

Abschlussbericht
zur Untersuchung von Fischen
in der niedersächsischen Ochtum auf Perfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) in
2019

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	2
2	Ausgangssituation	3
3	Ziel	3
4	Umfang und Ergebnisse der Beprobung	4
4.1	Umfang der Beprobung.....	4
4.2	Ergebnis der Beprobung.....	6
5	Ergebnisse der chemisch-analytischen Untersuchung.....	6
5.1	Untersuchte Parameter.....	6
5.2	PFOS (Perfluorooctansulfonsäure).....	7
5.2.1	Ergebnisse.....	7
5.2.2	Bewertung	7
5.3	PFOA (Perfluorooctansäure).....	8
5.3.1	Ergebnisse.....	8
5.3.2	Bewertung	8
5.4	Übersicht aller untersuchter Parameter	9
6	Schlussfolgerungen für Empfehlungen zum Verzehr	12
7	Anlagen.....	12

1 Einleitung

Unter dem Begriff der perfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) werden gemeinhin oberflächenaktive, organische Substanzen zusammengefasst, deren Kohlenstoffkette komplett fluoriert ist. Eine weitere Einteilung erfolgt in der Regel in perfluorierte Alkylcarbonsäuren und perfluorierte Alkylsulfonsäuren.

Aufgrund ihrer Eigenschaften werden PFAS in zahlreichen industriellen Produkten und Prozessen genutzt. Sie werden u. a. zur Oberflächenbeschichtung von Papier, zur Imprägnierung von Kleidung, Polstermöbeln und Teppichen und in Feuerlöschschäumen eingesetzt. Nach Beschichtung und Imprägnierung verfügen diese Materialien über öl- und wasserabweisende Eigenschaften. In Löschschäumen erleichtern PFAS die Verteilung über brennende Oberflächen. Bei der Herstellung von Polytetrafluorethylen (PTFE) werden PFAS zudem als Prozesshilfsstoffe verwendet.

Perfluorooctansäure (PFOA) und **Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)** bilden die Leitsubstanzen der PFAS-Verbindungsklasse und sind innerhalb dieser Klasse bisher die Grundlage wissenschaftlicher Diskussionen. Die meisten industriell verwendeten PFAS leiten sich von PFOA und PFOS ab. Je nach Herstellungsverfahren entstehen jedoch auch verzweigte Derivate von PFOA und PFOS als Nebenprodukt, die ebenso in die Umwelt gelangen können.

PFOA dient, wie zuvor kurz beschrieben, vor allem als Hilfsstoff bei der PTFE-Herstellung. Eine Freisetzung des Stoffes kann z. B. während des Produktionsprozesses, aber auch aus Verunreinigungen und Abbauprozessen im Endprodukt erfolgen. Es wird jedoch auch durch Abbau der Vorläufersubstanzen in der Umwelt freigesetzt.

PFOS bzw. PFOS-artige Verbindungen treten vor allem als Zwischenprodukt bei der Herstellung von Fluorpolymeren auf und werden zur zuvor genannten Beschichtung und Imprägnierung von Bedarfsgegenständen und in Feuerlöschschäumen eingesetzt. Eine Freisetzung in die Umwelt erfolgt durch den Gebrauch dieser Produkte.

Aufgrund ihres weitreichenden Einsatzes und ihrer enormen chemischen Stabilität sind PFOA und PFOS ubiquitär zu finden und wurden bereits in Böden, Gewässern, Fleisch und Organen von Tieren und im Menschen nachgewiesen. Als Expositionsquellen werden vordergründig kontaminierte Lebensmittel und kontaminiertes Trinkwasser, Staub und der direkte Kontakt mit PFAS-modifizierten Bedarfsgegenständen diskutiert. Es wird davon ausgegangen, dass PFOA und PFOS nach Aufnahme in den Körper an das Protein Serumalbumin binden. Bisherige Studien zeigen hierbei, dass die Halbwertszeiten zum Abbau und zur Ausscheidung aus dem menschlichen Körper ca. 3 bis 5 Jahre betragen.

Nach neuesten Erkenntnissen der EFSA wurden im Jahr 2018 erhebliche Absenkungen der toxikologischen Referenzwerte für PFOS und PFOA beschlossen. Bestand im Jahr 2008 für PFOS noch ein TDI-Wert von 150 ng/kg Körpergewicht, so wurde in einer Neubewertung ein TWI (Tolerable Weekly Intake)-Wert von 13 ng/kg Körpergewicht eingeführt. In dieser Neubewertung entspricht das einer täglichen Referenzdosis von 1,8 ng/kg Körpergewicht. Für PFOA bestand im Jahr 2008 ein TDI-Wert von 1500 ng/kg Körpergewicht. Hier wurde in der Neubewertung ebenso ein TWI-Wert eingeführt, der sich nun bei 6 ng/kg Körpergewicht befindet. Als tägliche Referenzdosis sind für PFOA 0,8 ng/kg Körpergewicht abgeleitet worden.

Aufgrund der herabgesetzten toxikologischen Referenzwerte muss damit gerechnet werden, dass ein wesentlicher Teil der Bevölkerung sowohl PFOS als auch PFOA über den neu etablierten TWI-Werten aufnimmt.

2 Ausgangssituation

Bis zum Jahr 2003 sind Löschschäume im Rahmen von Löschübungen des Flughafens Bremen in die Ochtum eingeleitet worden. Im vergangenen Jahr wurden an der Einleitstelle Umweltroutinemessungen vorgenommen (siehe Protokoll der Beratung vom 7.5.2019 zur Belastung der Ochtum mit PFC: Bewertung der Betroffenheit landwirtschaftlicher Flächen und Abstimmung des weiteren Vorgehens). Es wurden erhöhte Werte an PFAS in Fischen bestimmt. Die Ergebnisse der Proben wurden in einer ressortübergreifenden Arbeitsgruppe in Bremen bewertet. Aufgrund der durch die EFSA im Dezember 2018 erfolgten starken Absenkung der toxikologischen Referenzwerte für PFAS sah die Senatorische Dienststelle für Wissenschaft, Gesundheit und Verbraucherschutz (SWGv) die Notwendigkeit, eine Verzehrsempfehlung für Fische aus der Ochtum/Grollander Ochtum auszusprechen.

Die Information über erhöhte Gehalte an PFAS in den bremischen Abschnitten der Ochtum wurde am 20.03.2019 an das Niedersächsische Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz weitergeleitet. Aufgrund des Flussverlaufs der Ochtum musste damit gerechnet werden, dass in den niedersächsischen Flussabschnitten unter Umständen dortige Fische auch mit PFAS belastet sind.

3 Ziel

Für die niedersächsischen Flussabschnitte der Ochtum lagen bisher keine Daten zu PFAS-Gehalten in Speisefischen vor. Es wurde daraufhin im April 2019 ein Konzept zur Beprobung von Fischen in der niedersächsischen Ochtum auf Perfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) erarbeitet und am 24.4.2019 dem ML berichtet (siehe Bericht 55.1-44113 vom 24.4.2019). Mit Erlass Az. 201-44113-958 vom 26.4.2019 wurde dem Konzept zugestimmt und der Start des Untersuchungsprogramms beauftragt.

Ziel der Untersuchungen war es, einen umfassenden Überblick über die Belastung mit PFAS in Fischen in den niedersächsischen Teilen der Ochtum zu erhalten. Anhand der Daten sollen abschließend aktuelle Verzehrsempfehlungen zu Fischen aus den niedersächsischen Abschnitten der Ochtum in diesem Bericht erarbeitet werden.

4 Umfang und Ergebnisse der Beprobung

4.1 Umfang der Beprobung

Wie im „Konzept zur Beprobung von Fischen in der niedersächsischen Ochtum auf Perfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS)“ beschrieben, resultiert die Gesamtzahl der Fische aus (1.) den ausgewählten Fischarten, (2.) der Anzahl jeweils zu untersuchenden Individuen pro Fischart sowie (3.) der Anzahl an Probenahmestellen (Flussabschnitten).

Zu (1): Untersucht werden sollten Fischarten und Fischgrößen, die im Rahmen der Angelfischerei üblicherweise gefangen und als „Speisefische“ verwendet werden. Zudem sollten verschiedene Trophiestufen (Friedfische, Raubfische) und Fettgehalte berücksichtigt werden. Bei der Auswahl der zu untersuchenden Fischarten war außerdem auf Grundlage der bisherigen Ergebnisse des fischereilichen Monitorings zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie zu berücksichtigen, dass die potenziell geeigneten Fischarten tatsächlich auch mit vertretbarem Aufwand in hinreichender Anzahl vor Ort zu fangen waren (deshalb u. a. Ausschluss des Hechtes). Neben den dort vorgesehenen Arten Aal (*Anguilla anguilla*), Rotaugen (*Rutilus rutilus*) und Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) wurden zusätzlich Brassen (*Abramis brama*) beprobt.

Zu (2): Die Anzahl der Probenahmestellen bzw. Flussabschnitte basiert auf der fachlichen Einschätzung

- des Risikos einer Belastung mit PFOA/PFOS, d.h. durch PFOS-Einträge beeinträchtigte Gewässerstrecken,
- des Risikos der Zuwanderung von (unbelasteten) Weserfischen durch die Wehranlagen und
- der Erfassung von Vergleichsprobestellen (d.h. Fische ohne Belastung bzw. mit einer allgemeinen Grundbelastung).

