

Antwort

der Bundesregierung

auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Stephan Protschka, Berengar Elsner von Gronow, Peter Felser, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der AfD – Drucksache 19/22864 –

Belastung einheimischer Binnengewässer mit Industriechemikalien

Vorbemerkung der Fragesteller

Die Belastung der einheimischen Flüsse und Seen mit Industriechemikalien und anderen zum Teil gesundheitsgefährdenden sowie umweltschädlichen Stoffen stellt nicht nur ein Relikt aus der Vergangenheit dar, sondern ist auch gegenwärtigen Emissionen geschuldet. Ein Beispiel hierfür sind sogenannte Per- und Polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS) (<https://mobil.bfr.bund.de/cm/343/perfluorierte-verbindungen-pfos-und-pfoa-sind-in-lebensmitteln-unerwuenscht.pdf>). Die bekanntesten Vertreter dieser Stoffklasse sind die Perfluoroktansäure (PFOA) und die Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) (ebd.). Hierbei handelt es sich um außerordentlich stabile Verbindungen, die sich aufgrund ihrer hohen Mobilität in Gewässern, des luftgetragenen partikelgebundenen Transportes und ihrer schlechten Abbaubarkeit (Umweltpersistenz) zu globalen Umweltkontaminanten entwickelt haben (ebd.). Demzufolge sind diese Substanzen auch in Deutschland in der Umwelt, in der Nahrungskette und im Menschen (Bioakkumulation) nachweisbar. Zudem verfügen sie erwiesenermaßen über reproduktionstoxische und krebserregende Eigenschaften (<https://www.umweltbundesamt.de/regulierung-von-pfc-unter-reach-clp-stockholm>). Die Verwendungsmöglichkeiten dieser organischen Verbindungen sind vielfältig. Hauptsächlich finden sie jedoch Anwendung im Bereich von Antihafbeschichtungen von Kochgeschirr, als fett- und wasserfeste sowie schmutzabweisende Imprägnierung von Textilien wie Bekleidung und Teppichen, zur Papierveredelung oder auch als Zusatz mit tensidischer Wirkung in Feuerlöschschäumen (https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/ref_werte_pfoa_pfos_plasma_2009.pdf). Weiterhin werden PFOS in der Metallverarbeitung als Hilfsmittel bei der Verchromung sowie in Hydraulikflüssigkeiten in der Luft- und Raumfahrt eingesetzt ([https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/en/dokumente/chemikalien/uw-umwelt-wissen/substance_flow_analysisforswitzerland.pdf](https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/en/dokumente/chemikalien/uw-umwelt-wissen/substance_flow_analysisforswitzerland.pdf.download.pdf/substance_flow_analysisforswitzerland.pdf), S. 24 ff.).

Das Europäische Parlament hatte bereits 2006 beschlossen, PFOS generell zu verbieten. Die Richtlinie 2006/122/EG des Europäischen Parlaments und des Rates ist am 27. Dezember 2006 durch Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Union (2006/L372) in Kraft getreten (https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=uriserv:OJ.L_.2006.372.01.0032.01.DEU). PFOA darf ab 4. Juli 2020 in der EU nicht mehr hergestellt und in den Verkehr

gebracht werden (2017/1000 EU; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/XT/?uri=CELEX:32017R1000>).

