

DOI: <https://doi.org/10.17590/20230927-115320-0>

## Expositionsschätzung zur Aufnahme von PCDD/F und dioxinähnlichen PCB sowie PFAS durch den Verzehr verschiedener Fischarten

Stellungnahme Nr. 043/2023 des BfR vom 27. September 2023

Viele Fische und Meeresfrüchte sind reich an wertvollen Nährstoffen, Vitaminen und Spurenelementen, aber sie können auch unerwünschte Stoffe enthalten, die sich zum Beispiel im Fett der Tiere anreichern. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat berechnet, welche Mengen solcher Stoffe Verbraucherinnen und Verbraucher beim Verzehr von wöchentlich einer bis drei Fischmahlzeiten (je 150 g) aufnehmen. Die betrachteten Stoffe gliedern sich in zwei Gruppen:

1. Dioxine (PCDD/F) und dioxinähnliche (dl) PCB sind langlebige Kontaminanten, die durch menschliche Aktivitäten, im Fall der Dioxine auch durch Waldbrände oder Vulkanausbrüche, in die Umwelt gelangen.
2. Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS) sind eine Gruppe organischer Fluorverbindungen, die aus industriellen Prozessen stammen und z. B. in Imprägniermitteln, Outdoorbekleidung und Feuerlöschschäumen vorkommen.

Das Vorkommen dieser Umweltkontaminanten kann regional stark variieren. Dies wurde bei den Berechnungen berücksichtigt. Es wurden Auswertungen hinsichtlich mittlerer und hoher Gehalte für die verschiedenen Fischarten erstellt. Für Meeresfrüchte lagen keine Daten vor.

Die höchsten mittleren Gehalte an PCDD/F-PCB finden sich in Aalen, Haifischen/Schillerlocke und Brassens. Die niedrigsten Gehalte zeigen sich bei Dorschfischen und Thunfisch. Für PFAS wurden die höchsten mittleren Gehalte in barschartigen Süßwasserfischen und Aalen nachgewiesen, die niedrigsten Gehalte in Seelachs/Alaska-Pollack, Thunfisch und Pangasius. Es ist generell darauf hinzuweisen, dass die verwendeten Gehaltsdaten aus verschiedenen Programmen der amtlichen Lebensmittelüberwachung stammen. Auch wenn Verdachts- und Verfolgungsproben ausgeschlossen wurden, kann keine Aussage über die Repräsentativität der Proben für den gesamten deutschen Markt getroffen werden.

Die ermittelten Aufnahmemengen wurden mit den jeweiligen gesundheitsbasierten Richtwerten der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) verglichen. Die EFSA hat für beide Stoffgruppen jeweils eine tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge (*Tolerable Weekly Intake*, TWI) abgeleitet, bei der keine negativen gesundheitlichen Folgen zu erwarten sind. Für PCDD/F-PCB liegt der TWI bei 2 pg pro kg Körpergewicht (KG) und Woche. Dieser TWI wird bereits beim Verzehr von einer Fischmahlzeit pro Woche bei Aalen, Schillerlocken, Brassens, Forellen, Heringsfischen, Hechten und sonstige Fischen überschritten, wenn diese Fische mittlere Dioxin- und PCB-Gehalte aufweisen. Die niedrigsten Aufnahmen von PCDD/F-PCB fanden sich bei Verzehr von Dorschfisch, Thunfisch und Regenbogenforelle.

Für PFAS hat die EFSA einen TWI von 4,4 ng pro kg KG und Woche abgeleitet. Bei einigen untersuchten Fischarten kam es in diesem Modell bereits bei einer Fischmahlzeit pro Woche zu einer mehrfachen Überschreitung des TWI für die Summe der vier PFAS.

PCDD/F-PCB und PFAS sind in der Nahrungskette unerwünscht. Gesetzliche Regulierungen haben den vom Menschen in die Umwelt eingetragenen Anteil der Substanzgruppen in den letzten Jahrzehnten erheblich reduziert. Die Aufnahme dieser Stoffe über Lebensmittel ging so deutlich zurück. Die Bemühungen zur Reduktion sollten fortgesetzt werden. Für PFAS wurde

im März 2023 bei der Europäischen Chemikalienagentur ECHA ein Beschränkungs-vorschlag eingereicht, der unter Mitwirkung des BfR erarbeitet wurde.

PCDD/F-PCB finden sich vor allem in fettreichen tierischen Lebensmitteln wie etwa fettreichem Fisch. Wenn Verbraucherinnen und Verbraucher den Verzehr solcher Lebensmittel begrenzen, können sie die Aufnahme dieser Stoffe verringern. Jedoch sollte der Fokus beim Thema Fischverzehr nicht nur isoliert auf deren Gehalt an Kontaminanten liegen. Vielmehr sind auch die gesundheitlichen Vorteile zu berücksichtigen, die unter anderem aus der Versorgung mit Vitaminen, Spurenelementen und mehrfach ungesättigten Fettsäuren resultieren.

## 1 Gegenstand der Bewertung

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat die Aufnahme von Dioxinen und dioxinähnlichen PCB sowie von PFAS (Perfluorooctansäure (PFOA), Perfluorooctansulfonsäure (PFOS), Perfluorononansäure (PFNA) und Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)) durch den Verzehr verschiedener Fischarten auf Basis der derzeit verfügbaren Gehaltsdaten abgeschätzt.

## 2 Ergebnis

Das BfR hat auf Basis von Gehaltsdaten, die von der amtlichen Lebensmittelüberwachung der Bundesländer erhoben wurden, Expositionsschätzungen vorgenommen. Modelliert wurde die Aufnahme der Summe der PCDD/F und dioxinähnlichen PCB sowie der Summe der vier PFAS (PFOS, PFOA, PFNA und PFHxS) über den Verzehr verschiedener Fischarten von Frauen im Alter von 15 bis 49 Jahren.

Berücksichtigt wurden dabei die Gehaltsdaten aus 2204 Fischproben für PCDD/F und dioxinähnliche PCB sowie aus 1504 Fischproben für PFAS. Für Meeresfrüchte waren keine Daten verfügbar. Es wurden Auswertungen hinsichtlich der mittleren und hohen Gehalte (95. Perzentil) für die verschiedenen Fischarten erstellt. Die höchsten mittleren Gehalte an PCDD/F-PCB weisen Aale, Haifisch/Schillerlocke und Brassen auf. Die niedrigsten Gehalte zeigen sich bei Dorschfischen und Thunfisch. Für PFAS wurden die höchsten mittleren Gehalte in barschartigen Süßwasserfischen und Aalen nachgewiesen, die niedrigsten Gehalte in Seelachs/Alaska-Pollack, Thunfisch und Pangasius.

Zur weiteren Einordnung wurde außerdem die Exposition für verschiedene Szenarien des Verzehrs berechnet sowie mit dem jeweiligen von der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) abgeleiteten TWI verglichen. Bei einigen untersuchten Fischarten kam es in diesem Modell bereits bei einer Fischmahlzeit pro Woche zu einer mehrfachen Überschreitung des TWI für Dioxine bzw. die Summe der vier PFAS.

