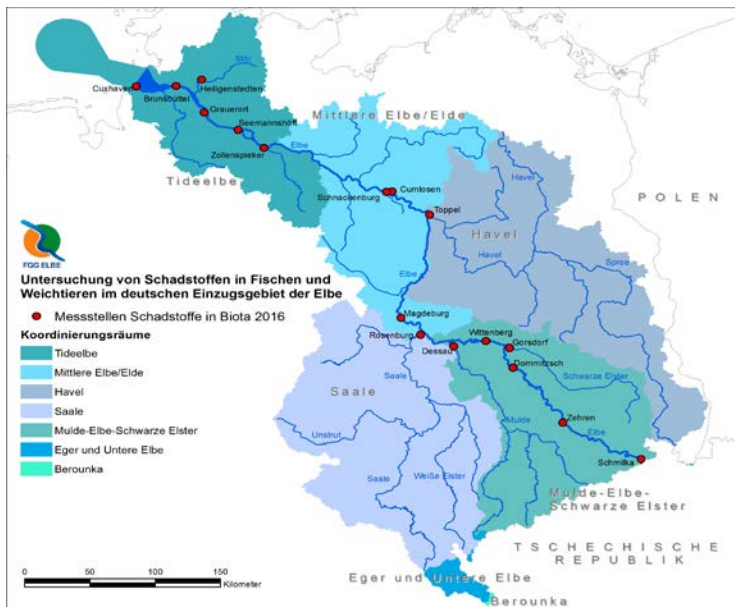


# Schadstoffuntersuchungen in Biota



## Projektbericht



## Sonderuntersuchungen im Rahmen des KEMP 2016



## Impressum

Gemeinsamer Bericht der Bundesländer der Flussgebietsgemeinschaft Elbe:

Freistaat Bayern  
Land Berlin  
Land Brandenburg  
Freie und Hansestadt Hamburg  
Land Mecklenburg-Vorpommern  
Land Niedersachsen  
Freistaat Sachsen  
Land Sachsen-Anhalt  
Land Schleswig-Holstein  
Freistaat Thüringen

und der Bundesrepublik Deutschland

Herausgeber: Flussgebietsgemeinschaft Elbe  
Otto-von-Guericke-Straße 5  
39104 Magdeburg  
[www.fgg-elbe.de](http://www.fgg-elbe.de)

Bearbeitung: Ad-hoc-AG Schadstoffe der AG  
Oberflächengewässer der FGG Elbe

Redaktion: Geschäftsstelle der FGG Elbe

Auftragnehmer  
Probenahme: Büro für Fisch- und Gewässerökologie,  
Dipl. Biol. Sven Oesmann

Analyselabor Muscheln: Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)  
(Referat G3, Biochemie und Ökotoxikologie: Evelyn Claus,  
Christel Möhlenkamp, Julia Bachtin, Denise Spira, Corinna  
Theisen, Sabine Schäfer, Benjamin Becker)

Analyselabor Fische: Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Münsterland-  
Emscher-Lippe

Redaktionsschluss: Stand 22.02.2018 (redaktionelle Endbearbeitung 18.05.2018)



## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	III
Tabellenverzeichnis .....	V
Abkürzungsverzeichnis .....	VI
1 Einleitung.....	7
2 Projektbeschreibung .....	8
3 Probenahme .....	11
3.1 Probenahme der Muscheln.....	11
3.2 Probenahme der Fische.....	12
4 Probenaufbereitung, chemische Analytik und Messergebnisse .....	15
4.1 Muscheln .....	15
4.1.1 Aufbereitung und Analytik der Muscheln .....	15
4.1.2 Ergebnisse der Analytik der Muscheln .....	15
4.1.3 Zusammenfassung und Bewertung für die Muscheln .....	22
4.2 Fische.....	23
4.2.1 Aufbereitung und Analytik der Fische .....	23
4.2.2 Ergebnisse der Analytik der Fische .....	24
4.2.3 Zusammenfassung und Bewertung für die Fische.....	40
4.3 Qualitätssicherung der Messergebnisse .....	41
5 Vergleich der Ergebnisse der UQN-Auswertung.....	42
6 Fazit.....	45
Anlage 1a: Probenahmeprotokoll Muscheln .....	47
Anlage 1b: Probenahmeprotokoll Fische .....	48
Anlage 2a: je Messstelle entnommene Muscheln.....	49
Anlage 2b: je Messstelle gefangene Fische .....	53
Anlage 3: Fotodokumentation zu den Messstellen .....	57
Anlage 4a: Ergebnistabellen Analytik Muscheln .....	76
Anlage 4b: Ergebnistabellen Analytik Fische .....	78



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Lage der untersuchten Messstellen (mit Koordinierungsräumen der FGG Elbe).....	10
Abbildung 4-1: Konzentrationen (bezogen auf FG) an Fluoranthen (FLA) und Benzo(a)pyren (BaP) in Muscheln im Flusseinzugsgebiet der Elbe im Vergleich zu deren UQN <sub>Biota</sub> (DP = D. polymorpha, ME = Mytilus edulis, SEL = Schwarze Elster) .....	16
Abbildung 4-2: Mittelwerte der Gesamtwasserkonzentrationen an Fluoranthen der Jahre 2014 bis 2016 an den Messstellen im Elbe-Längsverlauf.....	17
Abbildung 4-3: Mittelwerte der Gesamtwasserkonzentrationen an Benzo(a)pyren der Jahre 2014 bis 2016 an den Messstellen im Elbe-Längsverlauf.....	18
Abbildung 4-4: Konzentrationen ausgewählter PAK (summiert dargestellt) bezogen auf das Frischgewicht (FG) der Muscheln .....	18
Abbildung 4-5: Konzentrationen ausgewählter PAK (summiert dargestellt) bezogen auf den Fettgehalt der Muscheln .....	19
Abbildung 4-6: Konzentrationen der 6 Indikator-PCB (summiert dargestellt) bezogen auf den Fettgehalt der Muscheln .....	20
Abbildung 4-7: Konzentrationen von DDT und seinen Metaboliten (summiert dargestellt) bezogen auf den Fettgehalt der Muscheln .....	21
Abbildung 4-8: Längenverteilung der Fische je Messstelle und Angabe der Längenklassen nach RaKon IV.3 (Stand 27.10.2016) .....	24
Abbildung 4-9: Gewichtsverteilung der Fische je Messstelle .....	25
Abbildung 4-10: Verteilung des Korpulenzfaktors der Fische je Messstelle .....	26
Abbildung 4-11: Darstellung der Fettgehalte im Elbe-Längsverlauf .....	26
Abbildung 4-12: Konzentrationen der bromierten Diphenylether (summiert) im Elbe-Längsverlauf gegenüber der UQN <sub>Biota</sub> in Fisch.....	27
Abbildung 4-13: Konzentrationen von Hexachlorbenzol (HCB) im Elbe-Längsverlauf gegenüber der UQN <sub>Biota</sub> in Fisch.....	28
Abbildung 4-14: Konzentrationen von Hexachlorbutadien (HCBd) im Elbe-Längsverlauf gegenüber der UQN <sub>Biota</sub> in Fisch (außerhalb des Darstellungsbereiches) .....	29
Abbildung 4-15: Konzentrationen von Quecksilber (Hg) im Elbe-Längsverlauf gegenüber der UQN <sub>Biota</sub> in Fisch.....	30
Abbildung 4-16: Konzentrationen von PFOS im Elbe-Längsverlauf gegenüber der UQN <sub>Biota</sub> in Fisch.....	31



Abbildung 4-17: Mittelwerte der Gesamtwasserkonzentrationen an PFOS der Jahre 2014 bis 2016 an den Messstellen im Elbe-Längsverlauf gegenüber der JD-UQN (für Übergangsgewässer abweichend).....	32
Abbildung 4-18: Konzentrationen der Dioxine, Furane und dl-PCB (summiert) im Elbe-Längsverlauf gegenüber der UQN <sub>Biota</sub> in Fisch.....	33
Abbildung 4-19: Konzentrationen von HBCDD (alpha-, beta- und gamma- Isomere) im Elbe-Längsverlauf gegenüber der UQN <sub>Biota</sub> in Fisch (außerhalb des Darstellungsbereiches).....	34
Abbildung 4-20: Mittelwerte der Gesamtwasserkonzentrationen an HBCDD der Jahre 2014 bis 2016 an den Messstellen im Elbe-Längsverlauf gegenüber der JD-UQN (für Übergangsgewässer abweichend).....	35
Abbildung 4-21: Konzentrationen von Heptachlorepoxid (cis-Isomer) im Elbe-Längsverlauf gegenüber der UQN <sub>Biota</sub> in Fisch.....	36
Abbildung 4-22: fettnormierte Darstellung der Gehalte an Pentachlorbenzol im Elbe-Längsverlauf.....	37
Abbildung 4-23: Fettnormierte Darstellung der Gehalte an sechs Indikator-PCB im Elbe-Längsverlauf.....	38
Abbildung 4-24: Fettnormierte Darstellung der Gehalte an vier Hexachlorcyclohexan-Isomeren im Elbe-Längsverlauf.....	39
Abbildung 4-25: Darstellung der Gehalte an HCB an der Messstelle Prossen/Schmilka (Daten 1993-2016 der UPB – blau, zum Vergleich Daten der FGG Elbe – rot und Sachsen – gelb für 2016).....	41
Abbildung 5-1: Abweichungsfaktoren von der UQN für Fluoranthen.....	43
Abbildung 5-2: Abweichungsfaktoren von der UQN für Benzo[a]pyren.....	44
Abbildung 5-3: Abweichungsfaktoren von der UQN für PFOS.....	44



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Liste der zu bestimmenden Schadstoffe im Muskelgewebe von Fischen .....	8
Tabelle 2-2: Liste der zu bestimmenden Schadstoffe in Muscheln .....	8
Tabelle 2-3: Zusätzliche Untersuchungsparameter ohne UQN <sub>Biota</sub> .....	9
Tabelle 2-4: Messstellen des Untersuchungsprogramms .....	9
Tabelle 3-1: Muschelspezies und Standortbeschreibung.....	12
Tabelle 3-2: Anzahl der entnommenen und untersuchten Spezies (rot markiert = nicht untersucht) .....	14
Tabelle 4-1: Fettgehalte, Trocken- und Frischgewichte der gepoolten Muschelproben.....	15
Tabelle 5-1: Übersicht der Auswertung der Stoffe mit Biota-UQN und JD-UQN mit Angabe der Anzahl Messstellen und Anzahl der Messstellen mit Überschreitung (Jahr 2016); Legende: Anzahl beprobter Messstellen / Anzahl Messstellen, an denen die UQN aufgrund der nicht ausreichend sensitiven Analytik nicht überprüft werden konnte / Anzahl Messstellen mit Überschreitung der UQN .....	42



## Abkürzungsverzeichnis

BaP	Benzo(a)pyren
BDE	Bromierte Diphenylether
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
CF	Corbicula fluminea
CVUA-MEL	Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Münsterland-Emscher-Lippe (Nordrhein-Westfalen)
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan
DP	Dreissena polymorpha
EG	Europäische Gemeinschaft
US-EPA	Environmental Protection Agency (amerikanische Umweltbehörde)
EU	Europäische Union
FG	Frischgewicht
FGG	Flussgebietsgemeinschaft
FLA	Fluoranthren
HBCDD	Hexabromcyclododecan
HCB	Hexachlorbenzol (auch Hexachlorbenzen)
HCBD	Hexachlorbutadien
HCH	Hexachlorcyclohexan
Hg	Quecksilber
JD	Jahresdurchschnitt
KEMP	Koordiniertes Elbemessprogramm
kW	Kilowatt
LAWA	Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
m	Meter
ME	Mytilus edulis
mm	Millimeter
MW	Mittelwert
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PeCl	Pentachlorbenzol (auch Pentachlorbenzen)
PFOS	Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate
RaKon	Rahmenkonzeption der LAWA zur Aufstellung von Monitoringprogrammen und zur Bewertung des Zustandes von Oberflächengewässern
SEL	Schwarze Elster
UPB	Umweltprobenbank des Bundes
UQN	Umweltqualitätsnorm



# 1 Einleitung

In der Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 16. Dezember 2008, geändert durch die Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 12. August 2013, sind Umweltqualitätsnormen (UQN) im Bereich der Wasserpolitik festgelegt. Ein Teil dieser UQN ist in Biota zu überwachen.

Die Oberflächengewässerverordnung (OGewV) setzt die EG-Richtlinie 2008/105/EG in deutsches Recht um und sieht in Anlage 8 vor, dass für Stoffe mit UQN<sub>Biota</sub> für die Einstufung in den chemischen Zustand nur die mittleren Gesamtwasserkonzentrationen herangezogen werden dürfen, wenn die Erhebung von Biotadaten nicht möglich ist.

Für Messungen einiger Stoffe der Anlage 8 in Biota liegen derzeit nur wenige Erfahrungen vor. Um Erkenntnisse im gemeinsamen Einzugsgebiet zu sammeln und eine bestmögliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, wurde auf Beschluss der FGG Elbe die Durchführung von koordinierten Untersuchungen in den vorgegebenen Biota im Rahmen des koordinierten Elbemessprogrammes (KEMP) 2016 an 17 Messstellen in der Elbe und den wichtigsten Nebenflüssen festgelegt.

Die Projektvorbereitung und -durchführung verlangte durch das erforderliche Zusammenspiel vieler beteiligter Parteien (Länder, Arbeitsgruppen und Geschäftsstelle der FGG Elbe, Auftragnehmer, Genehmigungsbehörden, Analyselabore) eine komplexe Koordination. Obwohl die Biotaentnahme durch einen erfahrenen Gewässerbiologen erfolgte, ergaben sich durch äußere Einflüsse zahlreiche Schwierigkeiten und Verzögerungen in der Umsetzung. Zudem konnte erst nach intensiven Recherchen mit dem staatlichen Chemischen und Veterinäruntersuchungsamt in Münster/Nordrhein-Westfalen (CVUA-MEL) ein Labor gefunden werden, welches die geforderten Bestimmungsgrenzen für die Fischproben einhalten konnte. Besonderer Dank gilt dem Referat G3 der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), durch welches die Untersuchungen in Muscheln kostenfrei durchgeführt werden konnten. Über das Projekt hinaus hat die BfG an insgesamt fünf Probenahmestellen Passivsammler für eigene Untersuchungen im Gewässer exponiert. Sie sind nicht Gegenstand dieses Berichtes, Ergebnisse können aber nach Abschluss des entsprechenden Forschungsprojektes (UBA, FKZ 3716 22 2060) zur Verfügung gestellt werden.





## 2 Projektbeschreibung

Aus den Vorgaben der OGewV 2016 ergab sich der nachfolgende Untersuchungsumfang für Stoffe und Stoffgruppen in Fischen (Tabelle 2-1) und Mollusken (Tabelle 2-2):

Tabelle 2-1: Liste der zu bestimmenden Schadstoffe im Muskelgewebe von Fischen

Stoffname	UQN [µg/kg Frischgewicht]	Matrix	Schutzgut
Bromierte Diphenylether (BDE)*	0,0085	Fische	Menschliche Gesundheit
Hexachlorbenzol (HCB)	10	Fische	Menschliche Gesundheit
Hexachlorbutadien (HCBd)	55	Fische	Wildtier „secondary poisoning“
Quecksilber (Hg)	20	Fische	Wildtier „secondary poisoning“
Dicofol	33	Fische	Wildtier „secondary poisoning“
Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS)	9,1	Fische	Menschliche Gesundheit
Dioxine und dioxin-ähnliche Verbindungen (Summe PCDD + PCDF + dl-PCB)**	0,0065***	Fische	Menschliche Gesundheit
Hexabromcyclododecan (HBCDD)	167	Fische	Wildtier „secondary poisoning“
Heptachlor und Heptachlorepoxyd	0,0067	Fische	Menschliche Gesundheit

Die UQN beziehen sich auf folgende Verbindungen:

\*Summe der Kongenere für die PBDE der Nummer 28 (CAS-Nr. 41318-75-6), 47 (CAS-Nr. 5436-43-1), 99 (CAS-Nr. 60348-60-9), 100 (CAS-Nr. 68631-49-2), 153 (CAS-Nr. 68631-49-2) und 154 (CAS-Nr. 207122-15-4).

\*\*7 polychlorierte Dibenzoparadioxine (PCDD): 2,3,7,8-T4CDD (CAS-Nr. 1746-01-6), 1,2,3,7,8-P5CDD (CAS-Nr. 40321-76-4), 1,2,3,4,7,8-H6CDD (CAS-Nr. 39227-28-6), 1,2,3,6,7,8-H6CDD (CAS-Nr. 57653-85-7), 1,2,3,7,8,9-H6CDD (CAS-Nr. 19408-74-3), 1,2,3,4,6,7,8-H7CDD (CAS-Nr. 35822-46-9), 1,2,3,4,6,7,8,9-O8CDD (CAS-Nr. 3268-87-9)

10 polychlorierte Dibenzofurane (PCDF): 2,3,7,8-T4CDF (CAS-Nr. 51207-31-9), 1,2,3,7,8-P5CDF (CAS-Nr. 57117-41-6), 2,3,4,7,8,-P5CDF (CAS-Nr. 57117-31-4), 1,2,3,4,7,8-H6CDF (CAS-Nr. 70648-26-9), 1,2,3,6,7,8,-H6CDF (CAS-Nr. 57117-44-9), 1,2,3,7,8,9-H6CDF (CAS-Nr. 72918-21-9), 2,3,4,6,7,8-H6CDF (CAS-Nr. 60851-34-5), 1,2,3,4,6,7,8-H7CDF (CAS-Nr. 67562-39-4), 1,2,3,4,7,8,9-H7CDF (CAS-Nr. 55673-89-7), 1,2,3,4,6,7,8,9-O8CDF (CAS-Nr. 39001-02-0)

12 dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (PCB-DL): 3,3',4,4'-T4CB (PCB 77, CAS-Nr. 32598-13-3), 3,3',4',5'-T4CB (PCB 81, CAS-Nr. 70362-50-4), 2,3,3',4,4'-P5CB (PCB 105, CAS-Nr. 32598-14-4), 2,3,4,4',5'-P5CB (PCB 114, CAS-Nr. 74472-37-0), 2,3',4,4',5'-P5CB (PCB 118, CAS-Nr. 31508-00-6), 2,3',4,4',5'-P5CB (PCB 123, CAS-Nr. 65510-44-3), 3,3',4,4',5'-P5CB (PCB 126, CAS-Nr. 57465-28-8), 2,3,3',4,4',5'-H6CB (PCB 156, CAS-Nr. 38380-08-4), 2,3,3',4,4',5'-H6CB (PCB 157, CAS-Nr. 69782-90-7), 2,3',4,4',5,5'-H6CB (PCB 167, CAS-Nr. 52663-72-6), 3,3',4,4',5,5'-H6CB (PCB 169, CAS-Nr. 32774-16-6), 2,3,3',4,4',5,5',-H7CB (PCB 189, CAS-Nr. 39635-31-9).

\*\*\*Die UQN bezieht sich auf die Toxizitätsäquivalente nach den Toxizitätsäquivalenzfaktoren der Weltgesundheitsorganisation von 2005; (van den Berg, M.( 2006) et. al.: the 2005 World Health Reevaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-like Compounds veröffentlicht in toxicological sciences 93(2), 223-241 (2006)

Tabelle 2-2: Liste der zu bestimmenden Schadstoffe in Muscheln

Stoffname	UQN [µg/kg Frischgewicht]	Matrix	Schutzgut
Fluoranthen	30	Weichtiere (Muscheln)	Menschliche Gesundheit
Benzo(a)pyren	5	Weichtiere (Muscheln)	Menschliche Gesundheit



Aus Gründen der Datenplausibilisierung sollten darüber hinaus weitere Stoffe und Stoffgruppen in Fischen oder in Muscheln untersucht werden, für die derzeit keine UQN in Biota festgelegt sind (vgl. Tabelle 2-3). Dazu zählten die Schwermetalle Blei und Cadmium, Hexachlorcyclohexan-Isomere, Pentachlorbenzol und Quinoxifen in Fischen sowie weitere Polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), DDT und Metabolite, Hexachlorbenzol (HCB) und Hexachlorbutadien (HCBd) in Muscheln. Aufgrund eines vorausgegangenen Schadensereignisses in der Elbe wurden außerdem die Gehalte an sechs Polychlorierten Biphenylen (PCB) in Fischen und Muscheln untersucht. Weiterhin war in den Poolproben von Fischen und Muscheln der Fettgehalt der jeweiligen Poolprobe zu bestimmen.

*Tabelle 2-3: Zusätzliche Untersuchungsparameter ohne UQN<sub>Biota</sub>*

Stoffname	Fische	Muscheln
Blei	X	
Cadmium	X	
Pentachlorbenzol (PeCl)	X	
Quinoxifen	X	
Hexachlorcyclohexane (alpha-, beta-, gamma-HCH)	X	X
PCB (-101, -138, -153, -180, -28, -52)	X	X
DDT und Metabolite	(X)	X
Hexachlorbenzol (HCB)		X
Hexabromcyclododecan (HBCDD)		X
weitere PAK		X

Die beprobten Messstellen sind der Tabelle 2-4 bzw. der Abbildung 2-1 zu entnehmen. Die Ergebnisse lassen sich jeweils der entsprechenden Messstelle nach KEMP zuordnen. Die Bezeichnungen wurden auch in den Tabellen und Abbildungen im Ergebnisteil verwendet. Tatsächlich weichen die Probenahmestellen in einigen Fällen aufgrund der natürlichen Gegebenheiten von den dargestellten Ortsangaben ab (vgl. auch Tabelle 3-1 und Tabelle 3-2 sowie Anlage 1a und Anlage 1b).

*Tabelle 2-4: Messstellen des Untersuchungsprogramms*

Messstellen	Gewässer	Land
Schmilka	Elbe	Sachsen
Zehren	Elbe	Sachsen
Dommitzsch	Elbe	Sachsen
Gorsdorf	Schwarze Elster	Sachsen-Anhalt
Wittenberg/Lutherstadt	Elbe	Sachsen-Anhalt
Dessau	Mulde	Sachsen-Anhalt
Rosenburg	Saale	Sachsen-Anhalt
Magdeburg	Elbe	Sachsen-Anhalt
Toppel	Havel	Sachsen-Anhalt
Cumlosen	Elbe	Brandenburg
Schnackenburg	Elbe	Niedersachsen
Zollenspieker	Elbe	Hamburg
Seemannshöft	Elbe	Hamburg
Grauerort	Elbe (Übergangsgewässer)	Niedersachsen
Heiligenstedten	Stör	Schleswig-Holstein
Brunsbüttelkoog	Elbe (Übergangsgewässer)	Schleswig-Holstein
Cuxhaven	Elbe (Übergangsgewässer)	Niedersachsen

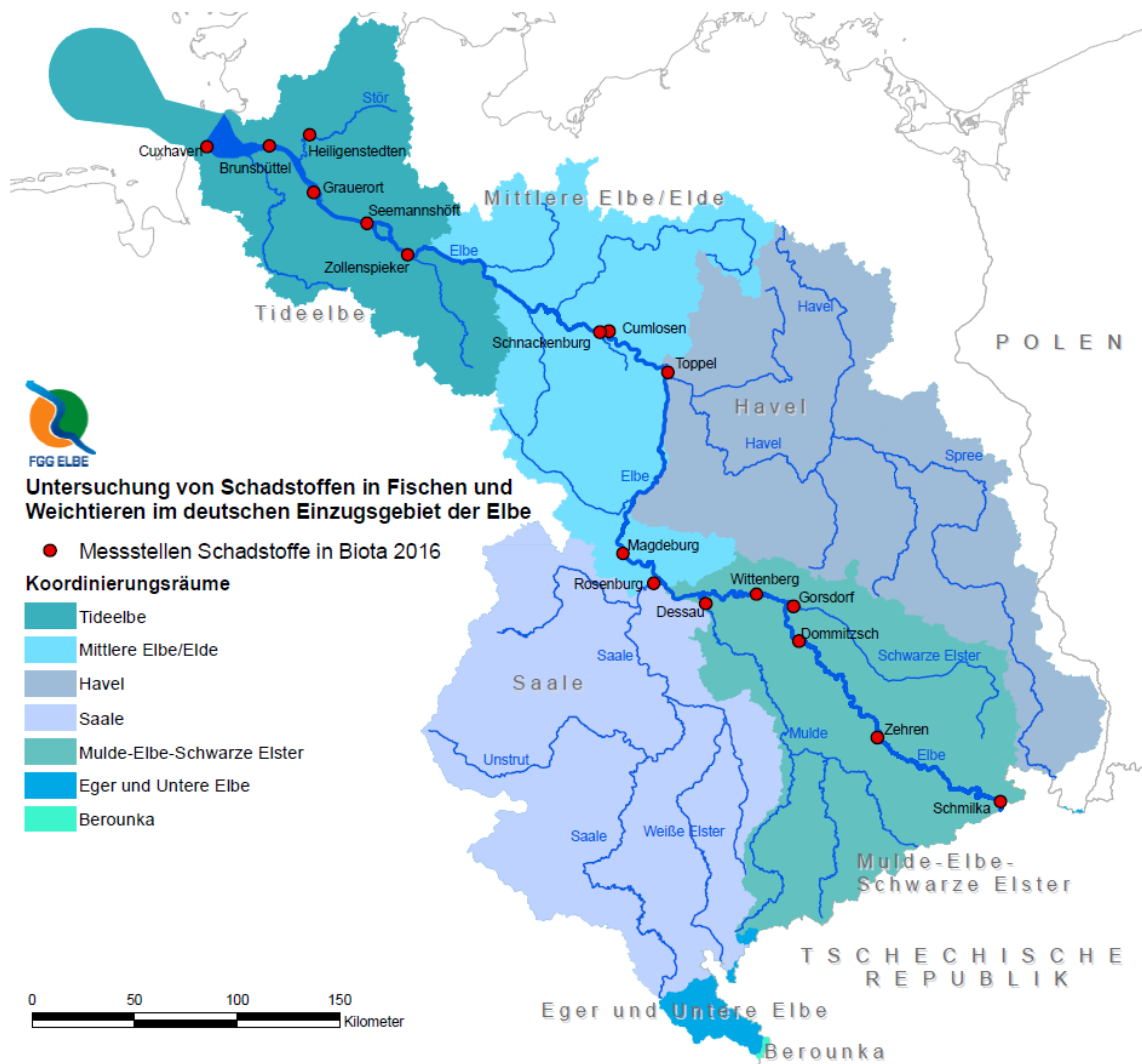


Abbildung 2-1: Lage der untersuchten Messstellen (mit Koordinierungsräumen der FGG Elbe)

Die weiteren Vorgaben orientierten sich an den zum Zeitpunkt der Projektplanung aktuellen Empfehlungen aus dem Arbeitspapier IV.3 der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) - Konzeption für Biota-Untersuchungen zur Überwachung von Umweltqualitätsnormen gemäß RL 2008/105/EG (Stand 18.10.2011). Diese beinhaltet für die Entnahme von Fischen Empfehlungen, bei denen diese vorzugsweise im Herbst nach der Laichzeit durch fischereilich und biologisch geschultes Personal erfolgen sollte. Nach Möglichkeit sollten Individuen einer dort gelisteten Art (z. B. Brassen oder im Bereich der Übergangsgewässer auch Stinte) alters- und größenhomogen beigebracht, entsprechend aufbereitet und anschließend die Schadstoffgehalte in homogenisierten Poolproben einer Probenahmestelle in der Muskulatur (Filet, ohne Haut, mit Unterhautfettgewebe) bestimmt werden. Für die Muscheln wurde grundsätzlich eine Altersklasse von drei Jahren empfohlen (z. B. Dreissena oder in küstennahen Gewässern auch Miesmuscheln), wobei für die Beibringung der Muscheln auf verschiedene methodische und naturschutzrechtliche Probleme hingewiesen wurde. Mit Stand vom 27.10.2016 wurden die Vorgaben des Arbeitspapiers noch einmal konkretisiert.



## 3 Probenahme

Die Probenahmen für Muscheln und Fische wurden komplett an das Büro für Fisch- und Gewässerökologie, Dipl. Biol. Sven Oesmann vergeben. Die Entnahme der Organismen war für den Zeitraum September/Oktober 2016 vorgesehen. Aus verschiedenen Gründen (Wasserführung, Genehmigungserteilung, technische Schwierigkeiten) erstreckte sich der Entnahmezeitraum jedoch bis in den Dezember hinein. In der Regel wurden die Fische und Muscheln – soweit auffindbar – am selben Probenahmetag entnommen. Dafür wurden bei den Fischen je Standort meist zwischen sieben und zehn Arbeitsstunden benötigt, bei den Muscheln waren es zwischen einer und fünf Stunden. Für die weitere Betrachtung der Ergebnisse ist zu beachten, dass einige der tatsächlichen Probenahmestandorte aufgrund der Verfügbarkeit des Probenahmematerials räumlich von den vorgesehenen Messstellen abweichen (vgl. auch Tabelle 3-1 und Tabelle 3-2). Eine zusammenfassende Übersicht der Angaben sowie der genauen Probenahmestandorte findet sich in den Anlage 1a und Anlage 1b sowie in der Anlage 3.

### 3.1 Probenahme der Muscheln

Es sollten in allen Gewässern Muscheln der Gattung *Dreissena* entnommen werden. Da diese auf Hartsubstraten siedelt, wurde zuerst mit einem Pfahlkratzer versucht, diese Art zu entnehmen. Methodisch bedingt konnten mit dieser Methode ausschließlich flächige Substrate wie Dalben, Pfähle oder Spundwände beprobt werden. Steinschüttungen konnten nur bei extremen Niedrigwassersituationen per Hand beprobt werden. Sofern *Dreissena* nicht nachgewiesen werden konnte, wurde – bei geeigneten niedrigen Wasserständen – mit einem Dredge-Kescher (einer Art Dredge mit einem Stiel) nach der Ersatzart *Corbicula* bzw. *Mytilus* am Gewässergrund gesucht. Bei höheren Wasserständen kam hierzu eine Dredge zum Einsatz.

