

## Fragen und Antworten zu per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS)

FAQ des BfR vom 21. September 2020

Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) sind Industriechemikalien, die aufgrund ihrer besonderen technischen Eigenschaften in zahlreichen industriellen Prozessen und Verbraucherprodukten eingesetzt werden. Die Stoffgruppe umfasst mehr als 4700 verschiedene Verbindungen.

In der Untergruppe der Perfluoralkylsubstanzen sind die Verbindungen Perfluoroktansäure (PFOA) und Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) am besten untersucht. Wie viele PFAS sind auch diese beiden Verbindungen schwer abbaubar und mittlerweile in der Umwelt, in der Nahrungskette und im Menschen nachweisbar.

Im September 2020 hat die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) eine Neubewertung der gesundheitlichen Risiken durch PFAS in Lebensmitteln veröffentlicht. Dies ist die erste Stellungnahme der EFSA, in der neben PFOA und PFOS weitere PFAS, nämlich Perfluorononansäure (PFNA) und Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS), in die Expositionsschätzung und die gesundheitliche Bewertung einbezogen wurden.

<http://www.efsa.europa.eu/de/news/pfas-food-efsa-assesses-risks-and-sets-tolerable-intake>

Bei der Neubewertung hat sich die EFSA auf die Ergebnisse von Studien bezogen, die auf eine Wirkung bestimmter PFAS auf das Immunsystem hinweisen. Als tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge (TWI) wurde ein Wert in Höhe von 4,4 Nanogramm (ng) pro Kilogramm (kg) Körpergewicht pro Woche für die Summe von vier PFAS, nämlich PFOA, PFNA, PFHxS und PFOS, abgeleitet.

Die Verwendung von PFOS ist bereits seit 2006 und die von PFOA seit Juli 2020 weitgehend verboten. Auf europäischer Ebene wird derzeit an Beschränkungen bzw. Verboten zur Herstellung und Verwendung weiterer PFAS gearbeitet.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat Fragen und Antworten zum Thema PFAS zusammengestellt.

### Was sind PFAS?

Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) sind industriell hergestellte Stoffe, die nicht in der Natur vorkommen. Chemisch handelt es sich um organische Verbindungen, bei denen die am Kohlenstoff gebundenen Wasserstoffatome vollständig (perfluoriert) oder teilweise (polyfluoriert) durch Fluoratome ersetzt sind. Die Stoffgruppe umfasst mehr als 4700 verschiedene Verbindungen. Für einen Überblick zu dieser großen Stoffgruppe wird auf einen Bericht der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) verwiesen:

[https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV-JM-MONO\(2018\)7&doclanguage=en](https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV-JM-MONO(2018)7&doclanguage=en)

Die verschiedenen PFAS unterscheiden sich in der Länge ihrer Kohlenstoffketten und den im Molekül vorhandenen, weiteren Strukturen (funktionelle Gruppen). Bisher sind Perfluoroktansäure (PFOA) und Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) die am besten untersuchten Verbindungen. Diese beiden Verbindungen gehören (zusammen mit anderen verwandten Verbindungen) zur sogenannten „C8-Fluorchemie“. Daneben gibt es aber PFAS mit längeren oder

kürzeren Kohlenstoffketten. Seit man die problematischen Eigenschaften von PFOA und PFOS erkannt hat, werden alternativ andere Verbindungen eingesetzt, darunter auch PFAS mit kürzeren perfluorierten Kohlenstoffketten. Außerdem sind zahlreiche sogenannte Vorläuferstoffe im Einsatz, zum Beispiel durch Ether-Bindungen unterbrochene PFAS. Diese Vorläuferstoffe können beispielsweise in schwer abbaubare PFAS wie z.B. PFOA oder PFOS umgewandelt werden.

### **Was sind kurzkettige PFAS?**

Die verschiedenen PFAS unterscheiden sich in der Länge ihrer Kohlenstoffketten und den im Molekül vorhandenen, weiteren Strukturen (funktionelle Gruppen), z. B. einer Carboxygruppe bei den Perfluoralkylcarbonsäuren (PFCA) oder einer Sulfonatgruppe bei den Perfluoralkylsulfonsäuren (PFSA).

