

Hintergrundpapier

PFAS (Per- und Polyfluoralkylsubstanzen)

Datum: 27.10.2023

Für den Gesundheitsschutz heutiger und künftiger Generationen

PFAS- oder Per- und Polyfluoralkylsubstanzen (PFAS) sind eine große Gruppe komplexer synthetischer Chemikalien. Sie wurden erstmals in den 1940/50er Jahren hergestellt und umfassen schätzungsweise über 10.000 verschiedene Stoffe. Von diesen sind 4.700 PFAS in ihrer chemischen Struktur bekannt, und etwa 1.400 PFAS werden derzeit kommerziell genutzt. PFAS werden vollständig vom Menschen hergestellt und sind vor allem für ihre wasser-, öl-, fettabweisenden Eigenschaften und ihre hohe thermische Stabilität bekannt. Aufgrund dieser Eigenschaften finden sie in der Industrie und im verarbeitenden Gewerbe breite Anwendung. PFAS sind in allen Arten von Produkten, wie Verpackungen, Feuerlöschschäumen, Kleidung, Kochgeschirr und Schutzbeschichtungen für Textilien oder Elektronik zu finden [1, 1a, 2].

PFAS sind in der Umwelt, dem Menschen und auch in allen anderen Lebewesen in hohem Maße vorzufinden, sind extrem beständig und werden mit negativen Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen in Verbindung gebracht [2, 5, 9].

Der Mensch ist PFAS hauptsächlich über Lebensmittel, Luft (Staub) und Trinkwasser ausgesetzt. Lebensmittel (insbesondere Fisch, Eier und Früchte) sind die Hauptquelle für die Exposition des Menschen gegenüber PFAS [2, 3, 5, 6].

PFAS in der Umwelt

Die Kontamination der Umwelt mit PFAS ist allgegenwärtig, da die Stoffe in großen Mengen produziert und emittiert werden. Sie gelangen über verschiedene Eintragspfade in die Umwelt. Aufgrund ihrer chemischen Stabilität gibt es keine natürlichen biologischen oder abiotischen Abbaumechanismen, die zu einer vollständigen Mineralisierung (Zersetzung in mineralische Form) von PFAS führen können. Dies bedeutet, dass sich PFAS in der Umwelt und in Organismen anreichern und lange Zeit in der Luft, im Wasser oder im Boden vorhanden sein können. Darüber hinaus ist es schwierig und kostspielig, sie zu behandeln und aus der Umwelt zu entfernen, wenn sie einmal in diese gelangt sind [2, 5].

Die Umweltverschmutzung durch PFAS wird mit erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf Ökosystemfunktionen, Pflanzen, Tiere, Mikroorganismen und Menschen in Verbindung gebracht, insbesondere an Orten, an denen die PFAS-Kontamination hohe Werte erreicht - so genannte Hotspots [2, 3, 5, 9, 10].

Das Forever Pollution Projekt - eine Zusammenarbeit von Journalist*innen aus ganz Europa - hat europaweit mehr als 17.000 Orte mit relevanter PFAS-Belastung identifiziert, darunter 2.000 Hotspots mit signifikanten PFAS-Belastungswerten. Die am Projekt beteiligten deutschen Journalisten von NDR, WDR und SZ haben für Deutschland mehr als 1.500 Orte mit PFAS-Belastung identifiziert, einschließlich mehr als 300 Hotspots [8].

PFAS und (Trink-)Wasser

PFAS wurden in verschiedenen Arten von Wasser nachgewiesen, darunter Regen, Schnee, Grundwasser, Leitungswasser, Ozeane, Seen und Flüsse. Sie gelangen auf verschiedenen Wegen in Gewässer: z.B. über Abwässer aus Kläranlagen, durch Abschwemmung von PFAS-kontaminiertem Boden und über die Luft. Einige PFAS sind mobil, wenn sie in Wasser gelöst sind, und können über das Grundwasser über weite Strecken transportiert werden. Grundwasseruntersuchungen in Deutschland zeigen hohe PFAS-Konzentrationen an Messstellen mit bekannter PFAS-Kontamination im Einzugsgebiet. [2, 3, 5, 6].

