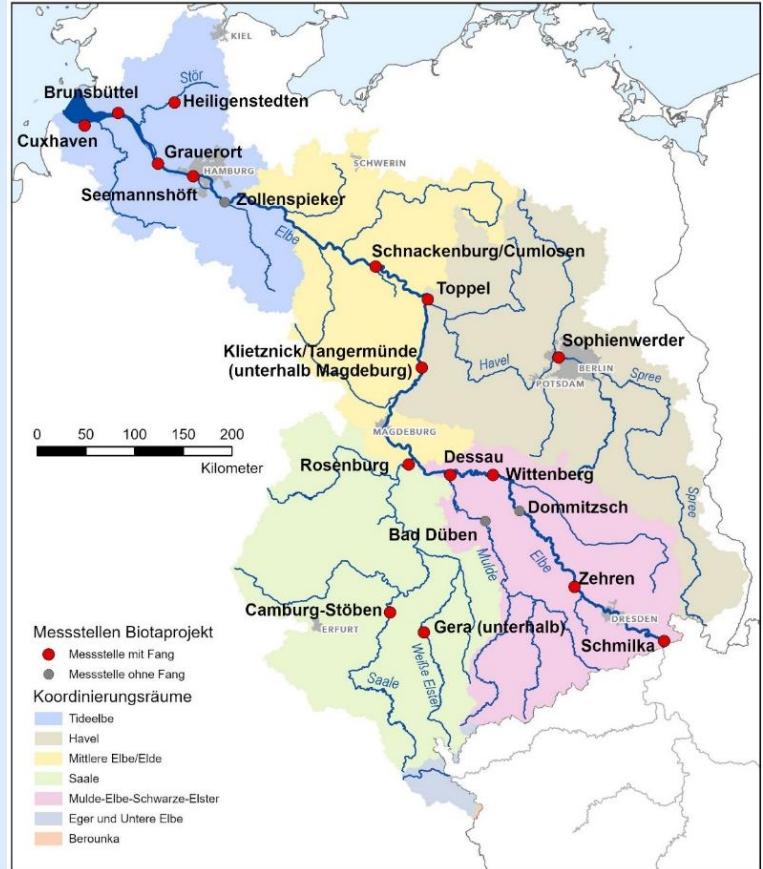


Die Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Elbe

Schadstoffuntersuchungen in Biota

Projektbericht –

Sonderuntersuchungen im Rahmen des KEMP 2022





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

Bearbeitung: Expertengruppen Schadstoffe und Qualitätssicherung-
Elbemonitoring (QS-EM) der AG Oberflächengewässer der
FGG Elbe

Redaktion: Geschäftsstelle der FGG Elbe

Auftragnehmer Eurofins GmbH

Probenaufbereitung:

Analyselabore: Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft
Sachsen – Labor Nossen,
Institut für Hygiene und Umwelt Hamburg,
Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten-
und Naturschutz (NLWKN) – Betriebsstelle Hannover-
Hildesheim,
Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz –
Labor Jena.

Titelbilder: links oben: Brassen, Filet und Leber (C. Ebel - HH 2023);
links unten: Stinte auf einem Messbrett (FGG Elbe 2021)
rechts: Übersichtskarte FGG Elbe (FGG Elbe 2025)

Redaktionsschluss: Stand 09.10.2025 (redaktionelle Endbearbeitung 19.12.2025)



Inhaltsverzeichnis

Impressum	I
Inhaltsverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	VI
Abkürzungsverzeichnis	VII
1. Einleitung.....	9
2. Projektbeschreibung	10
3. Probenahme	13
4. Probenaufbereitung und chemische Analytik	16
4.1. Probenaufbereitung	16
4.2. Chemische Analytik	17
5. Ergebnisse und Auswertungen	18
5.1. Allgemeine (biometrische) Auswertungen	18
5.2. Fettgehalt.....	22
5.3. Schadstoffgehalte und UQN-Vergleich	23
5.4. Weitere Vergleiche und Verteilungsmuster	31
5.5. Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse	41
6. Qualitätssicherung der Messergebnisse	42
7. Fazit.....	44
8. Ausblick.....	47
Anlage 1: Probenahmeprotokoll	51
Anlage 2: je Messstelle gefangene Fische	53
Anlage 3: Fotodokumentation – ausgewählte Messstellen	57
Anlage 4: Ergebnistabellen Analytik.....	64
Anlage 5: Übersicht Analysemethoden	67
Anlage 6: Methodenbeschreibung der Altersbestimmungen	71



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Lage der untersuchten Messstellen (mit Koordinierungsräumen der FGG Elbe)	12
Abbildung 5-1: Längenverteilung der Fische je Messstelle und Angabe der Längenklassen nach RaKon IV.3 (Stand 14.02.2020) für die Messkampagne 2022	19
Abbildung 5-2: Gewichtsverteilung der Fische je Messstelle	21
Abbildung 5-3: Verteilung des Korpulenzfaktors der Fische je Messstelle (Der Korpulenzfaktor K als biometrischer Index zur Charakterisierung von Fischbeständen beschreibt das Verhältnis von Körpergewicht zu Körperlänge und errechnet sich aus dem Produkt $100 * m/l^3$ mit m = Körpergewicht in Gramm und l = Körperlänge in Zentimeter)	22
Abbildung 5-4: Verteilung des Fettgehalts der Fische je Messstelle im Vergleich von 2022 und 2016	23
Abbildung 5-5: Überschreitungsfaktoren für die Summe der BDE in Bezug auf die aktuell gültige UQN _{Biota} von 0,0085 µg/kg FG aus der Messreihe des Thüringer Landeslabors im Vergleich zu 2016	24
Abbildung 5-6: Konzentrationen von HCB im Elbe-Längsverlauf in Bezug auf die aktuell gültige UQN _{Biota} von 10 µg/kg; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, SN) im Vergleich zu 2016	24
Abbildung 5-7: Konzentrationen von HCBD im Elbe-Längsverlauf ohne Darstellung der UQN; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, SN) im Vergleich zu 2016.....	25
Abbildung 5-8: Überschreitungsfaktoren für Hg in Bezug auf die aktuell gültige UQN _{Biota} von 20 µg/kg FG; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, NI, SN) im Vergleich zu 2016	26
Abbildung 5-9: Umrechnung der Konzentrationen von Hg auf den Gesamtfisch (Faktor 0,75) und Darstellung im Elbe-Längsverlauf gegenüber der UQN _{Biota} in Fisch im Vergleich zu 2016.....	26
Abbildung 5-10: Konzentrationen von HBCDD im Elbe-Längsverlauf gegenüber der UQN _{Biota} in Fisch (außerhalb des Darstellungsbereiches); Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, SN) im Vergleich zu 2016	27
Abbildung 5-11: Überschreitungsfaktoren für PFOS in Bezug auf die aktuell gültige UQN _{Biota} von 9,1 µg/kg FG; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, SN) im Vergleich zu 2016	28
Abbildung 5-12: Überschreitungsfaktoren für die Summe der Dioxine + Furane + dl-PCBs (TEQ oBG) in Bezug auf die aktuell gültige UQN _{Biota} von 0,0065 µg/kg FG im Vergleich zu 2016	29
Abbildung 5-13: Überschreitungsfaktoren für Heptachlor und Heptachlorepoxyd als Summe ohne Berücksichtigung Werte < BG in Bezug auf die aktuell gültige UQN _{Biota} von	

0,0067 µg/kg FG; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, SN) im Vergleich zu 2016	30
Abbildung 5-14: fettnormierte Darstellung der Gehalte an Cadmium im Elbe-Längsverlauf; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, NI, SN)	32
Abbildung 5-15: fettnormierte Darstellung der Gehalte an Pentachlorbenzol im Elbe-Längsverlauf; 2022/2016	32
Abbildung 5-16: fettnormierte Darstellung der Summe der sechs Indikator-PCB im Elbe-Längsverlauf, Untersuchungen 2022 gegenüber 2016 (Ergebnisse der Labore HH, SN; das linke Feld für SEEM bezieht sich auf die in 2022 untersuchten Stinte, das rechte auf die Fischart Brassen, für die Ergebnisse aus 2016 und 2022 vorliegen)	33
Abbildung 5-17: Verteilmuster der sechs Indikator-PCB im Elbe-Längsverlauf, Untersuchungen 2022 gegenüber 2016 (Ergebnisse der Labore HH, SN)	34
Abbildung 5-18: fettnormierte Darstellung des Gehalts an Hg im Elbe-Längsverlauf; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, NI, SN) gegenüber 2016	35
Abbildung 5-19: Konzentrationen von Hg im Elbe-Längsverlauf gegenüber der UQN _{Biota} in Fisch; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, NI, SN) im Vergleich zu 2016	35
Abbildung 5-20: Konzentrationen der Teilsummen für Dioxine + Furane sowie dl-PCBs, oben als Summe der einzelnen Kongenere als TEQ oBG und unten als TEQ mBG) im Elbe-Längsverlauf bezogen auf das FG (linke Darstellung für SEEM bezieht sich jeweils auf die Stinte, die rechte auf die untersuchten Brassen)	36
Abbildung 5-21: Einzelwerte für Heptachlor und Heptachlorepoxyd unter Berücksichtigung der vollen BG; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, SN) im Vergleich zu 2016 (linke Darstellung für SEEM bezieht sich auf die Stinte, die rechte auf die untersuchten Brassen)	37
Abbildung 5-22: fettnormierte Darstellung des Gehalts der BDE in Summe im Elbe-Längsverlauf; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse des Labors TH) gegenüber 2016	38
Abbildung 5-23: Konzentrationen der BDE (Summe der einzelnen Kongenere) im Elbe-Längsverlauf gegenüber der UQN _{Biota} ; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse des Labors TH) im Vergleich zu 2016	39
Abbildung 5-24: Darstellung des Gehalts der BDE mit Anteil der einzelnen Kongenere als 100 % (Werte < BG nicht berücksichtigt) in Summe im Elbe-Längsverlauf, 2022 gegenüber 2016	39
Abbildung 5-25: Darstellung der Gehalte an HCB an der Messstelle Prossen/Schmilka (Daten 1993 - 2022 der UPB – blau, zum Vergleich Daten der FGG Elbe – rot und SN – gelb für 2016 bis 2021; Fischart Brassen, *abweichend Döbel)	40
Abbildung 6-1: Vergleich der Messergebnisse für die einzelnen BDE in der Referenzprobe aus dem Biotaprojekt 2016 (Brassen aus der Havel), ermittelt durch die	



Länderlabore HH, SN und TH in 2022 gegenüber den Ergebnissen des CVUA-MEL in Münster in 2016 für die gleiche Probe (mit Darstellung der BG)42

Abbildung 6-2: Vergleich der Anteile der einzelnen BDE in der Referenzprobe aus dem Biotaprojekt 2016 (Brassen aus der Havel), ermittelt durch die Länderlabore HH, SN und TH in 2022 gegenüber den Ergebnissen des CVUA-MEL in Münster in 2016 für die gleiche Probe, bezogen auf jeweils 100 %43

Abbildung 6-3: Konzentrationen der bromierten Diphenylether (Summe der einzelnen Kongenere) im Elbe-Längsverlauf, Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, SN, TH, für SEEM = Seemannshöft bezieht sich die linke Darstellung auf die Fischart Stint, die rechte auf die Fischart Brassen)43

Abbildung 8-1: Überschreitungsfaktoren für PFOS als Teil der Summe für PFAS unter Berücksichtigung des RPF von 2 und der vorgeschlagenen UQN_{Biota} von 0,077 µg/kg in Summe der PFOA Äquivalente; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, SN) im Vergleich zu 201647



Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Liste der zu bestimmenden Schadstoffe im Muskelgewebe von Fischen	10
Tabelle 2-2: Liste der zu bestimmenden Schadstoffe in Muscheln	10
Tabelle 2-3: Messstellen des Untersuchungsprogramms (Reihenfolge flussabwärts, gegenüber 2016 hinzugekommene Messstellen farblich abgesetzt)	11
Tabelle 3-1: Anzahl der entnommenen und untersuchten Spezies (rot markiert = nicht untersucht)	14
Tabelle 5-1: Vergleich der Fischlängen der 2022 und 2016 untersuchten Fischarten (grün = übereinstimmende Fischart)	19
Tabelle 5-2: Durchschnittliche Längen der Fische und durchschnittliches Alter in der nachträglichen Altersbestimmung anhand von Fischschuppen bezogen auf die beprobten Messstellen.....	20

Abkürzungsverzeichnis

BADD	Bad Düben
BDE	Bromierte Diphenylether
BRUN	Brunsbüttelkoog
CAMB	Camburg-Stöben
Cd	Cadmium
CUXH	Cuxhaven
CVUA-MEL	Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Münsterland-Emscher-Lippe (Nordrhein-Westfalen)
DESS	Dessau
dl-PCB	Dioxinähnliche PCB
DOMM	Dommitzsch
EG	Europäische Gemeinschaft
EU	Europäische Union
EU-KOM	Europäischen Kommission
FG	Frischgewicht
FGG	Flussgebietsgemeinschaft
GC-MS/MS	Gaschromatographie mit Tandem-Massenspektrometrie-Kopplung
GM-300	Messermühle GRINDOMIX GM 300 (Laborgerät)
GRAU	Grauerort
HBCDD	Hexabromcyclododecan
HCB	Hexachlorbenzol (auch Hexachlorbenzen)
HCBD	Hexachlorbutadien
HCH	Hexachlorcyclohexan
HEIL	Heiligenstedten
HH	Freie und Hansestadt Hamburg
Hg	Quecksilber
IfAÖ	Institut für Angewandte Ökosystemforschung
JD	Jahresdurchschnitt
KEMP	Koordiniertes Elbemessprogramm
kg	Kilogramm
km	Kilometer
LAWA	Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
m	Meter
MAGD	Magdeburg (Bereich Klietznick/Tangermünde)
mBG	mit (Berücksichtigung der) Bestimmungsgrenze
mm	Millimeter

NI	Niedersachsen
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
oBG	ohne (Berücksichtigung der) Bestimmungsgrenze
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
Pb	Blei
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCDD	Polychlorierte Dibenzodioxine
PCDF	Polychlorierte Dibenzofurane
PeCB	Pentachlorbenzol
PeCl	Pentachlorbenzol (auch Pentachlorbenzen)
PFAS	Per- und polyfluorierte Chemikalien
PFOA	Perfluoroctansäure
PFOS	Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate
QS-EM	Qualitätssicherung-Elbemonitoring
RaKon	Rahmenkonzeption der LAWA zur Aufstellung von Monitoringprogrammen und zur Bewertung des Zustandes von Oberflächengewässern
RL	Richtlinie
ROSE	Rosenburg
RPF	relativen Potenzfaktor
SCHM	Schmilka
SCHN	Schnackenburg/Cumlosen
SEEM	Seemannshöft
SN	Freistaat Sachsen
SOPH	Sophienwerder
TBT	Tributylzinn
TEQ	Toxizitätsäquivalente für Dioxingemische
TH	Freistaat Thüringen
TOPP	Toppel
UPB	Umweltdatenbank des Bundes
UQN	Umweltqualitätsnorm
WITT	Wittenberg
WHO	Weltgesundheitsorganisation (World Health Organization)
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
ZEHR	Zehren
ZOLL	Zollenspieker

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) von 2016 setzt die EG-Richtlinie 2008/105/EG in deutsches Recht um und sieht in Anlage 8 vor, dass für Stoffe mit UQN_{Biota} für die Einstufung in den chemischen Zustand nur dann die mittleren Gesamtwasserkonzentrationen herangezogen werden dürfen, wenn die Erhebung von Biotadaten nicht möglich ist.

Nicht zuletzt auf Basis der Messkampagne in 2016 (vgl. Projektbericht zu den Sonderuntersuchungen im Rahmen des Koordinierter Elbmessprogramms (KEMP) 2016 und weiteren Messungen in den Ländern liegen für die Stoffe der Anlage 8 OGewV in Biota inzwischen einige Erfahrungswerte vor. Um weitere Erkenntnisse im gemeinsamen Einzugsgebiet zu sammeln und eine bestmögliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, wurde auf Beschluss der Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Elbe die erneute Durchführung von koordinierten Untersuchungen in den vorgegebenen Biota zu Beginn des neuen Bewirtschaftungszyklus (Ende 2021 bis 2027) im Rahmen des koordinierten Elbmessprogramms (KEMP) 2022 an 19 Messstellen in der Elbe und in den wichtigsten Nebenflüssen festgelegt. Neben den üblichen Messstellen der Ebene 1 des KEMP wurden weitere Messstellen aus den Teileinzugsgebieten ergänzt und somit erstmals auch Berlin und Thüringen in die Messkampagne eingebunden.

Im Gegensatz zu der letzten Messkampagne wurden dieses Mal die beteiligten Länder mit der Beschaffung des entsprechenden Probenmaterials im Rahmen ihrer routinemäßigen Tätigkeiten betraut. Die Aufbereitung des Probenmaterials ist mittels Vergabe zentral durch ein Auftragslabor unter Berücksichtigung wichtiger Aspekte der Qualitätssicherung erfolgt. Während die hohen Anforderungen der Biotaanalytik dazu führten, dass die entsprechenden Kapazitäten in 2016 bei den Landeslaboren überwiegend noch nicht oder nur sehr eingeschränkt vorhanden waren und eine externe Vergabe der Analytik durchgeführt werden musste, konnte die labortechnische Analytik (mit Ausnahme der Fettbestimmung und der Dioxinparameter) in dieser Kampagne nun durch die Landeslabore der Elbeländer sichergestellt werden. Kontinuierliche Abstimmungen innerhalb der FGG Elbe und auch auf Ebene der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) haben insgesamt eine Weiterentwicklung im Bereich der Analytik mit entsprechender Methodenabstimmung in den Länderlaboren ermöglicht.

Die Details der Planung und Durchführung der Messkampagne wurden in einer verwaltungsinternen Konzeption (FGG Elbe, unveröffentlicht) festgehalten. Diese beinhaltete auch die Entnahme und nachträgliche Untersuchung von Fischschuppen, um entsprechende Rückschlüsse auf das Alter der verwendeten Fische ziehen zu können. Auf die Untersuchung von Muschelgewebe wurde aufgrund der in der Kampagne von 2016 aufgetretenen Schwierigkeiten bei der Gewinnung von geeignetem Probenmaterial und den Unsicherheiten bei der anschließenden Auswertung der Messergebnisse verzichtet.

2. Projektbeschreibung

Aus den Vorgaben der OGewV 2016 ergab sich der nachfolgende Untersuchungsumfang für Stoffe und Stoffgruppen in Fischen (Tabelle 2-1). Die Vorgaben für Weichtiere (hier: Muscheln, Tabelle 2-2) konnten im Rahmen dieses Projektes wie eingangs erwähnt nicht überprüft werden:

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

Stoffname	UQN [µg/kg Frischgewicht (FG)]	Matrix	Schutzgut
Bromierte Diphenylether (BDE)*	0,0085	Fische	Menschliche Gesundheit
Hexachlorbenzol (HCB)	10	Fische	Menschliche Gesundheit
Hexachlorbutadien (HCBD)	55	Fische	Wildtier (Sekundärvergiftung)
Quecksilber (Hg)	20	Fische	Wildtier (Sekundärvergiftung)
Dicofol	33	Fische	Wildtier (Sekundärvergiftung)
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 (Sekundärvergiftung)
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 FG]	Matrix	Schutzgut
Fluoranthen	30	Weichtiere (Muscheln)	Menschliche Gesundheit
Benzo(a)pyren	5	Weichtiere (Muscheln)	Menschliche Gesundheit



Aus Gründen der Datenplausibilisierung und zur Fortschreibung der bestehenden Zeitreihen wurden darüber hinaus weitere Stoffe und Stoffgruppen in Fischen untersucht, für die derzeit keine UQN in Biota festgelegt sind. Dazu zählen die Schwermetalle Blei und Cadmium, Hexachlorcyclohexan-Isomere, Pentachlorbenzol und Quinoxyfen sowie Polychlorierte Biphenyle (PCB) und Tributylzinn (TBT). Weiterhin war in den Poolproben der Fische der Fettgehalt der jeweiligen Poolprobe zu bestimmen.

Die beprobten Messstellen sind der Tabelle 2-3 bzw. der Abbildung 2-1 zu entnehmen. Die Ergebnisse lassen sich jeweils der entsprechenden Messstelle nach KEMP zuordnen. Die Bezeichnungen werden 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 sowie [Anlage 1](#)).

Tabelle 2-3: Messstellen des Untersuchungsprogramms (Reihenfolge flussabwärts, gegenüber 2016 hinzugekommene Messstellen farblich abgesetzt)

Messstellen	Abkürzung	Gewässer	Land
Schmilka	SCHM	Elbe	Sachsen
Zehren	ZEHR	Elbe	Sachsen
Dommitzschen	DOMM	Elbe	Sachsen
Wittenberg	WITT	Elbe	Sachsen-Anhalt
Bad Düben	BADD	Mulde	Sachsen
Dessau	DESS	Mulde	Sachsen-Anhalt
Camburg-Stöben	CAMB	Saale	Thüringen
Gera (unterhalb)	GERA	Weisse Elster	Thüringen
Rosenburg	ROSE	Saale	Sachsen-Anhalt
Magdeburg (Bereich Klietznick/Tangermünde)	MAGD	Elbe	Sachsen-Anhalt
Sophienwerder	SOPH	Spree	Berlin
Toppel	TOPP	Havel	Sachsen-Anhalt
Schnackenburg/Cumlosen	SCHN	Elbe	Niedersachsen/Brandenburg
Zollenspieker	ZOLL	Elbe	Hamburg
Seemannshöft	SEEM	Elbe	Hamburg
Grauerort	GRAU	Elbe (Übergangsgewässer)	Niedersachsen
Heiligenstedten	HEIL	Stör	Schleswig-Holstein
Brunsbüttelkoog	BRUN	Elbe (Übergangsgewässer)	Schleswig-Holstein
Cuxhaven	CUXH	Elbe (Übergangsgewässer)	Niedersachsen

Um ähnliche Bedingungen bei der Probenahme und für die Behandlung des Probenmaterials an den verschiedenen Probenahmestellen zu gewährleisten, wurden konkrete Verfahrensanweisungen für die Befischung festgehalten (siehe Kapitel 3). Diese Vorgaben orientierten sich wiederum 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 14.02.2020).

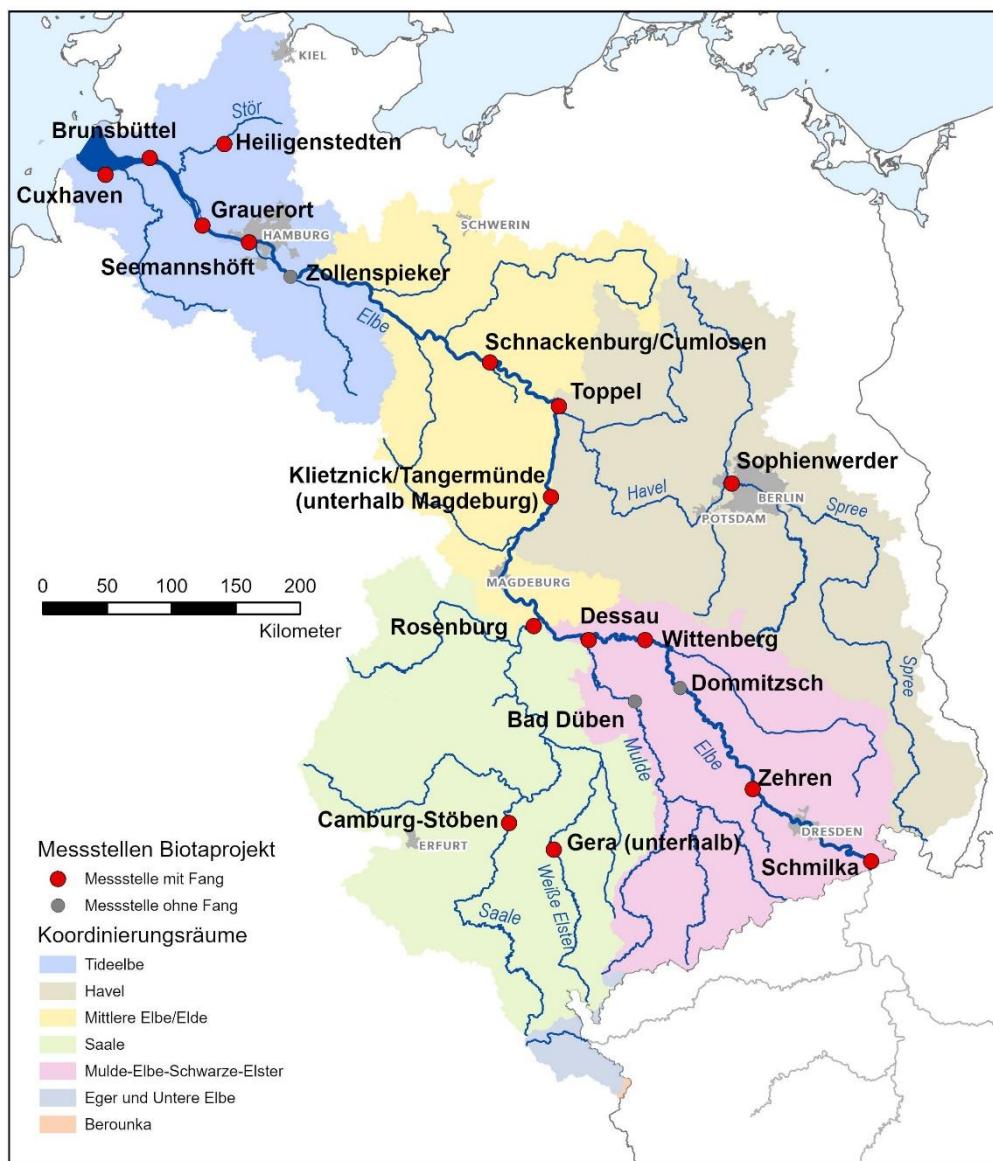


Abbildung 2-1: Lage der untersuchten Messstellen (mit Koordinierungsräumen der FGG Elbe)

Nach Herstellung und Verpackung der Fischfilets am Probenahmeort erfolgte die Überstellung des Probenmaterials an das beauftragte Zentrallabor (Eurofins GmbH). Dort wurde die zentrale Probenaufbereitung nach den entsprechenden Vorgaben der FGG Elbe (siehe Kapitel 4) durchgeführt. Anschließend wurden die Proben an die beteiligten Länderlabore übergeben und auf die festgelegten Schadstoffe analysiert. Für die Einarbeitung der durch die Länderlabore verwendeten Methoden diente u. a. auch das Probenmaterial aus den Biotauntersuchungen von 2016, von dem die Schadstoffgehalte bereits bekannt waren. Die Fischschuppen wurden zur Altersbestimmung an das Institut für Angewandte Ökosystemforschung (IfAÖ) übergeben. Die Ergebnisse wurden schließlich durch die Geschäftsstelle der FGG Elbe zusammengetragen und durch die beteiligten Expertengruppen Schadstoffe und QS-EM der FGG Elbe ausgewertet.



3. Probenahme

Die Entnahme der Organismen war für den Zeitraum Spätsommer/Herbst 2022 vorgesehen und erfolgte selbstständig durch die jeweils zuständigen Behörden der Länder oder entsprechende Vergaben im Rahmen des regulären Monitorings nach WRRL. Aus organisatorischen Gründen wurden die Stinte aus der Tideelbe bereits im Frühherbst 2021 gefangen und zunächst eingefroren und eingelagert. Für die weitere Betrachtung der Ergebnisse ist zu beachten, dass einige der tatsächlichen Probenahmestandorte aufgrund der Verfügbarkeit der Fische räumlich von den vorgesehenen Messstellen abweichen. Eine zusammenfassende Übersicht der Angaben sowie der genauen Probenahmestandorte findet sich in der [Anlage 1](#).

Für die Messstellen in der Tideelbe wurde aufgrund der Erfahrungen aus der letzten Messkampagne der Stint (*Osmerus eperlanus*) als Zielfischart festgelegt. Zielfischart außerhalb der Tideelbe war aufgrund seiner Verbreitung in den limnischen Bereichen erneut der Brassen (*Abramis brama*), der im Idealfall ein Alter von drei bis vier Jahren und eine Länge von 20 bis 27 Zentimeter (Gesamtlänge) aufweisen sollte. Sofern nicht in ausreichender Stückzahl beibringbar, sollte zu Gunsten der Probenhomogenität auf größere Brassen oder die gemäß RaKon IV.3 (LAWA 2020) aufgeführten Ersatzarten ausgewichen werden. Insbesondere in den sächsischen Bereichen der Elbe und den thüringischen Abschnitten der Weißen Elster und Saale war dies vor allem der Döbel (*Squalius cephalus*). An der Station Dessau konnten bei der Probenahme erneut keine Brassen nachgewiesen werden, daher wurden wie 2016 ersatzweise Flussbarsche (*Perca fluviatilis*) gefangen. Dies traf in dieser Kampagne nun auch auf den Fangbereich in der Havel zu. Der Fang von Brassen in der gewünschten Anzahl von zehn Individuen sowie der gewünschten Längenklasse gelang insbesondere in der Elbe im Bereich Schnackenburg sowie in der Spree bei Sophienwerder. Keine geeigneten Fische konnten dagegen an den Messstellen Dommitzsch, Zollenspieker und Bad Düben gefangen werden. In Seemannshöft wurden neben Brassen auch zwei Güstern (*Blicca bjoerkna*) gefangen. An der Übergangsmessstelle vom limnischen zum marinen Bereich fand wie bei der letzten Kampagne eine doppelte Beprobung statt (vgl. auch Tabelle 3-1).

Zu den Befischungsvorgängen wurden jeweils Fangprotokolle angelegt, um die Begleitumstände der Befischungen, wie z. B. Zeit- und Ortsangaben, Methode der Befischung oder Gewässer- und Wetterparameter zu dokumentieren. Darin wurden auch die biometrischen Daten der Fische, die Gewebeentnahme und die entsprechende Codierung der Probe einheitlich erfasst. Eine Zusammenfassung der Begleitparameter findet sich in [Anlage 1](#).

Die tatsächlichen Fangzeiten erstreckten sich von Anfang Juli in Havel, Mulde und Saale und in der mittleren Elbe bis Anfang Oktober in den oberen Elbabschnitten sowie in der Stör und der Weißen Elster, so dass unterschiedliche, aber vorwiegend niedrige Wasserstände registriert wurden. Ebenso unterschiedlich stellten sich die eingesetzten Fangmethoden dar. Während in der Tideelbe die Befischung mittels Hamen durchgeführt wurde, erfolgte diese in der Binnenelbe und den größeren Nebenflüssen vorwiegend per Elektrobefischung vom Boot aus. In der Spree wurde ein Schleppnetz eingesetzt und in der Stör wurden die Fische mittels Angelfischerei beigebracht.

Tabelle 3-1: Anzahl der entnommenen und untersuchten Spezies (rot markiert = nicht untersucht)

Fließgewässer	Messstelle	Standortbeschreibung	Spezies	Anzahl	Vergleich 2016
Elbe	SCHM	Uferbereiche/Hauptstrom	Döbel	8	Brassen (7) Döbel (10)
Elbe	ZEHR	Uferbereiche/Hauptstrom	Döbel	7	Brassen (5) Döbel (10)
Elbe	DOMM	-	keine	-	Brassen (10)
Elbe	WITT	Uferbereiche	Brassen	10	Brassen (10)
Mulde	DESS	Uferbereiche/Hauptstrom	Flussbarsch	17	Flussbarsch (10)
Saale	ROSE	Uferbereiche	Brassen	6	Brassen (8)
Elbe	MAGD	Uferbereiche (Stromabschnitt Bereich Klietznick)	Brassen	10	Brassen (17)
Havel	TOPP	Uferbereiche	Flussbarsch	19	Brassen (10)
Elbe	SCHN	Stromabschnitt Bereich Honstorf	Brassen	10	Brassen (12)
Elbe	ZOLL	-	keine	-	Brassen (10)
Elbe	SEEM	Hauptstrom, fließende Welle	Brassen	10	Brassen (12)
			Güster	2	
			Stint	15	
Elbe	GRAU	Hauptstrom, fließende Welle (Bereich Twielenfleth)	Stint	15	Brassen (3) Stint (20)
Stör	HEIL	Hauptstrom, fließende Welle	Brassen	11	Brassen (11)
Elbe	BRUN	Hauptstrom, fließende Welle	Stint	15	Stint (10)
Elbe	CUXH	Hauptstrom, fließende Welle (Bereich Medem/Otterndorf)	Stint	15	Stint (10) Flunder (5)
Mulde	BADD	-	Keine	-	-
Saale	CAMB	Uferbereiche/Hauptstrom	Döbel	10	-
Weisse Flüster	GERA	Uferbereiche/Hauptstrom	Döbel	10	-
Spree	SOPH	Hauptstrom, fließende Welle	Brassen	11	-

Gemäß der im Rahmen der Projektplanung erstellten Verfahrensanweisung für eine möglichst einheitliche Befischung und Materialentnahme für die Probenehmer vor Ort wurde vorgegeben, dass die Befischungen durch fischereiologisch geschultes und unterwiesenes Personal durchgeführt und die optisch gesunden Individuen der bevorzugt zu fangenden Fischarten selektiert und möglichst vor Ort waidgerecht getötet werden (eine ausführliche Aufstellung erfolgt in [Anlage 2](#), ausgewählte Exemplare sind in [Anlage 3](#) mit Foto dokumentiert).