Bereits 2006 wurden im Rhein und in der Ruhr hohe PFOS-Werte gemessen. Ursache hierfür waren falsch deklarierte Klärschlämme aus Belgien, welche durch die hiesige Landwirtschaft als Bodenhilfsstoff auf die Felder aufgebracht wurden und von dort aus das Grund- und Flusswasser kontaminiert hatten (<https://web.archive.org/web/20061128065650/http://www.wdr.de/studio/siegen/radio/service/pft/pft.jhtml>). Im Juli 2019 empfahl das Niedersächsische Verbraucherschutzministerium in einer Verzehrempfehlung, auf den regelmäßigen Konsum von niedersächsischen Flussfischen zu verzichten (<https://www.ml.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/pressemitteilungen/aktualisierung-der-verzehrempfehlung-fur-fische-187563.html>), und im August 2019 rieten die Landratsämter Freising und München ebenfalls davon ab, Fische aus der Moosach zu verzehren (<https://www.sueddeutsche.de/muenchen/freising/landkreis-freising-pfos-chemikalien-moosach-mauka-1.4868548>). Aus Verbrauchersicht sind diese vorbeugenden Maßnahmen wichtig und sinnvoll, aus der Sicht der ansässigen Berufsfischer kommen die Verzehrempfehlungen einem Berufsverbot gleich (Philipp Killmann: Ist der Weserfisch wirklich so schädlich?, in: DEWEZET, 28. April 2020, S. 4).

1. Hat die Bundesregierung Kenntnis darüber, welche Quellen beziehungsweise Eintragspfade den erhöhten PFOS-Konzentrationen im Raum München zugrunde liegen?
 - a) Wenn ja, wer ist für die ursächliche Einbringung verantwortlich, und wer kommt für mögliche Folgekosten wie Schadenersatzforderungen der lokalen Binnenfischer und etwaige Sanierungsarbeiten am Flusskörper auf?
 - b) Wenn nein, welche Maßnahmen wurden bisher ergriffen, um die Verantwortlichkeit festzustellen?

Die Fragen 1 bis 1b werden gemeinsam beantwortet.

Die Ursache bzw. der Verursacher der erhöhten PFOS-Konzentrationen ist derzeit nicht bekannt. Das Wasserwirtschaftsamt München beprobt Grundwassermessstellen in München, um die Schadensquelle einzugrenzen und um die Quelle zu finden. Es wird dazu auf das Wasserwirtschaftsamt München (www.wwa-m.bayern.de/service/presse/doc/pm_12_09_2019.pdf) verwiesen.

2. Existieren nach Kenntnis der Bundesregierung Maßnahmenpakete in Form von finanziellen Fördermitteln der öffentlichen Hand, welche die Liquidität der Berufsfischer bei vorübergehender Einstellung der Fangtätigkeit aufgrund zu hoher PFAS-Belastungen in Speisefischen absichern?
 - a) Wenn ja, welche Liquiditätshilfen sind in diesem Fall anzuwenden, und wie erfolgt die Inanspruchnahme?
 - b) Wenn nein, wer kommt im Falle von Schadenersatzforderungen der Binnenfischer für den entstandenen Schaden auf?

Die Fragen 2 bis 2b werden gemeinsam beantwortet.

Der Europäische Meeres- und Fischereifonds als zentrales Förderinstrument im Fischereibereich erfasst diese Form der vorübergehenden Stilllegung nicht. Der Bundesregierung sind auch keine weiteren Fördermöglichkeiten bekannt. Schadenersatz kann bei Vorliegen der juristischen Voraussetzungen vom Verursacher verlangt werden.

3. Welche Gefahren gehen nach Kenntnis der Bundesregierung hinsichtlich neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse von

PFAS werden in unzähligen Verwendungen eingesetzt, zum Beispiel um wasser-, schmutz- und ölabweisende Oberflächen zu erzeugen (bspw. Pfannen mit Anti-Haftbeschichtung, Getränkebecher, Pizzakartons, Outdoorbekleidung). Bei der Herstellung, Verarbeitung, Nutzung und bei der Entsorgung werden die verwendeten PFAS dann in die Umwelt freigesetzt. PFAS können unter Umweltbedingungen nicht abgebaut werden. In der Umwelt reichern sie sich in Wasser, Böden und Sedimenten an.

Flüchtige PFAS, zum Beispiel aus Imprägniersprays, verteilen sich zudem über Luftströmungen in der Atmosphäre und können dort an Partikel adsorbieren, wodurch sie über weite Strecken in der Luft transportiert werden. Über Niederschlagsereignisse gelangen diese PFAS dann in Böden und Gewässer.