Auf der Grundlage der bisher verfügbaren toxikologischen Informationen über PFAS und unter Berücksichtigung von in Deutschland festgelegten Schwellenwerte sind

Gesundheitsrisiken für normale Verbraucher*innen von kommunalem Leitungswasser eher auszuschließen [2, 4, 6].

Trinkwasser gilt jedoch dann als bedenkliche PFAS-Quelle, wenn das Rohwasser durch Beschädigungen oder Unfälle mit PFAS kontaminiert wurde. In Deutschland sind bisher nur wenige solcher Fälle bekannt [2, 5].

Bisher verfügbare Abwasserbehandlungsmethoden wie Aktivkohlefilter und Ionenaustauscharze entfernen PFAS nur bis zu einem gewissen Grad, sind eher für bestimmte Arten von PFAS geeignet und können teuer sein. Andere Verfahren befinden sich in der Entwicklung, sind aber noch nicht einsatzbereit [2, 5]. So ist es Forschern des Fraunhofer-Instituts für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB in jüngster Zeit möglicherweise gelungen, ein Verfahren zu entwickeln, das auf dem Einsatz von Plasma basiert und die Molekülketten von PFAS abbauen kann - bis hin zur vollständigen Mineralisierung des Umweltgifts [7].

PFAS sind nicht auf Leitungswasser beschränkt, sondern können auch in Flaschenwasser gefunden werden. Studien haben bei zwei von sechs getesteten deutschen Handelsmarken PFAS-Konzentrationen im Wasser aufgewiesen [6].

PFAS-Hotspots in Deutschland [2]	
Raststatt: Kontaminierung von 700 Hektar Ackerland und Grundwasser durch Ausbringung von PFAS-kontaminiertem Papierschlamm als Dünger.	https://www.landkreis-rastatt.de/landratsamt/aemteruebersicht/amt-fuer-umwelt-und-gewerbeaufsicht/pfc_pfas
Chemiepark Gendorf: Die Herstellung von Fluorpolymeren, PFOA, führte zur Kontamination von Böden, Grundwasser und Oberflächengewässer.	https://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/chemie/kontaminanten/pfas/et_uebersicht_pfoa_aoe.htm
Militärflughafen Manching: Löschschäume verunreinigten das Grundwasser und einen nahe gelegenen kleinen Bach.	https://www.landkreis-pfaffenhofen.de/umwelt/pfas-belastungen-am-flugplatz-manching/

Hochsauerland: Großflächige Kontamination durch die Ausbringung eines Bodenhilfsstoffs, der illegal Klärschlamm aus der Papierindustrie enthielt.	https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/gefahrstoffe/pfas/pfas-in-boeden/aufbringungsflaechen
Düsseldorf Flughafen: Feuerlöschschäume kontaminierten Boden und Grundwasser.	https://www.duesseldorf.de/umweltamt/umwelt-und-verbraucherthemen-von-a-z/aktuell/pft-lohausen-kwerth

PFAS und die menschliche Gesundheit

Im menschlichen Körper binden sich PFAS an Proteine im Blut, in der Leber und in den Nieren und können ein breites Spektrum an gesundheitlichen Beeinträchtigungen verursachen. Dazu gehören endokrine Wirkungen, Karzinogenität, Schädigungen der Fruchtbarkeit, Auswirkungen auf den Fettstoffwechsel und das Immunsystem und damit unter anderem auf die Bildung von Impfstoff-Antikörpern.

Das Ausmaß der gesundheitlichen Auswirkungen hängt von den Umständen der Exposition (Ausmaß, Dauer, Expositionsweg usw.) und den Faktoren der exponierten Personen (z. B. Alter, Geschlecht, Gesundheitszustand und genetische Veranlagung) ab. Die langsame Ausscheidungsrate, welche die Anreicherung der Substanz im Körper verstärkt, und die Tatsache, dass einige PFAS während der Schwangerschaft und Stillzeit von der Mutter auf das Kind übertragen werden, sind weitere kritische Aspekte in Bezug auf PFAS und die menschliche Gesundheit [2, 5, 9, 11].