PCDD/F, dl-PCB und PFAS sind grundsätzlich unerwünschte Stoffe in der Nahrungskette. Die Bemühungen zur Reduktion der Gehalte in Lebensmitteln sollten daher fortgesetzt werden. Allerdings ist es schwierig, deren Eintrag in das einzelne Lebensmittel zu beeinflussen. Insbesondere das Vorkommen von PFAS in Lebensmitteln kann durch das Verschließen von Eintragsquellen in die Umwelt vermindert werden.

Das BfR weist darauf hin, dass beim Thema Fischverzehr nicht nur isoliert deren Gehalte an Kontaminanten betrachtet werden sollten. Relevant sind auch die gesundheitlichen Vorteile des Fischverzehrs, die unter anderem aus der Versorgung mit Vitaminen, Spurenelementen und mehrfach ungesättigten Fettsäuren resultieren.

### 3 Begründung

#### 3.1 Risikobewertung

##### 3.1.1 Gefahrenidentifizierung und Gefahrencharakterisierung

Der Begriff Dioxine bezieht sich auf zwei Klassen polychlorierter Substanzen (PCDD/F), die sich von Dibenzo-p-dioxin und Dibenzofuran ableiten. Sie werden beispielsweise bei Verbrennungsprozessen und industriellen Prozessen als Verunreinigungen gebildet. Unter dem Begriff dioxinähnliche (dioxin-like, dl) PCB werden 12 polychlorierte Substanzen zusammengefasst, die sich von Biphenyl ableiten und eine den Dioxinen ähnliche Wirkung haben.

Sie sind in der Umwelt weithin verbreitet und sammeln sich im Fettgewebe an. Die EFSA hat 2018 eine tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge (*Tolerable Weekly Intake*, TWI) für Dioxine und dl-PCB von 2 pg pro kg Körpergewicht (KG) und Woche abgeleitet, der zur Risikocharakterisierung genutzt werden kann.

Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS) sind eine Gruppe organischer Fluorverbindungen, die ausschließlich aus industriellen Prozessen stammen. Sie sind z. B. Bestandteil von Imprägniermitteln, Outdoorbekleidung und Feuerlöschschäumen. Im Rahmen der amtlichen Lebensmittelüberwachung stehen die vier Substanzen Perfluorooctansäure (PFOA), Perfluorooctansulfonsäure (PFOS), Perfluorononansäure (PFNA) und Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) im Vordergrund.

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit hat 2020 einen TWI für die Summe der vier PFAS (PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS) von 4,4 ng pro kg KG und Woche abgeleitet, der zur Risikocharakterisierung genutzt werden kann.

Fische leben mit Ausnahme der in Fischzuchten gehaltenen Tiere frei in Gewässern. Je nach Art, Herkunft oder Alter können sie daher auch über ihre jeweilige Nahrungskette Stoffe aus der Umwelt mit einem Gefährdungspotential für die menschliche Gesundheit aufnehmen und enthalten. Hierzu zählen beispielsweise PCDD/F, PFAS oder Methylquecksilber. Der Verzehr von Fisch wird dennoch empfohlen, da er mit gesundheitlichen Vorteilen verbunden ist (DGE, 2016).

##### 3.1.2 Expositionsschätzung und -bewertung

###### Gehaltsdaten

Im Rahmen des Projektes „Risikobewertungsstrategien für chemische Kontaminanten in Meeresfrüchten“ (RASCS) wurden für diverse Stoffe über das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) Gehaltsdaten der amtlichen Lebensmittelüberwachung der Bundesländer in Fischen und Meeresfrüchten abgefragt. Diese Daten enthalten unter anderem Gehalte zu PCDD/F und dl-PCB sowie PFAS in Fischen.

Für die Auswertung wurden zunächst die Verdachts- und Verfolgungsproben ausgeschlossen. Zur Berücksichtigung von nicht bestimmbar und nicht nachweisbar Gehalten wurden der modifizierte *lower bound*-Ansatz (mLB) sowie der *upper bound*-Ansatz (UB) angewandt. Dabei werden für den mLB die Werte unterhalb der Nachweisgrenze auf 0 und unterhalb der Bestimmungsgrenze auf die Nachweisgrenze gesetzt. Für den UB werden alle Werte unterhalb der Nachweis-/Bestimmungsgrenze auf die jeweilige Nachweis-/Bestimmungsgrenze gesetzt.

Lagen mindestens 20 Messergebnisse für eine Fischart vor, wurde diese als separate Gruppe ausgewertet. Bei einer geringeren Anzahl Messergebnisse erfolgte die Zuordnung in die entsprechende Obergruppe.

### *Dioxine und dl-PCB*

Für die Auswertung der PCDD/F und dl-PCB stehen nach Ausschluss von Verdachts- und Verfolgungsproben Gehaltsdaten zu 2204 Proben verschiedener Fischarten im Datensatz aus den Jahren 2017 bis 2020 zur Verfügung, welche 18 Lebensmittelgruppen zugeordnet werden konnten. Darin enthalten sind auch die im Rahmen des Nationalen Monitoring gewonnenen Proben (n=461). Daten zu Meeresfrüchten lagen hier nicht vor. Für die folgenden Auswertungen wurden die Proben mit Bezug zum Frischgewicht verwendet. Sofern die Daten mit Bezug „Fett“ übermittelt wurden, erfolgte anhand des übermittelten Fettgehaltes eine Umrechnung zum Bezug Frischsubstanz.

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse im Mittelwert und 95. Perzentil für die von den Bundesländern übermittelten Summenwerte der WHO-PCDD/F-PCB im lower und *upper bound*-Ansatz zusammengefasst. Dabei erfolgte von den Bundesländern bereits die Anwendung des lower und *upper bound*-Ansatzes für die einzelnen Kongenere zur Berechnung der Summe. Diese wurden für die vorliegende Auswertung jeweils nochmal nach mLB und UB-Ansatz ausgewertet, um zu berücksichtigen, dass auch der Summenwert nicht nachweisbar bzw. nicht bestimmbar sein kann. In den übermittelten Summenwerten gab es jedoch nur eine Probe, bei der der Summenwert als nicht bestimmbar gekennzeichnet war. Folglich zeigen sich keine Unterschiede im mLB und UB, weshalb in Tabelle 1 nur der lower bound (UB) und der upper bound (UB) dargestellt ist. Es ist zu beachten, dass für einige Proben ausschließlich Werte für die Summe der PCDD/F-PCB-WHO<sub>2005</sub>-TEQ (*upper bound*) verfügbar waren, weshalb die höheren Gehalte bei den Fischen für die Summe der PCDD/F-PCB-WHO<sub>2005</sub>-TEQ (*lower bound*) in der unterschiedlichen Anzahl an Proben begründet sind. Aufgrund der hohen Gehalte und der expliziten Erwähnung von Haifischen im Verbrauchertipp des BMUV werden diese hier trotz einer Probenzahl von unter 20 gesondert dargestellt. Daraus ergibt sich allerdings, dass die Gehalte für diese Lebensmittelgruppe im 95. Perzentil gleichzeitig die maximalen Gehalte darstellen.