Zu (3): Die Anzahl der Individuen von mindestens 5, maximal 10 Individuen je Art und Probenahmestelle ist wie folgt begründet:

- aufgrund der Parallele zu BIOTA-Untersuchungen: Um belastbare Aussagen für eine Verzehrsempfehlung zu erhalten, sollten möglichst 10 Fische pro Art und Probestelle analysiert werden (vergleichbar zu BIOTA-Untersuchungen des NLWKN), da Fische grundsätzlich relativ mobil sind und die Schadstoffgehalte zwischen den Fischen in Abhängigkeit von den bisherigen Aufenthaltsorten stark variieren können.
- aufgrund der natürlichen Gegebenheiten des Gewässers: Es ist an den Probenahmestellen, insbesondere bei Hasbergen, nicht auszuschließen, dass sich auch Fische aufhalten, die aus der Weser kommen und bei der einmaligen stichprobenartigen Befischung mitgefangen werden. Insofern sollte eine Mindestzahl an Fischen pro Probenahmestelle entnommen werden, um das Risiko von Falschaussagen bezüglich des Flussabschnitts zu reduzieren (Anlehnung BIOTA-Messungen).
- aufgrund natürlich vorkommender individueller Schwankungen je Art: Die PFOA/PFOS-Gehalte schwanken je nach Fettgehalt, Größe, Gewicht der Individuen innerhalb einer Art. Um belastbare Daten pro Probenahmestelle und Fischart zu erhalten, ist eine statistische Mindestzahl von Einzeltieren erforderlich. Erfahrungen aus vergangenen Untersuchungsprogrammen in Niedersachsen aus dem Jahr 2009 (Untersuchung von 107 Fischen aus niedersächsischen Flüssen) und 2011 (Untersuchung von 79 Fischen aus einem Flussabschnitt der Ems infolge der Havarie eines Tankschiffs) haben gezeigt, dass aufgrund der hohen Schwankungsbreite der Messergebnisse eine Belastbarkeit der Daten nur bei ausreichend hoher Probenzahl gewährleistet ist.

Abschlussbericht

Untersuchung von Fischen in der niedersächsischen Ochtum auf PFAS in 2019

IFF Cuxhaven (Dr. D. Melles, Dr. S. Effkemann, Dr. E. Bartelt) und Dez. 34 (L. Meyer und C. Lecour)

- aufgrund der analytischen Vorgaben für Mindestprobenmengen an Muskulatur: Für die Analytik werden normalerweise ca. 200 g Material aus einer Probe benötigt, um auch anforderungsgerecht homogenisieren zu können. Beim vorliegenden speziellen Fall werden einzelne Tier wie Rotaugen jedoch nicht 200g Filet sicherstellen. Daher ist die Probenaufbereitung dahingehend abgeändert worden, dass mehrere einzelne Fische je Art aufgearbeitet werden müssen, um ausreichend Material zu erhalten.

Dem von Dez 34 beauftragten Gutachterbüro wurden vom LAVES/IFF Cuxhaven Transportkisten, gekennzeichnete Probenbeutel, Kühlakkus und entsprechend vorbereitete Probenahmescheine vorbereitet. Es erfolgten am 13.5.19 die Materialienübergabe und Abstimmungen zur Dokumentation der Beprobung.

4.2 Ergebnis der Beprobung

Die Befischung der einzelnen Probenahmestellen erfolgte in der 21. /22. KW. Der Probeneingang aus der Befischung der niedersächsischen Ochtum erfolgte am 23.5.2019. Es wurden insgesamt 146 Fische aus 5 Abschnitten in den niedersächsischen Teilen der Ochtum entnommen. Die Abschnitte der Probenahme und die dazugehörigen Probenzahlen sind in der folgenden Abbildung zusammengefasst:

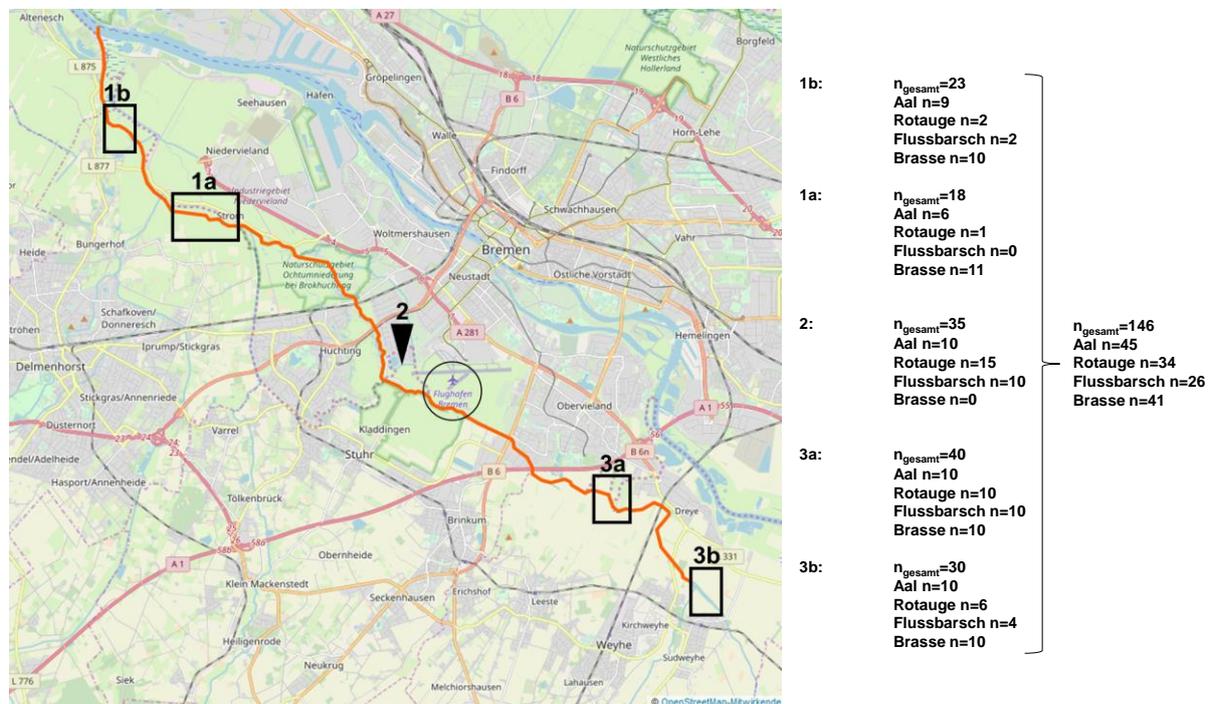


Abbildung 1: Übersicht der beprobten Abschnitte der Ochtum und jeweilige Probenzahlen. Probenahmestellen 1b und 1a befinden sich flussabwärts unterhalb der Einleitstelle der Kontamination. Probenahmestelle 2 (Grollander Ochtum) befindet sich in direkter Nähe zur Einleitstelle. Probenahmestelle 3a und 3b befinden sich flussaufwärts zur Einleitstelle.

5 Ergebnisse der chemisch-analytischen Untersuchung

5.1 Untersuchte Parameter

Es wurde der Gehalt folgender perfluorierter Alkylsubstanzen in den Proben bestimmt:

- PFOS (Perfluorooctansulfonsäure)
- PFBS (Perfluorbutansulfonsäure)
- PFHxS (Perfluorhexansulfonsäure)
- PFHpS (Perfluorheptansulfonsäure)
- 6:2 FTS (6:2-Fluortelomersulfonsäure)
- PFOA (Perfluorooctansäure)
- PFHxA (Perfluorhexansäure)
- PFHpA (Perfluorheptansäure)
- PFNA (Perfluorononansäure)
- PFDA (Perfluordecansäure)
- PFDoA (Perfluordodecansäure)

5.2 PFOS (Perfluorooctansulfonsäure)

5.2.1 Ergebnisse

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse für PFOS zusammengefasst. Eine Kurzdarstellung der Ergebnisse ist Abbildung 2 zu entnehmen. Dargestellt sind die Mediangehalte für PFOS in Abhängigkeit von der jeweiligen Probenahmestelle. Ebenso können aus der Tabelle der bestimmte Minimal-, Maximal- und Mediangehalt entnommen werden. Die Auswertung erfolgte hier über alle Fischproben.

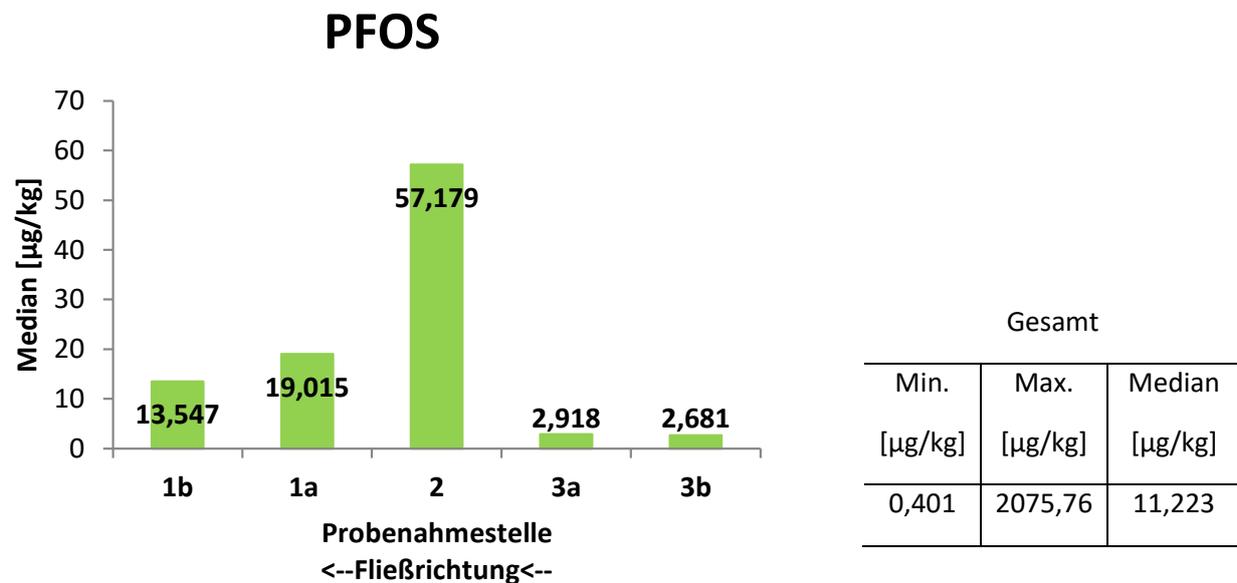


Abbildung 2: PFOS-Mediangehalte je beprobten Flussabschnitt (vgl. Abb. 1). In der Tabelle finden sich der gefundene Minimal-, Maximal- und Mediangehalt für PFOS über alle untersuchten Fischproben.