Rechtliche Regulierung von PFAS

Die Gesundheitsrichtlinien für die Belastung durch PFAS sind im Laufe der Jahre immer strenger geworden. Darüber hinaus gibt es gesetzliche Vorschriften und Grenzwerte, um die Menge der PFAS in der Umwelt und die Exposition des Menschen weiter zu begrenzen. PFOS und PFOA wurden beispielsweise im Rahmen des Stockholmer Übereinkommens streng reguliert [5, 12, 13].

Auf EU-Ebene wurde in der überarbeiteten Trinkwasserrichtlinie (2020) ein "neuer Gruppengrenzwert" von 0,5 µg/L für "PFAS Total" (d. h. die Gesamtheit der PFAS) und

ein Grenzwert von 0,1 µg/L für die "Summe der PFAS, die als besorgniserregend gelten", im Trinkwasser festgelegt [13, 14].

In der deutschen Trinkwasserverordnung wurden die Vorgaben aus der EU-Richtlinie wie folgt umgesetzt: Für die Summe von 20 PFAS (mit einer Kettenlänge von 4 bis 13 Kohlenstoffatomen) wurde ein Gesamtgrenzwert von 0,1 µg/L festgelegt. Diese Grenzwerte gelten ab dem 12. Januar 2026. Ein Gesamtgrenzwert von 0,02 µg/L wurde für die Summe von 4 PFAS festgelegt, die etwa 50 % der PFAS in der menschlichen Nahrungsaufnahme und etwa 90 % der Körperbelastung ausmachen (einschließlich PFOA und PFOS). Die Anforderungen sind ab dem 12. Januar 2028 gültig [15].

Experten halten diese Grenzwerte für zu hoch, um einen langfristigen Schutz (auch gegen Kreuzkontamination) zu gewährleisten, und den Umsetzungszeitraum für zu lang. Was die Exposition gegenüber PFAS (z. B. über Lebensmittel oder Wasser) betrifft, so hat die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) eine zulässige wöchentliche Dosis von nur 0,0044 µg/kg Körpergewicht pro Woche für die Summe von vier repräsentativen PFAS benannt. Nach diesen Grenzwerten sollte der Grenzwert für Trinkwasser auf 0,0022 µg/L festgelegt werden [5, 12]. Andere Länder haben strengere Werte eingeführt: Dänemark zum Beispiel hat den Höchstgehalt an PFAS im Wasser auf 0,0022 µg/L festgesetzt [5].

Das Problem bei der Beschränkung einzelner Stoffe der Gruppe ist, dass weiterhin verschiedene und neue Arten von PFAS entwickelt und in die Umwelt freigesetzt werden, deren Auswirkungen nicht bekannt sind. Deshalb arbeiten Vertreter*innen aus Deutschland, die Niederlande, Dänemark, Norwegen und Schweden gemeinsam daran, die gesamte Stoffgruppe der PFAS weiter zu beschränken. Der Vorschlag wurde von der Europäischen Chemikalienagentur ECHA im Februar 2023 veröffentlicht und durchläuft nun den rechtlichen Prozess des ECHA-Beschränkungsverfahrens [5, 13, 16]. Dieser Ansatz ist in Teilen der Industrie auf großen Widerstand gestoßen [17].

Es ist notwendig, PFAS in der Umwelt drastisch einzuschränken und die Ausbreitung neuer Stoffe aus der Gruppe der PFAS auszuschließen, die sich in der zukünftigen Forschung als schädlich erweisen könnten. Um die zukünftige Sicherheit und Sauberkeit unseres Trinkwassers zu gewährleisten und die Gesundheit der Umwelt und aller Lebewesen zu schützen.

