



# Statistische evaluatie van metingen van de verontreiniging van biota/vissen met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied in de jaren 2014/2015

Internationale  
Kommission zum  
Schutz des Rheins

Commission  
Internationale  
pour la Protection  
du Rhin

Internationale  
Commissie ter  
Bescherming  
van de Rijn

*Rapport Nr. 252*



## **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, fax +49-(0)261-94252-52

E-mail: sekretariat@iksr.de

[www.iksr.org](http://www.iksr.org)

© IKSР-CIPR-ICBR 2018

## **Statistische evaluatie van metingen van de verontreiniging van biota/vissen met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied in de jaren 2014/2015**

### **Opdrachtgever**

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

### **Opdrachtnemer**

Fraunhofer-Instituut voor moleculaire biologie en toegepaste ecologie  
(Fraunhofer IME), afdeling toegepaste ecologie, 57392 Schmallenberg, Duitsland

### **Directeur Fraunhofer IME (afdeling toegepaste ecologie)**

Christoph Schäfers

### **Projectuitvoering**

Annette Fliedner

Martin Müller

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Samenvatting</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Context / inleiding</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Gegevensbasis</b> .....	<b>6</b>
3.1	Stoffen en stofgroepen.....	6
3.2	Meetlocaties.....	11
3.3	Datasets .....	11
<b>4</b>	<b>Evaluatie</b> .....	<b>19</b>
4.1	Samenvatting van de beschikbare gegevens .....	19
4.2	Gehaltes aan schadelijke stoffen .....	24
4.2.1	Descriptieve parameters.....	25
4.3	Vergelijking tussen metingen in filet en in hele vis .....	27
4.4	Ruimtelijke vergelijking op basis van niet-gestandaardiseerde meetresultaten .....	29
4.5	Ruimtelijke vergelijking op basis van gestandaardiseerde meetresultaten .....	38
<b>5</b>	<b>Bibliografie</b> .....	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>Verklarende woordenlijst</b> .....	<b>45</b>
<b>7</b>	<b>Bijlage</b> .....	<b>46</b>
7.1	Tabellen .....	46
7.2	Verontreinigingskaarten .....	46
7.3	Overzicht van aanvullende Nederlandse gegevens over subadulte hele vis uit de Rijndelta.....	48

# 1 Samenvatting

In het onderhavige rapport wordt een samenvatting gegeven van de evaluatie van de monitoringgegevens die in het kader van de ICBR-pilot, getiteld "Eerste gemeenschappelijke onderzoeksprogramma naar de verontreiniging van biota (vissen) met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied" zijn verzameld.

In de evaluatie is er rekening gehouden met meetgegevens van in totaal 84 filet-poolmonsters die in de jaren 2014 en 2015 zijn genomen. De in de Rijndelta in ICBR-kader verzamelde meetresultaten in hele vis zijn met uitzondering van kwik (Hg) in de totaalevaluatie niet meegenomen. In het vervolg moeten de meetgegevens in hele vis wel worden meegenomen.

Er is gekeken naar monsters van de vissoorten kopvoorn (*Squalius cephalus*), blankvoorn (*Rutilus rutilus*), brasem (*Abramis brama*), kolblei (*Blicca bjoerkna*), snoekbaars (*Sander lucioperca*) en rivierbaars (*Perca fluviatilis*). De monsters waren afkomstig van 37 meetlocaties (ML's) in 19 wateren (Rijn, Rijndelta (Hollands Diep, Ketelmeer en IJsselmeer), Neckar, Main, Lahn, Moezel, Wupper, Ruhr, Lippe, Rotach, Schussen, Weschnitz, Schwarzbach, Kinzig, Saar, Sauer en Alzette).

In het onderhavige rapport zijn de (niet-gestandaardiseerde) meetgegevens (I.) en - voor blankvoorn en rivierbaars uit de Rijn en de Rijndelta - naar 5% vet gestandaardiseerde meetgegevens (II.) vergeleken met de milieukwaliteitseisen voor biota (MKE's). In deze samenvatting worden zowel de conclusies voor de niet-gestandaardiseerde als de gestandaardiseerde meetresultaten gepresenteerd.

I. De toetsing van de niet-gestandaardiseerde meetresultaten geeft de volgende conclusies:

De MKE voor **kwik (Hg)** van 20 µg/kg natgewicht (NG) is vrijwel overal overschreden; de zwaarste verontreiniging is in de Schwarzbach gemeten. Echter, op enkele ML's lag de Hg-concentratie alleen in rivierbaarzen boven de MKE, maar niet in blankvoorns of kopvoorns. Slechts op één ML aan de Rijn, "Iffezheim tot Lauter", is de MKE nageleefd.

Voor **perfluorooctaansulfonaat (PFOS)** is op 24 ML's voor minstens één vissoort een overschrijding van de MKE van 9,1 µg/kg NG waargenomen. De zwaarste verontreiniging is gevonden in vissen van de Rijn-ML "benedenstrooms van de monding van de Neckar".

De verontreiniging van vissen met **dioxinen, furanen en dioxineachtige polychloorbifenylen (PCDD/F+dl-PCB's)** is op alle ML's lager dan de MKE van 6,5 pg/g WHO<sub>2005</sub>-TEQ.

Ook voor **hexabroomcyclododecaan (HBCDD)** en **hexachloorbutadieen (HCBd)** zijn er geen overschrijdingen van de MKE waargenomen; HCBd lag in 70 van de 84 monsters onder de analytische bepalingsgrens van 0,02 - 1,0 µg/kg.

Voor de **polybroomdifenylethers (PBDE)** is er daarentegen een vlakdekkende overschrijding van de MKE van 0,0085 µg/kg NG gemeten. De vissen uit de bovenloop van de Moezel bij Millery waren het zwaarst vervuild.

**Hexachloorbenzeen (HCB)** lag in 15 monsters onder de bepalingsgrens. Overschrijdingen van de MKE van 10 µg/kg zijn alleen gevonden in de Lahn, de Weschnitz en de Schwarzbach.

Voor de **niet-dioxineachtige polychloorbifenylen (ndl-PCB's)** is als referentiewaarde het maximumgehalte voor levensmiddelen genomen (75 µg/kg NG), omdat er vooralsnog geen MKE bestaat. Overschrijdingen van deze grenswaarde zijn aangetroffen in afzonderlijke

monsters uit de Rijn (Hollands Diep, Ketelmeer), de bovenloop van de Moezel (Liverdun, Millery) en de Wupper.

De MKE voor **dicofol** van 33 µg/kg is op alle onderzochte ML's nageleefd.

In een groot aantal van de laboratoria waarmee is samengewerkt, konden **heptachloor en heptachloorepoxide (HC + HCE)** niet met voldoende gevoeligheid worden gemeten. In de gevallen dat de gebruikte analysemethoden gevoelig genoeg waren, zijn er steeds concentraties boven de MKE van 0,0067 µg/kg gevonden.

II. De toetsing van de naar 5% vet gestandaardiseerde meetresultaten van de lipofiele stoffen in blankvoorn en rivierbaars uit de Rijn en de Rijndelta geeft de volgende conclusies:

De verontreiniging van vissen met **dioxinen, furanen en dioxineachtige polychloorbifenylen (PCDD/F+dl-PCB's)** overschrijdt in meerdere Rijntrajecten de MKE van 6,5 pg/g WHO<sub>2005</sub>-TEQ.

Voor **hexabroomcyclododecaan (HBCDD)** zijn er geen overschrijdingen van de MKE waargenomen. Voor **hexachloorbutadieen (HCB)** lag het gehalte in 12 van de 17 monsters onder de analytische bepalingsgrens van 0,02 - 1,0 µg/kg. De wel meetbare gehalten overschrijden de MKE niet.

Voor de **polybroomdifenylethers (PBDE)** is er daarentegen vlakdekkend een zeer hoge overschrijding van de MKE van 0,0085 µg/kg NG gemeten.

**Hexachloorbenzeen (HCB)** lag in alle monsters van blankvoorn en rivierbaars uit de Rijn en de Rijndelta onder de MKE van 10µg/kg. De zwaarste verontreiniging is in rivierbaarzen benedenstrooms van de monding van de Neckar waargenomen.

De MKE voor **dicofol** van 33 µg/kg is op alle onderzochte meetlocaties nageleefd.

In een groot aantal van de laboratoria waarmee is samengewerkt, konden heptachloor en heptachloorepoxide (HC + HCE) niet met voldoende gevoeligheid worden gemeten. In de gevallen dat de gebruikte analysemethoden gevoelig genoeg waren, zijn er steeds concentraties boven de MKE van 0,0067 µg/kg gevonden.

III. Vergelijking van gestandaardiseerde met niet-gestandaardiseerde resultaten

Na vergelijking van de resultaten blijkt dat de conclusie over de normtoetsing meestal hetzelfde is. Omdat de gehalten van de lipofiele **dioxinen, furanen en dioxineachtige polychloorbifenylen (PCDD/F+dl-PCB's)** dicht bij de MKE liggen, is er een belangrijk verschil in de conclusie: na standaardisatie overschrijden op veel meer meetlocaties de gehalten in vis de MKE voor  $\Sigma$ TEQ.

Bovendien moet worden opgemerkt dat gestandaardiseerde resultaten voor hele vis/filet dan wel individueel monster/mengmonster beter met elkaar te vergelijken zijn, ook tussen meetlocaties. Voor een standaardisatie van de gegevens dienen het vetpercentage en het droge stof-percentages te worden bepaald.

## 2 Context / inleiding

Vissen worden sinds vele jaren in de biotamonitoring gebruikt om de verontreiniging van water te bepalen. Afhankelijk van het vraagstuk en 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 (EG) nr. 1881/2006 (EU 2006a) en de aanvullingen daarop (EU 2008a, EU

2011a,b,c), hebben gewoonlijk betrekking op het spierweefsel van een selectie van consumptievissen. Alleen als vis in zijn geheel wordt opgegeten, geldt de grenswaarde 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 MKE's afgeleid die als voorschrift fungeren en die toekomstige acties dienen 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 MKE's gelden voor beide beschermingsdoelen "menselijke gezondheid" en "bescherming van in het wild levende dieren tegen doorvergiftiging", omdat de grenswaarde voor het gevoeligste beschermingsdoel doorslaggevend was bij de bepaling van de MKE's (UC 2013). Negen van deze stoffen en stofgroepen moeten worden gemonitord in vis, te weten kwik (Hg) en zijn verbindingen, de gebromeerde vlamvertragers hexabroomcyclododecaan (HBCDD) en polybroomdifenylethers (PBDE), dioxinen, furanen en dioxineachtige PCB's (PCDD/F + dl-PCB's), hexachloorbenzeen (HCB), hexachloorbutadieen (HCBd, dicofol, heptachloor en heptachloorepoxide (HC + HCE) en het geperfluoreerde tenside perfluorooctaansulfonaat (PFOS).

Echter, de verzamelde monitoringgegevens waren tot 2013 vooralsnog zeer heterogeen. Afhankelijk van het onderzoeksprogramma waren er verschillen tussen de vissoort, 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 een stroomgebiedsdistrict waren de gegevens vaak zo heterogeen dat ruimtelijke vergelijkingen van verontreinigingen niet gemakkelijk waren (ICBR 2011, Foekema et al. 2016).

Gelet op het voorgaande heeft de Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn (ICBR) in 2015 met het "Eerste gemeenschappelijke onderzoeksprogramma naar de verontreiniging van biota (vissen) met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied" een pilot uitgevoerd waarin de wettelijke eisen van het Europese water-, levensmiddelen- en gezondheidsrecht zo volledig mogelijk invulling is gegeven. Door de creatie van een vergelijkbare en betrouwbare gegevensbasis zal de basis worden gelegd voor een gezamenlijke omgang met verontreinigingen in biota/vissen in het stroomgebiedsdistrict Rijn.

Als uitgangspunt voor de monitoring is er gebruik gemaakt van het herziene CIS-guidance document nr. 25 (EU 2010), het kaderdocument monitoring van de werkgroep water van de Duitse deelstaten (LAWA-AO 2012) en het CIS-guidance document nr. 32 voor biotamonitoring (EU 2014), waarin aanbevelingen voor de concrete uitvoering van de monitoring en de gegevensanalyse zijn samengevat.

Het doel was om in de toekomst, ten behoeve van de bovengenoemde rechtsgebieden, resultaten over de verontreiniging van vissen/biota te verkrijgen die vergelijkbaar zijn voor het gehele stroomgebied en om de kosten voor de bemonstering en analyse op een aanvaardbaar niveau te houden.

De beschikbare meetgegevens zijn gestructureerd en gecontroleerd. In het onderhavige rapport wordt de evaluatie van de monitoringgegevens samengevat.

## 3 Gegevensbasis

### 3.1 Stoffen en stofgroepen

#### Dicofol (CAS-nr. 115-32-2):

Dicofol is een acaricide (insecticide tegen voornamelijk bijtenden insecten) waarvan de chemische eigenschappen lijken op die van DDT (p,p'-dichloordifenyiltrichloorethaan) en dat bijvoorbeeld in de fruitteelt, wijn- en tuinbouw wordt gebruikt tegen spintmijten. 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 het verdunning van de eischaal bij vogeleieren (UNEP 2016a). De stof is sinds 2008 niet meer toegelaten in de EU, omdat het risico voor de consument tot dusver onvoldoende is beoordeeld (EU 2008b). Dicofol staat op de kandidatenlijst van het Verdrag van Stockholm (UNEP 2013a).

#### Heptachloor (HC; CAS-nr. 76-44-8) en heptachloorepoxide (HCE; CAS-nr. 1024-57-3):

HC is een zeer effectief insecticide dat bijvoorbeeld werd gebruikt tegen termieten en de malariamug. HC en vooral zijn afbraakproduct HCE 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). HC is giftig en wordt ervan verdacht kankerverwekkend te zijn. In het Verdrag van Stockholm uit 2001 (UNEP 2001) is er een wereldwijd verbod op HC vastgelegd.

#### Hexachloorbenzeen (HCB, CAS-nr. 118-74-1):

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 HCB beperkt in de EU. Echter, door het gebruik van gechloreerde pesticiden, de productie van gechloreerde oplosmiddelen dan wel pesticiden of de uitloging van behandeld hout kunnen er nog steeds kleine hoeveelheden in het milieu terecht komen (Hillenbrand et al. 2007). HCB heeft een log Kow-waarde van 5,5 - 6,2 (Pubchem 2018) 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). HCB is bovendien toxisch en giftig voor de voortplanting. In 2001 is het op grond van het Verdrag van Stockholm wereldwijd verboden (UNEP 2001).

#### Hexachloorbutadieen (HCBd; CAS-nr. 87-68-3):

HCBd werd voornamelijk als oplosmiddel voor andere chloorhoudende verbindingen gebruikt, bijv. bij de productie van chloorgas of als oplosmiddel voor elastomeren. Daarnaast was het een smeermiddel en werd het als gewasbeschermingsmiddel toegepast. HCBd ontstaat als bijproduct bij de productie van andere gechloreerde verbindingen, zoals bijv. tetrachloorkoolstof of tetrachlooretheen (UNEP 2012). In het milieu wordt HCBd slechts langzaam afgebroken. De aquatische toxiciteit van HCBd 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 HCBd verboden in het kader van het Verdrag van Stockholm (UNEP 2016b).

#### Perfluorooctaansulfonaat (PFOS; CAS-nummer 1763-23-1):

PFOS behoort tot de groep van de geperfluoreerde tensiden en werd voornamelijk in impregneermiddelen voor bijv. textiel gebruikt. Daarnaast is/was het bestanddeel van enkele blusschuimmiddelen, hydraulische vloeistoffen voor de luchtvaart en fotolithografische chemicaliën die in de halfgeleiderindustrie worden toegepast. PFOS is giftig, persistent in het milieu en beschikt over een hoog bioaccumulatie- en biomagnificatiepotentieel (UNEP 2006a). De stof bindt aan proteïne en bijgevolg worden de hoogste concentraties gemeten in eiwitrijk weefsel, zoals lever, nieren en bloed (Ahrens et al. 2009, Goeritz et al. 2013, Jones et al. 2003, Luebker et al. 2002, Martin et al. 2003). In 2001 is de grootste producent, 3M, vrijwillig gestopt met de productie van PFOS (Carloni 2009, Brooke et al. 2004). Sinds 2008 is het gebruik van PFOS in de EU beperkt tot speciale toepassingen in de fotolithografie, galvanische industrie en luchtvaarttechniek (EU 2006b). Sinds 2009 is er een wereldwijde toepassingsrestrictie op grond van het Verdrag van Stockholm van kracht (UNEP 2018).

#### Polybroomdifenylethers (PBDE) en hexabroomcyclododecaan (HBCDD):

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 in de jaren tachtig al 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 1-10 broomatomen. Het vaakst komen mengsels voor bestaande uit voornamelijk congenere met vijf, acht of tien broomatomen. De dominante congenere in technisch 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 technisch octa-BDE (CAS-nr. 32536-52-0) 2,2',3',4,4',5',6-hepta-BDE (BDE-183) is. Technisch deca-BDE (CAS-nr. 1163-19-5) bestaat hoofdzakelijk uit BDE-209. Commercieel HBCDD bestaat grotendeels uit de drie diastereomeren  $\alpha$ -,  $\beta$ - en  $\gamma$ -HBCDD (CAS-nr. 134237-50-6, 134237-51-7 en 134237-52-8). Het  $\gamma$ -diastereomeer domineert met een aandeel van 70-95%, terwijl  $\alpha$ - en  $\beta$ -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 (pentaBDE), 6,29 (octaBDE) en 5,63 (HBCDD). De hoogste concentraties worden vastgesteld in vetrijk weefsel. Bovendien stapelen de stoffen zich op in de voedselketen (UNEP 2006b, 2007, 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 2018). In 2004 en 2006 zijn er vrijwillige emissiereductieprogramma's gestart voor HBCDD (EBFRIP 2010). In 2013 is het gebruik ervan op grond van het Verdrag van Stockholm ernstig beperkt (UNEP 2013b).

### Polychloordibenzo-p-dioxinen en dibenzofuranen (PCDD/F) en dioxineachtige polychloorbifenylen (dl-PCB's):

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, bijv. 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. Dl-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 MKE's worden twaalf van de in totaal 209 verschillende PCB-congeneren vanwege hun dioxineachtige eigenschappen als zogenaamde "dl-PCB's" samengevat met de 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 hormoonverstorend (Dioxin databank 2018). 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 conform het Verdrag van Stockholm (UNEP 2001).

### PCB's (indicator-PCB's, $\Sigma$ 6 ndl-PCB's):

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. In de groep van de niet-dioxineachtige PCB's (ndl-PCB's) worden vooral de congeneren PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180 aangetroffen in levensmiddelen. Voor de som van deze zes congeneren zijn maximumgehalten in levensmiddelen afgeleid (EU 2011a). Echter, in de Kaderrichtlijn Water is geen eigen MKE voor ndl-PCB's vastgelegd.

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 congeneren: 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).

### Kwik (Hg; CAS-nr. 7439-97-6):

Hg is een alomtegenwoordig metaal in het milieu. Het komt in veel verschillende fysische en chemische vormen voor. Vanuit toxicologisch oogpunt zijn vooral elementair Hg en monomethyl-Hg-verbindingen (CH<sub>3</sub>HgX, MeHg) relevant. MeHg is bijzonder problematisch als gevolg van de zeer hoge toxiciteit en het hoge bioaccumulatie- en biomagnificatiepotentieel (EQS Substance data sheet 2005, Merian et al. 2004). Omdat Hg zich bindt aan de SH-groep van proteïnen, worden de hoogste concentraties gemeten in weefsels die rijk zijn aan SH-houdende proteïnen, zoals bijv. 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 Minamata-Verdrag gesloten, een mondiaal kwikverdrag om de menselijke gezondheid en het milieu te beschermen (UNEP 2013c). Het Verdrag bevat maatregelen, zoals bijv. een verbod op nieuwe en de stillegging van oude kwikmijnen en controlemaatregelen in verband met emissies naar de lucht.

In tabel 1 worden de MKE's en wettelijke maximumgehalten in levensmiddelen samengevat.

Tabel 1: Overzicht van de geselecteerde stoffen en stofgroepen

Stof	Afkorting	Specificatie CAS-nr.	MKE [ $\mu\text{g}/\text{kg NG}$ ] <sup>1</sup>	MKE beschermingsdoel	Maximumgehalte in levensmiddelen (vissen)
Dicofol	-	115-32-2	33	Doorvergiftiging van in het wild levende dieren	VMR <sup>2</sup> (melk, vlees): 50 – 1000 $\mu\text{g}/\text{kg NG}$
Heptachloor en heptachloorepoxide	HC + HCE	HC: 76-44-8 HCE: 1024-57-3	0,0067	Gezondheid van de mens	-
Hexabroomcyclododecaan	HBCDD	$\alpha$ -diastereomeer: 134237-50-6 $\beta$ -diastereomeer: 134237-51-7 $\gamma$ -diastereomeer: 134237-52-8	167	Doorvergiftiging van in het wild levende dieren	-
Hexachloorbenzeen	HCB	118-74-1	10	Gezondheid van de mens	VMR: 50 $\mu\text{g}/\text{kg NG}$
Hexachloorbutadieen	HCBD	87-68-3	55	Doorvergiftiging van in het wild levende dieren	-
Perfluorooctaansulfonaat en zijn derivaten	PFOS	1763-23-1	9,1	Gezondheid van de mens	-
Polybroomdifenylethers	PBDE	Som van de BDE-congeneren 28, 47, 99, 100, 153 en 154	0,0085	Gezondheid van de mens	-
Polychloordibenzo-p-dioxinen en dibenzofuranen (PCDD/F) en dioxineachtige polychloorbifenylen	PCDD/F + dl-PCB's	Som van 7 PCDD's + 10 PCDF's + 12 dl-PCB's	0,0065 <sup>3</sup>	Menselijke gezondheid <i>en</i> doorvergiftiging van in het wild levende dieren	Verordening (EU) 1259/2011: 6,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ WHO <sub>2005</sub> TEQ NG (0,0065 $\mu\text{g}/\text{kg}$ )
Polychloorbifenylen niet-dioxineachtige PCB's (ndl-PCB's)	PCB's (6 indicator PCB's)	Som van de PCB's 28, 52, 101, 138, 153, 180	-	-	Verordening (EU) 1259/2011: 75 ng/g NG (75 $\mu\text{g}/\text{kg}$ )
Kwik en zijn verbindingen	Hg	7439-97-6	20	Doorvergiftiging van in het wild levende dieren	Verordening (EG) 1881/2006: 500 – 1000 $\mu\text{g}/\text{kg NG}$

<sup>1</sup> MKE: milieukwaliteitseis voor biota conform richtlijn 2013/39/EU; NG: natgewicht; <sup>2</sup> VMR: Duitse verordening tot vaststelling van maximumgehalten aan residuen van 21 oktober 1999; laatstelijk gewijzigd op 19 maart 2010; <sup>3</sup> als WHO<sub>2005</sub>--TEQ

## 3.2 Meetlocaties

In de projectaanvraag is een representatief netwerk van ML's aan de Rijn en zijn zijrivieren voorgesteld.

De daadwerkelijk bemonsterde ML's weken hier deels enigszins van af. Slechts voor twee ML's (Nahe/Grolsheim en Lahn/Lahnstein) zijn er geen alternatieve ML's bemonsterd. De ligging van de ML's waarmee rekening is gehouden in de evaluatie is weergegeven in figuur 1. Meer informatie over de ML's is opgenomen in tabel A1 (bijlage).

Omdat er vanuit Oostenrijk geen gegevens voor de afgesproken ML's Fussach en Bregenzer Ach beschikbaar waren, is er in plaats daarvan gekeken naar de Schussen en de Rotach, dit zijn Duitse zijrivieren van het Bodenmeer.

Er is overeengekomen om in de evaluatie bovenop de 33 ML's die in de projectaanvraag waren vastgelegd nog rekening te houden met de volgende ML's:

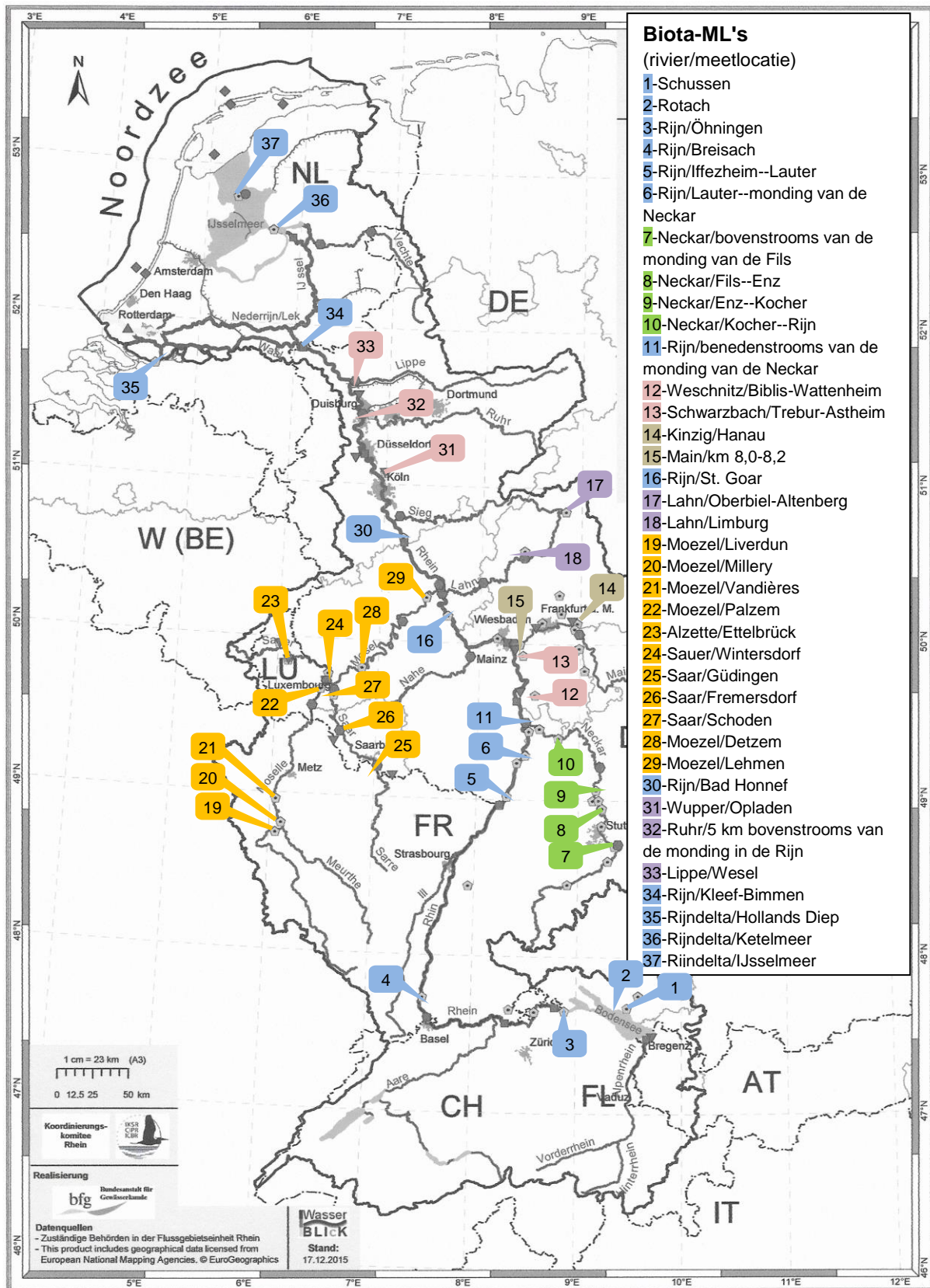
- Rijn: WK3-OR4 / Iffezheim-Lauter;
- Moezel: Liverdun, Millery, Vandières, Detzem;
- Saar: Güdingen, Fremersdorf.

## 3.3 Datasets

In de evaluatie wordt de nadruk gelegd op datasets van poolmonsters van filet die op de geselecteerde ML's zijn genomen.

Nederland heeft daarenboven poolmonsters van hele, sub-adulte vissen geanalyseerd (leeftijdscategorie 2+ / subadult). Met deze gegevens is geen rekening gehouden in de evaluatie, maar ze worden wel mee besproken als het gaat om de Hg-belasting. De resultaten van het Nederlandse onderzoek zijn samengevat in een apart rapport (Foekema et al. 2016).

De beschikbare biometrische gegevens in verband met de filet-poolmonsters zijn samengevat in tabel 2. De biometrische gegevens in verband met de monsters van hele vis uit de Rijndelta zijn weergegeven in tabel 3.



Figuur 1: Ligging van de biotameetlocaties in de Rijn en in het Rijnstroomgebied. Blauw: meetlocaties in de hoofdstroom van de Rijn, de Rijndelta en de zijrivieren van het Bodensee, groen: meetlocaties in de Neckar, geel: de Moezel en zijn zijrivieren, roze, paars en bruin: andere zijrivieren van de Rijn.

Tabel 2: Karakterisering van de filet-poolmonsters van de meetlocaties in de Rijn, de Schussen en de Rotach (allebei zijrivieren van het Bodensee)

Waterr	Nummer van de vangstlocatie	Naam van de meetlocatie	Jaar	Vissoort	Nummer van het monster*	Aantal vissen in de pool	Lengte van de vissen (cm) gem.	Gewicht van de vissen (g) gem.	Leeftijd (jaar) gem.	Vetgehalte %
Schussen	WK 11-03	Schussen	2015	kopvoorn		5	22,6	115,6	4	1,2
Rotach	WK 12-01	Rotach	2015	kopvoorn		4	24,9	169,5	4	1,2
Rijn	WK 2-01	Öhningen	2014	blankvoorn	1	10	23,6	227,7	6	1,7
Rijn	WK 2-01	Öhningen	2015	rivierbaars	2	10	21,6	121,8	5	0,8
Rijn	WK 3-or1	Breisach	2014	kopvoorn	1	6	17,0	48,5	3	-
Rijn	WK 3-OR1	Breisach	2015	kopvoorn	2	5	19,9	90,6	3,5	2,4
Rijn	WK 3-OR1	Breisach	2015	blankvoorn	3	10	17,3	65,8	3,5	2,4
Rijn	WK 3-OR4	Iffezheim -- Lauter	2015	rivierbaars		6	19,1	106,8	4	0,6
Rijn	WK 3-OR5	Lauter -- Neckar	2014	blankvoorn	1	10	20,2	110,0	5	1,4
Rijn	WK 3-OR5	Lauter -- Neckar	2015	blankvoorn	2	10	20,0	106,0	4	1,2
Rijn	RLP1	Bovenstrooms van de monding van de Neckar	2015	blankvoorn	1	9	20,3	121,3	3 <sup>s</sup>	2,2
Rijn	RLP1	Bovenstrooms van de monding van de Neckar	2015	rivierbaars	2	16	17,5	76,8	3 <sup>s</sup>	0,9
Rijn	RLP2	St. Goar	2015	blankvoorn	1	11	19,5	101,9	3 <sup>s</sup>	2,0
Rijn	RLP2	St. Goar	2015	rivierbaars	2	13	20,4	127,5	3 <sup>s</sup>	0,9
Rijn	103	WKST zuid Bad Honnef	2015	kopvoorn		10	25,7	190,0	3,5	2,12
Rijn	504	Watercontrolestation Noord/Kleef-Bimmen	2015	brasem		7	18,9	18,9	3	0,64

\* In figuur 6, 7 en 10; - Geen gegevens; <sup>s</sup> De leeftijd is alleen bij steekmonsters bepaald.

