



**Niedersachsen**

Niedersächsischer Landesbetrieb für  
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

**Dezember 2016**

**Schwermetalle und organische Schadstoffe  
in Fischen der  
Elbe, Weser, Aller, Ems und Vechte -  
Niedersächsische Untersuchungsergebnisse  
aus den Jahren  
2014 und 2015**

## 1. Allgemeines

Bei Schadstoffen, die über ein entsprechendes Potenzial zur Bioakkumulation verfügen, sind Biota-Untersuchungen neben der etablierten Untersuchung von Wasser und Sedimenten bzw. Schwebstoffen ein zusätzliches Instrument der Gewässerüberwachung. Ein wichtiges Kriterium ist der sogenannte Biokonzentrationsfaktor (BCF), der als dimensionsloser Quotient von in Biota gemessenen Schadstoffgehalten im Vergleich zu denen in der Wasserphase enthaltenen Schadstoffgehalten definiert ist. Für Schadstoffe mit einem Biokonzentrationsfaktor  $> 500$  - die Biotamatrix ist also um mindestens das 500fache gegenüber der Wasserphase angereichert - sind Biota-Untersuchungen besonders gut geeignet. Während beispielsweise Hexachlorbenzol (BCF 2.000 - 230.000) für ein Biota-Monitoring besonders gut geeignet ist, sind sie dagegen z.B. bei Diuron (BCF 2) nicht zu empfehlen, da die Biota-Ergebnisse ggf. zu einer Fehlinterpretation (Minderbewertung) der Gewässerbelastung führen könnten.

In Niedersachsen werden Biota-Untersuchungen seit 1996 praktiziert, angefangen mit Betrachtungen von zinnorganischen Verbindungen. Zwischenzeitlich wurde der Umfang der untersuchten Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen erheblich erweitert. Die Untersuchungen erfolgten nach dem Modus des sogenannten „passiven Biota-Monitorings“, indem in bestimmten Gewässerabschnitten Fische gefangen und auf Schadstoffe untersucht werden. Ein sogenanntes „aktives Monitoring“, indem z.B. bestimmte Fische oder Muscheln über einen bestimmten Zeitraum im Gewässer exponiert und die Differenz der Schadstoffgehalte betrachtet werden, wurde dagegen bisher nicht betrieben.

Vom Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) wurden in enger Zusammenarbeit mit dem Niedersächsischen Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES), Dezernat Binnenfischerei und Fischereikundlicher Dienst, sowie dem Institut GALAB Laboratories in den Jahren 2014 und 2015 im Rahmen der Gewässerüberwachung Bio-

ta-Untersuchungen durchgeführt, die auf die Vorgaben der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) abgestimmt waren, speziell der Oberflächengewässerverordnung 2016<sup>1</sup>, und dem LAWA-Arbeitspapier IV.3<sup>2</sup>. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden bereits unter dem Titel „Biota Schadstoffuntersuchungen in niedersächsischen Gewässern entsprechend der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie, Ausgabe 1/2016“ veröffentlicht und können im Internet des NLWKN unter dem folgenden Link als PDF-Datei herunter geladen werden, so dass an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen wird:

[http://www.nlwkn.niedersachsen.de/service/veroeffentlichungen\\_webshop/schriften\\_zum\\_downloaden/downloads\\_gewaesserguete/veroeffentlichungen-zum-thema-gewaesserguete-107788.html](http://www.nlwkn.niedersachsen.de/service/veroeffentlichungen_webshop/schriften_zum_downloaden/downloads_gewaesserguete/veroeffentlichungen-zum-thema-gewaesserguete-107788.html)

Die beschriebenen Biota-Untersuchungen nach WRRL sind jedoch innerhalb des im Folgenden beschriebenen Projekts noch deutlich erweitert worden. Neben den 11 prioritären Stoffen und Untersuchung der Muskulatur nach den Vorgaben der WRRL wurden etwa 200 weitere Schadstoffe und die zusätzliche Untersuchung von Lebergewebe in das Projekt einbezogen. Dabei berücksichtigt wurden insbesondere nachfolgende Stoffgruppen: Alkylphenole, Alkylphenolethoxylate, Bisphenole, bromierte Flammschutzmittel, Chorbazole, Chlorparaffine, Dioxine und Furane, dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (dl-PCB), Indikator-PCB, Schwermetalle (die teilweise auch als Elemente bezeichnet werden), Moschusverbindungen, Organochlorpestizide, perfluorierte Tenside, Phthalate, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) sowie zinnorganische Verbindungen.

<sup>1</sup> Verordnung zum Schutz von Oberflächengewässern vom 20. Juni 2016, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2016 Teil I Nr. 28, ausgegeben zu Bonn am 23. Juni 2016, 1373-1443.

<sup>2</sup> Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Arbeitspapier IV.3, Konzeption für Biota-Untersuchungen zur Überwachung von Umweltqualitätsnormen gemäß RL 2013/39/EU (Stand: Oktober 2015).

Im Folgenden werden die Untersuchungsergebnisse dargestellt. Dabei wird weniger auf die Eigenschaften, das Vorkommen und die Verwendung der einzelnen Stoffe bzw. Stoffgruppen eingegangen, da dies den Rahmen des vorliegenden Berichts sprengen würde und diese Informationen bei Bedarf im Internet problemlos zu erhalten sind. Die im Folgenden präsentierten Ergebnisse sollen vielmehr einen Überblick bezüglich der Relevanz von bestimmten Schadstoffen in Biota geben: Welche Schadstoffe sind in niedersächsischen Oberflächengewässern auffällig und sollten bei künftigen Biota-Untersuchungen bevorzugt berücksichtigt werden?

## 2. Monitoringkonzept

Die vorliegenden Untersuchungen wurden nach dem folgenden Monitoringkonzept durchgeführt.

### Messstellen und Untersuchungsfrequenz

Die untersuchten Überblicksmessstellen mit den dazugehörigen Koordinaten können sowohl Abbildung 1 als auch Tabelle 1 entnommen werden.

