

Perfluorpentansäure (PFPeA)

Substanzname	Perfluorpentansäure (PFPeA)
CAS-Nr.	2706-90-3
Substanzname (IUPAC)	2,2,3,3,4,4,5,5,5-Nonafluoropentanoic acid
Synonyme	Perfluoropentanoic acid, Nonafluoropentanoic acid
Strukturformel	
Geringfügigkeitsschwellenwert (µg/L)	
Maßgebliche Basis für den Vorschlag	<input type="checkbox"/> TrinkwV <input type="checkbox"/> Analog TrinkwV <input type="checkbox"/> Ökotoxizität <input type="checkbox"/> Basiswert/Untergrenze
Grenzwert der TrinkwV (µg/L)	
Vorschlag analog TrinkwV (µg/L) Humantoxikologisch begründeter Wert Ästhetisch begründeter Wert	- (GOW: 3)
Ökotoxikologische Kriterien (µg/L): Umweltqualitätsnorm PNEC (aquat.) Sonstige	320

Erläuterung

Eine humantoxikologische Ableitung analog zur Trinkwasserverordnung ist mangels Daten nicht möglich. Das Ergebnis der ökotoxikologischen Bewertung kann als GFS nur akzeptiert werden, wenn es bis zu einem Faktor drei über dem gesundheitlichen Orientierungswert (GOW) liegt (LAWA 2010). Dies ist bei PFPeA nicht der Fall.

Für mehrere gleichzeitig auftretende Stoffe wird auf das Kapitel 5.2 verwiesen.

Humantoxikologische Bewertung

Eine Übersicht zur Datenlage zu PFPeA findet sich bei Bull et al. (2014); es wurden keine Informationen zur Toxikokinetik, zur Toxikologie an Labortieren oder zur Toxikologie beim Menschen gefunden.

In COS-1-Zellen, in die PPAR α -Plasmide¹⁾ der Maus oder des Menschen transferiert waren, aktivierten 0,5-100 μ M PFPeA die Luciferase der Plasmide sowohl der Maus als auch des Menschen im Vergleich zu den Kontrollen konzentrationsabhängig. Die PPAR α der Maus reagierten auf PFPeA nur wenig empfindlicher als die Human-PPAR α (Wolf et al. 2012).

Im Steroidogenese-Test führte PFPeA mit einer menschlichen Nebennierenrinden-Karzinom-Zelllinie (NCI-H295R) nicht zur Bildung von 17 β -Östradiol oder Testosteron und reagierte auch nicht in Reportergergen-Tests mit humanen Östrogen-, Androgen- oder Ah-Rezeptoren (ebenso

¹⁾ PPAR α : Peroxisomen-Proliferator-aktivierter Rezeptor alpha. Die PPAR α -Rezeptoren regulieren wichtige physiologische Prozesse, unter anderem die Fettsäure-Oxidation in der Leber. Auch können sie Reproduktion und Entwicklung beeinflussen (Abbott, 2009). Nach Klaunig et al. (2003) wird die Aktivierung der PPAR α mit der Tumor-Induktion in der Leber von Nagetieren durch einige nicht-gentoxische Karzinogene in Verbindung gebracht.

wenig wie PFBA, PFHxA und PFHpA, aber im Unterschied zu längerkettigen Perfluorcarbon-säuren; Rosenmai et al. 2014).

Für eine GFS-Begründung liegen keine geeigneten humantoxikologischen Daten vor.

Humantoxikologische GFS-Begründung

Wegen fehlender Daten kann für PFPeA keine humantoxikologisch begründete GFS abgeleitet werden. Auch für einen GOW (Grummt et al. 2013; UBA 2003) liegen keine datengestützten Anhaltspunkte vor. Im Vergleich zur Toxizität anderer eher kurzkettiger PFC wird hier in Übernahme des Vorschlages des UBA (2011) und von Wilhelm et al. (2010) ein auch Vorsorgeaspekte beinhaltender GOW von 3,0 µg/L vorgeschlagen.