Die höchsten mittleren Gehalte an PCDD/F-PCB-WHO<sub>2005</sub>-TEQ finden sich in Aalen, Haifischen/Schillerlocke und Brassen. Die niedrigsten Gehalte zeigen sich bei Dorschfischen und Thunfisch (Tabelle 1).

Eine Sichtung der Monitoringberichte des BVL der letzten Jahre zeigte vergleichbare mittlere Gehalte für Scholle (2019, n=58) von 0,29 pg WHO<sub>2005</sub>-TEQ/g wie hier mit 0,32 pg WHO<sub>2005</sub>-TEQ/g. Die Ergebnisse für Thunfisch lagen bei 0,08 pg WHO<sub>2005</sub>-TEQ/g (n=71, MW, UB) und damit identisch zu den hier vorliegenden Werten (Monitoringbericht 2018). Für Hering wurde im Monitoringbericht 2016 ein mittlerer Gehalt von 1,77 pg WHO<sub>2005</sub>-TEQ/g (n=47) dokumentiert, der etwas höher liegt als die in der aktuellen Auswertung für Heringsfische ermittelten 1,35 pg WHO<sub>2005</sub>-TEQ/g.

Das BfR hatte bereits im Jahr 2021 auf Basis vorliegender Daten des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) und der Ergebnisse des Niedersächsischen Flussfischmonitorings erste Auswertungen von Gehaltsdaten von Dioxinen und ndl-PCB in Flussfischen vorgenommen. Hier zeigten Daten des BVL aus den Jahren 2000 bis 2018 ebenfalls hohe Gehalte für PCDD/F-PCB-WHO<sub>2005</sub>-TEQ für Aal von 10,9 pg WHO<sub>2005</sub>-TEQ/g (MW)

bzw. 35,1 pg WHO<sub>2005</sub>-TEQ/g (P95). Die Werte für Brassens lagen mit den aktuellen Auswertungen vergleichbar bei 3,8 pg WHO<sub>2005</sub>-TEQ/g (MW) bzw. 17,0 pg WHO<sub>2005</sub>-TEQ/g (P95).

**Tabelle 1: WHO-PCDD/F-PCB-Gehalte in Fischen (lower bound und upper bound). Reihenfolge absteigend nach mittleren Gehalten im upper bound (BVL, 2017-2020)**

Lebensmittelgruppe	PCDD/F-PCB-Gehalte in pg WHO <sub>2005</sub> -TEQ/g (Frischgewicht)					
	lower bound (LB)			upper bound (UB)		
	N (100% bestimmbar)	MW	P95	N (100% bestimmbar)	MW	P95
Aale	41	6,18	15,70	99	6,98	15,76
Haifische/Schillerlocke	18	3,01	5,58*	19	2,87	5,63*
Brassen <sup>1</sup>	31	3,44	16,92	42	2,84	10,81
Sonstige Fische	34	1,68	8,9	42	2,52	17,5
Forellen	25	1,75	7,65	27	1,64	7,65
Heringsfische	62	1,27	2,90	110	1,35	2,90
Hecht	23	1,12	2,85	29	1,11	4,10
Barschartige Süßwasserfische	26	0,67	2,55	30	0,67	2,55
Döbel	24	0,65	2,12	24	0,65	2,12
Renke, Maräne, Felchen	103	0,54	1,14	104	0,57	1,24
Barschartige Seefische	27	0,45	0,74	28	0,47	0,75
Karpfenfische	63	0,41	0,79	73	0,43	0,97
Lachsähnliche Süßwasserfische	89	0,35	0,90	91	0,36	0,90
Scholle	77	0,31	1,10	80	0,32	1,02
Rotbarsch	31	0,28	0,75	31	0,28	0,75
Regenbogenforelle	65	0,17	0,54	72	0,18	0,56
Thunfisch	82	0,06	0,16	84**	0,08	0,17
Dorschfische	18	0,03	0,20*	25	0,06	0,20

<sup>1</sup> Abweichungen der Gehalte können sich durch die unterschiedlichen Probenzahlen (N) im lower und upper bound ergeben.

\* Wert entspricht dem Maximum, da N<20

\*\* beinhaltet einen nicht bestimmaren Wert

Auch in der BfR-MEAL-Studie wurden Fische auf PCDD/F und dl-PCB untersucht (Stadion et al., 2022). Dabei lagen die mittleren Gehalte (Frischgewicht) in Aal mit 0,5-1,6 pg WHO<sub>2005</sub>-TEQ/g deutlich niedriger als die oben beschriebenen 6,2 pg WHO<sub>2005</sub>-TEQ/g. Die in Tabelle 1 dargestellten Ergebnisse für Haifisch/Schillerlocke liegen aber im gleichen Rahmen wie der in der BfR-MEAL-Studie gemessene Wert für Dornhai von 3,6 pg WHO<sub>2005</sub>-TEQ/g. Für alle anderen Fischarten lagen die mittleren Gehalte in der BfR-MEAL-Studie im Vergleich zu den Daten aus der Lebensmittelüberwachung größtenteils niedriger, was durch Unterschiede im Studiendesign (u.a. Berücksichtigung von Zubereitungen, Zusammensetzung/ Repräsentativität der jeweiligen Stichprobe oder Nachweis- und Bestimmungsgrenzen) begründet sein kann.

Für die Expositionsschätzung werden die *upper bound*-Gehalte (Mittelwert und 95. Perzentil) der Daten des BVL aus den Jahren 2017 bis 2020 verwendet.

### PFAS

Für die Betrachtung der Summe der vier PFAS in Fischen wurden Gehaltsdaten aus den Jahren 2017 bis 2020 für PFOA, PFNA, PFHxS und PFOS verwendet. Dabei konnten nur die Proben in die Auswertung einfließen, für die Messungen aller vier genannten PFAS zur Verfügung standen. Dies traf nach Ausschluss der Verdachts- und Verfolgungsproben<sup>1</sup> für 1504 Proben zu, die 18 Lebensmittelgruppen zugeordnet werden konnten. Davon stammen 533 Proben aus dem Monitoring einschließlich Projektmonitoring. Messungen für PFAS lagen ausschließlich für Fisch, nicht jedoch für Meeresfrüchte vor.

Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse für die einzelnen Fischarten bzw. Fischgruppen in absteigender Reihenfolge hinsichtlich der mittleren Gehalte der Summe der vier PFAS. Die höchsten Gehalte wurden für barschartige Süßwasserfische berichtet, gefolgt von Aalen und dem Flussbarsch. Die niedrigsten Gehalte an PFAS finden sich bei Pangasius, Thunfisch und Seelachs. Die teilweise erheblichen Unterschiede zwischen den Werten im mLB und UB (z.B. bei Regenbogenforelle, Scholle und lachsartigem Süßwasserfisch) deuten darauf hin, dass die Bestimmungsgrenzen bzw. Nachweisgrenzen teilweise über den gemessenen Gehalten der bestimmbaren Proben lagen.