Anschließend waren zunächst von jedem Exemplar (ausgenommen Stinte) mindestens 20 Schuppen an verschiedenen Stellen des Körpers oberhalb der Seitenlinie zu entnehmen und diese in einem Probenahmegeräß mit einem Ethanol/Wasser-Gemisch zu fixieren. Danach erfolgte die Entnahme der jeweils gesamten Leber pro Einzelfisch und Vereinigung der Lebern zu einer Gesamtprobe je Fangstelle im vorgesehenen Probenahmegeräß.

Die Entnahme der Filets sollte bei kleineren Fischen beidseitig (rechts/links), ab einem Filetgewicht von 50 Gramm je Fisch jedoch nur linksseitig vorgenommen werden (Zielsetzung: mindestens 500 Gramm Probenmaterial bei der Entnahme von zehn Fischen für die spätere Mischprobe). Das Muskelgewebe war dabei ohne Haut und unter Beibehaltung des Unterhautfettgewebes abzutrennen. Die Filets eines jeden Einzelfischs wurden anschließend unter eindeutiger Kennzeichnung der verwendeten Probenahmegeräte getrennt verpackt.

Im Anschluss erfolgte das Einfrieren der Proben vor Ort oder alternativ eine Lagerung auf Eis mit schnellstmöglichen Transport in Kühlkisten zur sicheren Zwischenlagerung, um die Einhaltung der Kühlkette bis zur Ankunft im für die Herstellung der Poolproben zuständigen Zentrallabor zu gewährleisten. Die Überreste der Fischkörper (Karkassen) waren nicht für weitere Untersuchungen vorgesehen und wurden verworfen. Die Fischschuppen wurden zur nachträglichen Altersbestimmung an das fischereiökologische Institut IfAÖ übergeben.

4. Probenaufbereitung und chemische Analytik

Im Gegensatz zur letzten Messkampagne erfolgte die Probenaufbereitung dieses Mal im Wesentlichen getrennt von der eigentlichen Analytik (Ausnahme: Dioxine/Furane/dl-PCBs, Fettgehalt, Trockenrückstand). Für die Aufbereitung des Probenmaterials (Fischfilets und Fischlebern) wurde im Vorfeld eine Verfahrensanleitung für eine zentrale Probenhomogenisierung und Beschreibung grundlegender Arbeitsschritte im Rahmen des Biotaprojektes der FGG Elbe aufgestellt, um eine größtmögliche Vereinheitlichung des Vorbereitungsprozesses zu erreichen. Diese Arbeitsschritte wurden zentral von einem Auftragslabor durchgeführt. Die Probenhomogenisierung stellt allgemein die Schnittstelle zwischen der Beschaffung des repräsentativen Probenmaterials und der Erzeugung von Messergebnissen durch die labortechnische Analytik dar. Durch eine identische Probenaufbereitung und Bereitstellung homogenisierter Mischproben sollten zusätzliche Fehlerquellen vermieden werden.

4.1. Probenaufbereitung

Das Auftragslabor empfing zunächst das Probenmaterial in tiefgefrorenem Zustand. Nach Auftauen der tiefgefrorenen Proben im jeweiligen Behälter erfolgte die vollständige Entnahme des Probenmaterials und eine Protokollierung der jeweiligen Gesamtmasse der einzelnen Proben. Als Nächstes erfolgte eine Homogenisierung der Einzelproben (außer bei den Stinten aufgrund des geringen Materials) unter Dokumentation der angewendeten Methode (Waring® Labormixer bzw. Büchi Labormixer). Von den homogenisierten Einzelproben wurden soweit möglich gleiche Massenteile abgewogen und entnommen. Idealerweise entsprach dies einer Menge von jeweils 50 Gramm je Einzelfilet. In Fällen mit weniger als zehn gefangenen Exemplaren wurden teilweise höhere Mengen entnommen (z. B. 80 Gramm je Einzelfilet bei den Brassen aus der Saale). Bei zehn oder mehr Exemplaren, aber geringer Einzelmasse der Filets, hatte die Abwägung gleicher Massenanteile Vorrang vor der optimalen Mindestmenge von 500 Gramm für die Mischprobe, so dass z. B. bei den Brassen aus der Spree nur jeweils 26 Gramm je Einzelfilet verwendet wurden.

Als nächster Schritt folgte die Vereinigung der abgewogenen Massenanteile der jeweils zugehörigen, homogenisierten Einzelproben zu einer Poolprobe, bevor diese einer erneuten Homogenisierung (mittels Büchi Labormixer bzw. Messermühle GM-300) unterzogen wurde. Schließlich erfolgte die Aufteilung der homogenisierten Poolproben in gleichgroße Teilproben (Aliquote). Idealerweise waren dies etwa 50 Gramm für die separate Dioxinanalytik, 50 Gramm für die Fettanalytik, 50 Gramm für die Hauptanalytik im Landeslabor, 25 Gramm für die Untersuchung der BDE sowie jeweils 50 Gramm für drei Rückstellproben und eine Probe mit dem überschüssigen Restmaterial. In einigen Fällen, wie z. B. bei den Stinten und Flussbarschen konnten diese Mindestzuteilungen nicht eingehalten werden. Es war jedoch immer genügend Material für die wesentlichen Untersuchungen verfügbar. Die exakten Teilmengen je Teilprobe wurden entsprechend dokumentiert.



Die Mischproben der Lebern wurden auf möglichst zwei gleichgroße Aliquote von mindestens fünf Gramm aufgeteilt, wobei dies bei den Stinten ebenfalls nicht gelang. Eine der Teilproben wurde von der Bundesanstalt für Gewässerkunde im Rahmen eines Projektes auf Rodentizide untersucht (Regnery et al. 2024), die andere ist bis auf Weiteres im NLWKN Hannover-Hildesheim eingelagert. Eine nachträgliche Analyse soll nach Klärung der entsprechenden Finanzierung erfolgen (vgl. Abschnitt 8). Die Leberproben von den Messstellen in Sachsen-Anhalt wurden landesintern weiterverwertet. Alle erzeugten Teilproben wurden entsprechend gekennzeichnet und vor der Versendung an die weiteren Analyselabore tiefgefroren.

Besonders hervorzuheben ist die parallele Aufbereitung und Untersuchung einer zusätzlichen Referenzprobe unter Abbildung des gesamten analytischen Prozesses. Zu diesem Zweck wurde eine Mischprobe mit bekannten Schadstoffgehalten aus dem Biotaprojekt von 2016 aus der Havel verwendet. Diese wurde zusammen mit den anderen Proben vor der ersten Homogenisierung in den Prozess eingespeist.

4.2. Chemische Analytik

Ebenfalls im Auftragslabor erfolgte eine Untersuchung einer Mischprobe von allen Messstellen und der Referenzprobe auf die Stoffgruppe der Dioxine sowie auf den Fettgehalt und den Anteil an Trockensubstanz. Die Analyse auf Dioxine, Furane und dl-PCBs wurde gemäß EU-Verordnung 2017/64 und mittels Gaschromatographie (GC-MS/MS) durchgeführt. Fettgehalt und Trockenmasse wurden im gravimetrischen Verfahren bestimmt. Für die vergleichende Untersuchung die Gruppe der BDE wurde ebenfalls eine Mischprobe von allen Messstellen sowie der Referenzprobe an das Landeslabor in Thüringen übergeben. Die übrigen Parameter wurde jeweils in den Landeslaboren von Hamburg (Messstellen SEEM/Brassen, TOPP, MAGD, WITT, ROSE, DESS), Niedersachsen (CUXH, BRUN, HEIL, GRAU, SEEM/Stinte, SCHN) und Sachsen (SCHM, ZEHR, SOPH, GERA, CAMB) untersucht, zudem erhielt jedes Labor einen entsprechenden Teil der Referenzprobe. Eine Aufstellung der angewendeten Analysemethoden der einzelnen Labore findet sich in [Anlage 5](#) (aus technischen und personellen Gründen konnten durch das Labor Niedersachsen lediglich die Metalle an den genannten Messstellen untersucht werden, die Analyse der übrigen Proben erfolgte ersatzweise durch das Labor Hamburg (HH)).

Die Ergebnisse und Auswertungen der chemischen Analytik sind in Kapitel 5 dargestellt. Weitere Aspekte zur analytischen Qualitätssicherung enthält Kapitel 6.

5. Ergebnisse und Auswertungen

Dieses Kapitel ist in die Abschnitte biometrische Auswertungen (Kapitel 5.1), zu denen Länge, Gewicht, Korpulenzfaktor und Alter zählen, sowie die Darstellung des Fettgehalts der Fische (Kapitel 5.2) und die Auswertungen der Schadstoffgehalte (Kapitel 5.3) unterteilt. Dort sind zunächst die erhobenen Daten den vorgegebenen UQN gegenübergestellt. In Kapitel 5.4 werden zusätzliche Vergleiche und Verteilungsmuster dargestellt.

5.1. Allgemeine (biometrische) Auswertungen

Die Abbildung 5-1 beschreibt die Längenverteilung der Fische an den jeweiligen Probenahmestellen. Zu beachten ist dabei, dass in der Grafik vier unterschiedliche Arten (Brassen, Döbel, Stinte und Flussbarsche) abgebildet sind. Jede Fischart weist artspezifische Längen-/Gewichtsbeziehungen auf. Aus diesem Grund ist ein sinnvoller Vergleich zwischen einzelnen Probenahmestellen nur zwischen Fischen der gleichen Art möglich. Der Stint als anadromer Wanderfisch sowie der Flussbarsch 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 sechs Jahren erreicht und einen Großteil seines Lebenszyklus im nahen Küstengewässer verbringt. Der Flussbarsch 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 und Stinte vor allem kleine Planktonkrebse, Bodentiere und auch Jungfische der eigenen Art bevorzugen (<https://www.fischlexikon.eu/>).

Insgesamt ist festzustellen, dass die Variabilität der Fischlängen deutlich geringer ist gegenüber der Kampagne 2016. Dies ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass einige der Befischungen im Rahmen der Erhebung des quantitativen Artenspektrums nach WRRL erfolgten und somit eine bessere Gelegenheit zur Selektion der Individuen hinsichtlich der geeigneten Körperlängen gegeben war. Dies erklärt auch in einigen Fällen die größere Nähe der Körperlängen zum Längsbereich nach RaKon IV.3 (LAWA 2020). Besonders gut stimmten diese erneut für die Stinte in der Tideelbe, die Flussbarsche in den Nebenwässern Mulde und Havel sowie die Döbel in Saale und Weiße Elster und bei den Brassen in der Spree und der mittleren Elbe im Bereich Schnackenburg überein. Im Gegensatz zu 2016 konnten in der Havel in dieser Kampagne nur Flussbarsche statt Brassen gefangen werden und an den sächsischen Messstellen in der oberen Elbe wurden Döbel statt Brassen gefangen. Ähnliche Ergebnisse wie 2016 wurden in der Elbe bei Wittenberg und Magdeburg sowie in der Saale bei Rosenberg erzielt, die Brassen bei Seemannshöft waren dagegen dieses Mal deutlich kleiner (siehe Tabelle 5-1).

Während sich die Ergebnisse an den Standorten mit geringen Abweichungen gegenüber den RaKon-Vorgaben idealerweise für einen Vergleich mit den vorgegebenen UQN eignen, können die Standorte mit geringen Abweichungen zwischen den beiden Kampagnen 2016 und 2022 am ehesten für einen überjährigen Vergleich dienen.

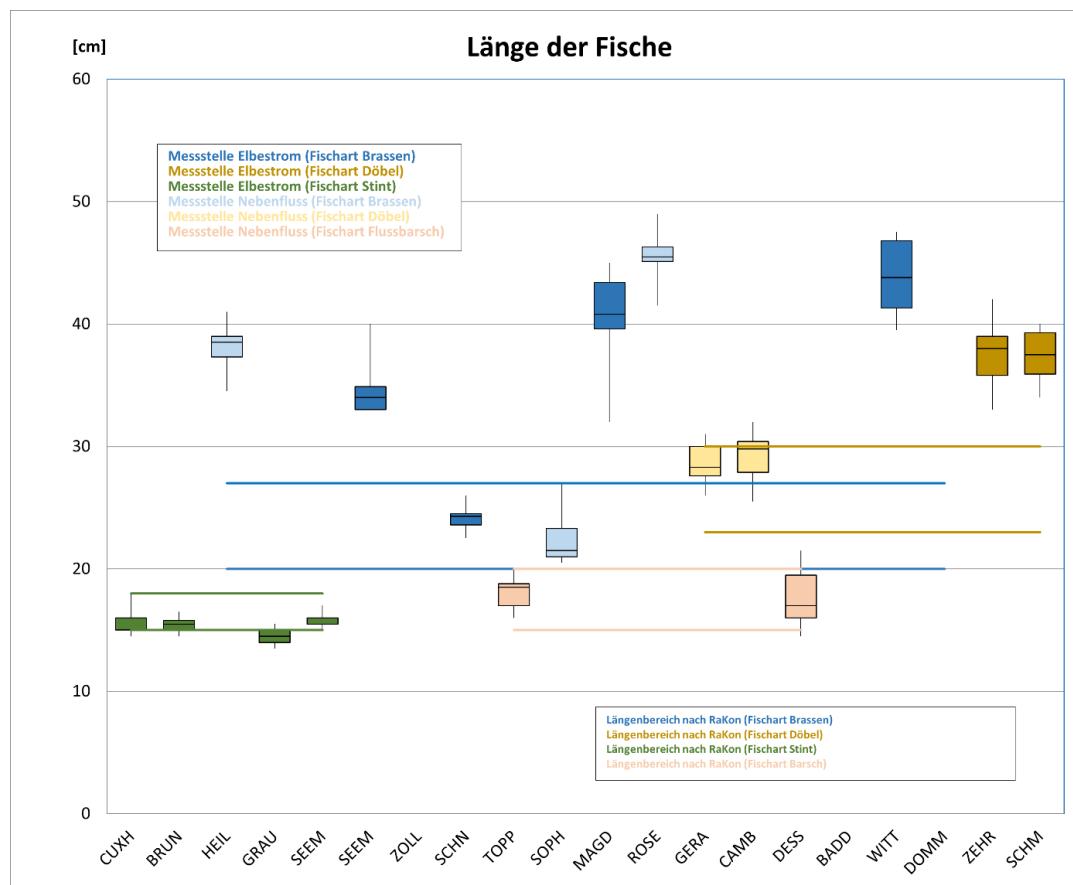


Abbildung 5-1: Längenverteilung der Fische je Messstelle und Angabe der Längenklassen nach RaKon IV.3 (Stand 14.02.2020) für die Messkampagne 2022

Tabelle 5-1: Vergleich der Fischlängen der 2022 und 2016 untersuchten Fischarten (grün = übereinstimmende Fischart)

Fließgewässer	Messstelle	Fischart		Fischlänge [cm im Ø]	
		2022	2016	2022	2016
Elbe	CUXH	Stint	Stint	15,8	16,1
Elbe	BRUN	Stint	Stint	15,3	18,8
Stör	HEIL	Brassen	Brassen	38,1	31,1
Elbe	GRAU	Stint	Stint	14,5	16,0
Elbe	SEEM	Stint	-	15,7	-
Elbe	SEEM	Brassen	Brassen	34,6	42,3
Elbe	ZOLL	-	Brassen	-	40,4
Elbe	SCHN	Brassen	Brassen	24,2	41,2
Havel	TOPP	Flussbarsch	Brassen	18,0	37,2
Spree	SOPH	Brassen	-	22,5	-
Elbe	MAGD	Brassen	Brassen	40,6	35,5
Saale	ROSE	Brassen	Brassen	45,5	45,1
Weiße Elster	GERA	Döbel	-	28,7	-
Saale	CAMB	Döbel	-	29,3	-
Mulde	DESS	Flussbarsch	Flussbarsch	17,6	16,3
Mulde	BADD	-	-	-	-
Elbe	WITT	Brassen	Brassen	43,8	46,3
Elbe	DOMM	-	Brassen	-	44,4
Elbe	ZEHR	Döbel	Brassen	37,5	44,8
Elbe	SCHM	Döbel	Brassen	37,4	44,2

Nach der Maßgabe von RaKon IV.3 (LAWA 2020) sollten die Fische ein Alter von mindestens drei Jahren haben, um eine relevante Belastung für menschliche und tierische Konsumenten zu erfassen, gleichzeitig die aktuelle Belastungssituation im Gewässer abzubilden und die benötigte Gewebemenge zu erhalten. Für die im Rahmen dieses Projektes gefangenen Fischarten entsprechen die empfohlenen Fischgrößen (Brassen: 20 bis 27 cm, Döbel: 23 bis 30 cm, Flussbarsch: 15 bis 20 cm, Stint: 15 bis 18 cm) gemäß RaKon IV.3 jeweils einem Alter von drei bis vier Jahren.

Die entnommenen Fischschuppen wurden nachträglich durch das fischereibiologische Institut (IfAÖ) auf die Signatur von Alters- bzw. Jahresringen (Annuli) untersucht, aus denen sich durch Betrachtung unter einem Mikroskop das Alter des jeweiligen Individuums ableiten lässt. In der Regel wird das Alter anhand der im Winter gebildeten Annuli bestimmt, unterliegt jedoch bestimmten, methodisch bedingten Unsicherheiten (siehe [Anlage 6](#)). Die durchschnittlichen Werte je Messstelle sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt, eine individuelle Auflistung findet sich im Anhang zu diesem Bericht (siehe [Anlage 2](#)).

In Tabelle 5-2 ist deutlich zu erkennen, dass selbst an den Messstellen, an denen in etwa den Größenvorgaben entsprechende Fische gefangen werden konnten (insbesondere Döbel in der Saale und Weißen Elster sowie die Flussbarsche in der Havel und in der Mulde, aber auch die Brassen in der Elbe in Schnackenburg), das Alter im Durchschnitt der Individuen erheblich von den im RaKon IV.3 angegebenen Altersspanne von drei bis vier Jahren abweicht.

Tabelle 5-2: Durchschnittliche Längen der Fische und durchschnittliches Alter in der nachträglichen Altersbestimmung anhand von Fischschuppen bezogen auf die beprobenen Messstellen

Messstelle	Fischart	Fischlänge [cm im Ø]	Nachträgliche Altersbestimmung [a im Ø]
CUXH	Stint	15,8	-
BRUN	Stint	15,3	-
HEIL	Brassen	38,1	6,7
GRAU	Stint	14,5	-
SEEM	Stint	15,7	-
SEEM	Brassen	34,6	5,4
ZOLL	-	-	-
SCHN	Brassen	24,2	5,1
TOPP	Flussbarsch	18,0	6,1
SOPH	Brassen	22,5	4,2
MAGD	Brassen	40,6	7,3
ROSE	Brassen	45,5	9,2
GERA	Döbel	28,7	5,0
CAMB	Döbel	29,3	5,2
DESS	Flussbarsch	17,6	5,5
BADD	-	-	-
WITT	Brassen	43,8	8,3
DOMM	-	-	-
ZEHR	Döbel	37,5	6,7
SCHM	Döbel	37,4	6,6

Gründe hierfür könnten eine systematische Überschätzung der Altersbestimmung anhand der Schuppen-Annuli oder besondere Alters-Längenbeziehungen der Fische im Elbesystem darstellen. Dies konnte jedoch im Rahmen dieses Projektes nicht verifiziert werden. Gleichwohl sind die festgestellten Altersabweichungen hinsichtlich der Bewertung der Ergebnisse von Relevanz, da eine längere Verweilzeit im Gewässer naturgemäß eine längere Schadstoffexposition und damit Gelegenheit zur Aufnahme und Akkumulation der Schadstoffe bedingt.

Als Grundlage für die Ermittlung der Korpulenzfaktoren, die u. a. ein Maß für den Ernährungszustand des Fisches darstellen, wurde das individuelle Gewicht der Fische bestimmt und nachfolgend ausgewertet (siehe Abbildung 5-2). Das Muster folgt im Wesentlichen der Darstellung der Längenverteilung, die Spannweite der Werte ist jedoch entsprechend höher.

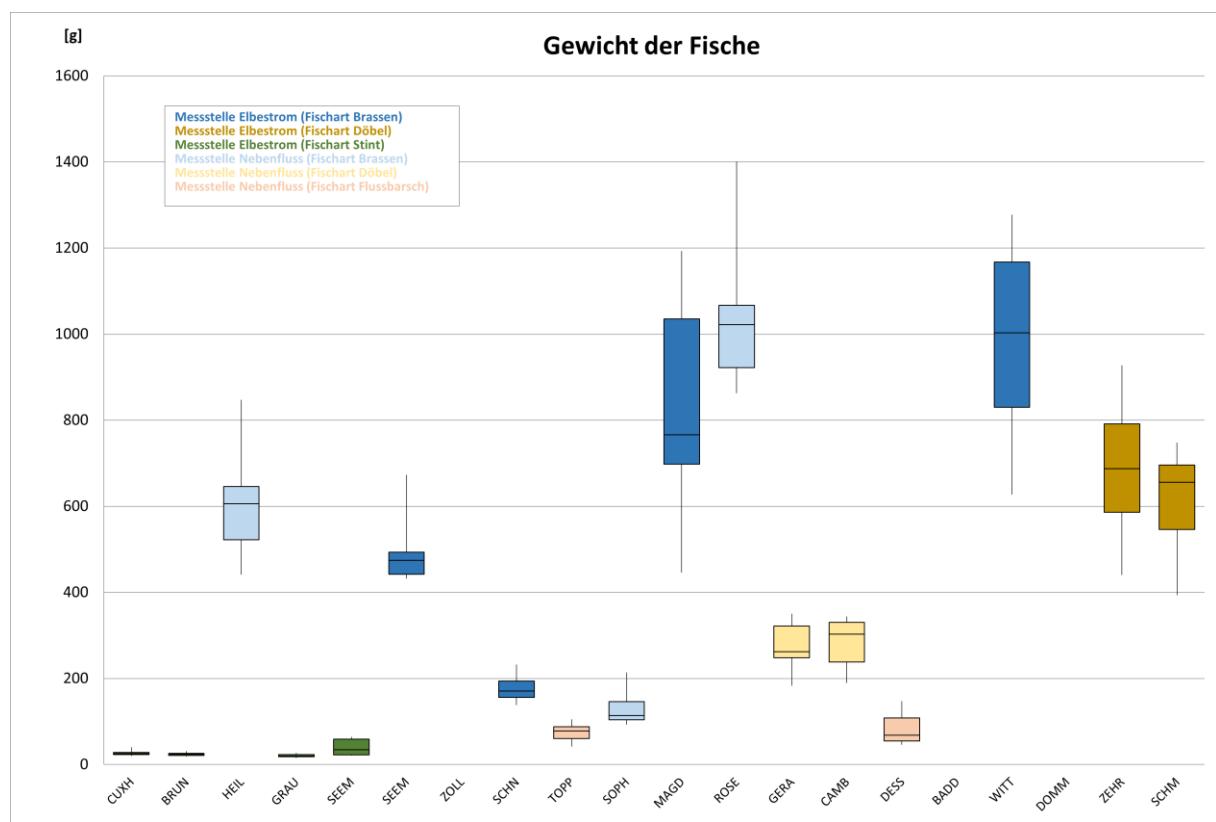


Abbildung 5-2: Gewichtsverteilung der Fische je Messstelle

Aus den Längen- und Gewichtsbeziehungen wurde schließlich der Korpulenzfaktor für jedes Individuum berechnet und anschließend messstellenspezifisch ausgewertet, siehe Abbildung 5-3. Der Korpulenzfaktor der an der Messstelle Seemannshöft unweit des Hamburger Hafens gefangenen Brassen bleibt dieses Mal deutlich unter den Werten von 2016 (Median 1,4) zurück, dagegen zeigen die Flussbarsche aus der Mulde ein ungewöhnliches Muster in Bezug auf die Korpulenz. Hier liegen die Werte sowohl im Vergleich zu 2016 als auch gegenüber den Flussbarschen in der Havel deutlich höher.

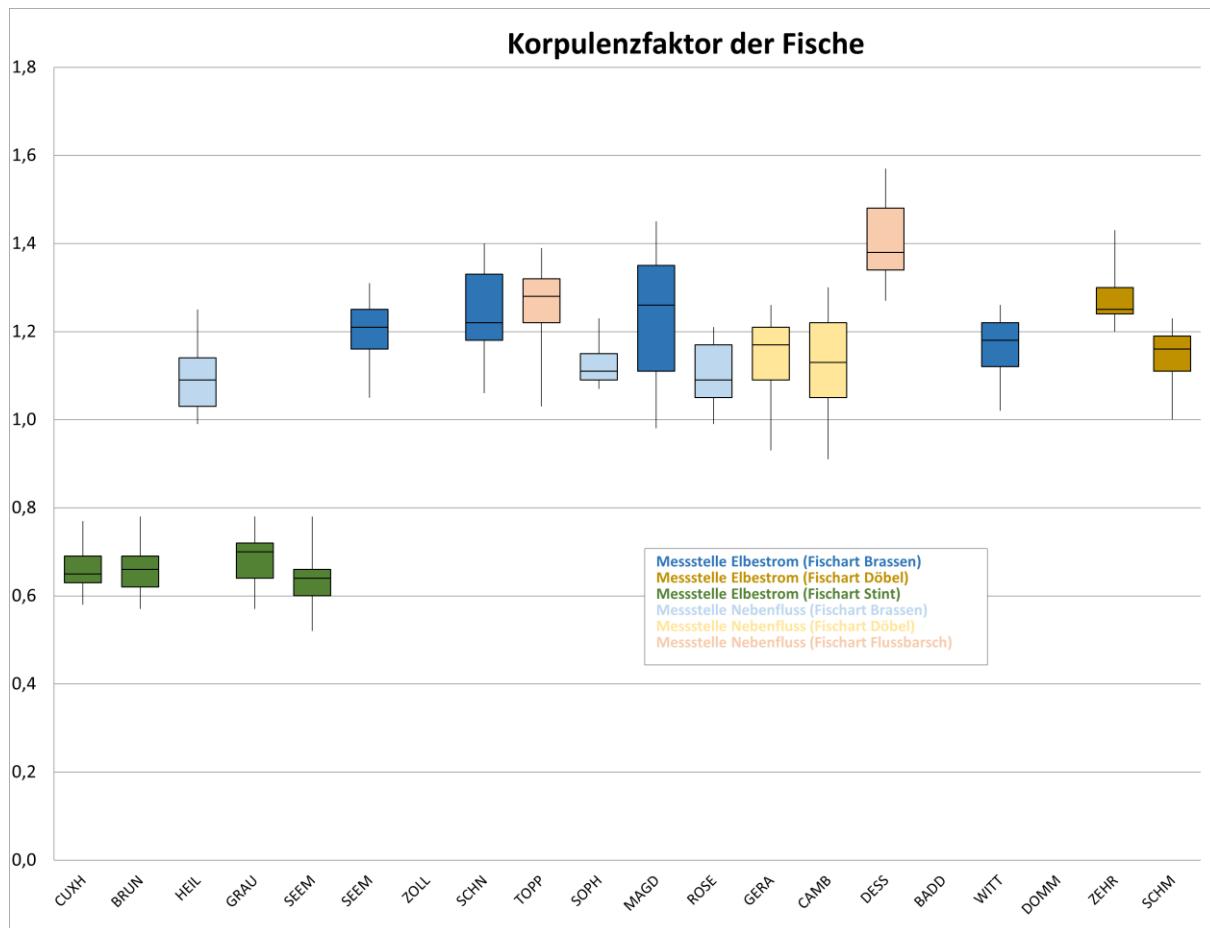


Abbildung 5-3: Verteilung des Korpulenzfaktors der Fische je Messstelle

(Der Korpulenzfaktor K als biometrischer Index zur Charakterisierung von Fischbeständen beschreibt das Verhältnis von Körpergewicht zu Körperlänge und errechnet sich aus dem Produkt $100 * m/l^3$ mit $m = \text{Körpergewicht in Gramm}$ und $l = \text{Körperlänge in Zentimeter}$)

5.2. Fettgehalt

In Abbildung 5-4 ist der Fettgehalt der Fischpoolproben dargestellt. In diesem Fall wurden die Ergebnisse von 2022 und 2016 in einer Grafik aufbereitet. Eine vergleichende Aussage ist jedoch aufgrund der häufig unterschiedlichen Fischarten kaum möglich. Während 2016 die Brassen im Bereich Seemannshöft (Standort Dradenauhafen) den höchsten Fettgehalt (3,5 %) aufwiesen, reicht in dieser Messkampagne kein Wert an diesen Fettgehalt heran. Die höchsten Fettgehalte in 2022 verzeichneten die Döbel an der Messstelle Zehren (2,7 % gegenüber etwa 1 % in Brassen in 2016) und die Brassen im Bereich Magdeburg (2,6 % gegenüber 0,8 % in 2016 bei höherer Länge und Gewicht). Obwohl in beiden Messjahren unterschiedliche Methoden bei der Fettbestimmung angewendet wurden, sind im Gesamtvergleich keine systematischen Abweichungen erkennbar. Bei niedrigen Fettgehalten sind jedoch insgesamt methodenbedingte Ungenauigkeiten und größere Bandbreiten bei den Ergebnissen zu erwarten.

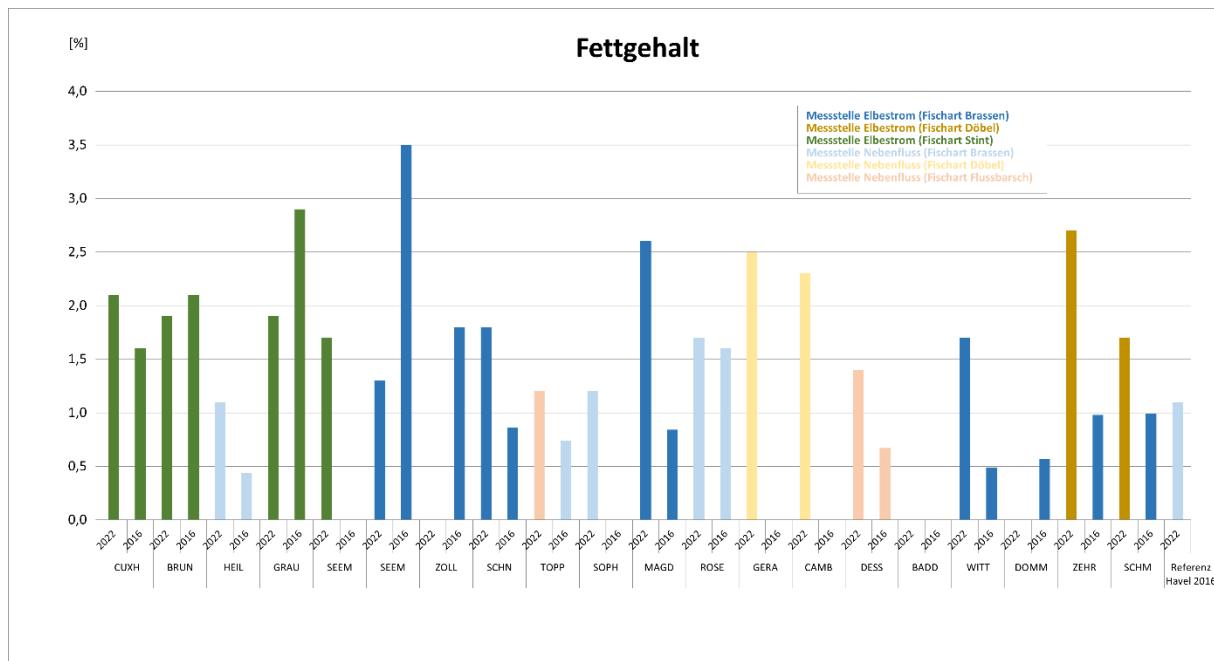


Abbildung 5-4: Verteilung des Fettgehalts der Fische je Messstelle im Vergleich von 2022 und 2016

5.3. Schadstoffgehalte und UQN-Vergleich

Nachfolgend (Abbildung 5-5 bis Abbildung 5-13) sind im Elbe-Längsverlauf zunächst einmal für die Parameter mit einer ausgewiesenen UQN_{Biota} nach OGewV (2016) die Schadstoffgehalte (bezogen auf µg/kg Frischgewicht (FG) bzw. entsprechenden Überschreitungsfaktoren gegen die UQN_{Biota} aufgetragen, um entsprechende Abweichungen zu dokumentieren. Eine fettnormierte Umrechnung der Schadstoffgehalte, die einen ansatzweisen Vergleich zwischen den Schadstoffgehalten der unterschiedlichen Gewässerabschnitte untereinander ermöglicht, ist in der OGewV (2016) nicht vorgesehen. Dies erfolgt für einige der zusätzlichen Stoffe ohne ausgewiesene UQN in Kapitel 5.4. Für einige Stoffe sind gemäß OGewV (2016) sowohl UQN_{Biota} als auch Jahresdurchschnitt-UQN für die Gesamtwasserphase vorgesehen. In diesen Fällen ist die UQN_{Biota} für die weitere Einstufung maßgeblich, sofern die Erhebung von Biotadaten möglich ist. Eine Orientierung in Bezug auf die UQN_{Wasser} wird im letzten Schadstoffbericht der FGG Elbe (FGG Elbe 2024) gegeben.