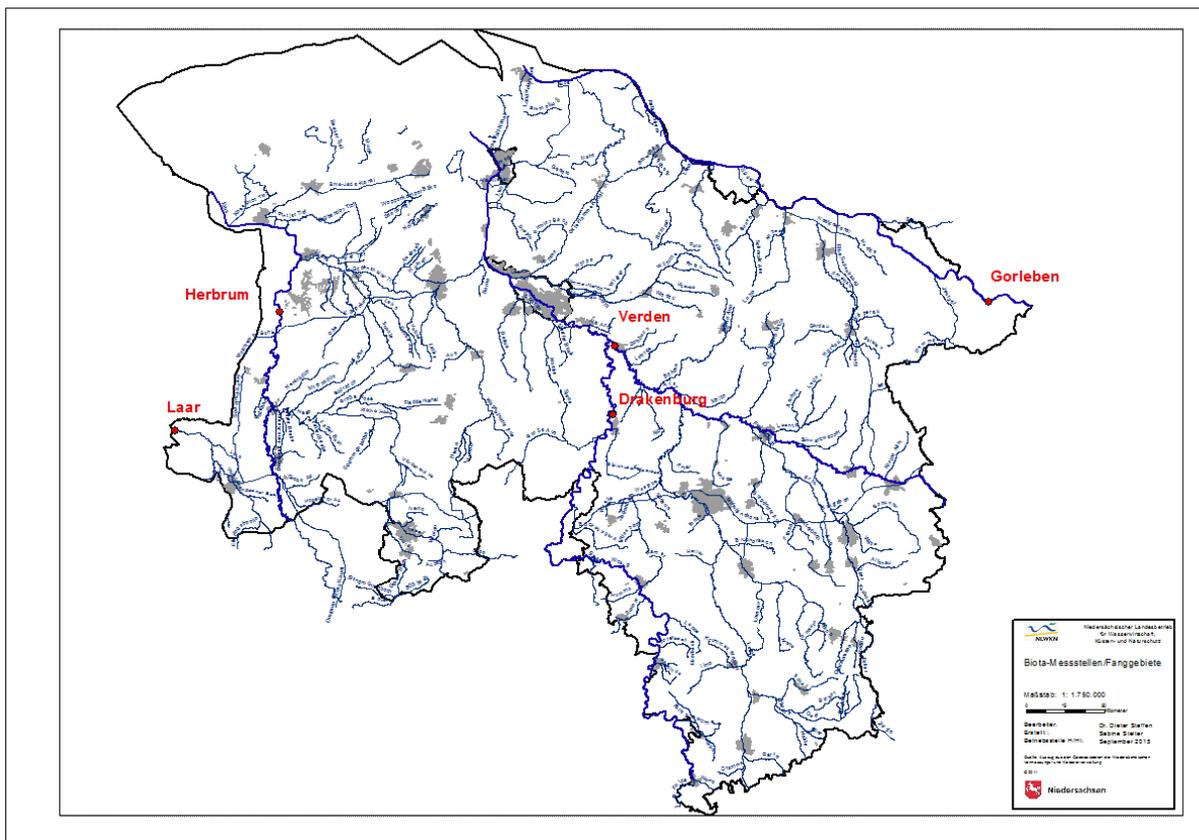


Abbildung 1: Lage der Biota-Messstellen.

Bei der Festlegung der 5 Messstellen wurde darauf geachtet, sämtliche niedersächsische Flussgebiete mit mindestens einer Messstelle zu erfassen, nämlich das der Elbe, Weser, Ems und des Rheins (siehe Abbildung 2 und 3). Neben der Weser- und der Drakenburg wurde zudem die Aller bei Verden gewählt, um auch eine mögliche Auswirkung der Ballungsgebiete u.a. von Hannover und Braunschweig separat zu erfassen. Bei der Elbe wurde bezüglich der Überblicksmessstelle Schnackenburg auf Gorleben ausgewichen, weil die Fische durch den dort ansässigen Berufsfischer gefangen und zur Verfügung gestellt wurden.

Die Untersuchungen erfolgten innerhalb von zwei Jahren, im Jahr 2014 die Elbe und Vechte (nur Aale) und im Jahr 2015 die Weser, Aller und Ems.

Abweichend vom ursprünglichen Untersuchungskonzept erfolgten Fang und Untersuchung von Brassen aus der Vechte im Jahre 2015, da an der Messstelle während der fischereilichen Untersuchungen im Jahr zuvor keine Brassen gefangen werden konnten (später Befischungstermin, Hochwassersituation).



**Abbildung 2:** Vechte bei Laar (etwa 1 km vor der Landesgrenze zu den Niederlanden).



**Abbildung 3:** Aller bei Verden (etwa 2 km stromauf der Mündung in die Weser). Das Einzugsgebiet umfasst die industriellen Ballungsräume Hannover, Peine, Salzgitter, Braunschweig und Wolfsburg sowie Gebiete mit intensiver Landwirtschaft (Ackerbau).

**Tabelle1:** Verzeichnis und Koordinaten der untersuchten Messstellen mit den dazugehörigen Flussgebietsgemeinschaften (FGG)

<b>Gewässer</b>	<b>Probenahmestelle</b>	<b>Nord</b>	<b>Ost</b>	<b>FGG</b>
Elbe	Gorleben	53.055012	11.353354	Elbe
Vechte	Laar	52.612537	6.732229	Rhein
Weser	Drakenburg	52.696878	9.190398	Weser
Aller	Verden	52.904268	9.248112	Weser
Ems	Herbrum	53.017670	7.322540	Ems

## **Probenahme und untersuchte Fischarten**

Die Probennahmen orientierten sich an den Vorgaben des oben zitierten LAWA-Arbeitspapiers IV.3.

Die Fischprobenahme erfolgte i.d.R. mittels Elektrofischerei vom Boot aus (Abbildung 4). In der Elbe bei Gorleben wurden die Fische, durch den dort ansässigen Berufsfischer mittels Reusenfischerei gefangen. Da in der Vechte bei Laar im Herbst 2014 mittels Elektrofischerei keine Brassen gefangen werden konnten, wurden im Jahr 2015 mittels Angelfischerei gefangene Fische untersucht, die vom Sportfischerverein Nordhorn e. V. zur Verfügung gestellt wurden.