Tabel 2 (vervolg): Karakterisering van de filet-poolmonsters van de meetlocaties in de Rijndelta

Water	Naam van de meetlocatie	Jaar	Vissoort	Nummer van het monster*	Aantal vissen in de pool	Lengte van de vissen (cm) gem.	Gewicht van de vissen (g) gem.	Leeftijd subadult (2+) of adult (>>2+)	Vetgehalte %
Rijndelta	Hollands Diep	2015	blankvoorn	1	10	30,1	409,1	>>2+	2,8
Rijndelta	Hollands Diep	2014	snoekbaars	2	6	39,4	481,0	>>2+	0,9
Rijndelta	Ketelmeer	2014	blankvoorn	1	8	24,5	233,5	>>2+	3,0
Rijndelta	Ketelmeer	2014	blankvoorn	2	7	15,8	52,4	2+	2,2
Rijndelta	Ketelmeer	2014	brasem	3	9	17,8	56,7	2+	1,3
Rijndelta	Ketelmeer	2014	rivierbaars	4	9	20,7	129,9	>>2+	1,1
Rijndelta	Ketelmeer	2014	rivierbaars	5	9	11,7	19,2	2+	1,3
Rijndelta	Ketelmeer	2014	snoekbaars	6	8	34,0	334,5	>>2+	0,8
Rijndelta	Ketelmeer	2014	snoekbaars	7	9	17,7	44,3	2+	0,9
Rijndelta	IJsselmeer	2015	blankvoorn	1	8	24,6	215,3	>>2+	2,4
Rijndelta	IJsselmeer	2014	rivierbaars	2	7	23,6	210,6	>>2+	1,7

\* In figuur 6, 7 en 10



Tabel 2 (vervolg): Karakterisering van de filet-poolmonsters van de geselecteerde meetlocaties in zijrivieren

Water	Nummer van de vangstlocatie	Naam van de meetlocatie	Jaar	Vissoort	Nummer van het monster*	Aantal vissen in de pool	Lengte van de vissen (cm) gem.	Gewicht van de vissen (g) gem.	Leeftijd (jaar) gem.	Vetgehalte %
Neckar	WK 4-02	Bovenstrooms van de monding van de Fils	2014	rivierbaars	1	10	17,8	75,1	4	1,4
Neckar	WK 4-02	Bovenstrooms van de monding van de Fils	2015	kopvoorn	2	10	22,3	115,8	4	0,8
Neckar	WK 4-03	Fils -- Enz	2014	kopvoorn	1	10	19,1	62,3	3	1,2
Neckar	WK 4-03	Fils -- Enz	2015	kopvoorn	2	10	21,7	103,3	2,5	1,3
Neckar	WK 4-03	Fils -- Enz	2015	blankvoorn	3	10	19,2	87,2	3	0,6
Neckar	WK 4-04	Enz -- Kocher	2014	blankvoorn	1	10	23,9	267,7	5	2,5
Neckar	WK 4-04	Enz -- Kocher	2015	kopvoorn	2	10	18,8	91,6	4	0,8
Neckar	WK 4-05	Kocher -- Rijn	2014	kopvoorn	1	10	20,5	84,0	4	1,8
Neckar	WK 4-05	Kocher -- Rijn	2015	kopvoorn	2	10	21,8	99,0	4	0,8
Weschnitz	DEHE_2394,1	Einhausen-oost	2014	kopvoorn	1	10	18,0	-	-	0,5
Weschnitz	DEHE_2394,1	Einhausen-oost	2015	kopvoorn	2	10	-	-	-	2,1
Schwarzbach	DEHE_2398,1	Trebur-oost	2014	blankvoorn	1	13	18,0	-	-	0,7
Schwarzbach	DEHE_2398,1	Trebur-oost	2015	rivierbaars	2	14	-	-	-	0,8
Main	DEHE_24,1	rechts, km 8,0-8,2	2015	kopvoorn	1	14	20,0	-	3	2,2
Main	DEHE_24,1	rechts, km 8,0-8,2	2015	rivierbaars	2	8	19,0	-	3,5	-
Kinzig	DEHE_2478,1	Hanau	2014	rivierbaars	1	11	16,0	-	-	0,4
Kinzig	DEHE_2478,1	Hanau	2015	kopvoorn	2	11	-	-	-	5,3
Kinzig	DEHE_2478,1	Hanau	2015	rivierbaars	3	6	-	-	-	1,1
Lahn	DEHE_258,2	Oberbiel-Altenberg	2014	brasem	1	9	20,0	-	-	3,5
Lahn	DEHE_258,2	Oberbiel-Altenberg	2015	blankvoorn	2	10	18,0	-	2,6	2,8
Lahn	DEHE_258,2	Oberbiel-Altenberg	2015	kopvoorn	3	10	22,0	-	3,2	0,7
Lahn	DEHE_258,1	Limburg	2014	blankvoorn		14	17,0	-	-	3,1

\* In figuur 8 en 9; - Geen gegevens

Tabel 2 (vervolg): Karakterisering van de filet-poolmonsters van de geselecteerde meetlocaties in zijrivieren

Water	Nummer van de vangstlocatie	Naam van de meetlocatie	Jaar	Vissoort	Nummer van het monster*	Aantal vissen in de pool	Lengte van de vissen (cm) gem.	Gewicht van de vissen (g) gem.	Leeftijd (jaar) gem.	Vetgehalte %
Moezel		Liverdun	2015	kolblei	1	12	19,6	102,2	3	4,4
Moezel		Liverdun	2015	blankvoorn	2	13	19,8	98,8	3	2,1
Moezel		Liverdun	2015	kopvoorn	3	8	22,5	124,6	3	0,8
Moezel		Liverdun	2015	snoekbaars	4	2	39,5	638,0	3	1,1
Moezel		Liverdun	2015	rivierbaars	5	16	19,2	87,9	3	1,1
Moezel		Liverdun	2015	rivierbaars	6	4	23,8	204,0	5	1,5
Moezel		Millery	2015	snoekbaars	1	10	25,9	158,4	2	1,1
Moezel		Millery	2015	rivierbaars	2	14	19,1	88,9	3	1,4
Moezel		Millery	2015	blankvoorn	3	8	19,0	97,1	4	2,2
Moezel		Millery	2015	kolblei	4	15	18,1	78,7	3	3,7
Moezel		Vandières	2015	blankvoorn	1	14	19,5	95,8	3	1,9
Moezel		Vandières	2015	blankvoorn	2	7	25,7	242,1	6	3,3
Moezel		Vandières	2015	blankvoorn	3	6	21,8	140,0	3	1,9
Moezel		Vandières	2015	kopvoorn	4	13	22,2	114,8	3	1,2
Moezel		Palzem	2015	rivierbaars	1	10	18,1	80,7	3 <sup>s</sup>	1,0
Moezel		Palzem	2015	blankvoorn	2	10	19,0	82,9	3 <sup>s</sup>	1,5
Moezel		Detzem	2015	blankvoorn	1	10	18,4	84,0	3 <sup>s</sup>	2,0
Moezel		Detzem	2015	rivierbaars	2	10	18,7	86,2	3 <sup>s</sup>	1,2
Moezel		Detzem	2015	kopvoorn	3	8	20,4	105,1	3 <sup>s</sup>	0,8
Moezel		Lehmen	2015	rivierbaars	1	9	21,4	137,8	3 <sup>s</sup>	0,9
Moezel		Lehmen	2015	blankvoorn	2	9	20,4	113,2	3 <sup>s</sup>	2,1
Wupper	2008	Opladen	2015	blankvoorn		9	13,3	26,9	3	2,3
Ruhr	22810	5 km bovenstrooms van de monding in de Rijn	2015	kopvoorn		10	19,1	75,4	3	2,1
Lippe	6002	Wesel	2015	kopvoorn		3	29,3	312,0	4	1,1

\* In figuur 8 en 0; <sup>s</sup> De leeftijd is alleen bij steekmonsters bepaald.

Tabel 2 (vervolg): Karakterisering van de filet-poolmonsters van de geselecteerde meetlocaties in zijrivieren

Water	Nummer van de vangstlocatie	Naam van de meetlocatie	Jaar	Vissoort	Nummer van het monster*	Aantal vissen in de pool	Lengte van de vissen (cm) gem.	Gewicht van de vissen (g) gem.	Leeftijd (jaar) gem.	Vetgehalte %
Saar		Güdingen/Grosbliederstroff	2015	kopvoorn	1	10	21,7	112,6	4	1,4
Saar		Güdingen/Grosbliederstroff	2015	blankvoorn	2	11	20,0	97,3	3	2,1
Saar		Fremersdorf	2015	rivierbaars	1	9	19,9	113,2	3 <sup>S</sup>	1,1
Saar		Fremersdorf	2015	kopvoorn	2	10	23,0	147,2	3 <sup>S</sup>	1,4
Saar		Fremersdorf	2015	blankvoorn	3	26	19,4	92,9	3 <sup>S</sup>	2,0
Saar		Schoden	2015	rivierbaars	1	6	21,0	151,8	3 <sup>S</sup>	1,1
Saar		Schoden	2015	blankvoorn	2	15	18,6	90,6	3 <sup>S</sup>	2,0
Sauer		Wintersdorf	2015	blankvoorn	1	11	18,6	83,9	3 <sup>S</sup>	1,9
Sauer		Wintersdorf	2015	rivierbaars	2	10	17,7	80,0	3 <sup>S</sup>	0,8
Alzette	L100011A21	Ettelbrück	2015	blankvoorn	1	9	22,0	154,0	-	2,1
Alzette	L100011A21	Ettelbrück	2015	kopvoorn	2	10	22,0	132,0	-	1,8

\* In figuur 9; - Geen gegevens; <sup>S</sup> De leeftijd is alleen bij steekmonsters bepaald.

Tabel 3: Karakterisering van de **hele vis-poolmonsters** van de meetlocaties in de Rijndelta

Rivier	Naam van de meetlocatie	Jaar	Vissoort	Nummer van het monster*	Aantal vissen in de pool**	Lengte van de vissen (cm) gem.	Gewicht van de vissen (g) gem.	Leeftijd (subadult)	Vetgehalte %
Rijndelta	Hollands Diep	2014	brasem	3	7	17,8	63,0	2+	4,0
Rijndelta	Hollands Diep	2014	snoekbaars	4	4	18,5	57,5	2+	1,0
Rijndelta	Ketelmeer	2014	blankvoorn	8	9	14,9	41,3	2+	5,3
Rijndelta	Ketelmeer	2014	brasem	9	10	17,1	47,6	2+	3,4
Rijndelta	Ketelmeer	2014	rivierbaars	10	10	11,1	15,9	2+	2,3
Rijndelta	Ketelmeer	2014	snoekbaars	11	9	18,7	52,9	2+	5,0
Rijndelta	IJsselmeer	2014	blankvoorn	3	6	11,1	13,1	2+	4,6
Rijndelta	IJsselmeer	2015	brasem	4	4	18,5	66,3	2+	7,1
Rijndelta	IJsselmeer	2014	rivierbaars	5	9	12,6	20,4	2+	2,4
Rijndelta	IJsselmeer	2014	snoekbaars	6	5	22,2	90,8	2+	5,4

\* In figuur 6

\*\* Gegevens uit Foekema 2016

## 4 Evaluatie

### 4.1 Samenvatting van de beschikbare gegevens

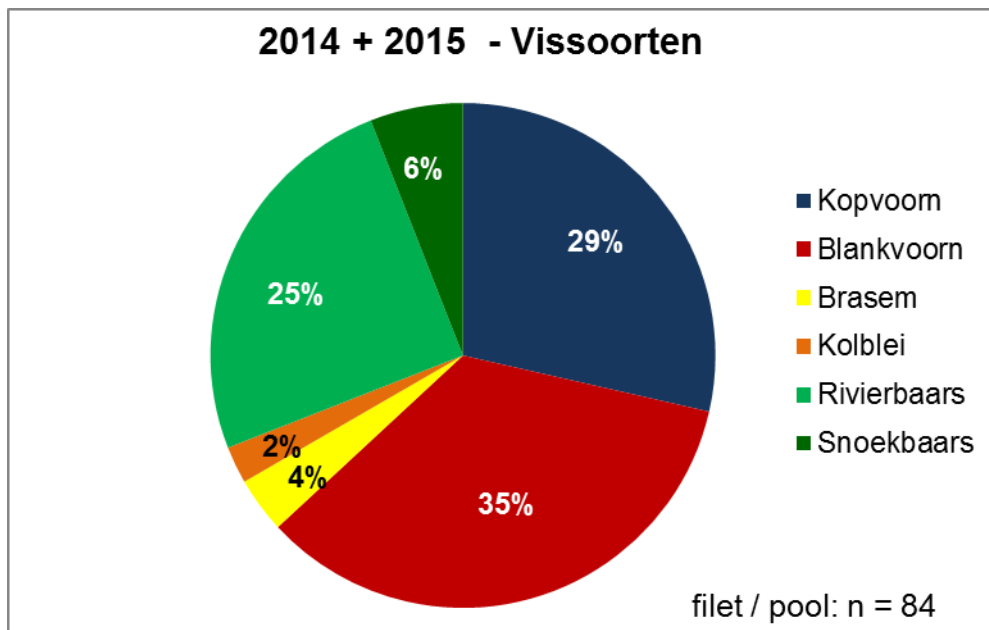
Tabel 4 geeft een overzicht van de beschikbare gegevens. Er zijn in totaal 37 ML's in 19 wateren meegenomen in de evaluatie. Het merendeel van de monsters (75%) is genomen in het jaar 2015. Aan de afspraak om minstens tien vissen per mengmonster te nemen, was slechts in 60% van de datasets voldaan. 98% van de datasets bevatte informatie over het vetgehalte van het monster. De meeste datasets gaven ook informatie over de gemiddelde lengte en het gemiddelde gewicht van de vissen in de pool. Over de leeftijd was maar weinig informatie beschikbaar, die daarenboven vrij heterogeen was en veelal slechts op basis van steekmonsters was bepaald.

Tabel 4: Samenvatting van de geëvalueerde gegevens van filet-poolmonsters op de geselecteerde meetlocaties

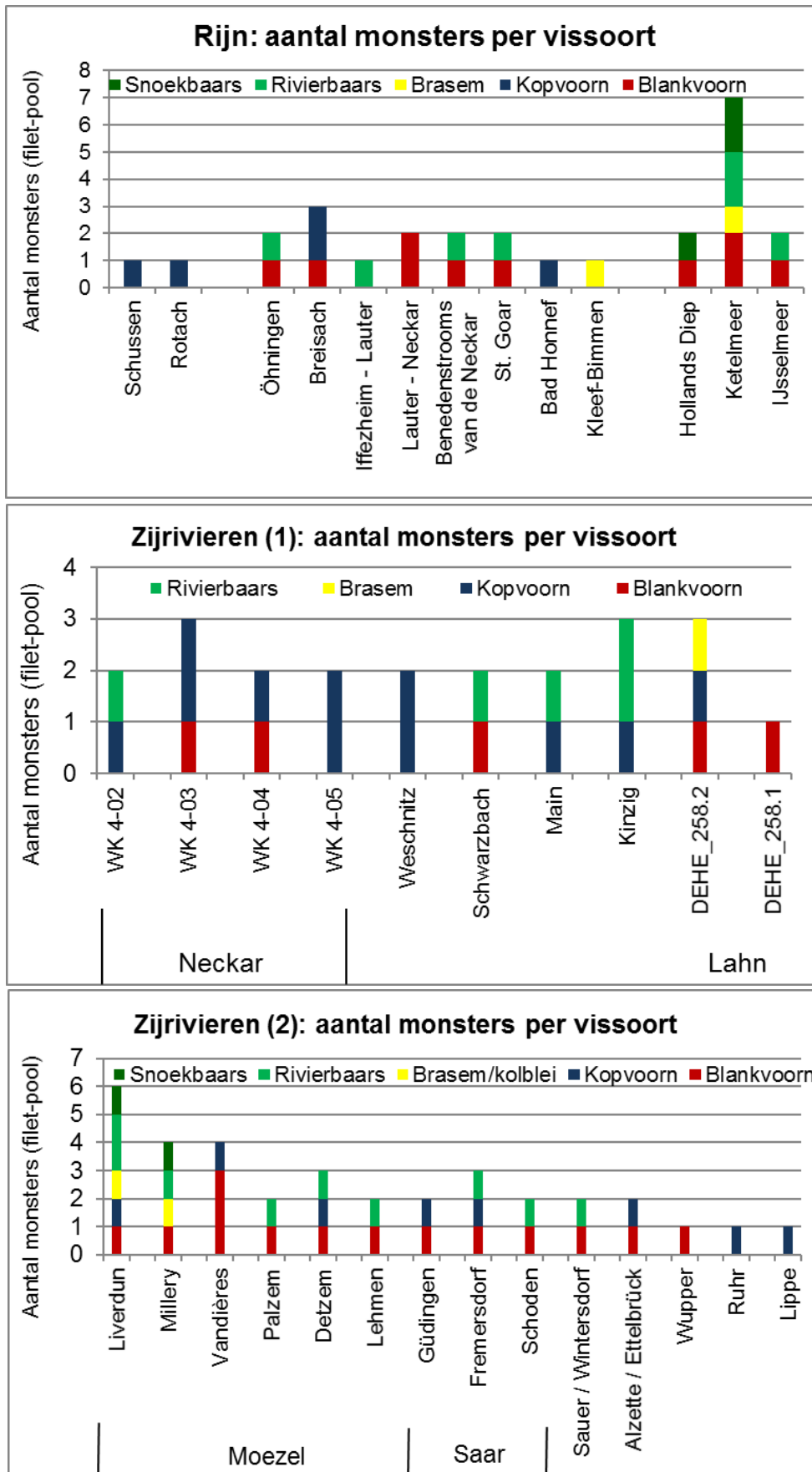
Parameter	Aantal	% aandeel aan de geëvalueerde datasets
Water	19	-
Meetlocaties	37	-
Monsters (filet-poolmonsters)	84	100
Waarvan in 2014	21	25
Waarvan in 2015	63	75
Datasets inclusief vetgehalte	82	98
Datasets inclusief lengte (gemiddelde)	80	95
Datasets inclusief gewicht (gemiddelde)	71	85
Datasets inclusief leeftijd	62	74
Datasets $\geq$ 10 vissen/poolmonster	50	60
Datasets $\geq$ 10 vissen/poolmonster, inclusief lengte	47	56

In de projectaanvraag was bepaald dat de bemonstering zich diende te concentreren op de vissoorten kopvoorn, blankvoorn, brasem en rivierbaars. Er dienden zo mogelijk minstens twee van deze soorten per ML te worden bemonsterd om de vergelijkbaarheid van de resultaten in het lengteprofiel van de Rijn te vergroten. Deze afspraken konden echter niet op alle ML's worden nageleefd. Zo is er op enkele ML's ook kolblei en/of een hybridevorm van kolblei en brasem gevangen; op andere ML's is er snoekbaars gevangen, hetzij bovenop, hetzij in plaats van rivierbaars.

In figuur 2 is het aandeel van de afzonderlijke vissoorten weergegeven. Figuur 3 geeft een beeld van welke vissoorten er op de afzonderlijke ML's zijn gevangen.



Figuur 2: Aandeel van de bemonsterde vissoorten op de geselecteerde meetlocaties in de jaren 2014/2015. Gegevensbasis: filet-poolmonsters



Figuur 3: Aantal monsters (filet-pool) per vissoort en meetlocatie in de bemonsteringsjaren 2014 + 2015

De vergelijkbaarheid van de monsters moest worden vergroot door vissen van zo mogelijk dezelfde leeftijd te bemonsteren. Echter, omdat het bepalen van de leeftijd van vissen omslachtig is en omdat er voor de jonge vissen die in het project worden onderzocht een verband is beschreven tussen de lengte en de leeftijdscategorie (LAWA-AO 2016) is de nagestreefde leeftijdscategorie van 3 jaar “vertaald” naar soortspecifieke lengtecategorieën.

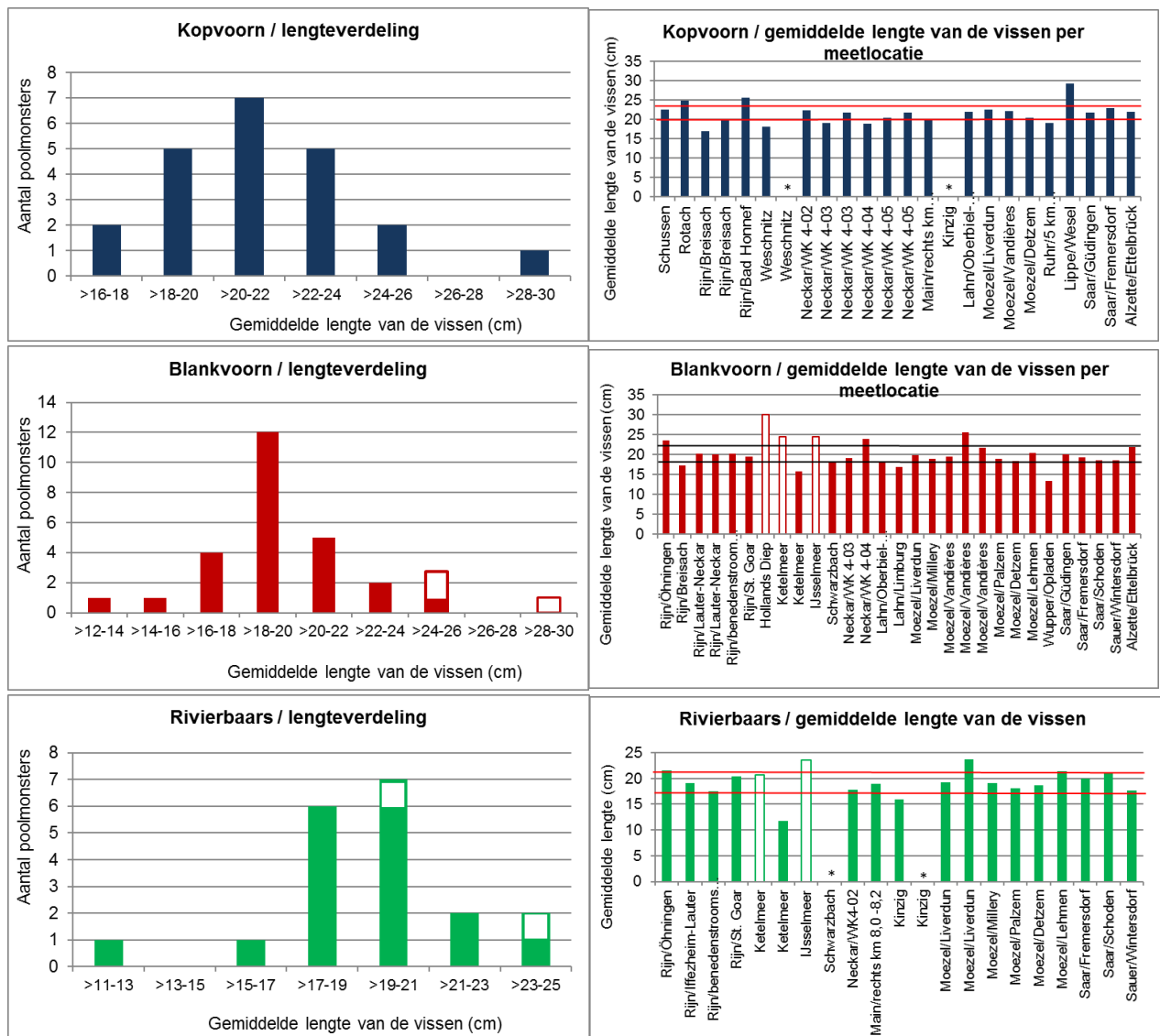
De gegevens zijn op een rij gezet in tabel 5. Naast een samenvatting van alle monsters zijn voor blankvoorn en rivierbaars bovendien de gegevens zonder de adulte (>>2+) vissen uit de Rijndelta weergegeven. Voor kopvoorn, blankvoorn en rivierbaars is in figuur 4 een overzicht gegeven van de lengteverdeling en de gemiddelde lengte van de vissen in de poolmonsters op de afzonderlijke ML's.

Tabel 5: Lengte van de vissen in de pools op de geselecteerde meetlocaties in de jaren 2014/2015. Gegevensbasis: filet-poolmonsters

Vissoort	Aantal datasets (filet/pool)	ICBR-lengtevoorschrift (cm) voor driejarige (2+) vis	Gemiddelde lengte van de vissen in de pools <sup>a</sup> (cm)	Aantal datasets die voldoen aan het voorschrift
kopvoorn	24	22 ± 2	17,0 - 29,3	13
blankvoorn	29	20 ± 2	13,3 - 30,1	19
blankvoorn*	26	20 ± 2	13,3 - 25,7	19
brasem	3	20 ± 2	17,8 - 20,0	2
kolblei	2	-	18,1 - 19,6	-
rivierbaars	21	19 ± 2	11,7 - 23,8	13
rivierbaars*	19	19 ± 2	11,7 - 23,8	12
snoekbaars	5	-	17,7 - 39,5	-
snoekbaars*	3	-	17,7 - 39,5	-

<sup>a</sup> Zie tabel 3; \* Zonder adulte (>>2+) vissen uit de Rijndelta





Figuur 4: Gemiddelde lengte (cm) van de kopvoorns, blankvoorns en rivierbaarzen in de poolmonsters.

De horizontale strepen in de figuren aan de rechterkant geven de lengteranges weer die zijn voorgesteld door de ICBR (kopvoorn: 20 - 24 cm; blankvoorn: 18 - 22 cm; rivierbaars: 17 - 21 cm); \*: Datasets zonder informatie over de lengte; Witte staven: adulte (>>2+) vissen uit de Rijndelta.

## 4.2 Gehaltes aan schadelijke stoffen

Gegevens over Hg, PFOS, HBCDD, HCB en HCBd in de filet-poolmonsters waren voor alle ML's beschikbaar. Er waren echter geen gegevens beschikbaar voor:

- PCDD/F+dl-PCB's (exclusief bepalingsgrens (BG)) in vissen van de ML's Hollands Diep, Ketelmeer en IJsselmeer;
- PCDD/F+dl-PCB's (inclusief BG) in vissen van de ML's Weschnitz/Einhausen DEHE\_2394.1, Schwarzbach/Trebur Oost (DEHE\_2398.1), Main/km 8,0-8,2 (DEHE\_24.1), Kinzig/Hanau (DEHE\_2478.1), Lahn/Oberbiel-Altenberg (DEHE\_258.2) en Lahn/Limburg (DEHE\_258.1);
- PBDE in vissen van de ML's Weschnitz/Einhausen DEHE\_2394.1, Schwarzbach/Trebur Oost (DEHE\_2398.1), Kinzig/Hanau (DEHE\_2478.1), Lahn/Oberbiel-Altenberg (DEHE\_258.2) en Lahn/Limburg (DEHE\_258.1);
- ndl-PCB's in vissen van de ML's Weschnitz/Einhausen DEHE\_2394.1, Schwarzbach/Trebur Oost (DEHE\_2398.1), Main/rechts km 8,0-8,2 (DEHE\_24.1), Kinzig/Hanau (DEHE\_2478.1), Lahn/Oberbiel-Altenberg (DEHE\_258.2) en Lahn/Limburg (DEHE\_258.1);.

In tabel 6 worden de gehaltes aan schadelijke stoffen samengevat. In tabel A2 (bijlage) wordt de verontreiniging op de afzonderlijke ML's en de graad van de eventuele MKE-overschrijding weergegeven. Voor Hg zijn hier naast concentraties in filet ook concentraties in hele vis opgenomen, die met behulp van een omrekeningsfactor van 0,74<sup>1</sup> zijn berekend. Deze factor is gebaseerd op een analyse van 2.123 datasets voor kopvoorn, brasem, blankvoorn, rivierbaars, snoek en beekforel uit Duitsland. De MKE voor Hg is nagenoeg overall overschreden.

Dicofol is in geen enkel monster aangetroffen. Omdat de meetmethodes gevoelig genoeg waren, is de MKE voor dicofol op alle onderzochte ML's nageleefd.

In een groot aantal van de laboratoria waarmee is samengewerkt, konden heptachloor en heptachloorepoxide (HC + HCE) niet met voldoende gevoeligheid worden gemeten. De bevinding "lager dan de bepalingsgrens" geeft daarom geen uitsluitel omtrent de naleving van de MKE. In de gevallen dat de gebruikte analysemethodes gevoelig genoeg waren, zijn er steeds HC+HCE-concentraties boven de MKE van 0,0067 µg/kg gevonden. Heptachloor en *trans*-heptachloorepoxide zijn beide slechts in één monster aangetroffen (HC: 0,0032 µg/kg in brasems van de Rijn-ML Kleef-Bimmen; *trans*-HCE: 0,05 µg/kg in subadulte (2+) snoekbaarzen uit het Ketelmeer). *Cis*-HCE is daarentegen in twintig monsters gevonden in concentraties van 0,0167 - 0,208 µg/kg (hoogste concentratie in kopvoorns uit de Ruhr).

HBCDD lag in negen monsters onder de analytische bepalingsgrens (BG), HCB in vijftien monsters en HCBd in zeventig. De MKE voor HBCDD en HCBd is op alle meetlocaties nageleefd, de MKE voor HCB is op vier meetlocaties overschreden.

---

<sup>1</sup> P. Lepom (UBA). Gepresenteerd tijdens het technische overleg "biotamonitoring conform KRW - praktische ervaringen en resultaten", Berlijn, 16 en 17 januari 2018.

De concentratie van PBDE lag maar in één monster (adulte (>>2+) blankvoorns van de ML IJsselmeer) onder de BG (hier: 0,02 µg/kg). De MKE voor PBDE is overal overschreden.

Tabel 6: Samenvatting van de gehalten aan schadelijke stoffen (µg/kg natgewicht) in filet-poolmonsters uit de Rijn en het Rijnstroomgebied in de jaren 2014 en 2015

Stof	MKE [µg/kg NG]	Min. [µg/kg]	Max. [µg/kg]	Zwaarst vervuilde ML	BG
Dicofol	33	< 0,0001	-	-	0,00001 - 10
HC + HCE	0,0067	HC: < 0,0081 <i>trans</i> -HCE: < 0,024 <i>cis</i> -HCE: < 0,012	HC: 0,0032 <i>trans</i> -HCE: 0,5 <i>cis</i> -HCE: 0,208 HC+HCE: 0,208	Ruhr / 5 km bovenstrooms van de monding (HC + HCE)	0,002 – 0,107
HCB	10	< 0,049	16,0	Lahn / Oberbiel- Altenberg	0,02 – 0,407
HCBD	55	< 0,02	11,5	Lippe / Wesel	0,01 – 1,3
Hg	20	11,0	250	Schwarzbach / Trebur-oost	5 – 6
PFOS	9.1	1,25	83,9	Rijn / benedenstrooms van de monding van de Neckar	0,037 – 0,2
HBCDD	167	< 0,03	6,54	Rijn / St. Goar	0,003 – 10
PBDE	0,0085	< 0,02	16,7	Moezel / Millery	0,001 – 0,05
PCDD/F + dl-PCB's	0,0065 WHO <sub>2005</sub> - TEQ	0,000229	0,00611	Moezel / Liverdun	0 – 0,000589
ndl- PCB's	Maximum- gehalte in levens- middelen: 75	2,76	170	Rijndelta / Hollands Diep	0 – 2,14

MKE: Milieukwaliteitseis voor biota; ML: meetlocatie; BG: bepalingsgrens;

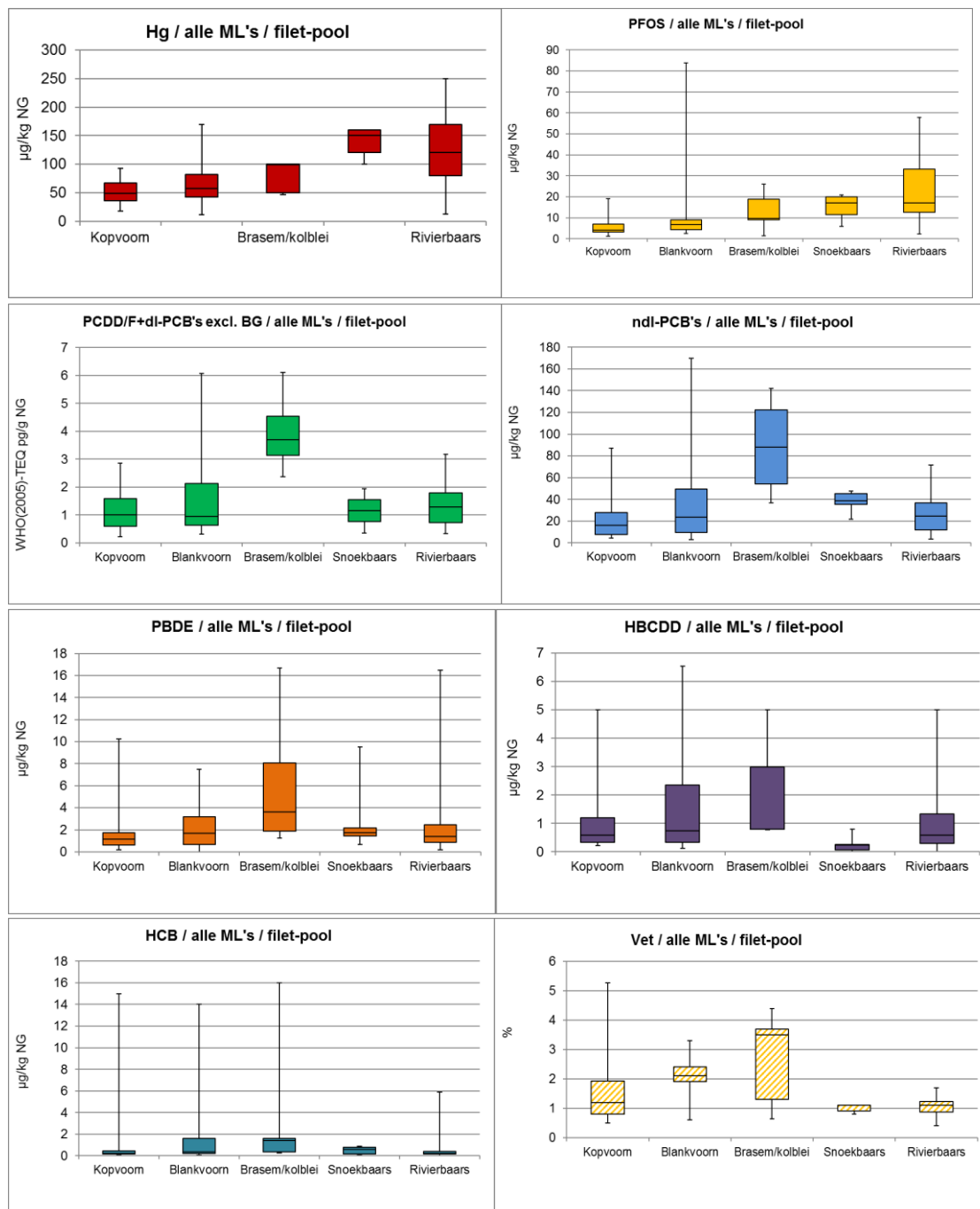
WHO<sub>2005</sub>-TEQ: toxiciteitsequivalent

#### 4.2.1 Descriptieve parameters

De descriptieve parameters (gemiddelde, standaarddeviatie, boven- en onderkwantiel, mediaan, minimum, maximum) zijn per stof en vissoort op een rij gezet (zie tabel A3, bijlage). Figuur 5 bevat box-whisker-plots met de gegevens van alle ML's die de verontreiniging van de verschillende vissoorten aanschouwelijk voorstellen. Brasem en kolblei zijn in de verdere evaluatie samen weergegeven, omdat er hybridevormen bestaan en een eenduidige afbakening niet altijd mogelijk was.

In de box-whisker-plots zijn de vissoorten gerangschikt naar toenemend trofisch niveau. Daarbij is er voor de trofische niveaus uitgegaan van generieke waarden die betrekking hebben op adulte vissen (FishBase, Froese & Pauly 2018), omdat in het onderhavige onderzoek alleen bij vismonsters uit de Rijndelta het trofische niveau is bepaald (Foekema et al. 2016). Hoewel de

generieke waarden kunnen afwijken van de daadwerkelijke trofische niveaus, worden ze hier ter oriëntatie gebruikt. Volwassen kopvoorns, blankvoorns, brasems en kobleien zijn alleeters (omnivoren), die zich voeden met plantaardige en dierlijke organismen van verschillende trofische niveaus. Echter, volwassen snoekbaarzen en rivierbaarzen zijn vleeseters (carnivoren), die uitsluitend dierlijke organismen eten en daarom in het voedselweb een hogere trofische positie innemen.



Figuur 5: Box-wisker-plots: Vergelijking van de chemische verontreiniging en het vetgehalte van verschillende vissoorten. De gegevens hebben betrekking op concentraties in het natgewicht (NG). Brasem en kolblei zijn samen weergegeven, omdat er hybridevormen bestaan en een eenduidige afbakening niet altijd mogelijk was. Gegevensbasis: filet-poolmonsters uit de jaren 2014 + 2015 van alle meetlocaties (ML's)

De figuur maakt duidelijk dat de Hg-verontreiniging van vissen stijgt hoe hoger het trofisch niveau wordt. Dat snoekbaars iets zwaarder vervuild is dan rivierbaars heeft te maken met de verschillende gegevenssituaties: voor snoekbaars waren er slechts vijf datasets uit de Rijndelta en de bovenloop van de Moezel (Liverdun, Millery), die allemaal in een soortgelijke concentratierange lagen, terwijl er voor rivierbaars 21 datasets waren, met een veel grotere variatie.

Ook voor PFOS geldt: hoe hoger het trofisch niveau van de vissen, hoe zwaarder de vervuiling. Bij blankvoorns valt een extreem maximum op in een monster van de Rijn-ML “benedenstreams van de monding van de Neckar” (zie hieronder, figuur 7).

Bij de vetoplosbare stoffen PCDD/F+dl-PCB's, ndl-PCB's, PBDE, HBCDD en HCB is een afhankelijkheid tussen de verontreiniging en het trofisch niveau van de vissen niet duidelijk te zien. Bij deze stoffen heeft het vetgehalte van het monster een bepalende invloed op de omvang van de chemische verontreiniging (zie vetgehalten in figuur 5).