Daher sind PFAS weltweit in allen Umweltkompartimenten nachweisbar, auch fern jeglicher bekannter Quellen, wie zum Beispiel in der Arktis oder in Hochgebirgsseen. Durch Einträge in die Meeresumwelt können zeitverzögerte Effekte für die Meeresökosysteme auftreten sowie langfristig auch eine Anreicherung in für den menschlichen Verzehr bestimmten Fischarten erfolgen.

a) kurzkettigen PFAS und

Kurzkettige PFAS¹ weisen eine geringere Sorptionsneigung auf und werden daher in Böden kaum zurückgehalten. Aufgrund dieser Mobilität werden sie schneller als langkettige Verbindungen in das Grundwasser verlagert, wo sie aufgrund ihrer ebenfalls hohen Persistenz verbleiben und somit auch das Rohwasser für die Trinkwasseraufbereitung verunreinigen können. Insbesondere kurzkettige PFAS können von Pflanzen aufgenommen werden und so in die Nahrungskette gelangen. Zur toxikologischen Bewertung von kurzkettigen PFAS fehlen bislang aussagekräftige Informationen, zum Beispiel zur Reproduktionstoxizität oder zu endokrinen Wirkungen. Die bisherigen Erkenntnisse deuten aber auf ein ernstzunehmendes Umweltproblem hin.

b) langkettigen PFAS für den Menschen und die Umwelt aus?

Langkettige PFAS¹ gelten als persistent sowie bioakkumulierbar und reichern sich in der Nahrungskette an. Im menschlichen Körper können langkettige PFAS an Proteine in Blut, Leber und Niere binden. Darüber hinaus ist von einigen PFAS bekannt, dass sie toxisch wirken. Besonders kritisch ist die lange Verweildauer einiger Stoffe im menschlichen Blut und die Weitergabe von der Mutter zum Kind während der Schwangerschaft und Stillzeit. Erhöhte Konzentrationen von PFOA und PFOS im menschlichen Blut können u. a. bei Kindern die Antikörperentwicklung nach Impfungen beeinflussen. Menschen nehmen PFAS vor allem durch Lebensmittel einschließlich Trinkwasser auf. Daher gelten für Trinkwasser aus Vorsorgegründen für PFOA und PFOS Vorsorge-Maßnahmenwerte. Die europäische Lebensmittelbehörde EFSA hat im Jahr 2020 aufgrund von neuen Erkenntnissen die wöchentlich tolerierbare Aufnahmemenge (TWI) neu festgelegt. Sie beträgt jetzt 4,4 Nanogramm pro Kilogramm Körpergewicht pro Woche² für die vier (für die menschliche Exposition) wichtigsten PFAS-Substanzen (PFOA, PFOS, PFNA und PFHxS).

¹ <http://www.oecd.org/chemicalsafety/portal-perfluorinated-chemicals/aboutpfas/>

² www.efsa.europa.eu/de/news/pfas-food-efsa-assesses-risks-and-sets-tolerable-intake

Die Webseiten des Umweltbundesamtes (UBA) und des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) informieren ausführlich über die Gefahren von PFAS:

www.umweltbundesamt.de/pfc-portal-start

www.bfr.bund.de/de/a-z_index/poly__und_perfluoralkylsubstanzen__pfas_pfc_-8102.html

4. An welchen Messstellen wurden nach Kenntnis der Bundesregierung die in Tabelle 2 der Verordnung Oberflächengewässerverordnung (OGewV) zulässigen Höchstkonzentrationen für PFOS in „oberirdische(n) Gewässer(n) ohne Übergangsgewässer“ seit Novellierung der Verordnung im Jahr 2016 überschritten (bitte nach Angabe des jeweiligen Zeitraumes, Gewässer, Messstellen und Überschreitung der ZHK aufschlüsseln)?

Die Bewirtschaftung der Gewässer liegt in der Zuständigkeit der Länder. Daher liegen der Bundesregierung hierzu keine Informationen vor.

