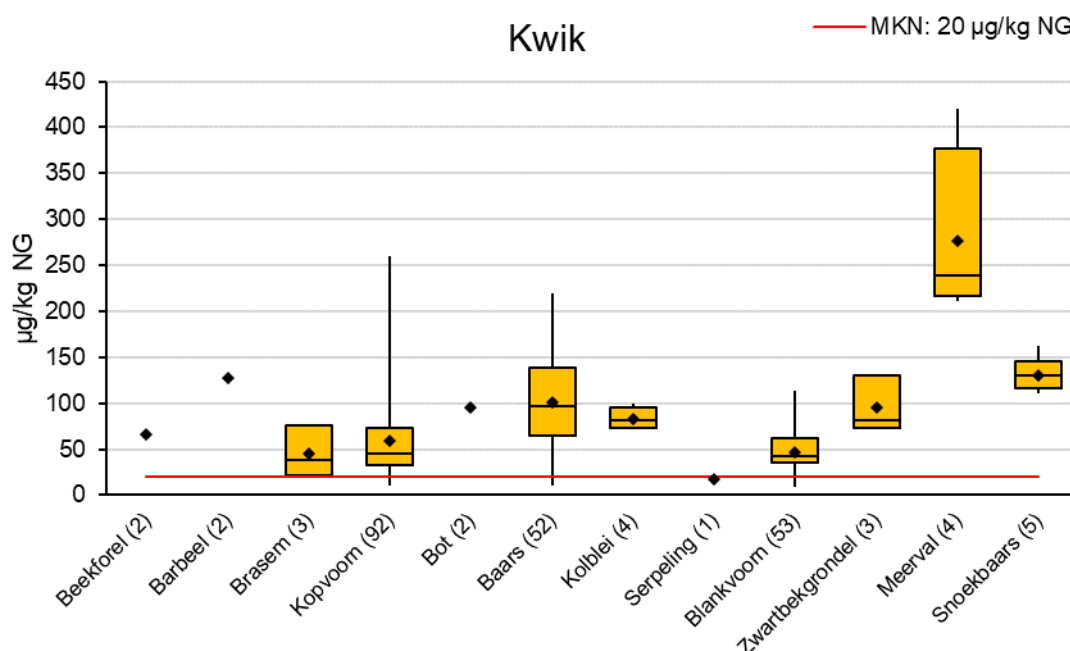
Stof(groep)	N	Gemiddelde [µg/kg NG]	SD [µg/kg NG]	Mediaan [µg/kg NG]	Min. [µg/kg NG]	Max. [µg/kg NG]	Waterlichaam met maximale verontreiniging	MKN ⁷ - overschrijding	MKN monitorbaar?
Hg	223	72,9	54,2	56,8	8,93	421	Moezel - Millery – Vandières	94%	Ja
PFOS	220	9,83	11,7	6,79	<LOQ	91,0	Rijn - Karlsruhe	33%	Ja
PCDD/F+dl-PCB's ⁸	219	0,00105	0,000984	0,00075	<LOQ	0,00611	Moezel - Liverdun	0%	Ja
HCBd	205	0,477	1,79	0,0795	<LOQ	11,5	Lippe - Wesel	0%	Ja
HBCDD	216	2,07	3,75	0,869	<LOQ	27,0	Saar - Güdingen/Grosbiederstr.	0%	Ja
PBDE	221	1,55	2,62	0,771	<LOQ	16,8	Moezel - Millery – Vandières	96%	Ja
HCB	221	0,629	0,757	0,300	<LOQ	5,00	Rijn - Karlsruhe	0%	Ja
Dicofol	29	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	<LOQ	Alzette - Ettelbrück	0%	Ja
HC + HCE	213	0,0500	0,0598	0,0235	<LOQ	0,350	Rijn - Hollands Diep	29%	Voorwaardelijk

⁷ Conform richtlijn 2013/39/EU

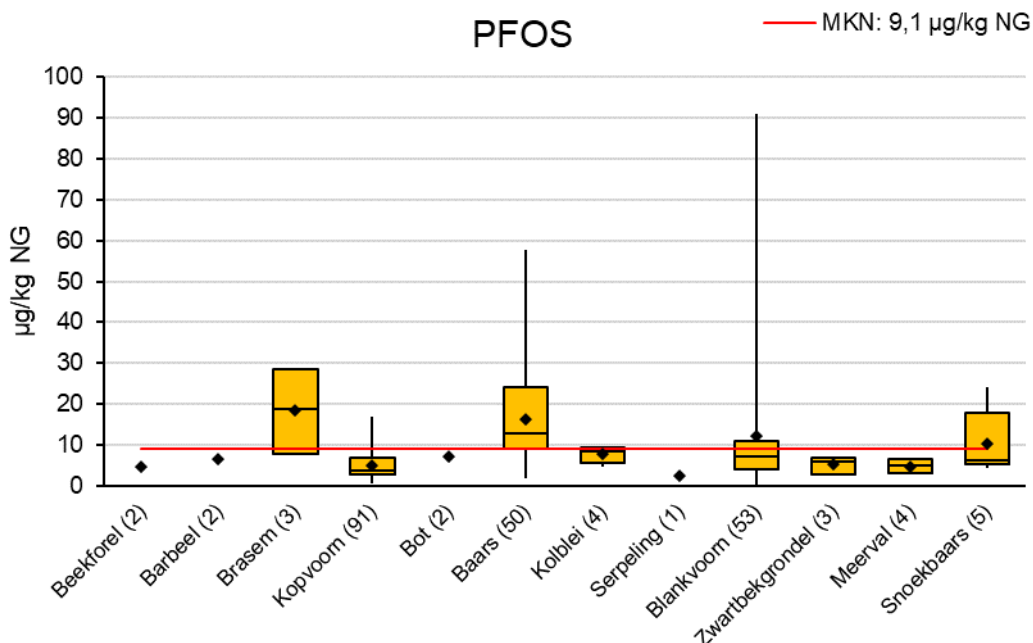
⁸ Als WHO-TEQ

De gehalten van de stoffen of stofgroepen in de verschillende vissoorten zijn in de vorm van boxplots weergegeven in Figuur 23 t/m Figuur 30. De betreffende milieukwaliteitsnorm is, indien de schaal dit toelaat, met een rode lijn in de grafiek ingetekend. Alle gegevens zijn, zoals aangegeven in de legenda bij de figuren, omgerekend naar het relevante monstermateriaal en niet gestandaardiseerd. Omdat de omrekening tussen filet en hele vis voor zowel hexachloorbutadieen als heptachloor en heptachloorepoxide niet mogelijk was vanwege het ontbreken van omrekeningsfactoren en omdat filet en hele vis vergelijkbare waardebereiken hadden (zie hoofdstuk Figuur 23), worden gegevens van filet en hele vis in deze twee gevallen samengevoegd. En omdat het niet altijd mogelijk was om boxplots te berekenen vanwege het soms geringe aantal bruikbare monsters per vissoort, zijn er ook gemiddelden ingetekend in de vorm van ruiten. In het geval van het pesticide dicofol kon geen waarde boven de laboratoriumspecifieke bepalingsgrens worden vastgesteld. Aangezien de bepalingsgrenzen van de verschillende laboratoria echter allemaal onder de biota-MKN van 33 µg/kg NG lagen, wordt deze grens in principe als monitorbaar beschouwd.

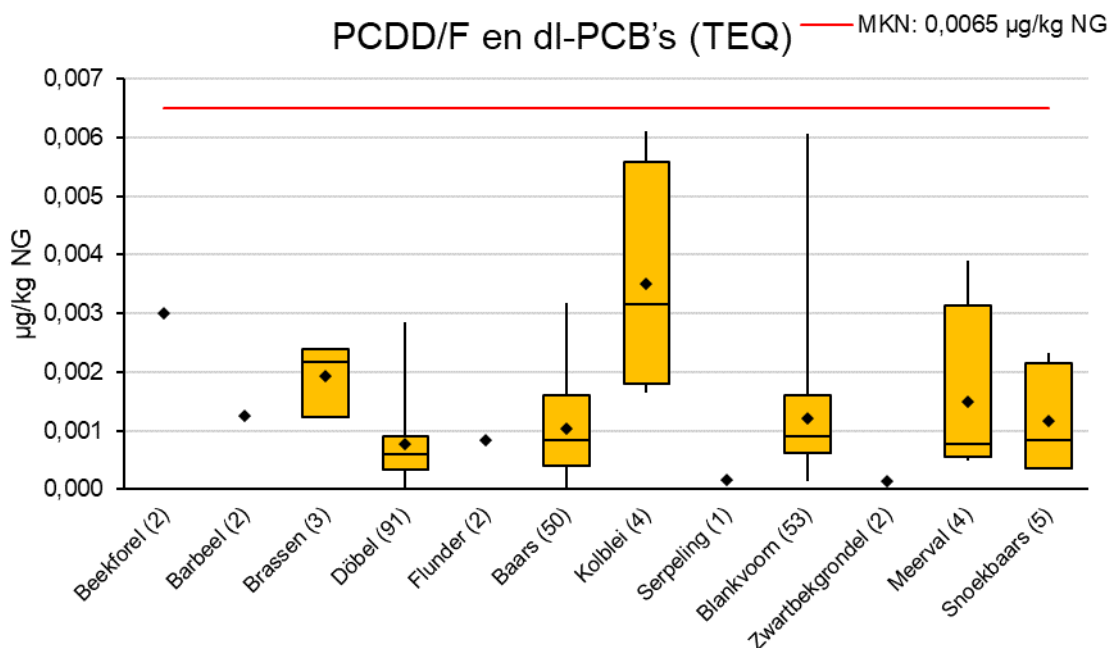
De volgende figuren laten een gemengd beeld zien van de gehalten aan schadelijke stoffen in de verschillende vissoorten. Afhankelijk van de stof en de beschikbare gegevens zijn er verschillende patronen te zien, die in het geval van de niet-gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen slechts ten dele te wijten zijn aan het trofische niveau in de voedselketen (www.fishbase.de, Froese en Pauly (2024)).



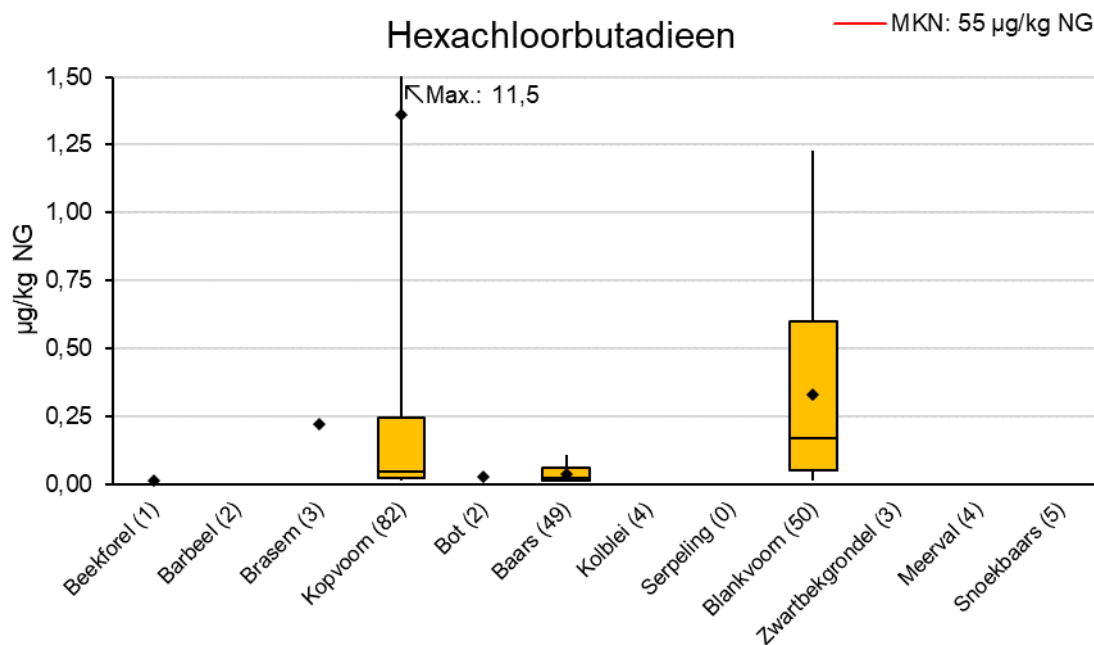
Figuur 23: Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 1: kwik (zonder standaardisatie; omrekening naar hele vis; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).



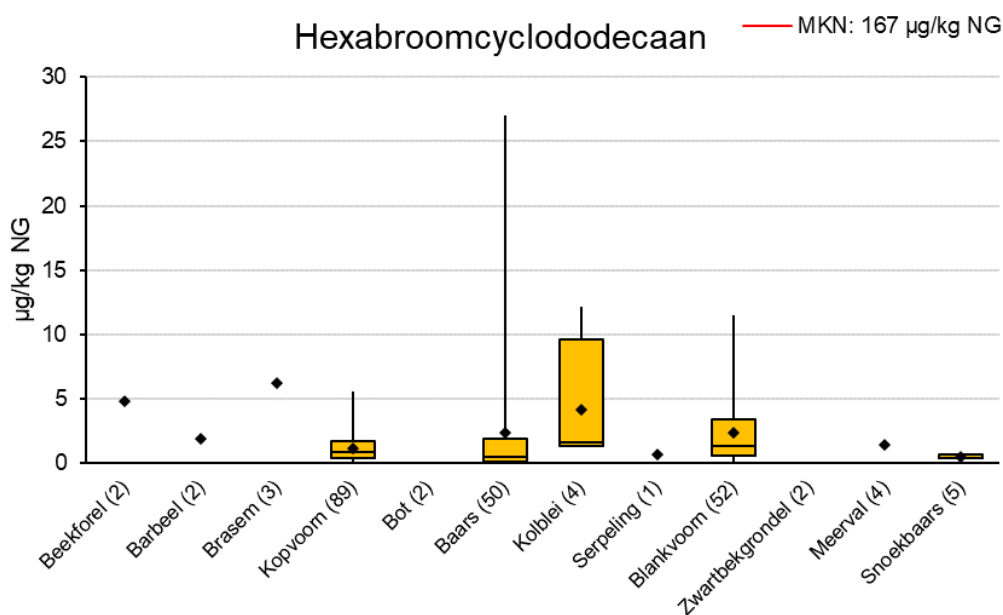
Figuur 24: Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 2: PFOS (zonder standaardisatie, omrekening naar filet; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).



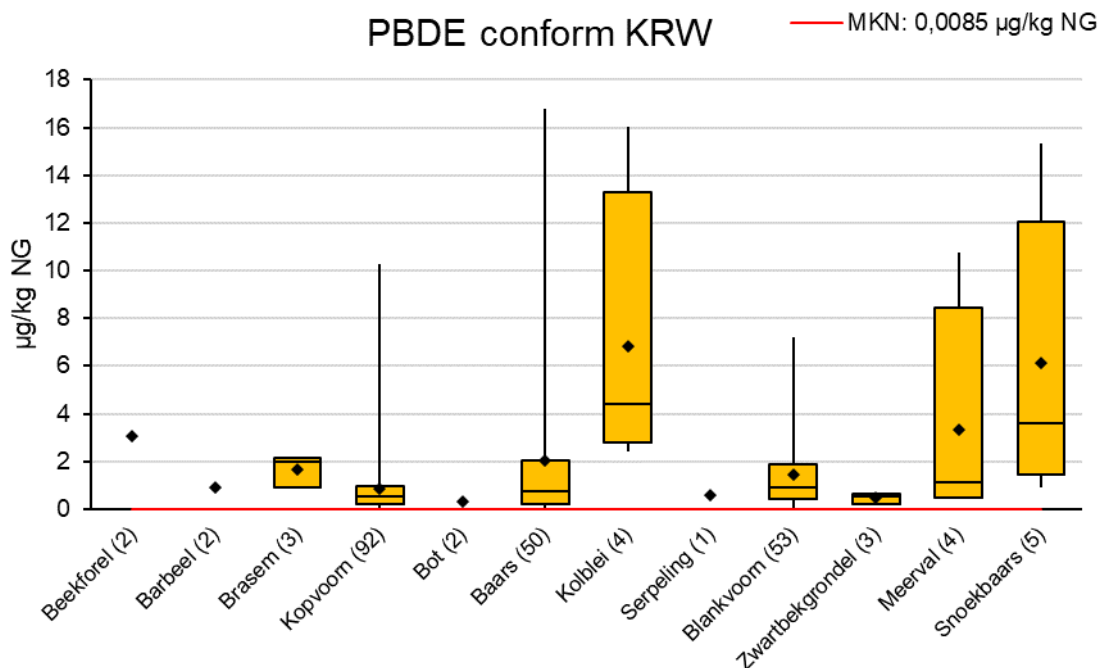
Figuur 25: Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 3: PCDD/F+dl-PCB's (zonder standaardisatie, omrekening naar filet; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).



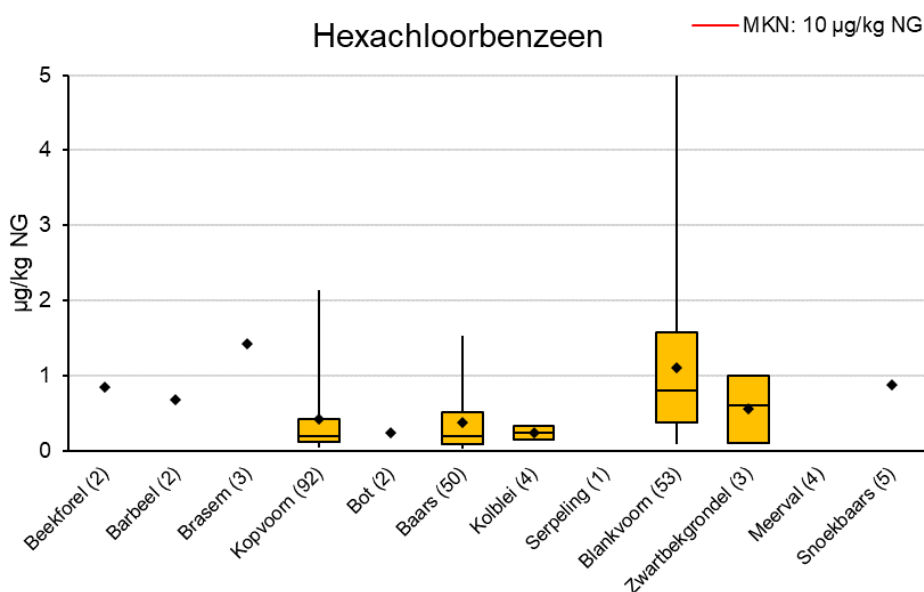
Figuur 26: Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 4: hexachloorbutadien (zonder standaardisatie; omrekening naar hele vis; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).



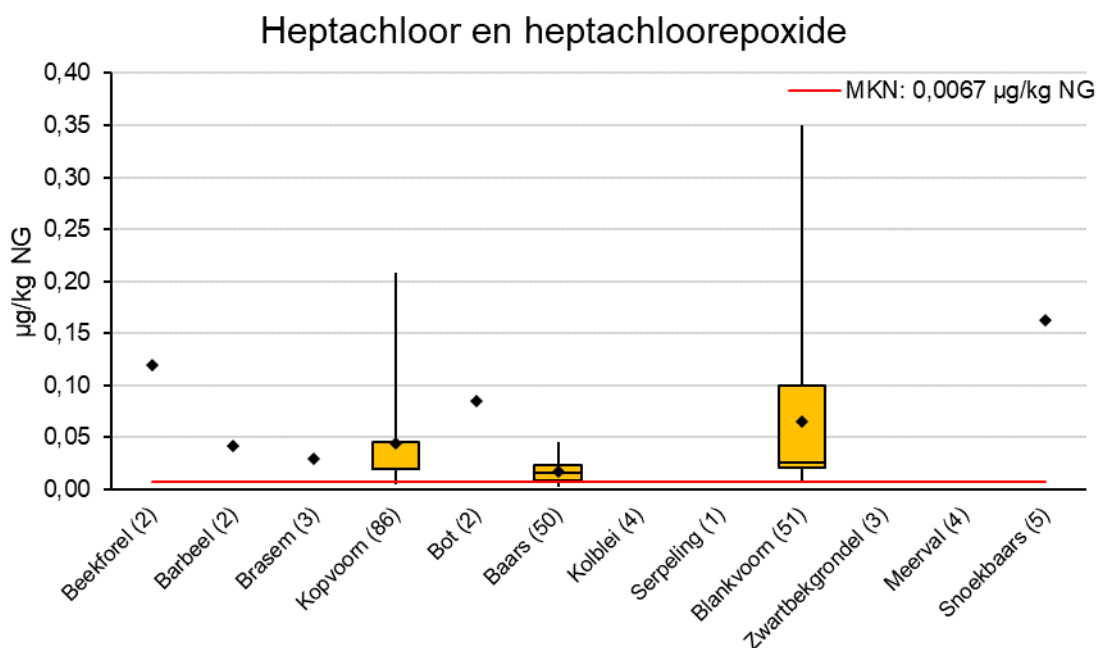
Figuur 27: Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 5: hexabroomcyclododecaan (zonder standaardisatie; omrekening naar hele vis; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).



Figuur 28: Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 6: PBDE conform KRW (zonder standaardisatie; omrekening naar filet; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).



Figuur 29: Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 7: hexachloorbenzeen (zonder standaardisatie; omrekening naar filet; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).



Figuur 30: Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 9: heptachloor en heptachloorepoxide (zonder standaardisatie, omrekening naar filet; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).

4.1.5.2 Gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen

Hieronder worden, zoals de niet-gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen, ook de gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen weergegeven en beschreven. Een relevante factor die de bruikbare dataset beperkte, was het gedeeltelijke ontbreken van gegevens over het vetgehalte (97% volledigheid) en vooral over het drogestofgehalte (72% volledigheid). Door de beperkte beschikbaarheid van gegevens over het drogestofgehalte werden de bruikbare datasets voor kwik en PFOS ongeveer een kwart kleiner. Aangezien de drogestofgehalten tussen en binnen de vissoorten maar weinig schommelden (zie Figuur 11 en Figuur 12), werden er voor filet- en hele vismonsters zonder beschikbare drogestofgehalten proxywaarden gebruikt voor de navolgende standaardisatie. Deze proxy's zijn medianen die voor alle vissoorten samen zijn afgeleid. Het mediane drogestofgehalte was 21,5% in filet en 25,9% in hele vis. Deze werkwijze moest alleen voor PFOS en kwik worden toegepast, omdat de andere stoffen zijn gestandaardiseerd naar het vetgehalte. Voor ontbrekende vetgehalten werden er vanwege de grote schommelingen tussen en binnen de vissoorten geen proxywaarden gebruikt.

De beschrijvende gegevens voor de verontreinigingen met schadelijke stoffen zijn hieronder samengevat in Tabel 14 t/m Tabel 16 en omvatten de minimum- en maximumwaarde (met het bijbehorende waterlichaam) evenals het gemiddelde met standaardafwijking, de mediaan, het relatieve aandeel monsters dat de milieukwaliteitsnorm overschrijdt en een beoordeling van de mogelijkheid tot monitoring van de betreffende milieukwaliteitsnorm. De evaluatie werd afzonderlijk uitgevoerd voor omnivore (Tabel 14) en carnivore (Tabel 15) vissoorten en voor beide groepen samen (Tabel 16).

Voor kwik was oorspronkelijk een vrijwel volledige dataset beschikbaar (N=223). Slechts voor één monster zijn geen analytische kwikgegevens gerapporteerd. Door in gevallen waar informatie ontbrak gebruik te maken van proxywaarden voor het drogestofgehalte kon de dataset worden uitgebreid van 162 naar 223 bruikbare monsters. In alle op kwik onderzochte monsters kon kwik worden gekwantificeerd met een detectiepercentage van 100%. Van de 223 waarden waren er 160 voor omnivore en 63 voor carnivore vissoorten. De biota-MKN van 20 µg/kg NG werd overschreden in 95% van alle monsters van omnivoren en in 98% van alle monsters van carnivoren. Dit kwam overeen met eerdere evaluaties uit de Rijn, maar ook met vrijwel alle andere rivieren in Duitsland (ICBR, 2018; Umweltbundesamt, 2023). Het hoogste gestandaardiseerde gehalte in omnivore vissen bedroeg 314 µg/kg NG en werd gemeten in de Moezel bij Detzem. Het hoogste gehalte in carnivore vissen werd ook in de Moezel (Millery-Vandières) gemeten en was met een waarde van 550 µg/kg NG bijna dubbel zo hoog als bij de omnivore vissoorten.

De groep PBDE's werd ook in alle onderzochte monsters aangetroffen waarvoor een standaardisatie naar het vetgehalte mogelijk was (detectiepercentage 100%). Ook bleek het percentage MKN-overschrijdingen van de zes indicator-PBDE's conform KRW even hoog als voor kwik. De biota-MKN voor PBDE van 0,0085 µg/kg NG werd overschreden in 97% van alle bruikbare monsters (omnivoor: 97%, carnivoor: 95%). Met een waarde van 47,9 µg/kg NG werd de hoogste verontreiniging in omnivore vissen gemeten in de Rijn (in het waterlichaam Kleef-Bimmen). Het hoogste gehalte in carnivoren werd ook in dit waterlichaam aangetroffen en lag met een waarde van 81,5 µg/kg NG ongeveer duizend keer boven de milieukwaliteitsnorm. De grootschalige overschrijding van de biota-MKN door PBDE is ook in de literatuur beschreven (ICBR, 2018; Umweltbundesamt, 2023).

Voor de andere stoffen en stofgroepen in dit rapport lag het percentage MKN-overschrijdingen in de gestandaardiseerde datasets meestal beduidend lager. In carnivore vissen bedroeg deze waarde 69% voor PFOS (MKN: 9,1 µg/kg NG), 37% voor dioxinen en dioxineachtige verbindingen (MKN: 0,0065 µg/kg NG) en 25% voor heptachloor en heptachloorepoxide (MKN: 0,0067 µg/kg NG). In omnivore vissen werden de milieukwaliteitsnormen in aanzienlijk minder monsters overschreden. Het percentage MKN-overschrijdingen bij de omnivoren bedroeg 28% voor PFOS, 20% voor dioxinen en dioxineachtige verbindingen en 22% voor heptachloor en heptachloorepoxide. In tegenstelling tot deze trend lag het percentage MKN-overschrijdingen voor hexachloorbenzeen in carnivore vissen (2%) lager dan in omnivore vissen (8%). Voor dicofol, hexachloorbutadien en hexabroomcyclododecaan werd op alle onderzochte riviertrajecten van het Rijnstroomgebied voldaan aan de desbetreffende biota-MKN.

In het geval van het pesticide dicofol kon geen waarde boven de laboratoriumspecifieke bepalingsgrens worden vastgesteld. Aangezien de bepalingsgrenzen van de verschillende laboratoria echter allemaal onder de biota-MKN van 33 µg/kg NG lagen, wordt deze grens in principe als monitorbaar beschouwd.

Heptachloor en heptachloorepoxide konden in 29% van alle bruikbare monsters worden gekwantificeerd met gehalten boven de desbetreffende bepalingsgrens. In 23% van alle bruikbare monsters lag het vastgestelde gehalte boven de biota-MKN van 0,0067 µg/kg NG (omnivoren: 22%, carnivoren: 25%). Problematisch bij heptachloor en heptachloorepoxide was dat de bepalingsgrenzen van veel laboratoria voor een deel ruim boven de biota-MKN lagen. De monsters die in laboratoria met voldoende lage bepalingsgrenzen zijn onderzocht, vielen vaak op vanwege een MKN-overschrijding. De milieukwaliteitsnorm is dus in principe te monitoren, maar dit is sterk afhankelijk van de laboratoriumkeuze en daarom is de monitorbaarheid in Tabel 14 t/m Tabel 16 als "voorwaardelijk" aangemerkt. Vanwege het relatief hoge percentage MKN-overschrijdingen bij toepassing van voldoende lage

bepalingsgrenzen wordt monitoring van de milieukwaliteitsnorm door laboratoria met voldoende gevoelige analysemethoden aanbevolen.

Abschlussbericht: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
 Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
 Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 75/210 -

Tabel 14: Overzicht van de gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen in omnivore vissen: beschrijvende parameters over de gehele bemonsteringsperiode 2015-2022. Kwik en PFOS: DS-standaardisatie (inclusief proxywaarden voor het drogestofgehalte); overige: vet-standaardisatie. Alle gegevens zijn omgerekend naar het monstermateriaal dat relevant is voor de MKN-monitoring, voor HCBd en HC+HCE zijn filet en hele vis samengevoegd.

Stof(groep)	N	Gemiddelde [µg/kg NG]	SD [µg/kg NG]	Mediaan [µg/kg NG]	Min. [µg/kg NG]	Max. [µg/kg NG]	Waterlichaam met maximale verontreiniging	MKN ⁹ - overschrijding	MKN monitorbaar?
Hg	160	66,9	45,5	53,2	10,8	314	Moezel - Detzem	95%	Ja
PFOS	159	9,15	13,6	5,78	<LOQ	107	Rijn - Karlsruhe	28%	Ja
PCDD/F+dl-PCB's ¹⁰	155	0,00487	0,00691	0,00313	<LOQ	0,0589	Rijn - Kleef-Bimmen	20%	Ja
HCBd	143	2,67	9,45	0,238	<LOQ	52,3	Lippe - Wesel	0%	Ja
HBCDD	152	6,42	13,2	2,71	<LOQ	97,6	Rijn - Kleef-Bimmen	0%	Ja
PBDE	157	5,45	7,57	2,49	<LOQ	47,9	Rijn - Kleef-Bimmen	97%	Ja
HCB	157	4,84	9,44	1,43	<LOQ	55,6	Rijn - Mannheim	8%	Ja
Dicofol	23	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	<LOQ	-	0%	Ja
HC + HCE	149	0,186	0,207	0,108	<LOQ	0,975	Rijn - Kleef-Bimmen	22%	Voorwaardelijk

⁹ Conform richtlijn 2013/39/EU

¹⁰ Als WHO-TEQ

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
Onderzoekscade IME: 2023-030

- Pagina Figuur 50/210 -

Tabel 15: Overzicht van de gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen in carnivore vissen: beschrijvende parameters over de gehele bemonsteringsperiode 2015-2022. Kwik en PFOS: DS-standaardisatie; overige: vet-standaardisatie. Alle gegevens zijn omgerekend naar het monsternateriaal dat relevant is voor de MKN-monitoring, voor HCBd en HC+HCE zijn filet en hele vis samengevoegd.

Stof(groep)	N	Gemiddelde [µg/kg NG]	SD [µg/kg NG]	Mediaan [µg/kg NG]	Min. [µg/kg NG]	Max. [µg/kg NG]	Waterlichaam met maximale verontreiniging	MKN ¹¹ - overschrijding	MKN monitorbaar?
Hg	63	138	87,9	126	11,8	550	Moezel - Millery – Vandières	98%	Ja
PFOS	61	18,2	13,7	14,2	<LOQ	69,9	Moezel - Palzem	69%	Ja
PCDD/F+dl-PCB's ¹²	59	0,00806	0,0125	0,00428	<LOQ	0,0727	Rijn - Kleef-Bimmen	37%	Ja
HCBd	57	0,7	0,973	0,290	<LOQ	2,972	Lippe - Wesel	0%	Ja
HBCDD	59	8,90	14,1	2,26	<LOQ	63,4	Rijn - Kleef-Bimmen	0%	Ja
PBDE	59	13,4	17,5	7,60	<LOQ	81,5	Rijn - Kleef-Bimmen	95%	Ja
HCB	59	3,70	5,17	2,25	<LOQ	27,3	Rijn - Kleef-Bimmen	2%	Ja
Dicofol	6	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	<LOQ	-	0%	Ja
HC + HCE	59	0,390	0,395	0,189	<LOQ	1,50	Neckar - Mannheim	25%	Voorwaardelijk

¹¹ Conform richtlijn 2013/39/EU

¹² Als WHO-TEQ

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
Onderzoekscade IME: 2023-030

- Pagina Figuur 50/210 -

Tabel 16: Overzicht van de gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen in alle vissen (omnivoor en carnivoor): beschrijvende parameters over de gehele bemonsteringsperiode 2015-2022. Kwik en PFOS: DS-standaardisatie; overige: vet-standaardisatie. Alle gegevens zijn omgerekend naar het monsternateriaal dat relevant is voor de MKN-monitoring, voor HCBd en HC+HCE zijn filet en hele vis samengevoegd.

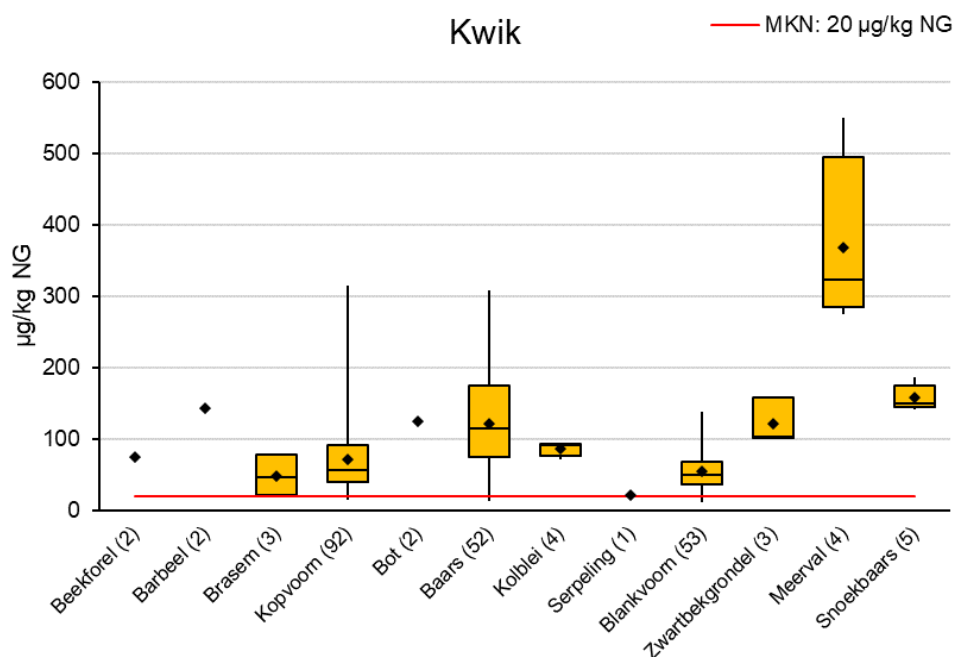
Stof(groep)	N	Gemiddelde [µg/kg NG]	SD [µg/kg NG]	Mediaan [µg/kg NG]	Min. [µg/kg NG]	Max. [µg/kg NG]	Waterlichaam met maximale verontreiniging	MKN ¹³ - overschrijding	MKN monitorbaar?
Hg	223	86,9	68,4	65,4	10,8	550	Moezel - Millery – Vandières	96%	Ja
PFOS	220	11,7	14,2	7,77	<LOQ	107	Rijn - Karlsruhe	40%	Ja
PCDD/F+dl-PCB's ¹⁴	214	0,00576	0,00894	0,00333	<LOQ	0,0727	Rijn - Kleef-Bimmen	25%	Ja
HCBd	200	2,30	8,58	0,264	<LOQ	52,3	Lippe - Wesel	0%	Ja
HBCDD	211	7,29	13,6	2,59	<LOQ	97,6	Rijn - Kleef-Bimmen	0%	Ja
PBDE	216	7,57	11,7	2,91	<LOQ	81,5	Rijn - Kleef-Bimmen	97%	Ja
HCB	216	4,60	8,73	1,71	<LOQ	55,6	Rijn - Mannheim	6%	Ja
Dicofol	29	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	<LOQ	-	0%	Ja
HC + HCE	208	0,237	0,281	0,124	<LOQ	1,50	Neckar - Mannheim	23%	Voorwaardelijk

¹³ Conform richtlijn 2013/39/EU

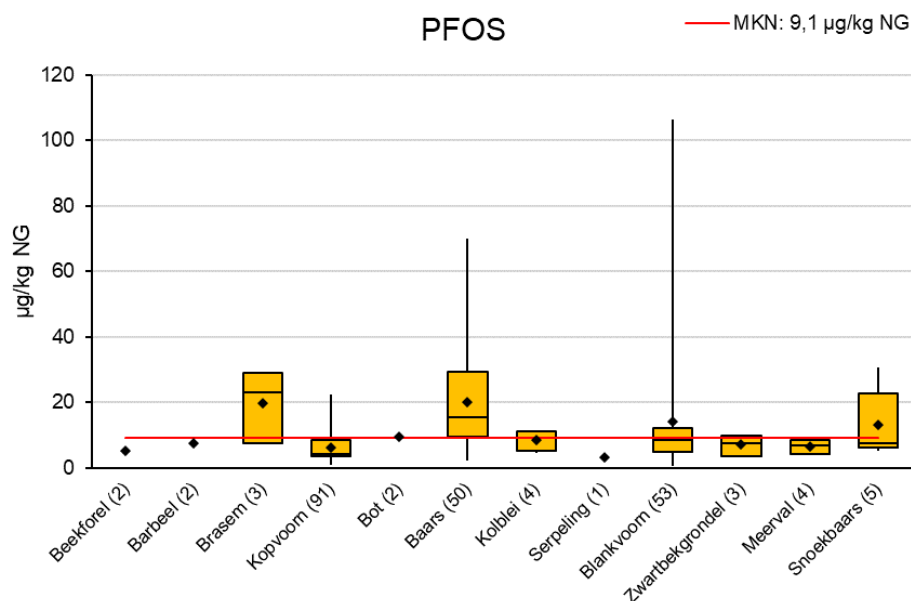
¹⁴ Als WHO-TEQ

De gehalten van de stoffen of stofgroepen in de verschillende vissoorten zijn in de vorm van boxplots weergegeven in Figuur 31 t/m Figuur 38. De betreffende milieukwaliteitsnorm is, indien de schaal dit toelaat, met een rode lijn in de grafiek ingetekend. Alle gegevens zijn, zoals aangegeven in de legenda van de figuren, gestandaardiseerd naar het vet- of drogestofgehalte en omgerekend naar het relevante monstermateriaal. Omdat de omrekening tussen filet en hele vis voor zowel hexachloorbutadien als heptachloor en heptachloorepoxide niet mogelijk was vanwege het ontbreken van omrekeningsfactoren en omdat filet en hele vis vergelijkbare waarde bereiken hadden (zie hoofdstuk Figuur 23), worden gegevens van filet en hele vis in deze twee gevallen samengevoegd. En omdat het niet altijd mogelijk was om boxplots te berekenen vanwege het soms geringe aantal bruikbare monsters per vissoort, zijn er ook gemiddelden ingetekend in de vorm van ruiten. In het geval van het pesticide dicofol kon geen waarde boven de laboratoriumspecifieke bepalingsgrens worden vastgesteld. Aangezien de bepalingsgrenzen van de verschillende laboratoria echter allemaal onder de biota-MKN van 33 µg/kg NG lagen, wordt deze grens in principe als monitorbaar beschouwd.

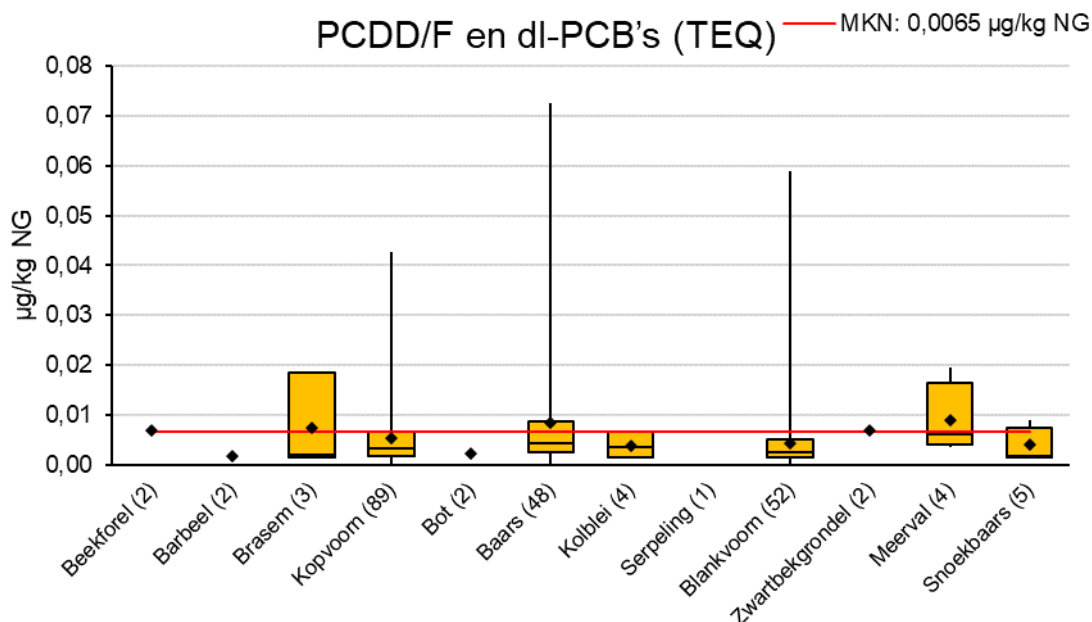
De volgende figuren laten een gemengd beeld zien van de gehalten aan schadelijke stoffen in de verschillende vissoorten. Afhankelijk van de stof en de beschikbare gegevens zijn er verschillende patronen te zien. Wat de figuren gemeen hebben is dat de rivierbaars bij alle schadelijke stoffen tot de drie zwaarst vervuilde vissoorten behoort. Dit komt enerzijds door de carnivore voedingswijze en het daarmee samenhangende hoge trofische niveau van de rivierbaars en anderzijds door het hoge aandeel rivierbaarzen in de volledige dataset. De verontreiniging met schadelijke stoffen in de drie meest bemonsterde vissoorten is als volgt: kopvoorn < blankvoorn < rivierbaars; dit komt overeen met hun trofische niveaus in de voedselketen (www.fishbase.de, Froese en Pauly (2024)).



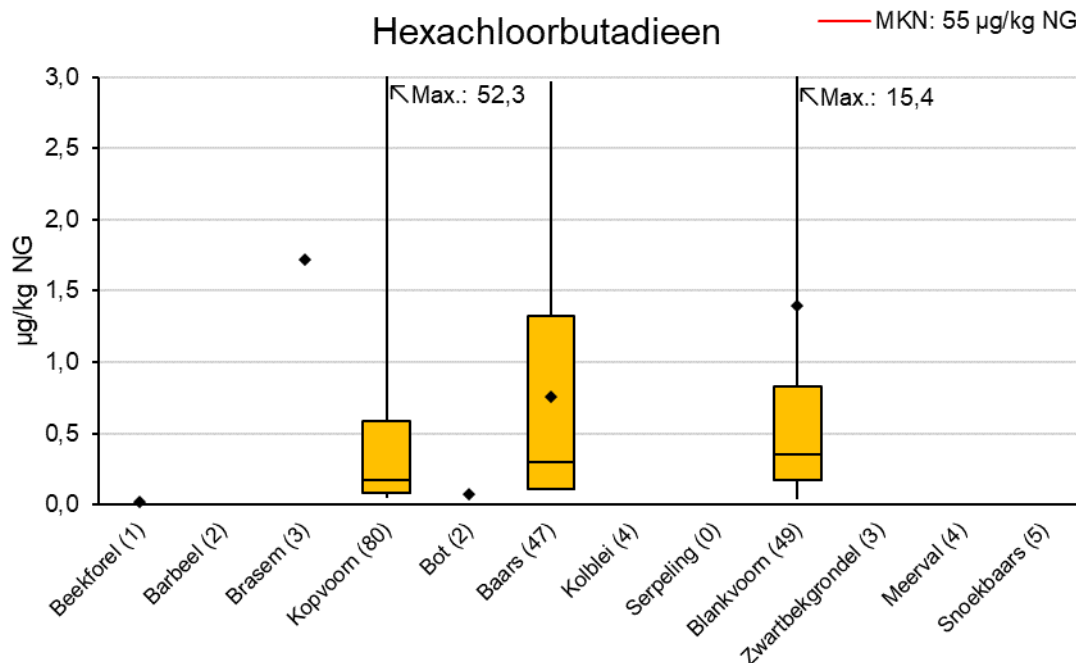
Figuur 31: Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 1: kwik (DS-standaardisatie inclusief proxywaarden voor het drogestofgehalte; omrekening naar hele vis; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).



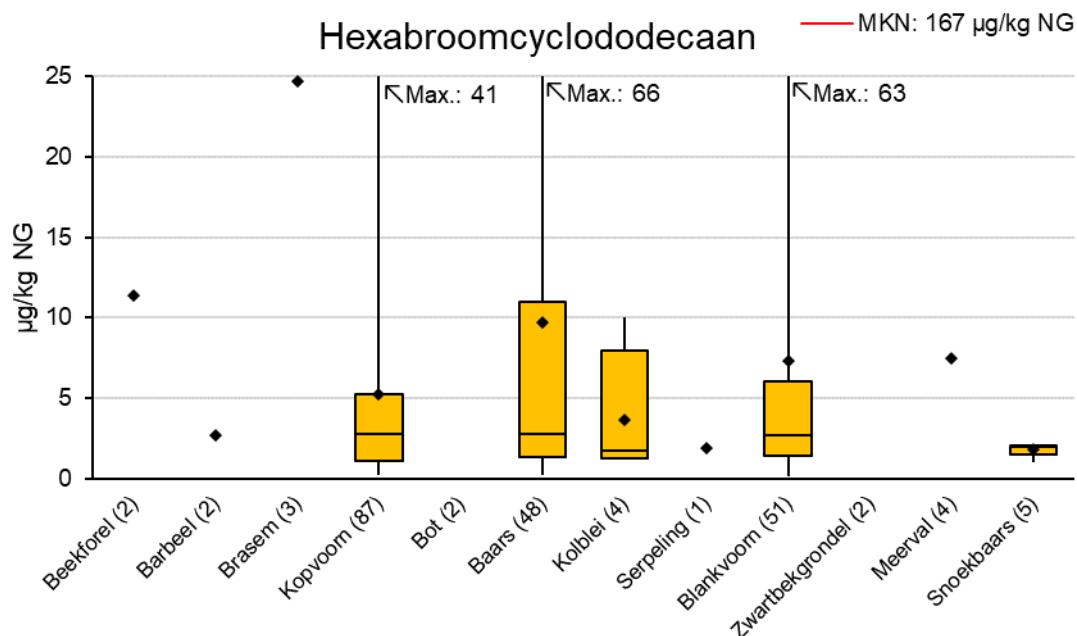
Figuur 32: Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 2: PFOS (DS-standaardisatie inclusief proxywaarden voor het drogestofgehalte; omrekening naar filet; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).



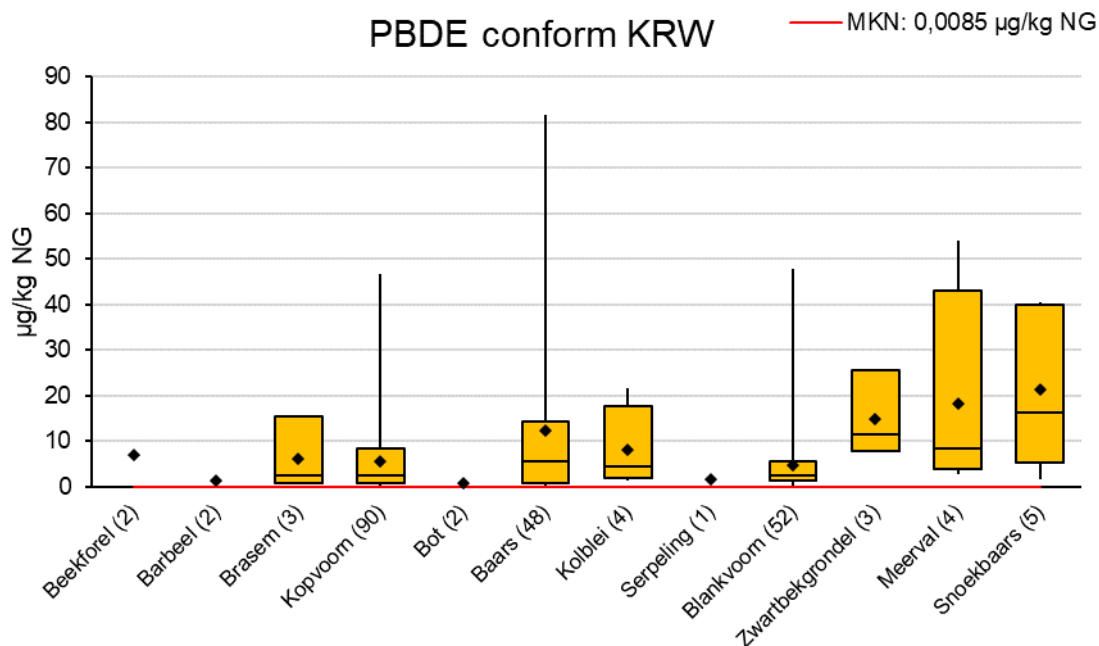
Figuur 33: Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 3: PCDD/F+dl-PCB (vet-standaardisatie; omrekening naar filet; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).



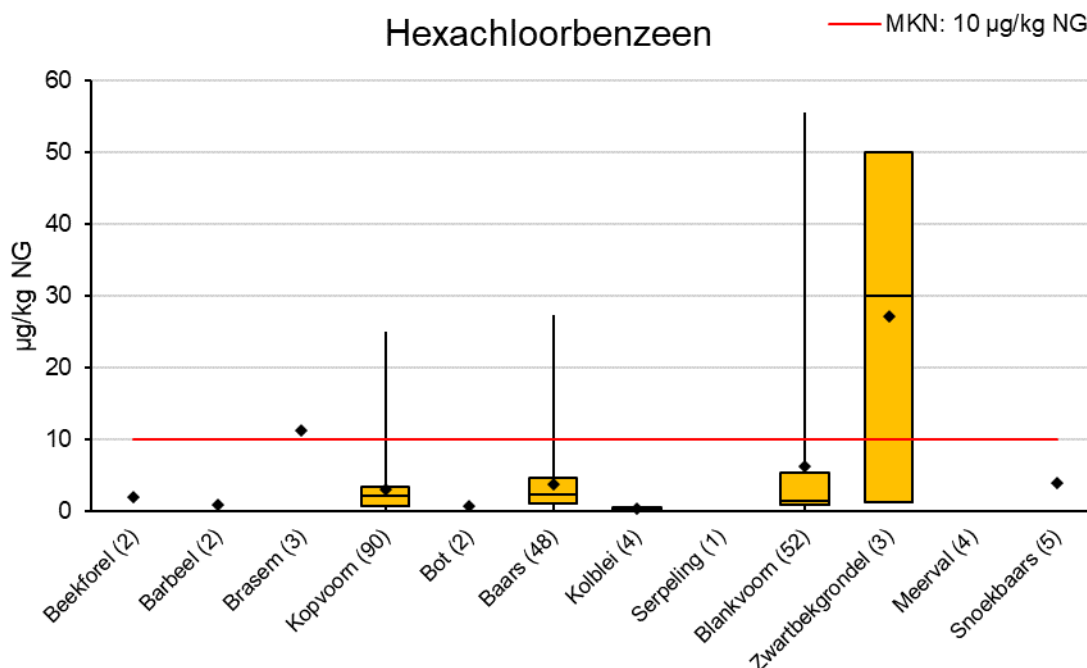
Figuur 34: Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 4: hexachloorbutadien (vet-standaardisatie; omrekening naar hele vis; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).



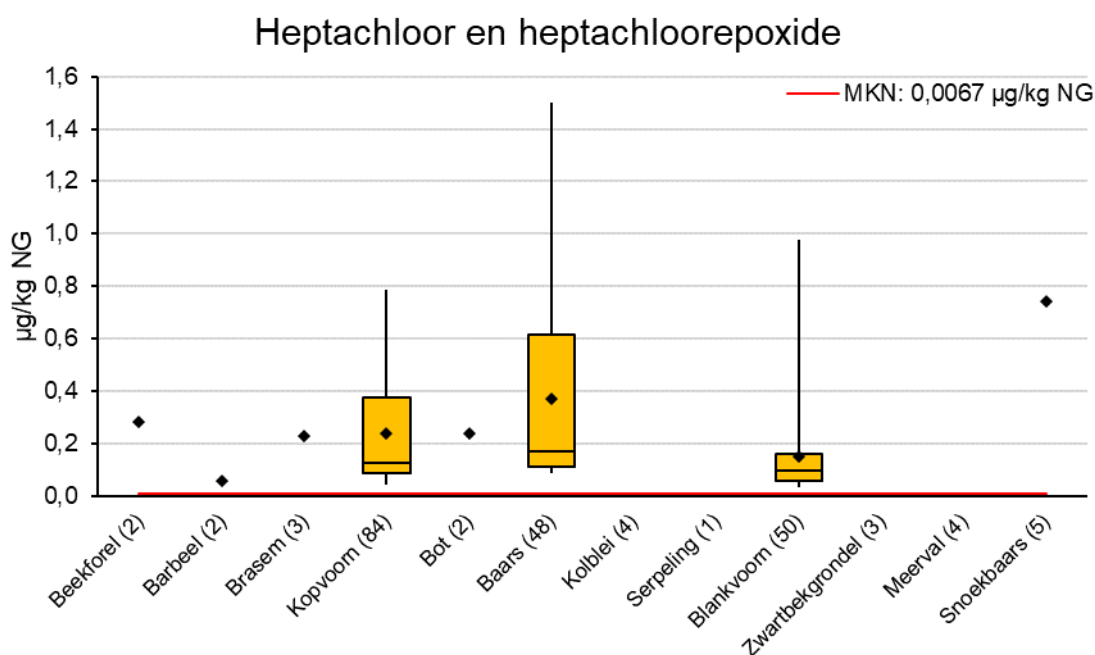
Figuur 35: Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 5: hexabroomcyclododecaan (vet-standaardisatie; omrekening naar hele vis; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).



Figuur 36: Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 6: PBDE conform KRW (vet-standaardisatie; omrekening naar filet; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).



Figuur 37: Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 7: hexachloorbenzeen (vet-standaardisatie; omrekening naar filet; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).



Figuur 38: Boxplot van alle meetresultaten per vissoort. Deel 9: heptachloor en heptachloorepoxide (vet-standaardisatie; omrekening naar filet; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ).

4.1.6 Ruimtelijke vergelijking

Voor de ruimtelijke vergelijking van de gehalten aan schadelijke stoffen in de loop van de Rijn en zijn zijrivieren zijn voor elk waterlichaam gemiddelden berekend en grafisch weergegeven. Ook zijn de gegevens onderverdeeld in drie perioden: 2015-2016, 2017-2019 en 2020-2022. Alle gegevens zijn – voor zover mogelijk – omgerekend naar het monstermateriaal dat relevant is voor de MKN-monitoring (filet of hele vis). Zoals beschreven in hoofdstuk Figuur 30, zijn er deels statistisch significante verschillen vastgesteld tussen de verontreiniging van omnivore en carnivore vissoorten met schadelijke stoffen. Daarom is de evaluatie van de ruimtelijke verdeling in deze gevallen alleen uitgevoerd op basis van de omnivoren. Een overzicht van de analytische gegevens die uiteindelijk voor de schadelijke stoffen zijn gebruikt, staat hieronder in Tabel 17.

De ruimtelijke vergelijking gebeurde enerzijds voor de niet-gestandaardiseerde gehalten aan verontreinigende stoffen (hoofdstuk 4.1.6.1) en anderzijds apart voor de gestandaardiseerde gehalten (hoofdstuk 4.1.6.2). De gehalten aan verontreinigende stoffen werden, afhankelijk van hun stofeigenschappen, gestandaardiseerd naar het vetgehalte of het drogestofgehalte (zie Tabel 17).