Bromierte Diphenylether (BDE)

Die UQN_{Biota} der Summe der BDE (0,0085 µg/kg FG) wird an keiner der untersuchten Messstellen eingehalten. Es ergeben sich Überschreitungen bis zum Faktor 150 (Messstelle Zehren). Bezogen auf den überarbeiteten UQN-Vorschlag der Europäischen Kommission (EU-KOM) (0,00028 µg/kg für die Summe der BDE) entspräche dies einem Überschreitungsfaktor von über 4.500 (siehe auch Kapitel 8). Die Überschreitungsfaktoren gemäß der aktuell gültigen OGewV (2016) sind in Abbildung 5-5 für den gesamten Elbeverlauf dargestellt. In den meisten Fällen ist ein Rückgang gegenüber 2016 zu verzeichnen. Ausnahmen bilden insbesondere die Stör und die Elbe bei Magdeburg (unveränderte Fischart, aber größere Fische).

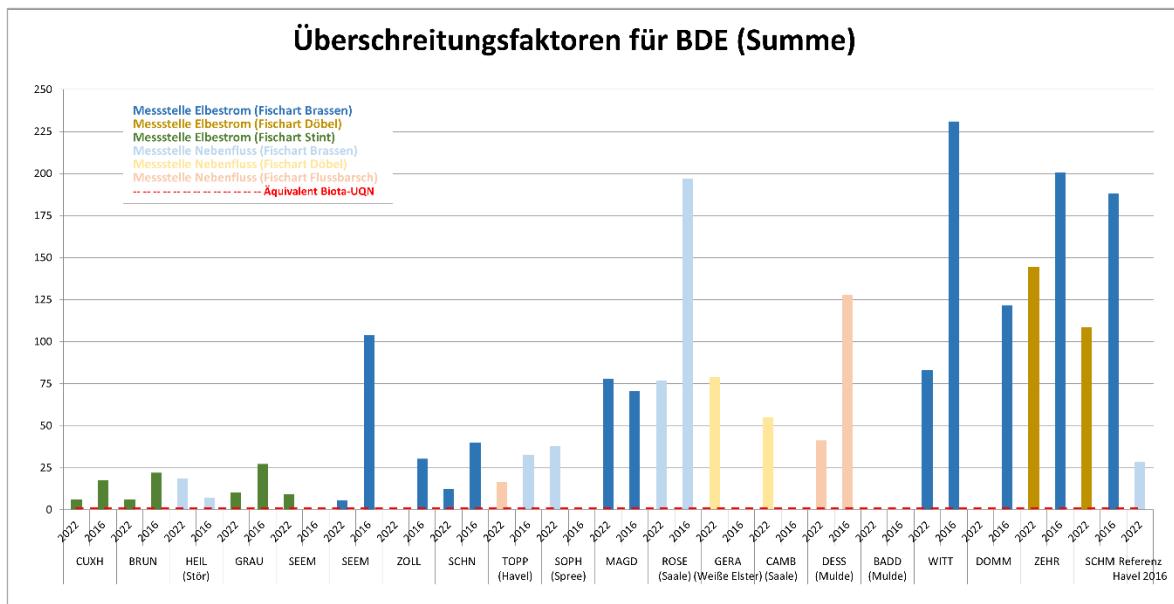


Abbildung 5-5: Überschreitungsfaktoren für die Summe der BDE in Bezug auf die aktuell gültige UQN_{Biota} von 0,0085 µg/kg FG aus der Messreihe des Thüringer Landeslabors im Vergleich zu 2016

Hexachlorbenzol (HCB)

Wie Abbildung 5-6 zeigt, wird die UQN_{Biota} (10 µg/kg FG) für HCB an keiner Messstelle erreicht oder überschritten. Das Schutzgut menschliche Gesundheit gemäß OGewV (2016) ist demnach nicht gefährdet. Die höchsten Werte sind im oberen Teil der Elbe in den Döbeln an den Messstellen Schmilka (2,1 µg/kg FG) und Zehren (3,9 µg/kg FG) zu verzeichnen. Insgesamt fallen die Ergebnisse an allen Messstellen deutlich niedriger als vor sechs Jahren aus. Dies stimmt auch gut mit der Entwicklung anderer Messergebnisse wie z. B. der Umweltprobenbank des Bundes (UPB) überein (vgl. Abbildung 5-24). Die niedrigsten Werte sind an der von der Elbe weitestgehend unbeeinflussten Messstelle in der Havel zu verzeichnen (hier unterhalb der Bestimmungsgrenze).

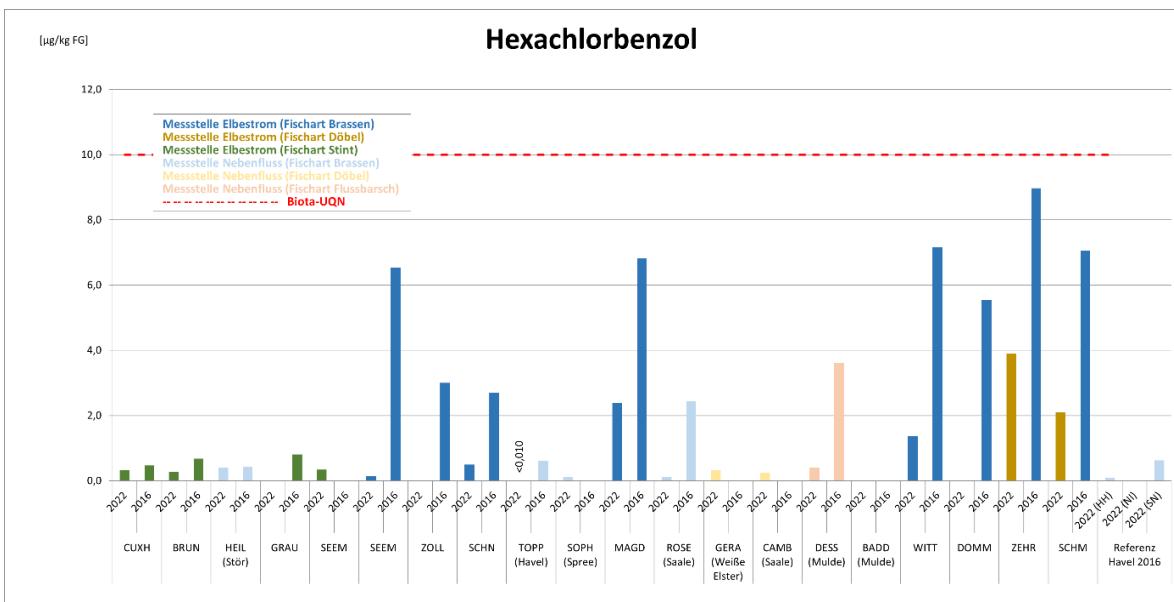


Abbildung 5-6: Konzentrationen von HCB im Elbe-Längsverlauf in Bezug auf die aktuell gültige UQN_{Biota} von 10 µg/kg; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, SN) im Vergleich zu 2016

Hexachlorbutadien (HCBD)

Die UQN_{Biota} (55 µg/kg FG) für HCBD wird an allen Messstellen weit unterschritten und damit klar eingehalten. Sie liegt fast 600 mal höher als der höchste gemessene Wert in Zehren (0,093 µg/kg FG) und ist daher aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht in der Abbildung 5-7 dargestellt.

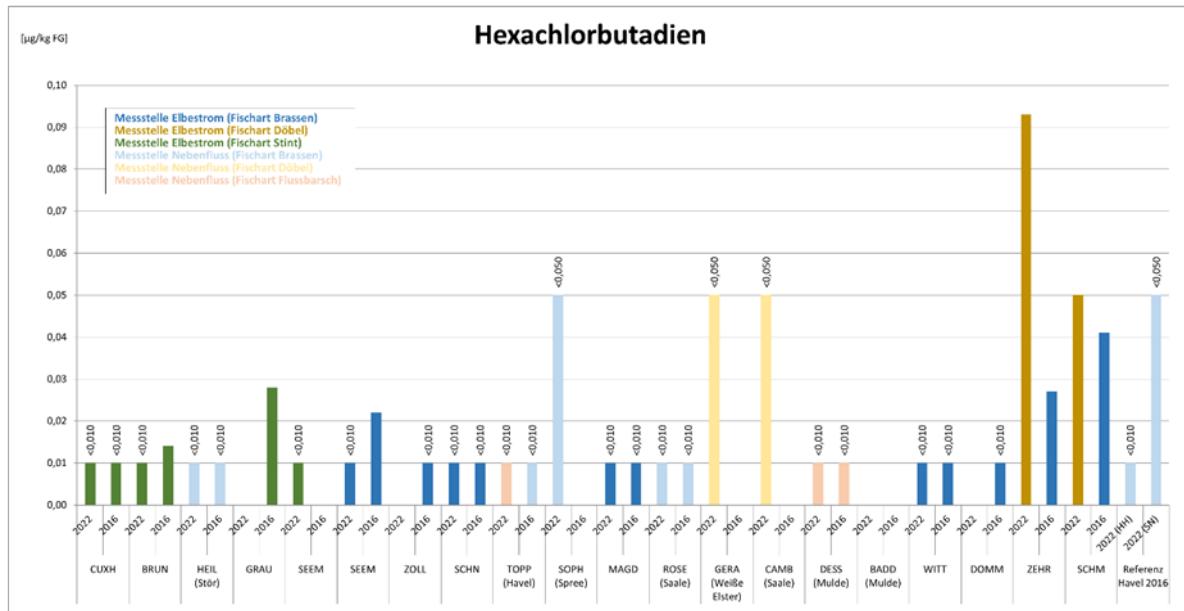


Abbildung 5-7: Konzentrationen von HCBD im Elbe-Längsverlauf ohne Darstellung der UQN; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, SN) im Vergleich zu 2016

Quecksilber (Hg)

Die UQN_{Biota} (20 µg/kg FG) für Hg wird lediglich in der Spree unterschritten. Da die Messstelle Sophienwerder in 2022 zum ersten Mal einbezogen wurde, liegen im Rahmen der FGG-Kampagne keine Vergleichswerte aus 2016 vor. Hinweise aus landesinternen Untersuchungen lassen jedoch auf ein plausibles Messergebnis schließen. An den anderen Messstellen liegen die Werte durchgehend über der UQN mit Überschreitungen bis zum Faktor 14,5 (Messstelle Schmilka). Insgesamt weisen die meisten Messstellen allerdings teilweise deutlich niedrigere Werte als 2016 auf. Lediglich in der Stör (mehr als doppelt so hoch) und in der Havel (andere Fischart mit höherer Trophieebene) zeigt sich ein gegenteiliges Bild. Die Messergebnisse für die Referenzprobe bewegen sich bei allen Laboren in einem ähnlichen Wertebereich (siehe Abbildung 5-8).

Die UQN_{Biota} für Hg in Biota bezieht sich gemäß OGewV (2016) auf das Schutzgut Wildtier mit dem Risiko der Sekundärvergiftung (vgl. Tabelle 2-1). Damit wird das Risiko für fischfressende Tiere durch Quecksilber grundsätzlich überschätzt, da dieses im Gesamtfisch weniger stark angereichert wird als im Filet. Gemäß der Handlungsempfehlung der LAWA (LAWA 2017) zur Ableitung der bis 2027 erreichbaren Quecksilberwerte in Fischen (Produktdatenblatt AO 17) wurde ein Umrechnungsfaktor von Filet auf Gesamtfisch von etwa 0,75 als realistisch eingeschätzt.

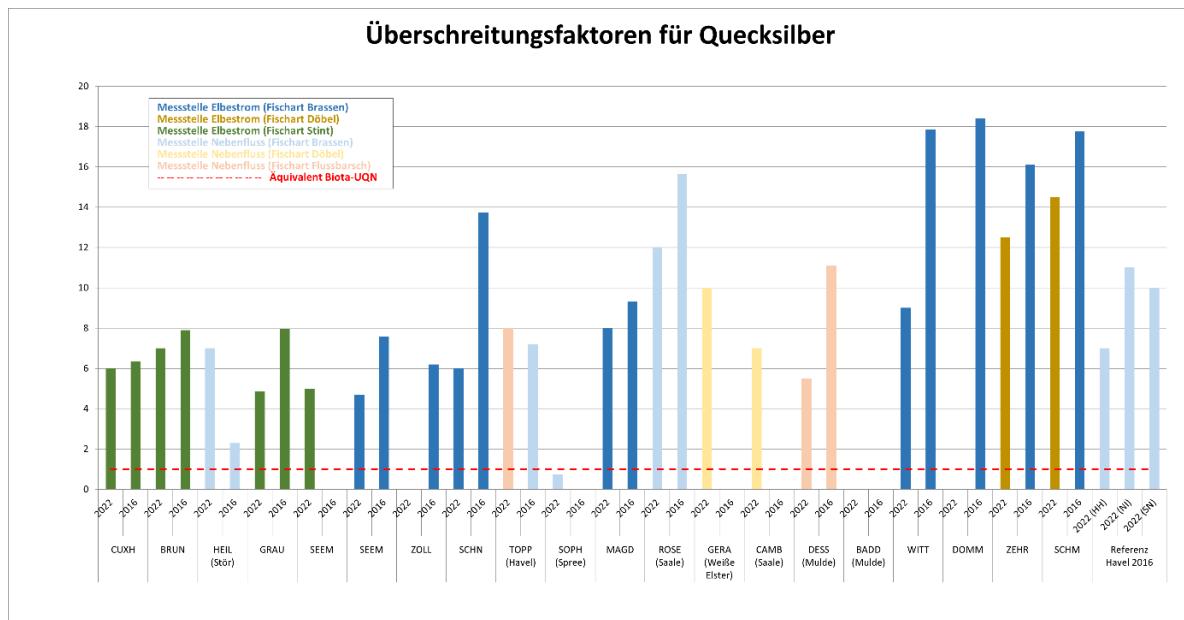


Abbildung 5-8: Überschreitungsfaktoren für Hg in Bezug auf die aktuell gültige UQN_{Biota} von 20 µg/kg FG; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, NI, SN) im Vergleich zu 2016

Bezogen auf diese Messkampagne hätte eine Umrechnung jedoch keinen Einfluss auf die festgestellten Überschreitungen an den untersuchten Messstellen (siehe Abbildung 5-9). Nach RaKon IV.3 (LAWA 2020) wird die Fettnormierung bei den lipophilen Stoffen als eine Möglichkeit angesehen, von der Belastung in der Muskulatur (Filet) auf den Gesamtfisch hochzurechnen. Dies ist auch für Quecksilber im nachfolgenden Kapitel 5.4 dargestellt.

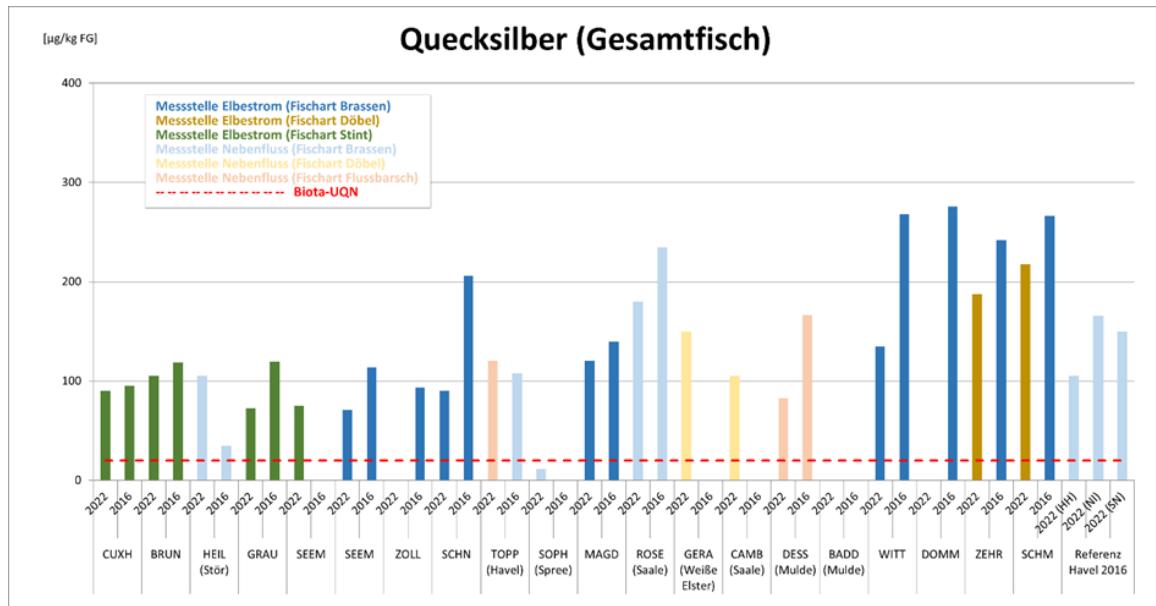


Abbildung 5-9: Umrechnung der Konzentrationen von Hg auf den Gesamtfisch (Faktor 0,75) und Darstellung im Elbe-Längsverlauf gegenüber der UQN_{Biota} in Fisch im Vergleich zu 2016

Hexabromcyclododecan (HBCDD)

Die UQN_{Biota} (167 µg/kg FG) für HBCDD wird an allen Messstellen deutlich unterschritten. Sie liegt etwa 350 mal über dem höchsten gemessenen Wert in den Brassen in der Elbe bei Magdeburg und etwa 17 mal höher als die höchste verwendete Bestimmungsgrenze (BG) (10 µg/kg). Aus diesem Grund erfolgt keine Darstellung der UQN in der Abbildung 5-10. Für das Schutzgut Wildtier (Sekundärvergiftung) sind keine negativen Auswirkungen zu erwarten.

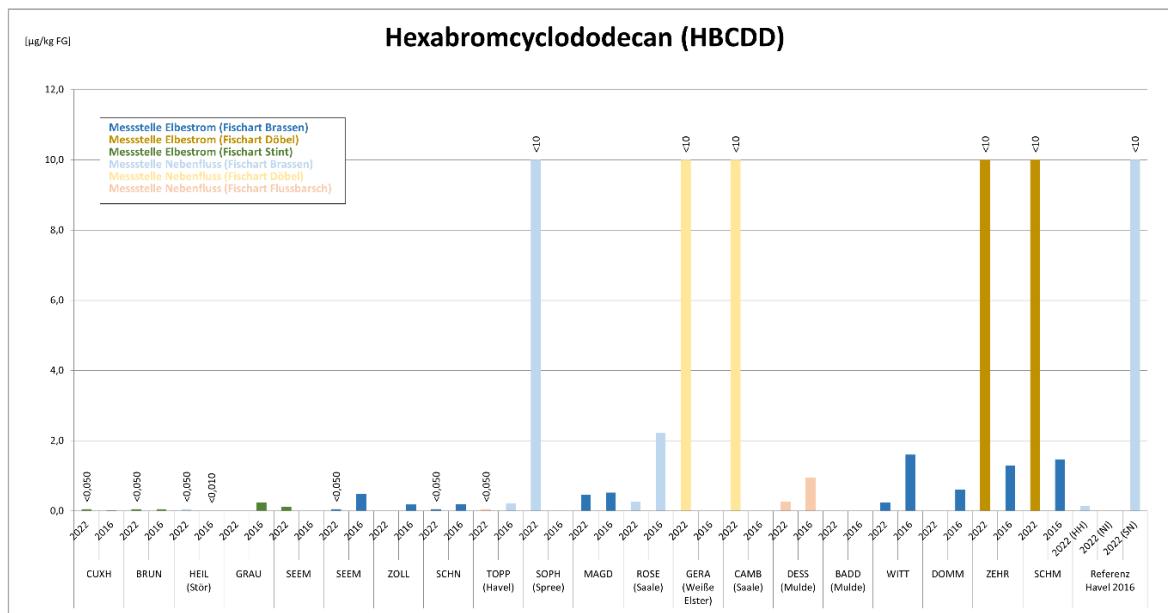


Abbildung 5-10: Konzentrationen von HBCDD im Elbe-Längsverlauf gegenüber der UQN_{Biota} in Fisch (außerhalb des Darstellungsbereiches); Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, SN) im Vergleich zu 2016

Dicofol

Die UQN_{Biota} (33 µg/kg FG) für Dicofol wird an allen Messstellen eingehalten. Alle Messungen lagen jeweils unter der BG (< 1 bzw. < 10 µg/kg FG je nach Labor). Auf ein Diagramm wird daher an dieser Stelle verzichtet. Das Schutzgut Wildtier mit dem Risiko des (Sekundärvergiftung) spielt bei der Bewertung eine vernachlässigbare Rolle.

Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS)

Die UQN_{Biota} (9,1 µg/kg FG) für PFOS wird deutlich seltener überschritten als während der Messkampagne 2016. Dies ist nur noch in den Flussbarschen in der Mulde (Messstelle Dessau, Überschreitungsfaktor 2,1) sowie in den Brassen in der Elbe im Bereich unterhalb von Magdeburg (Überschreitungsfaktor 1,02) der Fall. Generell wird an fast allen Messstellen, die auch 2016 untersucht wurden, eine teilweise deutliche Abnahme der Werte festgestellt, wie Abbildung 5-11 zeigt. Eine gegenläufige Entwicklung ergibt sich lediglich an der Mulde und für die Havel. Hier wurde jedoch mit der Fischart Flussbarsch eine höhere Trophieebene untersucht. Für PFOS gilt das Schutzgut menschliche Gesundheit. Eine Umrechnung auf den Ganzfisch ist daher in diesem Kontext nicht sinnvoll.

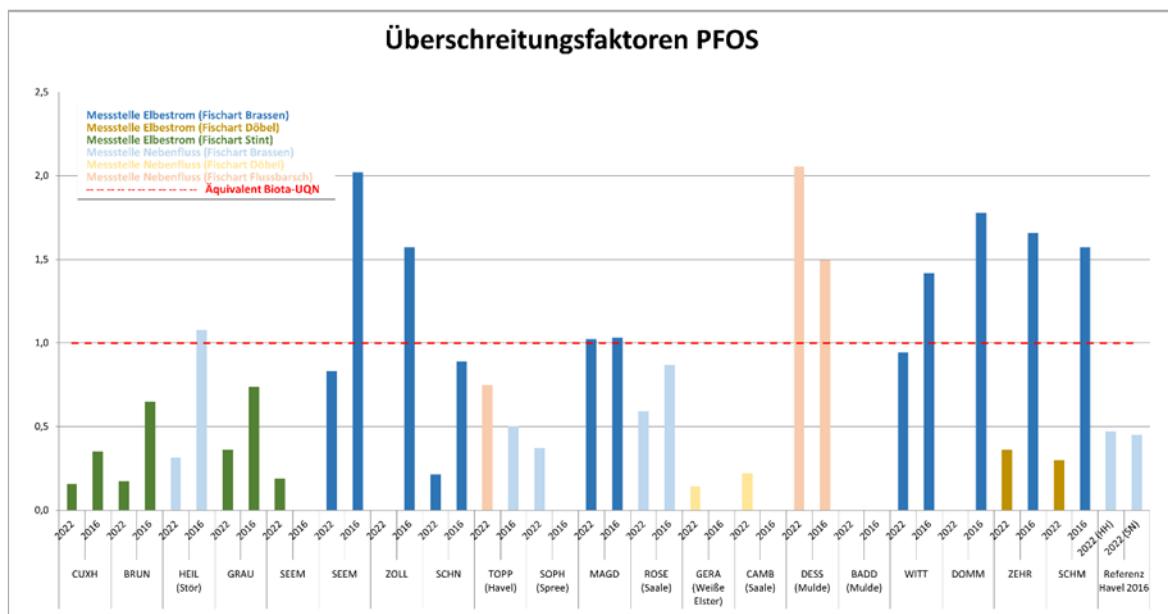


Abbildung 5-11: Überschreitungsfaktoren für PFOS in Bezug auf die aktuell gültige UQN_{Biota} von 9,1 µg/kg FG; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, SN) im Vergleich zu 2016

Dioxine, Furane und dioxinähnliche Verbindungen (Summe Dioxine + Furane + dl-PCB)

Die UQN_{Biota} (0,0065 µg/kg TEQ) für die Summe PCDD + PCDF + dl-PCB wird auch bei Berücksichtigung der vollen BG (Wert der BG geht bei Einzelwerten unter BG in die Berechnung der Summe ein) an keiner der Messstellen überschritten. Für die Bewertung gemäß OGewV (2016) sind die Summen ohne Berücksichtigung der BG zu ermitteln, d. h. Einzelwerte kleiner BG werden gleich 0 gesetzt (LAWA 2016, LAWA 2019). Aufgrund einer überproportional starken Wichtung für die Einzelstoffe relativ hoher Toxizität bei der Errechnung der Toxizitätsäquivalente (TEQ, vgl. EU 2011) kann dies erhebliche Auswirkungen auf die Summenbildung haben, so z. B. an der Messstelle Schnackenburg, wo bei den Messungen in 2022 für PCB-126 ein Wert unter der BG vorliegt.

Aufgrund der vielen anderen Einzelwerte kleiner BG resultiert hier ein sehr kleiner Wert für die Summe der Dioxine + Furane + dl-PCBs, in Abbildung 5-12 sichtbar als Überschreitungsfaktor mit Bezug „oBG“ (ohne Berücksichtigung der BG, in diesem Fall alle Werte unter 1). Die Teilsummen der Dioxine und Furane sowie der dl-PCBs sind in Kapitel 5.4 abgebildet. Nach den Maßgaben der OGewV wird die UQN_{Biota} an allen Messstellen eingehalten.

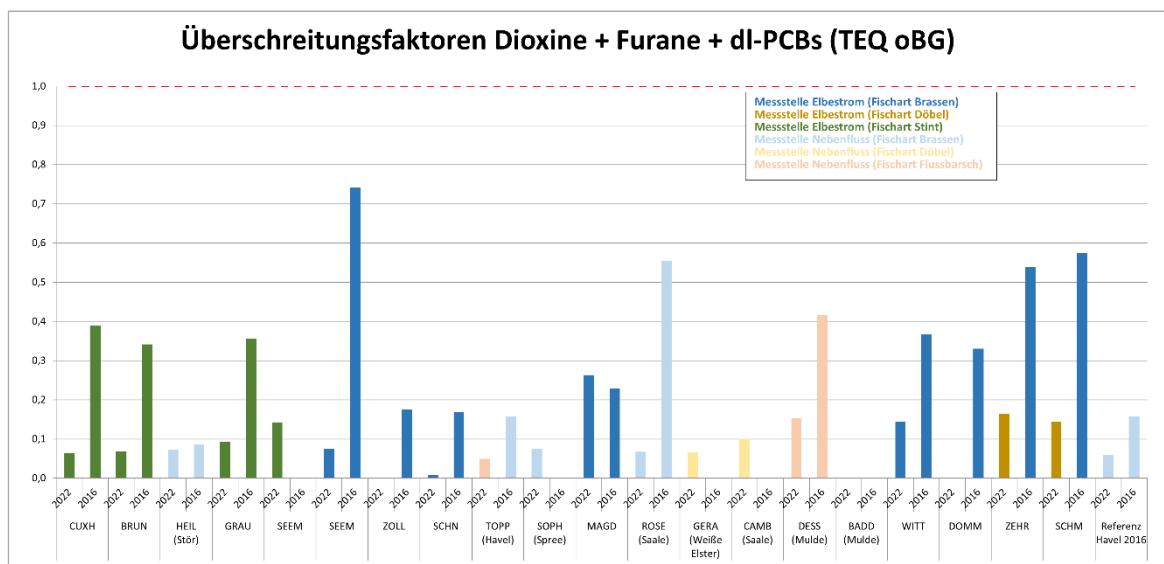


Abbildung 5-12: Überschreitungsfaktoren für die Summe der Dioxine + Furane + dl-PCBs (TEQ oBG) in Bezug auf die aktuell gültige UQN_{Biota} von 0,0065 µg/kg FG im Vergleich zu 2016

Heptachlor und Heptachlorepoxyd

Die UQN_{Biota} (0,0067 µg/kg FG) für die Summe aus Heptachlor und Heptachlorepoxyd wird in den meisten Fällen überschritten, in den Brassen in der Elbe im Bereich Magdeburg etwa um das 2,5-fache. In einigen Fällen ist formal kein Wert ermittelbar, da die Einzelwerte jeweils unterhalb der BG liegen und auf Basis der Bewertungsgrundlage in der Summe daher 0 ergeben. Für die Abbildung 5-13 wurde in diesen Fällen zur Veranschaulichung die höchste der einzelnen BG berücksichtigt und bei der Darstellung ein entsprechender Hinweis eingebettet. Für die Bewertung bedeuten die Werte unter der BG, die gleichzeitig in der Nähe der UQN liegen, eine erhöhte Unsicherheit.

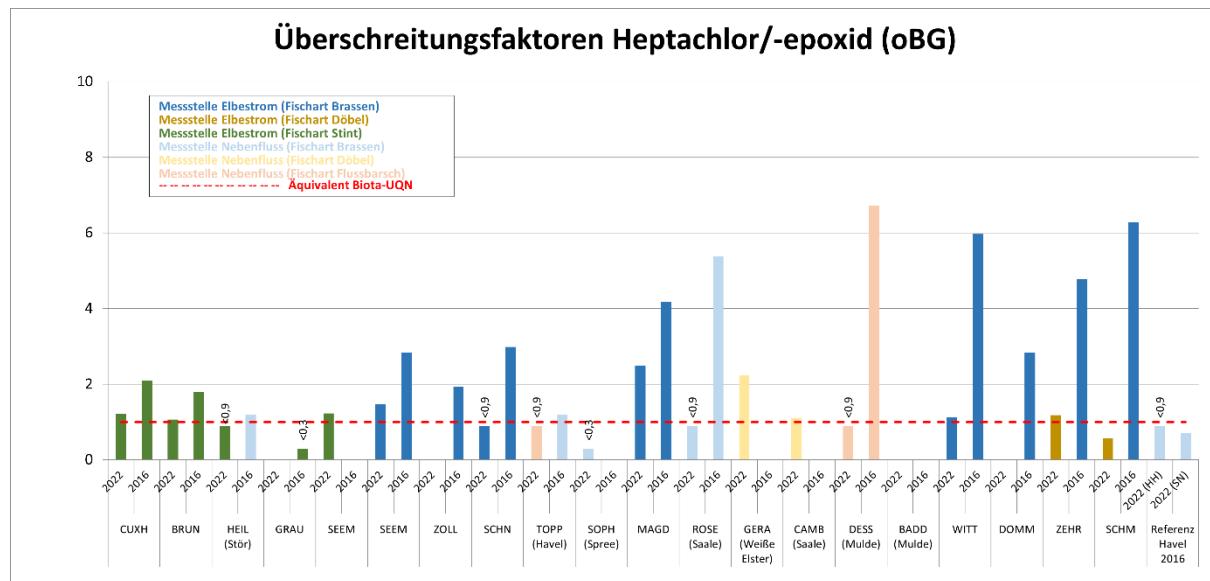


Abbildung 5-13: Überschreitungsfaktoren für Heptachlor und Heptachlorepoxyd als Summe ohne Berücksichtigung Werte < BG in Bezug auf die aktuell gültige UQN_{Biota} von 0,0067 µg/kg FG; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, SN) im Vergleich zu 2016



5.4. Weitere Vergleiche und Verteilungsmuster

Es folgt eine Darstellung ausgewählter Stoffe ohne ausgewiesene UQN_{Biota} nach OGewV (2016), die teilweise deutliche Befunde aufweisen. Aufgrund der unterschiedlichen Standortbedingungen ist die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den Messstellen als stark eingeschränkt zu betrachten. Die Art der Darstellung im Elbe-Längsverlauf wurde hier jedoch analog zu FGG Elbe (2018) weitergeführt. Zudem sind die Messwerte erneut fettnormiert dargestellt, um zumindest eine näherungsweise Vergleichbarkeit zu erreichen. Dabei wurde jeweils der unterschiedliche Fettgehalt der Fische als Faktor in der Berechnung berücksichtigt. Als Bezugsgröße ergibt sich dann der Gehalt des Schadstoffes in µg oder mg je kg Fett. Damit relativiert sich bei den hier dargestellten eher lipophil reagierenden Stoffen der spezies- und trophiebedingte Einfluss auf die Messergebnisse.