Bei sämtlichen fünf Messstellen wurden jeweils grundsätzlich Aale untersucht, da sie aufgrund ihres hohen Fettgehalts im Muskelgewebe besonders günstige Voraussetzungen für die Einlagerung von lipophilen Schadstoffen besitzen. Zudem wurden jeweils als zweite Fischart „Weißfische“ (Cypriniden) untersucht, nach jeweiliger Verfügbarkeit Brassen, Döbel oder Rotaugen.

Es wurden je Messstelle/Fanggebiet jeweils zehn Fische mit möglichst ähnlichen Totallängen bzw. einer gleichen Altersklasse gefangen. Die LAWA (siehe Zitat <sup>2</sup>) empfiehlt bei den Weißfischen eine Altersklasse von etwa 3 – 4 Jahren, was einer „praktikablen Länge“ bei Döbeln von etwa 23 - 30 cm, Brassen 20 – 27 cm und Rotaugen 15 – 22 cm entspricht, so dass für die Analyse im Labor ausreichend Lebergewebe als Mischprobe zur Verfügung steht. Bei Aalen wurde die Entnahme von 40 – 50 cm langen Exemplaren angestrebt, die einem Alter von etwa acht Süßwasserjahren entsprechen. Dabei wurden

Gelbaale gefangen, die eine akzeptable Ortstreue aufweisen bzw. bei denen davon auszugehen ist, dass sie sich über einen hinreichend langen Zeitraum in den jeweiligen Wasserkörpern aufgehalten haben dürften. Eine detaillierte Altersbestimmung der Fische wurde nicht vorgenommen.

Die Fische wurden i.d.R. noch vor Ort seziiert (Abbildungen 5 und 6) und die Gewebeprobe „Muskulatur“ (Einzelprobe) und „Leber“ (Mischprobe) jeweils in 50 ml Sarstedt-Röhrchen abgefüllt und unverzüglich tiefgekühlt. Bei den zur Verfügung gestellten Fischen, die tiefgekühlt aufbewahrt und angeliefert wurden, erfolgte das Sezieren unmittelbar nach dem Auftauen.

## **Analytik**

Die Untersuchung der Biota-Proben erfolgte durch das Institut GALAB Laboratories nach der folgend aufgeführten Methodik.

Die tiefgekühlten Proben wurden aufgetaut und die jeweiligen Gewebeprobe einer Messstelle jeweils zu Mischproben für Muskelgewebe und Lebergewebe vereinigt. Diese Mischproben wurden zunächst homogenisiert, anschließend einer Fest-Flüssig-Extraktion (SLE) und einem Cleanup über Solid-Phase Extraktion (SPE) unterzogen. Der resultierende Messextrakt wurde mittels GC-MSD, HR-GC-MS, LC-MS-MS, HRGC/HRMS und ICP-MS detektiert.

Die Untersuchungsparameter können der Tabelle 2 entnommen werden. Die in den Proben ermittelten Gehalte wurden auf das Nassgewicht (auch Frischgewicht genannt) bezogen.



**Abbildung 4:** Probenahme mittels Elektrofischung (Aal).



**Abbildung 5:** Sezieren eines Aals, Entnahme der Muskulatur.



**Abbildung 6:** Sezieren eines Aals, Entnahme der Leber (Gewebe an der Scherenspitze).

### 3. Ergebnisse der Untersuchungen

Die detaillierten Untersuchungsergebnisse sind im Anhang aufgeführt, während Tabelle 2 der für jeden Stoff jeweils maximal gemessene Gehalt, einschließlich der dazugehörigen Messstelle und Fischart bzw. Gewebe, entnommen werden kann.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass zwar bei 107 (entsprechend 53 %) der betrachteten Stoffe die jeweilige Bestimmungsgrenze ausnahmslos unterschritten wurde, jedoch immerhin bei 94 (entsprechend 47 %) Stoffen bzw. Summenparametern Positivbefunde mit einer Überschreitung der Bestimmungsgrenze festgestellt wurden (vgl. Tabelle 2).

**Tabelle. 2:** Untersuchungsbefunde der maximal gemessenen Gehalte, bezogen auf Nassgewicht

<b>Stoffgruppen/Stoffe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Max.</b>	<b>Messstelle</b>	<b>Fischart-Gewebe</b>
<b>Alkylphenole:</b>				
4-tert-Octylphenol	µg/kg	<5,00	-	-
4-n-Nonylphenol	µg/kg	<5,00	-	-
iso-Nonylphenol	µg/kg	<50,0	-	-
4-tert-Butylphenol	µg/kg	<5,00	-	-
4-tert-Pentylphenol	µg/kg	<5,00	-	-
<b>Alkylphenoethoxylate:</b>				
4-t-Octylphenolmonoethoxylat	µg/kg	<5,00	-	-
4-t-Octylphenoldiethoxylat	µg/kg	<5,00	-	-
4-t-Octylphenoltriethoxylat	µg/kg	<5,00	-	-
4-t-Octylphenoltetraethoxylat	µg/kg	<5,00	-	-
4-t-Octylphenolpentaethoxylat	µg/kg	<5,00	-	-
4-t-Octylphenolhexaethoxylat	µg/kg	<5,00	-	-
iso-Nonylphenolmonoethoxylat	µg/kg	<50,0	-	-
iso-Nonylphenoldiethoxylat	µg/kg	<50,0	-	-
iso-Nonylphenolpentaethoxylat	µg/kg	<50,0	-	-
iso-Nonylphenoltriethoxylat	µg/kg	<50,0	-	-
iso-Nonylphenoltetraethoxylat	µg/kg	<50,0	-	-
iso-Nonylphenolhexaethoxylat	µg/kg	<50,0	-	-
<b>Bisphenole:</b>				
Bisphenol A	µg/kg	21,6	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
Bisphenol F	µg/kg	<5,00	-	-
Bisphenol S	µg/kg	<10	-	-
<b>Bromierte Flammschutzmittel:</b>				
Tribromdiphenylether, PBDE-28	µg/kg	0,123	Drakenburg/Weser	Döbel-Leber
Tetrabromdiphenylether, PBDE-47	µg/kg	8,9	Laar/Vechte	Brassen-Leber
Pentabromdiphenylether, PBDE-99	µg/kg	0,13	Herbrum/Ems	Aal-Muskulatur
Pentabromdiphenylether, PBDE-100	µg/kg	2,4	Laar/Vechte	Brassen-Leber
Hexabromdiphenylether, PBDE-153	µg/kg	0,31	Laar/Vechte	Brassen-Leber
Hexabromdiphenylether, PBDE-154	µg/kg	1,83	Laar/Vechte	Brassen-Leber
Hexabromcyclododecan	µg/kg	<150	-	-
<b>Chlorbenzole:</b>				
1,2,3,4-Tetrachlorbenzol	µg/kg	<10,0	-	-
1,2,3,5-Tetrachlorbenzol	µg/kg	<10,0	-	-
1,2,4,5-Tetrachlorbenzol	µg/kg	<10,0	-	-
1,2,3-Trichlorbenzol	µg/kg	<10,0	-	-
1,2,4-Trichlorbenzol	µg/kg	<10,0	-	-
1,3,5-Trichlorbenzol	µg/kg	<10,0	-	-
Summe Trichlorbenzole	µg/kg	<30,0	-	-
1,2-Dichlorbenzol	µg/kg	<10,0	-	-
1,3-Dichlorbenzol	µg/kg	<10,0	-	-
Chlorbenzol	µg/kg	<10,0	-	-
Hexachlorbenzol	µg/kg	44,7	Gorleben/Elbe	Aal-Muskulatur

