

## Nachweis von Per- und Polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) in Wildtieren aus Hessen – Ergebnisse eines Monitorings aus den Jahren 2020 - 2022

Perfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) werden bereits seit den 1950er Jahren in verschiedensten Industriezweigen, beispielsweise in der Textilindustrie zur Herstellung Wasser abweisender, atmungsaktiver Jacken und in der Papierindustrie zur Produktion von Schmutz, Fett und Wasser abweisendem Papier verwendet. PFAS werden zudem auch als Bestandteil von Lebensmittelumverpackungen und in Imprägniermitteln für Möbel, Teppiche und Bekleidung eingesetzt. PFAS sind chemisch sehr stabil und biologisch kaum abbaubar und unterliegen der Bioakkumulation innerhalb von Nahrungsketten.

Im Rahmen eines Wildtier-Monitorings wurden im Hessischen Landeslabor (LHL) in den Jahren 2020 - 2022 insgesamt 192 Proben auf PFAS untersucht. Bei den eingesendeten Proben handelte es sich um Muskelfleisch und Leber unterschiedlicher Wildtierarten – Wildschwein, Reh und Hirsch – aus 17 hessischen Landkreisen.

### PFAS in Muskelfleisch von Wildtieren

Die 88 eingesendeten Muskelfleischproben beinhalteten neben nicht genauer spezifiziertem Muskelfleisch auch Zungengewebe, Rücken und Gulasch. Die PFAS-Gehalte im Muskelfleisch der untersuchten Wildtiere verschiedener Spezies sind in **Tabelle 1** dargestellt.

In 32 der 50 untersuchten Wildschwein-Muskelfleischproben wurden PFAS-Gehalte oberhalb der Bestimmungsgrenze (BG) bis 18,6 µg/kg (Summe Perfluorooctansäure (PFOA), Perfluorooctansulfonsäure (PFOS), Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) und Perfluornonansäure (PFNA)) nachgewiesen.

In den Muskelfleischproben von Rehen und Hirschen wurden keine PFAS-Gehalte oberhalb der BG festgestellt.

**Tabelle 1** PFAS-Gehalte im Muskelfleisch verschiedener Wildtiere

| PFAS                             | Wildschwein<br>n <sup>1</sup> = 50<br>[µg/kg] | Reh<br>n= 34<br>[µg/kg] | Hirsch<br>n= 4<br>[µg/kg] |
|----------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Perfluorpentansäure (PFPeA)      | <NWG <sup>2</sup> – 1,6                       | <NWG                    | <NWG                      |
| Perfluorhexansäure (PFHxA)       | <NWG – 1,0                                    | <NWG                    | <NWG                      |
| Perfluorheptansäure (PFHpA)      | <NWG – 3,1                                    | <NWG - <BG <sup>3</sup> | <NWG                      |
| Perfluorooctansäure (PFOA)       | <NWG – 4,8                                    | <NWG - <BG              | <NWG                      |
| Perfluornonansäure (PFNA)        | <NWG – 2,5                                    | <NWG                    | <NWG                      |
| Perfluordecansäure (PFDA)        | <NWG – 3,6                                    | <NWG                    | <NWG                      |
| Perfluordodecansäure (PFDoA)     | <NWG – 5,6                                    | <NWG                    | <NWG                      |
| Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)  | <NWG - <BG                                    | <NWG                    | <NWG                      |
| Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) | <NWG - 2,3                                    | <NWG - <BG              | <NWG                      |
| Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) | <BG – 17,9                                    | <NWG - <BG              | <NWG                      |
| Summe (PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS)  | <BG – 18,6                                    | <NWG - <BG              | <NWG                      |

<sup>1</sup> n: Anzahl untersuchter Proben

<sup>2</sup> NWG: Nachweisgrenze = 0,5 µg/kg

<sup>3</sup> BG: Bestimmungsgrenze = 1,0 µg/kg

## PFAS in Leberproben von Wildtieren

In den 70 untersuchten hessischen Wildschweinleberproben wurden PFAS mit Summengehalten zwischen 105 µg/kg und 1.470 µg/kg nachgewiesen. Den größten Anteil zur PFAS-Summenbelastung leistete dabei in allen Wildschweinleberproben PFOS mit Gehalten zwischen 97,1 µg/kg und 1.438 µg/kg. Vier der untersuchten Wildschweinleberproben stammten von Tieren, die in Gatterhaltung lebten. Diese Proben wiesen PFAS-Summengehalte zwischen 116,6 µg/kg und 190 µg/kg auf und lagen somit alle vier unter den zehn Wildschweinleberproben mit geringster PFAS-Summenbelastung.