Quantitative humantoxikologische Bewertungen anderer Institutionen

Das UBA (2011) nennt zu PFPeA nach einer Interpolation seiner Leitwerte für andere PFC einen GOW von 3,0 µg/L.

Ökotoxikologische Bewertung

Akut sind Daphnien mit EC₅₀ (48 h) > 112 mg/L (OECD 202, 48 h) nach Hoke et al. (2012) sowie mit EC₅₀ (48 h) > 5280 mg/L nach BayLfU (2015) und Wappen-Rädertiere (*Brachionus calyciflorus*) mit LC₅₀ (24 h) = 130 mg/L (Wang et al. 2014) weniger empfindlich als Grünalgen (*Pseudokirchneriella subcapitata*) mit EbC₅₀ (72 h, Biomasse) = 81,7 mg/L und ErC₅₀ (72 h, Wachstumsrate) = 99,2 mg/L (OECD 201) und besonders als Dickkopfelritzen (*Pimephales promelas*) mit LC₅₀ (96 h) = 32 mg/L (OECD 203).

Chronische Wirkwerte für PFPeA stehen zur Verfügung für *Daphnia magna* mit NOEC > 1.000 mg/L (OECD 211, Reproduktion, 21 d) nach BayLfU (2015) sowie für *Pseudokirchneriella subcapitata* mit EbC₁₀ = 57,5 mg/L, ErC₁₀ = 266,3 mg/L und NOErC = 88,2 mg/L (BayLfU 2015). Da sowohl die Wirbellosen als auch die Algen akut weniger empfindlich sind als Fische, ist nach TGD (2011) ein Sicherheitsfaktor 100 nicht auf den niedrigsten chronischen, sondern auf den noch niedrigeren akuten Wirkwert von 32 mg/L für Fische anzusetzen. Dies ergibt eine PNEC von 320 µg/L.

Literatur

Abbott BD (2009): Review of the expression of peroxisome proliferator-activated receptors alpha (PPAR alpha), beta (PPAR beta), and gamma (PPAR gamma) in rodent and human development. **Reprod. Toxicol.** **27**, 246-257

BayLfU (2015): Aufkonzentrierung von Umweltproben für Wirktests am Beispiel endokrin wirksamer Substanzen und 4. Reinigungsstufe; Projekterweiterung: Bewertung flussgebietsspezifischer Schadstoffe - **Projekt-Nr. 76e01-148**

Blaine AC, CD Rich, EM Sedlacko, KC Hyland, C Stushnoff, ER Dickenson, CP Higgins (2014): Perfluoroalkyl acid uptake in lettuce (*Lactuca sativa*) and strawberry (*Fragaria ananassa*) irrigated with reclaimed water. **Environ. Sci. Technol.** **48**(24), 14361-14368

Bull S, K Burnett, K Vassaux, L Ashdown, T Brown, L Rushton (2014): Extensive literature search and provision of summaries of studies related to the oral toxicity of perfluoroalkylated substances (PFASs), their precursors and potential replacements in experimental animals and humans. European Food Safety Authority (EFSA) **supporting publication 2014: EN-572**, <http://www.efsa.europa.eu/de/supporting/doc/572e.pdf>

Grummt T, J Kuckelkorn, A Bahlmann et al. (2013): Tox-Box: securing drops of life - an enhanced health-related approach for risk assessment of drinking water in Germany (Tox-Box: Die Tropfen des Lebens bewahren - Gesundheitsbasierte Risikobewertung für Trinkwasser in Deutschland). **Environmental Sciences Europe** **25**, 27 - 34

Hoke RA, LD Bouchelle, BD Ferrell, RC Buck (2012): Comparative acute freshwater hazard assessment and preliminary PNEC development for eight fluorinated acids. **Chemosphere** **87**, 725-733

