MEDIZINISCHES LABOR BREMEN

LABOR-INFORMATION

Perfluorierte Tenside (PFT)

PFTs haben in den letzten Jahrzehnten vielfältige Anwendungen gefunden, sind aber in der Umwelt lange Zeit nahezu unbemerkt geblieben. Viele aktuelle Studien belegen nun deren weite Verbreitung von der insbesondere Mensch und Tier betroffen sind. Selbst in arktischen Regionen sind sie anzutreffen, z. B. im Blut von Eisbären. Die Leitverbindungen PFOA und PFOS sind im Tierversuch kanzerogen. Die toxikologischen Eigenschaften der PFTs für den Menschen werden als bedenklich eingestuft.

Verwendung und Vorkommen

Per- und polyfluorierte organische Verbindungen werden seit Jahrzehnten produziert und in vielen Industrie- und Verbraucherprodukten eingesetzt. Eine bedeutende Gruppe innerhalb dieser Stoffklasse sind die perfluorierten Tenside (PFT), die sich durch eine hohe thermische und chemische Stabilität, schmutz-, fett- und wasserabweisende Eigenschaften auszeichnen. Zu ihnen gehören die Perfluoralkylsulfonsäuren (PFAS), die Perfluorcarbonsäuren (PFCA) und die Fluortelomeralkohole (FTOH).

Anwendungen finden sie u. a. in Imprägniersprays, Bodenwachs, als Schutzbeschichtung (Scotchgard, Stainmaster, SilverStone) für Teppichböden, Polstermöbel, Textilien, in Kosmetika, in Lebensmittelverpackungen, Feuerlöschschäumen und als Hilfsstoffe in der Fluorpolymerproduktion.

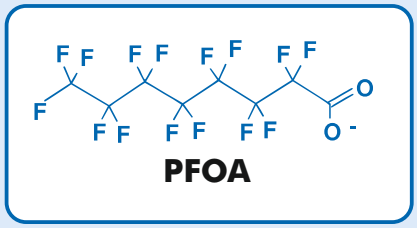
Das bekannteste Polymer ist Teflon, das u. a. in Gore-Tex Kleidung, Implantaten, Zahnseide und als Antihaftbeschichtung in Kochgeschirr verwendet wird.

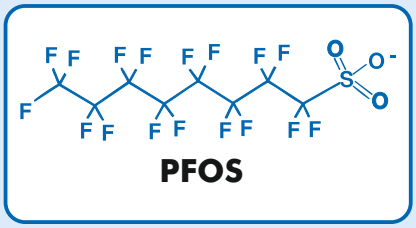
Hieraus ergibt sich eine Vielzahl an potentiellen Expositionsquellen für den Menschen. PFTs kumulieren im menschlichen Körper, wenn sie langfristig über Nahrungsmittel und Trinkwasser aufgenommen werden.

Die derzeit wichtigsten Vertreter sind die Perfluorooctansäure (PFOA) und die Perfluorooctansulfonsäure (PFOS). Aufgrund ihrer vielfältigen Anwendungen und Persistenz sind sie weltweit in der Umwelt und in tierischem und menschlichem Blut nachweisbar. Die ubiquitäre Verteilung erfolgt sowohl über Meeresströmungen als auch über den atmosphärischen Transport von flüchtigen,

bei der Produktion und Verarbeitung freigesetzten Vorläuferverbindungen wie die Fluortelomeralkohole und andere. Diese Vorläuferverbindungen werden in der Umwelt und im Körper zu PFOA und PFOS umgewandelt.

PFOS wurde aufgrund seiner ausgeprägten **P**ersistenz, **B**ioakkumulation und **T**oxizität von der EU als kritischer PBT-Stoff bewertet und ab Juni 2008





verboten. Ausnahmen sind spezielle Anwendungen bei fotografischen Beschichtungen, Antischleiermittel für Verchromungsverfahren und Hydraulikflüssigkeiten in Luft- und Raumfahrt. Inwieweit andere PFTs ebenfalls der PBT-Gruppe zuzuordnen sind, ist noch unklar.

Die Emissionen von PFOA und seinen Vorläuferverbindungen sollen in einem von der amerikanischen Umweltbehörde (US-EPA) initiierten freiwilligen Vereinbarung (Product Stewardship Programme) mit 8 Unternehmen der Fluorchemie stufenweise bis 2015 vollständig reduziert werden. Dies gilt auch für längerkettige Perfluorcarbonsäuren.

Aufnahme, Metabolismus und Toxizität

Nach oraler, inhalativer oder dermaler Resorption verteilen sich PFOA und PFOS hauptsächlich in Leber, Plasma (Albumin) und Niere, jedoch nicht in Fettgewebe.