---

<sup>1</sup> Verdachts- und Verfolgungsproben sind Proben, die nicht repräsentativ, sondern risikoorientiert gezogen werden. Für seine Auswertungen berücksichtigt das BfR in der Regel die Proben, die ein möglichst repräsentatives Bild der Marktsituation geben.

**Tabelle 2: PFAS-Gehalte in Fischen (BVL, 2017-2020) als modified lower bound und als upper bound, jeweils Mittelwert und 95. Perzentil. Reihenfolge absteigend nach mittleren Gehalten im modified lower bound**

Lebensmittelgruppen	Summe PFAS (PFOA, PFNA, PFHxS, PFOS) in µg/kg				
	Anzahl (bestimmbar)	mod. lower bound		upper bound	
		MW	P95	MW	P95
Barschartige Süßwasserfische	26 (100 %)	55,8	244,0	57,7	247,0
Aale	45 (93 %)	30,8	122,4	32,1	122,4
Flussbarsch	46 (98 %)	11,1	24,1	11,6	24,1
Renke, Maräne, Felchen	99 (98 %)	10,9	17,3	11,6	17,4
Karpfenfische	126 (75 %)	10,8	76,3	12,2	76,7
Sonstige Fische	104 (47 %)	9,77	20,0	10,8	23,0
Forellen	54 (37 %)	6,87	30,3	8,47	30,8
Brassen	39 (82 %)	6,21	54,9	7,40	54,9
Döbel	28 (75 %)	3,21	7,00	5,75	10,0
Heringsfische	185 (47 %)	1,15	6,67	1,36	6,67
Regenbogenforelle	98 (27 %)	0,46	2,00	2,58	6,50
Scholle	63 (43 %)	0,23	0,87	2,13	6,50
Makrele	22 (73 %)	0,22	0,40	0,23	0,40
Lachsähnliche Süßwasserfische	197 (11 %)	0,20	0,14	2,60	8,00
Kabeljau	45 (67 %)	0,19	0,48	0,32	0,55
Alaska Pollack/Seelachs	87 (59 %)	0,12	0,31	0,18	0,35
Thunfisch	148 (19 %)	0,11	0,50	2,17	4,00
Pangasius	92 (17 %)	0,06	0,50	2,12	4,00

Der Anteil an bestimmbareren Werten ergibt sich aus den Proben, bei denen mindestens eine der vier PFAS-Verbindungen einen bestimmbareren Wert aufzeigt. Insgesamt zeigen aber vor



allem PFOA und PFHxS durchgängig viele nicht nachweisbare Gehalte auf, weshalb in Tabelle 3 die Anzahl an Proben mit bestimmbar, nicht bestimmbar und nicht nachweisbaren Gehalten gesondert für die einzelnen PFAS für die verschiedenen Fischarten aufgeführt ist.

**Tabelle 3: Anzahl an bestimmbar, nicht bestimmbar und nicht nachweisbar Gehalten für PFOA, PFHxS, PFOS und PFNA in Fischen (BVL, 2017-2020)**

	PFOA			PFHxS			PFOS			PFNA		
	b.	n. b.	n. n.	b.	n. b.	n. n.	b.	n. b.	n. n.	b.	n. b.	n. n.
Barschartige Süßwasserfische	4	1	21	5	0	21	26	0	0	12	3	11
Aale	23	0	22	23	1	21	42	0	3	25	1	19
Flussbarsch	1	40	5	6	35	5	45	0	1	41	0	5
Renke, Maräne, Felchen	0	80	19	40	40	19	97	0	2	80	0	19
Karpfenfische	14	21	91	26	4	96	94	9	23	37	7	82
Sonstige Fische	29	11	64	17	1	86	48	23	33	49	4	51
Forellen	4	13	37	5	11	38	20	10	24	9	9	36
Brassen	14	0	25	8	1	30	32	0	7	25	2	12
Döbel	0	1	27	0	0	28	21	4	3	2	2	24
Heringsfische	58	6	121	63	2	120	87	35	63	81	14	90
Regenbogenforelle	10	21	67	13	11	74	26	18	54	6	12	80
Scholle	15	5	43	10	1	52	27	5	31	23	1	39
Makrele	7	1	14	12	1	9	16	4	2	11	0	11
Lachsähnliche Süßwasserfische	14	3	180	18	2	177	8	14	175	21	0	176
Kabeljau	22	4	19	13	0	32	27	11	7	30	6	9
Alaska Pollock/Seelachs	45	10	32	28	0	59	30	32	25	51	4	32
Thunfisch	13	6	129	12	0	136	28	5	115	18	1	129
Pangasius	9	1	82	3	0	89	3	7	82	16	3	73

b: bestimmbar, n. b.: nicht bestimmbar, n. n.: nicht nachweisbar

Eine Sichtung der Monitoringberichte der Jahre 2016 bis 2020 zeigte für Hering im Jahr 2020 für die Summe der vier PFAS deutlich niedrigere Werte von 0,14 µg/kg (n=44, MW, *lower bound*) im Vergleich zu dem hier ermittelten Gehalt für Heringsfische von 1,15 µg/kg (n=185, MW, mLB). Da sich jedoch die Probenzahl um mehr als das Vierfache unterscheidet und viele nicht bestimmbar Werte im vorliegenden Datensatz beim mLB mit der Nachweisgrenze statt dem Wert 0 eingeflossen sind, lassen sich die Daten nur begrenzt vergleichen. Im *upper bound* ist der Unterschied etwas geringer; mit 0,94 µg/kg (MW) im Monitoringbericht 2020 im Vergleich zu 1,36 µg/kg (MW) in Tabelle 2. Weiterhin sind im Monitoringbericht 2019 Ergebnisse zu den einzelnen PFAS für Schlangenkäse (n=39 bzw. 40) aufgeführt, wobei für PFHxA eine Probe weniger als für die anderen gemessen wurde. Werden die mittleren Gehalte der einzelnen PFAS dennoch aufsummiert, so zeigen sich im *upper bound* vergleichbare Werte mit den Auswertungen in Tabelle 2. Für Scholle liegt die überschlagene Summe aus den Ergebnissen im Monitoringbericht 2019 im *lower bound* nur geringfügig niedriger als im hier ermittelten mLB, im *upper bound* ist er mit etwa 4 µg/kg (n=60) höher. Im Monitoringbericht für das Jahr 2018 liegen auch Ergebnisse zu Miesmuscheln (n=45) vor, die in dieser Datenabfrage nicht enthalten waren. Hier zeigen sich bei Bildung der Summe der PFAS auf Basis der veröffentlichten Werte für die einzelnen PFAS Gehalte von 0,04 µg/kg im *lower bound*. Ebenfalls im Jahr 2018 und im Jahr 2017 wurde Thunfisch auf einzelne PFAS mit jeweils unterschiedlichen Probenzahlen untersucht, die mit den vorliegenden Ergebnissen nicht verglichen werden können, da anhand der veröffentlichten Monitoringdaten keine Summenbildung für die vier PFAS erfolgen kann. Gleiches gilt für die Untersuchungen von Forelle und Lachs aus dem Monitoringjahr 2017.