Nicht abgebildet sind diejenigen Stoffe und Stoffgruppen mit Ergebnissen überwiegend kleiner BG. Darunter fallen die Chloralkane, TBT, Quinoxyfen und die Hexachlorcyclohexane. Ebenfalls nicht für eine fettnormierte Darstellung eignet sich Blei, da dieses Element vorzugsweise im Blut zirkuliert oder sich langfristig in den Knochen anreichert (Deutsches Ärzteblatt 2023). Die entsprechenden Ergebnisse können messstellenspezifisch der [Anlage 4](#) entnommen werden. Ergänzend sind zum Vergleich auch einige Stoffe mit UQN fettnormiert dargestellt (z. B. Hg) bzw. bei Stoffgruppen entsprechende Verteilmuster der Einzelkomponenten oder Kongenere abgebildet.

Cadmium (Cd)

In der nachfolgenden Abbildung 5-14 sind die fettnormierten Werte der Messkampagne von 2022 für Cadmium im Elbe-Längsverlauf dargestellt. Die Werte von 2016 sind nicht enthalten, da diese durchgehend unter der damals höheren BG lagen. Diese lag um den Faktor zehn über den nun festgestellten Werten. In der Mulde und der Saale, Teileinzugsgebiete mit historischem Altbergbau und entsprechenden Schwermetalleinträgen, finden sich im Vergleich die höchsten Werte. Diese prägen sich jedoch nicht weiter in den Elbestrom durch. Unterhalb von Magdeburg liegen die Messwerte jeweils unterhalb der BG (bei etwa 1 µg/kg).

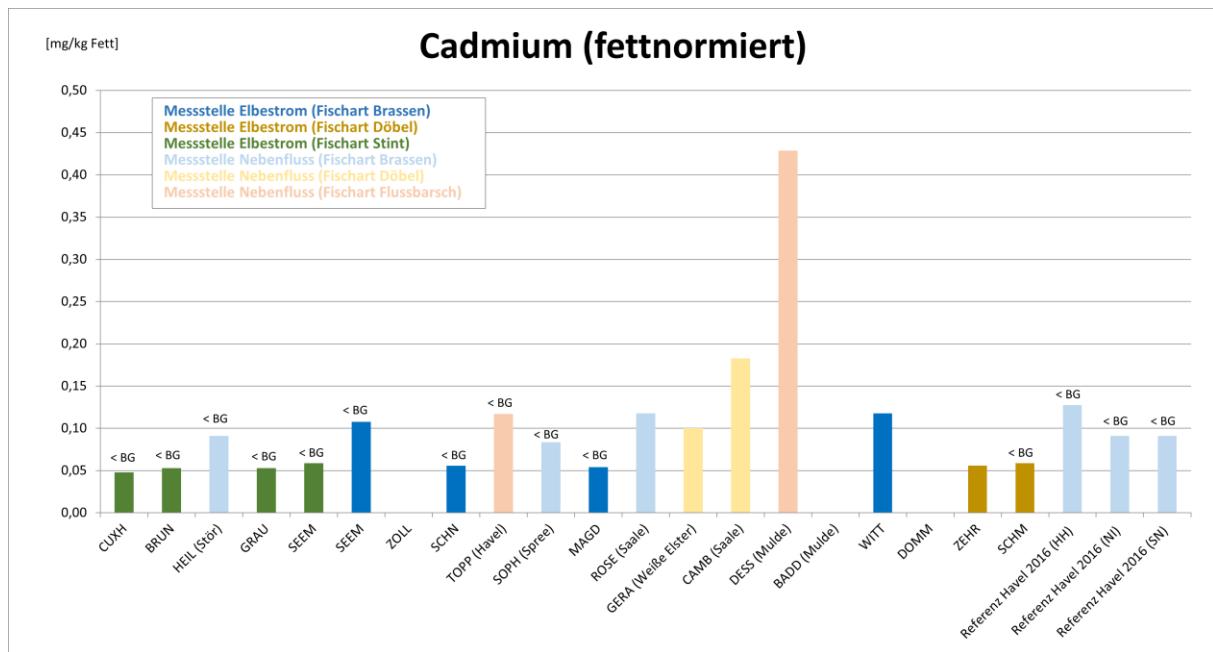


Abbildung 5-14: fettnormierte Darstellung der Gehalte an Cadmium im Elbe-Längsverlauf; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, NI, SN)

Pentachlorbenzol (PeCB)

Bei Pentachlorbenzol liegen ebenfalls einige Werte unter der BG vor. Der höchste Wert ergibt sich für die Brassen in der Saale bei Rosenburg. Im Vergleich mit 2016 fallen die Werte jedoch deutlich niedriger aus. Die Ergebnisse für die Referenzprobe bewegen sich in einem ähnlichen Wertebereich auch gegenüber den Werten von 2016, so dass insgesamt von einem plausiblen Ergebnis ausgegangen werden kann (siehe Abbildung 5-15).

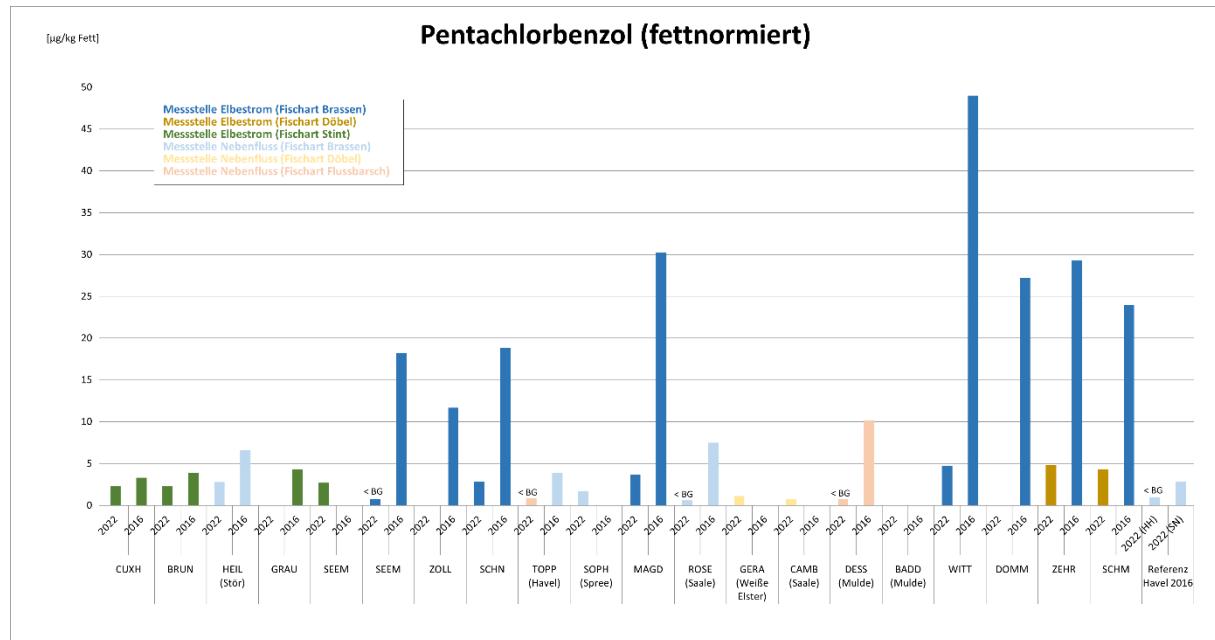


Abbildung 5-15: fettnormierte Darstellung der Gehalte an Pentachlorbenzol im Elbe-Längsverlauf, 2022/2016

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Die Gruppe der polychlorierten Biphenyle reichern sich insbesondere im Fettgewebe von Organismen an (ELSA 2016). Exemplarisch untersucht und hier im Ergebnis fettnormiert dargestellt sind die sechs sogenannten Indikator-PCB 101, 138, 153, 180, 28 und 52. Aufgrund der sanierungsbedingten PCB-Freisetzung im Jahr 2015 in einem Elbabschnitt in der Tschechischen Republik (ELSA 2016) und den nachfolgend festgestellten erhöhten Konzentrationen in Biota, wurden bei der Darstellung in Abbildung 5-16 ebenfalls die Daten aus 2016 miteinbezogen. Da in diesem Fall aufgrund der fehlenden UQN in Biota keine Bewertung gemäß OGewV (2016) vorgenommen werden kann, wurden die wenigen Werte unter der BG bei einzelnen Kongeneren mit der vollen BG berücksichtigt. Deutlich erkennbar sind die festgestellten geringeren Werte in der Summe für 2022 gegenüber 2016 insbesondere im oberen grenznahen Abschnitt der Elbe. Der auffällige Wert für Seemannshöft in den 2022 gefangenen Brassen erklärt sich durch etwa vierfach höhere Messwerte und nur einem etwa ein Drittel so hohem Fettgehalt gegenüber 2016.

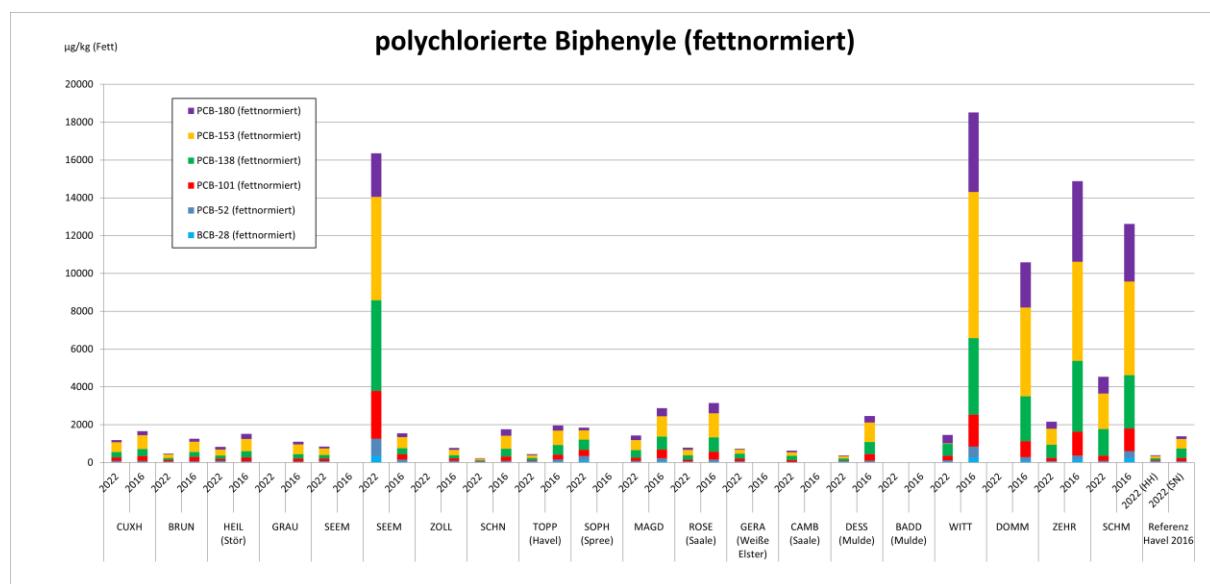


Abbildung 5-16: fettnormierte Darstellung der Summe der sechs Indikator-PCB im Elbe-Längsverlauf, Untersuchungen 2022 gegenüber 2016 (Ergebnisse der Labore HH, SN; das linke Feld für SEEM bezieht sich auf die in 2022 untersuchten Stinte, das rechte auf die Fischart Brassen, für die Ergebnisse aus 2016 und 2022 vorliegen)

Die Verteilung der einzelne Kongenere im Gesamtspektrum kann einen Hinweis auf die Herkunft der Schadstoffe geben. So war die Zusammensetzung im Nachgang des Schadereignisses 2015 insbesondere in den Sedimenten deutlich in Richtung der höherchlorierten PCB verschoben (ELSA 2016). Für die Anteile der einzelnen PCB in Biotagewebe kann dies jedoch anhand der Daten dieser Messkampagne nicht bestätigt werden. Ein Rückgang der höherwertigen PCB und Verschiebung des Verteilmusters hin zu den niedrichernierten PCB ist hier nicht nachweisbar (Abbildung 5-17).

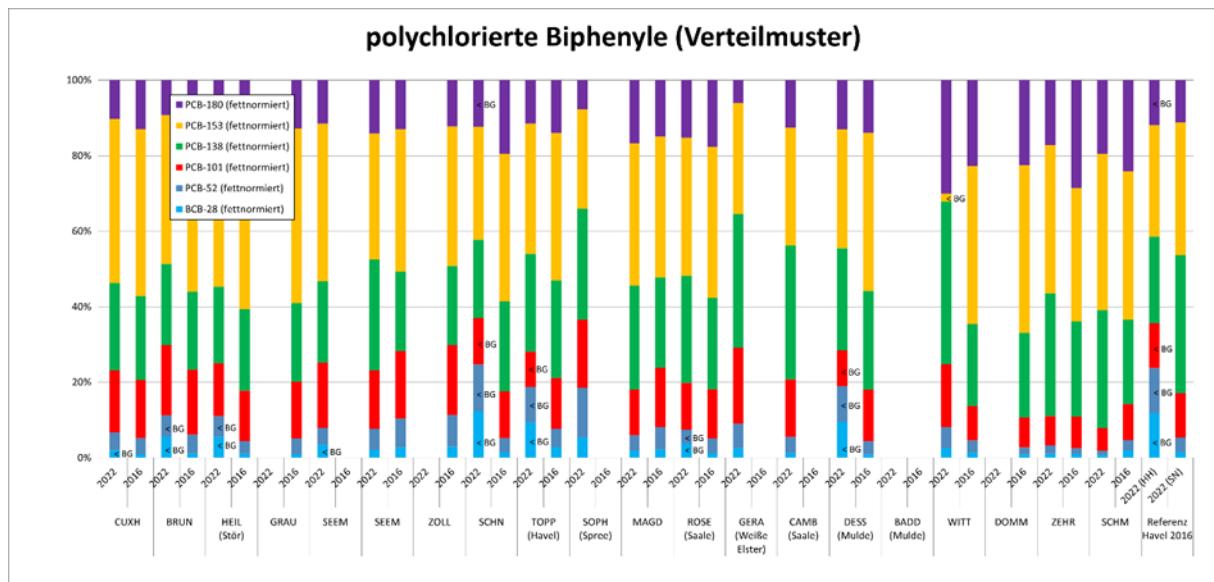


Abbildung 5-17: Verteilmuster der sechs Indikator-PCB im Elbe-Längsverlauf, Untersuchungen 2022 gegenüber 2016 (Ergebnisse der Labore HH, SN)

Quecksilber (Hg)

In Ergänzung ist in Abbildung 5-18 noch einmal eine Darstellung für Quecksilber unter Berücksichtigung des Fettgehalts der Fischfilets abgebildet. Da bei Hg alle Werte oberhalb der BG liegen, erfolgt hier keine Verzerrung in Folge der nicht genauer bestimmmbaren Werte unterhalb der BG. Zum Vergleich ist darunter die Darstellung der absoluten Gehalte an Hg im Frischgewicht der Fischfilets gegenüber der UQN_{Biota} eingefügt. Da die Gehalte an Hg gegenüber 2016 eher abgenommen, die Fettgehalte dagegen eher größer geworden sind, werden die Unterschiede durch die Fettnormierung zwischen den beiden Messkampagnen in vielen Fällen vergrößert und eine deutlichere Reduzierung der relativen Hg-Gehalte impliziert (Magdeburg, Wittenberg, Dessau).

Bei den Brassen in Seemannshöft dagegen, die in 2016 deutlich größer waren, ergibt sich durch den nun deutlich geringeren Fettgehalt ein relativer Anstieg der Hg-Gehalte (fettnormiert), ebenso wie in der Stör, in der die gemessenen Hg-Gehalte deutlicher angestiegen sind als der Fettgehalt (bei 2022 deutlich größeren Fischen). Da insgesamt keine eindeutige Korrelation erkennbar ist und in einigen Fällen entweder keine Daten aus beiden Messkampagnen vorlagen (Zollenspieker, Dommitzsch, Sophienwerder/Spree, Gera/Weiße Elster, Camburg/Saale,) oder die Fischart gewechselt hat (Schmilka, Zehren, Toppel/Havel), ist die Aussagekraft dieses Vergleichs eher als gering einzuschätzen.

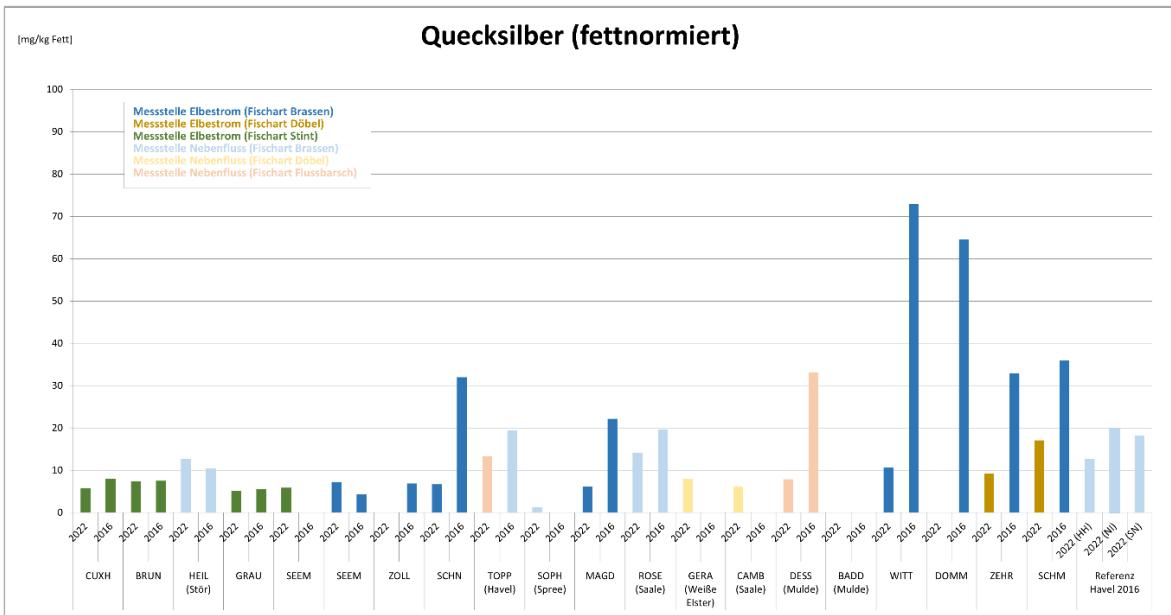


Abbildung 5-18: fettnormierte Darstellung des Gehalts an Hg im Elbe-Längsverlauf; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, NI, SN) gegenüber 2016

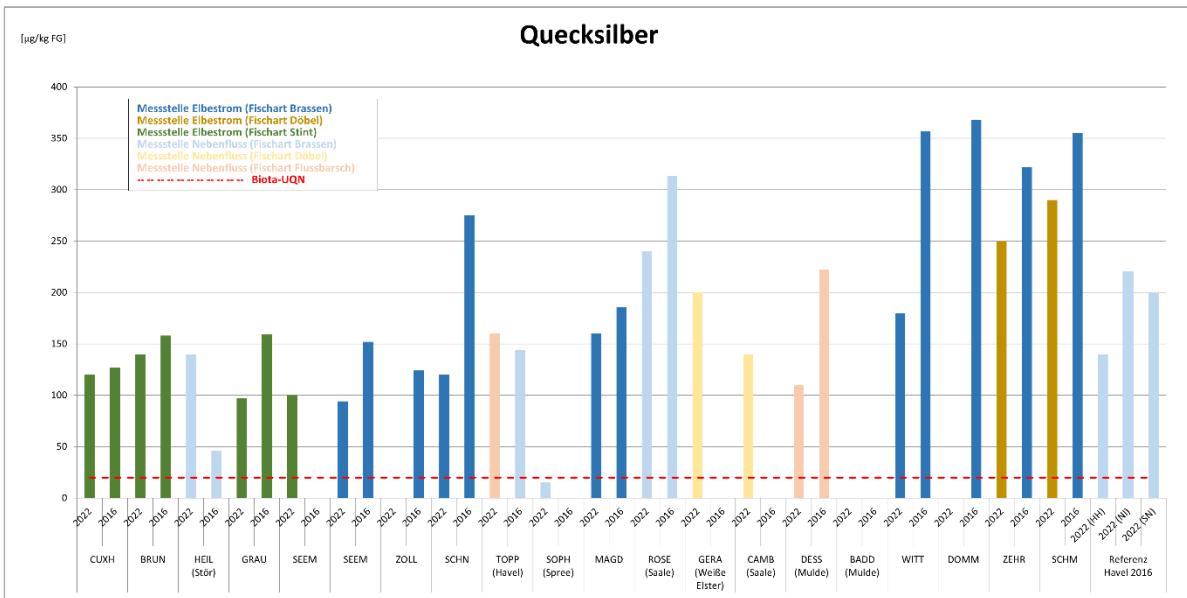


Abbildung 5-19: Konzentrationen von Hg im Elbe-Längsverlauf gegenüber der UQN_{Biota} in Fisch; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, NI, SN) im Vergleich zu 2016

Dioxine, Furane und dioxinähnliche Verbindungen (Summe Dioxine + Furane + dl-PCB)

Bei Darstellung der Teilsummen zu den Dioxinen und dioxinähnlichen Verbindungen (siehe Abbildung 5-20) ist erkennbar, dass die Werte abgesehen von den Brassen in der Stör und der Elbe bei Magdeburg insbesondere für dl-PCB in 2022 deutlich niedriger liegen als 2016. Bei den Dioxinen und Furancen sind die BG des Auftragslabors 2022 deutlich höher als diejenigen von 2016 und für viele Parameter liegen die Werte unterhalb der BG. Dies gilt jedoch nicht für die in der TEQ-Berechnung besonders gewichteten 2,3,7,8-Tetra-CDD und 2,3,7,8-Tetra-CDF, für die die Messwerte 2022 teilweise deutlich niedriger lagen als 2022. Die Daten aus beiden Messkampagnen sind daher nur schwer miteinander vergleichbar, auch wenn die Ergebnisse für die Referenzprobe nur um etwa 20 % voneinander abweichen.

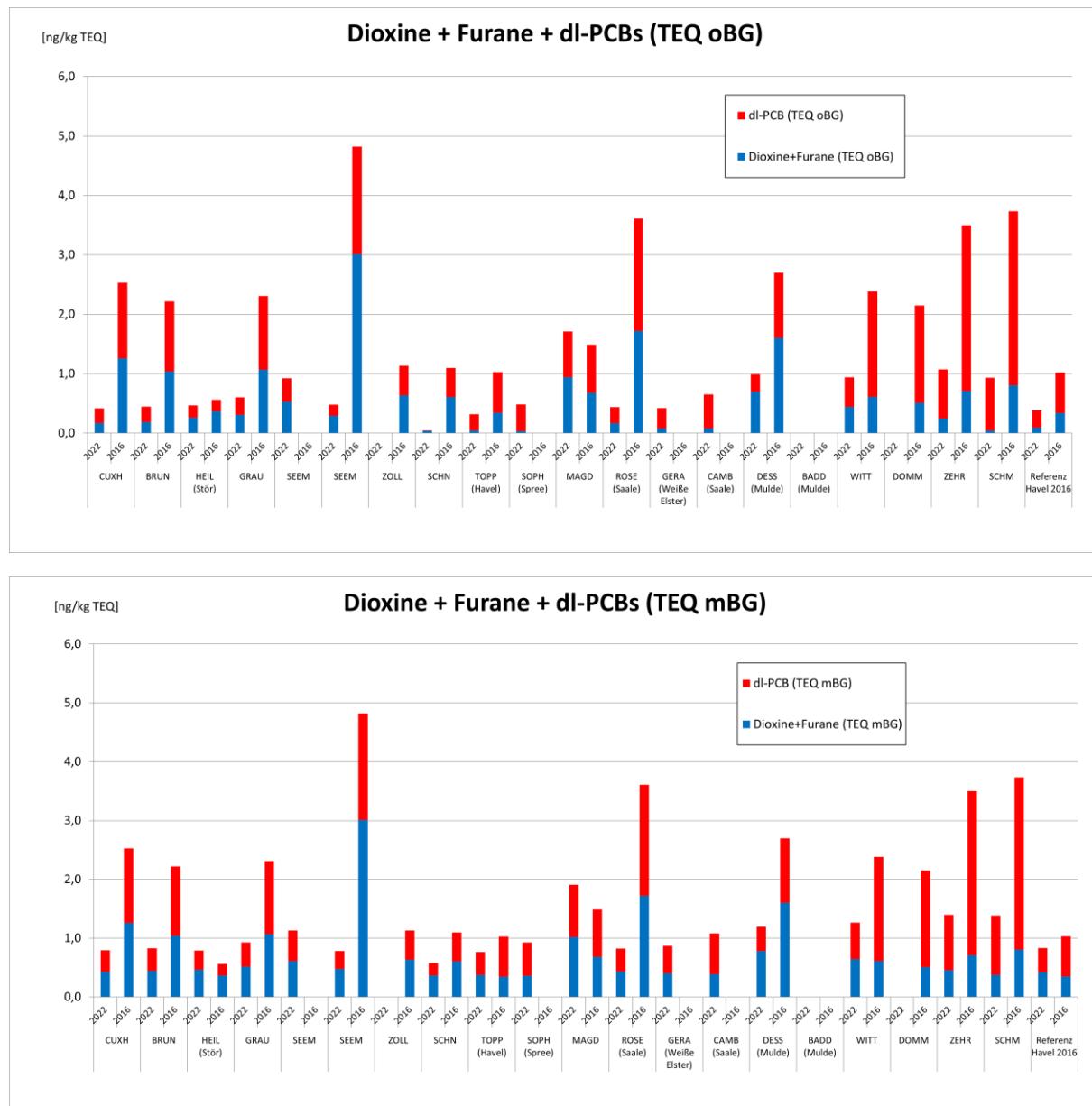


Abbildung 5-20: Konzentrationen der Teilsummen für Dioxine + Furane sowie dl-PCBs, oben als Summe der einzelnen Kongenere als TEQ oBG und unten als TEQ mBG) im Elbe-Längsverlauf bezogen auf das FG (linke Darstellung für SEEM bezieht sich jeweils auf die Stinte, die rechte auf die untersuchten Brassen)

Heptachlor und Heptachlorepoxyd

Um die Verteilung von Heptachlor und Heptachlorepoxyd darzustellen, wurden auch die Einzelwerte unter BG einbezogen und entsprechend kenntlich gemacht (siehe Abbildung 5-21). Die Werte von Heptachlor liegen überwiegend unter der jeweiligen BG, außer in den Fischen in der mittleren Elbe zwischen Wittenberg und Magdeburg sowie den Zuflüssen Saale und Mulde (2016 waren alle Werte für Heptachlor < BG). Für das cis-Isomer von Heptachlorepoxyd liegen zumeist Werte größer BG vor, für das trans-Isomer fast ausschließlich unterhalb der BG. Die UQN als Bewertungskriterium für die Summe der Einzelkomponenten ist hier wie bei den Dioxinen/Furanen/dl-PCB explizit nicht gegenübergestellt (vgl. Kapitel 5.3 und 5.5).

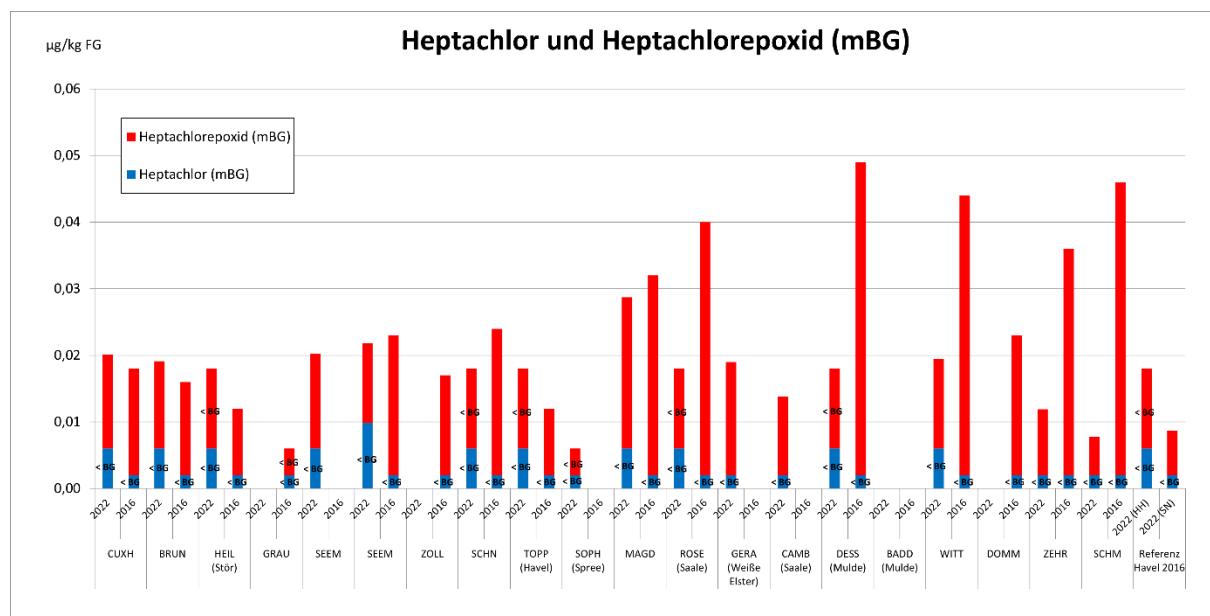


Abbildung 5-21: Einzelwerte für Heptachlor und Heptachlorepoxyd unter Berücksichtigung der vollen BG; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, SN) im Vergleich zu 2016 (linke Darstellung für SEEM bezieht sich auf die Stinte, die rechte auf die untersuchten Brassen)

Bromierte Diphenylether (BDE)

Für die BDE ist an dieser Stelle ergänzend die Summe als fettnormierte Berechnung mit Bezug zu den einzelnen Fischarten (Korrelation zu Standort und Fischart, siehe Abbildung 5-22) sowie das standortspezifische Verteilmuster der einzelnen BDE-Kongenere bezogen auf 100 % dargestellt (Abbildung 5-24).