<b>Stoffgruppen/Stoffe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Max.</b>	<b>Messstelle</b>	<b>Fischart-Gewebe</b>
Pentachlorbenzol	µg/kg	<10,0	-	-
<b>Chlorparaffine:</b>				
SCCP (C10-C13)	µg/kg	<300	-	-
<b>Chlorphenole:</b>				
Pentachlorphenol	µg/kg	<1	-	-
<b>Dioxine und Furane (PCDD/F):</b>				
2,3,7,8-TCDD	ng/kg	0,77	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
1,2,3,7,8-PeCDD	ng/kg	0,64	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
1,2,3,4,7,8-HxCDD	ng/kg	0,31	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
1,2,3,6,7,8-HxCDD	ng/kg	0,62	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ng/kg	0,36	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	ng/kg	0,88	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
OCDD	ng/kg	0,93	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
2,3,7,8-TCDF	ng/kg	12,5	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
1,2,3,7,8-PeCDF	ng/kg	5,43	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
2,3,4,7,8-PeCDF	ng/kg	4,81	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
1,2,3,4,7,8-HxCDF	ng/kg	5,81	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
1,2,3,6,7,8-HxCDF	ng/kg	4,7	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ng/kg	0,76	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
2,3,4,6,7,8-HxCDF	ng/kg	0,69	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ng/kg	0,66	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	ng/kg	2,16	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
OCDF	ng/kg	<0,200	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
WHO-PCDD/F-TEQ 1998 (ohne BG)	ng/kg	6,69	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
WHO-PCDD/F-TEQ 1998 (incl. 1/2 BG)	ng/kg	6,69	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
WHO-PCDD/F-TEQ 1998 (incl. BG)	ng/kg	6,69	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 (ohne BG)	ng/kg	5,62	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 (incl. 1/2 BG)	ng/kg	5,62	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 (incl. BG)	ng/kg	5,62	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
<b>Dioxinähnliche PCB (dl-PCB):</b>				
PCB 77	ng/kg	200	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
PCB 81	ng/kg	12,3	Laar/Vechte	Brassen-Leber
PCB 126	ng/kg	72,3	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
PCB 169	ng/kg	20,1	Laar/Vechte	Brassen-Leber
PCB 105	ng/kg	5250	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
PCB 114	ng/kg	672	Laar/Vechte	Brassen-Leber
PCB 118	ng/kg	20200	Herbrum/Ems	Aal-Leber
PCB 123	ng/kg	1060	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
PCB 156	ng/kg	5380	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
PCB 157	ng/kg	1940	Laar/Vechte	Brassen-Leber
PCB 167	ng/kg	5040	Laar/Vechte	Brassen-Leber
PCB 189	ng/kg	1500	Laar/Vechte	Brassen-Leber
WHO-PCB-TEQ 1998 (ohne BG)	ng/kg	13,4	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
WHO-PCB-TEQ 1998 (incl. 1/2 BG)	ng/kg	13,4	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
WHO-PCB-TEQ 1998 (incl. BG)	ng/kg	13,4	Verden/Aller	Aal-Muskulatur