Insgesamt konnten an 13 der geplanten 17 Standorte Muscheln beprobt werden, wobei an der Mehrzahl der Standorte die Körbchenmuschel (*Corbicula fluminea*, CF), an vier Standorten Dreikantmuscheln (*Dreissena polymorpha*, DP) und an einem Standort Miesmuscheln (*Mytilus edulis*, ME) entnommen werden konnten (vgl. Tabelle 3-1). In Seemannshöft, im Tidebereich der Elbe, wurden sowohl CF als auch DP beprobt. Die Muscheln wurden bis zur Hälterung in Frischwasser in ihrem natürlichen Umgebungswasser aufbewahrt. Anschließend wurden sie pro Art und Station getrennt zur Depurierung für 24 Stunden in einem Behälter aus rostfreiem Stahl in belüftetem Frischwasser gehältert. Dann wurden sie nach Länge, Breite und Höhe vermessen, gewogen und je Art und Station gemeinsam verpackt mit einem Label versehen und bei -20°C eingefroren. Die Muscheln wurden nach Abschluss aller Probenahmekampagnen am 21.12.2016 dem Analyzelabor der BfG im tiefgefrorenen Zustand zur Untersuchung übergeben.

Eine ausführliche Auflistung der entnommenen Individuen findet sich in Anlage 2a. Aufgrund ihres Zustandes konnten nicht alle Individuen für die Untersuchung herangezogen werden.



Hervorzuheben ist an dieser Stelle der Umstand, dass die Muscheln nicht immer aus der freifließenden Elbe entnommen werden konnten, sondern teilweise von Spundwänden aus Hafenbecken stammen (Wittenberg, Seemannshöft). Diese Wasserbauwerke werden zum Beispiel mit Anstrichen versehen, die PAK enthalten können, so dass sich ein entscheidender Einfluss auf die Messergebnisse ergeben kann.

Tabelle 3-1: Muschelspezies und Standortbeschreibung

Fließgewässer	Messstelle	Spezies	Standortbeschreibung
Elbe	Schmilka	<i>C. fluminea</i>	linke Stromseite, Uferbereich
Elbe	Zehren	<i>C. fluminea</i>	linke Stromseite, Uferbereich
Elbe	Dommitzsch	<i>C. fluminea</i>	linke Stromseite, Uferbereich
Schwarze Elster	Gorsdorf	<i>C. fluminea</i>	fließende Welle, Uferbereich
Elbe	Wittenberg	<i>D. polymorpha</i>	Hafenbecken, Spundwand
Mulde	Dessau	-	-
Saale	Rosenburg	-	-
Elbe	Magdeburg	<i>D. polymorpha</i>	linke Stromseite, Hafeneinfahrt (Schönebeck)
Havel	Toppel	<i>C. fluminea</i>	fließende Welle, Uferbereich
Elbe	Cumlosen	<i>C. fluminea</i>	linke Stromseite, Bühnenfeld
Elbe	Schnackenburg	<i>C. fluminea</i>	Alandmündung / Ausgang Hafenbecken
Elbe	Zollenspieker	<i>D. polymorpha</i>	linke Stromseite, Bühnenfeld / Anleger
Elbe	Seemannshöft	<i>C. fluminea</i>	Hafenbecken, Spundwand / Kai
Elbe	Seemannshöft	<i>D. polymorpha</i>	Hafenbecken, Spundwand / Kai
Elbe	Grauerort	-	-
Stör	Heiligenstedten	<i>C. fluminea</i>	fließende Welle, Uferbereich
Elbe	Brunsbüttelkoog	-	-
Elbe	Cuxhaven	<i>M. edulis</i>	linke Stromseite, Uferbereich

### 3.2 Probenahme der Fische

Zielart der Fischprobennahme war aufgrund seiner Verbreitung in den limnischen Bereichen der Brassen (*Abramis brama*), der im Idealfall ein Alter von 3 bis 4 Jahren und eine Länge von 20 bis 27 cm (Gesamtlänge) aufweisen sollte. In den Übergangsgewässern war die Zielart die Flunder, ebenfalls 3 bis 4-jährig bei einer Länge von 25 bis 27 cm. Sofern nicht in ausreichender Stückzahl beibringbar, sollte zu Gunsten der Probenhomogenität auf größere Brassen oder die gemäß RaKon IV.3 aufgeführten Ersatzarten ausgewichen werden. Letztlich konnten mit vertretbarem Aufwand jedoch lediglich die in Tabelle 3-2 aufgeführten Fische beigebracht werden. An keiner Station gelang der Fang von 10 Individuen von Brassen der gewünschten Altersgruppen bzw. Längenklassen. An der Station Dessau konnten bei der Probenahme keine Brassen nachgewiesen werden, daher wurden ersatzweise Barsche gefangen. An den Stationen im Übergangsgewässer, namentlich Grauerort, Brunsbüttelkoog und Cuxhaven gelang es nicht, die erforderliche Menge an Brassen bzw. Flundern zu fangen. Es wurde daher auf Stinte ausgewichen.



Je nach Bedingungen vor Ort wurden unterschiedliche Fangmethoden angewendet. Elektrofischerei gemäß DIN EN 14011: 2003 „Probenahme von Fisch mittels Elektrizität“ wurde eingesetzt, um Fische in Ufernähe in einer Tiefe bis ca. 1,3 m zu fangen. Dazu wurde von einem motorisierten Boot aus mit 2 Anoden vom fahrenden Boot aus gefischt. Zum Fang mittelgroßer Brassen wurde mit relativ zügiger Fahrt in etwas größerer Entfernung vom Boot überwiegend uferseitig gefischt. Stellnetzfisherei kam zum Einsatz, um Brassen in tieferen, strömungsberuhigten Bereichen zu fangen. Eingesetzt wurden zwei Netzblätter mit einer Maschenweite von 30 mm und einer Höhe von 3 m. Beide Blätter wiesen eine Länge von 50 m auf und wurden zu einer Fleet von 100 m zusammengebunden. Ein Zugnetz mit einer Länge von 35 m und einer Maschenweite von 2 cm kam in einigen größeren Bühnenfeldern zum Einsatz. Dazu wurde das Netz vom Bühnenkopf in Strömungsrichtung mit einem motorisierten Boot ausgebracht und in das Bühnenfeld hinein gezogen. Ein kommerzieller Hamenkutter wurde eingesetzt um Stinte im mesohalinen Bereich der Tideelbe zu fangen. Der Hamen wurde nach Einsetzen der Gezeitenströmung in selbige exponiert und bis zum nächsten Stauwasser dort belassen. Dann wurde das Netz eingeholt und die benötigten Fische aus dem Fang aussortiert, artgerecht getötet und vermessen. Für den Fang von Flundern, der im Bereich der Übergangsgewässer vorgesehen war, wurde ein Grundschleppnetz verwendet. Dieses wurde von einem ausreichend motorisierten Fahrzeug (121 kW) aus eingesetzt. Bereits am ersten Fangtag wurde das Schleppnetz auf unreinem Grund stark beschädigt. Aufgrund der fortgeschrittenen Zeit wurde von weiteren Schleppnetzbefischungen abgesehen.

Die gefangenen Fische wurden bis zur Tötung in einer Wanne im Wasser des jeweiligen Standortes gehältert. Anschließend wurden sie artgerecht getötet und bis zur Weiterverarbeitung auf Eis in einer Kühlbox zwischengelagert. Daraufhin wurden sie pro Art und benötigter Längengruppe vermessen. Anschließend wurden Schuppen und die Innereien entnommen und, sofern möglich, das Geschlecht bestimmt. Dann wurden die Fische mit einem Label versehen, auf dem Fangort, Fangdatum, Art und die eindeutige Fischnummer vermerkt waren, und bei -20 °C in herkömmlichen Gefrierbeuteln eingefroren.

Da für jede Probenahmestelle die Analyse einer Poolprobe vorgesehen war und für diese jeweils nur eine Art zu verwenden war, wurden im Bereich der Binnenelbe bis zur bereits in der Tideelbe liegenden Messstelle Seemannshöft sowie dem tidebeeinflussten Bereich der Stör jeweils die Brassen für die weitere Untersuchung ausgewählt (einzige Ausnahme: in Dessau an der Mulde konnten nur Flussbarsche gefangen werden, diese wurden schließlich auch untersucht). Im Bereich des Elbe-Übergangsgewässers (Grauerort, Brunsbüttelkoog, Cuxhaven) wurden dagegen die Stinte für die weitere Untersuchung ausgewählt und nach Abschluss der Probenahmekampagne dem Analyselabor der CVUA-MEL in Münster übergeben (vgl. Tabelle 3-2, nicht untersuchte Arten rot markiert). Dabei ist besonders zu beachten, dass einige der Fischarten nicht aus der freifließenden Elbe, sondern (teilweise) aus Seitenstrukturen wie z. B. Hafenbecken entnommen werden mussten.

Eine ausführliche Auflistung der gefangenen Individuen findet sich in Anlage 2b. Die Fischschuppen zu den untersuchten Fischarten sind als Teil der Dokumentation für eine mögliche spätere Altersbestimmung in der Geschäftsstelle der FGG Elbe eingelagert.



Tabelle 3-2: Anzahl der entnommenen und untersuchten Spezies (rot markiert = nicht untersucht)

Fließgewässer	Messstelle	Spezies	Anzahl	Standortbeschreibung
Elbe	Schmilka	<i>Brassen</i>	7	fließende Welle, Uferbereiche
		<i>Döbel</i>	10	fließende Welle, Uferbereiche
Elbe	Zehren	<i>Brassen</i>	5	fließende Welle, Uferbereiche
		<i>Döbel</i>	10	fließende Welle, Uferbereiche
Elbe	Dommitzsch	<i>Brassen</i>	10	linkes Ufer, Bühnenfelder
Schwarze Elster	Gorsdorf	<i>Brassen</i>	2	fließende Welle, Uferbereiche
		<i>Flussbarsch</i>	10	fließende Welle, Uferbereiche
Elbe	Wittenberg	<i>Brassen</i>	10	rechtes Ufer, Bühnenfelder
Mulde	Dessau	<i>Flussbarsch</i>	10	fließende Welle, Uferbereiche
Saale	Rosenburg	<i>Brassen</i>	8	fließende Welle, Uferbereiche
Elbe	Magdeburg	<i>Brassen</i>	17	fließende Welle, Uferbereiche (Stromabschnitt Schönebeck)
Havel	Toppel	<i>Brassen</i>	10	fließende Welle, Uferbereiche
Elbe	Cumlosen	<i>Brassen</i>	10	linkes Ufer, Bühnenfelder
Elbe	Schnackenburg	<i>Brassen</i>	12	linkes Ufer, Bühnenfelder
Elbe	Zollenspieker	<i>Brassen</i>	10	linke Stromseite, Bühnenfeld (bei Hoopete)
Elbe	Seemannshöft	<i>Brassen</i>	12	Hafenbecken (Dradenauhafen, Finkenwerder Vorhafen)
Elbe	Grauerort	<i>Brassen</i>	3	fließende Welle, Uferbereiche (bei Schwarztonnensand)
		<i>Stint</i>	20	
Stör	Heiligenstedten	<i>Brassen</i>	11	fließende Welle, Uferbereiche
Elbe	Brunsbüttelkoog	<i>Stint</i>	10	fließende Welle, Uferbereiche
Elbe	Cuxhaven	<i>Stint</i>	10	fließende Welle, Mündungstrichter
		<i>Flunder</i>	5	



## 4 Probenaufbereitung, chemische Analytik und Messergebnisse

Nach Überführung der Muscheln und Fische im tiefgefrorenen Zustand wurden die Individuen entsprechend der Vorgaben aufbereitet, zu Poolproben zusammengeführt und diese anschließend auf das festgelegte Schadstoffspektrum untersucht.

### 4.1 Muscheln

#### 4.1.1 Aufbereitung und Analytik der Muscheln

Die Muscheln wurden im Labor der BfG seziiert, wobei aus 8 bis 20 Individuen eine Poolprobe generiert wurde. Die Poolproben wurden jeweils gefriergetrocknet, gemahlen und homogenisiert. Anschließend wurden sie in der Mikrowelle mit n-Heptan extrahiert, die Extrakte wurden mittels Aluminiumoxidsäule aufgereinigt, eingengt und anschließend mittels GC-MS/MS auf 15 der 16 US-EPA PAK (außer Naphthalin), den 6 Indikator-PCB (PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180), DDT und seine Metabolite (p,p'-DDT, p,p'-DDE, p,p'-DDD, o,p'-DDT, o,p'-DDE, o,p'-DDD) sowie HCB und HCBd analysiert. Die Fettgehalte der Poolproben wurden parallel dazu gravimetrisch bestimmt. Die Analytik für die Einzelstoffe erfolgte auf Basis etablierter Hausmethoden.

#### 4.1.2 Ergebnisse der Analytik der Muscheln

Zur späteren Beurteilung des Akkumulationsverhaltens der Muscheln wurden zunächst deren Fettgehalte bestimmt. Die Fettgehalte der Poolproben (Tabelle 4-1) lagen zwischen 0,7 und 2,4 % bezogen auf deren Frischgewicht (ohne Atemwasser).

Tabelle 4-1: Fettgehalte, Trocken- und Frischgewichte der gepoolten Muschelproben

Messstelle	TR in %	Fett in % FG	Ø Frischgewicht in g
Schmilka	14,2	1,44	0,633
Zehren	13,7	1,60	0,388
Domnitzsch	14,3	1,77	0,584
Gorsdorf	15,5	1,41	0,268
Wittenberg (DP*)	12,5	1,39	0,171
Magdeburg	12,7	1,14	0,333
Toppel	15,4	1,23	0,422
Cumlosen	18,0	2,20	0,470
Schnackenburg	17,5	2,29	0,435
Zollenspieker (DP)	14,3	1,04	0,547
Seemannshöft	16,7	1,69	0,853
Seemannshöft (DP)	11,0	0,66	0,244
Heiligenstedten	19,6	2,44	1,583
Cuxhaven (ME)	13,4	1,14	1,137

\* Brauner und ledriger Weichkörper, der wahrscheinlich auf eine unsachgemäße Lagerung der Proben hindeutet  
DP = *D. polymorpha*, ME = *Mytilus edulis*.



Zusätzlich sind in Tabelle 4-1 auch die durchschnittlichen Frischgewichte aus den Einzelmuscheln pro Standort und die entsprechenden Trockenrückstände angegeben. Wie schon in Kapitel 3.1 erwähnt, wurden größtenteils *Corbicula fluminea* dem Gewässer entnommen. In der Tabelle 4-1 sind nur davon abweichende Spezies gekennzeichnet (zusätzlich mit DP bzw. ME). Die mit \* gekennzeichnete Probe aus Wittenberg wies einen braunen, ledrigen Weichkörper auf, der zu einer unplausiblen Angabe des Trockenrückstandes (18,2 %) geführt hätte. Hier wurde daher der mittlere Trockenrückstand der *Dreissena polymorpha* (12,5 %) der drei anderen Standorte an der Elbe eingesetzt und im weiteren für die auf das Frischgewicht zu beziehenden Berechnungen verwendet (vgl. auch Anlage 4a).

### PAK

In Abbildung 4-1 sind die Konzentrationen an Fluoranthen und Benzo(a)pyren in den analysierten Muscheln im Flusseinzugsgebiet der Elbe dargestellt und den entsprechenden UQN<sub>Biota</sub> gegenübergestellt. Die Konzentrationen sind in µg/kg Frischgewicht (FG) angegeben. Wenn nicht anders angegeben, wurden die beiden PAK in *Corbicula fluminea* (CF) analysiert. Die Standorte sind im Längsverlauf der Elbe dargestellt. Gorsdorf und Toppel liegen in der Schwarzen Elster (SEL) bzw. in der Havel. Zwischen Wittenberg und Magdeburg münden die Mulde und die Saale in die Elbe. Die Stör (Heiligenstedten) ist ein weiteres Nebengewässer der Elbe.

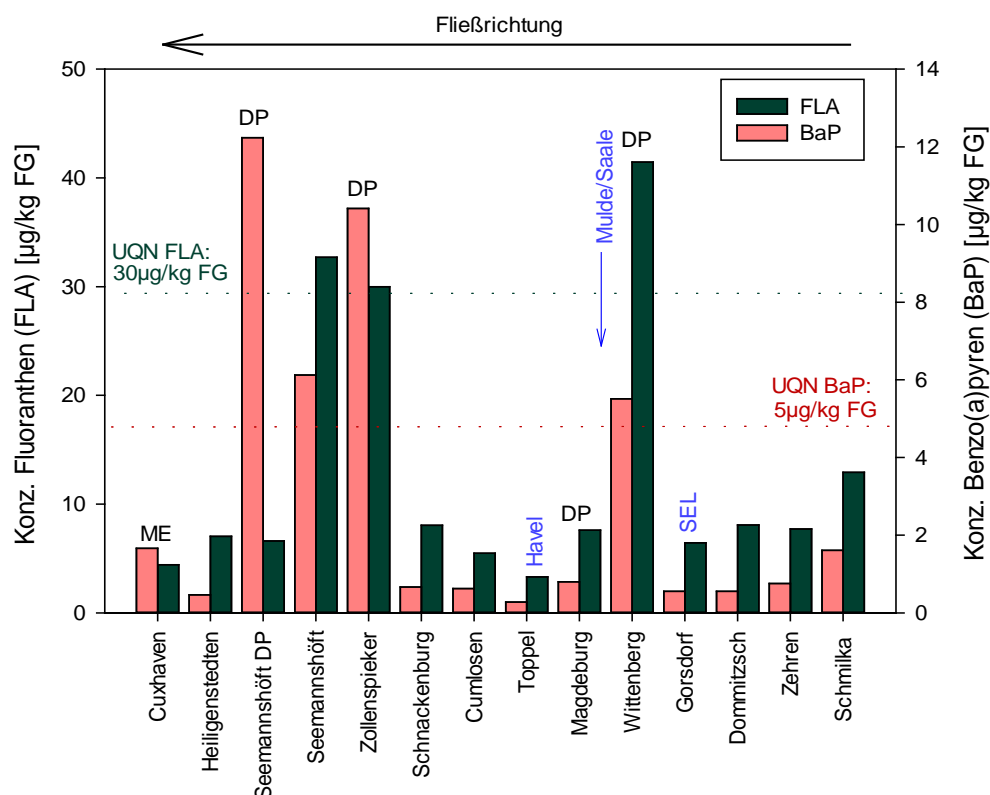


Abbildung 4-1: Konzentrationen (bezogen auf FG) an Fluoranthen (FLA) und Benzo(a)pyren (BaP) in Muscheln im Flusseinzugsgebiet der Elbe im Vergleich zu deren UQN<sub>Biota</sub> (DP = *D. polymorpha*, ME = *Mytilus edulis*, SEL = Schwarze Elster)



In Wittenberg wurde 2016 die  $UQN_{\text{Biota}}$  sowohl für das Benzo(a)pyren als auch für das Fluoranthren überschritten. Die  $UQN_{\text{Biota}}$  für das Benzo(a)pyren wurde in beiden am Standort Seemannshöft gefundenen Spezies, *C. fluminea* (CF) und *D. polymorpha* (DP), sowie in Zollenspieker überschritten. Zusätzlich zeigte sich auch für Fluoranthren eine Überschreitung des Grenzwertes an den Messstellen Zollenspieker (DP) und Seemannshöft (CF).

In Wittenberg und Seemannshöft hat der Probenahmeort (Spundwände in Hafenbecken, vgl. Kapitel 3 i. V. m. Tabelle 3-1 und Tabelle 3-2 sowie Anlage 3) offensichtlich einen großen Einfluss. Hier werden sehr viel höhere Konzentrationen als an den anderen Elbemesststellen gemessen. Die Gesamtwasserkonzentrationen der beiden Stoffe an diesen Messstellen sind im Vergleich zu den anderen Elbemesststellen nicht auffällig höher. Allerdings überschreiten die Jahresmittelwerte im Zeitraum 2014 bis 2016 die Jahresdurchschnitt (JD) - UQN der Gesamtwasserkonzentrationen für Fluoranthren an 13 der 17 KEMP-Messstellen (vgl. Abbildung 4-2) und für Benzo[a]pyren an allen KEMP-Messstellen, bei denen der Jahresmittelwert größer Bestimmungsgrenze ist (Abbildung 4-3). Die Auswertung der  $UQN_{\text{Biota}}$  und der JD-UQN ergibt also unterschiedliche Einstufungen dieser Stoffe für den chemischen Zustand (vgl. Kap. 5). In der OGeWV (2016) ist festgelegt, dass für Stoffe mit  $UQN_{\text{Biota}}$  für die Einstufung in den chemischen Zustand nur die mittleren Gesamtwasserkonzentrationen herangezogen werden dürfen, wenn die Erhebung von Biotadaten nicht möglich ist. Dies ist in diesem Fall für die Standorte Dessau (Mulde), Rosenberg (Saale), Grauerort und Brunsbüttelkoog gegeben.

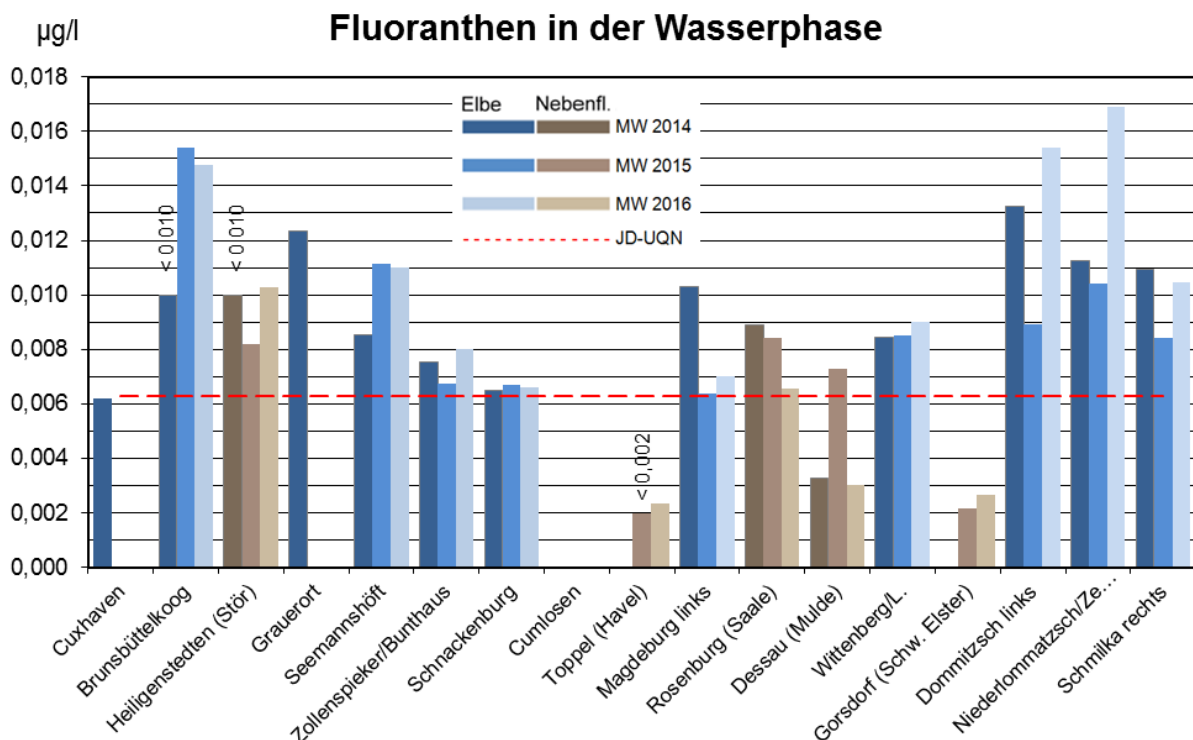


Abbildung 4-2: Mittelwerte der Gesamtwasserkonzentrationen an Fluoranthren der Jahre 2014 bis 2016 an den Messstellen im Elbe-Längsverlauf

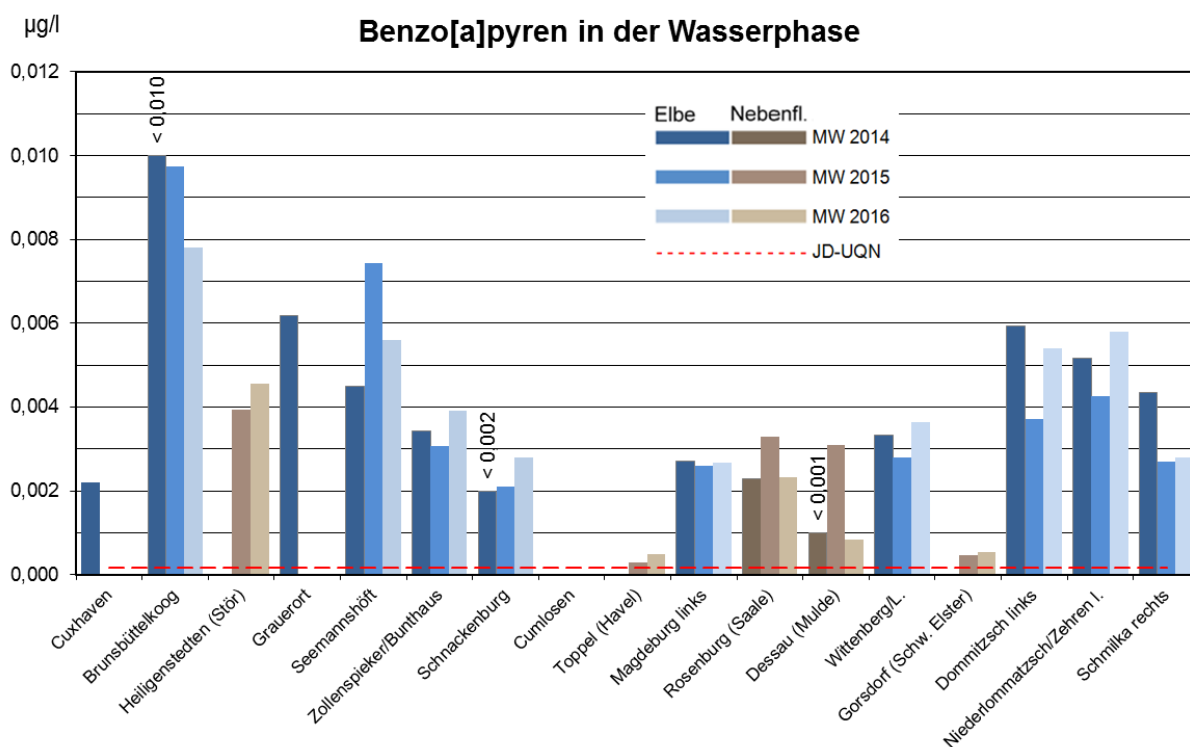


Abbildung 4-3: Mittelwerte der Gesamtwasserkonzentrationen an Benzo(a)pyren der Jahre 2014 bis 2016 an den Messstellen im Elbe-Längsverlauf

Die Abbildung 4-4 und Abbildung 4-5 zeigen eine summarische Darstellung der 15 EPA-PAK (ohne Naphthalin) in den Muscheln. Die Abbildung 4-4 zeigt die Ergebnisse bezogen auf das Frischgewicht der Proben, Abbildung 4-5 die lipidbezogenen Gehalte.