Im Jahr 2021 wurden Daten des BVL zu PFAS aus den Jahren 2007 bis 2020 (Juli) ausgewertet und im Rahmen der BfR-Stellungnahme Nr. 20/2021 verwendet. Hier lagen vergleichbare Gehalte (*lower bound*) für die Summe der PFAS bei Scholle mit 0,25 µg/kg (MW) bzw. 0,87 µg/kg (P95), bei Thunfisch mit 0,09 µg/kg (MW) bzw. 0,40 µg/kg (P95) sowie bei Kabeljau mit 0,15 µg/kg (MW) und 0,31 µg/kg (P95) vor. Für Pangasius zeigen die damaligen Auswertungen höhere Gehalte (*lower bound*) von 0,70 µg/kg (MW) bzw. 3,28 µg/kg (P95). Das gleiche kann bei Seelachs beobachtet werden mit einem deutlich höheren mittleren Gehalt (MW, *lower bound*) von 1,23 µg/kg im Vergleich zum jetzigen Wert im mLB von 0,12 µg/kg in Tabelle 2. Der hohe Gehalt (P95, *lower bound*) für Seelachs aus der Stellungnahme 2021 stimmt jedoch mit dem jetzigen Wert 0,31 µg/kg (P95, mLB) überein. Karpfen ist in den Auswertungen von 2021 durch höhere PFAS-Gehalte (*lower bound*) von 18,93 µg/kg (MW) bzw. 47,78 µg/kg (P95) aufgefallen. Hier liegen die Messwerte für Karpfenfische im Mittelwert (mLB) mit 10,8 µg/kg etwas niedriger und im 95. Perzentil mit 76,3 µg/kg etwas höher. Ebenfalls höhere PFAS-Gehalte in der aktuellen Auswertung zeigen sich bei Heringsfischen im Vergleich zum Hering (2021) mit 0,38 µg/kg (MW) bzw. 3,57 µg/kg (P95). Ebenso trifft das auf Forelle zu mit damals vergleichbar niedrigeren Gehalten (*lower bound*) von 1,21 µg/kg (MW) bzw. 4,98 µg/kg (P95) sowie bei Aal mit 6,34 µg/kg (MW) bzw. 28,41 µg/kg (P95). In der Stellungnahme Nr. 20/2021 wurde bereits diskutiert, dass die regionale Herkunft der Fische einen erheblichen Einfluss auf die Gehalte an PFAS haben kann und die entsprechenden Daten bei inhomogener Beprobung eine große Variabilität spiegeln. Aus diesem Grund erscheinen die vorliegenden Abweichungen der aktuellen Auswertung plausibel.

### Expositionsszenarien

Im Folgenden werden für die Summe der PCDD/F und dl-PCB sowie für die Summe der PFAS die hypothetischen Aufnahmemengen in verschiedenen Szenarien für den Verzehr von ein bis drei Fischmahlzeiten pro Woche unter Verwendung einer angenommenen Portionsgröße von

150 g berechnet. Diese Portionsgröße wurde bereits in vorangegangenen Stellungnahmen des BfR zu Quecksilber sowie zu PCDD/F (u.a. Nr. 041/2006, Nr. 005/2010) verwendet und beschrieben. Nach Bundeslebensmittelschlüssel (BLS, Version 3.02) entspricht eine mittlere Portion 150 g Fisch, die auch von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) für deren Verzehrsempfehlung von ein bis zwei Portionen Fisch pro Woche verwendet wird (DGE, 2016). So kann eine Verzehrshäufigkeit von dreimal pro Woche als Szenario für Vielverzehrer betrachtet werden, die in höheren Aufnahmemengen resultiert.

Aufgrund der Ableitung des TWI mit besonderer Fokussierung auf Frauen im gebärfähigen Alter werden zum Vergleich mit den gesundheitsbasierten Richtwerten die hypothetischen Aufnahmemengen auf das mittlere Körpergewicht von 65 kg für Frauen im Alter von 15 bis 49 Jahren bezogen, das im Rahmen der Nationalen Verzehrstudie II erhoben wurde (MRI, 2008).

#### *Dioxine und dl-PCB*

In Tabelle 4 sind die hypothetischen Aufnahmemengen für die Summe der PCDD/F-PCB-WHO<sub>2005</sub>-TEQ für verschiedene Häufigkeiten des Verzehrs von 150 g-Portionen Fisch bezogen auf das Körpergewicht von Frauen im Alter von 15 bis 49 Jahren dargestellt. Zur weiteren Einordnung wurden des Weiteren die Ausschöpfungen des von der EFSA abgeleiteten TWI von 2 pg WHO<sub>2005</sub>-TEQ pro kg KG und Woche (EFSA, 2018) für die verschiedenen Szenarien berechnet.

**Tabelle 4: Hypothetische Aufnahme von PCDD/F-PCB-WHO2005-TEQ und Ausschöpfung des TWI (2 pg/kg KG und Woche) über den Verzehr von Fischen für Frauen (15-49 Jahre) bei Annahme einer Portionsgröße von 150 g und einer Verzehrshäufigkeit von ein- bis dreimal pro Woche bei mittleren und hohen Gehalten (*upper bound*). Graue Markierungen: Ausschöpfung des TWI zu >100%**

Lebensmittelgruppe	MW Gehalt						P95 Gehalt					
	PCDD/F-PCB-WHO <sub>2005</sub> -TEQ-Aufnahme in pg/kg KG u. Woche (150 g Portion, 65 kg KG)			TWI-Ausschöpfung (2 pg WHO <sub>2005</sub> -TEQ /kg KG) in %			PCDD/F-PCB-WHO <sub>2005</sub> -TEQ-Aufnahme in µg/kg KG u. Woche (150 g Portion, 65 kg KG)			TWI-Ausschöpfung (2 pg WHO <sub>2005</sub> -TEQ /kg KG) in %		
	1x	2x	3x	1x	2x	3x	1x	2x	3x	1x	2x	3x
Aale	16,11	32,22	48,33	805	1611	2416	36,37	72,74	109,1	1818	3637	5455
Schillerlocke	6,62	13,25	19,87	331	662	994	12,99	25,98	38,98	650	1299	1949
Brassen	6,55	13,11	19,66	328	655	983	24,95	49,89	74,84	1247	2495	3742
Sonstige Fische	5,82	11,65	17,47	291	582	874	40,38	80,77	121,2	2019	4038	6058
Forellen	3,77	7,55	11,32	189	377	566	17,65	35,31	52,96	883	1765	2648
Heringsfische	3,11	6,22	9,33	156	311	467	6,69	13,38	20,08	335	669	1004
Hecht	2,57	5,14	7,71	129	257	386	9,46	18,92	28,38	473	946	1419
Barschartige Süßwasserfische	1,54	3,07	4,61	77	154	231	5,88	11,76	17,65	294	588	882
Döbel	1,51	3,01	4,52	75	151	226	4,89	9,78	14,68	245	489	734
Renke, Maräne, Felchen	1,32	2,64	3,97	66	132	198	2,86	5,72	8,59	143	286	429
Barschartige Seefische	1,09	2,18	3,26	54	109	163	1,73	3,46	5,19	87	173	260
Karpfenfische	0,99	1,99	2,98	50	99	149	2,24	4,48	6,72	112	224	336
Lachsähnliche Süßwasserfische	0,82	1,65	2,47	41	82	124	2,08	4,15	6,23	104	208	312
Scholle	0,75	1,50	2,24	37	75	112	2,34	4,68	7,03	117	234	351
Rotbarsch	0,66	1,31	1,97	33	66	98	1,73	3,46	5,19	87	173	260
Regenbogenforelle	0,41	0,81	1,22	20	41	61	1,30	2,60	3,90	65	130	195
Thunfisch	0,18	0,35	0,53	9	18	26	0,39	0,78	1,18	20	39	59
Dorschfische	0,14	0,29	0,43	7	14	22	0,46	0,92	1,38	23	46	69