Brasem en kolblei bevatten relatief hoge concentraties van deze stoffen. Dit kan te maken hebben met hun foeragegedrag in het sediment, waardoor ze in sterke mate zijn blootgesteld aan schadelijke stoffen die aan sediment zijn gebonden. Echter, hierbij dient te worden bedacht dat er voor brasem en kolblei samen maar vier datasets voor PCDD/F+dl-PCB's, ndl-PCB's en PBDE beschikbaar waren en voor HBCDD vijf (zie tabel A3, bijlage) en dat de twee kolbleimonsters relatief hoge vetgehalten (4,4 dan wel 3,7%, zie tabel 2, Moezel) en hogere concentraties vetoplosbare schadelijke stoffen vertoonden (zie figuur 9, tabel A2, bijlage).

### **4.3 Vergelijking tussen metingen in filet en in hele vis**

Voor de Rijndelta waren er naast de concentraties in visfilet ook gemeten concentraties in hele vis beschikbaar (zie tabel 7.3 in de bijlage en Foekema et al. 2016). Voor de onderhavige evaluatie is dit vooral voor de stoffen van belang waarvan de MKE betrekking heeft op het beschermingsdoel “doorvergiftiging van in het wild levende dieren”, te weten dicofol, HCBd, HBCDD en Hg (zie tabel 1). Aangezien in het wild levende dieren vis meestal in zijn geheel opeten, wordt voor deze stoffen aanbevolen om de concentratie in de hele vis te gebruiken voor een toetsing aan de MKE (EU 2014). Voor PCDD/F+dl-PCB's is bij de afleiding van de MKE vastgesteld dat de beschermingsdoelen “menselijke gezondheid” en “doorvergiftiging van in het wild levende dieren” een soortgelijke gevoeligheid vertonen, zodat ook voor deze stofgroep beschouwing van de concentratie in de hele vis zinvol is. In vissen van de hier onderzochte ML's lagen de concentraties van dicofol en HCBd altijd of meestal onder de analytische bepalingsgrens. PCDD/F+dl-PCB's werd daarentegen in alle filet-poolmonsters aangetroffen; HBCDD werd in de meeste monsters gemeten. De filetconcentraties kunnen echter niet worden omgerekend naar hele vis, omdat er vooralsnog geen valide omrekeningsfactor voor deze stoffen is afgeleid. Als de meetresultaten van deze lipofiele stoffen worden gestandaardiseerd naar 5% vet dan is er nauwelijks verschil tussen gehalten in hele vis en in filet, en kunnen de filetgegevens gebruikt worden voor de toetsing aan het beschermingsdoel “doorvergiftiging van in het wild levende dieren”.

Aangezien de HBCDD-concentraties in alle gemeten filetmonsters veel lager waren dan de MKE van 167 µg/kg NG kan worden aangenomen dat ook de concentraties in hele vis onder de MKE zullen liggen. Echter, PCDD/F+dl-PCB's waren in enkele filetmonsters (Rijn/St. Goar, Hollands Diep, Ketelmeer, Neckar/WK4-04, Moezel/Liverdun + Millery, Wupper,

Lahn/Oberbiel-Altenberg, Saar/Güdingen) slechts een factor 0,46 – 0,98 lager dan de MKE, zodat er bij meting in hele vis waarschijnlijk een overschrijding van de MKE zal worden vastgesteld, zoals in Foekema (2016) het geval is voor vissen uit de Rijndelta (belangrijkste resultaten van Foekema (2016): zie tabel 7.3 in de bijlage). Een belangrijk voordeel van meten in hele vis is de kleinere kans op het niet halen van de bepalingsgrens.

Voor Hg is een omrekeningsfactor filet-hele vis van 0,74 afgeleid (zie hierboven). In tabel 7 zijn de berekende concentraties in hele vis afgezet tegen de gemeten concentraties in hele vis van de ML Hollands Diep, Ketelmeer en IJsselmeer.

Uit de vergelijking van poolmonsters bestaande uit vissen van ongeveer dezelfde lengte uit hetzelfde bemonsteringsjaar (zie tabel 7, vet gedrukt) blijkt dat de gemeten concentraties in hele vis meestal iets hoger waren (tot 12%) dan de waarden die met een factor 0,74 zijn berekend op basis van de concentraties in filet. De enige uitzondering zijn rivierbaarzen uit het Ketelmeer: hier waren de gemeten concentraties in hele vis iets lager dan de berekende waarden in vissen met een vergelijkbare lengte. Foekema et al. (2006) hebben voor de monsters uit de Rijndelta een omrekeningsfactor van 0,68 afgeleid.

Tabel 7: Hg-concentraties in vissen uit de Rijndelta. Vergelijking tussen berekende concentraties in hele vis (concentratie in filet x 0,74) en gemeten waarden. Blauwe vakjes: berekende concentraties in hele vis; witte vakjes: gemeten concentraties in hele vis. Gegevensbasis: poolmonsters uit de jaren 2014 en 2015. Vet gedrukt: vissen met een vergelijkbare lengte uit hetzelfde bemonsteringsjaar (2014).

Vissoort	Meetlocatie	Jaar	Subadult (2+) of adult (>>2+)	Lengte (cm)	Onderzocht weefsel	Hg filet (µg/kg NG)	Hg hele vis (µg/kg NG)
blankvoorn	Hollands Diep	2015	>>2+	30,08	filet	72	53,3
	Ketelmeer	2014	>>2+	24,45	filet	77	57,0
	Ketelmeer	2014	2+	15,83	<b>filet</b>	<b>42</b>	<b>31,1</b>
	Ketelmeer	2014	2+	14,94	<b>hele vis</b>		<b>34,0</b>
	IJsselmeer	2015	>>2+	24,55	filet	120	88,8
	IJsselmeer	2014	2+	11,15	hele vis		75,0
brasem	Hollands Diep	2014	2+	17,83	hele vis		45,0
	Ketelmeer	2014	2+	17,84	<b>filet</b>	<b>50</b>	<b>37,0</b>
	Ketelmeer	2014	2+	17,08	<b>hele vis</b>		<b>41,0</b>
	IJsselmeer	2015	2+	18,45	hele vis		48,0
snoekbaars	Hollands Diep	2014	>>2+	39,38	filet	120	88,8
	Hollands Diep	2014	2+	18,50	hele vis		100
	Ketelmeer	2014	>>2+	34,01	filet	160	118
	Ketelmeer	2014	2+	17,68	<b>filet</b>	<b>100</b>	<b>74,0</b>
	Ketelmeer	2014	2+	18,69	<b>hele vis</b>		<b>83,0</b>
	IJsselmeer	2014	2+	22,20	hele vis		120
rivierbaars	Ketelmeer	2014	>>2+	20,71	filet	120	88,8
	Ketelmeer	2014	2+	11,73	<b>filet</b>	<b>72</b>	<b>53,3</b>
	Ketelmeer	2014	2+	11,15	<b>hele vis</b>		<b>52,0</b>
	IJsselmeer	2014	>>2+	23,61	filet	150	111
	IJsselmeer	2014	2+	12,58	hele vis		70,0

#### 4.4 Ruimtelijke vergelijking op basis van niet-gestandaardiseerde meetresultaten

De chemische verontreiniging van vissen uit de Rijn en uit zijrivieren van de Rijn is weergegeven in figuur 6 t/m 9. In de bijlage zijn er verontreinigingskaarten opgenomen, die een beter beeld geven van de ruimtelijke verdeling van de chemische verontreiniging van de vissen (zie figuur A.1-1 t/m A7-4, bijlage).

Voor Hg zijn zowel de concentraties in filet als de gemeten en berekende concentraties in hele vis weergegeven (omrekeningsfactor 0,74) (zie figuur 6).

Bij de zijrivieren van de Rijn is er enerzijds alleen rekening gehouden met ML's aan de monding (of, indien hiervoor geen gegevens waren, de ML's die het dichtst bij de monding zijn gelegen) (zie figuur 8) en anderzijds met het verloop van de concentratie in de Neckar en de Moezel, beide zijrivieren van de Rijn, en met de verontreiniging van vissen uit de Kinzig, een zijrivier van de Main, uit de Saar en de Sauer, beide zijrivieren van de Moezel, en uit de Alzette (zie figuur 9).

Omdat voor de hier bekeken stoffen bekend is dat ze zich opstapelen in de voedselketen is er in de figuren een onderscheid gemaakt tussen omnivore vissen (kopvoorn, blankvoorn, brasem/kolblei) en carnivore vissen (snoekbaars, rivierbaars). Verschillen tussen de verontreiniging op dezelfde ML kunnen worden verklaard door verschillen in de vissoorten, de lengte van de vissen en de bemonsteringsjaren (zie tabel 2).

Met het oog op een eerste beoordeling van de verontreiniging zijn de desbetreffende MKE's opgenomen in de figuren. Aangezien er voor ndl-PCB's vooralsnog geen MKE is afgeleid, is hier ter oriëntatie het toelaatbare maximumgehalte in levensmiddelen weergegeven dat is afgeleid voor vissen (75 µg/kg NG).

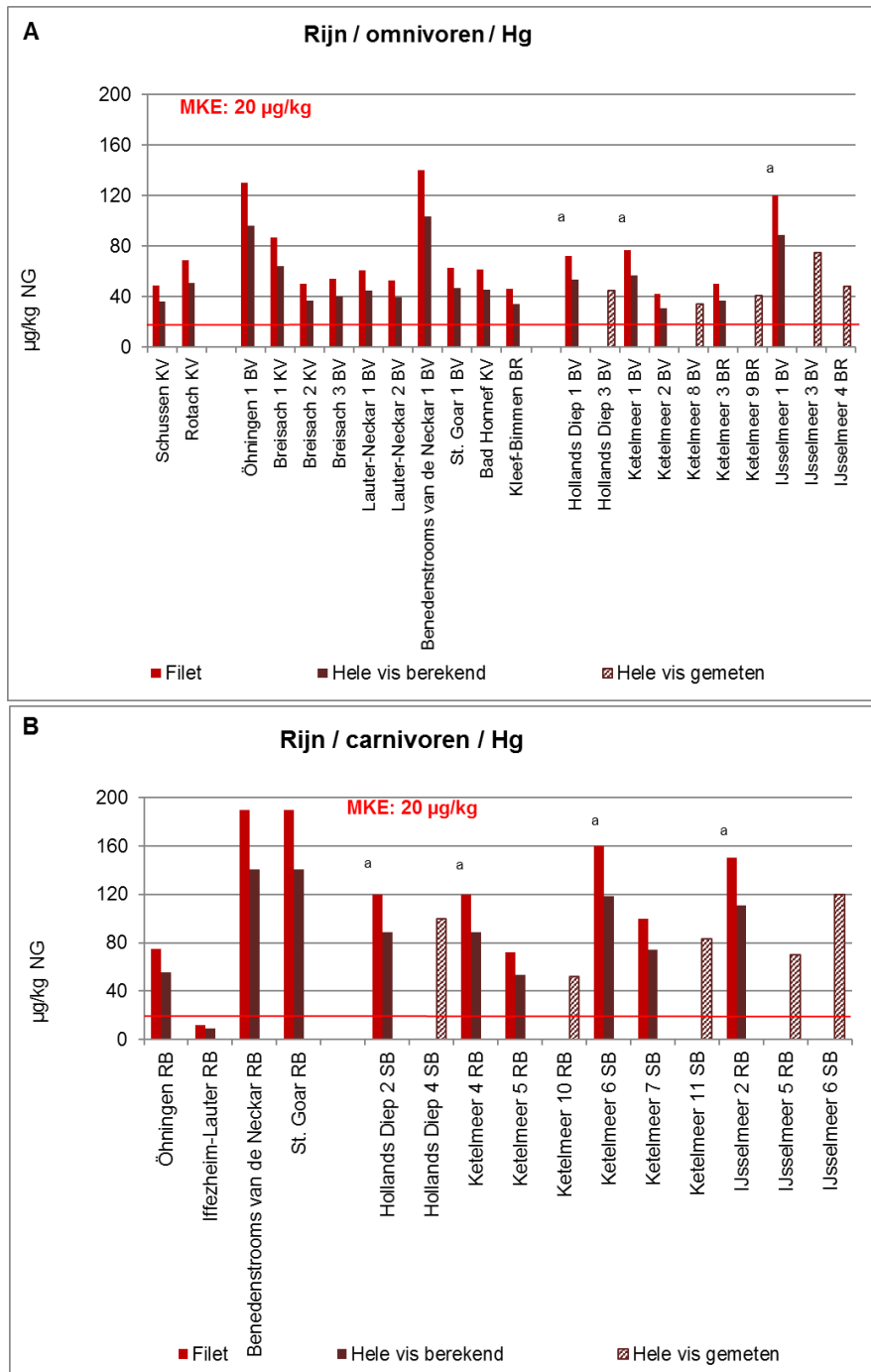
In **de Rijn, de Rotach, de Schussen en de Rijndelta** (zie figuur 6) waren de Hg-concentraties in filet en hele vis op één uitzondering na (rivierbaarzen van de ML "Iffezheim tot Lauter") hoger dan de MKE van 20 µg/kg natgewicht (NG).

Bij PFOS ziet de situatie er heterogener uit (zie figuur 7): tien van de zeventien monsters van omnivore vissen lagen onder de MKE van 9,1 µg/kg, terwijl alle monsters van carnivore vissoorten boven de MKE lagen. Wat opvalt, is de zeer zware PFOS-verontreiniging in blankvoorns van de ML "benedenstrooms van de monding van de Neckar".

Voor PCDD/F+dl-PCB's, ndl-PCB's, HBCDD en HCB is een stroomafwaartse toename van de verontreiniging zichtbaar (zie figuur 7). Hier valt de relatief hoge HBCDD-concentratie in vissen van de ML St. Goar op.

Aan de MKE's voor PCDD/F+dl-PCB's, HBCDD en HCB is in alle monsters uit de Rijn, de Rijndelta, de Schussen en de Rotach voldaan (zie tabel A2, bijlage). Echter, de MKE voor PBDE is vlakdekkend overschreden; hierbij moet wel worden vermeld dat er in één monster (adulte blankvoorns >>2+ uit het IJsselmeer) geen PBDE is aangetoond, maar de BG bedroeg 0,02 µg/kg en was daarmee hoger dan de MKE.

De meeste vissen uit de Rijn, de Rijndelta, de Rotach en de Schussen bleven onder het toelaatbare maximumgehalte voor ndl-PCB's in vissen. Overschrijdingen zijn alleen vastgesteld in adulte (>>2+) blankvoorns van de ML Hollands Diep (ca. 170 µg/kg) en subadulte (2+) blankvoorns uit het Ketelmeer (75,2 µg/kg).

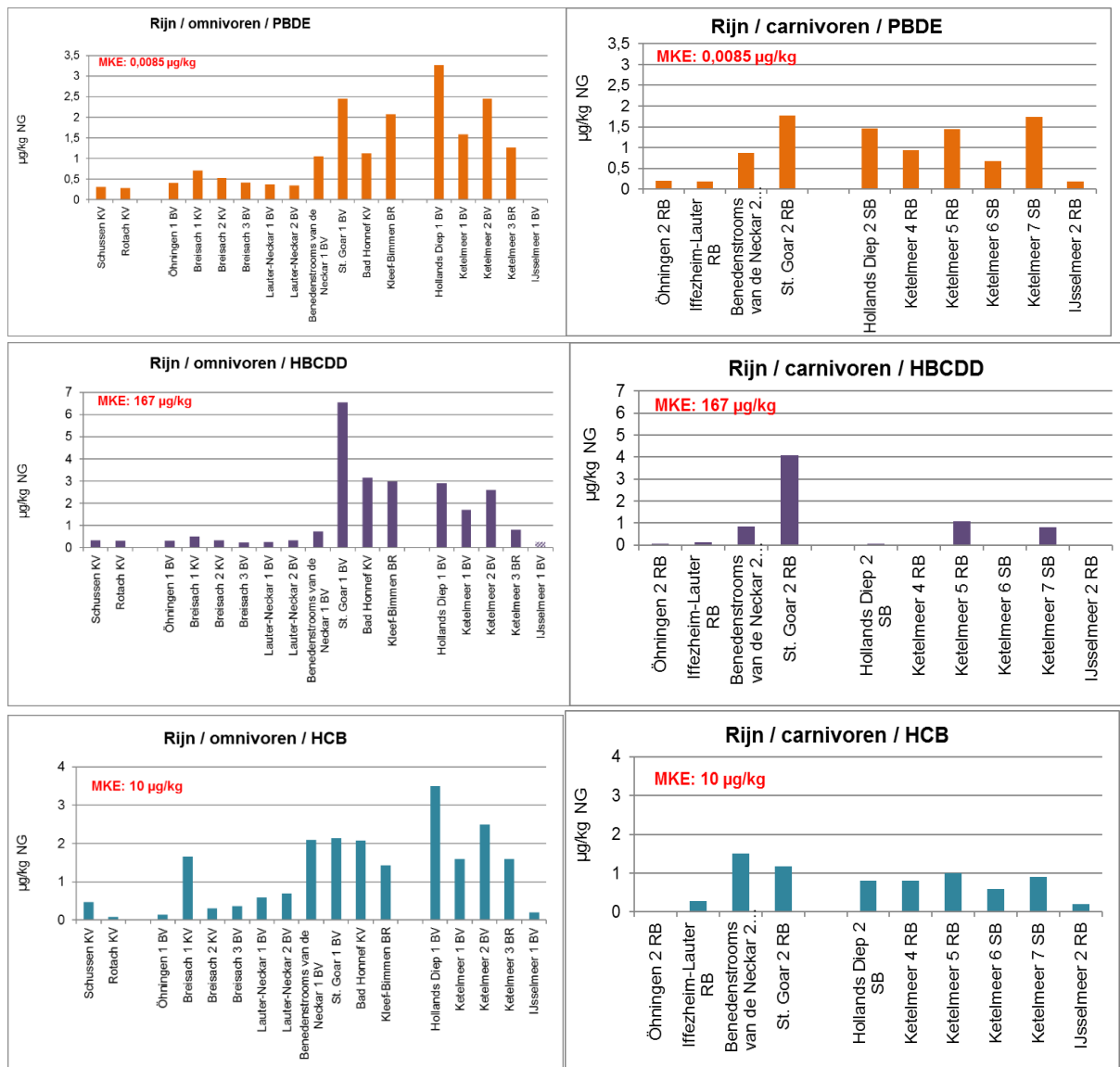


Figuur 6: Ruimtelijke verdeling van de verontreiniging van omnivore (A) en carnivore (B) vissen met kwik (Hg) in de Rijn (inclusief Schussen, Rotach en Rijndelta) in de jaren 2014 en 2015. Gegevensbasis: filet-poolmonsters. Berekening hele vis: concentratie in filet x 0,74; MKE: milieukwaliteitseis voor biota; KV: kopvoorn; BV; blankvoorn; BR: brasem; RB: rivierbaars; SB: snoekbaars. Het nummer van de monsters dient om de monsters toe te wijzen (zie tabel 2 en 3). In de Rijndelta zijn subadulte (2+) vissen (monsternummers: Hollands Diep: 3,4; Ketelmeer: 2,3,5,7,8,9,10,11; IJsselmeer: 3,4,5,6) en adulte (>>2+) vissen (monsternummers: Hollands Diep: 1,2; Ketelmeer: 1,4,6; IJsselmeer: 1,2; aangegeven met een "a") onderzocht.

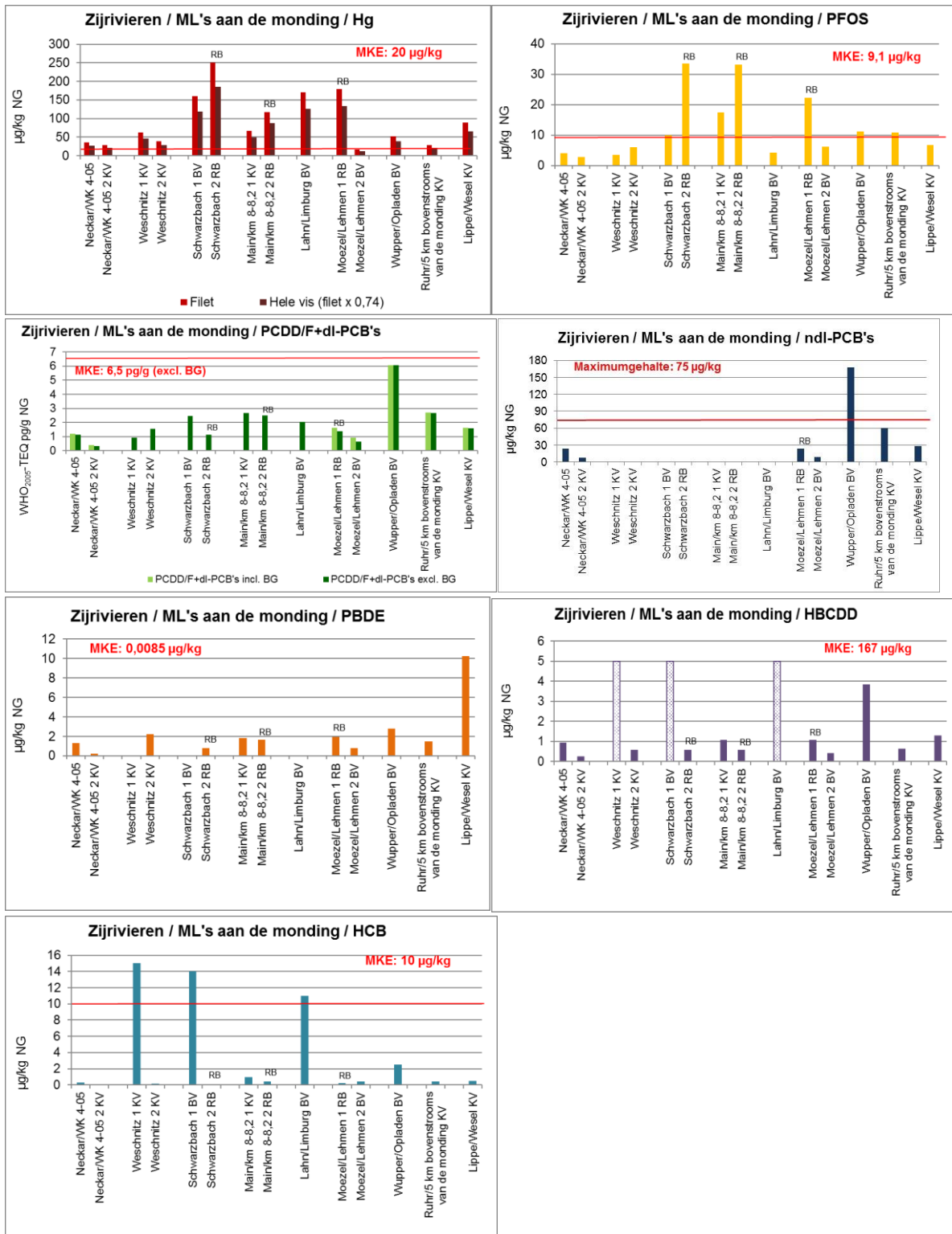




Figuur 7: Ruimtelijke verdeling van de verontreiniging van vissen met schadelijke stoffen in de Rijn (inclusief Schussen, Rotach en Rijndelta) in de jaren 2014 en 2015. Vergelijking tussen de verontreiniging van omnivore vissen (blankvoorn, kopvoorn, brasem/kolblei) en carnivore vissen (rivierbaars, snoekbaars). Gegevensbasis: filet-poolmonsters. MKE: Milieukwaliteitseis voor biota. KV: kopvoorn; BV: blankvoorn; BR: brasem; RB: rivierbaars; SB: snoekbaars. Het nummer van de monsters dient om de monsters toe te wijzen (zie tabel 2). In de Rijndelta zijn subadulte (2+) vissen (monsternummers: Ketelmeer: 2,3,5,7) en adulte (>>2+) vissen (monsternummers: Hollands Diep: 1,2; Ketelmeer: 1,4,6; IJsselmeer: 1,2) onderzocht.



Figuur 7 (vervolg): Ruimtelijke verdeling van de verontreiniging van vissen met schadelijke stoffen in de Rijn (inclusief Schussen, Rotach en Rijndelta) in de jaren 2014 en 2015. Vergelijking tussen de verontreiniging van omnivore vissen (blankvoorn, kopvoorn, brasem/kolblei) en carnivore vissen (rivierbaars, snoekbaars). Gegevensbasis: filet-poolmonsters.  
MKE: Milieukwaliteitseis voor biota. KV: kopvoorn; BV: blankvoorn; BR: brasem; RB: rivierbaars; SB: snoekbaars. Het nummer van de monsters dient om de monsters toe te wijzen (zie tabel 2). In de Rijndelta zijn subadulte (2+) vissen (monsternummers: Ketelmeer: 2,3,5,7) en adulte (>2+) vissen (monsternummers: Hollands Diep: 1,2; Ketelmeer: 1,4,6; IJsselmeer: 1,2) onderzocht.



Figuur 8: Verontreiniging van vissen uit zijrivieren van de Rijn in 2014 en 2015. Vergelijking van de verontreiniging van blankvoorn, kopvoorn en rivierbaars. Afgebeeld zijn de meetlocaties (ML's) in de zijrivieren Neckar, Weschnitz, Schwarzbach, Main, Lahn, Moezel, Wupper, Ruhr en Lippe die het dichtst bij de monding in de Rijn zijn gelegen. In de gevallen dat de concentratie van HBCDD onder de bepalingsgrens lag, is de halve bepalingsgrens als waarde gebruikt (lichte staven). Gegevensbasis: filet-poolmonsters. MKE: Milieukwaliteitseis voor biota. KV: kopvoorn; BV: blankvoorn; RB: rivierbaars. Het nummer van de monsters dient om de monsters toe te wijzen (zie tabel 2).

Figuur 8 laat de verontreiniging van vissen zien op **ML's in zijrivieren van de Rijn dicht bij de monding in de Rijn**, of, als er geen ML's dicht bij de monding zijn bemonsterd, op de ML's die het dichtst bij de monding in de Rijn liggen. In de diagrammen is er rekening gehouden met alle vissoorten die op deze ML's zijn onderzocht; carnivore vissen (hier uitsluitend rivierbaarzen) zijn tevens gemerkt met de afkorting "RB".

De Hg-verontreiniging in filet en hele vis was op de meeste ML's hoger dan de MKE. De uitzondering die de regel bevestigt, zijn blankvoorns van de ML Moezel/Lehmen. Op ML's waar zowel omnivore vissen als rivierbaarzen zijn bemonsterd, waren de rivierbaarzen doorgaans zwaarder verontreinigd.

Bijzonder hoge Hg-concentraties zijn gemeten op de ML's Schwarzbach/Trebur-Astheim en Lahn/Limburg en in rivierbaarzen van de ML Moezel/Lehmen (zie tabel A2, bijlage).

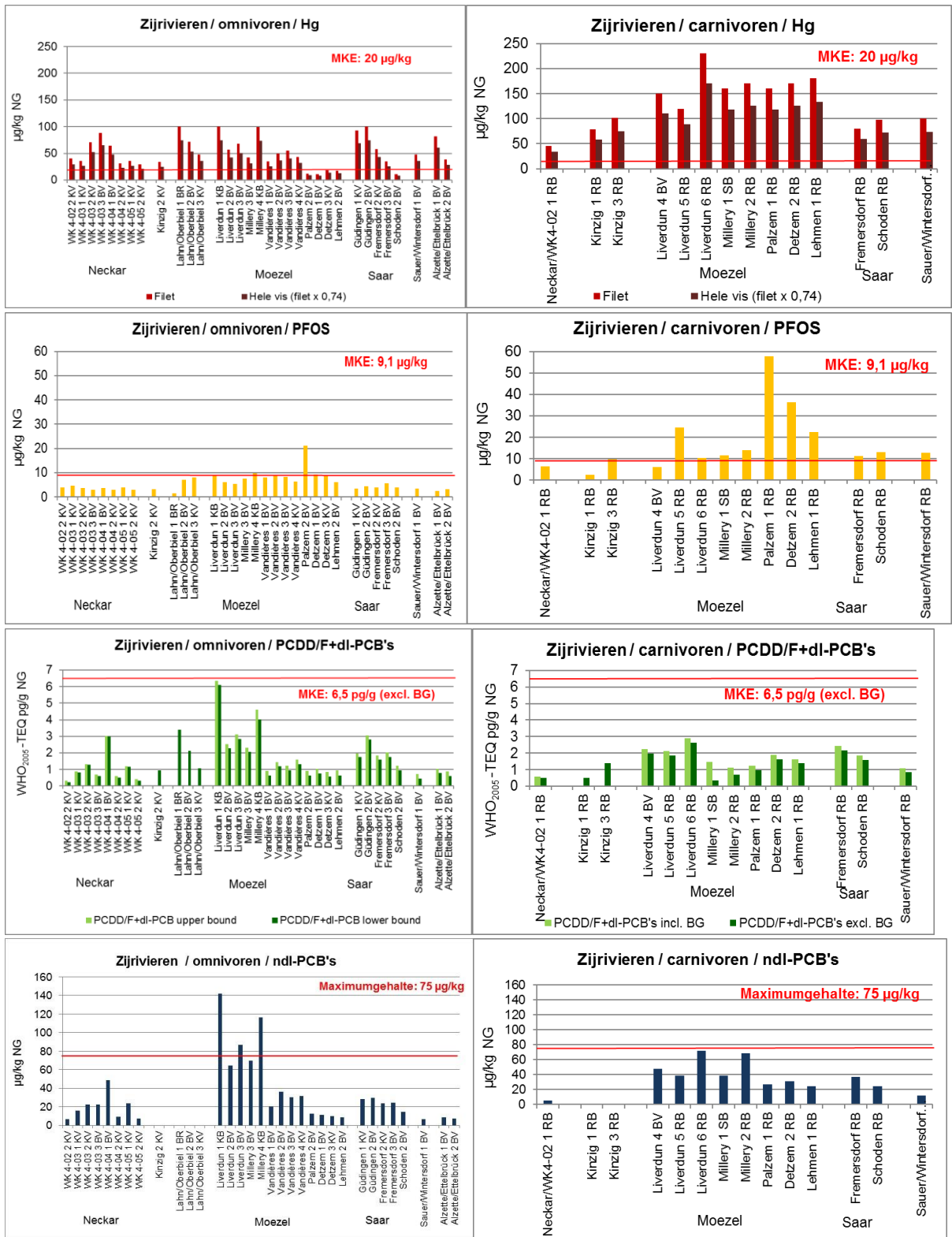
Ook bij PFOS was de verontreiniging in rivierbaarzen hoger dan in omnivore vissen die op dezelfde ML zijn gevangen. De MKE was overschreden op de ML's Schwarzbach/Trebur-Astheim, Main/km 8,0-8,2, Wupper/Opladen en Ruhr/5 km bovenstrooms van de monding, en in rivierbaarzen van de ML Moezel/Lehmen (zie tabel A2, bijlage).

De MKE voor PCDD/F+dl-PCB's is op alle ML's die hier zijn weergegeven nageleefd. In blankvoorns van de ML Wupper/Opladen zijn er relatief hoge concentraties van 6,1 pg/g WHO<sub>2005</sub>-TEQ gemeten. Dit was tevens het enige monster waarin de concentratie van ndl-PCB's (167 µg/kg NG) duidelijk boven het toegelaten maximumgehalte in levensmiddelen lag. Relatief zware verontreinigingen, zowel met PCDD/F+dl-PCB's als met ndl-PCB's, zijn ook in vissen van de ML Ruhr/5 km bovenstrooms van de monding gevonden (zie tabel A2, bijlage).

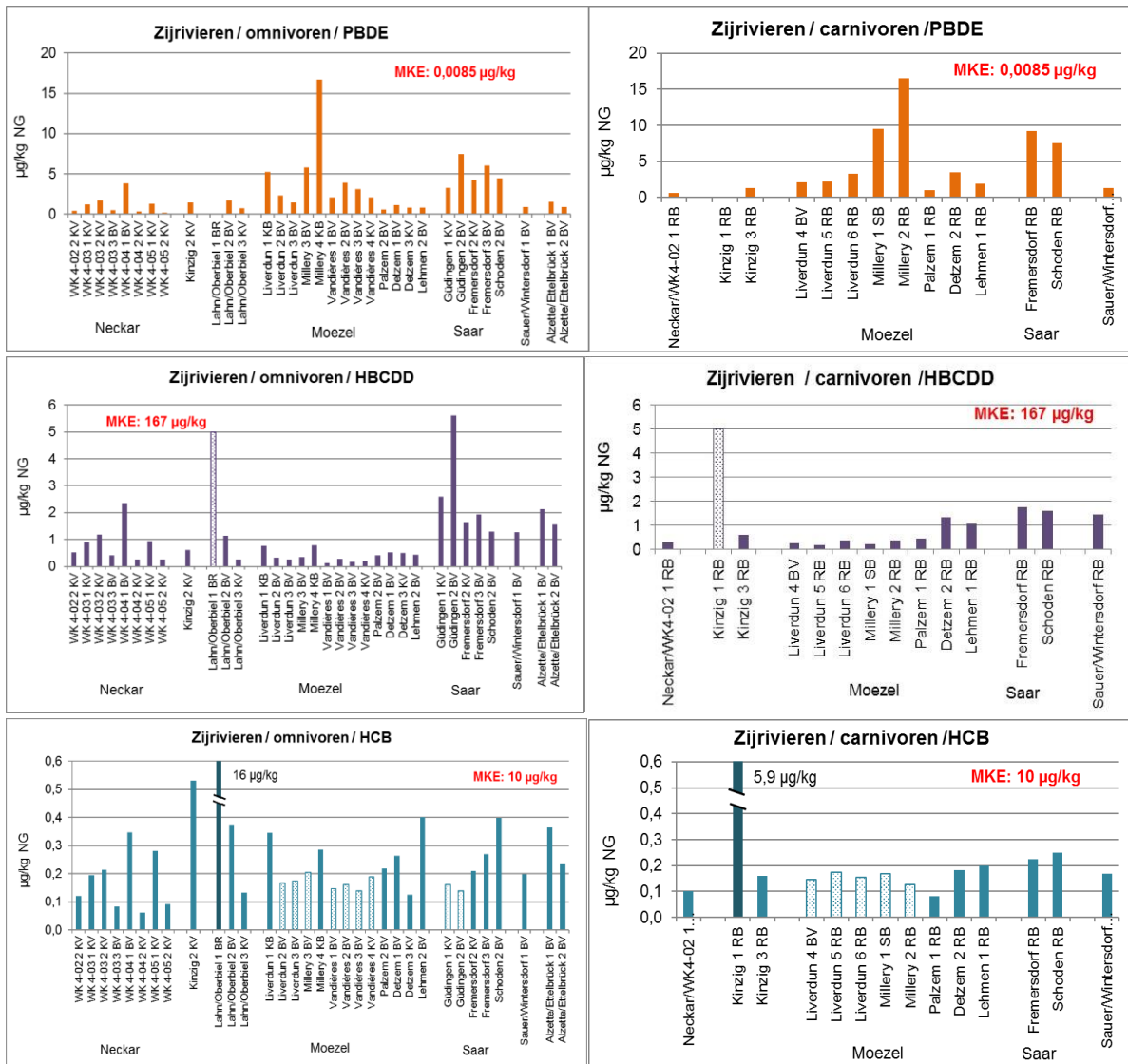
PBDE lag in alle monsters duidelijk boven de MKE. De hoogste concentratie, 10,3 µg/kg, is in kopvoorns van de ML Lippe/ Wesel gemeten (zie tabel A2, bijlage).