Tabel 17: Overzicht van het voor de ruimtelijke analyse gebruikte monstermateriaal, de vissoorten op basis van hun trofische niveau (omnivoren en carnivoren) en het soort standaardisatie per stof(groep).

Stof(groep)	Monstermateriaal	Trofisch niveau	Standaardisatie
Kwik	Hele vis (incl. filet na omrekening)	Omnivoor	Droge stof
PFOS	Filet (incl. hele vis na omrekening)	Omnivoor	Droge stof
PCDD/F+dl-PCB's	Filet (incl. hele vis na omrekening)	Omnivoor + carnivoor	Vet
HCBd	Filet en hele vis samengevoegd	Omnivoor + carnivoor	Vet
HBCDD	Hele vis (incl. filet na omrekening)	Omnivoor + carnivoor	Vet
PBDE	Filet (incl. hele vis na omrekening)	Omnivoor	Vet
Hexachloorbenze		Omnivoor + carnivoor	Vet
en	Filet (incl. hele vis na omrekening)		
Dicofol	-	-	Vet
HC+HCE	Filet en hele vis samengevoegd	Omnivoor + carnivoor	Vet

Het bovenste deel van de figuren 41 t/m 58 toont de verontreiniging met de betreffende stof in de loop van de Rijn, de Neckar en de Moezel. In het onderste deel van de figuren is de verontreiniging weergegeven in de Saar, de Lahn, de Sauer, de Meurthe en in de verdere zijrivieren (Alzette, Blies, Kinzig, Lippe, Main, Ruhr, Schwarzbach, Weschnitz, Wupper; in alfabetische volgorde), waarbij er slechts één waterlichaam per rivier was. Voor de grafische weergave van de verontreiniging per waterlichaam zijn de gegevens ook afzonderlijk geanalyseerd voor de drie bovengenoemde perioden, teneinde een vereenvoudigde

trendanalyse in de tijd te kunnen uitvoeren. Vanwege het kleine aantal tijdsintervallen zijn deze trendanalyses echter niet gebaseerd op statistisch afgeleide methoden, maar op een visuele beoordeling van de drie perioden.

4.1.6.1 Niet-gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen

De grafische weergave van de niet-gestandaardiseerde verontreiniging met de verschillende schadelijke stoffen is te vinden in Figuur 39 t/m Figuur 46. In het geval van het pesticide dicofol kon geen waarde boven de laboratoriumspecifieke bepalingsgrens worden vastgesteld. Aangezien de bepalingsgrenzen van de verschillende laboratoria echter allemaal onder de biota-MKN van 33 µg/kg NG lagen, wordt deze grens in principe als monitorbaar beschouwd.

Het was niet in alle gevallen mogelijk om de grafiek volledig in te vullen. Dit kwam enerzijds doordat er niet voor elk waterlichaam en elke periode analytische gegevens van een stof of stofgroep beschikbaar waren. Anderzijds kon een deel van de gegevens niet in aanmerking worden genomen. Dit was het geval wanneer er alleen gegevens van carnivore vissen beschikbaar waren voor stoffen waarvan evaluatie alleen mogelijk was voor omnivore vissen (zie 4.1.47 en hoofdstuk 4.1.4).

Met uitzondering van enkele waterlichamen kon in alle rivieren (Figuur 39) gemiddeld een overschrijding van de milieukwaliteitsnorm voor kwik (20 µg/kg NG) worden vastgesteld. De zwaarste verontreinigingen werden aangetroffen in de Moezel bij Tonnoy en bij Liverdun, in de Nieuwe Waterweg en in de Wupper.

Voor PFOS (MKN: 9,1 µg/kg NG) werden de twee veruit hoogste gehalten in de periode 2020-2022 in de Rijn bij Karlsruhe en bij Mannheim aangetroffen. Opvallend was dat de gehalten in de voorgaande periode 2017-2019 beduidend lager waren. Het Rijnafwaarts volgende waterlichaam bij Petersau liet daarentegen ook in de periode 2015-2016 opvallend hoge gehalten zien.

De zwaarste, over de verschillende periodes gemiddelde verontreinigingen met dioxinen en dioxineachtige verbindingen zijn in de Wupper bij Opladen en in de Rijn (St. Goar en Bad Honnef) vastgesteld. Opvallend was dat de hoogste gemiddelden in de periode 2015-2016 zijn gemeten. Daar waar vergelijkingen met latere bemonsteringsperiodes mogelijk waren, waren de gehalten doorgaans veel lager. Alle niet-gestandaardiseerde gehalten aan dioxinen en dioxineachtige verbindingen lagen onder de milieukwaliteitsnorm van 0,0065 µg/kg NG.

In het geval van hexachloorbutadien waren er vrij weinig gegevens, zoals Tabel 15 laat zien. Bijzonder opvallend was het gehalte in de Lippe bij Wesel in de periode 2015-2016. Het gemiddelde gehalte van 11,5 µg/kg NG lag echter nog onder de milieukwaliteitsnorm van

55 µg/kg NG. In de periode 2020-2022 was het gehalte in hetzelfde waterlichaam beduidend lager.

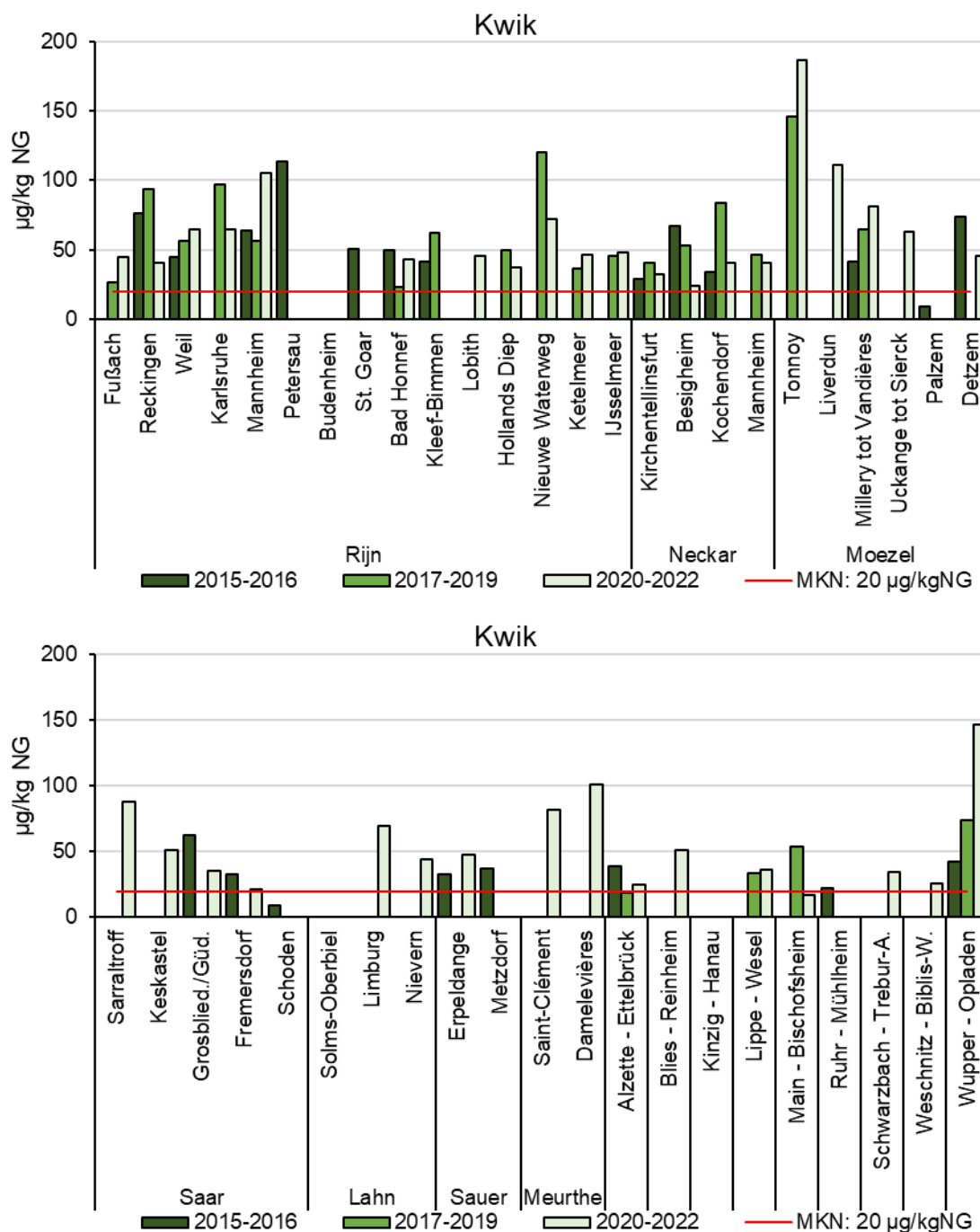
De gehalten van hexabroomcyclododecaan lagen allemaal ruim onder de milieukwaliteitsnorm van 167 µg/kg NG. De hoogste gehalten werden gedetecteerd in de Saar bij Grosbliederstroff/Güdingen aan de Frans-Duitse grens (2015-2016), in de Rijn bij St. Goar (2015-2016) en in de Wupper bij Opladen (2015-2016). Monsters die later in dezelfde waterlichamen werden genomen, lieten zien dat de waarden in de loop van de tijd waren gedaald.

De milieukwaliteitsnorm voor de zes PBDE's die relevant zijn voor de Kaderrichtlijn Water (0,0085 µg/kg NG) werd gemiddeld in bijna alle waterlichamen en in bijna alle bemonsteringsperioden overschreden. De hoogste gehalten werden aangetroffen in de Lippe bij Wesel, in de Moezel bij Millery-Vandières en in de Saar in verschillende waterlichamen. Ook hier werden de maxima in de periode 2015-2016 gemeten, zodat er in de loop van de tijd een algemene neerwaartse trend kon worden waargenomen.

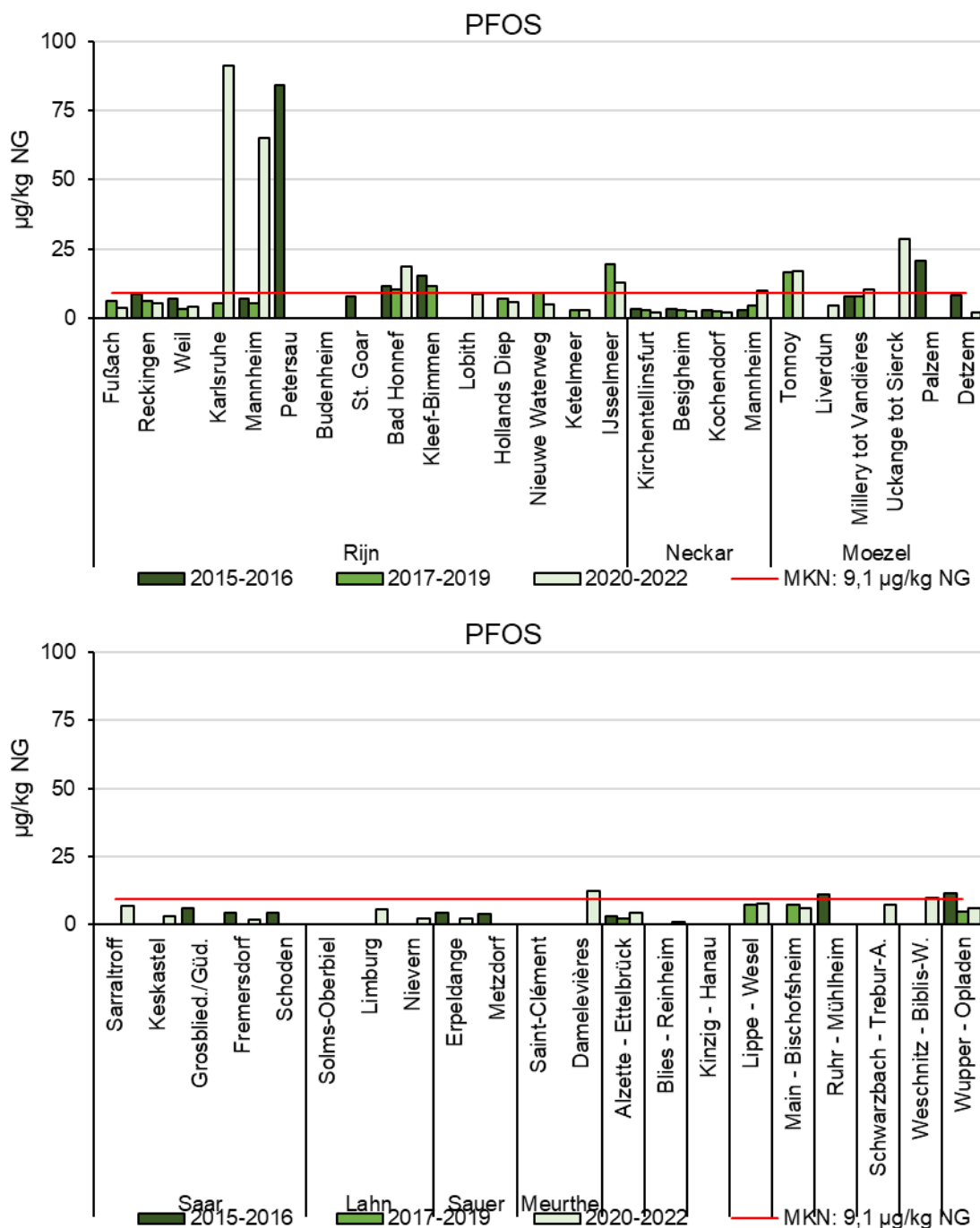
Zoals Figuur 45 laat zien, waren de meeste maximumgehalten aan hexachloorbenzeen in de Rijn zelf te vinden. Bij de niet-gestandaardiseerde gehalten aan hexachloorbenzeen werd de milieukwaliteitsnorm van 10 µg/kg NG in geen van de waterlichamen overschreden.

De grafische weergave van de ruimtelijke verdeling van heptachloor en heptachloorepoxide (Figuur 46) liet een ogenschijnlijk hoge mate van overschrijdingen van de milieukwaliteitsnorm zien, vooral in de Rijn, de Moezel, de Sauer, de Lippe, de Ruhr en de Wupper. Hoewel een groot deel van de geleverde gegevens voor heptachloor en heptachloorepoxide onder de laboratoriumspecifieke bepalingsgrens lag, moet hier nogmaals worden opgemerkt dat de bepalingsgrenzen vaak boven de milieukwaliteitsnorm van 0,0067 µg/kg NG lagen. Om deze reden (zie ook hoofdstuk 4.1.4) is een beoordeling van de algemene mogelijkheid tot monitoring van de milieukwaliteitsnorm moeilijk, want mogelijke overschrijdingen van de milieukwaliteitsnorm kunnen over het hoofd worden gezien. De hoogste gehalten werden gemeten in de Rijn (Nederlandse waterlichamen) en in de Moezel bij Millery-Vandières.

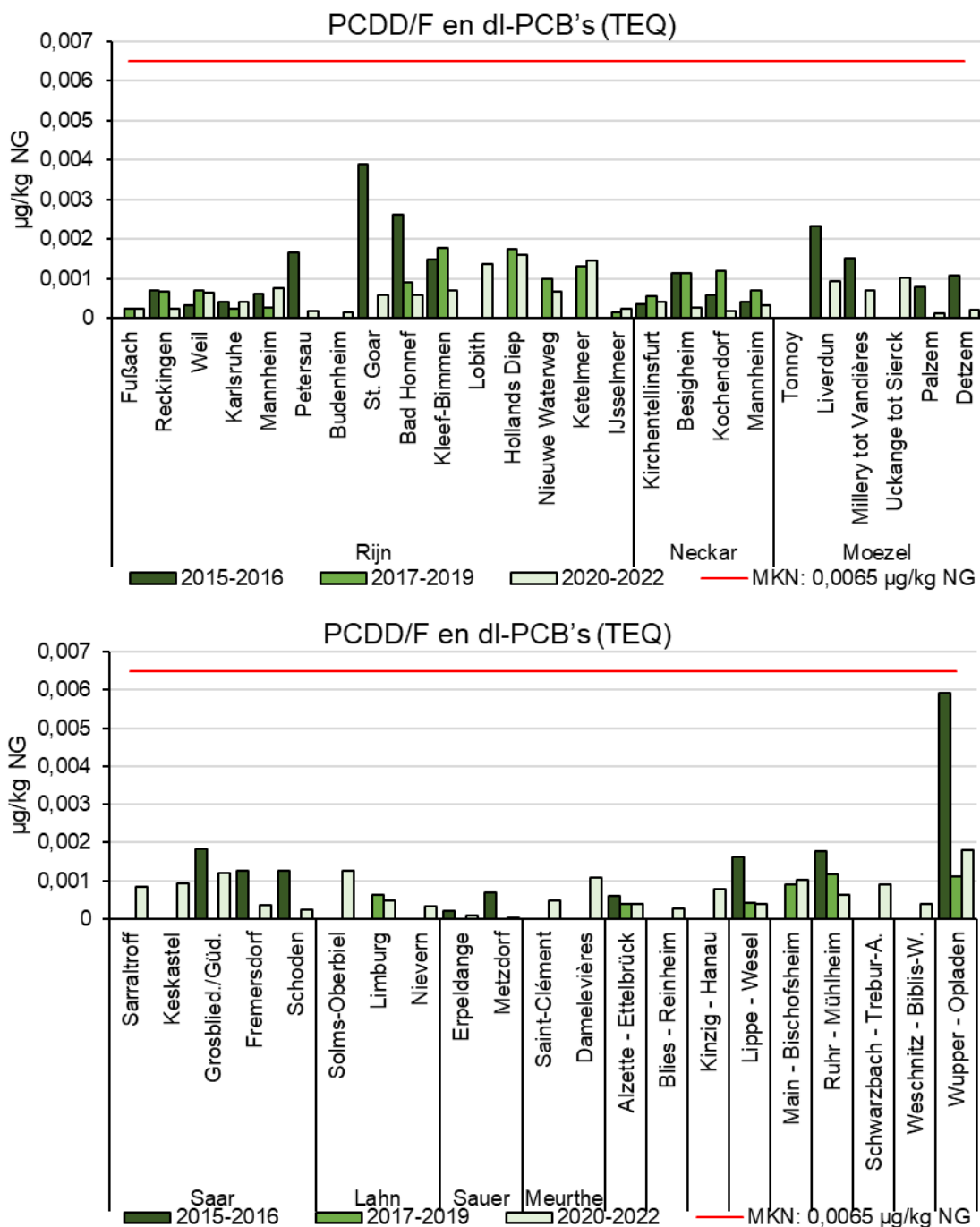
De ruimtelijke verdeling voor de niet-gestandaardiseerde visgegevens is in Figuur 67 t/m Figuur 83 in de bijlage in de vorm van belastingskaarten weergegeven.



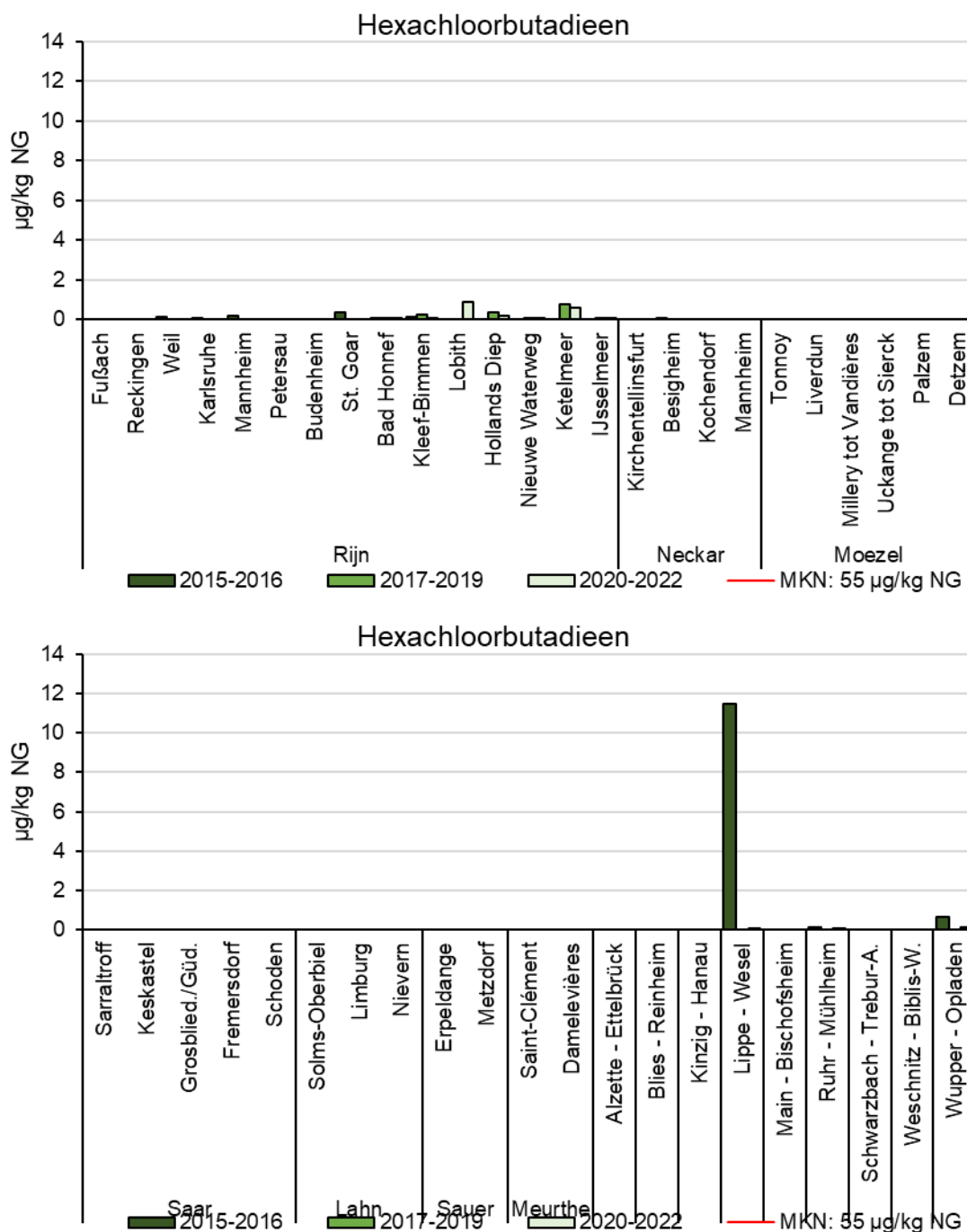
Figuur 39: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 1: kwik (zonder standaardisatie, omrekening naar hele vis, alleen omnivoor).



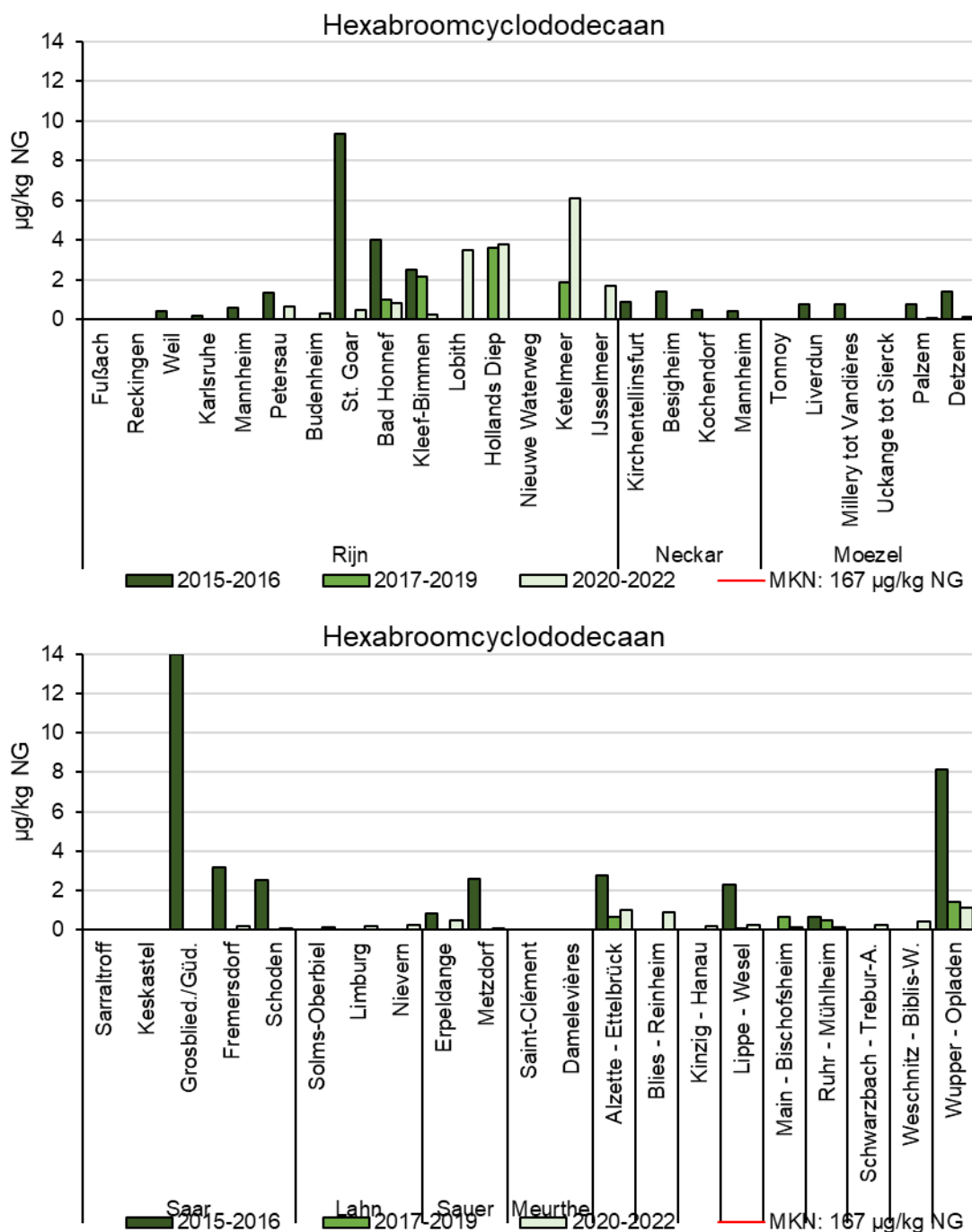
Figuur 40: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 2: PFOS (zonder standaardisatie, omrekening naar filet, alleen omnivoor).



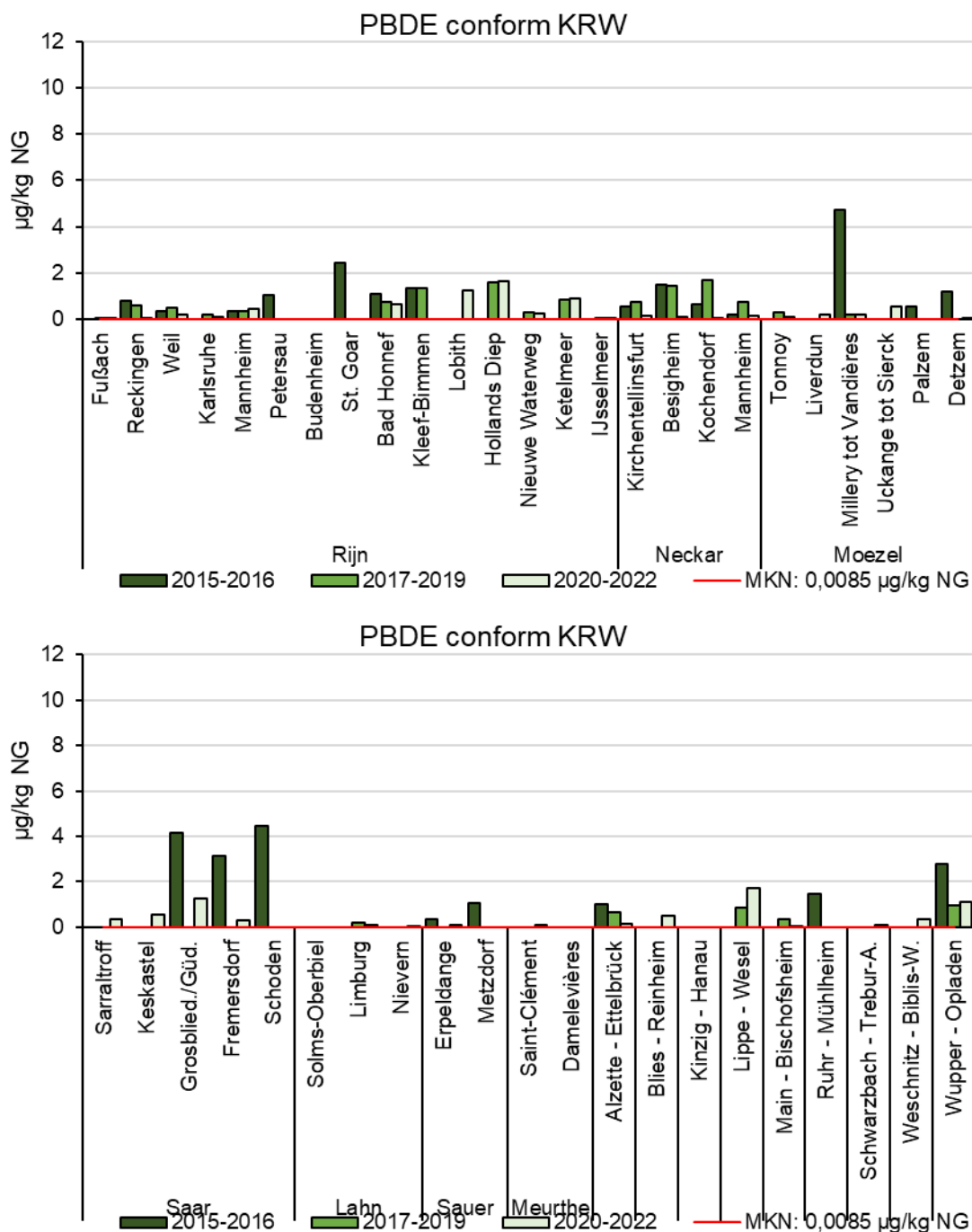
Figuur 41: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 3: PCDD/F+dl-PCB's (zonder standaardisatie, omrekening naar fileet, omnivoor en carnivoor).



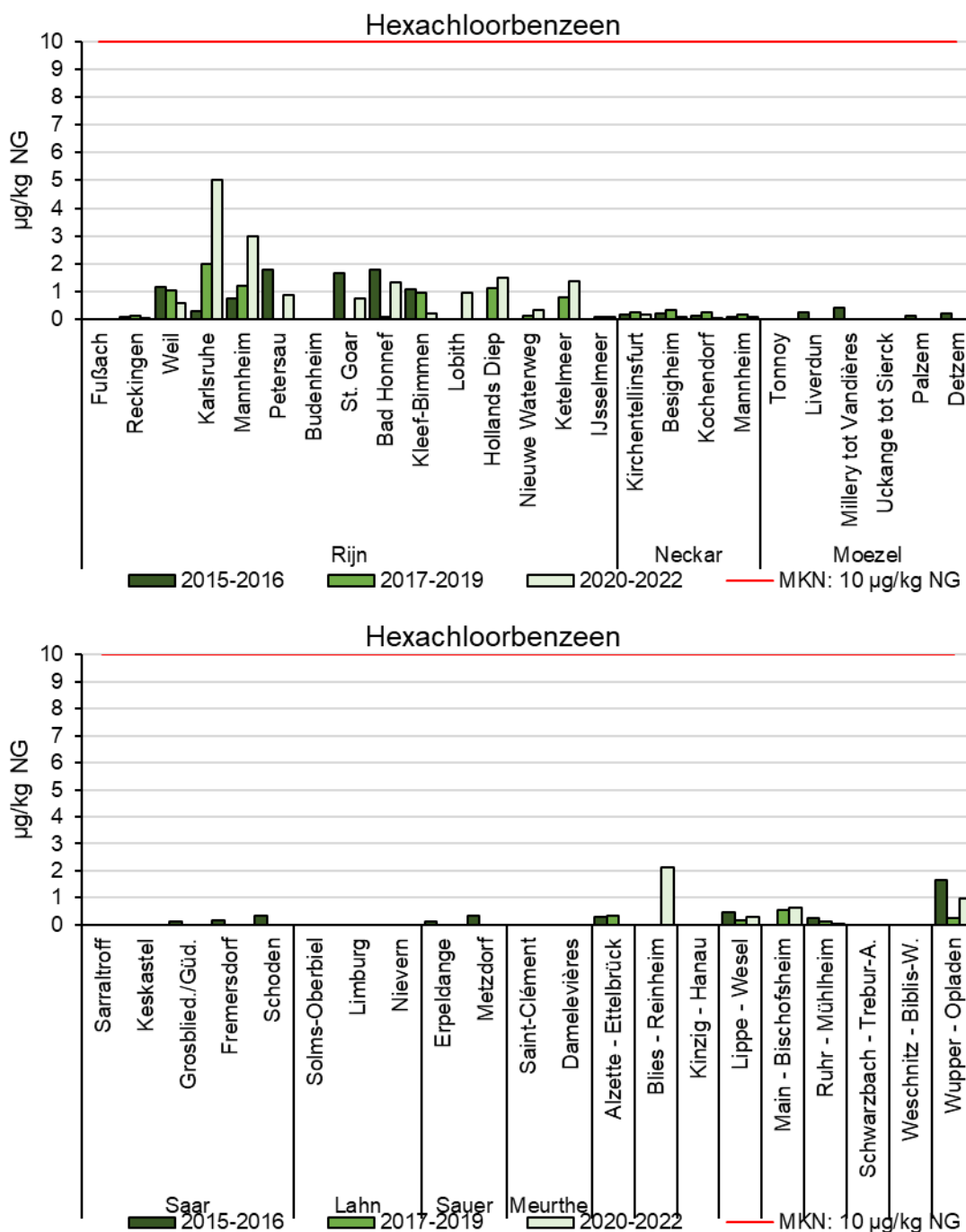
Figuur 42: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 4: hexachloorbutadien (zonder standaardisatie, filet en hele vis, omnivoor en carnivoor).



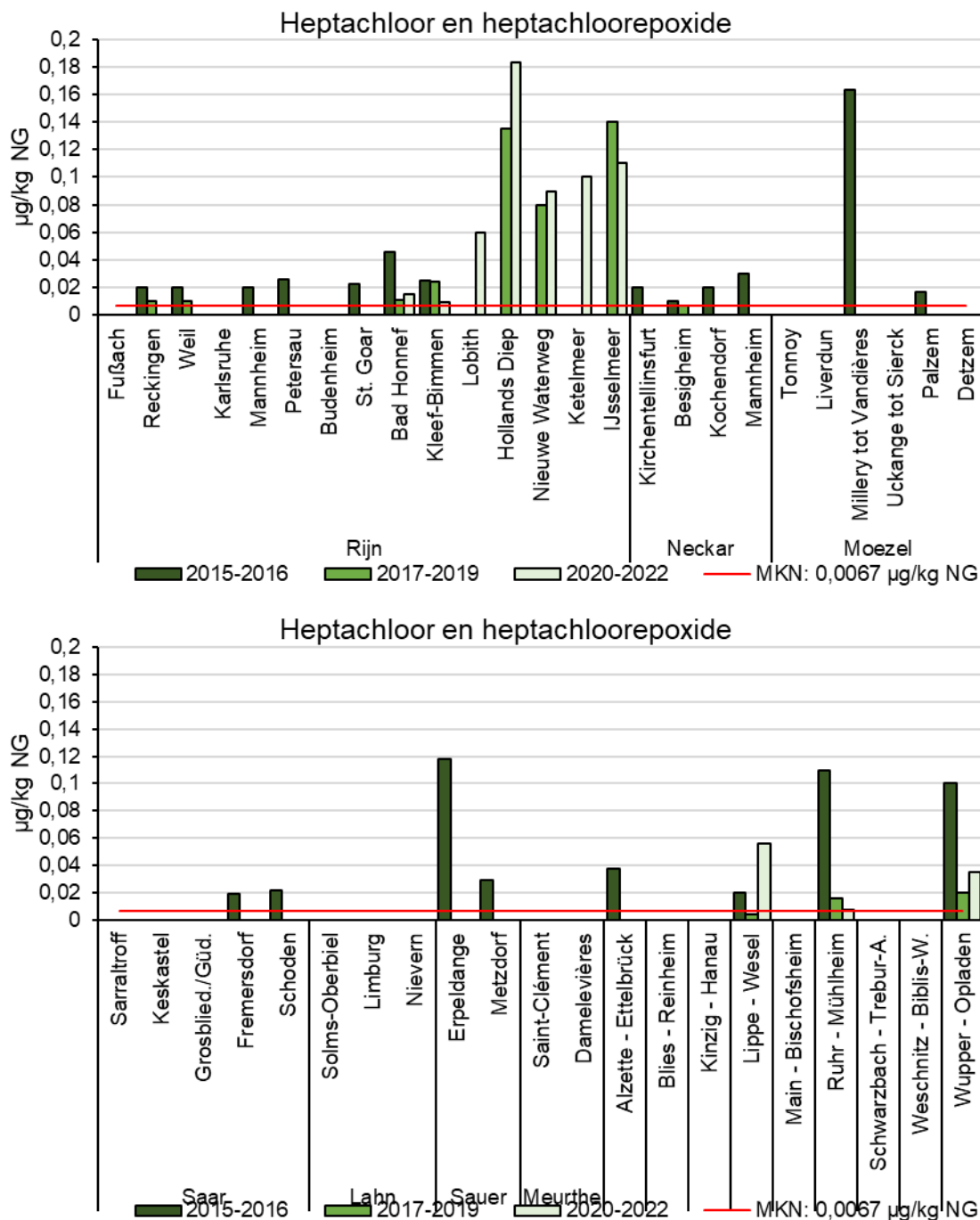
Figuur 43: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 5: hexabroomcyclododecaan (zonder standaardisatie, omrekening naar hele vis, omnivoor en carnivoor).



Figuur 44: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 6: PBDE conform KRW (zonder standaardisatie, omrekening naar filet, alleen omnivoor).



Figuur 45: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 7: hexachloorbenzeen (zonder standaardisatie, omrekening naar filet, omnivoor en carnivoor).



Figuur 46: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 9: heptachloor en heptachloorepoxide (zonder standaardisatie, filet en hele vis, omnivoor en carnivoor).

4.1.6.2 Gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen

De grafische weergave van de gestandaardiseerde verontreiniging door de verschillende schadelijke stoffen is te vinden in Figuur 47 t/m Figuur 54. In het geval van het pesticide dicofol kon geen waarde boven de laboratoriumspecifieke bepalingsgrens worden vastgesteld. Aangezien de bepalingsgrenzen van de verschillende laboratoria echter allemaal onder de biota-MKN van 33 µg/kg NG lagen, wordt deze grens in principe als monitorbaar beschouwd.

Het was echter niet in alle gevallen mogelijk om de grafieken volledig in te vullen. Dit kwam enerzijds doordat er niet voor elk waterlichaam en elke periode analytische gegevens van een stof of stofgroep beschikbaar waren. Anderzijds kon een deel van de gegevens niet in aanmerking worden genomen. Dit was het geval wanneer standaardisatie niet mogelijk was door gebrek aan gegevens over het drogestof- of vetgehalte of wanneer er alleen gegevens van carnivore vissen beschikbaar waren voor stoffen waarvan evaluatie alleen mogelijk was voor omnivore vissen (zie 4.1.47 en hoofdstuk Figuur 30). In het geval dat drogestofgehalten ontbraken, werden er proxywaarden voor het drogestofgehalte van filet dan wel hele vis toegepast, zodat deze beperking omzeild kon worden.

Op enkele uitzonderingen na kon in alle rivieren (Figuur 47) gemiddeld een overschrijding van de milieukwaliteitsnorm voor kwik (20 µg/kg NG) worden vastgesteld. De zwaarste verontreinigingen werden aangetroffen in de Moezel bij Tonnoy en bij Liverdun en in verschillende waterlichamen in de Rijn. Er waren geen uniforme ontwikkelingen in de kwikverontreiniging in de loop van de tijd zichtbaar tussen de drie tijdsintervallen.

Het vervangen van ontbrekende drogestofgegevens door proxywaarden verhoogde ook in het geval van PFOS (MKN 9,1 µg/kg NG) het aantal gegevens dat grafisch kon worden weergegeven in grote mate (zie Figuur 48). De veruit hoogste gehalten werden in de Rijn bij Karlsruhe en bij Mannheim in de periode 2020-2022 en in de Rijn bij Petersau in de periode 2015-2016 aangetroffen. Bij de opvallend zwaar verontreinigde monsters ging het om blankvoorns met een onopvallend drogestofgehalte (22,2% en 21,4%), zodat de discrepantie tussen de twee monsters en de rest van de dataset niet door middel van metagegevens kon worden verklaard.

Er waren aanzienlijk meer gegevens voor dioxinen en dioxineachtige verbindingen beschikbaar, vooral vanwege de hoge mate van volledigheid van de voor standaardisatie gebruikte vetgehalten. De hoogste gemiddelde verontreinigingen per periode werden gerapporteerd in de Rijn bij Kleef-Bimmen, in de Ruhr bij Mülheim, in de Lahn bij Limburg en in de Wupper bij Opladen. Opvallend was dat de vier hoogste gemiddelden allemaal uit de periode 2017-2019 afkomstig waren. Daar waar vergelijkingen met andere bemonsteringsperioden mogelijk waren, lagen de gehalten voor 2020-2022 weliswaar

beduidend lager, maar nog altijd op een hoog niveau en vaak ook boven de milieukwaliteitsnorm van 0,0065 µg/kg NG.

In het geval van hexachloorbutadieen waren er vrij weinig gegevens, zoals Tabel 15 laat zien. Bijzonder opvallend was het gehalte in de Lippe bij Wesel in de periode 2015-2016. Het gemiddelde gehalte van 52,3 µg/kg NG lag echter nog net onder de milieukwaliteitsnorm van 55 µg/kg NG. In de periode 2020-2022 was het gehalte in hetzelfde waterlichaam beduidend lager.

De gehalten van hexabroomcyclododecaan lagen allemaal ruim onder de milieukwaliteitsnorm van 167 µg/kg NG. De hoogste gehalten werden gedetecteerd in de Rijn bij Kleef-Bimmen (2017-2019) en bij St. Goar (2015-2016) evenals in de Wupper bij Opladen (2017-2019).

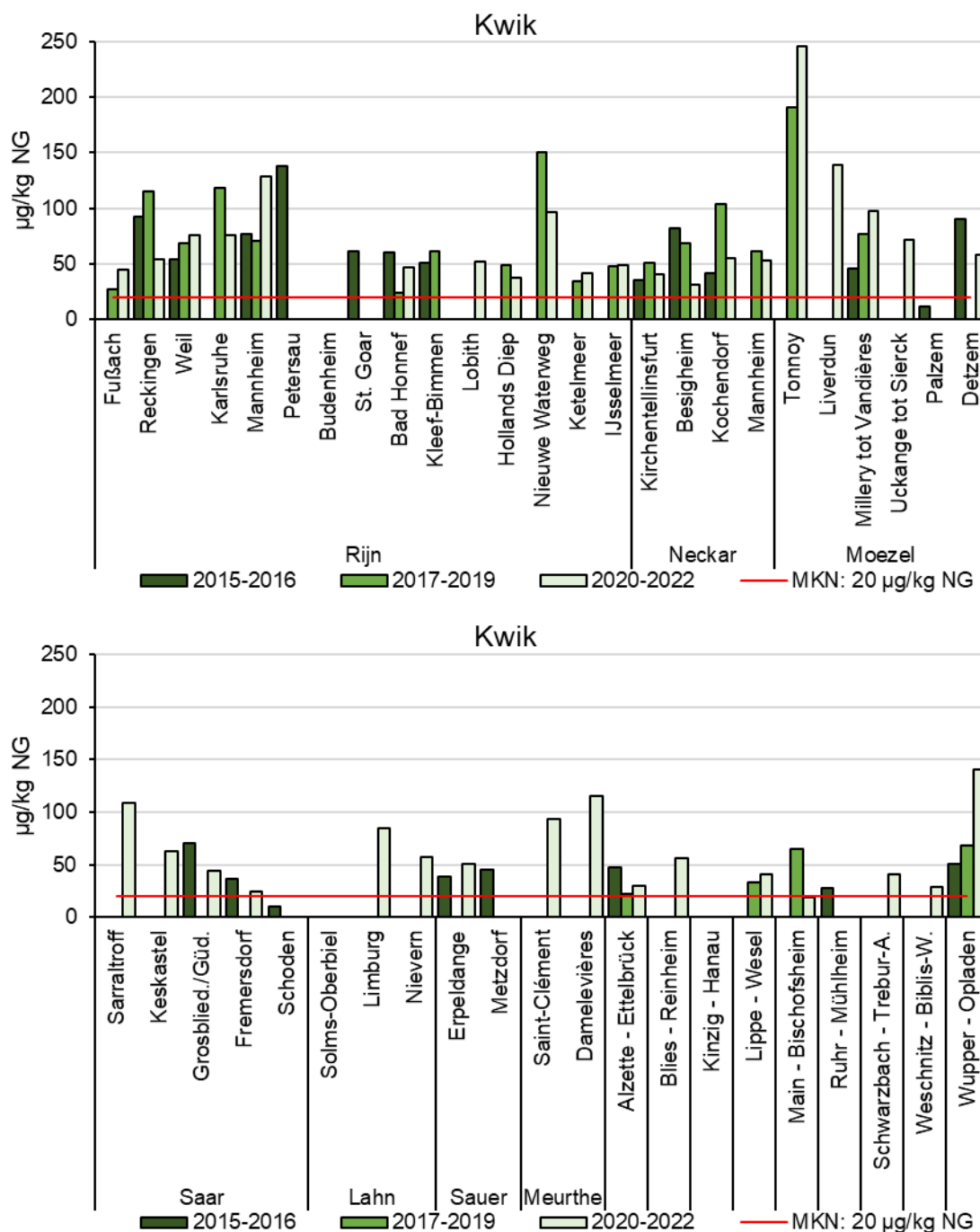
De milieukwaliteitsnorm voor de zes PBDE's die relevant zijn voor de Kaderrichtlijn Water (0,0085 µg/kg NG) werd gemiddeld in bijna alle waterlichamen en in bijna alle bemonsteringsperioden overschreden. Ook hier liet de Rijn bij Kleef-Bimmen (2017-2019) de hoogste gehalten zien. Ook in de Lippe bij Wesel en in de Wupper bij Opladen werden opvallend hoge gehalten aangetroffen. Voor de Lippe bij Wesel was over de drie onderzochte perioden een dalende trend te zien. In de meeste waterlichamen werden in de eerste twee periodes de hoogste individuele meetwaarden gevonden, terwijl de gehalten in de meest recente periode 2020-2022 veelal het laagst waren.

Zoals Figuur 31 laat zien, waren de hoogste gehalten aan hexachloorbenzeen allemaal in de Rijn zelf te vinden. De milieukwaliteitsnorm van 10 µg/kg NG werd gemiddeld alleen overschreden in de waterlichamen in de Rijn bij Weil (2015-2016), Karlsruhe (2017-2019 en 2020-2022), Mannheim (2017-2019 en 2020-2022) en Kleef-Bimmen (2017-2019). Waar vergelijkingen tussen de drie periodes mogelijk waren, lagen de gehalten in de meest recente periode 2020-2022 meestal lager dan in de voorgaande periode 2017-2019.

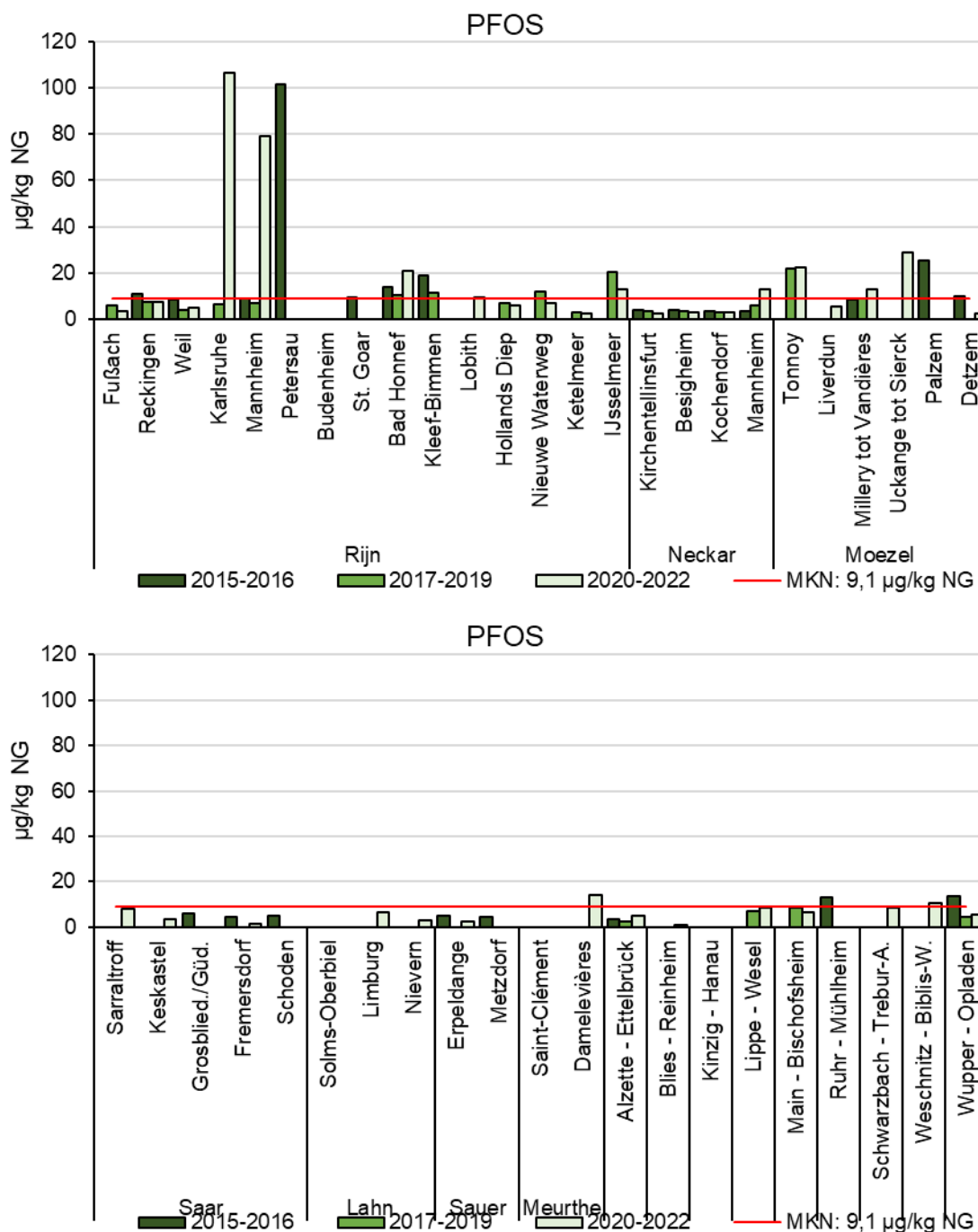
De grafische weergave van de ruimtelijke verdeling van heptachloor en heptachloorepoxide (Figuur 38) liet een ogenschijnlijk hoge mate van overschrijdingen van de milieukwaliteitsnorm zien, vooral in de Rijn, de Neckar, de Lippe, de Ruhr en de Wupper. Hoewel een groot deel van de geleverde gegevens voor heptachloor en heptachloorepoxide onder de laboratoriumspecifieke bepalingsgrens lag, moet hier nogmaals worden opgemerkt dat de bepalingsgrenzen vaak boven de milieukwaliteitsnorm van 0,0067 µg/kg NG lagen. Om deze reden (zie ook hoofdstuk 4.1.4) is een beoordeling van de algemene mogelijkheid tot monitoring van de milieukwaliteitsnorm moeilijk, want mogelijke overschrijdingen van de milieukwaliteitsnorm kunnen over het hoofd worden gezien. De hoogste gehalten werden

aangetroffen in de Neckar bij Mannheim en bij Kochendorf (beide 2015-2016), in de Rijn bij Kleef-Bimmen (2017-2019) en in de Lippe, Ruhr en Wupper.

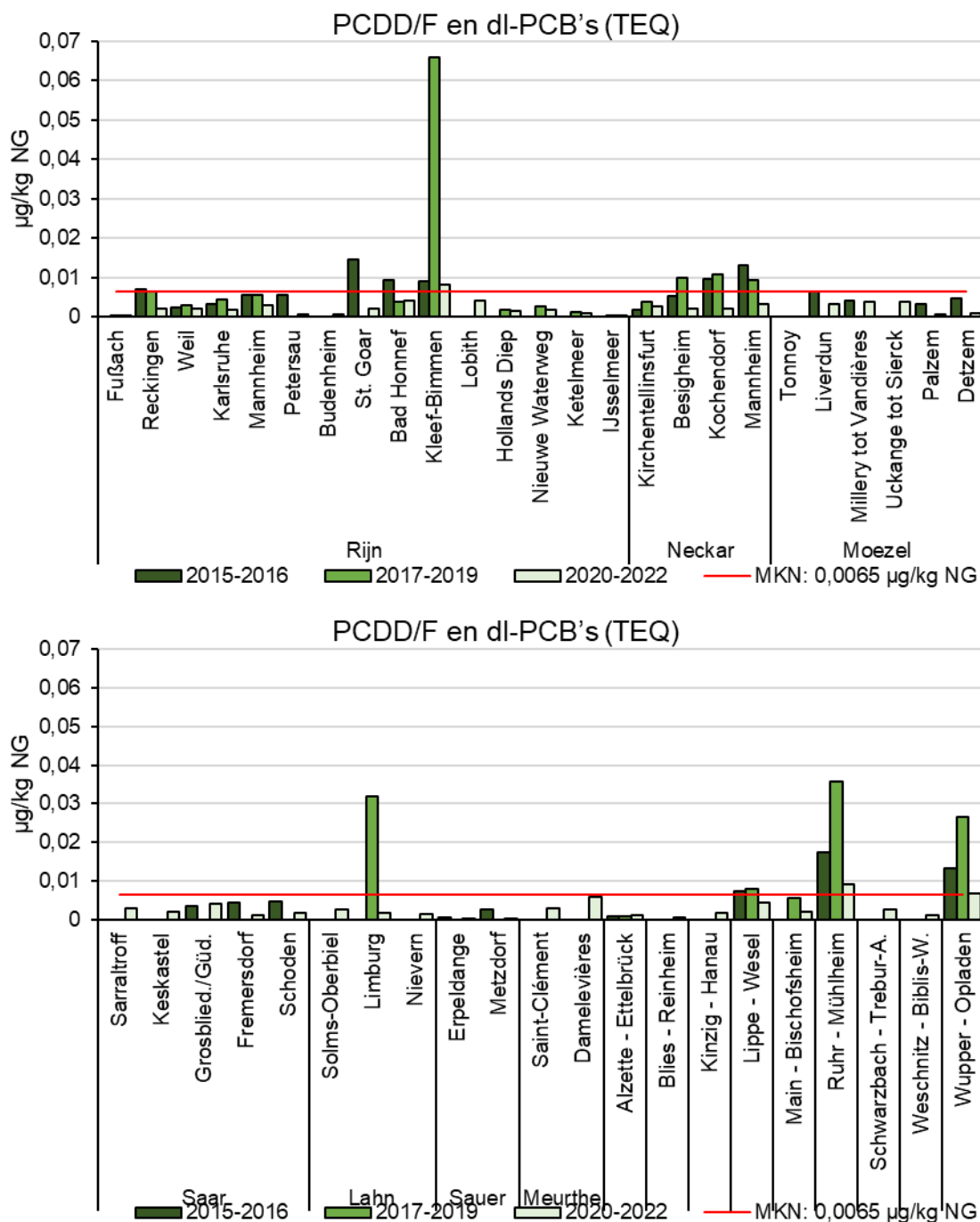
De ruimtelijke verdeling voor de visgegevens is in Figuur 90 t/m Figuur 107 in de bijlage in de vorm van belastingskaarten weergegeven.