Bei den grau hinterlegten Werten handelt es sich um Fischarten, bei denen ein Verzehr in den entsprechenden Szenarien eine Ausschöpfung des TWI von mehr als 100 % zur Folge hat. So lässt sich erkennen, dass bereits der Verzehr von einer Portion Fisch in der Woche sowohl bei mittleren als auch bei hohen Gehalten im Fall von Aalen, Haifischen/Schillerlocke, Brassen, Forellen, Heringsfischen, Hecht und sonstigen Fischen in einer Überschreitung des TWI resultiert. Lediglich bei Thunfisch und Dorschfischen würde der Verzehr von bis zu drei Portionen pro Woche auch bei hohen Gehalten zu einer Aufnahme von PCDD/F und dl-PCB unterhalb des TWI führen.

Die EFSA hat in ihrer letzten Stellungnahme (2018) eine mittlere Aufnahme für Erwachsene von 0,76 pg WHO<sub>2005</sub>-TEQ pro kg KG pro Tag berechnet. Das entspricht einer wöchentlichen Aufnahme von 5,32 pg WHO<sub>2005</sub>-TEQ pro kg KG und überschreitet den TWI von 2 pg WHO<sub>2005</sub>-TEQ pro kg KG und Woche bereits deutlich. Für die Lebensmittelgruppe „fatty fish“ ergab sich ein Beitrag von 56 % zur Gesamtexposition von PCDD/F und dl-PCB.

### PFAS

Im Gegensatz zu den Aufnahmeschätzungen für Dioxine und dl-PCB werden für PFAS aufgrund der teilweise sehr hohen Nachweis- und Bestimmungsgrenzen anstatt der *upper bound*-Gehalte die Ergebnisse aus der Berechnung des *modified lower bound* zugrunde gelegt. In Tabelle 5 sind die hypothetischen Aufnahmemengen für die Summe der vier PFAS (PFOA, PFNA, PFHxS und PFOS) in den zuvor beschriebenen Szenarien für Frauen im gebärfähigen Alter dargestellt. Zur weiteren Einordnung werden zusätzlich die Ausschöpfungen des von der EFSA 2020 abgeleiteten TWI von 4,4 ng pro kg KG und Woche aufgeführt, wobei die grau hinterlegten Zahlen eine Überschreitung des TWI beim Verzehr der entsprechenden Fische in den jeweiligen Szenarien anzeigen.

**Tabelle 5: Hypothetische Aufnahme von PFAS als Summe von PFOA, PFNA, PFHxS und PFOS und Ausschöpfung des TWI (4,4 ng/kg KG und Woche) über den Verzehr von Fischen für Frauen (15-49 Jahre) bei Annahme einer Portionsgröße von 150 g und einer Verzehrshäufigkeit von 1 bis 3 mal pro Woche bei mittleren und hohen Gehalten (*modified lower bound*). Graue Markierungen: Ausschöpfung des TWI zu >100%**

Lebensmittelgruppe	MW Gehalt						P95 Gehalt					
	PFAS-Aufnahme in ng/kg KG u. Woche (150 g Portion, 65 kg KG)			TWI-Ausschöpfung (4,4 ng/kg KG) in %			PFAS-Aufnahme in ng/kg KG u. Woche (150 g Portion, 65 kg KG)			TWI-Ausschöpfung (4,4 ng/kg KG) in %		
	1x	2x	3x	1x	2x	3x	1x	2x	3x	1x	2x	3x
Barschartige Süßwasserfische	128,7	257,4	386,1	2925	5849	8774	563,1	1126,2	1689,2	12797	25594	38392
Aale	71,0	141,9	212,9	1613	3226	4838	282,4	564,7	847,0	6417	12834	19251
Flussbarsch	25,6	51,2	76,9	582	1164	1747	55,6	111,2	166,7	1263	2526	3789
Renke, Maräne, Felchen	25,2	50,3	75,5	572	1143	1715	40,0	80,0	119,9	909	1817	2726
Karpfenfische	24,9	49,7	74,6	565	1130	1695	176,1	352,2	528,2	4002	8003	12005
Sonstige Fische	22,6	45,1	67,7	513	1025	1538	46,2	92,3	138,5	1049	2098	3147
Forellen	15,8	31,7	47,5	360	720	1080	69,9	139,9	209,8	1589	3178	4767
Brassen	14,3	28,6	43,0	325	651	976	126,7	253,5	380,2	2880	5761	8641
Döbel	7,42	14,8	22,3	169	337	506	16,2	32,3	48,5	367	734	1101
Heringsfische	2,64	5,29	7,93	60	120	180	15,4	30,8	46,2	350	700	1050
Regenbogenforelle	1,06	2,13	3,19	24	48	72	4,62	9,23	13,9	105	210	315
Scholle	0,54	1,08	1,62	12	25	37	2,01	4,03	6,04	46	92	137
Makrele	0,51	1,01	1,52	11	23	34	0,92	1,84	2,76	21	42	63
Lachsähnliche Süßwasserfische	0,46	0,92	1,38	10	21	31	0,31	0,62	0,93	7	14	21
Kabeljau	0,43	0,87	1,30	10	20	30	1,10	2,19	3,29	25	50	75
Alaska Pollack/Seelachs	0,28	0,57	0,85	6	13	19	0,72	1,44	2,16	16	33	49
Thunfisch	0,24	0,48	0,73	6	11	17	1,15	2,31	3,46	26	52	79
Pangasius	0,13	0,26	0,39	3	6	9	1,15	2,31	3,46	26	52	79

Für eine Vielzahl der untersuchten Fischarten wird der TWI in den betrachteten hypothetischen Szenarien mehrfach überschritten. So reicht bei barschartigen Süßwasserfischen, Aalen, Flussbarsch, Renke/Maräne/Felchen, Karpfenfischen, Forellen, Brassen und Döbel neben sonstigen Fischen bereits eine Portion sowohl bei mittleren als auch bei hohen Gehalten, um den TWI deutlich zu überschreiten. Bei Heringsfischen liegt die Aufnahme nur beim Verzehr von einer Portion pro Woche bei mittleren PFAS-Gehalten noch unterhalb des TWI. Zu den Fischen, deren Verzehr in allen hypothetischen Szenarien zu einer Unterschreitung des TWI führt, gehören Pangasius, Thunfisch, Alaska Pollack/Seelachs, Kabeljau, lachsähnliche Süßwasserfische und Makrele.