5. An welchen Messstellen wurden nach Kenntnis der Bundesregierung die in Tabelle 2 der Verordnung Oberflächengewässerverordnung (OGewV) zulässigen Höchstkonzentrationen für PFOS in „Übergangsgewässer(n) und Küstengewässer(n) nach § 3 Nr. 2 WHG“ seit Novellierung der Verordnung im Jahr 2016 überschritten (bitte nach Angabe des jeweiligen Zeitraumes, Gewässer, Messstellen und Überschreitung der ZHK aufschlüsseln)?

Die Bewirtschaftung der Gewässer liegt in der Zuständigkeit der Länder. Daher liegen der Bundesregierung hierzu keine Informationen vor.

6. An welchen Messstellen wurden nach Kenntnis der Bundesregierung die in Tabelle 2 der Verordnung Oberflächengewässerverordnung (OGewV) zulässigen Höchstkonzentrationen für PFOS in „Biota“ seit Novellierung der Verordnung im Jahr 2016 überschritten (bitte nach Angabe des jeweiligen Zeitraumes, Gewässer, Messstellen und Überschreitung der ZHK aufschlüsseln)?

Die Bewirtschaftung der Gewässer liegt in der Zuständigkeit der Länder. Daher liegen der Bundesregierung hierzu keine Informationen vor.

7. Welche PFAS werden nach Kenntnisstand der Bundesregierung aktuell noch in Deutschland hergestellt?
8. Welche PFAS werden nach Kenntnis der Bundesregierung aktuell nach Deutschland importiert, und in welchen Anwendungsbereichen werden die Importe verwendet?

Die Fragen 7 und 8 werden wegen des Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet.

In Deutschland werden nach Wissen der Bundesregierung derzeit nur ADONA (Ammoniumsalz der Perfluor-4,8-dioxa-3H-nonansäure) und einige Stoffe mit sechs perfluorierten Kohlenstoffatomen als direkte Zwischenprodukte zur Produktion von Kunststoffen hergestellt. Der überwiegende Anteil an benötigten PFAS wird teilweise aus anderen EU-Staaten, jedoch überwiegend aus Asien und den USA importiert.

9. Welche PFAS werden nach Kenntnis der Bundesregierung aktuell von Deutschland exportiert?

Aus Deutschland werden nach Wissen der Bundesregierung keine PFAS direkt exportiert.

10. Sind der Bundesregierung Techniken und Verfahren bekannt, um mit PFAS kontaminierte Böden nachträglich zu sanieren, wenn ja, welche, und welche dieser Sanierungsoptionen werden nach Kenntnis der Bundesregierung aktuell umgesetzt bzw. sollen zukünftig umgesetzt werden?

PFAS sind weder abiotisch noch biologisch abbaubar und thermisch stabil. Daraus resultieren erhebliche verfahrenstechnische Herausforderungen und Limitationen für geeignete Sanierungs- und Managementlösungen im Umgang mit punktförmigen wie auch großflächigen PFAS-Kontaminationen. Insbesondere eine Sanierung großflächiger Verunreinigungen ist bislang nahezu unmöglich.

Eine wirksame Zerstörung der Fluorverbindungen im Sinne einer Dekontamination von kontaminierten Böden wird nur durch thermische Verfahren erreicht. Die Kapazitäten dazu beschränken sich derzeit in Deutschland auf die thermischen Bodenbehandlungsanlagen in Deutzen und Sonderabfallbehandlung in Schwedt, die aktuell sowohl von der Anlagengenehmigung als auch der Annahmefähigkeit zur Verfügung stehen.

Darüber hinaus sind Verfahrenskombinationen geeignet, eine Abtrennung der PFAS-belasteten Bodenanteile zu erreichen (Beispiel Camus Ingolstadt), um damit den Bodenanteil, der einer kostenintensiven thermisch-destruktiven Behandlung unterzogen werden muss, maßgeblich zu reduzieren. Die Einsatzmöglichkeiten dieser Verfahren sind jedoch von Konsistenz und Beschaffenheit der Böden abhängig. Zudem bestehen Methoden zur Sicherung von PFAS in der Bodenmatrix, welche unter dem Aspekt einer Langzeitprognose noch nicht abschließend bewertet sind.