<b>Stoffgruppen/Stoffe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Max.</b>	<b>Messstelle</b>	<b>Fischart-Gewebe</b>
WHO-PCB-TEQ 2005 (ohne BG)	ng/kg	8,78	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
WHO-PCB-TEQ 2005 (incl. 1/2 BG)	ng/kg	8,78	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
WHO-PCB-TEQ 2005 (incl. BG)	ng/kg	8,78	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
<b>Summe Dioxine und Furane (PCDD/F) und dl-PCB:</b>				
WHO-PCDD/F/dl-PCB-TEQ 2005 (ohne BG)	ng/kg	9,33	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
WHO-PCDD/F/dl-PCB-TEQ 2005 (incl. 1/2 BG)	ng/kg	9,37	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
WHO-PCDD/F/dl-PCB-TEQ 2005 (incl. BG)	ng/kg	9,41	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
<b>Polychlorierte Biphenyle (Indikator-PCB):</b>				
PCB 101	µg/kg	22,5	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
PCB 138	µg/kg	112,2	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
PCB 153	µg/kg	156,9	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
PCB 180	µg/kg	61,3	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
PCB 28	µg/kg	3	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
PCB 52	µg/kg	6,3	Laar/Vechte	Brassen-Leber
Summe PCB	µg/kg	357	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
<b>Schwermetalle (Elemente):</b>				
Arsen	mg/kg	0,63	Herbrum/Ems	Aal-Leber
Beryllium	mg/kg	<0,10	-	-
Blei	mg/kg	0,79	Verden/Aller	Aal-Leber
Cadmium	mg/kg	2	Verden/Aller	Aal-Leber
Chrom	mg/kg	0,93	Herbrum/Ems	Rotaugen-Leber
Kupfer	mg/kg	34	Herbrum/Ems	Rotaugen-Leber
Nickel	mg/kg	0,55	Herbrum/Ems	Rotaugen-Leber
Quecksilber	mg/kg	0,46	Gorleben/Elbe	Aal-Leber
Silber	mg/kg	0,13	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
Thallium	mg/kg	<0,10	-	-
Zink	mg/kg	44	Verden/Aller	Aal-Leber
<b>Moschusverbindungen:</b>				
Cashmeran	µg/kg	<1	-	-
Celestolide	µg/kg	<1	-	-
Galaxolide	µg/kg	100	Drakenburg/Weser	Döbel-Leber
Moschus-Ambrette	µg/kg	<1	-	-
Moschus-Keton	µg/kg	<1	-	-
Moschus-Mosken	µg/kg	<1	-	-
Moschus-Tibeten	µg/kg	<1	-	-
Moschus-Xylol	µg/kg	<1	-	-
Phantolide	µg/kg	<1	-	-
Tonalide	µg/kg	<1	-	-
Traseolide	µg/kg	5	Drakenburg/Weser	Döbel-Leber
Versalid	µg/kg	<100	-	-
<b>Organochlorpestizide:</b>				
Heptachlorepoxyd, cis-	µg/kg	<0,0200	-	-

<b>Stoffgruppen/Stoffe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Max.</b>	<b>Messstelle</b>	<b>Fischart-Gewebe</b>
Heptachlorepoxyd, trans-	µg/kg	0,51	Laar/Vechte	Aal-Muskulatur
Heptachlor	µg/kg	<0,0200	-	-
Summe Heptachlor und -epoxyd	µg/kg	0,51	Laar/Vechte	Aal-Muskulatur
1,3-Hexachlorbutadien	µg/kg	<10,0	-	-
Aldrin	µg/kg	<10,0	-	-
Endrin	µg/kg	<10,0	-	-
Isodrin	µg/kg	<10,0	-	-
Dieldrin	µg/kg	<10,0	-	-
HCH, alpha-	µg/kg	<10,0	-	-
HCH, beta-	µg/kg	47,5	Gorleben/Elbe	Aal-Muskulatur
HCH, gamma-	µg/kg	26,3	Gorleben/Elbe	Aal-Muskulatur
HCH, delta-	µg/kg	<10,0	-	-
HCH, epsilon-	µg/kg	<10,0	-	-
Summe HCH	µg/kg	73,8	Gorleben/Elbe	Aal-Muskulatur
Methoxychlor	µg/kg	<10,0	-	-
Mirex	µg/kg	<10,0	-	-
Chlordan, cis-	µg/kg	<10,0	-	-
Chlordan, trans-	µg/kg	<10,0	-	-
DDD, o,p'-	µg/kg	29,2	Drakenburg/Weser	Döbel-Leber
DDD, p,p'-	µg/kg	333	Gorleben/Elbe	Aal-Muskulatur
DDE, o,p'-	µg/kg	<10,0	-	-
DDE, p,p'-	µg/kg	145	Gorleben/Elbe	Aal-Muskulatur
DDT, o,p'-	µg/kg	<10,0	-	-
DDT, p,p'-	µg/kg	30,6	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
Summe DDD, DDE, DDT	µg/kg	478	Gorleben/Elbe	Aal-Muskulatur
Endosulfan, alpha-	µg/kg	<10,0	-	-
Endosulfan, beta-	µg/kg	<10,0	-	-
Endosulfansulfat	µg/kg	<10,0	-	-
<b>Perfluorierte Tenside:</b>				
PFOA	µg/kg	<5,00	-	-
PFOS	µg/kg	12,8	Laar/Vechte	Brassen-Leber
<b>Phthalate:</b>				
Dimethylisop-Phthalat	µg/kg	<50	-	-
Dimethyl-Phthalat	µg/kg	<50	-	-
Diethyl-Phthalat	µg/kg	<50	-	-
Benzylbenzoat	µg/kg	<50	-	-
Dibutyl-Phthalat	µg/kg	<50	-	-
Dimethoxyethyl-Phthalat	µg/kg	<50	-	-
Diisohexyl-Phthalat	µg/kg	<50	-	-
Di-2-ethoxyethyl-Phthalat	µg/kg	<50	-	-
Diisobutyl-Phthalat	µg/kg	<50	-	-
Dipentyl-Phthalat	µg/kg	<50	-	-
Di-n-hexyl-Phthalat	µg/kg	<50	-	-
Benzylbutyl-Phthalat	µg/kg	<50	-	-
Hexyl-2-ethylhexyl-Phthalat	µg/kg	<50	-	-