Weitere Informationen:

Allgemeine Informationen zu PFAS und ihren Auswirkungen:

PFAS-Bericht des Umweltbundesamtes 2020

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/publikationen/200922_uba_sp_1-2020_eng-web_0.pdf

Brunn, et al. 2023 - Environmental Sciences Europe.

<https://doi.org/10.1186/s12302-023-00721-8>

Mehr darüber, wie sich PFAS auf die menschliche Gesundheit auswirken:

Per-and Polyfluoroalkyl Substance Toxicity and Human Health Review: Current State of Knowledge and Strategies for Informing Future Research

<https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/etc.4890>

Stand der PFAS-Gesetzgebung auf der ganzen Welt:

Global Regulations Around PFAS: The Past, the Present and the Future

https://icrl.lexxion.eu/data/article/18898/pdf/icrl_2023_01-005.pdf

Das Projekt Forever Pollution

eine Zusammenarbeit von Journalisten und Medien aus ganz Europa, die das Ausmaß und das Ausmaß der Verschmutzung durch PFAS enthüllt

<https://foreverpollution.eu/>

PFAS-freie Produkte

Marken, Produkte und Einzelhändler, die als PFAS-frei deklariert sind - bereitgestellt von Fidra

<https://www.pfasfree.org.uk/pfas-free-products>

Manifest für ein dringendes Verbot der "ewigen Chemikalien" PFAS

Forderungen der europäischen zivilgesellschaftlichen Organisationen an die EU-Mitgliedstaaten und die Kommission, alle PFAS in Konsumgütern bis 2025 zu verbieten und bis 2030 ein vollständiges Verbot zu erreichen.

<https://banpfasmanifesto.org/en/>

RIWA-Rijn Jahresbericht 2022

Jahresbericht des Verbandes der Trinkwasserversorger, die Oberflächenwasser aus dem Rhein nutzen, unter besonderer Berücksichtigung von PFAS

<https://www.riwa-rijn.org/en/news/riwa-rijn-water-quality-of-the-rhine-falls-short-of-targets/>

Innovationen jenseits von PFAS

Leitartikel, der einige wichtige Themen im Zusammenhang mit PFAS zusammenfasst

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.adj7475>

Policy Briefing Paper: Umgang mit PFAS im Trinkwasser

Zusammenfassung umfangreicher Forschungsarbeiten über die Verschmutzung durch PFAS ("forever chemicals") in 20 europäischen Ländern und insbesondere über die Auswirkungen dieser Stoffe in Trinkwasser und Lebensmitteln

<https://eeb.org/library/briefing-paper-tackling-pfas-in-drinking-water/>

Quellen

- [1] Bundesinstitut für Risikobewertung: Gekommen, um zu bleiben: Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) in Lebensmitteln und der Umwelt.
https://www.bfr.bund.de/de/gekommen_um_zu_bleiben_per_und_polyfluorierte_alkylsubstanzen_pf_as_in_lebensmitteln_und_der_umwelt-242936.html (last visited 28.09.2023)
- [1a] Glüge, J., Scheringer, M., Cousins, I. T., DeWitt, J. C., Goldenman, G., Herzke, D., Lohmann, R., Ng, C., Trier, X. & Wang, Z. (2020). An overview of the uses of per-and polyfluoroalkyl substances (PFAS). *Environmental Science: Processes & Impacts*, 22(12), <https://doi.org/10.1039/D0EM00291G>
- [2] German Environment Agency. (2020, January): Pfas - Umweltbundesamt.
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/publikationen/uba_sp_pfas_web_0.pdf
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/publikationen/200922_uba_sp_1-2020_eng-web_0.pdf
- [3] Abunada, Z., Alazaiza, M. Y., & Bashir, M. J. (2020): An overview of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in the environment: Source, fate, risk and regulations. *Water*, 12(12), 3590.
<https://doi.org/10.3390/w12123590>
- [4] Nicole M. DeLuca, Jeffrey M. Minucci, Ashley Mullikin, Rachel Slover, Elaine A. Cohen Hubal (2022): Human exposure pathways to poly- and perfluoroalkyl substances (PFAS) from indoor media: A systematic review, *Environment International*, Volume 162. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107149>
- [5] Brunn, H., Arnold, G., Körner, W., Rippen, G., Steinhäuser, K. G., & Valentin, I. (2023). Pfas: Forever chemicals—persistent, bioaccumulative and mobile. reviewing the status and the need for their phase out and remediation of contaminated sites. *Environmental Sciences Europe*, 35(1).
<https://doi.org/10.1186/s12302-023-00721-8>
- [6] Domingo, J. L., & Nadal, M. (2019). Human exposure to per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) through drinking water: A review of the recent scientific literature. *Environmental Research*, 177, 108648.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108648>
- [7] Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB (18.07.2023): PFAS-kontaminiertes Wasser wird wieder sauber – erfolgversprechendes und umweltschonendes Verfahren entwickelt. Pressemitteilung.
<https://www.igb.fraunhofer.de/de/presse-medien/presseinformationen/2023/pfas-kontaminiertes-wasser-wird-wieder-sauber-erfolgversprechendes-und-umweltschonendes-verfahren-entwickelt.html> (last visited 28.09.2023)
- [8] The Forever Pollution Project: Journalists tracking PFAS across Europe. <https://foreverpollution.eu/> (last visited 28.09.2023)