Wie in Abbildung 2 gezeigt, ergeben sich Tendenzen im PFOS-Gehalt der beprobten Fische in Abhängigkeit von der jeweiligen Probenahmestelle. Der höchste Medianwert wurde an Probenahmestelle 2 (Grollander Ochtum, unmittelbare Nähe zum Flughafen) mit einem Gehalt von 57,179 µg/kg bestimmt. In Fließrichtung der Ochtum wurden jeweils an Probenahmestelle 1a und 1b kontinuierlich absinkende Gehalte für PFOS beobachtet. Im Mittel wurden die niedrigsten Gehalte an den Probenahmestellen 3a und 3b, d.h. flussaufwärts zur Probenahmestelle 2, gefunden.

PFOS war bei allen Fischarten und an allen beprobten Flussabschnitten nachweisbar.

Im Mittel beträgt die PFOS-Konzentration 11,223 µg/kg. Der absolute Maximalwert war in einer Flussbarschprobe an Probenahmestelle 3a mit einem PFOS-Gehalt von 2075,76 µg/kg zu finden. Im gesamten Untersuchungsprogramm enthielten zehn der 146 untersuchten Fischproben über 100 µg/kg PFOS, davon 9 Fischproben an der Probenahmestelle 2.

5.2.2 Bewertung

Die unter 5.2.1 beschriebenen Ergebnisse für PFOS legen eindeutig nahe, dass die Eintragstelle für PFOS in unmittelbarer Nähe zum Flughafen liegt. Im Mittel wurde eine Konzentration von 11,223 µg/kg bestimmt. Es ist zu erwähnen, dass die Gehalte eine enorme Schwankungsbreite (0,401-2075,75 µg/kg) aufwiesen. Der Anteil hochkonzentrierter Proben (75 Proben mit einem Gehalt über 10 µg/kg, 10 davon sogar mit einem Gehalt höher 100 µg/kg) ist jedoch als kritisch einzuschätzen. Es besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit bei einer Befischung an der Ochtum einen hochbelasteten Fisch zu entnehmen.

5.3 PFOA (Perfluorooctansäure)

5.3.1 Ergebnisse

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse für PFOA zusammengefasst. Eine Kurzdarstellung der Ergebnisse ist Abbildung 3 zu entnehmen. Dargestellt sind die Mediangehalte für PFOA in Abhängigkeit von der jeweiligen Probenahmestelle. Ebenso können aus der Tabelle der bestimmte Minimal-, Maximal- und Mediangehalt entnommen werden. Die Auswertung erfolgte hier über alle Fischproben.

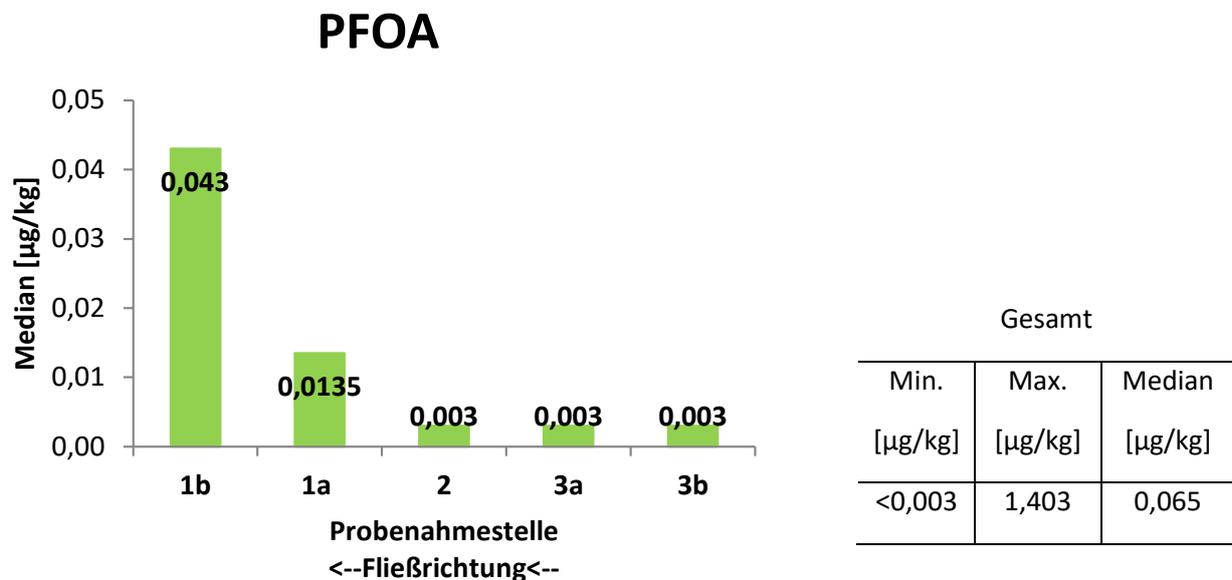


Abbildung 3: PFOA-Mediangehalte je beprobten Flussabschnitt (vgl. Abb. 1). In der Tabelle finden sich der gefundene Minimal-, Maximal- und Mediangehalt für PFOA über alle untersuchten Fischproben.

Im Vergleich zu PFOS stellen sich die Ergebnisse für PFOA deutlich anders dar. Zusammenhänge zwischen dem PFOA-Gehalt der Proben und entsprechender Probenahmestellen lassen sich nicht ableiten. In 35 der 146 Proben wurden Konzentrationen gefunden, die sich oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze befanden. Dies entspricht einer Positivrate von 24%. Der Maximalwert wurde in einem Aal an Probenahmestelle 2 mit einem PFOA-Gehalt von 1,403 µg/kg gefunden. Im Mittel beträgt die PFOA-Konzentration 0,065 µg/kg.

5.3.2 Bewertung

Die unter 5.3.1 dargestellten Ergebnisse zeigen, dass im Falle für PFOA kein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Eintrag von Löschschaum in die Ochtum und der Belastung der Proben mit PFOA besteht. Die Belastung der beprobten Flussabschnitte mit PFOA ist vordergründig eine Folge der üblichen Hintergrundbelastung von Flussfischen mit PFOA.

5.4 Übersicht aller untersuchter Parameter

Es wurden Untersuchungen an folgenden weiteren Parametern durchgeführt:

Weitere perfluorierte Alkylsulfonsäuren:

- PFBS (Perfluorbutansulfonsäure)
- PFHxS (Perfluorhexansulfonsäure)
- PFHpS (Perfluorheptansulfonsäure)
- 6:2 FTS (6:2-Fluortelomersulfonsäure)

Weitere perfluorierte Alkylcarbonsäuren:

- PFHxA (Perfluorhexansäure)
- PFHpA (Perfluorheptansäure)
- PFNA (Perfluornonansäure)
- PFDA (Perfluordecansäure)
- PFDaA (Perfluordodecansäure)

Es wurden von diesen Substanzen ebenfalls Rückstände in den Ochtum-Fischen nachgewiesen. Abbildung 4 zeigt die gefundenen Mediangehalte in Abhängigkeit von der untersuchten Substanz. Die Ergebnisse sind dabei aufsteigend von links nach rechts sortiert. Die Auswertung erfolgte hier unabhängig von der Fischart und dem Flussabschnitt.

Mediangehalt nach Analyt (über alle Abschnitte)

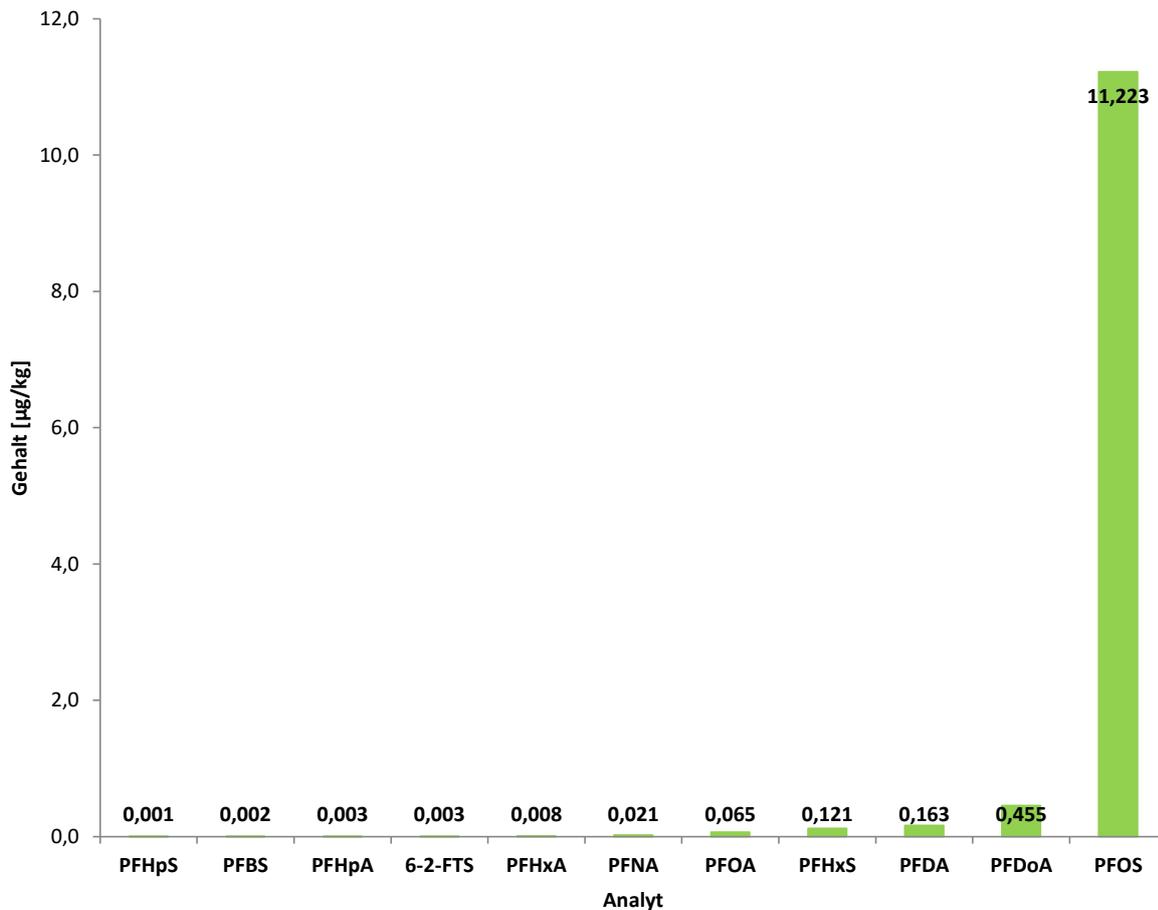


Abbildung 4: Mediangehalte in Abhängigkeit von der untersuchten Substanz. Die Mediane wurden nach dem upper-bound-Ansatz bestimmt, d. h. es wurde von einem worst-case-Szenario ausgegangen, bei dem Konzentrationen unter der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze als Absolutwerte behandelt wurden.