De concentratie van HBCDD lag altijd ver onder de MKE. De opvallende, relatief hoge concentraties van 5 µg/kg NG in figuur 8 zijn altijd nog lager dan de analytische bepalingsgrens, die in deze gevallen 10 µg/kg bedroeg. Om te laten zien dat HBCDD in de betreffende monsters is onderzocht, is in de figuur de halve bepalingsgrens als waarde gebruikt.

HCB-concentraties boven de MKE zijn alleen gevonden in kopvoorns van de ML Weschnitz/Biblis-Wattenheim (15 µg/kg NG), blankvoorns van de ML Schwarzbach/Trebur-Astheim (14 µg/kg NG) en blankvoorns van de ML Lahn/Limburg (11 µg/kg NG) (zie tabel A2, bijlage).



Figuur 9: Verontreiniging van vissen uit de Neckar, de Lahn, de Moezel, de Kinzig, de Saar, de Sauer en de Alzette in 2014 en 2015. Vergelijking tussen de verontreiniging van omnivore vissen (blankvoorn, kopvoorn, brasem/kolblei) en carnivore vissen (rivierbaars, snoekbaars). Gegevensbasis: filet-poolmonsters. MKE: milieukwaliteitseis voor biota. KV: kopvoorn; BV: blankvoorn; BR: brasem; RB: rivierbaars; SB: snoekbaars. Het nummer van de monsters dient om de monsters toe te wijzen (zie tabel 2).



Figuur 9 (vervolg): Verontreiniging van vissen uit de Neckar, de Kinzig, de Lahn, de Moezel, de Saar, de Sauer en de Alzette in 2014 en 2015. Vergelijking tussen de verontreiniging van omnivore vissen (blankvoorn, kopvoorn, brasem/kolblei) en carnivore vissen (rivierbaars, snoekbaars). In de gevallen dat de concentratie van HBCDD en HCB onder de bepalingsgrens lag, is de halve bepalingsgrens als waarde gebruikt (lichte staven). Gegevensbasis: filet-poolmonsters. MKE: milieukwaliteitseis voor biota. KV: kopvoorn; BV: blankvoorn; BR: brasem; RB: rivierbaars; SB: snoekbaars. Het nummer van de monsters dient om de monsters toe te wijzen (zie tabel 2).

De verontreiniging van vissen uit **de Neckar, de Lahn en de Moezel**, alle drie zijrivieren van de Rijn, **de Kinzig**, een zijrivier van de Main, **de Saar en de Sauer**, beide zijrivieren van de Moezel, en **de Alzette**, een zijrivier van de Sauer, zijn weergegeven in figuur in 9.

De Hg-concentraties in vissen uit de zijrivieren lagen meestal boven de MKE, waarbij dient te worden gezegd dat carnivore vissen duidelijk zwaarder vervuild waren. Alleen blankvoorns en kopvoorns van de ML's Palzem, Detzem en Lehmen in de Moezel en de ML Schoden in de Saar voldeden aan de MKE (zie tabel A2, bijlage). Bij omnivore vissen uit de Moezel en

de Saar nam de verontreiniging stroomafwaarts af, terwijl dit bij carnivore vissen niet kan worden gezegd.

PFOS was het hoogste in vissen van de ML Moezel/Palzem. Bij omnivore vissen zijn er alleen hier en op de ML Moezel/Millery overschrijdingen van de MKE waargenomen. Bij carnivore vissen is de MKE daarentegen vrijwel overal overschreden (uitzonderingen: rivierbaarzen van de ML Neckar/WK4-02 en snoekbaarzen van de ML Moezel/Liverdun (zie tabel A2, bijlage)).

De MKE voor PCDD/F+dl-PCB's wordt in alle monsters nageleefd als de meetresultaten niet worden gestandaardiseerd naar 5% vet, maar liggen regelmatig zo dicht bij de MKE, dat na standaardisatie naar 5% deze meetwaarden wel de MKE overschrijden, vanwege het lage vetgehalte in de poolmonsters (zie gegevens voor de Rijn, figuur 10, hoofdstuk 4.5). In kolblei uit de bovenloop van de Moezel (ML's Liverdun en Millery) zijn er relatief hoge concentraties vastgesteld (6,1 en 4,0 pg/g WHO<sub>2005</sub>-TEQ (exclusief BG)). In deze twee monsters zijn ook de hoogste concentraties ndl-PCB's gemeten (142 µg/kg en 116 µg/kg), die het maximumgehalte voor levensmiddelen van 75 µg/kg ndl-PCB's overschrijden, net als kopvoorns van Liverdun (zie tabel A2, bijlage). Bij omnivore vissen uit de Moezel en de Saar nam de verontreiniging met PCDD/F+dl-PCB's en ndl-PCB's stroomafwaarts af. Bij ndl-PCB's vertonen ook carnivore vissen in zekere mate een dergelijke trend.

De MKE voor PBDE is ook in de zijrivieren overal overschreden. In de bovenloop van de Moezel bij Millery en in de Saar zijn er bijzonder zware verontreinigingen gemeten.

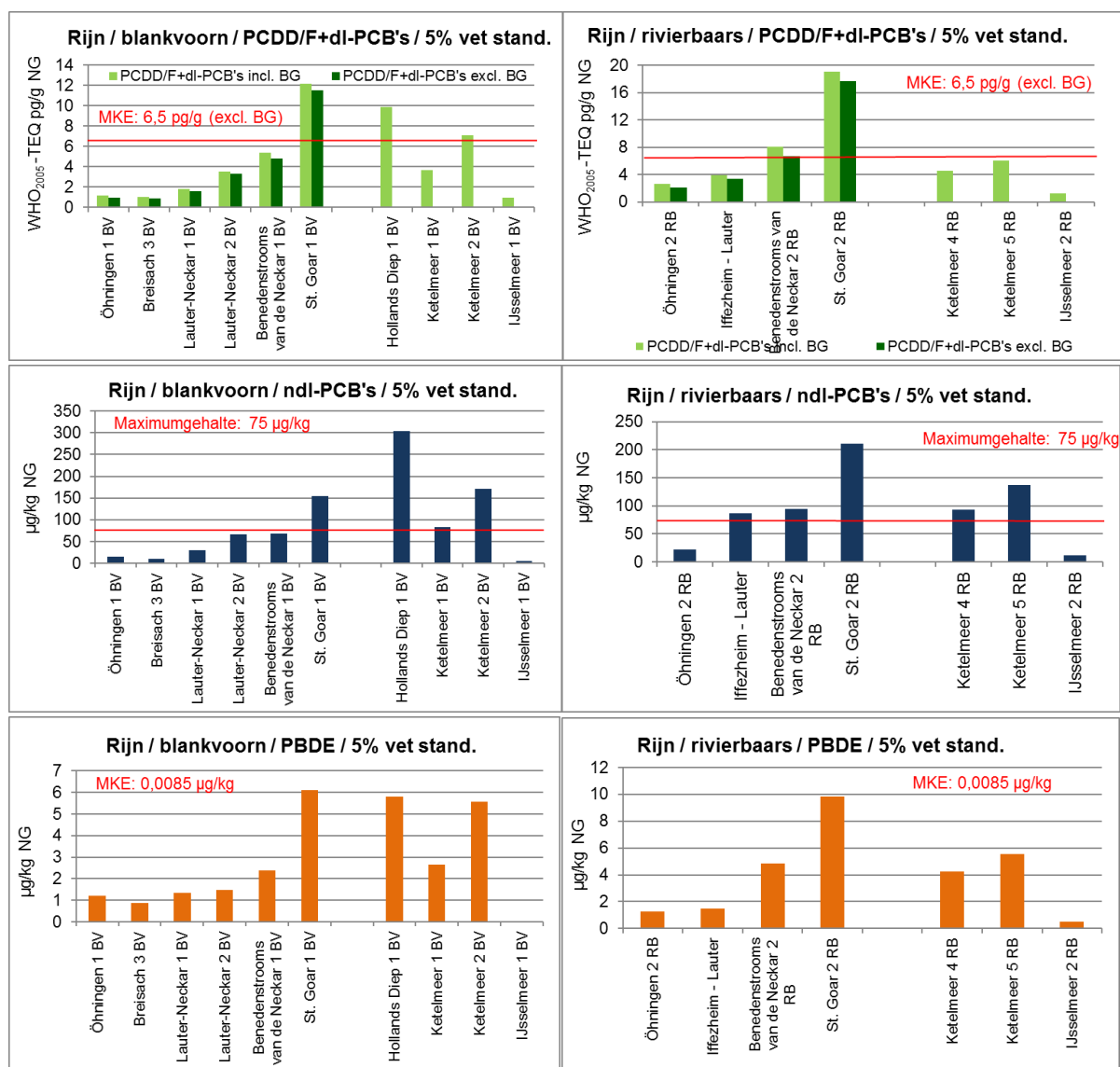
De verontreiniging van de vissen met HBCDD was gering (alle concentraties lagen ver onder de MKE). De hoogste concentraties zijn gevonden in vissen uit de Saar (max. 5,6 µg/kg) en de Alzette, en in kopvoorns van de ML Neckar/WK4-03. De relatief hoge waarden van 5 µg/kg in brasems van de ML Lahn/Oberbiel-Altenberg en in rivierbaarzen uit de Kinzig hebben daarentegen betrekking op concentraties onder de bepalingsgrens, waarvoor de halve bepalingsgrens als waarde is gebruik.

De MKE voor HCB is slechts in één monster overschreden: in brasems van de ML Lahn/Oberbiel-Altenberg is een concentratie van 16 µg/kg gemeten, dat is veel hoger dan alle andere monsters. Ook rivierbaarzen uit de Kinzig lieten met 5,9 µg/kg vrij hoge concentraties zien (zie tabel A2, bijlage).



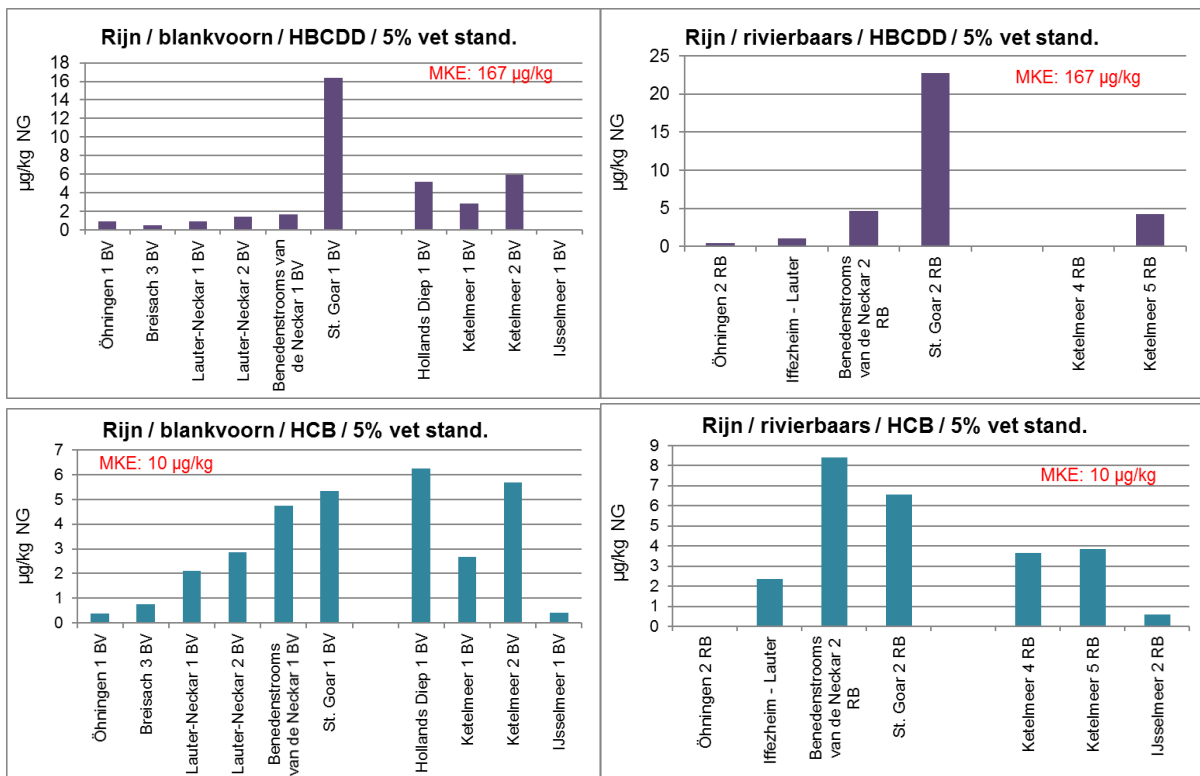
## 4.5 Ruimtelijke vergelijking op basis van gestandaardiseerde meetresultaten

Voor een betere ruimtelijke vergelijking van de verontreiniging in de Rijn zijn de gegevens van blankvoorn en rivierbaars afzonderlijk bekeken (zie figuur 10). Beide vissoorten zijn op de meeste meetlocaties in de Rijn en de Rijndelta bemonsterd. Om de gegevens beter vergelijkbaar te maken, zijn de concentraties van de vetoplosbare schadelijke stoffen PCDD/F+dl-PCB's, ndl-PCB's, PBDE, HBCDD en HCB gestandaardiseerd naar 5% vet. Voor brasem en kopvoorn waren er slechts drie dan wel vier datasets uit de Rijn waarmee een standaardisatie op vet kon worden uitgevoerd. Een weergave van het verloop in de ruimte is hier daarom niet zinvol.



Figuur 10: Vergelijking van de verontreiniging van blankvoorn (links) en rivierbaars (rechts) uit de Rijn en de Rijndelta met PCDD/F+dl-PCB's, ndl-PCB's en PBDE. Gegevensbasis: op 5% vet gestandaardiseerde concentraties in filet-poolmonsters uit de jaren 2014 en 2015. Het nummer van de monsters dient om de monsters toe te wijzen (zie tabel 2). In de Rijndelta zijn subadulte (2+) vissen (monsternummers: Ketelmeer: 2,5,7) en adulte (>>2+) vissen (monsternummers: Hollands Diep: 1; Ketelmeer: 1,4; IJsselmeer: 1,2) onderzocht.





Figuur 10 (vervolg): Vergelijking van de verontreiniging van blankvoorn (links) en rivierbaars (rechts) uit de Rijn en de Rijndelta met HBCDD en HCB. Gegevensbasis: op 5% vet gestandaardiseerde concentraties in filet-poolmonsters uit de jaren 2014 en 2015. Het nummer van de monsters dient om de monsters toe te wijzen (zie tabel 2). In de Rijndelta zijn subadulte (2+) vissen (monsternummers: Ketelmeer: 2,5,7) en adulte (>>2+) vissen (monsternummers: Hollands Diep: 1; Ketelmeer: 1,4; IJsselmeer: 1,2) onderzocht.

Bij beide vissoorten neemt de verontreiniging met PCDD/F+dl-PCB's, ndl-PCB's, PBDE en HBCDD stroomafwaarts tot St. Goar toe, waarbij ook hier de relatief hoge HBCDD-concentraties in vissen van de ML St. Goar opvallen (zie figuur 7). Bij blankvoorns is ook voor HCB een stroomafwaartse toename te zien, die zich (net als voor ndl-PCB's) voortzet tot Hollands Diep in de Rijndelta.

## 5 Bibliografie

Ahrens L, Siebert U, Ebinghaus R (2009): Total body burden and tissue distribution of polyfluorinated compounds in harbor seals (*Phoca vitulina*) from the German Bight. *Mar Pollut Bull* 58: 520 – 525

Becker L, Hennecke D, Düring RA (2010): Expositions Betrachtung und Beurteilung des Transfers von Dioxin, dioxinähnlichen PCB und PCB – Literaturstudie. *Texte 57 / 2011*, Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, 198 p.

Brooke D, Footitt A, Nwaogu TA (2004): Environmental Risk Evaluation Report: Perfluorooctanesulphonate (PFOS). Environmental Agency. Chemicals Assessment Section, Wallingford OX10 8BD, UK. ISBN: 978-1-84911-124-9

Carloni D (2009): Perfluorooctane Sulfonate (PFOS) production and use: Past and current evidence. UNIDO Report

Covaci A, Gerecke AC, Law RJ, Voorspoels S, Kohler M, Heeb NV, Leslie H, Allchin CR, de Boer J (2006): Hexabromocyclododecanes (HBCDs) in the environment and humans: a review. *Environ Sci Technol* 40:3679–3688

Dioxin databank (2018): Dioxinegegevensbank van de Duitse Bond en de deelstaten. [[http://www.dioxindb.de/f\\_stoffe\\_basics.html](http://www.dioxindb.de/f_stoffe_basics.html)]

EBFRIP (2010): European brominated flame retardant industry panel. The voluntary emissions control action programme—measurable achievements. Annual Progress Report 2009. Brussels, Belgium. [[http://www.vecap.info/uploads/VECAP\\_report\\_22%2001.pdf](http://www.vecap.info/uploads/VECAP_report_22%2001.pdf)]

Eisler, R (2007): *Eisler's Encyclopedia of environmentally hazardous priority chemicals*, Elsevier Amsterdam NL, 1. Edition 2007

EQS substance data sheet (2005): Environmental Quality Standards (EQS) substance data sheet. Priority substance No. 21: Mercury and its compounds. Brussels 2005. [[https://circabc.europa.eu/sd/a/ff8e163c-71f6-4fc0-98ef-875a20add4c8/21\\_Mercury\\_EQSdatasheet\\_150105.pdf](https://circabc.europa.eu/sd/a/ff8e163c-71f6-4fc0-98ef-875a20add4c8/21_Mercury_EQSdatasheet_150105.pdf)]

EU (2000): 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 (EU) nr. L327/1*, 22 december 2000

EU (2003): Richtlijn 2003/53/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). *Publicatieblad (EU) nr. L42/45*, 15 februari 2003

EU (2006a): Verordening (EG) nr. 1881/2006 van de Commissie van 19 december 2006 tot vaststelling van de maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen. *Publicatieblad (EU) nr. L364/5*, 20 december 2006

EU (2006b): 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 (EU) nr. L372/32, 27 december 2006

EU (2008a): Verordening (EG) Nr. 629/2008 van de Commissie van 2 juli 2008 tot wijziging van Verordening (EG) Nr. 1881/2006 tot vaststelling van maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen. Publicatieblad (EU) nr. L173/6, 3 juli 2008

EU (2008b): 2008/764/EG: 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. Publicatieblad (EU) Nr. L262/40, 1 oktober 2008

EU (2010): Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC): Guidance Document no. 25 on chemical monitoring of sediment and biota under the Water Framework Directive. European Commission .Technical Report - 2010 – 014

EU (2011a): Verordening (EU) nr. 1259/2011 van de Commissie van 2 december 2011 tot wijziging van Verordening (EG) nr. 1881/2006 wat betreft de maximumgehalten voor dioxinen, dioxineachtige PCB's en niet-dioxineachtige PCB's in levensmiddelen. Publicatieblad (EU) nr. L320/18, 3 december 2011

EU (2011b): Verordening (EU) nr. 420/2011 van de Commissie van 29 april 2011 tot wijziging van Verordening (EG) Nr. 1881/2006 tot vaststelling van maximumgehalten aan bepaalde verontreinigingen in levensmiddelen. Publicatieblad (EU) nr. L111/3, 30 april 2011

EU (2011c): Verordening (EU) nr. 835/2011 van de Commissie van 19 augustus 2011 tot wijziging van Verordening (EG) nr. 1881/2006 wat betreft de maximumgehalten aan polycyclische aromatische koolwaterstoffen in levensmiddelen. Publicatieblad (EU) nr. L215/4, 20 augustus 2011

EU (2013): Richtlijn 2013/39/EU van het Europees Parlement en de Raad van 12 augustus 2013 tot wijziging van Richtlijn 2000/60/EG en Richtlijn 2008/105/EG wat betreft prioritair stoffen op het gebied van het waterbeleid. Publicatieblad (EU) nr. L226/1, 24 augustus 2013

EU (2014): Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC): Guidance document no. 32 on biota monitoring (the Implementation of EQS Biota) under the Water Framework Directive. European Commission. Technical Report – 2014 - 083

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

Froese R, Pauly D (eds) (2018): FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org, version 02/2018]

Goeritz I, Falk S, Stahl T, Schäfers C, Schlechtriem C (2013): Biomagnification and tissue distribution of perfluoroalkyl substances (PFAS) in market-size rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Environ Toxicol Chem 32:2078-2088

Hillenbrand T, Marscheider-Weidemann F, Strauch M, Heitmann K, Schaffrin D (2007): Emissionsminderung für prioritäre und prioritäre gefährliche Stoffe der Wasserrahmenrichtlinie – Stoffdatenblätter. Umweltbundesamt Forschungsbericht 203 21 280. UBA Texte 29/07. [<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3312.pdf>]

ICBR (2011): Rapport over de verontreiniging van vissen met schadelijke stoffen in het Rijnstroomgebied. Lopend en afgerond onderzoek in de Rijnsoeverstaten. Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn. ICBR-rapport 195, 74 p.

Jones PD, Hu W, De Coen W, Newsted JL, Giesy JP (2003): Binding of perfluorinated fatty acids to serum proteins. *Environ Toxicol Chem* 22:2639–2649

LAWA-AO (2012): LAWA-AO Rahmenkonzept Monitoring, Teil B – Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen. Arbeitspapier IV.3 Konzeption für Biota-Untersuchungen zur Überwachung von Umweltqualitätsnormen gemäß RL 2013/39/EU. Stand März 2012.

LAWA-AO (2016): LAWA-AO Rahmenkonzept Monitoring, Teil B – Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen. Arbeitspapier IV.3 Konzeption für Biota-Untersuchungen zur Überwachung von Umweltqualitätsnormen gemäß RL 2013/39/EU. Stand 27.10.2016.

Lecloux A (2004): Hexachlorobutadiene – Sources, environmental fate and risk characterization. Science Dossier. Euro Chlor. [<http://www.eurochlor.org/media/14939/sd5-hexachlorobutadiene-final.pdf>]

Luebker DJ, Hansen KJ, Bass NM, Butenhoff JL, Seacat AM (2002): Interactions of fluorochemicals with rat liver fatty acid-binding protein. *Toxicology* 176:175–185

Martin JW, Mabury SA, Solomon KR, Muir DCG (2003): Bioconcentration and tissue distribution of perfluorinated acids in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Environ Toxicol Chem* 22:196-204

Merian E, Anke M, Ihnat M, Stoeppeler M (2004): Elements and their compounds in the Environment, vol. 2: Metals and their Compounds. 2nd Edition. Wiley-VCH. pp. 932-934

Moermond CTA, Verbruggen EMJ (2013): An evaluation of bioaccumulation data for hexachlorobenzene to derive water quality standards according to the EU-WFD methodology. *Int Environ Assess Manag* 91: 87-97

Pubchem (2018): Open Chemistry Database. NIH U.S. National Library of Medicine. [<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/hexachlorobenzene#section=Top>]

RHmV (2010): Rückstands-Höchstmengenverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. Oktober 1999 (BGBl. I S. 2082; 2002 I S. 1004), die zuletzt durch Artikel 3 der Verordnung vom 19. März 2010 (BGBl. I S. 286) geändert worden ist.

Ritter L, Solomon KR, Forget J, Stemeroff M, O’Leary C (1995): An Assessment Report on: DDT-Aldrin-Dieldrin-Endrin-Chlordane-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). [<http://www.chem.unep.ch/pops/indxhtmls/asses0.html#TOC>]

Sellström U, Kierkegaard A, de Wit C, Jansson B (1998): Polybrominated diphenyl ethers and hexabromocyclododecane in sediment and fish from a Swedish river. *Environ Toxicol Chem* 17: 1065–1072

UNEP (2001): Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Stockholm, 22 May 2001. [<http://chm.pops.int/TheConvention/ThePOPs/The12InitialPOPs/tabid/296/Default.aspx>]

UNEP (2006a): Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its second meeting. Addendum - Risk profile on perfluorooctane sulfonate. UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.5

UNEP (2006b): Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its second meeting. Addendum - Risk profile on commercial pentabromodiphenyl ether. UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.1

UNEP (2007): Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its third meeting. Addendum - Risk profile on commercial octabromodiphenyl ether. UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.6

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

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

UNEP (2013a): Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Proposal to list dicofol in Annexes A, B and/or C to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. UNEP/POPS/POPRC.9/3

UNEP (2013b): Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. SC-6/13: Listing of hexabromocyclododecane

UNEP (2013c): Minamata Convention on Mercury. United Nations Environment Programme. Geneva, Switzerland: Text agreed upon in UNEP(DTIE)/Hg/INC.5/3; January 13-19, 2013

UNEP (2016a): Dicofol Draft Risk Profile - Intersessional working group on dicofol. Persistent Organic Pollutants Review Committee

UNEP (2016b): Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. SC-7/12: Listing of hexachlorobutadiene

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

UNEP (2018): Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. [<https://chem.pops.int/TheConvention/ThePops/AllPOPs/tabid/2509/Default.aspx>]

Van den Berg M, Birnbaum LS, Denison M, de Vito M, Fraland W, Feeley M, Fiedler H, Hakansson H, Hanberg A, Haws L, Roes M, Safe S, Schrenk D, Tohyama C, Tritscher A, Tuomisto J, Tysklind M, Walker N, Peterson RE (2006): The 2005 World Health Organization reevaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. *Toxicol Sci* 93: 223–241

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

## 6 Verklarende woordenlijst

BG	bepalingsgrens
dl-PCB's	dioxineachtige polychloorbifenylen
gem.	gemiddelde
HBCDD	hexabroomcyclododecaan
HC	heptachloor
HCB	hexachloorbenzeen
HCBD	hexachloorbutadieen
HCE	heptachloorepoxide
Hg	kwik
log Kow	logaritme van de verdelingscoëfficiënt n-octanol/water
max.	maximum (hier: hoogste concentratie)
min.	minimum (hier: laagste concentratie)
MKE	milieukwaliteitseis (hier: milieukwaliteitseis voor biota)
ML	meetlocatie
ndl-PCB's	niet-dioxineachtige polychloorbifenylen
NG	natgewicht
PBDE	gebromeerde difenylethers
PCB's	polychloorbifenylen
PCDD/F	polychloordibenzo-p-dioxinen en dibenzofuranen
PFOS	perfluoroctaansulfonaat en zijn derivaten
TEQ	toxiciteitsequivalent
VMR residuen	Duitse Verordening tot vaststelling van maximumgehalten aan
WHO	World Health Organization (Wereldgezondheidsorganisatie)
WHO <sub>2005</sub> -TEQ	Hier: som van de toxiciteit van zeven dioxines, tien furanen en twaalf dl-PCB's met betrekking tot het zogenaamde Seveso-dioxine (2,3,7,8-TCDD). In 2005 heeft de WHO aan deze 29 stoffen factoren toegekend die overeenkomen met hun relatieve giftigheid.

## 7 Bijlage

### 7.1 Tabellen

Tabel A1: Geëvalueerde meetlocaties

Tabel A2: Concentraties van verontreinigende stoffen in vissen (filet - poolmonsters) op meetlocaties in de Rijn en zijn stroomgebied en vergelijking met de biotamilieukwaliteitseisen (MKE's)

Tabel A3: Descriptieve parameters per vissoort en stof. Gegevensbasis: filet-poolmonsters, 2014 + 2015, alle geëvalueerde meetlocaties

### 7.2 Verontreinigingskaarten

#### Hg

Figuur A1-1: Hg-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg NG}$ ] in omnivore vissen (kopvoorn, blankvoorn, brasem/kolblei) op meetlocaties in de Rijn en zijn zijrivieren in de jaren 2014 en 2015

Figuur A1-2: Hg-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg NG}$ ] in carnivore vissen (snoekbaars, rivierbaars) op meetlocaties in de Rijn en zijn zijrivieren in de jaren 2014 en 2015

Figuur A1-3: Hg-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg NG}$ ] in omnivore vissen (kopvoorn, blankvoorn, brasem/kolblei) in de Neckar, de Kinzig, de Lahn, de Moezel, de Saar, de Sauer en de Alzette in de jaren 2014 en 2015

Figuur A1-4: Hg-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg NG}$ ] in carnivore vissen (snoekbaars, rivierbaars) in de Neckar, de Kinzig, de Moezel, de Saar en de Sauer in de jaren 2014 en 2015

#### PFOS

Figuur A2-1: PFOS-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg NG}$ ] in omnivore vissen (kopvoorn, blankvoorn, brasem/kolblei) op meetlocaties in de Rijn en zijn zijrivieren in de jaren 2014 en 2015

Figuur A2-2: PFOS-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg NG}$ ] in carnivore vissen (snoekbaars, rivierbaars) op meetlocaties in de Rijn en zijn zijrivieren in de jaren 2014 en 2015

Figuur A2-3: PFOS-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg NG}$ ] in omnivore vissen (kopvoorn, blankvoorn, brasem/kolblei) in de Neckar, de Kinzig, de Lahn, de Moezel, de Saar, de Sauer en de Alzette in de jaren 2014 en 2015

Figuur A2-4: PFOS-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg NG}$ ] in carnivore vissen (snoekbaars, rivierbaars) in de Neckar, de Kinzig, de Moezel, de Saar en de Sauer in de jaren 2014 en 2015



## **PCDD/F+dl-PCB's**

Figuur A3-1: PCDDF/+dl-PCB's-concentraties [WHO<sub>2005</sub>-TEQ exclusief BG pg/g NG] in omnivore vissen (kopvoorn, blankvoorn, brasem/kolblei) op meetlocaties in de Rijn en zijn zijrivieren in de jaren 2014 en 2015

Figuur A3-2: PCDDF/+dl-PCB's-concentraties [WHO<sub>2005</sub>-TEQ exclusief BG pg/g NG] in carnivore vissen (snoekbaars, rivierbaars) op meetlocaties in de Rijn en zijn zijrivieren in de jaren 2014 en 2015

Figuur A2-3: PCDDF/+dl-PCB's-concentraties [WHO<sub>2005</sub>-TEQ exclusief BG pg/g NG] in omnivore vissen (kopvoorn, blankvoorn, brasem/kolblei) in de Neckar, de Kinzig, de Lahn, de Moezel, de Saar, de Sauer en de Alzette in de jaren 2014 en 2015

Figuur A3-4: PCDDF/+dl-PCB's-concentraties [WHO<sub>2005</sub>-TEQ exclusief BG pg/g NG] in carnivore vissen (snoekbaars, rivierbaars) in de Neckar, de Kinzig, de Moezel, de Saar en de Sauer in de jaren 2014 en 2015

## **Ndl-PCB's**

Figuur A4-1: Ndl-PCB's-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  NG] in omnivore vissen (kopvoorn, blankvoorn, brasem/kolblei) op meetlocaties in de Rijn en zijn zijrivieren in de jaren 2014 en 2015

Figuur A4-2: Ndl-PCB's-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  NG] in carnivore vissen (snoekbaars, rivierbaars) op meetlocaties in de Rijn en zijn zijrivieren in de jaren 2014 en 2015

Figuur A4-3: Ndl-PCB's-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  NG] in omnivore vissen (kopvoorn, blankvoorn, brasem/kolblei) in de Neckar, de Kinzig, de Lahn, de Moezel, de Saar, de Sauer en de Alzette in de jaren 2014 en 2015

Figuur A4-4: Ndl-PCB's-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  NG] in carnivore vissen (snoekbaars, rivierbaars) in de Neckar, de Kinzig, de Moezel, de Saar en de Sauer in de jaren 2014 en 2015

## **PBDE**

Figuur A5-1: PBDE-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  NG] in omnivore vissen (kopvoorn, blankvoorn, brasem/kolblei) op meetlocaties in de Rijn en zijn zijrivieren in de jaren 2014 en 2015

Figuur A5-2: PBDE-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  NG] in carnivore vissen (snoekbaars, rivierbaars) op meetlocaties in de Rijn en zijn zijrivieren in de jaren 2014 en 2015

Figuur A5-3: PBDE-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  NG] in omnivore vissen (kopvoorn, blankvoorn, brasem/kolblei) in de Neckar, de Kinzig, de Lahn, de Moezel, de Saar, de Sauer en de Alzette in de jaren 2014 en 2015

Figuur A5-4: PBDE-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  NG] in carnivore vissen (snoekbaars, rivierbaars) in de Neckar, de Kinzig, de Moezel, de Saar en de Sauer in de jaren 2014 en 2015

## **HBCDD**

Figuur A6-1: HBCDD-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  NG] in omnivore vissen (kopvoorn, blankvoorn, brasem/kolblei) op meetlocaties in de Rijn en zijn zijrivieren in de jaren 2014 en 2015

Figuur A6-2: HBCDD-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  NG] in carnivore vissen (snoekbaars, rivierbaars) op meetlocaties in de Rijn en zijn zijrivieren in de jaren 2014 en 2015

Figuur A6-3: HBCDD-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  NG] in omnivore vissen (kopvoorn, blankvoorn, brasem/kolblei) in de Neckar, de Kinzig, de Lahn, de Moezel, de Saar, de Sauer en de Alzette in de jaren 2014 en 2015

Figuur A6-4: HBCDD-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  NG] in carnivore vissen (snoekbaars, rivierbaars) in de Neckar, de Kinzig, de Moezel, de Saar en de Sauer in de jaren 2014 en 2015

## **HCB**

Figuur A7-1: HCB-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  NG] in omnivore vissen (kopvoorn, blankvoorn, brasem/kolblei) op meetlocaties in de Rijn en zijn zijrivieren in de jaren 2014 en 2015

Figuur A7-2: HCB-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  NG] in carnivore vissen (snoekbaars, rivierbaars) op meetlocaties in de Rijn en zijn zijrivieren in de jaren 2014 en 2015

Figuur A7-3: HCB-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  NG] in omnivore vissen (kopvoorn, blankvoorn, brasem/kolblei) in de Neckar, de Kinzig, de Lahn, de Moezel, de Saar, de Sauer en de Alzette in de jaren 2014 en 2015

Figuur A7-4: HCB-concentraties [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  NG] in carnivore vissen (snoekbaars, rivierbaars) in de Neckar, de Kinzig, de Moezel, de Saar en de Sauer in de jaren 2014 en 2015

## **7.3 Overzicht van aanvullende Nederlandse gegevens over subadulte hele vis uit de Rijndelta**

## 7 Bijlage

7.1	Tabellen.....	2
7.2	Verontreinigingskaarten.....	9
7.3	Overzicht van aanvullende Nederlandse gegevens over subadulte hele vis uit de Rijndelta (zie Foekema (2016)).....	37