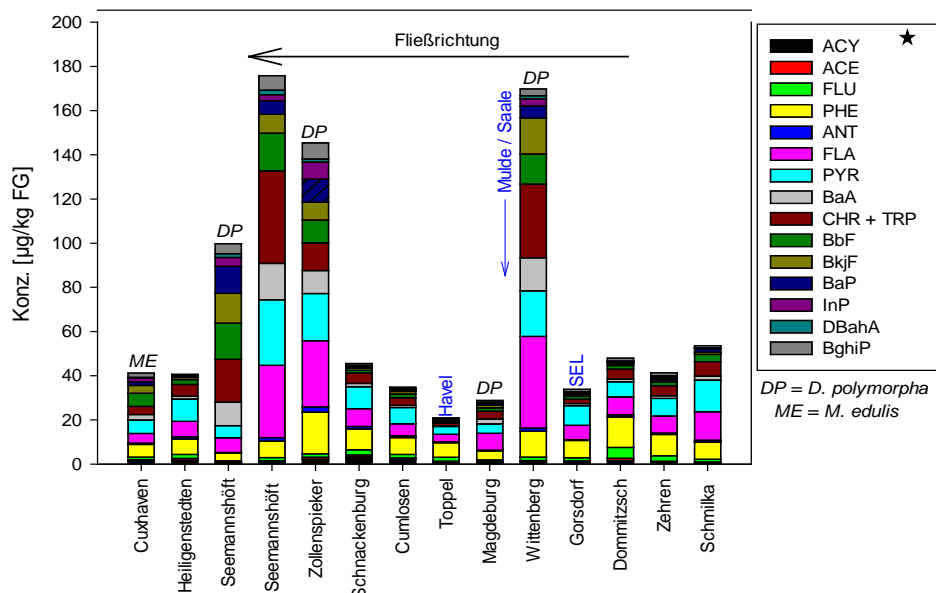


Abbildung 4-4: Konzentrationen ausgewählter PAK (summiert dargestellt) bezogen auf das Frischgewicht (FG) der Muscheln

\*ACY = Acenaphtylen; ACE = Acenaphthen; FLU = Fluoren; PHE = Phenanthren; ANT = Anthracen; FLA = Fluoranthen; PYR = Pyren; BaA = Benzo(a)anthracen; CHR + TRP = Chrysen + Triphenylen; BbF = Benzo(b)fluoranthen; BkjF = Benzo(k+j)fluoranthen; BaP = Benzo(a)pyren; InP = Indeno(1,2,3-cd)pyren; DBahA = Dibenzo(a,h)anthracen; BghiP = Benzo(g,h,i)perylen

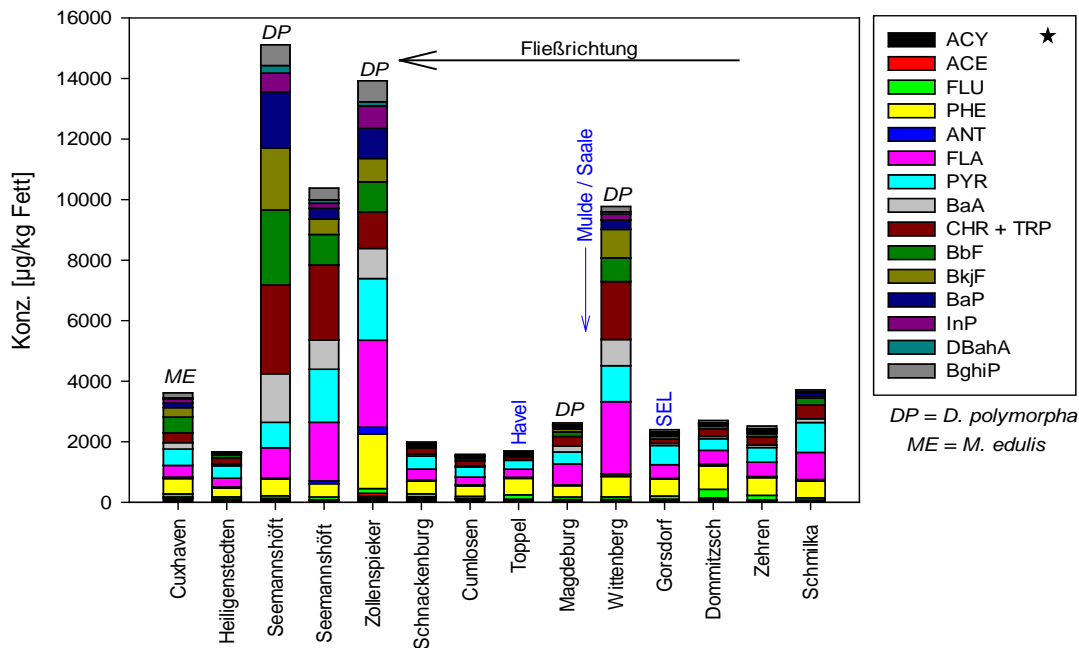


Abbildung 4-5: Konzentrationen ausgewählter PAK (summiert dargestellt) bezogen auf den Fettgehalt der Muscheln

\*ACY = Acenaphtylen; ACE = Acenaphthen; FLU = Fluoren; PHE = Phenanthren; ANT = Anthracen; FLA = Fluoranthren; PYR = Pyren; BaA = Benzo(a)anthracen; CHR + TRP = Chrysen + Triphenylen; BbF = Benzo(b)fluoranthren; BkF = Benzo(k+f)fluoranthren; BaP = Benzo(a)pyren; InP = Indeno(1,2,3-cd)pyren; DBahA = Dibenzo(a,h)anthracen; BghiP = Benzo(g,h,i)perylen

Die beiden Abbildungen zeigen im Wesentlichen keine großen Unterschiede für die Belastungseinschätzung der Standorte. Die höher belasteten Standorte Wittenberg, Seemannshöft und Zollenspieker, an denen *Dreissena polymorpha* untersucht worden sind, zeigen bei den fettnormierten Ergebnissen eine höhere Anreicherung an PAK.

### PCB

Neben den PAK wurden zusätzlich auch chlororganische Verbindungen in den Muscheln untersucht. Diese unterliegen nicht der Überwachung durch eine UQN<sub>Biota</sub>. Unter den chlororganischen Verbindungen haben PCB sowie DDT und einige Metabolite eine besondere Bedeutung für die Einschätzung der Belastungssituation der Elbe.

Die Abbildung 4-6 zeigt eine summarische Darstellung der 6 Indikator-PCB (PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180) berechnet auf die lipidbezogenen Gehalte. Wie bei den PAK zeigen sich im Wesentlichen keine großen Unterschiede für die Belastungseinschätzung der Standorte gegenüber den auf das Frischgewicht bezogenen Werten (hier nicht dargestellt).

Die höher belasteten Standorte befinden sich hier zum einen in Nähe zum deutsch-tschechischen Grenzprofil (Schmilka, Zehren, Dommitzsch) und zum anderen in Seemannshöft. Diese Untersuchungen der Muschelproben zeigen eindeutig, dass durch das



PCB-Schadereignis in Tschechien speziell die höherchlorierten PCB in hohen Konzentrationen in der Nahrungskette angekommen sind (vgl. auch <http://elsa-elbe.de/massnahmen/fachstudien-neu/bericht-pcb-in-der-elbe.html>).

Auffällig sind auch die vergleichsweise hohen Gehalte in Seemannshöft und Wittenberg, die nicht ausschließlich auf das Schadereignis zurückgeführt werden können. Die Ursachen sind aufgrund der komplexen Zusammenhänge in diesem Bereich ggf. durch weitere Untersuchungen aufzuklären. Eine wesentliche Rolle wird auf jeden Fall der Probenahmestandort (Hafenbecken) spielen.

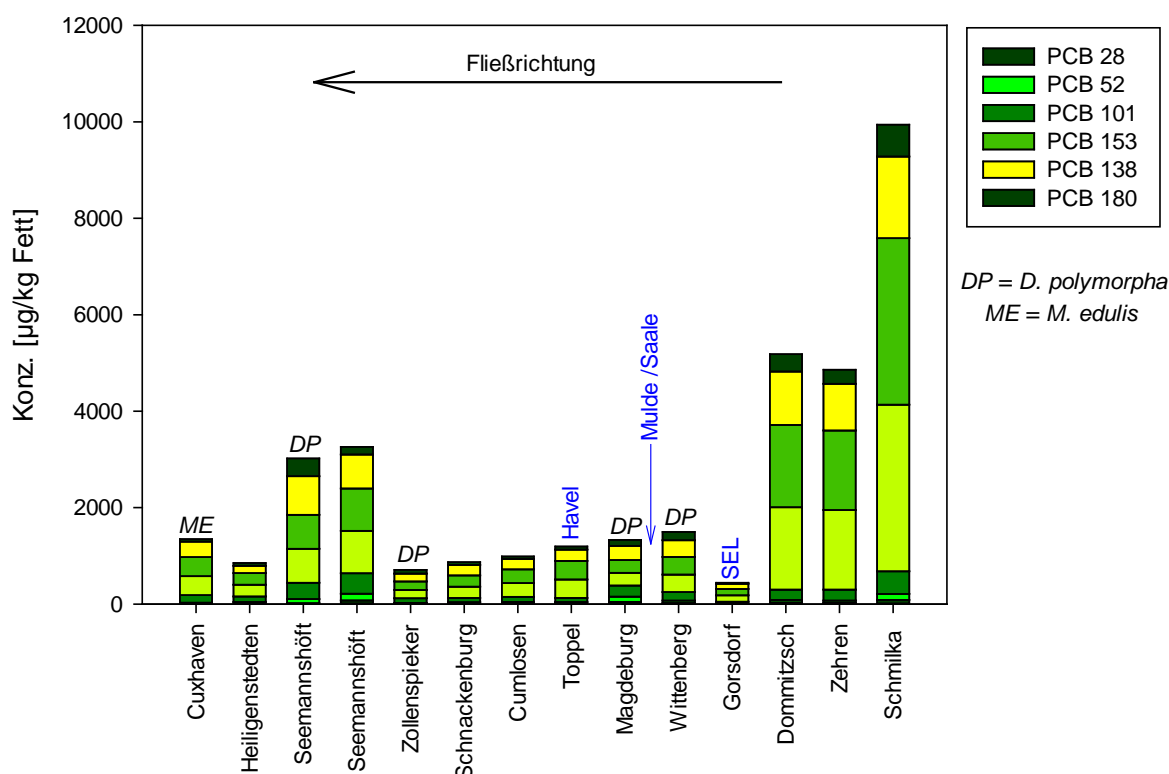


Abbildung 4-6: Konzentrationen der 6 Indikator-PCB (summiert dargestellt) bezogen auf den Fettgehalt der Muscheln



## DDT und Metabolite

Die Abbildung 4-7 zeigt eine summarische Darstellung von DDT und seinen Metaboliten berechnet auf den Lipidgehalt der Muscheln. Die höchsten Konzentrationen für DDT und seinen Metaboliten wurden in Schmilka, Zehren und Domnitzsch gemessen. Die Quelle dieser Verbindungen liegt eindeutig im tschechischen Einzugsgebiet.

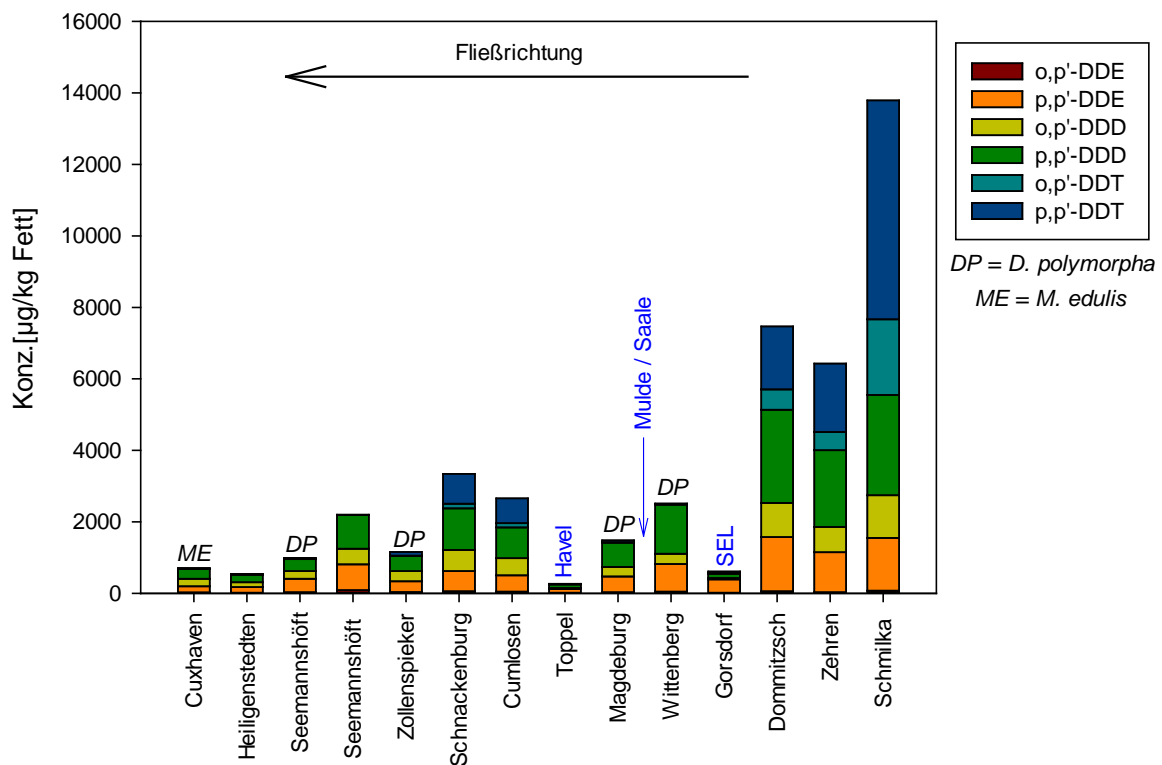


Abbildung 4-7: Konzentrationen von DDT und seinen Metaboliten (summiert dargestellt) bezogen auf den Fettgehalt der Muscheln



### 4.1.3 Zusammenfassung und Bewertung für die Muscheln

Die abgestimmte Probenahme und Untersuchung der Muschelproben war grundsätzlich eine ergebnis- und aufschlussreiche Kampagne. Sie spiegelt den hohen Aufwand und die unzähligen Schwierigkeiten eindrucksvoll wider. Von besonderer Bedeutung für die Vergleichbarkeit von Messergebnissen ist die Durchführung einer repräsentativen Probenahme.

Die Muscheln wurden an 13 von 17 geplanten Probenahmestellen über einen längeren Zeitraum entnommen. Es wurden vorrangig *Corbicula fluminea*, an einigen Stellen *Dreissena polymorpha*, in Cuxhaven *Mytilus edulis* gefunden. Die Entnahme der Muscheln erfolgte teilweise in einem weiträumigen Bereich und teilweise auch an Spundwänden in Hafenbecken (vgl. Tabelle 3-1 und Anlage 3).

Die chemischen Analysen erfolgten aus den Weichkörpern von 8 bis 20 Muscheln (Poolproben) nach Mikrowellenextraktion mit GC/MS-MS. Durch Doppelbestimmungen konnte ein geringer Analysenfehler nachgewiesen werden.

Die Poolproben der Muscheln haben Fettgehalte zwischen 0,7 und 2,4 % (FG). Bei der Analyse der PAK zeigten sich UQN-Überschreitungen für Fluoranthen und Benz(a)pyren in Wittenberg sowie in Seemannshöft und Zollenspieker. Diese Befunde sind aufgrund der Standortfrage (möglicherweise geteerte Objekte) hinsichtlich ihrer Repräsentativität jedoch kritisch zu bewerten.

Für die 6 Indikator-PCB wurden hohe Gehalte in Schmilka, Zehren, Domnitzsch und Seemannshöft gemessen. Der erhöhte Eintrag von PCB (PCB-Schadereignis in Tschechien) ist besonders in den grenznahen Standorten in den Muscheln erkennbar.

Zusätzlich wurden hohe DDX-Gehalte gemessen. Nicht für alle Standorte sind die Quellen bekannt.



## 4.2 Fische

### 4.2.1 Aufbereitung und Analytik der Fische

Die Poolproben wurden aus dem Muskelgewebe der übergebenen Fische (Filet, ohne Haut, mit Unterhautfettgewebe) je Messstelle gebildet. Dabei wurden die Filets vorab jeweils homogenisiert und zu gleichen Teilen zu einer Poolprobe vereinigt. Bei den Brassen konnten hierbei jeweils immer mindestens 50 g Probenmaterial generiert werden. Bei den Flussbarschen und Stinten konnte dagegen aufgrund der geringen Filetgröße der Fische nicht immer von allen Individuen gleich viel Material entnommen und homogenisiert werden.

Für die Analytik der Poolproben wurden folgende akkreditierte Verfahren verwendet (für die einzelne Parameterzuordnung siehe auch Anlage 4b):

- VO (EG) Nr. 589/2014 der Kommission vom 2. Juni zur Festlegung der Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die Kontrolle der Gehalte an Dioxinen, dioxinähnlichen PCB und nicht dioxinähnlichen PCB in bestimmten Lebensmitteln. Als Messverfahren kommt die Massenspektrometrie oder gleichwertige Verfahren zum Einsatz. (Die VO enthält gesonderte Anforderungen für die interne QS und fordert die Akkreditierung der Untersuchungslabore.)
- § 64 LFGB ASU L00.00-34 mod. HRMS: Das Verfahren ist in der amtlichen Methodensammlung (ASU) des Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände und Futtermittelgesetzes (LFGB) veröffentlicht. Es entspricht der DIN-Norm DIN EN 12393. Das Verfahren beschreibt eine Multi-Analyt-Methode der hoch auflösenden Massenspektrometrie zur Erfassung möglichst vieler Einzelwirkstoffe.
- DIN EN 13806: Lebensmittel – Bestimmung von Elementspuren – Bestimmung von Quecksilber mit Atomabsorptionsspektrometrie (AAS)-Kaldampftechnik nach Druckaufschluss
- DIN EN 15763: Lebensmittel – Bestimmung von Elementspuren – Bestimmung von Arsen, Cadmium, Quecksilber und Blei in Lebensmitteln mit induktiv gekoppelter Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) nach Druckaufschluss
- Hausmethoden zur Bestimmung von PFOS und der Hexabromcyclododecane. Die Bestimmung der Analyten erfolgt mittels HPLC-MS-MS-Verfahren. Ein standardisiertes Normverfahren steht derzeit nicht zur Verfügung.

Für die Fettbestimmung wurde von Seiten des Vergabelabors eine laborinterne Methode verwendet, die vergleichbare Fettgehalte wie die amtliche Methode nach § 64 LFGB: ASU L06.00-06 (Weibull Stoldt) erbringt. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde dies an zwei Poolproben exemplarisch nachgewiesen.



## 4.2.2 Ergebnisse der Analytik der Fische

In den nachfolgenden Abbildungen sind zunächst die Länge, das Gewicht und der ermittelte Korpulenzfaktor der Fische im Längsverlauf der Elbe abgebildet. Die Originaldaten sind in Anlage 2b abgebildet. Die Anzahl der Individuen ergibt sich aus Tabelle 3-2.

Die Abbildung 4-8 beschreibt die Längenverteilung der Fische an den jeweiligen Probenahmeorten. Zu beachten ist dabei, dass in der Grafik drei unterschiedliche Arten Brassen, Stinte und Barsche abgebildet sind. Jede Fischart weist artspezifische Längen-/Gewichtsbeziehungen auf. Aus diesem Grund ist ein sinnvoller Vergleich zwischen einzelnen Probenahmeorten nur zwischen Fischen der gleichen Art möglich. Der Stint als anadromer Wanderfisch sowie der Barsch weisen im Vergleich zum Brassen völlig unterschiedliche autökologische Eigenschaften auf. Beim Stint handelt es sich um eine verhältnismäßig kurzlebige Fischart, welche selten ein Alter von über 6 Jahren erreicht und einen Großteil seines Lebenszyklus im nahen Küstengewässer verbringt. Der Barsch unterscheidet sich vom Nahrungsanspruch vom Brassen und Stint dahingehend, dass dieser sich bei zunehmendem Alter vorwiegend piscivor ernährt, während Brassen eher als gründelnde, Benthos fressende Fische einzustufen sind.

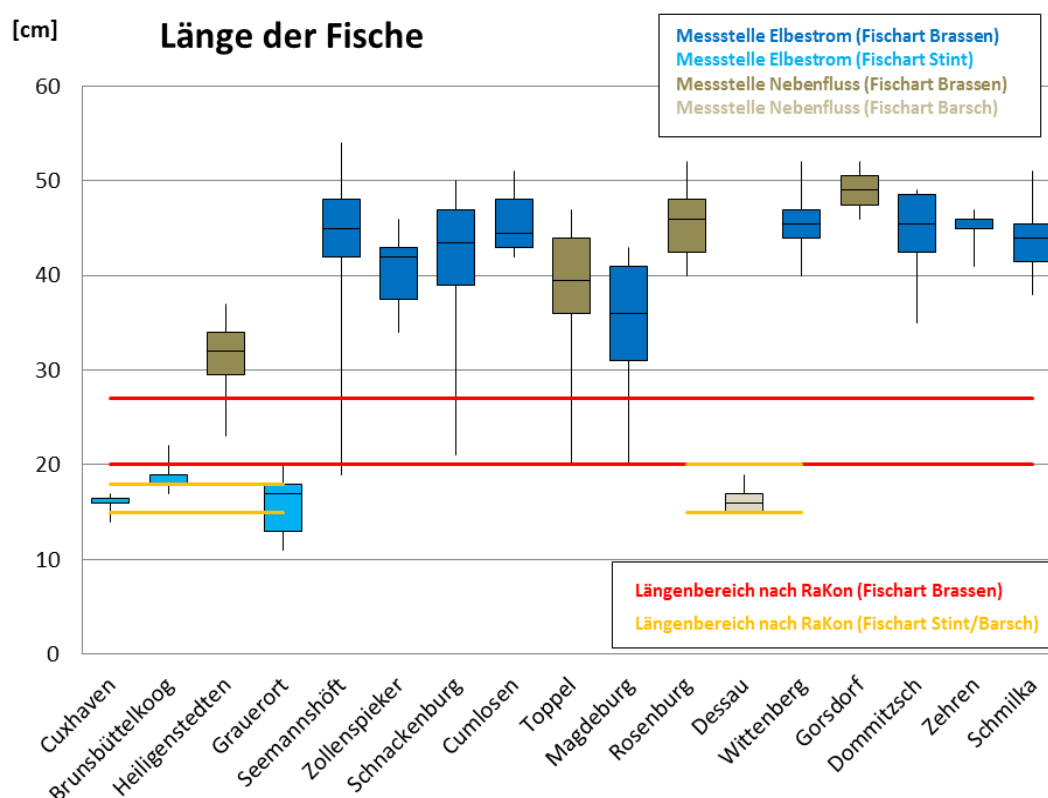


Abbildung 4-8: Längenverteilung der Fische je Messstelle und Angabe der Längensklassen nach RaKon IV.3 (Stand 27.10.2016)



Die Gewichtsverteilung der Brassen in Abbildung 4-9 ist ausgesprochen heterogen. Die Längenverteilung der Fänge lässt vermuten, dass es sich bei den gefangenen Exemplaren überwiegend um ältere Fische (> 5 Jahre handelt). Rückstellproben für Altersbestimmungen an Schuppen wurden genommen und für eine spätere optionale Untersuchung asserviert. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass ältere Fische tendenziell auch höhere Schadstoffgehalte aufweisen, da sie länger im Medium (Wasser) exponiert waren. Dieses kann jedoch aufgrund der Poolproben mit dieser Untersuchung nicht verifiziert werden.

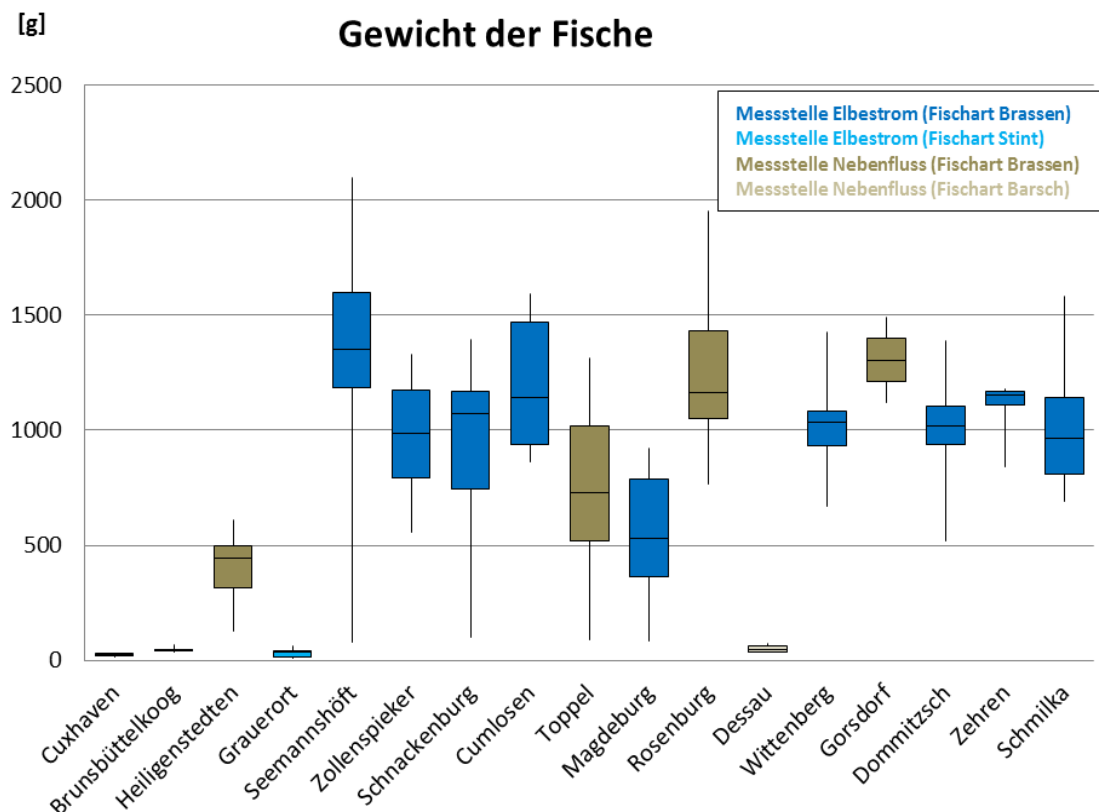


Abbildung 4-9: Gewichtsverteilung der Fische je Messstelle

Aus den Längen- und Gewichtsbeziehungen wurde der Korpulenzfaktor für jedes Individuum berechnet. Der Korpulenzfaktor ist u. a. ein Maß für den Ernährungszustand des Fisches, die Brassen an der Station Seemannshöft waren demnach am „besten“ genährt. Dieses passt auch zu dem an dieser Station für diese Fischart festgestellten höchsten Fettgehalt (3,5 %, vgl. Abbildung 4-11). Bekanntermaßen ist das Nahrungsangebot für diese Fischart in den strömungsberuhigten Bereichen des Hamburger Hafens hoch, so dass dieser Wert durchaus plausibel erklärbar ist. In durchströmteren Abschnitten der Elbe ist der Korpulenzfaktor der Tiere hingegen etwas niedriger.

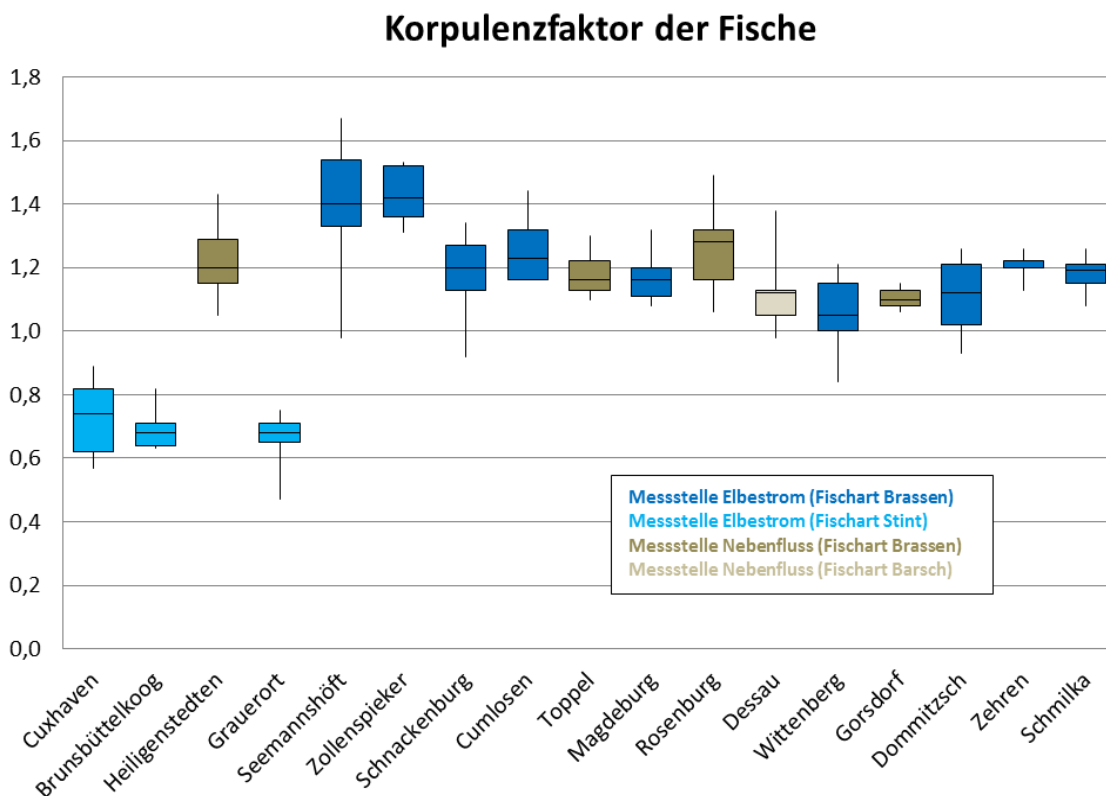


Abbildung 4-10: Verteilung des Korpulenzfaktors der Fische je Messstelle

In Abbildung 4-11 ist der Fettgehalt der Fischpoolproben dargestellt. Die Brassen im Bereich Seemannshöft (Standort Dradenauhafen, vgl. Anlage 3) ragen mit einem Fettgehalt von rund 3,5 % deutlich heraus.