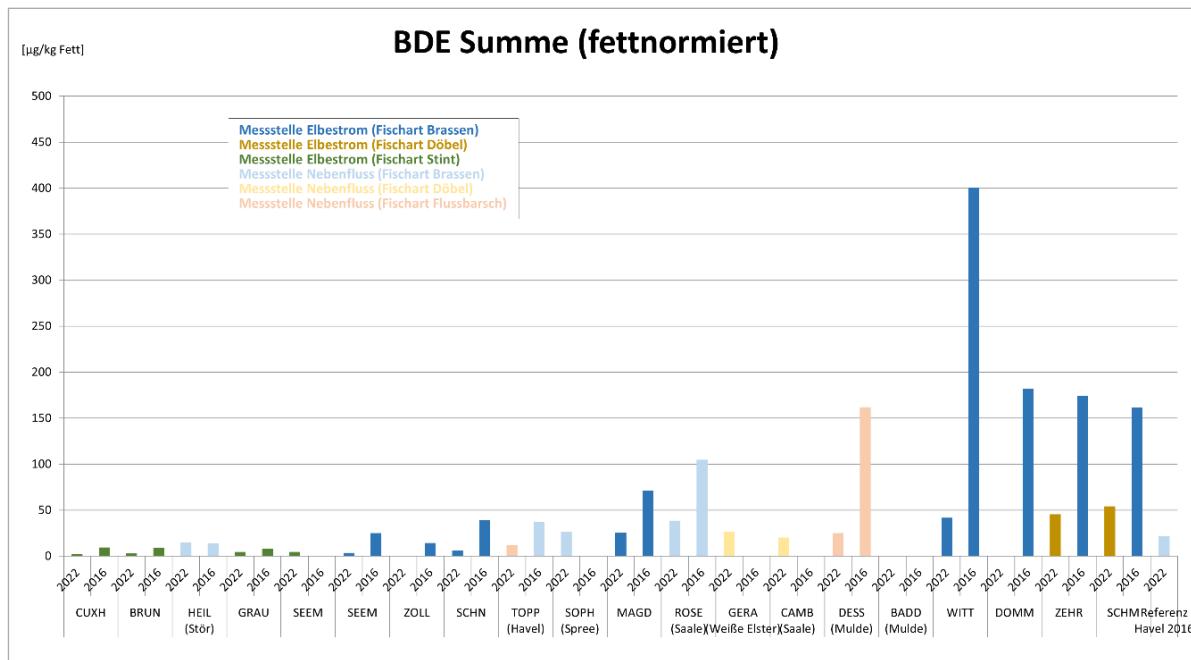


Abbildung 5-22: fettnormierte Darstellung des Gehalts der BDE in Summe im Elbe-Längsverlauf; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse des Labors TH) gegenüber 2016

Die folgende Abbildung 5-23 zeigt die Verteilung der einzelnen Kongenere der BDE im Längsverlauf der Elbe. Das Kongener BDE-47 ist jeweils in der höchsten Konzentration vertreten und würde allein zu einer regelmäßigen UQN-Überschreitung führen. Es fällt zudem auf, dass der Anteil von BDE-99 offenbar in den Barschen und teilweise auch Stinten im Verhältnis stark erhöht ist, während er bei den Cypriniden kaum ins Gewicht fällt (vgl. auch Kapitel 5.4). Dies ist insbesondere in der Havel der Fall, wo 2022 Flussbarsche an Stelle von Brassen untersucht wurden. Ähnliche Auffälligkeiten in Bezug auf den Anteil von BDE-99 in Flussbarschen wurden bereits für den tschechischen Teil der Elbe beobachtet (Hajšlová et al. 2007). Dort wird vermutet, dass die Gründe für diese Abweichung entweder in unterschiedlichen Mechanismen bei der Bioakkumulation oder in artspezifischen Unterschieden bei der metabolischen Umsetzung liegen.

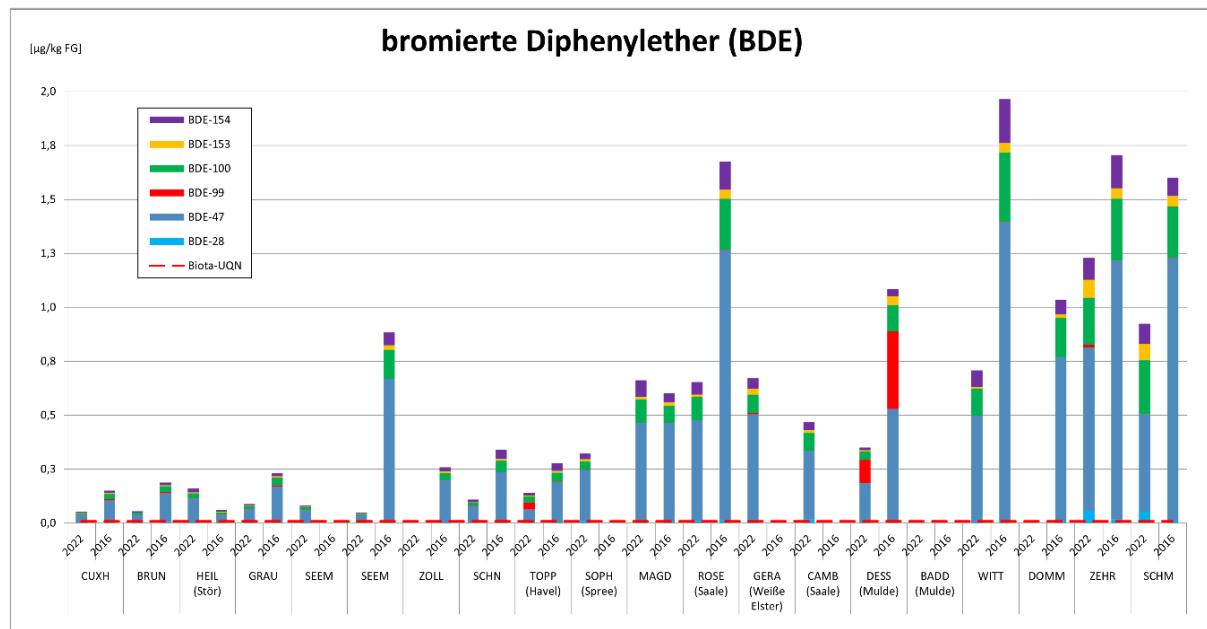


Abbildung 5-23: Konzentrationen der BDE (Summe der einzelnen Kongenere) im Elbe-Längsverlauf gegenüber der UQN_{Biota}; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse des Labors TH) im Vergleich zu 2016

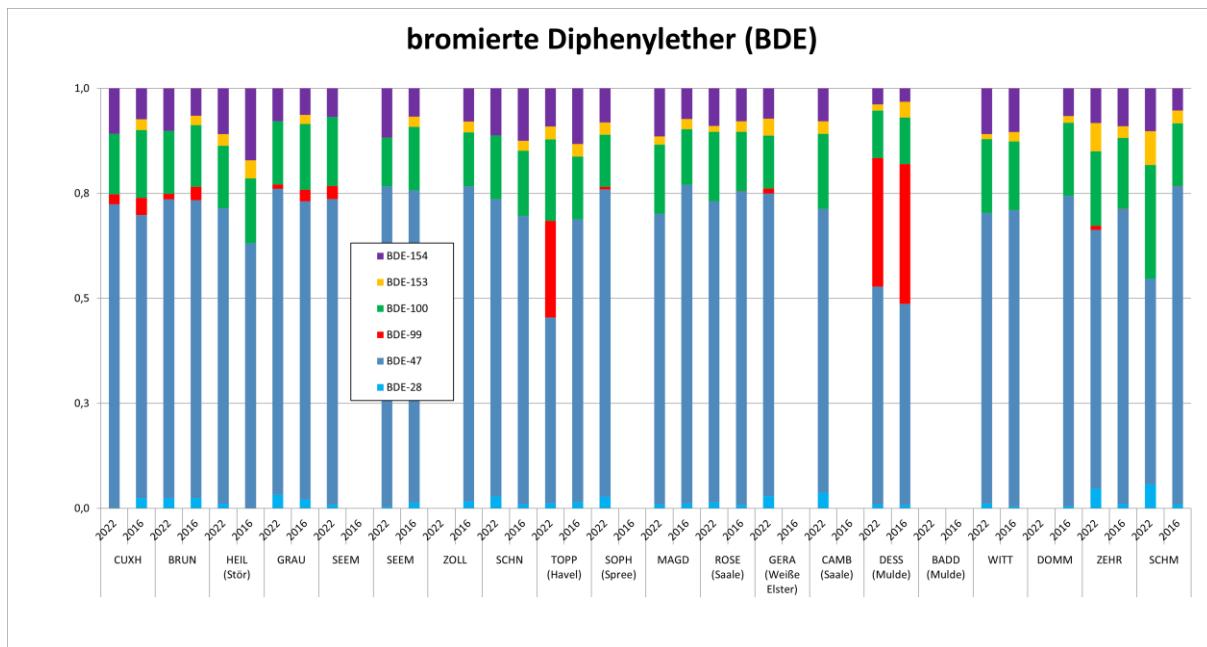


Abbildung 5-24: Darstellung des Gehalts der BDE mit Anteil der einzelnen Kongenere als 100 % (Werte < BG nicht berücksichtigt) in Summe im Elbe-Längsverlauf, 2022 gegenüber 2016

Hexachlorbenzol (HCB)

Aus der Umweltprobenbank (<https://www.umweltprobenbank.de/de>) liegen zahlreiche, langjährige und öffentlich zugängliche Datenreihen für Schadstoffe in Biota vor. Ein Probenahmebereich, der regelmäßig beprobt wird, liegt in Prossen (Elbe-km 13) in unmittelbarer Nähe zum Grenzprofil in Schmilka. Die Datenreihe aus dem letzten Biotabericht (FGG Elbe 2018) wurde daher in Abbildung 5-25 zum weiteren Vergleich entsprechend fortgeschrieben. Auch ohne tiefergehende statistische Analyse und bei teilweise unterschiedlichen Fischarten und -größen lässt sich für die letzten Jahre überschlagsweise ein weiterhin abnehmender Trend feststellen.

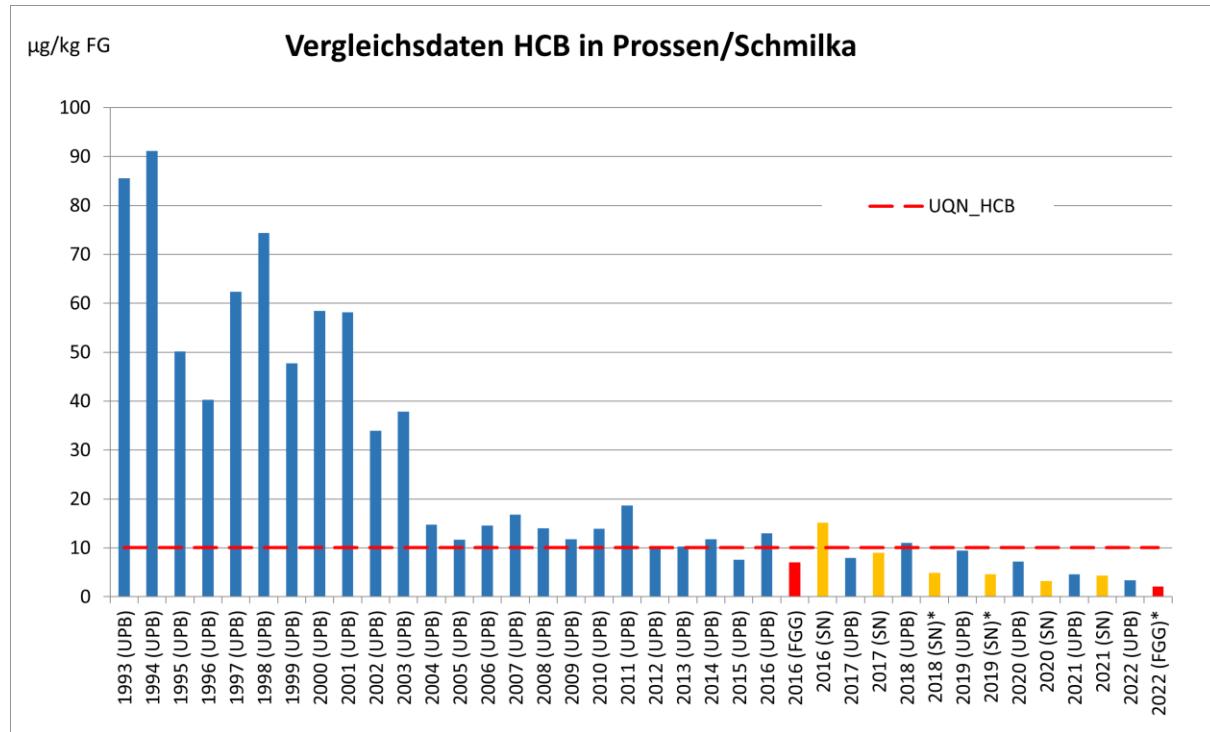


Abbildung 5-25: Darstellung der Gehalte an HCB an der Messstelle Prossen/Schmilka (Daten 1993 - 2022 der UPB – blau, zum Vergleich Daten der FGG Elbe – rot und SN – gelb für 2016 bis 2021; Fischart Brassen, *abweichend Döbel)



5.5. Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse

Die Untersuchungen der Messkampagne 2022 haben erneut in gepoolten Fischproben stattgefunden. Muschelpoolproben konnten in diesem Rahmen nicht untersucht werden. Trotz eines hohen Aufwands bei der Beschaffung von Probenmaterial unterschieden sich die gefangenen Fische erneut und teilweise deutlich in Art und Größe bzw.

Alterszusammensetzung. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den einzelnen Messstellen ist daher wie 2016 als sehr eingeschränkt zu betrachten. Den Einzelbefunden kommt in den dargestellten Längsschnitten eine höhere Bedeutung zu als mögliche Interpretationen über räumliche und zeitliche Zusammenhänge. Eine untergeordnete Rolle spielen in diesem Zusammenhang die teilweise unterschiedliche Anzahl der gefangenen Exemplare und unterschiedlichen Körpergewichte. In den meisten Fällen konnte zumindest eine entsprechende Wichtung und damit gleichrangige Berücksichtigung der einzelnen Teilproben in den untersuchten Poolproben vorgenommen werden.

Im Ergebnis über alle neun betrachteten Stoffe mit einer UQN_{Biota} in Fisch gemäß OGewV (2016) kann festgehalten werden:

- Bei fünf Stoffen bzw. Stoffgruppen (Hexachlorbenzol, Hexachlorbutadien, Dioxine/Furane/dl-PCB, Hexabromcyclododecan, Dicofol) wird die UQN an allen hier untersuchten Messstellen eingehalten.
- Bei zwei Stoffen bzw. Stoffgruppen (Perfluoroctansulfonsäure, Heptachlor/-epoxid) wird die UQN an mehreren der untersuchten Messstellen überschritten.
- Bei zwei Stoffen bzw. Stoffgruppen (bromierte Diphenylether, Quecksilber) wird die UQN an allen hier untersuchten Messstellen überschritten mit Ausnahme der Spree für Quecksilber.

Die Gleichsetzung der einzelnen Werte unter BG gleich 0 hatte bei den Summenparametern bromierte Diphenylether und Dioxine/Furane/dl-PCB keine Auswirkungen auf die Bewertung gegenüber einer hypothetischen Berücksichtigung der vollen BG. Bei Heptachlor/-epoxid besteht dagegen durch die zahlreichen Werte < BG eine erhebliche Unsicherheit in der Bewertung an einzelnen Messstellen, da die tatsächlich gemessenen Befunde in den meisten Fällen nahe der BG liegen und diese wiederum nahe der UQN_{Biota}.

Für einige der Stoffe gibt es gemäß OGewV (2016) sowohl eine UQN_{Biota} als auch eine UQN_{Wasser}. Letztere darf für die Bewertung jedoch nur zugrunde gelegt werden, wenn die Messungen in Biota (Fischen, Muscheln, Krebsen) nicht möglich ist. Der Umgang mit diesen Sonderfällen hinsichtlich einer konsistenten Bewertung wurde in der LAWA Handlungsanleitung für ein harmonisiertes Vorgehen bei der Einstufung des chemischen Zustands der Oberflächenwasserkörper (LAWA 2019) genauer präzisiert.

6. Qualitätssicherung der Messergebnisse

Wie bereits in Kapitel 4 beschrieben, wurde die Probenaufbereitung der einzelnen Fischfilets zu den zu untersuchenden Mischproben von einem externen Labor zentral in Vergabe durchgeführt, um eventuelle in der Durchführung der Aufbereitung begründeten Unterschiede von vornherein auszuschließen. Zudem wurden alle Mischproben einschließlich der Referenzprobe aus der Messkampagne 2016 durch das Auftragslabor auf Dioxine/Furane/dl-PCBs untersucht (Ergebnisse siehe Kapitel 5.3). Die übrigen Parameter wurden in den Mischproben von jeweils fünf bis sechs Messstellen durch die Länderlabore von Hamburg, Niedersachsen und Sachsen analysiert, wobei die Untersuchungen durch das niedersächsische Labor auf die Metallparameter beschränkt waren und die entsprechenden organischen Parameter durch das Landeslabor Hamburg durchgeführt wurden. Zudem erfolgte eine Untersuchung auf die BDE zusätzlich für alle Messstellen durch das Landeslabor Thüringen. Für die BDE liegen damit in Bezug auf die Referenzprobe aus der Havel von 2016 Ergebnisse aus Hamburg, Sachsen und Thüringen vor. Da diese Probe vor der Analyse die gleichen Arbeitsschritte einschließlich einer erneuten Homogenisierung durch das Auftragslabor durchlaufen hat, eignet sie sich in besonderem Maße für einen Vergleich zwischen den beteiligten Laboren. Die angewendeten BG weisen zwischen Laboren nur geringfügige Unterschiede auf (0,0006 bis 0,0024 µg/kg FG) und haben aufgrund der hohen Befunde auch für die meisten Einzelkongenere nur eine untergeordnete Bedeutung.

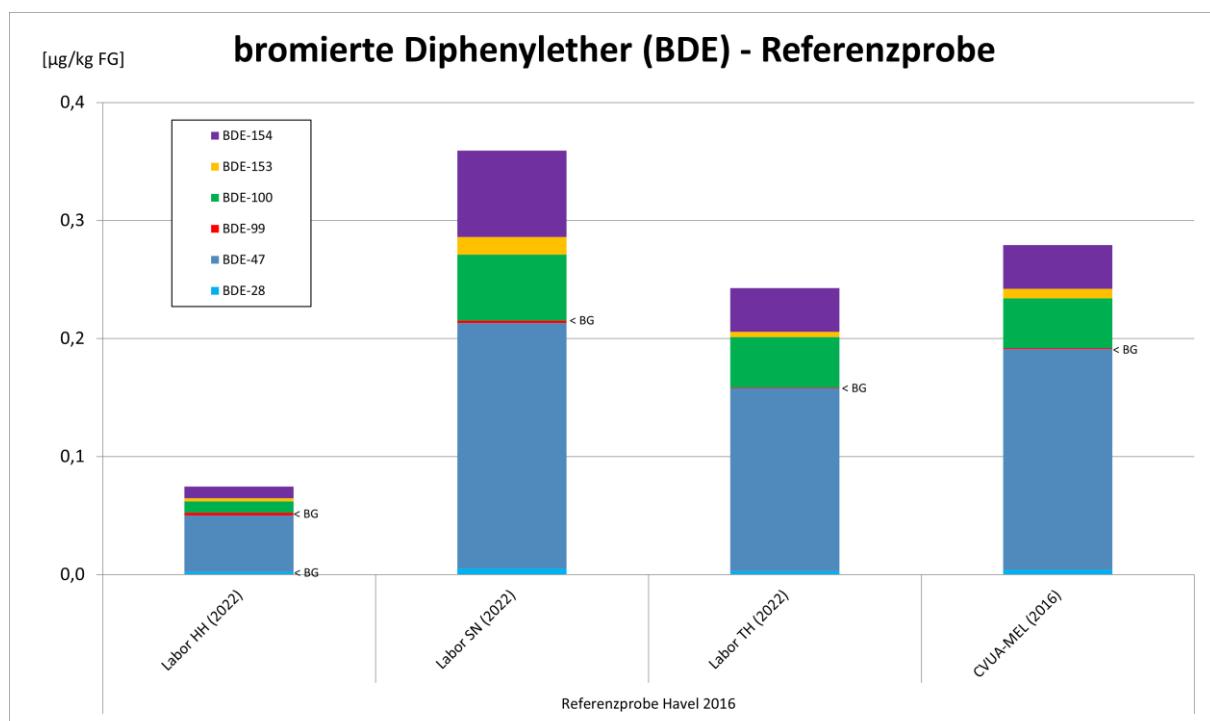


Abbildung 6-1: Vergleich der Messergebnisse für die einzelnen BDE in der Referenzprobe aus dem Biotaprojekt 2016 (Brassen aus der Havel), ermittelt durch die Länderlabore HH, SN und TH in 2022 gegenüber den Ergebnissen des CVUA-MEL in Münster in 2016 für die gleiche Probe (mit Darstellung der BG)

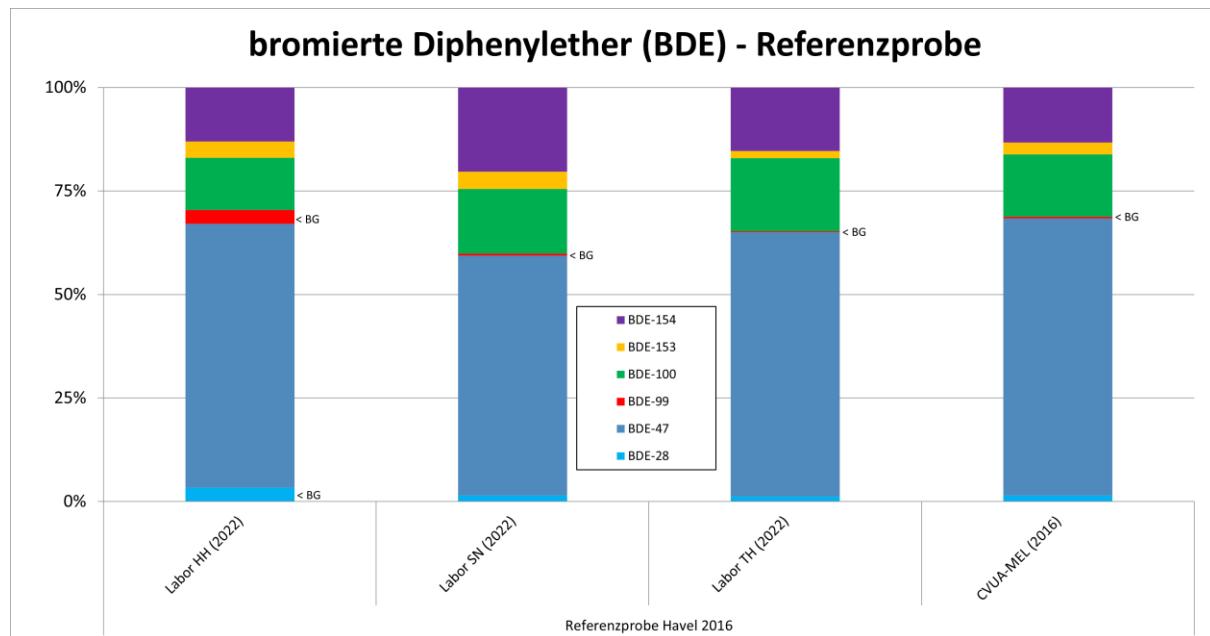


Abbildung 6-2: Vergleich der Anteile der einzelnen BDE in der Referenzprobe aus dem Biotaprojekt 2016 (Brassen aus der Havel), ermittelt durch die Länderlabore HH, SN und TH in 2022 gegenüber den Ergebnissen des CVUA-MEL in Münster in 2016 für die gleiche Probe, bezogen auf jeweils 100 %

Die Ergebnisse für die gesamte Messkampagne in Bezug auf die Messung der BDE sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Mit wenigen Ausnahmen wie z. B. der Stör und den Stinten in Seemannshöft liegen die Ergebnisse im Vergleich der Labore relativ dicht beieinander und sind im Bereich der erweiterten Messunsicherheit für diese Parameter zu vermuten. Dies sollte durch weitere Vergleichsuntersuchungen z. B. mit dem Rückstellmaterial aus dieser Kampagne verifiziert werden.

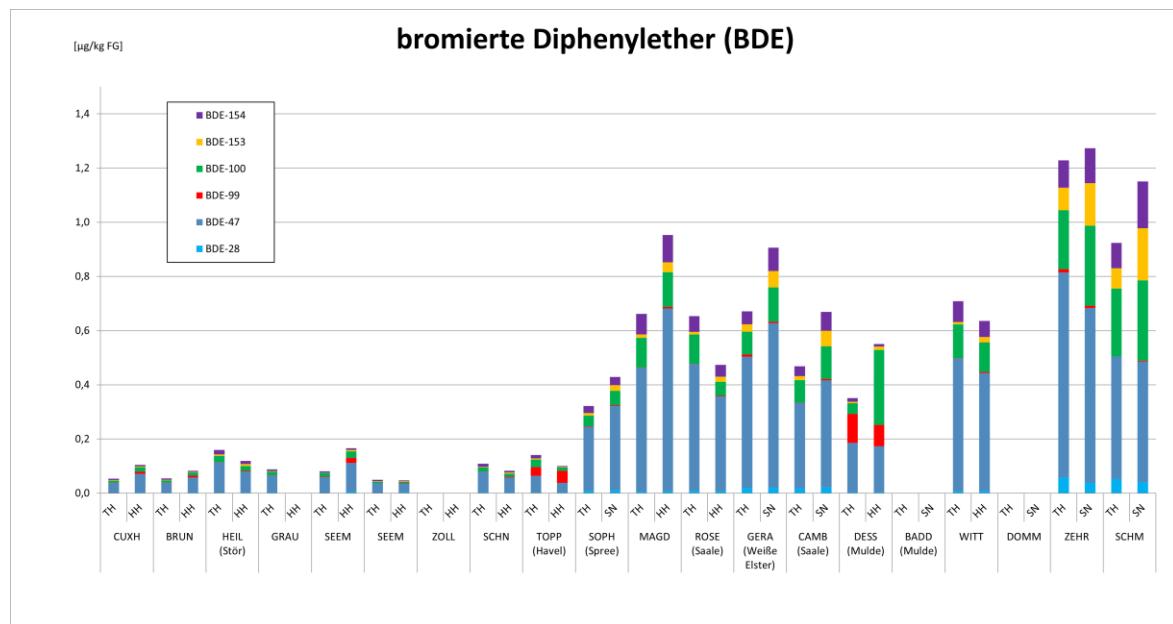


Abbildung 6-3: Konzentrationen der brominierten Diphenylether (Summe der einzelnen Kongenere) im Elbe-Längsverlauf, Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, SN, TH, für SEEM = Seemannshöft bezieht sich die linke Darstellung auf die Fischart Stint, die rechte auf die Fischart Brassen)

7. Fazit

Obwohl die Durchführung der Messkampagne dieses Mal unter geänderten Randbedingungen erfolgte (dezentrale Beschaffung des Probenmaterials durch die Länder, zentrale Probenaufbereitung durch ein externes Auftragslabor, dezentrale Analytik durch einige Landeslabore), bestätigt sich erneut, dass die Probenahme und Untersuchung von Biota mit einem sehr hohen Aufwand verbunden bleiben. Auf die speziellen Anforderungen der Probenahme wurde bereits im letzten Bericht (FGG Elbe 2018), der die Auswertung der Messkampagne von 2016 beinhaltet, umfassend eingegangen. Durch die Beibringung des Probenmaterials durch die Länder konnten gewisse Synergieeffekte in Folge der Kopplung mit den Untersuchungen für die biologischen Qualitätskomponenten zur Einstufung des ökologischen Zustands/Potenzials gemäß WRRL erreicht werden. Dies bedurfte jedoch einer intensiven Vorbereitung in Bezug auf die Festlegung von einheitlichen Kriterien für die Probenahme sowie einen entsprechenden Koordinationsaufwand im Anschluss an die Probenahme für die Abfolge der weiteren Arbeitsschritte.

Es bleibt des Weiteren festzuhalten, dass an einigen Probenahmestellen keine Entnahme der gewünschten Fischarten möglich und somit kein Probenmaterial beizubringen war, wodurch ein Vergleich zwischen den beiden Messkampagnen für diese Standorte (z. B. Zollenspieker, Dommitzsch) entfallen muss. Die Gewinnung von Probenmaterial aus Krebstieren bzw. Weichtieren, wie von der OGewV (2016) für die Untersuchung der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe gefordert, war nicht oder nicht mit vertretbarem Aufwand hinsichtlich der zu treffenden Aussagen möglich. Das entsprechende Gewebe kann nur in speziellen Fällen (entsprechend bekanntes Vorkommen und Zugänglichkeit der Messstelle oder durch aufwändige Hälterung) beigebracht werden und ist somit für eine flächendeckende Bewertung offensichtlich ungeeignet.

Im Einzelnen ergeben sich folgende Erkenntnisgewinne bzw. Kritikpunkte aus der in 2022 durchgeführten Messkampagne:

Auf die Probenahme selbst und entsprechende Synergieeffekte wurde bereits kurz im oberen Abschnitt eingegangen. Eine zentrale Befischung wie in der Messkampagne 2016 konnte zwar eine bessere Harmonisierung der Randbedingungen (Jahreszeit, Filetierung) gewährleisten, führte jedoch durch die externe Vergabe zu einem erheblichen finanziellen Mehraufwand. In dieser Kampagne wurde die Beibringung des Probenmaterials überwiegend in die Routineprozesse der Länderbehörden integriert und führte in einigen Fällen letztlich sogar zu einer geringeren Streuung der Individuengrößen.

Die Durchführung einer zentralen Probenaufbereitung in einem externen Vergabelabor bedeutete eine erhebliche logistische und organisatorische Herausforderung insbesondere durch eine teilweise zeitlich versetzte Probenanlieferung aus verschiedenen Teilen des Einzugsgebietes und zurück in die jeweiligen Analyselabore. Der entsprechende Mehraufwand erscheint jedoch vor dem Hintergrund der Vermeidung bzw. Minimierung der Beeinflussung der Analyseergebnisse durch eine unterschiedliche Handhabung bei der Herstellung der Mischproben gerechtfertigt. Bei der Datenauswertung ergab sich diesbezüglich kein Hinweis auf mögliche systematische Fehler, eine abschließende Bewertung ist jedoch in diesem Rahmen nicht möglich.



Die länderspezifische Analytik erbrachte insbesondere für Stoffe mit UQN weitestgehend vergleichbare Ergebnisse, auch wenn für einzelne Stoffe (und Messstellen, wie z. B. für HCB) größere Abweichungen festgestellt wurden. Aufgrund der insgesamt geringen Stichprobenanzahl konnten die Unterschiede in den angewendeten Analysenmethoden jedoch nicht weiter quantifiziert werden. Interne Vergleiche der Daten für Schmilka und für die oberhalb gelegenen tschechischen Messstelle Děčín (voraussichtlich veröffentlicht im nächsten Elbebericht der IKSE) zeigen ebenfalls eine recht gute Übereinstimmung der Ergebnisse.

Zusätzliche Erkenntnisse in Bezug auf die Qualitätssicherung konnten vor allem durch die ergänzende Untersuchungsreihe des Thüringer Landeslabors bei der Stoffgruppe der BDE gewonnen werden. Bei BDE bewegten sich auch die angewendeten Bestimmungsgrenzen in einem relativ engen Bereich. Bei anderen Stoffen ergaben sich teilweise Unterschiede von mehr als einer Größenordnung in der BG. Hier sind ggf. im Vorfeld der nächsten Kampagne weitere Abstimmungen erforderlich. Bei der Durchführung der Laboranalysen ergaben sich einige unvorhergesehene Schwierigkeiten wie personelle und technische Ausfälle, die insgesamt zu einer Verzögerung in der Datenerhebung und -auswertung führten. Insgesamt boten sich durch die koordinierten Analysen für die beteiligten Labore jedoch Anreize für die Einarbeitung neuer bzw. Optimierung bereits bestehender Methoden mit dem Potenzial für eine kontinuierliche Weiterentwicklung.

Im Verhältnis zum Aufwand der Beibringung und Aufbereitung des Probenmaterials erscheint die Auswahl des Stoffspektrums, das sich im Wesentlichen an den UQN-Vorgaben der OGewV (2016) orientiert, wenig umfangreich. Einige Stoffe aus dem Kontext des Sedimentmanagementkonzepts wurden zusätzlich untersucht. Durch fehlende Bewertungsmaßstäbe im Bereich Biota und teilweise stark abweichende Bestimmungsgrenzen im Vergleich zum Vergabelabor in der Messkampagne 2016 konnte jedoch hinsichtlich der Messergebnisse nur eine geringe Aussagekraft erzielt werden. Eine Erweiterung des Stoffspektrums könnte grundsätzlich als Kompensation für den hohen Aufwand in Probenahme und Materialaufbereitung fungieren.

Aufgrund der größeren zeitlichen Abstände in der Probenahme und der teilweise wechselnden Randbedingungen (insbesondere Fischarten und Individuengrößen) wurde bereits mehrfach festgehalten, dass die Ergebnisse der Biotauntersuchung nur wenig geeignet für systematische Trenduntersuchungen gemäß OGewV (2016) sind. Aus den regelmäßigen Absetzbeckenuntersuchungen entlang der Elbe lässt sich dagegen mit Hilfe umfangreicherer Datenreihen relativ zuverlässig ein Trend in schwebstoffbürtigem Sediment errechnen. Durch die deutlich höhere Anzahl von Messwerten pro Jahr ist hier eine viel höhere statistische Aussagekraft gegeben (vgl. FGG Elbe 2021). Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass z. B. insbesondere bei Quecksilber aufgrund der Bildung verschiedener chemischer Spezies wie die Transformation in Methylquecksilber ein unterschiedliches Anreicherungsverhalten in den verschiedenen Umweltmedien vorliegen kann.