## 7.1 Tabellen

Tabel A1: Geëvalueerde meetlocaties

Wateren	Rivierkm	Land/deelstaat	Nr. van het waterlichaam	Naam van de meetlocatie	Opmerkingen
<b>Alpenrijn/ Bodenmeer</b>					
Schussen		DE/BW		Zijrivier van het Bodenmeer	Alternatief voor AT / Fussach
Rotach		DE/BW		Zijrivier van het Bodenmeer	Alternatief voor AT / Bregenzer Ach
<b>Hoogrijn (Rijnkilometer 28-172, Bodenmeer - Bazel)</b>					
Rijn	40	DE/BW	2-01	Ohningen	
<b>Bovenrijn (Rijnkilometer 172-530, Bazel - Bingen)</b>					
Rijn	208	D/BW + FR	3-OR1	Breisach (oude loop van de Rijn)	
Rijn	345	D/BW + FR	3-OR4	Iffezheim -- Lauter	
Rijn	386	D/BW + FR	3-OR5	Lauter -- monding van de Neckar	Als extra locatie meegenomen in de evaluatie
Rijn	415	DE/RLP		Benedenstreams van de monding van de Neckar	Alternatief voor Worms
Weschnitz	5,1	DE/HE		Biblis-Wattenheim	
Schwarzbach	1,1	DE/HE		Trebur-Astheim	
<b>Stroomgebied van de Neckar (rivierkilometer 428,16, monding in de Rijn)</b>					
Neckar	270	DE/BW	4-02	Bovenstreams van de monding van de Fils	
Neckar	160	DE/BW	4-03	Fils -- Enz	
Neckar	116	DE/BW	4-04	Enz -- Kocher	
Neckar	15	DE/BW	4-05	Kocher -- Rijn	
<b>Stroomgebied van de Main (rivierkilometer 496,63, monding in de Rijn)</b>					
Main	8,0 - 8,2	DE/HE	25	Rechts, km 8,0 - 8,2	
Kinzig	1,94	DE/HE	26	Hanau	
<b>Middenrijn (Rijnkilometer 530 - 651, Bingen - Bonn)</b>					
Rijn	555,5	DE/RLP	13	St. Goar	Alternatief voor Koblenz

Tabel A1 (vervolg): Geëvalueerde meetlocaties

Wateren	Rivierkm	Land/deelstaat	Nr. van het waterlichaam	Naam van de meetlocatie	Opmerkingen
<b>Stroomgebied van de Lahn (rivierkilometer 137,3, monding in de Rijn)</b>					
Lahn	119,6	DE/HE	29	Oberbiel-Altenberg	
Lahn	57,5	DE/HE	30	Limburg	
<b>Moezel/Saar (rivierkilometer 581,0, monding in de Rijn)</b>					
Moezel	20	DE/RLP	18	Stuw Lehmen	Alternatief voor stuw Koblenz
Saar	9	DE/RLP	14	Stuw Schoden	
Saar	49	DE/SL		Fremersdorf	Als extra locatie meegenomen in de evaluatie
Saar	93	DE/SL + FR		Güdingen/Grosbliederstroff	Als extra locatie meegenomen in de evaluatie
Sauer	12	DE/RLP + LU	16	Wintersdorf	Alternatief voor Wasserbillig
Alzette	48,5	LU	56	Ettelbrück	
Moezel	166	DE/RLP		Detzem	Als extra locatie meegenomen in de evaluatie
Moezel	230 R	DE/RLP + FR + LU	15	Palzem	
Moezel	319	FR		Vandières	Als extra locatie meegenomen in de evaluatie
Moezel	345	FR		Millery	Als extra locatie meegenomen in de evaluatie
Moezel	360	FR		Liverdun	Als extra locatie meegenomen in de evaluatie
<b>Duitse Nederrijn (Rijnkilometer 651-856, Bonn-Bimmen)</b>					
Rijn	640	DE/NRW	32	van Bad Honnef tot Rhöndorf	
Wupper	5,4	DE/NRW	37	Opladen	
Ruhr	14,3	DE/NRW	38	5 km bovenstrooms van de monding in de Rijn	
Lippe	3,7	DE/NRW	39	Wesel	
Rijn	865	DE/NRW	35	van Kleef-Bimmen tot Emmerik	
<b>Rijndelta (Rijnkilometer 860 - 1.032, Lobith - Hoek van Holland)</b>					
Rijndelta	992	NL		Hollands Diep	
Rijndelta	999	NL		Ketelmeer	
Rijndelta	1034	NL		IJsselmeer	

**Legenda:**

DE = Duitsland

FR = Frankrijk

NL = Nederland

LU = Luxemburg

BW = Baden-Württemberg

HE = Hessen

NRW = Noordrijn-Westfalen

RLP = Rijnland-Palts

SL = Saarland

Tabel A2: Concentraties van verontreinigende stoffen in vissen (filet - poolmonsters, de gemeten concentraties zijn gerelateerd aan natgewicht) op meetlocaties in de Rijn en zijn stroomgebied en vergelijking met de biota-milieukwaliteitseisen (MKE's). Factor: graad van de MKE-overschrijding (in het vet: hoogste overschrijding). Oranje: MKE; donkeroranje: maximumgehalte voor levensmiddelen; rood: > MKE; groen: < MKE; geel: BG > MKE: geen uitspraak mogelijk; n.a.: niet aangetoond

Water	Vangstlocatie	Vissoort	Gemiddelde lengte	Vetgehalte	Hg in visfilet	Factor	Hg in hele vis	Factor	PFOS	Factor	CDD/F+dl-PCB's	PCDD/F+dl-PCB's	ndl-PCB's	Factor	PBDE	Factor	HBCDD	HCB	HCBD	HC+HCE	Factor	Dicofol
			cm	%	20		20		9,1		6,50	6,50	75		0,0085		167	10	55	0,0067		33
					µg/kg		µg/kg		µg/kg		inclusief BG pg/g	exclusief BG pg/g	µg/kg		µg/kg		µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg		µg/kg
Schussen	Schussen	Kopvoorn	22,6	1,2	49	2,5	36,26	1,8	1,3		0,42	0,34	6,1		0,31	36	0,33	0,47	< BG	0,0471	7,0	< BG
Rotach	Rotach	Kopvoorn	24,9	1,2	69	3,5	51,1	2,6	1,7		0,55	0,47	4,5		0,29	34	0,31	0,08	< BG	< BG		< BG
Rijn	Öhningen	Blankvoorn	23,6	1,7	130	6,5	96,2	4,8	4,0		0,40	0,31	5,0		0,41	48	0,31	0,13	< BG	< BG		< BG
Rijn	Öhningen	Rivierbaars	21,6	0,8	75	3,8	55,5	2,8	29,0	3,2	0,43	0,34	3,6		0,20	24	0,07	< BG	< BG	< BG		< BG
Rijn	Breisach	Kopvoorn	17,0		87	4,4	64,4	3,2	19,2	2,1	1,44	0,97	7,9		0,71	83	0,50	1,65	< BG	< BG		< BG
Rijn	Breisach	Kopvoorn	19,9	2,4	50	2,5	37,0	1,9	4,0		0,91	0,84	8,5		0,53	62	0,35	0,31	0,15	< BG		< BG
Rijn	Breisach	Blankvoorn	17,3	2,4	54	2,7	40,0	2,0	7,2		0,48	0,40	5,2		0,41	49	0,23	0,37	0,16	< BG		< BG
Rijn	Iffezheim-Lauter	Rivierbaars	19,1	0,6	12		8,9		17,1	1,9	0,47	0,41	10,4		0,18	21	0,12	0,29	0,03	< BG		< BG
Rijn	Lauter-Neckar	Blankvoorn	20,2	1,4	61	3,1	45,1	2,3	10,8	1,2	0,50	0,44	8,6		0,37	44	0,26	0,59	< BG	0,0188	2,8	< BG
Rijn	Lauter-Neckar	Blankvoorn	20,0	1,2	53	2,7	39,2	2,0	3,7		0,84	0,80	15,8		0,35	41	0,34	0,69	0,17	< BG		< BG
Rijn	Benedenstroms van de monding van de Neckar	Blankvoorn	20,3	2,2	140	7,0	104	5,2	83,9	9,2	2,37	2,12	30,2		1,06	124	0,73	2,09	< BG	0,0262	3,9	< BG
Rijn	Benedenstroms van de monding van de Neckar	Rivierbaars	17,5	0,9	190	9,5	141	7,0	33,5	3,7	1,46	1,20	17,1		0,87	103	0,83	1,51	< BG	< BG		< BG
Rijn	St. Goar	Blankvoorn	19,5	2,0	63	3,2	46,6	2,3	8,1		4,86	4,62	61,9		2,45	288	6,54	2,14	0,37	0,0223	3,3	< BG
Rijn	St. Goar	Rivierbaars	20,4	0,9	190	9,5	141	7,0	17,2	1,9	3,42	3,17	38,0		1,77	208	4,09	1,18	< BG	< BG		< BG
Rijn	Bad Honnef	Kopvoorn	25,7	2,1	61,8	3,1	45,7	2,3	11,8	1,3	2,36	2,36	29,0		1,13	133	3,15	2,08	0,05	0,046	6,9	< BG
Rijn	Kleef-Bimmen	Brasem	18,9	0,6	46,3	2,3	34,3	1,7	18,9	2,1	2,38	2,38	60,0		2,07	243	2,99	1,43	0,22	0,0292	4,4	< BG
Hollands Diep	Hollands Diep	Blankvoorn	30,1	2,8	72	3,6	53,3	2,7	6,8		5,53		170	2,3	3,26	384	2,90	3,50	0,30	< BG		< BG
Hollands Diep	Hollands Diep	Snoekbaars	39,4	0,9	120	6,0	88,8	4,4	17,0	1,9	1,45		35,5		1,46	172	0,06	0,80	< BG	< BG		< BG
Ketelmeer	Ketelmeer	Blankvoorn	24,5	3,0	77	3,9	57,0	2,8	6,4		2,19		49,5		1,59	187	1,70	1,60	< BG	< BG		< BG
Ketelmeer	Ketelmeer	Blankvoorn	15,8	2,2	42	2,1	31,1	1,6	4,9		3,12		75,2	1,0	2,45	288	2,60	2,50	< BG	< BG		< BG
Ketelmeer	Ketelmeer	Brasem	17,8	1,3	50	2,5	37,0	1,9	26,0	2,9	2,01		36,6		1,27	149	0,80	1,60	< BG	< BG		< BG
Ketelmeer	Ketelmeer	Rivierbaars	20,7	1,1	120	6,0	88,8	4,4	15,0	1,6	1,01		20,4		0,93	109	< BG	0,80	< BG	< BG		< BG
Ketelmeer	Ketelmeer	Rivierbaars	11,7	1,3	72	3,6	53,3	2,7	23,0	2,5	1,58		35,7		1,44	169	1,10	1,00	< BG	< BG		< BG
Ketelmeer	Ketelmeer	Snoekbaars	34,0	0,8	160	8,0	118	5,9	21,0	2,3	0,84		21,7		0,68	80	< BG	0,60	< BG	< BG		< BG
Ketelmeer	Ketelmeer	Snoekbaars	17,7	0,9	100	5,0	74,0	3,7	20,0	2,2	1,39		45,2		1,74	205	0,80	0,90	< BG	0,09	13	< BG
IJsselmeer	IJsselmeer	Blankvoorn	24,6	2,4	120	6,0	88,8	4,4	22,0	2,4	0,44		2,8		n.a.		< BG	0,20	< BG	< BG		< BG
IJsselmeer	IJsselmeer	Rivierbaars	23,6	1,7	150	7,5	111	5,6	49,0	5,4	0,42		3,9		0,18	21	< BG	0,20	< BG	< BG		< BG

Tabel A2 (vervolg): Concentraties van verontreinigende stoffen in vissen (filet - poolmonsters, de gemeten concentraties zijn gerelateerd aan natgewicht) op meetlocaties in de Rijn en zijn stroomgebied en vergelijking met de biota-milieukwaliteitseisen (MKE's). Factor: graad van de MKE-overschrijding (in het vet: hoogste overschrijding). Oranje: MKE; donkeroranje: maximumgehalte voor levensmiddelen; rood: > MKE; groen: < MKE; geel: BG > MKE: geen uitspraak mogelijk.

Water	Vangstlocatie	Vissoort	Gemiddelde lengte	Vetgehalte	Hg in visfilet	Factor	Hg in hele vis	Factor	PFOS	Factor	PCDD/F+dl-PCB's	Factor	PCDD/F+dl-PCB's	Factor	ndl-PCB's	Factor	PBDE	Factor	HBCDD	Factor	HCBD	Factor	HC+HCE	Factor	Dicofol	
					20		20		9,1		6,50		6,50		75		0,0085		167		10		55		0,0067	33
					µg/kg		µg/kg		µg/kg		inclusief BG pg/g		exclusief BG pg/g		µg/kg		µg/kg		µg/kg		µg/kg		µg/kg		µg/kg	
Neckar	WK 4-02	Rivierbaars	17,8	1,4	46	2,3	34,0	1,7	6,3		0,59		0,52		5,3		0,66	78	0,30		0,10		< BG	< BG	< BG	
Neckar	WK 4-02	Kopvoorn	22,3	0,8	40	2,0	29,6	1,5	4,0		0,31		0,23		6,4		0,42	49	0,51		0,12		< BG	< BG	< BG	
Neckar	WK 4-03	Kopvoorn	19,1	1,2	36	1,8	26,6	1,3	4,7		0,89		0,81		16,1		1,17	138	0,90		0,20		< BG	< BG	< BG	
Neckar	WK 4-03	Kopvoorn	21,7	1,3	71	3,6	52,5	2,6	3,7		1,32		1,27		22,7		1,65	194	1,18		0,22		0,04	< BG	< BG	
Neckar	WK 4-03	Blankvoorn	19,2	0,6	88	4,4	65,1	3,3	2,9		0,69		0,61		22,4		0,47	55	0,42		0,08		< BG	< BG	< BG	
Neckar	WK 4-04	Blankvoorn	23,9	2,5	64	3,2	47,4	2,4	3,7		3,01		2,98		49,0		3,84	452	2,35		0,35		< BG	0,0318	4,7	< BG
Neckar	WK 4-04	Kopvoorn	18,8	0,8	31	1,6	22,9	1,1	3,0		0,60		0,52		9,3		0,31	36	0,26		0,06		< BG	< BG	< BG	
Neckar	WK 4-05	Kopvoorn	20,5	1,8	36	1,8	26,6	1,3	4,0		1,20		1,15		23,6		1,29	152	0,95		0,28		< BG	< BG	< BG	
Neckar	WK 4-05	Kopvoorn	21,8	0,8	29	1,5	21,5	1,1	2,9		0,41		0,33		7,5		0,20	23	0,25		0,09		< BG	< BG	< BG	
Weschnitz	Einhausen-oost	Kopvoorn	18,0	0,5	63	3,2	46,6	2,3	3,6				0,93						< BG		15,0	1,5	< BG	< BG	< BG	
Weschnitz	Einhausen-oost	Kopvoorn		2,1	39,3	2,0	29,1	1,5	6,1				1,54				2,21	260	0,57		0,16		< BG	< BG	< BG	
Schwarzbach	Trebur-oost	Blankvoorn	18,0	0,7	160	8,0	118	5,9	10,0	1,1			2,47						< BG		14,0	1,4	< BG	< BG	< BG	
Schwarzbach	Trebur-oost	Rivierbaars		0,8	250	12,5	185	9,3	33,6	3,7			1,14				0,81	95	0,59		0,10		< BG	< BG	< BG	
Main	rechts km 8,0-8,2	Kopvoorn	20,0	2,2	67,1	3,4	49,7	2,5	17,4	1,9			2,69				1,84	216	1,07		0,93		0,08	< BG	< BG	
Main	rechts km 8,0-8,2	Rivierbaars	19,0		118	5,9	87,3	4,4	33,2	3,6			2,50				1,66	195	0,59		0,42		0,12	< BG	< BG	
Kinzig	Hanau	Rivierbaars	16,0	0,4	79	4,0	58,5	2,9	2,4				0,50						< BG		5,90		< BG	< BG	< BG	
Kinzig	Hanau	Kopvoorn		5,3	33,8	1,7	25,0	1,3	3,2				0,93				1,48	174	0,60		0,53		< BG	< BG	< BG	
Kinzig	Hanau	Rivierbaars		1,1	101	5,1	74,7	3,7	9,6	1,1			1,37				1,33	156	0,61		0,16		< BG	< BG	< BG	
Lahn	Oberbiel-Altenberg	Brasem	20,0	3,5	100	5,0	74,0	3,7	1,4				3,40						< BG		16,0	1,6	< BG	< BG	< BG	
Lahn	Oberbiel-Altenberg	Blankvoorn	18,0	2,8	71,6	3,6	53,0	2,6	7,1				2,13				1,68	198	1,15		0,37		< BG	< BG	< BG	
Lahn	Oberbiel-Altenberg	Kopvoorn	22,0	0,7	48	2,4	35,5	1,8	8,0				1,07				0,71	83	0,26		0,13		< BG	< BG	< BG	
Lahn	Limburg	Blankvoorn	17,0	3,1	170	8,5	126	6,3	4,3				2,04						< BG		11,0	1,1	< BG	< BG	< BG	

Tabel A2 (vervolg): Concentraties van verontreinigende stoffen in vissen (filet - poolmonsters, de gemeten concentraties zijn gerelateerd aan natgewicht) op meetlocaties in de Rijn en zijn stroomgebied en vergelijking met de biota-milieukwaliteitseisen (MKE's). Factor: Graad van de MKE-overschrijding (in het vet: hoogste overschrijding). Oranje: MKE; donkeroranje: maximumgehalte voor levensmiddelen; rood: > MKE; groen: < MKE; geel: BG > MKE: geen uitspraak mogelijk.

Water	Vangstlocatie	Vissoort	Gemiddelde lengte	Vetgehalte	Hg in visfilet		Hg in hele vis		PFOS	PCDD/F+d-PCB's	PCDD/F+d-PCB's	ndl-PCB's	PBDE	HBCDD	HCB	HCBd	HC+HCE	Dicofol				
					Factor	Factor	Factor	Factor											Factor	Factor	Factor	Factor
			cm	%	20	20	20	20	9,1	6,50	6,50	75	0,0085	167	10	55	0,0067	33				
					µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	inclusief BG pg/g	exclusief BG pg/g	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg				
Moezel	Liverdun	Kolblei	19,6	4,4	100	5,0	74,0	3,7	9,0	1,0	6,34	6,11	142	1,9	5,22	614	0,77	0,35	< BG	< BG	< BG	
Moezel	Liverdun	Blankvoorn	19,8	2,1	57	2,9	42,2	2,1	6,1		2,52	2,28	64,2		2,31	272	0,33	< BG	< BG	< BG	< BG	
Moezel	Liverdun	Kopvoorn	22,5	0,8	68	3,4	50,3	2,5	5,4		3,11	2,85	87,0	1,2	1,42	167	0,25	< BG	< BG	< BG	< BG	
Moezel	Liverdun	Snoekbaars	39,5	1,1	150	7,5	111	5,6	6,0		2,22	1,95	47,4		2,15	253	0,26	< BG	< BG	< BG	< BG	
Moezel	Liverdun	Rivierbaars	19,2	1,1	120	6,0	88,8	4,4	24,5	2,7	2,12	1,84	38,9		2,17	255	0,18	< BG	< BG	< BG	< BG	
Moezel	Liverdun	Rivierbaars	23,8	1,5	230	11,5	170	8,5	10,3	1,1	2,88	2,62	71,8		3,26	384	0,38	< BG	< BG	< BG	< BG	
Moezel	Millery	Snoekbaars	25,9	1,1	160	8,0	118	5,9	11,5	1,3	1,45	0,36	38,5		9,50	1118	0,24	< BG	< BG	< BG	< BG	
Moezel	Millery	Rivierbaars	19,1	1,4	170	8,5	126	6,3	13,8	1,5	1,10	0,68	68,2		16,5	1941	0,37	< BG	< BG	< BG	< BG	
Moezel	Millery	Blankvoorn	19,0	2,2	42	2,1	31,1	1,6	7,6		2,32	2,06	69,6		5,79	681	0,35	< BG	< BG	< BG	< BG	
Moezel	Millery	Kolblei	18,1	3,7	99	5,0	73,3	3,7	9,8	1,1	4,62	4,01	116	1,5	16,7	1965	0,79	0,29	< BG	< BG	< BG	
Moezel	Vandières	Blankvoorn	19,5	1,9	35	1,8	25,9	1,3	8,0		0,92	0,64	20,6		2,07	244	0,12	< BG	< BG	< BG	< BG	
Moezel	Vandières	Blankvoorn	25,7	3,3	50	2,5	37,0	1,9	9,0	1,0	1,45	1,19	36,5		3,93	462	0,28	< BG	< BG	< BG	< BG	
Moezel	Vandières	Blankvoorn	21,8	1,9	55	2,8	40,7	2,0	8,3		1,23	0,95	30,4		3,07	361	0,18	< BG	< BG	< BG	< BG	
Moezel	Vandières	Kopvoorn	22,2	1,2	43	2,2	31,8	1,6	6,3		1,58	1,31	31,5		2,09	246	0,22	< BG	< BG	< BG	< BG	
Moezel	Palzem	Rivierbaars	18,1	1,0	160	8,0	118	5,9	57,8	6,4	1,23	0,95	26,5		1,00	118	0,45	0,08	< BG	< BG	< BG	
Moezel	Palzem	Blankvoorn	19,0	1,5	12		8,9		21,0	2,3	0,91	0,63	12,5		0,58	68	0,41	0,22	< BG	< BG	< BG	
Moezel	Detzem	Blankvoorn	18,4	2,0	11		8,1		9,3	1,0	1,04	0,75	11,0		1,12	131	0,53	0,26	< BG	< BG	< BG	
Moezel	Detzem	Rivierbaars	18,7	1,2	170	8,5	126	6,3	36,3	4,0	1,89	1,63	31,4		3,49	411	1,33	0,18	< BG	< BG	< BG	
Moezel	Detzem	Kopvoorn	20,4	0,8	18		13,3		9,0	1,0	0,85	0,57	10,1		0,80	94	0,50	0,13	< BG	< BG	< BG	
Moezel	Lehmen	Rivierbaars	21,4	0,9	180	9,0	133	6,7	22,3	2,5	1,62	1,37	24,1		1,96	230	1,07	0,20	< BG	< BG	< BG	
Moezel	Lehmen	Blankvoorn	20,4	2,1	17		12,6		6,2		0,94	0,64	8,9		0,77	91	0,43	0,40	< BG	< BG	< BG	
Wupper	Opladen	Blankvoorn	13,3	2,3	52,3	2,6	38,7	1,9	11,2	1,2	6,07	6,07	167	2,2	2,80	329	3,85	2,50	1,23	0,08	12	< BG
	5 km bovenstrooms van de monding																					
Ruhr	Kopvoorn		19,1	2,1	27,9	1,4	20,6	1,0	10,9	1,2	2,71	2,66	60,0		1,48	174	0,63	0,39	0,14	0,208	31	< BG
Lippe	Wesel	Kopvoorn	29,3	1,1	89,2	4,5	66,0	3,3	6,7		1,61	1,60	28,0		10,3	1206	1,29	0,46	11,50	0,02	3,0	< BG
Saar	Güdingen	Kopvoorn	21,7	1,4	93	4,7	68,8	3,4	3,3		1,97	1,74	28,2		3,30	388	2,60	< BG	< BG	< BG	< BG	
Saar	Güdingen	Blankvoorn	20,0	2,1	100	5,0	74,0	3,7	4,4		3,05	2,80	29,5		7,48	880	5,60	< BG	< BG	< BG	< BG	
Saar	Fremersdorf	Rivierbaars	19,9	1,1	80	4,0	59,2	3,0	11,2	1,2	2,42	2,15	36,7		9,20	1082	1,77	0,23	< BG	0,0189	2,8	< BG
Saar	Fremersdorf	Kopvoorn	23,0	1,4	58	2,9	42,9	2,1	3,9		1,85	1,58	23,6		4,21	496	1,64	0,21	< BG	< BG	< BG	< BG
Saar	Fremersdorf	Blankvoorn	19,4	2,0	35	1,8	25,9	1,3	5,5		2,04	1,75	24,6		5,99	705	1,94	0,27	< BG	0,0198	3,0	< BG
Saar	Schoden	Rivierbaars	21,0	1,1	98	4,9	72,5	3,6	12,9	1,4	1,85	1,60	24,6		7,57	890	1,59	0,25	< BG	0,021	3,1	< BG
Saar	Schoden	Blankvoorn	18,6	2,0	11		8,1		4,0		1,22	0,95	14,3		4,46	525	1,29	0,40	< BG	0,022	3,3	< BG
Sauer	Wintersdorf	Blankvoorn	18,6	1,9	48	2,4	35,5	1,8	3,3		0,74	0,46	6,8		0,89	105	1,28	0,20	< BG	0,0219	3,3	< BG
Sauer	Wintersdorf	Rivierbaars	17,7	0,8	100	5,0	74,0	3,7	12,7	1,4	1,09	0,83	11,9		1,36	161	1,44	0,17	< BG	0,0235	3,5	< BG
Alzette	Ettelbrück	Blankvoorn	22,0	2,1	82	4,1	60,7	3,0	2,5		1,05	0,79	8,7		1,53	180	2,14	0,36	< BG	0,0448	6,7	< BG
Alzette	Ettelbrück	Kopvoorn	22,0	1,8	39	2,0	28,9	1,4	3,2		0,88	0,60	7,2		0,85	100	1,55	0,24	< BG	0,0296	4,4	< BG



Tabel A3: Descriptieve parameters per vissoort en stof. Gegevensbasis: filet-poolmonsters, 2014 + 2015, alle geëvalueerde meetlocaties

		Vet- gehalte %	Hg [µg/kg]	[µg/kg]	PCDD/F+dl- PCB's incl. BG <sup>§</sup> [pg/g WHO <sub>2005</sub> - TEQ]	PCDD/F+dl- PCB's excl. BG <sup>§</sup> [pg/g WHO <sub>2005</sub> - TEQ]	ndl-PCB's incl. BG <sup>§</sup> µg/kg NG	PBDE [µg/kg]	HBCDD [µg/kg]	HCB [µg/kg]	HCBD [µg/kg]
Kopvoorn	N	23	24	24	19	24	19	23	24 (1<BG)*	24 (3<BG)*	24 (18<BG)
	Gemiddelde	1,52	52,0	6,13	1,31	1,22	22,0	1,68	1,04	1,01	1,99
	Standaarddeviatie	0,99	20,7	4,60	0,80	0,78	20,9	2,11	1,13	3,02	4,66
	Minimum	0,50	18,0	1,25	0,31	0,23	4,47	0,20	0,22	0,06	0,04
	Kwantiel 1	0,80	36,0	3,28	0,72	0,59	7,74	0,62	0,33	0,15	0,05
	Mediaan	1,20	48,5	4,02	1,20	1,02	16,1	1,17	0,59	0,21	0,11
	Kwantiel 3	1,93	67,3	7,03	1,73	1,59	28,1	1,75	1,21	0,46	0,15
Maximum	5,27	93,0	19,2	3,11	2,85	87,0	10,3	5,00	15,0	11,5	
Blankvoorn	N	29	29	29	26	25	26	27	29 (3<BG)*	29 (6<BG)*	29 (24<BG)
	Gemiddelde	2,08	68,0	10,1	1,92	1,64	38,5	2,26	1,67	1,56	0,45
	Standaarddeviatie	0,62	42,2	14,9	1,57	1,40	43,9	1,95	1,86	3,19	0,45
	Minimum	0,60	11,0	2,53	0,40	0,31	2,76	0,00	0,12	0,08	0,16
	Kwantiel 1	1,90	42,0	4,30	0,86	0,64	9,42	0,67	0,33	0,20	0,17
	Mediaan	2,10	57,0	6,80	1,23	0,95	23,5	1,68	0,73	0,36	0,30
	Kwantiel 3	2,40	82,0	8,96	2,48	2,13	49,4	3,17	2,35	1,60	0,37
Maximum	3,30	170	83,9	6,07	6,07	170	7,48	6,54	14,00	1,23	
brasem/ kolblei*	N	5	5	5	4	4	4	4	5 (1<BG)*	5	5 (4<BG)
	Gemiddelde	2,71	79,1	13,0	3,84	3,98	88,7	6,31	2,07	3,93	-
	Standaarddeviatie	1,64	28,3	9,55	2,03	1,57	48,7	7,13	1,90	6,77	-
	Minimum	0,64	46,3	1,40	2,01	2,38	36,6	1,27	0,77	0,29	-
	Kwantiel 1	1,30	50,0	8,96	2,29	3,15	54,2	1,87	0,79	0,35	-
	Mediaan	3,50	99,0	9,78	3,50	3,71	88,0	3,64	0,80	1,43	-
	Kwantiel 3	3,70	100	18,9	5,05	4,54	123	8,09	2,99	1,60	-
Maximum	4,40	100	26,0	6,34	6,11	142	16,7	5,00	16,0	0,22	

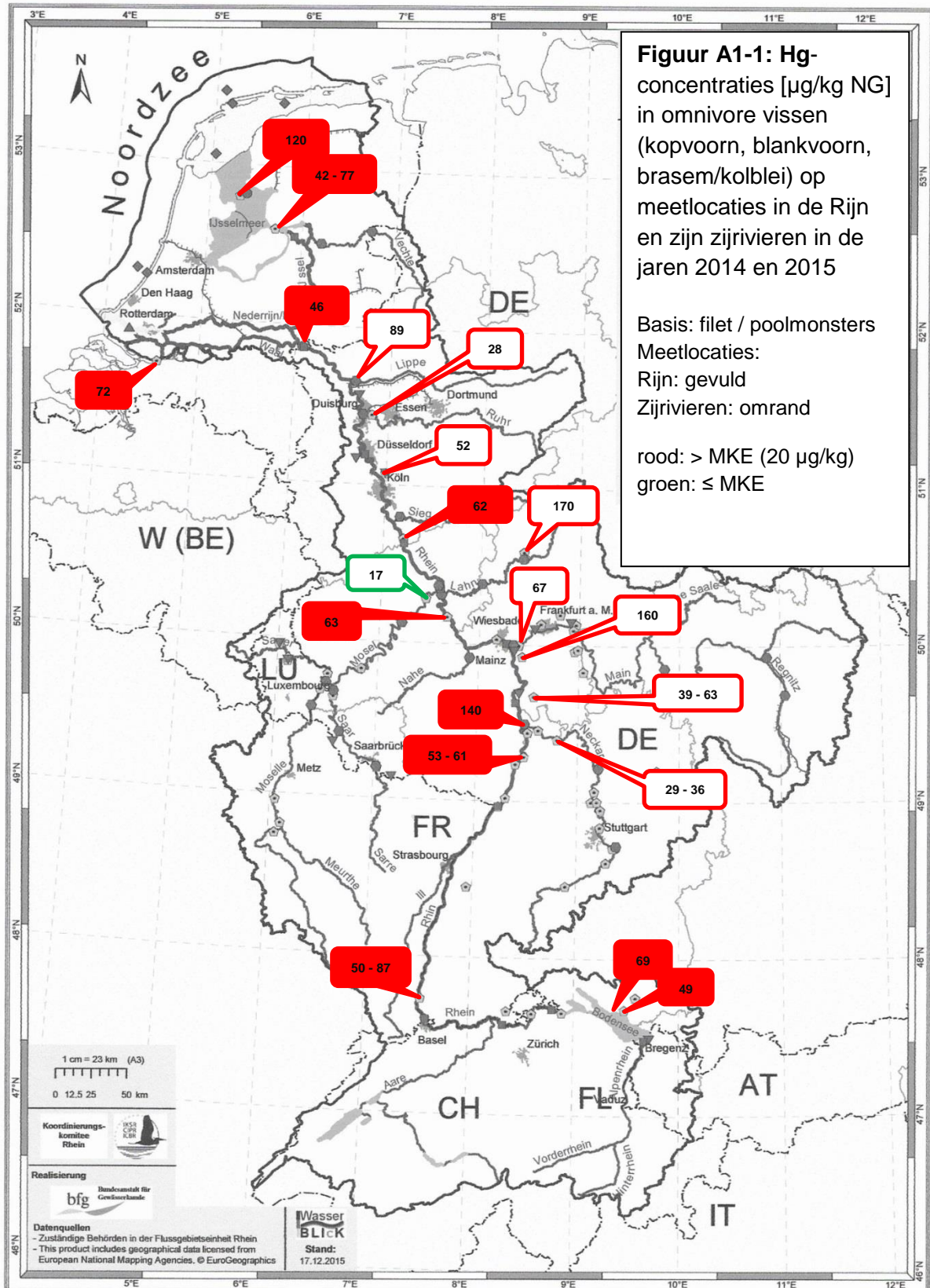
§ incl. BG: bij concentraties onder de bepalingsgrens (BG) wordt de bepalingsgrens als waarde meegenomen in de som; excl. BG: concentraties onder de bepalingsgrens worden niet meegerekend in de som; \* waarden < BG zijn als 0,5\*BG beoordeeld; # brasem en kolblei zijn hier samen weergegeven, omdat er hybridevormen bestaan en een eenduidige afbakening niet altijd mogelijk was.