In 24 der 29 untersuchten Rehleberproben wurden PFAS-Summengehalte oberhalb der Bestimmungsgrenze bis 16,2 µg/kg nachgewiesen.

Auch in den Rehleberproben trug PFOS mit Gehalten bis 14,0 µg/kg mengenmäßig am stärksten zum PFAS-Summengehalt bei.

PFAS-Gehalte oberhalb der Bestimmungsgrenze konnten ebenfalls in allen fünf untersuchten Hirschleberproben mit PFAS-Summengehalten zwischen 1,2 µg/kg und 42,9 µg/kg nachgewiesen werden. Neben PFOS wurde in drei der Hirschleberproben auch PFOA detektiert. Die PFAS-Gehalte in den Leberproben der Wildtiere sind in **Tabelle 2** zusammengefasst.

**Tabelle 2** PFAS-Gehalte in Lebern verschiedener Wildtiere

| PFAS                             | Wildschwein<br>n <sup>1</sup> = 70<br>[µg/kg] | Reh<br>n= 29<br>[µg/kg] | Hirsch<br>n= 4<br>[µg/kg] |
|----------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Perfluorpentansäure (PFPeA)      | <NWG <sup>2</sup> – 5,5                       | <NWG – 4,4              | <NWG – 1,2                |
| Perfluorhexansäure (PFHxA)       | <NWG – 1,8                                    | <NWG                    | <NWG                      |
| Perfluorheptansäure (PFHpA)      | <NWG – 6,7                                    | <NWG – 3,9              | <NWG                      |
| Perfluoroctansäure (PFOA)        | <NWG – 24,6                                   | <NWG – 4,3              | <NWG – 3,6                |
| Perfluorononansäure (PFNA)       | <NWG – 21,1                                   | <NWG – <BG <sup>3</sup> | <NWG                      |
| Perfluordecansäure (PFDA)        | <NWG – 17,0                                   | <NWG – 1,8              | <NWG                      |
| Perfluordodecansäure (PFDoA)     | <NWG – 19,5                                   | <NWG                    | <NWG                      |
| Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)  | <NWG – 15,5                                   | <NWG – 7,8              | <NWG                      |
| Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) | <NWG – 25,8                                   | <NWG                    | <NWG                      |
| Perfluoroctansulfonsäure (PFOS)  | 97,1 – 1.438                                  | <NWG – 14               | <NWG – 42,9               |
| Summe (PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS)  | 105 – 1.470                                   | <NWG – 16,2             | 1,2 – 42,9                |

<sup>1</sup> n: Anzahl untersuchter Proben

<sup>2</sup> NWG: Nachweisgrenze = 0,5 µg/kg

<sup>3</sup> BG: Bestimmungsgrenze = 1,0 µg/kg

## Risikoabschätzung für die Aufnahme von PFAS über Wildtier-Muskelfleisch und Wildtier-Lebern

Zum Zeitpunkt des Wildtier-Monitorings waren noch keine Grenzwerte für PFAS in Lebensmitteln festgelegt, aus diesem Grund wurde eine Risikoabschätzung auf Grundlage der tolerierbaren wöchentlichen Aufnahmemenge durchgeführt.

Auf der Ebene der EU traten zum 1. Januar 2023 erstmalig Höchstgehalte für PFAS in Lebensmitteln in Kraft, diese wurden zwar erst nach Abschluss des Wildtier-Monitorings durch die