Detaillierte Informationen dazu sind der im Rahmen des Ressortforschungsplans des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit erarbeiteten Arbeitshilfe „Sanierungsmanagement für lokale und flächenhafte PFAS-Kontaminationen“ zu entnehmen (abrufbar unter: www.umweltbundesamt.de/publikationen/sanierungsmanagement-fuer-lokale-flaechenhafte-pfas).

11. Sind der Bundesregierung Techniken und Verfahren bekannt, um mit PFAS kontaminierte Grundwasserkörper nachträglich zu sanieren, wenn ja, welche, und welche dieser Sanierungsoptionen werden nach Kenntnis der Bundesregierung aktuell umgesetzt bzw. sollen zukünftig umgesetzt werden?

Die Sanierung von Grundwasser funktioniert über Adsorptionsprozesse an Aktivkohle. Die PFAS lagern sich an die Aktivkohle an und Restfraktionen müssen anschließend thermisch behandelt werden. Die Verfahrensentwicklungen, noch Gegenstand von Forschung und Entwicklung, gehen dahin, die Beladungskapazität der Aktivkohle zu optimieren und damit die hohen Sanierungskosten nachhaltig zu senken. Die konkret am Markt verfügbaren Verfahren sind ebenfalls der vorgenannten Quelle zu entnehmen.

12. Existieren nach Kenntnis der Bundesregierung Verfahren oder Techniken, die eine Sanierung von PFAS-kontaminierten Oberflächengewässern zulassen?
 - a) Wenn ja, wie sehen diese Verfahren bzw. Techniken im Detail aus, und welche Sanierungsprojekte wurden diesbezüglich bereits in Gang gesetzt?
 - b) Wenn nein, gibt es in diesem Bereich bereits Bemühungen hinsichtlich von Forschungsprojekten, und wie weit sind diese fortgeschritten?

Die Fragen 12 bis 12b werden gemeinsam beantwortet.

Direkte Sanierungsverfahren in Oberflächengewässern werden nicht durchgeführt, da aufgrund der zu behandelnden Volumenströme und der verfügbaren Verfahren unverhältnismäßige Kosten entstehen würden. Gegenstand laufender Forschungsprojekte des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und in den Bundesländern (Baden-Württemberg über BW Plus) ist die Entwicklung von Sanierungs- und Reinigungsverfahren zur effizienten Entfernung von PFC aus Löschwässern, Grundwässern und Böden sowie die Ermittlung des räumlichen und zeitlichen Ausbreitungsverhaltens von PFC im Untergrund.

13. Welche Ausnahmeregelungen zum fortwährenden Gebrauch bei Spezialanwendungen von PFAS sind der Bundesregierung bekannt (bitte nach Spezialanwendung und der verwendeten Substanz aufschlüsseln)?
14. Gibt es nach Kenntnisstand der Bundesregierung adäquate, jedoch nicht besorgniserregende Substituenten, um die in Frage 13 erfragten Ausnahmeregelungen zu unterbinden?
 - a) Wenn ja, welche Substanzen sind dies im Detail, und bei welchen Spezialanwendungen sollen diese Substituenten zum Einsatz kommen?
 - b) Wenn nein, wie weit ist die Forschung und Wissenschaft in diesem Bereich fortgeschritten, und was verhindert eine angepasste Substitution von PFAS bei den jeweiligen Spezialanwendungen?

Die Fragen 13 und 14 werden wegen des Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet.