Entsprechend der Länge der fluorierten Kohlenstoffketten unterscheidet man kurzkettige und langkettige PFAS.

Bei den PFCA spricht man bei Verbindungen mit kürzeren Kohlenstoffketten als Perfluoroktansäure (PFOA) von „kurzkettig“. Zu den kurzkettigen PFCA gehören also Perfluorbutansäure (PFBA), Perfluorpentansäure (PFPeA), Perfluorhexansäure (PFHxA) und Perfluorheptansäure (PFHpA). Bei PFOA, Perfluorononansäure (PFNA) und Verbindungen mit längeren Kohlenstoffketten spricht man von langkettigen PFCA.

Bei den PFSA spricht man bei Verbindungen mit kürzeren Kohlenstoffketten als Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) von „kurzkettig“. Zu den kurzkettigen PFSA gehört also z.B. Perfluorbutansulfonsäure (PFBS). Somit sind PFHxS und Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) langkettige PFSA.

Kurzkettige PFAS werden nach der Aufnahme in den menschlichen und Säugetierorganismus schneller ausgeschieden als diejenigen mit längeren Kohlenstoffketten.

### **Stehen die Abkürzungen „PFT“ oder „PFC“ ebenfalls für die Stoffgruppe der „PFAS“?**

Neben der Bezeichnung „PFAS“ für *poly- und perfluorierte Alkylsubstanzen* werden häufig auch die Abkürzungen „PFT“ für *Perfluortenside* und „PFC“ für *Per- und polyfluorchemikalien* genutzt. Ihre Abgrenzung erfolgt nicht immer scharf. Eine Verwendung dieser Begriffe für die Gruppe der PFAS sollte vermieden werden, da es sich dabei um verschiedene Gruppen von Chemikalien handelt.

### **Welche Produkte enthalten PFAS?**

Die Industriechemikalien der PFAS-Gruppe wie PFOS und PFOA werden seit Mitte des 20. Jahrhunderts hergestellt. PFAS sind wasser-, fett- und schmutzabweisend. Aufgrund dieser Eigenschaften werden sie in zahlreichen industriellen Prozessen und technischen Anwendungen eingesetzt und in zahlreichen Verbraucherprodukten wie Papier, Textilien, antihafbeschichteten Pfannen, Elektronikgeräten, Kosmetika oder Ski-Wachsen verarbeitet.

Zudem werden PFAS zur Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen, in Reinigungs- und Pflanzenschutzmitteln, in der Fahrzeug- und Bauindustrie, im Energiesektor, in Farben und Feuerlöschschäumen sowie in einer Vielzahl weiterer Bereiche verwendet.

Darüber hinaus können diese Verbindungen als Verunreinigungen oder nicht beabsichtigte Nebenprodukte in Verbraucherprodukten vorkommen.

### Wie gelangen PFAS in die Nahrungskette?

Aufgrund der starken chemischen Bindung zwischen Kohlenstoff- und Fluoratomen sind PFAS chemisch und physikalisch sehr stabil. Daher können sie durch natürliche Abbaumechanismen wie Sonneneinstrahlung, Mikroorganismen und andere Prozesse kaum gespalten werden. Dies führt dazu, dass PFAS in der Umwelt sehr langlebig sind, wenn sie einmal eingetragen wurden. Über die Atmosphäre werden einige PFAS bis in entlegene Gebiete transportiert. PFAS sind weltweit in Gewässern, Böden, Pflanzen und Tieren nachweisbar und können damit auch in die Nahrungskette eingetragen werden.

Das Umweltbundesamt (UBA) ermittelt und bewertet die Eintragspfade von PFAS in die Umwelt. Weitere Informationen finden Sie auf der UBA-Internetseite:

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/chemikalien-reach/stoffgruppen/per-polyfluorierte-chemikalien-pfc#was-sind-pfc>

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/chemikalien-reach/stoffe-ihre-eigenschaften/stoffgruppen/per-polyfluorierte-chemikalien-pfc/besorgniserregende-eigenschaften-von-pfc>

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/schwerpunkt-1-2020-pfas-gekommen-um-zu-bleiben>.