### 3.1.3 Diskussion

Es konnten die Gehaltsdaten aus 2204 Fischproben für PCDD/F und dl-PCB sowie aus 1504 Fischproben für PFAS berücksichtigt werden. Für Meeresfrüchte waren keine Daten verfügbar.

Beim Vergleich der Gehalte der betrachteten Substanzen PCDD/F, dl-PCB und PFAS zeigen sich vor allem Haifische und Aale als Fische, deren Verzehr in hohen Aufnahmemengen resultieren können. Es wurde allerdings nur eine Probe Haifisch auf PFAS untersucht, die der Gruppe der sonstigen Fische zugeordnet wurde, wobei der Wert im Bereich der niedriger belasteten Fische lag. Thunfisch zählt bei den PCDD/F und PFAS zu den Fischen mit geringeren Aufnahmemengen. Pangasius zeigte bei den PFAS geringe Gehalte und folglich niedrige hypothetische Aufnahmemengen. Für PCDD/F liegen aus der BfR-MEAL-Studie Ergebnisse zu Gehalten in Pangasius von 0,015 pg WHO<sub>2005</sub>-TEQ/kg vor, aus denen ebenfalls vergleichsweise geringe Aufnahmemengen berechnet werden.

Es ist zu beachten, dass in den vorliegenden Expositionsschätzungen zahlreiche Annahmen getroffen wurden, die zu einer Unter- oder Überschätzung der tatsächlichen Aufnahmemengen führen können. So wird in den Szenarien davon ausgegangen, dass jeweils nur eine Art von Fisch mit jeweils mittlerem bzw. hohem Gehalt verzehrt wird. In der Realität verzehren Verbraucherinnen und Verbraucher verschiedene Arten, bei denen die Gehalte variieren. Zusätzlich können gegebenenfalls weitere Lebensmittel neben Fisch zur Exposition gegenüber Quecksilber, PCDD/F, dl-PCB und PFAS beitragen. Die Szenarien mit höheren Gehalten sind bei den hier betrachteten langfristigen Aufnahmeschätzungen nur dann relevant, wenn es eine erhöhte Wahrscheinlichkeit gibt, dass individuelle Verbraucher über einen längeren Zeitraum Fische mit hohen Gehalten verzehren. Das könnte der Fall sein, wenn ausschließlich regional gefangene Fische mit höheren Gehalten verzehrt werden.

Generell ist darauf hinzuweisen, dass die verwendeten Gehaltsdaten aus verschiedenen Programmen der amtlichen Lebensmittelüberwachung stammen. Auch wenn Verdachts- und Verfolgsproben ausgeschlossen wurden, kann keine Aussage über die Repräsentativität der Proben für den deutschen Markt getroffen werden. Ebenso haben die analytischen Grenzen bei einigen Fischarten einen erheblichen Einfluss auf die Gehalte im *upper bound*.

Schließlich wurde eine Standardportionsgröße von 150 g Fisch angenommen und zudem Annahmen zur Häufigkeit des Verzehrs getroffen. Dies ermöglichte die Berücksichtigung der Gehalte für PCDD/F, dl-PCB und PFAS in unterschiedlichen Gruppen von Fischen. Dennoch ist zu bedenken, dass der tatsächliche Verzehr der einzelnen Fischarten von den hier getroffenen Annahmen abweichen kann und damit mit einer Unter- oder Überschätzung der Aufnahme

einhergehen kann. Zudem wurde für die Auswertungen ein Standardkörpergewicht von 65 kg zugrunde gelegt. Im Fall von geringeren Körpergewichten würde sich die Aufnahme entsprechend erhöhen; bei höherem Körpergewicht wäre die Exposition bei sonst gleichen Annahmen niedriger.

### 3.2 Handlungsrahmen, Empfehlungen von Maßnahmen

Die Gehaltsdaten aus den verschiedenen Monitoring-Programmen und der amtlichen Lebensmittelüberwachung weisen darauf hin, dass in verschiedenen Fischarten und Regionen hohe PFAS-, PCDD/F- und dl-PCB-Gehalte in Fischen vorliegen können. Zeitliche und ggf. regionale Entwicklungen sollten weiterhin beobachtet und analysiert werden. Die unterschiedlichen Gehalte in bestimmten Fischarten sollten dabei berücksichtigt werden.

Da die bestehende Gesamtexposition mit PCDD/F, dl-PCB und PFAS relativ hoch ist, sollten neben Fisch weitere Lebensmittel bzw. Lebensmittelgruppen, die zu den hohen Expositionen beitragen, weiterhin im Monitoring berücksichtigt werden.

Das BfR empfiehlt den Behörden des Risikomanagements zu prüfen, ob bestehende Verzehrsempfehlungen zum Verzehr von Fischen noch geeignet und angemessen sind.

Im europäischen Kontext sollte geprüft werden, ob bestehende Höchstmengen für Kontaminanten angepasst werden müssen oder für weitere Lebensmittelgruppen Höchstmengen festgelegt werden sollten.

### 3.3 Weitere Aspekte

Generell gilt, dass PCDD/F, dl-PCB und PFAS unerwünschte Stoffe in der Nahrungskette sind. Die Bemühungen zur Reduktion der Gehalte in Lebensmitteln sollten fortgesetzt werden. Allerdings ist es schwierig, deren Eintrag in das einzelne Lebensmittel zu beeinflussen. Insbesondere das Vorkommen von PFAS in Lebensmitteln kann durch das Verschließen von Eintragsquellen in die Umwelt vermindert werden.

Unter anderem aufgrund von relativ hohen PCDD/F- und dl-PCB-Gehalten in wildlebenden Fischen haben die Bundesländer Verzehrsempfehlungen entwickelt. Beispielsweise empfiehlt das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz, keine geangelten Gelb- und Blankaale, Weißfische (über 40 cm) und Welse aus Rhein, Mosel, Saar und Sauer zu verspeisen, während monatlich maximal zwei Portionen Weißfische aus Ahr, Nahe und Lahn verzehrt werden sollten (Rheinland-Pfalz, 2012). Das Niedersächsische Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz empfiehlt Anglerinnen und Anglern, von dem regelmäßigen Verzehr von Fischen aus Flüssen in Niedersachsen Abstand zu nehmen (Niedersachsen, 2020). Auch zur Vermeidung des Verzehrs von Fischen mit regional hohen Gehalten an PFAS wurden von einzelnen Bundesländern wie beispielsweise Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen Empfehlungen veröffentlicht (Niedersachsen 2019, 2020, Nordrhein-Westfalen 2020).