Eine bessere Vergleichbarkeit von Datensätzen und systematischere Untersuchungen von Schadstoffkonzentrationen könnte auch der Einsatz von Passivsammeln bieten (Schaefer et al. 2015). Silikonbasierte Sammler können beispielsweise mehrere Wochen oder Monate lang im Gewässer ausgebracht werden, und dabei - ähnlich dem Fettgewebe von Organismen - hydrophobe organische Schadstoffe anreichern. Mit Hilfe von Silikonstreifen wurden bereits frei gelöste Konzentrationen von hydrophoben organischen Schadstoffen in der Wasserphase in verschiedenen deutschen Fließgewässern bestimmt (Becker et al. 2020). Allan et al. (2025) schlagen sogar vor, solche Passivsammeln künftig in einem zweistufigen Verfahren für das Biotamonitoring nach WRRL zu nutzen.

Dabei könnten in einem ersten Schritt Passivsammeln eingesetzt werden, um auf das Vorkommen der Stoffe zu screenen und anhand von Gleichgewichtsverteilungsmodellen Konzentrationen in Biota abzuschätzen. In solchen Wasserkörpern, in denen Überschreitungen von UQN_{Biota} mit Hilfe der Passivsammeln angezeigt wurde, könnte anschließend ein Biotamonitoring durchgeführt werden. Allerdings kann dieser Ansatz nicht auf PFOS und Quecksilber angewandt werden, da sich diese Stoffe nicht mittels hydrophober Gleichgewichtsverteilung in Lipiden anreichern.

Aus den hier nachgewiesenen Überschreitungen der UQN_{Biota} ergibt sich zumindest in Bezug auf diejenigen Stoffe, denen das Schutzgut menschliche Gesundheit zugeordnet ist (BDE, PFOS, Heptachlor/-epoxid), zwangsläufig die Frage, inwieweit ein Verzehr der entsprechend belasteten Fische für den Konsumenten unbedenklich ist. Für diese Einschätzung und eine eventuelle Ausgabe von Verzehrempfehlungen sind die zuständigen Behörden der einzelnen Länder verantwortlich. Aktuell liegen Empfehlungen der Länder Niedersachsen (ML 2020) und Sachsen (LfULG 2024) für die Elbe als Veröffentlichung vor. Weitere Hinweise zu stoffspezifischen Reglementierungen finden sich zudem in der EU-Verordnung 2023/915 über Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln (EU 2023) und auf den Seiten des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (www.bvl.bund.de).

Grundsätzlich ist an dieser Stelle noch anzumerken, dass häufig eine längere Zeitperiode von der Bewertung der vorliegenden ökotoxikologischen Befunde zu einem Stoff über den Vorschlag einer entsprechenden UQN_{Biota} und den entsprechenden politischen Abstimmungsprozess bis zur gesetzlichen Anwendung und der damit verbundenen Planung von Maßnahmen zur Reduzierung der Belastung vergeht. Die Aufstellung einer UQN läuft damit in gewisser Weise den wissenschaftlichen Erkenntnissen hinterher und erschwert damit auch die Beurteilung einer möglichen Beeinträchtigung des Schutzgutes menschliche Gesundheit.

8. Ausblick

Mit Stand vom 14. Juni 2024 zirkuliert ein kommentierter Entwurf der EU-Kommission für eine Überarbeitung der EG-Richtlinie (RL) 2008/105/EC mit der Festlegung entsprechender UQN. Für praktisch alle Stoffe, die bereits mit einer UQN_{Biota} belegt sind, werden hier abweichende Werte vorgeschlagen. In den meisten Fällen liegen diese Vorschlagswerte (hier nicht vollumfänglich dargestellt, da noch nicht endgültig veröffentlicht) unterhalb der bisher festgelegten. In einigen Fällen, bei denen die Messwerte dieser Kampagne weit unterhalb der bisherigen UQN liegen (Hexachlorbutadien, Hexabromcyclododecan) wird eine geringfügige Absenkung der UQN keine wesentlichen Auswirkungen in der Bewertung bedeuten. Für die anderen Stoffe wird dies noch im Detail zu prüfen sein, ggf. ist eine Absenkung der bisher verwendeten Bestimmungsgrenzen erforderlich. Wie bereits in Kapitel 5.3 angedeutet, würde die Einhaltung der UQN für die BDE noch deutlicher außer Reichweite geraten. Ebenso sind bei den Dioxinen zukünftig flächendeckende Überschreitungen zu erwarten, sollte die UQN wie vorgeschlagen um den Faktor 186 (auf dann 0,000035 ng/kg TEQ) abgesenkt werden (vgl. NLWKN 2025). Für diejenigen Stoffe, deren UQN sich zukünftig ändern wird, soll der gute chemische Zustand gemäß dem Entwurf bis zum 22. Dezember 2033 erreicht werden und entsprechende Maßnahmen in das Maßnahmenprogramm zum Bewirtschaftungsplan 2027 aufgenommen werden.

Für den Parameter PFOS sind die Konsequenzen der möglichen Änderungen beispielhaft einmal in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Dieser Stoff soll zukünftig anteilig in einer neuen UQN für die Summe der PFAS („Summe der Perfluoroctansäure (PFOA) Äquivalente“) gewichtet werden. Es lässt sich bereits postulieren, dass allein der Teilparameter PFOS mit einem relativen Potenzfaktor (RPF) von zwei in einer deutlichen Überschreitung der von der EU-KOM vorgeschlagenen UQN von 0,077 µg/kg in allen Gewässern resultieren wird.

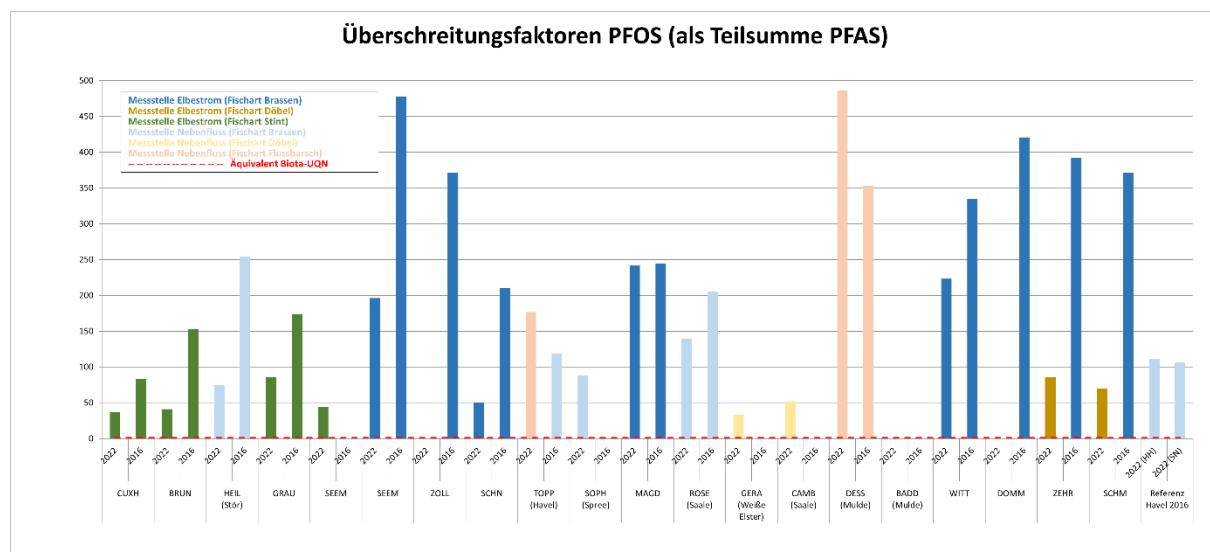


Abbildung 8-1: Überschreitungsfaktoren für PFOS als Teil der Summe für PFAS unter Berücksichtigung des RPF von 2 und der vorgeschlagenen UQN_{Biota} von 0,077 µg/kg in Summe der PFOA Äquivalente; Untersuchungen 2022 (Ergebnisse der Labore HH, SN) im Vergleich zu 2016

Trotz der in dieser und der vorherigen Messkampagne festgestellten Schwierigkeiten in Bezug auf die Heterogenität des Probenmaterials und des Aufwands für Probenahme und Analyse ergibt sich aufgrund der gesetzlich festgelegten Anforderungen wenig Spielraum für Anpassungen der Abläufe und Bewertungsgrundlagen. Es ist vorgesehen, die Messkampagne in Abhängigkeit der Änderungen bei rechtlichen Vorgaben (insbesondere Novellierung der WRRL) und fachlichen Empfehlungen auf Ebene der FGG Elbe in 2028 erneut zu wiederholen und hierfür die Erkenntnisse der bisherigen Untersuchungen zu verwenden.

Wie oben beschrieben, erfährt die Stoffgruppe der PFAS aufgrund ihrer chronischen Toxizität sowie der Neigung zur Bioakkumulation und Persistenz eine zunehmende Relevanz im Rahmen des Umweltmonitorings. Landesinterne Untersuchungen in Niedersachsen und Sachsen-Anhalt haben ergeben, dass sich die kurzkettigen PFAS bevorzugt in der Wasserphase, die längerkettigen PFAS eher in Biotagewebe und dort aufgrund der Affinität zu Bluteiweiß vor allem in der Leber anreichern. Die besondere Bedeutung der Stoffgruppe der PFAS und deren Umweltrelevanz unterstreichen auch die Ergebnisse des kürzlich durchgeführten Schadstoffscreenings in ausgewählten Gewebeproben aquatischer Spitzenprädatoren aus Niedersachsen (NLWKN 2025). Daher ergeht die Empfehlung der Expertengruppen Schadstoffe und Qualitätssicherung-Elbemonitoring der FGG Elbe, mit den noch eingelagerten Leberproben weitere Analysen auf die Stoffgruppe der PFAS durchzuführen.

Zudem bietet es sich an, das verbliebene Probenmaterial für eine Vergleichsuntersuchung zu verwenden, ggf. auch auf internationaler Ebene und unter Einbindung der tschechischen Labore.



Literatur

Allan, I. J., C. Miège, A. Jahnke, E. Rojo-Nieto, K. Vorkamp, C. Kech, S. Polesello, O. Perceval, K. Booij, V. Dulio, N. Estoppey, P. Mayer, B. McHugh, C. Munsch, P.-F. Staub and B. Vrana (2025): "Passive sampling in support of biota monitoring of hydrophobic substances under the Water Framework Directive." *Journal of Hazardous Materials* **483**: 136672.

Becker, B., E. Claus, C. Möhlenkamp, J. Bachtin, A. Paschke und S. Schäfer (2020): Anwendung von Passivsammlern in Überwachungsprogrammen gemäß WRRL und MSRL - Identifizierung von Kontaminationsschwerpunkten, Referenzstandorten und neuen Schadstoffen (AnPassa). UBA Texte. Umweltbundesamt, Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. **110/2020**: 130.

Deutsches Ärzteblatt (2023): 120(18): [20]; [DOI: 10.3238/PersKardio.2023.05.05.04](https://doi.org/10.3238/PersKardio.2023.05.05.04).

ELSA (2016): PCB in der Elbe - Eigenschaften, Vorkommen und Trends sowie Ursachen und Folgen der erhöhten Freisetzung im Jahr 2015. Behörde für Umwelt und Energie, Projekt Schadstoffsanierung Elbesedimente, Hamburg. <https://elsa-elbe.de/massnahmen/fachstudien-neu/bericht-pcb-in-der-elbe.html>

EU (2011): Verordnung (EU) Nr. 1259/2011 der Kommission zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 hinsichtlich der Höchstgehalte für Dioxine, dioxinähnliche PCB und nicht dioxinähnliche PCB in Lebensmitteln vom 2. Dezember 2011. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:320:0018:0023:DE:PDF>

FGG Elbe (2018): Schadstoffuntersuchungen in Biota - Projektbericht zu den Sonderuntersuchungen im Rahmen des KEMP 2016. Magdeburg, Mai 2018. <https://www.fgg-elbe.de/dokumente/fachberichte.html>

FGG Elbe (2021): Zweite Aktualisierung des Bewirtschaftungsplans nach § 83 WHG bzw. Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe für den Zeitraum von 2022 bis 2027. Magdeburg, Dezember 2021. <https://www.fgg-elbe.de/berichte/aktualisierung-nach-art-13-2021.html>

FGG Elbe (2024): Überblick zur Schadstoffsituation im Elbeinzugsgebiet - Auswertung des Koordinierten Elbemessprogramms (KEMP) der Jahre 2016 bis 2020. Magdeburg, April 2024. <https://www.fgg-elbe.de/dokumente/fachberichte.html>

Hajšlová, J., Pulkrabová, J., Poustka, J., Čajka, T. and Randák, T. (2007): Brominated flame retardants and related chlorinated persistent organic pollutants in fish from river Elbe and its main tributary Vltava. *Chemosphere* 69 (2007), 1195–1203. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2007.06.030>

LAWA (2017): Handlungsempfehlung zur Ableitung der bis 2027 erreichbaren Quecksilberwerte in Fischen (Produktdatenblatt AO 17). Stand: 24.05.2017.

LAWA (2019): Handlungsanleitung für ein harmonisiertes Vorgehen bei der Einstufung des chemischen Zustands der Oberflächenwasserkörper. Jena, September 2019.

https://www.lawa.de/documents/handlungsanleitung_chem_zustand_owk_1575970064.pdf

LAWA (2020): Arbeitspapier IV.3 - Konzeption für Biota-Untersuchungen zur Überwachung von Umweltqualitätsnormen nach der Verordnung zum Schutz von Oberflächengewässern. Stand: 14.02.2020. https://www.lawa.de/documents/arbeitspapier-iv3-barrierefrei_1689842304.pdf

Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) (2024):
<https://www.medienservice.sachsen.de/medien/news/1072348>, abgerufen am 18.12.2024.

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) (2025): Schadstoffscreening in ausgewählten Gewebeproben aquatischer Spitzen-prädatoren aus Niedersachsen - Belastung und Vergleich der Ergebnisse mit bisherigen Biota-Untersuchungen in Fischen. Hildesheim, April 2025.
https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/217222/NLWKN_2025_Bericht_Schadstoffscreening_in_ausgewaehlten_Gewebeproben_aquatischer_Spitzenpraedatoren_aus_Niedersachsen.pdf

Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (ML) (2020): <https://www.ml.niedersachsen.de/presse/pressemitteilungen/aktualisierung-der-verzehrempfehlung-für-fische-187563.html>, abgerufen am 18.12.2024.

OGewV (2016): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer in der Fassung der Bekanntmachung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I Nr. 28).

Regnery, J., Schmieg, H., Schrader, H., Zinke, O., Gethöffer, F., Dahl, S. A., Schaffer, M., Bachtin, J., Möhlenkamp, C., Friesen, A. (2024): Rodenticide contamination of cormorants and mergansers feeding on wild fish. Environmental Chemistry Letters, 22(6), 2611-2617.
<https://doi.org/10.1007/s10311-024-01762-y>.

Schäfer, S., G. Buchmeier, E. Claus, L. Duester, P. Heininger, A. Körner, P. Mayer, A. Paschke, C. Rauert, G. Reifferscheid, H. Rüdel, C. Schlechtriem, C. Schröter-Kermani, D. Schudoma, F. Smedes, D. Steffen and F. Vietoris (2015): "Bioaccumulation in aquatic systems: methodological approaches, monitoring and assessment." [Environmental Sciences Europe 27\(5\): 1-10](https://doi.org/10.1007/s00114-015-1270-0).

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).



Anlage 1: Probenahmeprotokoll

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	Wasser-temperatur (°C)	pH	Leitfähig keit (mS/m)	Sauerstoff-gehalt (mg/l)	Sauerstoff-sättigung (%)	Luft-temperatur (°C)
Schmilka	Elbe	Schmilka (km 4,0 - 10,0)	6000	865150	5652400	Elektrobefischung/ vom Boot	11.10.2022 (08:30-15:00)	13	Döbel	8 Individuen für Analyse entnommen	13,3	7,7	37,7	-	-	-
Zehren	Elbe	Zehren (km 81,0 - 86,0)	5000	811100	5679650	Elektrobefischung/ vom Boot	06.10.2022 (08:15-15:00)	10	Döbel	7 Individuen für Analyse entnommen	14,4	7,8	38,0	-	-	-
Dommitzsch	Elbe	-	-	-	-	-	-	-	-	keine Zielfischarten erhalten	-	-	-	-	-	-
Wittenberg	Elbe	Wittenberg (km 213 - 215)	2100	751365	5751430	Elektrobefischung/ vom Boot	11.07.2022 (12:15-16:15)	10	Brassen	Stellnetz (Fischer)	19,5	7,96	34,6	10,4	-	22,3
Bad Düben	Mulde	-	-	-	-	-	-	-	-	keine Zielfischarten erhalten	-	-	-	-	-	-
Dessau	Mulde	Dessau	2600	724385	5750180	Elektrobefischung/ vom Boot	07.07.2022 (12:15-17:00)	17	Flussbarsch	-	21,3	8,94	64,2	12,1	-	14,7
Camburg-Stöben	Saale	Camburg (km 187,1 - 187,6)	500	689455 689818	5660053 5659802	Elektrobefischung/ vom Boot	05.10.2022 (09:30-13:30)	10	Döbel	-	-	-	-	-	-	-
Gera (unterhalb)	Weißer Elster	Bad Köstritz/ OT Pohlitz (km 111,6 - 112,1)	500	711730 711840	5647825 5647349	Elektrobefischung/ vom Boot	05.10.2022 (09:00-14:00)	10	Döbel	-	10,8	9,09	832	9,85	89,5	12,0
Rosenburg	Saale	Rosenburg (km 9,8 - 15,5)	5500	697669	5755698	Elektrobefischung/ vom Boot	10.07.2022 (15:00-21:00)	6	Brassen	erschwert durch niedrigen Wasserstand	21,0	8,14	330	10,5	-	23,1
Magdeburg	Elbe	Bereich Kletznicke / Tangermünde (km 378 - 381)	2000	703428	5817481	Elektrobefischung/ vom Boot	04.07.2022 (17:30-19:00)	10	Brassen	Befischung linkes Elbeufer	24,2	8,31	68,1	8,35	-	27,1
Sophienwerder	Spree	Sophienwerder (km 3,0 - 4,0)	900	788600	5828210	Schleppnetz	08.09.2022 (08:45-11:45)	11	Brassen	Schuppen-verluste durch Fangmethode	19,2	8,5	928	8,67	94,1	18,0
Toppel	Havel	Toppel (km 148 - 150)	1850	705450	5860470	Elektrobefischung/ vom Boot	04.07.2022 (10:30-15:30)	19	Flussbarsch	Befischung linkes + rechtes Ufer	25,7	8,27	70,3	10,4	-	21,5
Cumlosen/ Schnackenburg	Elbe	Honstorf	-	-	-	-	30.08.2022	10	Brassen	-	-	-	-	-	-	-
Zollenspieker	Elbe	-	-	-	-	-	-	-	-	keine Zielfischarten erhalten	-	-	-	-	-	-
Seemannshöft	Elbe	Seemannshöft	-	-	-	Angelfischerei	23.01.2023	10 + 2	Brassen/ Güster	-	-	-	-	-	-	-
		Tinsdal/ Tonne 133 (km 632)	-	554484	5933668	Hamen	02.10.2021 (08:30-11:30)	15	Stint	Baumlänge 13 m, Tiefe 10 m, Steertmasche 10 mm	15,9-16,0	7,08-6,99	103-105	7,56-7,65	76,0-79,2	-



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	Wasser-temperatur (°C)	pH	Leitfähig keit (mS/m)	Sauerstoff-gehalt (mg/l)	Sauerstoff-sättigung (%)	Luft-temperatur (°C)
Grauerort	Elbe	Kollmar (km 665)	-	537203	5940290	Hamen	29.09.2021 (04:25-06:50)	15	Stint	Baumlänge 13 m, Tiefe 10 m, Steertmasche 10 mm	16,4-16,5	7,23-7,33	126-128	7,55-8,02	76,2-81,2	-
Heiligenstedten	Stör	Kellinghusen (km 32)	100	546834 546918	5977752 5977788	Angelfischerei	08.10.2022 (11:30-17:00)	11	Brassen	-	13,1	7,74	Sonde defekt	9,23	88,2	11,0
Brunsbüttel	Elbe	Brunsbüttel (km 692)	-	512708	5971065	Hamen	27.09.2021 (08:15-11:15)	15	Stint	Baumlänge 13 m, Tiefe 10 m, Steertmasche 10 mm	17,2-17,9	7,44-7,25	985-525	8,49-8,58	87,7-89,8	-
Cuxhaven	Elbe	Medem/ Otterndorf (km 712,5)	-	492575	5963318	Hamen	26.09.2021 (08:10-11:45)	15	Stint	Baumlänge 13 m, Tiefe 10 m, Steertmasche 10 mm	16,7-17,6	7,24-7,45	2110-1638	8,98-8,95	91,5-93,1	-



Anlage 2: je Messstelle gefangene Fische

Messstelle	Code	Fischart	Gesamtlänge [cm] (Kopfende bis Schwanzspitze)	Gewicht [g]	Korpulenzfaktor (aus Gewicht und Länge zu berechnen)	Geschlecht	Altersbestimmung [a] (nachträgliche Untersuchung)
Schmilka	SCHM	Döbel	40,0	748	1,17	m	8
Schmilka	SCHM	Döbel	40,0	731	1,14	w	7
Schmilka	SCHM	Döbel	36,5	596	1,23	m	7
Schmilka	SCHM	Döbel	38,5	680	1,19	w	7
Schmilka	SCHM	Döbel	39,0	684	1,15	m	6
Schmilka	SCHM	Döbel	34,0	395	1,00	m	6
Schmilka	SCHM	Döbel	34,0	393	1,00	w	6
Schmilka	SCHM	Döbel	37,5	632	1,20	w	6
Zehren	ZEHR	Döbel	38,0	659	1,20	w	6
Zehren	ZEHR	Döbel	37,0	687	1,36	m	6
Zehren	ZEHR	Döbel	33,0	440	1,22	m	6
Zehren	ZEHR	Döbel	34,5	512	1,25	m	7
Zehren	ZEHR	Döbel	40,0	800	1,25	m	7
Zehren	ZEHR	Döbel	38,0	782	1,43	w	7
Zehren	ZEHR	Döbel	42,0	927	1,25	w	8
Wittenberg	WITT	Brassen	46,0	1230	1,26	w	9
Wittenberg	WITT	Brassen	40,0	762	1,19	w	7
Wittenberg	WITT	Brassen	42,0	840	1,13	m	7
Wittenberg	WITT	Brassen	47,0	1277	1,23	w	8
Wittenberg	WITT	Brassen	47,0	1064	1,02	w	11
Wittenberg	WITT	Brassen	44,0	993	1,17	w	9
Wittenberg	WITT	Brassen	39,5	627	1,02	m	7
Wittenberg	WITT	Brassen	43,5	1013	1,23	w	8
Wittenberg	WITT	Brassen	41,0	827	1,20	m	7
Wittenberg	WITT	Brassen	47,5	1201	1,12	w	10
Dessau	DESS	Flussbarsch	20,5	135	1,57	m	7
Dessau	DESS	Flussbarsch	21,5	147	1,48	w	7
Dessau	DESS	Flussbarsch	20,0	109	1,36	w	7
Dessau	DESS	Flussbarsch	19,0	108	1,57	w	7
Dessau	DESS	Flussbarsch	19,5	109	1,47	w	7
Dessau	DESS	Flussbarsch	20,0	107	1,34	m	7
Dessau	DESS	Flussbarsch	16,5	62	1,38	m	4
Dessau	DESS	Flussbarsch	16,5	66	1,47	w	4
Dessau	DESS	Flussbarsch	17,0	68	1,38	m	5
Dessau	DESS	Flussbarsch	16,5	59	1,31	w	5
Dessau	DESS	Flussbarsch	17,5	68	1,27	w	5
Dessau	DESS	Flussbarsch	19,0	87	1,27	m	7
Dessau	DESS	Flussbarsch	14,5	46	1,51	m	4
Dessau	DESS	Flussbarsch	15,5	54	1,45	w	4
Dessau	DESS	Flussbarsch	15,5	50	1,34	m	4
Dessau	DESS	Flussbarsch	15,0	50	1,48	m	4
Dessau	DESS	Flussbarsch	16,0	55	1,34	w	5
Camburg-Stöben	CAMB	Döbel	29,5	308	1,20	w	6
Camburg-Stöben	CAMB	Döbel	29,0	293	1,20	w?	5
Camburg-Stöben	CAMB	Döbel	30,0	330	1,22	?	6
Camburg-Stöben	CAMB	Döbel	25,5	215	1,30	?	4
Camburg-Stöben	CAMB	Döbel	30,0	337	1,25	?	5
Camburg-Stöben	CAMB	Döbel	30,5	298	1,05	w?	5
Camburg-Stöben	CAMB	Döbel	27,5	220	1,06	?	4
Camburg-Stöben	CAMB	Döbel	32,0	344	1,05	?	6
Camburg-Stöben	CAMB	Döbel	31,5	330	1,06	?	6
Camburg-Stöben	CAMB	Döbel	27,5	189	0,91	m?	5
Gera (unterhalb)	GERA	Döbel	27,0	211	1,07	?	4
Gera (unterhalb)	GERA	Döbel	30,0	251	0,93	?	5
Gera (unterhalb)	GERA	Döbel	31,0	350	1,17	?	6



Messstelle	Code	Fischart	Gesamtlänge [cm] (Kopfende bis Schwanzspitze)	Gewicht [g]	Korpulenzfaktor (aus Gewicht und Länge zu berechnen)	Geschlecht	Altersbestimmung [a] (nachträgliche Untersuchung)
Gera (unterhalb)	GERA	Döbel	28,5	269	1,16	?	4
Gera (unterhalb)	GERA	Döbel	26,0	183	1,04	?	5
Gera (unterhalb)	GERA	Döbel	30,5	344	1,21	?	6
Gera (unterhalb)	GERA	Döbel	30,0	339	1,26	w?	6
Gera (unterhalb)	GERA	Döbel	28,0	266	1,21	?	5
Gera (unterhalb)	GERA	Döbel	27,5	257	1,24	?	4
Gera (unterhalb)	GERA	Döbel	28,0	247	1,13	?	5
Rosenburg	ROSE	Brassen	41,5	863	1,21	m	8
Rosenburg	ROSE	Brassen	45,5	1054	1,12	m	9
Rosenburg	ROSE	Brassen	46,5	1071	1,07	w	8
Rosenburg	ROSE	Brassen	49,0	1401	1,19	w	10
Rosenburg	ROSE	Brassen	45,0	899	0,99	m	11
Rosenburg	ROSE	Brassen	45,5	989	1,05	m	9
Magdeburg (Bereich Klietznick/Tangermünde)	MAGD	Brassen	45,0	993	1,09	w	6
Magdeburg (Bereich Klietznick/Tangermünde)	MAGD	Brassen	40,5	652	0,98	m	7
Magdeburg (Bereich Klietznick/Tangermünde)	MAGD	Brassen	44,0	1156	1,36	w	7
Magdeburg (Bereich Klietznick/Tangermünde)	MAGD	Brassen	43,5	1193	1,45	m	9
Magdeburg (Bereich Klietznick/Tangermünde)	MAGD	Brassen	40,0	708	1,11	m	8
Magdeburg (Bereich Klietznick/Tangermünde)	MAGD	Brassen	41,0	824	1,20	m	8
Magdeburg (Bereich Klietznick/Tangermünde)	MAGD	Brassen	37,5	704	1,33	m	7
Magdeburg (Bereich Klietznick/Tangermünde)	MAGD	Brassen	39,5	696	1,13	w	7
Magdeburg (Bereich Klietznick/Tangermünde)	MAGD	Brassen	43,0	1049	1,32	m	9
Magdeburg (Bereich Klietznick/Tangermünde)	MAGD	Brassen	32,0	446	1,36	w	5
Sophienwerder	SOPH	Brassen	23,0	147	1,21	m	4
Sophienwerder	SOPH	Brassen	27,0	214	1,09	?	5
Sophienwerder	SOPH	Brassen	21,0	100	1,08	?	4
Sophienwerder	SOPH	Brassen	21,5	116	1,17	?	4
Sophienwerder	SOPH	Brassen	26,5	211	1,13	w	5
Sophienwerder	SOPH	Brassen	20,5	92	1,07	?	4
Sophienwerder	SOPH	Brassen	23,5	144	1,11	m	4
Sophienwerder	SOPH	Brassen	21,0	114	1,23	?	4
Sophienwerder	SOPH	Brassen	21,5	111	1,12	?	4
Sophienwerder	SOPH	Brassen	20,5	95	1,10	?	4
Sophienwerder	SOPH	Brassen	21,5	108	1,09	?	4
Toppel	TOPP	Flussbarsch	19,0	78	1,14	w	5
Toppel	TOPP	Flussbarsch	18,5	88	1,39	w	5
Toppel	TOPP	Flussbarsch	19,0	88	1,28	w	7
Toppel	TOPP	Flussbarsch	18,0	79	1,35	m	6
Toppel	TOPP	Flussbarsch	18,5	87	1,37	w	6
Toppel	TOPP	Flussbarsch	18,5	84	1,33	w	6
Toppel	TOPP	Flussbarsch	20,0	99	1,24	m	8
Toppel	TOPP	Flussbarsch	20,0	105	1,31	w	7
Toppel	TOPP	Flussbarsch	19,5	95	1,28	w	7
Toppel	TOPP	Flussbarsch	18,5	78	1,23	w	7
Toppel	TOPP	Flussbarsch	18,5	72	1,14	w	6
Toppel	TOPP	Flussbarsch	17,0	61	1,24	m	6
Toppel	TOPP	Flussbarsch	18,5	76	1,20	w	7
Toppel	TOPP	Flussbarsch	17,5	73	1,36	w	6
Toppel	TOPP	Flussbarsch	16,0	53	1,29	m	5
Toppel	TOPP	Flussbarsch	16,5	58	1,29	w	5
Toppel	TOPP	Flussbarsch	17,0	53	1,08	w	7



Messstelle	Code	Fischart	Gesamtlänge [cm] (Kopfende bis Schwanzspitze)	Gewicht [g]	Korpulenzfaktor (aus Gewicht und Länge zu berechnen)	Geschlecht	Altersbestimmung [a] (nachträgliche Untersuchung)
Toppel	TOPP	Flussbarsch	16,0	42	1,03	m	5
Toppel	TOPP	Flussbarsch	16,0	51	1,25	m	5
Schnackenburg	SCHN	Brassen	23,5	138	1,06	m	5
Schnackenburg	SCHN	Brassen	22,5	155	1,36	?	4
Schnackenburg	SCHN	Brassen	24,0	167	1,21	?	5
Schnackenburg	SCHN	Brassen	24,0	158	1,14	?	5
Schnackenburg	SCHN	Brassen	24,5	175	1,19	?	5
Schnackenburg	SCHN	Brassen	24,5	198	1,35	?	5
Schnackenburg	SCHN	Brassen	24,5	182	1,24	?	6
Schnackenburg	SCHN	Brassen	25,5	232	1,40	?	5
Schnackenburg	SCHN	Brassen	26,0	227	1,29	?	6
Schnackenburg	SCHN	Brassen	23,0	144	1,18	?	5
Seemannshöft	SEEM	Brassen	40,0	673	1,05	?	7
Seemannshöft	SEEM	Brassen	34,5	485	1,18	?	5
Seemannshöft	SEEM	Güster	32,0	432	1,32	w	7
Seemannshöft	SEEM	Brassen	33,0	432	1,20	?	4
Seemannshöft	SEEM	Brassen	36,0	591	1,27	?	5
Seemannshöft	SEEM	Güster	31,0	435	1,46	w	7
Seemannshöft	SEEM	Brassen	34,0	435	1,11	?	5
Seemannshöft	SEEM	Brassen	34,0	477	1,21	?	5
Seemannshöft	SEEM	Brassen	33,0	470	1,31	?	6
Seemannshöft	SEEM	Brassen	35,0	496	1,16	?	5
Seemannshöft	SEEM	Brassen	33,0	462	1,29	?	6
Seemannshöft	SEEM	Brassen	33,0	436	1,21	?	6
Seemannshöft	SEEM	Stint	17,0	25,6	0,52	-	-
Seemannshöft	SEEM	Stint	15,0	22,0	0,65	-	-
Seemannshöft	SEEM	Stint	16,0	26,4	0,64	-	-
Seemannshöft	SEEM	Stint	15,0	23,0	0,68	-	-
Seemannshöft	SEEM	Stint	15,5	22,4	0,60	-	-
Seemannshöft	SEEM	Stint	15,5	25,2	0,68	-	-
Seemannshöft	SEEM	Stint	15,0	20,3	0,60	-	-
Seemannshöft	SEEM	Stint	16,0	26,2	0,64	-	-
Seemannshöft	SEEM	Stint	16,0	23,8	0,58	-	-
Seemannshöft	SEEM	Stint	16,0	26,2	0,64	-	-
Seemannshöft	SEEM	Stint	16,0	32,1	0,78	-	-
Seemannshöft	SEEM	Stint	15,5	22,9	0,61	-	-
Seemannshöft	SEEM	Stint	15,5	23,1	0,62	-	-
Seemannshöft	SEEM	Stint	15,5	21,5	0,58	-	-
Seemannshöft	SEEM	Stint	16,0	27,2	0,66	-	-
Grauerort	GRAU	Stint	13,5	18,0	0,73	-	-
Grauerort	GRAU	Stint	14,0	19,8	0,72	-	-
Grauerort	GRAU	Stint	14,5	19,7	0,65	-	-
Grauerort	GRAU	Stint	15,0	21,7	0,64	-	-
Grauerort	GRAU	Stint	15,5	25,9	0,70	-	-
Grauerort	GRAU	Stint	14,5	17,3	0,57	-	-
Grauerort	GRAU	Stint	14,5	21,7	0,71	-	-
Grauerort	GRAU	Stint	14,5	19,4	0,64	-	-
Grauerort	GRAU	Stint	15,5	26,8	0,72	-	-
Grauerort	GRAU	Stint	14,0	16,2	0,59	-	-
Grauerort	GRAU	Stint	13,5	15,2	0,62	-	-
Grauerort	GRAU	Stint	15,0	23,8	0,71	-	-
Grauerort	GRAU	Stint	14,0	19,9	0,73	-	-
Grauerort	GRAU	Stint	15,0	26,3	0,78	-	-
Grauerort	GRAU	Stint	14,0	18,0	0,66	-	-
Heiligenstedten	HEIL	Brassen	38,0	606	1,10	m	7
Heiligenstedten	HEIL	Brassen	39,0	613	1,03	m	6
Heiligenstedten	HEIL	Brassen	34,5	441	1,07	m	5