<b>Stoffgruppen/Stoffe</b>	<b>Einheit</b>	<b>Max.</b>	<b>Messstelle</b>	<b>Fischart-Gewebe</b>
Dibutoxyethyl-Phthalat	µg/kg	<50	-	-
Dicyclohexyl-Phthalat	µg/kg	<50	-	-
Diethylhexyl-Phthalat	µg/kg	<50	-	-
Diisononyl-Phthalat	µg/kg	<50	-	-
Di-n-octyl-Phthalat	µg/kg	<50	-	-
Diisodecyl-Phthalat	µg/kg	<1000	-	-
<b>Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK):</b>				
5-Methylchrysen	µg/kg	<0,1	-	-
Acenaphthen	µg/kg	1,1	Laar/Vechte	Aal-Muskulatur
Acenaphthylen	µg/kg	0,1	Laar/Vechte	Aal-Muskulatur
Anthracen	µg/kg	0,1	Drakenburg/Weser	Döbel-Leber
Benzo[a]anthracen	µg/kg	<0,1	-	-
Benzo[a]pyren	µg/kg	<0,1	-	-
Benzo[b]fluoranthen	µg/kg	<0,1	-	-
Benzo[c]fluoren	µg/kg	<0,1	-	-
Benzo[e]pyren	µg/kg	<0,1	-	-
Benzo[g,h,i]perylen	µg/kg	<0,1	-	-
Benzo[j]fluoranthen	µg/kg	<0,1	-	-
Benzo[k]fluoranthen	µg/kg	<0,1	-	-
Chrysen	µg/kg	<0,1	-	-
Cyclopenta[c,d]pyren	µg/kg	<0,1	-	-
Dibenz[a,h]anthracen	µg/kg	<0,1	-	-
Dibenzo[a,e]pyren	µg/kg	<0,1	-	-
Dibenzo[a,h]pyren	µg/kg	<0,1	-	-
Dibenzo[a,i]pyren	µg/kg	<0,1	-	-
Dibenzo[a,l]pyren	µg/kg	<0,1	-	-
Fluoranthen	µg/kg	1,2	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
Fluoren	µg/kg	1,6	Gorleben/Elbe	Aal-Leber
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	µg/kg	<0,1	-	-
Naphthalin	µg/kg	9,8	Herbrum/Ems	Rotauge-Leber
Phenanthren	µg/kg	2,9	Herbrum/Ems	Rotauge-Leber
Pyren	µg/kg	0,1	Gorleben/Elbe	Brassen-Muskulatur
Summe der PAK	µg/kg	12,7	Herbrum/Ems	Rotauge-Leber
<b>Zinnorganische Verbindungen:</b>				
Mono-Butylzinn	µg/kg	29,5	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
Dibutylzinn	µg/kg	166	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
Tributylzinn	µg/kg	135	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
Tetrabutylzinn	µg/kg	24,4	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
Triphenylzinn	µg/kg	256	Laar/Vechte	Brassen-Leber
Monooctylzinn	µg/kg	<0,4	-	-
Dioctylzinn	µg/kg	<0,4	-	-
Tricyclohexylzinn	µg/kg	<0,3	-	-
<b>Weitere Stoffe der WRRL:</b>				
Dicofol (Summe aus p,p- und o,p-Isomeren)	µg/kg	<10,0	-	-
Quinoxyfen	µg/kg	<10,0	-	-

In Tabelle 3 sind die Schadstoff-Ergebnisse der maximal gemessenen Gehalte aufgeführt, geordnet nach absteigenden Gehalten (Ranking), unterteilt in Summenparameter, Toxizitätsäquivalente

(TEQ) von Dioxinen/Furanen und dl-PCB und Einzelparameter, und hierbei unterteilt in organische Schadstoffe und Schwermetalle.

**Tabelle 3:** Rankingliste der maximalen Befunde für die Summenparameter, Toxizitätsäquivalente (TEQ) der Dioxine/Furane und dl-PCB und die der Einzelparameter, unterteilt in organische Schadstoffe und Schwermetalle.

Stoffgruppen/Stoffe	Einheit	Max.	Messstelle	Fischart-Gewebe
<b>Summenparameter</b>				
Summe DDD, DDE, DDT	µg/kg	478	Gorleben/Elbe	Aal-Muskulatur
Summe (Indikator) PCB	µg/kg	357	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
Summe HCH	µg/kg	73,8	Gorleben/Elbe	Aal-Muskulatur
Summe der PAK	µg/kg	12,7	Herbrum/Ems	Rotauge-Leber
Summe Heptachlor und -epoxid	µg/kg	0,51	Laar/Vechte	Aal-Muskulatur
<b>Summe Dioxine und Furane (PCDD/F) und dl-PCB:</b>				
WHO-PCDD/F/dl-PCB-TEQ 2005 (incl. BG)	ng/kg	9,41	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
WHO-PCB-TEQ 2005 (incl. BG)	ng/kg	8,78	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
WHO-PCDD/F-TEQ 2005 (incl. BG)	ng/kg	5,62	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
<b>Einzelparameter organische Schadstoffe</b>				
DDD, p,p'-	µg/kg	333	Gorleben/Elbe	Aal-Muskulatur
Triphenylzinn	µg/kg	256	Laar/Vechte	Brassen-Leber
Dibutylzinn	µg/kg	166	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
PCB 153	µg/kg	156,9	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
DDE, p,p'-	µg/kg	145	Gorleben/Elbe	Aal-Muskulatur
Tributylzinn	µg/kg	135	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
PCB 138	µg/kg	112,2	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
Galaxolide	µg/kg	100	Drakenburg/Weser	Döbel-Leber
PCB 180	µg/kg	61,3	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
HCH, beta-	µg/kg	47,5	Gorleben/Elbe	Aal-Muskulatur
Hexachlorbenzol	µg/kg	44,7	Gorleben/Elbe	Aal-Muskulatur
DDT, p,p'-	µg/kg	30,6	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
Mono-Butylzinn	µg/kg	29,5	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
DDD, o,p'-	µg/kg	29,2	Drakenburg/Weser	Döbel-Leber
HCH, gamma-	µg/kg	26,3	Gorleben/Elbe	Aal-Muskulatur
Tetrabutylzinn	µg/kg	24,4	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
PCB 101	µg/kg	22,5	Verden/Aller	Aal-Muskulatur
Bisphenol A	µg/kg	21,6	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
PFOS	µg/kg	12,8	Laar/Vechte	Brassen-Leber
Naphthalin	µg/kg	9,8	Herbrum/Ems	Rotauge-Leber
Tetrabromdiphenylether, PBDE-47	µg/kg	8,98	Laar/Vechte	Brassen-Leber
PCB 52	µg/kg	6,3	Laar/Vechte	Brassen-Leber