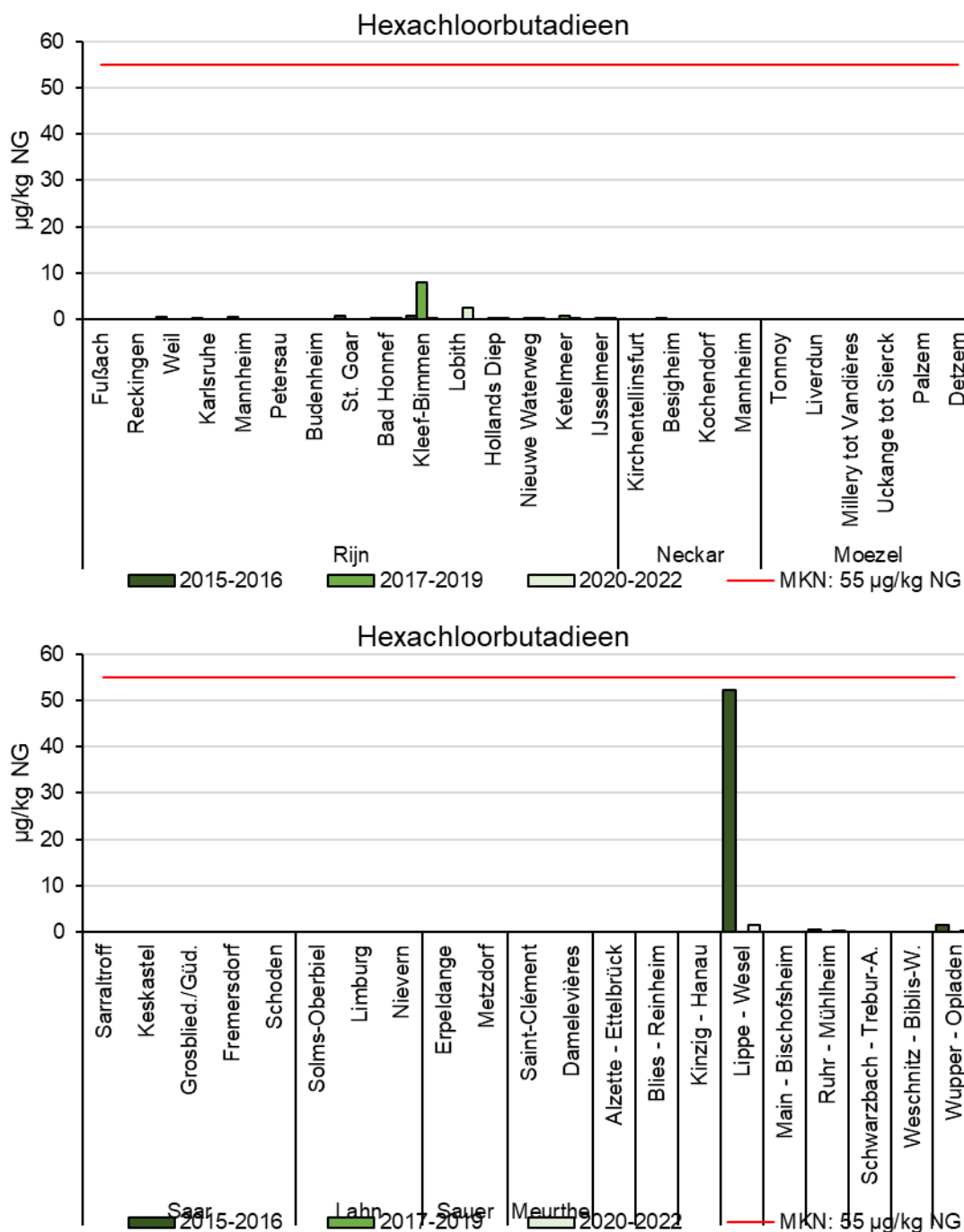
Figuur 47: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 1: kwik (DS-standaardisatie inclusief proxywaarden voor het drogestofgehalte, omrekening naar hele vis, alleen omnivoor).



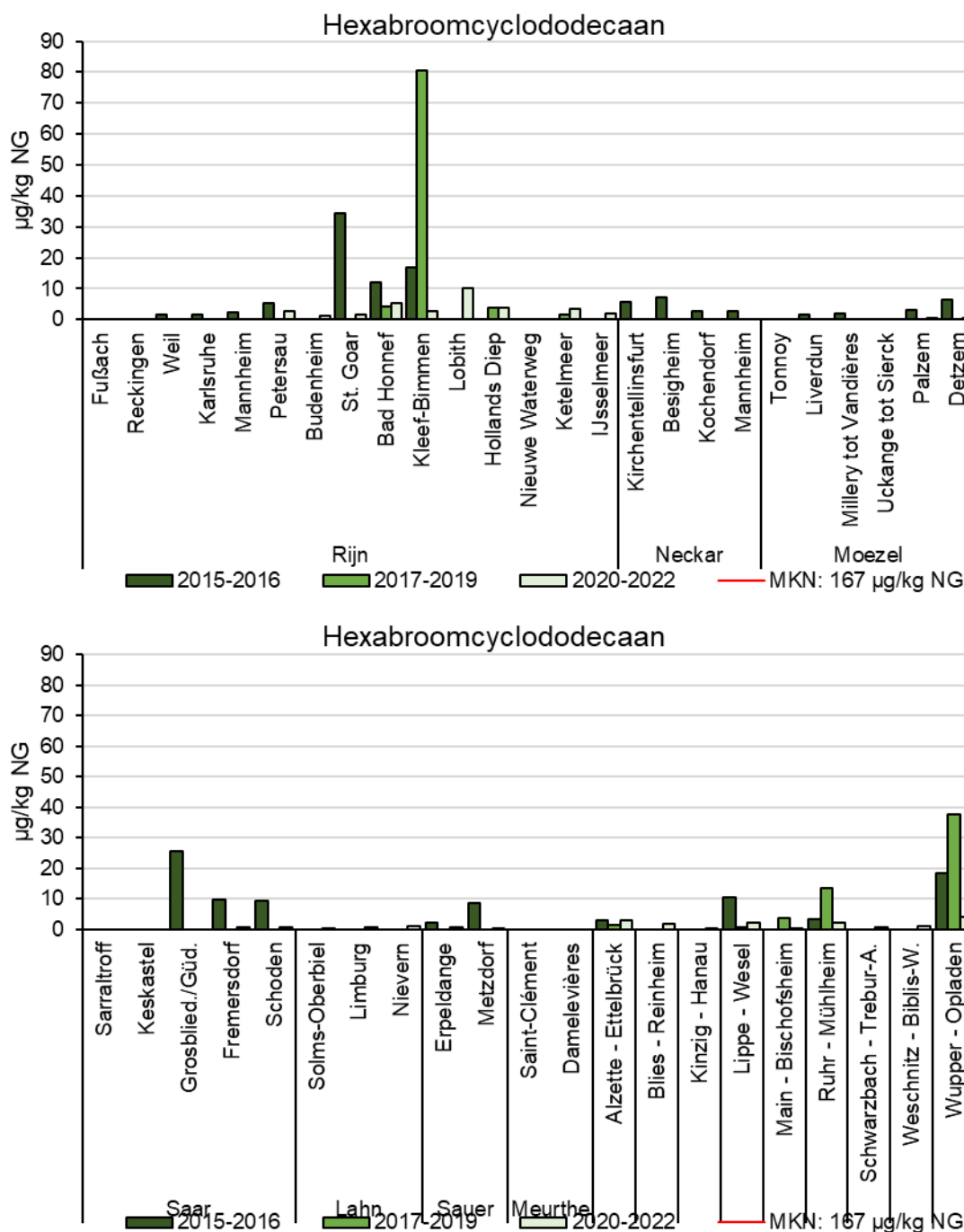
Figuur 48: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 2: PFOS (DS-standaardisatie inclusief proxywaarden voor het drogestofgehalte, omrekening naar filet, alleen omnivoor).



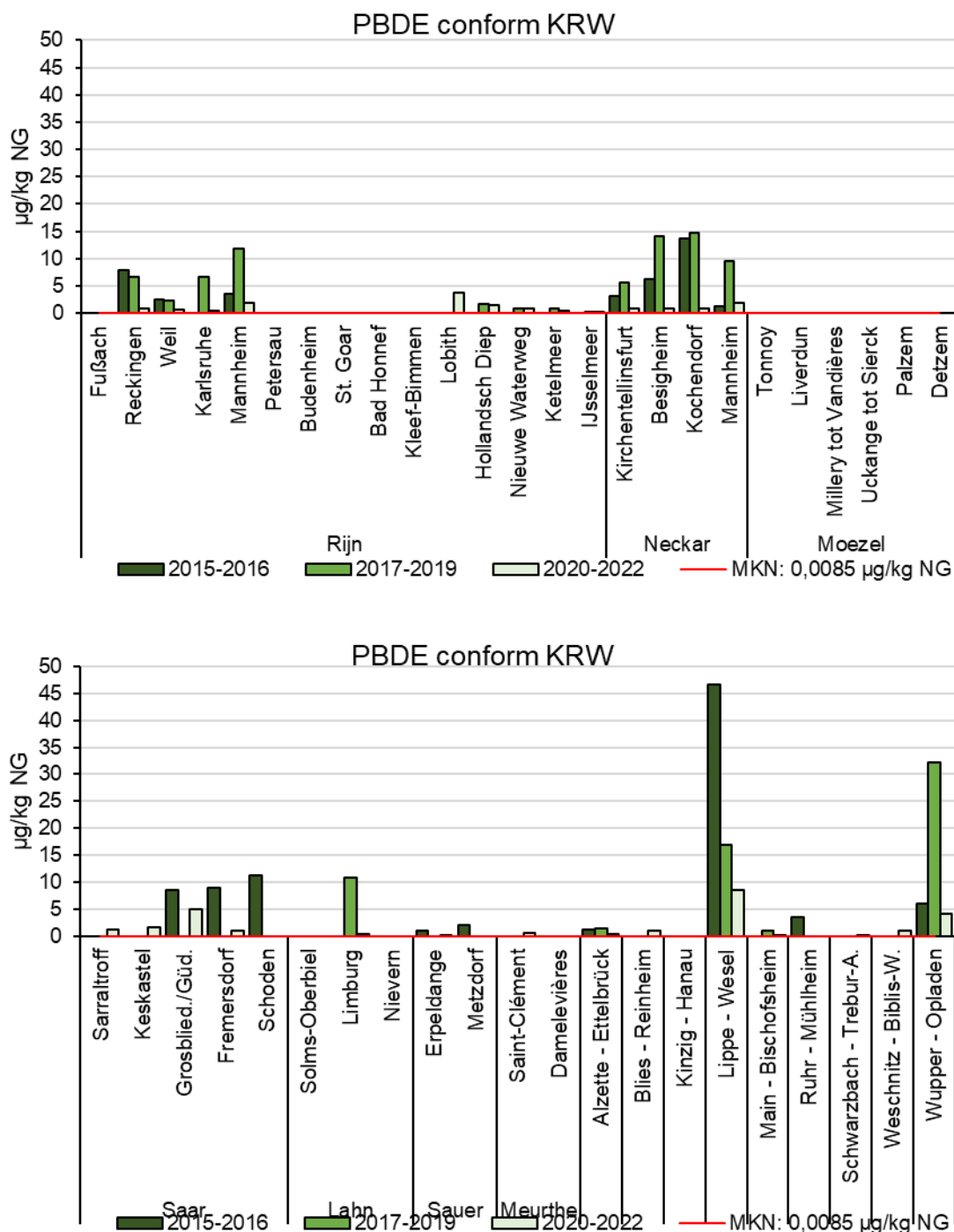
Figuur 49: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 3: PCDD/F+dl-PCB's (vet-standaardisatie; omrekening naar fileet, omnivoor en carnivoor).



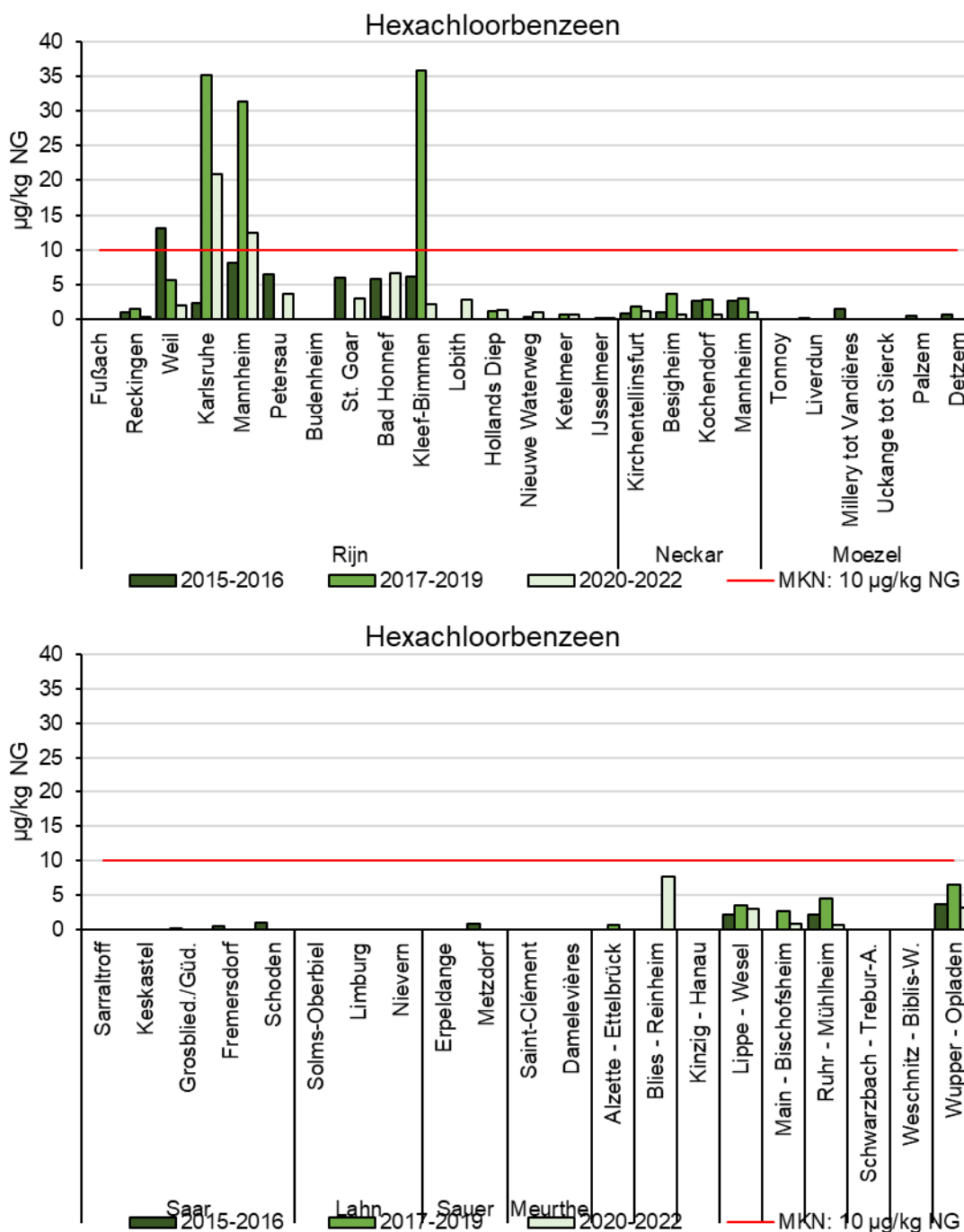
Figuur 50: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 4: hexachloorbutadien (vet-standaardisatie, filet en hele vis, omnivoor en carnivoor).



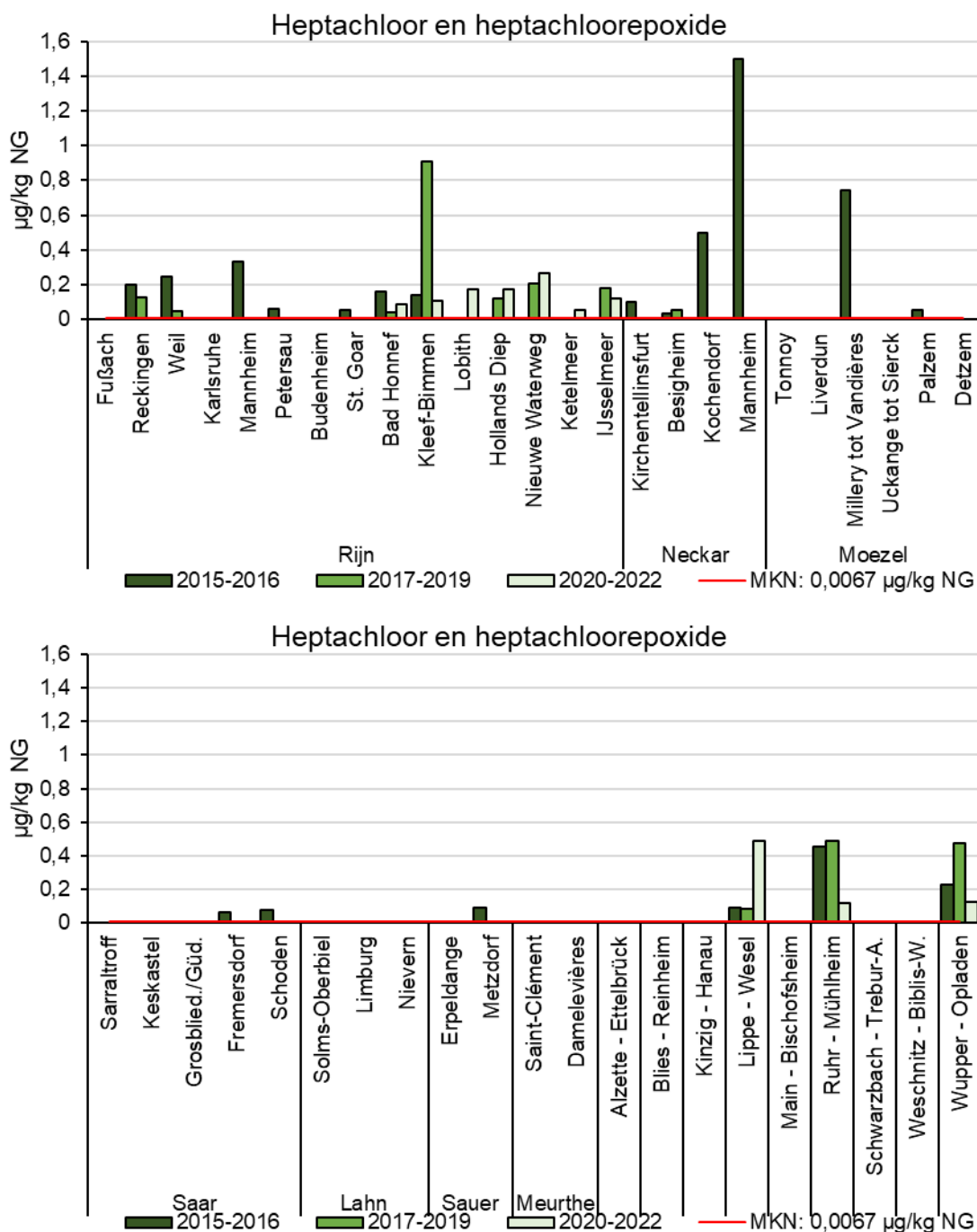
Figuur 51: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 5: hexabroomcyclododecaan (vet-standaardisatie, omrekening naar hele vis, omnivoor en carnivoor).



Figuur 52: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 6: PBDE conform KRW (vet-standaardisatie, omrekening naar filet, alleen omnivoor).



Figuur 53: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 7: hexachloorbenzeen (vet-standaardisatie, omrekening naar filet, omnivoor en carnivoor).



Figuur 54: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in vissen; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 9: heptachloor en heptachloorepoxide (vet-standaardisatie, filet en hele vis, omnivoor en carnivoor).

4.2 Schelpdiermonsters

4.2.1 Beschrijving van de dataset

De dataset voor schelpdieren omvatte in totaal 121 schelpdiermonsters waarvoor analyseresultaten zijn gerapporteerd. Nadat meetlocaties binnen één waterlichaam waren samengevoegd, waren de monsters afkomstig van in totaal 33 waterlichamen uit in totaal tien rivieren in het Rijnstroomgebied (waaronder de Rijn zelf). Tabel 18 geeft een overzicht van de dataset van schelpdieren.

Bij alle monsters ging het om monsters van het weke lichaam. 95% van alle monsters bestond uit poolmonsters. Voor de overige zes monsters ontbreekt deze informatie. Vanwege de kleine monstermassa van individuele schelpdieren kan echter worden aangenomen dat het ook hier ging om poolmonsters.

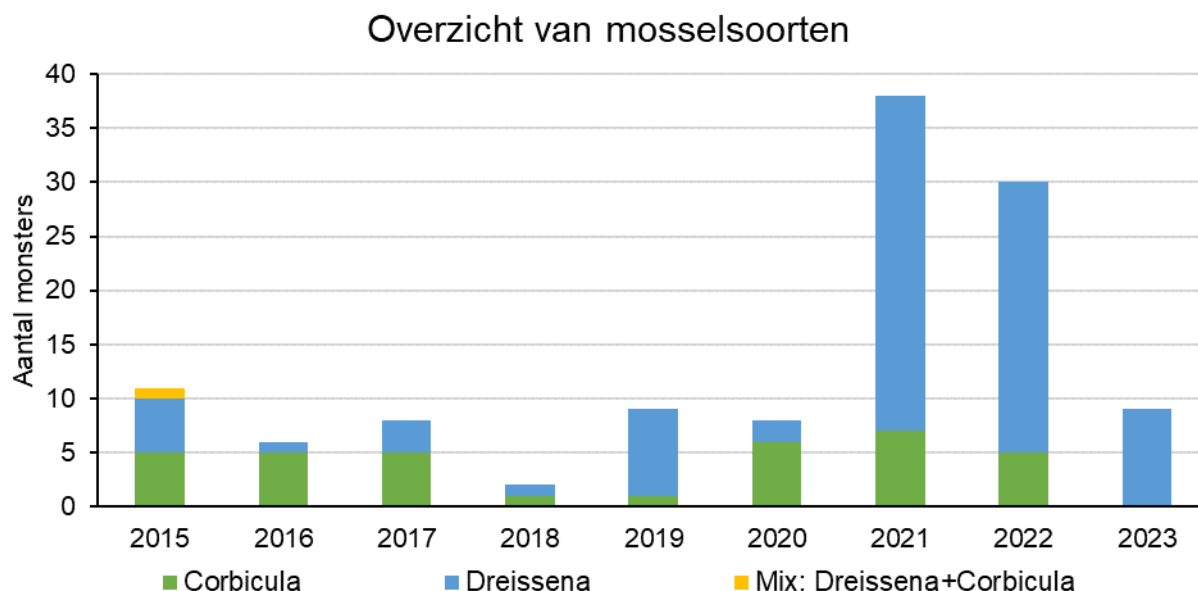
Omdat er ook enkele datasets zijn geleverd van monsters uit 2023, besloegen de monsters van schelpdieren de periode van 2015 tot en met 2023, in tegenstelling tot de projecttitel (2015-2022). De gegevens uit 2023 werden na overleg met de ICBR toch meegenomen in de evaluatie. De meeste monsters waren afkomstig uit de jaren 2021 (N=38) en 2022 (N=30). Hierdoor waren deze twee jaren onevenredig sterk vertegenwoordigd en goed voor in totaal meer dan de helft (56%) van alle monsters uit de negen jaren van de dataset.

Vetgehaltes waren beschikbaar voor 85% van de monsters. Gegevens over het drogestofgehalte werden gerapporteerd voor 77% van alle monsters in de dataset. Hoewel voor 95% van de schelpdiermonsters informatie over de lengte beschikbaar was, was deze slechts in circa 15% van alle monsters numeriek te evalueren, omdat er in plaats van concrete gemiddelden vaak ongelijke lengteklassen (bijv. "2,5-<2,9", "2,5-<3,0", "2,4-2,6" of "2,7-4,0") of minimumwaarden (bijv. ">2") werden aangegeven. Hoewel er voor een groot aantal (85%) schelpdiermonsters ook informatie over het gewicht beschikbaar was, liet deze informatie een zeer heterogeen beeld zien. Waar voor sommige monsters informatie over het gemiddelde gewicht perschelpdier (of het weke lichaam ervan) binnen het poolmonster beschikbaar was (waarden deels in het bereik van minder dan een gram), werden er voor andere monsters ogenschijnlijk totale gewichten aangegeven voor alle samengevoegde weke lichamen (waarden deels in het bereik van enkele honderden grammen). In het laatste geval was er voor een deel van de monsters wel informatie over het aantal individuele schelpdieren binnen een poolmonster, maar bij veel monsters ontbrak deze informatie. Om deze reden kon een groot deel van de informatie over het gewicht van de schelpdieren niet worden geëvalueerd. Anders dan voor de vissen, was er voor de schelpdieren geen informatie over de leeftijd beschikbaar.

Tabel 18: Overzichtstabel van de geanalyseerde datasets van schelpdiermonsters.

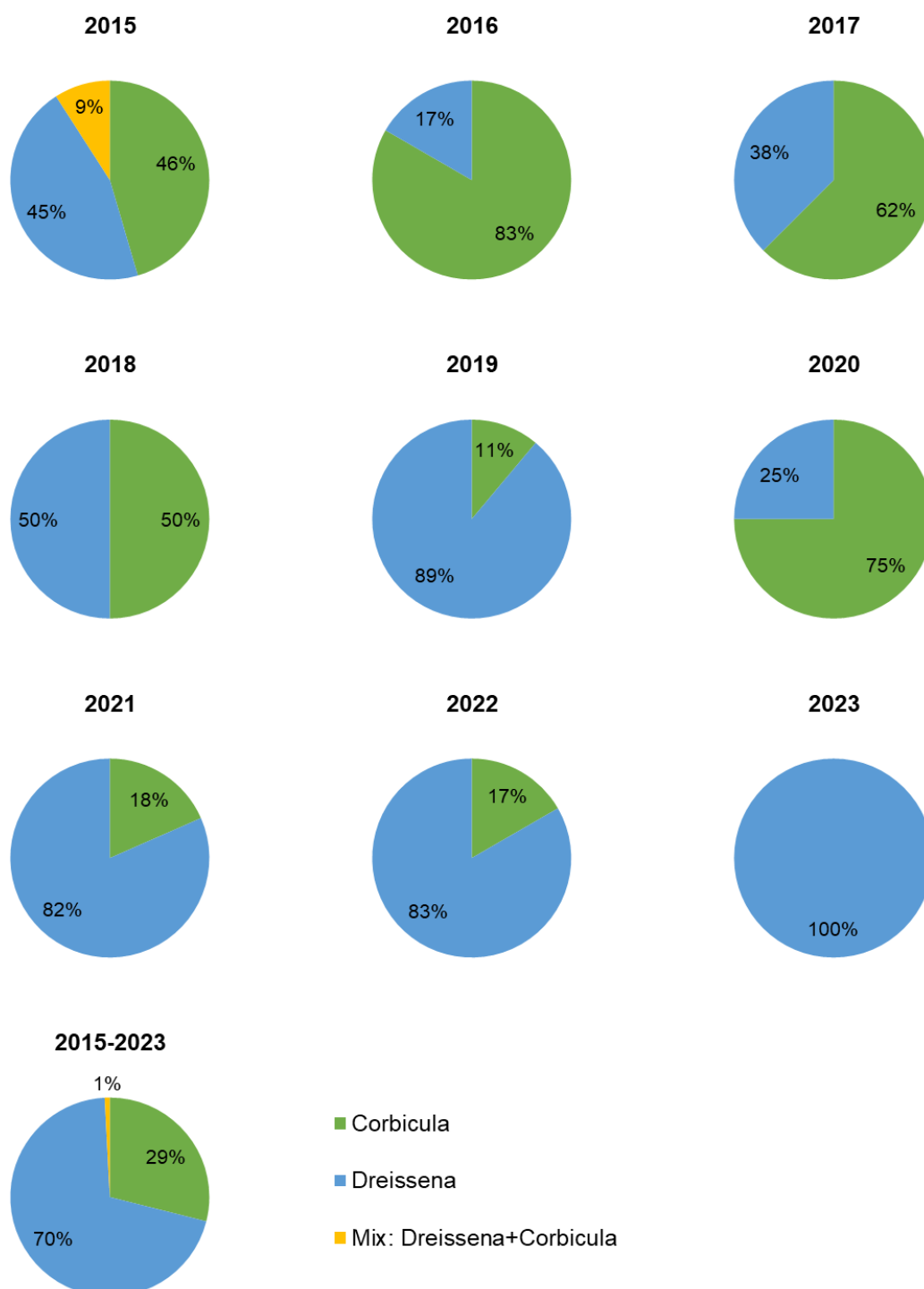
Parametergroep	Parameter	Aantal	Aandeel
	Rivier	10	-
	Waterlichaam	33	-
	Aantal monsters (totaal)	121	100%
	Week lichaam	121	100%
Monsters	Individuele monsters	0	0%
	Poolmonsters	115	95%
	Geen informatie	6	5%
Jaar	2015	11	9%
	2016	6	5%
	2017	8	7%
	2018	2	2%
	2019	9	7%
	2020	8	7%
	2021	38	31%
	2022	30	25%
	2023	9	7%
Biometrie	Vetgehalte	103	85%
	Droge stof	93	77%
	Lengte	115	95%
	Lengte bruikbaar	18	15%
	Gewicht	103	85%
	Gewicht bruikbaar	58	48%
	Leeftijd	-	-
	Leeftijd bruikbaar	-	-

Figuur 55 geeft een overzicht van de monsteraantallen per schelpdiergeslacht en per jaar. Vanwege verschillende en deels ongedifferentieerde informatie over de soorten, bleef de evaluatie beperkt tot de uitsplitsing naar schelpdiergeslacht. Er waren gegevens beschikbaar voor de geslachten *Corbicula* en *Dreissena*. Eén monster uit 2015 betrof een mengsel van *Dreissena* en *Corbicula*. Bij alle schelpdieren van het geslacht *Corbicula* ging het om de soort *Corbicula fluminea* (Aziatische korfmossel). Van het geslacht *Dreissena* werden de soorten *Dreissena bugensis* (quaggamossel), *Dreissena polymorpha* (driehoeksmossel) en niet nader gedifferentieerde schelpdieren bemonsterd.



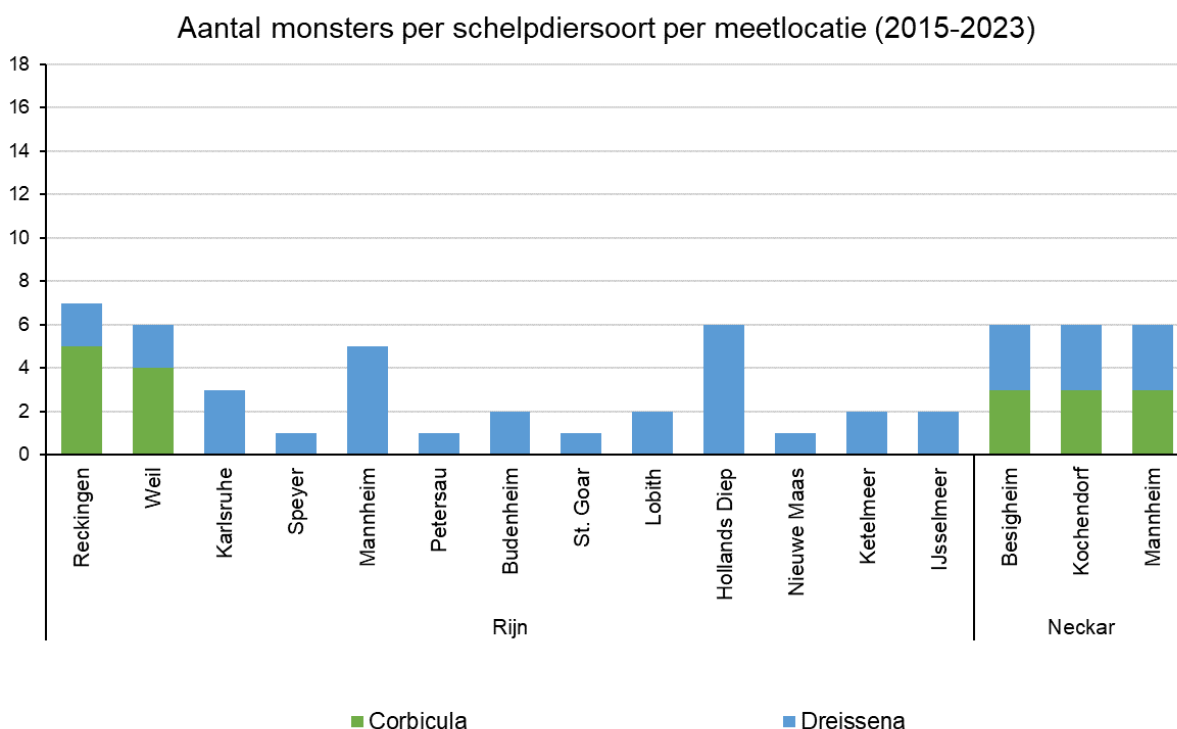
Figuur 55: Overzichtsgrafiek van de gevangen schelpdiersoorten (absolute waarden) per jaar.

Daarnaast toont Figuur 56 de relatieve verdeling van de schelpdiermonsters over de verschillende geslachten per jaar en over de gehele dataset van 2015 t/m 2023. De onderlinge verhoudingen van *Corbicula* en *Dreissena* schommelden sterk van jaar tot jaar. Over de gehele periode vormden schelpdieren van het geslacht *Dreissena* met 70% van alle monsters het grootste deel van de dataset. Bij 29% van alle monsters ging het om schelpdieren van het geslacht *Corbicula*.

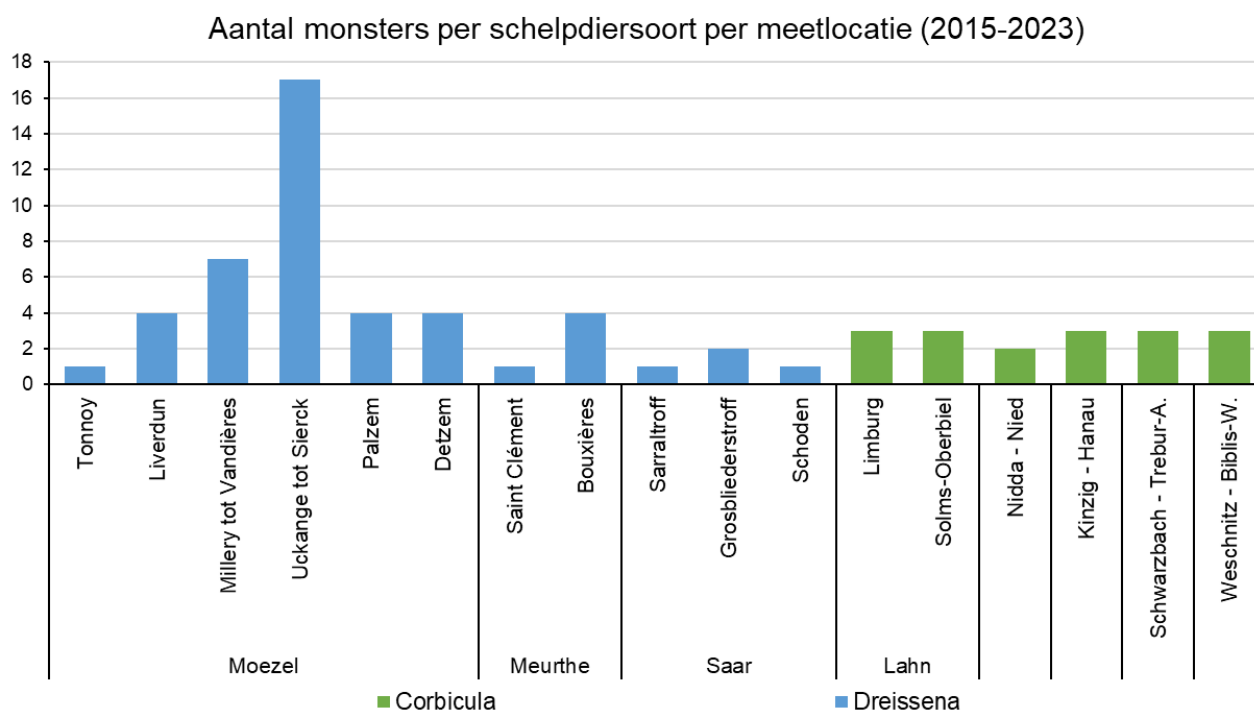


Figuur 56: Verdeling van de gevangen schelpdiersoorten per jaar (percentages per jaar).

De verdeling van de schelpdiersoorten over de verschillende rivieren en waterlichamen is weergegeven in Figuur 57 en Figuur 58. Nadat meetlocaties binnen één waterlichaam waren samengevoegd, waren de schelpdiermonsters afkomstig van in totaal 33 waterlichamen. Daarvan maken de Rijn met 13 (39%) en de Moezel met 6 (18%) waterlichamen het grootste deel uit, gevolgd door de Neckar en de Saar (ieder N=3, 9%), de Lahn en de Meurthe (ieder N=2, 6%) en de Nidda, de Schwarzbach, de Weschnitz en de Kinzig (ieder N=1, 3%). Waar in de Duits-Franse Bovenrijn en de Neckar zowel *Dreissena* als *Corbicula* werden verzameld (zie Figuur 57), werd in de waterlichamen in de andere rivieren telkens slechts één van de twee geslachten bemonsterd (zie Figuur 58).



Figuur 57: Overzicht van monsteraantallen per waterlichaam en per gevangen schelpdiergeslacht (Rijn en Neckar).



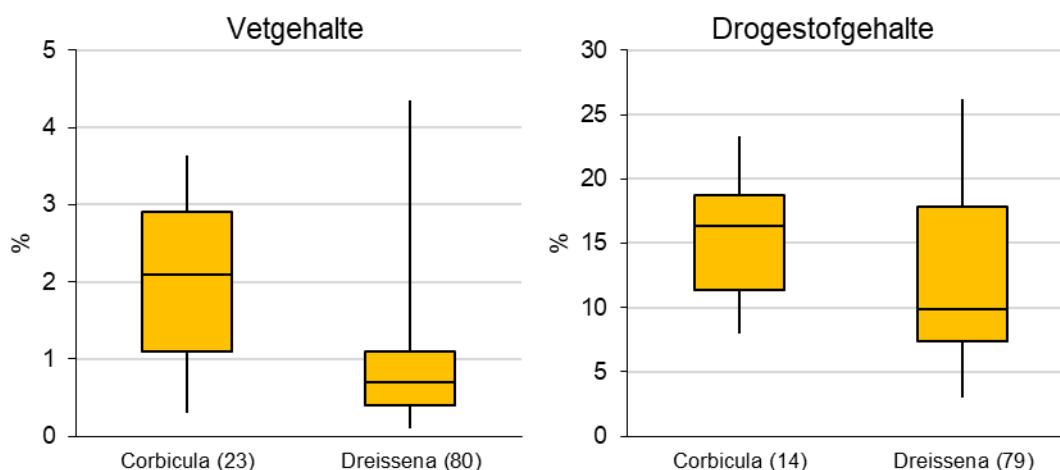
Figuur 58: Overzicht van monsteraantallen per waterlichaam en per gevangen schelpdiergeslacht (Moezel, Lahn, Meurthe, Saar en andere).

4.2.2 Karakterisering van de schelpdiersoorten

Vanwege de aan het begin van hoofdstuk 4.2.1 genoemde problemen met de informatie over de lengte en het gewicht van de schelpdieren, is er voor de schelpdieren geen evaluatie van deze parameters uitgevoerd zoals eerder beschreven voor de vissen.

In Figuur 59 hieronder is de verdeling van het vet- en drogestofgehalte voor de twee schelpdiergeslachten *Dreissena* en *Corbicula* weergegeven. Bij schelpdieren van het geslacht *Dreissena* was de mediaan van de vetgehaltes beduidend lager dan bij *Corbicula*. Uitzonderingen waren enkele *Dreissena*-monsters met vetgehaltes $>1\%$ (N=26), die opvallend vaak afkomstig waren uit de Moezel (N=16) en de Neckar (N=6). Hoewel het grootste deel van de *Dreissena*-schelpdieren dus onder het vetgehalte van 1% lag, dat voor de latere standaardisatie is gebruikt, werden in het grootste deel van de *Corbicula*-schelpdieren vetgehaltes (voor zover aangegeven) gemeten die ruim boven deze waarde lagen.

Wat betreft het drogestofgehalte verschilden de twee schelpdiergeslachten minder sterk. Toch lag de mediaan van het drogestofgehalte bij *Dreissena* (9,9%) lager dan bij *Corbicula* (16,3%). Bij beide schelpdiergeslachten lag de mediaan dus boven de waarde van 8,3%, die voor de latere standaardisatie naar het drogestofgehalte is gebruikt.



Figuur 59: Vet- en drogestofgehaltes van de verschillende schelpdiersoorten in alle monsters; tussen haakjes: aantal monsters.

4.2.3 Overzicht van gehalten aan schadelijke stoffen

Door opschoning van de oorspronkelijke dataset met ongeveer 560 analytische gegevenspunten ontstond er een dataset met 272 analysewaarden (plus aanvullende gegevens) van in totaal 121 schelpdiermonsters. Bij de 121 schelpdiermonsters waren er oorspronkelijk 113 analysewaarden voor fluorantheen (wat overeenkomt met 93% volledigheid van gegevens), 120 waarden voor benzo(a)pyreen (99%) en 39 waarden voor de dioxinen en dioxineachtige PCB's (32%) beschikbaar. Daarom kan voor fluorantheen en benzo(a)pyreen worden gesproken van een zeer goede en vrijwel volledige Ausgangssituation als het gaat om de gegevensbasis. Maar voor de dioxinen en dioxineachtige verbindingen, die daarnaast ook in vissen zijn onderzocht op de naleving van de milieukwaliteitsnorm, was de gegevensbasis van de schelpdiermonsters dus zeer beperkt. In de onderstaande hoofdstukken worden de niet-gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen en de naar het vetgehalte gestandaardiseerde gehalten apart geëvalueerd.

4.2.3.1 Niet-gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen

Een overzicht van de beschrijvende statistische parameters voor de niet-gestandaardiseerde dataset van schelpdieren is te vinden in Tabel 19. Deze bevat voor elke stof(groep) de minimum- en maximumwaarde (met het bijbehorende waterlichaam) evenals het gemiddelde met standaardafwijking, de mediaan, het relatieve aandeel monsters met een MKN-overschrijding, en een beoordeling van de mogelijkheid tot monitoring van de betreffende milieukwaliteitsnorm. Voor de onderliggende berekeningen en evaluaties zijn alle beschikbare waarden meegenomen, ongeacht het schelpdiergeslacht of het jaar van bemonstering. In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zijn de analytische gegevens ook voor de stofgroepen en de twee schelpdiergeslachten afzonderlijk weergegeven in de vorm van boxplots.

Van de 113 beschikbare fluorantheenwaarden lag in totaal 90% boven de laboratoriumspecifieke bepalingsgrenzen. Daarbij overschreed 19% van alle monsters de milieukwaliteitsnorm van 30 µg/kg NG. Het hoogste gehalte van 160 µg/kg NG werd aangetroffen in de Neckar bij Besigheim en was daarmee ongeveer vijf keer zo hoog als de milieukwaliteitsnorm. Zoals blijkt uit **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** werden, zonder de standaardisatie naar het vetgehalte, in schelpdieren van het geslacht Corbicula ongeveer 2 tot 3 keer zo hoge mediaangehaltes gevonden als in schelpdieren van het geslacht Dreissena.

De gerapporteerde gehalten van benzo(a)pyreen in de schelpdieren lagen beduidend lager dan die van fluorantheen. Het percentage detecties boven de bepalingsgrenzen bedroeg 63%, waarbij uiteindelijk 7% van alle monsters ook de milieukwaliteitsnorm overschreed. Met 33,0 µg/kg NG werd het hoogste gehalte aan benzo(a)pyreen in de Rijn bij Lobith aangetroffen. Daarmee was het meer dan zes keer zo hoog als de milieukwaliteitsnorm van

5 µg/kg NG. Hoewel fluorantheen en benzo(a)pyreen als twee vertegenwoordigers van polyaromatische koolwaterstoffen (PAK) qua structuur aan elkaar verwant zijn, liet een vergelijking van de twee schelpdiergeslachten een ander beeld zien. De gehalten van benzo(a)pyreen in schelpdieren van het geslacht Dreissena waren significant hoger dan in schelpdieren van het geslacht Corbicula (zie **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Voor de somparameter van dioxinen en dioxineachtige verbindingen kon in vrijwel alle monsters (detectiepercentage 97%) in de voor de evaluatie gebruikte dataset een kwantificeerbaar gehalte worden bepaald. Er zij op gewezen dat er alleen van Baden-Württemberg analysegegevens zijn ontvangen, aangezien dioxinen en dioxineachtige verbindingen door de andere delegaties uitsluitend in vis worden gemonitord. In geen van de 39 geanalyseerde monsters werd de milieukwaliteitsnorm van 0,0065 µg/kg NG overschreden. Het hoogste aangetroffen gehalte lag met 0,00545 µg/kg NG net onder de milieukwaliteitsnorm en werd gedetecteerd in de Neckar bij Kochendorf. De vergelijking van de beide schelpdiergeslachten liet in schelpdieren van het geslacht Corbicula beduidend hogere gehalten zien dan in Dreissena.

Gelet op de hoge detectiepercentages van alle drie de stoffen of stofgroepen kan worden gesteld dat de bepalingsgrenzen in de laboratoria laag genoeg waren om de naleving van de milieukwaliteitsnorm in schelpdieren te monitoren.

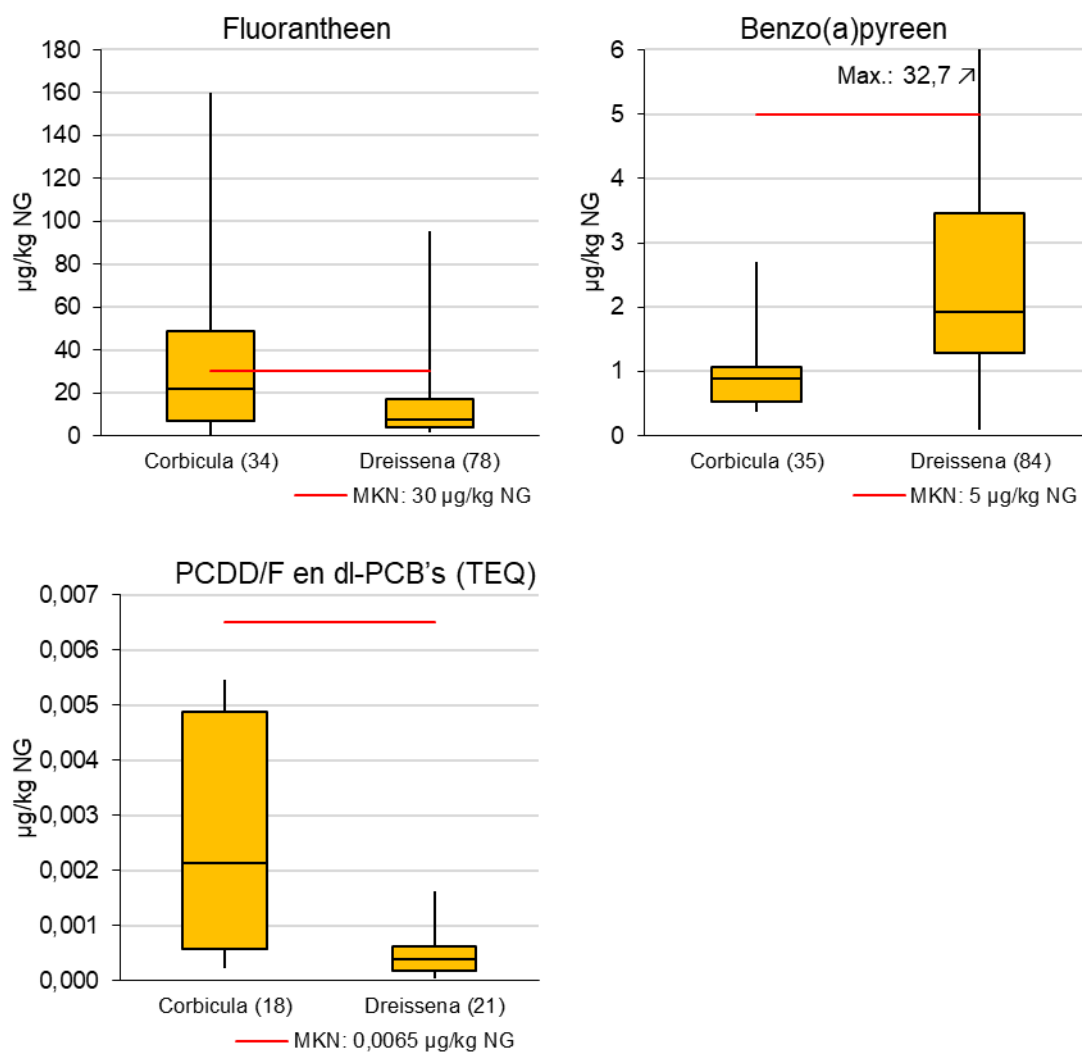
Abschlussbericht: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
 Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
 Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 114/210 -

Tabel 19: Overzicht van de niet-gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen in schelpdieren: beschrijvende parameters over de gehele bemonsteringsperiode 2015-2023.

Stof(groep)	N	Gemiddelde [µg/kg NG]	SD [µg/kg NG]	Mediaan [µg/kg NG]	Min. [µg/kg NG]	Max. [µg/kg NG]	Waterlichaam met maximale verontreiniging	MKN ¹⁵ - overschrijding	MKN monitorbaar?
Fluorantheen	113	21,0	26,4	9,77	<LOQ	160	Neckar - Besigheim	19%	Ja
Benzo(a)pyreen	120	3,06	4,61	1,87	<LOQ	33,0	Rijn - Lobith	7%	Ja
PCDD/F en dl-PCB's (TEQ)	39	0,00146	0,00178	0,000610	<LOQ	0,00545	Neckar - Kochendorf	0%	Ja

¹⁵ Conform richtlijn 2013/39/EU



Figuur 60: Boxplot van alle meetresultaten van fluorantheen, benzo(a)pyreen en dioxinen en dioxineachtige PCB's per schelpdiergeslacht. Zonder standaardisatie; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ.

4.2.3.2 Gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen

Zoals eerder al beschreven voor de dataset van de vissen, konden voor de verdere evaluatie van gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen alleen gegevens worden meegenomen waarvoor het vetgehalte beschikbaar was. Vanwege de lipofiele eigenschappen van de drie te onderzoeken parameters in de schelpdieren, zijn alle drie de parameters gestandaardiseerd naar het vetgehalte. Omdat er slechts voor 85% van de monsters een vetgehalte beschikbaar was, werd de bruikbare dataset ongeveer 15% kleiner. Zo bevatte de uiteindelijk geëvalueerde dataset 95 schelpdiermonsters voor fluorantheen, 102 monsters voor benzo(a)pyreen en 38 monsters voor dioxinen en dioxineachtige verbindingen.

Een overzicht van de beschrijvende statistische parameters is te vinden in Tabel 20. Deze bevat voor elke stof(groep) de minimum- en maximumwaarde (met het bijbehorende waterlichaam) evenals het gemiddelde met standaardafwijking, de mediaan, het relatieve aandeel monsters met een MKN-overschrijding, en een beoordeling van de mogelijkheid tot monitoring van de betreffende milieukwaliteitsnorm. Voor de onderliggende berekeningen en evaluaties zijn alle beschikbare waarden na standaardisatie naar het vetgehalte meegenomen, ongeacht het schelpdiergeslacht of het jaar van bemonstering. In Figuur 61 zijn de analytische gegevens ook voor de stofgroepen en de twee schelpdiergeslachten afzonderlijk weergegeven in de vorm van boxplots.

Van de 95 bruikbare fluorantheenwaarden lag in totaal 89% boven de laboratoriumspecifieke bepalingsgrenzen. Daarbij overschreed 14% van alle monsters de milieukwaliteitsnorm van 30 µg/kg NG. Het hoogste gehalte van 151 µg/kg NG werd aangetroffen in de Meurthe bij Bouxières en lag daarmee ongeveer vijf keer boven de milieukwaliteitsnorm. Zoals in Figuur 61 te zien is, waren de mediane gehalten in schelpdieren van de geslachten Corbicula en Dreissena na de standaardisatie naar het vetgehalte ongeveer vergelijkbaar.

De gerapporteerde gehalten van benzo(a)pyreen in de schelpdieren lagen beduidend lager dan die van fluorantheen. Het percentage detecties boven de bepalingsgrenzen bedroeg 66%, waarbij uiteindelijk 14% van alle monsters ook de milieukwaliteitsnorm overschreed. Met 32,7 µg/kg werd het hoogste gehalte aan benzo(a)pyreen eveneens in de Meurthe bij Bouxières aangetroffen. Hoewel fluorantheen en benzo(a)pyreen als twee vertegenwoordigers van polyaromatische koolwaterstoffen (PAK) qua structuur aan elkaar verwant zijn, liet een vergelijking van de twee schelpdiergeslachten een ander beeld zien. De gehalten van benzo(a)pyreen in schelpdieren van het geslacht Dreissena waren significant hoger dan in schelpdieren van het geslacht Corbicula (zie Figuur 61).

Voor de somparameter van dioxinen en dioxineachtige verbindingen kon in alle monsters uit de voor de evaluatie gebruikte, gestandaardiseerde dataset een kwantificeerbaar gehalte

worden bepaald. Er zij op gewezen dat er alleen van Baden-Württemberg analysegegevens zijn ontvangen, aangezien dioxinen en dioxineachtige verbindingen door de andere delegaties uitsluitend in vis worden gemonitord. In geen van de 39 geanalyseerde monsters werd de milieukwaliteitsnorm van 0,0065 µg/kg NG overschreden. Het hoogste aangetroffen gehalte lag met 0,00345 µg/kg NG rond de helft van de milieukwaliteitsnorm en werd gedetecteerd in de Neckar bij Mannheim. De vergelijking van de beide schelpdiergeslachten liet in schelpdieren van het geslacht Corbicula beduidend hogere gehalten zien dan in Dreissena.

Gelet op de hoge detectiepercentages van alle drie de stoffen of stofgroepen kan worden gesteld dat de bepalingsgrenzen in de laboratoria laag genoeg waren om de naleving van de milieukwaliteitsnorm in schelpdieren te monitoren.