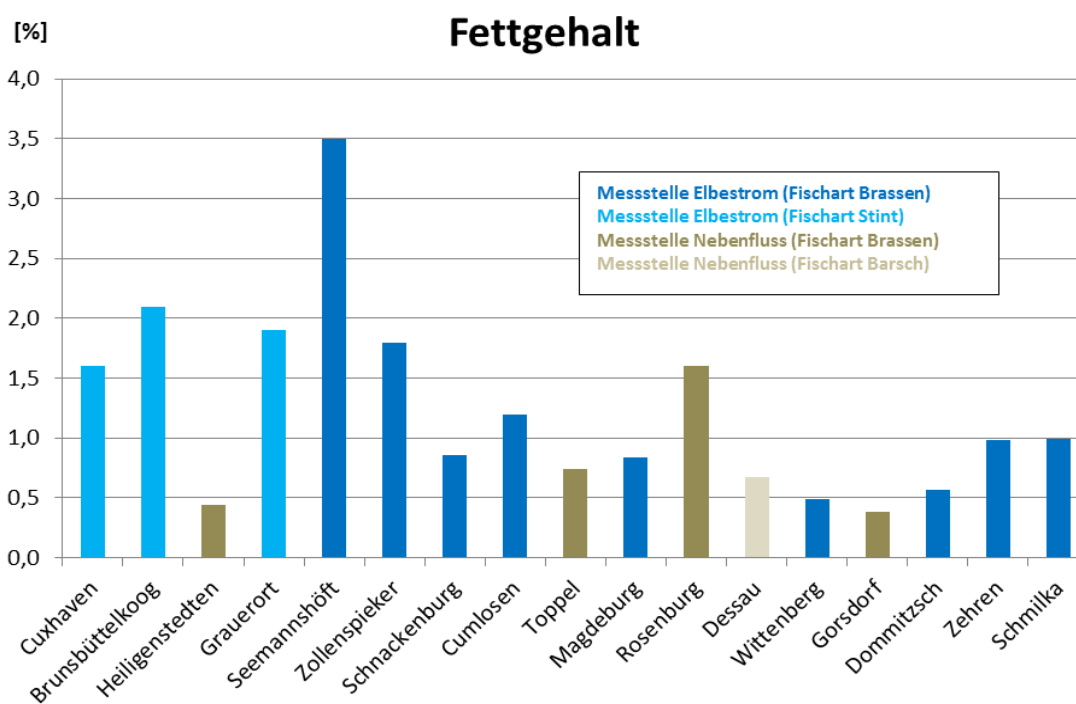


Abbildung 4-11: Darstellung der Fettgehalte im Elbe-Längsverlauf



Mit Hilfe einer Umrechnung auf fettnormierte Schadstoffgehalte kann ein ansatzweiser Vergleich zwischen den Schadstoffgehalten der unterschiedlichen Gewässerabschnitte untereinander hergestellt werden. Nachfolgend sind im Elbe-Längsverlauf jedoch zunächst einmal für die Parameter mit einer ausgewiesenen  $UQN_{Biota}$  nach OGewV (2016) die absoluten Werte (bezogen auf  $\mu\text{g}/\text{kg}$  Frischgewicht) gegen die entsprechenden  $UQN_{Biota}$  aufgetragen, um die Abweichungen zu dokumentieren. Eine Fettnormierung ist in der OGewV (2016) nicht vorgesehen. Für Stoffe mit einer UQN in der Wasserphase wurden zusätzliche Abbildungen angefertigt (vgl. Kap. 5).

### Bromierte Diphenylether (BDE)

Die  $UQN_{Biota}$  der BDE ( $0,0085 \mu\text{g}/\text{kg}$  FG) wird an allen Messstellen überschritten. Von allen Messungen wurden in der Stör die geringste Konzentration ( $0,06 \mu\text{g}/\text{kg}$  FG) und in der Elbe bei Wittenberg die höchste Konzentration ( $1,96 \mu\text{g}/\text{kg}$  FG) gemessen (vgl. Abbildung 4-12).

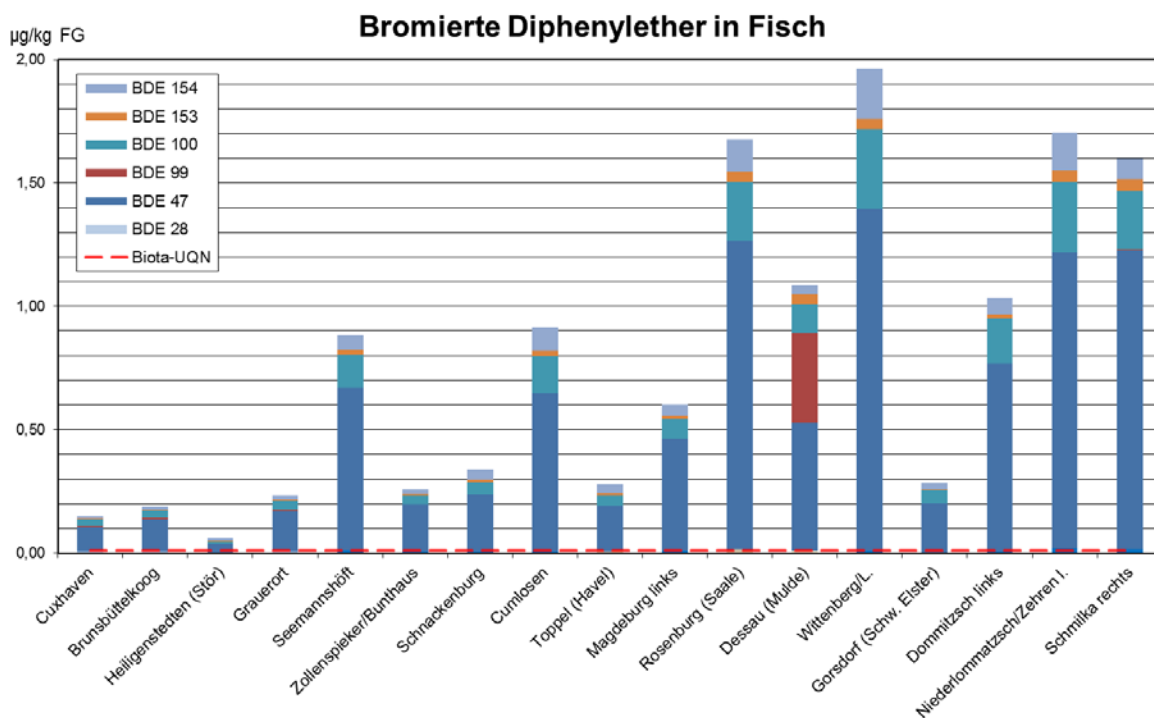


Abbildung 4-12: Konzentrationen der bromierten Diphenylether (summiert) im Elbe-Längsverlauf gegenüber der  $UQN_{Biota}$  in Fisch



## Hexachlorbenzol (HCB)

Die  $UQN_{\text{Biota}}$  (10  $\mu\text{g}/\text{kg}$  FG) für HCB wird an allen Messstellen eingehalten. Von allen Messungen wurden in der Schwarzen Elster die geringste Konzentration ( $< 0,1$   $\mu\text{g}/\text{kg}$  FG) und in der Elbe bei Zehren die höchste Konzentration (8,97  $\mu\text{g}/\text{kg}$  FG) gemessen (vgl. Abbildung 4-13).

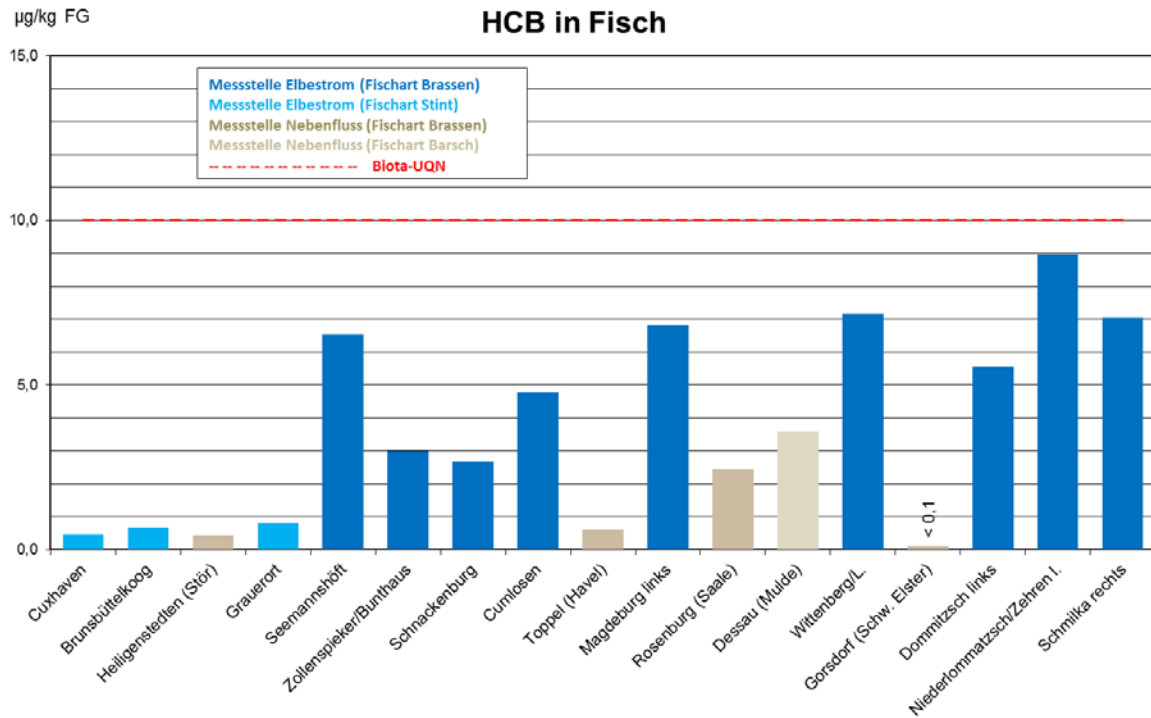


Abbildung 4-13: Konzentrationen von Hexachlorbenzol (HCB) im Elbe-Längsverlauf gegenüber der  $UQN_{\text{Biota}}$  in Fisch



## Hexachlorbutadien (HCBd)

Die  $UQN_{\text{Biota}}$  (55  $\mu\text{g}/\text{kg}$  FG) für HCBd wird an allen Messstellen eingehalten. Nur an fünf Messstellen wurden Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze (0,01  $\mu\text{g}/\text{kg}$  FG) gemessen. Die höchste Konzentration (0,41  $\mu\text{g}/\text{kg}$  FG) wurde in der Elbe bei Schmilka festgestellt (vgl. Abbildung 4-14).

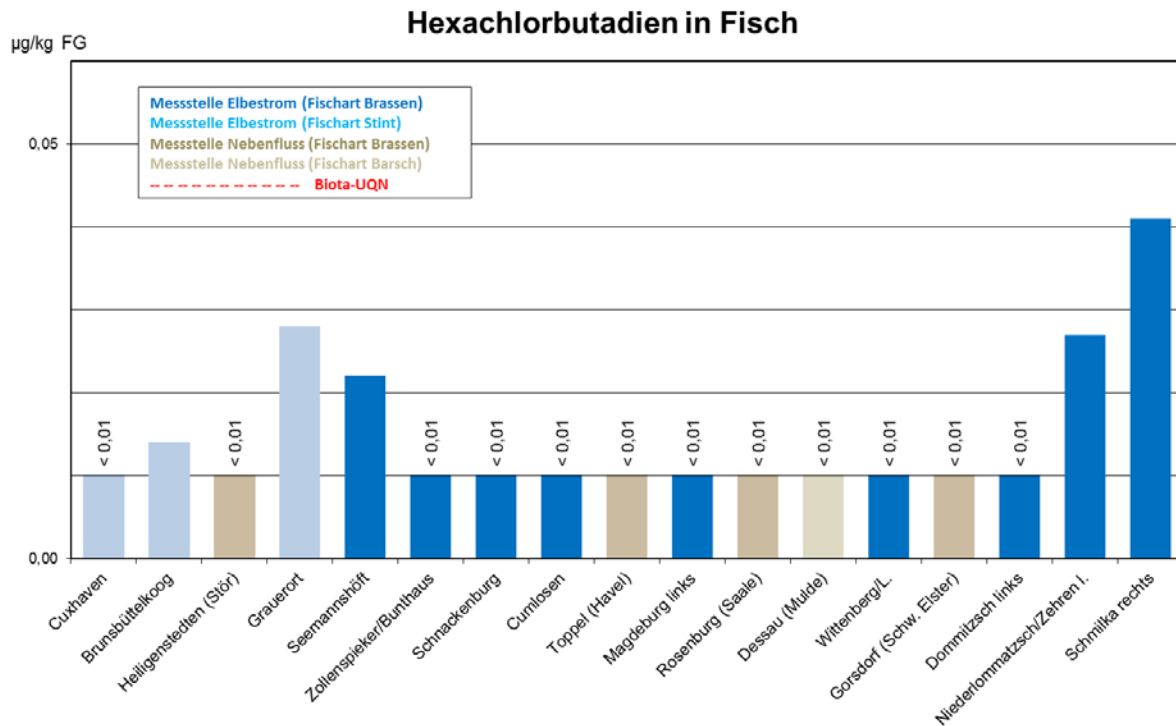


Abbildung 4-14: Konzentrationen von Hexachlorbutadien (HCBd) im Elbe-Längsverlauf gegenüber der  $UQN_{\text{Biota}}$  in Fisch (außerhalb des Darstellungsbereiches)

## Quecksilber (Hg)

Die UQN<sub>Biota</sub> (20 µg/kg FG) für Hg wird an allen Messstellen überschritten. Von allen Messungen wurde in der Stör die geringste Konzentration (45,9 µg/kg FG) und in der Schwarzen Elster die höchste Konzentration (391 µg/kg FG), mit vergleichbaren Werten in Schmilka, Zehren, Domnitzsch, Wittenberg und Cumlosen gemessen (vgl. Abbildung 4-15). Die Ergebnisse bestätigen die bundesweite Bewertung des chemischen Zustands als nicht gut.

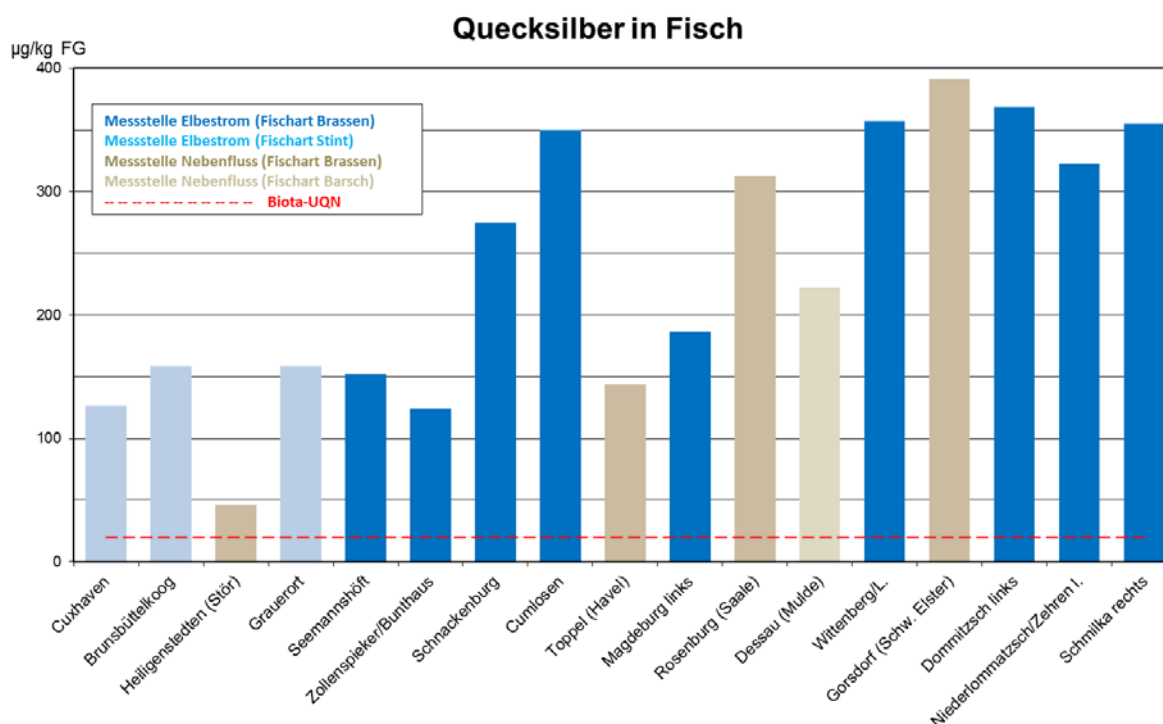


Abbildung 4-15: Konzentrationen von Quecksilber (Hg) im Elbe-Längsverlauf gegenüber der UQN<sub>Biota</sub> in Fisch

## Dicofol

Die UQN<sub>Biota</sub> (33 µg/kg FG) für Dicofol wird an allen Messstellen eingehalten. Alle Messungen lagen unter der Bestimmungsgrenze von 9 µg/kg FG. Auf ein Diagramm wird daher verzichtet.

Für Dicofol gibt es auch eine JD-UQN (0,0013 µg/l). Im Zeitraum 2014 bis 2016 liegen nahezu alle Messwerte der Gesamtwasserproben unter der Bestimmungsgrenze. Die JD-UQN kann derzeit nicht an allen Messstellen auf Einhaltung überprüft werden, da die Analytik in vielen Fällen nicht ausreichend sensitiv ist und die Bestimmungsgrenze über der JD-UQN liegt (vgl. Kap. 5).



## Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS)

Die  $UQN_{Biota}$  (9,1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  FG) für PFOS wird an zehn Messstellen überschritten. Von allen Messungen wurden in der Elbe bei Cuxhaven die geringste Konzentration (3,2  $\mu\text{g}/\text{kg}$  FG) und in der Elbe bei Seemannshöft die höchste Konzentration (18,4  $\mu\text{g}/\text{kg}$  FG) gemessen (vgl. Abbildung 4-16). Wie bei allen Stoffen, deren Messwerte über der Bestimmungsgrenze liegen, liegt der Messwert der Fische, die bei Schnackenburg gefangen wurden, unter dem Messwert der Fische, die bei Cumlosen gefangen wurden. Diese Probenahmestellen in der Elbe liegen ca. 4 km auseinander. Für PFOS ergibt der Vergleich mit der  $UQN_{Biota}$  für Schnackenburg eine Einhaltung und für Cumlosen eine Überschreitung (vgl. hierzu auch Kapitel 4.2.3).

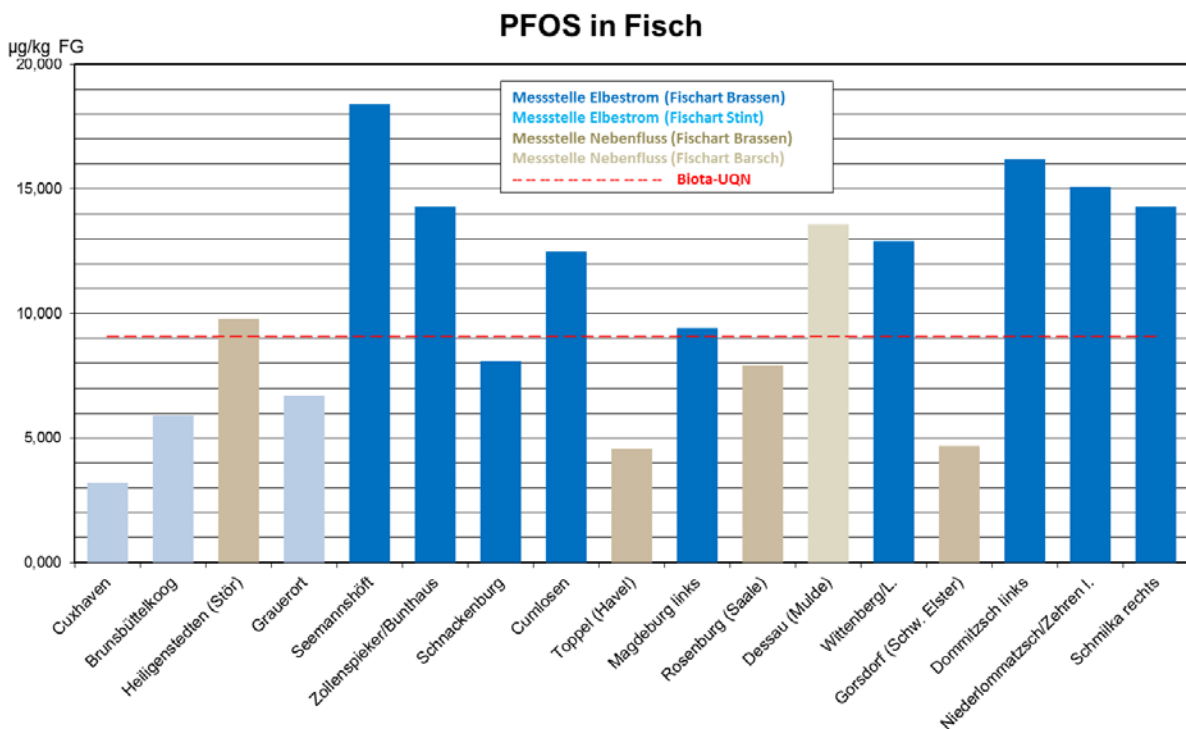


Abbildung 4-16: Konzentrationen von PFOS im Elbe-Längsverlauf gegenüber der  $UQN_{Biota}$  in Fisch





Für PFOS gibt es auch eine JD-UQN (0,00065 µg/l). Diese wird im Zeitraum 2014 bis 2016 an allen Messstellen überschritten (vgl. Abbildung 4-17). Sie kann derzeit aber nicht an allen Messstellen auf Einhaltung überprüft werden, da die Analytik nicht ausreichend sensitiv ist und die Bestimmungsgrenze teilweise über der JD-UQN liegt (vgl. Kap. 5).

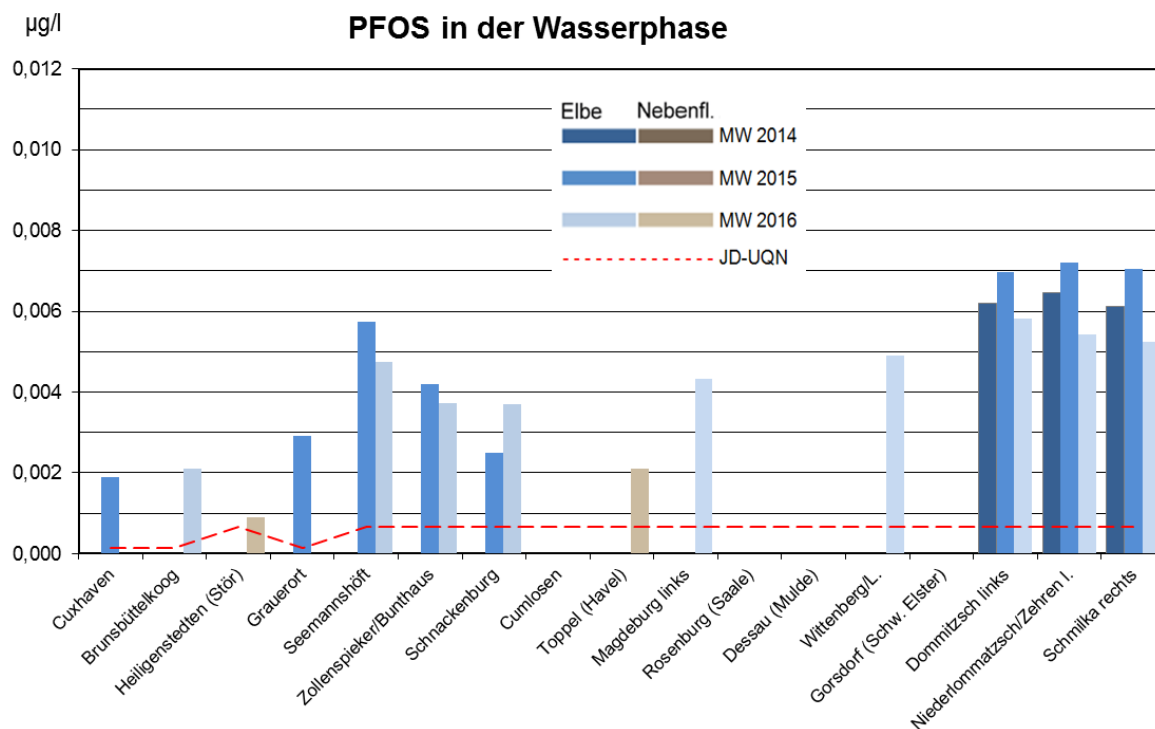


Abbildung 4-17: Mittelwerte der Gesamtwasserkonzentrationen an PFOS der Jahre 2014 bis 2016 an den Messstellen im Elbe-Längsverlauf gegenüber der JD-UQN (für Übergangsgewässer abweichend)



### Dioxine und dioxinähnliche Verbindungen (Summe PCDD + PCDF + dl-PCB)

Die  $UQN_{\text{Biota}}$  (0,0065  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TEQ) für die Summe PCDD + PCDF + dl-PCB wird an allen Messstellen eingehalten. Von allen Messungen wurden in der Schwarzen Elster die geringste Konzentration (0,0003  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TEQ) und in der Elbe bei Seemannshöft die höchste Konzentration (0,0048  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TEQ) gemessen (vgl. Abbildung 4-18).

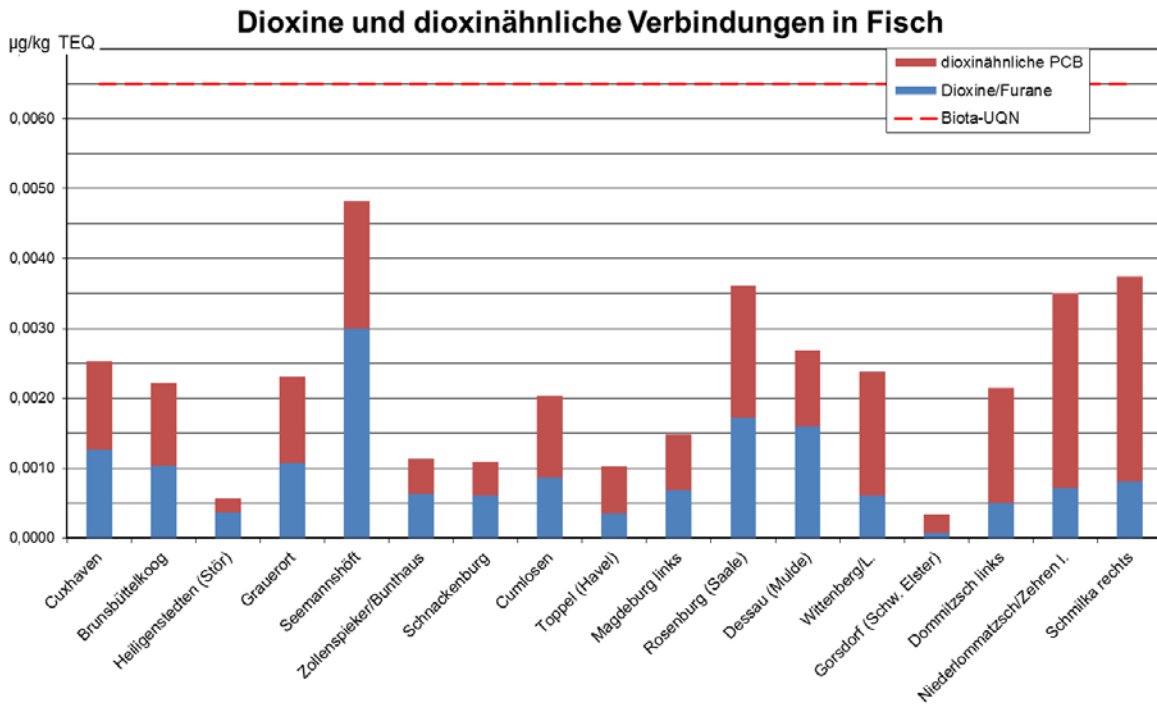


Abbildung 4-18: Konzentrationen der Dioxine, Furane und dl-PCB (summiert) im Elbe-Längsverlauf gegenüber der  $UQN_{\text{Biota}}$  in Fisch

### Hexabromcyclododecan (HBCDD)

Die UQN<sub>Biota</sub> (167 µg/kg FG) für HBCDD wird an allen Messstellen weit unterschritten. Von allen Messungen wurden in der Stör die geringste Konzentration (0,01 µg/kg FG) und in der Saale die höchste Konzentration (2,2 µg/kg FG) gemessen (vgl. Abbildung 4-19).

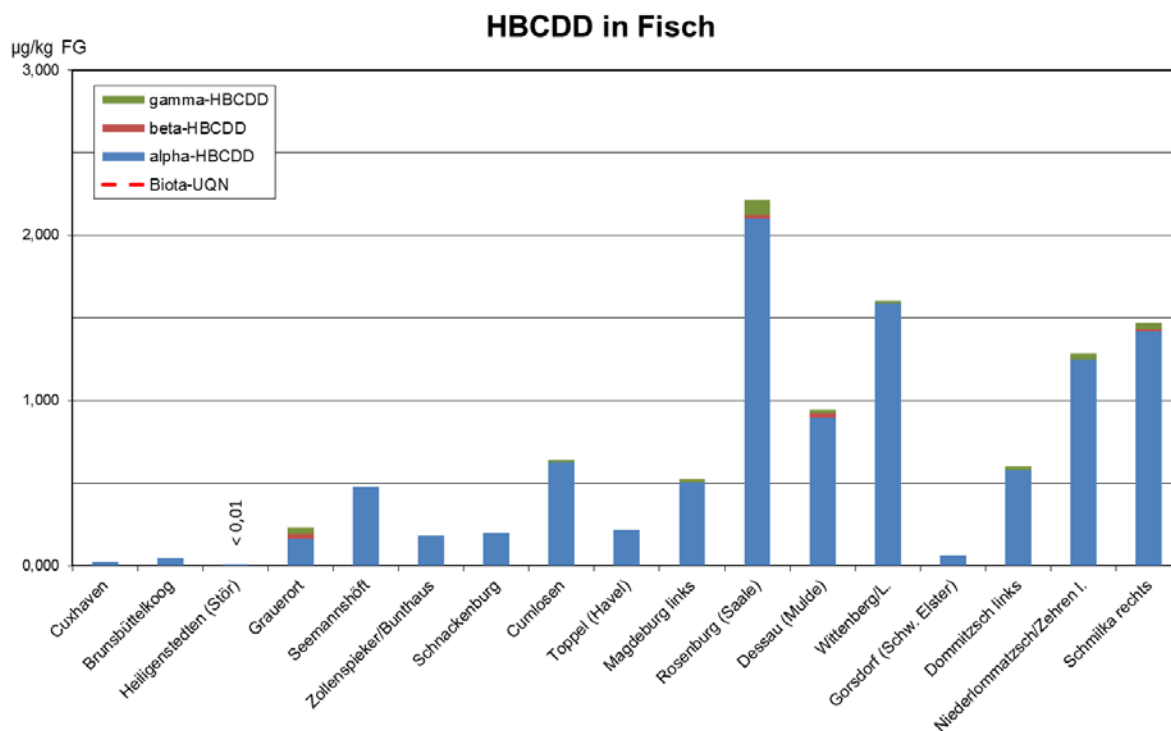


Abbildung 4-19: Konzentrationen von HBCDD (alpha-, beta- und gamma- Isomere) im Elbe-Längsverlauf gegenüber der UQN<sub>Biota</sub> in Fisch (außerhalb des Darstellungsbereiches)



Für HBCDD gibt es auch eine JD-UQN (0,0016 µg/l). Diese wird im Zeitraum 2014 bis 2016 nur in der Elbe bei Schnackenburg überschritten (vgl. Abbildung 4-20). Sie kann aber derzeit nicht an allen Messstellen auf Einhaltung überprüft werden, da die Analytik teilweise nicht ausreichend sensitiv ist und die Bestimmungsgrenze über der JD-UQN liegt. Daher wird u. a. auf die Darstellung der Mittelwerte der Messstellen Toppel (2016), Magdeburg (2016), Rosenberg (2015, 2016), Dessau (2015, 2016), Wittenberg (2016) und Gorsdorf (2016) verzichtet (vgl. Kap. 5).