### Werden PFAS auch im Menschen nachgewiesen?

Weltweit liegen für einige PFAS Daten zum Vorkommen im Menschen (in humanem Blutplasma bzw. -serum und in der Muttermilch) vor. Die im Körper vorhandene Menge an PFAS („interne Exposition“) ist unterschiedlich für jede einzelne Verbindung.

Laut der aktuellen Stellungnahme der Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) repräsentieren sieben Verbindungen, PFOA, PFNA, PFHxS, PFOS, Perfluorheptansulfonsäure (PFHpS), Perfluordecansäure (PFDA) und Perfluorundecansäure (PFUnDA) bei Erwachsenen rund 97 Prozent der bisher am häufigsten untersuchten PFAS im menschlichen Blut in Europa. Die höchsten Konzentrationen im menschlichen Blutplasma und -serum weisen bei Erwachsenen PFOA, PFNA, PFHxS und PFOS auf. Etwa 90 % der im menschlichen Blut nachweisbaren PFAS-Gehalte wird durch diese vier PFAS repräsentiert.

Die Höhe der Gehalte an PFAS im menschlichen Blut und die relativen Anteile einzelner PFAS können sich von Person zu Person deutlich unterscheiden.

Zu Gehalten an PFAS im Blutplasma der erwachsenen Gesamtbevölkerung in Deutschland liegen keine repräsentativen Untersuchungen vor. Messungen der Gehalte an PFOS und PFOA in aktuellen Untersuchungen weisen auf einen Trend zu abnehmenden Gehalten im Blut hin. In Untersuchungen zu Gehalten im Blutserum an 158 Personen aus München im Jahr 2016 lag der Median der Gehalte für PFOS bei 2,1 Mikrogramm ( $\mu\text{g}$ ) pro Liter (95. Perzentil 6,4  $\mu\text{g}$  pro Liter) und für PFOA bei 1,1  $\mu\text{g}$  pro Liter (95. Perzentil 2,4  $\mu\text{g}$  pro Liter).

Gehalte an PFNA und PFHxS im Blut der erwachsenen Bevölkerung in Deutschland und in Europa sind der aktuellen Datenlage nach niedriger als für PFOA und PFOS und liegen im Median im Bereich unter 1  $\mu\text{g}/\text{l}$ .

Eine im Jahr 2020 publizierte Studie zu Gehalten an PFAS im Blutplasma von 3- bis 17-jährigen Kindern in Deutschland zeigt Gehalte von 2,4  $\mu\text{g}$  PFOS pro Liter, 1,3  $\mu\text{g}$  PFOA pro Liter und 0,4  $\mu\text{g}$  PFHxS pro Liter im Median. Gehalte der neun weiteren im Rahmen dieser Studie

untersuchten PFAS einschließlich PFNA liegen in dieser Studie im Median unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenzen.

Untersuchungen von Muttermilchproben zeigen, dass einige PFAS auch in der Muttermilch nachweisbar sind. Die darin gemessenen Gehalte von PFOS und PFOA betragen nach unterschiedlichen Untersuchungen ca. 0,9 bis 2 % bzw. 1,8 bis 9 % der Gehalte im Blut der Mutter.

Vorliegende Daten deuten darauf hin, dass in bestimmten Regionen Deutschlands höhere Gehalte an verschiedenen PFAS in der Umwelt vorhanden sind und damit auch eine höhere Exposition des Menschen vorliegt.

### **Was passiert mit PFAS nach der Aufnahme in den Körper?**

Viele Fremdstoffe, die aus der Umwelt aufgenommen werden, können durch den tierischen oder menschlichen Stoffwechsel so verändert („verstoffwechselt“) werden, dass sie weniger schädlich für den Organismus und/oder besser ausscheidbar sind. Für PFAS zeigen Studien jedoch, dass sie entweder unverändert ausgeschieden oder zu anderen PFAS, bspw. Perfluoralkylsäuren (PFAA), verstoffwechselt werden. Diese PFAA stellen eine „Endstufe“ des Abbaus von PFAS im Stoffwechsel dar.