Stoffgruppen/Stoffe	Einheit	Max.	Messstelle	Fischart-Gewebe
Traseolide	µg/kg	5	Drakenburg/Weser	Döbel-Leber
PCB 28	µg/kg	3	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
Phenanthren	µg/kg	2,9	Herbrum/Ems	Rotaug-Leber
Pentabromdiphenylether, PBDE-100	µg/kg	2,41	Laar/Vechte	Brassen-Leber
Hexabromdiphenylether, PBDE-154	µg/kg	1,83	Laar/Vechte	Brassen-Leber
Fluoren	µg/kg	1,6	Gorleben/Elbe	Aal-Leber
Fluoranthren	µg/kg	1,2	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber
Acenaphthen	µg/kg	1,1	Laar/Vechte	Aal-Muskulatur
Heptachlorepoxid, trans-	µg/kg	0,51	Laar/Vechte	Aal-Muskulatur
Hexabromdiphenylether, PBDE-153	µg/kg	0,31	Laar/Vechte	Brassen-Leber
Pentabromdiphenylether, PBDE-99	µg/kg	0,13	Herbrum/Ems	Aal-Muskulatur
Tribromdiphenylether, PBDE-28	µg/kg	0,12	Drakenburg/Weser	Döbel-Leber
Acenaphthylen	µg/kg	0,1	Laar/Vechte	Aal-Muskulatur
Anthracen	µg/kg	0,1	Drakenburg/Weser	Döbel-Leber
Pyren	µg/kg	0,1	Gorleben/Elbe	Brassen-Muskulatur
<b>Schwermetalle (Elemente):</b>				
Zink	mg/kg	44	Verden/Aller	Aal-Leber
Kupfer	mg/kg	34	Herbrum/Ems	Rotaug-Leber
Cadmium	mg/kg	2,0	Verden/Aller	Aal-Leber
Chrom	mg/kg	0,93	Herbrum/Ems	Rotaug-Leber
Blei	mg/kg	0,79	Verden/Aller	Aal-Leber
Arsen	mg/kg	0,63	Herbrum/Ems	Aal-Leber
Nickel	mg/kg	0,55	Herbrum/Ems	Rotaug-Leber
Quecksilber	mg/kg	0,46	Gorleben/Elbe	Aal-Leber
Silber	mg/kg	0,13	Gorleben/Elbe	Brassen-Leber

Besondere Belastungsschwerpunkte mit vergleichsweise erhöhten Gehalten ergaben sich somit wie folgt:

Bei den Summenparametern wurden die höchsten Gehalte bei der Summe von DDD, DDE und DDT mit 478 µg/kg gemessen, und zwar in der Muskulatur von Aalen aus der Elbe (Gorleben).

Hinsichtlich der Dioxine/Furane und dl-PCB wurden die höchsten Gehalte (9,4 ng/kg TEQ) in der Muskulatur von Aalen aus der Aller (Verden) festgestellt.

Unter der Rubrik der organischen Schadstoffe der Einzelparameter hat sich insbesondere das p,p'-DDD als auffällig erwiesen, mit einem maximalem Gehalt von 333 µg/kg (Gorleben/Elbe, Aal-Muskulatur),

gefolgt von Triphenylzinn (256 µg/kg, Laar/Vechte, Brassen-Leber), Dibutylzinn (166 µg/kg, Gorleben/Elbe, Brassen-Leber), PCB 153 (157 µg/kg, Verden/Aller, Aal-Muskulatur), p,p'-DDE (145 µg/kg, Gorleben/Elbe, Aal-Muskulatur), Tributylzinn (135 µg/kg (Gorleben/Elbe, Brassen-Leber), PCB 138 (112 µg/kg, Verden/Aller, Aal-Muskulatur) und Galaxolide (100 µg/kg, Drakenburg/Weser, Döbel-Leber).

Bei den Schwermetallen wurde der höchste Gehalt bei Zink festgestellt (44 mg/kg), und zwar im Lebergewebe von Aalen aus der Aller bei (Verden). Ein hoher Gehalt an Kupfer (34 mg/kg) wurde im Lebergewebe von Rotaugen aus der Ems (Herbrum) gemessen.

#### 4. Zusammenfassung

Vom Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) wurden in enger Zusammenarbeit mit dem Niedersächsischen Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES), Dezernat Binnenfischerei und Fischereikundlicher Dienst, und dem Institut GALAB Laboratories in den Jahren 2014 und 2015 Biota-Untersuchungen durchgeführt.

Neben den 11 Stoffen und Untersuchung der Muskulatur nach WRRL sind in das Projekt etwa 200 weitere Schadstoffe und die zusätzliche Untersuchung von Lebergewebe einbezogen worden. Es wurden die Stoffgruppen der Alkylphenole, Alkylphenoethoxyolate, Bisphenole, bromierte Flammschutzmittel, Chorbenzole, Chlorparaffine, Dioxine und Furane, dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (dl-PCB), Indikator-PCB, Elemente (Schwermetalle), Moschusverbindungen, Organochlorpestizide, perfluorierte Tenside, Phthalate, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), zinnorganische Verbindungen und sog. weitere Stoffe der WRRL berücksichtigt. Der Umfang der Stoffliste betrug etwa 200 Schadstoffe.

Die Biota-Untersuchungen erfolgten, auf zwei Jahre verteilt, an der Elbe (Gorleben), Weser (Drakenburg), Aller (Verden), Ems (Herbrum) und Vechte (Laar).

Das Ziel der vorliegenden Biota-Untersuchungen bestand in erster Linie darin, relevante Schadstoffe zu ermitteln und Belastungsschwerpunkte festzustellen.

Die vorliegenden Untersuchungen haben ergeben, dass etwa die Hälfte der betrachteten Schadstoffe in Biota mit Gehalten oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden konnten. Der Schadstoff mit der höchst gemessenen Konzentration

von 333 µg/kg war bei den organischen Einzelschadstoffen das p,p'-DDD, gefolgt von Triphenylzinn, Dibutylzinn, PCB 153, p,p'-DDE, Tributylzinn, PCB 138 und Galaxolide (jeweils mit Gehalten e 100 µg/kg). Diese Schadstoffe, die zu der Gruppe der zinnorganischen Verbindungen, polychlorierten Biphenyle, zu den Moschusverbindungen (Galaxolide, synthetischer Duftstoff) und den Metaboliten des DDT, gehören, sind im Rahmen der WRRL nicht mit Biota-Umweltqualitätsnormen geregelt. Weiterhin ist äußerst erstaunlich festzustellen, dass Jahrzehnte nach dem Verwendungsverbot von DDT dieser Stoff und insbesondere dessen Metaboliten immer noch in Fischen nachgewiesen wird (p,p'-DDT mit 30,6 µg/kg in der Muskulatur von Aalen aus der Aller bei Verden).