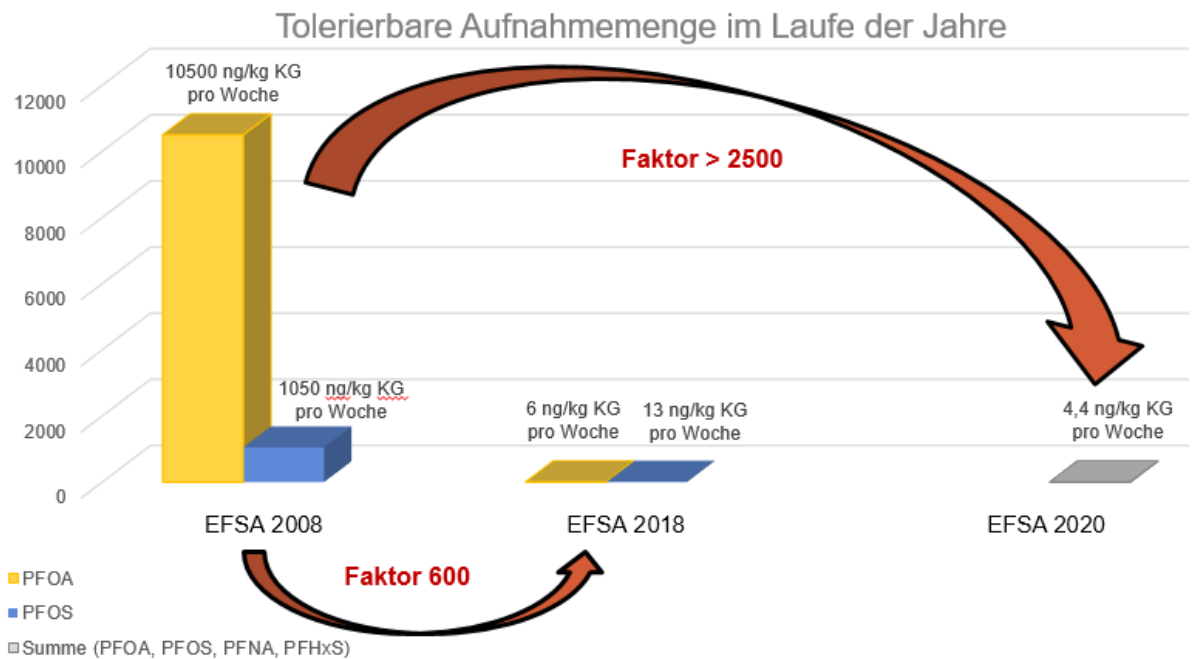
Kommission erlassen, werden aber dennoch als aktualisierte Ergänzung der Risikoabschätzung Berücksichtigung finden.

Die humane PFAS-Belastung scheint in erster Linie aus der Aufnahme von Lebensmitteln, einschließlich Trinkwasser zu resultieren. PFAS neigen zur Bioakkumulation und reichern sich so insbesondere in aquatischen Organismen sowie in Innereien von Säugetieren an. Aufgrund von Biomagnifikationsprozessen reichern sich PFAS entlang von Nahrungsketten an.

Im Jahr 2020 hat die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (European Food Safety Authority, EFSA) eine neue wissenschaftliche Bewertung für die wichtigsten perfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) vorgenommen, die sich im menschlichen Körper anreichern. Für die Perfluorooctansäure (PFOA), die Perfluorononansäure (PFNA), die Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) und die Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) wurde eine gruppenbezogene tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge (tolerable weekly intake, TWI) von 4,4 ng/kg Körpergewicht (KG) und Woche abgeleitet. Für die Bewertung von PFAS wurden diese vier Substanzen herangezogen, da sie am meisten zu den im menschlichen Serum beobachteten Gehalten beitragen und ähnliche toxiko-kinetische und toxikologische Eigenschaften aufweisen.

Mit der Festlegung des gruppenbezogenen TWI von 4,4 ng/kg KG und Woche, wurde die tolerierbare Aufnahmemenge im Jahr 2020 erneut deutlich abgesenkt.

In **Abbildung 1** sind die Änderungen bzw. die Anpassung der tolerierbaren Aufnahmemengen durch die EFSA zwischen 2008 und 2020 dargestellt.



**Abbildung 1** Entwicklung der tolerierbaren Aufnahmemenge von PFAS seit 2008

## **Bewertung der PFAS-Gehalte in Wildtier-Muskelfleisch**

Um die Ausschöpfung des TWI durch den Verzehr von Wildfleisch abzuleiten, sind die Verzehrdaten mit einzubeziehen. Für die Expositionsabschätzung wurden die Daten aus den Expositionsszenarien für den Wildfleischverzehr des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) herangezogen. In Anlehnung an die Verzehrdatenauswertung der Nationalen Verzehrstudie II (NVS II) und den Daten von Haldimann et al. (2002) wurde bei Erwachsenen von einem Verzehr von 1 bis 10 Portionen und bei Jägern von 91 Portionen à 200 g Wildfleisch pro Jahr ausgegangen (BfR, 2011). Für die Expositionsschätzung wurde im Rahmen eines konservativen Ansatzes davon ausgegangen, dass der gesamte Wildfleischverzehr über das Fleisch der jeweils untersuchten Spezies erfolgt.

Der regelmäßige Verzehr von Wildschweinfleisch mit einem PFAS-Summengehalt zwischen 1,2 µg/kg und 18,6 µg/kg führt nur bei der Gruppe der Jäger mit 6,0 ng/kg KG/w bis 92,8 ng/kg KG/w zu einer deutlichen Überschreitung des TWI von 4,4 ng/kg KG/w. Unter der Annahme, dass der gesamte Wildfleischverzehr über Wildschweinfleisch erfolgen würde, welche aber ein „worst-case-Szenario“ darstellt, kann hierdurch ein gesundheitliches Risiko für die Gruppe der Jäger nicht ausgeschlossen werden.