Die Mediangehalte von PFOS und PFOA wurden bereits in den Kapiteln 5.2. und 5.3. diskutiert. Auffällig in diesem Zusammenhang ist, dass PFOS im Mittel mit Abstand in höchster Konzentration gefunden wurde. PFDaA, welches im Mittel die zweithöchste Konzentration aufwies, wurde im Vergleich zu PFOS in 25-fach geringerer Konzentration nachgewiesen. Andere perfluorierte Alkylsubstanzen wurden gleichermaßen in geringerer Konzentration gefunden.

Eine vergleichbare Einschätzung ergibt sich bei der Betrachtung der bestimmten Maximalgehalte (Abbildung 5). Die Ergebnisse sind dabei aufsteigend von links nach rechts sortiert. Die Auswertung erfolgte auch hier unabhängig von der Fischart und dem Flussabschnitt.

Maximalgehalt nach Analyt (über alle Abschnitte)

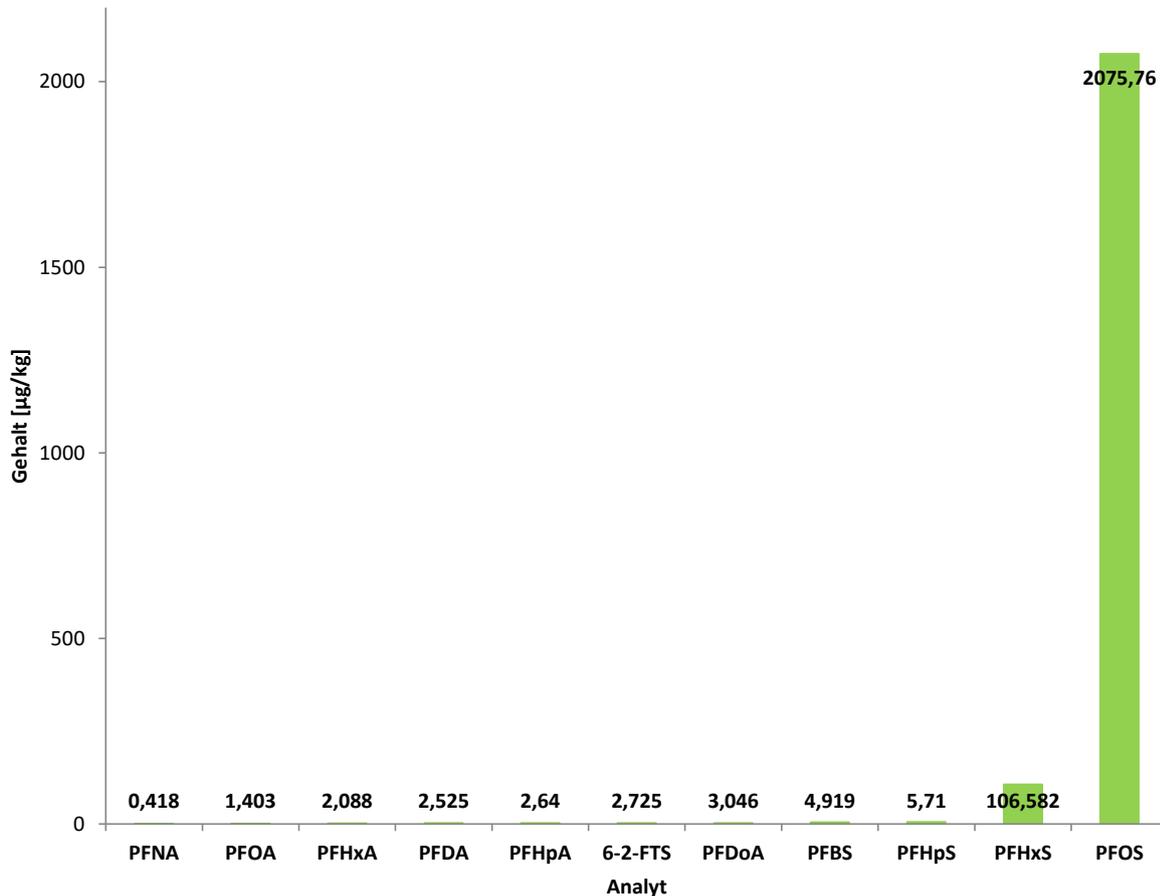


Abbildung 5: Maximalgehalte in Abhängigkeit von der untersuchten Substanz.

Wie bereits erwähnt, wurde für PFOS der mit Abstand höchste Maximalgehalt beobachtet. PFHxS, welches in zweithöchster Konzentration gefunden wurde, wurde im Vergleich in 20-fach geringerer Konzentration bestimmt. Auffällig in diesem Zusammenhang ist jedoch, dass vor allem PFHxS, aber auch PFHpS und PFBS in nennenswerter Konzentration auftraten. Bei all diesen Substanzen handelt es sich um kürzerkettige perfluorierte Alkylsulfonsäuren. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese relativ hohen Konzentrationen z. B. die Folge von Abbaureaktionen von PFOS, gleichermaßen eine Alkylsulfonsäure und in sehr hoher Konzentration gefunden, sind.

6 Schlussfolgerungen für Empfehlungen zum Verzehr

Im Rahmen der Beprobung von 146 Fischen aus der Ochtum im Mai 2019 ist die Substanz PFOS bei allen untersuchten Fischarten und an allen beprobten Flussabschnitten nachweisbar. Im Mittel beträgt die PFOS-Konzentration 11,22 µg/kg, wobei starke Unterschiede im Gehalt je Fischart und je Probenahmestelle festzustellen waren. Insbesondere sind Fischproben, die der Beprobungsstelle in der Nähe zur Grollander Ochtum entnommen wurden, mit einem mittleren PFOS-Gehalt von 57,18 µg/kg besonders auffällig.

Durch die Europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde (EFSA) erfolgte im Dezember 2018 die Neubewertung der toxikologischen Referenzwerte für PFOS und PFOA-Substanzen. Der für PFOS empfohlene tolerierbare Wert einer täglichen Referenzdosis bzw. einer wöchentlichen Aufnahme (Tolerable Weekly Intake, TWI) liegt bei einer täglichen Referenzdosis von 1,8 ng/kg Körpergewicht bzw. einem TWI von 13 ng/kg Körpergewicht. Basierend auf den aktuellen Werten wären nach vergleichbaren Modellrechnungen (und Vereinfachungen) PFOS-Gehalte im Muskelgewebe von Fischen bereits ab 0,36 µg/kg als bedenklich anzusehen. Legt man diesen Wert als PFOS-Orientierungswert für die Untersuchungen von Flussfischen zugrunde, sind die in Flussfischen der Ochtum nachgewiesenen PFOS-Gehalte als hoch problematisch einzustufen, da sie den Orientierungswert um Vielfaches überschreiten. Alle beprobten Fische überschritten diesen Orientierungswert (geringste gefundene Konzentration: 0,401 µg/kg).

Bezüglich PFOA ist ein Maximalwert von PFOA (Max)=1,403 µg/kg Fischmuskel nachgewiesen worden. Angesichts des aus der täglichen Referenzdosis für PFOA (=0,8 ng/kg Körpergewicht) abgeleiteten PFOA-Orientierungswertes von 0,16 µg/kg Fischmuskulatur liegt der in den Untersuchungen ermittelte Maximal-Wert der Ochtum-Fische um das ca. 10-Fache über dem Orientierungswert. Betrachtet man jedoch den Median-Wert aller untersuchten Ochtum-Fische, der für PFOA=0,065 µg/kg Fischmuskulatur betrug, wird der abgeleitete Orientierungswert nicht überschritten.

Für die Berechnungen der Orientierungswerte für PFOS und für PFOA in Fischmuskulatur wurden die täglichen Referenzdosen für die jeweilige Substanz sowie die Annahme, dass ein Verbraucher mit einem Körpergewicht von 60 kg täglich 300 g Fischfilet verzehren würde, zugrunde gelegt. Vergleichbare Berechnungsgrundlagen wurden bereits im Jahr 2006 durch das BfR beschrieben.

Aus Vorsorgegründen wird im Bereich der niedersächsischen Ochtum aufgrund der außergewöhnlich starken Belastung der untersuchten Fische mit Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) und für alle Verbrauchergruppen bis auf weiteres vom Verzehr dort geangelter Flussfische abgeraten.