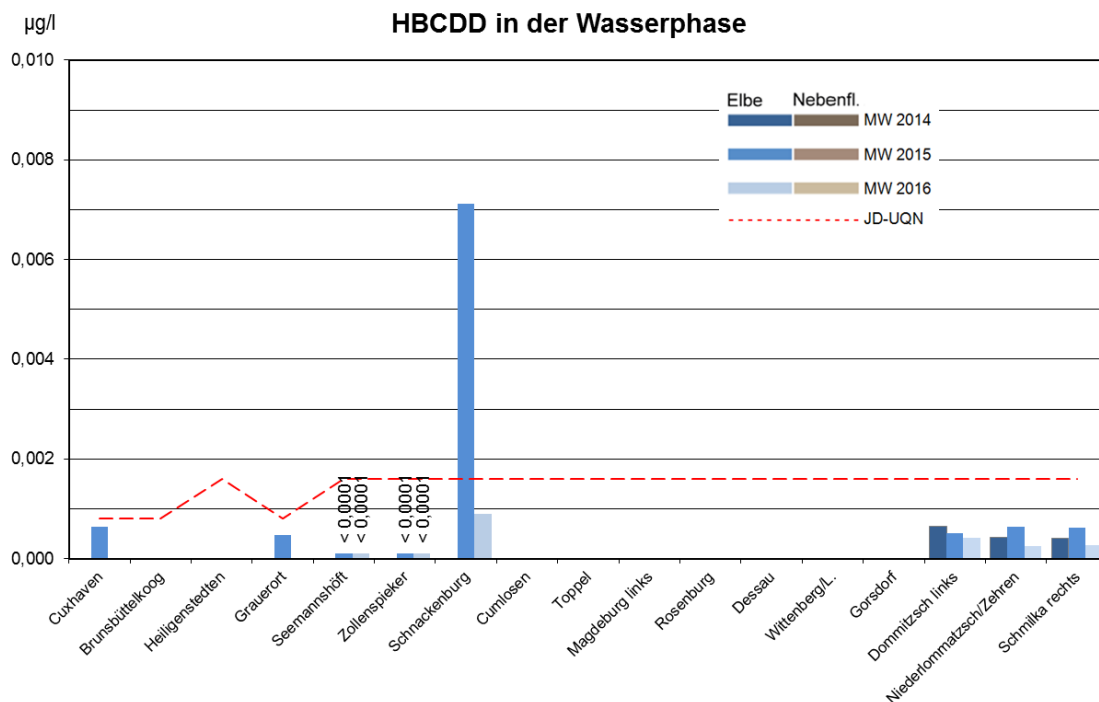


Abbildung 4-20: Mittelwerte der Gesamtwasserkonzentrationen an HBCDD der Jahre 2014 bis 2016 an den Messstellen im Elbe-Längsverlauf gegenüber der JD-UQN (für Übergangsgewässer abweichend)

### Heptachlor und Heptachlorepoxid

Die UQN<sub>Biota</sub> (0,0067 µg/kg FG) für Heptachlor und Heptachlorepoxid wird an zwei Messstellen eingehalten (Grauerort und Gorsdorf, in beiden Fällen auch unterhalb der BG). Von allen übrigen Messungen mit Werten oberhalb der UQN<sub>Biota</sub> wurden in der Stör und der Havel die geringsten Konzentrationen (0,008 µg/kg FG) und in der Mulde die höchste Konzentration (0,45 µg/kg FG) gemessen. Messungen über der Bestimmungsgrenze wurden überhaupt nur für cis-Heptachlorepoxid festgestellt (vgl. Abbildung 4-21).

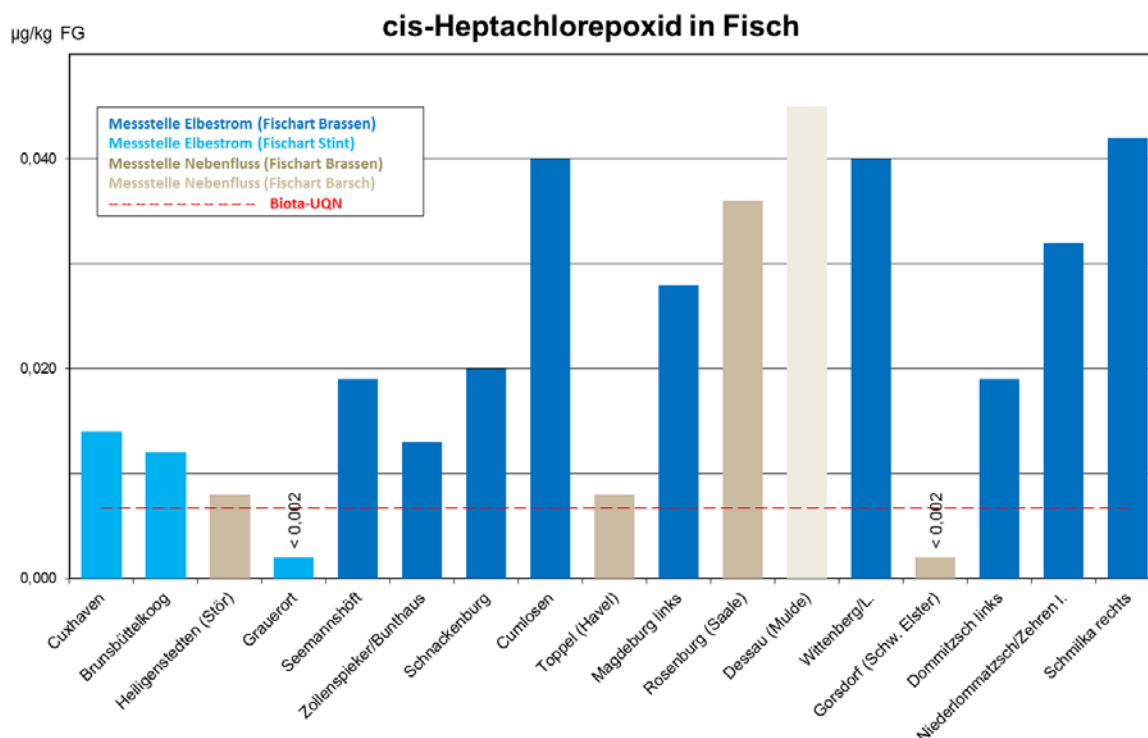


Abbildung 4-21: Konzentrationen von Heptachlorepoxid (cis-Isomer) im Elbe-Längsverlauf gegenüber der UQN<sub>Biota</sub> in Fisch

Für Heptachlor und Heptachlorepoxid gibt es auch eine JD-UQN (0,0000002 µg/l). Sie kann derzeit an keiner Messstelle auf Einhaltung überprüft werden, da die Analytik nicht ausreichend sensitiv ist und die Bestimmungsgrenze über der JD-UQN liegt. Daher wird auch hier auf die Darstellung verzichtet.

Für die Parameter Pentachlorbenzol, die sechs Indikator-PCB sowie die vier Hexachlorcyclohexan-Isomere (keine ausgewiesene UQN<sub>Biota</sub>) sind nachfolgend die fettnormierten Schadstoffgehalte im Elbe-Längsverlauf dargestellt. Da sich die organischen Schadstoffe bevorzugt im Fettgewebe anreichern, werden die Analyseergebnisse durch die Fettnormierung besser vergleichbar. Es bestehen trotzdem große Unsicherheiten hinsichtlich der Beeinflussung der Bioakkumulation durch standort- und artspezifische Faktoren. Für Blei, Cadmium und Quinoxifen wird an dieser Stelle auf eine Umrechnung und grafische Darstellung verzichtet, da die Messergebnisse überwiegend unterhalb der BG liegen. Die Rohdaten sind komplett in der Anlage 4a und Anlage 4b abgebildet.



### Pentachlorbenzol (PeCB)

Für diesen Parameter zeigt sich die vergleichsweise geringe Belastung in den Nebenflüssen – insbesondere Schwarze Elster und Havel – sowie im Übergangsbereich der Tideelbe (vgl. Abbildung 4-22). Der überwiegend mit Schwebstoffen aus dem tschechischen Elbabschnitt eingetragene Schadstoff prägt sich auch in den Fischen offensichtlich bis in die untere Mittelelbe durch.

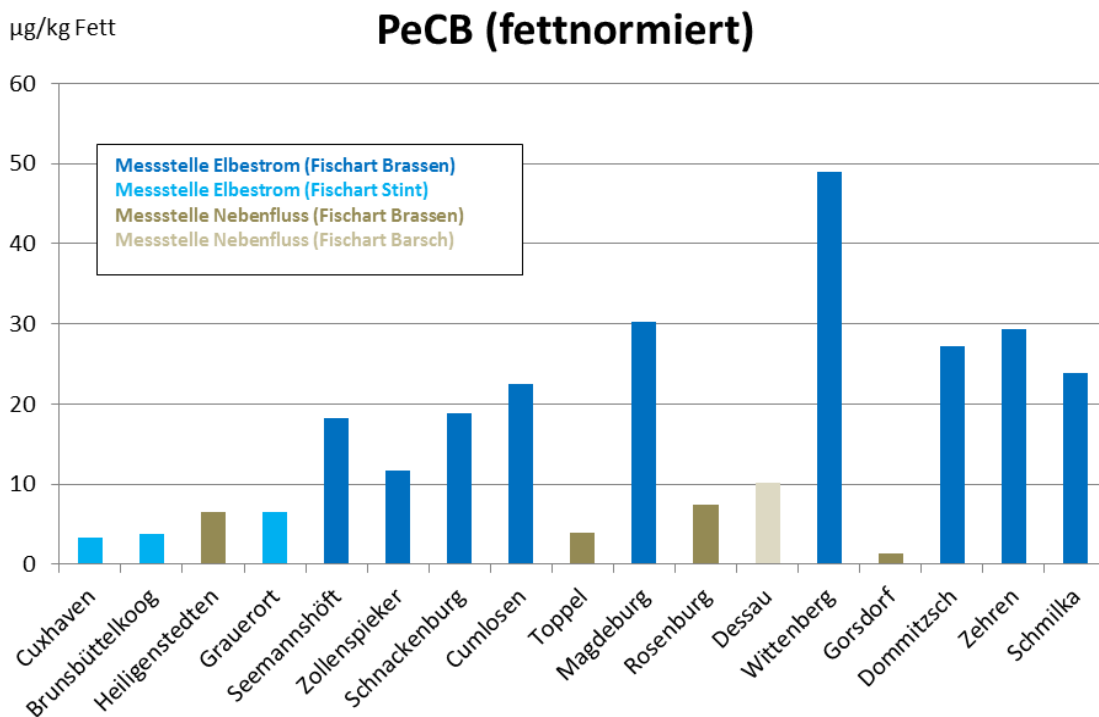


Abbildung 4-22: fettnormierte Darstellung der Gehalte an Pentachlorbenzol im Elbe-Längsverlauf



### Polychlorierte Biphenyle (PCB)

In Abbildung 4-23 sind die sechs Indikator-PCBs aufsummiert und ebenfalls fettnormiert dargestellt. Die stark erhöhten Gehalte im oberen Abschnitt der deutschen Elbe – in der Abbildung lediglich unterbrochen durch den Zufluss der Schwarzen Elster bei Gorsdorf – belegen in beeindruckender Weise die Bioakkumulation in Folge der PCB-Freisetzung im Jahr 2015 im Elbabschnitt in der Tschechischen Republik. Ein umfangreicher Vergleichsdatensatz zur Belastung mit PCBs ist über das Fachinformationssystem (FIS) der FGG Elbe abrufbar.

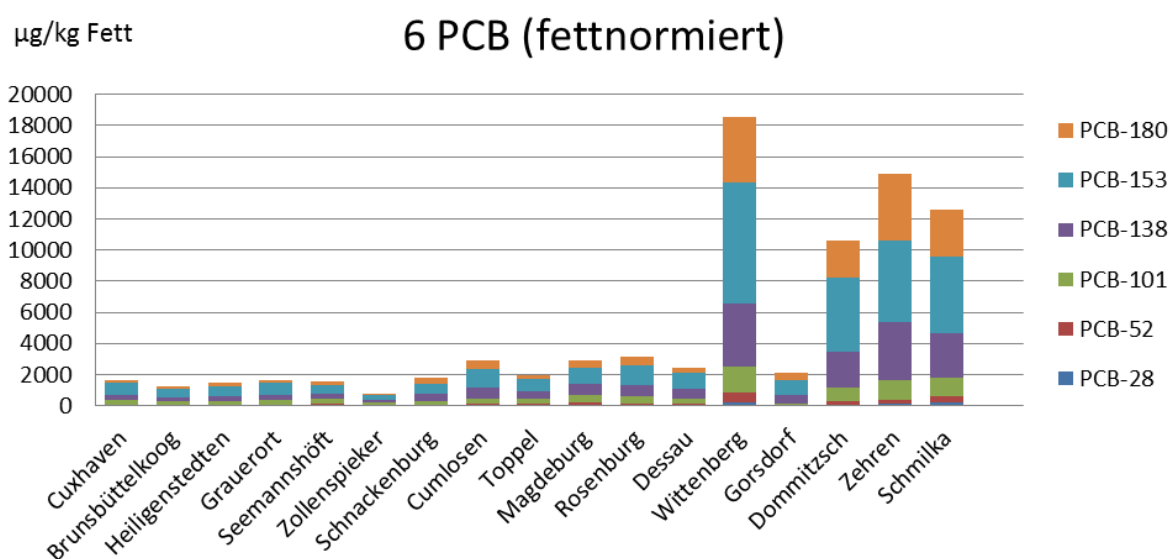


Abbildung 4-23: Fettnormierte Darstellung der Gehalte an sechs Indikator-PCB im Elbe-Längsverlauf



### Hexachlorcyclohexane

Für die Verbindungen der Hexachlorcyclohexane dagegen zeigen sich auch im Jahr 2016 noch die Auswirkungen der Remobilisierung aus Altlasten/historischen Schadstoffdepots im Bereich der Mulde (vgl. Abbildung 4-24).

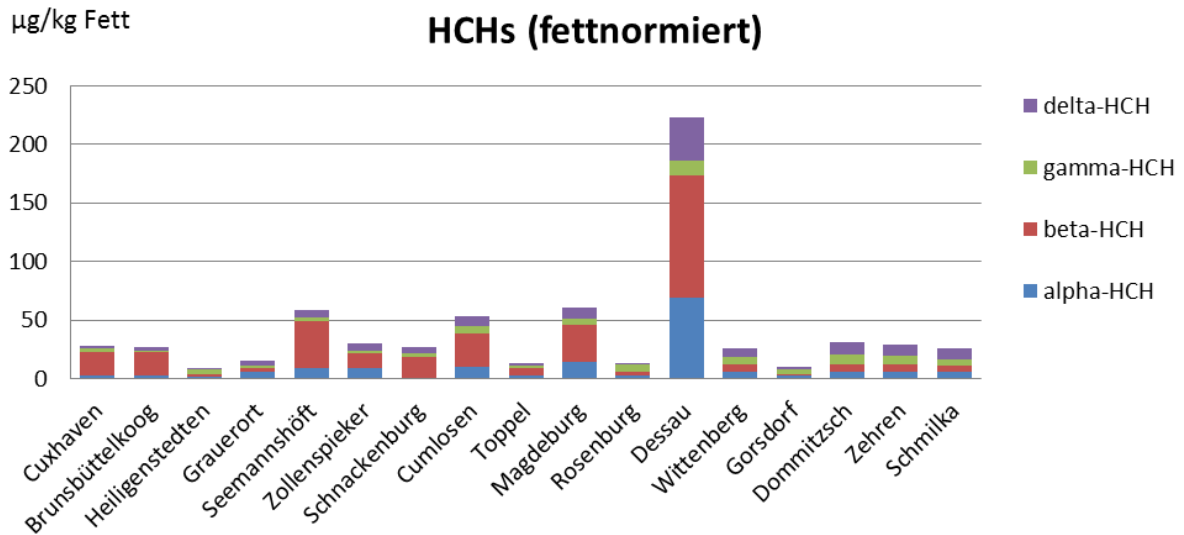


Abbildung 4-24: Fettnormierte Darstellung der Gehalte an vier Hexachlorcyclohexan-Isomeren im Elbe-Längsverlauf





### 4.2.3 Zusammenfassung und Bewertung für die Fische

Die Untersuchungen wurden an gepoolten Fischproben durchgeführt. Die Poolproben bestanden dabei aus allen an diesem Ort gefangenen Brassen bzw. Stinten und Barschen. Die Alterszusammensetzung, hilfsweise die Längenverteilung, und die Anzahl der Fische der einzelnen Poolproben waren nicht identisch.

Bei den Stinten und den Barschen gelang es aufgrund von mengenmäßig nicht ausreichendem Probematerial (Filets) nicht, die Poolproben aus gleichgroßen Gewichtsanteilen der Filets einzelner Fische zu bilden. Dieses erschwert die Interpretation dahingehend, das nicht ausgeschlossen werden kann, dass durch dieses Vorgehen das Ergebnis „verzerrt“ sein könnte.

Aufgrund der beschriebenen methodisch bedingten Vorgehensweise sind die Analysenergebnisse nur standortspezifisch bewertbar. Das heißt jedes Untersuchungsergebnis stellt einen Einzelbefund der jeweiligen Poolprobe an dem betreffenden Probenahmeort dar. Die Herstellung räumlicher Zusammenhänge und Entwicklungen der Schadstoffgehalte der untersuchten Proben bzw. naheliegende Vergleiche von Einzelproben unterschiedlicher Orte sind streng wissenschaftlich betrachtet aus statistischen Gründen nicht zulässig bzw. irreführend.

Dieses vorausgeschickt, ist zu konstatieren:

Überschreitungen der  $UQN_{\text{Biota}}$  an allen Messstellen wurden für Hg (Faktor 2 bis 20) und BDE (Faktor 7 bis 230) festgestellt.

Die  $UQN_{\text{Biota}}$  für Dioxine, HCB, HCBd, HBCDD und Dicofol wurden an allen Messstellen eingehalten.

Überschreitungen der  $UQN_{\text{Biota}}$  an einer bis zehn Messstellen sind für Heptachlor und Heptachlorepid sowie PFOS zu verzeichnen (Fluoranthen und Benzo[a]pyren siehe Muscheln).

Die Messergebnisse in Schnackenburg und Cumlosen zeigen, dass bereits Probenahmen im Abstand von wenigen Kilometern an Probenahmeorten mit unterschiedlichen Bedingungen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen (vgl. auch Anlage 3).

Liegen sowohl eine  $UQN_{\text{Biota}}$  als auch eine JD- $UQN$  für die Gesamtwasserprobe vor, fallen die Bewertungen (Einhaltung/Überschreitung) bei Fluoranthen, Benzo[a]pyren und PFOS unterschiedlich aus. Das verdeutlicht, dass die Vorgabe der OGeV (2016), bei der Einstufung der Stoffe in den chemischen Zustand vorrangig die Auswertung der  $UQN_{\text{Biota}}$  heranzuziehen ist, bei der Zustandsbewertung beachtet werden muss (vgl. Kap. 5).



### 4.3 Qualitätssicherung der Messergebnisse

Die Analysen der Muschel- und Fischproben wurden von akkreditierten Laboren durchgeführt. Vergleiche mit ähnlichen Messkampagnen von einzelnen Bundesländern sowie den langfristigen Zeitreihen der Umweltprobenbank des Bundes (UPB) haben ergeben, dass die Ergebnisse der Messungen für die entsprechenden Parameter in ähnlichen Wertebereichen liegen und damit plausibel erscheinen.

Im nachfolgenden Beispiel sind die aus den Jahren 1993 bis 2016 verfügbaren Daten aus der UPB für den Gehalt an HCB an der Messstelle Prossen/Schmilka gegenüber den Ergebnissen aus dem Biotaprojekt der FGG Elbe und weiteren Untersuchungen des Landes Sachsen im Vergleich mit der aktuellen UQN aufgetragen (ohne Fettnormierung). Es sei allerdings nochmal darauf hingewiesen, dass die Daten aufgrund der unterschiedlichen Rahmenbedingungen (Anzahl und Größe der Individuen, Fettgehalte, Probenahmezeiten, etc.) nur sehr bedingt miteinander vergleichbar sind. Zumindest aber wurden alle Analysen in gepoolten Proben der Fischart Brassen durchgeführt. Die Schwankungen der Ergebnisse für 2016 liegen trotz der beschriebenen Unsicherheiten etwa im messtypischen Bereich.

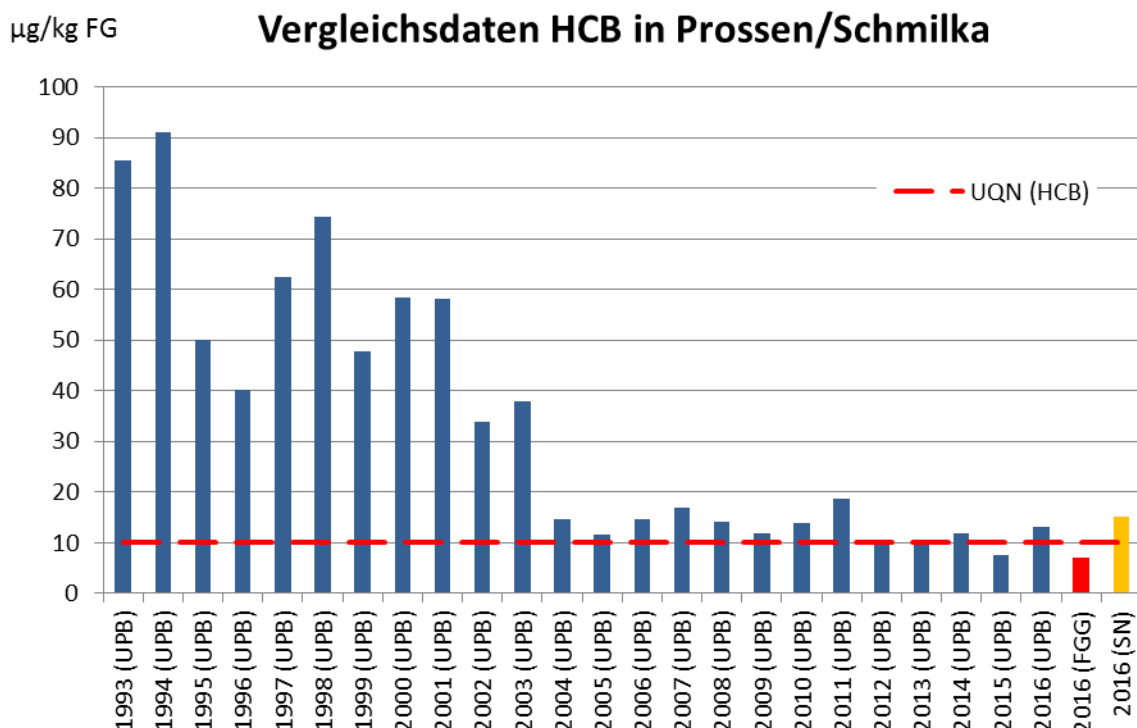


Abbildung 4-25: Darstellung der Gehalte an HCB an der Messstelle Prossen/Schmilka (Daten 1993-2016 der UPB – blau, zum Vergleich Daten der FGG Elbe – rot und Sachsen – gelb für 2016)



## 5 Vergleich der Ergebnisse der UQN-Auswertung

Für sechs der gemessenen Stoffe gibt es sowohl eine Biota-UQN als auch eine JD-UQN. In diesen Fällen sieht die OGeV 2016 (Anlage 8, Tabelle 2, Fußnote 2) vor: „Sind für einen Stoff Biota-UQN und JD-UQN für die Gesamtwasserphase vorgesehen, darf die JD-UQN der Einstufung nur zugrunde gelegt werden, wenn die Erhebung der Biotadaten nicht möglich ist.“

Die Daten des KEMP 2016 (vgl. Abbildung 4-2, Abbildung 4-3, Abbildung 4-17, Abbildung 4-20) und die Ergebnisse des Projektes ermöglichen eine Gegenüberstellung der Auswertungen der Biota-UQN und der JD-UQN (Tabelle 5-1). Der Vergleich der Ergebnisse ergibt, dass die Anzahl der Messstellen mit Überschreitungen der UQN für Biota und der JD-UQN für Gesamtwasserproben bei Fluoranthen, Benzo[a]pyren, Heptachlor/Heptachlorepoxid und PFOS unterschiedlich ist. Für Dicofol und HBCDD werden bei beiden Auswertungen die UQN an allen Messstellen eingehalten. Für Dicofol, HBCDD und PFOS ist die Analytik der Gesamtwasserproben von vielen Messstellen und für Heptachlor/Heptachlorepoxid von allen Messstellen nicht ausreichend sensitiv, um die JD-UQN auf Einhaltung zu prüfen.

*Tabelle 5-1: Übersicht der Auswertung der Stoffe mit Biota-UQN und JD-UQN mit Angabe der Anzahl Messstellen und Anzahl der Messstellen mit Überschreitung (Jahr 2016); Legende: Anzahl beprobter Messstellen / Anzahl Messstellen, an denen die UQN aufgrund der nicht ausreichend sensitiven Analytik nicht überprüft werden konnte / Anzahl Messstellen mit Überschreitung der UQN*

Stoffname	Auswertung der JD-UQN	Auswertung der Biota-UQN
Fluoranthen	14/0/11	13/0/2
Benzo[a]pyren	14/0/14	13/0/3
Dicofol	10/2/0	17/0/0
PFOS	11/3/11	17/0/8
HBCDD	10/4/0	17/0/0
Heptachlor/Heptachlorepoxid	10/10/0	17/0/15

Der Vergleich der Abweichungsfaktoren der Messungen zur UQN zeigt, auch die Höhe der Abweichung zur UQN fällt insbesondere bei Fluoranthen, Benzo[a]pyren und PFOS für die Biotauntersuchungen und Messungen in der Gesamtwasserprobe unterschiedlich aus:

Für Fluoranthen (Abbildung 5-1) überschreitet der Mittelwert 2016 der Gesamtwasserprobe in Niederlommatsch/Zehren die JD-UQN um den Faktor 2,7, die Biota-UQN wird mit dem Faktor 0,26 unterschritten. Die Messungen in Wittenberg zeigen dagegen eine Überschreitung der UQN in fast gleicher Höhe (Gesamtwasser: 1,43; Muscheln: 1,37).

Die UQN für Benzo[a]pyren (Abbildung 5-2) werden in Niederlommatsch/Zehren durch den Mittelwert 2016 der Gesamtwasserprobe um den Faktor 34 überschritten und durch die Messung in Muscheln mit dem Faktor 0,15 unterschritten. In Toppel liegen die Abweichungsfaktoren nicht so weit auseinander (Gesamtwasser: 2,9; Muscheln: 0,056).

Auch für PFOS sind die Abweichungsfaktoren der Mittelwerte 2016 und der Konzentrationen in Fischen zur UQN an den Messstellen unterschiedlich hoch (Abbildung 5-3). In Brunsbüttel liegen sie bei 15 für die Gesamtwasserproben und bei 0,6 für die Konzentration in Fischen



und in Heiligenstedten in fast gleicher Höhe (Gesamtwasser: 1,4; Muscheln: 1,1). Die hohe Abweichung bei den Gesamtwasserproben resultiert auch aus der strengeren JD-UQN für den Tidebereich (Übergangsgewässer). Die höchste Abweichung für die Gesamtwasserproben im Binnenbereich liegt in Dommitzsch mit 9 (Biota: 1,8) vor.

Die Biota-UQN für Fluoranthene, Benzo[a]pyren und PFOS sind für das Schutzgut „menschliche Gesundheit“ (Verzehr von Fischen und Fischereierzeugnissen) abgeleitet. Die JD-UQN wurden mit einem Bioakkumulationsfaktor aus der Biota-UQN errechnet. Der Vergleich der Auswertungen der UQN zeigt, dass die Ergebnisse der Gesamtwasserproben und der Konzentrationen in Muscheln bzw. Fischen nicht korrespondieren.