Messstelle	Code	Fischart	Gesamtlänge [cm] (Kopfende bis Schwanzspitze)	Gewicht [g]	Korpulenzfaktor (aus Gewicht und Länge zu berechnen)	Geschlecht	Altersbestimmung [a] (nachträgliche Untersuchung)
Heiligenstedten	HEIL	Brassen	35,5	497	1,11	w	7
Heiligenstedten	HEIL	Brassen	38,5	622	1,09	w	6
Heiligenstedten	HEIL	Brassen	37,0	499	0,99	m	7
Heiligenstedten	HEIL	Brassen	38,5	669	1,17	w	8
Heiligenstedten	HEIL	Brassen	41,0	847	1,23	w	7
Heiligenstedten	HEIL	Brassen	40,5	833	1,25	m	8
Heiligenstedten	HEIL	Brassen	39,0	606	1,02	w	7
Heiligenstedten	HEIL	Brassen	37,5	544	1,03	m	6
Brunsbüttelkoog	BRUN	Stint	15,5	23,8	0,64	-	-
Brunsbüttelkoog	BRUN	Stint	16,5	31,1	0,69	-	-
Brunsbüttelkoog	BRUN	Stint	15,0	19,2	0,57	-	-
Brunsbüttelkoog	BRUN	Stint	15,5	25,5	0,68	-	-
Brunsbüttelkoog	BRUN	Stint	15,5	25,8	0,69	-	-
Brunsbüttelkoog	BRUN	Stint	15,0	21,7	0,64	-	-
Brunsbüttelkoog	BRUN	Stint	14,5	20,6	0,68	-	-
Brunsbüttelkoog	BRUN	Stint	15,5	24,0	0,64	-	-
Brunsbüttelkoog	BRUN	Stint	15,0	19,4	0,57	-	-
Brunsbüttelkoog	BRUN	Stint	16,0	28,3	0,69	-	-
Brunsbüttelkoog	BRUN	Stint	16,0	26,9	0,66	-	-
Brunsbüttelkoog	BRUN	Stint	16,0	24,8	0,61	-	-
Brunsbüttelkoog	BRUN	Stint	15,0	22,9	0,68	-	-
Brunsbüttelkoog	BRUN	Stint	14,5	23,8	0,78	-	-
Brunsbüttelkoog	BRUN	Stint	14,5	18,2	0,60	-	-
Cuxhaven	CUXH	Stint	18,0	40,3	0,69	-	-
Cuxhaven	CUXH	Stint	15,0	22,9	0,68	-	-
Cuxhaven	CUXH	Stint	16,0	23,6	0,58	-	-
Cuxhaven	CUXH	Stint	16,0	29,2	0,71	-	-
Cuxhaven	CUXH	Stint	16,0	25,5	0,62	-	-
Cuxhaven	CUXH	Stint	14,5	19,7	0,65	-	-
Cuxhaven	CUXH	Stint	17,5	35,1	0,65	-	-
Cuxhaven	CUXH	Stint	15,5	25,1	0,67	-	-
Cuxhaven	CUXH	Stint	15,0	20,6	0,61	-	-
Cuxhaven	CUXH	Stint	16,5	34,8	0,77	-	-
Cuxhaven	CUXH	Stint	15,5	25,9	0,70	-	-
Cuxhaven	CUXH	Stint	16,0	26,8	0,65	-	-
Cuxhaven	CUXH	Stint	15,0	20,0	0,59	-	-
Cuxhaven	CUXH	Stint	16,0	26,3	0,64	-	-
Cuxhaven	CUXH	Stint	15,0	23,0	0,68	-	-



Anlage 3: Fotodokumentation – ausgewählte Messstellen

Wittenberg



Dessau/Mulde





Rosenburg/Saale



Camburg/Weiße Elster





Gera/Saale



Magdeburg (Klettnick/Tangermünde)





Toppel/Havel



Sophienwerder/Spree





Schnackenburg (Cumlosen)





Seemannshöft





Grauerort





Anlage 4: Ergebnistabellen Analytik

Probenahmestandort		SCHM	ZEHR	DOMM	WITT	BADD	DESS	CAMB	GERA	ROSE	MAGD	SOPH	TOPP	SCHN	ZOLL	SEEM	SEEM	GRAU	HEIL	BRUN	CUXH
Gewässer		Elbe	Elbe	Elbe	Elbe	Mulde	Mulde	Saale	Weisse Elster	Saale	Elbe	Spree	Havel	Elbe	Elbe	Elbe	Elbe	Elbe	Stör	Elbe	Elbe
Fangdatum		11.10.22	06.10.22	-	11.07.22	-	07.07.22	05.10.22	05.10.22	10.07.22	04.07.22	08.09.22	04.07.22	30.08.22	-	23.01.23	02.10.21	29.09.21	08.10.22	27.09.21	26.09.21
Fischart (lat. Bezeichnung)		Squalius cephalus L.	Squalius cephalus L.	-	Abramus brama L.	-	Perca fluviatilis L.	Squalius cephalus L.	Squalius cephalus L.	Abramus brama L.	Abramus brama L.	Perca fluviatilis L.	Abramus brama L.	-	Abramus brama L.	Osmerus eperlanus L.	Osmerus eperlanus L.	Abramus brama L.	Osmerus eperlanus L.	Abramus brama L.	Osmerus eperlanus L.
Fischart (deutsche Bezeichnung)		Döbel	Döbel	-	Brassen	-	Flussbarsch	Döbel	Döbel	Brassen	Brassen	Brassen	Flussbarsch	Brassen	-	Brassen	Stint	Stint	Brassen	Stint	Stint
Einheit (bezogen auf FG)																					
Ø Länge	cm	37,4	37,5	-	43,8	-	17,6	29,3	28,7	45,5	40,6	22,5	18,0	24,2	-	34,6	15,7	14,5	38,1	15,3	15,8
Ø Gewicht	g	607	687	-	983	-	81,2	286	272	1046	842	132	74,7	178	-	496	24,5	20,6	616	23,7	26,6
Wassergehalt	%	79,5	77,6	-	77,0	-	78,7	77,7	77,7	78,0	77,6	80,1	77,8	79,0	-	80,3	79,6	79,5	79,2	81,1	79,6
Fettgehalt	%	1,7	2,7	-	1,7	-	1,4	2,3	2,5	1,7	2,6	1,2	1,2	1,8	-	1,3	1,7	1,9	1,1	1,9	2,1
1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDD	ng/kg	< 0,267	<	-	< 0,267	-	<	< 0,267	<	< 0,267	< 0,267	< 0,267	< 0,267	< 0,267	-	< 0,267	< 0,267	< 0,267	< 0,267	< 0,267	< 0,267
1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDF	ng/kg	< 0,187	<	-	< 0,187	-	<	< 0,187	<	< 0,187	0,325	< 0,187	< 0,187	< 0,187	-	< 0,187	< 0,187	< 0,187	< 0,187	< 0,187	< 0,187
1,2,3,4,7,8,9-Hepta-CDF	ng/kg	< 0,130	<	-	< 0,130	-	<	< 0,130	<	< 0,130	< 0,130	< 0,130	< 0,130	< 0,130	-	< 0,130	< 0,130	< 0,130	< 0,130	< 0,130	< 0,130
1,2,3,4,7,8-Hexa-CDD	ng/kg	< 0,127	<	-	< 0,127	-	<	< 0,127	<	< 0,127	< 0,127	< 0,127	< 0,127	< 0,127	-	< 0,127	< 0,127	< 0,127	< 0,127	< 0,127	< 0,127
1,2,3,4,7,8-Hexa-CDF	ng/kg	< 0,197	<	-	< 0,197	-	0,561	< 0,197	<	< 0,197	0,551	< 0,197	< 0,197	< 0,197	-	0,208	0,215	< 0,197	< 0,197	< 0,197	< 0,197
1,2,3,6,7,8-Hexa-CDD	ng/kg	< 0,173	<	-	< 0,173	-	<	< 0,173	<	< 0,173	< 0,173	< 0,173	< 0,173	< 0,173	-	< 0,173	< 0,173	< 0,173	< 0,173	< 0,173	< 0,173
1,2,3,6,7,8-Hexa-CDF	ng/kg	< 0,180	<	-	< 0,180	-	0,384	0,181	<	< 0,180	0,368	< 0,180	< 0,180	< 0,180	-	< 0,180	0,218	< 0,180	< 0,180	< 0,180	< 0,180
1,2,3,7,8,9-Hexa-CDD	ng/kg	< 0,163	<	-	< 0,163	-	<	< 0,163	<	< 0,163	< 0,163	< 0,163	< 0,163	< 0,163	-	< 0,163	< 0,163	< 0,163	< 0,163	< 0,163	< 0,163
1,2,3,7,8,9-Hexa-CDF	ng/kg	< 0,133	<	-	< 0,133	-	<	< 0,133	<	< 0,133	< 0,133	< 0,133	< 0,133	< 0,133	-	< 0,133	< 0,133	< 0,133	< 0,133	< 0,133	< 0,133
1,2,3,7,8-Penta-CDD	ng/kg	< 0,083	<	-	< 0,083	-	0,128	< 0,083	<	< 0,083	0,101	< 0,083	< 0,083	< 0,083	-	< 0,083	0,084	< 0,083	< 0,083	< 0,083	< 0,083
1,2,3,7,8-Penta-CDF	ng/kg	< 0,120	<	-	0,303	-	1,16	< 0,120	<	0,253	0,673	< 0,120	< 0,120	< 0,120	-	0,351	0,804	0,656	0,256	0,430	0,391
2,3,4,6,7,8-Hexa-CDF	ng/kg	< 0,163	<	-	< 0,163	-	<	< 0,163	<	< 0,163	< 0,163	< 0,163	< 0,163	< 0,163	-	< 0,163	< 0,163	< 0,163	< 0,163	< 0,163	< 0,163
2,3,4,7,8-Penta-CDF	ng/kg	< 0,187	0,312	-	0,356	-	0,538	< 0,187	<	0,198	0,726	< 0,187	< 0,187	< 0,187	-	0,364	0,305	0,221	0,309	< 0,187	< 0,187
2,3,7,8-Tetra-CDD	ng/kg	< 0,063	0,070	-	0,124	-	0,133	< 0,063	<	< 0,063	0,149	< 0,063	< 0,063	< 0,063	-	0,067	0,131	0,112	0,083	0,084	0,079
2,3,7,8-Tetra-CDF	ng/kg	0,483	0,858	-	2,02	-	1,46	0,613	0,794	1,01	3,58	0,343	0,471	0,394	-	0,866	1,54	1,14	0,789	0,884	0,795
Octachlordibenzodioxin (OCDD)	ng/kg	< 1,93	< 1,93	-	< 1,93	-	< 1,93	< 1,93	< 1,93	< 1,93	< 1,93	< 1,93	< 1,93	< 1,93	-	< 1,93	< 1,93	< 1,93	< 1,93	< 1,93	< 1,93
Octachlordibenzofuran (OCDF)	ng/kg	< 0,40	< 0,40	-	< 0,40	-	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	-	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40
Dioxine + Furane (Summe TEQ nach WHO 2005 oBG)	ng/kg (TEQ)	0,048	0,249	-	0,441	-	0,697	0,079	0,079	0,168	0,941	0,034	0,047	0,039	-	0,294	0,528	0,312	0,262	0,185	0,170
Dioxine + Furane (Summe TEQ nach WHO 2005 mBG)	ng/kg (TEQ)	0,374	0,456	-	0,645	-	0,780	0,387	0,405	0,434	1,02	0,360	0,373	0,365	-	0,477	0,611	0,515	0,465	0,445	0,430
PCB 77	ng/kg	30,1	33,2	-	36,4	-	9,41	30,7	27,4	10,9	45,9	51,4	9,38	< 6,0	-	14,5	17,9	11,8	7,26	21,3	10,0
PCB 81	ng/kg	2,22	2,27	-	1,09	-	< 0,90	3,19	2,20	< 0,90	4,93	3,63	< 0,90	< 0,90	-	< 0,90	< 0,90	< 0,90	< 0,90	< 0,90	< 0,90
PCB 105	ng/kg	481	404	-	271	-	113	570	477	208	410	364	154	42,5	-	88,5	188	153	71,3	122	113
PCB 114	ng/kg	24,9	19,9	-	19,1	-	8,73	33,1	22,0	15,1	32,1	26,4	6,10	2,68	-	4,02	5,41	5,65	4,79	4,36	4,97
PCB 118	ng/kg	2150	1670	-	1980	-	456	2060	1500	935	1740	1370	505	185	-	388	891	754	360</		

Probenahmeort			SCHM	ZEHR	DOMM	WITT	BADD	DESS	CAMB	GERA	ROSE	MAGD	SOPH	TOPP	SCHN	ZOLL	SEEM	SEEM	GRAU	HEIL	BRUN	CUXH
PCB 156	ng/kg	837	554	-	393	-	115	397	225	169	413	270	110	39,4	-	65,5	144	115	80,2	95,5	76,6	
PCB 157	ng/kg	83,8	59,8	-	48,7	-	24,6	76,3	52,5	28,8	71,6	40,4	17,3	4,91	-	11,9	27,9	22,0	12,6	20,6	16,7	
PCB 167	ng/kg	365	242	-	247	-	54,9	231	131	87,6	309	133	48,9	23,6	-	43,7	108	83,2	54,0	64,6	51,9	
PCB 169	ng/kg	< 4,0	< 4,0	-	< 4,0	-	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	-	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	
PCB 189	ng/kg	98,7	60,6	-	63,3	-	13,6	33,9	14,1	18,8	77,4	23,4	8,86	5,40	-	9,78	18,4	15,3	14,4	13,0	11,0	
dl-PCB (Summe TEQ nach WHO 2005, oBG)	ng/kg (TEQ)	0,886	0,822	-	0,499	-	0,292	0,573	0,344	0,270	0,770	0,449	0,271	0,0092	-	0,186	0,398	0,292	0,206	0,263	0,246	
dl-PCB (Summe TEQ nach WHO 2005, mBG)	ng/kg (TEQ)	1,01	0,942	-	0,619	-	0,413	0,693	0,464	0,390	0,890	0,569	0,391	0,213	-	0,306	0,518	0,412	0,327	0,383	0,366	
Dioxine + Furane + dl-PCB (Summe TEQ nach WHO 2005 oBG)	ng/kg (TEQ)	0,934	1,07	-	0,941	-	0,990	0,652	0,424	0,438	1,71	0,484	0,318	0,048	-	0,480	0,926	0,604	0,468	0,448	0,416	
Dioxine + Furane + dl-PCB (Summe TEQ nach WHO 2005 mBG)	ng/kg (TEQ)	1,38	1,40	-	1,26	-	1,19	1,08	0,869	0,824	1,91	0,930	0,764	0,578	-	0,784	1,13	0,928	0,792	0,828	0,795	
PCB 28	µg/kg	0,504	0,631	-	0,653	-	<0,50	0,186	0,464	<0,50	0,695	1,21	<0,50	<0,50	-	4,42	<0,50	n.g.	<0,50	<0,50	<0,50	
PCB 52	µg/kg	1,05	1,31	-	1,36	-	<0,50	0,606	1,23	<0,50	1,51	2,95	<0,50	<0,50	-	11,9	0,634	n.g.	<0,50	<0,50	1,21	
PCB 101	µg/kg	4,60	4,47	-	4,13	-	<0,50	2,20	3,68	1,66	4,51	3,97	<0,50	<0,50	-	32,9	2,49	n.g.	1,28	1,66	4,10	
PCB 138	µg/kg	23,6	19,4	-	10,7	-	1,42	5,10	6,53	3,81	10,3	6,51	1,38	0,837	-	62,4	3,10	n.g.	1,84	1,90	5,80	
PCB 153	µg/kg	31,6	22,7	-	<0,50	-	1,66	4,53	5,43	4,90	14,0	5,81	1,84	1,21	-	71,0	5,99	n.g.	3,50	3,51	10,9	
PCB 180	µg/kg	14,8	10,3	-	7,45	-	0,683	1,81	1,14	2,04	6,23	1,73	0,611	<0,50	-	29,9	1,65	n.g.	1,47	0,820	2,55	
alpha-HCH	µg/kg	0,035	0,068	-	<1,0	-	<1,0	< 0,020	0,028	<1,0	<1,0	0,051	<1,0	<1,0	-	<1,0	<1,0	n.g.	<1,0	<1,0	<1,0	
beta-HCH	µg/kg	0,029	0,077	-	<1,0	-	1,45	< 0,020	0,050	<1,0	1,01	0,070	<1,0	<1,0	-	<1,0	<1,0	n.g.	<1,0	<1,0	<1,0	
delta-HCH	µg/kg	0,022	0,058	-	<1,0	-	<1,0	< 0,020	0,055	<1,0	<1,0	0,037	<1,0	<1,0	-	<1,0	<1,0	n.g.	<1,0	<1,0	<1,0	
gamma-HCH (Lindan)	µg/kg	0,055	0,115	-	<1,0	-	<1,0	< 0,020	< 0	<1,0	<1,0	0,052	<1,0	<1,0	-	<1,0	<1,0	n.g.	<1,0	<1,0	<1,0	
Hexachlorbenzol (HCB)	µg/kg	2,10	3,90	-	1,36	-	0,411	0,239	0,328	0,128	2,38	0,107	<0,010	0,495	-	0,151	0,343	n.g.	0,404	0,275	0,329	
Hexachlorbutadien	µg/kg	< 0,050	0,093	-	<0,010	-	<0,010	< 0,050	< 0	<0,010	<0,010	<0,050	<0,010	<0,010	-	<0,010	<0,010	n.g.	<0,010	<0,010	<0,010	
Pentachlorbenzol	µg/kg	0,073	0,130	-	0,080	-	<0,010	0,017	0,028	<0,010	0,096	0,020	<0,010	0,051	-	<0,010	0,046	n.g.	0,031	0,043	0,047	
C10-C13-Chloralkane	µg/kg	< 50	< 50	-	n.g.	-	n.g.	< 50	< 50	n.g.	n.g.	< 50	n.g.	n.g.	-	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	
BDE 28 (2,4,4'-Tribromdiphenylether)	µg/kg	0,053	0,057	-	0,0085	-	0,0034	0,017	0,020	0,0093	0,0062	0,0089	0,0017	0,0030	-	0,0002	0,0007	0,0028	0,0017	0,0013	<0,0006	
		0,041	0,038				0,0033	0,022	0,020	0,0076	0,0084	0,011	<0,0025	<0,0025								
BDE 47 (2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether)	µg/kg	0,452	0,758	-	0,490	-	0,182	0,316	0,484	0,468	0,457	0,236	0,062	0,076	-	0,036	0,058	0,063	0,112	0,038	0,038	
		0,445	0,646				0,170	0,395	0,608	0,350	0,673	0,311	0,035	0,056								
BDE 99 (2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether)	µg/kg	<0,0006	0,012	-	<0,0006	-	0,108	<0,0006	0,0080	<0,0006	<0,0006	0,0020	0,033	<0,0006	-	<0,0006	0,0025	0,0009	<0,0006	0,0007	0,0012	
		0,0035	0,0080				0,079	0,0043	0,0049	<0,0025	0,0068	0,0033	0,045	0,0030								
BDE 100 (2,2',4,4',6-Pentabromdiphenylether)	µg/kg	0,250	0,218	-	0,125	-	0,040	0,084	0,085	0,108	0,109	0,040	0,027	0,016	-	0,0055	0,013	0,013	0,024	0,0080	0,0075	
		0,296	0,295				0,276	0,121	0,127	0,051	0,128	0,053	0,012	0,011								

Probenahmeort		SCHM	ZEHR	DOMM	WITT	BADD	DESS	CAMB	GERA	ROSE	MAGD	SOPH	TOPP	SCHN	ZOLL	SEEM	SEEM	GRAU	HEIL	BRUN	CUXH
Hexabromcyclododecan (HBCDD)	µg/kg	< 10	< 10	-	0,245	-	0,268	< 10	< 10	0,254	0,470	< 10	<0,050	<0,050	-	<0,050	0,120	n.g.	<0,050	<0,050	<0,050
Heptachlor	µg/kg	< 0,0020	<	-	<0,0060	-	<0,006	< 0,0020	<	<0,0060	<0,0060	< 0,0020	<0,0060	<0,0060	-	0,0099	<0,0060	n.g.	<0,0060	<0,0060	<0,0060
Heptachlorepoxyd, cis-	µg/kg	0,0038	0,0079	-	0,0075	-	<0,006	0,0074	0,015	<0,0060	0,017	< 0,0020	<0,0060	<0,0060	-	<0,0060	0,0082	n.g.	<0,0060	0,0071	0,0081
Heptachlorepoxyd, trans-	µg/kg	< 0,0020	<	-	<0,0060	-	<0,006	0,0044	<	<0,0060	<0,0060	< 0,0020	<0,0060	<0,0060	-	<0,0060	<0,0060	n.g.	<0,0060	<0,0060	<0,0060
Heptachlor/-epoxid (Summe nach OGewV, Werte < BG = 0)	µg/kg	0,0038	0,0079	-	0,0075	-	0	0,012	0,015	0	0,017	0	0	0	-	0,0099	0,0082	-	0	0,0071	0,0081
Tributylzinn (TBT)	µg/kg	< 1,0	< 1,0	-	n.g.	-	n.g.	< 1,0	< 1,0	n.g.	n.g.	3,7	n.g.	n.g.	-	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.
Quecksilber (Hg)	µg/kg	290	250	-	180	-	110	140	200	240	160	15	160	120	-	94	100 99	97 87	140	140	110
Blei (Pb)	µg/kg	< 10	< 10	-	23	-	9,0	< 10	< 10	35	14	43	9,0	10,6	-	11	<7,0	<7,0	17,1	<7,0	<7,0
Cadmium (Cd)	µg/kg	< 1,0	1,5	-	2,0	-	6,0	4,2	2,5	2,0	<1,4	< 1,0	<1,4	<1,0	-	<1,4	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0

Die Daten werden nach Abschluss des Projekts auch in das Fachinformationssystem (FIS) der FGG Elbe aufgenommen (www.elbe-datenportal.de)



Anlage 5: Übersicht Analysemethoden

Analytik von Biota (Projekt 2022)				Hamburg				Niedersachsen				Sachsen				Thüringen				
Schadstoffe	Einheit	Biota-UQN	Erforderliche BG	BG	EMU	Analyse-norm	Probenvorbereitung	BG	EMU	Analysenorm	Probenvorbereitung	BG	EMU	Analyse-norm	Probenvorbereitung	BG	EMU	Analyse-norm	Probenvorbereitung	
Einzelstoffe mit Norm gemäß WRRL																				
Hexachlorbenzol	µg/kg (Nassgewicht)	10	3	0,1	50	Hausmethode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,05	50	Hausverfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG, Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS					
Hexachlorbutadien	µg/kg (Nassgewicht)	55	17	0,1	50	Hausmethode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,05	50	Hausverfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG, Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS					
Quecksilber	µg/kg (Nassgewicht)	20	6	6	13	ASU L 00.00-19/4, 07.2021	Probenvorbereitung: ASU L 00.00-19/4, 06.2015; Aufschluss: ASU L 00.00-19/1, 06.2015	6 50	DIN EN ISO 12846 (E12):2012-08	HNO3-Aufschluss	5	50	EPA Methode 7473	Direkte Bestimmung mit Hg-Analysator						
Dicofol	µg/kg (Nassgewicht)	33	10	10	80	Hausmethode PM 412-010:2018-03	GPC → SPE → GC-MS/MS					1	50	Hausverfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG, Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS					
PFOS	µg/kg (Nassgewicht)	9,1	2,7	0,2	50	Hausmethode PM 413-006	GPC → SPE → LC-MS/MS					1	50	Hausverfahren	Extraktion mit MeOH, Anreicherung an C18-Säule ----> LC-MS/MS					
Hexabromcyclo-dodecan (HBCDD)	µg/kg (Nassgewicht)	167	50	0,1	50	Hausmethode PM 413-006	GPC → SPE → LC-MS/MS					10	50	Hausverfahren-	ASE mit Aceton/Hexan, LM-Wechsel zu MeOH ----> LC-MS/MS					
Heptachlor/-epoxid (Summe gemäß WRRL)																				
Heptachlor	µg/kg (Nassgewicht)	0,0067	0,002	0,006	50	Hausmethode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,002	50	Hausverfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG, Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS					
Heptachlorepoxyd, cis-	µg/kg (Nassgewicht)		0,002	0,006	50	Hausmethode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,002	50	Hausverfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG, Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS					
Heptachlorepoxyd, trans-	µg/kg (Nassgewicht)		0,002	0,006	50	Hausmethode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,002	50	Hausverfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG, Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS					
polybromierte Diphenylether (Summe gemäß WRRL)																				
BDE-28	µg/kg (Nassgewicht)	0,0085	0,0025	0,0025	50	Hausmethode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,002	50	Hausverfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG, Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS	0,008 5	50	ISO 22032 neu	ASE, die Methode wird derzeit im beauftragten DIN AK entwickelt	
BDE-47	µg/kg (Nassgewicht)		0,0025	0,0025	50	Hausmethode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,002	50	Hausverfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG, Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS	0,008 5	50	ISO 22032 neu	ASE, die Methode wird derzeit im beauftragten DIN AK entwickelt	
BDE-99	µg/kg (Nassgewicht)		0,0025	0,0025	50	Hausmethode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,002	50	Hausverfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG, Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS	0,008 5	50	ISO 22032 neu	ASE, die Methode wird derzeit im	

Analytik von Biota (Projekt 2022)				Hamburg				Niedersachsen				Sachsen				Thüringen				
																			beauftragten DIN AK entwickelt	
BDE-100	µg/kg (Nassgewicht)			0,0025	0,0025	50	Haus-methode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,002	50	Haus-verfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG, Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS	0,008 5	50	ISO 22032 neu	ASE, die Methode wird derzeit im beauftragten DIN AK entwickelt
BDE-153	µg/kg (Nassgewicht)			0,0025	0,0025	50	Haus-methode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,002	50	Haus-verfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG, Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS	0,008 5	50	ISO 22032 neu	ASE, die Methode wird derzeit im beauftragten DIN AK entwickelt
BDE-154	µg/kg (Nassgewicht)			0,0025	0,0025	50	Haus-methode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,002	50	Haus-verfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG, Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS	0,008 5	50	ISO 22032 neu	ASE, die Methode wird derzeit im beauftragten DIN AK entwickelt
Dioxine/Furane und dl-PCB Verbindungen (Summenberechnung in TEQ laut WHO 2005 aus den Einzelkomponenten)																				
2,3,7,8-Tetra-CDD	µg/kg (Nassgewicht)			0,002			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)
1,2,3,7,8-Penta-CDD	µg/kg (Nassgewicht)			0,002			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)
1,2,3,4,7,8-Hexa-CDD	µg/kg (Nassgewicht)			0,002			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)
1,2,3,6,7,8-Hexa-CDD	µg/kg (Nassgewicht)			0,002			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)
1,2,3,7,8,9-Hexa-CDD	µg/kg (Nassgewicht)			0,002			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)
1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDD	µg/kg (Nassgewicht)			0,002			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)
1,2,3,4,6,7,8,9-Octa-CDD	µg/kg (Nassgewicht)			0,002			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)
2,3,7,8-Tetra-CDF	µg/kg (Nassgewicht)			0,002			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)
1,2,3,7,8-Penta-CDF	µg/kg (Nassgewicht)			0,002			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)
2,3,4,7,8-Penta-CDF	µg/kg (Nassgewicht)			0,002			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)
1,2,3,4,7,8-Hexa-CDF	µg/kg (Nassgewicht)			0,002			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)
1,2,3,6,7,8-Hexa-CDF	µg/kg (Nassgewicht)			0,002			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)
1,2,3,7,8,9-Hexa-CDF	µg/kg (Nassgewicht)			0,002			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)
2,3,4,6,7,8-Hexa-CDF	µg/kg (Nassgewicht)			0,002			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)
1,2,3,4,6,7,8-Hepta-CDF	µg/kg (Nassgewicht)			0,002			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)
0,0065																				

Analytik von Biota (Projekt 2022)			Hamburg			Niedersachsen			Sachsen			Thüringen					
1,2,3,4,7,8,9-Hepta-CDF	µg/kg (Nassgewicht)	0,002	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			
1,2,3,4,6,7,8,9-Octa-CDF	µg/kg (Nassgewicht)		/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			
PCB 77	µg/kg (Nassgewicht)		/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			
PCB 81	µg/kg (Nassgewicht)		/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			
PCB 105	µg/kg (Nassgewicht)		/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			
PCB 114	µg/kg (Nassgewicht)		/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			
PCB 118	µg/kg (Nassgewicht)		/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			
PCB 123	µg/kg (Nassgewicht)		/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			
PCB 126	µg/kg (Nassgewicht)		/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			
PCB 156	µg/kg (Nassgewicht)		/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			
PCB 157	µg/kg (Nassgewicht)		/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			
PCB 167	µg/kg (Nassgewicht)		/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			
PCB 169	µg/kg (Nassgewicht)		/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			
PCB 189	µg/kg (Nassgewicht)		/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)	/	/	Verordnung (EU) Nr. 2017/644	zentrale Vergabe (Eurofins)			
zusätzliche Stoffe (ohne Norm, optional)																	
Blei	µg/kg (Nassgewicht)	/	/	4	13	DIN EN 15763:2010-04	Probenvorbereitung: ASU L 00.00-19/E, 06.2015; Aufschluss: ASU L 00.00-19/1, 06.2015	10	50	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01	HNO3-Aufschluss	10	50	DIN EN 16173/ DIN EN ISO 17294-2 (E 29)	HNO3/H2O2-Aufschluss	/	/
Cadmium	µg/kg (Nassgewicht)	/	/	1,4	14	DIN EN 15763:2010-04	Probenvorbereitung: ASU L 00.00-19/E, 06.2015; Aufschluss: ASU L 00.00-19/1, 06.2015	1	50	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01	HNO3-Aufschluss	1	50	DIN EN 16173/ DIN EN ISO 17294-2 (E 29)	HNO3/H2O2-Aufschluss	/	/
Pentachlorbenzol	µg/kg (Nassgewicht)	/	/	0,1	50	Hausmethode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS	/	/	/	/	0,02	50	Hausverfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG, Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS	/	/
Quinoxifen	µg/kg (Nassgewicht)	/	/	10	50	Hausmethode PM 413-006	GPC → SPE → LC-MS/MS	/	/	/	/	1	50	Hausverfahren	Extraktion mit EACH ---> GC-MS/MS	/	/