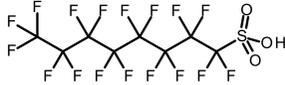
7 Anlagen

Ergebnisse und Auswertungen:

Abschlussbericht

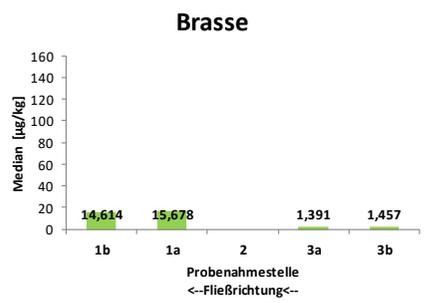
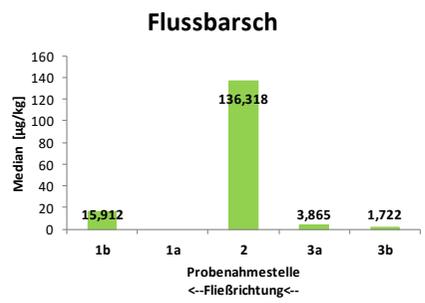
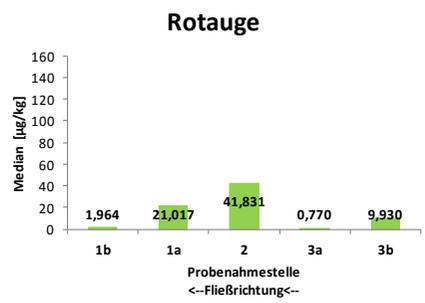
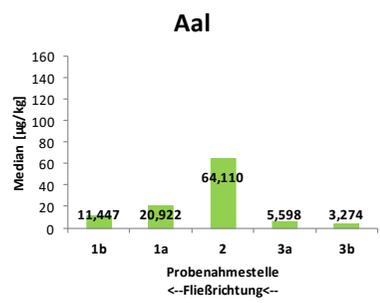
Untersuchung von Fischen in der niedersächsischen Ochtum auf PFAS in 2019

IFF Cuxhaven (Dr. D. Melles, Dr. S. Effkemann, Dr. E. Bartelt) und Dez. 34 (L. Meyer und C. Lecour)



Ergebnisse für PFOS:

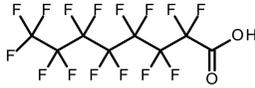
Probenah mestelle	Aal					Rotauge					Flussbarsch					Brasse				
	Gehalt PFOS Aal	Gehalt PFOS Rotauge	Gehalt PFOS Rotauge	Gehalt PFOS Rotauge	Gehalt PFOS Rotauge	Gehalt PFOS Rotauge	Gehalt PFOS Flussbarsch	Gehalt PFOS Flussbarsch	Gehalt PFOS Flussbarsch	Gehalt PFOS Flussbarsch	Gehalt PFOS Flussbarsch	Gehalt PFOS Brasse								
	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b
1	42,623	21,908	61,282	9,285	2,055	2,122	21,017	77,006	70,411	33,898	13,547		150,694	3,896	1,568	15,173	14,858		1,342	0,805
2	1,635	19,936	72,174	4,276	2,117	1,805		29,883	9,203	3,734	18,276		49,257	2,78	1,876	14,055	18,093		1,479	3,899
3	7,175	15,364	18,235	5,631	5,74			57,179	0,616	16,126			69,091	2,71	2,992	10,998	80,711		2,198	0,839
4	32,076	35,064	17,282	4,214	1,86			74,416	68,33	1,276			189,313	2075,76	1,12	26,581	89,028		0,852	1,739
5	3,185	37,88	88,976	5,821	2,549			2,562	0,723	24,665			0,777	4,08		10,179	14,138		0,874	2,96
6	41,688	13,156	419,018	4,948	2,813			1,448	0,401	1,394			39,567	14,024		19,367	32,221		1,073	0,752
7	16,417		41,383	3,873	7,493			56,351	0,447				121,942	2,195		11,86	27,17		1,35	7,765
8	6,906		40,392	8,735	3,735			31,652	0,859				151,875	27,935		18,067	12,957		1,844	0,75
9	11,447		66,937	5,564	5,844			53,245	0,817				197,36	3,833		11,545	12,091		1,431	1,174
10			1333,07	7,66	7,357			101,537	0,614				187,429	3,055		27,035	15,678		1,643	3,161
11								30,197									12,138			
12								41,831												
13								35,65												
14								58,517												
15								24,461												
Median [µg/kg]	11,447	20,922	64,110	5,598	3,274	1,964	21,017	41,831	0,770	9,930	15,912		136,318	3,865	1,722	14,614	15,678		1,391	1,457
Max. [µg/kg]	42,623	37,880	1333,070	9,285	7,493	2,122	21,017	101,537	70,411	33,898	18,276		197,360	2075,760	2,992	27,035	89,028		2,198	7,765
Min. [µg/kg]	1,635	13,156	17,282	3,873	1,860	1,805	21,017	1,448	0,401	1,276	13,547		0,777	2,195	1,120	10,179	12,091		0,852	0,750
Stdabw. [µg/kg]	16,349	10,277	409,874	1,920	2,240	0,224		27,330	28,657	13,704	3,344		71,020	654,197	0,798	6,212	27,976		0,420	2,218



Abschlussbericht

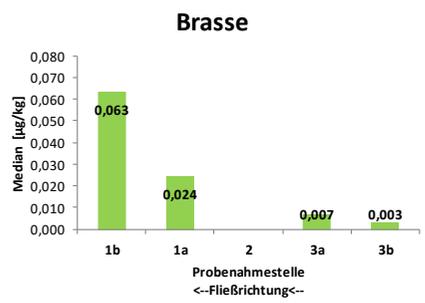
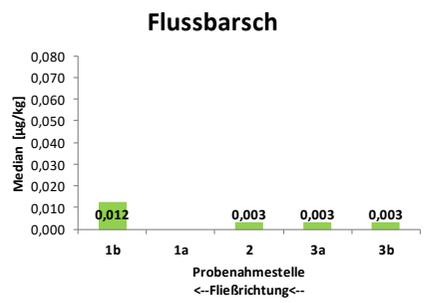
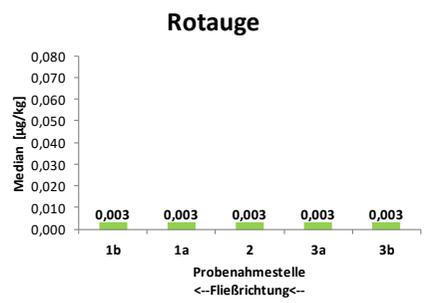
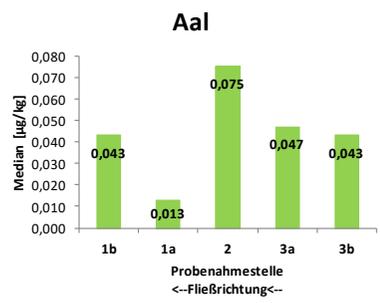
Untersuchung von Fischen in der niedersächsischen Ochtum auf PFAS in 2019

IFF Cuxhaven (Dr. D. Melles, Dr. S. Effkemann, Dr. E. Bartelt) und Dez. 34 (L. Meyer und C. Lecour)



Ergebnisse für PFOA:

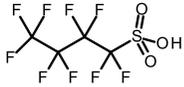
Probenah mestelle	Aal					Rotaue					Flussbarsch					Brasse				
	Gehalt PFOA Aal	Gehalt PFOA Rotaue	Gehalt PFOA Rotaue	Gehalt PFOA Rotaue	Gehalt PFOA Rotaue	Gehalt PFOA Rotaue	Gehalt PFOA Flussbarsch	Gehalt PFOA Flussbarsch	Gehalt PFOA Flussbarsch	Gehalt PFOA Flussbarsch	Gehalt PFOA Flussbarsch	Gehalt PFOA Brasse	Gehalt PFOA Brasse	Gehalt PFOA Brasse	Gehalt PFOA Brasse	Gehalt PFOA Brasse				
	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b
1	0,013	0,043	0,044	0,07	0,043	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003		0,003	0,01	0,003	0,061	0,014		0,003	0,003
2	0,013	0,013	0,196	0,043	0,043	0,003		0,003	0,003	0,003	0,021		0,003	0,003	0,003	0,058	0,12		0,011	0,003
3	0,013	0,013	0,043	0,051	0,043			0,003	0,003	0,003			0,003	0,01	0,003	0,084	0,013		0,01	0,003
4	0,043	0,013	0,043	0,043	0,043			0,003	0,003	0,003			0,003	0,003	0,003	0,074	0,026		0,003	0,003
5	0,043	0,013	0,056	0,053	0,013			0,003	0,003	0,003			0,003	0,003	0,003	0,003	0,019		0,01	0,003
6	0,013	0,013	0,63	0,043	0,013			0,003	0,003	0,003			0,003	0,003	0,003	0,048	0,01		0,003	0,003
7	0,071		0,081	0,043	0,043			0,003	0,003	0,003			0,003	0,003	0,003	0,039	0,049		0,003	0,003
8	0,082		0,069	0,013	0,013			0,003	0,003	0,003			0,003	0,003	0,003	0,065	0,003		0,003	0,003
9	0,043		0,084	0,067	0,043			0,003	0,003	0,003			0,003	0,003	0,003	0,075	0,048		0,01	0,003
10			1,403	0,053	0,043			0,003	0,003	0,003			0,003	0,01	0,003	0,145	0,257		0,01	0,003
11								0,003									0,024			
12								0,003												
13								0,003												
14								0,003												
15								0,003												
Median* [µg/kg]	0,043	0,013	0,075	0,047	0,043	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,012		0,003	0,003	0,003	0,063	0,024		0,007	0,003
Max. [µg/kg]	0,082	0,043	1,403	0,070	0,043	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,021		0,003	0,010	0,003	0,145	0,257		0,011	0,003
Min. [µg/kg]	0,013	0,013	0,043	0,013	0,013	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003		0,003	0,003	0,003	0,003	0,003		0,003	0,003
Stdabw. [µg/kg]	0,026	0,012	0,438	0,016	0,014	0,000					0,013		0,000	0,003	0,000	0,036	0,075		0,004	0,000



Abschlussbericht

Untersuchung von Fischen in der niedersächsischen Ochtum auf PFAS in 2019

IFF Cuxhaven (Dr. D. Melles, Dr. S. Effkemann, Dr. E. Bartelt) und Dez. 34 (L. Meyer und C. Lecour)



Ergebnisse für PFBS:

Probenah mestelle	Aal					Rotaue					Flussbarsch					Brasse				
	Gehalt PFBS Aal µg/kg	Gehalt PFBS Aal µg/kg	Gehalt PFBS Aal µg/kg	Gehalt PFBS Aal µg/kg	Gehalt PFBS Aal µg/kg	Gehalt PFBS Rotaue µg/kg	Gehalt PFBS Flussbarsch µg/kg	Gehalt PFBS Brasse µg/kg												
	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b
1	0,18	0,05	0,314	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,023	0,002		0,01	0,002	
2	0,003	0,079	0,393	0,024	0,003	0,002		0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002		0,002	0,002
3	0,054	0,106	0,037	0,03	0,003			0,002	0,002	0,002			0,002	0,033	0,002	0,002	0,002		0,002	0,002
4	0,062	0,121	0,06	0,013	0,003			0,008	0,002	0,002			0,002	0,027	0,002	0,002	0,002		0,01	0,002
5	0,052	0,011	0,281	0,003	0,003			0,002	0,002	0,002			0,002	0,058	0,002	0,002	0,002		0,002	0,002
6	0,003	0,059	0,692	0,011	0,003			0,002	0,002	0,002			0,002	0,002	0,002	0,002	0,002		0,002	0,002
7	0,237		0,076	0,003	0,042			0,008	0,002				0,002	0,047	0,002	0,002	0,002		0,01	0,002
8	0,148		0,23	0,003	0,003			0,002	0,002				0,002	0,058	0,002	0,002	0,002		0,002	0,002
9	0,084		0,491	0,072	0,003			0,002	0,002				0,002	0,028	0,002	0,002	0,002		0,025	0,002
10			4,919	0,06	0,003			0,009	0,002				0,002	0,06	0,002	0,002	0,002		0,026	0,002
11								0,002									0,002			
12								0,011												
13								0,008												
14								0,002												
15								0,002												
Median* [µg/kg]	0,062	0,069	0,298	0,012	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,031	0,002	0,002	0,002		0,006	0,002
Max. [µg/kg]	0,237	0,121	4,919	0,072	0,042	0,002	0,002	0,011	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,060	0,002	0,023	0,002		0,026	0,002
Min. [µg/kg]	0,003	0,011	0,037	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002		0,002	0,002
Stdabw. [µg/kg]	0,080	0,040	1,479	0,025	0,012	0,000		0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	0,000	0,007	0,000		0,009	0,000

Aal

Rotaue

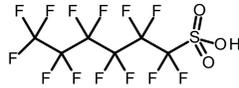
Flussbarsch

Brasse

Abschlussbericht

Untersuchung von Fischen in der niedersächsischen Ochtum auf PFAS in 2019

IFF Cuxhaven (Dr. D. Melles, Dr. S. Effkemann, Dr. E. Bartelt) und Dez. 34 (L. Meyer und C. Lecour)



Ergebnisse für PFHxS:

Probenah mestelle	Aal					Rotaue					Flussbarsch					Brasse						
	Gehalt PFHxS Aal	Gehalt PFHxS Aal	Gehalt PFHxS Aal	Gehalt PFHxS Aal	Gehalt PFHxS Aal	Gehalt PFHxS Rotaue	Gehalt PFHxS Rotaue	Gehalt PFHxS Rotaue	Gehalt PFHxS Rotaue	Gehalt PFHxS Rotaue	Gehalt PFHxS Flussbarsch	Gehalt PFHxS Flussbarsch	Gehalt PFHxS Flussbarsch	Gehalt PFHxS Flussbarsch	Gehalt PFHxS Flussbarsch	Gehalt PFHxS Brasse	Gehalt PFHxS Brasse	Gehalt PFHxS Brasse	Gehalt PFHxS Brasse	Gehalt PFHxS Brasse		
	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	
	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b		
1	4,75	4,849	10,469	0,102	0,035	0,001	0,14	0,165	0,001	0,106	0,114		0,647	0,001	0,001	0,222	0,287			0,001	0,029	
2	0,121	1,789	12,206	0,095	0,064	0,001		0,085	0,053	0,026	0,012		0,594	0,001	0,001	0,636	0,735			0,022	0,001	
3	1,336	0,926	4,031	0,663	0,481			0,151	0,001	0,093			0,143	0,001	0,001	0,302	2,631			0,007	0,023	
4	1,721	2,96	1,473	0,054	0,034			0,11	0,001	0,001			0,291	0,366	0,025	1,361	1,903			0,001	0,04	
5	0,308	2,596	7,103	0,092	0,025			0,02	0,001	0,068			1,505	0,001		0,018	0,555			0,001	0,044	
6	0,151	1,914	69,405	0,168	0,009			0,013	0,001	0,001			0,271	0,001		0,288	0,596			0,034	0,025	
7	0,835		2,638	0,054	0,146			0,107	0,169				0,855	0,001		0,221	0,998			0,041	0,054	
8	0,541		4,878	0,33	0,023			0,065	0,312				0,588	0,056		0,248	0,43			0,033	0,001	
9	2,127		18,962	0,102	0,185			0,138	0,322				0,637	0,001		0,291	0,237			0,001	0,027	
10			106,582	0,121	0,158			0,252	0,001				1,26	0,001		0,176	0,17			0,001	0,001	
11								0,091									0,126					
12								0,113														
13								0,203														
14								0,167														
15								0,082														
Median* [µg/kg]	0,835	2,255	8,786	0,102	0,050	0,001	0,140	0,110	0,001	0,047	0,063		0,616	0,001	0,001	0,268	0,555			0,004	0,026	
Max. [µg/kg]	4,750	4,849	106,582	0,663	0,481	0,001	0,140	0,252	0,322	0,106	0,114		1,505	0,366	0,025	1,361	2,631			0,041	0,054	
Min. [µg/kg]	0,121	0,926	1,473	0,054	0,009	0,001	0,140	0,013	0,001	0,001	0,012		0,143	0,001	0,001	0,018	0,126			0,001	0,001	
Stdabw. [µg/kg]	1,468	1,346	35,343	0,188	0,143	0,000		0,064	0,133	0,046	0,072		0,431	0,115	0,012	0,379	0,793			0,016	0,019	

Aal

Probenahmestelle	Median
1b	0,835
1a	2,255
2	8,786
3a	0,102
3b	0,050

Rotaue

Probenahmestelle	Median
1b	0,001
1a	0,140
2	0,110
3a	0,001
3b	0,047

Flussbarsch

Probenahmestelle	Median
1b	0,063
1a	
2	0,616
3a	0,001
3b	0,001

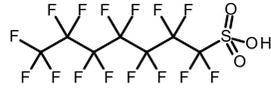
Brasse

Probenahmestelle	Median
1b	0,268
1a	0,555
2	
3a	0,004
3b	0,026

Abschlussbericht

Untersuchung von Fischen in der niedersächsischen Ochtum auf PFAS in 2019

IFF Cuxhaven (Dr. D. Melles, Dr. S. Effkemann, Dr. E. Bartelt) und Dez. 34 (L. Meyer und C. Lecour)



Ergebnisse für PFHxS:

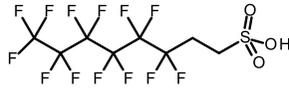
Probenahmestelle	Aal					Rotaugen					Flussbarsch					Brasse				
	Gehalt PFHxS Aal	Gehalt PFHxS Rotaugen	Gehalt PFHxS Flussbarsch	Gehalt PFHxS Brasse																
	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b
1	0,209	0,059	0,365	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,034	0,001		0,014	0,001
2	0,002	0,092	0,456	0,027	0,064	0,001		0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001		0,001	0,001
3	0,062	0,002	0,043	0,035	0,002			0,001	0,001	0,001			0,001	0,048	0,001	0,001	0,001		0,001	0,001
4	0,072	0,14	0,07	0,016	0,002			0,011	0,001	0,001			0,001	0,04	0,001	0,001	0,001		0,014	0,001
5	0,06	0,012	0,326	0,002	0,002			0,001	0,001	0,001			0,001	0,085		0,001	0,001		0,001	0,001
6	0,002	0,068	0,803	0,01	0,002			0,001	0,001	0,001			0,001	0,001		0,001	0,001		0,001	0,001
7	0,275		0,088	0,002	0,049			0,01	0,001				0,001	0,069		0,001	0,001		0,014	0,001
8	0,172		0,267	0,002	0,002			0,001	0,001				0,001	0,085		0,001	0,001		0,001	0,001
9	0,098		0,569	0,084	0,002			0,001	0,001				0,001	0,042		0,001	0,001		0,037	0,001
10			5,71	0,007	0,002			0,013	0,001				0,001	0,088		0,001	0,001		0,038	0,001
11								0,001									0,001			
12								0,016												
13								0,011												
14								0,001												
15								0,001												
Median* [µg/kg]	0,072	0,064	0,346	0,009	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,045	0,001	0,001	0,001		0,008	0,001
Max. [µg/kg]	0,275	0,140	5,710	0,084	0,064	0,001	0,001	0,016	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,088	0,001	0,034	0,001		0,038	0,001
Min. [µg/kg]	0,002	0,002	0,043	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001		0,001	0,001
Stdabw. [µg/kg]	0,094	0,051	1,717	0,026	0,023	0,000		0,006	0,000	0,000	0,000		0,000	0,036	0,000	0,010	0,000		0,015	0,000

Probenahmestelle	Aal	Rotaugen	Flussbarsch	Brasse
1b	0,072	0,001	0,001	0,001
1a	0,064	0,001	0,001	0,001
2	0,346	0,001	0,001	0,001
3a	0,009	0,001	0,045	0,008
3b	0,002	0,001	0,001	0,001

Abschlussbericht

Untersuchung von Fischen in der niedersächsischen Ochtum auf PFAS in 2019

IFF Cuxhaven (Dr. D. Melles, Dr. S. Effkemann, Dr. E. Bartelt) und Dez. 34 (L. Meyer und C. Lecour)



Ergebnisse für 6:2 FTS:

Probenah- mestelle	Aal					Rotaue					Flussbarsch					Brasse				
	Gehalt 62- FTS Aal	Gehalt 62- FTS Rotaue	Gehalt 62- FTS Flussbarsch	Gehalt 62- FTS Brasse																
	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b
1	0,002	0,002	0,208	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003			0,003
2	0,002	0,002	0,215	0,206	0,215	0,003					0,003					0,003	0,003			0,003
3	0,002	0,002	0,206	0,002	0,205				0,003	0,003						0,003	0,003			0,003
4	0,002	0,002	0,206	2,725	0,206				0,003	0,003						0,003	0,003			0,003
5	0,002	0,002	0,208	0,206	0,002				0,003	0,003						0,003	0,003			0,003
6	0,002	0,002	0,25	0,002	0,002				0,003	0,003						0,003	0,003			
7	0,002		0,209	0,214	0,206				0,003							0,003	0,003			
8	0,002		0,206	0,205	0,002				0,003							0,003	0,003			
9	0,002		0,223	0,212	0,206				0,003							0,003	0,003			
10			0,76	0,206	0,206				0,003							0,003	0,003			
11																	0,003			
12																				
13																				
14																				
15																				
Median* [µg/kg]	0,002	0,002	0,209	0,206	0,206	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003			0,003
Max. [µg/kg]	0,002	0,002	0,760	2,725	0,215	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,043	0,003	0,003	0,003	0,003			0,003
Min. [µg/kg]	0,002	0,002	0,206	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003			0,003
Stdabw. [µg/kg]	0,000	0,000	0,173	0,823	0,106	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,013	0,000	0,000	0,000			0,000

Aal

Rotaue

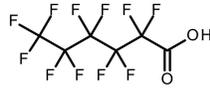
Flussbarsch

Brasse

Abschlussbericht

Untersuchung von Fischen in der niedersächsischen Ochtum auf PFAS in 2019

IFF Cuxhaven (Dr. D. Melles, Dr. S. Effkemann, Dr. E. Bartelt) und Dez. 34 (L. Meyer und C. Lecour)



Ergebnisse für PFHxA:

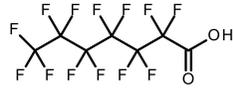
Probenah mestelle	Aal					Rotaue					Flussbarsch					Brasse				
	Gehalt PFHxA Aal	Gehalt PFHxA Aal	Gehalt PFHxA Aal	Gehalt PFHxA Aal	Gehalt PFHxA Aal	Gehalt PFHxA Rotaue	Gehalt PFHxA Rotaue	Gehalt PFHxA Rotaue	Gehalt PFHxA Rotaue	Gehalt PFHxA Rotaue	Gehalt PFHxA Flussbarsch	Gehalt PFHxA Flussbarsch	Gehalt PFHxA Flussbarsch	Gehalt PFHxA Flussbarsch	Gehalt PFHxA Flussbarsch	Gehalt PFHxA Brasse	Gehalt PFHxA Brasse	Gehalt PFHxA Brasse	Gehalt PFHxA Brasse	Gehalt PFHxA Brasse
	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b
1	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	1,031	1,044		0,008	0,008
2	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,008					0,008					0,943	0,008		0,008	0,008
3	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003			0,008	0,008	0,008			0,008	0,008	0,008	0,632	0,73		0,008	0,282
4	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003			0,008	0,008	0,008			0,008	0,008	0,008	0,008	0,698		0,92	0,008
5	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003			0,008	0,008	0,008			0,008	0,008	0,008	0,973	0,981		0,896	0,181
6	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003			0,008	0,008	0,008			0,008	0,008	0,008	1,22	0,507		2,088	0,008
7	0,003		0,003	0,003	0,003			0,008	0,008	0,008			0,008	0,008	0,008	0,008	0,008		0,008	0,318
8	0,003		0,003	0,003	0,003			0,008	0,008	0,008			0,008	0,008	0,008	0,509	0,928		0,639	0,008
9	0,003		0,003	0,003	0,003			0,008	0,008	0,008			0,008	0,008	0,008	0,008	1,021		0,027	0,008
10			0,577	0,003	0,003			0,008	0,008	0,008			0,008	0,008	0,008	0,544	0,654		0,008	0,382
11								0,008										1,313		
12								0,008												
13								0,008												
14								0,008												
15								0,008												
Median* [µg/kg]	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008		0,008	0,008	0,008	0,588	0,730		0,018	0,008
Max. [µg/kg]	0,003	0,003	0,577	0,003	0,003	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008		0,008	0,008	0,008	1,220	1,313		2,088	0,382
Min. [µg/kg]	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008		0,008	0,008	0,008	0,008	0,008		0,008	0,008
Stdabw. [µg/kg]	0,000	0,000	0,182	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,458	0,415		0,691	0,154

Aal					Rotaue					Flussbarsch					Brasse								
Median [µg/kg]	1b	1a	2	3a	3b	Median [µg/kg]	1b	1a	2	3a	3b	Median [µg/kg]	1b	1a	2	3a	3b	Median [µg/kg]	1b	1a	2	3a	3b
0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,588	0,730		0,018	0,008	

Abschlussbericht

Untersuchung von Fischen in der niedersächsischen Ochtum auf PFAS in 2019

IFF Cuxhaven (Dr. D. Melles, Dr. S. Effkemann, Dr. E. Bartelt) und Dez. 34 (L. Meyer und C. Lecour)



Ergebnisse für PFHpA:

Probenah mestelle	Aal					Rotaue					Flussbarsch					Brasse				
	Gehalt PFHpA Aal	Gehalt PFHpA Aal	Gehalt PFHpA Aal	Gehalt PFHpA Aal	Gehalt PFHpA Aal	Gehalt PFHpA Rotaue	Gehalt PFHpA Rotaue	Gehalt PFHpA Rotaue	Gehalt PFHpA Rotaue	Gehalt PFHpA Rotaue	Gehalt PFHpA Flussbarsch	Gehalt PFHpA Flussbarsch	Gehalt PFHpA Flussbarsch	Gehalt PFHpA Flussbarsch	Gehalt PFHpA Flussbarsch	Gehalt PFHpA Brasse	Gehalt PFHpA Brasse	Gehalt PFHpA Brasse	Gehalt PFHpA Brasse	Gehalt PFHpA Brasse
	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b
1	0,029	0,036	0,825	0,066	0,066	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,02	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
2	0,032	0,028	0,08	0,063	0,063	0,003		0,019	0,003	0,003	0,003		0,02	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
3	0,026	0,029	0,483	0,066	0,063			0,02	0,003	0,003			0,02	0,003	0,003	0,003	0,014		0,003	0,003
4	0,035	0,029	0,069	0,072	0,066			0,003	0,003	0,003			0,02	0,003	0,003	0,003	0,003		0,003	0,003
5	0,028	0,025	1,085	0,075	0,063			0,003	0,003	0,003			2,64	0,003	0,003	0,003	0,003		0,003	0,003
6	0,03	0,026	0,095	0,068	0,063			0,019	0,003	0,003			0,02	0,003	0,003	0,003	0,003		0,003	0,003
7	0,043		0,459	0,07	0,066			0,003	0,003	0,003			0,02	0,003	0,003	0,003	0,003		0,003	0,003
8	0,029		0,069	0,063	0,063			0,003	0,003	0,003			0,02	0,003	0,003	0,003	0,003		0,003	0,003
9	0,032		0,069	0,068	0,065			0,003	0,003	0,003			0,022	0,003	0,003	0,003	0,003		0,003	0,003
10			0,265	0,069	0,066			0,003	0,003	0,003			0,02	0,003	0,003	0,003	0,003		0,003	0,003
11								0,019									0,003			
12								0,003												
13								0,003												
14								0,003												
15								0,023												
Median* [µg/kg]	0,030	0,029	0,180	0,068	0,064	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,020	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Max. [µg/kg]	0,043	0,036	1,085	0,075	0,066	0,003	0,003	0,023	0,003	0,003	0,003	0,003	2,640	0,003	0,003	0,003	0,014		0,003	0,003
Min. [µg/kg]	0,026	0,025	0,069	0,063	0,063	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,020	0,003	0,003	0,003	0,003		0,003	0,003
Stdabw. [µg/kg]	0,005	0,004	0,362	0,004	0,002	0,000		0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,828	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Aal

Rotaue

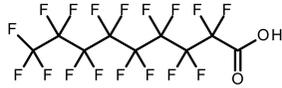
Flussbarsch

Brasse

Abschlussbericht

Untersuchung von Fischen in der niedersächsischen Ochtum auf PFAS in 2019

IFF Cuxhaven (Dr. D. Melles, Dr. S. Effkemann, Dr. E. Bartelt) und Dez. 34 (L. Meyer und C. Lecour)



Ergebnisse für PFNA:

Probenah- mestelle	Aal					Rotaue					Flussbarsch					Brasse				
	Gehalt PFNA Aal	Gehalt PFNA Aal	Gehalt PFNA Aal	Gehalt PFNA Aal	Gehalt PFNA Aal	Gehalt PFNA Rotaue	Gehalt PFNA Rotaue	Gehalt PFNA Rotaue	Gehalt PFNA Rotaue	Gehalt PFNA Rotaue	Gehalt PFNA Flussbarsch	Gehalt PFNA Flussbarsch	Gehalt PFNA Flussbarsch	Gehalt PFNA Flussbarsch	Gehalt PFNA Flussbarsch	Gehalt PFNA Brasse	Gehalt PFNA Brasse	Gehalt PFNA Brasse	Gehalt PFNA Brasse	Gehalt PFNA Brasse
	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b
1	0,043	0,029	0,021	0,267	0,021	0,003	0,003	0,003	0,019	0,003	0,024		0,01	0,054	0,003	0,156	0,038		0,003	0,003
2	0,104	0,021	0,056	0,047	0,006	0,003		0,003	0,017	0,003	0,003		0,003	0,052	0,003	0,375	0,073		0,042	0,003
3	0,037	0,069	0,006	0,086	0,051			0,003	0,015	0,003			0,003	0,045	0,003	0,121	0,056		0,044	0,003
4	0,108	0,036	0,021	0,095	0,006			0,003	0,026	0,003			0,003	0,03	0,003	0,128	0,041		0,003	0,003
5	0,135	0,021	0,029	0,171	0,021			0,003	0,014	0,003			0,003	0,057		0,072	0,055		0,024	0,003
6	0,418	0,006	0,067	0,098	0,006			0,003	0,013	0,003			0,009	0,068		0,163	0,021		0,003	0,003
7	0,159		0,056	0,083	0,057			0,003	0,015				0,018	0,061		0,136	0,014		0,003	0,003
8	0,08		0,024	0,055	0,006			0,003	0,01				0,012	0,058		0,295	0,129		0,003	0,003
9	0,047		0,006	0,169	0,03			0,003	0,02				< 0,003	0,073		0,126	0,117		0,035	0,003
10			0,203	0,107	0,034				0,014				0,014	0,06		0,217	0,092		0,039	0,003
11									0,003								0,078			
12									0,003											
13									0,003											
14									0,003											
15									0,003											
Median* [µg/kg]	0,104	0,025	0,027	0,097	0,021	0,003	0,003	0,003	0,015	0,003	0,014		0,009	0,058	0,003	0,146	0,056		0,014	0,003
Max. [µg/kg]	0,418	0,069	0,203	0,267	0,057	0,003	0,003	0,003	0,026	0,003	0,024		0,018	0,073	0,003	0,375	0,129		0,044	0,003
Min. [µg/kg]	0,037	0,006	0,006	0,047	0,006	0,003	0,003	0,003	0,010	0,003	0,003		0,003	0,030	0,003	0,072	0,014		0,003	0,003
Stdabw. [µg/kg]	0,117	0,021	0,058	0,067	0,019	0,000		0,000	0,004	0,000	0,015		0,006	0,012	0,000	0,092	0,037		0,019	0,000