Für die Gruppen der Kinder führt die geschätzte Exposition nicht zu einer Überschreitung des TWI.

Bei Frauen würde lediglich der Verzehr der beiden maximal belasteten Proben Wildschweinmuskelfleisch (für Vielverzehrer/worst-case-Szenario) zu einer Ausschöpfung des TWI um 112% bis 116% führen.

Bei Männern führt der Verzehr der fünf höchstbelasteten Proben Wildschweinmuskelfleisch (für Vielverzehrer/worst-case-Szenario) zu einer Ausschöpfung des TWI um 101% bis 232%.

In den untersuchten Muskelfleischproben der Rehe und Hirsche wurden keine PFAS-Gehalte festgestellt. Es gibt somit keine Anhaltspunkte für ein gesundheitliches Risiko durch perfluorierte Alkylsubstanzen infolge des Fleischverzehrs von Rehen und Hirschen.

Seit Januar 2023 sind durch Präzisierung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 für PFAS erstmalig Höchstgehalte in Kraft getreten. Für Fleisch von Wild liegen diese Höchstgehalte für PFOS bei 5,0 µg/kg, für PFOA bei 3,5 µg/kg, für PFNA bei 1,5 µg/kg, für PFHxS bei 0,6 µg/kg und für die Summe (PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS) bei 9,0 µg/kg. Unter der Annahme, dass die inzwischen geltenden Höchstgehalte bereits zum Zeitpunkt des Wildtier-Monitorings in Kraft gewesen wären, hätte für neun Proben Wildschweinmuskelfleisch eine Überschreitung mindestens einer der Höchstgehalte vorgelegen.

## **Bewertung der PFAS-Gehalte in Wildtier-Lebern**

Für Lebensmittel, für die keine Verzehrsmengen vorliegen, hat das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) mithilfe einer telefonischen Befragung zu selten verzehrten Lebensmitteln und anhand von Annahmen den durchschnittlichen pro Kopf Verzehr abgeschätzt. Für Wildtier-Lebern liegt der durchschnittliche Verzehr gemäß dieser Schätzung bei 0,024 Gramm pro

Kilogramm Körpergewicht und Tag. Dies entspricht einer wöchentlichen Aufnahme von 0,168 Gramm pro Kilogramm Körpergewicht.

Legt man die durch das BfR abgeschätzten Verzehrsmengen für Lebern von Großwildarten zugrunde, so wird die tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge durch den Verzehr aller untersuchten Wildleberproben nur bei Wildschweinen deutlich überschritten.

Durch Verzehr von 0,168 Gramm der untersuchten Wildschweinleber pro Kilogramm Körpergewicht und Woche (entsprechend der Abschätzung des BfR) würde eine Person zwischen 17,6 ng PFAS pro Kilogramm Körpergewicht und Woche und 247 ng PFAS pro Kilogramm Körpergewicht und Woche aufnehmen und somit den TWI von 4,4 ng/kg Körpergewicht und Woche deutlich überschreiten. Daher kann ein gesundheitliches Risiko bei einem häufigen Verzehr der untersuchten Wildschweinleberproben nicht ausgeschlossen werden.

Bei den Hirschlebern führt der Verzehr von 0,168 Gramm pro Kilogramm Körpergewicht und Woche nur im Falle der maximal belasteten Hirschleber zu einer Aufnahme von 7,2 ng PFAS pro kg Körpergewicht und Woche und somit zu einer Überschreitung des TWI.

Für Rehlebern hingegen wird die tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge unter Berücksichtigung der durch das BfR abgeschätzten Verzehrsmengen durch den Verzehr der untersuchten Leberproben nicht überschritten.

In der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 sind Höchstgehalte für Kontaminanten in Lebensmitteln festgesetzt. Seit Januar 2023 sind auch für PFAS erstmalig Höchstgehalte festgelegt. Für Wildschweinlebern und andere Schlachtnebenerzeugnisse von Wild liegen diese Höchstgehalte für PFOS bei 50 µg/kg, für PFOA bei 25 µg/kg, für PFNA bei 45 µg/kg, für PFHxS bei 3 µg/kg und für die Summe (PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS) bei 50 µg/kg. Unter der Annahme, dass die inzwischen geltenden Höchstgehalte bereits zum Zeitpunkt des Wildtier-Monitorings in Kraft gewesen wären, hätte für alle untersuchten Wildschweinleberproben eine Überschreitung der Höchstgehalte vorgelegen.