[9] Fenton, S.E., Ducatman, A., Boobis, A., DeWitt, J.C., Lau, C., Ng, C., Smith, J.S. and Roberts, S.M. (2021): Per-and Polyfluoroalkyl Substance Toxicity and Human Health Review: Current State of Knowledge and Strategies for Informing Future Research. *Environ Toxicol Chem*, 40: 606-630.

<https://doi.org/10.1002/etc.4890>

[10] Jiuyi Li, Jing Sun, Pengyang Li (2022) Exposure routes, bioaccumulation and toxic effects of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) on plants: A critical review, *Environment International*, Volume 158, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106891>

[11] HBM4EU: per-polyfluorinated-compounds

<https://www.hbm4eu.eu/hbm4eu-substances/per-polyfluorinated-compounds/> (last visited 28.09.2023)

[12] EFSA CONTAM Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain), Schrenk, D, Bignami, M, Bodin, L, Chipman, JK, del Mazo, J, Grasl-Kraupp, B, Hogstrand, C, Hoogenboom, LR, Leblanc, J-C, Nebbia, CS, Nielsen, E, Ntzani, E, Petersen, A, Sand, S, Vleminckx, C, Wallace, H, Barregård, L, Ceccatelli, S, Cravedi, J-P, Halldorsson, TI, Haug, LS, Johansson, N, Knutsen, HK, Rose, M, Roudot, A-C, Van Loveren, H, Vollmer, G, Mackay, K, Riolo, F and Schwerdtle, T, 2020. Scientific Opinion on the risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. *EFSA Journal* 2020;18(9):6223, 391 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6223>

[13] Thomas, T. , Malek, A. , Arokianathar, J. , Haddad, E. , & Matthew, J. (2023) Global Regulations Around PFAS: The Past, the Present and the Future *International Chemical Regulatory and Law Review* Jahrgang 6, Ausgabe 1 pp. 3 - 17 <https://icrl.lexxion.eu/article/icrl/2023/1/4>

[14] EU Drinking Water Directive (December 2020) <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2020/2184/oj> (last visited 28.09.2023)

[15] Trinkwasserverordnung Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Stand Juni 2023) https://www.gesetze-im-internet.de/trinkwv_2023/ (last visited 28.09.2023)

[16] ECHA Consultation: Restriction on the manufacture, placing on the market and use of PFASs. <https://echa.europa.eu/de/restrictions-under-consideration/-/substance-rev/72301/term> (last visited 28.09.2023)

[17] Corporate Europe Observatory (CEO) (July 202): PFAS are forever? How the chemical industry is fighting back against regulation <https://corporateeurope.org/en/pfas-are-forever>