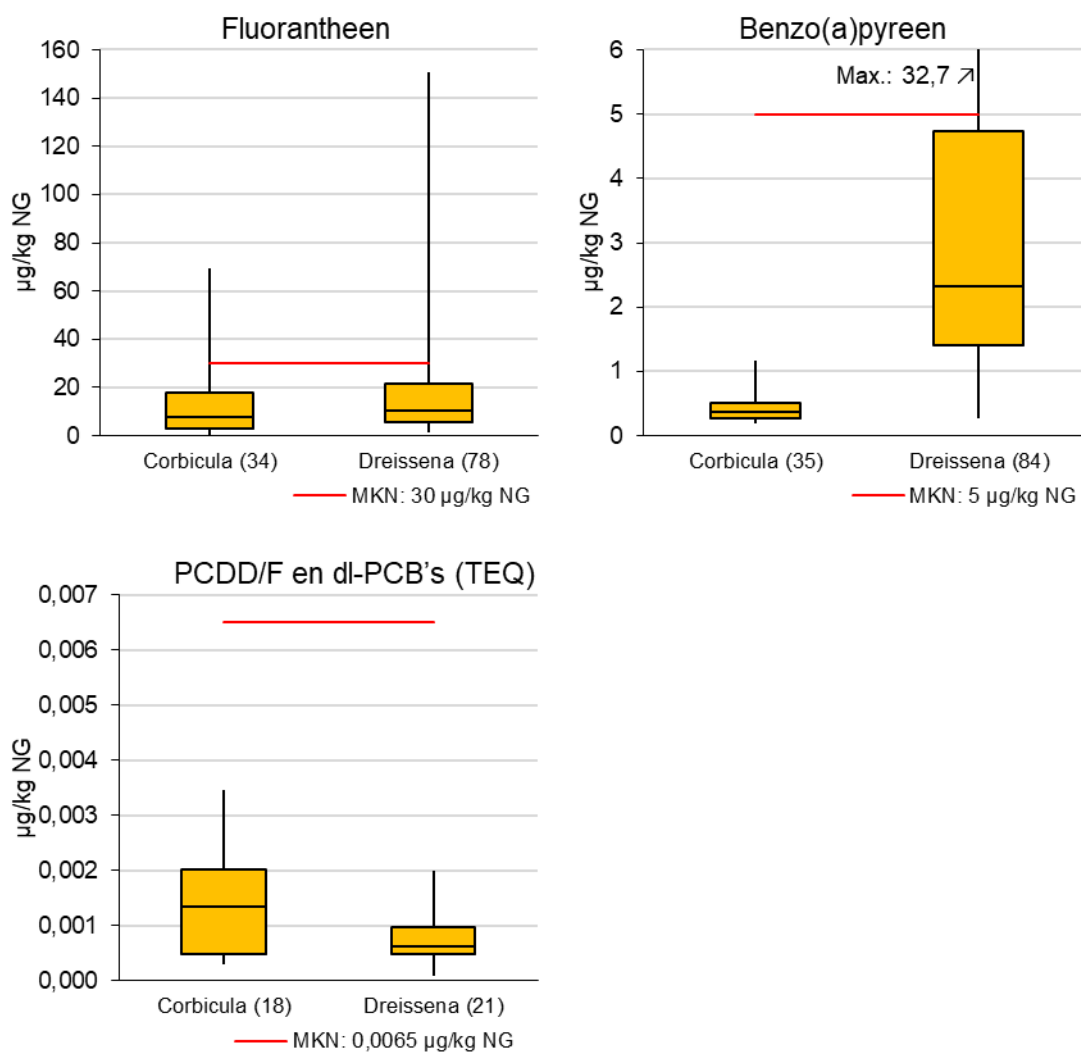
Abschlussbericht: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 118/210 -

Tabel 20: Overzicht van de naar het vetgehalte gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen in schelpdieren: beschrijvende parameters over de gehele bemonsteringsperiode 2015-2023.

Stof(groep)	N	Gemiddelde [µg/kg NG]	SD [µg/kg NG]	Mediaan [µg/kg NG]	Min. [µg/kg NG]	Max. [µg/kg NG]	Waterlichaam met maximale verontreiniging	MKN ¹⁶ - overschrijding	MKN monitorbaar?
Fluorantheen	95	17,2	22,3	9,06	<LOQ	151	Meurthe - Bouxières	14%	Ja
Benzo(a)pyreen	102	4,04	5,66	2,01	<LOQ	32,7	Meurthe - Bouxières	14%	Ja
PCDD/F en dl-PCB's (TEQ)	38	0,00101	0,000717	0,000763	<LOQ	0,00345	Neckar - Mannheim	0%	Ja

¹⁶ Conform richtlijn 2013/39/EU



Figuur 61: Boxplot van alle meetresultaten van fluorantheen, benzo(a)pyreen en dioxinen en dioxineachtige PCB's per schelpdiergeslacht. Alle gegevens zijn gestandaardiseerd naar het vetgehalte; tussen haakjes: aantal monsters incl. waarden <LOQ.

4.2.4 Ruimtelijke vergelijking

Om het verloop van de gehalten aan schadelijke stoffen in schelpdieren in de loop van de Rijn en zijn zijrivieren te onderzoeken, zijn voor elk van de samengevoegde waterlichamen gemiddelden berekend uit alle beschikbare gegevens (boven de bijbehorende bepalingsgrenzen). Ook zijn bij de evaluatie de resultaten per waterlichaam verdeeld over de drie perioden 2015-2016, 2017-2019 en 2020-2023 om zo een eerste beeld te krijgen van de ontwikkeling van de gehalten aan schadelijke stoffen in de loop van de tijd. Zoals hierboven worden in de volgende hoofdstukken de niet-gestandaardiseerde en de naar het vetgehalte gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen apart bekeken.

4.2.4.1 Niet-gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen

De ruimtelijke vergelijking van de niet-gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen is in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** t/m **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** weergegeven voor fluorantheen, benzo(a)pyreen en voor de dioxinen en dioxineachtige verbindingen.

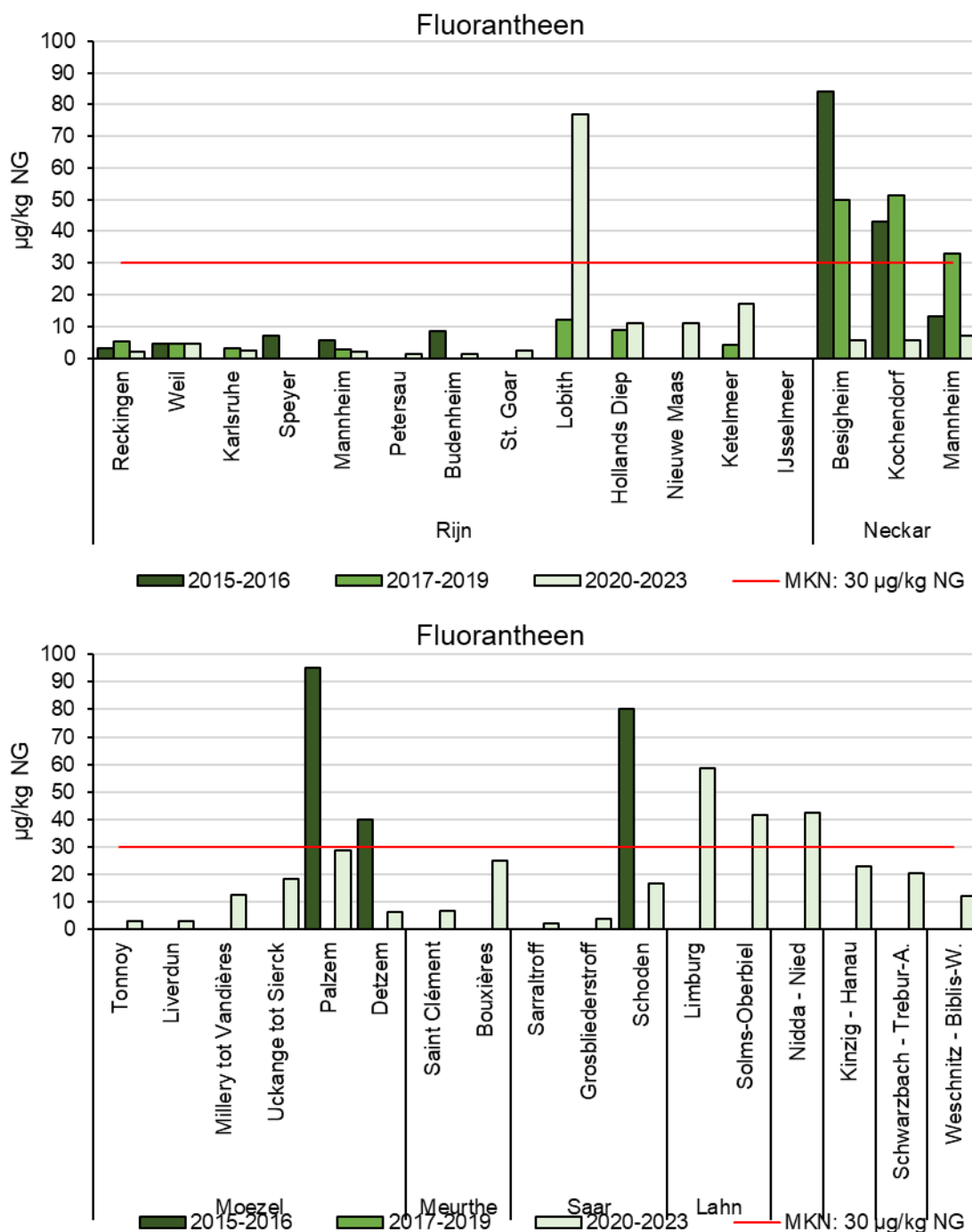
De dataset voor fluorantheen was het meest volledig. Deze is te zien in Figuur 54. De hoogste gemiddelde fluorantheengehaltes per waterlichaam en periode werden gevonden in de Moezel bij Palzem, in de Neckar bij Besigheim, in de Saar bij Schoden (hoogste gehalten in de periode 2015-2016) en in de Rijn bij Lobith (hoogste gehalten in de periode 2020-2023). In deze en andere waterlichamen werd ook de milieukwaliteitsnorm van 30 µg/kg NG overschreden. Tussen de waterlichamen in de Rijn bij St. Goar (regio rond Koblenz) en Lobith was in de periode 2020-2023 een sterke stijging van het fluorantheengehalte waar te nemen. Dit wijst op emissiebronnen tussen de twee waterlichamen. Het is echter niet mogelijk om dit aan een zijrivier of directe emitter aan de Rijn toe te wijzen, aangezien er tussen de twee waterlichamen enkele honderden kilometers rivier en meerdere zijrivieren liggen. Een vergelijking in de tijd van de drie onderzochte perioden was alleen mogelijk voor de waterlichamen in de Rijn bij Reckingen, Weil en Mannheim en voor de drie waterlichamen in de Neckar. In de meeste gevallen was er tussen 2017-2019 en 2020-2023 een afname van de verontreiniging met fluorantheen in de tijd te zien.

De ruimtelijke verdeling van de niet-gestandaardiseerde gehalten benzo(a)pyreen is weergegeven in Figuur 63. De hoogste gehalten in schelpdiermonstes zijn gevonden in de Rijn bij Lobith (periode 2020-2023) en in de Moezel bij Palzem en Detzem (periode telkens 2015-2016), en deze gehalten leidden daar ook tot overschrijdingen van de milieukwaliteitsnorm van 5 µg/kg NG. Een vergelijking in de tijd was vanwege de vaak ontbrekende oudere gegevens slechts voor enkele waterlichamen mogelijk en liet geen eenduidige trends zien. Terwijl in de Nederlandse waterlichamen in de Rijn en in de Neckar er soms sprake was van toenames in de niet-gestandaardiseerde benzo(a)pyreen-gehalten tussen de periodes 2017-2019 en 2020-2023, duidde de temporele vergelijking van de

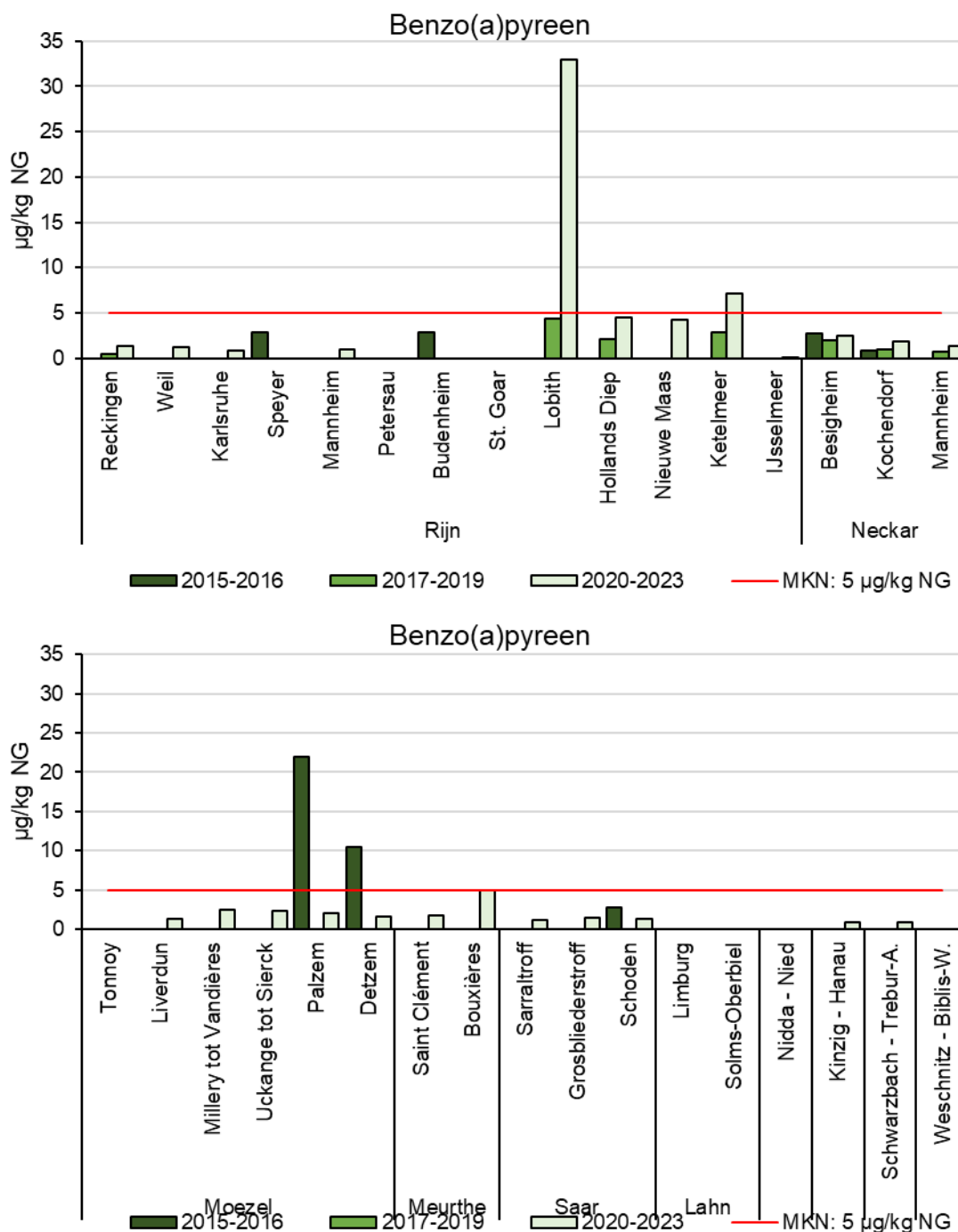
periodes 2015-2016 en 2020-2023 in de Moezel bij Palzem en Detzem op een dalende verontreiniging van schelpdieren met benzo(a)pyreen.

Gehaltes van dioxinen en dioxineachtige verbindingen werden alleen gerapporteerd uit Baden-Württemberg voor de Rijn en de Neckar. De hoogste gehalten werden vooral in oudere monsters uit de Neckar gevonden. In geen van de monsters is echter een overschrijding van de milieukwaliteitsnorm waargenomen. Kijkend naar de ontwikkeling in de loop van de periodes is er sprake van een dalende trend in de gehalten.

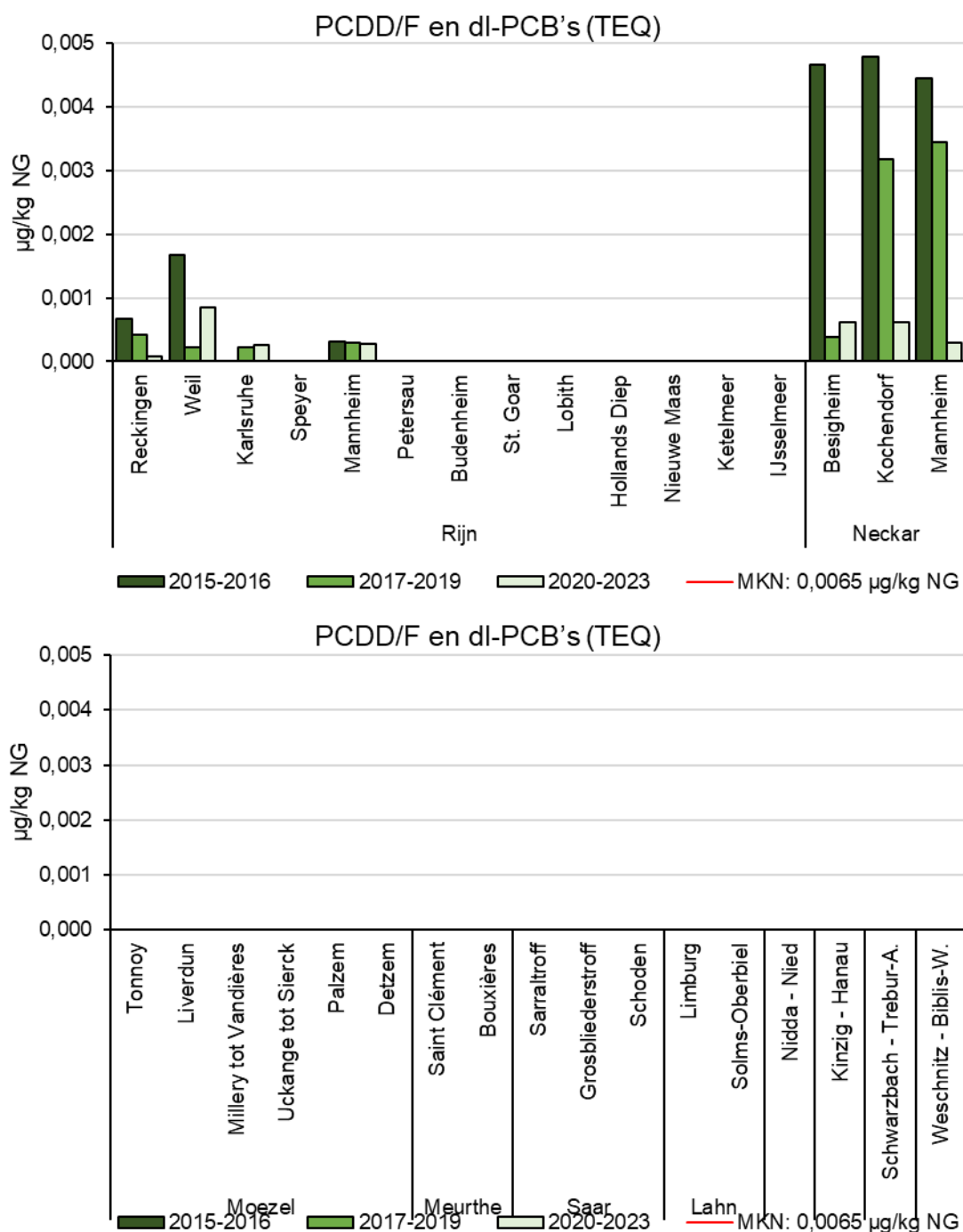
De ruimtelijke verdeling voor de niet-gestandaardiseerde schelpdiergegevens is in Figuur 84 t/m Figuur 89 in de bijlage in de vorm van verontreinigingskaarten weergegeven.



Figuur 62: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in schelpdieren; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 1: fluorantheen (zonder standaardisatie, Corbicula en Dreissena).



Figuur 63: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in schelpdieren; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 2: benzo(a)pyreen (zonder standaardisatie, Corbicula en Dreissena).



Figuur 63: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in schelpdieren; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 3: PCDD/F+dl-PCB's (zonder standaardisatie, Corbicula en Dreissena). Opmerking: Alleen Baden-Württemberg heeft gegevens over PCDD/F+dl-PCB's in schelpdieren gerapporteerd (Rijn en Neckar).

4.2.4.2 Gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen

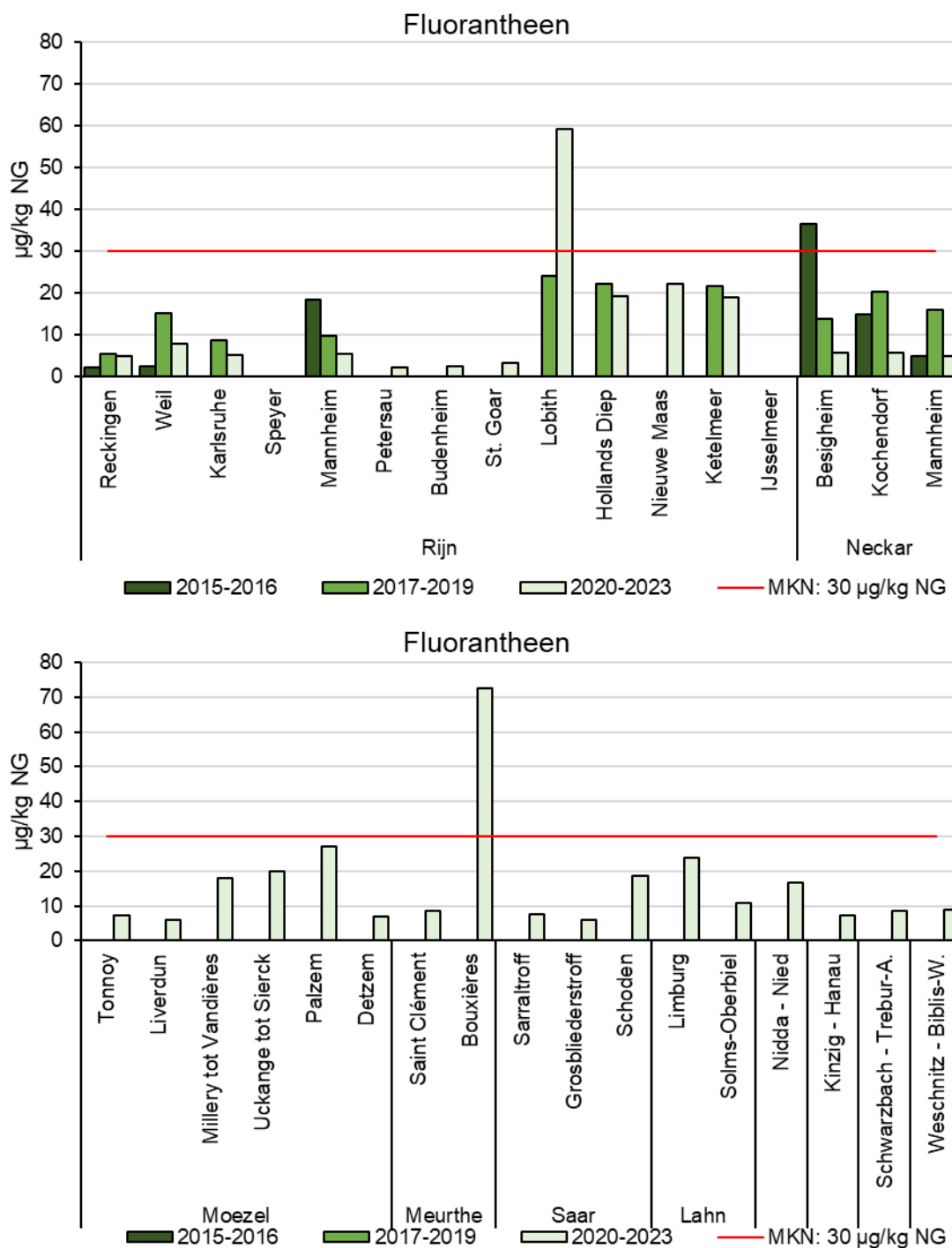
De ruimtelijke vergelijking van de naar het vetgehalte gestandaardiseerde gehalten aan schadelijke stoffen is in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** t/m **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** weergegeven voor fluorantheen, benzo(a)pyreen en voor de dioxinen en dioxineachtige verbindingen. Zoals eerder beschreven, werd de volledigheid van de grafieken enerzijds beperkt door de algemene beschikbaarheid van gegevens over schadelijke stoffen en anderzijds door de beschikbaarheid van vetgehalten voor de vergelijkende standaardisatie naar het vetgehalte.

De dataset voor fluorantheen was het meest volledig. Deze is te zien in Figuur 54. Voor de zijrivieren van de Rijn, met uitzondering van de Neckar, zijn alleen evalueerbare gegevens uit de jaren 2020-2022 geleverd. De hoogste gemiddelde fluorantheengehalten per waterlichaam en periode werden gevonden in de Meurthe bij Bouxières, in de Rijn bij Lobith en in de Neckar bij Besigheim. In deze waterlichamen werd ook de milieukwaliteitsnorm van 30 µg/kg NG overschreden. Tussen de waterlichamen in de Rijn bij St. Goar (regio rond Koblenz) en Lobith was in de periode 2020-2023 ook bij de gestandaardiseerde gehalten een sterke stijging van het fluorantheengehalte waar te nemen. Dit wijst op emissiebronnen tussen de twee waterlichamen, maar kon om eerder genoemde redenen niet worden herleid tot duidelijke emissieroutes. Een vergelijking in de tijd van de drie onderzochte perioden was alleen mogelijk voor de waterlichamen in de Rijn bij Reckingen, Weil en Mannheim en voor de drie waterlichamen in de Neckar. In alle gevallen was er tussen 2017-2019 en 2020-2023 een afname van de verontreiniging met fluorantheen te zien.

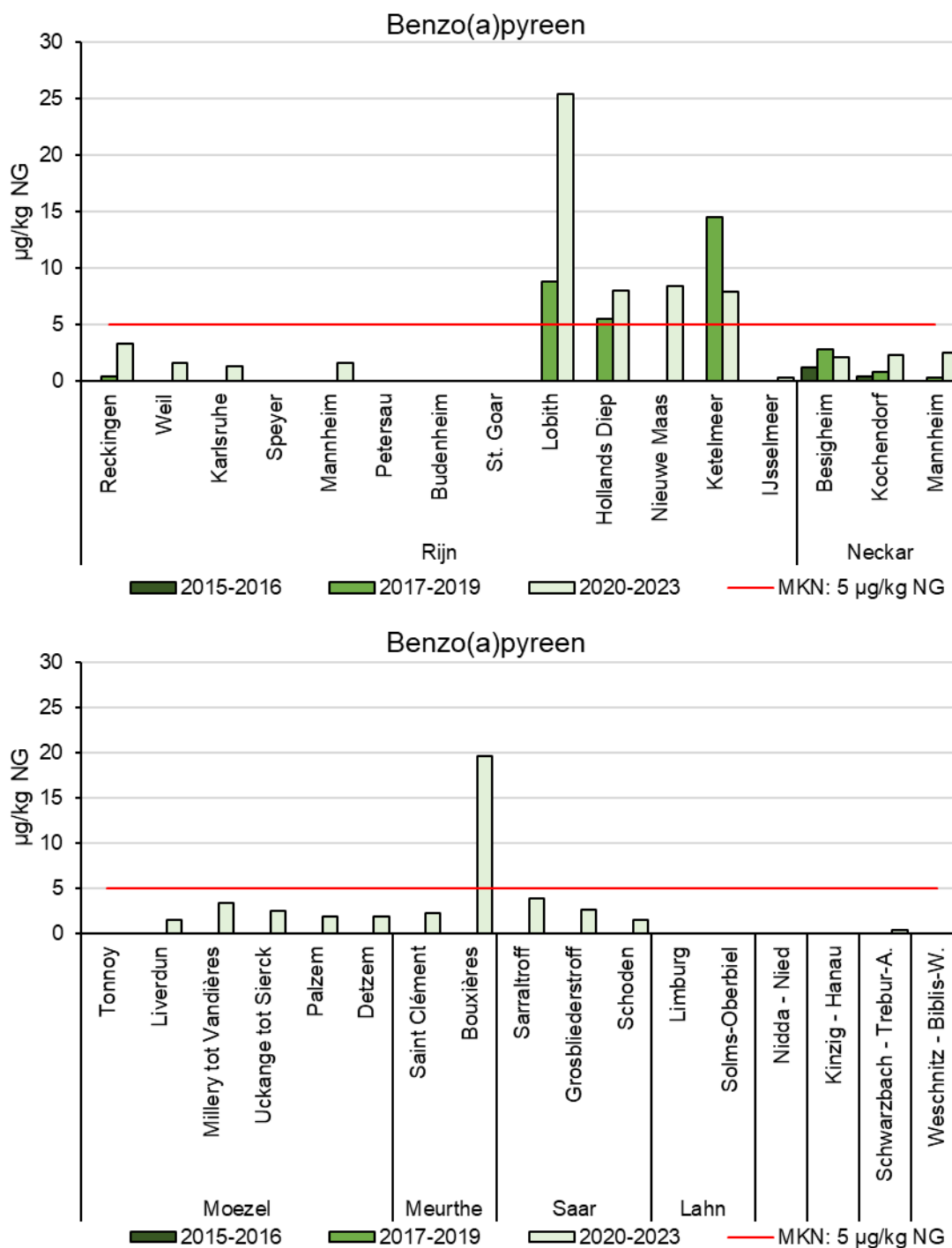
De ruimtelijke verdeling voor benzo(a)pyreen is weergegeven in 4.1.4. Het merendeel van de monsters is ook hier afkomstig uit de laatste geëvalueerde periode 2020-2023. De hoogste gehalten werden aangetroffen in de Nederlandse waterlichamen Lobith, Hollands Diep, Nieuwe Maas en Ketelmeer en in de Meurthe bij Bouxières, waar ze ook leidden tot overschrijdingen van de milieukwaliteitsnorm van 5 µg/kg NG. Een vergelijking in de tijd was vanwege de vaak ontbrekende oudere gegevens slechts voor enkele waterlichamen mogelijk en duidde soms op stijgende niveaus tussen de tijdsintervallen 2017-2019 en 2020-2023, bijvoorbeeld in de Rijn bij Lobith, in het Hollands Diep of in de Neckar bij Kochendorf.

Zoals hierboven al voor de niet-gestandaardiseerde gehalten is beschreven, werden gehalten van dioxinen en dioxineachtige verbindingen alleen gerapporteerd uit Baden-Württemberg voor de Rijn en de Neckar. Ook na de standaardisatie naar het vetgehalte werden de hoogste gehalten vooral in de Neckar gevonden. In geen van de monsters is

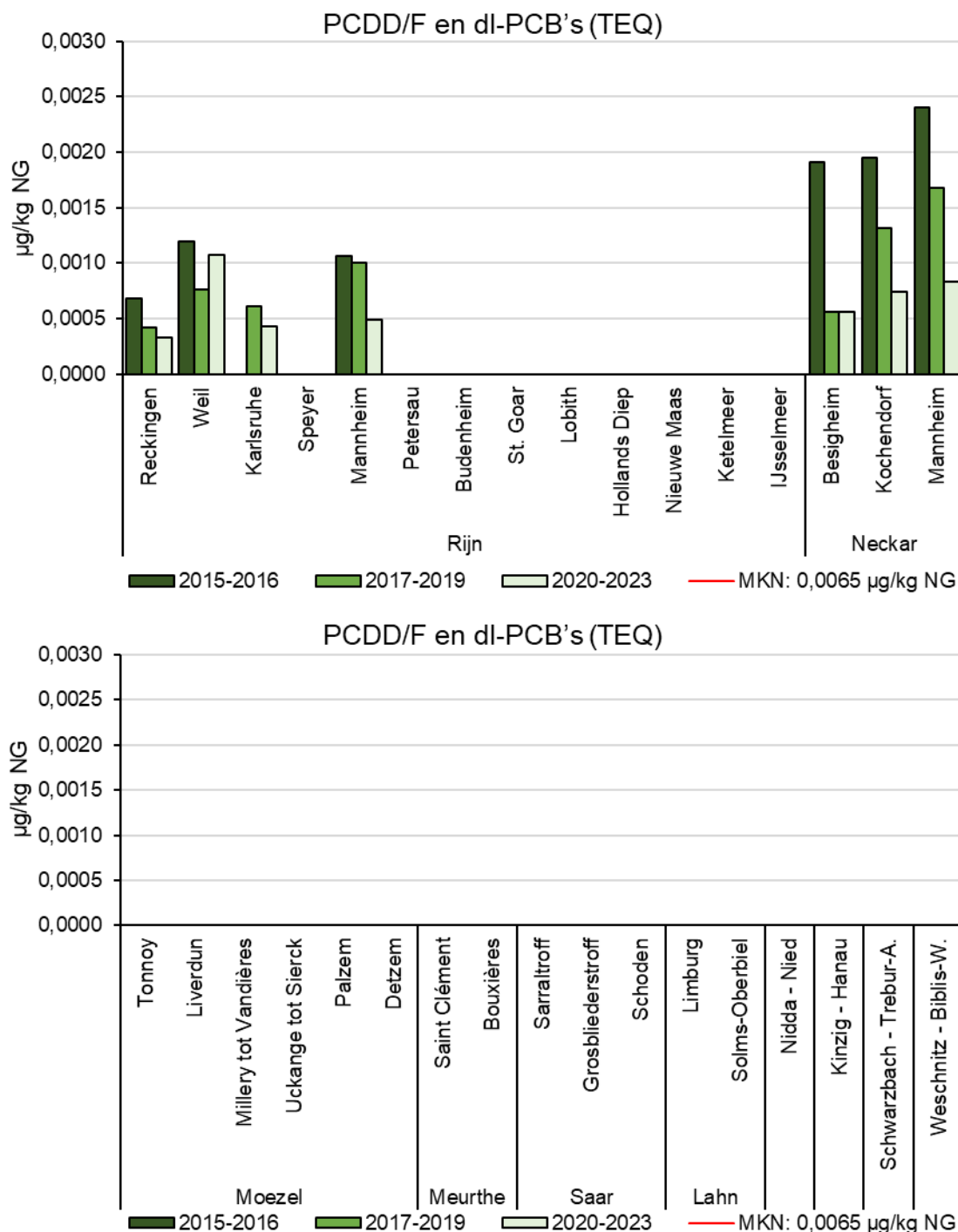
echter een overschrijding van de milieukwaliteitsnorm waargenomen. Kijkend naar de ontwikkeling in de loop van de periodes is er sprake van een dalende trend in de gehalten. De ruimtelijke verdeling voor de gestandaardiseerde schelpdiergegevens is in Figuur 108 t/m Figuur 113 in de bijlage in de vorm van verontreinigingskaarten weergegeven.



Figuur 64: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in schelpdieren; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 1: fluorantheen (vet-standaardisatie, Corbicula en Dreissena).



Figuur 65: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in schelpdieren; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 2: benzo(a)pyreen (vet-standaardisatie, Corbicula en Dreissena).



Figuur 66: Ruimtelijke vergelijking van de gehalten van stoffen in schelpdieren; gemiddelden per waterlichaam en periode. Deel 3: PCDD/F+dl-PCB's (vet-standaardisatie, Corbicula en Dreissena). Opmerking: Alleen Baden-Württemberg heeft gegevens over PCDD/F+dl-PCB's in schelpdieren gerapporteerd (Rijn en Neckar).

5 **Bibliografie**

- Becker L, Hennecke D, Düring R. Expositionsbeurteilung und Beurteilung des Transfers von Dioxin, dioxinähnlichen PCB und PCB – Literaturstudie. Texte 57 / 2011, Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 198 p. 2010.
- Covaci A, Gerecke AC, Law RJ, Voorspoels S, Kohler M, Heeb NV, et al. Hexabromocyclododecanes (HBCDs) in the environment and humans: a review. Environ Sci Technol 2006; 40: 3679-88.
- EBFRIP. European brominated flame retardant industry panel. The voluntary emissions control action programme—measurable achievements. Annual Progress Report 2009 2009.
- ECHA. Inclusion of substances of very high concern in the Candidate List for eventual inclusion in Annex XIV (ED/21/2016). ECHA announcement 2016.
- ECHA. Inclusion of substances of very high concern in the Candidate List for eventual inclusion in Annex XIV (ED/88/2018). ECHA announcement 2018.
- Eisler R. Eisler's Encyclopedia of Environmentally Hazardous Priority Chemicals: Elsevier, 2007.
- EU. Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid. Publicatieblad van de Europese Unie 2000.
- EU. Richtlijn 2003/11/EG van het Europees Parlement en de Raad van 6 februari 2003 tot vierentwintigste wijziging van Richtlijn 76/769/EEG van de Raad inzake de beperking van het op de markt brengen en van het gebruik van bepaalde gevaarlijke stoffen en preparaten (pentabroomdifenylether, octabroomdifenylether) (L 42/45). Publicatieblad van de Europese Unie 2003.
- EU. Regulation (EC) No 850/2004 of the European Parliament and of the Council. Official Journal of the European Union 2004.
- EU. Richtlijn 2006/122/EG van het Europees Parlement en de Raad van 12 december 2006 tot dertigste wijziging van Richtlijn 76/769/EEG van de Raad betreffende de onderlinge aanpassing van de wettelijke en bestuursrechtelijke bepalingen der lidstaten inzake de beperking van het op de markt brengen en van het gebruik van bepaalde gevaarlijke stoffen en preparaten (perfluorooctaansulfonaten). Publicatieblad van de Europese Unie 2006; 372.
- EU. Beschikking van de Commissie van 30 september 2008 betreffende de niet-opneming van dicofol in bijlage I bij Richtlijn 91/414/EEG van de Raad en de intrekking van de toelatingen voor gewasbeschermingsmiddelen die deze stof bevatten (L 262/40). Publicatieblad van de Europese Unie 2008.
- EU. 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 prioritair stoffen op het gebied van het waterbeleid. Publicatieblad van de Europese Unie 2013.

EU. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) – On biota monitoring (the implementation of EQSbiota) under the Water Framework Directive: Publications Office, 2014.

Europese commissie. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive: Environmental Quality Standards (EQS) substance data sheet. Priority substance No. 21: Mercury and its compounds. https://circabc.europa.eu/sd/a/ff8e163c-71f6-4fc0-98ef-875a20add4c8/21_Mercury_EQSdatasheet_150105.pdf 2005.

Foekema EM, Kotterman M, Hoek-van Nieuwenhuizen M: Chemische biotamonitoring conform KRW. Methodeontwikkeling en compliance-check 2014/2015. Wageningen, IMARES Wageningen UR (University & Research centre), IMARES rapport C082/16. 91 p. 2016.

Forsthuber M, Kaiser AM, Granitzer S, Hassl I, Hengstschläger M, Stangl H, et al. Albumin is the major carrier protein for PFOS, PFOA, PFHxS, PFNA and PFDA in human plasma. *Environment International* 2020; 137: 105324.

Froese R, Pauly D. FishBase. www.fishbase.org, version (06/2024). World Wide Web electronic publication. 2024.

Hillenbrand T, Marscheider-Weidemann F, Strauch M, Heitmann K, Schaffrin D. Emissionsminderung für prioritäre und prioritäre gefährliche Stoffe der Wasserrahmenrichtlinie (Forschungsbericht 203 21 280). UBA-Texte 2007.

ICBR-rapport 195: Rapport over de verontreiniging van vissen met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied:
https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/NL/rp_NI_0195.pdf, 2011.

ICBR-rapport 216: Voorstel voor een pilot voor de meting van de verontreiniging van biota/vissen met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied in 2014/2015:
https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/NL/rp_NI_0216.pdf, 2014.

ICBR-rapport 252: Statistische evaluatie van metingen van de verontreiniging van biota/vissen met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied in de jaren 2014/2015:
https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/NL/rp_NI_0252.pdf, 2018.

ICBR-rapport 259: Concept voor de afstemming van de meting van de verontreiniging van biota (vissen/schelpdieren) met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied in de derde KRW-beheerscyclus 2021-2027:
https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/NL/rp_NI_0259.pdf, 2019.

LAWA-AO. Rahmenkonzeption Monitoring, Teil B: Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen: Arbeitspapier IV.3, Stand: 14.02.2020:
https://www.lawa.de/documents/arbeitspapier-iv3-barrierefrei_1689842304.pdf, 2020.

Lecloux A. Hexachlorobutadiene – Sources, environmental fate and risk characterization. Science Dossier. EuroChlor 2004.

- Lyche J L, Nøstbakken O J, Berg V. EU Water Framework-Directive Priority Contaminants in Norwegian Freshwater Fish. M-1789 | 2020:
<https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1789/m1789.pdf>
- Merian E, Anke M, Ihnat M, Stoeppler M. Elements and their compounds in the Environment Vol. 2: Metals and their Compounds. Vol. 2: Metals and their Compounds: pp. 932-934, Wiley-VCH, 2004.
- Moermond CT, Verbruggen EM. An evaluation of bioaccumulation data for hexachlorobenzene to derive water quality standards according to the EU-WFD methodology. Integrated Environmental Assessment and Management 2013; 9: 87-97.
- PubChem. Compound Summary - Hexachlorobenzene. In: Medicine NNLo, editor, 2024.
- Radermacher G, Fliedner A, Rüdell H. Konzept zur Implementierung der neuen Umweltqualitätsnormen für prioritäre Stoffe in Fischen (Richtlinie 2013/39/EU). Abschlussbericht: Umweltbundesamt, 2019.
- Ritter L, Solomon K, Forget J, Stermeroff M, O'Leary C. A review of selected persistent organic chemicals - Heptachlor-Hexachlorobenzene-Mirex-Toxaphene - Polychlorinated biphenyls - Dioxins and Furans. The International Programme on Chemical Safety (IPCS) within the framework of the Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals (IOMC) 1995.
- Sellström U, Kierkegaard A, de Wit C, Jansson B. Polybrominated diphenyl ethers and hexabromocyclododecane in sediment and fish from a Swedish river. Environmental Toxicology and Chemistry 1998; 17: 1065-1072.
- Sheng N, Cui R, Wang J, Guo Y, Wang J, Dai J. Cytotoxicity of novel fluorinated alternatives to long-chain perfluoroalkyl substances to human liver cell line and their binding capacity to human liver fatty acid binding protein. Archives of Toxicology 2018; 92: 359-369.
- Umweltbundesamt. Chemischer Zustand der Fließgewässer:
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/fliesssgewaesser/chemischer-zustand-der-fliesssgewaesser#der-chemische-zustand-der-gewasser>. Laatst geraadpleegd op 23 juli 2024, 2023.
- UNEP. The 12 initial POPs under the Stockholm Convention, 2001.
- UNEP. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its second meeting - Risk profile on commercial pentabromodiphenyl ether (UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.1). Persistent Organic Pollutants Review Committee 2006a.
- UNEP. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its second meeting - Risk profile on perfluorooctane sulfonate (UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.5). Persistent Organic Pollutants Review Committee 2006b.
- UNEP. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its third meeting - Risk profile on commercial octabromodiphenyl ether

(UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.6). Persistent Organic Pollutants Review Committee 2007.

UNEP. Decision SC-4/14: Listing of hexabromodiphenyl ether and heptabromodiphenyl ether. Persistent Organic Pollutants Review Committee 2009a.

UNEP. Decision SC-4/17: Listing of perfluorooctane sulfonic acid, its salts and perfluorooctane sulfonyl fluoride. Persistent Organic Pollutants Review Committee 2009b.

UNEP. Decision SC-4/18: Listing of tetrabromodiphenyl ether and pentabromodiphenyl ether. Persistent Organic Pollutants Review Committee 2009c.

UNEP. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its sixth meeting - Risk profile on hexabromocyclododecane (UNEP/POPS/POPRC.6/13/Add.2). Persistent Organic Pollutants Review Committee 2010.

UNEP. Minamata Convention on Mercury, Draft text for a global legally binding instrument on mercury (UNEP(DTIE)/Hg/INC.5/3). 2012a.

UNEP. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its eighth meeting - Risk profile on hexachlorobutadiene (UNEP/POPS/POPRC.8/16/Add.2). Persistent Organic Pollutants Review Committee 2012b.

UNEP. Decision SC-6/13: Listing of hexabromocyclododecane. Persistent Organic Pollutants Review Committee 2013a.

UNEP. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its ninth meeting (UNEP/POPS/POPRC.9/13). Persistent Organic Pollutants Review Committee 2013b.

UNEP. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its eleventh meeting (UNEP/POPS/POPRC.11/10). Persistent Organic Pollutants Review Committee 2015.

UNEP. Decision SC-7/12: Listing of hexachlorobutadiene. Persistent Organic Pollutants Review Committee 2016.

UNEP. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its thirteenth meeting - Risk management evaluation on dicofol (UNEP/POPS/POPRC.13/7/Add.1). Persistent Organic Pollutants Review Committee 2017.

US-EPA. EPA and 3M announce phase out of PFOS (release date 05/16/2000). 2000.

Van den Berg M, Birnbaum LS, Denison M, De Vito M, Farland W, Feeley M, et al. The 2005 World Health Organization reevaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. Toxicological sciences 2006; 93: 223-241.

Vermeirssen E, Kase R, Werner I: The occurrence of 12 EU priority substances in Swiss

surface waters and biota – a review of monitoring data. 2017. Ecotox Centre, Swiss Centre for Applied Ecotoxicology Eawag-EPFL;
https://www.oekotoxzentrum.ch/media/168205/2017_vermeirssen_situationsanalyse.pdf

Wang P, Liu D, Yan S, Cui J, Liang Y, Ren S. Adverse Effects of Perfluorooctane Sulfonate on the Liver and Relevant Mechanisms. *Toxics* 2022; 10: 265.

Wen Y, Rashid F, Fazal Z, Singh R, Spinella MJ, Irudayaraj J. Nephrotoxicity of perfluorooctane sulfonate (PFOS)—effect on transcription and epigenetic factors. *Environmental Epigenetics* 2022; 8.

WHO. Concise International Chemical Assessment Document 70 – Heptachlor. First draft prepared by J. Kielhorn, S. Schmidt and I. Mangelsdorf. World Health Organization. ISBN 9241530707. 2006.

WHO. Fact Sheet Dioxins, 2023.

Bijlagen

Hieronder worden de stoffen en stofgroepen beschreven, en de belastingskaarten voor de geanalyseerde verontreinigende stoffen en groepen van verontreinigende stoffen weergegeven. Hoofdstuk A.2 bevat de belastingskaarten zonder standaardisatie, terwijl hoofdstuk A.3 de belastingskaarten bevat na voorafgaande standaardisatie naar het drogestofgehalte (kwik en PFOS) of naar het vetgehalte (alle andere verontreinigende stoffen).

De belastingskaarten tonen telkens het gemiddelde over de periode 2016-2022 (vissen) dan wel 2016-2023 (schelpdieren) en zijn daarmee een vervolg op het vorige ICBR-rapport over de jaren 2014/2015 (ICBR 2018). Waar mogelijk werden de voorgestelde gegevens gestandaardiseerd naar filet (beschermingsdoel mens) of hele vis (beschermingsdoel ecosysteem) in overeenstemming met het relevante beschermingsdoel conform Kaderrichtlijn Water. Aansluitend bij de analyse in hoofdstuk 4.1.4 hebben de gegevens betrekking op omnivore en carnivore vissen of alleen op omnivore vissen, afhankelijk van de stof. PFOS is een uitzondering: hier zijn er belastingskaarten beschikbaar voor zowel de dataset van de omnivore vissen als de dataset van alle vissen.

In het geval van kwik en PFOS werden ontbrekende drogestofgehaltes bij de noodzakelijke standaardisatie naar het drogestofgehalte vervangen door proxywaarden van 21,5% in filet en 25,9% in hele vis, zodat er rekening kon worden gehouden met alle waarden.

In hoofdstuk A.4 worden de gegevens over de vis- en schelpdiermonsters, inclusief biometrische gegevens, weergegeven in tabellen.

A.1 Stoffen en stofgroepen

Hieronder staan korte beschrijvingen van de twaalf stoffen en stofgroepen die in het kader van dit project zijn onderzocht. De polybroomdifenylethers en hexabroomcyclododecaan worden als vlamvertragers samengevoegd in hoofdstuk A.1.8. In hoofdstuk 0 staat een overzichtstabel waarin voor alle stoffen of stofgroepen de geldende milieukwaliteitsnormen zijn samengevat.

A.1.1 Benzo(a)pyreen

Stofnaam: benzo(a)pyreen
Afkorting: benzo(a)pyreen
CAS: 50-32-8

Benzo(a)pyreen is een polycyclische aromatische koolwaterstof (PAK) die ontstaat bij onvolledige verbranding van organisch materiaal (bijv. hout, aardolie, steenkool). Tot de emissiebronnen behoren bijgevolg met name verbrandingsgassen van voertuigen en de industrie, afspoeling van verkeersgebieden en branden. Sigarettenrook en barbecues op houtskool kunnen ook bronnen van blootstelling zijn voor de menselijke gezondheid. Benzo(a)pyreen dat in de lucht terechtkomt, kan vervolgens door de wind over grote afstanden worden getransporteerd en via regen in de bodem en het water terechtkomen. Het geldt als kankerverwekkend, mutageen, giftig voor de voortplanting en bioaccumulerend. Met name op waterorganismen heeft benzo(a)pyreen bovendien een acuut en chronisch toxisch effect. Om deze redenen is het door het ECHA opgenomen in de REACH-kandidatenlijst (ECHA, 2016).

A.1.2 Dicofol

Stofnaam: dicofol
Afkorting: dicofol
CAS: 115-32-2

Dicofol is een acaricide waarvan de chemische eigenschappen lijken op die van DDT (p,p'-dichloordifenyiltrichloorethaan). Het technische product bevat bovendien kleine hoeveelheden DDT en DDT-analogen. De log Kow van dicofol ligt tussen 3,5 en 6,06 en zijn bioaccumulatiepotentieel is dienovereenkomstig hoog, met bioconcentratiefactoren (BCF's) die in vissen tussen 6.100 en 43.000 kunnen bereiken. De stof stapelt voornamelijk op in vetweefsel. Verder is dicofol giftig voor aquatische organismen en veroorzaakt verdunning van de eischaal bij vogeleieren (UNEP, 2015). De stof is sinds 2008 niet meer toegelaten in de EU, omdat het risico voor de consument tot dusver onvoldoende is beoordeeld (EU, 2008). Dicofol staat op de kandidatenlijst van het Verdrag van Stockholm (UNEP, 2013b; UNEP, 2017).

A.1.3 Fluorantheen

Stofnaam: fluorantheen
Afkorting: fluorantheen
CAS: 206-44-0

Fluorantheen is een polycyclische aromatische koolwaterstof (PAK) die – net als benzo(a)pyreen (zie A.1.1) – ontstaat bij onvolledige verbranding van organisch materiaal. Het geldt als mutageen en zeer bioaccumulerend. Daarom is het door het ECHA opgenomen in de REACH-kandidatenlijst (ECHA, 2018).

A.1.4 Heptachloor en heptachloorepoxide

Stofnaam: heptachloor en heptachloorepoxide
Afkorting: HC+HCE
CAS: 76-44-8 en 1024-57-3

Heptachloor (HC) is een zeer effectief insecticide dat bijvoorbeeld werd gebruikt tegen termieten en de malariamug. Heptachloor en vooral zijn afbraakproduct heptachloorepoxide zijn zeer persistent in het milieu. Met log Kow-waarden van 5,40 - 6,10 bezitten de stoffen een hoog bioaccumulatiepotentieel met BCF's die in vissen 11.000 kunnen bereiken. De hoogste concentraties worden gemeten in vetrijk weefsel (Ritter et al., 1995; WHO, 2006). Heptachloor is giftig en wordt ervan verdacht kankerverwekkend te zijn. Na de ratificatie van het Verdrag van Stockholm in 2004 (EU, 2004; UNEP, 2001) is heptachloor wereldwijd verboden.

A.1.5 Hexachloorbenzeen

Stofnaam: hexachloorbenzeen
Afkorting: HCB
CAS: 118-74-1

Hexachloorbenzeen (HCB) was een wijdverspreid fungicide dat onder meer werd gebruikt voor de behandeling van zaaigoed en de bescherming van hout. Het dient bovendien als weekmaker en stabilisator in verschillende industriële processen, is een chemisch uitgangspunt voor andere organische chloorverbindingen, zoals pentachloorfenol, en een metaboliet van organochloorpesticiden. Sinds de jaren tachtig van de twintigste eeuw is de productie en toepassing van hexachloorbenzeen beperkt in de EU. Maar door het gebruik van gechloreerde pesticiden, de productie van gechloreerde pesticiden dan wel oplosmiddelen of de uitloging van behandeld hout kunnen er nog steeds kleine hoeveelheden in het milieu terechtkomen (Hillenbrand et al., 2007). Hexachloorbenzeen heeft een log Kow-waarde van 5,5 - 6,2 (PubChem, 2024) en accumuleert sterk in

organismen, waarbij de hoogste concentraties in vetrijk weefsel worden gemeten. De gemiddelde BCF voor vissen bedraagt 128.000 (Moermond & Verbruggen, 2013). Hexachloorbenzeen is bovendien toxisch en giftig voor de voortplanting. In 2001 is het op grond van het Verdrag van Stockholm wereldwijd verboden (EU, 2004; UNEP, 2001).

A.1.6 Hexachloorbutadien

Stofnaam: hexachloorbutadien
Afkorting: HCB
CAS: 87-68-3

Hexachloorbutadien werd voornamelijk als oplosmiddel voor andere chloorhoudende verbindingen gebruikt, bijvoorbeeld bij de productie van chloorgas of als oplosmiddel voor elastomeren. Daarnaast was het een smeermiddel en werd het als gewasbeschermingsmiddel toegepast. Hexachloorbutadien ontstaat als bijproduct bij de productie van andere gechloreerde verbindingen, zoals tetrachloorkoolstof of tetrachlooretheen (UNEP, 2012b). In het milieu wordt hexachloorbutadien slechts langzaam afgebroken. De aquatische toxiciteit van hexachloorbutadien is zeer hoog en de stof wordt ervan verdacht kankerverwekkend te zijn. Als gevolg van zijn hoge log Kow-waarde van 3,7 - 4,9 vertoont het de neiging om te adsorberen aan deeltjes en te accumuleren in organismen (Hillenbrand et al., 2007; Lecloux, 2004). In vissen zijn BCF's tot 17.000 gemeten. De hoogste concentraties worden vastgesteld in vetrijk weefsel. In 2015 werd de productie en toepassing van hexachloorbutadien verboden in het kader van het Verdrag van Stockholm (UNEP, 2016).

A.1.7 Perfluorooctaansulfonzuur

Stofnaam: perfluorooctaansulfonzuur
Afkorting: PFOS
CAS: 1763-23-1

Perfluorooctaansulfonzuur (PFOS) behoort tot de groep van de poly- en perfluoralkylstoffen (PFAS) en werd voornamelijk gebruikt in impregneermiddelen voor bijvoorbeeld textiel. Verder was het een belangrijk bestanddeel van blusschuim. PFOS werd ook gebruikt in chemicaliën voor de halfgeleiderindustrie en de fotolithografie. PFOS is giftig, persistent in het milieu en beschikt over een hoog bioaccumulatie- en biomagnificatiepotentieel (UNEP, 2006b). De stof bindt aan proteïne en bijgevolg worden de hoogste concentraties gemeten in eiwitrijk weefsel, zoals lever, nieren en bloed (Forsthuber et al., 2020; Sheng et al., 2018; Wang et al., 2022; Wen et al., 2022). In 2001 is de grootste producent, 3M, vrijwillig gestopt met de productie van PFOS (US-EPA, 2000). Sinds 2008 is het gebruik van PFOS in de EU beperkt tot speciale toepassingen in de fotolithografie, galvanische industrie en

luchtvaarttechniek (EU, 2006). Sinds 2009 is er een wereldwijde toepassingsrestrictie op grond van het Verdrag van Stockholm van kracht (UNEP, 2009b).