Die Ausscheidung von PFAS erfolgt vorrangig über den Urin. Der menschliche Organismus kann insbesondere langkettige PFAS, wie PFOS und PFOA, nur langsam ausscheiden. Daher zeigen langkettige PFAS beim Menschen lange Halbwertszeiten von mehreren Jahren. Die Halbwertszeit ist die Zeitspanne, in der im Körper der Gehalt von einer Substanz durch biochemische und physiologische Prozesse (Stoffwechsel und Ausscheidung) auf die Hälfte absinkt. Die langsame Ausscheidung langkettiger PFAS führt zu einer Anreicherung im menschlichen Körper.

Tierexperimente zeigen, dass Maus, Ratte, Hund und Affe die Substanzen in Abhängigkeit von der Tierart und dem Geschlecht deutlich schneller ausscheiden als der Mensch.

Kurzkettige PFAS werden in allen untersuchten Säugerspezies einschließlich des Menschen schneller ausgeschieden als die langkettigen Verbindungen. So liegt beispielsweise die Halbwertszeit der kurzkettigen Perfluorhexansäure (PFHxA) im Blut beim Menschen im Bereich von Tagen, während sie bei der langkettigen Perfluoroktansäure (PFOA) im Bereich von Jahren liegt. Im Vergleich zu den Versuchstierarten ist aber auch bei den kurzkettigen PFAS die Ausscheidung beim Menschen deutlich langsamer.

### **Wie haben sich die PFAS-Gehalte im Blutserum bzw. -plasma beim Menschen in den vergangenen Jahren entwickelt?**

Die Gehalte der vier langkettigen PFAS (PFOA, PFNA, PFOS und PFHxS) im Blutserum bzw. -plasma waren in Deutschland um das Jahr 1990 am höchsten. Seitdem sind die Blutserumkonzentrationen dieser vier Verbindungen in der Bevölkerung in Deutschland deutlich zurückgegangen. Heute liegen die Werte für PFOS bei etwa 10 % und für PFOA, PFNA und PFHxS jeweils bei etwa 30 % im Vergleich zu den damaligen Gehalten. Weitere Informationen finden sich in den FAQs zu PFAS des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) und unter dem darin enthaltenen Link zur Umweltprobenbank des Bundes:

<https://www.bmu.de/faqs/per-und-polyfluorierte-chemikalien-pfas/>

**Über welche Quellen nehmen Verbraucherinnen und Verbraucher PFAS auf?**

Die Substanzen werden hauptsächlich über Lebensmittel und das Trinkwasser aufgenommen. Gestillte Kinder können PFAS über die Muttermilch aufnehmen. Weitere Quellen sind die Außen- und Innenraumluft, Hausstaub und der Kontakt mit Verbraucherprodukten, die PFAS-haltige Chemikalien enthalten.

**Über welche Lebensmittel nehmen Verbraucherinnen und Verbraucher PFAS auf?**

Daten zu Gehalten an PFAS in Lebensmitteln werden für Deutschland im Rahmen des Lebensmittelüberwachungsprogramms der Bundesländer erhoben. PFAS sind sowohl in pflanzlichen als auch in tierischen Lebensmitteln nachweisbar. In den meisten von den Landesbehörden untersuchten Lebensmittelproben wurden mit den derzeitig verwendeten Analysemethoden keine PFAS nachgewiesen. Dies kann daran liegen, dass die Empfindlichkeit der analytischen Verfahren oftmals noch nicht ausreichend ist, um sehr niedrige Gehalte von PFAS in Lebensmitteln nachzuweisen. Dennoch kann der Verzehr von Lebensmitteln mit sehr geringen Mengen an langkettigen PFAS, die mit den analytischen Verfahren nicht nachweisbar sind, langfristig zu messbaren Gehalten z.B. im Blutplasma führen. Dies liegt daran, dass langkettige PFAS nur schlecht ausgeschieden werden und sich daher im menschlichen Körper anreichern.