Analytik von Biota (Projekt 2022)				Hamburg				Niedersachsen				Sachsen				Thüringen			
C10-C13-Chloralkane	µg/kg (Nassgewicht)			-	-	entfällt						50	50	Haus-verfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG, Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS_NCI				
TBT	µg/kg (Nassgewicht)			-	-	entfällt						1	50	Haus-verfahren	Alkylierung mit Natriumtetraethylborat, Extraktion mit Hexan; cleanup KG ---> GC-MS/MS				
Hexachlorcyclohexane																			
alpha-HCH	µg/kg (Nassgewicht)			0,1	50	Haus-methode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,02	50	Haus-verfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS				
beta-HCH	µg/kg (Nassgewicht)			0,1	50	Haus-methode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,02	50	Haus-verfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS				
gamma-HCH	µg/kg (Nassgewicht)			0,1	50	Haus-methode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,02	50	Haus-verfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS				
delta-HCH	µg/kg (Nassgewicht)			0,1	50	Haus-methode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,02	50	Haus-verfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS				
polychlorierte Biphenyle (PCB)																			
PCB 28	µg/kg (Nassgewicht)			0,05	50	Haus-methode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,05	50	Haus-verfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS				
PCB-52	µg/kg (Nassgewicht)			0,05	50	Haus-methode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,05	50	Haus-verfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS				
PCB 101	µg/kg (Nassgewicht)			0,05	50	Haus-methode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,05	50	Haus-verfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS				
PCB 138	µg/kg (Nassgewicht)			0,05	50	Haus-methode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,05	50	Haus-verfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS				
PCB 153	µg/kg (Nassgewicht)			0,05	50	Haus-methode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,05	50	Haus-verfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS				
PCB 180	µg/kg (Nassgewicht)			0,05	50	Haus-methode PM 413-006	GPC → SPE → GC-MS/MS					0,05	50	Haus-verfahren	KSE mit Hexan/DCM, Aufreinigung mit KG Fettabtrennung mit GPC ---> GC-MS/MS				
Fettgehalt	%			Amtl. Sammlung der Untersuchungsmethoden des BVL nach §64 LFGB, Methode L 06.00-6 (Weibull-Stoldt)		zentrale Vergabe (Eurofins)		Amtl. Sammlung der Untersuchungsmethoden des BVL nach §64 LFGB, Methode L 06.00-6 (Weibull-Stoldt)		zentrale Vergabe (Eurofins)		Amtl. Sammlung der Untersuchungsmethoden des BVL nach §64 LFGB, Methode L 06.00-6 (Weibull-Stoldt)		zentrale Vergabe (Eurofins)		Amtl. Sammlung der Untersuchungsmethoden des BVL nach §64 LFGB, Methode L 06.00-6 (Weibull-Stoldt)		zentrale Vergabe (Eurofins)	



Anlage 6: Methodenbeschreibung der Altersbestimmungen

Methodenbeschreibung der Altersbestimmungen anhand von Fisch- schuppen von Fischen aus dem Einzugs- gebiet Elbe

**Flussgebietsgemeinschaft Elbe
Geschäftsstelle Magdeburg
Otto-v.-Guericke-Straße 5
39104 Magdeburg**



08.02.2023

IfAÖ Institut für Angewandte
Ökosystemforschung GmbH

Tel.: +49 38204 618-0
Fax: +49 38204 618-10

info@ifaoe.de
www.ifaoe.de

30 IfAÖ
Jahre

Ein Unternehmen der
GICON[®]
Gruppe

Angaben zur Auftragsbearbeitung

Auftraggeber: Flussgebietsgemeinschaft Elbe
Geschäftsstelle Magdeburg
Otto-v.-Guericke-Straße 5
39104 Magdeburg

Ansprechpartner: Herr Wolf
Geschäftsstelle Magdeburg
Telefon: 0391/581 1292
E-Mail: matthias.wolf@fgg-elbe.de

Bearbeitung Methodenbeschreibung

Projektnummer: P228052

Auftragnehmer: IfAÖ Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH

Postanschrift:

IfAÖ GmbH
Alte Dorfstraße 11
18184 Neu Broderstorf

Projektleiter:

Dipl. Biol. Marcel Hartmann
Telefon: +49 38204 618 34
E-Mail: hartmann@ifaoe.de

Bearbeiter:

M.Sc. Linda Köhler | +49 38204 618-13 | l.koehler@ifaoe.de
Dr. rer. nat. Robert Dietrich | +49 38204 618-34 | robert.dietrich@ifaoe.de
B.Sc. Norma Hannemann | +49 38204 618-62 | n.hannemann@ifaoe.de
Dipl. Biol. Frank Gloede | +49 38204 618 36 | gloede@ifaoe.de
Dr. rer. nat. Anna Dietrich | +49 38204 618 33 | anna.dietrich@ifaoe.de

Fertigstellungsdatum: 08.02.2023

Methodenbeschreibung

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	5
2	Methodenbeschreibung	6
3	Literaturverzeichnis.....	9
4	Anhang	11

Methodenbeschreibung

02.03.2023

Altersbestimmung anhand von Fischschuppen

3

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Cycloidschuppe (links) und Ctenoidschuppe (rechts) mit abgebildeten Altersringen (Annuli) nach MUUS & NIELSEN 2013.	6
Abbildung 2: Schuppen eines Individuums der Fischart Brasse. Links: geeignete Fischschuppe für die Altersablesung. Rechts: ungeeignete Fischschuppe für die Altersablesung.....	7

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse der Altersbestimmung anhand von Fischschuppen der Fischarten Brasse, Flussbarsch und Döbel aus dem Einzugsgebiet Elbe.	11
---	----

1 Einführung

Nach der Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments des Rates vom 12. August 2013, welche in der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer umgesetzt ist, sind Umweltqualitätsnormen in der Wasserpolitik festgesetzt. Ein Teil der Umweltqualitätsnormen sind in Biota zu überwachen. Die Flussgebietsgemeinschaft Elbe (FGG Elbe) übernimmt daher die Koordination von Beprobungen der Fischfauna im Sommer/Herbst 2022 an insgesamt 19 Messstellen im Einzugsgebiet der Elbe. Dabei sollen vorzugsweise dreijährige Brassen untersucht werden. Für die Altersbestimmung der Individuen anhand der zuvor entnommenen Fischschuppen wird das Institut für Angewandte Ökosystemforschung (IfAÖ) beauftragt.

Das IfAÖ hat von insgesamt 13 Messstellen Probenmaterial zugesendet bekommen und analysiert (Tabelle 1). An einigen Standorten wurden keine Beprobungen durchgeführt.

Bei Fischschuppen handelt es sich um kalzifizierte Strukturen, welche ein periodisches Wachstum aufweisen und somit zur Altersbestimmung des Tieres herangezogen werden können (Campana 2001, Muus und Nielsen 2013). Das Wachstum der Fische erfolgt in Abhängigkeit der Nahrungsaufnahme und Wassertemperatur. Im Sommer ist die Wachstumsrate daher höher als im Winter (Bergbauer 2016, Lux 1971). Im Sommer bilden sich die individuellen Ringe (Circuli) mit größerem Abstand um den Mittelpunkt (Focus) herum (Abbildung 1). Im Winter führt die verringerte Zuwachsrate zu einer Konzentration der Circuli, wodurch sich Alters- bzw. Jahresringe (Annuli) auf den Fischschuppen abzeichnen. Anhand der Anzahl dieser im Winter gebildeten Annuli, kann schließlich das Alter eines Fisches ermittelt werden (Bergbauer 2016, Lux 1971, Zhiming et al. 2018).

Bei der Ablesung von Annuli an kalzifizierten Strukturen können sich jedoch Unsicherheiten ergeben, wenn diese nicht eindeutig ersichtlich sind. Die Anwendung von mehreren Methoden gleichzeitig (z.B. Fischschuppen, Otolithen, Abgleich mit Fachliteratur, Rückrechnungsmodelle) bringt daher mehr Sicherheit in der Altersbestimmung. Nichtsdestotrotz ist die Wachstumsrate bei Fischen von den Umweltbedingungen eines Gewässers abhängig. Ändern sich diese, kann sich auch die Wachstumsrate bzw. das Alter bei einer bestimmten Größe des Fisches mit den Jahren verändern (Dutta 1994). Es ist daher möglich, dass dieselbe Spezies ein unterschiedliches Alter bei einer bestimmten Fischlänge je nach Entnahmestandort aufweist. Darüber hinaus kann eine Erfassung des Sommer- und Winterhalbjahres nicht vollends ausgeschlossen werden, da es selbst innerhalb der Sommer-Zuwachssaison Hungersphasen geben kann oder Zuwachsphasen im Winter möglich sind. Aus diesem Grund kann die Alterslesung anhand von Schuppen und anderen kalzifizierten Strukturen eine gewisse Subjektivität aufweisen.

Methodenbeschreibung

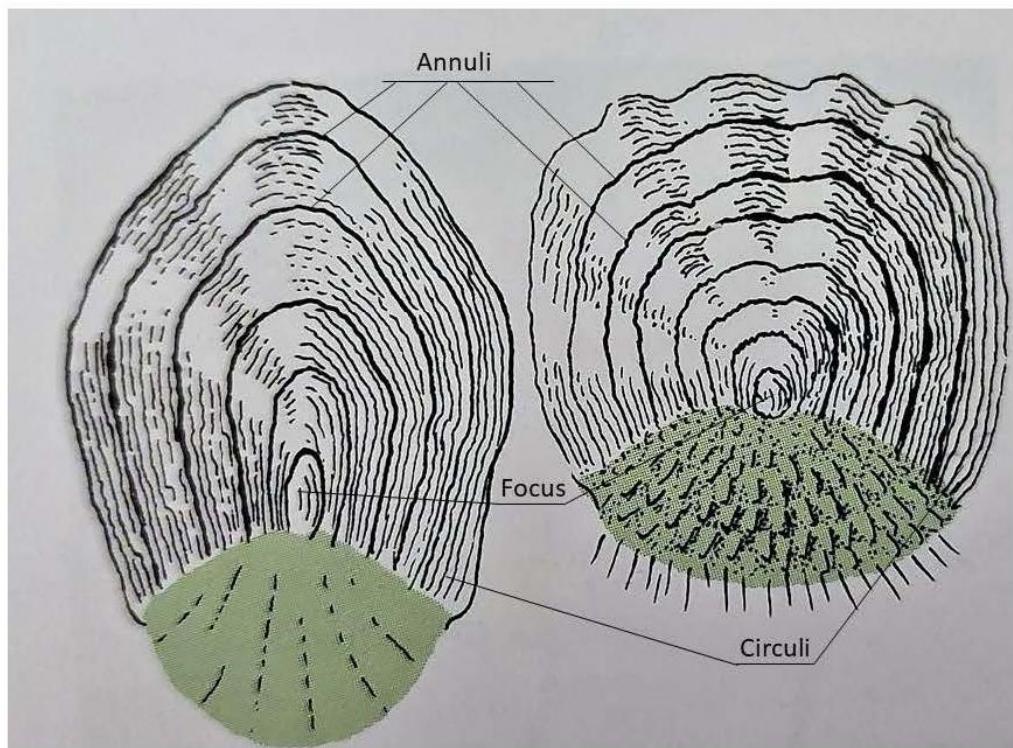


Abbildung 1: Cycloidschuppe (links) und Ctenoidschuppe (rechts) mit abgebildeten Altersringen (Annuli) nach MUUS & NIELSEN 2013.

2 Methodenbeschreibung

Probenmaterial

Eine Altersbestimmung erfolgte durch Untersuchungen der Fischschuppen von insgesamt 141 Individuen aus dem Einzugsgebiet Elbe (Tabelle 1). Die Fischschuppen wurden an verschiedenen Stellen des Körpers oberhalb der Seitenlinie entnommen und in einem Ethanol-Wasser-Gemisch (1:1) fixiert. Es handelte sich dabei um Fischschuppen der Fischarten Brasse (*Abramis brama*), Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) sowie Döbel (*Leuciscus cephalus*) aus insgesamt 13 Standorten. Darüber hinaus wurden zwei Individuen der Fischart Güster (*Abramis bjoerkna*) am Standort Seemannshöft identifiziert.

Bearbeitung im Labor

Die Fischschuppen eines jeden Individuum wurden zunächst aus dem Ethanol-Wasser-Gemisch entnommen und kurzzeitig in ein Wasserbad getaucht. In diesem wurden überschüssige Hautreste auf den Fischschuppen entfernt. Anschließend wurden die Schuppen auf Papiertücher getrocknet, ehe sie zwischen zwei Objekträgern (24x32 mm) fixiert wurden. Es erfolgte die Auswahl geeigneter Fischschuppen für die Altersbestimmung (Abbildung 2). Diese wurden dafür zunächst unter einem Mikroskop (Olympus SZX10) mit den Objektiven

Methodenbeschreibung

DF PLAPO 1X-4 und DF PL 0.5X-4 platziert und mit Hilfe der Olympus cellSens Dimension Software (1.18) am PC gesichtet. Ist der Mittelpunkt der Fischschuppe zu stark ausgebildet und somit nur Circuli und keine bzw. wenige Annuli ersichtlich, gilt die Fischschuppe als ungeeignet. Bei geeigneten Fischschuppen wurden schließlich die Annuli gezählt und mit Hilfe des Bildbearbeitungsprogramms paint.net (4.3.12) in die Bilddatei eingezeichnet. Dabei wurden jeweils drei Schuppen eines Individuums gesichtet und die Alterslesung an der Fischschuppe mit den deutlichsten Annuli durchgeführt. Bei Unsicherheiten hinsichtlich der Anzahl der Annuli erfolgte ein Vergleich mit den anderen beiden Schuppen. Wenn es Abweichungen gab, lagen diese bei ± 1 Annuli.



Abbildung 2: Schuppen eines Individuums der Fischart Brasse. Links: geeignete Fischschuppe für die Altersablesung. Rechts: ungeeignete Fischschuppe für die Altersablesung.

Das Wachstum einer Fischschuppe ist proportional zum Wachstum des Fisches. Somit ist es möglich, anhand von Fischschuppen die Länge eines Fisches in seinem jeweiligen Alter durch eine Rückrechnung zu ermitteln (Lux 1971). Um die Ergebnisse aus den Zählungen der Annuli abzusichern, wurden parallel anhand folgender Formel nach dem Dahl-Lea Rückrechnungsmodell Fischlängen (L_i) im jeweiligen Fischalter (i) berechnet

$$L_i = L_c \left(\frac{S_i}{S_c} \right)$$

wobei L_c die Gesamtlänge beim Fang bildet, S_i den Schuppenradius zum Annulus und S_c den Gesamtschuppenradius darstellt (Dahl 1907, Klumb et al. 1999, Lea 1910). Bei dem Dahl-Lea Rückrechnungsmodell handelt es sich um eine vereinfachte Rückrechnungsweise, welche lediglich für die Identifizierung des 1. Annulus herangezogen wurde. Für eine Rückrechnung aller Annuli ist eine Bestimmung eines artspezifischen Korrekturfaktors notwendig (Francis 1989). Um die Ergebnisse darüber hinaus abzusichern, wurden die Zuwachsrate für die Fischarten Brasse (Cowx 1983, Kennedy und Fitzmaurice 1968, Khrystenko und Kotovska 2017, Teubner et al. 2019, Radermacher et al. 2018), Flussbarsch (Christensen et al. 2021, Simonović 1997, Radermacher et al. 2018) und Döbel (Hamwi et al. 2007, Hickley und Bailey 1982, Radermacher et al. 2018) mit Fachliteratur

Methodenbeschreibung

aus der Wissenschaft abgeglichen. Da zu diesem Zeitpunkt jedoch keine expliziten Veröffentlichungen über die Wachstumsrate der einzelnen Fischarten aus dem Einzugsgebiet der Elbe vorhanden sind und diese maßgeblich von der Nahrungsverfügbarkeit und Temperatur eines Gewässers abhängig ist, ist die Nutzung dieser kritisch zu betrachten. Aus diesem Grund wurden die verwendeten Publikationen nur als einen ersten Anhaltspunkt für den ersten Annulus bei einer erschwert Sichtbarkeit in der Bilddatei herangezogen.

3 Literaturverzeichnis

- Bergbauer, M. (2016): *Welcher Fisch ist das?* Stuttgart: Kosmos.
- Campana, S. E. (2001): Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology*, 59, 197-242.
- Christensen, E. A. F., Svendsen, M. B. S. & Steffensen, J. F. (2021): Population ecology, growth, and physico-chemical habitat of anadromous European perch *Perca fluviatilis*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 249, 107091.
- Cowx, I. G. (1983): The biology of bream, *Abramis brama* (L.), and its natural hybrid with roach, *Rutilus rutilus* (L.), in the River Exe. *Journal of Fish Biology*, 22, 631-646.
- Dahl, K. (1907): *The Scales of the Herring as a Means of Determining Age, Growth and Migration*. J. Grieg.
- Dutta, H. (1994): Growth in Fishes. *Gerontology*, 40, 97-112.
- Francis, R. (1989): Back-calculation of fish length: A critical review. *Journal of Fish Biology*, 36, 883-902.
- Hamwi, N., Raikova, G. & Petrov, I. (2007): Growth Rate, Condition and Mortality of Chub (*Leuciscus cephalus*) from the Middle Stream of Iskar River (Bulgaria) and Comparing with Populations from Another Water Bodies. *Acta zoologica bulgarica*, 59, 325-335.
- Hickley, P. & Bailey, R. G. (1982): Observations on the growth and production of chub *Leuciscus cephalus* and dace *Leuciscus leuciscus* in a small lowland river in southeast England. *Freshwater Biology*, 12, 167-178.
- Kennedy, M. & Fitzmaurice, P. (1968): The Biology of the Bream *Abramis Brama* (L) in Irish Waters. *Proceedings of the Royal Irish Academy. Section B: Biological, Geological, and Chemical Science*, 67, 95-157.
- Khrystenko, D. & Kotovska, G. (2017): Length-weight relationship and condition factors of freshwater bream *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) from the kremenchug reservoir, middle dnieper. 17, 71-77.
- Klumb, R. A., Bozek, M. A. & Frie, R. V. (1999): Validation of the Dahl-Lea and Fraser-Lee Back-Calculation Models by Using Oxytetracycline-Marked Bluegills and Bluegill x Green Sunfish Hybrids. *North American Journal of Fisheries Management*, 19, 504-514.
- Lea, E. (1910): On the methods used in the herring investigations. *Puplications de Circonstance, Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer*, 53, 7-25.
- Lux, F. E. (1971): Age Determination of Fishes. In *Fishery Leaflet*, ed. U. S. D. o. t. I. F. A. W. S. B. o. C. Fisheries. Massachusetts.
- Muus, B. J. & Nielsen, J. G. (2013): *Meeresfische Europas in Nordsee, Ostsee und Atlantik*. Stuttgart: Kosmos.
- Radermacher, G., Fliedner, A. & Rüdel, H. (2018): Konzept zur Implementierung der neuen Umweltqualitätsnormen für prioritäre Stoffe in Fischen (Richtlinie 2013/39/EU). Umwelt Bundesamt.
- Simonović, P. (1997): Growth-in-Length of Eurasian Perch (*Perca fluviatilis* L.) in Gružansko reservoir before and after its formation. *Acta Biologica Jugoslavica-Ichthyologia*, 29, 19-31.
- Teubner, D., Klein, R., Paulus, M. & Wesch, C. (2019): Changes of fish growth in German rivers. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 11, 59-64.

Zhiming, Z., Huiping, D. & Congxin, X. (2018): Comparison of Five Calcified Structures for Estimating the Age of Bream *Abramis brama* (L.) from the Irtysh River in China. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18, 845-852.

Methodenbeschreibung

4 Anhang

Tabelle 1: Ergebnisse der Altersbestimmung anhand von Fischschuppen der Fischarten Brasse, Flussbarsch und Döbel aus dem Einzugsgebiet Elbe.

Messstelle	Nummer	Fischart	Größe [cm]	Gewicht [g]	Geschlecht	Codierung	Altersringe
Heiligenstedten	01	Brasse	38	606	m	01-Br-HEIL-S	7
Heiligenstedten	02	Brasse	39	613	m	02-Br-HEIL-S	6
Heiligenstedten	03	Brasse	34,5	441	m	03-Br-HEIL-S	5
Heiligenstedten	04	Brasse	35,5	497	w	04-Br-HEIL-S	7
Heiligenstedten	05	Brasse	38,5	622	w	05-Br-HEIL-S	6
Heiligenstedten	06	Brasse	37	499	m	06-Br-HEIL-S	7
Heiligenstedten	07	Brasse	38,5	669	w	07-Br-HEIL-S	8
Heiligenstedten	08	Brasse	41	847	w	08-Br-HEIL-S	7
Heiligenstedten	09	Brasse	40,5	833	m	09-Br-HEIL-S	8
Heiligenstedten	10	Brasse	39	606	w	10-Br-HEIL-S	7
Heiligenstedten	11	Brasse	37,5	544	m	11-Br-HEIL-S	6
Schnackenburg	01	Brasse	23,5	138	m	01-Br-SCHN-S	5
Schnackenburg	02	Brasse	22,5	155	-	02-Br-SCHN-S	4
Schnackenburg	03	Brasse	24,0	167	-	03-Br-SCHN-S	5
Schnackenburg	04	Brasse	24,0	158	-	04-Br-SCHN-S	5
Schnackenburg	05	Brasse	24,5	175	-	05-Br-SCHN-S	5
Schnackenburg	06	Brasse	24,5	198	-	06-Br-SCHN-S	5
Schnackenburg	07	Brasse	24,5	182	-	07-Br-SCHN-S	6
Schnackenburg	08	Brasse	25,5	232	-	08-Br-SCHN-S	5
Schnackenburg	09	Brasse	26,0	227	-	09-Br-SCHN-S	6
Schnackenburg	10	Brasse	23,0	144	-	10-Br-SCHN-S	5
Toppel	01	Flussbarsch	19,0	78	w	01-FI-TOPP-S	5
Toppel	02	Flussbarsch	18,5	88	w	02-FI-TOPP-S	5
Toppel	03	Flussbarsch	19,0	88	w	03-FI-TOPP-S	7
Toppel	04	Flussbarsch	18,0	79	m	04-FI-TOPP-S	6
Toppel	05	Flussbarsch	18,5	87	w	05-FI-TOPP-S	6
Toppel	06	Flussbarsch	18,5	84	w	06-FI-TOPP-S	6
Toppel	07	Flussbarsch	20,0	99	m	07-FI-TOPP-S	8
Toppel	08	Flussbarsch	20,0	105	w	08-FI-TOPP-S	7
Toppel	09	Flussbarsch	19,5	95	w	09-FI-TOPP-S	7
Toppel	10	Flussbarsch	18,5	78	w	10-FI-TOPP-S	7
Toppel	11	Flussbarsch	18,5	72	w	11-FI-TOPP-S	6
Toppel	12	Flussbarsch	17,0	61	m	12-FI-TOPP-S	6
Toppel	13	Flussbarsch	18,5	76	w	13-FI-TOPP-S	7
Toppel	14	Flussbarsch	17,5	73	w	14-FI-TOPP-S	6
Toppel	15	Flussbarsch	16,0	53	m	15-FI-TOPP-S	5

Methodenbeschreibung

Messstelle	Nummer	Fischart	Größe [cm]	Gewicht [g]	Geschlecht	Codierung	Altersringe
Toppel	16	Flussbarsch	16,5	58	w	16-FI-TOPP-S	5
Toppel	17	Flussbarsch	17,0	53	w	17-FI-TOPP-S	7
Toppel	18	Flussbarsch	16,0	42	m	18-FI-TOPP-S	5
Toppel	19	Flussbarsch	16,0	51	m	19-FI-TOPP-S	5
Sophienwerder	01	Brassen	23,0	147	m	01-Br-SOPH-S	4
Sophienwerder	02	Brassen	27,0	214	?	02-Br-SOPH-S	5
Sophienwerder	03	Brassen	21,0	100	?	03-Br-SOPH-S	4
Sophienwerder	04	Brassen	21,5	116	?	04-Br-SOPH-S	4
Sophienwerder	05	Brassen	26,5	211	w	05-Br-SOPH-S	5
Sophienwerder	06	Brassen	20,5	92	?	06-Br-SOPH-S	4
Sophienwerder	07	Brassen	23,5	144	m	07-Br-SOPH-S	4
Sophienwerder	08	Brassen	21,0	114	?	08-Br-SOPH-S	4
Sophienwerder	09	Brassen	21,5	111	?	09-Br-SOPH-S	4
Sophienwerder	10	Brassen	20,5	95	?	10-Br-SOPH-S	4
Sophienwerder	11	Brassen	21,5	108	?	11-Br-SOPH-S	4
Magdeburg	01	Brassen	45,0	993	w	01-Br-MAGD-S	6
Magdeburg	02	Brassen	40,5	652	m	02-Br-MAGD-S	7
Magdeburg	03	Brassen	44,0	1156	w	03-Br-MAGD-S	7
Magdeburg	04	Brassen	43,5	1193	m	04-Br-MAGD-S	9
Magdeburg	05	Brassen	40,0	708	m	05-Br-MAGD-S	8
Magdeburg	06	Brassen	41,0	824	m	06-Br-MAGD-S	8
Magdeburg	07	Brassen	37,5	704	m	07-Br-MAGD-S	7
Magdeburg	08	Brassen	39,5	696	w	08-Br-MAGD-S	7
Magdeburg	09	Brassen	43,0	1049	m	09-Br-MAGD-S	9
Magdeburg	10	Brassen	32,0	446	w	10-Br-MAGD-S	5
Rosenburg	01	Brassen	41,5	863	m	01-Br-ROSE-S	8
Rosenburg	02	Brassen	45,5	1054	m	02-Br-ROSE-S	9
Rosenburg	03	Brassen	46,5	1071	w	03-Br-ROSE-S	8
Rosenburg	04	Brassen	49,0	1401	w	04-Br-ROSE-S	10
Rosenburg	05	Brassen	45,0	899	m	05-Br-ROSE-S	11
Rosenburg	06	Brassen	45,5	989	m	06-Br-ROSE-S	9
Camburg-Stöben	01	Döbel	29,5	308	w	01-Dö-CAMB-S	6
Camburg-Stöben	02	Döbel	29,0	293	w?	02-Dö-CAMB-S	5
Camburg-Stöben	03	Döbel	30,0	330	?	03-Dö-CAMB-S	6
Camburg-Stöben	04	Döbel	25,5	215	?	04-Dö-CAMB-S	4
Camburg-Stöben	05	Döbel	30,0	337	?	05-Dö-CAMB-S	5
Camburg-Stöben	06	Döbel	30,5	298	w?	06-Dö-CAMB-S	5
Camburg-Stöben	07	Döbel	27,5	220	?	07-Dö-CAMB-S	4
Camburg-Stöben	08	Döbel	32,0	344	?	08-Dö-CAMB-S	6

Methodenbeschreibung

Messstelle	Nummer	Fischart	Größe [cm]	Gewicht [g]	Geschlecht	Codierung	Altersringe
Camburg-Stöben	09	Döbel	31,5	330	?	09-Dö-CAMB-S	6
Camburg-Stöben	10	Döbel	27,5	189	m?	10-Dö-CAMB-S	5
Gera	01	Döbel	27,0	211	?	01-Dö-GERA-S	4
Gera	02	Döbel	30,0	251	?	02-Dö-GERA-S	5
Gera	03	Döbel	31,0	350	?	03-Dö-GERA-S	6
Gera	04	Döbel	28,5	269	?	04-Dö-GERA-S	4
Gera	05	Döbel	26,0	183	?	05-Dö-GERA-S	5
Gera	06	Döbel	30,5	344	?	06-Dö-GERA-S	6
Gera	07	Döbel	30,0	339	w?	07-Dö-GERA-S	6
Gera	08	Döbel	28,0	266	?	08-Dö-GERA-S	5
Gera	09	Döbel	27,5	257	?	09-Dö-GERA-S	4
Gera	10	Döbel	28,0	247	?	10-Dö-GERA-S	5
Dessau	01	Flussbarsch	20,5	135	m	01-FI-DESS-S	7
Dessau	02	Flussbarsch	21,5	147	w	02-FI-DESS-S	7
Dessau	03	Flussbarsch	20,0	109	w	03-FI-DESS-S	7
Dessau	04	Flussbarsch	19,0	108	w	04-FI-DESS-S	7
Dessau	05	Flussbarsch	19,5	109	w	05-FI-DESS-S	7
Dessau	06	Flussbarsch	20,0	107	m	06-FI-DESS-S	7
Dessau	07	Flussbarsch	16,5	62	m	07-FI-DESS-S	4
Dessau	08	Flussbarsch	16,5	66	w	08-FI-DESS-S	4
Dessau	09	Flussbarsch	17,0	68	m	09-FI-DESS-S	5
Dessau	10	Flussbarsch	16,5	59	w	10-FI-DESS-S	5
Dessau	11	Flussbarsch	17,5	68	w	11-FI-DESS-S	5
Dessau	12	Flussbarsch	19,0	87	m	12-FI-DESS-S	7
Dessau	13	Flussbarsch	14,5	46	m	13-FI-DESS-S	4
Dessau	14	Flussbarsch	15,5	54	w	14-FI-DESS-S	4
Dessau	15	Flussbarsch	15,5	50	m	15-FI-DESS-S	4
Dessau	16	Flussbarsch	15,0	50	m	16-FI-DESS-S	4
Dessau	17	Flussbarsch	16,0	55	w	17-FI-DESS-S	5
Wittenberg	01	Brasse	46,0	1230	w	01-Br-WITT-S	9
Wittenberg	02	Brasse	40,0	762	w	02-Br-WITT-S	7
Wittenberg	03	Brasse	42,0	840	m	03-Br-WITT-S	7
Wittenberg	04	Brasse	47,0	1277	w	04-Br-WITT-S	8
Wittenberg	05	Brasse	47,0	1064	w	05-Br-WITT-S	11
Wittenberg	06	Brasse	44,0	993	w	06-Br-WITT-S	9
Wittenberg	07	Brasse	39,5	627	m	07-Br-WITT-S	7
Wittenberg	08	Brasse	43,5	1013	w	08-Br-WITT-S	8
Wittenberg	09	Brasse	41,0	827	m	09-Br-WITT-S	7
Wittenberg	10	Brasse	47,5	1201	w	10-Br-WITT-S	10

Methodenbeschreibung

Messstelle	Nummer	Fischart	Größe [cm]	Gewicht [g]	Geschlecht	Codierung	Altersringe
Zehren	01	Döbel	38,0	659	-	01-Dö-ZEHR-S	6
Zehren	02	Döbel	37,0	687	-	02-Dö-ZEHR-S	6
Zehren	03	Döbel	33,0	440	-	03-Dö-ZEHR-S	6
Zehren	04	Döbel	34,5	512	-	04-Dö-ZEHR-S	7
Zehren	05	Döbel	40,0	800	-	05-Dö-ZEHR-S	7
Zehren	06	Döbel	38,0	782	-	06-Dö-ZEHR-S	7
Zehren	07	Döbel	42,0	927	-	07-Dö-ZEHR-S	8
Schmilka	01	Döbel	40,0	748	m	01-Dö-SCHM-S	8
Schmilka	02	Döbel	40,0	731	w	02-Dö-SCHM-S	7
Schmilka	03	Döbel	36,5	596	m	03-Dö-SCHM-S	7
Schmilka	04	Döbel	38,5	680	w	04-Dö-SCHM-S	7
Schmilka	05	Döbel	39,0	684	m	05-Dö-SCHM-S	6
Schmilka	06	Döbel	34,0	395	m	06-Dö-SCHM-S	6
Schmilka	07	Döbel	34,0	393	w	07-Dö-SCHM-S	6
Schmilka	08	Döbel	37,5	632	w	08-Dö-SCHM-S	6
Seemannshöft	01	Brasse	40	673	-	01-Br-SEEM-S	7
Seemannshöft	02	Brasse	34,5	485	-	02-Br-SEEM-S	5
Seemannshöft	03	Güster	32,0	432	w	03-Br-SEEM-S	7
Seemannshöft	04	Brasse	33,0	432	-	04-Br-SEEM-S	4
Seemannshöft	05	Brasse	36,0	591	-	05-Br-SEEM-S	5
Seemannshöft	06	Güster	31,0	435	w	06-Br-SEEM-S	7
Seemannshöft	07	Brasse	34,0	435	-	07-Br-SEEM-S	5
Seemannshöft	08	Brasse	34,0	477	-	08-Br-SEEM-S	5
Seemannshöft	09	Brasse	33,0	470	-	09-Br-SEEM-S	6
Seemannshöft	10	Brasse	35,0	496	-	10-Br-SEEM-S	5
Seemannshöft	11	Brasse	33,0	462	-	11-Br-SEEM-S	6
Seemannshöft	12	Brasse	33,0	436	-	12-Br-SEEM-S	6

Methodenbeschreibung





www.fgg-elbe.de