Bei den Dioxinen/Furanen (PCDD/F) wurde der höchste TEQ-Wert im Lebergewebe von Brassens aus der Elbe festgestellt (5,62 ng/kg). Werden jedoch zusätzlich die dl-PB (PCDD/F/dl-PCB) einbezogen, wurde sogar ein noch höherer TEQ-Wert von 9,4 ng/kg im Muskelgewebe von Aalen aus der Aller (Verden) gemessen.

Bei den Schwermetallen, mit einem maximalen Gehalt bei Zink von 44 mg/kg, ist zu berücksichtigen, dass sie teilweise als essentielle Spurenstoffe natürlicher Weise im Fischgewebe enthalten sind.

Quecksilber ist dabei als ein Sonderfall zu betrachten. Die WRRL bzw. Oberflächengewässerverordnung 2016 beinhaltet im Hinblick auf das Schutzgut „Sekundärvergiftung“ bei Quecksilber eine Umweltqualitätsnorm von 20 µg/kg (entspricht 0,02 mg/kg), die bundesweit praktisch ausnahmslos überschritten wird (in Deutschland durchweg nicht Einhaltung des guten chemischen Zustands). Würde man die Umweltqualitätsnorm auf das Schutzgut „menschliche Gesundheit“ beziehen, so

würden nach Fisch-Höchstmengenwerte 500 µg/kg bzw. 1.000 µg/kg (Aal) als

Grenzwerte gelten. Die sehr unterschiedlichen Bewertungsmaßstäbe führen zurzeit innerhalb Deutschlands zu Diskussionen, ob bei Quecksilber das WRRL-Instrument der Festlegung „weniger strenger Umweltqualitätsnormen“, zum Teil in Abhängigkeit unterschiedlicher Flussgebietseinheiten, anzuwenden wäre. Von den Autoren wird dieses abgelehnt. Hierdurch würde die Glaubwürdigkeit der WRRL leiden und die Bemühungen, durch verschiedene Maßnahmen die Quecksilberbelastung insgesamt Schritt für Schritt zu verringern, mehr oder weniger zunichte gemacht werden.

Bei der Bewertung von Biota-Ergebnissen stellt sich prinzipiell die Frage nach der Sinnhaftigkeit von Biota-Umweltqualitätsnormen, die innerhalb der WRRL den Schutzgütern „menschliche Gesundheit“ und „Sekundärvergiftung“ (Anreicherung innerhalb der Nahrungskette) zugeordnet sind. Wie sind die ermittelten Biota-Gehalte im Hinblick auf das an dieser Stelle zur Debatte stehende Schutzgut „aquatische Lebensgemeinschaften“ einzuordnen, ab welchen Gehalten können dort ggf. Schädigungen bzw. nachteilige Effekte auftreten, beispielsweise auch auf die Physiologie und den Gesundheitszustand der Fische selbst (u.a. Verminderung der

Fortpflanzungsfähigkeit durch endokrin wirkende Schadstoffe)? Hierüber liegen entweder keine oder lediglich spärliche Erkenntnisse vor. Von daher ist aus Sicht des vorsorglichen Gewässerschutzes zu fordern, dass grundsätzlich keine organischen Schadstoffgehalte in Fischen nachgewiesen werden sollten, die oberhalb der jeweiligen stoffspezifischen Bestimmungsgrenzen liegen. Dabei sind selbstverständlich möglichst niedrige Bestimmungsgrenzen nach dem Stande der Technik anzuwenden. Die Autoren sind sich natürlich dessen bewusst, dass dieses Umweltziel insbesondere bei ubiquitären Schadstoffen an Grenzen stößt.

Die vorliegenden Ergebnisse haben insgesamt gezeigt, dass nach den vorgegebenen Rahmenregelungen durchgeführte Biota-Untersuchungen zu sehr aufschlussreichen Ergebnissen bezüglich der Gewässerbelastung mit Schadstoffen führen und sie für eine fundierte Gewässergütebeurteilung unverzichtbar sind. Es wird deshalb empfohlen, vorsorglich sämtliche in Tabelle 3 aufgeführten Schadstoffe bei Biota-Untersuchungen zu berücksichtigen, da alle diese Schadstoffe auch tatsächlich in Fischen nachgewiesen wurden und somit eine potenzielle Gefahr für die aquatischen Lebensgemeinschaften darstellen können.

Anlage: Detaillierte Untersuchungsergebnisse.

Verfasser:

Dr. Dieter Steffen  
Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,  
Küsten- und Naturschutz (NLWKN)  
Betriebsstelle Hannover-Hildesheim  
An der Scharlake 39  
31135 Hildesheim  
e-Mail: [Dieter.Steffen@nlwkn-hi.niedersachsen.de](mailto:Dieter.Steffen@nlwkn-hi.niedersachsen.de)  
Internet: [www.nlwkn.niedersachsen.de](http://www.nlwkn.niedersachsen.de)

Hans Wunsch  
GALAB Laboratories GmbH  
Am Schleusengraben 7  
21029 Hamburg  
E-Mail: [Hans.Wunsch@galab.de](mailto:Hans.Wunsch@galab.de)

Lutz Meyer  
Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES)  
Dezernat Binnenfischerei und Fischereikundlicher Dienst  
Eintrachtweg 19  
30173 Hannover  
E-Mail: [lutz.meyer@laves.niedersachsen.de](mailto:lutz.meyer@laves.niedersachsen.de)

sowie Eva Mosch (LAVES) und Reinald Werner (LAVES)

Fotos: Dieter Steffen



Biota-Projekt-Team (von links nach rechts): Reinald Werner, Eva Mosch, Lutz Meyer, Dieter Steffen und Hans Wunsch

Letztlich noch die persönliche Anmerkung, dass Dieter Steffen mit Ablauf des Jahres 2016 in den Ruhestand gegangen ist. Er war mehr als 38 Jahre für das Land Niedersachsen tätig.