Verbraucherinnen und Verbraucher nehmen über unterschiedliche Lebensmittelgruppen PFAS auf: Relevant sind Trinkwasser, Fisch und Meeresfrüchte. Weitere tierische Produkte, insbesondere Innereien, aber auch Milch und Milchprodukte, Fleisch, Eier sowie pflanzliche Lebensmittel können messbare Gehalte an PFAS aufweisen. Im Vergleich zu Fleisch werden in Innereien höhere Gehalte an PFAS nachgewiesen. Besonders hohe Gehalte sind in Innereien von Wild wie z.B. Wildschweinleber nachweisbar. In diesem Zusammenhang wird auch auf einen Verbrauchertipp des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) verwiesen:

<https://www.bmu.de/themen/gesundheit-chemikalien/gesundheit-und-umwelt/lebensmittelsicherheit/verbrauchertipps/>

Aufgrund der aktuellen Datenbasis lässt sich noch nicht abschließend feststellen, welche Lebensmittel hauptsächlich zur Aufnahme von PFAS beitragen. Deshalb ist aus Sicht des BfR die Entwicklung und Etablierung sensitiverer Analysemethoden für PFAS in der Lebensmittelüberwachung notwendig, um die Unsicherheiten in der Messung der Gehalte zu verringern, Veränderungen in den Gehalten registrieren und daraus Empfehlungen für Risikomanagementmöglichkeiten ableiten zu können.

**Wie hoch ist die Aufnahme von PFAS bei Verbraucherinnen und Verbrauchern über Lebensmittel?**

Die Berechnung der EFSA aus dem Jahr 2020 für die mittlere wöchentliche Gesamtaufnahme von PFOA, PFNA, PFHxS und PFOS in der erwachsenen Bevölkerung in Europa beläuft sich im Durchschnitt auf 6,44 Nanogramm (ng) pro Kilogramm (kg) Körpergewicht für die Summe dieser vier PFAS. Die Aufnahme bei Säuglingen, Kleinkindern, Kindern und Jugendlichen kann deutlich höher sein. Die Gehalte in vielen Lebensmittelproben lagen unterhalb der analytischen Nachweiskgrenzen. Auch deswegen bestehen in der aktuellen Schätzung der Gesamtaufnahme noch Unsicherheiten.

Die Datenbasis zu Gehalten an PFAS in Lebensmitteln wurde in der aktuellen Stellungnahme der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) vergrößert.

Es wurden 17 PFAS in die Expositionsschätzung einbezogen, für die Gehaltsdaten in Lebensmitteln vorlagen. PFAS, die in keinem der untersuchten Lebensmittel nachgewiesen wurden, sind nicht für die Expositionsschätzung berücksichtigt worden.

Zusätzlich wurde eine Expositionsschätzung für die Summe von vier PFAS (PFOA, PFNA, PFOS, PFHxS) vorgenommen, für die eine tolerierbare tägliche Aufnahmemenge abgeleitet wurde. Die Aufnahme dieser vier PFAS über Lebensmittel repräsentiert entsprechend den Berechnungen der EFSA etwa die Hälfte der Gesamtaufnahme aller untersuchten PFAS, die durch Verbraucherinnen und Verbraucher in Europa aufgenommen werden.

Die Daten zu Gehalten an PFAS in Lebensmitteln in Deutschland stammen aus dem Lebensmittelüberwachungsprogramm der Bundesländer. Hervorzuheben ist, dass die Gehalte in dem überwiegenden Teil der Lebensmittelproben mit den derzeitigen Analysemethoden unterhalb der Nachweisgrenzen lagen. Es bestehen daher weiterhin Unsicherheiten, was die Gehalte in Lebensmitteln betrifft. Für die Lebensmittelüberwachung sollten daher empfindlichere Analysemethoden für den Nachweis von PFAS in Lebensmitteln entwickelt werden.

Zu konkreten PFAS-Gehalten von Lebensmitteln und Trinkwasser in einzelnen Regionen und möglichen regionalen Verzehrsempfehlungen informieren die jeweiligen Landesbehörden.

### **Gibt es einen Höchstgehalt für PFAS in Lebensmitteln?**

Höchstgehalte für Kontaminanten wie z.B. PFAS in Lebensmitteln, werden grundsätzlich auf europäischer Ebene festgelegt.

Es gibt bisher keine gesetzlich festgelegten Höchstgehalte für PFAS in Lebensmitteln.

### **Welche möglichen gesundheitlichen Auswirkungen haben PFAS?**

Die folgenden Abschnitte beschreiben die Gefahr bzw. das Gefährdungspotential, das möglicherweise von PFAS ausgehen kann. Das von einem Stoff ausgehende Risiko für schädliche Wirkungen hängt jedoch auch von der Menge ab, der Menschen ausgesetzt sind, sowie der Expositionsdauer (siehe dazu die Frage „Gibt es gesundheitsbasierte Richtwerte (z. B. TWI) zur Bewertung von PFAS in Lebensmitteln?“ und die darauffolgenden Fragen).