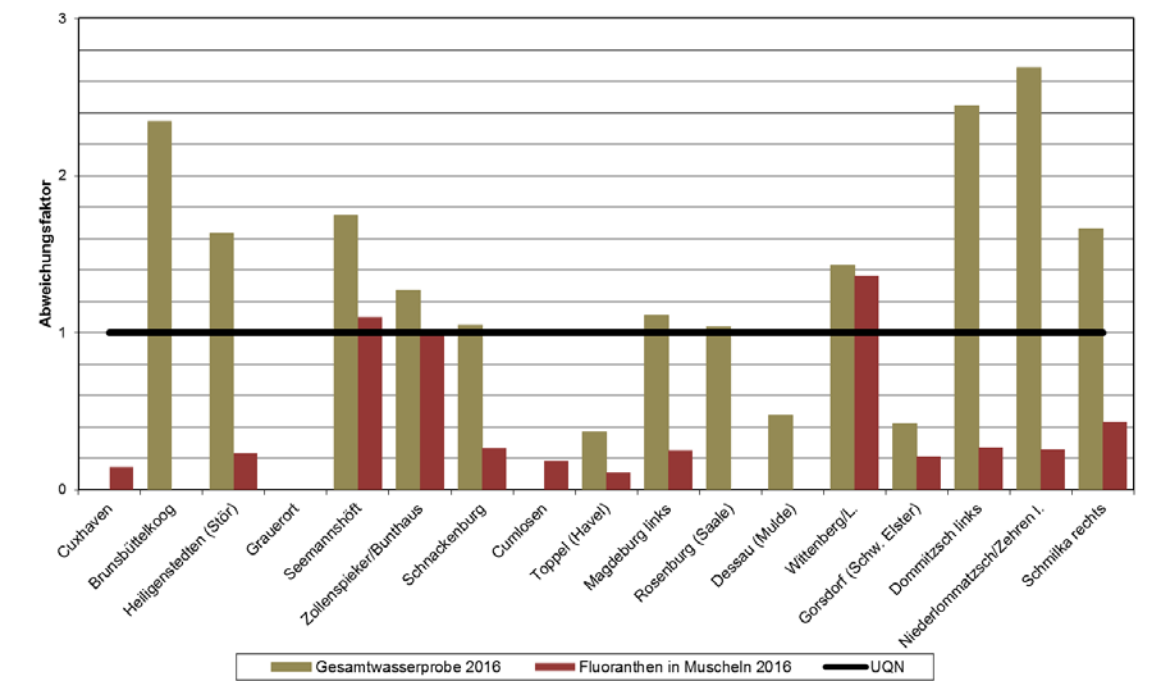


Abbildung 5-1: Abweichungsfaktoren von der UQN für Fluoranthene

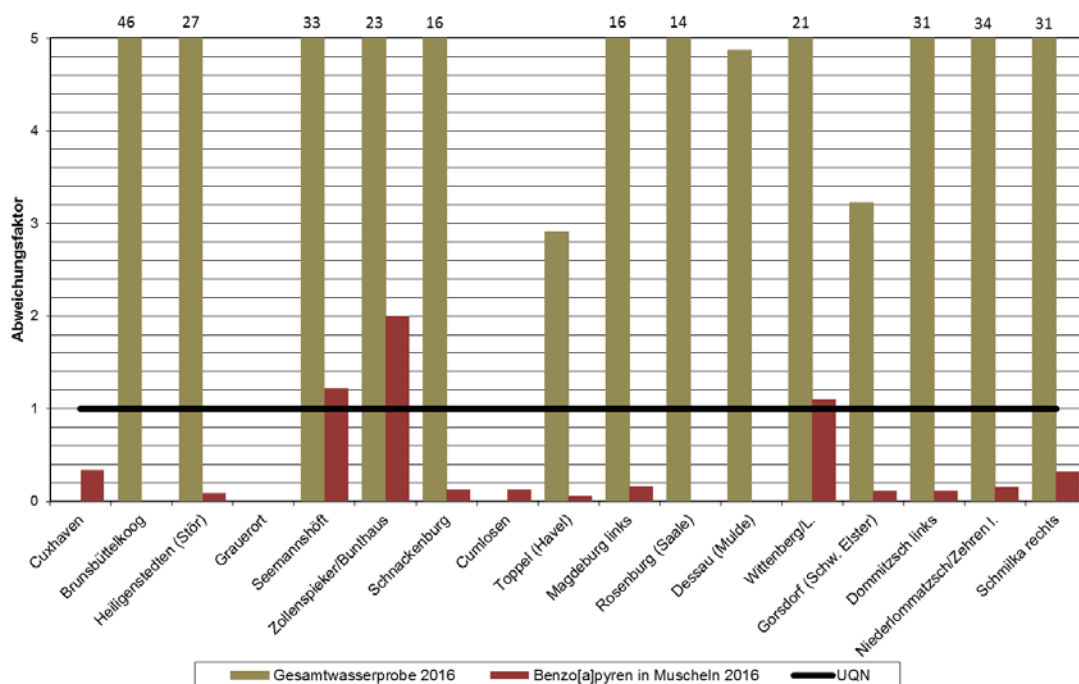


Abbildung 5-2: Abweichungsfaktoren von der UQN für Benzo[a]pyren

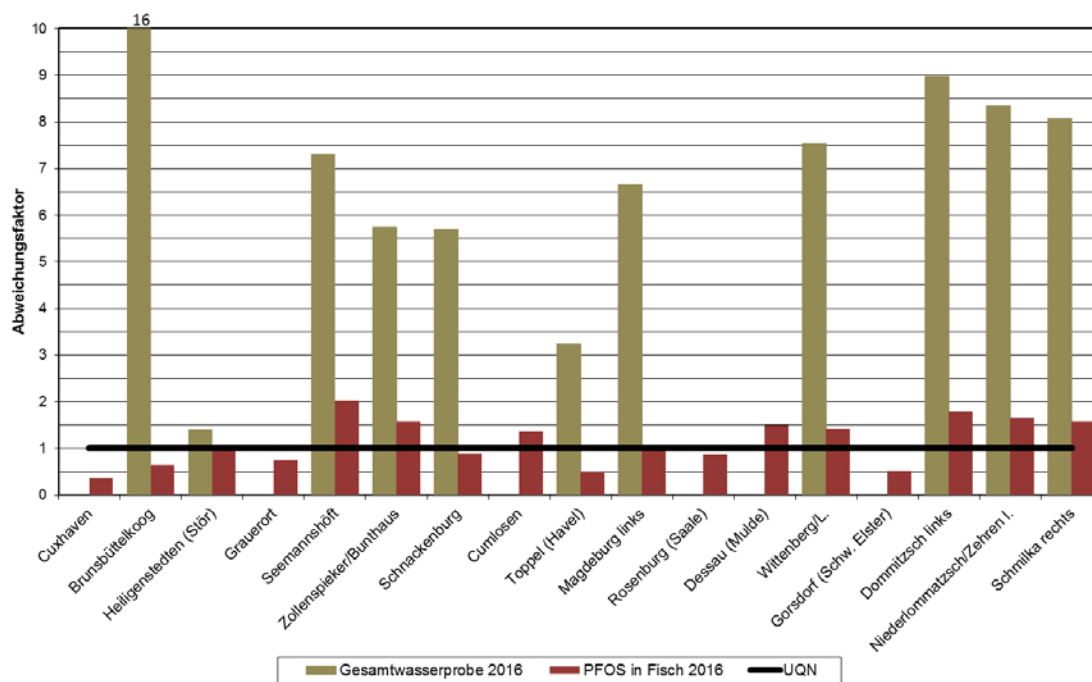


Abbildung 5-3: Abweichungsfaktoren von der UQN für PFOS



## 6 Fazit

Die Probenahme von Biota ist mit einem sehr hohen Aufwand verbunden:

- Zur Einholung der Genehmigung ist ein zeitlicher Vorlauf einzuplanen.
- Um Unfälle (Ertrinkungsrisiko, Stromschlag etc.) der Probenehmer zu verhindern, ist neben Schutzkleidung das Tragen von Schwimmwesten sowie der Einsatz von mindestens drei Personen vor Ort, welche in Unfallverhütungsvorschriften und Arbeitssicherheit unterwiesen sind, für eine fischereiliche Probenahme erforderlich. Dieses macht die Probenahme vor Ort grundsätzlich personalintensiv.
- Für die Probenahmen sind an der Elbe für die Befischung etwa ein Arbeitstag, für die Beibringung von Muscheln etwa ein halber Arbeitstag einzuplanen.
- Die Probenahme ist vom Wasserstand abhängig. Dadurch können nicht immer feste Termine festgelegt werden. Die Probenahme ist aus biologischer Sicht idealerweise im Zeitfenster September-November durchzuführen. Es wäre zu prüfen, ob die Untersuchungen für die biologischen Qualitätskomponenten zur Einstufung des ökologischen Zustands/Potentials laut Wasserrahmenrichtlinie und die Probenahme der Fische und Muscheln zeitlich und räumlich gekoppelt werden können.
- Innerhalb eines Probenahmetages ist in der Elbe die zuverlässige Beibringung der gewünschten Zielfischarten und Muscheln in der empfohlenen Größe und Anzahl nicht gesichert. Es wäre zu prüfen, ob die Ergebnisse von Poolproben mit geringerer Anzahl an Fischen bzw. Muscheln oder die Messergebnisse einzelner Fische aus mehreren Jahren gemittelt werden können.
- Der Ort der Probenahme hat einen großen Einfluss auf die Messergebnisse. Fische sollten daher nicht in Altarmen oder Hafengebieten und Muscheln nicht in der Nähe bzw. an geteerten Wasserbauwerken entnommen werden. Diese Forderung sollte in der Leistungsbeschreibung bei einer Vergabe enthalten sein.

In der durchgeführten Untersuchungsform ist nur eine generalistische Aussage möglich, ob die  $UQN_{\text{Biota}}$  der Probe überschritten bzw. eingehalten werden. Die Untersuchung von Poolproben stellt ein pragmatisches Vorgehen dar. Durch diese Methode können jedoch keine Schwankungsbreiten zwischen den Analytikergebnissen einzelner Individuen beschrieben werden. Räumliche Vergleiche zwischen einzelnen Standorten im gleichen Gewässer bzw. im Längsverlauf sind nur sehr bedingt möglich.

Zum Zeitpunkt der Projektdurchführung gab es nur ein Labor, das die nach Anlage 9 der Oberflächengewässerverordnung geforderten Bestimmungsgrenzen einhalten konnte. Probleme bei der Analytik bestehen insbesondere bei den Stoffen Heptachlor/Heptachlorepoxyd sowie auch bei den bromierten Diphenylethern, wobei hier im Elbegebiet meist Befunde oberhalb der  $UQN_{\text{Biota}}$  auftraten.



Durch die konzertierte Probenahmeaktion im Gesamtverlauf der Elbe können bereits jetzt im Vorfeld der nächsten Bewertung nach Wasserrahmenrichtlinie Aussagen zur Belastung der Elbe und bedeutender Nebenflüsse getroffen werden. Durch die Vergabe der Analytik an jeweils ein Labor für Muscheln bzw. Fische wurde sichergestellt, dass den Aussagen jeweils vergleichbare Analysenergebnisse zugrunde liegen. Um für den Elbestrom weiterhin eine einheitliche Auswertung (Vergleichbarkeit der Ergebnisse) zu ermöglichen, wird die Empfehlung zur Durchführung weiterer gemeinsamer, koordinierter Untersuchungen durch die FGG Elbe unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus dem Biotaprojekt 2016 gegeben.



## Anlage 1a: Probenahmeprotokoll Muscheln

Angaben zur Probenahme											Randbedingungen				
Messstelle	Ge-wässer	Name des Fangortes	Fangstrecke ca. (m)	Koordinaten RW ETRS (UTM 32)	Koordinaten HW ETRS (UTM 32)	Art der Befischung	Fangdatum	Anzahl gefangener Individuen	Muschelart	Bemerkung	Wasser-temperatur (°C)	pH	Leitfähigkeit (mS/m)	Sauerstoff-gehalt (mg/l)	Sauerstoff-sättigung (%)
Schmilka	Elbe	Schmilka	9750	867590	5650770	Dredgkescher	18.09.2016	17	Corbicula fluminea		19,3	7,5	44,8	5,9	64,8
Zehren	Elbe	Zehren	100	807590	5682490	Dredgkescher / Pfahlkratzer	17.09.2016	15	Corbicula fluminea		20,7	7,8	50,6	7,4	84,1
Dommitzsch	Elbe	Dommitzsch	50	769390	5729250	Dredgkescher / Pfahlkratzer	16.09.2016	11	Corbicula fluminea		20,6	7,8	52,1	7,8	87,2
Gorsdorf	Schwarze Elster	Gorsdorf	100	765360	5747060	Dredgkescher	25.10.2016	15	Corbicula fluminea		9,7	7,1	69,8	10,5	91,8
Wittenberg/ Lutherstadt	Elbe	Wittenberg (Hafenbecken)	50	749790	5752150	Dredgkescher / Pfahlkratzer	15.09.2016	15	Dreissena polymorpha		22,3	7,8	53,7	7,4	88,1
Dessau	Mulde	Dessau	1500	724410	5750040	Dredgkescher / Pfahlkratzer	26.10.2016	0	kein Probenmaterial	keine Muscheln gefunden	11,1	7,1	47,9	10,8	96,9
Rosenburg	Saale	Rosenburg	5000	698025	5755550	Dredgkescher / Pfahlkratzer	24.10.2016	0	kein Probenmaterial	keine Muscheln gefunden, hohe Leitfähigkeit	9,7	7,4	281	10,6	92,6
Magdeburg	Elbe	Schönebeck	100	685802	5768763	Dredgkescher / Pfahlkratzer	27.09.2016	15	Dreissena polymorpha		18,5	8,1	130	9,3	98,9
Toppel	Havel	Toppel	25	705320	5860540	Dredgkescher	26.09.2016	13	Corbicula fluminea		20,1	8,6	78,7	11,6	127
Cumlosen	Elbe	Cumlosen	2000	676591	5878656	Dredgkescher	27.10.2016	13	Corbicula fluminea		8,9	7,2	97,1	11,1	93,8
Schnackenburg	Elbe	Schnackenburg	1500	671591	5880044	Dredgkescher / Pfahlkratzer	23.10.2016	13	Corbicula fluminea		9,4	7,4	94,2	9,0	77,8
Zollenspieker	Elbe	Hoopte	500	576118	5918630	Stellnetz	25.09.2016	11	Dreissena polymorpha		17,4	6,6	115	9,9	102
Seemannshöft	Elbe	Finkenwerder Vorhafen, Dradenauhafen	300	558850	5930530	Dredgkescher / Pfahlkratzer	20.10.2016	14	Dreissena polymorpha		11,1	7,9	106	8,8	80,8
								15	Corbicula fluminea						
Grauerort	Elbe	Grauerort	2500	532357	5948792	Dredge	29.11.2016	0	kein Probenmaterial	Mit der Dredge keine Muscheln gefunden. Substrat Mergel	4,5	7,2	137	11,6	86,9
Heiligenstedten	Stör	Hodorf - Beidenfleth	500	528071	5971074	Dredgkescher / Pfahlkratzer	04.11.2016	1	Corbicula fluminea		9,8	7,2	73,2	10,0	87,5
			2500	528071	5971074	Dredge	29.11.2016	7	Corbicula fluminea		4,0	7,1	67,0	11,2	83,3
Brunsbüttelkoog	Elbe	bei St. Margarethen	4000	514286	5970978	Dredge	06.12.2016	0	kein Probenmaterial	auf beiden Elbseiten mittels Dredge keine Muscheln gefunden	keine Messung wegen eines Sondendefektes				
Cuxhaven	Elbe	bei Otterndorf	1200	488364	5965314	Dredge	06.12.2016	20	Mytilus edulis		keine Messung wegen eines Sondendefektes				





## Anlage 1b: Probenahmeprotokoll Fische

Angaben zur Probenahme											Randbedingungen				
Messstelle	Gewässer	Name des Fangortes	Fangstrecke ca. (m)	Koordinaten RW ETRS (UTM 32)	Koordinaten HW ETRS (UTM 32)	Art der Befischung	Fangdatum	Anzahl gefangener Individuen	Fischart	Bemerkung	Wassertemperatur (°C)	pH	Leitfähigkeit (mS/m)	Sauerstoffgehalt (mg/l)	Sauerstoffsättigung (%)
Schmilka	Elbe	Schmilka	2000	866810	5651650	Elektro	18.09.2016	7	Brassen		19,3	7,5	44,8	5,9	64,8
								10	Döbel						
Zehren	Elbe	Zehren	2000	807700	5683820	Elektro	17.09.2016	5	Brassen		20,7	7,8	50,6	7,4	84,1
								10	Döbel						
Dommitzsch	Elbe	Dommitzsch	1500	769220	5730010	Elektro	16.09.2016	10	Brassen		20,6	7,8	52,1	7,8	87,2
Gorsdorf	Schwarze Elster	Gorsdorf	2000	765360	5747060	Elektro	25.10.2016	2	Brassen		9,7	7,1	69,8	10,5	91,8
								10	Flussbarsch						
Wittenberg/Lutherstadt	Elbe	Wittenberg	2000	749890	5751690	Zugnetz	14.09.2016	10	Brassen	Befischung Stromelbe	-	-	-	-	-
							15.09.2016				22,3	7,8	53,7	7,4	88,1
Dessau	Mulde	Dessau	1000	724410	5750040	Elektro	26.10.2016	10	Flussbarsch		11,1	7,1	47,9	10,8	96,9
Rosenburg	Saale	Groß Rosenberg	5000	698025	5755550	Elektro	24.10.2016	8	Brassen		9,7	7,4	281	10,6	92,6
Magdeburg	Elbe	Schönebeck	5000	688215	5767172	Stellnetz / Elektro	27.09.2016	17	Brassen		18,5	8,1	130	9,3	98,9
Toppel	Havel	Toppel	2000	705320	5860540	Elektro	26.09.2016	10	Brassen		20,1	8,6	78,7	11,6	127
Cumlosen	Elbe	Cumlosen	2000	676683	5878748	Elektro	27.10.2016	10	Brassen		8,9	7,2	97,1	11,1	93,8
Schnackenburg	Elbe	Schnackenburg	2000	672191	5879504	Stellnetz / Elektro	23.10.2016	12	Brassen		9,4	7,4	94,2	9,0	77,8
Zollenspieker	Elbe	Hoopte	500	576118	5918630	Stellnetz	25.09.2016	10	Brassen		17,4	6,6	115	9,9	102
Seemannshöft	Elbe	Finkenwerder Vorhafen, Dradenauhafen	1000	558950	5930530	Elektro	20.10.2016	12	Brassen		11,1	7,9	106	8,8	80,8
Grauerort	Elbe	bei Schwarztonnensand	1000	530816	5951945	Hamen	12.10.2016	10	Stint		13,4	7,5	217	9,7	91,4
		Grauerort	3000	532391	5949365	Grundschieppnetz	07.12.2016	3	Brassen						
Heiligenstedten	Stör	bei Hodorf	3500	528131	5972223	Elektro	04.11.2016	11	Brassen		9,8	7,2	73,2	10,0	87,5
Brunsbüttelkoog	Elbe	Brunsbüttelkoog	1000	512694	5971128	Hamen	11.10.2016	10	Stint		14,4	7,5	1125	9,7	93,9
Cuxhaven	Elbe	bei Otterndorf	1000	491444	5971231	Hamen	10.10.2016	10	Stint		12,3	7,4	2320	9,9	94,7
								5	Flunder						



## Anlage 2a: je Messstelle entnommene Muscheln

Messstelle	Muschelart	Größe [mm] (Länge, Breite, Höhe)	Gesamtgewicht mit Schale [g] nach Hälterung	Alter [Jahre]
Zollenspieker	<i>Dreissena polymorpha</i>	25, 16, 13	2,95	3
Zollenspieker	<i>Dreissena polymorpha</i>	21, 12, 11	1,66	3
Zollenspieker	<i>Dreissena polymorpha</i>	24, 15, 14	2,40	3
Zollenspieker	<i>Dreissena polymorpha</i>	25, 15, 14	2,78	3
Zollenspieker	<i>Dreissena polymorpha</i>	26, 16, 13	3,20	3
Zollenspieker	<i>Dreissena polymorpha</i>	21, 12, 11	1,68	3
Zollenspieker	<i>Dreissena polymorpha</i>	26, 15, 14	3,64	3
Zollenspieker	<i>Dreissena polymorpha</i>	25, 15, 13	2,66	3
Zollenspieker	<i>Dreissena polymorpha</i>	27, 16, 12	2,90	4
Zollenspieker	<i>Dreissena polymorpha</i>	26, 16, 14	3,02	3
Zollenspieker	<i>Dreissena polymorpha</i>	27, 14, 15	3,05	3
Seemannshöft	<i>Dreissena polymorpha</i>	20, 11, 10	1,28	3
Seemannshöft	<i>Dreissena polymorpha</i>	25, 13, 12	2,21	3
Seemannshöft	<i>Dreissena polymorpha</i>	18, 10, 11	1,03	2
Seemannshöft	<i>Dreissena polymorpha</i>	24, 9, 9	1,10	3
Seemannshöft	<i>Dreissena polymorpha</i>	20, 10, 10	1,14	3
Seemannshöft	<i>Dreissena polymorpha</i>	22, 11, 11	1,38	3
Seemannshöft	<i>Dreissena polymorpha</i>	20, 11, 10	1,15	3
Seemannshöft	<i>Dreissena polymorpha</i>	21, 10, 10	1,26	3
Seemannshöft	<i>Dreissena polymorpha</i>	19, 9, 10	0,88	2
Seemannshöft	<i>Dreissena polymorpha</i>	21, 11, 11	1,33	3
Seemannshöft	<i>Dreissena polymorpha</i>	20, 11, 9	1,38	3
Seemannshöft	<i>Dreissena polymorpha</i>	21, 10, 10	1,12	3
Seemannshöft	<i>Dreissena polymorpha</i>	19, 10, 10	1,10	2
Seemannshöft	<i>Dreissena polymorpha</i>	24, 11, 10	1,23	3
Magdeburg/Schönebeck	<i>Dreissena polymorpha</i>	21, 11, 11	1,41	3
Magdeburg/Schönebeck	<i>Dreissena polymorpha</i>	22, 12, 11	1,52	3
Magdeburg/Schönebeck	<i>Dreissena polymorpha</i>	23, 11, 12	1,60	3
Magdeburg/Schönebeck	<i>Dreissena polymorpha</i>	20, 12, 11	1,06	3
Magdeburg/Schönebeck	<i>Dreissena polymorpha</i>	22, 11, 11	1,25	3
Magdeburg/Schönebeck	<i>Dreissena polymorpha</i>	23, 12, 11	1,81	3
Magdeburg/Schönebeck	<i>Dreissena polymorpha</i>	22, 11, 11	1,63	3
Magdeburg/Schönebeck	<i>Dreissena polymorpha</i>	23, 10, 11	1,22	3
Magdeburg/Schönebeck	<i>Dreissena polymorpha</i>	22, 12, 11	1,46	3
Magdeburg/Schönebeck	<i>Dreissena polymorpha</i>	20, 10, 11	1,27	3
Magdeburg/Schönebeck	<i>Dreissena polymorpha</i>	21, 11, 10	1,42	3
Magdeburg/Schönebeck	<i>Dreissena polymorpha</i>	24, 10, 12	1,66	3
Magdeburg/Schönebeck	<i>Dreissena polymorpha</i>	19, 10, 11	1,84	3
Magdeburg/Schönebeck	<i>Dreissena polymorpha</i>	21, 11, 14	1,52	3
Magdeburg/Schönebeck	<i>Dreissena polymorpha</i>	22, 11, 10	1,35	3
Wittenberg	<i>Dreissena polymorpha</i>	24, 10, 11	1,82	3
Wittenberg	<i>Dreissena polymorpha</i>	20, 9, 10	1,23	3
Wittenberg	<i>Dreissena polymorpha</i>	21, 9, 10	1,28	3
Wittenberg	<i>Dreissena polymorpha</i>	23, 10, 11	1,31	3
Wittenberg	<i>Dreissena polymorpha</i>	22, 12, 11	1,66	3
Wittenberg	<i>Dreissena polymorpha</i>	22, 11, 11	1,38	3
Wittenberg	<i>Dreissena polymorpha</i>	21, 11, 11	1,30	3
Wittenberg	<i>Dreissena polymorpha</i>	22, 11, 10	1,23	3
Wittenberg	<i>Dreissena polymorpha</i>	23, 11, 10	1,08	3
Wittenberg	<i>Dreissena polymorpha</i>	23, 11, 10	1,53	3
Wittenberg	<i>Dreissena polymorpha</i>	22, 10, 11	1,45	3
Wittenberg	<i>Dreissena polymorpha</i>	22, 11, 11	1,64	3
Wittenberg	<i>Dreissena polymorpha</i>	22, 11, 12	1,68	3
Wittenberg	<i>Dreissena polymorpha</i>	23, 10, 11	1,65	3
Wittenberg	<i>Dreissena polymorpha</i>	22, 10, 11	1,60	3



Messstelle	Muschelart	Größe [mm] (Länge, Breite, Höhe)	Gesamtgewicht mit Schale [g] nach Hälerung	Alter [Jahre]
Schmilka	<i>Corbicula fluminea</i>	20, 21, 15	4,45	3
Schmilka	<i>Corbicula fluminea</i>	20, 22, 15	4,66	3
Schmilka	<i>Corbicula fluminea</i>	19, 20, 14	3,86	3
Schmilka	<i>Corbicula fluminea</i>	19, 21, 13	3,88	3
Schmilka	<i>Corbicula fluminea</i>	19, 20, 14	3,88	3
Schmilka	<i>Corbicula fluminea</i>	20, 21, 15	4,60	3
Schmilka	<i>Corbicula fluminea</i>	18, 17, 13	2,97	2
Schmilka	<i>Corbicula fluminea</i>	20, 22, 15	4,64	3
Schmilka	<i>Corbicula fluminea</i>	18, 19, 13	3,32	2
Schmilka	<i>Corbicula fluminea</i>	19, 20, 14	3,72	3
Schmilka	<i>Corbicula fluminea</i>	20, 22, 15	4,23	3
Schmilka	<i>Corbicula fluminea</i>	20, 22, 15	4,65	3
Schmilka	<i>Corbicula fluminea</i>	19, 21, 14	3,79	3
Schmilka	<i>Corbicula fluminea</i>	18, 20, 14	3,66	2
Schmilka	<i>Corbicula fluminea</i>	17, 17, 13	2,91	2
Schmilka	<i>Corbicula fluminea</i>	24, 25, 17	6,39	3
Schmilka	<i>Corbicula fluminea</i>	23, 26, 17	6,39	3
Zehren	<i>Corbicula fluminea</i>	18, 19, 11	3,04	2
Zehren	<i>Corbicula fluminea</i>	18, 19, 12	3,22	2
Zehren	<i>Corbicula fluminea</i>	21, 22, 14	4,65	3
Zehren	<i>Corbicula fluminea</i>	17, 18, 12	2,68	2
Zehren	<i>Corbicula fluminea</i>	17, 18, 12	3,10	2
Zehren	<i>Corbicula fluminea</i>	16, 17, 11	2,56	2
Zehren	<i>Corbicula fluminea</i>	15, 16, 11	2,07	2
Zehren	<i>Corbicula fluminea</i>	17, 18, 11	2,62	2
Zehren	<i>Corbicula fluminea</i>	20, 22, 13	3,70	3
Zehren	<i>Corbicula fluminea</i>	17, 18, 11	2,57	2
Zehren	<i>Corbicula fluminea</i>	17, 19, 12	2,80	2
Zehren	<i>Corbicula fluminea</i>	17, 18, 12	2,74	2
Zehren	<i>Corbicula fluminea</i>	16, 17, 10	2,25	2
Zehren	<i>Corbicula fluminea</i>	15, 17, 11	2,00	2
Zehren	<i>Corbicula fluminea</i>	16, 17, 11	2,38	2
Dommitzsch	<i>Corbicula fluminea</i>	18, 21, 11	3,83	3
Dommitzsch	<i>Corbicula fluminea</i>	21, 23, 14	5,51	3
Dommitzsch	<i>Corbicula fluminea</i>	22, 23, 14	5,80	3
Dommitzsch	<i>Corbicula fluminea</i>	17, 19, 12	3,26	2
Dommitzsch	<i>Corbicula fluminea</i>	22, 25, 16	5,98	3
Dommitzsch	<i>Corbicula fluminea</i>	21, 22, 14	4,53	3
Dommitzsch	<i>Corbicula fluminea</i>	17, 18, 12	2,94	2
Dommitzsch	<i>Corbicula fluminea</i>	16, 17, 12	2,28	2
Dommitzsch	<i>Corbicula fluminea</i>	16, 17, 10	2,30	2
Dommitzsch	<i>Corbicula fluminea</i>	19, 21, 14	3,95	3
Dommitzsch	<i>Corbicula fluminea</i>	19, 22, 14	4,18	3
Toppel	<i>Corbicula fluminea</i>	20, 22, 14	3,92	3
Toppel	<i>Corbicula fluminea</i>	18, 21, 13	2,94	3
Toppel	<i>Corbicula fluminea</i>	20, 22, 13	3,88	3
Toppel	<i>Corbicula fluminea</i>	19, 21, 13	3,54	3
Toppel	<i>Corbicula fluminea</i>	22, 24, 15	5,15	3
Toppel	<i>Corbicula fluminea</i>	16, 18, 11	2,24	2
Toppel	<i>Corbicula fluminea</i>	15, 17, 11	2,35	2
Toppel	<i>Corbicula fluminea</i>	15, 16, 11	2,06	2
Toppel	<i>Corbicula fluminea</i>	18, 20, 12	2,98	2
Toppel	<i>Corbicula fluminea</i>	15, 17, 11	2,02	2
Toppel	<i>Corbicula fluminea</i>	15, 17, 11	1,80	2
Toppel	<i>Corbicula fluminea</i>	14, 16, 11	1,76	2
Toppel	<i>Corbicula fluminea</i>	14, 15, 10	1,64	2
Seemannshöft	<i>Corbicula fluminea</i>	20, 21, 14	4,09	3