Das BfR weist darauf hin, dass beim Thema Fischverzehr nicht nur isoliert deren Gehalte an Kontaminanten betrachtet, sondern auch die gesundheitlichen Vorteile berücksichtigt werden sollten, die unter anderem aus der Versorgung mit Vitaminen, Spurenelementen und mehrfach ungesättigten Fettsäuren resultieren.



**Weitere Informationen auf der BfR-Website zu Dioxinen, dl-PCB und PFAS:**

Mitteilung Nr. 002/2023 (13.01.2023):

Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS): Vorschlag zur Beschränkung nach der REACH-Verordnung bei der Europäischen Chemikalienbehörde eingereicht

<https://www.bfr.bund.de/cm/343/per-und-polyfluorierte-alkylsubstanzen-pfas-vorschlag-zur-beschaenkung-nach-der-reach-verordnung.pdf>

**Stellungnahme Nr. 020/2021 (28.06.2021):**

PFAS in Lebensmitteln: BfR bestätigt kritische Exposition gegenüber Industriechemikalien

<https://www.bfr.bund.de/cm/343/pfas-in-lebensmitteln-bfr-bestaetigt-kritische-exposition-gegenueber-industriechemikalien.pdf>

**Stellungnahme Nr. 028/2020 (6.7.2020):**

Verzehr von Schaf- oder Rinderleber kann erheblich zu Gesamtaufnahme von Per- und Polyfluoralkylsubstanzen (PFAS) beitragen

<https://www.bfr.bund.de/cm/343/verzehr-von-schaf-%20oder-rinderleber-kann-erheblich-zu-gesamtaufnahme-von-per-und-polyfluoralkylsubstanzen-beitragen.pdf>

#### 4 Referenzen

- BfR (2021): PFAS in Lebensmitteln: BfR bestätigt kritische Exposition gegenüber Industriechemikalien. Stellungnahme Nr. 020/2021 des BfR vom 28. Juni 2021. DOI 10.17590/20210628-133602.
- BVL (2016-2020): Berichte zur Lebensmittelsicherheit – Monitoring. Gemeinsamer Bericht des Bundes und der Länder. [https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/01\\_Lebensmittel/01\\_Aufgaben/02\\_AmtlicheLebensmittelueberwachung/04\\_Monitoring/lm\\_monitoring\\_node.html](https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/01_Lebensmittel/01_Aufgaben/02_AmtlicheLebensmittelueberwachung/04_Monitoring/lm_monitoring_node.html)
- DGE, Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V. (2016). Regelmäßig Fisch auf den Tisch! Presseinformation: Presse, DGE aktuell, vom 02.08.2016. <https://www.dge.de/presse/pm/regelmaessig-fisch-auf-den-tisch/>
- EFSA (2018): Risk for animal and human health related to the presence of dioxins and dioxin-like PCBs in feed and food. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). EFSA Journal 2018; 16(11):5333.
- EFSA (2020): Scientific Opinion on the risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. EFSA Journal 18(9):6223, 391 pp.
- MRI (2008): Nationale Verzehrsstudie II – Die bundesweite Befragung zur Ernährung von Jugendlichen und Erwachsenen. Ergebnisbericht, Teil 1 & Ergänzungsband: Ausgewählte Ergebnisse nach Schichtindex. [https://www.mri.bund.de/fileadmin/MRI/Institute/EV/NVS\\_II\\_Abschlussbericht\\_Teil\\_1\\_mit\\_Ergaenzungsbericht.pdf](https://www.mri.bund.de/fileadmin/MRI/Institute/EV/NVS_II_Abschlussbericht_Teil_1_mit_Ergaenzungsbericht.pdf)
- Niedersachsen (2019): Perfluorierte Alkylsubstanzen in Fischen aus der Ochtum. Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. [https://www.laves.niedersachsen.de/startseite/lebensmittel/lebensmittelgruppen/fisch\\_fischerzeugnisse/perfluorierte-alkylsubstanzen-in-flussfischen-179059.html](https://www.laves.niedersachsen.de/startseite/lebensmittel/lebensmittelgruppen/fisch_fischerzeugnisse/perfluorierte-alkylsubstanzen-in-flussfischen-179059.html)
- Niedersachsen (2020): Aktualisierung der Verzehrempfehlung für Fische. Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. <https://www.ml.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/pressemitteilungen/aktualisierung-der-verzehrempfehlung-fur-fische-187563.html>
- Niedersachsen (2020): Verzehrempfehlung für Fisch aus Flüssen in Niedersachsen. Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. [https://www.ml.niedersachsen.de/download/155522/Verzehrempfehlung\\_fuer\\_Flussfische\\_in\\_Niedersachsen\\_Stand\\_20.\\_Mai\\_2020\\_PDF\\_283\\_KB\\_barrierefrei\\_.pdf](https://www.ml.niedersachsen.de/download/155522/Verzehrempfehlung_fuer_Flussfische_in_Niedersachsen_Stand_20._Mai_2020_PDF_283_KB_barrierefrei_.pdf)
- Nordrhein-Westfalen (2020): Aktualisierte Verzehrempfehlungen für Fische des Ruhreinzugsgebiets. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. <https://www.lanuv.nrw.de/verbraucher/aktuelles/verbraucherwarnungen/aktualisierte-verzehrempfehlungen-fuer-fische-des-ruheinzugsgebiets>

Rheinland-Pfalz (2012): Fische aus Grenzgewässern: Gemeinsame Verzehrempfehlung von Rheinland-Pfalz, Saarland und Luxemburg. Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten.

<https://mkuem.rlp.de/service/pressemitteilungen/detail/fische-aus-grenzgewaessern-endlich-gemeinsame-verzehrempfehlung-von-rheinland-pfalz-saarland-und-luxemburg>  
[https://www.saarland.de/SharedDocs/Downloads/DE/mukmav/jagdundfischerei/dl\\_verzehrempfehlung\\_fische\\_grenzgewaesser\\_muv.html](https://www.saarland.de/SharedDocs/Downloads/DE/mukmav/jagdundfischerei/dl_verzehrempfehlung_fische_grenzgewaesser_muv.html)

Stadion M., Hackethal C., Blume K., Wobst B., Abraham K., Fechner C., Lindtner O., Sarvan I. (2022): The first German total diet study (BfR MEAL Study) confirms highest levels of dioxin and dioxin-like polychlorinated biphenyls in foods of animal origin. Food Chemistry X 16, 100459, <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100459>.

### Über das BfR

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) ist eine wissenschaftlich unabhängige Einrichtung im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Es berät die Bundesregierung und die Bundesländer zu Fragen der Lebensmittel-, Chemikalien- und Produktsicherheit. Das BfR betreibt eigene Forschung zu Themen, die in engem Zusammenhang mit seinen Bewertungsaufgaben stehen.