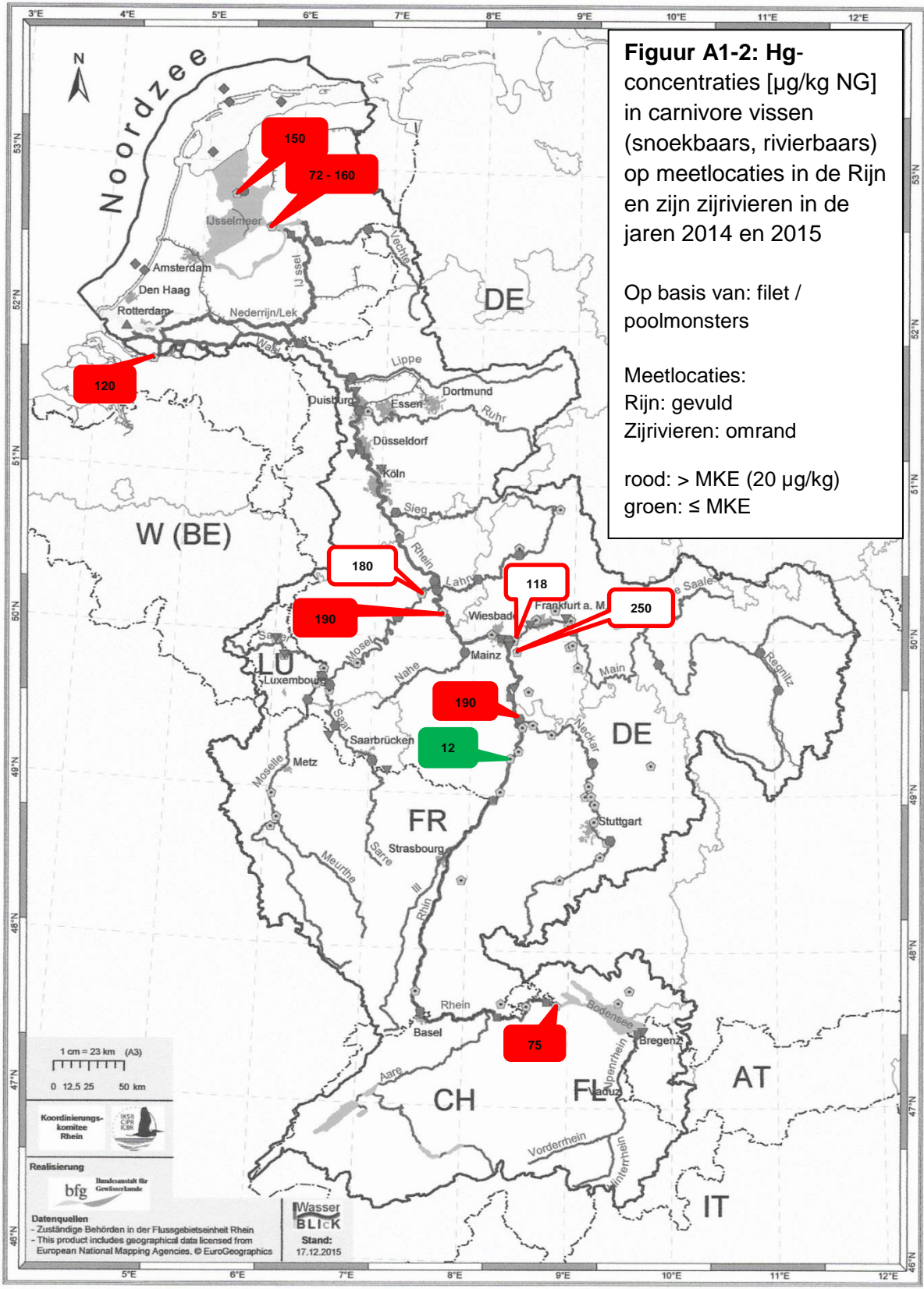
Tabel A3 (vervolg): Descriptieve parameters per vissoort en stof, gegevensbasis: filet-poolmonsters, 2014 + 2015, alle geëvalueerde meetlocaties

		Vet- gehalte %	Hg [µg/kg]	[µg/kg ]	PCDD/F+dl- PCB's incl. BG <sup>§</sup> [pg/g WHO <sub>2005</sub> - TEQ]	PCDD/F+dl- PCB's excl. BG <sup>§</sup> [pg/g WHO <sub>2005</sub> - TEQ]	ndl-PCB's incl. BG <sup>§</sup> µg/kg NG	PBDE [µg/kg]	HBCDD [µg/kg]	HCB [µg/kg]	HCBD [µg/kg]
Snoekbaars	N	5	5	5	5	2	5	5	5 (2<BG)*	5 (2<BG)*	6 (6<BG)
	Gemiddelde	0,96	138	15,09	1,47	1,15	37,7	3,11	0,27	0,52	-
	Standaarddeviati	0,13	26,8	6,30	0,49	1,13	10,2	3,61	0,31	0,35	-
	Minimum	0,80	100	5,96	0,84	0,36	21,7	0,68	0,02	0,15	-
	Kwantiel 1	0,90	120	11,5	1,39	0,76	35,5	1,46	0,06	0,17	-
	Mediaan	0,90	150	17,0	1,45	1,15	38,5	1,74	0,24	0,60	-
	Kwantiel 3	1,10	160	20,0	1,45	1,55	45,2	2,15	0,26	0,80	-
	Maximum	1,10	160	21,0	2,22	1,95	47,4	9,50	0,80	0,90	-
Rivierbaars	N	20	21	21	17	18	17	20	21	21	21 (19<BG)
	Gemiddelde	1,33	129	22,4	1,50	1,38	27,6	2,83	1,04	0,63	-
	Standaarddeviati	1,32	60,9	14,2	0,86	0,82	19,9	3,98	1,29	1,27	-
	Minimum	0,40	12,0	2,40	0,42	0,34	3,57	0,18	0,02	0,02	0,01
	Kwantiel 1	0,90	80,0	12,7	1,01	0,72	11,9	0,86	0,30	0,15	-
	Mediaan	1,10	120	17,2	1,46	1,29	24,6	1,40	0,59	0,20	-
	Kwantiel 3	1,30	170	33,2	1,89	1,79	36,7	2,44	1,33	0,42	-
	Maximum	1,70	250	57,8	3,42	3,17	71,8	16,50	5,00	5,90	0,25

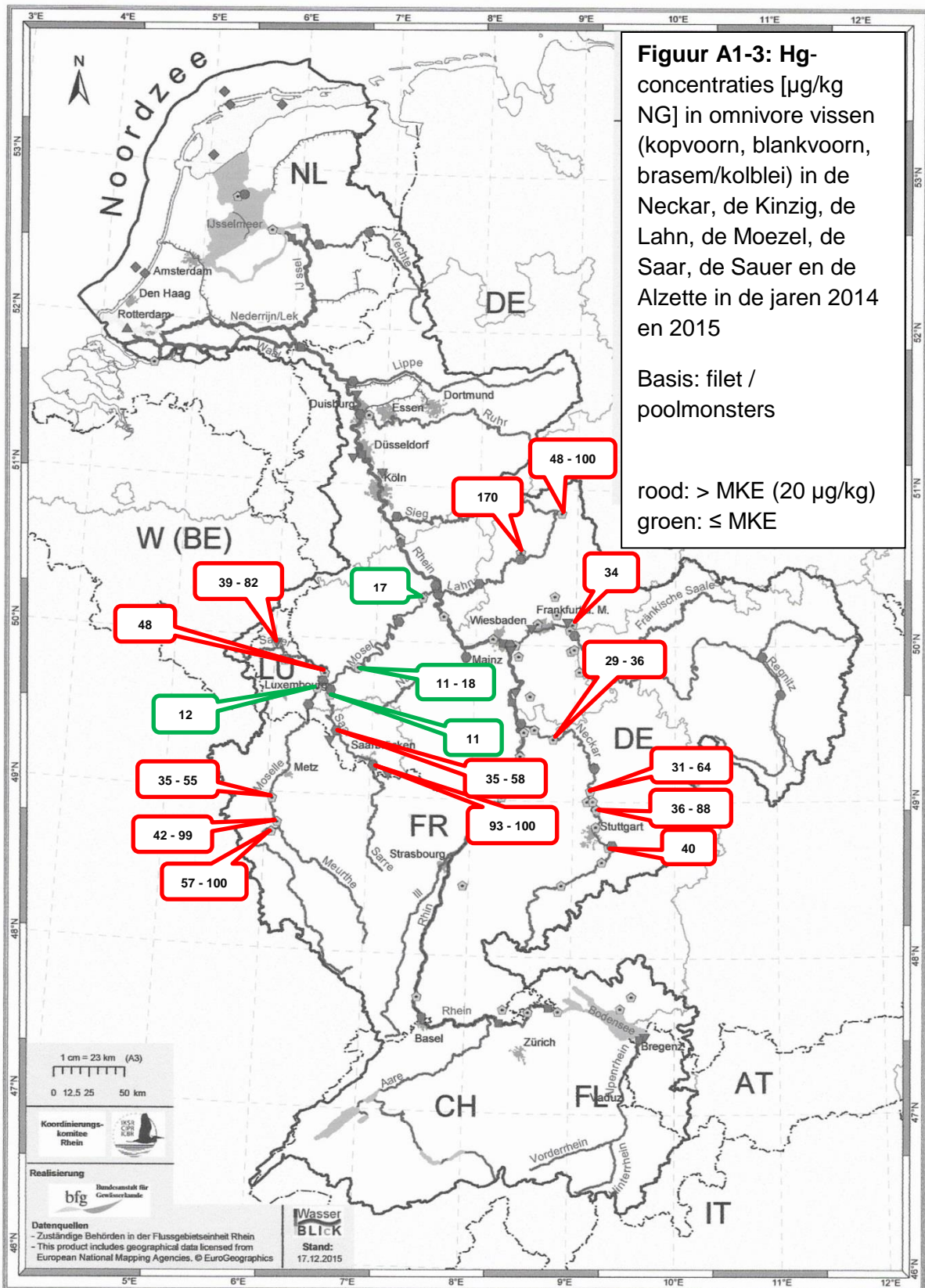
<sup>§</sup> incl. BG: bij concentraties onder de bepalingsgrens (BG) wordt de bepalingsgrens als waarde meegenomen in de som; excl. BG: concentraties onder de bepalingsgrens worden niet meegerekend in de som; \* waarden < BG zijn als 0,5\*BG beoordeeld; # brasem en kolblei zijn hier samen weergegeven, omdat er hybridevormen bestaan en een eenduidige afbakening niet altijd mogelijk was.