A.1.8 Polybroomdifenylethers en hexabroomcyclododecaan

Stofnaam: polybroomdifenylethers
Afkorting: PBDE
CAS: - (mengsel)

Stofnaam: hexabroomcyclododecaan
Afkorting: HBCDD
CAS: - (mengsel)

De gebromeerde vlamvertragers PBDE en HBCDD worden gebruikt in bouwmaterialen, gestoffeerde meubels, textiel, verpakkingsmateriaal en elektronische en elektrische apparatuur. Beide stoffen behoren tot de groep van de additieve vlamvertragers die niet chemisch zijn gebonden aan het product en daarom relatief gemakkelijk kunnen vrijkomen naar het milieu.

PBDE werd al in de jaren tachtig gebruikt, terwijl HBCDD pas in de jaren negentig van de twintigste eeuw belangrijker werd, toen het gebruik van technische penta- en octa-BDE-mengsels aan banden werd gelegd (Covaci et al., 2006; Sellström et al., 1998).

De PBDE-familie bevat 209 mogelijke congenere met één tot tien broomatomen. Het vaakst komen mengsels voor bestaande uit voornamelijk congenere met vijf, acht of tien broomatomen. De dominante congenere in technische penta-BDE (CAS-nr. 32534-81-9) zijn 2,2',4,4'-tetra-BDE (BDE-47) en 2,2',4,4',5-penta-BDE (BDE-99), terwijl het hoofdbestanddeel van technische octa-BDE (CAS-nr. 32536-52-0) 2,2',3',4,4',5',6-hepta-BDE (BDE-183) is. Technische deca-BDE (CAS-nr. 1163-19-5) bestaat hoofdzakelijk uit BDE-209. Commercieel HBCDD bestaat grotendeels uit de drie diastereomeren α -, β - en γ -HBCDD (CAS-nrs. 134237-50-6, 134237-51-7 en 134237-52-8). Het γ -diastereomeer domineert met een aandeel van 70-95%, terwijl α - en β -HBCDD samen slechts ongeveer 5-30% uitmaken. Penta-BDE, octa-BDE en HBCDD zijn giftig, persistent in het milieu en bioaccumulerend met log Kow-waarden van 6,64 - 6,97 (penta-BDE), 6,29 (octa-BDE) en 5,63 (HBCDD). De hoogste concentraties worden vastgesteld in vetrijk weefsel. Bovendien stapelen de stoffen zich op in de voedselketen (UNEP, 2006a; UNEP, 2007; UNEP, 2010). Daarom wordt er sinds de jaren negentig van de twintigste eeuw geen penta- en octa-BDE meer geproduceerd in de chemische industrie in Duitsland. Sinds 2004 is het gebruik van beide stoffen in de hele EU verboden (EU, 2003). Sinds 2009 is het gebruik van penta-BDE en octa-BDE conform het Verdrag van Stockholm wereldwijd aan zware restricties onderhevig (UNEP, 2009a; UNEP, 2009c).

Voor HBCDD zijn er in 2004 en 2006 vrijwillige emissiereductieprogramma's gestart (EBFRIP, 2009). In 2013 is het gebruik ervan op grond van het Verdrag van Stockholm sterk beperkt (UNEP, 2013a).

A.1.9 Dioxinen en dioxineachtige verbindingen

Stofnaam: polychloordibenzo-p-dioxinen en -furanen en dioxineachtige polychloorbifenylen
Afkorting: PCDD/F + dl-PCB
CAS: - (mengsel/groepsparameter)

PCDD/F en dl-PCB's zijn verbindingen die onbedoeld als bijproduct ontstaan in verschillende industriële processen. PCDD/F ontstaan bijvoorbeeld als organisch materiaal in suboptimale omstandigheden wordt verbrand, bijvoorbeeld in open vuren en slecht werkende afvalverbrandingsinstallaties. Ze zijn ook een bijproduct bij het vervaardigen van pesticiden en het bleken van papierpulp. In het verleden waren vooral de chlooralkali- en non-ferrometaalindustrie, afvalverbrandingsinstallaties en energiecentrales verantwoordelijk voor emissies van PCDD/F. DI-PCB's zijn bestanddeel van alle PCB-mengsels die tot in de jaren tachtig van de twintigste eeuw op grote schaal werden gebruikt, bijv. in smeerolie, hydraulische vloeistof, koel- en isolatievloeistof, weekmakers, stabilisatoren, kunststofcoatings en vlamvertragers. Bij de berekening van maximumgehalten en de afleiding van de milieukwaliteitsnorm worden twaalf van de in totaal 209 verschillende PCB-congeneren vanwege hun dioxineachtige eigenschappen als zogenaamde "dl-PCB's" samengevoegd met zeven geselecteerde dioxinen en tien furanen (Van den Berg et al., 2006). PCB's en PCDD/F lossen op in vet en accumuleren in vetrijk weefsel van organismen. De log Kow-waarde van de zeventien dioxinen en furanen ligt tussen 6,46 en 8,75, die van de twaalf dl-PCB's tussen 5,13 en 7,98 (Becker et al., 2010). De stoffen zijn extreem giftig, kankerverwekkend en hormoonversturend (WHO, 2023). De toxiciteit van PCDD/F en dl-PCB's wordt uitgedrukt in toxiciteitsequivalenten (TEQ's). De TEQ's hebben betrekking op het giftigste dioxinecongener 2,3,7,8-tetrachloordibenzo-p-dioxine (2,3,7,8-TCDD, Seveso-gif) (Van den Berg et al., 2006). PCDD/F en dl-PCB's zijn sinds 2001 verboden onder het Verdrag van Stockholm (UNEP, 2001).

A.1.10 Polychloorbifenylen

Stofnaam: polychloorbifenylen
Afkorting: PCB
CAS: - (mengsel)

Polychloorbifenylen (PCB's) zijn extreem giftige verbindingen die tot in de jaren tachtig van de twintigste eeuw in velerlei toepassingen werden gebruikt (zie hierboven). In commerciële mengsels komen ongeveer honderddertig verschillende PCB-congeneren voor.

Veel PCB's zijn persistent in het milieu en beschikken over een hoog bioaccumulatiepotentieel, waarbij de hoogste concentraties in vetrijk weefsel worden gemeten (log Kow van de bovengenoemde congenen: 5,67 - 7,36, (Becker et al., 2010). Sinds 1983 worden PCB's niet meer geproduceerd in Duitsland en sinds 1985 is de toepassing in de hele EU aan strikte beperkingen onderhevig. In het Verdrag van Stockholm zijn er in 2001 wereldwijde toepassingsrestricties uitgevaardigd (UNEP, 2001).

A.1.11 Kwik

Stofnaam: kwik
Afkorting: Hg
CAS: 7439-97-6

Kwik (Hg) is een ubiquitair metaal in het milieu. Het komt in veel verschillende fysische en chemische vormen voor. Vanuit toxicologisch oogpunt zijn vooral elementair kwik en monomethylkwikverbindingen (CH_3HgX , MeHg) relevant. MeHg is bijzonder problematisch als gevolg van de zeer hoge toxiciteit en het hoge bioaccumulatie- en biomagnificatiepotentieel (Europese Commissie, 2005; Merian et al., 2004). Omdat kwik zich bindt aan de thiolgroep (SH-groep) van proteïnen, worden de hoogste concentraties gemeten in weefsels die rijk zijn aan SH-houdende proteïnen, zoals spierweefsel (Eisler, 2007). De Hg-verontreiniging van het milieu is grotendeels aan menselijke activiteiten te wijten. Daarom kan de milieuvervuiling alleen worden verminderd door de emissies te verminderen. Gelet op het voorgaande is in 2013 het Minamataverdrag gesloten, een mondiaal kwikverdrag om de menselijke gezondheid en het milieu te beschermen (UNEP, 2012a). Het verdrag bevat maatregelen, waaronder een verbod op nieuwe en de stillegging van oude kwikmijnen en controlemaatregelen in verband met emissies naar de lucht.

A.1.12 Overzicht

Hieronder staat in Tabel 21 een overzicht van de milieukwaliteitsnormen (MKN's) en de te analyseren matrix voor de stoffen en stofgroepen in dit onderzoek.

Abschlussbericht: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
Projectnummer IME: 2023-030

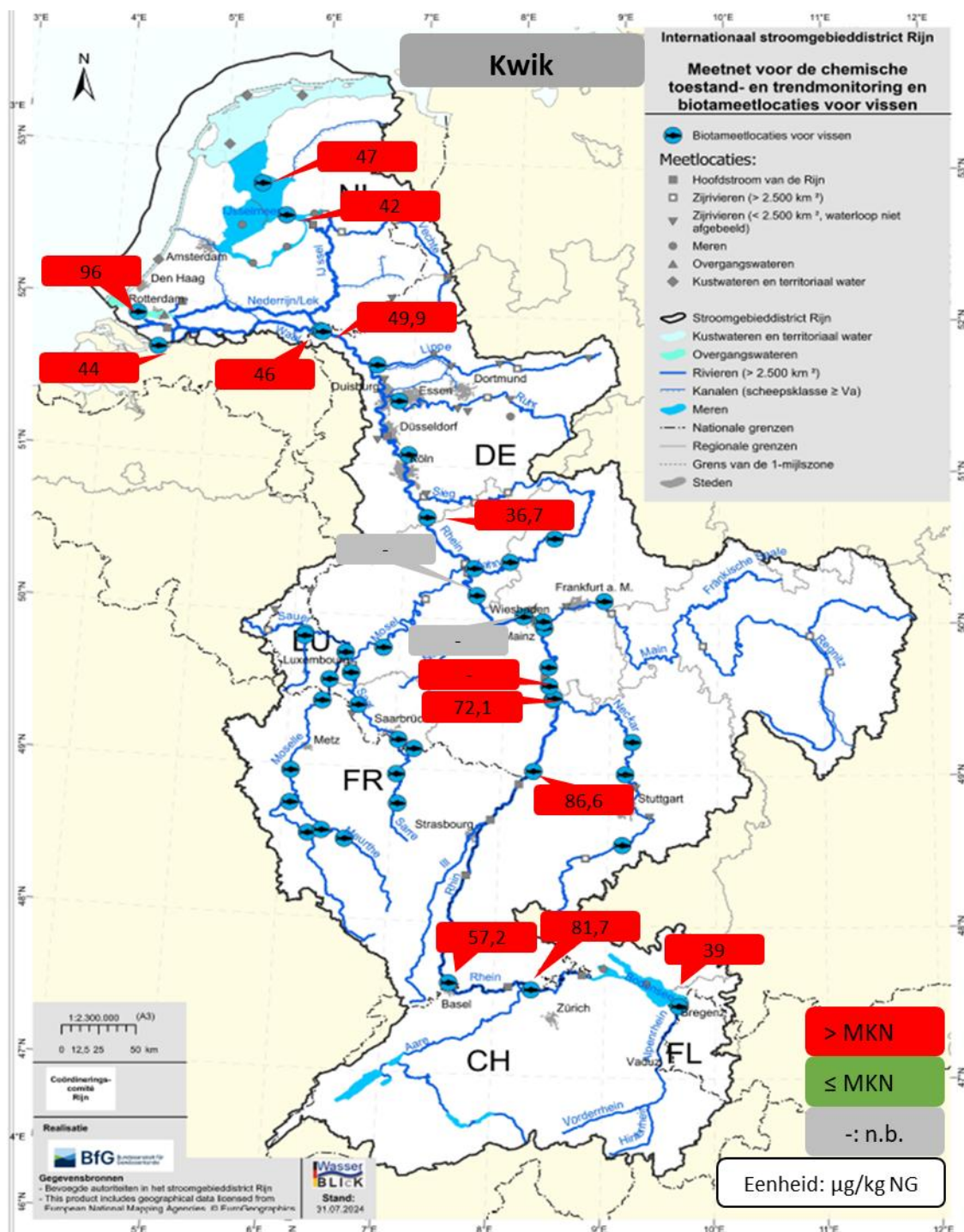
- Pagina Figuur 50/210 -

Tabel 21: MKN's van de onderzochte stoffen en stofgroepen.

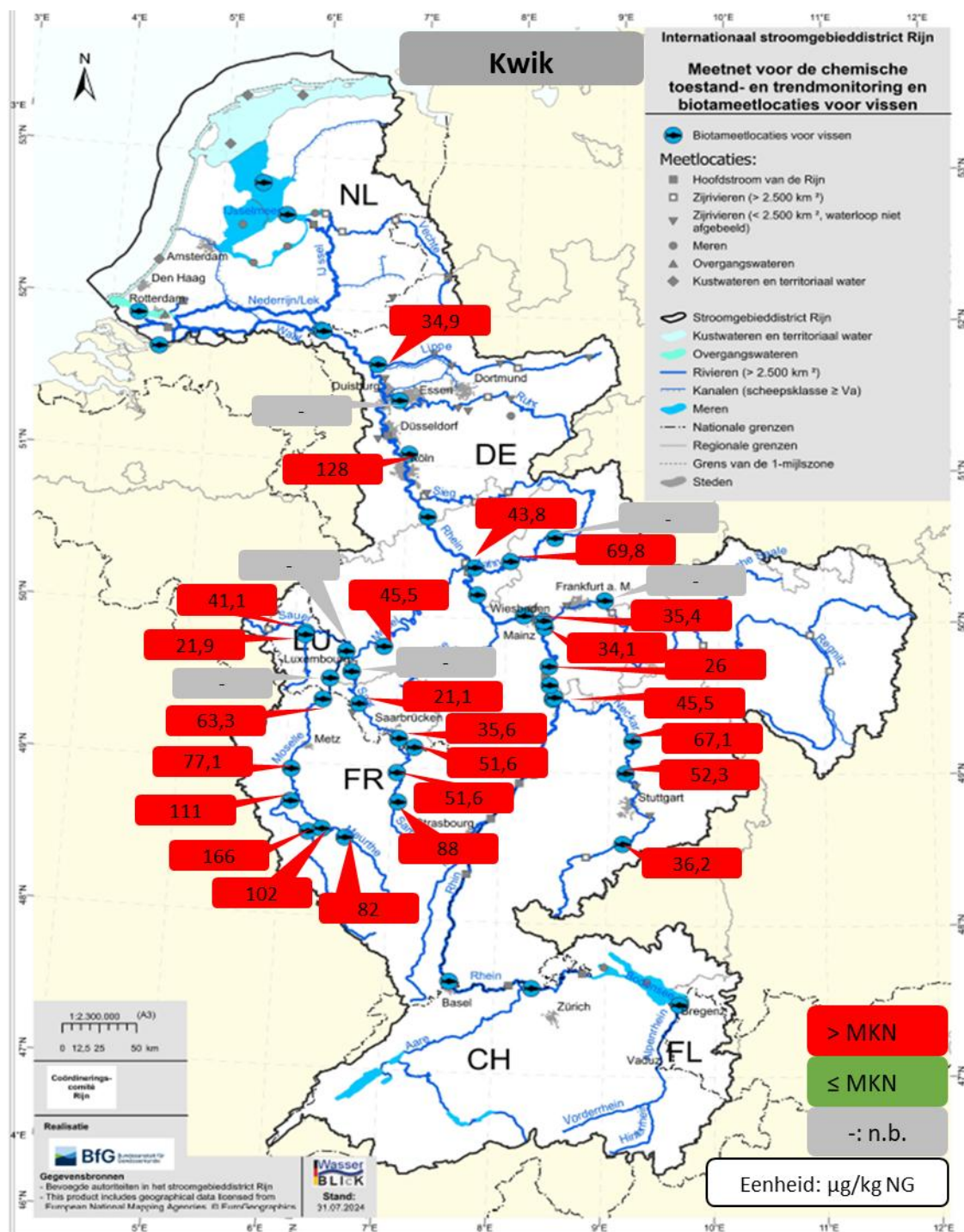
Stof(groep)	Afkorting	Samenstelling	Biota-MKN ¹⁷ [µg/kg NG]	Toetsingsmatrix	Beschermingsdoel
Benzo(a)pyreen	-/-	Benzo(a)pyreen	5	Schelp- en weekdieren	Mens
Dicofol	-/-	Dicofol	33	Vissen	Ecosysteem
Fluorantheen	-/-	Fluorantheen	30	Schelp- en weekdieren	Mens
Heptachloor en heptachloorepoxide	HC + HCE	HC + HCE	0,0067	Vissen	Mens
Hexabroomcyclododecaan	HBCDD	Som van α-, β- en γ-diastereomeren	167	Vissen	Ecosysteem
Hexachloorbenzeen	HCB	HCB	10	Vissen	Mens
Hexachloorbutadieen	HCBD	HCBD	55	Vissen	Ecosysteem
Perfluorooctaansulfonzuur	PFOS	PFOS	9,1	Vissen	Mens
Polybroomdifenylethers	PBDE	Som van de PCB's 28, 47, 99, 100, 153, 154	0,0085	Vissen	Mens
Polychloordibenzo-p-dioxinen en -furanen en dioxineachtige polychloorbifenylen	PCDD/F + dl-PCB's	Som van 7 PCDD's + 10 PCDF's + 12 dl-PCB's	0,0065 (WHO-TEQ)	Vissen, Schelp- en weekdieren	Mens en ecosysteem
Kwik	Hg	Hg	20	Vissen	Ecosysteem

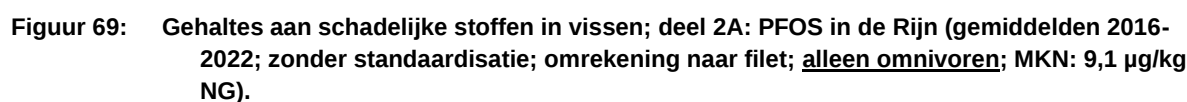
¹⁷ Conform richtlijn 2013/39/EU

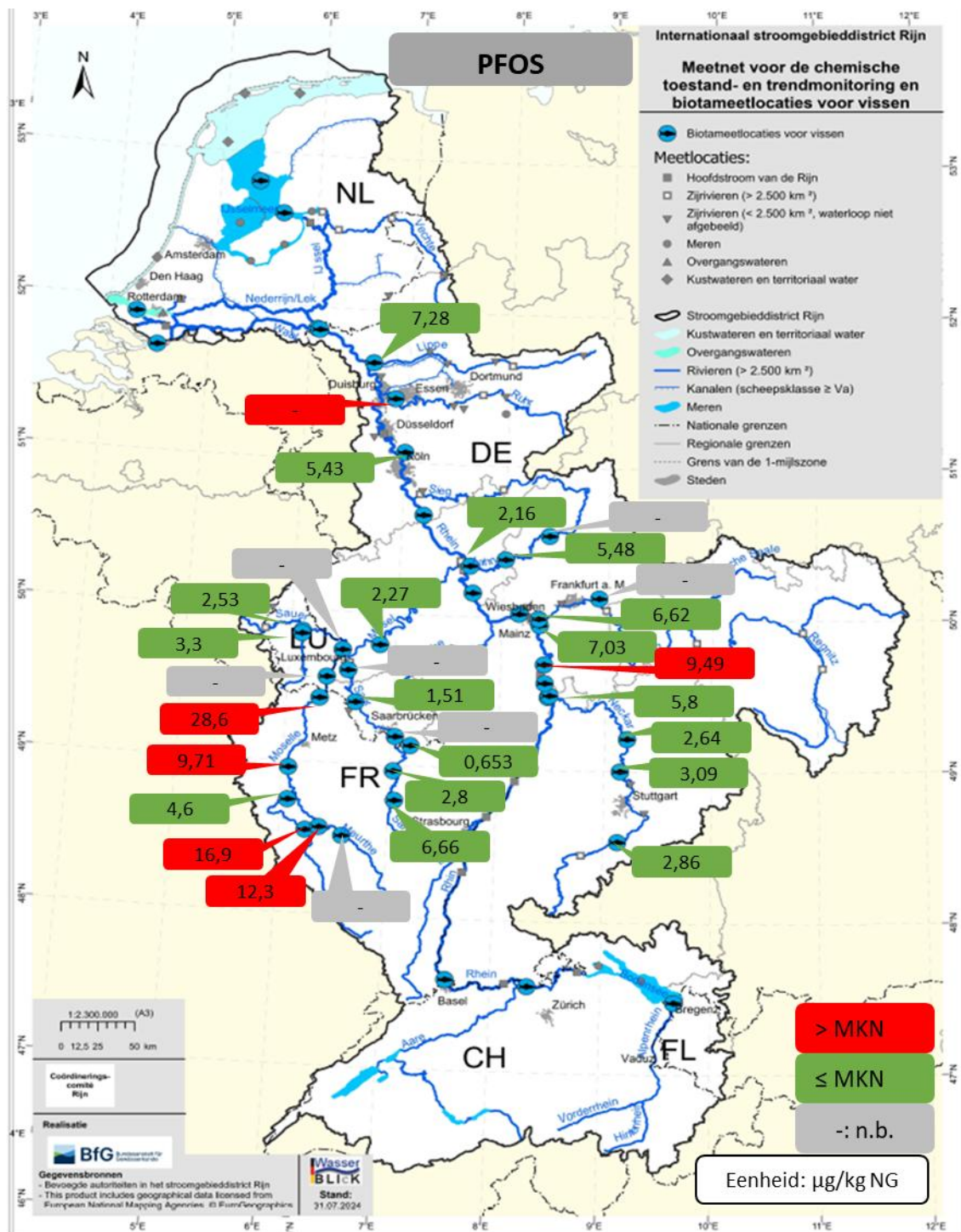
A.2 Aanvullende figuren: belastingskaarten zonder standaardisaties



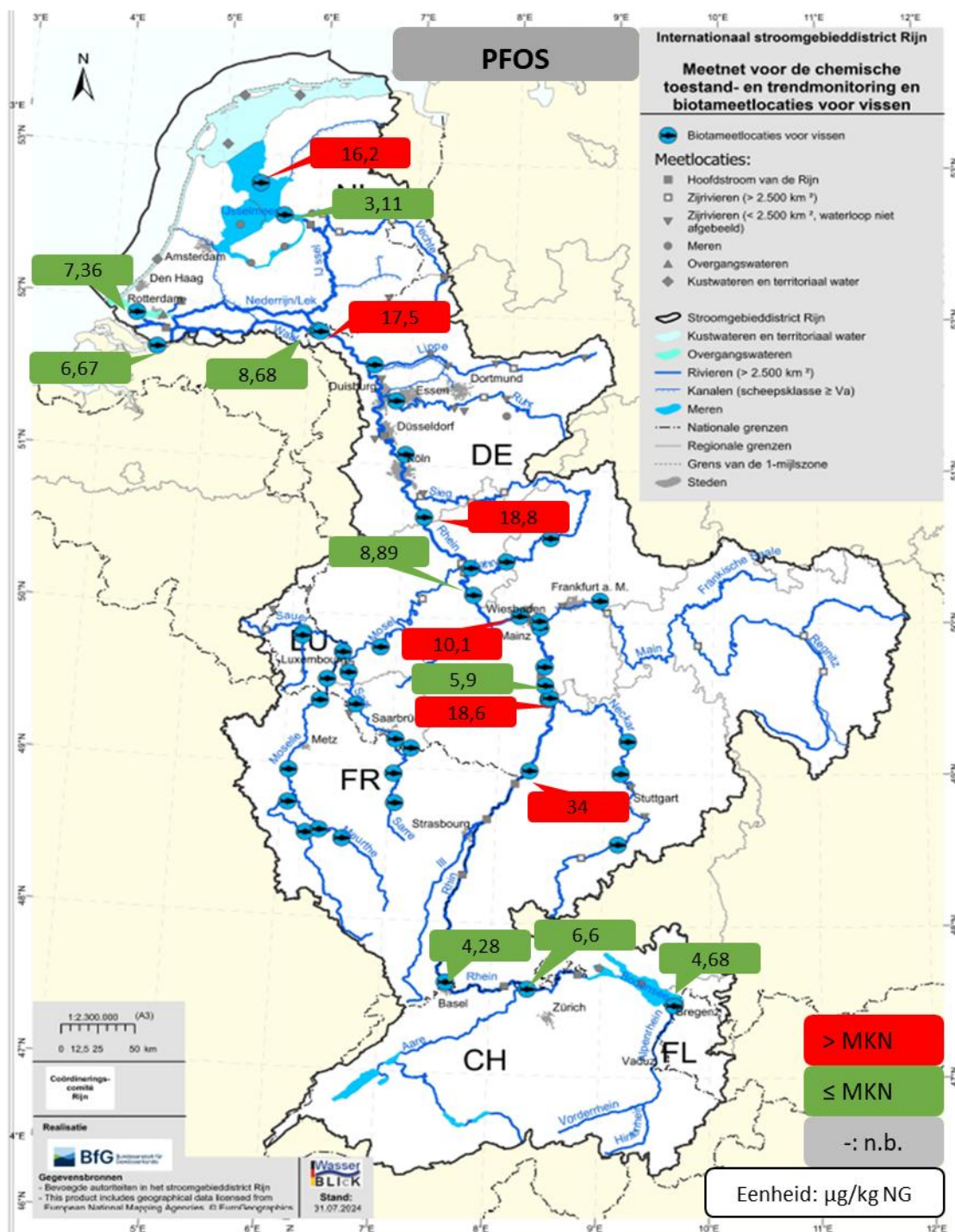
Figuur 67: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 1A: kwik in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar hele vis; alleen omnivoren; MKN: 20 µg/kg NG).



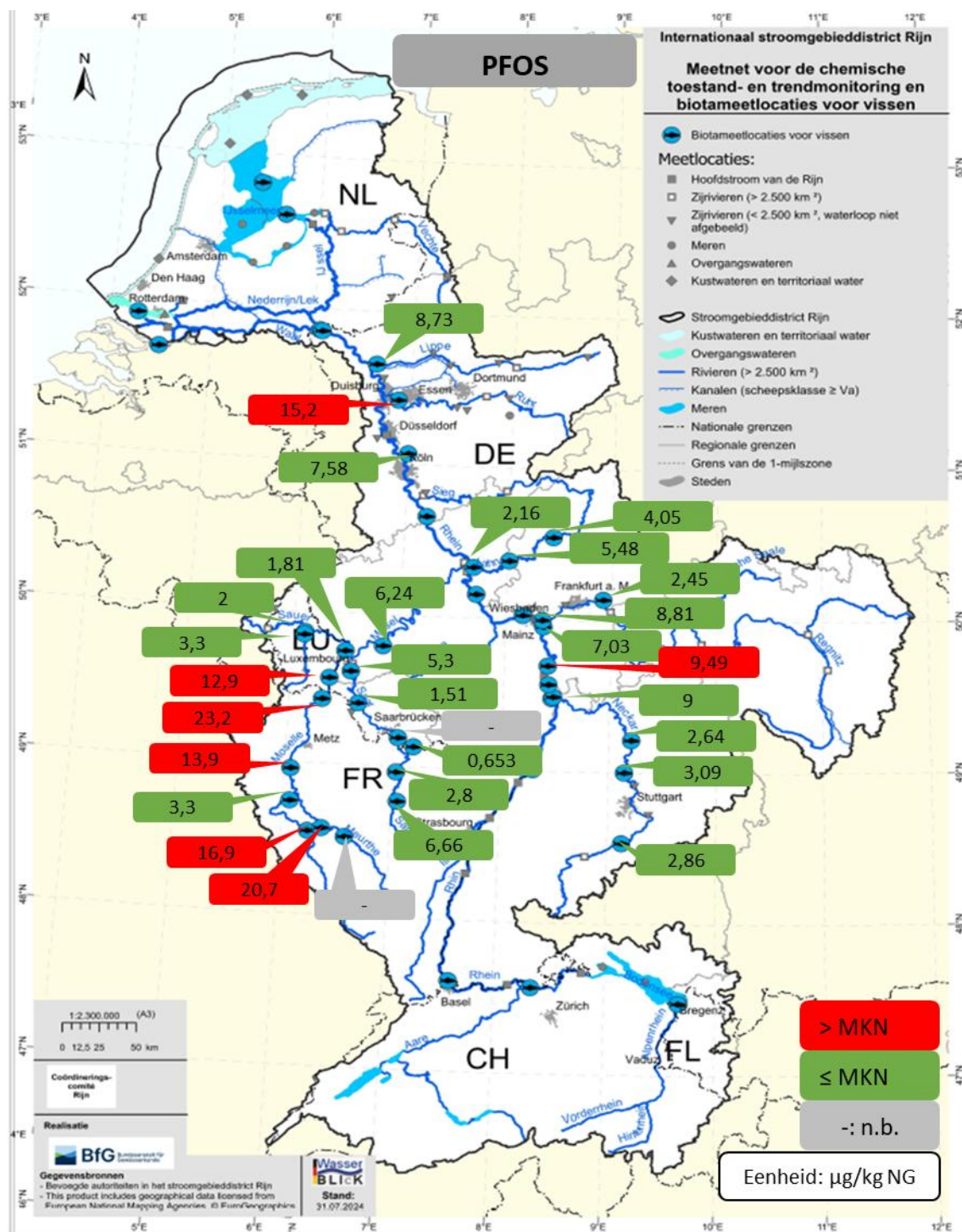




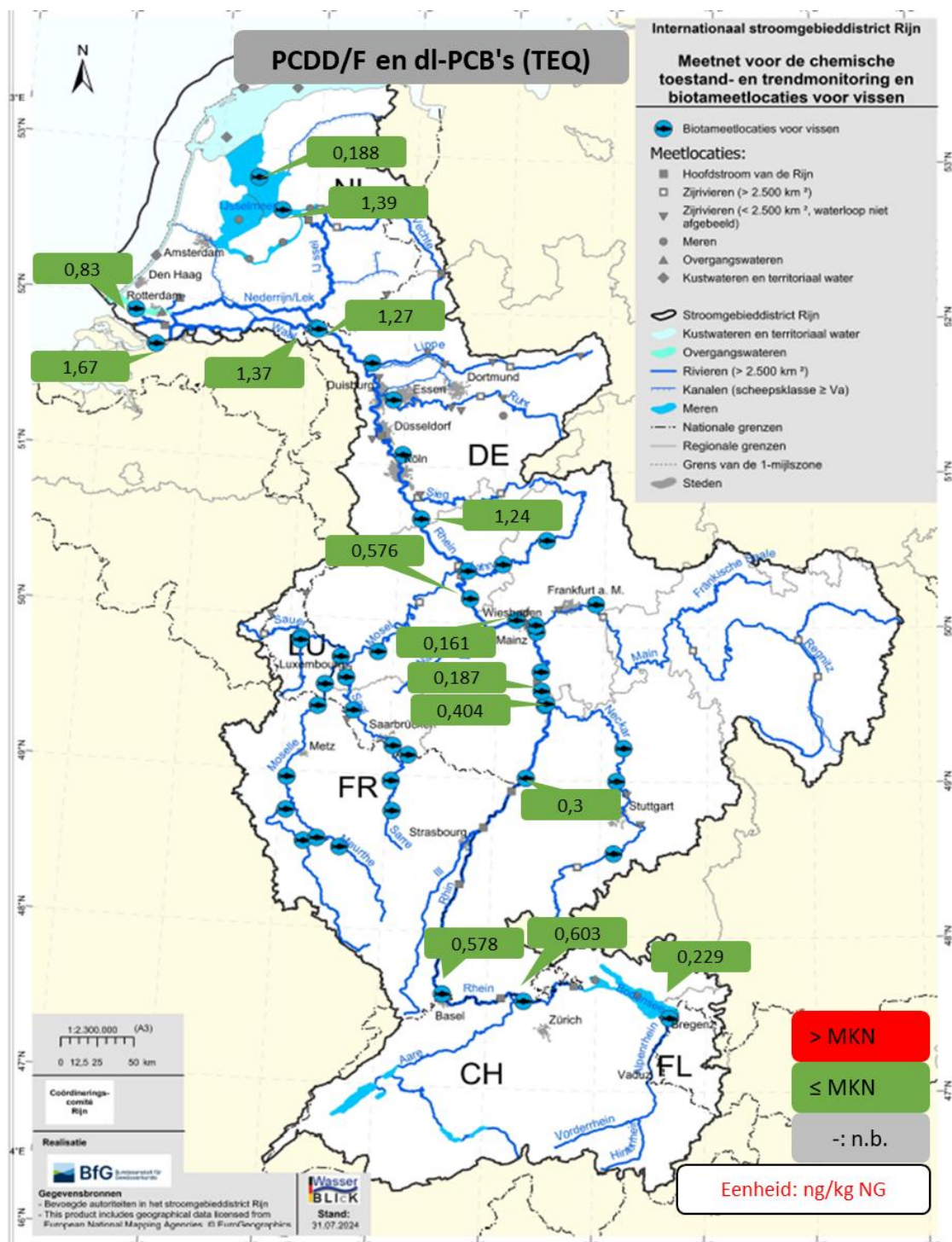
Figuur 70: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 2B: PFOS in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar filet; alleen omnivoren; MKN: 9,1 µg/kg NG).



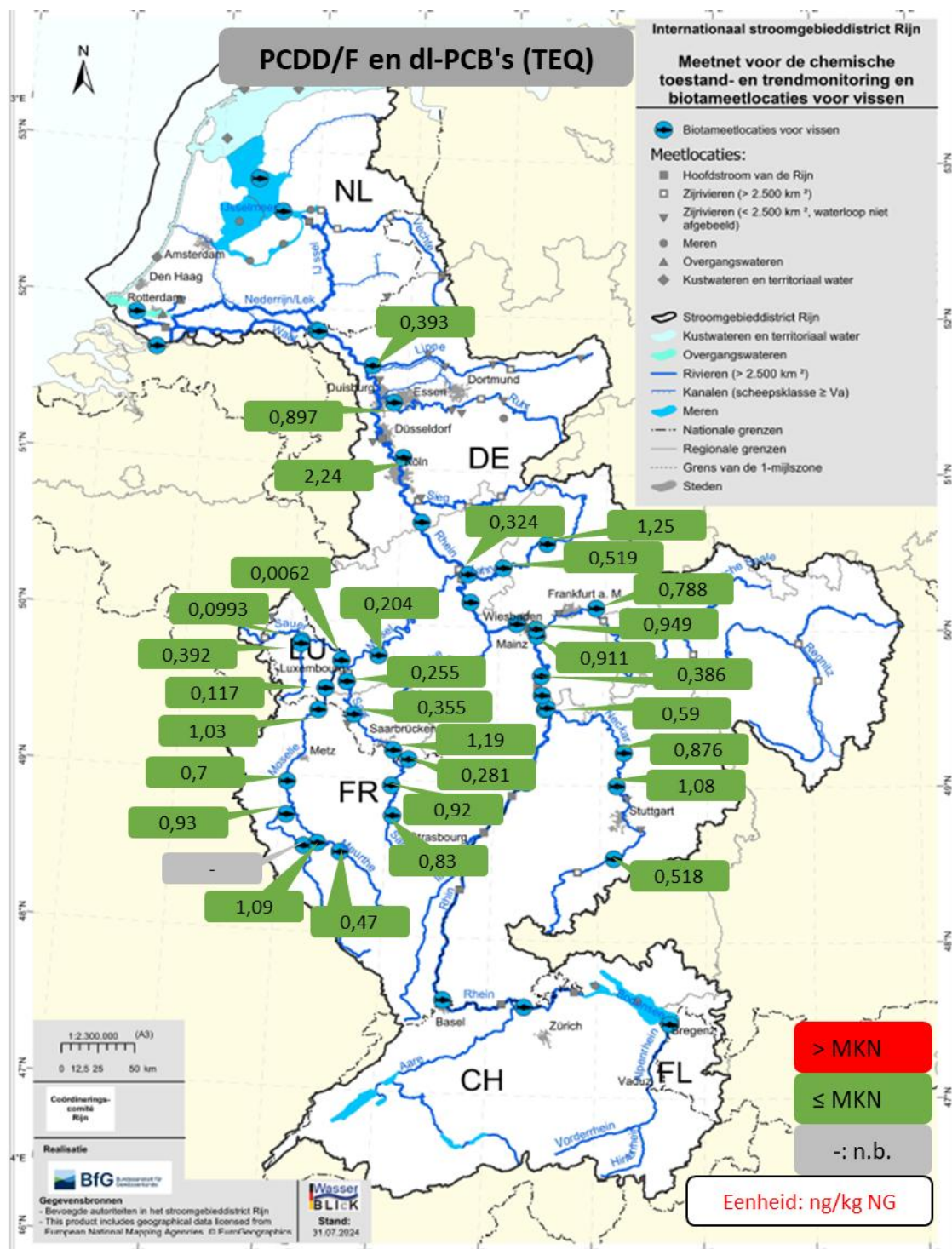
Figuur 71: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 2C: PFOS in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar filet; omnivoren en carnivoren; MKN: 9,1 ng/kg NG).



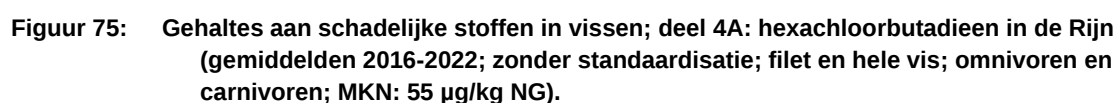
Figuur 72: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 2D: PFOS in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar filet; omnivoren en carnivoren; MKN: 9,1 ng/kg NG).

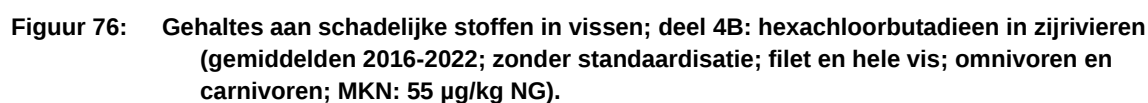


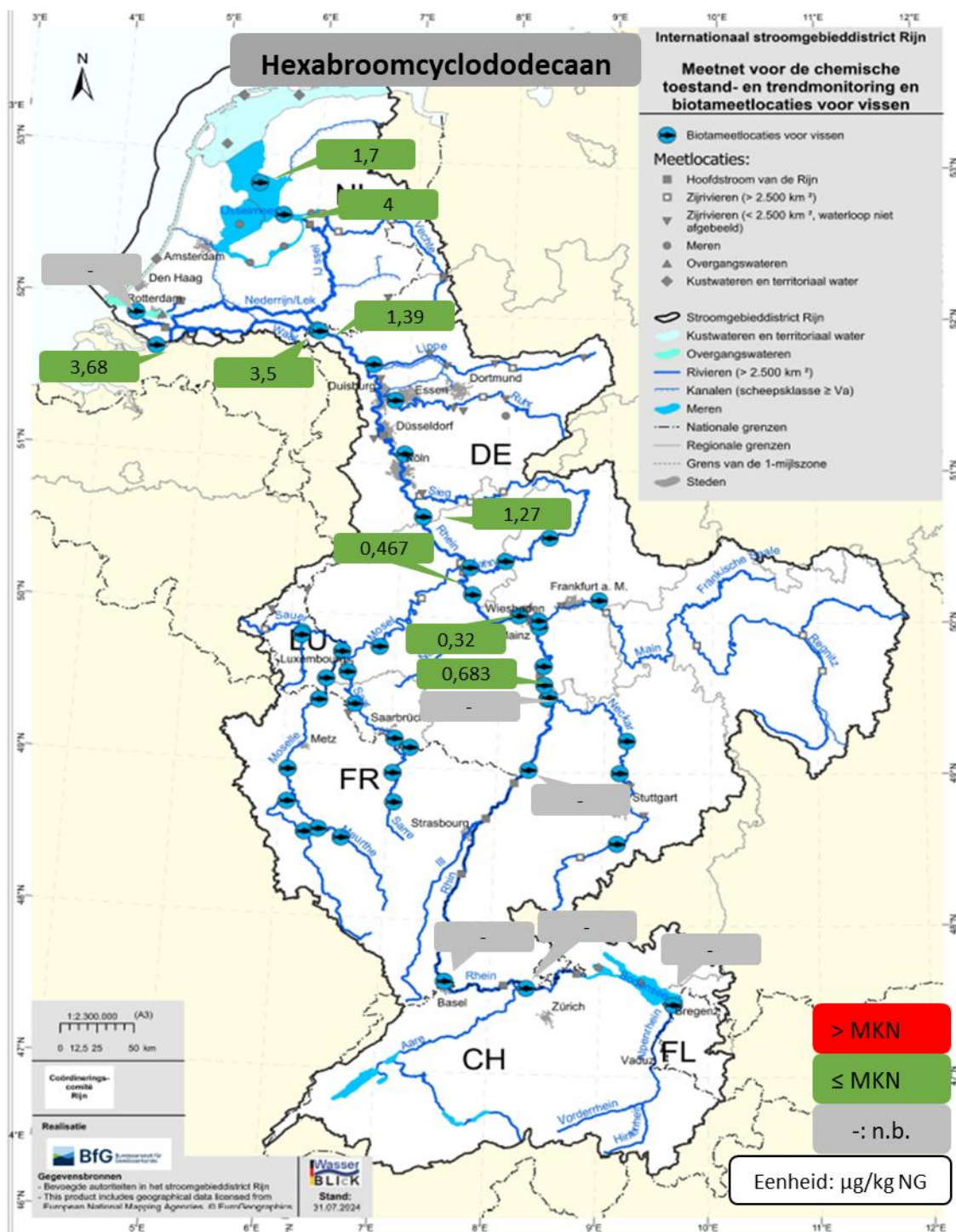
Figuur 73: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 3A: PCDD/F + dl-PCB's in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar filet; omnivoren en carnivoren; MKN: 0,0065 ng/kg NG; informatie hier in ng/kg NG).



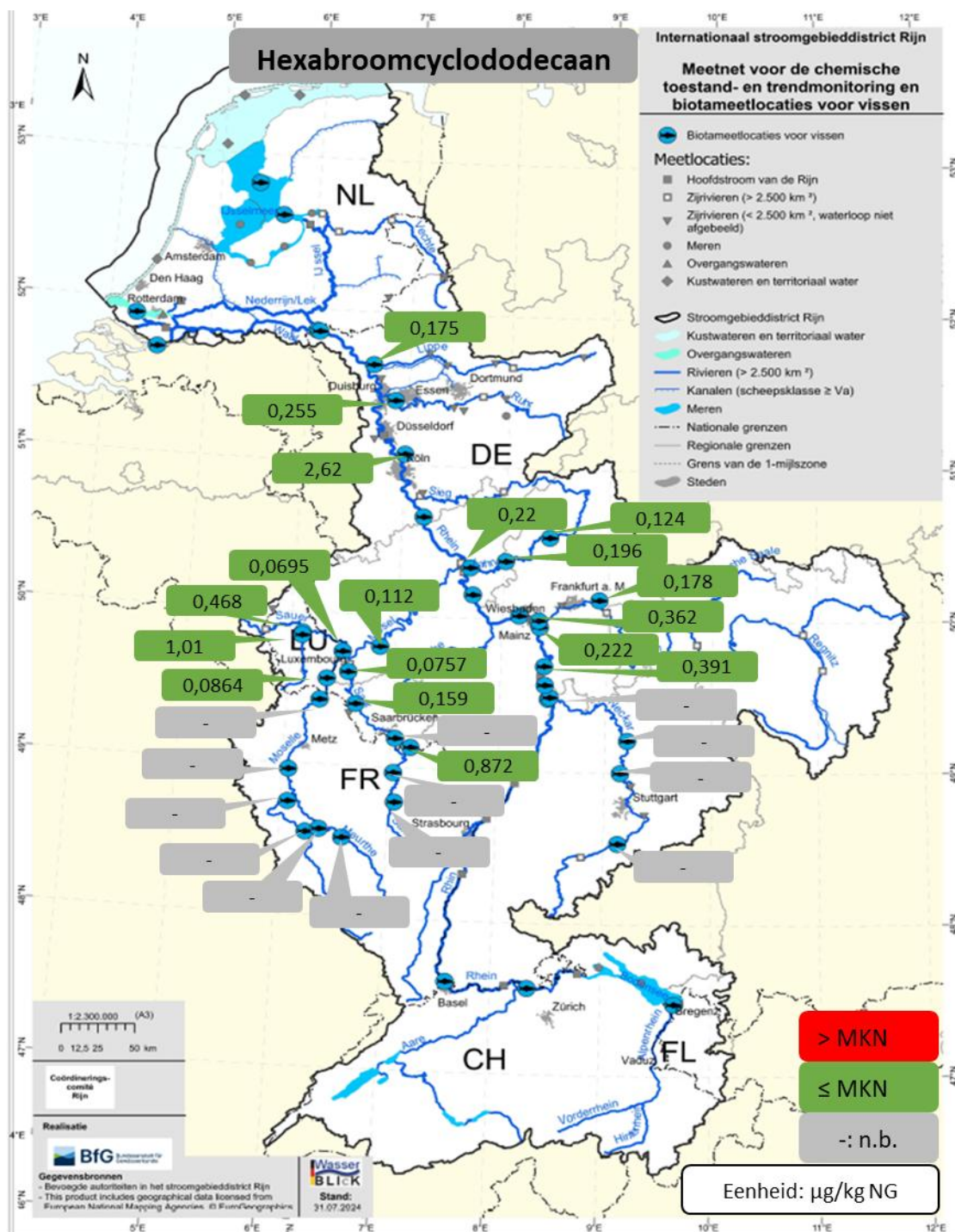
Figuur 74: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 3B: PCDD/F + dl-PCB's in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar filet; omnivoren en carnivoren; MKN: 0,0065 ng/kg; informatie in ng/kg NG).



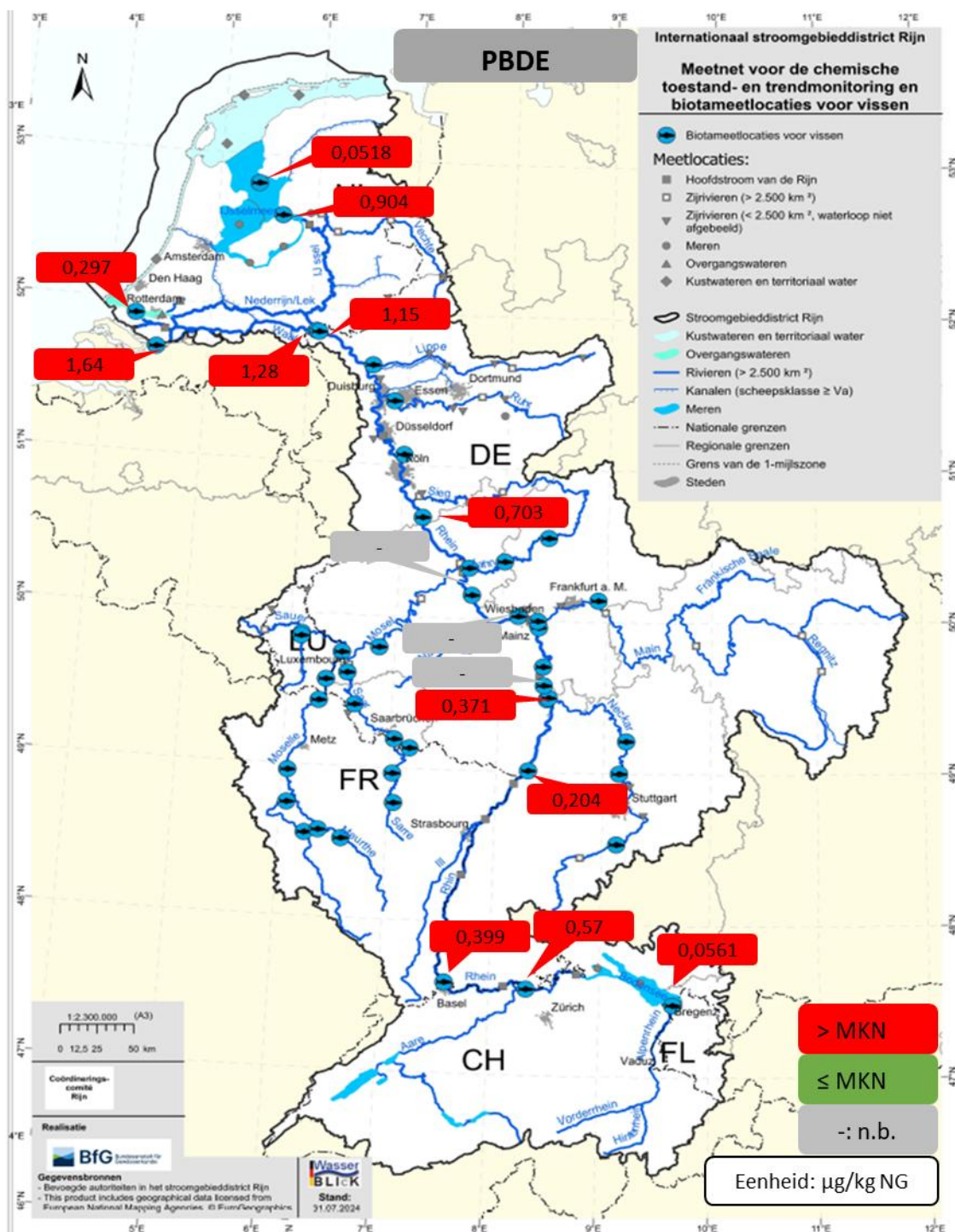




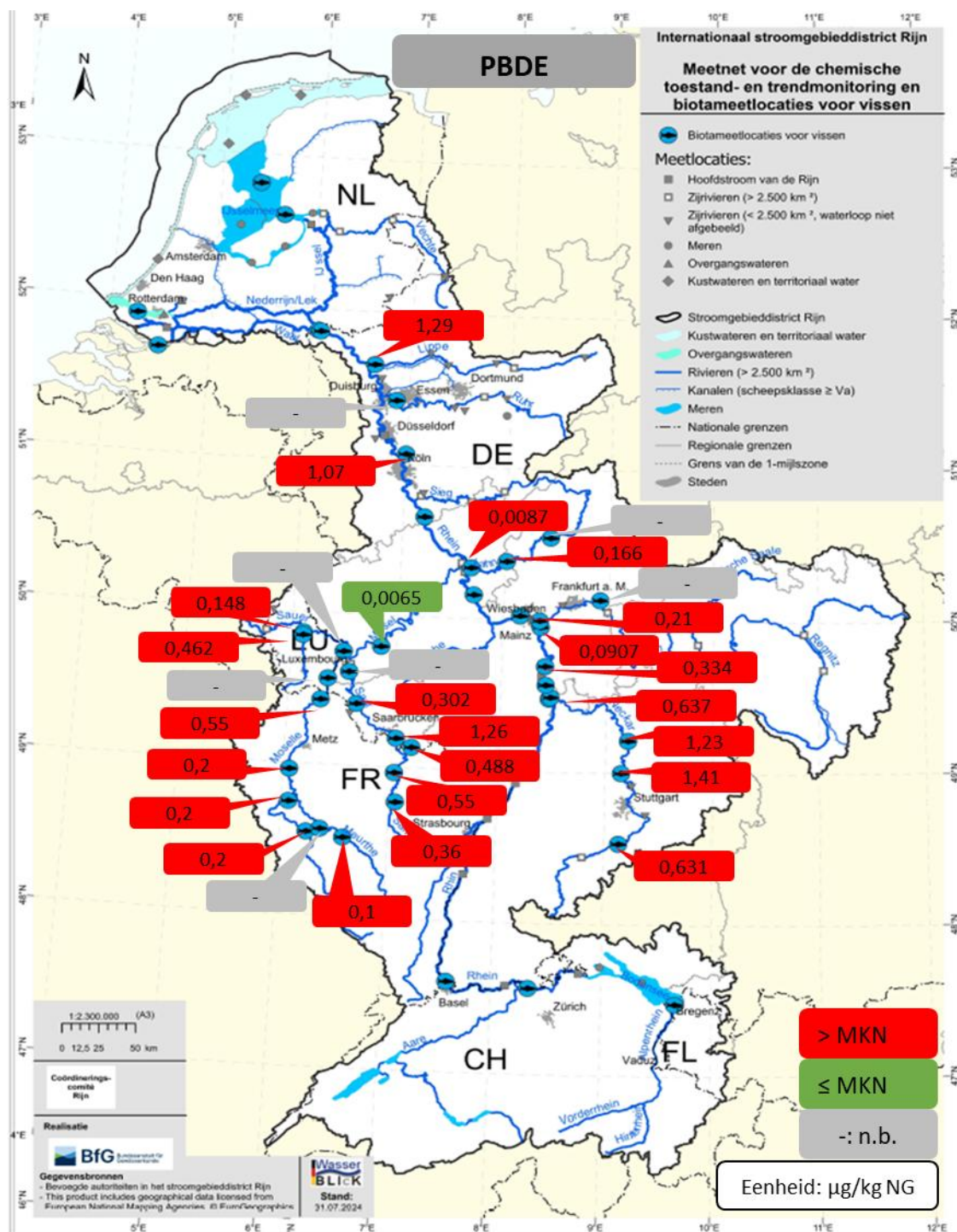
Figuur 77: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 5A: hexabroomcyclododecaan in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 167 µg/kg NG).



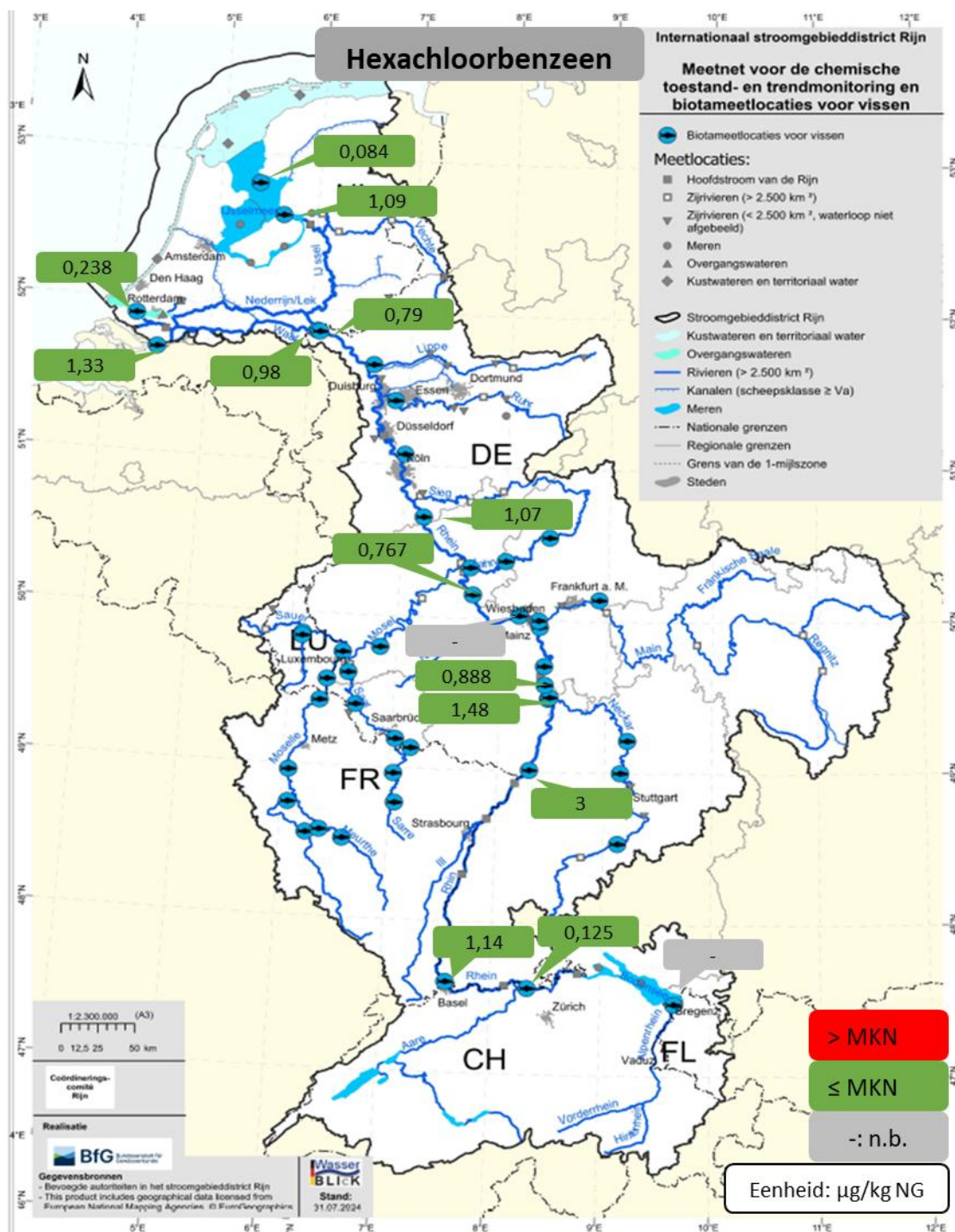
Figuur 78: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 5B: hexabroomcyclododecaan in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 167 µg/kg NG).