Aal

Rotaue

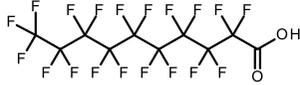
Flussbarsch

Brasse

Abschlussbericht

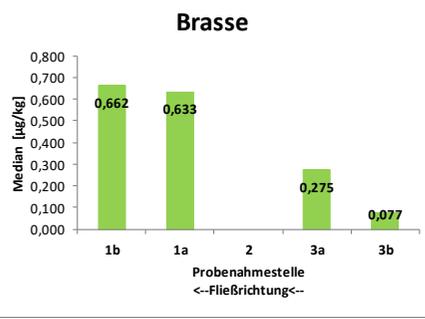
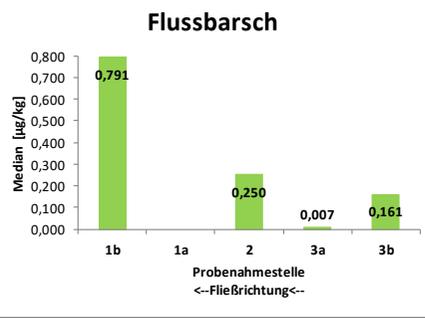
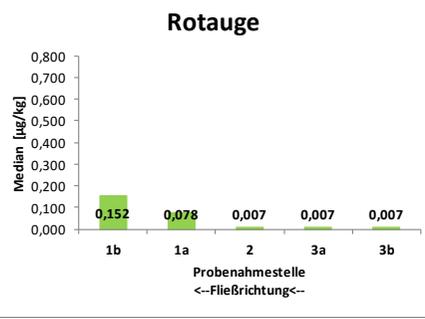
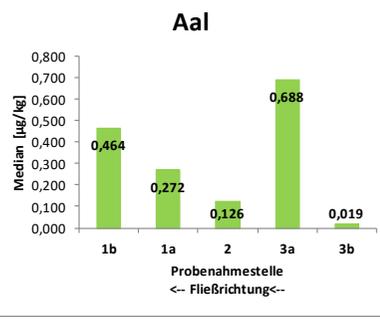
Untersuchung von Fischen in der niedersächsischen Ochtum auf PFAS in 2019

IFF Cuxhaven (Dr. D. Melles, Dr. S. Effkemann, Dr. E. Bartelt) und Dez. 34 (L. Meyer und C. Lecour)



Ergebnisse für PFDA:

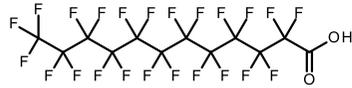
Probenah- mestelle	Aal					Rotaue					Flussbarsch					Brasse						
	Gehalt PFDA Aal	Gehalt PFDA Rotaue	Gehalt PFDA Rotaue	Gehalt PFDA Rotaue	Gehalt PFDA Rotaue	Gehalt PFDA Rotaue	Gehalt PFDA Flussbarsch	Gehalt PFDA Flussbarsch	Gehalt PFDA Flussbarsch	Gehalt PFDA Flussbarsch	Gehalt PFDA Flussbarsch	Gehalt PFDA Brasse	Gehalt PFDA Brasse	Gehalt PFDA Brasse	Gehalt PFDA Brasse	Gehalt PFDA Brasse						
	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	
	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b		
1	0,697	0,194	0,198	1,412	0,019	0,201	0,078	0,007	0,007	0,007	0,876	0,705	0,377	0,205	0,007	0,271	0,411	0,633		0,245	0,007	
2	0,123	0,11	0,196	0,408	0,019	0,103		0,007	0,007	0,115			0,205	0,007	0,1		0,826	0,835		0,309	0,117	
3	0,157	0,35	0,019	0,344	0,619			0,007	0,007	0,007			0,285	0,007	0,222		0,308	0,796		0,382	0,038	
4	0,864	0,403	0,019	0,535	0,019			0,007	0,028	0,007			0,17	0,007	0,085		0,672	0,648		0,062	0,217	
5	0,226	0,582	0,168	0,995	0,019			0,007	0,007	0,007			0,007	0,007			0,652	0,522		0,409	0,115	
6	2,525	0,062	0,019	0,705	0,019			0,007	0,007	0,121			0,216	0,007			0,76	0,538		0,024	0,007	
7	0,922		0,175	0,528	0,775			0,007	0,007				0,448	1,788			0,509	0,132		0,1	0,206	
8	0,464		0,147	0,67	0,019			0,007	0,007				0,225	0,007			0,74	0,784		0,193	0,007	
9	0,202		0,019	0,93	0,289			0,007	0,007				0,275	0,007			0,503	0,562		0,304	0,094	
10			0,105	1,121	0,019			0,03	0,007				0,31	0,869			0,762	0,708		0,5	0,06	
11								0,007										0,562				
12								0,007														
13								0,007														
14								0,007														
15								0,007														
Median* [µg/kg]	0,464	0,272	0,126	0,688	0,019	0,152	0,078	0,007	0,007	0,007	0,791		0,250	0,007	0,161	0,662	0,633			0,275	0,077	
Max. [µg/kg]	2,525	0,582	0,198	1,412	0,775	0,201	0,078	0,030	0,028	0,121	0,876		0,448	1,788	0,271	0,826	0,835			0,500	0,217	
Min. [µg/kg]	0,123	0,062	0,019	0,344	0,019	0,103	0,078	0,007	0,007	0,007	0,705		0,007	0,007	0,085	0,308	0,132			0,024	0,007	
Stdabw. [µg/kg]	0,755	0,197	0,080	0,342	0,287	0,069		0,006	0,007	0,057	0,121		0,120	0,598	0,091	0,172	0,193			0,158	0,078	



Abschlussbericht

Untersuchung von Fischen in der niedersächsischen Ochtum auf PFAS in 2019

IFF Cuxhaven (Dr. D. Melles, Dr. S. Effkemann, Dr. E. Bartelt) und Dez. 34 (L. Meyer und C. Lecour)



Ergebnisse für PFDoA:

Probenahmestelle	Aal					Rotaugen					Flussbarsch					Brasse				
	Gehalt PFDoA Aal	Gehalt PFDoA Rotaugen	Gehalt PFDoA Flussbarsch	Gehalt PFDoA Brasse																
	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b	1b	1a	2	3a	3b
1	1,461	0,868	0,825	3,046	0,454	0,023	0,076	0,076	0,023	0,023	1,149		0,872	1,557	0,226	0,509	0,446		0,485	0,023
2	0,448	0,626	1,113	1,302	0,294	0,481		0,076	0,023	0,586	0,73		0,856	0,475	0,321	0,746	0,521		0,171	0,276
3	0,57	1,065	0,483	1,223	1,247			0,119	0,023	0,023			0,668	0,188	0,402	0,237	0,732		0,395	0,165
4	1,127	1,498	0,658	1,768	0,406			0,079	0,25	0,023			0,455	1,064	0,404	0,728	0,65		0,023	0,474
5	0,811	1,535	1,085	2,138	0,503			0,023	0,132	0,023			0,023	0,433		0,113	0,27		0,023	0,192
6	1,699	0,576	0,741	1,729	0,293			0,023	0,023	0,13			0,547	1,799		0,678	1,059		0,023	0,076
7	1,361		0,459	1,176	1,546			0,023	0,023				0,904	0,589		0,597	0,023		0,265	0,226
8	1,088		1,007	1,234	0,503			0,023	0,023				0,557	0,593		0,635	0,331		0,169	0,076
9	0,573		0,413	2,005	0,866			0,023	0,023				0,649	0,761		0,497	0,226		0,087	0,309
10			1,42	1,995	0,376			0,229	0,023				0,616	0,811		0,893	0,354		0,218	0,08
11								0,023									0,19			
12								0,023												
13								0,023												
14								0,023												
15								0,023												
Median* [µg/kg]	1,088	0,967	0,783	1,749	0,479	0,252	0,076	0,023	0,023	0,023	0,940		0,633	0,677	0,362	0,616	0,354		0,170	0,179
Max. [µg/kg]	1,699	1,535	1,420	3,046	1,546	0,481	0,076	0,229	0,250	0,586	1,149		0,904	1,799	0,404	0,893	1,059		0,485	0,474
Min. [µg/kg]	0,448	0,576	0,413	1,176	0,293	0,023	0,076	0,023	0,023	0,023	0,730		0,023	0,188	0,226	0,113	0,023		0,023	0,023
Stdabw. [µg/kg]	0,442	0,417	0,332	0,580	0,432	0,324		0,058	0,076	0,225	0,296		0,257	0,510	0,084	0,237	0,291		0,160	0,137

Aal

Rotaugen

Flussbarsch

Brasse