## **Fazit**

In den untersuchten Wildschweinmuskelfleisch- und Wildschweinleberproben wurden PFAS-Gehalte in der gleichen Größenordnung wie in einem vorangehenden Wildschwein-Monitoring in Hessen im Jahr 2009 festgestellt. Auch Berichte anderer Bundesländer (Bayern, Baden-Württemberg) lassen auf vergleichbare PFAS Gehalte in Wildschweinen und somit auf ein ubiquitäres Vorkommen von PFAS in Wildschweinen schließen. Dadurch, dass sich die PFAS-Gehalte in Wildschweinen seit 2009 auf einem vergleichbaren Niveau bewegen, somit die Belastung mit PFAS über die Jahre nicht angestiegen ist, führte letztendlich die wissenschaftliche Neubewertung durch die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit zu der deutlichen Absenkung der tolerierbaren Aufnahmemenge (TWI), zuletzt im September 2020 und somit zu

einer wesentlich stärkeren Ausschöpfung des TWI durch den Verzehr von Wildschweinleber und Wildschweinmuskelfleisch als noch im Jahr 2009.

Unter den 70 untersuchten Wildschweinleberproben waren vier Proben, die von Wildschweinen aus Gatterhaltung stammten. Diese vier Proben wiesen PFAS-Summengehalte zwischen 116,6 µg/kg und 190 µg/kg und somit im unteren Belastungsbereich aller untersuchten Wildschweinlebern auf. Die vergleichsweise geringen Gehalte weisen darauf hin, dass der eingeschränkte Bewegungsradius der Gatterhaltung und das eingeschränkte Futterangebot (gezielte Fütterung) zu einer geringen Belastung im Vergleich zu freilebenden Tieren führen.

Aufgrund der aktuellen Untersuchungsergebnisse wird von Verzehr von Wildschweinleber grundsätzlich abgeraten.

Legt man die zwischenzeitlich festgelegten Höchstgehalte gemäß Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 zugrunde, würden die Höchstgehalte in allen untersuchten Wildschweinlebern überschritten. Auch in neun der 50 untersuchten Wildschweinmuskelfleischproben würden die inzwischen geltenden Höchstgehalte nicht eingehalten.

Die PFAS-Gehalte in den Lebern von Rehen und Hirschen liegen um ein Vielfaches unterhalb der Gehalte, die in Wildschweinlebern festgestellt wurden, was möglicherweise auf die unterschiedliche Ernährungsweise von Rehen und Hirschen (herbivor) im Vergleich zu Wildschweinen (omnivor) zurück zu führen ist.

Im Muskelfleisch von Rehen und Hirschen wurden keine PFAS-Gehalte festgestellt. Es gibt daher keine Anhaltspunkte für ein gesundheitliches Risiko durch PFAS infolge des Verzehrs der untersuchten Reh- und Hirsch-Muskelfleischproben.

#### Referenzen:

- BfR (2020). Bewertungsbericht zu den Ergebnissen des nationalen Rückstandskontrollplans und des Einfuhrüberwachungsplans 2017. Stellungnahme Nr. 002/2020 vom 9. Januar 2020. Bundesinstitut für Risikobewertung. 39 pp.
- EFSA CONTAM Panel, Schrenk, D., Bignami, M., et al. (2020). Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. EFSA Journal 18(9): 391 pp.
- Stahl, T., Falk, S., Failing, K., Berger, J., Georgii, S., Brunn, H., (2012): Perfluorooctanoic Acid and Perfluorooctane Sulfonate in Liver and Muscle Tissue from Wild Boar in Hesse, Germany. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 62(4), 696-703
- [https://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/chemie/kontaminanten/pfas/ue\\_2010\\_pft\\_lebensmittel\\_wild\\_sonstigesbayern.htm](https://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/chemie/kontaminanten/pfas/ue_2010_pft_lebensmittel_wild_sonstigesbayern.htm) (Stand: 11.05.2021)
- [https://www.ua-bw.de/pub/beitrag.asp?subid=3&Thema\\_ID=5&ID=3061&lang=DE&Pdf=No](https://www.ua-bw.de/pub/beitrag.asp?subid=3&Thema_ID=5&ID=3061&lang=DE&Pdf=No). (Stand: 11.05.2021)
- VERORDNUNG (EG) Nr. 1881/2006 DER KOMMISSION vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02006R1881-20230101&qid=1676554127332&from=DE> (Stand: 16.02.2023)