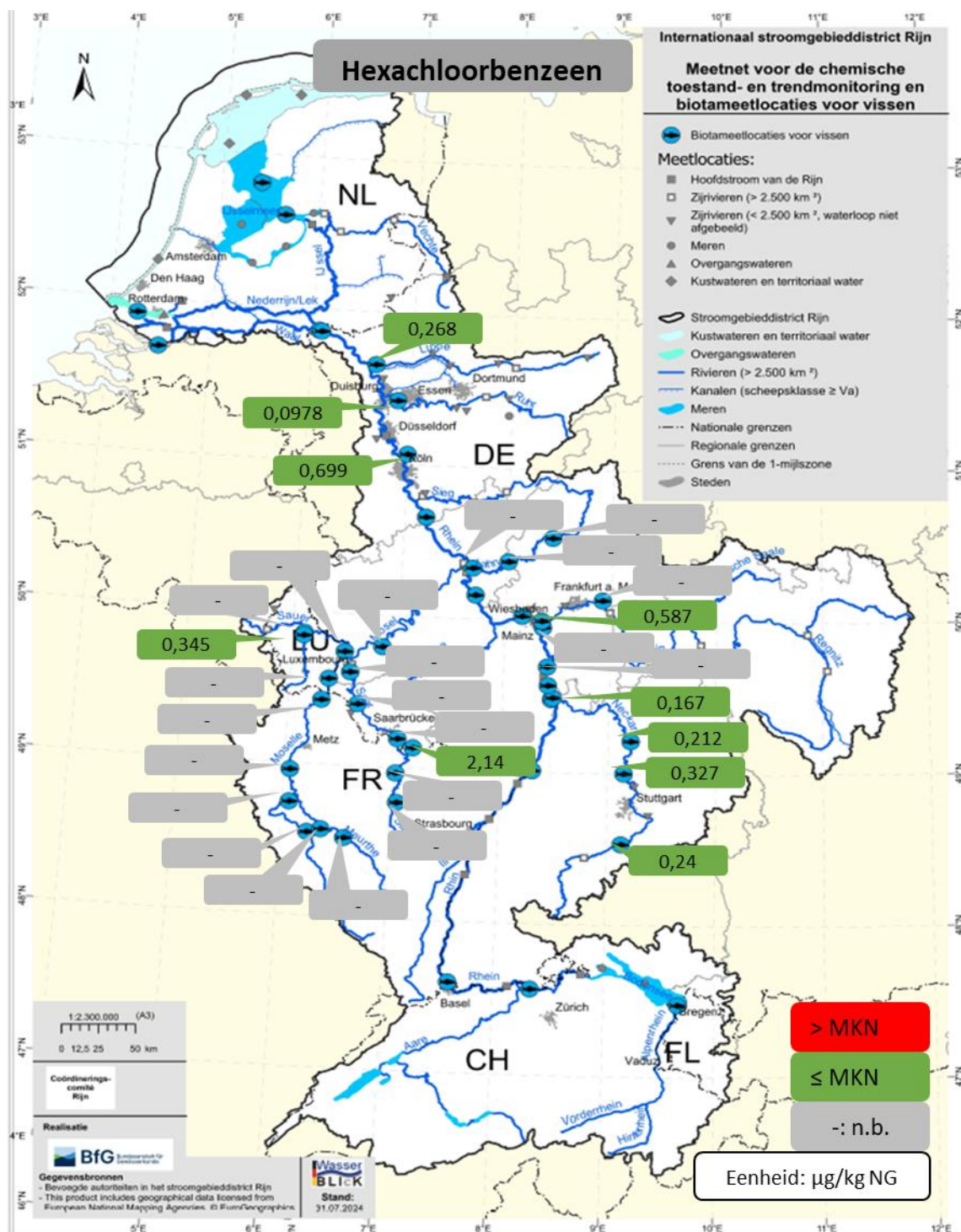
Figuur 79: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 6A: PBDE conform KRW in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar filet; alleen omnivoren; MKN: 0,0085 µg/kg NG).



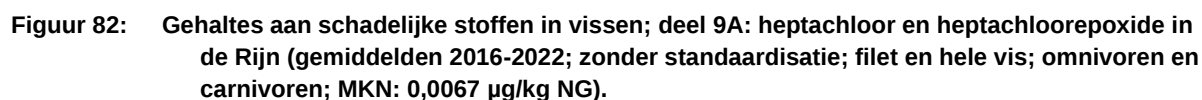
Figuur 80: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 6B: PBDE conform KRW in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar filet; alleen omnivoren; MKN: 0,0085 µg/kg NG).

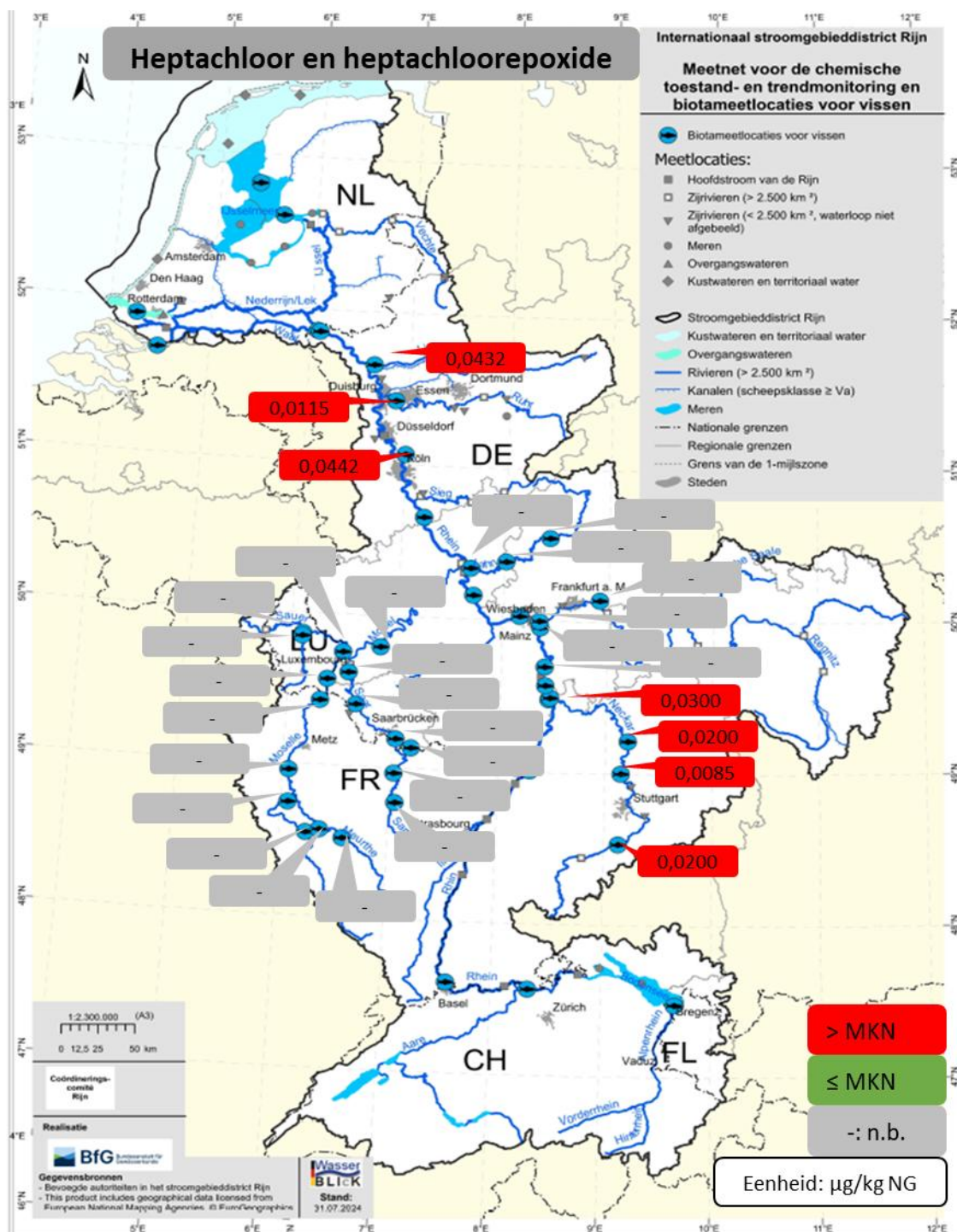


Figuur 81: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 7A: hexachloorbenzeen in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar filet; omnivoren en carnivoren; MKN: 10 µg/kg NG).

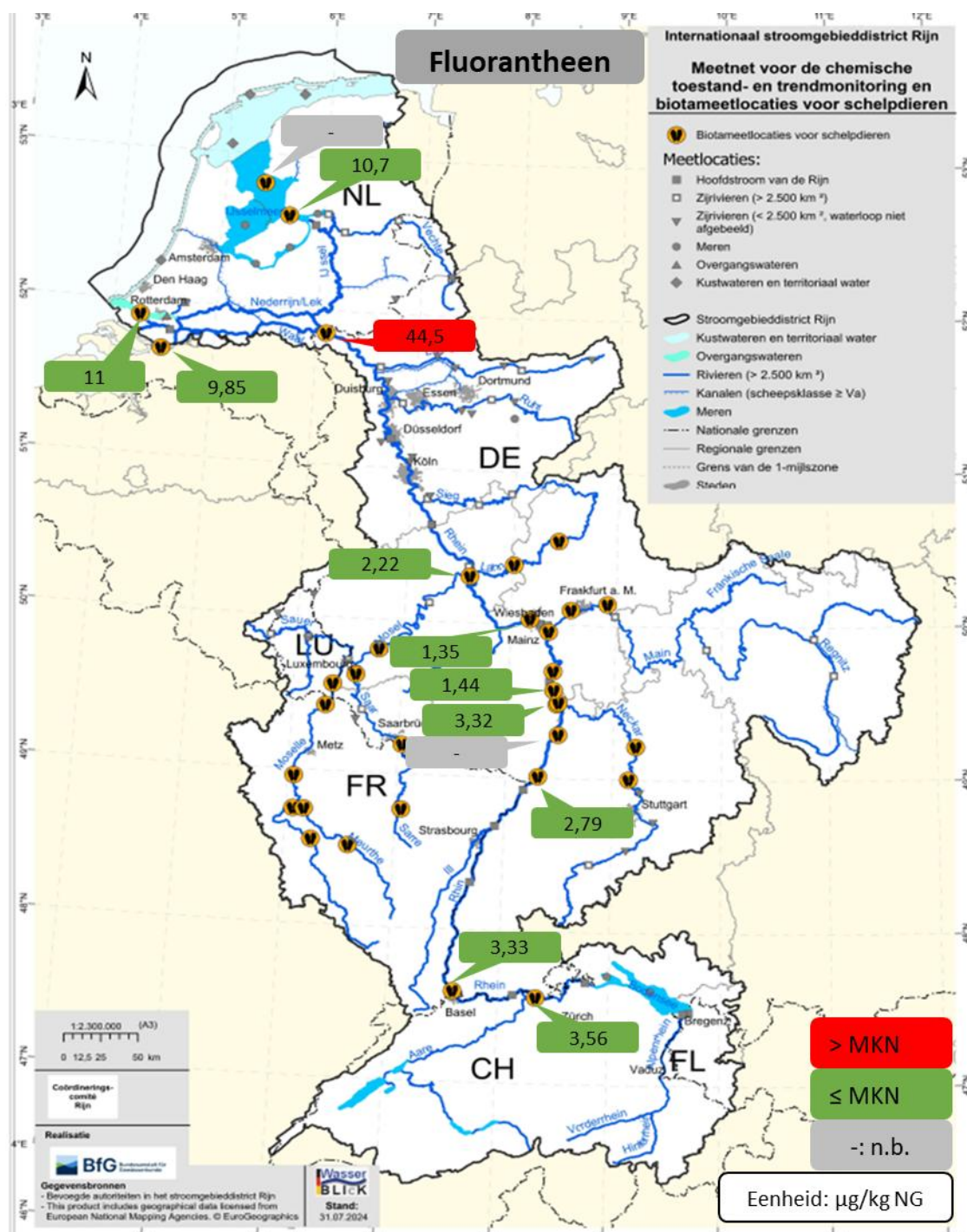


Figuur 83: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 7B: hexachloorbenzeen in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; omrekening naar filet; omnivoren en carnivoren; MKN: 10 µg/kg NG).

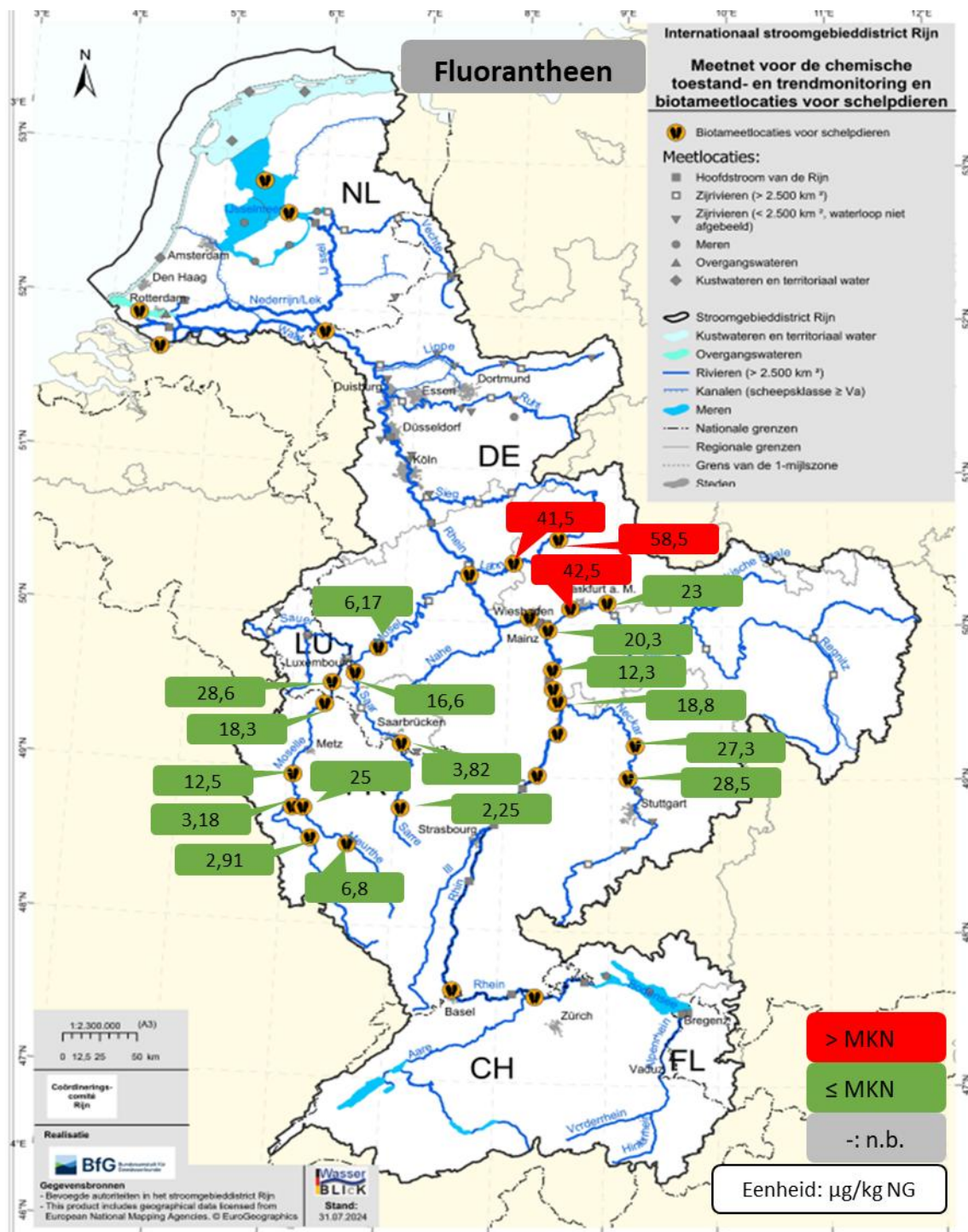




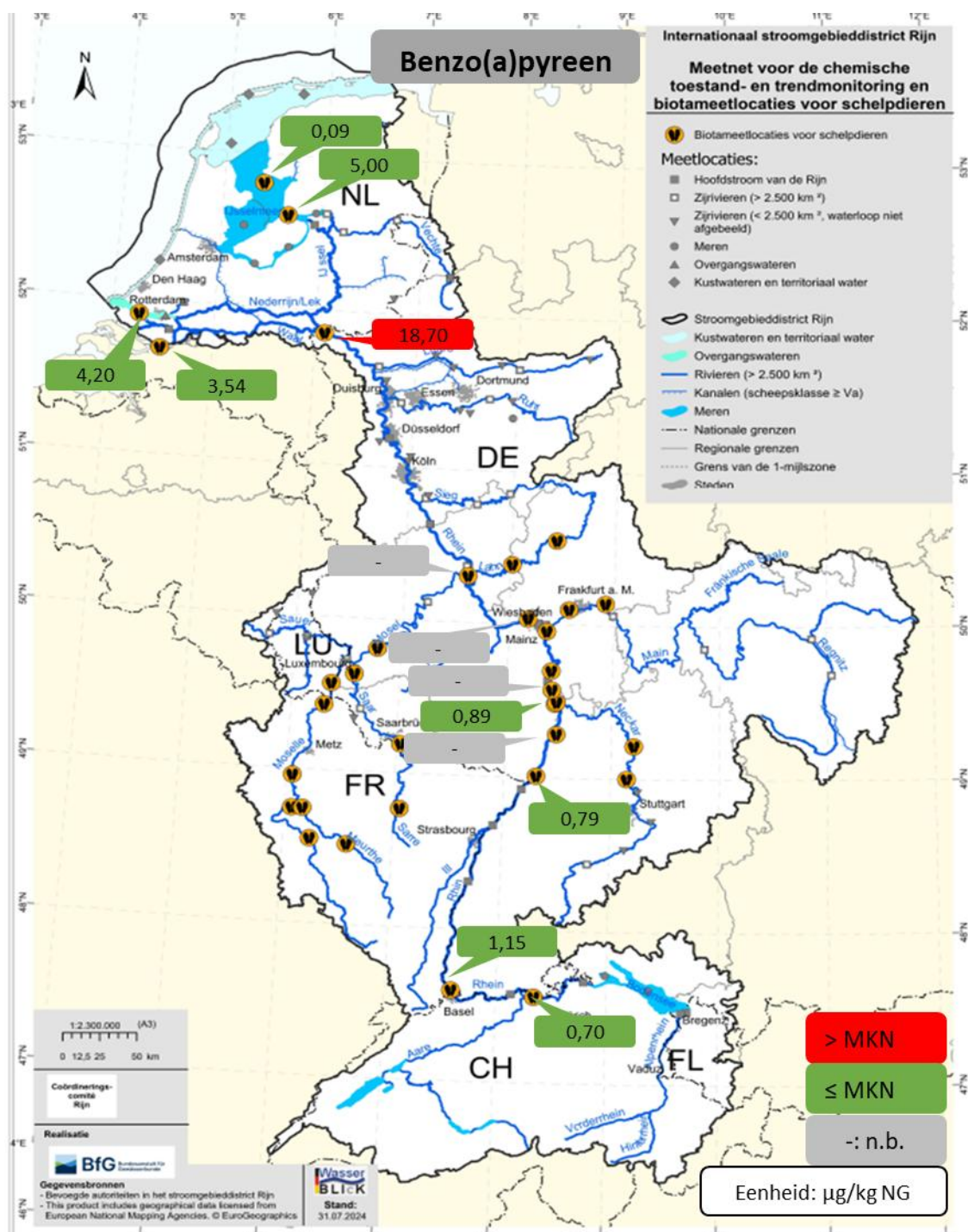
Figuur 83: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 9B: heptachloor en heptachloorepoxide in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; zonder standaardisatie; filet en hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 0,0067 µg/kg NG).



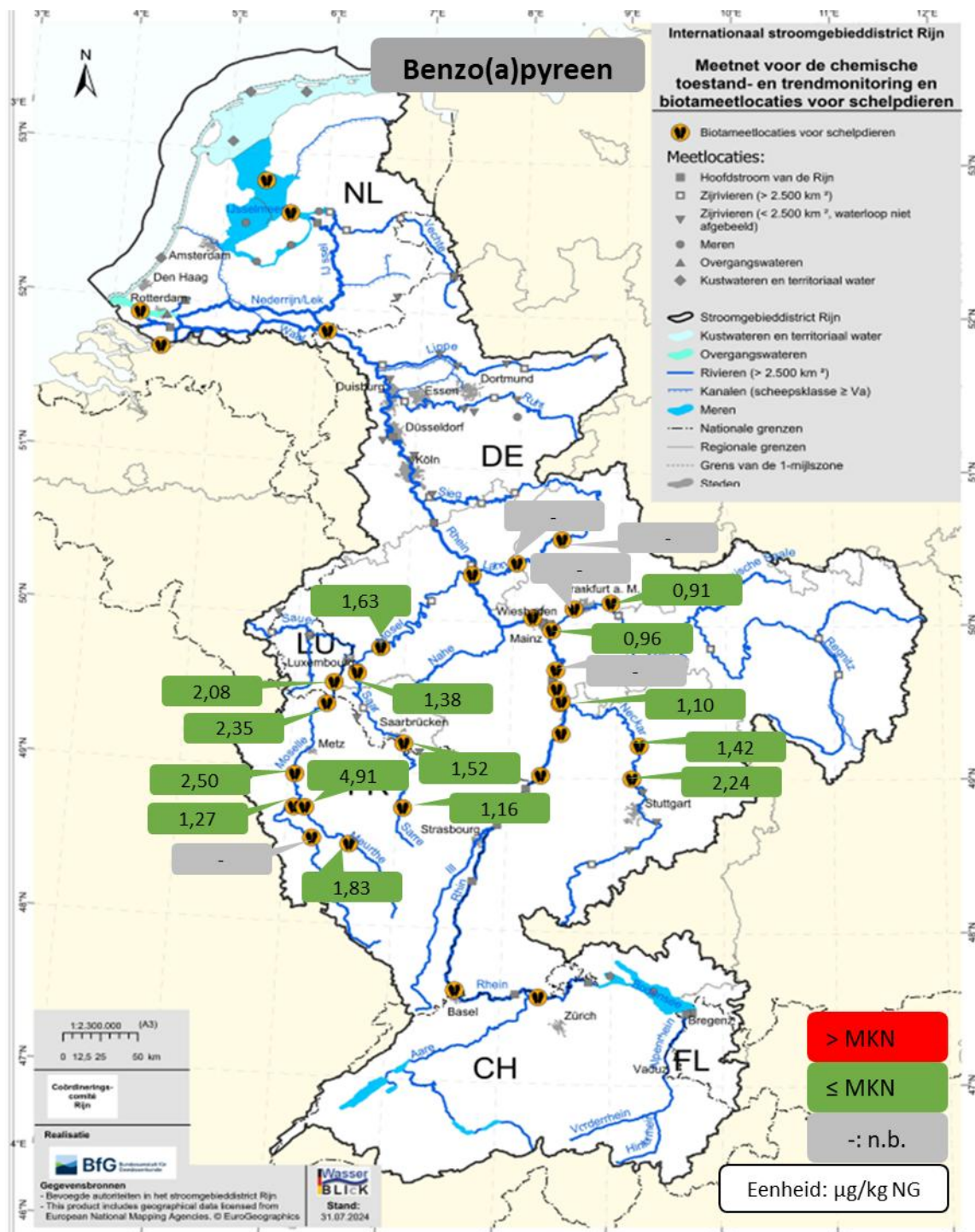
Figuur 84: Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 1A: fluorantheen in de Rijn (gemiddelden 2016-2023; zonder standaardisatie; MKN: 30 µg/kg NG).



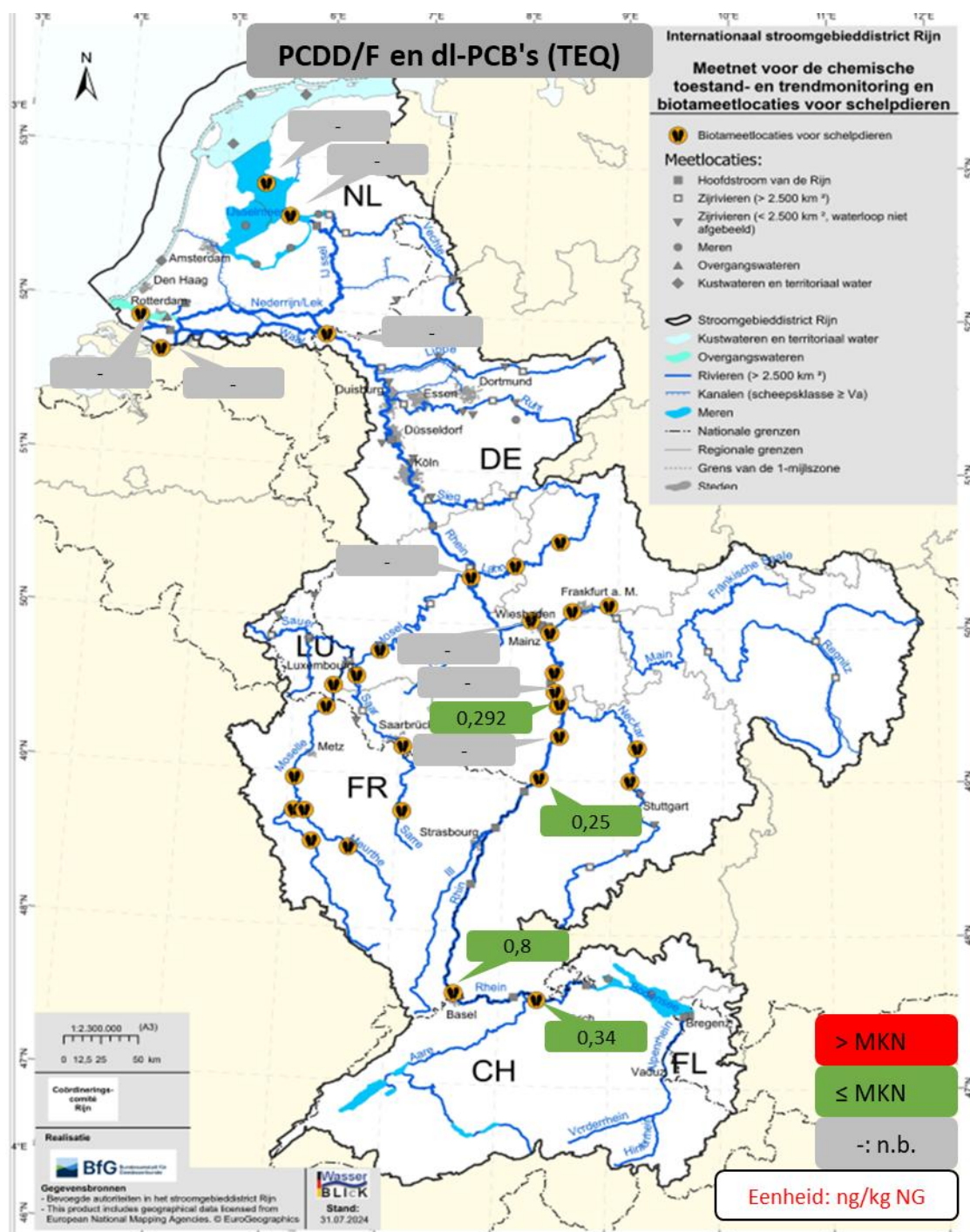
Figuur 85: Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 1B: fluorantheen in zijrivieren (gemiddelden 2016-2023; zonder standaardisatie; MKN: 30 µg/kg NG).



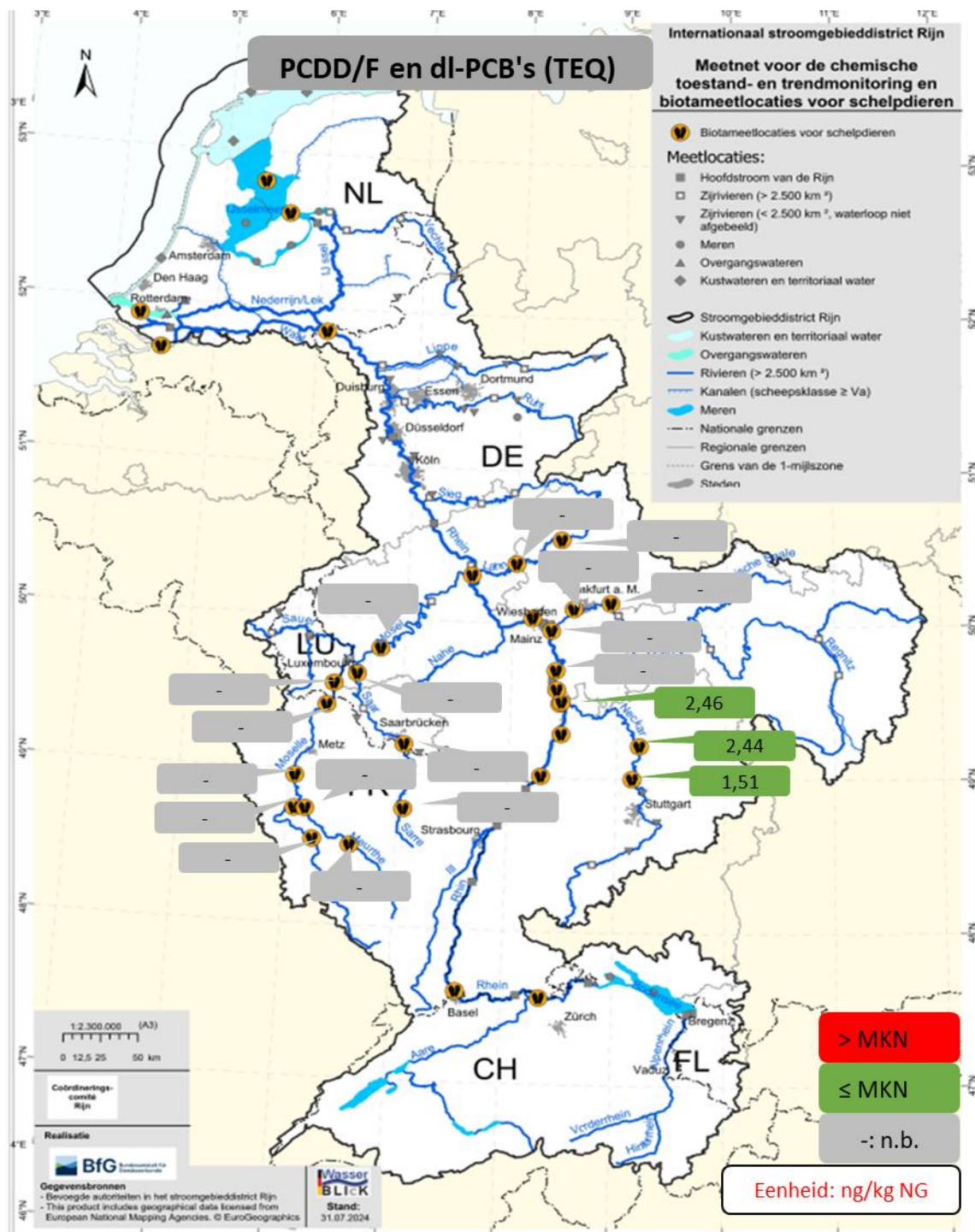
Figuur 86: Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 2A: benzo(a)pyreen in de Rijn (gemiddelden 2016-2023; zonder standaardisatie; MKN: 5 µg/kg NG).



Figuur 87: Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 2B: benzo(a)pyreen in zijrivieren (gemiddelden 2016-2023; zonder standaardisatie; MKN: 5 µg/kg NG).

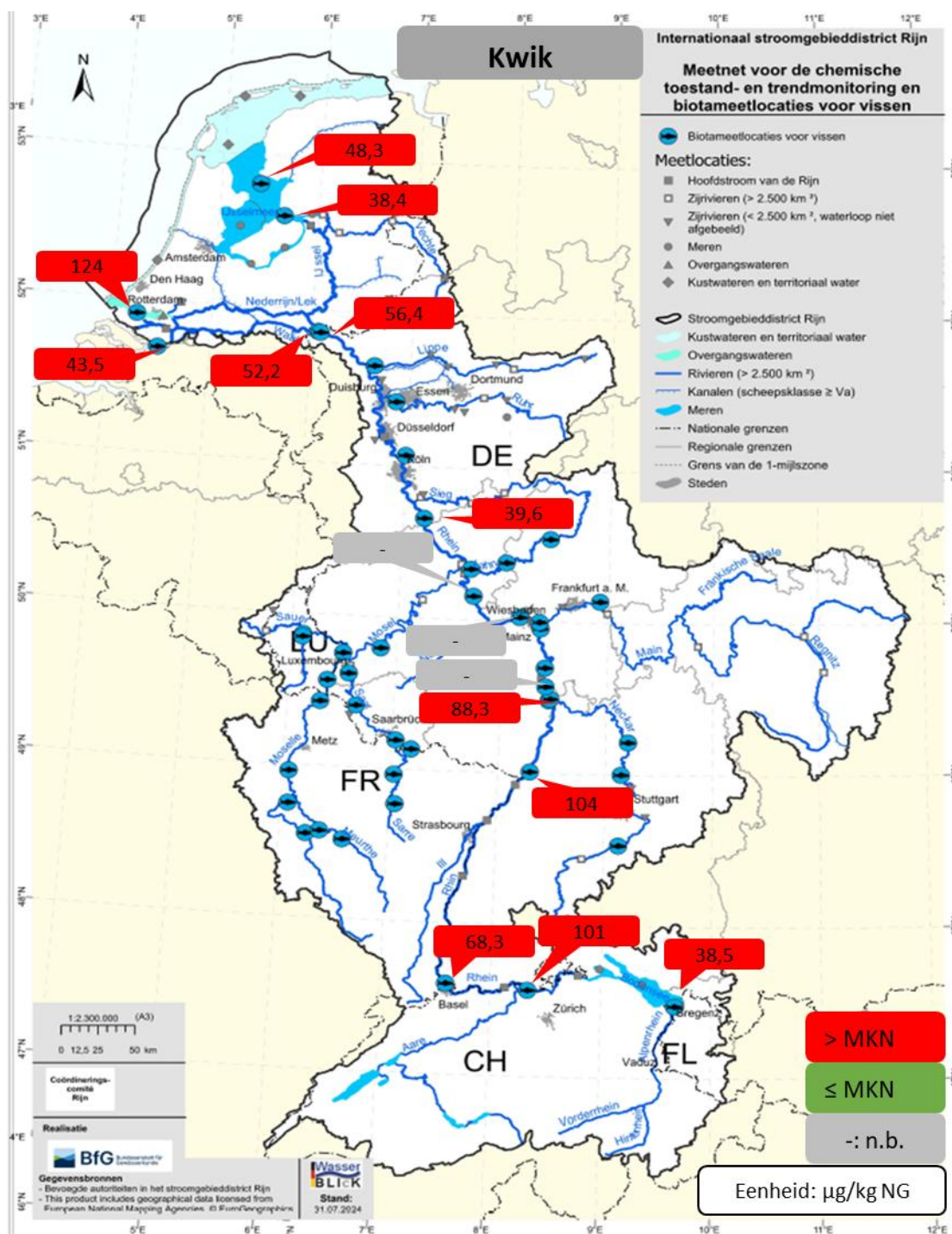


Figuur 88: Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 3A: PCDD/F en dl-PCB's in de Rijn (gemiddelden 2016-2023; zonder standaardisatie; MKN: 0,0065 µg/kg NG; informatie hier in ng/kg NG). Opmerking: Alleen Baden-Württemberg heeft waarden voor PCDD/F en dl-PCB's gerapporteerd.

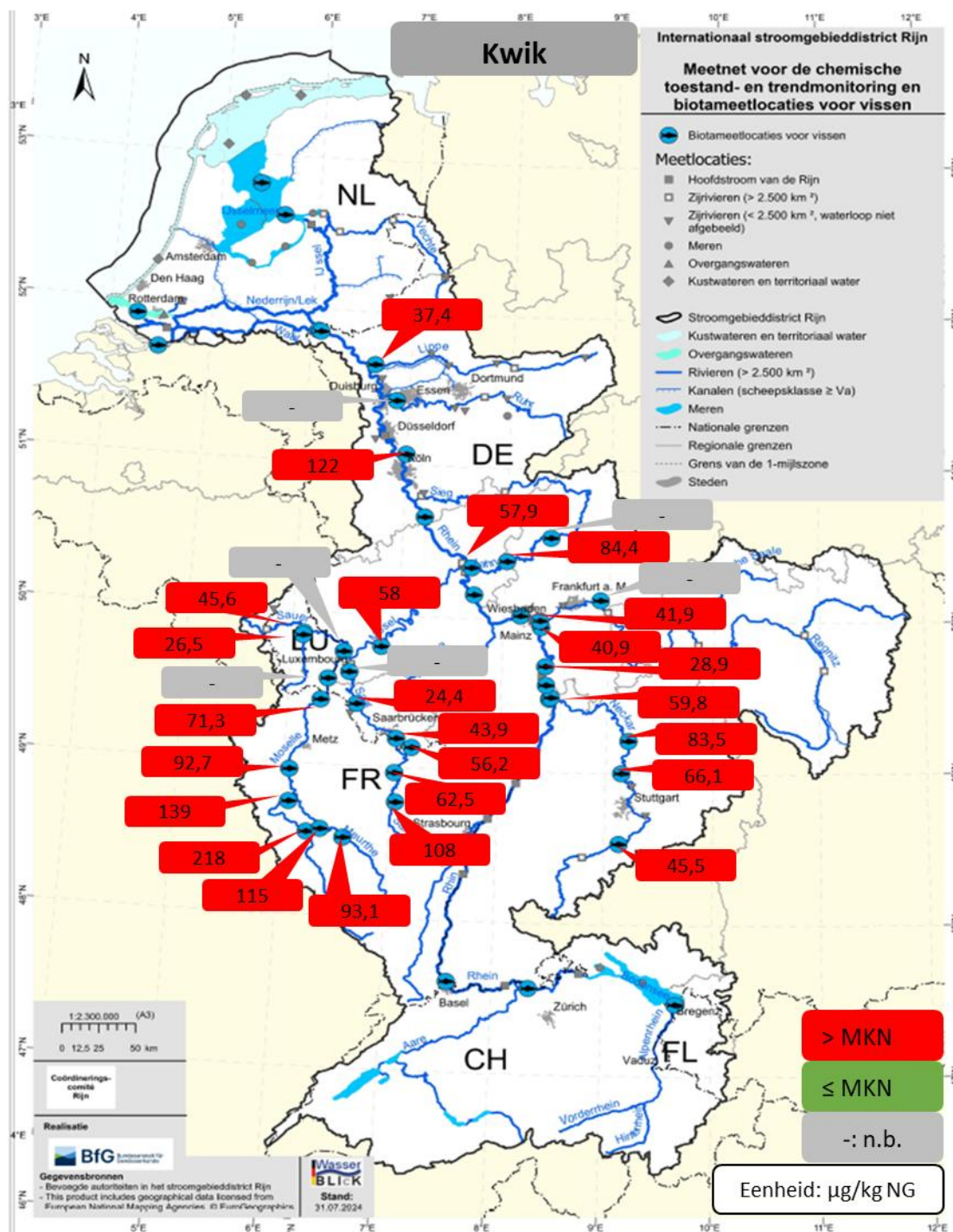


Figuur 89: Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 3B: PCDD/F en dl-PCB's in zijrivieren (gemiddelden 2016-2023; zonder standaardisatie; MKN: 0,0065 µg/kg NG; informatie hier in ng/kg NG). Opmerking: Alleen Baden-Württemberg heeft waarden voor PCDD/F- en dl-PCB's gerapporteerd.

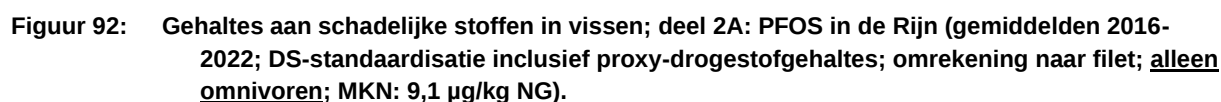
A.3 Aanvullende figuren: Belastingskaarten met standaardisaties

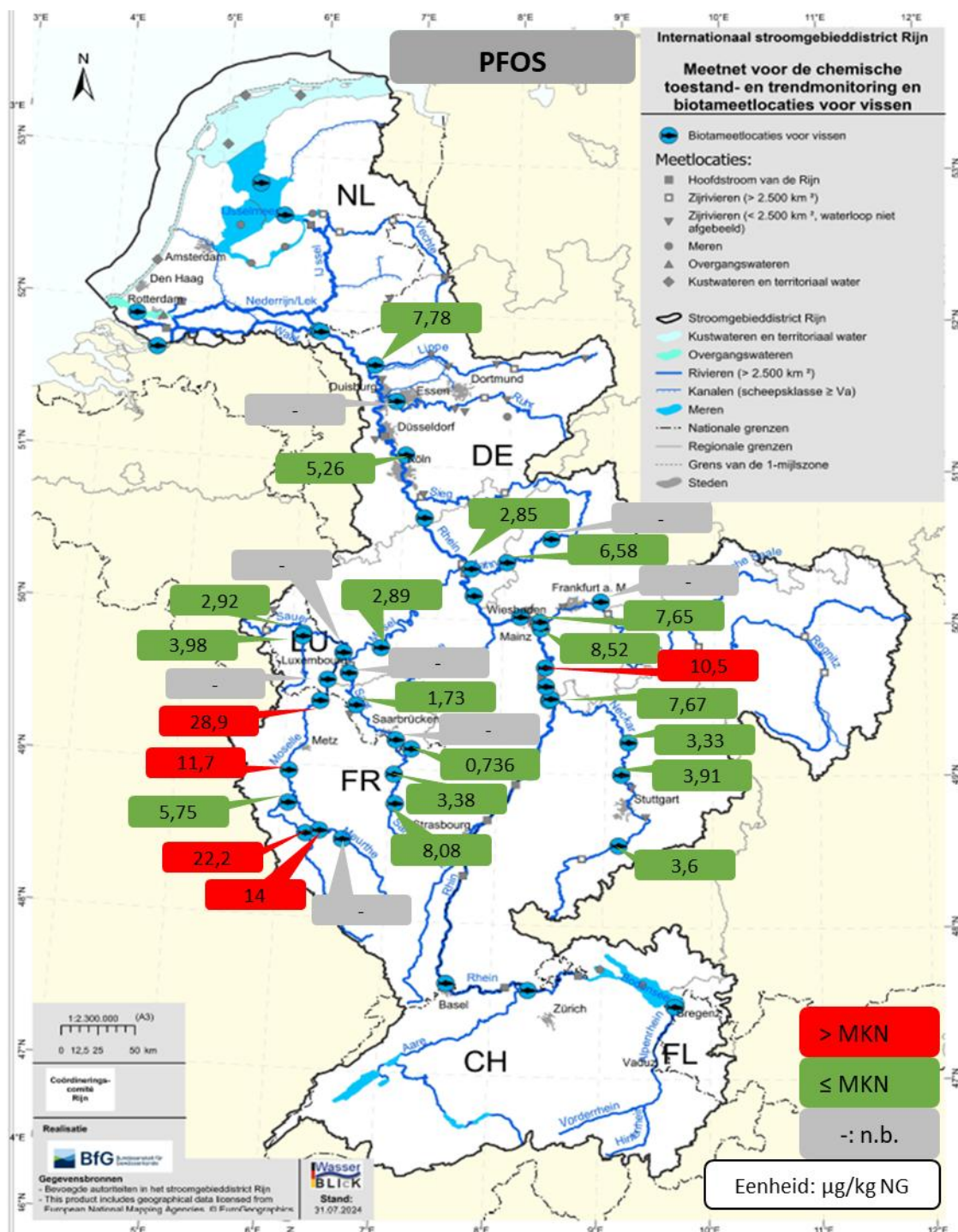


Figuur 90: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 1A: kwik in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; DS-standaardisatie inclusief proxy-drogestofgehaltes; omrekening naar hele vis; alleen omnivoren; MKN: 20 µg/kg NG).

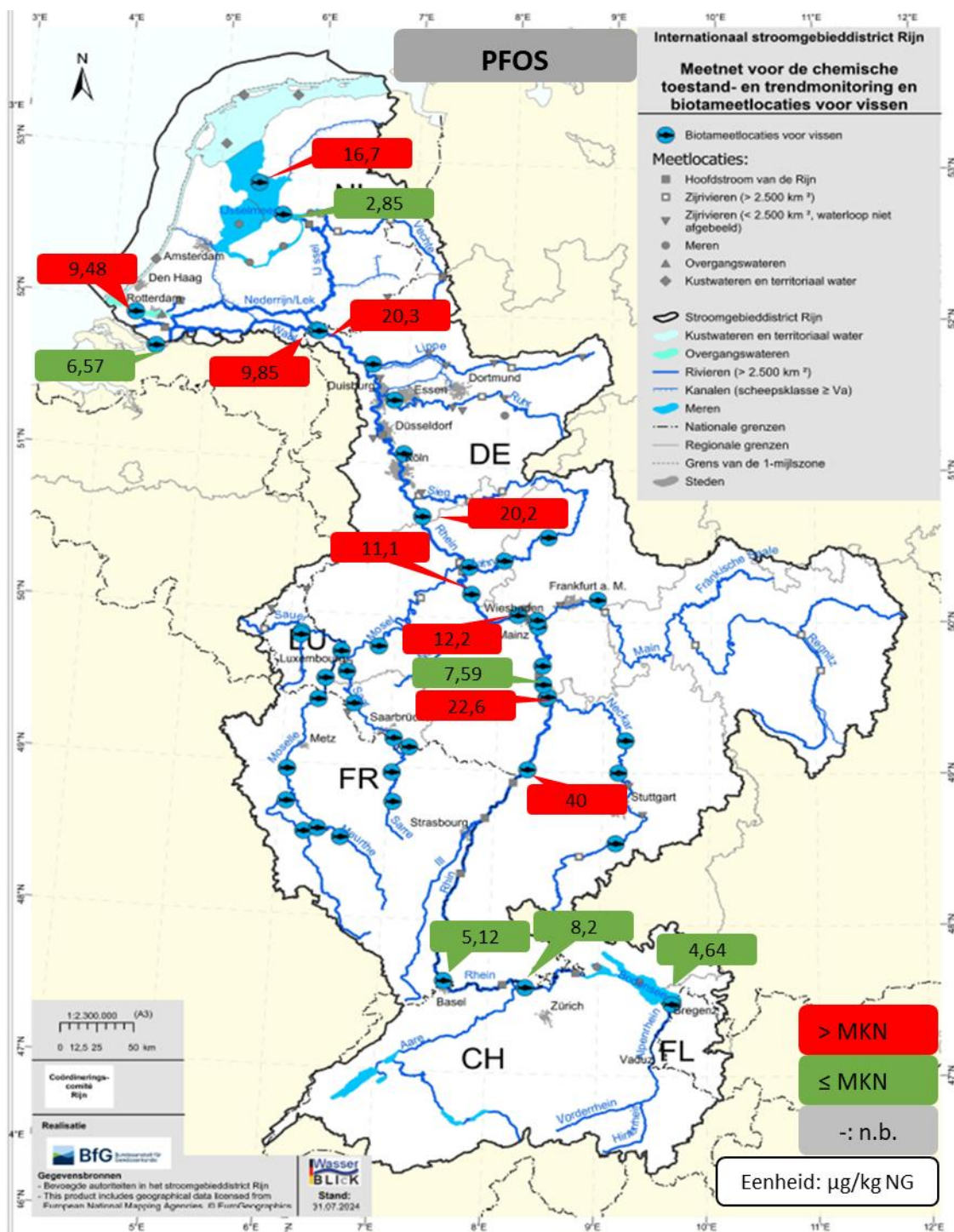


Figuur 91: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 1B: kwik in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; DS-standaardisatie inclusief proxy-drogestofgehaltes; omrekening naar hele vis; alleen omnivoren; MKN: 20 µg/kg NG).

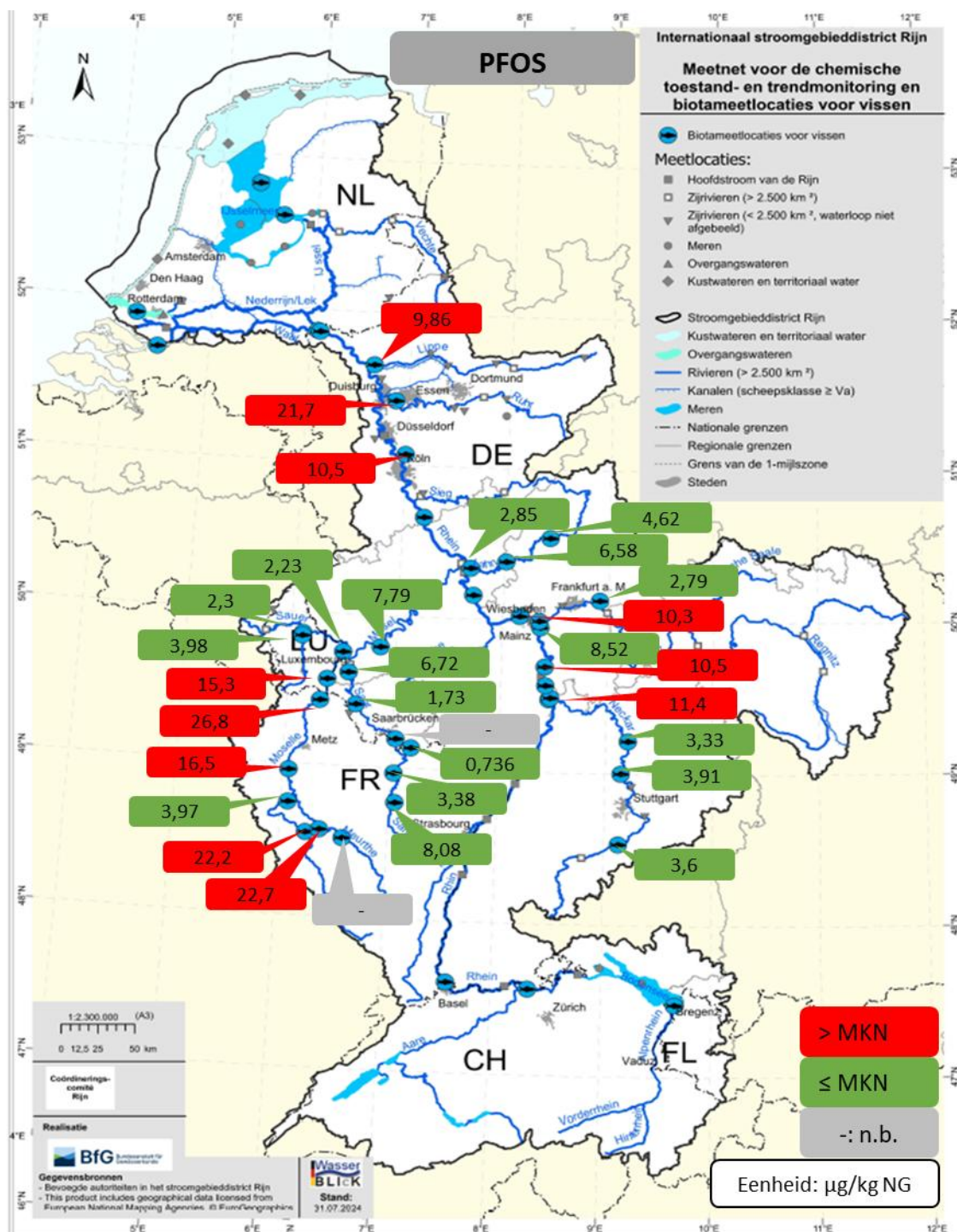




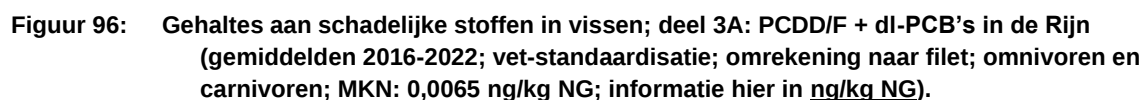
Figuur 93: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 2B: PFOS in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; DS-standaardisatie inclusief proxy-drogestofgehaltes; omrekening naar filet; alleen omnivoren; MKN: 9,1 µg/kg NG).