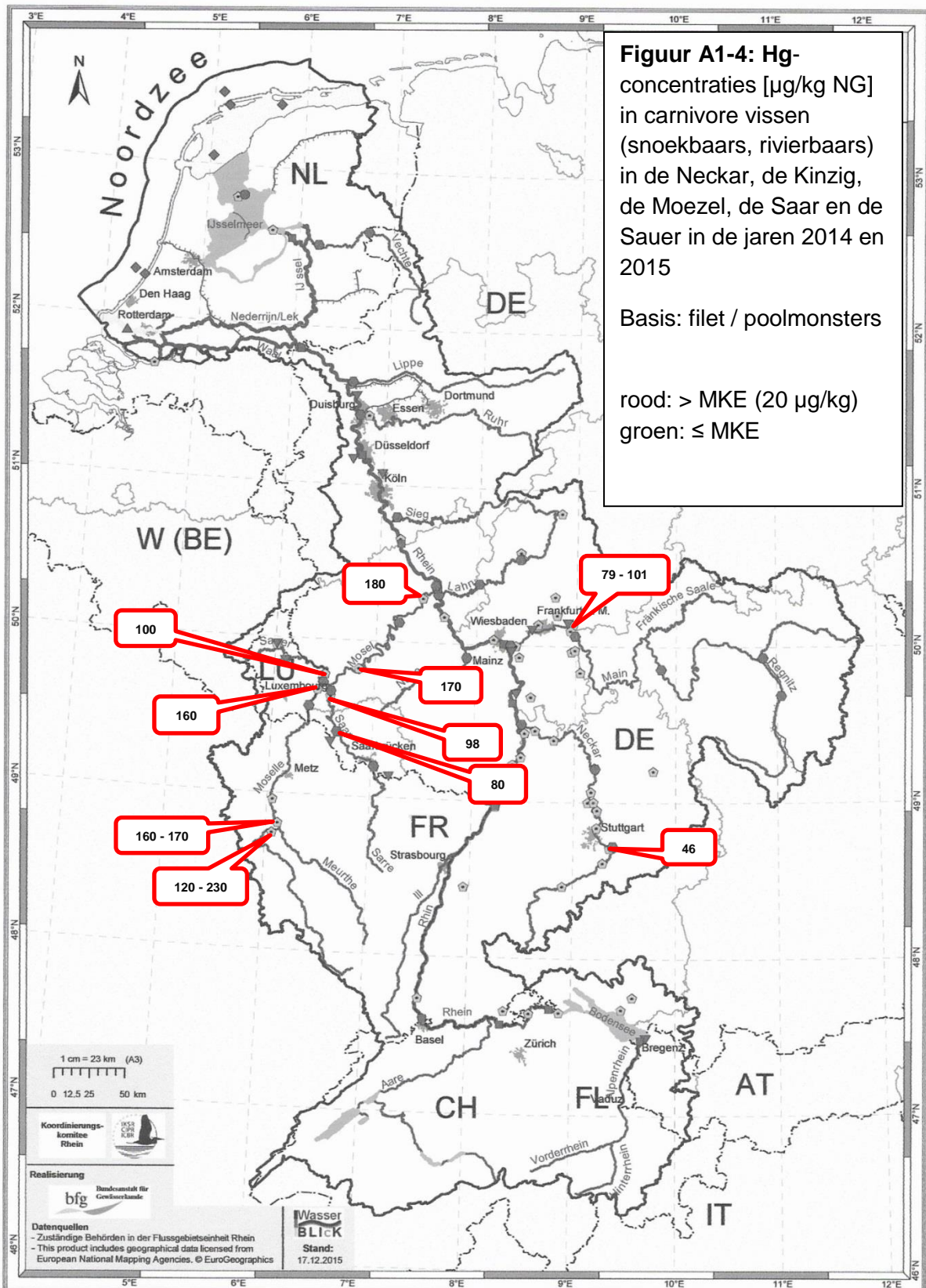
## 7.2 Verontreinigingskaarten



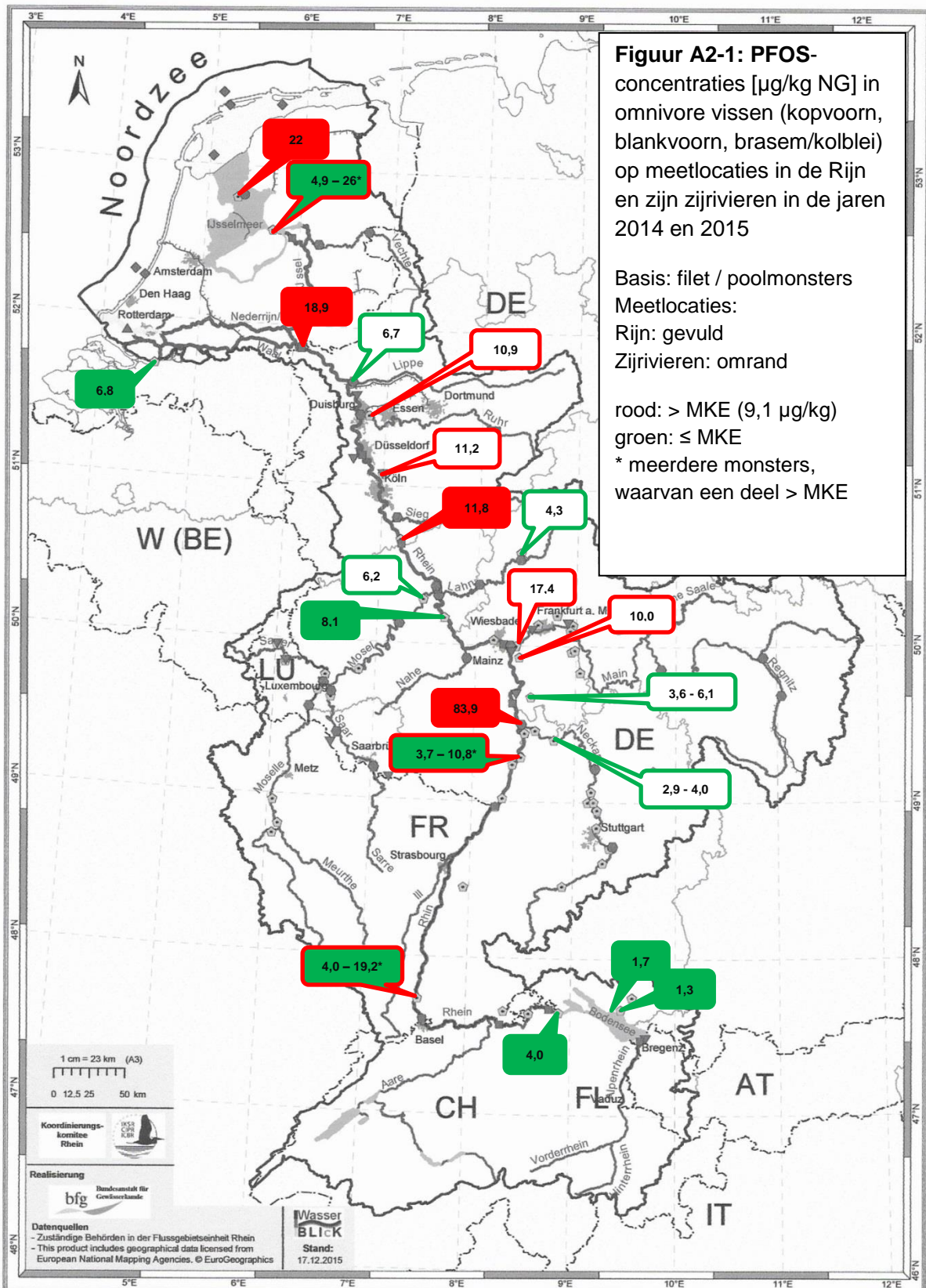


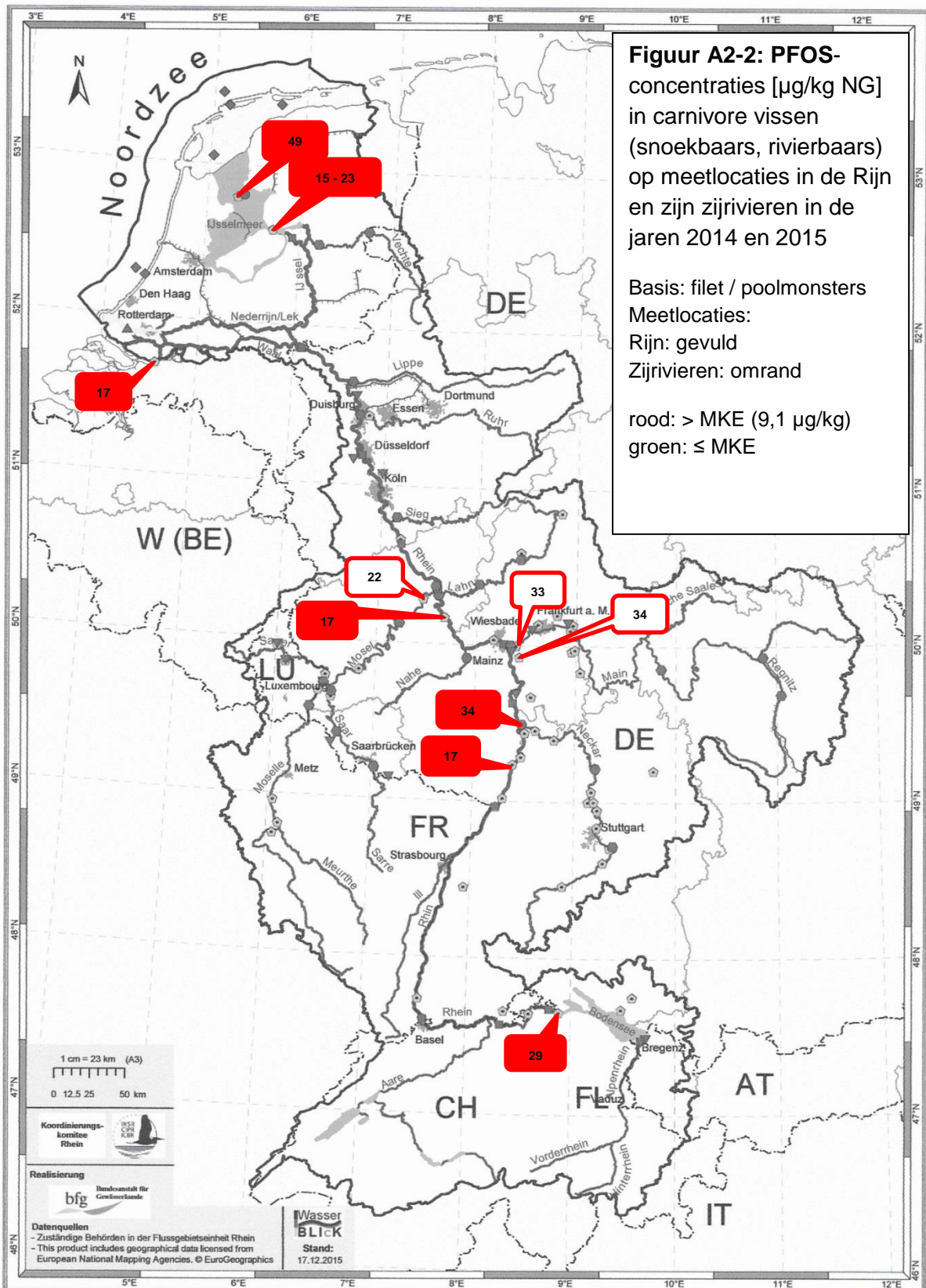




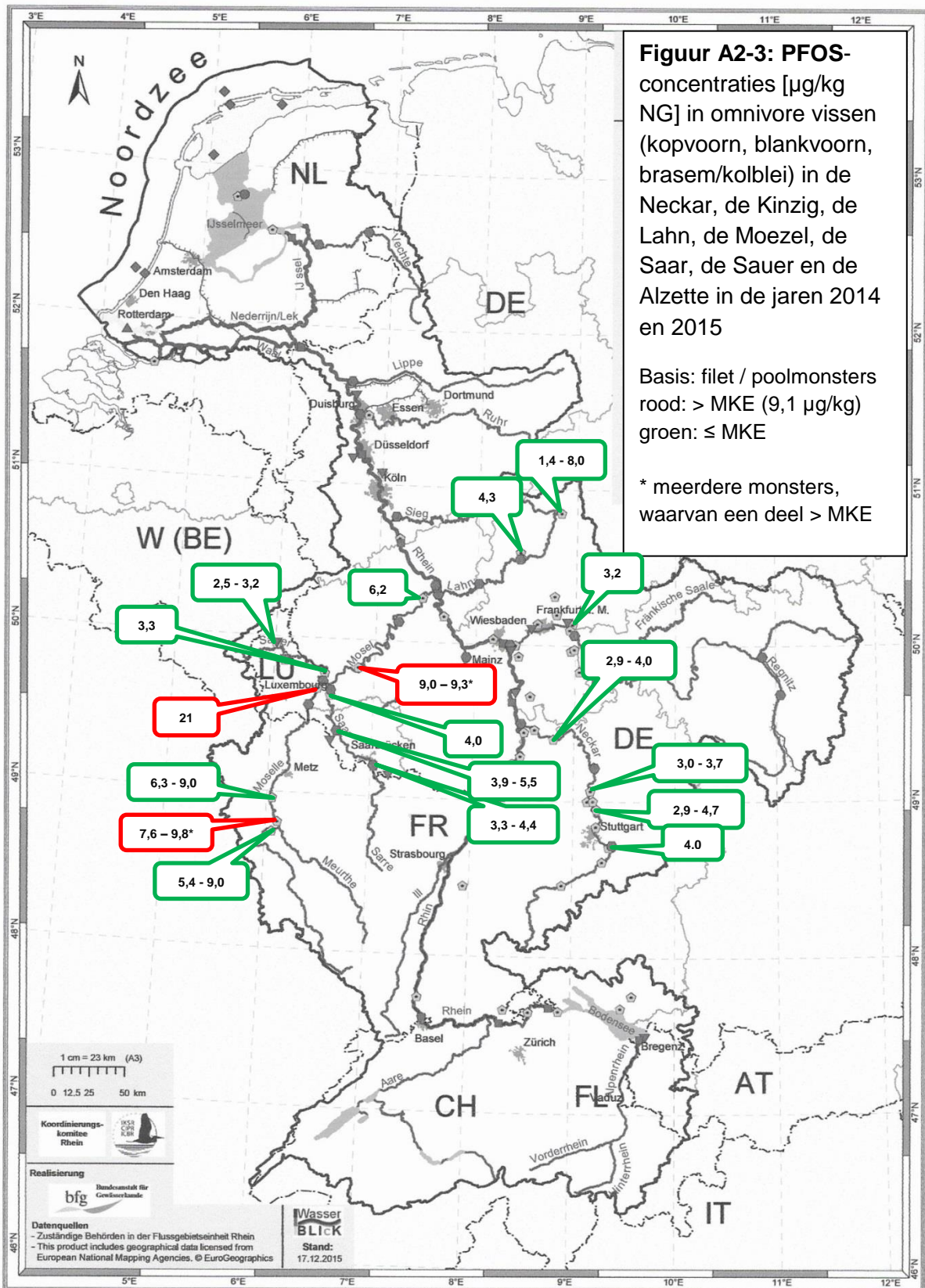


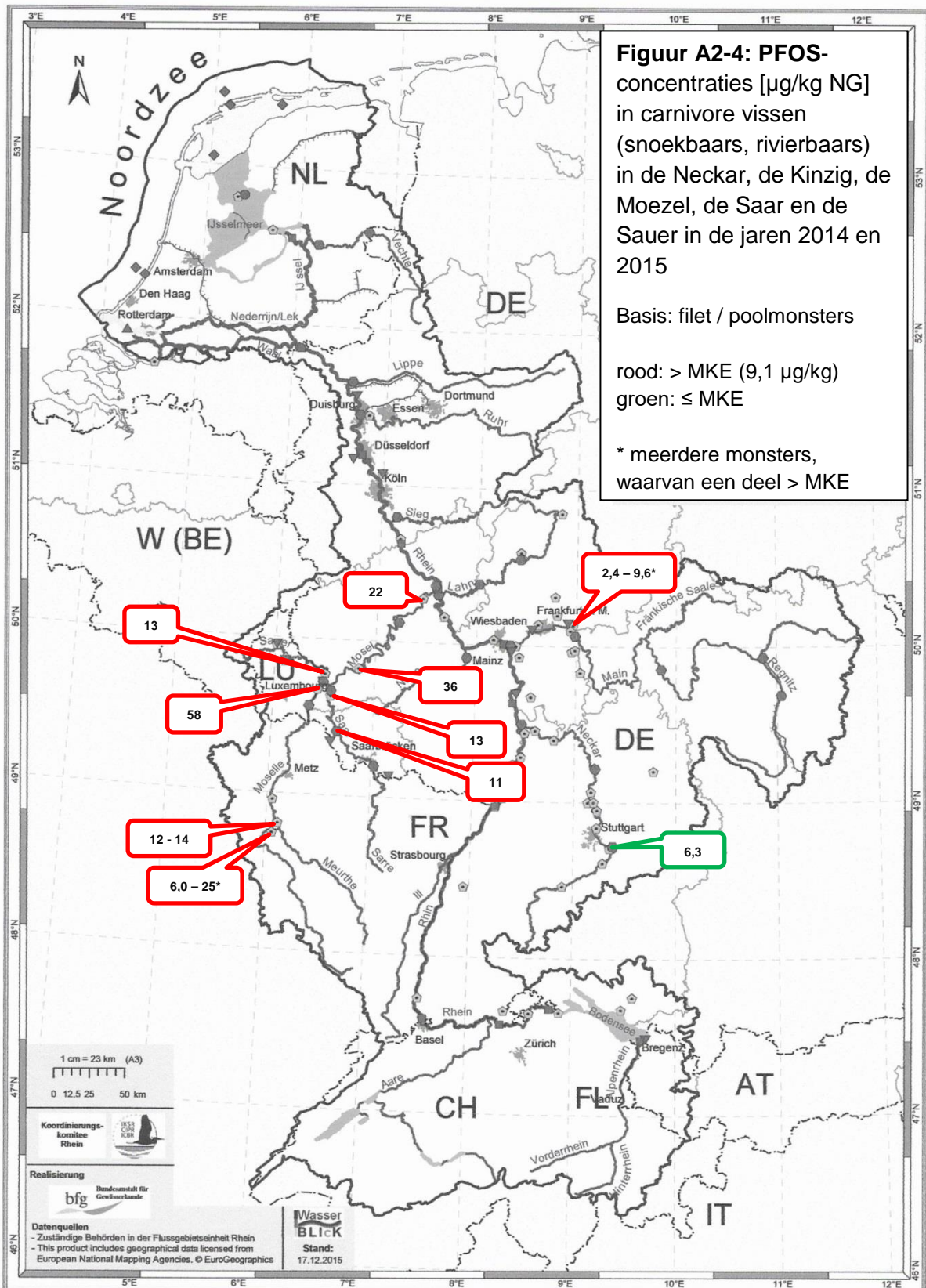




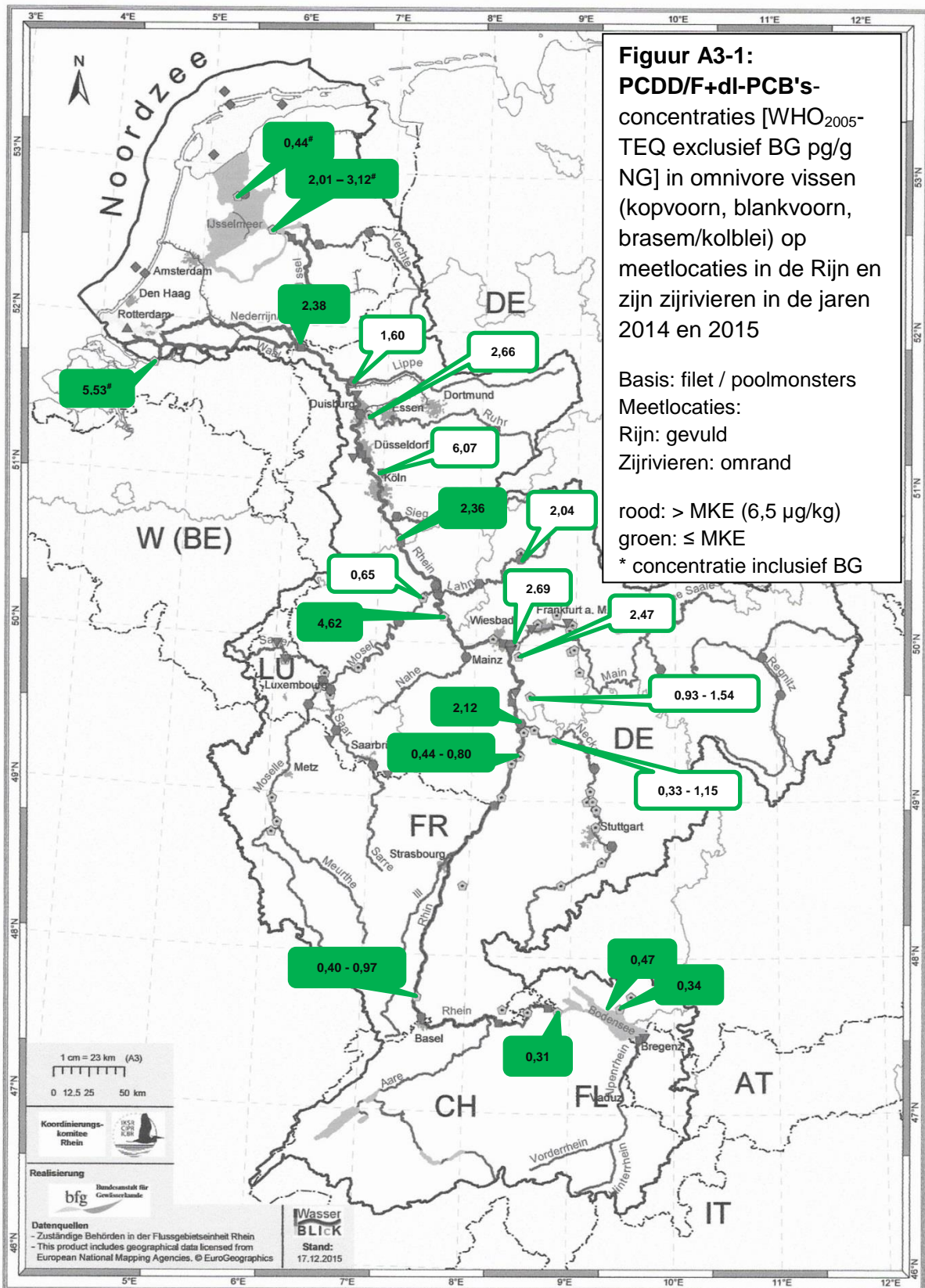


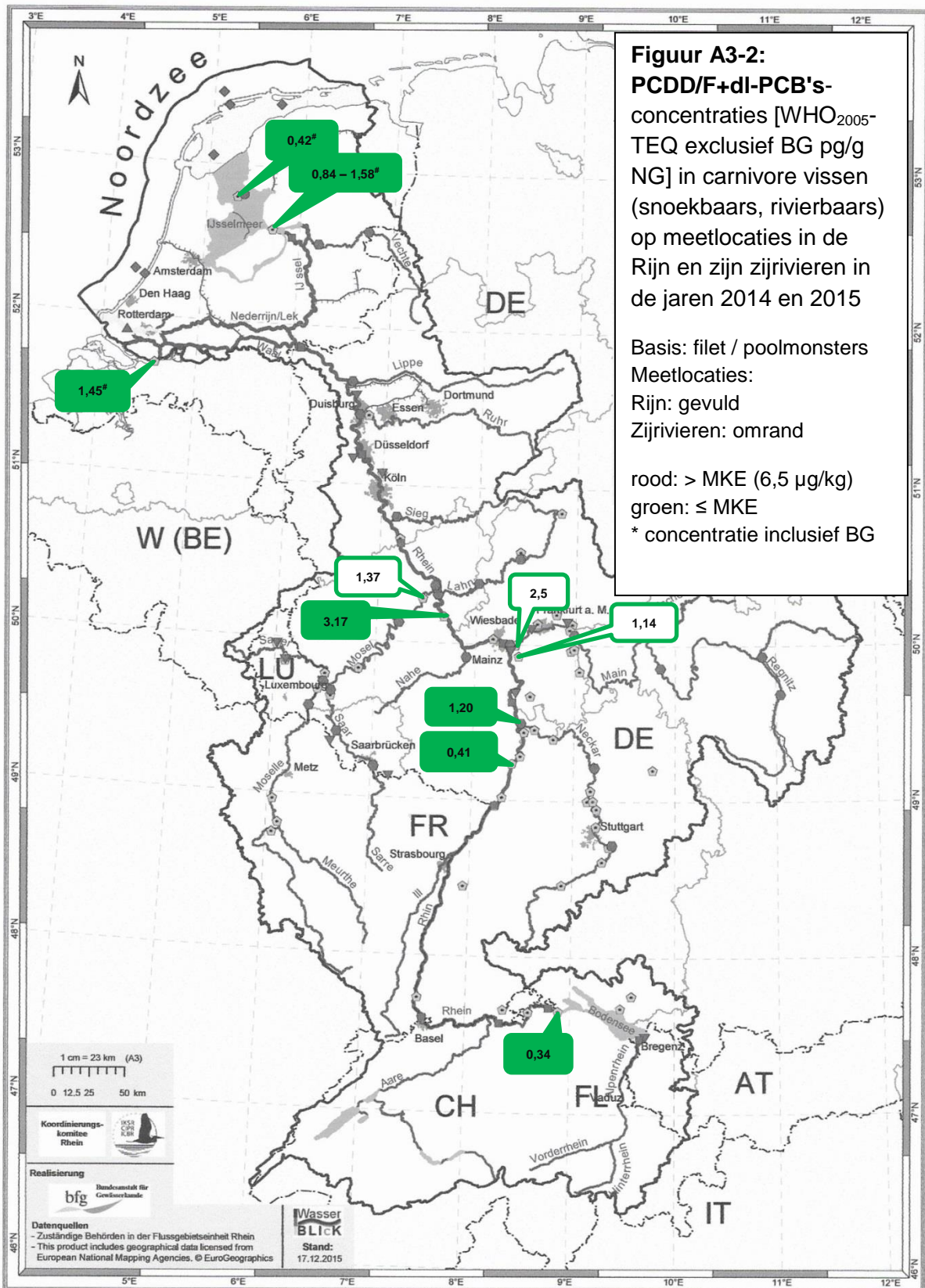




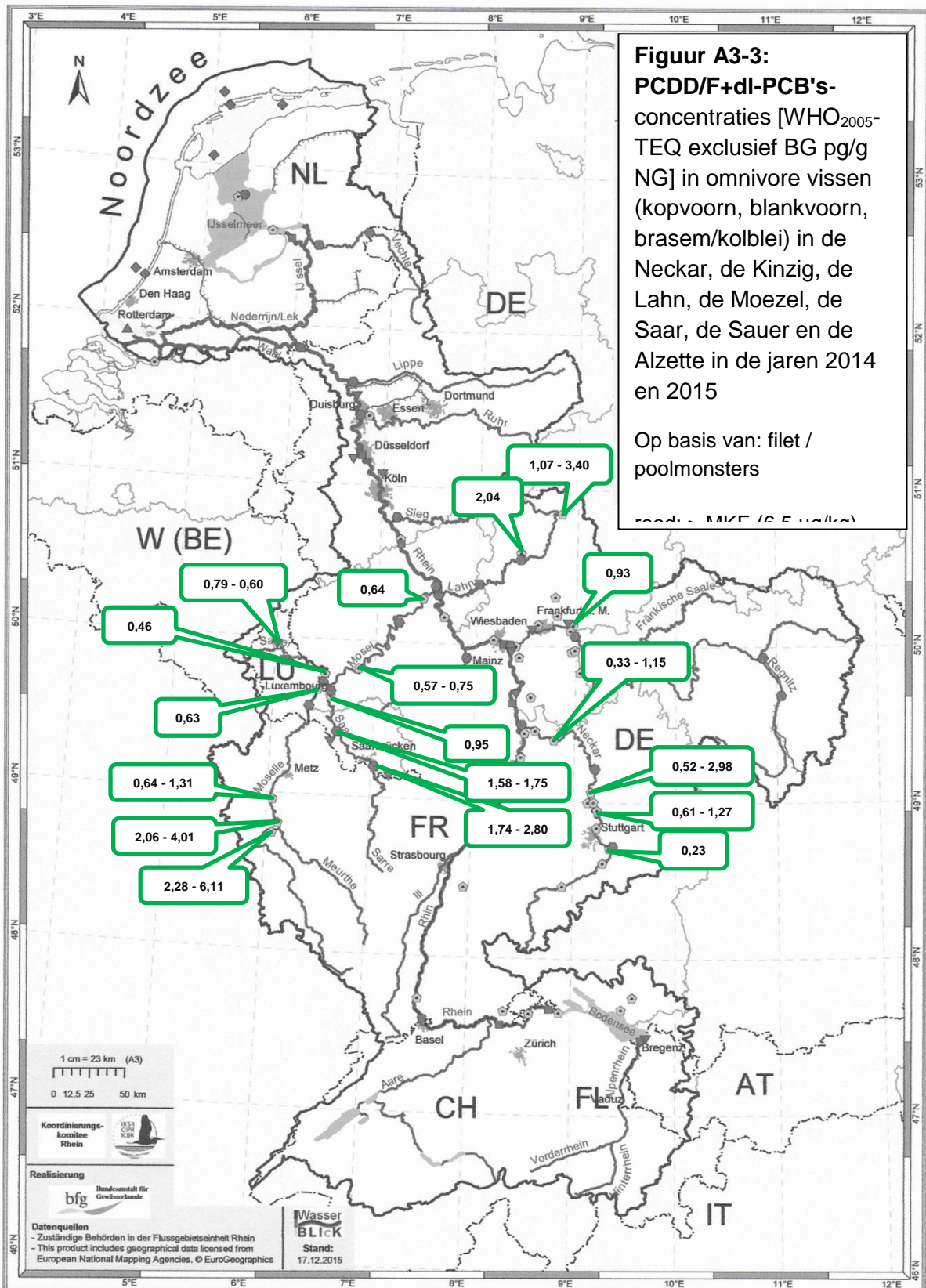


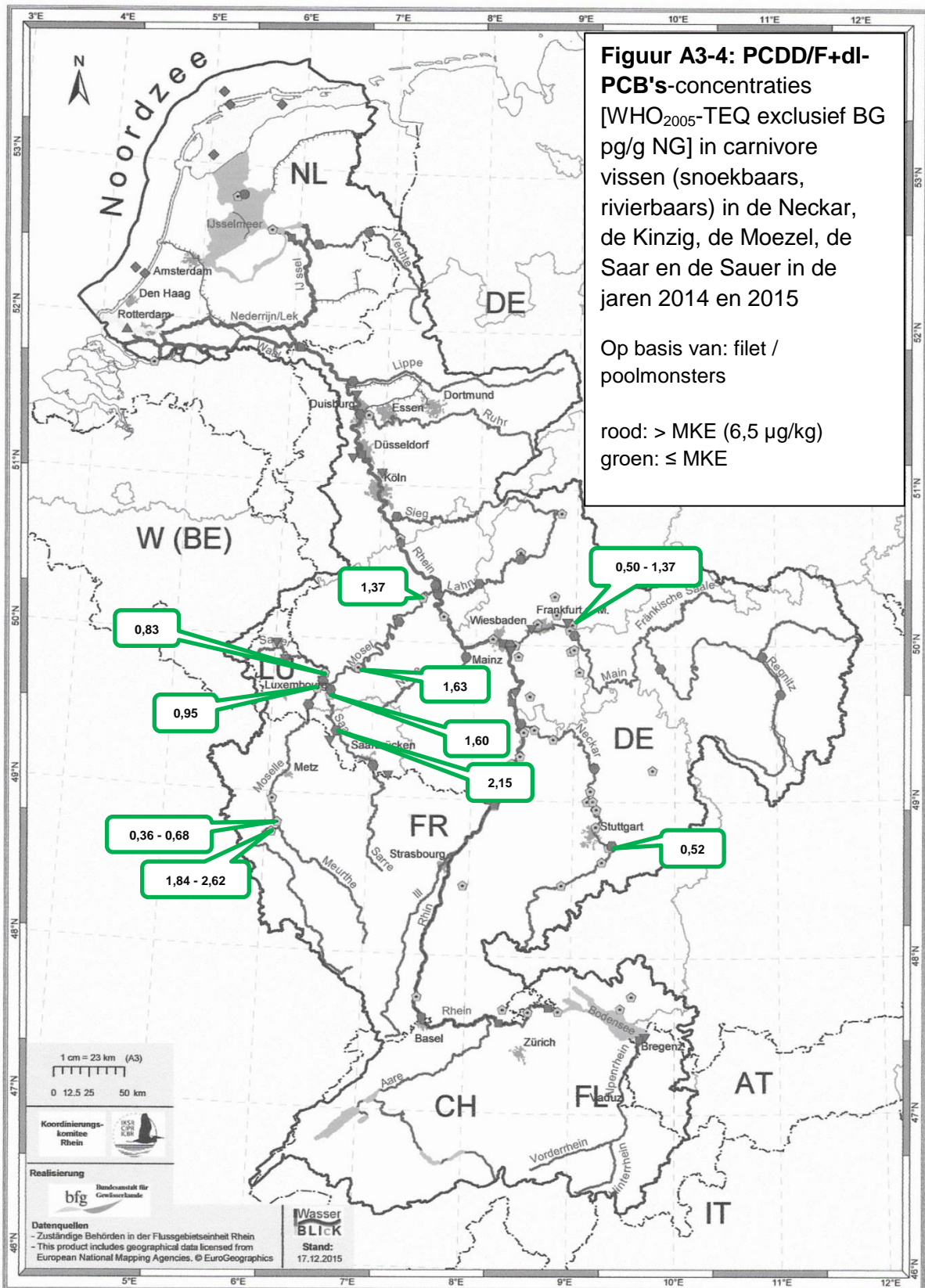




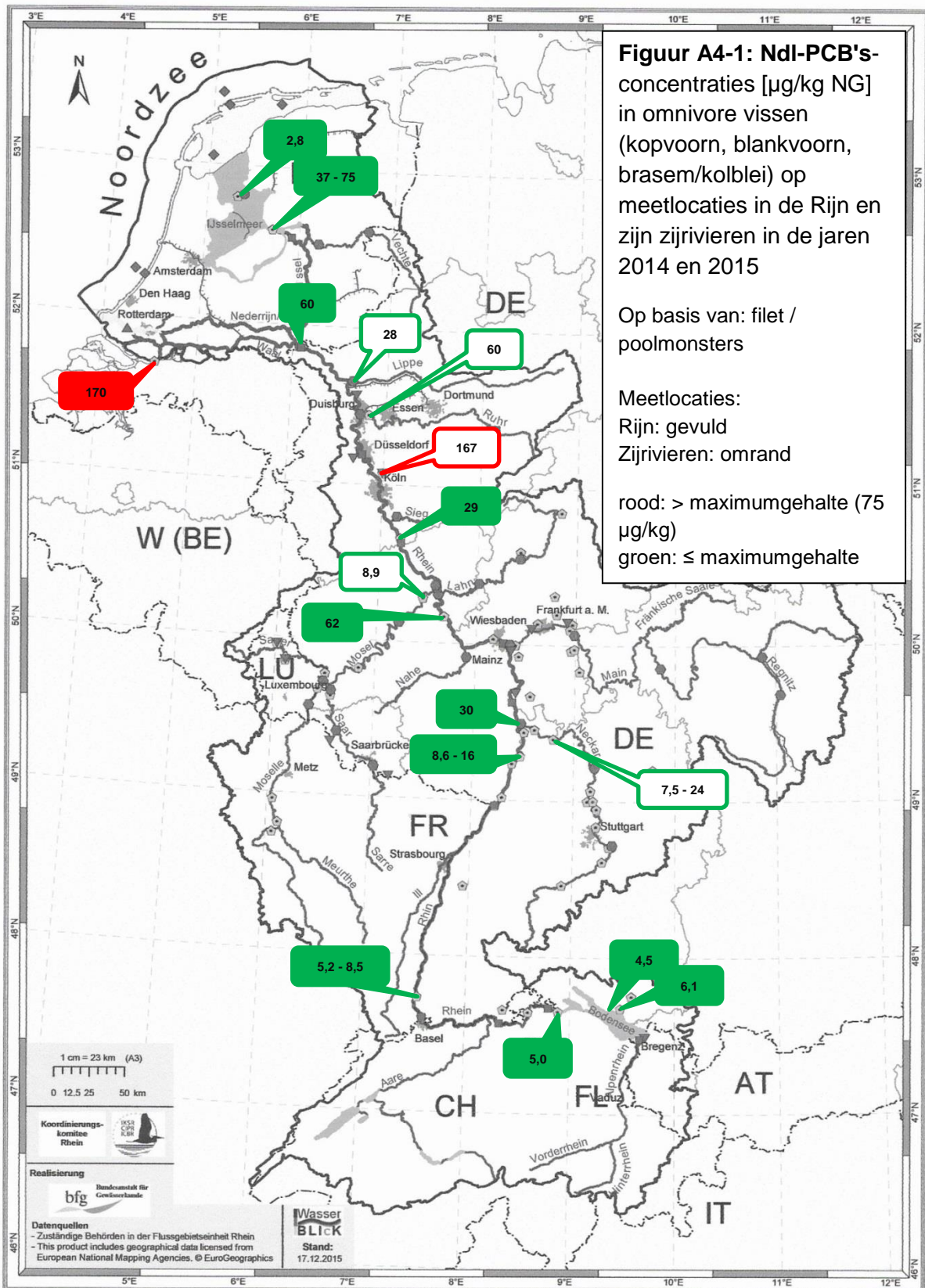


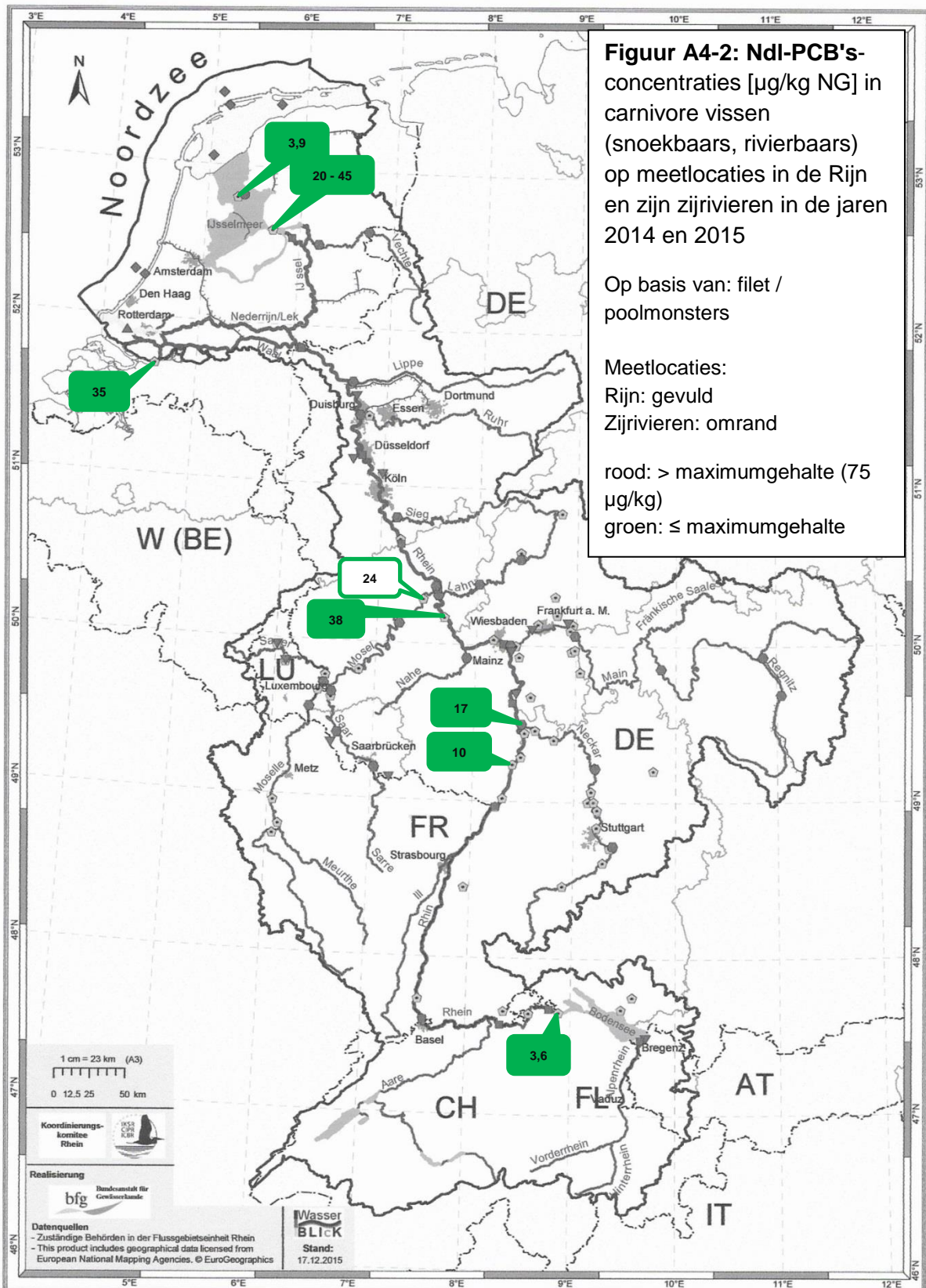




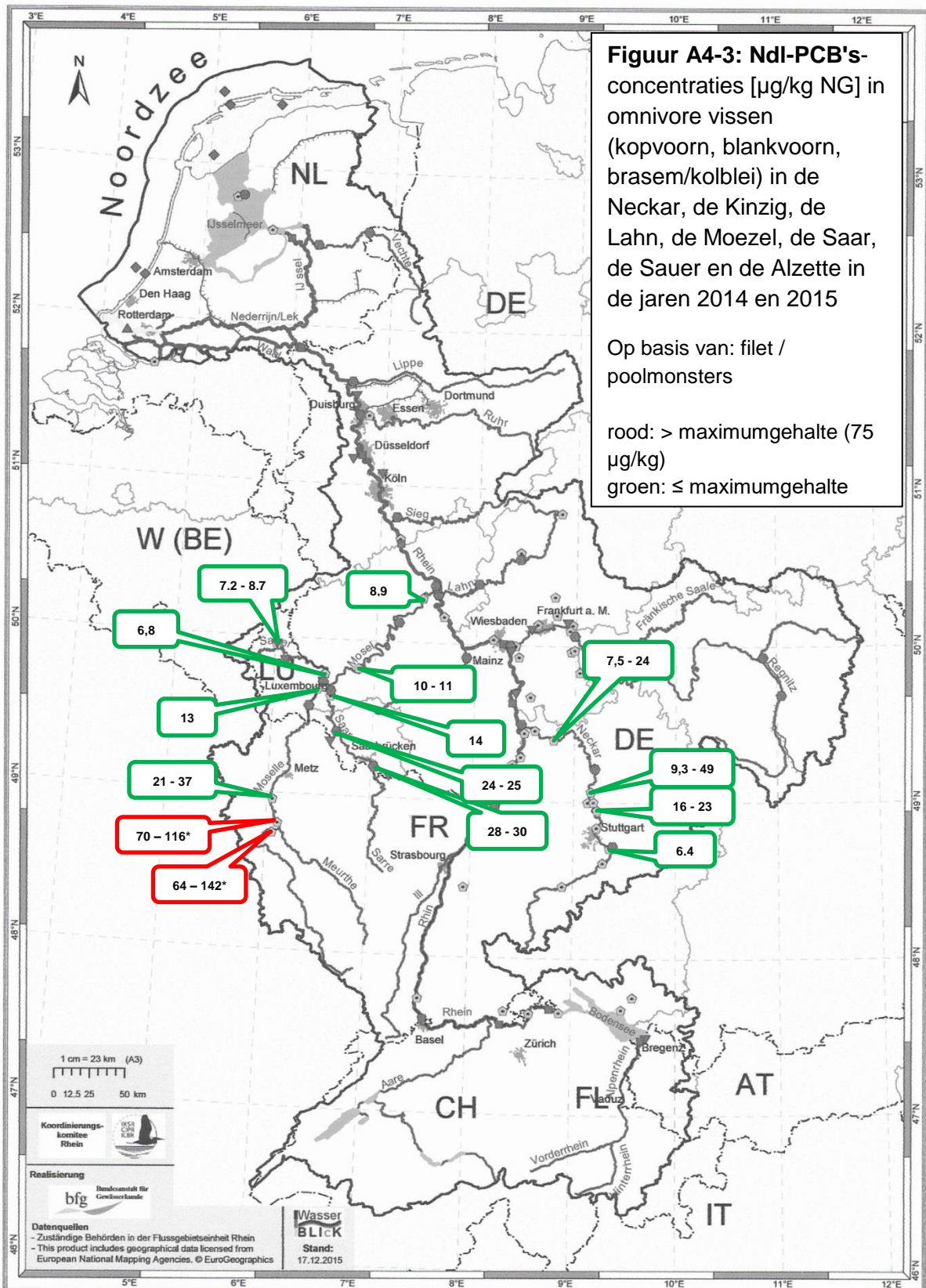


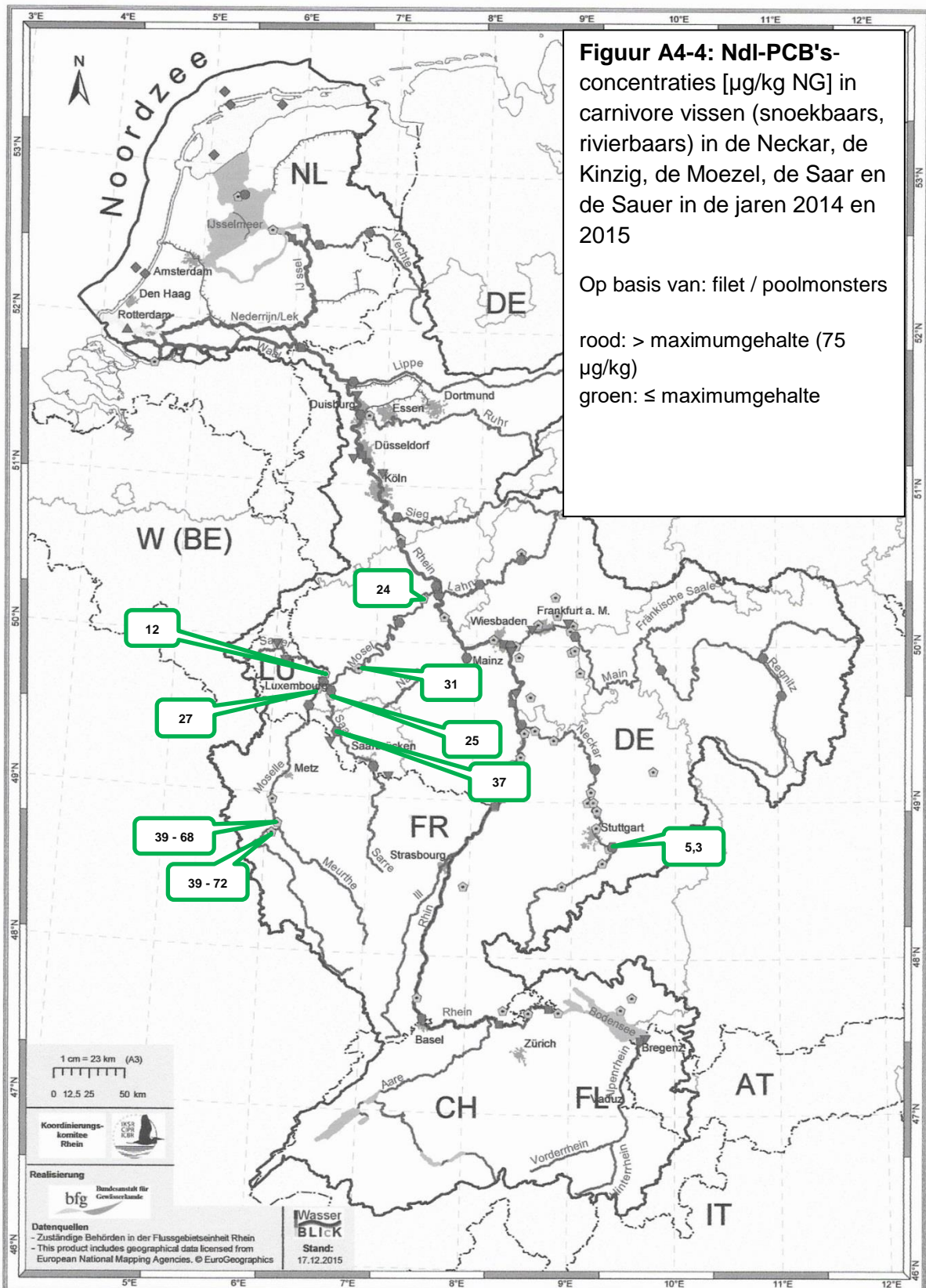




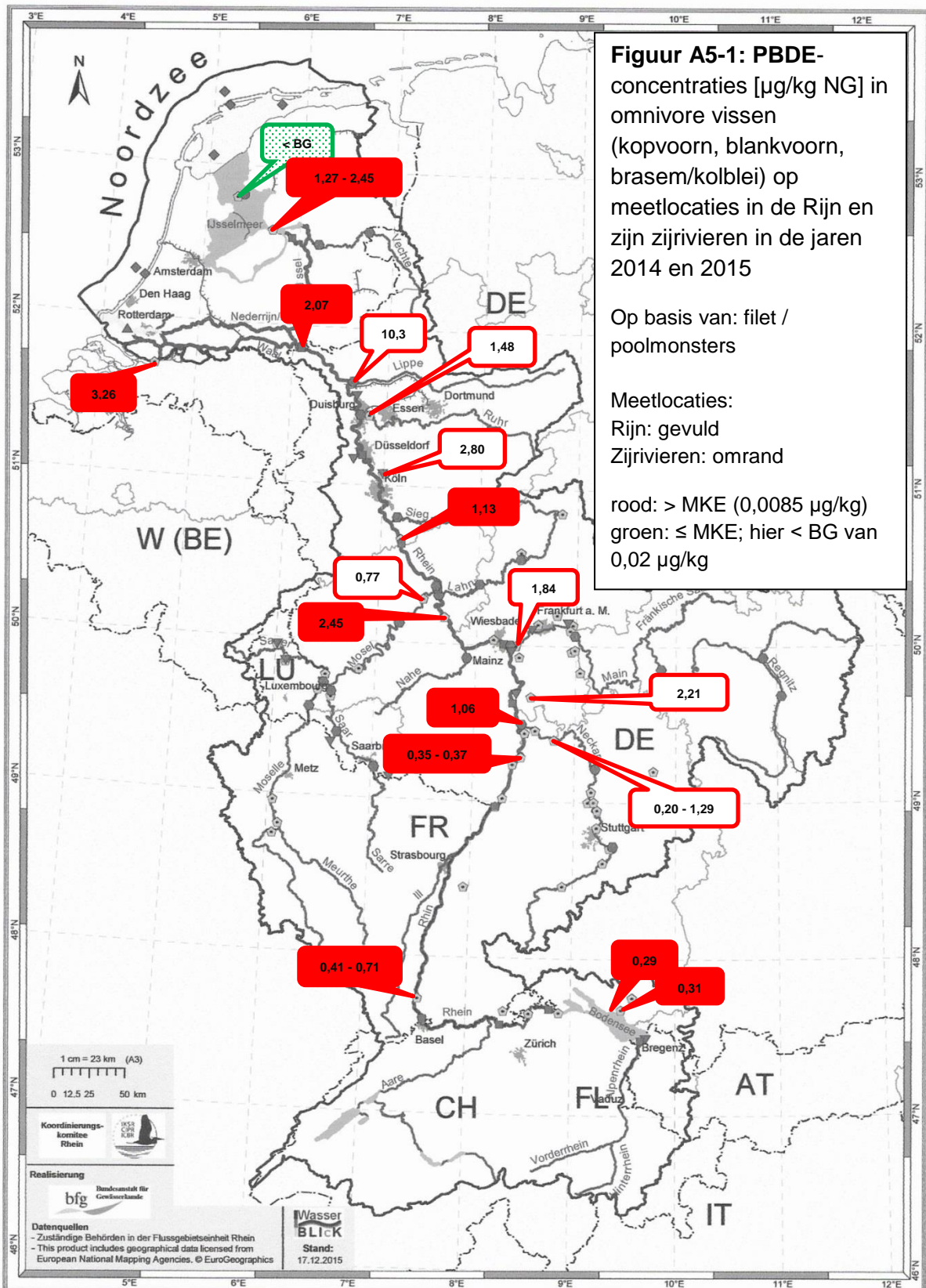


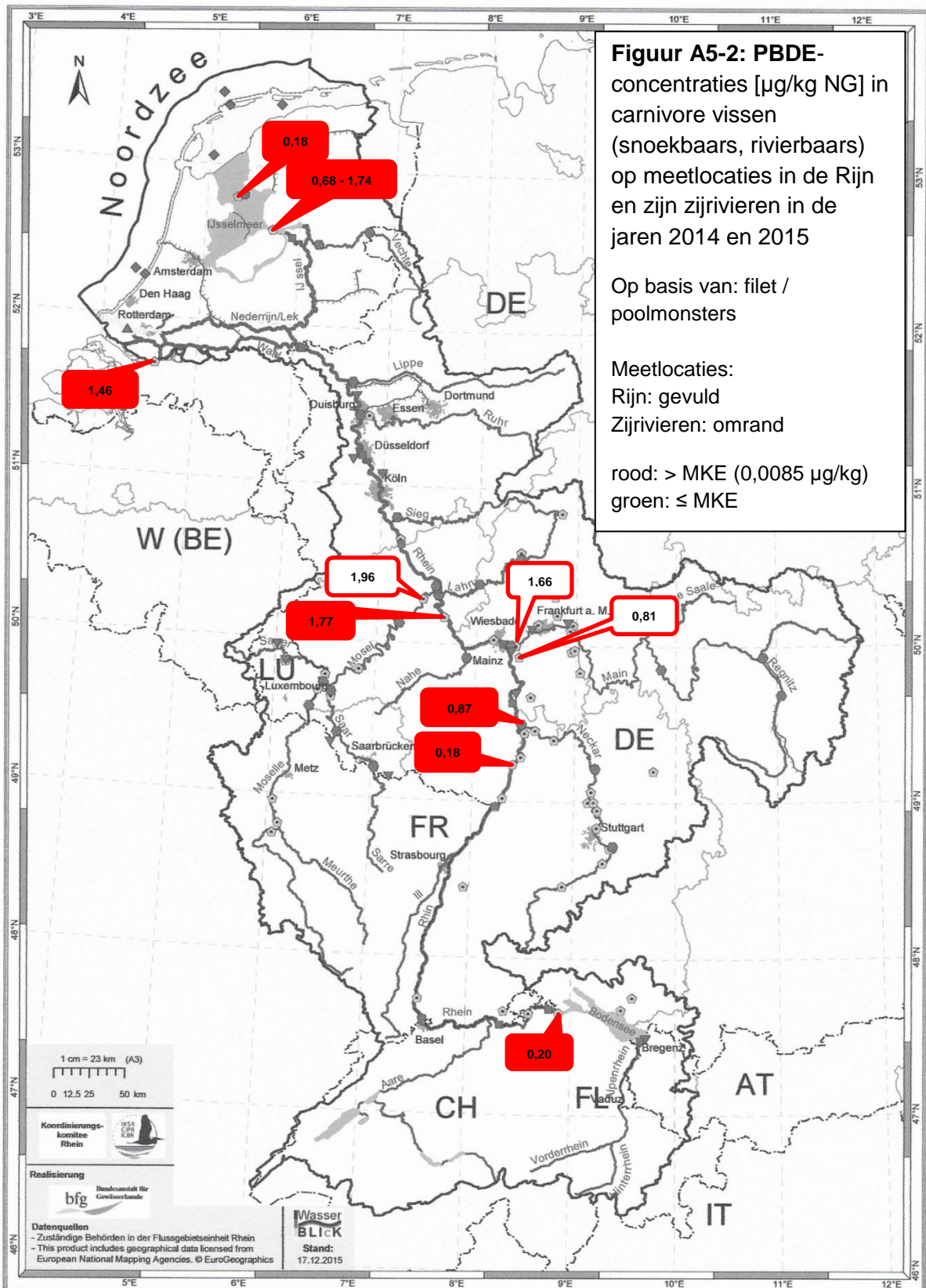




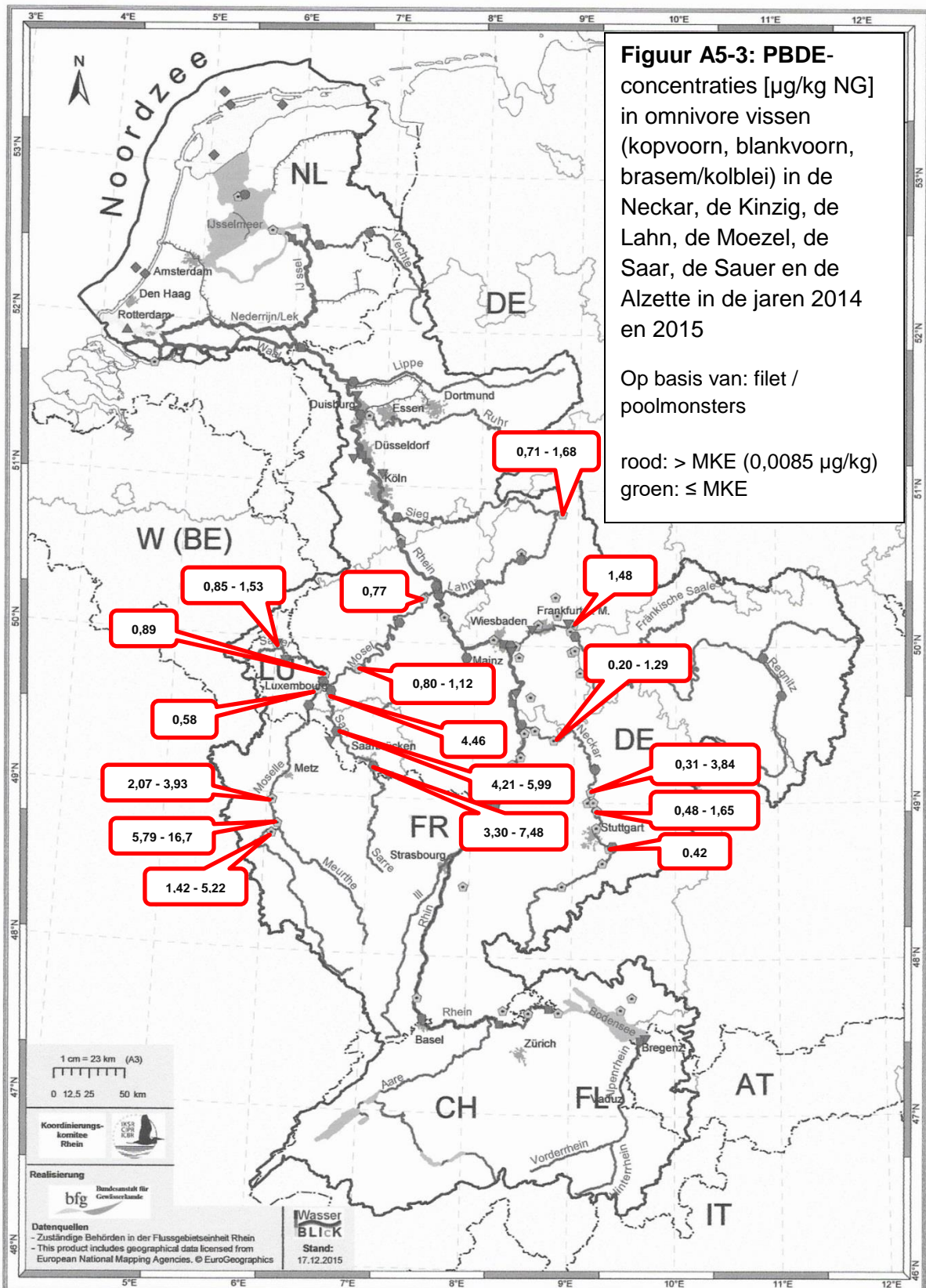


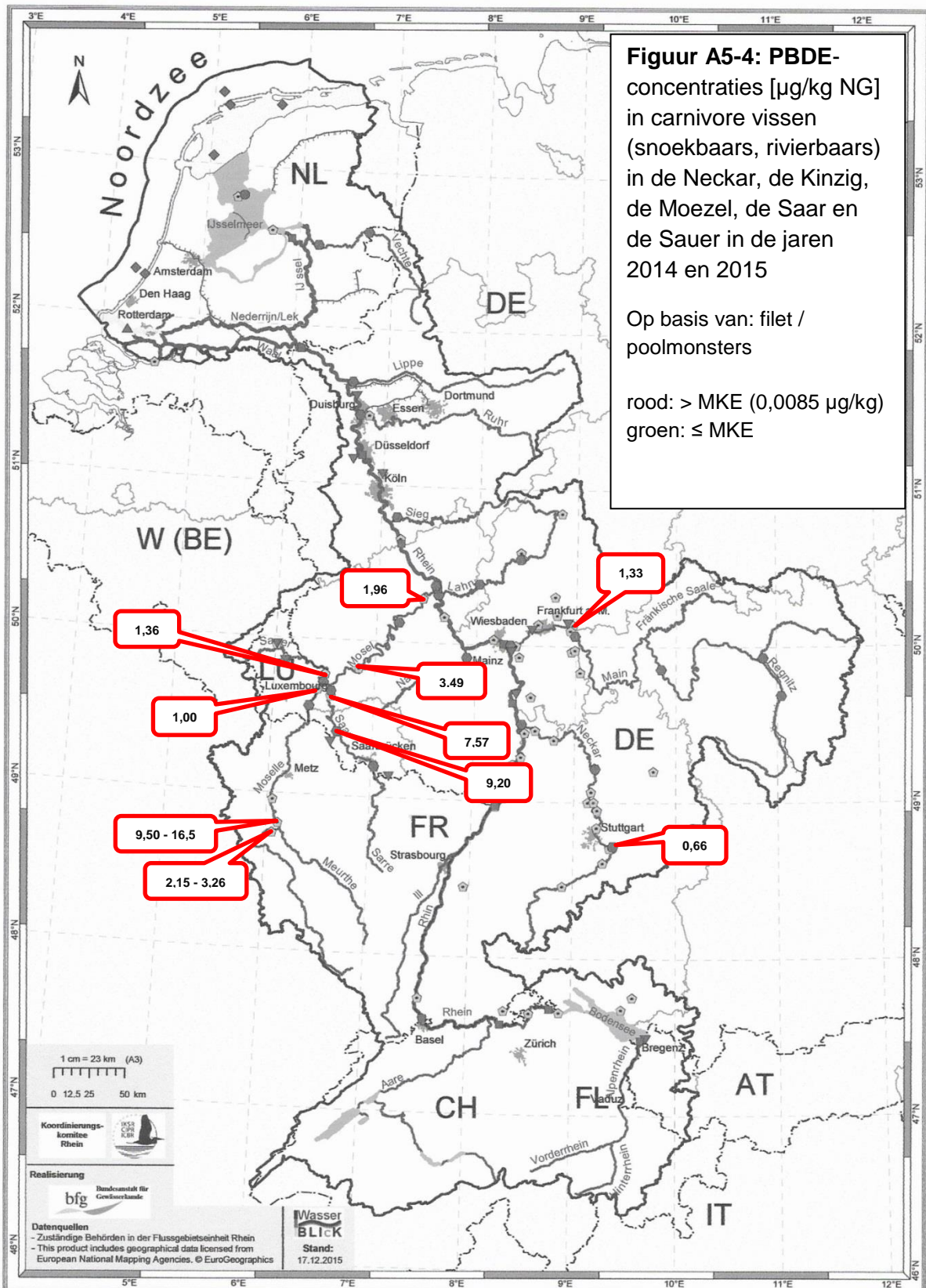




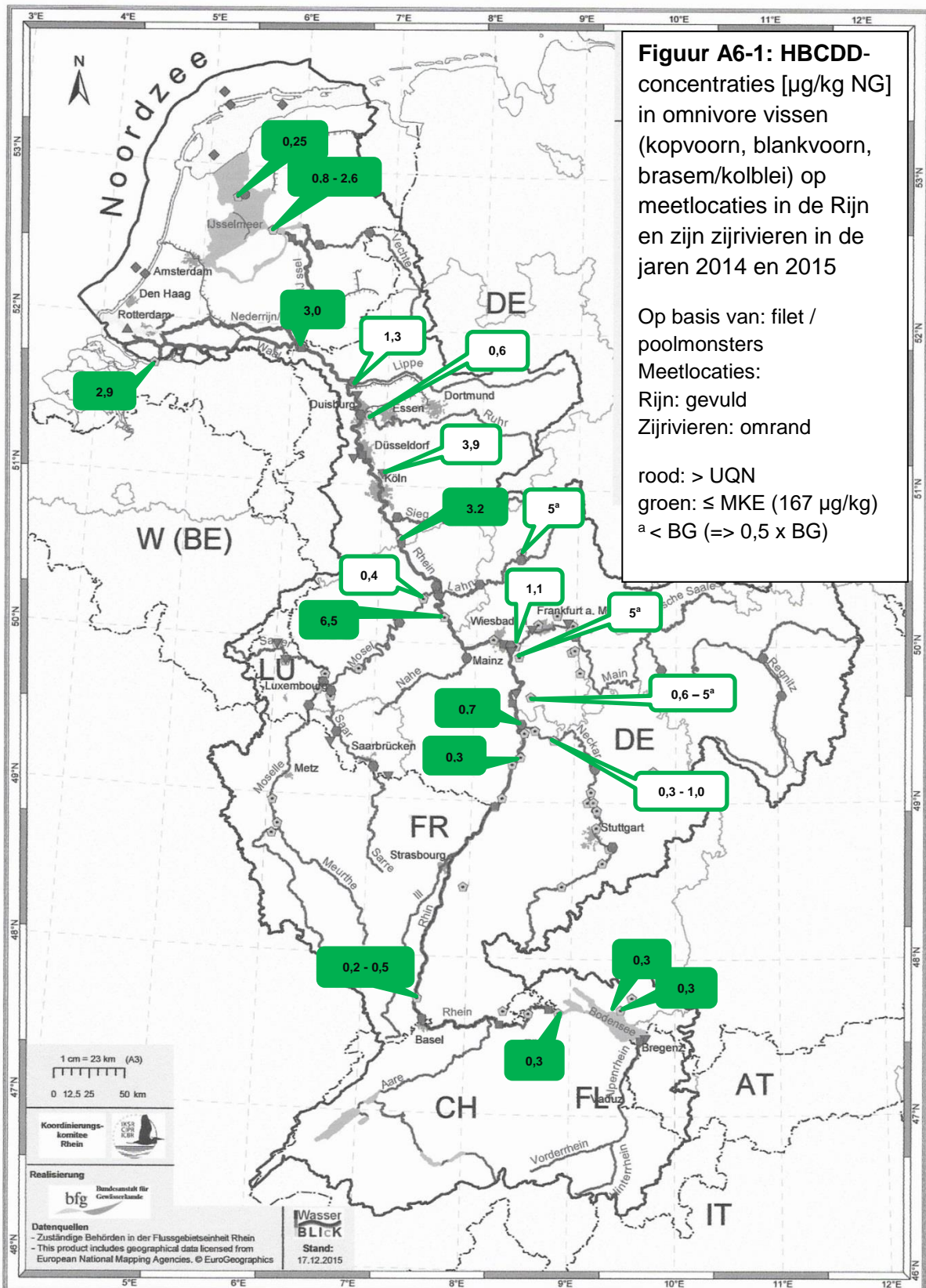


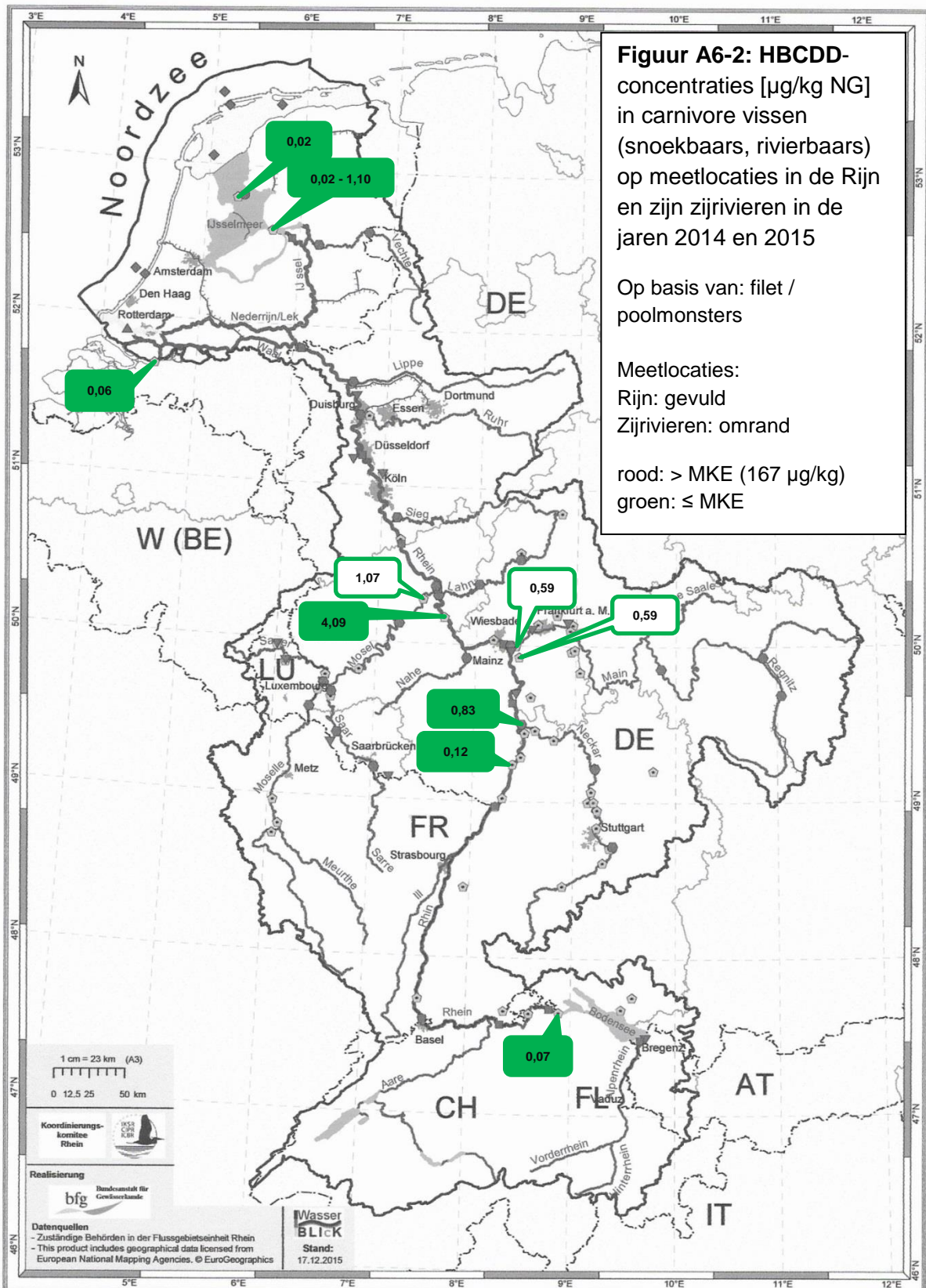




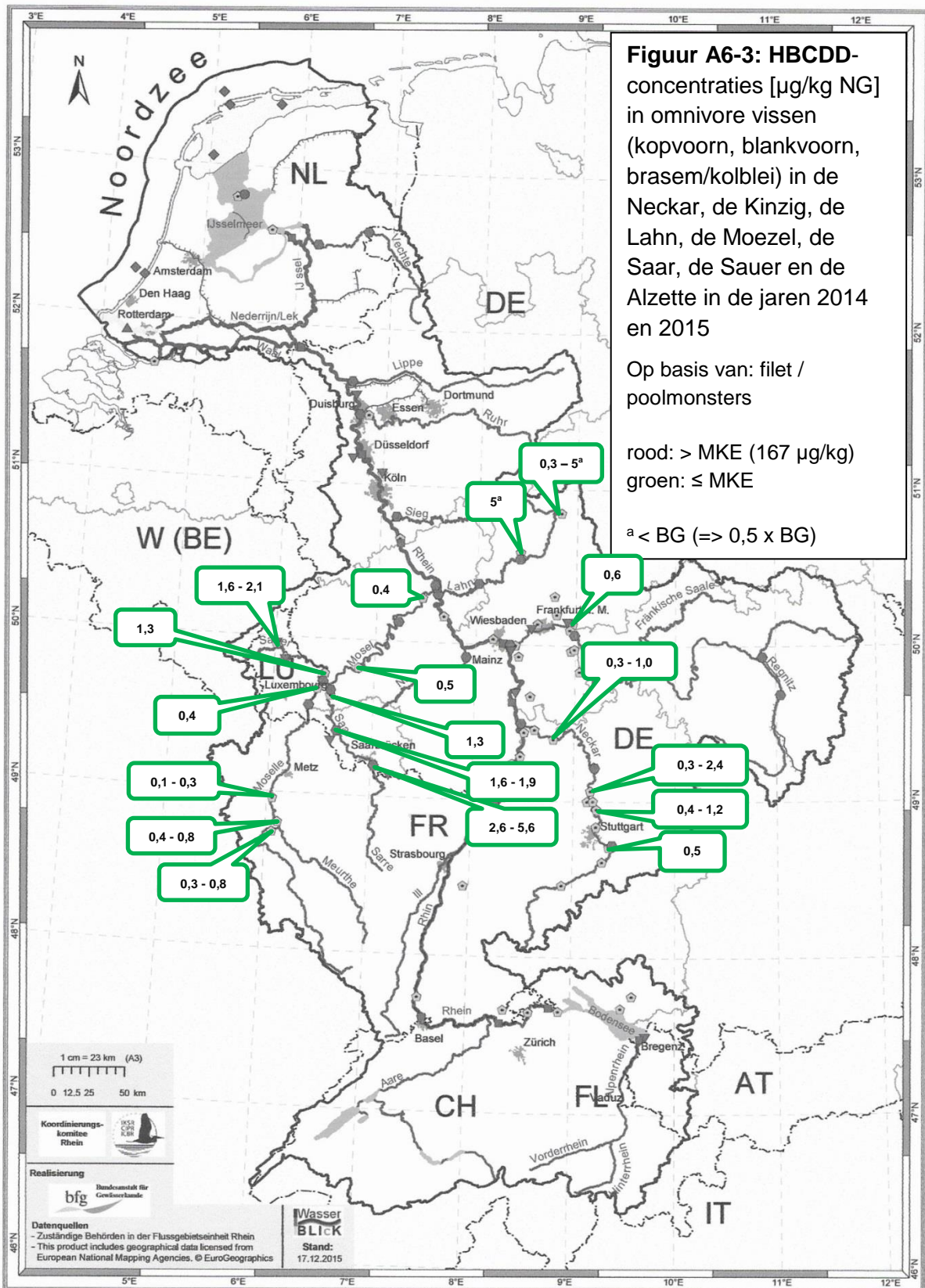


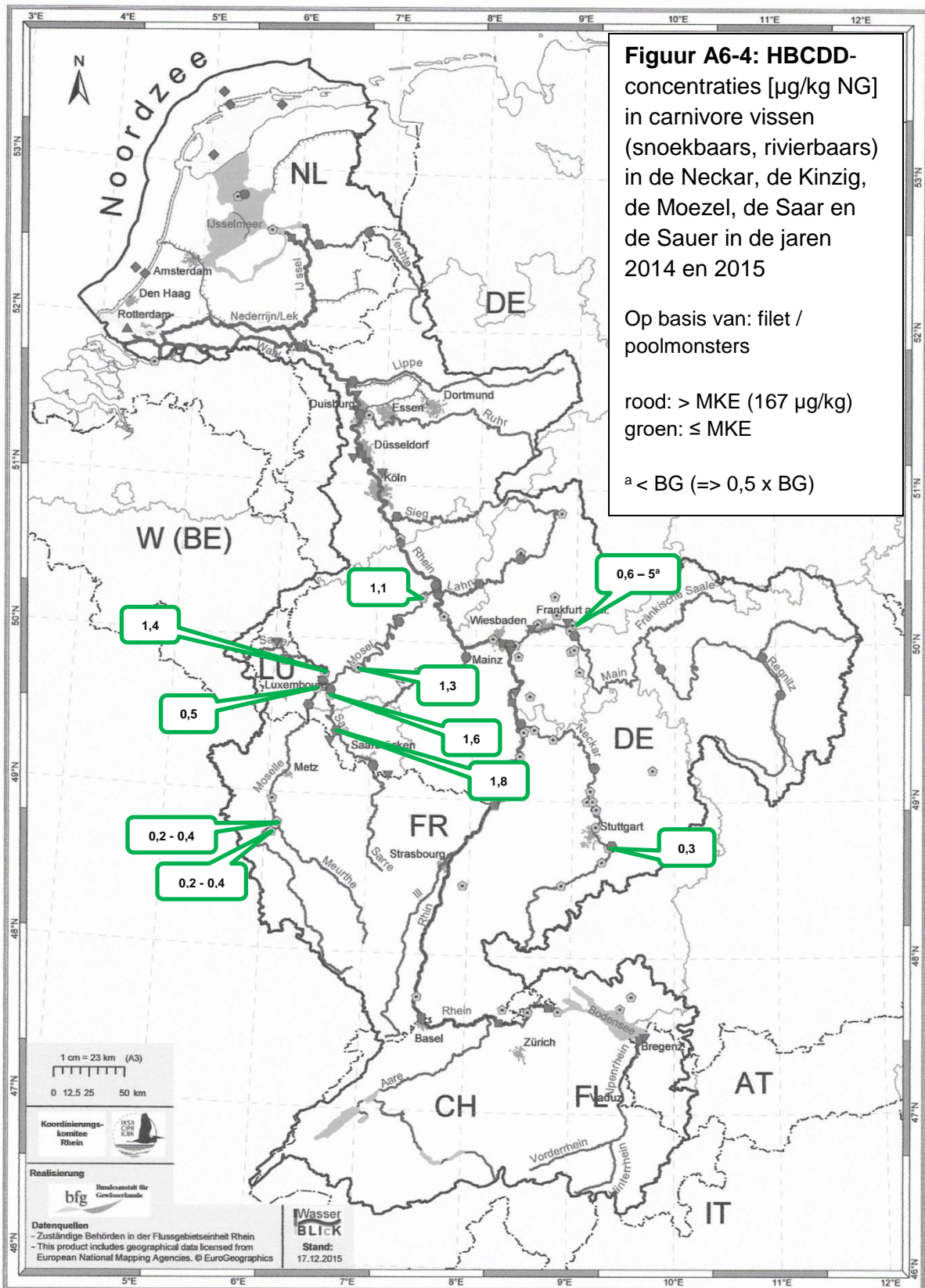




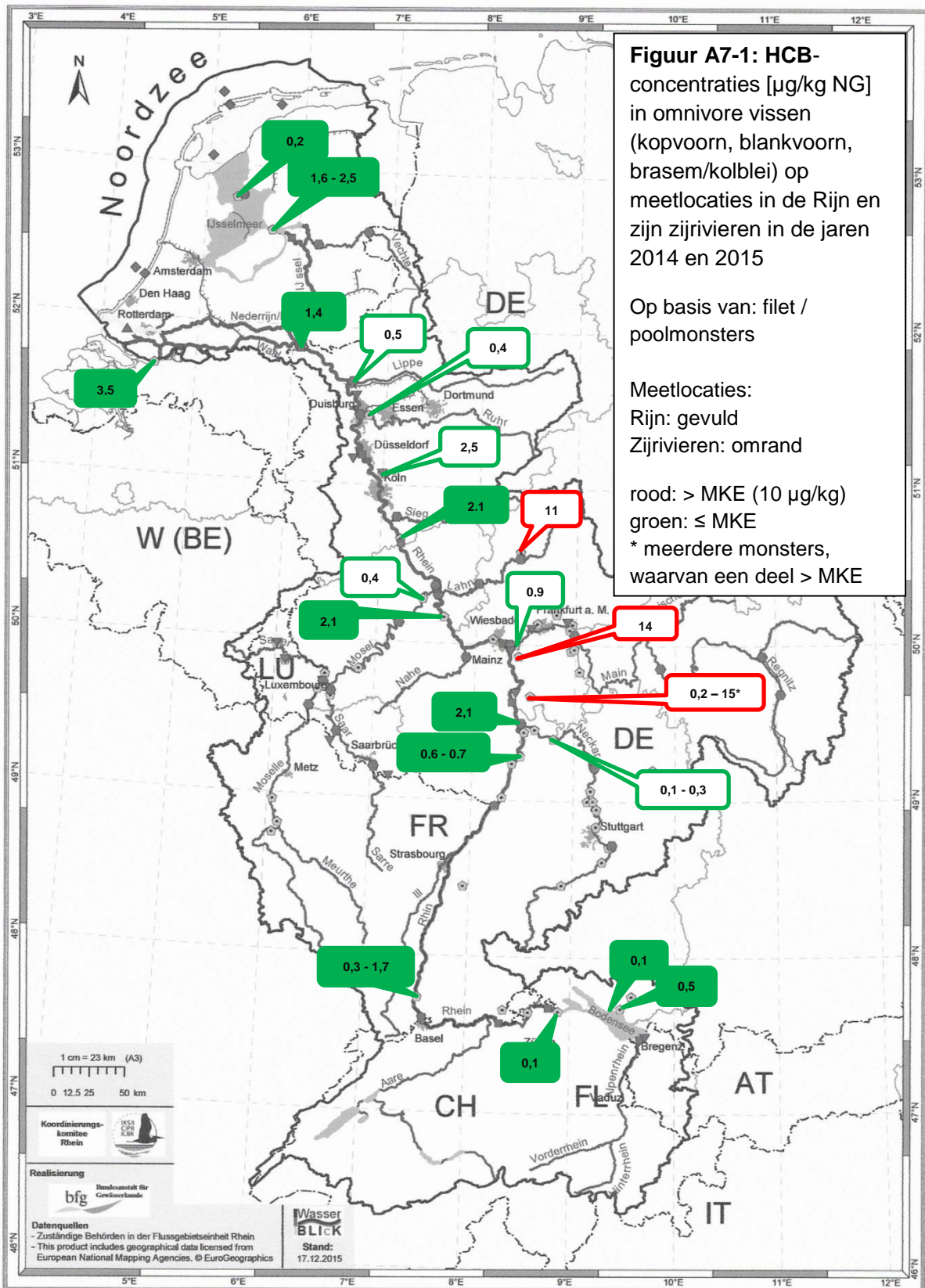


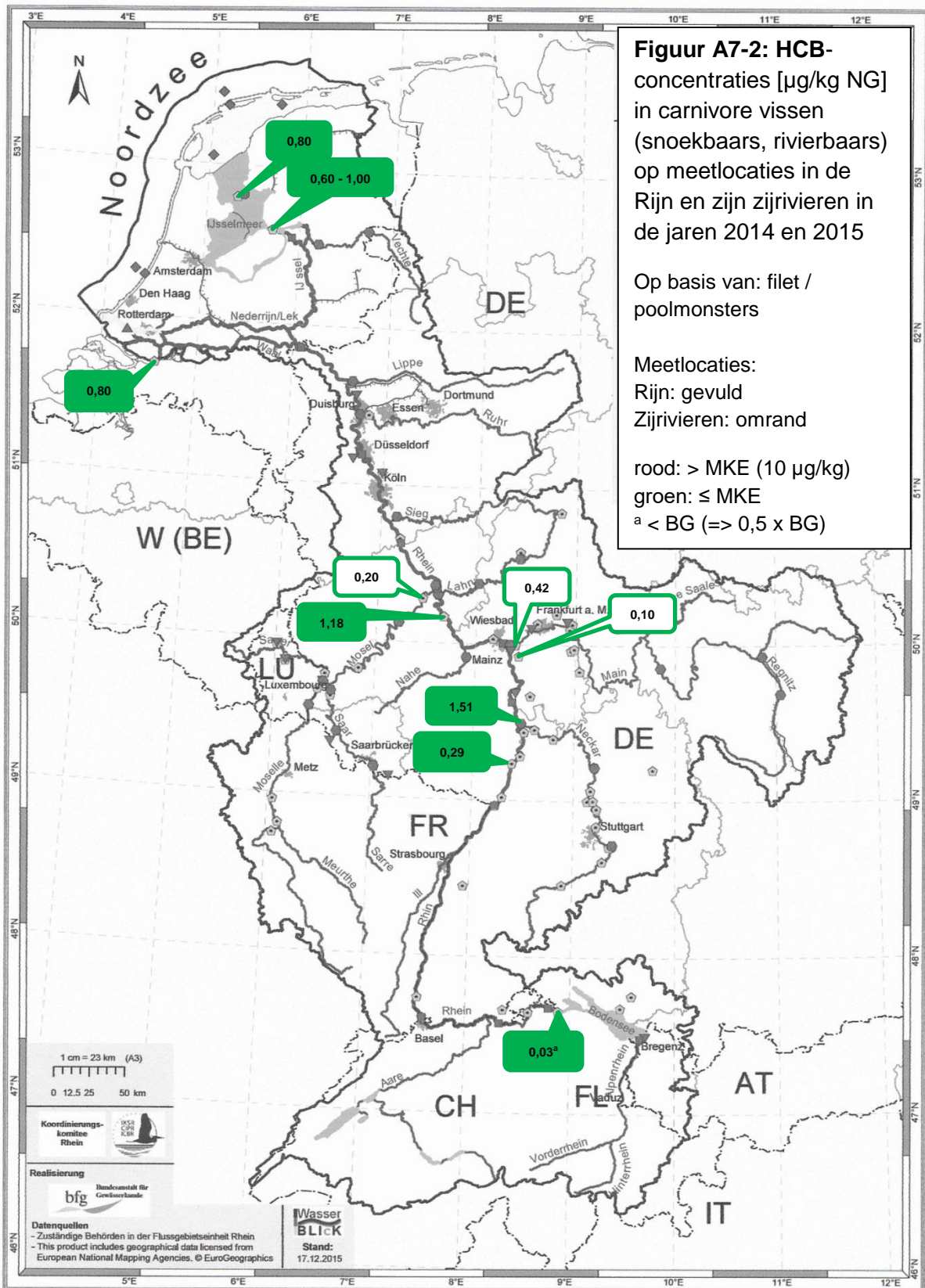




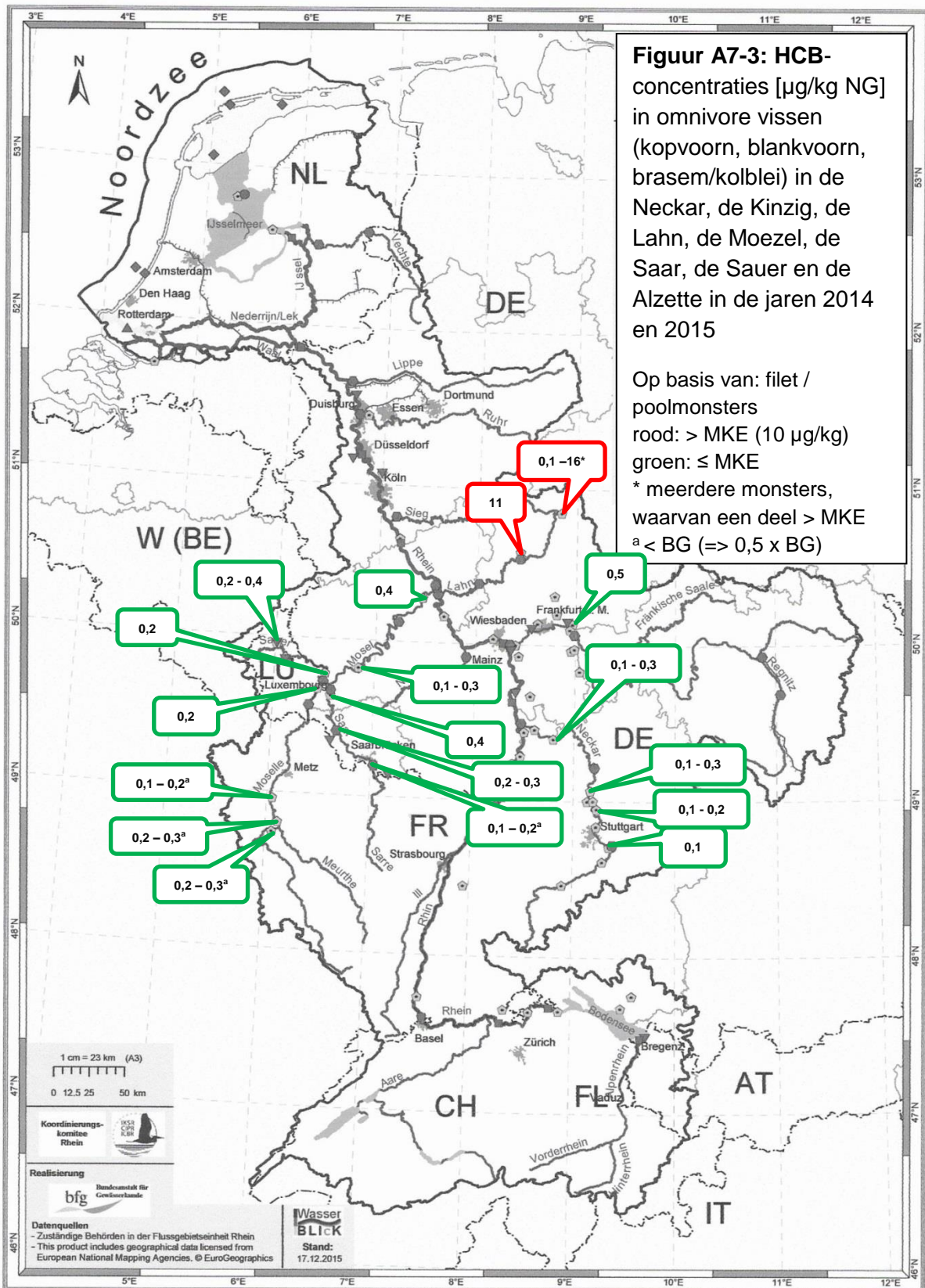


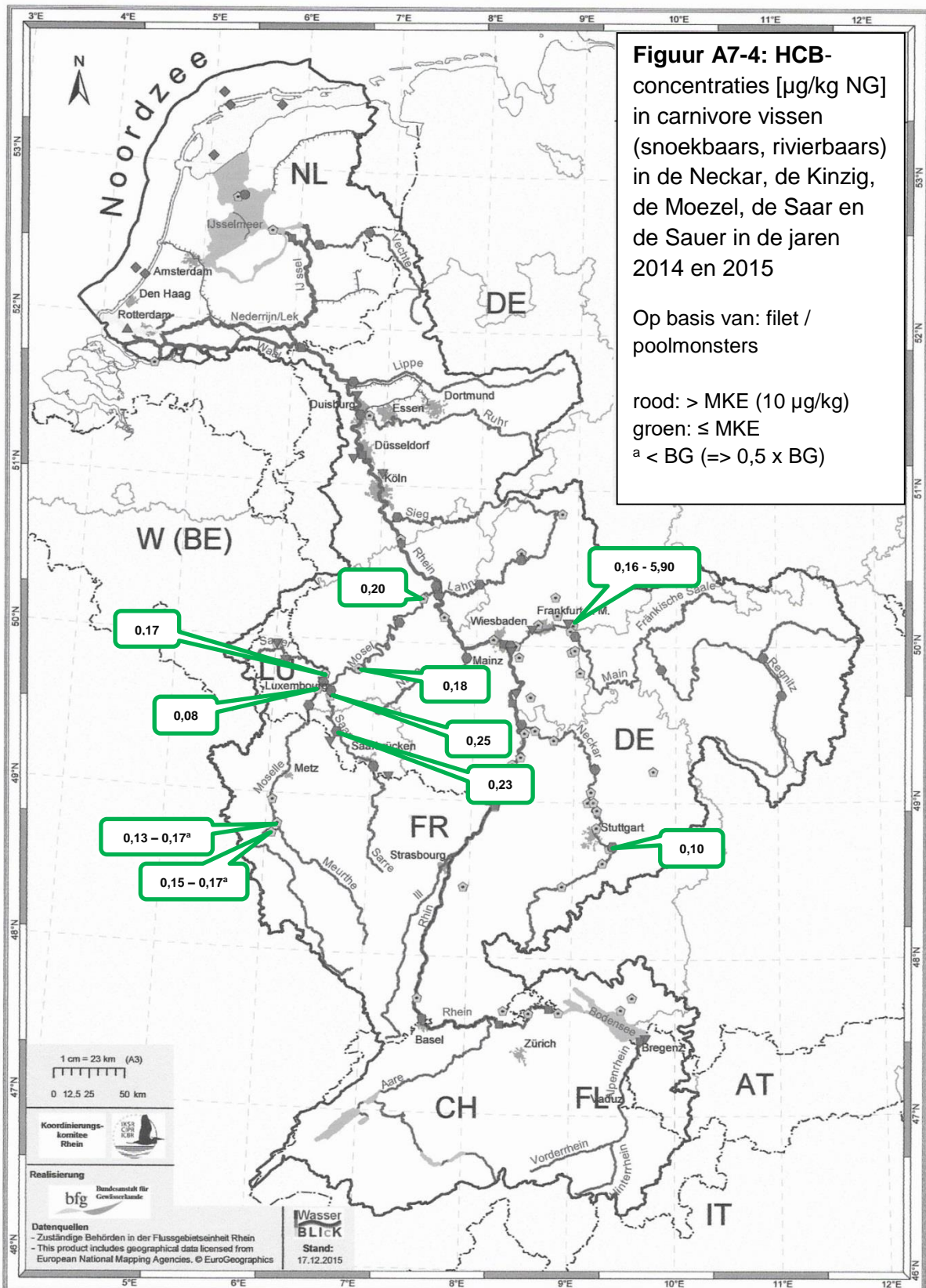