Klaunig JE, MA Babich, KP Baetcke, JC Cook, JC Corton, RM David, JG DeLuca, DY Lai, RH McKee, JM Peters, RA Roberts, PA Fenner-Crisp (2003): PPARalpha agonist-induced rodent tumors: Modes of action and human relevance. **Crit. Rev. Toxicol.** **33**, 655-780

LAWA (2010): Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Ableitung von Geringfügigkeits-schwellenwerten (GFS) für das Grundwasser – NSO-Heterozyklen. Erarbeitet vom **Unterausschuss GFS für NSO-Heterozyklen** des Ständigen Ausschusses Grundwasser und Wasserversorgung der LAWA 2010. http://www.lawa.de/documents/Bericht_NS0_Heterozyklen_9f8.pdf

Rosenmai AK, X Trier, C Taxvig, BMA van Vugt-Lussenburg, AM Vinggaard (2014): Fluorinated compounds and technical mixtures for use in food contact materials have estrogenic activity in an in vitro screening. Manuskript in Vorbereitung. Veröffentlicht in: **Compounds in food packaging materials – Toxicological profiling of knowns and unknowns**. Anna Kjerstine Rosenmai. **PhD Thesis**. DTU Food – National Food Institute, Technical University of Denmark. ISBN 978-87-93109-29-2. DK-Søborg: Oktober 2014. orbit.dtu.dk/files/107073980/phd_thesis_all_included.pdf

TGD (2011): Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), **Guidance Document No. 27**; Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards. Technical Report – 2011 -055. European Communities 2011, S. 1 - 204

UBA (2003): Bewertung der Anwesenheit teil- oder nicht bewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht. Umweltbundesamt. **Bundesgesundheitsbl. – Gesundheitsforsch. – Gesundheitsschutz** **46**, 249–251

UBA (2011): Grenzwerte, Leitwerte, Orientierungswerte, Maßnahmenwerte – Definitionen und Festlegung mit Beispielen aus dem UBA, Autor: H. H. Dieter. Am 16. 12. 11 aktualisierte Fassung des Textes aus: **Bundesgesundheitsbl.** **52**, 1202-1206. Hrsg.: Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/grenzwerte_leitwerte.pdf

Wang Y, J Niu, L Zhang, J Shi (2014): Toxicity assessment of perfluorinated carboxylic acids (PFCAs) towards the rotifer *Brachionus calyciflorus*. **Sci. Total Environ.** **491-492**, 266-270

Wilhelm M, S Bergmann, HH Dieter (2010): Occurrence of perfluorinated compounds (PFCs) in drinking water of North Rhine-Westphalia, Germany, and new approach to assess drinking water contamination by shorter-chained C4–C7 PFCs. **International Journal of Hygiene and Environmental Health** **213**, 224–232

Wolf CJ, JE Schmid, C Lau BD Abbott (2012): Activation of mouse and human peroxisome proliferator-activated receptor-alpha (PPARα) by perfluoroalkyl acids (PFAAs): Further investigation of C4-C12 compounds. **Reprod. Toxicol.** **33**(4), 546-551

Analyseverfahren

Norm	Methode	untere Anwendungsgrenze ¹⁾	Normbezeichnung
DIN 38407-42:2011-03	Festphasenextraktion; HPLC-MS/MS	a) Trink-, Grund-, Oberflächenwasser: 0,01 µg/L b) Gereinigtes Abwasser: 0,025 µg/L	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Gemeinsam erfassbare Stoffgruppen (Gruppe F) - Teil 42: Bestimmung ausgewählter polyfluorierter Verbindungen (PFC) in Wasser - Verfahren mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (HPLC-MS/MS) nach Fest- Flüssig-Extraktion

¹⁾ Die unteren Grenzen des Anwendungsbereichs sind sowohl stoff- als auch matrixabhängig. Im Altlastenbereich sind diese Grenzen möglicherweise nach oben zu korrigieren.