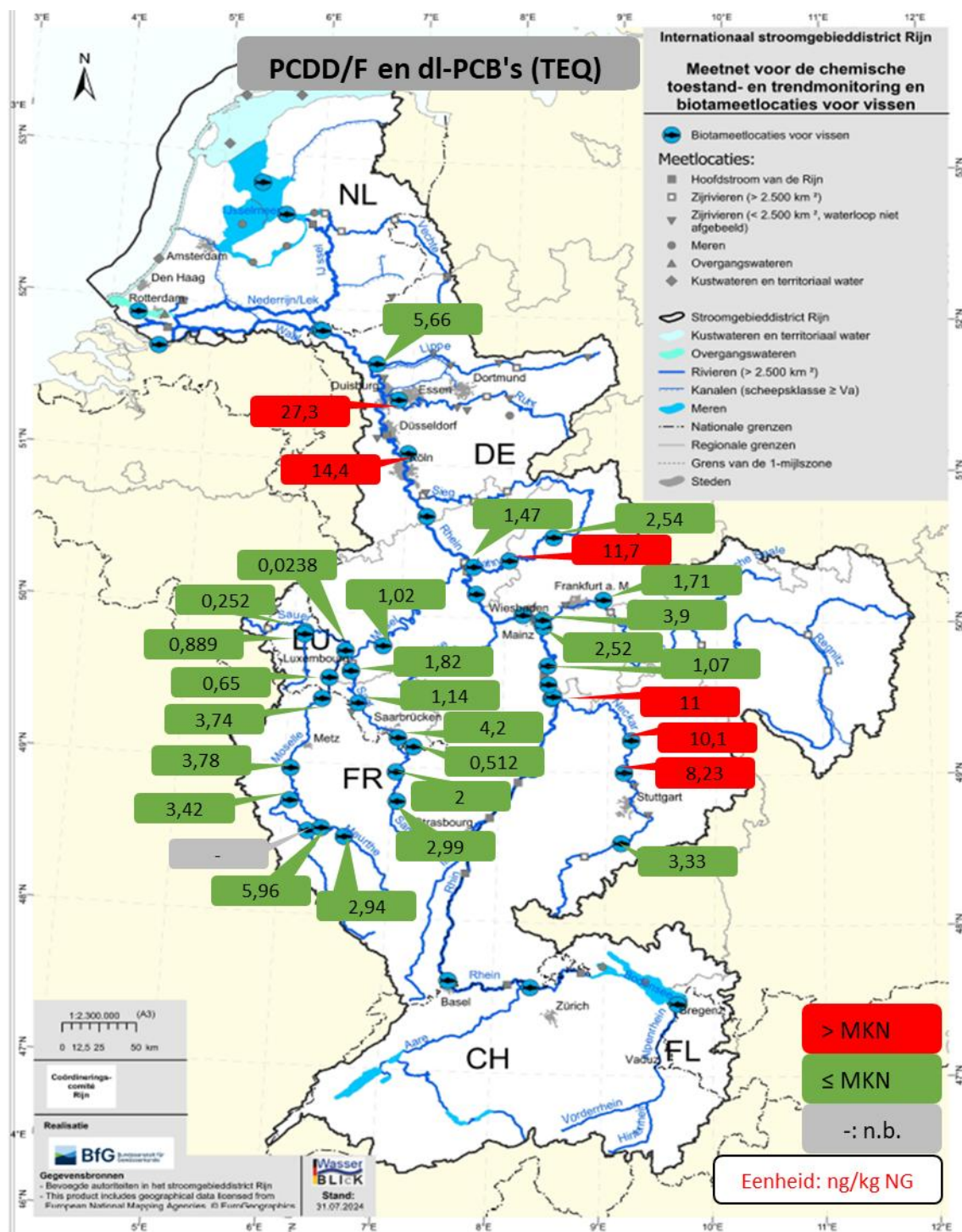


Figuur 94: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 2C: PFOS in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; DS-standaardisatie inclusief proxy-drogestofgehaltes; omrekening naar filet; alleen carnivoren; MKN: 9,1 µg/kg NG).

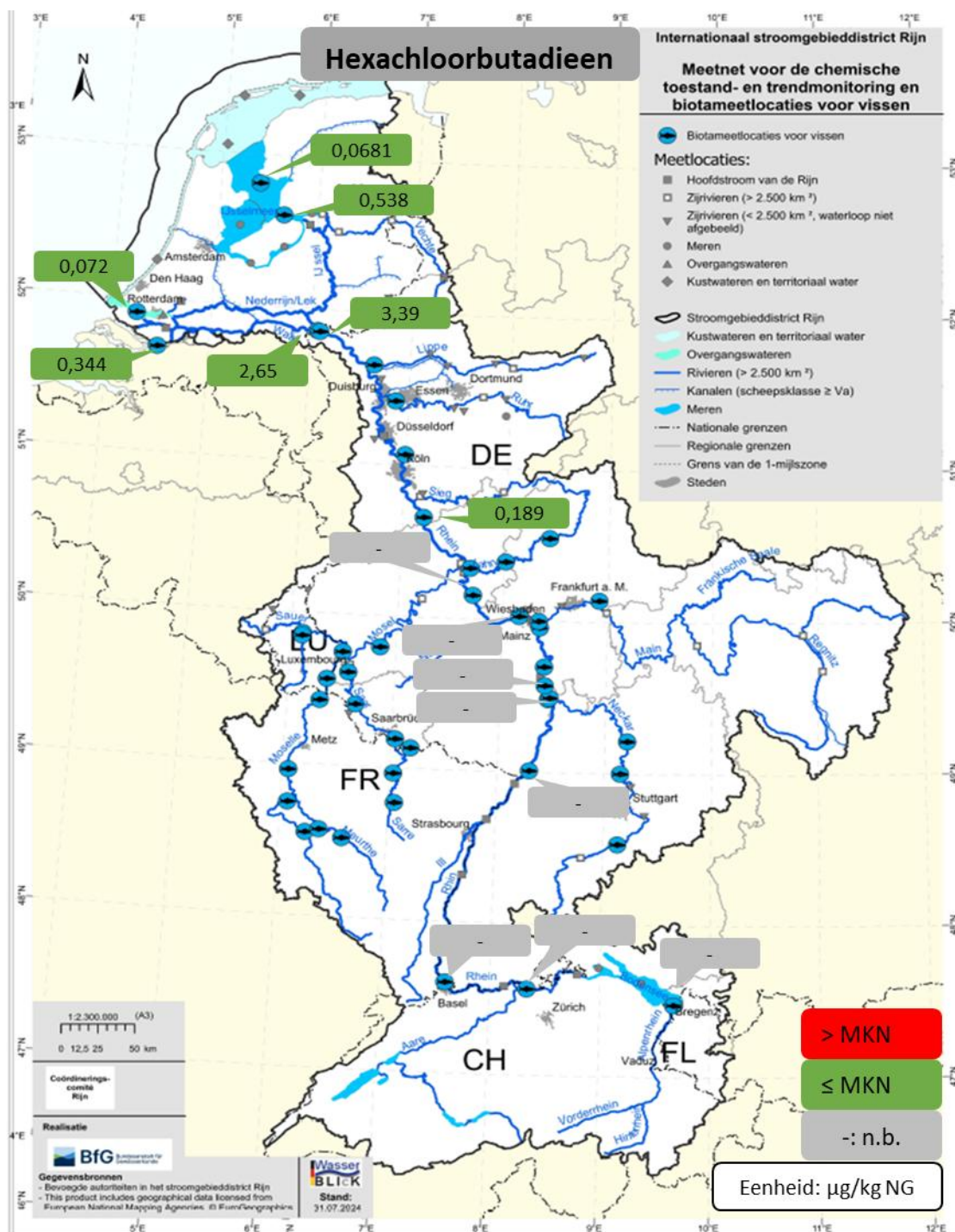


Figuur 95: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 2d: PFOS in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; DS-standaardisatie inclusief proxy-drogestofgehaltes; omrekening naar filet; alleen carnivoren; MKN: 9,1 µg/kg NG).

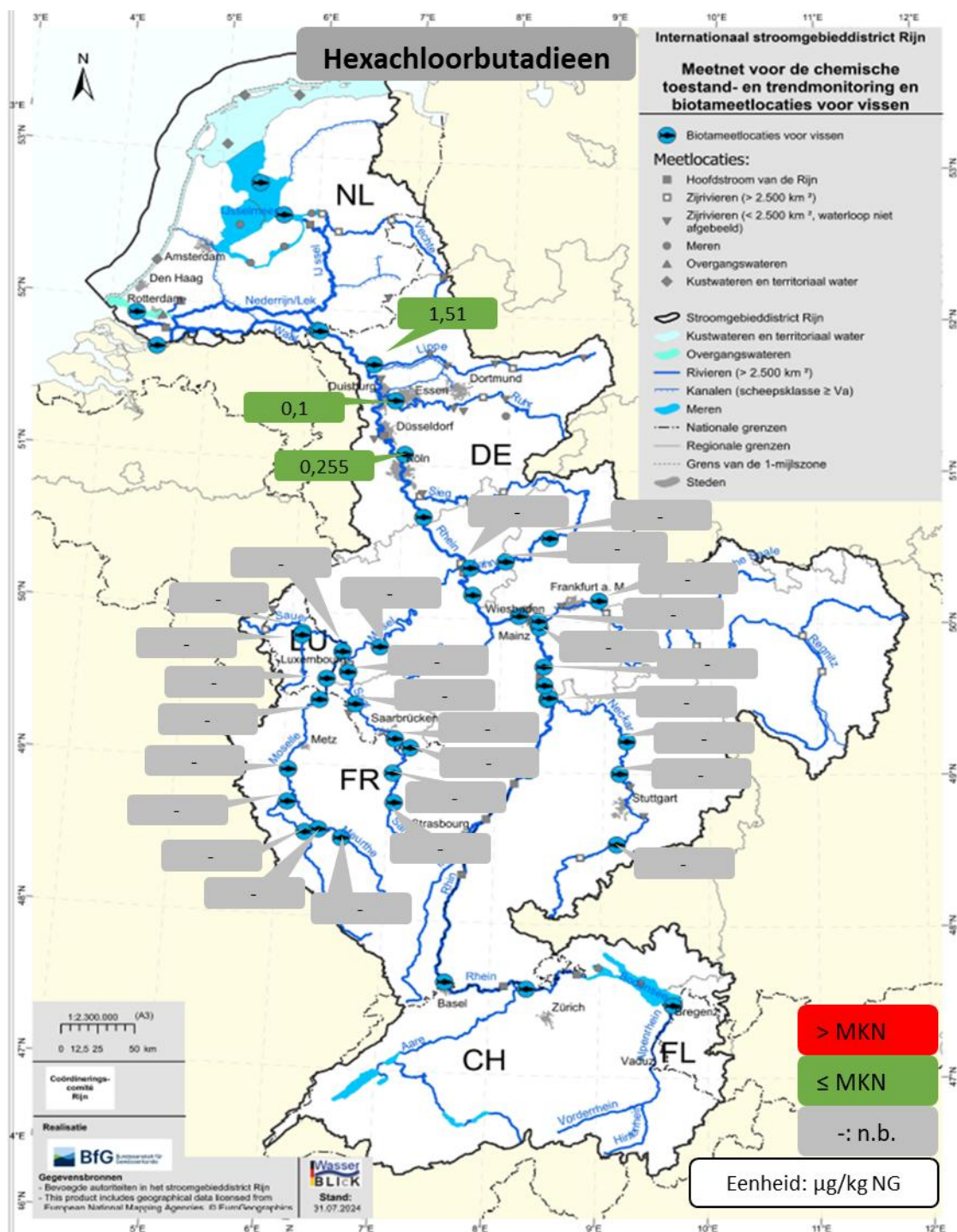




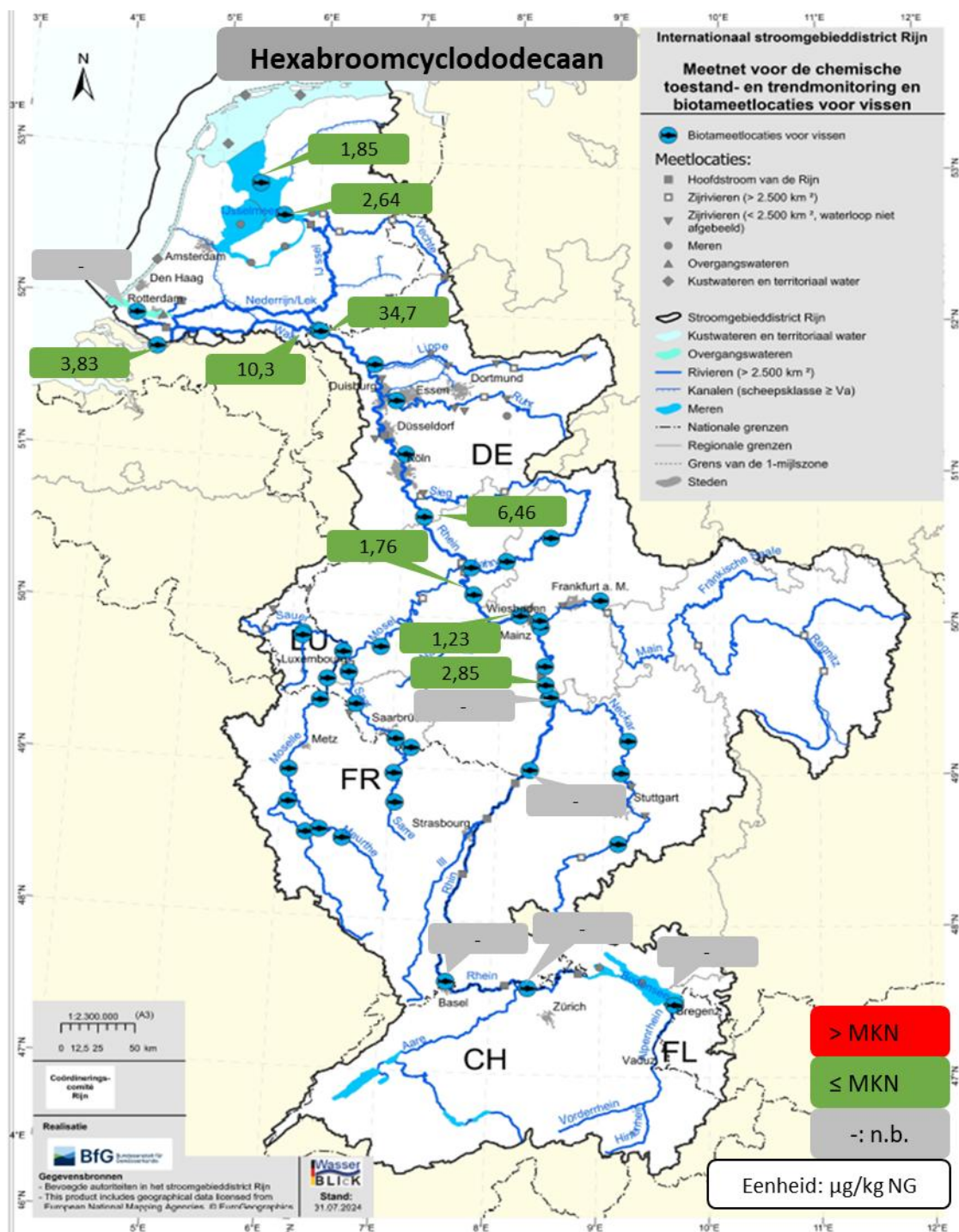
Figuur 97: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 3B: PCDD/F + dl-PCB's in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; omrekening naar filet; omnivoren en carnivoren; MKN: 0,0065 ng/kg NG; informatie hier in ng/kg NG).



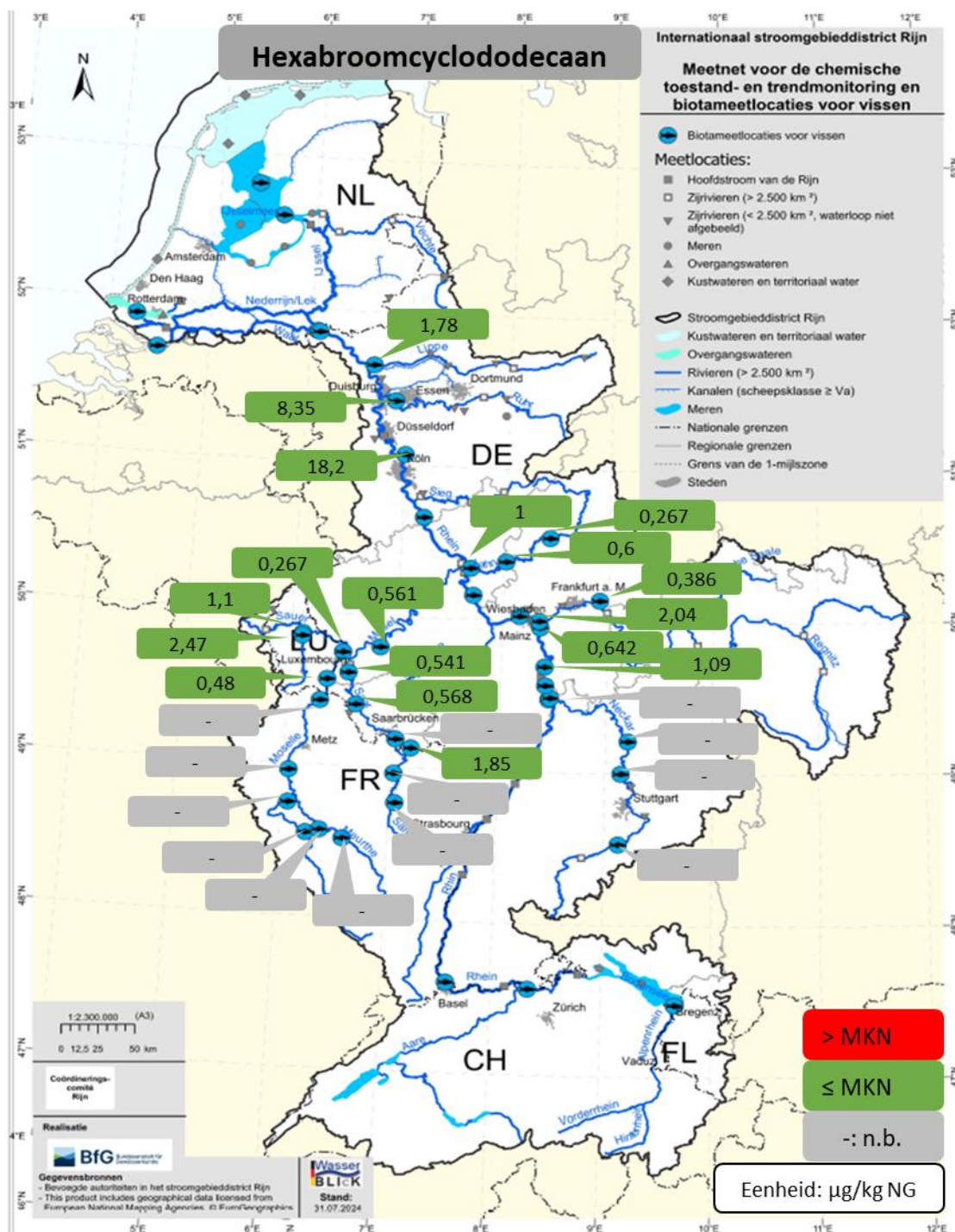
Figuur 98: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 4A: hexachloorbutadien in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; filet en hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 55 µg/kg NG).



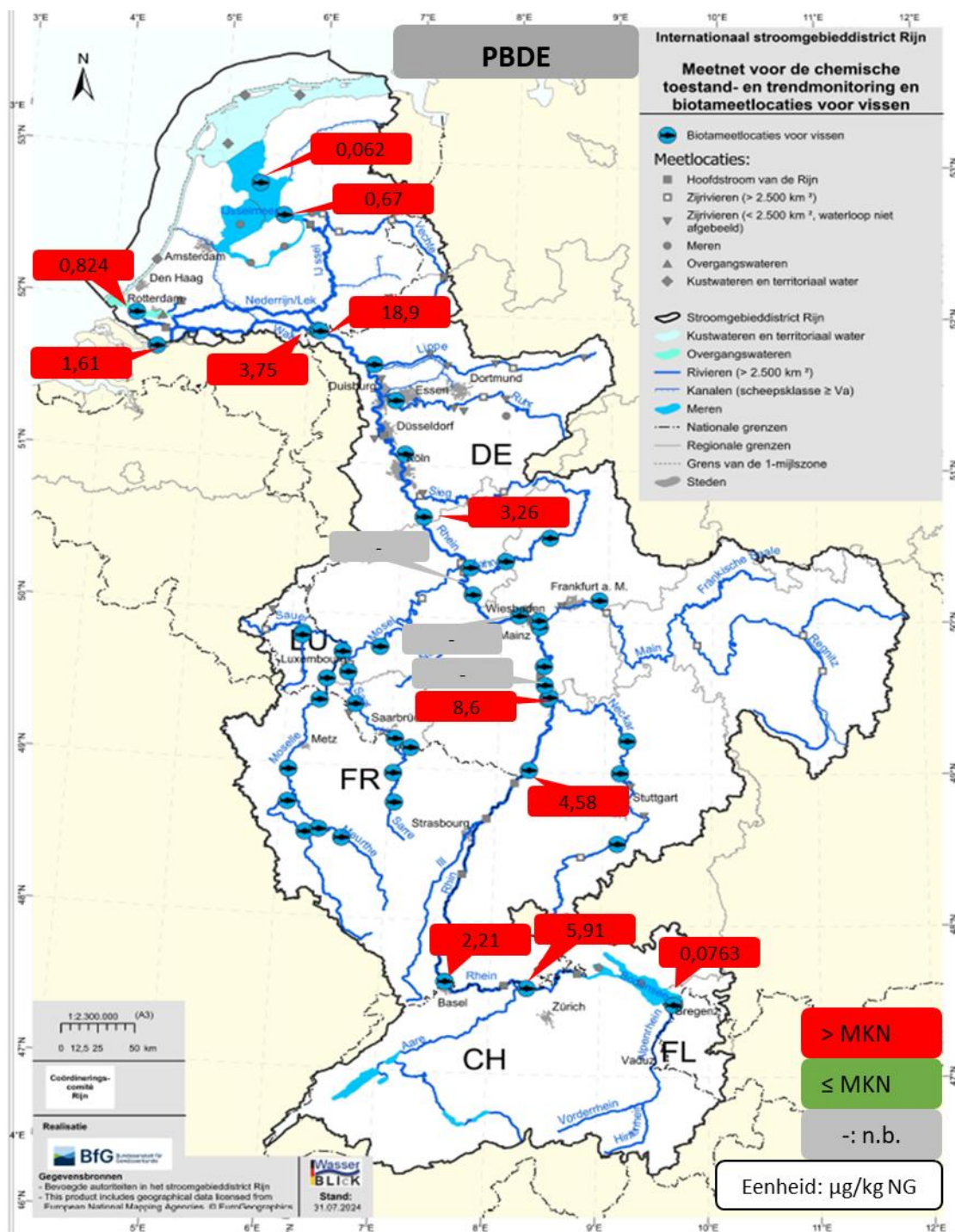
Figuur 99: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 4B: hexachloorbutadien in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; filet en hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 55 µg/kg NG).



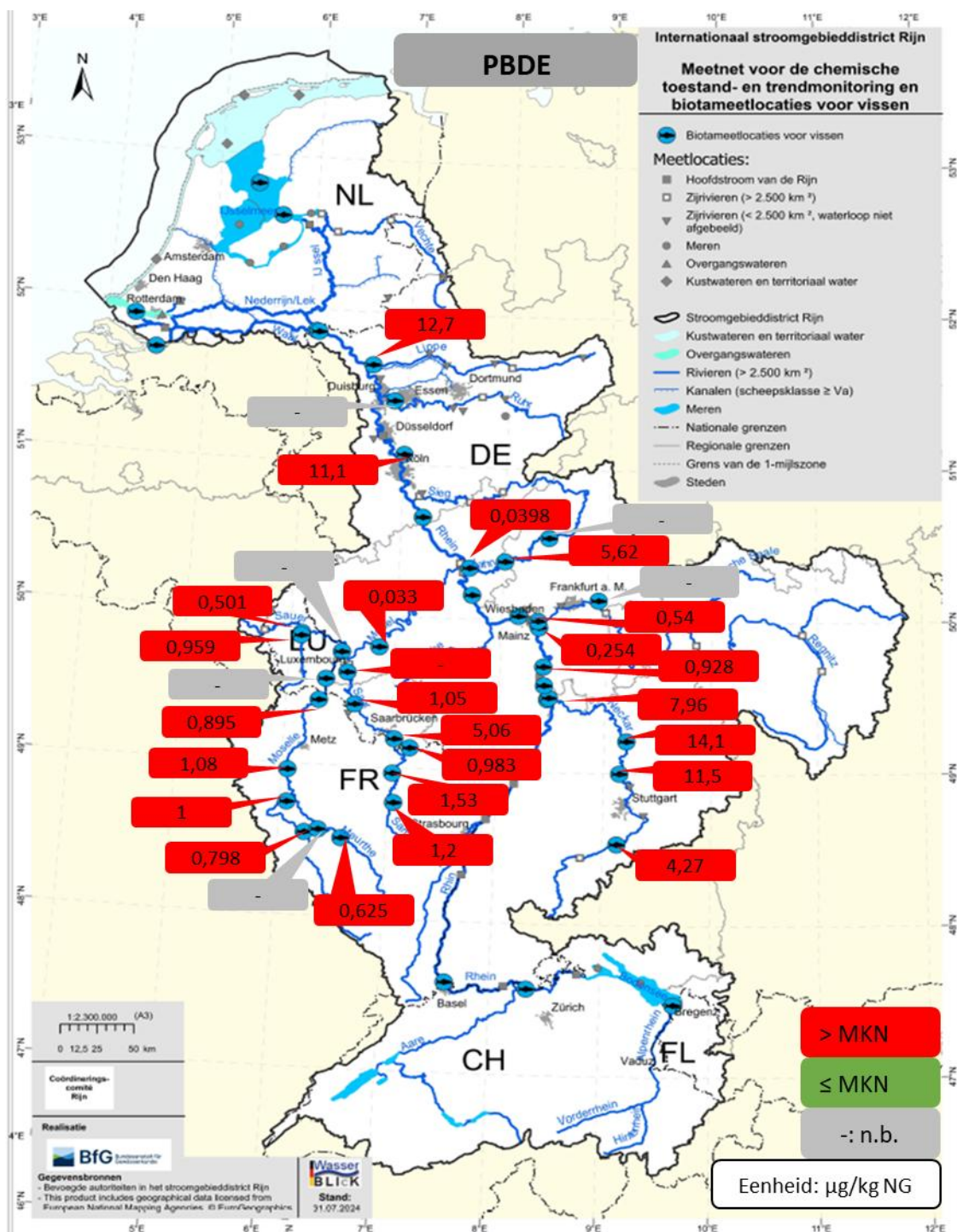
Figuur 100: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 5A: hexabroomcyclododecaan in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; omrekening naar hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 167 µg/kg NG).



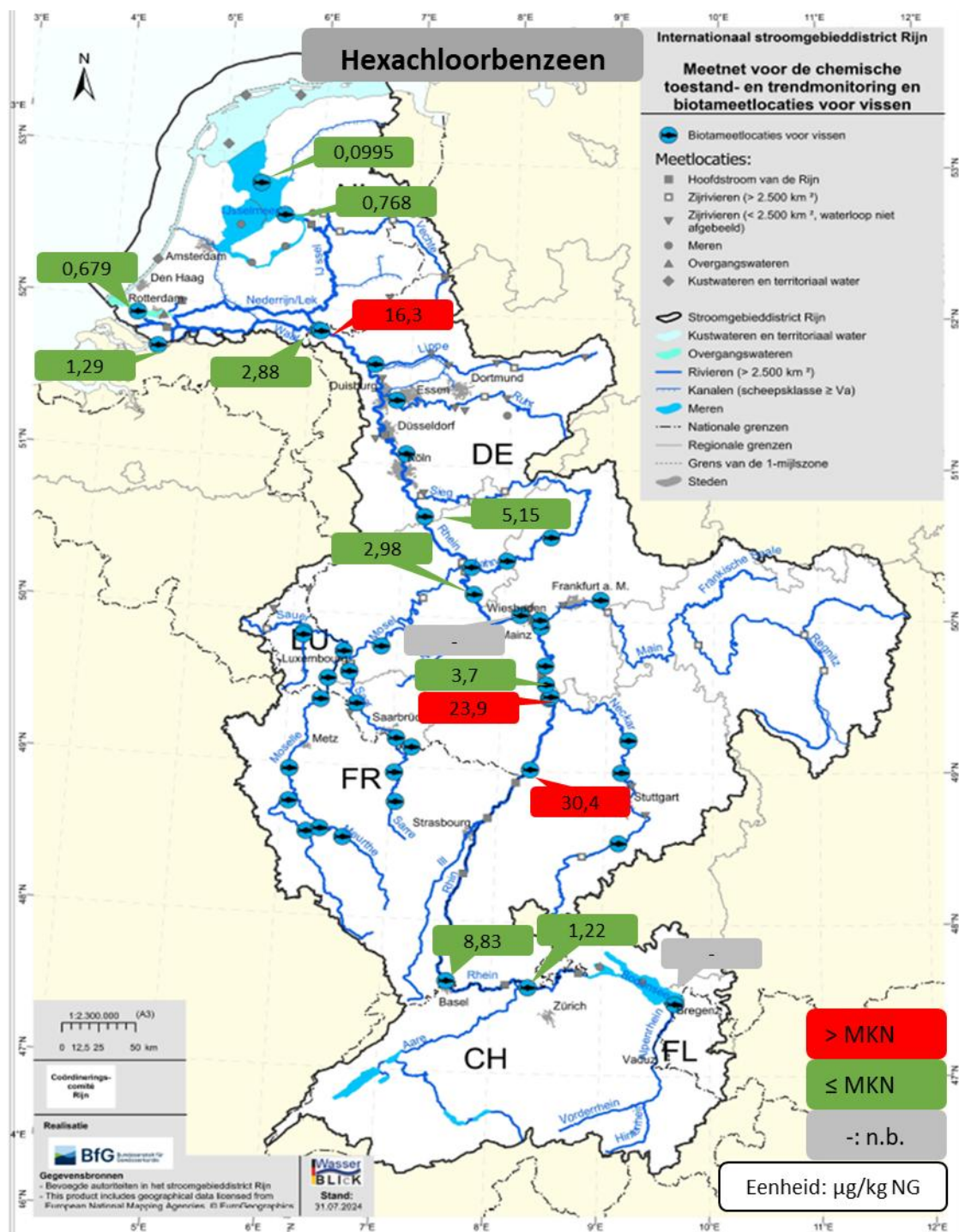
Figuur 101: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 5B: hexabroomcyclododecaan in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; omrekening naar hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 167 µg/kg NG).



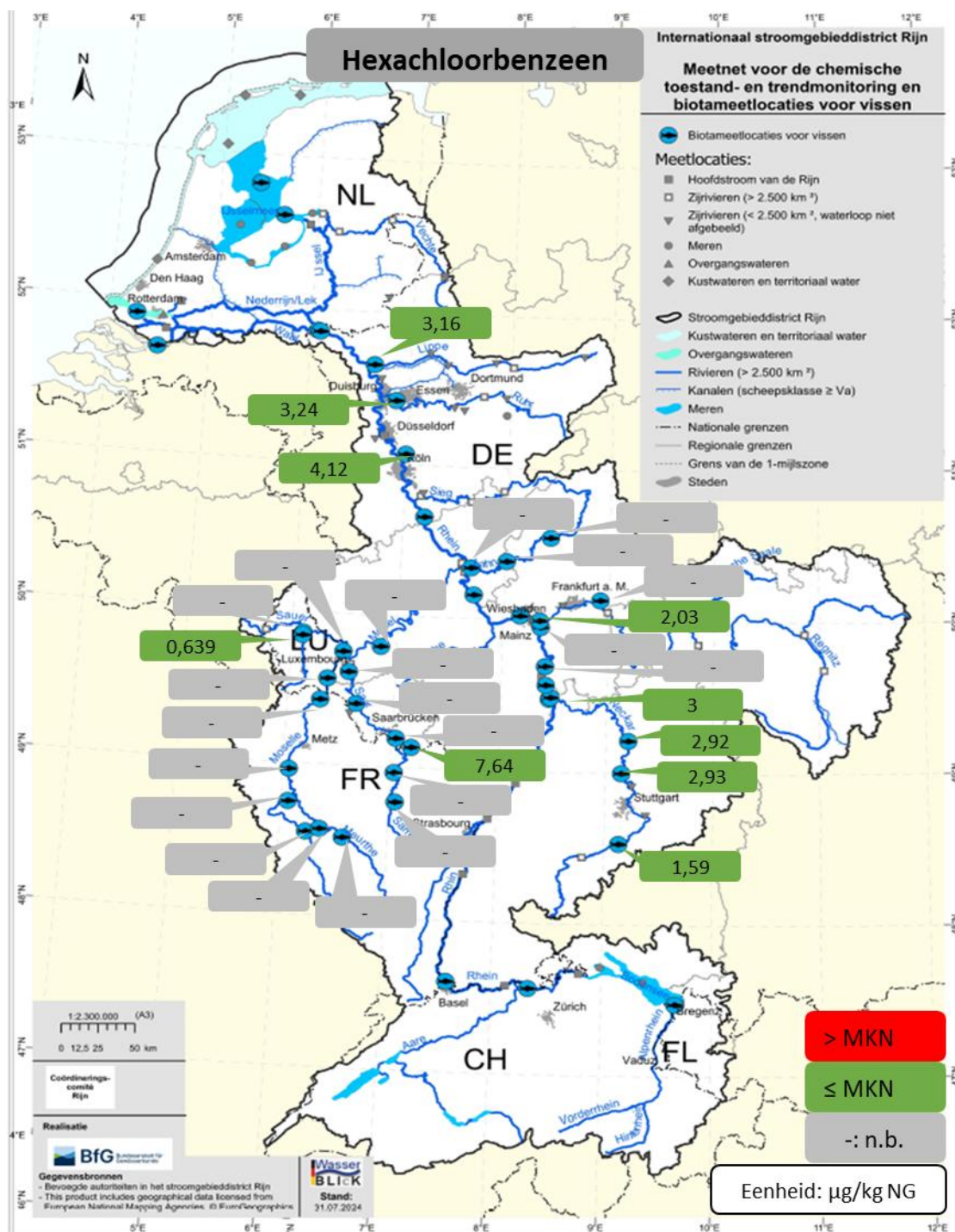
Figuur 102: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 6A: PBDE conform KRW in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; omrekening naar filet; alleen omnivoren; MKN: 0,0085 µg/kg NG).



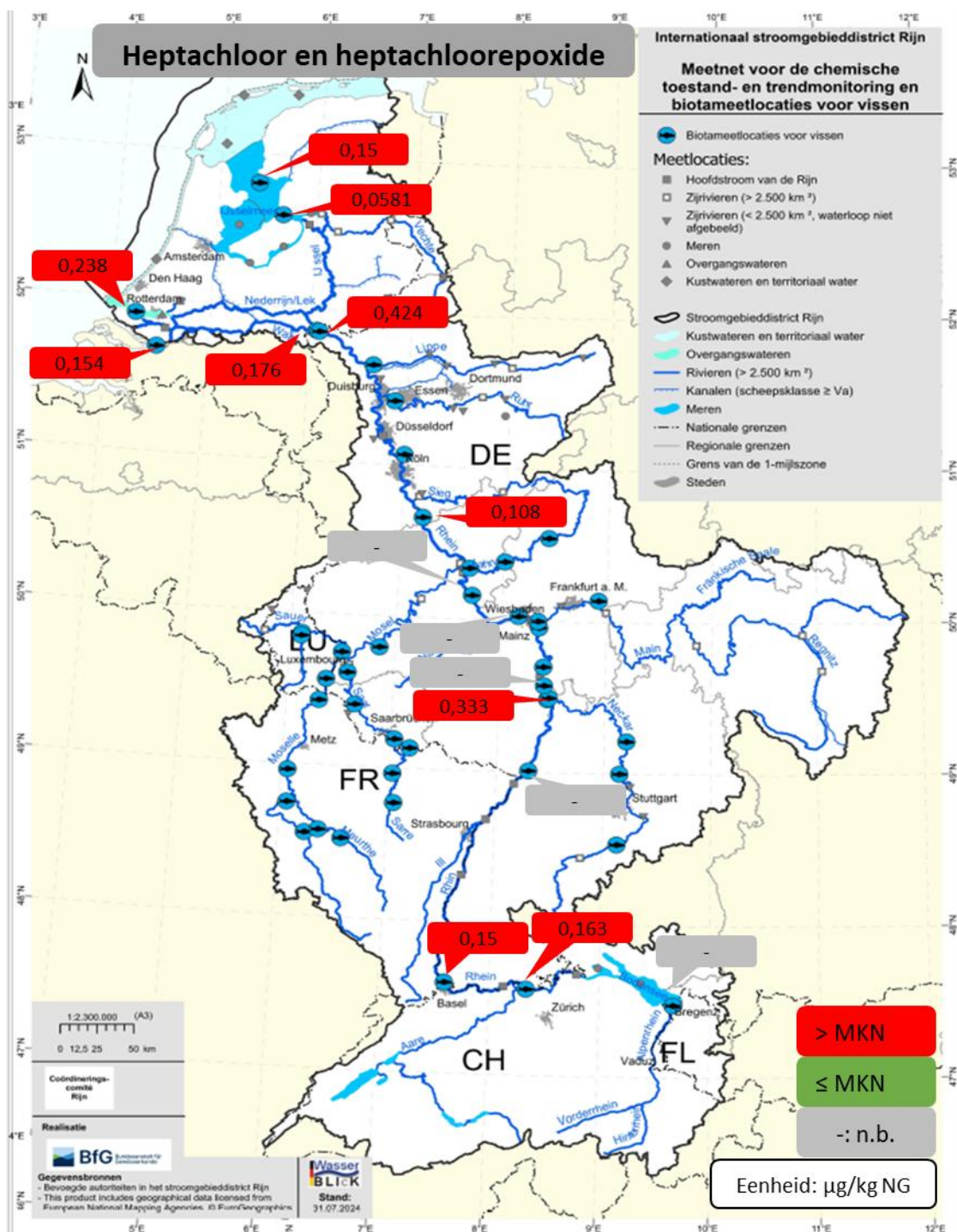
Figuur 103: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 6B: PBDE conform KRW in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; omrekening naar filet; alleen omnivoren; MKN: 0,0085 µg/kg NG).



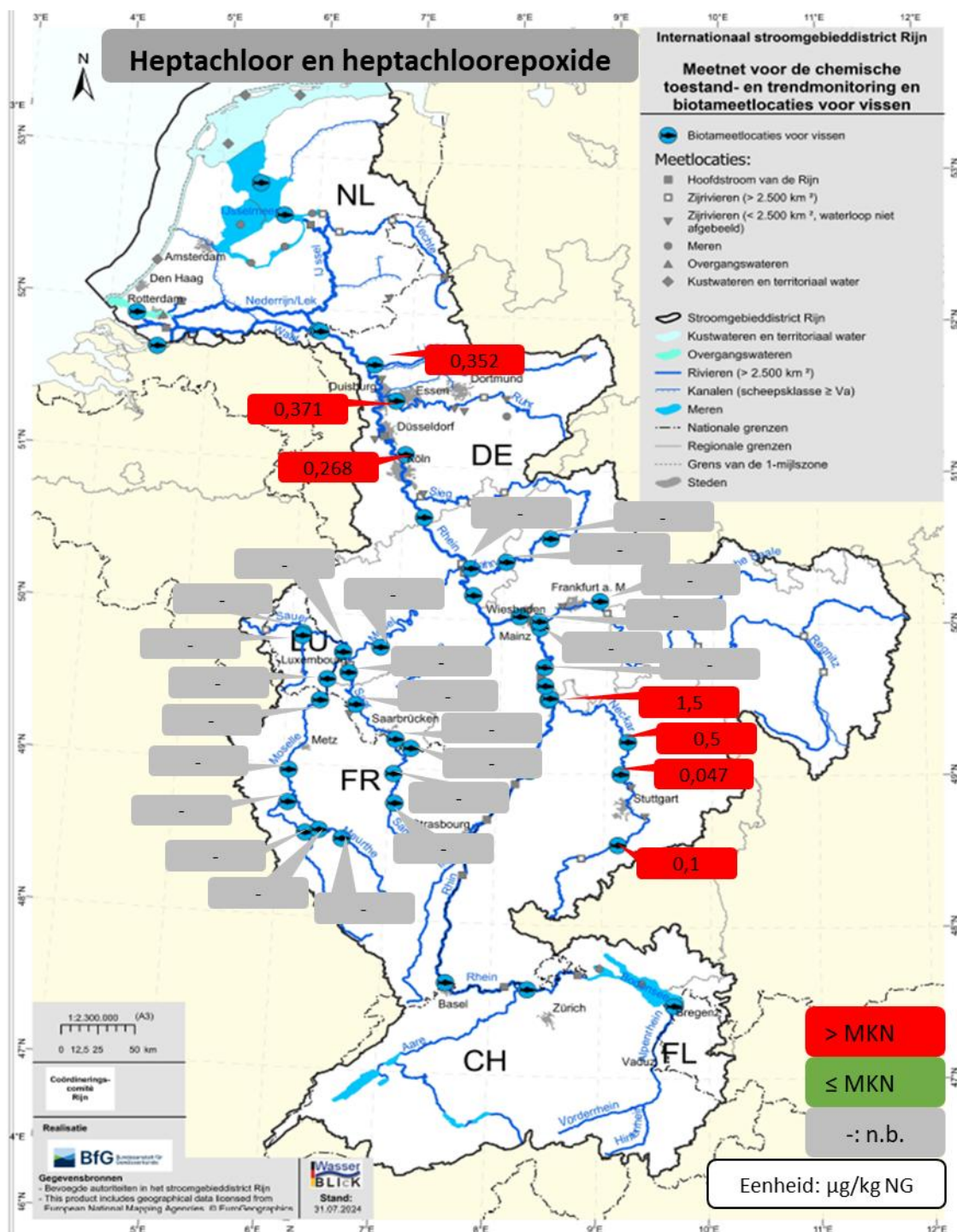
Figuur 104: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 7A: hexachloorbenzeen in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; omrekening naar filet; omnivoren en carnivoren; MKN: 10 µg/kg NG).



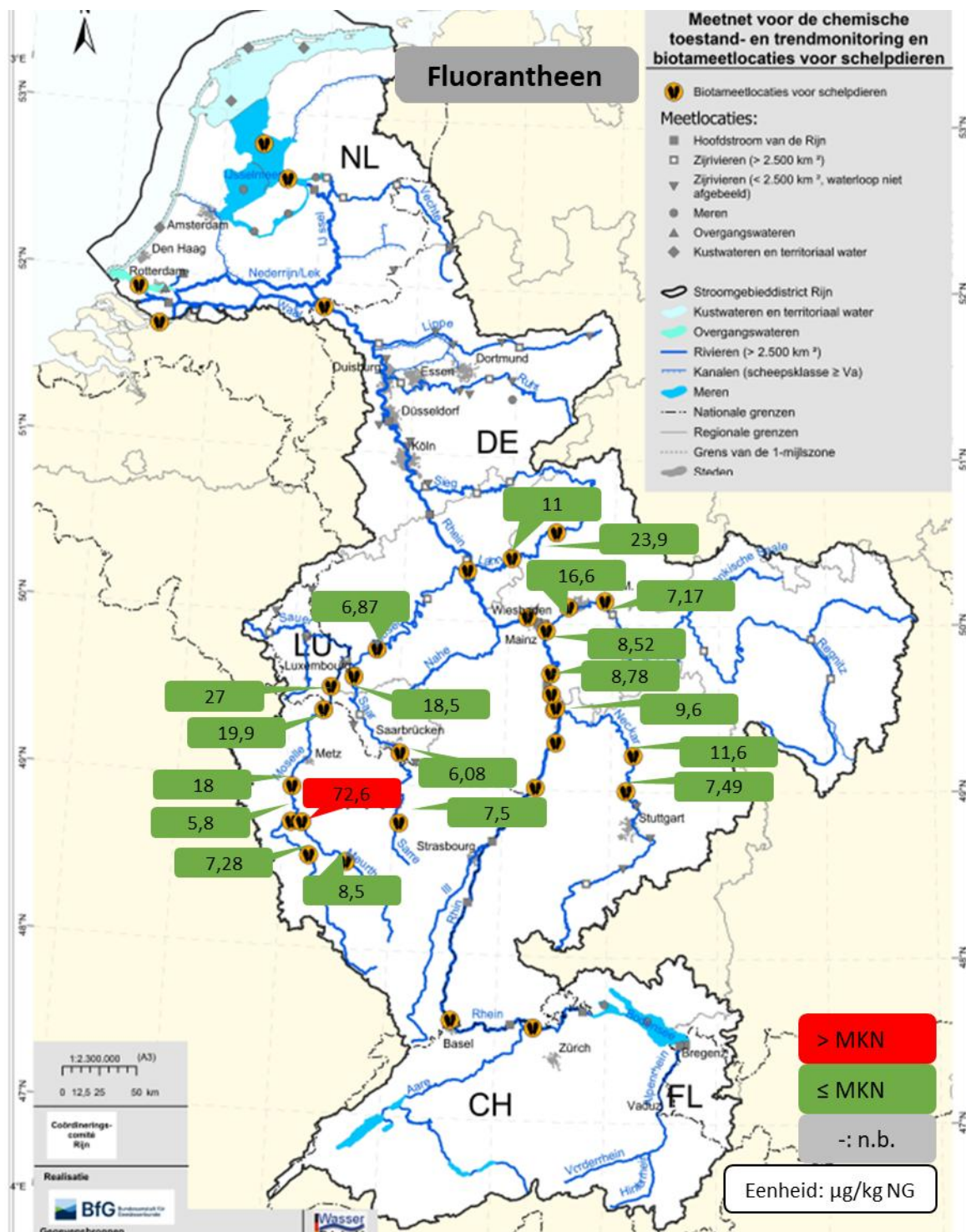
Figuur 105: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 7B: hexachloorbenzeen in zijrivieren (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; omrekening naar filet; omnivoren en carnivoren; MKN: 10 µg/kg NG).



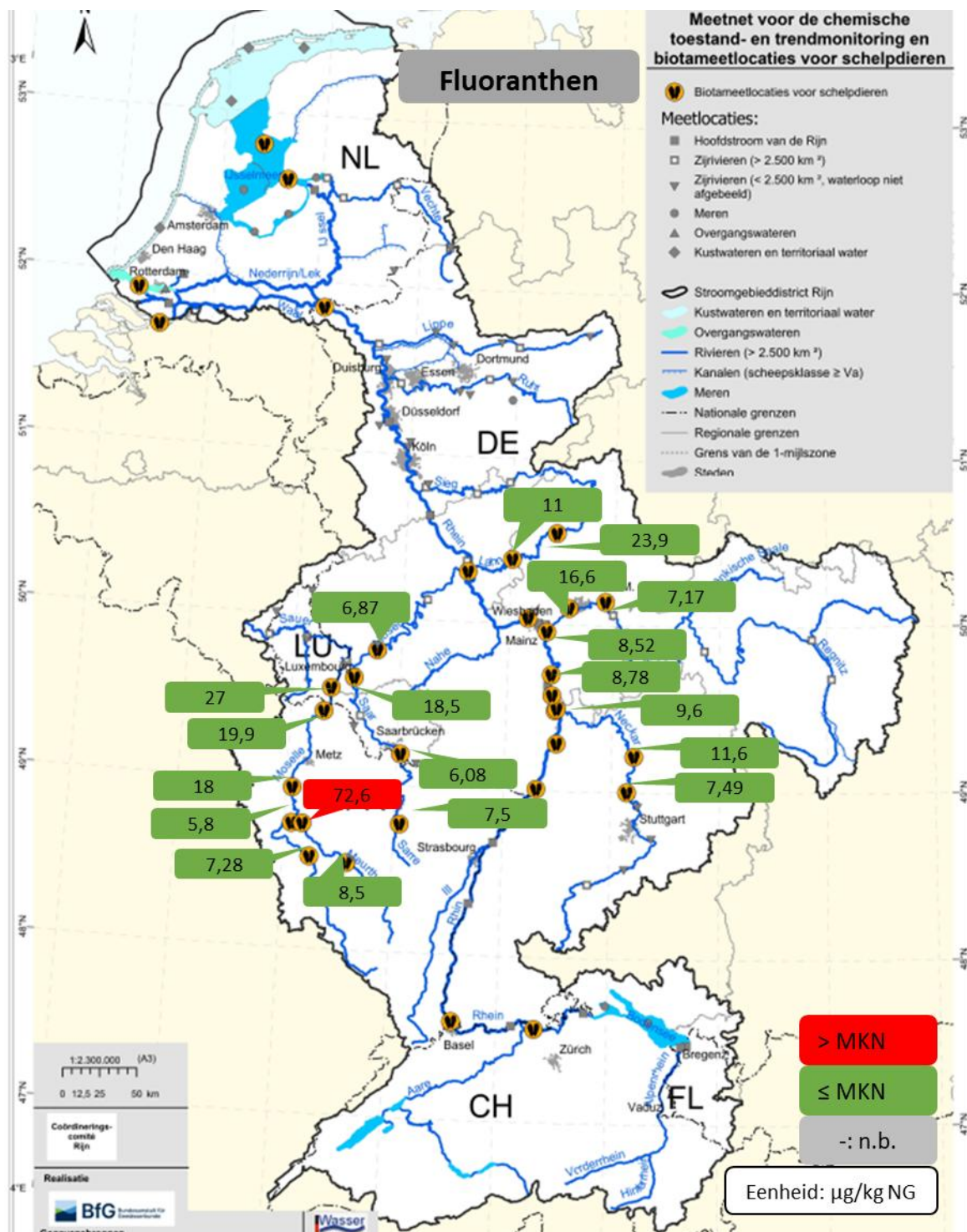
Figuur 106: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 9A: heptachloor en heptachloorepoxide in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; filet en hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 0,0067 µg/kg NG).



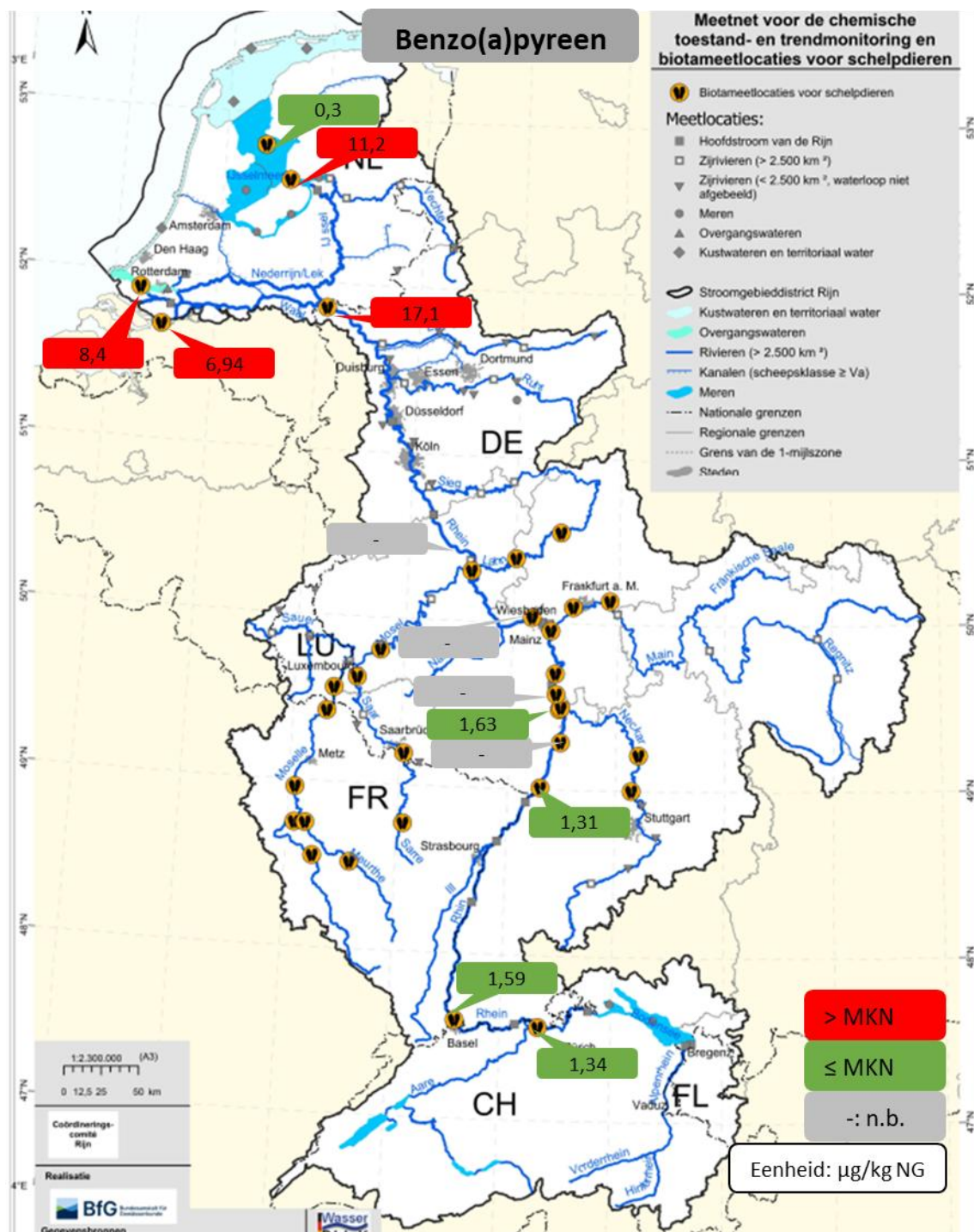
Figuur 107: Gehaltes aan schadelijke stoffen in vissen; deel 9B: heptachloor en heptachloorepoxide in de Rijn (gemiddelden 2016-2022; vet-standaardisatie; filet en hele vis; omnivoren en carnivoren; MKN: 0,0067 µg/kg NG).



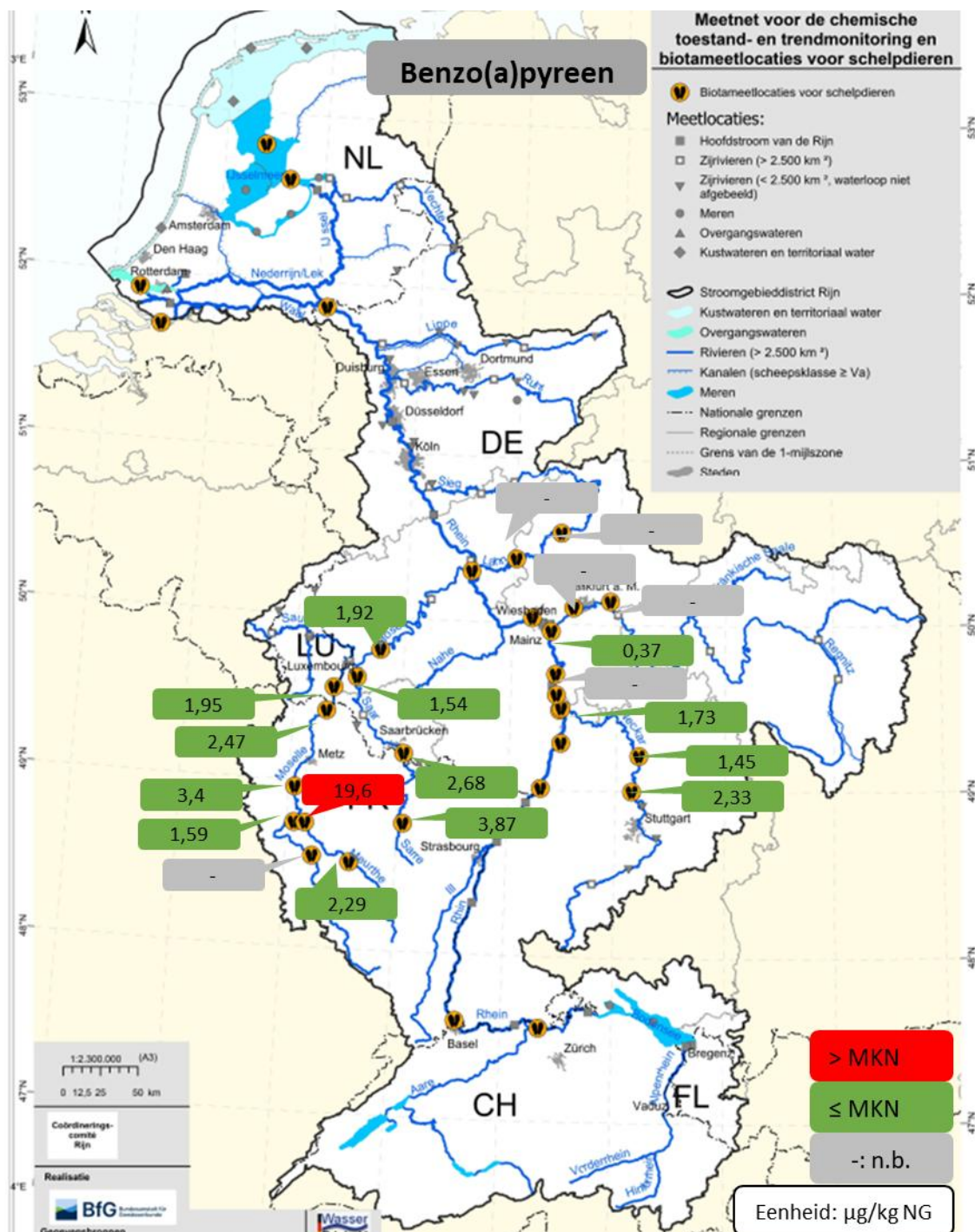
Figuur 108: Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 1A: fluorantheen in de Rijn (gemiddelden 2016-2023; vet-standaardisatie; MKN: 30 µg/kg NG).