Bevölkerungsbezogene Studien geben Hinweise auf Zusammenhänge zwischen Gehalten bestimmter PFAS im Blutserum und dem Auftreten möglicherweise gesundheitlich relevanter Veränderungen. So wurde bei Kindern, die höhere Gehalte an PFOA, PFNA, PFHxS und PFOS (alle zusammengerechnet) im Blutserum aufwiesen, eine geringere Bildung von Antikörpern nach üblichen Impfungen beobachtet. Außerdem wurden bei höheren Gehalten an PFOS oder PFOA höhere Cholesterinspiegel und niedrigere Geburtsgewichte beobachtet. Die Exposition gegenüber PFOA ging auch mit der Beeinflussung eines Leberenzym einher.

Aus Tierversuchen ist bekannt, dass viele PFAS, einschließlich PFOA, PFNA, PFHxS und PFOS, die Leber schädigen. Im Tierversuch wirken einige PFAS, wie PFOA und PFOS, außerdem entwicklungstoxisch und können den Fettstoffwechsel, die Schilddrüsenhormonspiegel und das Immunsystem beeinträchtigen. Sie verändern jedoch das Erbgut nicht direkt und wirken im Tierversuch erst bei Dosen krebserzeugend, die oberhalb der Mengen liegen, die der Mensch über Lebensmittel zu sich nimmt. Auch in bevölkerungsbezogenen Studien wurde untersucht, ob ein erhöhtes Krebsrisiko für den Menschen im Zusammenhang mit ei-

ner Exposition gegenüber PFOS und PFOA besteht. Laut EFSA unterstützen die bisher vorliegenden Ergebnisse dieser Studien die Annahme nicht ausreichend, dass ein solcher Zusammenhang beim Menschen besteht. Das bedeutet, dass ein Zusammenhang derzeit nicht eindeutig belegt werden kann. Hinsichtlich anderer PFAS liegen bislang kaum Humandaten zur Kanzerogenität vor.

### **Gibt es gesundheitsbasierte Richtwerte (z. B. TWI) zur Bewertung von PFAS in Lebensmitteln?**

TWI-Werte („tolerierbare wöchentliche Aufnahmemengen“, engl. „Tolerable Weekly Intake“) stellen die Menge einer Substanz (pro Kilogramm Körpergewicht) dar, die pro Woche bei lebenslanger Aufnahme keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen erwarten lassen.

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat in ihrer aktuellen Stellungnahme einen neuen TWI-Wert für die Summe von vier PFAS, nämlich PFOA, PFNA, PFHxS und PFOS in Höhe von 4,4 Nanogramm (ng) pro Kilogramm (kg) Körpergewicht pro Woche abgeleitet. Für die übrigen im Lebensmittel bisher nachgewiesenen PFAS konnte kein gesundheitsbasierter Richtwert wie ein TWI abgeleitet werden, da dazu die aktuell vorhandene Datenbasis nicht ausreicht.

Die TWI-Ableitung beruht auf Ergebnissen einer aktuellen Studie bei einjährigen Kindern und früheren bevölkerungsbezogenen Studien, in denen das Blut von Kindern nach üblichen Impfungen untersucht wurde.

<https://www.bfr.bund.de/cm/343/neue-studie-zeigt-bei-hohen-pfoa-gehalten-im-blut-weisen-einjaehrige-kinder-geringere-gehalte-von-impfantikoerpern-auf.pdf>

In diesen Studien wurde eine geringere Bildung von Antikörpern nach Impfungen (niedrigere Antikörpertiter) bei Kindern mit höheren Gehalten dieser vier PFAS im Blutserum beobachtet. Dies weist auf eine Wirkung der Stoffe auf das Immunsystem hin. Auch in Tierstudien traten vergleichbare Wirkungen auf das Immunsystem auf.