### 7.3 Overzicht van aanvullende Nederlandse gegevens over subadulte hele vis uit de Rijndelta (zie Foekema (2016))

Nummer van het monster	Meetlocatie	Soort	Lengte (min.)	Lengte (max.)	Aantal	Droge stof	Vet	Heptachloor	a-HEPO	b-HEPO	HCB	HCBD	HBCDD	ΣPBDE's	Σ TEQ	Σ PCB's	PFOS	Hg
						%	%	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	pg/g	ng/g	µg/kg	mg/kg
2014/5796	IJsselmeer	blankvoorn	10,2	12,1	17	26,0	4,6	<0,06	< 0,1	0,3	0,4	<0,08	<0,08	0,42	0,95	9,72	50	0,075
2014/5898	IJsselmeer	baars	11,7	13,3	18	24,2	2,4	<0,02	<0,04	0,1	0,3	<0,02	0,6	0,38	1,05	12,2	94	0,07
2014/6272	IJsselmeer	snoekbaars	21,8	22,1	5	25,8	5,4	<0,08	<0,09	0,3	0,6	<0,07	0,6	0,63	1,38	17,6	120	0,12
2015/4785	IJsselmeer	brasem	18	19,3	4	28,8	7,1								1,5			
2014/5694	Hollands Diep	brasem	13,7	23,2	7	25,0	4,0	<0,4	<0,06	0,1	6,1	1	3,2	12,07	10,4	235	43	0,045
2014/6221	Hollands Diep	snoekbaars	16,6	20,4	4	22,3	1,0	< 0,1	<0,04	0,04	1,9	<0,3	3,3	16,3	7,44	262	51	0,1
2014/5337	Ketelmeer	blankvoorn	14,3	16,2	9	26,5	5,3		< 0,1	0,2	4	<1,4	3,6	4,67	7,04	166	9	0,034
2014/5388	Ketelmeer	brasem	16,7	17,5	10	24,5	3,4	<0,03	<0,06	0,06	4,7	<0,6	3,4	5,75	7,73	134	49	0,041
2014/5439	Ketelmeer	baars	9,9	13,2	20	23,4	2,3	<0,03	<0,04	0,07	1,7	0,5	2,3	3,36	4,14	88,6	36	0,052
2014/6119	Ketelmeer	snoekbaars	17,2	23,8	9	26,0	5,0	<0,04	<0,08	0,1	1,1	<0,6	1,2	2	1,31	38,6	75	0,083