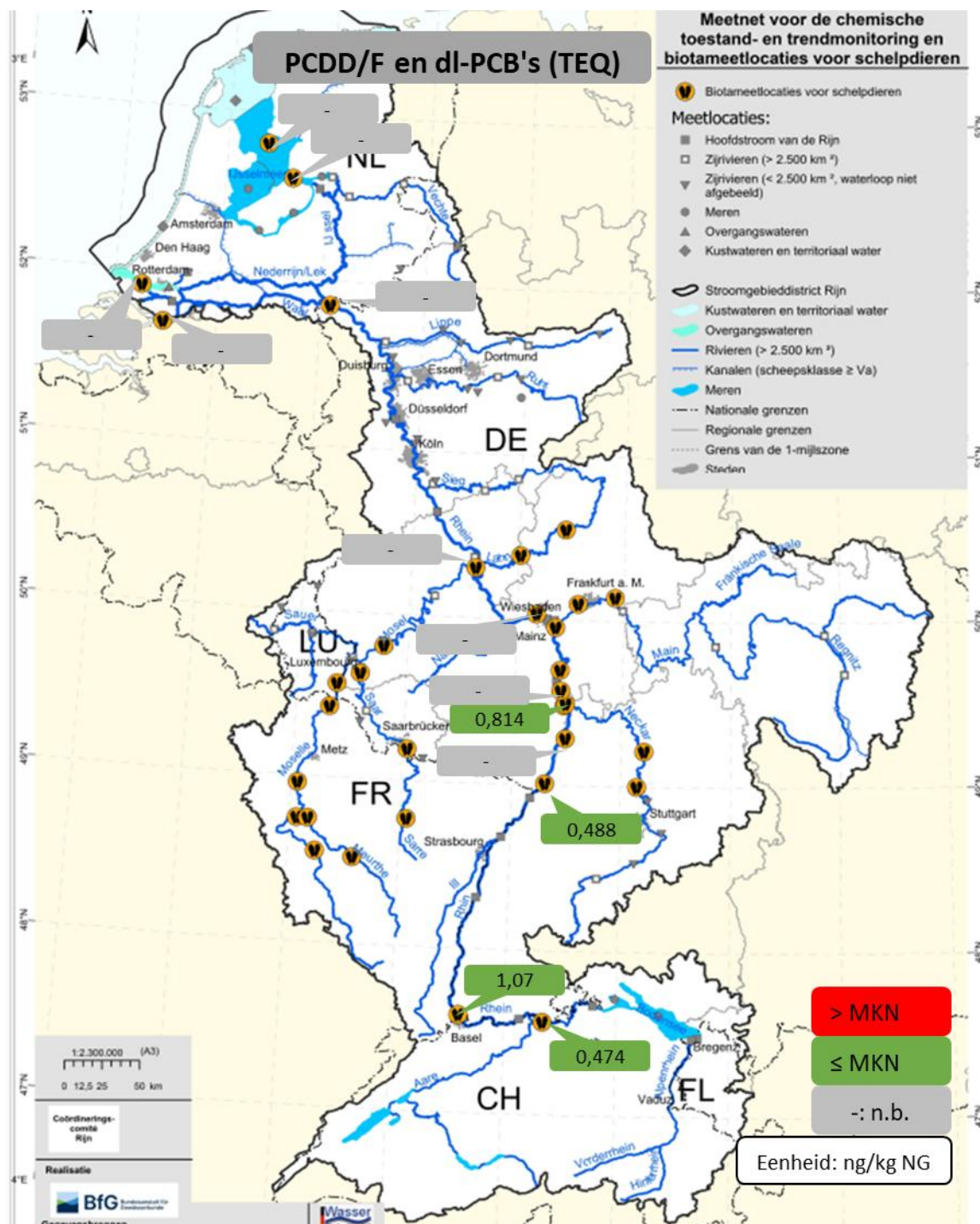
Figuur 109: Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 1B: fluorantheen in zijrivieren (gemiddelden 2016-2023; vet-standaardisatie; MKN: 30 µg/kg NG).



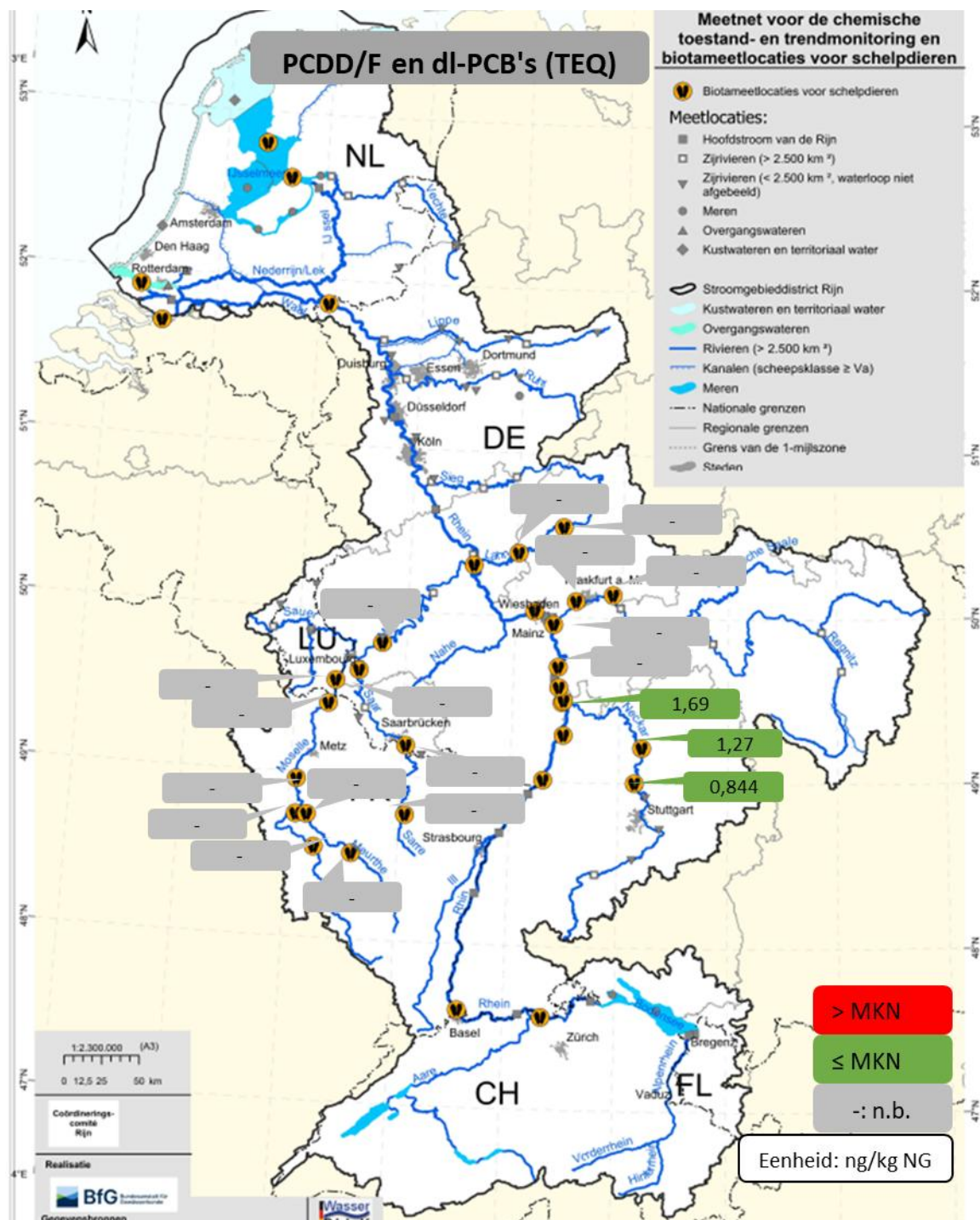
Figuur 110: Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 2A: genzo(a)pyreen in de Rijn (gemiddelden 2016-2023; vet-standaardisatie; MKN: 5 µg/kg NG).



Figuur 111: Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 2B: benzo(a)pyreen in zijrivieren (gemiddelden 2016-2023; vet-standaardisatie; MKN: 5 µg/kg NG).



Figuur 112: Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 3A: PCDD/F en dl-PCB's in de Rijn (gemiddelden 2016-2023; vet-standaardisatie; MKN: 0,0065 µg/kg NG; informatie hier in ng/kg NG). Opmerking: Alleen Baden-Württemberg heeft waarden voor PCDD/F en dl-PCB's gerapporteerd.



Figuur 113: Gehaltes aan schadelijke stoffen in schelpdieren; deel 3B: PCDD/F en dl-PCB's in zijrivieren (gemiddelden 2016-2023; vet-standaardisatie; MKN: 0,0065 µg/kg NG; informatie hier in ng/kg NG). Opmerking: Alleen Baden-Württemberg heeft waarden voor PCDD/F en dl-PCB's gerapporteerd.

A.4 Aanvullende tabellen

Tabel 22: Overzicht van de vismonsters inclusief biometrische gegevens (alle gegevens na standaardisatie en opschoning, waarden deels afgerond).

Rivier	Vangstlocatie	Jaar	Vissoort	N (vissen)	Lengte [cm]	Gewicht [g]	Leeftijd [j]	Monster- materiaal	Monster	Vetgehalte [%]	DS [%]
Alzette	Ettelbrück	2015	Blankvoorn	9	21,7	154		Filet	Poolmonster		
Alzette	Ettelbrück	2015	Kopvoorn	10	21,5	132		Filet	Poolmonster		
Sauer	Erpeldange	2015	Kopvoorn	6	21,2	136		Filet	Poolmonster		
Alzette	Ettelbrück	2016	Kopvoorn	10	23	167	3-4	Filet	Poolmonster	3,1	
Sauer	Erpeldange	2016	Kopvoorn	10	23	160	3-4	Filet	Poolmonster	1,1	
Alzette	Ettelbrück	2018	Kopvoorn	10	21,6	122	2	Filet	Poolmonster	2,7	
Alzette	Ettelbrück	2019	Serpeling	10	21,1	136	2-3	Filet	Poolmonster	1,9	
Sauer	Erpeldange	2020	Kopvoorn	28	24,7	176	3-4	Filet	Poolmonster	1,7	
Alzette	Ettelbrück	2020	Kopvoorn	10	21,2	149	4-6	Filet	Poolmonster	2,3	
Sauer	Erpeldange	2021	Kopvoorn	1	26	365	5-6	Hele vis	Individueel monster	4,1	
Alzette	Ettelbrück	2021	Kopvoorn	10	24	195	3-4	Filet	Poolmonster		
Sauer	Erpeldange	2022	Beekforel	10	20	113	3-4	Filet	Poolmonster	3	

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
 Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
 Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 192/210 -

Rivier	Vangstlocatie	Jaar	Vissoort	N (vissen)	Lengte [cm]	Gewicht [g]	Leeftijd [j]	Monster- materiaal	Monster	Vetgehalte [%]	DS [%]
Alzette	Ettelbrück	2022	Kopvoorn	10	23,7	174	3-4	Filet	Poolmonster	1,5	
Rijn	Reckingen	2015	Rivierbaars	12	21,6	122	4	Filet	Poolmonster	0,8	
Rijn	Weil	2015	Kopvoorn	6	19,9	90,6	3-4	Filet	Poolmonster	2,4	
Rijn	Weil	2015	Blankvoorn	11	17,3	65,8	3-4	Filet	Poolmonster	1,4	
Rijn	Karlsruhe	2015	Rivierbaars	6	19,1	107	3+	Filet	Poolmonster	0,6	
Rijn	Mannheim	2015	Blankvoorn	10	20,0	106	4+	Filet	Poolmonster	1,2	
Neckar	Kirchentellinsfurt	2015	Kopvoorn	10	22,3	116	3+	Filet	Poolmonster	0,8	
Neckar	Besigheim	2015	Kopvoorn	12	21,7	103	3	Filet	Poolmonster	1,3	
Neckar	Besigheim	2015	Blankvoorn	14	19,2	87,2	3	Filet	Poolmonster	0,6	
Neckar	Kochendorf	2015	Kopvoorn	14	20,6	91,6	3+	Filet	Poolmonster	0,8	
Neckar	Mannheim	2015	Kopvoorn	11	21,8	99	3+	Filet	Poolmonster	0,8	
Neckar	Kochendorf	2016	Kopvoorn	12	21,6	98,1	3+	Filet	Poolmonster	0,2	
Neckar	Mannheim	2016	Rivierbaars	11	16,5	46,2	2	Filet	Poolmonster	0,1	
Rijn	Mannheim	2016	Blankvoorn	11	19,8	91,3	4+	Filet	Poolmonster	0,3	
Rijn	Reckingen	2016	Kopvoorn	10	22,1	128	2+	Filet	Poolmonster	0,5	
Rijn	Weil	2016	Kopvoorn	4	20,9	96,6	3+	Filet	Poolmonster	0,4	

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 193/210 -

Rivier	Vangstlocatie	Jaar	Vissoort	N (vissen)	Lengte [cm]	Gewicht [g]	Leeftijd [j]	Monster- materiaal	Monster	Vetgehalte [%]	DS [%]
Neckar	Kirchentellinsfurt	2016	Kopvoorn	11	22,5	129	2+	Filet	Poolmonster	1	
Neckar	Besigheim	2016	Blankvoorn	12	21,3	115	5+	Filet	Poolmonster	1,4	
Neckar	Mannheim	2017	Kopvoorn	12	16,1	42,1	2+	Filet	Poolmonster	0,4	20,7
Neckar	Mannheim	2017	Kopvoorn	12	20,7	90,8	4+	Filet	Poolmonster	0,5	21,1
Neckar	Besigheim	2017	Kopvoorn	19	20,9	92,5	3+	Filet	Poolmonster	0,2	20,3
Neckar	Besigheim	2017	Kopvoorn	19	20,5	88	2+	Filet	Poolmonster	0,4	19,5
Neckar	Kirchentellinsfurt	2017	Kopvoorn	12	21,3	102	2+	Filet	Poolmonster	0,4	20
Neckar	Kochendorf	2017	Kopvoorn	13	20,9	98,6	2+	Filet	Poolmonster	0,4	20,7
Rijn	Reckingen	2017	Kopvoorn	20	21,6	99,5	2+	Filet	Poolmonster	1	22
Rijn	Reckingen	2017	Kopvoorn	20	21	89,6	2+	Filet	Poolmonster	0,4	21,1
Rijn	Weil	2017	Kopvoorn	13	12,8	17,4	1+	Filet	Poolmonster	0,8	21,7
Rijn	Mannheim	2017	Blankvoorn	20	15,8	40,9	3+	Filet	Poolmonster	0,6	21,4
Rijn	Reckingen	2018	Kopvoorn	8	15,9	39,5	2+	Filet	Poolmonster	0,3	20,3
Rijn	Weil	2018	Kopvoorn	10	22,4	126	3+	Filet	Poolmonster	1	21,7
Neckar	Kirchentellinsfurt	2018	Kopvoorn	15	14,4	39,1	1+	Filet	Poolmonster	0,7	20
Neckar	Besigheim	2018	Kopvoorn	16	18,4	73,5	2+	Filet	Poolmonster	0,9	20,7
Neckar	Besigheim	2018	Kopvoorn	4	36,2	517	5+	Filet	Poolmonster	0,6	20

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 194/210 -

Rivier	Vangstlocatie	Jaar	Vissoort	N (vissen)	Lengte [cm]	Gewicht [g]	Leeftijd [j]	Monster- materiaal	Monster	Vetgehalte [%]	DS [%]
Neckar	Kochendorf	2018	Kopvoorn	13	16,8	52,6	1+	Filet	Poolmonster	0,2	19,7
Rijn	Karlsruhe	2018	Zwartbekgrondel	10	12,7	17,1	3+	Filet	Poolmonster	0,1	
Rijn	Mannheim	2018	Zwartbekgrondel	10	14,3	48,1	3+	Filet	Poolmonster	0,1	20,5
Neckar	Mannheim	2018	Zwartbekgrondel	10	12,8		3+	Filet	Poolmonster	0,4	18,8
Neckar	Mannheim	2019	Kopvoorn	12	14,7	32,9	2	Filet	Poolmonster	0,19	19,1
Rijn	Karlsruhe	2019	Blankvoorn	12	19,3	95,3	2+	Filet	Poolmonster	0,74	21,4
Neckar	Besigheim	2019	Blankvoorn	20	14,5	32,6	2+	Filet	Poolmonster	0,81	21,1
Neckar	Kirchentellinsfurt	2019	Kopvoorn	16	29,6	324	3+	Filet	Poolmonster	1,4	21,7
Neckar	Kochendorf	2019	Kopvoorn	6	38	720	4+	Filet	Poolmonster	1,5	22,1
Rijn	Reckingen	2019	Kopvoorn	20	24,5	156	2+	Filet	Poolmonster	0,7	21
Rijn	Mannheim	2019	Blankvoorn	16	12,3	23	0+	Filet	Poolmonster	0,18	-
Rijn	Weil	2019	Kopvoorn	19	23,5	145	2+	Filet	Poolmonster	1,4	21,6
Rijn	Reckingen	2021	Kopvoorn	23	14,7	36,2	1+	Filet	Poolmonster	0,6	19,5
Rijn	Weil	2021	Kopvoorn	14	22,5	127	2+	Filet	Poolmonster	1,5	22,2
Rijn	Karlsruhe	2021	Blankvoorn	22	15,9	51,2	1+	Filet	Poolmonster	1,2	22,2
Rijn	Mannheim	2021	Blankvoorn	12	13,6	32,2	1+	Filet	Poolmonster	1,2	21,4
Neckar	Kirchentellinsfurt	2021	Kopvoorn	11	24,7	149	4+	Filet	Poolmonster	0,8	20,7

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 195/210 -

Rivier	Vangstlocatie	Jaar	Vissoort	N (vissen)	Lengte [cm]	Gewicht [g]	Leeftijd [j]	Monster- materiaal	Monster	Vetgehalte [%]	DS [%]
Neckar	Besigheim	2021	Kopvoorn	13	13,3	26,5	1+	Filet	Poolmonster	0,6	20,2
Neckar	Kochendorf	2021	Kopvoorn	18	15,6	24,6	1+	Filet	Poolmonster	0,4	19,3
Neckar	Mannheim	2021	Kopvoorn	24	15,2	40,6	1+	Filet	Poolmonster	0,5	20,0
Saar	Fremersdorf	2015	Kopvoorn	12	13,3	25,8		Hele vis	Poolmonster	1,9	
Saar	Fremersdorf	2015	Kopvoorn	9	18,1	68		Hele vis	Poolmonster	2,2	
Saar	Fremersdorf	2015	Rivierbaars	9	19,9	113		Filet	Poolmonster	1,1	
Saar	Fremersdorf	2015	Kopvoorn	10	23	147		Filet	Poolmonster	1,4	
Saar	Fremersdorf	2015	Blankvoorn	26	19,4	92,9		Filet	Poolmonster	2	
Blies	Reinheim	2022	Blankvoorn	10	16,7	72	3	Filet	Poolmonster	2,9	24,9
Blies	Reinheim	2022	Kopvoorn	10	18,7	81,9	3	Filet	Poolmonster	1,4	22,2
Saar	Fremersdorf	2022	Blankvoorn	10	15,7	58,3	3	Filet	Poolmonster	1,8	23,5
Saar	Fremersdorf	2022	Kopvoorn	10	17,3	62,5	3	Filet	Poolmonster	1,2	21,8
Rijn	Bad Honnef	2019	Blankvoorn	6	15,8	41,5		Filet	Poolmonster	1,2	25,8
Rijn	Bad Honnef	2021	Blankvoorn	10	15	32,8		Filet	Poolmonster	1,4	23,3
Rijn	/Bad Honnef	2022	Blankvoorn	10	11,1	15,6		Filet	Poolmonster	0,37	24,1
Ruhr	Mülheim-Kahlenberg	2015	Kopvoorn	10	19,1	75,4		Filet	Poolmonster	2,07	
Ruhr	Mülheim-Kahlenberg	2016	Rivierbaars	9	19,8	105	2+ - 3+	Filet	Poolmonster	0,15	23,8

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 196/210 -

Rivier	Vangstlocatie	Jaar	Vissoort	N (vissen)	Lengte [cm]	Gewicht [g]	Leeftijd [j]	Monster- materiaal	Monster	Vetgehalte [%]	DS [%]
Rijn	Bad Honnef	2015	Kopvoorn	10	25,7	190		Filet	Poolmonster	2,12	
Rijn	Bad Honnef	2016	Rivierbaars	9	22,6	165	2+ - 3+	Filet	Poolmonster	1,1	24,5
Wupper	Opladen	2018	Kopvoorn	10	23,3	132	2+ - 2+	Filet	Poolmonster	0,15	27,9
Wupper	Opladen	2019	Rivierbaars	10	18,9	80,4		Filet	Poolmonster	0,47	11,8
Wupper	Opladen	2021	Kopvoorn	10	18,6	73,6		Filet	Poolmonster	0,93	22,9
Wupper	Opladen	2022	Kopvoorn	6	32,1	396		Filet	Poolmonster	2	39,3
Wupper	Opladen	2022	Kopvoorn	4	36,8	584		Filet	Poolmonster	1,4	26,6
Ruhr	Mülheim-Kahlenberg	2018	Rivierbaars	11	18,2	74,9		Filet	Poolmonster	0,14	23
Ruhr	Mülheim-Kahlenberg	2019	Rivierbaars	10	16,8	54,6		Filet	Poolmonster	0,29	8,8
Ruhr	Mülheim-Kahlenberg	2021	Rivierbaars	10	19,5	93		Filet	Poolmonster	0,5	23,9
Ruhr	Mülheim-Kahlenberg	2022	Rivierbaars	9	16,3	63,1		Filet	Poolmonster		25,9
Rijn	Kleef-Bimmen	2018	Blankvoorn	10	22	148	2+ - 3+	Filet	Poolmonster	0,14	26,3
Rijn	Kleef-Bimmen	2018	Rivierbaars	7	23,1	189	2+ - 3+	Filet	Poolmonster	0,13	23,9
Rijn	Kleef-Bimmen	2021	Rivierbaars	10	11,5	16,8		Filet	Poolmonster	0,44	21,5
Lippe	Wesel	2019	Kopvoorn	10	15,4	30,7		Filet	Poolmonster	0,26	26
Lippe	Wesel	2021	Kopvoorn	10	17,2	69,2		Filet	Poolmonster	1	22,9
Lippe	Wesel	2022	Rivierbaars	5	16,8	60,4		Filet	Poolmonster	0,18	23

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 197/210 -

Rivier	Vangstlocatie	Jaar	Vissoort	N (vissen)	Lengte [cm]	Gewicht [g]	Leeftijd [j]	Monster- materiaal	Monster	Vetgehalte [%]	DS [%]
Lippe	Wesel	2022	Rivierbaars	5	13,2	25,6		Filet	Poolmonster		21,6
Lippe	Wesel	2015	Kopvoorn	3	29,3	312		Filet	Poolmonster	1,1	
Rijn	Kleef-Bimmen	2015	Brasem	7	18,9	60,6		Filet	Poolmonster	0,64	
Rijn	Kleef-Bimmen	2016	Blankvoorn	8	16	53,3	2+ - 2+	Filet	Poolmonster	1,1	21
Rijn	Kleef-Bimmen	2016	Blankvoorn	8	20	113	3+ - 4+	Filet	Poolmonster	1,27	21,2
Wupper	Opladen	2015	Blankvoorn	9	13,3	26,9		Filet	Poolmonster	2,3	
Wupper	Opladen	2016	Beekforel	9	24,6	165	2+- 2+	Filet	Poolmonster	2,13	23,6
Rijn	Hollands Diep	2017	Blankvoorn	10	10,3	11,1	2	Hele vis	Poolmonster	4,2	24,9
Rijn	Ketelmeer	2017	Blankvoorn	11	13,8	32,9	2	Hele vis	Poolmonster	5,5	27,6
Rijn	Nieuwe Waterweg	2018	Bot	9	19,1	76,9	2	Hele vis	Poolmonster	1,9	20,7
Rijn	Hollands Diep	2018	Blankvoorn	21	11,8	16,1	2	Hele vis	Poolmonster	5,3	27,1
Rijn	Hollands Diep	2019	Blankvoorn	9	14,9	49,8	2	Hele vis	Poolmonster	5,6	27,7
Rijn	IJsselmeer	2019	Blankvoorn	10	10,1	14,3	2	Hele vis	Poolmonster	3,9	25,1
Rijn	Hollands Diep	2020	Blankvoorn	32	11,3	14,6	2	Hele vis	Poolmonster	6,3	27
Rijn	Ketelmeer	2020	Blankvoorn	11	15	42,6	2	Hele vis	Poolmonster	8,6	29,2
Rijn	Nieuwe Waterweg	2021	Bot	21	17,3	53,6	2	Hele vis	Poolmonster	1,7	19,3
Rijn	Rijn	2021	Blankvoorn	14	12,4	18,7	2	Hele vis	Poolmonster	1,7	22,9

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 198/210 -

Rivier	Vangstlocatie	Jaar	Vissoort	N (vissen)	Lengte [cm]	Gewic ht [g]	Leeftijd [j]	Monster- materiaal	Monster	Vetgehalte [%]	DS [%]
Rijn	Hollands Diep	2021	Blankvoorn	10	14,6	34,1	2	Hele vis	Poolmonster	5,4	25,8
Rijn	Hollands Diep	2022	Blankvoorn	25	11	13,7	2	Hele vis	Poolmonster	4,2	25,2
Rijn	IJsselmeer	2022	Blankvoorn	28	11,4	11,1	2	Hele vis	Poolmonster	4,6	25,5
Main	km 8,0-8,2	2022	Rivierbaars	13	17,4	73,2	3 - 4	Filet	Poolmonster	1,8	23,3
Main	km 8,0-8,2	2021	Blankvoorn	12	14,4	33,3	2 - 3	Filet	Poolmonster	4,1	23,8
Lahn	Limburg	2022	Kopvoorn	10	23,9	148	3 - 4	Filet	Poolmonster	1,8	21,7
Lahn	Limburg	2022	Kopvoorn	10	22	109	3	Filet	Poolmonster	1	21,2
Lahn	Solms-Oberbiel	2022	Rivierbaars	11	17,6	73,7	4	Filet	Poolmonster	2,2	22,5
Lahn	Solms-Oberbiel	2021	Rivierbaars	11	17,5	77,3	2 - 3	Filet	Poolmonster	2,5	22,9
Kinzig	Kinzig	2021	Rivierbaars	12	17,4	61,7	3 - 4	Filet	Poolmonster	2,3	22,8
Weschnitz	Einhausen-oost	2022	Kopvoorn	11	21,8	110	3	Filet	Poolmonster	1,8	23,4
Schwarzbach	Trebur-Astheim	2022	Kopvoorn	10	22,5	131	3	Filet	Poolmonster	2,2	20,2
Schwarzbach	Trebur-Astheim	2021	Kopvoorn	10	24,3	177	3 - 4	Filet	Poolmonster	1,6	22
Main	km 8,0-8,2	2018	Rivierbaars	7	22,4		3	Filet	Poolmonster	0,59	
Main	km 8,0-8,2	2018	Blankvoorn	8	23,6		3,38	Filet	Poolmonster	1,8	
Lahn	Limburg	2018	Kopvoorn	5	13		1,2	Filet	Poolmonster	0,098	
Rijn	Petersau	2022	Rivierbaars	9	14,4	44,9	2+	Filet	Poolmonster	1,2	20,2

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
 Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
 Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 199/210 -

Rivier	Vangstlocatie	Jaar	Vissoort	N (vissen)	Lengte [cm]	Gewicht [g]	Leeftijd [j]	Monster- materiaal	Monster	Vetgehalte [%]	DS [%]
Rijn	Budenheim	2022	Rivierbaars	10	18,7	117	2+	Filet	Poolmonster	1,3	21,6
Rijn	St. Goar	2022	Rivierbaars	10	18,8	153	2+	Filet	Poolmonster	1,2	20,4
Moezel	Detzem	2022	Kopvoorn	10	23,8	242	2+	Filet	Poolmonster	1	20,4
Moezel	Detzem	2022	Rivierbaars	10	17,6	81,1	2+	Filet	Poolmonster	1	20,9
Moezel	Palzem	2022	Rivierbaars	10	17,7	98,2	2+	Filet	Poolmonster	0,9	21,9
Saar	Schoden	2022	Rivierbaars	6	22,5	193	2+	Filet	Poolmonster	0,7	20,5
Sauer	Metzdorf	2022	Rivierbaars	10	17,2	74,6	2+	Filet	Poolmonster	1,3	21,1
Lahn	Benedenloop van de Lahn	2022	Kopvoorn	5	21,1	134	2+	Filet	Poolmonster	1,1	19,7
Rijn	St. Goar	2022	Rivierbaars	10	14,9	62,3	2+	Filet	Poolmonster	1,5	21,4
Rijn	Petersau	2015	Blankvoorn	9	20,3	121	3	Filet	Poolmonster	2,2	
Rijn	Petersau	2015	Rivierbaars	16	17,5	76,8	3	Filet	Poolmonster	0,9	
Rijn	St. Goar	2015	Blankvoorn	11	19,5	102	3	Filet	Poolmonster	2	
Rijn	St. Goar	2015	Rivierbaars	13	20,4	128	3	Filet	Poolmonster	0,9	
Moezel	Detzem	2015	Rivierbaars	9	21,4	138	3	Filet	Poolmonster	0,9	
Moezel	Detzem	2015	Blankvoorn	9	20,4	113	3	Filet	Poolmonster	2,1	
Moezel	Detzem	2015	Blankvoorn	10	18,4	84		Filet	Poolmonster	2	
Moezel	Detzem	2015	Rivierbaars	10	18,7	86,2		Filet	Poolmonster	1,2	

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
 Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
 Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 200/210 -

Rivier	Vangstlocatie	Jaar	Vissoort	N (vissen)	Lengte [cm]	Gewicht [g]	Leeftijd [j]	Monster- materiaal	Monster	Vetgehalte [%]	DS [%]
Moezel	Palzem	2015	Rivierbaars	10	18,1	80,7		Filet	Poolmonster	1	
Moezel	Palzem	2015	Blankvoorn	10	19	82,9		Filet	Poolmonster	1,5	
Sauer	Metzdorf	2015	Barbeel	8	22,6	115		Filet	Poolmonster	3,6	
Sauer	Metzdorf	2015	Blankvoorn	11	18,6	83,9		Filet	Poolmonster	1,9	
Sauer	Metzdorf	2015	Rivierbaars	10	17,7	80		Filet	Poolmonster	0,8	
Saar	Schoden	2015	Rivierbaars	6	21	152		Filet	Poolmonster	1,1	
Saar	Schoden	2015	Blankvoorn	15	18,6	90,6		Filet	Poolmonster	2	
Moezel	Detzem	2015	Kopvoorn	2	35	519		Filet	Poolmonster	1	
Moezel	Detzem	2015	Kopvoorn	8	20,4	105		Filet	Poolmonster	0,8	
Meurthe	Saint-Clément	2022	Kopvoorn	5	21,2	93	3	Filet	Poolmonster	0,8	22,9
Meurthe	Damelevières	2022	Kopvoorn	8	21,2	90,6	3	Filet	Poolmonster	1	22,9
Meurthe	Damelevières	2022	Rivierbaars	8	19,2	78,1	3	Filet	Poolmonster	0,8	24
Moezel	Tonnoy	2017	Kopvoorn	10	25,5	181	4	Filet	Poolmonster	1,7	19,9
Moezel	Tonnoy	2021	Kopvoorn	9	25,3	164	4	Filet	Poolmonster	0,7	19,8
Moezel	Liverdun	2015	Barbeel	1	22	80	3	Hele vis	Individueel monster	3,4	23,5
Moezel	Liverdun	2015	Kolblei	8	19,4	94,4	3	Hele vis	Poolmonster	8,2	28,7
Moezel	Liverdun	2015	Kolblei	12	19,6	102	3	Filet	Poolmonster	4,4	23,2

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
 Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
 Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 201/210 -

Rivier	Vangstlocatie	Jaar	Vissoort	N (vissen)	Lengte [cm]	Gewicht [g]	Leeftijd [j]	Monster- materiaal	Monster	Vetgehalte [%]	DS [%]
Moezel	Liverdun	2015	Kopvoorn	2	27,5	249	4	Hele vis	Poolmonster	1,8	22,6
Moezel	Liverdun	2015	Kopvoorn	8	22,5	125	3	Filet	Poolmonster	0,8	19,8
Moezel	Liverdun	2015	Blankvoorn	13	19,8	98,8	3	Filet	Poolmonster	2,1	20,3
Moezel	Liverdun	2015	Rivierbaars	16	19,2	87,9	3	Filet	Poolmonster	1,1	20,1
Moezel	Liverdun	2015	Rivierbaars	4	23,8	204	4	Filet	Poolmonster	1,5	20,3
Moezel	Liverdun	2015	Snoekbaars	1	25	131	2	Hele vis	Individueel monster	3	20,4
Moezel	Liverdun	2015	Snoekbaars	2	39,5	638	3	Filet	Poolmonster	1,1	21,5
Moezel	Liverdun	2022	Kopvoorn	8	25,7	182	4	Filet	Poolmonster	1	20,8
Moezel	Liverdun	2022	Rivierbaars	8	22,7	161	4	Filet	Poolmonster	1,9	23,7
Moezel	Millery - Vandières	2015	Kolblei	15	18,1	78,7	3	Filet	Poolmonster	3,7	22,6
Moezel	Millery - Vandières	2015	Kopvoorn	1	24	134	3	Hele vis	Individueel monster	3,7	26
Moezel	Millery - Vandières	2015	Blankvoorn	8	19	97,1	3	Filet	Poolmonster	2,2	23,6
Moezel	Millery - Vandières	2015	Rivierbaars	1	27	287	5	Hele vis	Individueel monster	4	26
Moezel	Millery - Vandières	2015	Rivierbaars	2	16,5	61	3	Hele vis	Poolmonster	5	26
Moezel	Millery - Vandières	2015	Rivierbaars	4	22,9	157	4	Hele vis	Poolmonster	3,4	27,2
Moezel	Millery - Vandières	2015	Rivierbaars	14	19,1	88,9	3	Filet	Poolmonster	1,4	21
Moezel	Millery - Vandières	2015	Snoekbaars	10	25,9	158	2	Filet	Poolmonster	1,1	20,8

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
 Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
 Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 202/210 -

Rivier	Vangstlocatie	Jaar	Vissoort	N (vissen)	Lengte [cm]	Gewicht [g]	Leeftijd [j]	Monster- materiaal	Monster	Vetgehalte [%]	DS [%]
Moezel	Millery - Vandières	2015	Snoekbaars	1	39	606	3	Filet	Individueel monster	1,9	22,7
Moezel	Millery - Vandières	2015	Snoekbaars	1	33	380	2	Filet	Individueel monster	1,1	22,6
Moezel	Millery - Vandières	2022	Kopvoorn	7	23,9	156	3	Filet	Poolmonster	0,9	20,6
Moezel	Millery - Vandières	2022	Rivierbaars	6	21,8	135	3	Filet	Poolmonster	1,2	21,9
Moezel	Millery - Vandières	2022	Rivierbaars	1	29,8	396	6	Filet	Poolmonster	1,1	22,6
Moezel	Millery - Vandières	2022	Meerval	1	80	-	3	Filet	Individueel monster	0,7	19,9
Moezel	Millery - Vandières	2015	Kopvoorn	2	24,5	156	3	Hele vis	Poolmonster	3	25,5
Moezel	Millery - Vandières	2015	Kopvoorn	13	22,2	115	3	Filet	Poolmonster	1,2	21,2
Moezel	Millery - Vandières	2015	Blankvoorn	14	19,5	95,8	3	Filet	Poolmonster	1,9	22,9
Moezel	Millery - Vandières	2015	Blankvoorn	7	25,7	242	5	Filet	Poolmonster	3,3	24,6
Moezel	Millery - Vandières	2015	Blankvoorn	6	21,8	140	3	Filet	Poolmonster	1,9	23,9
Moezel	Millery - Vandières	2015	Rivierbaars	12	14,5	39,3	2	Hele vis	Poolmonster	1,8	25,7
Moezel	Millery - Vandières	2015	Meerval	1	66	1788	3	Filet	Individueel monster	1	20
Moezel	Millery - Vandières	2019	Kopvoorn	8	27,6	264	4	Filet	Poolmonster	1,36	22
Moezel	Millery - Vandières	2021	Kopvoorn	10	22,8	137	3	Filet	Poolmonster	0,6	22,9
Moezel	Millery - Vandières	2022	Kopvoorn	8	26,3	224	4	Filet	Poolmonster	1,2	21,3
Moezel	Millery - Vandières	2022	Rivierbaars	5	18,6	81,4	3	Filet	Poolmonster	0,8	20,9

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 203/210 -

Rivier	Vangstlocatie	Jaar	Vissoort	N (vissen)	Lengte [cm]	Gewicht [g]	Leeftijd [j]	Monster- materiaal	Monster	Vetgehalte [%]	DS [%]
Moezel	Millery - Vandières	2022	Meerval	1	75	-	3	Filet	Individueel monster	0,7	19,2
Moezel	Uckange - Sierck	2022	Brasem	8	19,9	100	3	Filet	Poolmonster	5,7	25,7
Moezel	Uckange - Sierck	2022	Rivierbaars	1	34,6	636	9	Filet	Poolmonster	0,8	22,5
Moezel	Uckange - Sierck	2022	Rivierbaars	8	20,6	113	3	Filet	Poolmonster	0,8	21,1
Moezel	Uckange - Sierck	2022	Meerval	1	72	-	3	Filet	Individueel monster	0,6	19,3
Moezel	Uckange - Sierck	2022	Kopvoorn	8	22,9	153	3	Filet	Poolmonster	1	20
Saar	Sarraltroff	2020	Kopvoorn	9	22,4	115	3	Filet	Poolmonster	2,2	21,6
Saar	Sarraltroff	2022	Kopvoorn	8	22,9	153	3	Filet	Poolmonster	1,2	20,1
Saar	Sarraltroff	2022	Blankvoorn	7	16,3	72,1	3	Filet	Poolmonster	1,6	21,4
Saar	Keskastel	2022	Kopvoorn	8	22,9	153	3	Filet	Poolmonster	0,9	20,4
Saar	Keskastel	2022	Blankvoorn	8	20	97,3	3	Filet	Poolmonster	2,3	22,2
Saar	Güdingen/Grosbliederstroff	2022	Kopvoorn	8	22,9	153	3	Filet	Poolmonster	0,9	19,9
Saar	Güdingen/Grosbliederstroff	2022	Blankvoorn	8	17,4	86,6	3	Filet	Poolmonster	2	22,7
Saar	Güdingen/Grosbliederstroff	2015	Kolblei	4	16,3	49	3	Hele vis	Poolmonster	6,1	25,9
Saar	Güdingen/Grosbliederstroff	2015	Brasem	6	19,3	75	3	Hele vis	Poolmonster	4,3	26,8
Saar	Güdingen/Grosbliederstroff	2015	Kopvoorn	10	21,7	113	3	Filet	Poolmonster	1,4	20,3
Saar	Güdingen/Grosbliederstroff	2015	Blankvoorn	11	20	97,3	3	Filet	Poolmonster	2,1	22,2

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
 Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
 Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 204/210 -

Rivier	Vangstlocatie	Jaar	Vissoort	N (vissen)	Lengte [cm]	Gewicht [g]	Leeftijd [j]	Monster- materiaal	Monster	Vetgehalte [%]	DS [%]
Saar	Güdingen/Grosbliederstroff	2015	Rivierbaars	6	14,2	32,5	2	Hele vis	Poolmonster	2,3	26,1
Saar	Güdingen/Grosbliederstroff	2015	Rivierbaars	1	25	225	5	Hele vis	Individueel monster	3,6	23
Saar	Güdingen/Grosbliederstroff	2015	Rivierbaars	6	19,9	98,3	3	Hele vis	Poolmonster	2,2	27,7
Saar	Güdingen/Grosbliederstroff	2022	Kopvoorn	8	22,9	153	3	Filet	Poolmonster	0,9	20,4
Saar	Güdingen/Grosbliederstroff	2022	Blankvoorn	5	17,7	69,8	3	Filet	Poolmonster	2,1	22,2
Saar	Güdingen/Grosbliederstroff	2022	Blankvoorn	6	14,4	35,7	2	Filet	Poolmonster	1,6	22,4
Rijn	Fußach	2019	Kopvoorn	6				Hele vis	Poolmonster	4,5	26,2
Rijn	Fußach	2022	Kopvoorn	2	33,8	422	4,5	Hele vis	Poolmonster	3,2	25,6
Rijn	Fußach	2022	Kopvoorn	4	24,4	187	2,5	Hele vis	Poolmonster	4,7	27,3

Tabel 23: Overzicht van de schelpdiermonsters inclusief biometrische gegevens (alle gegevens na standaardisatie en opschoning).

Rivier	Vangstlocatie	Jaar	Geslacht	Lengteklasse [cm]	Gewicht met schelp [g]	Gewicht week lichaam [g]	N (afzonderlijke dieren)	Vetgehalte [%]	DS [%]
Rijn	Reckingen	2015	Corbicula	<1, 1-2	800	122	-	1,6	-
Rijn	Weil	2015	Corbicula	<1, 1-2, >2	1600	135	-	2	-
Neckar	Besigheim	2015	Corbicula	1-2, >2	900	154	-	2,3	-
Neckar	Kochendorf	2015	Corbicula	1-2, >2	2000	153	-	2,9	-
Neckar	Mannheim	2015	Corbicula	1-2, >2	1900	160	-	3	-
Rijn	Reckingen	2016	Corbicula	1-2, >2	1200	149	-	0,7	
Rijn	Weil	2016	Corbicula	1-2, >2	1800	248	-	0,9	
Rijn	Mannheim	2016	Dreissena	1-2	1200	199	-	0,3	
Neckar	Besigheim	2016	Corbicula	1-2, >2	1000	174	-	2,6	
Neckar	Kochendorf	2016	Corbicula	1-2, >2	2000	276	-	2,1	
Neckar	Mannheim	2016	Corbicula	1-2, >2	1000	131	-	1,4	-
Rijn	Reckingen	2017	Corbicula	1-2	1700	196	-	1,1	11,5
Rijn	Weil	2017	Corbicula	1-2	1100	86	-	0,3	8
Rijn	Mannheim	2017	Dreissena	1-2	1500	181	-	0,3	8,8
Neckar	Besigheim	2017	Corbicula	1-2, >2	400	53	-	-	18,3
Neckar	Kochendorf	2017	Corbicula	1-2, >2	1800	189	-	2,9	17,9
Neckar	Mannheim	2017	Corbicula	>2	1900	285	-	2,4	15,3
Rijn	Reckingen	2018	Corbicula	1-2	2323	237	-	1	10,9
Rijn	Reckingen	2019	Corbicula	1-2	1900	211	-	0,79	9,3
Rijn	Karlsruhe	2019	Dreissena	1-2	1200	160	-	0,36	7,5

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 206/210 -

Rivier	Vangstlocatie	Jaar	Geslacht	Lengteklasse [cm]	Gewicht met schelp [g]	Gewicht week lichaam [g]	N (afzonderlijke dieren)	Vetgehalte [%]	DS [%]
Rijn	Mannheim	2019	Dreissena	1-2	1600	243	-	0,29	5,7
Neckar	Besigheim	2019	Dreissena	1-2	1300	151	-	0,69	8,4
Neckar	Kochendorf	2019	Dreissena	1-2	1200	163	-	1,2	10,3
Neckar	Mannheim	2019	Dreissena	1-2	1400	240	-	1,4	9,4
Rijn	Reckingen	2021	Dreissena	1-2, >2	862	173	-	0,1	5,38
Rijn	Weil	2021	Corbicula	1-2, >2	1393	192	-	1,7	12,8
Rijn	Weil	2021	Dreissena	1-2, >2	905	187	-	0,8	10,2
Rijn	Karlsruhe	2021	Dreissena	1-2, >2	2309	309	-	0,7	10,1
Rijn	Mannheim	2021	Dreissena	1-2, >2	2182	313	-	0,7	10,3
Neckar	Besigheim	2021	Dreissena	1-2, >2	1112	159	-	1,2	11,1
Neckar	Kochendorf	2021	Dreissena	1-2, >2	1931	253	-	0,7	9,20
Neckar	Mannheim	2021	Dreissena	1-2, >2	2786	406	-	0,3	9,09
Rijn	Reckingen	2022	Dreissena	1-2	1931	244	-	0,4	7,3
Rijn	Weil	2022	Dreissena	1-2,>2	1325	162	-	0,6	8
Rijn	Karlsruhe	2022	Dreissena	1-2,>2	2047	209	-	0,5	7,4
Rijn	Mannheim	2022	Dreissena	<1,1-2	1895	164	-	0,4	8,3
Neckar	Besigheim	2022	Dreissena	1-2,>2	2254	256	-	1	9,7
Neckar	Kochendorf	2022	Dreissena	1-2,>2	1753	205	-	1	9,9
Neckar	Mannheim	2022	Dreissena	1-2,>2	2004	242	-	1,4	10
Rijn	Ketelmeer	2017	Dreissena	1,57		0,1	>200	0,2	3
Rijn	Hollands Diep	2017	Dreissena	1,57		0,08	>200	0,3	3,4
Rijn	Hollands Diep	2018	Dreissena	1,64		0,16	>200	0,4	4,8

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 207/210 -

Rivier	Vangstlocatie	Jaar	Geslacht	Lengteklasse [cm]	Gewicht met schelp [g]	Gewicht week lichaam [g]	N (afzonderlijke dieren)	Vetgehalte [%]	DS [%]
Rijn	IJsselmeer	2019	Dreissena	1,71		0,07	>200	0,7	7,1
Rijn	Hollands Diep	2019	Dreissena	1,64		0,14	>200	0,5	5,5
Rijn	Lobith	2019	Dreissena	1,61		0,14	>200	0,5	5,7
Rijn	Hollands Diep	2020	Dreissena	1,74		0,22	>200	0,6	5,6
Rijn	Ketelmeer	2020	Dreissena	1,72		0,26	>200	0,9	7
Rijn	Hollands Diep	2021	Dreissena	1,73		0,21	>200	0,5	5,5
Rijn	Lobith	2021	Dreissena	1,68		0,17	>200	1,3	9
Rijn	Nieuwe Maas	2021	Dreissena	1,62		0,17	>200	0,5	4,9
Rijn	Hollands Diep	2022	Dreissena	1,68		0,13	>200	0,6	7,5
Rijn	IJsselmeer	2022	Dreissena	1,66		0,2	>200	0,3	3,7
Schwarzbach	Astheim	2021	Corbicula	2,3 - 2,8		67,9	95	2,97	18,3
Weschnitz	Biblis-Wattenheim	2021	Corbicula	2,5 - < 2,9		98,6	95	1,8	13,2
Kinzig	Hanau	2021	Corbicula	2,2 - < 2,6		93,3	95	3,64	21,7
Lahn	Limburg	2021	Corbicula	2,4 - 2,8		70,4	75	2,42	19,8
Lahn	Solms-Oberbiel	2021	Corbicula	2,5 - 2,6		91,9	51	3,12	23,3
Nidda	Nied	2021	Corbicula	2,5 - < 3,0		81,0	73	2,8	17,4
Weschnitz	Biblis-Wattenheim	2022	Corbicula	2,8	7		80		
Schwarzbach	Astheim	2022	Corbicula	2,62	6,3		81		
Kinzig	Hanau	2022	Corbicula	2,56	6,8		80		
Lahn	Limburg	2022	Corbicula	2,73	8,4		95		
Lahn	Solms-Oberbiel	2022	Corbicula	3,12	10,7		54		
Weschnitz	Biblis-Wattenheim	2020	Corbicula	2,5 - 3,1	196	22	30		

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 208/210 -

Rivier	Vangstlocatie	Jaar	Geslacht	Lengteklasse [cm]	Gewicht met schelp [g]	Gewicht week lichaam [g]	N (afzonderlijke dieren)	Vetgehalte [%]	DS [%]
Schwarzbach	Astheim	2020	Corbicula	2,3 - 2,5	170	20	33		
Kinzig	Hanau	2020	Corbicula	1,8 - 2,1	119	14	34		
Lahn	Solms-Oberbiel	2020	Corbicula	2,6 - 3,3	292	66	33		
Nidda	Nied	2020	Corbicula	2,4 - 2,6	203	23	31		
Lahn	Limburg	2020	Corbicula	2,7 - 4,0	442	91	32		
Moezel	Detzem	2015	Dreissena						
Saar	Schoden	2015	Kruising: Dreiss.+Corb.						
Rijn	Budenheim	2015	Dreissena						
Moezel	Palzem	2015	Dreissena						
Moezel	Detzem	2015	Dreissena						
Rijn	Bovenloop van de Bovenrijn	2015	Dreissena						
Moezel	Palzem	2023	Dreissena	2,5-3	337	80,6	100	1,1	11,6
Moezel	Palzem	2023	Dreissena	2,5-3	370	108	100	1	11,5
Moezel	Palzem	2023	Dreissena	2,5-3	320	89,2	99	1,1	11,2
Moezel	Detzem	2023	Dreissena	2,5-3	263	67,0	100	1	7,4
Moezel	Detzem	2023	Dreissena	2,5-3	212	43,7	109	0,7	6,4
Rijn	Petersau	2023	Dreissena	2,5-3	179	34,0	102	0,7	5,9
Rijn	Budenheim	2023	Dreissena	2-2,5	214	53,2	99	0,6	4,2
Rijn	St. Goar	2023	Dreissena	2,5-3	277	44,5	125	0,7	5,7
Saar	Schoden	2023	Dreissena	2,5-3	319	89,4	79	0,9	10,9

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 209/210 -

Rivier	Vangstlocatie	Jaar	Geslacht	Lengteklasse [cm]	Gewicht met schelp [g]	Gewicht week lichaam [g]	N (afzonderlijke dieren)	Vetgehalte [%]	DS [%]
Moezel	Uckange - Sierck	2021	Dreissena	2-2,5	6,5	1,7	5	1,31	22,1
Moezel	Uckange - Sierck	2021	Dreissena	2-2,5	11,7	4,04	9	2,27	22,2
Moezel	Uckange - Sierck	2021	Dreissena	2-2,5	11,7	4,07	9	4,35	24,4
Moezel	Uckange - Sierck	2021	Dreissena	2,5-3	9	4,25	6	3,63	24,2
Moezel	Uckange - Sierck	2021	Dreissena	2,5-3	6	4,04	4	3,39	26,2
Meurthe	Bouxières	2021	Dreissena	2-2,5	18,2	3,58	14	1,3	19,2
Moezel	Liverdun	2021	Dreissena	2-2,5	19,5	3,34	15	2,1	19,9
Moezel	Uckange - Sierck	2021	Dreissena	2-2,5	20,8	3,45	16	1,4	16,2
Moezel	Millery - Vandières	2021	Dreissena	2-2,5	20,8	3,23	16	0,7	18,1
Moezel	Uckange - Sierck	2021	Dreissena	2-2,5	20,8	3,53	16	0,7	17,8
Moezel	Uckange - Sierck	2021	Dreissena	2-2,5	19,5	3,44	15	0,4	18,0
Moezel	Millery - Vandières	2021	Dreissena	2-2,5	23,4	3,41	18	1,2	18,6
Moezel	Liverdun	2021	Dreissena	2-2,5	19,5	4,19	15	0,8	20,9
Moezel	Uckange - Sierck	2021	Dreissena	2-2,5	19,5	3,79	15	0,4	22,4
Moezel	Millery - Vandières	2021	Dreissena	2-2,5	19,5	4,09	15	0,5	22,4
Moezel	Uckange - Sierck	2021	Dreissena	2-2,5	19,5	4,00	15	0,8	21,1
Meurthe	Saint-Clément	2021	Dreissena	2-2,5	20,8	4,06	16	0,8	21,4
Moezel	Tonnoy	2021	Dreissena	2-2,5	18,2	4,28	14	0,4	19,1
Moezel	Uckange - Sierck	2021	Dreissena	2-2,5	18,2	4,12	14	0,6	22,5
Moezel	Millery - Vandières	2021	Dreissena	2-2,5	19,5	4,21	15	1,7	22,1
Meurthe	Bouxières	2021	Dreissena	2-2,5	23,4	4,03	18	0,3	21,6
Saar	Grosbliederstroff	2022	Dreissena	2-2,5	18,2	4,90	14	1,2	10,2

Eindrapport: Metingen van schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied 2015-2023
Projectnummer ICBR: ICBR-rapport 311
Projectnummer IME: 2023-030

- Pagina 210/210 -

Rivier	Vangstlocatie	Jaar	Geslacht	Lengteklasse [cm]	Gewicht met schelp [g]	Gewicht week lichaam [g]	N (afzonderlijke dieren)	Vetgehalte [%]	DS [%]
Moezel	Uckange - Sierck	2022	Dreissena	2-2,5	18,2	5,42	14	0,9	11,6
Moezel	Uckange - Sierck	2022	Dreissena	2-2,5	14,3	5,13	11	0,9	11,0
Moezel	Uckange - Sierck	2022	Dreissena	2-2,5	18,2	5,19	14	0,8	10,6
Moezel	Liverdun	2022	Dreissena	2-2,5	20,8	5,18	16	1,4	12,1
Moezel	Millery - Vandières	2022	Dreissena	2-2,5	31,2	5,92	24	1,7	13,8
Meurthe	Bouxières	2022	Dreissena	2-2,5	19,5	5,39	15	1,1	13,2
Moezel	Uckange - Sierck	2022	Dreissena	2-2,5	24,7	5,49	19	1,3	10,0
Moezel	Uckange - Sierck	2022	Dreissena	2-2,5	19,5	5,03	15	0,6	8,76
Saar	Sarraltroff	2022	Dreissena	2-2,5	18,2	5,04	14	0,3	8,92
Saar	Grosbliederstroff	2022	Dreissena	2-2,5	15,6	5,04	12	0,4	8,74
Moezel	Uckange - Sierck	2022	Dreissena	2-2,5	20,8	5,12	16	0,5	9,29
Moezel	Liverdun	2022	Dreissena	2-2,5	20,8	5,23	16	0,3	9,11
Moezel	Millery - Vandières	2022	Dreissena	2-2,5	23,4	5,53	18	0,4	7,56
Moezel	Millery - Vandières	2022	Dreissena	2-2,5	20,8	5,28	16	0,3	7,53
Meurthe	Bouxières	2022	Dreissena	2-2,5	26	4,96	20	0,1	8,53