Beide Substanzen sind plazentargängig. Verglichen mit mütterlichem Blut sind die PFOS Konzentrationen in Nabelschnurblut etwa halb so hoch, die von PFOA sind vergleichbar.
Die akute orale Toxizität für PFOA und PFOS ist mit einer LD50 von > 500-1000 mg/kg bzw. 160-369 mg/kg KG (Ratte) relativ gering. In Langzeitstudien mit Ratten und Mäusen förderten beide Substanzen die Entstehung von Leber-, Bauchspeicheldrüsen- und Leydigzell-Tumoren. Genotoxische Wirkungen, etwa durch reaktive Metaboliten, werden als unwahrscheinlich angesehen. Die Bedeutung dieser Befunde für den Menschen ist noch umstritten. Bei sehr hohen Dosen treten im Tier fortpflanzungsgefährdende Wirkungen auf.

PFOA und PFOS werden im Menschen nicht metabolisiert und nur langsam ausgeschieden. Die biologischen Halbwertszeiten in beruflich spezifisch exponierten Menschen betragen 4,4 (1,5-13,5) bzw. 8,7 (2,9-31,3) Jahre.

Die US-EPA ordnet PFOA in 2005 als ein „wahrscheinliches Karzinogen“ ein. Die Senatskommission der DFG hat PFOA in die Kanzerogenitäts-Kategorie 4 für krebserzeugende Stoffe mit nicht-genotoxischem Mechanismus eingestuft.

Abb. Möhne-Talsperre
PFT's wurden in Ruhr und Möhne nachgwiesen.

Systematische Untersuchungen zur Belastungssituation von Nahrungsmitteln mit PFTs liegen für Deutschland zur Zeit nicht vor. Der enge Zusammenhang zwischen PFT-Gehalten im Blut von Kindern und dem Konsum kontaminierten Trinkwassers in Arnsberg im Hochsauerlandkreis (Mai 2006) zeigt deutlich, dass der Nahrungspfad eine bedeutende PFT-Quelle sein kann.

PFT	Studie Erlangen *95. Perzentile*	Studie Medizinisches Labor Bremen *95. Perzentile*
PFOA	14,6 µg/L (n=105, 5-84 jährig)	11,2 µg/L (n=268, <1-24 jährig)
PFNA	---	1,9 µg/L (n=268, <1-24 jährig)
PFOS	54,3 µg/L (n=105, 5-84 jährig)	---

Tab. 1 Orientierende Referenzwerte (95. Perzentile) für PFOA und PFOS im Plasma für die deutsche Allgemeinbevölkerung (Erwachsene und Kinder)

Die Trinkwasserkommission (TWK) des Bundesministerium für Gesundheit (BMG) legte für die Summe PFOA, PFOS und andere PFTs 0,1 µg/l Wasser als gesundheitlichen Orientierungswert (GOW) bei lebenslanger Exposition fest. Bei zeitlich befristeter Exposition gegenüber höheren Trinkwasserkonzentrationen gelten abgestufte Vorsorge-Maßnah-mewerte (VMW).

Die TWK des BMG empfiehlt individuelle Blutmessungen von Personen, deren Trinkwasser PFOA und PFOS Werte oberhalb des GOW aufweisen. Gemäß der Risikobewertung durch das BMG gelten PFOA und PFOS Gehalte bis 0,02 µg/g Frischgewicht in Fisch noch als tolerabel.

Analytik

Die individuelle PFT-Belastung wird anhand der Leitverbindungen PFOA und PFOS in Plasma oder Serum ermittelt. Ergänzend kann auch Perfluornonansäure (PFNA) einbezogen werden. Die Messungen erfolgen mittels LC-MSMS. Die Nachweisgrenzen betragen ca. 2 µg/l. Langjährige Erfahrungen in der Untersuchung von unspezifisch exponierten Personen und von Beschäftigten aus der Produktion oder Verarbeitung von PFTs liegen vor.

Bei beruflich bedingter Exposition von Personen in der Produktion oder Weiterverarbeitung von PFTs lagen veröffentlichte PFOA Serum-Konzentrationen bei 7-92030 µg/l, die für PFOS zwischen 40-12830 µg/l. Der BAT-Wert (Biologischer Arbeitsstoff-Toleranz-Wert) für PFOA wurde auf 5000 µg/l festgelegt.

Untersuchungsmaterial

1 ml Plasma oder Serum

Literatur

1) M. Fricke, U. Lahl: Risikobewertung von Perfluortensiden als Beitrag zur aktuellen Diskussion zum REACH-Dossier der EU-Kommission. In: Z Umweltchem Ökotox 17(1) 36-49 (2005).

2) H. W. Hoppe: PFOA in plasma: J. Angerer and K.-H. Schaller (eds.): DFG-Analyses of Hazardous Substances in Biological Materials, Volume 10. Wiley-VCH, Weinheim (2006).

Stand 06/19

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-ML-13439-01-00