Messstelle	Muschelart	Größe [mm] (Länge, Breite, Höhe)	Gesamtgewicht mit Schale [g] nach Häuterung	Alter [Jahre]
Seemannshöft	<i>Corbicula fluminea</i>	19, 20, 13	3,29	3
Seemannshöft	<i>Corbicula fluminea</i>	20, 21, 14	3,99	3
Seemannshöft	<i>Corbicula fluminea</i>	20, 21, 14	4,24	3
Seemannshöft	<i>Corbicula fluminea</i>	19, 20, 13	3,40	3
Seemannshöft	<i>Corbicula fluminea</i>	22, 24, 16	5,88	3
Seemannshöft	<i>Corbicula fluminea</i>	21, 22, 14	4,61	3
Seemannshöft	<i>Corbicula fluminea</i>	21, 23, 15	4,86	3
Seemannshöft	<i>Corbicula fluminea</i>	21, 22, 14	4,64	3
Seemannshöft	<i>Corbicula fluminea</i>	19, 21, 13	3,66	3
Seemannshöft	<i>Corbicula fluminea</i>	20, 21, 14	4,11	3
Seemannshöft	<i>Corbicula fluminea</i>	26, 27, 18	8,08	4
Seemannshöft	<i>Corbicula fluminea</i>	20, 22, 14	4,40	3
Seemannshöft	<i>Corbicula fluminea</i>	20, 21, 14	3,80	3
Seemannshöft	<i>Corbicula fluminea</i>	23, 24, 16	5,64	3
Heiligenstedten	<i>Corbicula fluminea</i>	15, 16, 10	1,60	2
Heiligenstedten	<i>Corbicula fluminea</i>	30, 32, 18	10,7	5
Heiligenstedten	<i>Corbicula fluminea</i>	31, 32, 18	11,1	5
Heiligenstedten	<i>Corbicula fluminea</i>	30, 31, 18	10,6	5
Heiligenstedten	<i>Corbicula fluminea</i>	20, 22, 15	4,37	3
Heiligenstedten	<i>Corbicula fluminea</i>	21, 22, 13	4,31	3
Heiligenstedten	<i>Corbicula fluminea</i>	18, 20, 12	3,13	3
Heiligenstedten	<i>Corbicula fluminea</i>	14, 15, 9	1,47	2
Schnackenburg	<i>Corbicula fluminea</i>	25, 25, 18	7,00	3
Schnackenburg	<i>Corbicula fluminea</i>	19, 19, 14	3,20	3
Schnackenburg	<i>Corbicula fluminea</i>	22, 23, 17	5,60	3
Schnackenburg	<i>Corbicula fluminea</i>	18, 19, 13	2,80	2
Schnackenburg	<i>Corbicula fluminea</i>	16, 16, 11	1,90	2
Schnackenburg	<i>Corbicula fluminea</i>	16, 16, 11	2,00	2
Schnackenburg	<i>Corbicula fluminea</i>	16, 16, 11	2,00	2
Schnackenburg	<i>Corbicula fluminea</i>	13, 13, 9	1,10	2
Schnackenburg	<i>Corbicula fluminea</i>	14, 14, 10	1,60	2
Schnackenburg	<i>Corbicula fluminea</i>	12, 13, 9	1,00	2
Schnackenburg	<i>Corbicula fluminea</i>	12, 12, 8	0,90	2
Schnackenburg	<i>Corbicula fluminea</i>	13, 13, 9	1,00	2
Schnackenburg	<i>Corbicula fluminea</i>	12, 12, 8	0,90	2
Cumlosen	<i>Corbicula fluminea</i>	17, 18, 12	2,70	2
Cumlosen	<i>Corbicula fluminea</i>	20, 21, 14	3,90	3
Cumlosen	<i>Corbicula fluminea</i>	14, 15, 10	1,70	2
Cumlosen	<i>Corbicula fluminea</i>	14, 15, 10	1,60	2
Cumlosen	<i>Corbicula fluminea</i>	12, 13, 9	0,90	2
Cumlosen	<i>Corbicula fluminea</i>	13, 13, 9	1,10	2
Cumlosen	<i>Corbicula fluminea</i>	13, 14, 10	1,50	2
Cumlosen	<i>Corbicula fluminea</i>	13, 14, 11	1,30	2
Cumlosen	<i>Corbicula fluminea</i>	13, 14, 10	1,40	2
Cumlosen	<i>Corbicula fluminea</i>	13, 14, 9	1,20	2
Cumlosen	<i>Corbicula fluminea</i>	12, 13, 9	1,00	2
Cumlosen	<i>Corbicula fluminea</i>	24, 25, 17	6,40	3
Cumlosen	<i>Corbicula fluminea</i>	27, 28, 20	8,50	4
Gorsdorf	<i>Corbicula fluminea</i>	18, 20, 11	2,80	2
Gorsdorf	<i>Corbicula fluminea</i>	16, 18, 11	2,40	2
Gorsdorf	<i>Corbicula fluminea</i>	15, 17, 10	1,90	2
Gorsdorf	<i>Corbicula fluminea</i>	13, 15, 9	1,30	2
Gorsdorf	<i>Corbicula fluminea</i>	16, 18, 12	2,20	2
Gorsdorf	<i>Corbicula fluminea</i>	17, 20, 12	2,80	2
Gorsdorf	<i>Corbicula fluminea</i>	16, 17, 11	2,00	2
Gorsdorf	<i>Corbicula fluminea</i>	18, 20, 13	3,20	2
Gorsdorf	<i>Corbicula fluminea</i>	15, 17, 11	1,90	2



Messstelle	Muschelart	Größe [mm] (Länge, Breite, Höhe)	Gesamtgewicht mit Schale [g] nach Häuterung	Alter [Jahre]
Gorsdorf	<i>Corbicula fluminea</i>	15, 17, 11	2,20	2
Gorsdorf	<i>Corbicula fluminea</i>	16, 18, 11	2,20	2
Gorsdorf	<i>Corbicula fluminea</i>	17, 18, 11	2,30	2
Gorsdorf	<i>Corbicula fluminea</i>	15, 17, 11	2,00	2
Gorsdorf	<i>Corbicula fluminea</i>	14, 16, 10	1,70	2
Gorsdorf	<i>Corbicula fluminea</i>	14, 16, 10	1,70	2
Cuxhaven	<i>Mytilus edulis</i>	35, 17, 13	4,56	2
Cuxhaven	<i>Mytilus edulis</i>	36, 18, 13	5,10	2
Cuxhaven	<i>Mytilus edulis</i>	42, 20, 16	7,36	2
Cuxhaven	<i>Mytilus edulis</i>	34, 17, 13	3,93	2
Cuxhaven	<i>Mytilus edulis</i>	42, 20, 16	6,39	2
Cuxhaven	<i>Mytilus edulis</i>	42, 20, 15	6,90	2
Cuxhaven	<i>Mytilus edulis</i>	38, 17, 13	4,86	2
Cuxhaven	<i>Mytilus edulis</i>	38, 18, 14	5,73	2
Cuxhaven	<i>Mytilus edulis</i>	39, 18, 15	5,76	2
Cuxhaven	<i>Mytilus edulis</i>	36, 18, 13	4,78	2
Cuxhaven	<i>Mytilus edulis</i>	32, 17, 12	3,55	2
Cuxhaven	<i>Mytilus edulis</i>	37, 18, 14	4,80	2
Cuxhaven	<i>Mytilus edulis</i>	35, 18, 14	5,01	2
Cuxhaven	<i>Mytilus edulis</i>	33, 16, 12	3,64	2
Cuxhaven	<i>Mytilus edulis</i>	36, 16, 14	4,47	2
Cuxhaven	<i>Mytilus edulis</i>	36, 18, 15	5,16	2
Cuxhaven	<i>Mytilus edulis</i>	35, 18, 13	4,50	2
Cuxhaven	<i>Mytilus edulis</i>	33, 16, 13	3,63	2
Cuxhaven	<i>Mytilus edulis</i>	38, 19, 13	5,45	2
Cuxhaven	<i>Mytilus edulis</i>	36, 18, 12	4,53	2



## Anlage 2b: je Messstelle gefangene Fische

Messstelle	Fischart	Gesamtlänge [cm] (Kopfende bis Schwanzspitze)	Gewicht [g]	Korpulenzfaktor (aus Gewicht und Länge zu berechnen)	Geschlecht
Schmilka	Brassen	41	746	1,08	m
Schmilka	Brassen	44	962	1,13	w
Schmilka	Brassen	51	1584	1,19	w
Schmilka	Brassen	38	690	1,26	w
Schmilka	Brassen	46	1160	1,19	w
Schmilka	Brassen	45	1126	1,24	w
Schmilka	Brassen	42	870	1,17	w
Schmilka	Döbel	29	276	1,13	w
Schmilka	Döbel	26	208	1,18	m
Schmilka	Döbel	27	240	1,22	w
Schmilka	Döbel	24	142	1,03	m
Schmilka	Döbel	25	198	1,27	m
Schmilka	Döbel	25	182	1,16	w
Schmilka	Döbel	24	156	1,13	w
Schmilka	Döbel	25	184	1,18	w
Schmilka	Döbel	24	154	1,11	m
Schmilka	Döbel	23	136	1,12	m
Zehren	Brassen	45	1110	1,22	w
Zehren	Brassen	41	840	1,22	m
Zehren	Brassen	46	1170	1,20	m
Zehren	Brassen	47	1178	1,13	m
Zehren	Brassen	45	1152	1,26	w
Zehren	Döbel	28	248	1,13	m
Zehren	Döbel	28	292	1,33	w
Zehren	Döbel	28	292	1,33	m
Zehren	Döbel	26	215	1,22	m
Zehren	Döbel	24	148	1,07	m
Zehren	Döbel	27	222	1,13	w
Zehren	Döbel	27	231	1,17	w
Zehren	Döbel	24	154	1,11	m
Zehren	Döbel	31	357	1,20	w
Zehren	Döbel	32	418	1,28	w
Dommitzsch	Brassen	42	932	1,26	w
Dommitzsch	Brassen	35	521	1,22	w
Dommitzsch	Brassen	47	1294	1,25	m
Dommitzsch	Brassen	49	1390	1,18	m
Dommitzsch	Brassen	44	954	1,12	w
Dommitzsch	Brassen	40	652	1,02	m
Dommitzsch	Brassen	49	1092	0,93	m
Dommitzsch	Brassen	49	1109	0,94	w
Dommitzsch	Brassen	45	948	1,04	w
Dommitzsch	Brassen	46	1086	1,12	w
Wittenberg	Brassen	46	1032	1,06	m
Wittenberg	Brassen	50	1046	0,84	m
Wittenberg	Brassen	47	1036	1,00	w
Wittenberg	Brassen	44	962	1,13	w
Wittenberg	Brassen	45	1098	1,20	m
Wittenberg	Brassen	43	922	1,16	w
Wittenberg	Brassen	52	1428	1,02	m
Wittenberg	Brassen	46	1178	1,21	w
Wittenberg	Brassen	44	754	0,89	w
Wittenberg	Brassen	40	668	1,04	w
Toppel	Brassen	36	570	1,22	w
Toppel	Brassen	43	890	1,12	w
Toppel	Brassen	47	1314	1,27	w



Messstelle	Fischart	Gesamtlänge [cm] (Kopfende bis Schwanzspitze)	Gewicht [g]	Korpulenzfaktor (aus Gewicht und Länge zu berechnen)	Geschlecht
Toppel	Brassen	44	1028	1,21	w
Toppel	Brassen	36	534	1,14	m
Toppel	Brassen	43	1036	1,30	w
Toppel	Brassen	22	124	1,16	w
Toppel	Brassen	20	88	1,10	
Toppel	Brassen	44	980	1,15	w
Toppel	Brassen	36	514	1,10	m
Magdeburg/Schönebeck	Brassen	36	528	1,13	w
Magdeburg/Schönebeck	Brassen	40	842	1,32	w
Magdeburg/Schönebeck	Brassen	38	610	1,11	m
Magdeburg/Schönebeck	Brassen	41	884	1,28	w
Magdeburg/Schönebeck	Brassen	40	766	1,20	w
Magdeburg/Schönebeck	Brassen	42	884	1,19	m
Magdeburg/Schönebeck	Brassen	35	480	1,12	m
Magdeburg/Schönebeck	Brassen	41	742	1,08	w
Magdeburg/Schönebeck	Brassen	41	788	1,14	m
Magdeburg/Schönebeck	Brassen	43	922	1,16	m
Magdeburg/Schönebeck	Brassen	31	330	1,11	m
Magdeburg/Schönebeck	Brassen	31	382	1,28	m
Magdeburg/Schönebeck	Brassen	30	330	1,22	w
Magdeburg/Schönebeck	Brassen	30	322	1,19	m
Magdeburg/Schönebeck	Brassen	20	86	1,08	
Magdeburg/Schönebeck	Brassen	33	422	1,17	m
Magdeburg/Schönebeck	Brassen	32	364	1,11	m
Seemannshöft	Brassen	46	1374	1,41	m
Seemannshöft	Brassen	43	1104	1,39	w
Seemannshöft	Brassen	52	1930	1,37	w
Seemannshöft	Brassen	46	1498	1,54	w
Seemannshöft	Brassen	52	1846	1,31	m
Seemannshöft	Brassen	42	1210	1,63	w
Seemannshöft	Brassen	54	2098	1,33	w
Seemannshöft	Brassen	44	1330	1,56	w
Seemannshöft	Brassen	47	1512	1,46	m
Seemannshöft	Brassen	42	1238	1,67	w
Seemannshöft	Brassen	20	78	0,98	
Seemannshöft	Brassen	19	80	1,17	
Zollenspieker	Brassen	36	638	1,37	m
Zollenspieker	Brassen	42	972	1,31	m
Zollenspieker	Brassen	34	556	1,41	w
Zollenspieker	Brassen	42	1058	1,43	m
Zollenspieker	Brassen	43	1212	1,52	w
Zollenspieker	Brassen	43	1220	1,53	w
Zollenspieker	Brassen	46	1328	1,36	w
Zollenspieker	Brassen	39	904	1,52	m
Zollenspieker	Brassen	37	758	1,50	m
Zollenspieker	Brassen	42	1004	1,36	w
Heiligenstedten	Brassen	32	358	1,09	m
Heiligenstedten	Brassen	29	288	1,18	w
Heiligenstedten	Brassen	34	524	1,33	m
Heiligenstedten	Brassen	32	470	1,43	w
Heiligenstedten	Brassen	33	446	1,24	w
Heiligenstedten	Brassen	34	520	1,32	m
Heiligenstedten	Brassen	30	340	1,26	m
Heiligenstedten	Brassen	37	608	1,20	w
Heiligenstedten	Brassen	34	466	1,19	m
Heiligenstedten	Brassen	23	128	1,05	m
Heiligenstedten	Brassen	24	154	1,11	w



Messstelle	Fischart	Gesamtlänge [cm] (Kopfende bis Schwanzspitze)	Gewicht [g]	Korpulenzfaktor (aus Gewicht und Länge zu berechnen)	Geschlecht
Schnackenburg	Brassen	50	1396	1,12	m
Schnackenburg	Brassen	38	688	1,25	m
Schnackenburg	Brassen	46	1146	1,18	w
Schnackenburg	Brassen	42	844	1,14	m
Schnackenburg	Brassen	47	1376	1,33	w
Schnackenburg	Brassen	43	1008	1,27	m
Schnackenburg	Brassen	39	761	1,28	w
Schnackenburg	Brassen	47	1226	1,18	w
Schnackenburg	Brassen	44	1138	1,34	m
Schnackenburg	Brassen	50	1146	0,92	w
Schnackenburg	Brassen	21	102	1,10	
Schnackenburg	Brassen	27	240	1,22	m
Rosenburg	Brassen	48	1442	1,30	w
Rosenburg	Brassen	40	764	1,19	m
Rosenburg	Brassen	42	1106	1,49	w
Rosenburg	Brassen	45	1210	1,33	m
Rosenburg	Brassen	46	1034	1,06	m
Rosenburg	Brassen	52	1954	1,39	w
Rosenburg	Brassen	48	1404	1,27	m
Rosenburg	Brassen	40	830	1,30	w
Gorsdorf	Brassen	52	1492	1,06	m
Gorsdorf	Brassen	46	1118	1,15	w
Gorsdorf	Flussbarsch	19	86	1,25	w
Gorsdorf	Flussbarsch	19	78	1,14	w
Gorsdorf	Flussbarsch	17	64	1,30	w
Gorsdorf	Flussbarsch	15	42	1,24	w
Gorsdorf	Flussbarsch	16	50	1,22	w
Gorsdorf	Flussbarsch	15	46	1,36	w
Gorsdorf	Flussbarsch	15	40	1,19	m
Gorsdorf	Flussbarsch	17	64	1,30	w
Gorsdorf	Flussbarsch	15	38	1,13	w
Gorsdorf	Flussbarsch	15	36	1,07	m
Dessau / Rosslau	Flussbarsch	17	68	1,38	w
Dessau / Rosslau	Flussbarsch	19	71	1,04	m
Dessau / Rosslau	Flussbarsch	15	33,2	0,98	m
Dessau / Rosslau	Flussbarsch	16	45,6	1,11	m
Dessau / Rosslau	Flussbarsch	15	38	1,13	w
Dessau / Rosslau	Flussbarsch	15	38	1,13	w
Dessau / Rosslau	Flussbarsch	15	38	1,13	m
Dessau / Rosslau	Flussbarsch	18	64,5	1,11	w
Dessau / Rosslau	Flussbarsch	17	56,3	1,15	m
Dessau / Rosslau	Flussbarsch	16	41,6	1,02	w
Cumlosen	Brassen	47	1212	1,17	m
Cumlosen	Brassen	51	1536	1,16	w
Cumlosen	Brassen	42	860	1,16	m
Cumlosen	Brassen	49	1552	1,32	w
Cumlosen	Brassen	43	992	1,25	w
Cumlosen	Brassen	48	1594	1,44	w
Cumlosen	Brassen	43	920	1,16	m
Cumlosen	Brassen	43	1072	1,35	m
Cumlosen	Brassen	46	1268	1,30	m
Cumlosen	Brassen	42	898	1,21	m
Cuxhaven	Flunder	33	378	1,05	m
Cuxhaven	Flunder	24	170	1,23	
Cuxhaven	Flunder	22	114	1,07	w
Cuxhaven	Flunder	22	108	1,01	w
Cuxhaven	Flunder	22	128	1,20	w





Messstelle	Fischart	Gesamtlänge [cm] (Kopfende bis Schwanzspitze)	Gewicht [g]	Korpulenzfaktor (aus Gewicht und Länge zu berechnen)	Geschlecht
Cuxhaven	Stint	17	28	0,57	m
Cuxhaven	Stint	16	24	0,59	w
Cuxhaven	Stint	17	26	0,53	m
Cuxhaven	Stint	17	20	0,41	m
Cuxhaven	Stint	14	12	0,44	m
Cuxhaven	Stint	16	30	0,73	m
Cuxhaven	Stint	16	18	0,44	w
Cuxhaven	Stint	16	24	0,59	m
Cuxhaven	Stint	16	28	0,68	w
Cuxhaven	Stint	16	30	0,73	m
Brunsbüttelkoog	Stint	20	55,4	0,69	m
Brunsbüttelkoog	Stint	19	44,1	0,64	m
Brunsbüttelkoog	Stint	18	43,3	0,74	m
Brunsbüttelkoog	Stint	17	40,1	0,82	w
Brunsbüttelkoog	Stint	18	41,4	0,71	w
Brunsbüttelkoog	Stint	17	33,2	0,68	m
Brunsbüttelkoog	Stint	22	68,2	0,64	w
Brunsbüttelkoog	Stint	19	43,1	0,63	w
Brunsbüttelkoog	Stint	19	43,3	0,63	m
Brunsbüttelkoog	Stint	19	48,3	0,70	w
Grauerort	Stint	20	57,8	0,72	m
Grauerort	Stint	17	33	0,67	m
Grauerort	Stint	18	41,5	0,71	m
Grauerort	Stint	18	42,7	0,73	m
Grauerort	Stint	20	59,6	0,75	m
Grauerort	Stint	17	34,4	0,70	m
Grauerort	Stint	18	39,8	0,68	m
Grauerort	Stint	19	48,9	0,71	w
Grauerort	Stint	16	26,3	0,64	w
Grauerort	Stint	18	40	0,69	w
Grauerort	Stint	17	35,3	0,72	m
Grauerort	Stint	18	38,6	0,66	m
Grauerort	Stint	16	30,3	0,74	m
Grauerort	Stint	11	7,9	0,59	
Grauerort	Stint	14	18,8	0,69	m
Grauerort	Stint	13	14,8	0,67	m
Grauerort	Stint	13	10,3	0,47	
Grauerort	Stint	13	11,9	0,54	
Grauerort	Stint	12	11,2	0,65	m
Grauerort	Stint	12	9,7	0,56	
Grauerort	Brassen	27	229,9	1,17	
Grauerort	Brassen	26	205,5	1,17	
Grauerort	Brassen	27	230	1,17	