Grundsätzlich liegen die Schwierigkeiten in der Substitution von PFAS darin, dass die erwünschten technischen Eigenschaften, wie zum Beispiel eine veränderte Oberflächenaktivität, gleichzeitige wasser-, öl- und schmutzabweisende Wirkung oder die hohe Langlebigkeit und Belastbarkeit der Verbindungen, auch die Ursache für die besorgniserregenden Eigenschaften für Umwelt und Menschen darstellen (zum Beispiel hohe Persistenz in der Umwelt, hohe Halbwertszeit im Blut, Bioakkumulation, oder hohe Mobilität). Daher erfolgte in der Vergangenheit häufig eine Substitution regulierter PFAS durch alternative PFAS, für die noch keine Einstufung vorlag.

Die Behörden von Deutschland, den Niederlanden, Schweden, Dänemark und Norwegen haben kürzlich die Prüfungen zu einer Regulierung aller nicht-essenziellen Verwendungen von Per- und Polyfluoralkylverbindungen (PFAS) auf Ebene der EU begonnen.

Eine umfassende Bewertung zu den Verwendungen von PFAS und ihren eventuellen Alternativen ist Teil dieser Prüfung, aber noch nicht abgeschlossen. Die folgende Tabelle führt prominente PFAS, ihre bekannten Anwendungsbereiche sowie mögliche alternative Verbindungen auf.

PFAS-Gruppe	Anwendung sowie bekannte Alternativen
PFOS und PFOS-F	<p><u>Metallbeschichtung (Verchromung):</u> In der Metallbeschichtung kann PFOS entweder durch H₄PFOS (CAS-Nr.: 27619-97-2) oder durch nicht fluoridierte Tenside ersetzt werden, deren Grundelemente Alkylsulfonate (CH₃(CH₂)_nSO₃H) sind. H₄PFOS wird aufgrund seiner Persistenz und seiner geschätzten Stoffeigenschaften, die PFOS ähneln, nicht als geeignete Substitution für PFOS angesehen. Alkylsulfonate sind häufig verwendete, abbaubare Tenside³.</p> <p><u>Feuerlöschschäume:</u> Es existieren verschiedene fluorfreie Löschschäume mit unterschiedlichen Eigenschaften für die jeweiligen Brandklassen⁴. Diese basieren meist auf fluorfreien Kohlenwasserstoffen (z. B. Hexylenglycol) gemischt mit Proteinen und Metallsalzen. Für einige Spezialfälle wie z. B. Brände großer Mengen von Flüssigbrennstoffen (z. B. in Raffinerien) wird die Anwendbarkeit von fluorfreien Schäumen kontrovers diskutiert. In anderen Fällen (z. B. Militär) schreiben Normen die Verwendung von fluorhaltigen Schäumen vor, weshalb hier eine Umstellung auf Alternativen erst möglich ist, nachdem die Normen angepasst wurden.</p>
PFOA	<p><u>Fotolithografische oder Ätzverfahren bei der Halbleiterherstellung:</u> Nach aktuellem Kenntnisstand werden C6-basierte PFAS (z. B. PFHxA-Vorläuferverbindungen) als Alternativen eingesetzt. Folgende nicht-fluorierte Alternativen für Fotolithographie- und Ätzverfahren wurden bei der Bewertung von Alternativen für PFOS identifiziert⁵:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amylacetat • Anisol • Butylacetat • Milchsäureethylester • methyl-3-methoxypropionate • 1-Methoxy-2-propylacetat <p>Zudem werden in der Forschung nicht-chemische Alternativen für diese Prozesse in Form anderer Herstellungsprozesse diskutiert wie z. B. selective area atomic layer deposition (SA-ALD)⁶. Darüber hinaus wird atomic layer etching (ALE) als Alternative zur kontinuierlichen Ätzung in der Halbleiterindustrie untersucht⁷.</p> <p><u>Fotografische Beschichtungen von Filmen:</u> Nach aktuellem Kenntnisstand werden C6-basierte PFAS (z. B. PFHxA-Vorläuferverbindungen) als Alternativen eingesetzt.</p>

³ 13TH MEETING OF THE COMPETENT AUTHORITIES UNDER REGULATION EC NO 850/2004 (POPS)