## Anlage 3: Fotodokumentation zu den Messstellen

**Blau** = Entnahmebereich Muscheln

**Grün** = Entnahmebereich Fische

### Schmilka





## Zehren





## Dommitzsch





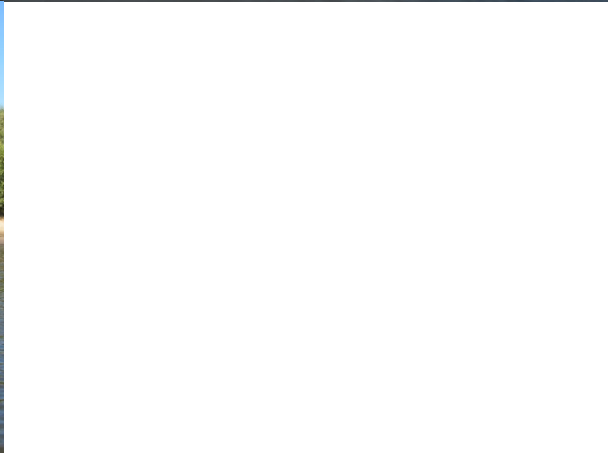
## Gorsdorf / Schwarze Elster





# Wittenberg







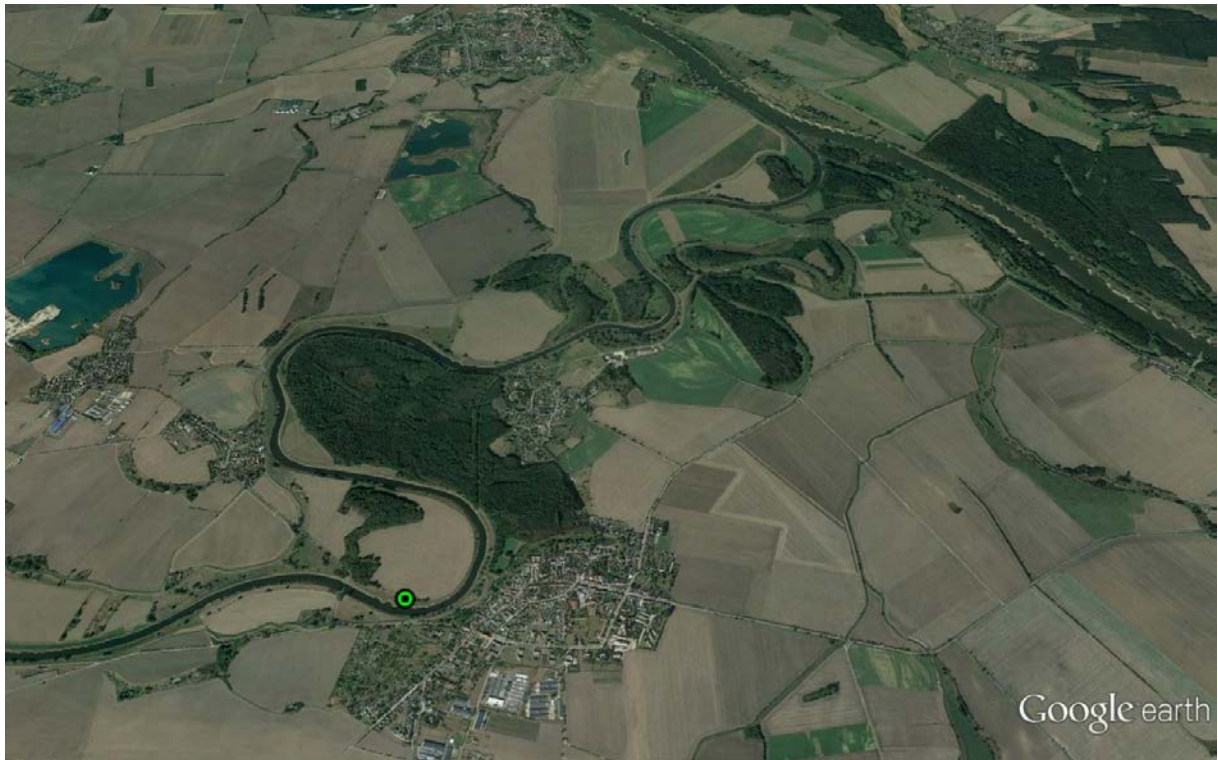
## Dessau / Mulde







# Rosenburg / Saale





## Magdeburg (Schönebeck)







## Toppel / Havel



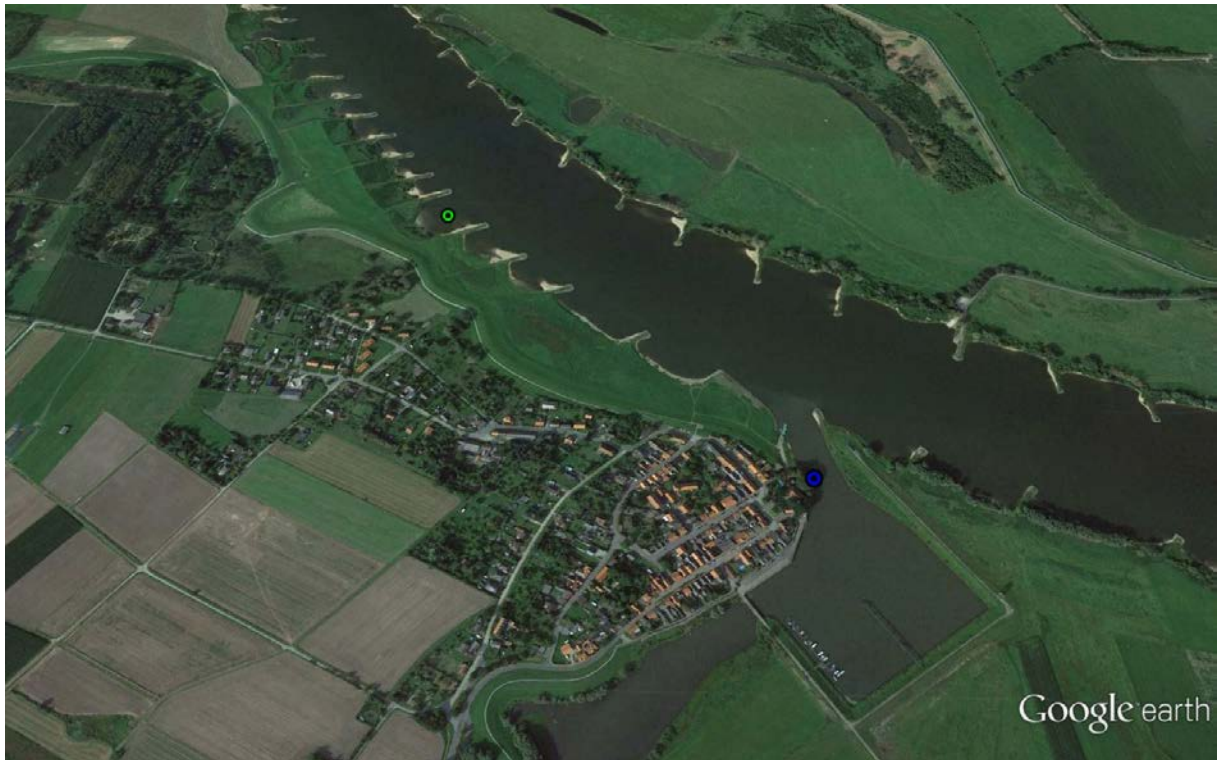


# Cumlosen





## Schnackenburg





## Zollenspieker





## Seemannshöft





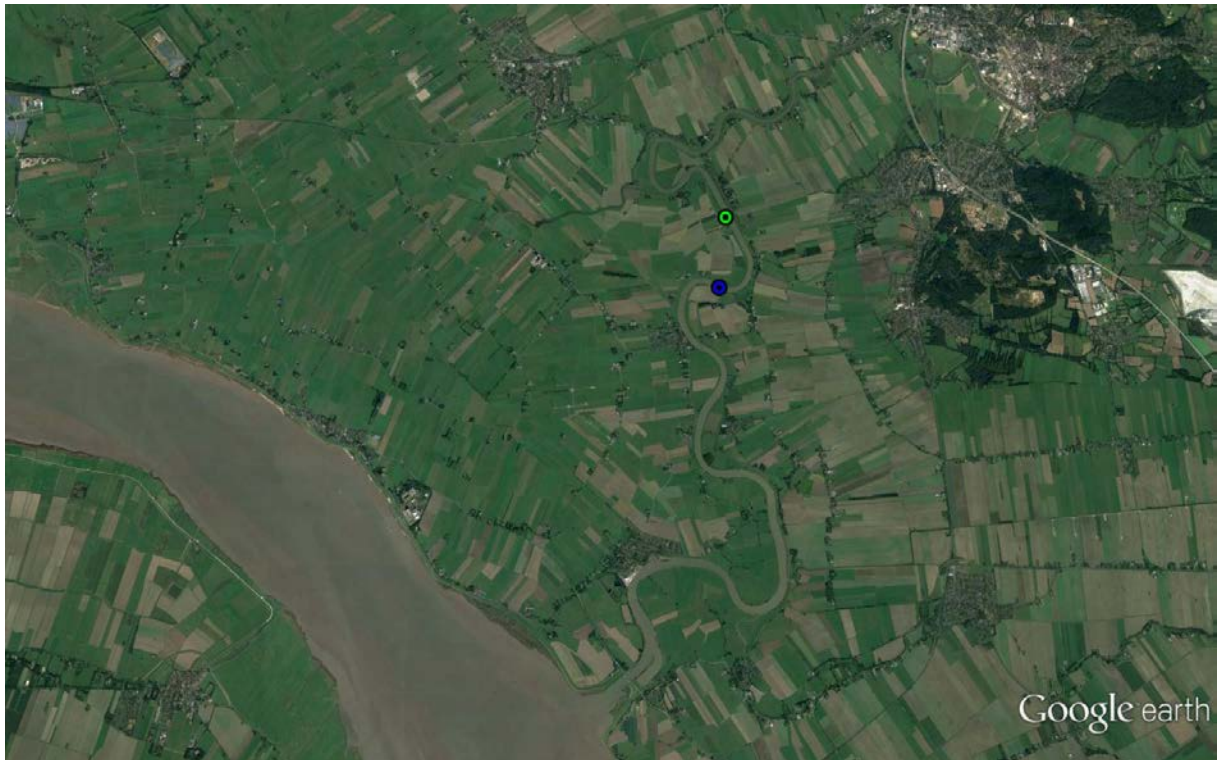


## Grauerort





## Heiligenstedten



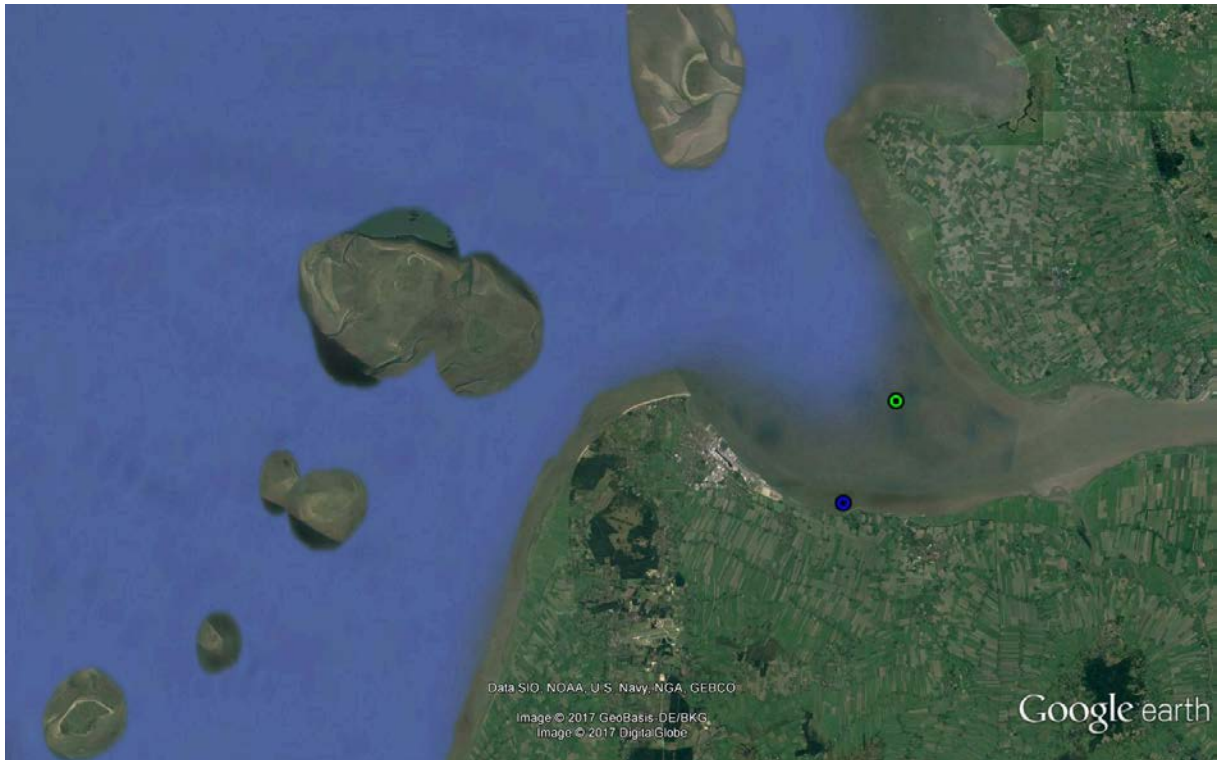


## Brunsbüttel





## Cuxhaven





## Anlage 4a: Ergebnistabellen Analytik Muscheln

Probenahmeort	Schmilka	Zehren	Dommitzsch	Gorsdorf	Wittenberg	Magdeburg	Toppel	Cumlosen	Schnackenburg	Zollenspieker	Seemannshöft (CF)	Seemannshöft (DP)	Heiligenstedten	Cuxhaven
Fett in % TG	10,2	12,0	12,4	9,1	13,9	9,0	8,0	12,2	13,1	7,3	10,1	6,0	12,4	8,5
Fett in % FG	1,44	1,64	1,77	1,41	1,39	1,10	1,23	2,20	2,29	1,04	1,69	0,66	2,44	1,14
TR in % (Muschelgewebe ohne Atemwasser)	14,2	13,7	14,3	15,5	12,5	12,2	15,4	18,0	17,5	14,3	16,7	11,0	19,6	13,4
Wassergehalt in % (Muschelgewebe ohne Atemwasser)	85,8	86,3	85,7	84,5	87,5	87,8	84,6	82	82,5	85,7	83,3	89,0	80,4	86,6
Spezies	Corbicula fluminea	Corbicula fluminea	Corbicula fluminea	Corbicula fluminea	Dreissena polymorpha	Dreissena polymorpha	Corbicula fluminea	Corbicula fluminea	Corbicula fluminea	Dreissena polymorpha	Corbicula fluminea	Dreissena polymorpha	Corbicula fluminea	Mytilus edulis
Anzahl Muscheln (Poolprobe)	17	15	9	15	11	15	13	13	12	11	15	14	8	20
Ø Schalen-gewicht in g	2,65	1,76	2,58	1,38	0,608	0,626	1,80	1,54	1,42	1,09	2,90	0,551	3,34	1,80
Ø Frisch-gewicht in g	0,633	0,388	0,584	0,268	0,171	0,333	0,422	0,470	0,435	0,547	0,853	0,244	1,58	1,14
Injektion	25.01.17	15.02.17	15.02.17	15.02.17	15.02.17	15.02.17	15.02.17	25.01.17	25.01.17	25.01.17	25.01.17	15.02.17	25.01.17	25.01.17
Einwaage in g	0,25	0,25	0,25	0,25	0,192	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,196	0,25	0,25
Faktor	0,8	0,8	0,8	0,8	1,04	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,02	0,8	0,8
	µg/kg FG	µg/kg FG	µg/kg FG	µg/kg FG	µg/kg FG	µg/kg FG	µg/kg FG	µg/kg FG	µg/kg FG	µg/kg FG	µg/kg FG	µg/kg FG	µg/kg FG	µg/kg FG
Acenaphtylen	0,61	0,63	1,7	0,81	1,0	0,60	0,51	2,2	3,3	2,2	0,94	0,57	1,7	1,5
Acenaphten	0,39	0,65	1,0	0,61	0,63	0,40	0,74	0,60	0,90	0,90	0,55	0,28	0,86	0,54
Fluoren	1,2	2,5	4,9	1,5	1,5	0,90	1,8	1,6	2,3	1,7	1,5	0,60	1,8	1,2
Phenanthren	7,8	9,6	14	7,8	12	4,1	6,6	7,6	9,4	19	7,5	3,6	6,9	5,8
Anthracen	0,85	0,60	0,93	0,40	1,5	0,30	0,45	0,80	1,1	2,4	1,6	0,28	1,1	0,51
Fluoranthen	13	7,7	8,1	6,4	41	7,6	3,3	5,5	8,0	30	33	6,6	7,0	4,4
Pyren	14	8,0	6,9	8,9	21	4,3	3,6	7,3	10	21	30	5,5	10	6,1
Benzo[a]-anthracen	1,8	1,3	1,3	0,95	15	2,2	0,35	0,95	1,5	10	16	11	1,2	2,5
Benzo[b]-fluoranthren	3,3	1,7	1,7	1,3	14	1,6	0,52	1,6	1,2	10	17	16	2,2	5,9
Benzo[k][+]-fluoranthren	0,93	0,94	0,78	0,75	16	1,1	0,42	1,2	1,0	8,1	8,6	14	1,0	3,6
Benz[a]pyren	1,6	0,76	0,56	0,55	5,5	0,80	0,28	0,63	0,66	10	6,1	12	0,46	1,7
Indeno[1,2,3-cd]-pyren	0,40	0,59	0,42	0,54	3,2	0,50	0,31	0,58	0,50	7,7	2,7	4,1	0,41	1,6
Dibenzo[a,h]-anthracen	0,12	0,48	0,26	0,28	1,4	0,20	0,20	0,13	0,15	1,4	2,0	1,7	0,073	0,39
Benzo[g,h,i]-perylen	0,85	1,4	1,3	1,0	3,0	0,70	0,55	0,56	0,78	7,3	6,5	4,5	0,50	1,9



Probenahmeort	Schmilka	Zehren	Dommitzsch	Gorsdorf	Wittenberg	Magdeburg	Toppel	Cumlosen	Schnackenburg	Zollenspieker	Seemannshöft (CF)	Seemannshöft (DP)	Heiligenstedten	Cuxhaven
Summe EPA 15	54	41	48	34	170	29	21	35	46	145	176	100	41	41
PCB28	1,2	0,48	0,60	0,070	0,36	0,52	0,19	0,23	0,27	< 0,10	1,3	0,12	0,26	< 0,10
PCB52	1,8	0,69	0,93	0,13	0,90	1,2	0,32	0,74	0,61	0,20	2,3	0,57	0,74	0,26
PCB101	6,8	3,8	3,8	0,48	3,1	2,5	1,0	2,4	2,0	1,0	7,2	2,2	2,9	1,8
PCB118	5,4	3,6	4,1	0,62	1,5	1,5	1,9	1,6	1,5	0,34	6,1	1,5	1,8	1,1
PCB153	50	27	30	1,9	6,3	2,9	4,7	6,3	5,4	1,8	15	4,6	5,9	4,5
PCB138	24	16	20	1,5	6,0	3,2	2,9	4,7	5,0	1,7	12	5,3	3,7	3,7
PCB180	9,5	4,8	6,4	0,31	3,0	1,3	0,79	1,1	1,3	0,84	2,7	2,4	1,4	0,59
o,p'-DDE	1,1	0,47	1,0	< 0,10	0,81	0,31	< 0,10	1,0	1,3	0,34	1,5	0,20	0,43	0,27
p,p'-DDE	21	18	27	5,5	13	4,9	1,5	10	13	3,2	12	2,5	3,9	2,0
o,p'-DDD	17	12	17	0,52	5,0	2,9	0,28	11	14	3,0	7,4	1,4	3,3	2,4
p,p'-DDD	41	35	46	1,8	24	7,5	1,3	19	26	4,4	16	2,2	5,3	3,1
o,p'-DDT	30	8,4	10	< 0,20	0,092	< 0,20	< 0,10	2,6	3,0	0,15	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
p,p'-DDT	88	31	31	0,70	0,35	0,61	0,19	15	19	1,1	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
HCBD	0,22	0,32	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,32	< 0,10	0,21	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,19	0,46
HCB	4,1	1,8	3,0	0,40	1,1	1,2	0,30	3,4	2,6	0,60	0,90	< 0,10	0,88	0,14
a-HCH	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
b-HCH	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,23	0,26	0,15	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
g-HCH	< 0,10	0,23	0,24	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,16	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10



## Anlage 4b: Ergebnistabellen Analytik Fische

Probenahmeort		Schmilka	Zehren	Domnitzsch	Gorsdorf	Wittenberg	Dessau	Rosenburg	Magdeburg	Toppel	Cumlosen	Schnackenburg	Zollenspieker	Seemannshöft	Grauerort	Heiligenstedten	Brunsbüttelkoog	Cuxhaven
Gewässer		Elbe	Elbe	Elbe	Mulde	Elbe	Mulde	Saale	Elbe	Havel	Elbe	Elbe	Elbe	Elbe	Elbe	Stör	Elbe	Elbe
Fangdatum		18.09.16	17.09.16	16.09.16	25.10.16	14./15.09.16	26.10.16	24.10.16	27.09.16	26.09.16	27.10.16	23.10.16	25.09.16	20.10.16	07.12.16	04.11.16	11.10.16	10.10.16
Fischart (lat. Bezeichnung)		Abramis brama L.	Abramis brama L.	Abramis brama L.	Abramis brama L.	Abramis brama L.	Perca fluviatilis L.	Abramis brama L.	Abramis brama L.	Abramis brama L.	Abramis brama L.	Abramis brama L.	Abramis brama L.	Abramis brama L.	Osmerus eperlanus L.	Abramis brama L.	Osmerus eperlanus L.	Osmerus eperlanus L.
Fischart (deutsche Bezeichnung)		Brassen	Brassen	Brassen	Brassen	Brassen	Flussbarsch	Brassen	Brassen	Brassen	Brassen	Brassen	Brassen	Brassen	Stint	Brassen	Stint	Stint
	Einheit (bezogen auf FG)																	
Ø Länge	cm	44	45	44	49	46	16	45	36	37	45	41	40	42	16	31	19	16
Ø Gewicht	g	1020	1090	998	1300	1010	49	1220	570	708	1190	923	965	1270	31	391	46	24
Wassergehalt	%	78,3	78,6	80,8	81,7	81,8	79,0	80,0	78,2	77,2	78,1	80,5	79,9	77,3	79,9	80,5	80,9	79,7
Fettgehalt	%	0,99	0,98	0,57	0,38	0,49	0,67	1,6	0,84	0,74	1,2	0,86	1,8	3,5	1,9	0,44	2,1	1,6
2,3,7,8-TeCDD	ng/kg	0,26	0,17	0,15	0,015	0,21	0,38	0,32	0,12	0,042	0,16	0,11	0,091	0,53	0,37	0,070	0,32	0,34
1,2,3,7,8-PeCDD	ng/kg	0,065	0,064	0,047	0,017	0,048	0,35	0,27	0,069	0,049	0,11	0,080	0,075	0,38	0,21	0,052	0,22	0,28
1,2,3,4,7,8-HxCDD	ng/kg	0,015	0,027	0,011	0,006	0,020	0,041	0,070	0,041	0,027	0,072	0,058	0,053	0,20	0,021	0,040	0,023	0,028
1,2,3,6,7,8-HxCDD	ng/kg	0,019	0,031	0,014	0,012	0,022	0,12	0,093	0,042	0,032	0,084	0,095	0,076	0,45	0,095	0,066	0,11	0,12
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ng/kg	0,007	0,013	0,006	<0,006	0,006	0,061	0,049	0,023	< 0,011	0,023	0,018	0,027	0,14	0,041	0,019	0,045	0,056
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	ng/kg	0,013	0,023	0,012	<0,008	0,013	0,073	0,061	0,038	0,056	0,063	0,086	0,088	0,36	0,055	0,045	0,050	0,049
OCDD (Octachlordibenzodioxin)	ng/kg	0,019	0,021	0,013	< 0,034	0,018	0,13	0,052	< 0,045	0,15	0,048	0,080	<0,054	0,20	0,052	0,052	0,037	0,042
2,3,7,8-TeCDF	ng/kg	2,7	2,6	1,7	0,20	2,2	2,1	5,3	2,5	1,5	2,9	1,7	1,6	6,2	2,1	0,71	2,1	2,5
1,2,3,7,8-PeCDF	ng/kg	0,27	0,24	0,18	0,024	0,16	2,0	1,4	0,43	0,19	0,59	0,46	0,59	2,8	1,2	0,29	1,2	1,7
2,3,4,7,8-PeCDF	ng/kg	0,62	0,61	0,39	0,044	0,37	1,3	1,4	0,55	0,26	0,63	0,43	0,58	2,8	0,46	0,32	0,47	0,67
1,2,3,4,7,8-HxCDF	ng/kg	0,076	0,14	0,076	0,012	0,074	1,0	0,60	0,27	0,079	0,50	0,49	0,61	2,6	0,39	0,31	0,42	0,47
1,2,3,6,7,8-HxCDF	ng/kg	0,025	0,050	0,035	0,009	0,029	0,62	0,28	0,15	0,053	0,27	0,28	0,34	1,6	0,34	0,18	0,35	0,43
2,3,4,6,7,8-HxCDF	ng/kg	0,016	0,019	0,011	0,008	0,014	0,079	0,071	0,031	0,030	0,046	0,034	0,063	0,34	0,12	0,042	0,13	0,13
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ng/kg	0,005	0,003	< 0,003	< 0,005	< 0,003	0,12	0,073	0,027	0,012	0,039	0,027	0,042	0,14	0,038	0,019	0,044	0,061
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	ng/kg	0,008	0,012	0,009	0,006	0,009	0,17	0,065	0,045	0,022	0,11	0,091	0,22	0,77	0,12	0,080	0,13	0,12
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ng/kg	0,003	<0,002	<0,002	<0,007	< 0,002	0,073	0,021	0,018	<0,010	0,031	0,025	0,066	0,16	0,027	0,019	0,028	0,021
OCDF (Octachlordibenzofuran)	ng/kg	<0,005	<0,004	<0,004	< 0,020	<0,004	0,14	< 0,019	<0,025	<0,025	<0,023	< 0,022	< 0,028	0,049	0,035	<0,021	0,034	0,025



Probenahmeort		Schmilka	Zehren	Dom- nitzsch	Gors- dorf	Witten- berg	Dessau	Rosen- burg	Magde- burg	Toppel	Cum- losen	Schnac- kenburg	Zollen- spieker	See- manns- höft	Grauer- ort	Heiligen- stedten	Brunns- büttel- koog	Cux- haven
WHO-PCDD/F-TEQ (WHO-TEF 2005) lower bound	ng/kg	0,81	0,71	0,51	0,071	0,61	1,6	1,7	0,68	0,34	0,87	0,61	0,64	3,0	1,1	0,37	1,0	1,3
WHO-PCDD/F-TEQ (WHO-TEF 2005) medium bound	ng/kg	0,81	0,71	0,51	0,071	0,61	1,6	1,7	0,68	0,35	0,87	0,61	0,64	3,0	1,1	0,37	1,0	1,3
WHO-PCDD/F-TEQ (WHO-TEF 2005) upper bound	ng/kg	0,81	0,71	0,51	0,072	0,61	1,6	1,7	0,68	0,35	0,87	0,61	0,64	3,0	1,1	0,37	1,0	1,3
PCB 77	ng/kg	246	180	77,0	4,67	130	30,4	64,1	47,1	35,6	50,1	21,3	28,8	104	39,6	6,14	36,2	35,3
PCB 81	ng/kg	12	9,2	4,7	0,35	7,8	2,5	3,9	2,7	2,1	3,0	1,3	1,4	4,2	1,0	0,32	0,90	0,89
PCB 126	ng/kg	25	23	14	2,2	14	9,4	15	6,6	5,7	9,6	4,0	4,2	15	10	1,5	9,9	11
PCB 169	ng/kg	2,8	3,3	1,6	0,38	2,5	1,8	2,9	0,94	0,93	2,1	0,94	0,63	3,0	1,9	0,58	1,9	2,5
PCB 105	ng/kg	970	920	530	150	700	440	950	400	370	390	180	210	700	520	66	430	420
PCB 114	ng/kg	63	63	37	11	60	32	70	27	23	35	10	12	43	18	4,5	17	18
PCB 118	ng/kg	4500	5000	2600	550	4000	1600	4400	1700	1300	2100	840	820	3300	2300	370	2200	2000
PCB 123	ng/kg	50	49	30	7,3	41	24	52	26	23	30	14	11	57	26	6,3	25	22
PCB 156	ng/kg	1700	2000	920	170	1200	410	1000	390	290	580	230	190	670	470	97	380	400
PCB 157	ng/kg	1100	1500	480	91	740	160	430	180	110	290	130	94	310	220	67	200	200
PCB 167	ng/kg	3400	3600	1500	300	2300	700	1800	840	620	1200	500	500	1700	1100	270	940	990
PCB 189	ng/kg	300	410	150	32	250	50	160	64	43	120	51	33	120	78	26	62	74
WHO-PCB-TEQ (WHO-TEF 2005) lower bound	ng/kg	2,9	2,8	1,6	0,27	1,8	1,1	1,9	0,81	0,68	1,2	0,49	0,50	1,8	1,2	0,20	1,2	1,3
WHO-PCB-TEQ (WHO-TEF 2005) medium bound	ng/kg	2,9	2,8	1,6	0,27	1,8	1,1	1,9	0,81	0,68	1,2	0,49	0,50	1,8	1,2	0,20	1,2	1,3
WHO-PCB-TEQ (WHO-TEF 2005) upper bound	ng/kg	2,9	2,8	1,6	0,27	1,8	1,1	1,9	0,81	0,68	1,2	0,49	0,50	1,8	1,2	0,20	1,2	1,3
WHO-PCDD/F-PCB-TEQ (WHO-TEF 2005) lower bound	ng/kg	3,7	3,5	2,1	0,34	2,4	2,7	3,6	1,5	1,0	2,0	1,1	1,1	4,8	2,3	0,56	2,2	2,5
WHO-PCDD/F-PCB-TEQ (WHO-TEF 2005) medium bound	ng/kg	3,7	3,5	2,1	0,34	2,4	2,7	3,6	1,5	1,0	2,0	1,1	1,1	4,8	2,3	0,56	2,2	2,5
WHO-PCDD/F-PCB-TEQ (WHO-TEF 2005) upper bound	ng/kg	3,7	3,5	2,1	0,34	2,4	2,7	3,6	1,5	1,0	2,0	1,1	1,1	4,8	2,3	0,56	2,2	2,5
PCB 28	µg/kg	2,3	1,5	0,51	0,021	1,2	0,14	0,64	0,54	0,42	0,38	0,22	0,40	1,5	0,30	0,074	0,28	0,26
PCB 52	µg/kg	3,6	2,2	1,1	0,074	2,9	0,57	2,0	1,4	0,70	1,1	0,57	1,2	4,2	1,4	0,22	1,4	1,1
PCB 101	µg/kg	12	12	4,8	0,57	8,3	2,3	6,6	3,8	2,0	4,2	1,9	2,6	9,7	4,8	0,89	4,6	4,1
PCB 138	µg/kg	28	37	14	1,9	20	4,3	12	5,8	3,8	8,2	3,6	2,9	11	6,6	1,5	5,5	5,9





Probenahmeort		Schmilka	Zehren	Dom- nitzsch	Gors- dorf	Witten- berg	Dessau	Rosen- burg	Magde- burg	Toppel	Cum- losen	Schnac- kenburg	Zollen- spieker	See- manns- höft	Grauer- ort	Heiligen- stedten	Brunns- büttel- koog	Cux- haven
PCB 153	µg/kg	49	51	27	3,6	38	6,9	20	9,0	5,7	15	5,9	5,1	20	15	2,9	12	12
PCB 180	µg/kg	30	42	14	1,9	21	2,3	8,9	3,6	2,0	6,4	3,0	1,7	7,0	4,1	1,2	3,3	3,4
PCB-Summe (ICES-6) aus PCB 28, 52, 101, 138, 153 u. 180	µg/kg	125	146	60	8,0	91	16	50	24	15	35	15	14	54	32	6,7	27	27
BDE 28 (2,4,4'- Tribromdiphenylether)	ng/kg	16	18	6,2	<1,0	9,7	9,1	14	6,9	4,1	6,0	3,6	4,3	12	4,9	<1,0	4,6	3,8
BDE 47 (2,2',4,4'- Tetrabromdiphenylether)	ng/kg	1212	1199	764	200	1385	520	1251	457	187	642	233	194	657	164	38,0	133	102
BDE 99 (2,2',4,4',5'- Pentabromdiphenylether)	ng/kg	1,2	1,1	n. n.	<1,0	<1,0	361	1,1	<1,0	n. n.	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	6,4	n. n.	6,0	6,3
BDE 100 (2,2',4,4',6'- Pentabromdiphenylether)	ng/kg	238	287	180	55,0	322	121	237	79,7	41,7	151	52,7	33,2	134	36,1	9,30	28	24
BDE 153 (2,2',4,4',5,5'- Hexabromdiphenylether)	ng/kg	49	47	16	3,4	44	41	42	15	8,2	20	8,1	6,6	21	5,0	2,6	4,2	3,9
BDE 154 (2,2',4,4',5,6'- Hexabromdiphenylether)	ng/kg	84	154	68	27	204	34	131	44	37	97	42	20	60	15	10	12	11
<b>BDE (Summe nach OGEV)</b>	<b>ng/kg</b>	<b>1600</b>	<b>1706</b>	<b>1035</b>	<b>285</b>	<b>1964</b>	<b>1086</b>	<b>1676</b>	<b>602</b>	<b>278</b>	<b>915</b>	<b>339</b>	<b>258</b>	<b>883</b>	<b>231</b>	<b>60,2</b>	<b>188</b>	<b>151</b>
Hexachlorbenzol (HCB)	µg/kg	7,0	9,0	5,5	<0,10	7,2	3,6	2,4	6,8	0,61	4,8	2,7	3,0	6,5	0,81	0,44	0,68	0,47
Hexachlor-1,3-butadien	µg/kg	0,041	0,027	n. n.	n. n.	n. n.	<0,010	<0,010	<0,010	n. n.	<0,010	<0,010	<0,010	0,022	0,028	<0,010	0,014	<0,010
Dicofol, Gesamt-	µg/kg	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
Heptachlor (alpha- und beta-Isomer)	µg/kg	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
cis-Heptachlorepoxyd	µg/kg	0,042	0,032	0,019	<0,002	0,040	0,045	0,036	0,028	0,008	0,04	0,020	0,013	0,019	n. n.	0,008	0,012	0,014
trans-Heptachlorepoxyd	µg/kg	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
Heptachlorepoxyd Gesamt aus cis- und trans-	µg/kg	0,042	0,032	0,019	<0,002	0,040	0,045	0,036	0,028	0,008	0,040	0,020	0,013	0,019	n. n.	0,008	0,012	0,014
alpha-HCH	µg/kg	0,052	0,055	0,035	0,008	0,027	0,46	0,033	0,12	0,018	0,11	<0,005	0,16	0,30	0,10	<0,005	0,060	0,039
beta-HCH	µg/kg	0,054	0,062	0,034	<0,005	0,030	0,71	0,061	0,26	0,049	0,35	0,16	0,23	1,4	0,060	0,013	0,40	0,32
delta-HCH	µg/kg	0,089	0,090	0,058	<0,005	0,036	0,25	0,011	0,080	0,015	0,10	0,047	0,098	0,25	0,082	<0,005	0,061	0,041
gamma-HCH (Lindan) gamma-Hexachlorcyclohexan	µg/kg	0,060	0,073	0,049	0,018	0,031	0,079	0,11	0,046	0,016	0,078	0,023	0,040	0,099	0,051	0,015	0,029	0,045
Pentachlorbenzol	µg/kg	0,24	0,29	0,16	0,005	0,24	0,068	0,12	0,25	0,029	0,27	0,16	0,21	0,64	0,13	0,029	0,081	0,053
Quinoxifen	µg/kg	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	µg/kg	14	15	16	4,7	13	14	7,9	9,4	4,6	13	8,1	14	18	6,7	9,8	5,9	3,2
alpha- Hexabromcyclododecan	ng/kg	1419	1249	578	62,5	1587	895	2105	505	217	628	200	185	478	164	n. n.	51	22
beta-Hexabromcyclododecan	ng/kg	13	<10	n. n.	n. n.	n. n.	29	16	<10	<10	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	31	n. n.	<10	n. n.
gamma- Hexabromcyclododecan	ng/kg	37	37	23	n. n.	18	21	93	18	<10	13	<10	n. n.	n. n.	37	n. n.	n. n.	n. n.
Hexabromcyclododecan	ng/kg	1469	1286	601	62,6	1605	944	2215	523	217	641	200	185	478	232	n. n.	50,8	22,2



Probenahmeort		Schmilka	Zehren	Dom- nitzsch	Gors- dorf	Witten- berg	Dessau	Rosen- burg	Magde- burg	Toppel	Cum- losen	Schnac- kenburg	Zollen- speiker	See- manns- höft	Grauer- ort	Heiligen- stedten	Brun- sbüttel- koog	Cux- haven
Quecksilber (Hg)	mg/kg	0,36	0,32	0,37	0,39	0,36	0,22	0,31	0,19	0,14	0,35	0,28	0,12	0,15	0,16	0,046	0,16	0,13
Blei (Pb)	mg/kg	<0,021	<0,021	<0,021	0,035	<0,021	0,023	<0,018	<0,021	<0,018	<0,020	<0,020	<0,020	n. n.	<0,020	<0,019	<0,020	n. n.
Cadmium (Cd)	mg/kg	n. n.	n. n.	<0,011	n. n.	<0,012	0,016	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
op-DDD	µg/kg											n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
pp-DDD	µg/kg											8,40	10,3	30,6	7,24	1,19	6,90	6,73
op-DDE	µg/kg											0,99	2,65	4,15	3,41	n. n.	1,87	3,22
pp-DDE	µg/kg											13,8	10,7	26,5	7,01	1,65	6,02	5,12
op-DDT	µg/kg											0,44	0,90	1,40	2,20	n. n.	2,00	n. n.
pp-DDT	µg/kg											0,77	0,63	1,69	1,41	0,36	1,09	1,08





[www.fgg-elbe.de](http://www.fgg-elbe.de)