⁴ https://ipen.org/sites/default/files/documents/IPEN_F3_Position_Paper_POPRC-14_12September2018d.pdf

⁵ UNEP (2018a): Draft report on the assessment of alternatives to perfluorooctane sulfonic acid, its salts and perfluorooctane sulfonyl fluoride. UNEP/POPS.POPRC.14/INF/8

⁶ Elinoff G. (2018): As Emerging Technologies Outpace Semiconductor Processes, IBM Takes Leap Towards 7nm IC Fabrication. www.allaboutcircuits.com/news/ibm-leap-towards-7nm-ic-fabrication-emerging-tech-semiconductors/

⁷ Kanarik K.J., Lill T., Hudson E.A., Sriraman S., Tan S., Marks J., Vahedi V., and Gottscho R.A. (2015): Overview of atomic layer etching in the semiconductor industry. *Journal of Vacuum Science & Technology A* 33 (2). DOI: <https://doi.org/10.1116/1.4913379>

PFAS-Gruppe	Anwendung sowie bekannte Alternativen
PFOA	<p><u>Öl- und wasserabweisende Textilien in Arbeitsschutzkleidung:</u> Öl-/schmutzabweisend: Hierzu liegen keine Informationen vor bzw. sind bisher keine PFAS freien Alternativen bekannt. Wasserabweisend:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paraffin-basiertes Repellent • Silikon-basiertes Repellent • Dendrimer-basierte Repellent • Abweisendes Mittel auf Polyurethanbasis • Stearinsäure – Melamin abweisend (Melaminharz) • Stearamidomethylpyridiniumchlorid • Nanomaterialbasiertes Repellent <p>Die Verwendung von Silikonen und Nanomaterialien können aufgrund ihrer Stoffeigenschaften ebenfalls Gefahren für die Umwelt darstellen.</p> <p><u>Invasive und implantierbare Medizinprodukte:</u> Hierüber liegen keine Kenntnisse vor. Herstellung von Polytetrafluorethylen (PTFE) und Polyvinylidenfluorid (PVDF) für die Herstellung von:</p> <ul style="list-style-type: none"> • hochleistungsfähigen, korrosionsbeständigen Gasfiltermembranen, Wasserfiltermembranen und Membranen für medizinische Textilien, • industriellen Abwärmetauschern, • industriellen Dichtungsmassen, die das Austreten von flüchtigen organischen Verbindungen sowie von PM 2,5-Feinstaub verhindern können. <p>Hierzu können auch fluorfreie Polymerverbindungen (z. B. PTE, PVD) eingesetzt werden, welche jedoch weniger langlebig und weniger haltbar bei extremen Anwendungen sind (z. B. hohe Temperaturen, aggressive Chemikalien).</p> <p><u>Feuerlöschschaum zur Bekämpfung von Dämpfen aus Flüssigbrennstoffen und Bränden von Flüssigbrennstoffen (Brandklasse B):</u> Siehe oben, bei Feuerlöschschäumen. Für die Herstellung von Arzneimitteln: Hierüber liegen keine Kenntnisse.</p> <p><u>Andere als implantierbare Medizinprodukte im Anwendungsbereich der Verordnung (EU) 2017/745:</u> Hierüber liegen keine Kenntnisse vor.</p> <p><u>Latexdruckfarbe:</u> Nach aktuellem Kenntnisstand werden C6-basierte PFAS (z. B. PFHxA-Vorläuferverbindungen) als Alternativen eingesetzt. Einige derzeit erforschten Alternativen sind lösungsmittelbasierte oder UV-härtende Gemische.</p> <p><u>Plasma-Nanobeschichtungen:</u> Nach aktuellem Kenntnisstand werden C6-basierte PFAS (z. B. PFHxA-Vorläuferverbindungen) als Alternativen eingesetzt.</p>
PFHxS	<p><u>Feuerlöschschäume:</u> Siehe oben, bei Feuerlöschschäumen.</p>