Die höchste Exposition gegenüber PFAS haben gestillte Kinder über die Muttermilch. Die Einhaltung des TWI stellt sicher, dass auch die Gruppe der Kinder, die lange gestillt werden, keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch PFAS haben. Auch die übrigen Bevölkerungsgruppen sind bei Einhaltung des TWI nach derzeitiger Datenlage vor gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch PFAS geschützt.

Dies gilt für das mögliche Auftreten niedrigerer Antikörpertiter nach Impfungen sowie für andere Beeinträchtigungen, für die in epidemiologischen Studien Zusammenhänge mit einer Exposition gegenüber PFOA, PFNA, PFHxS oder PFOS beschrieben wurden.

### **Was bedeutet es, wenn dieser gesundheitsbasierte Richtwert der EFSA für die Summe aus PFOA, PFNA, PFHxS und PFOS überschritten wird?**

Ein TWI („tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge“) beschreibt die Aufnahmemenge eines Stoffes pro Woche, die bei lebenslanger Aufnahme keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen in der Bevölkerung erwarten lässt. Nach der Aufnahme mit der Nahrung, mit Trinkwasser oder über andere Quellen können sich einige PFAS im Körper anreichern, weil sie nur langsam ausgeschieden werden. Auch eine kurzfristige Aufnahme dieser Stoffe kann wegen ihrer langsamen Ausscheidung aus dem Körper langfristig zu einer höheren Konzentration im Körper beitragen. Ob durch eine TWI-Überschreitung Konzentrationen im Körper erreicht werden, bei denen gesundheitliche Beeinträchtigungen möglich sind, hängt von

mehreren Faktoren ab: der Höhe der Überschreitung, der Zeitdauer und der bereits im Körper vorhandenen Menge der Stoffe.

In ihrer Stellungnahme nimmt die EFSA eine verminderte Bildung von Antikörpern nach Impfungen als die erste gesundheitliche Auswirkung an, die bei Kindern mit höheren PFAS-Gehalten im Blutserum auftreten könnte.

### **Was bedeutet eine geringere Bildung von Antikörpern nach Impfungen bei Kindern mit höheren Gehalten an PFAS im Blutserum?**

Eine geringere Bildung von Antikörpern nach Impfungen bei Kindern mit höheren PFAS-Gehalten im Blutserum weist auf eine Wirkung der Stoffe auf das Immunsystem hin. Der zugrundeliegende Wirkmechanismus ist bislang noch nicht aufgeklärt.

Eine verminderte Bildung von Impfantikörpern ist grundsätzlich als unerwünscht anzusehen, auch wenn es durch die bestehenden Sicherheitsmargen bei Impfungen bei Beachtung der Impfpfehlungen der Ständigen Impfkommission nicht unbedingt zu einem verminderten Impfschutz kommen muss. Ob es durch den Einfluss von PFAS auf das Immunsystem auch zu einem häufigeren Auftreten von Infektionen kommen kann, ist derzeit nicht geklärt.

### **Gibt es gesundheitsbasierte Richtwerte (z. B. TWI) für kurzkettige PFAS?**

Zur Bewertung der gesundheitlichen Risiken von kurzkettigen PFAS in Lebensmitteln liegen bisher keine gesundheitsbasierten Richtwerte, z. B. TWI-Werte (Werte für die tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge), vor.

Es sind aktuell nur in begrenztem Umfang toxikologische Daten für diese Stoffe verfügbar. Kurzkettige PFAS werden nach der Aufnahme deutlich schneller ausgeschieden als langkettige PFAS.

Daten aus Tierversuchen zu kurzkettigen PFAS, beispielsweise zu Perfluorhexansäure (PFHxA), die eine Kette von sechs Kohlenstoffatomen besitzt, weisen auf eine ähnliche toxikologische Wirkung hin. Allerdings scheint die Wirkungsstärke im Vergleich zu langkettigen PFAS geringer zu sein, da die toxischen Effekte der kurzkettigen Verbindungen erst in deutlich höheren Dosierungen beobachtet wurden.

### **Ist der Einsatz von PFOA und PFOS mittlerweile verboten?**

PFOS und PFOA sind in der Verordnung (EU) 2019/1021 zu persistenten organischen Schadstoffen (POP-Verordnung) enthalten.

Für PFOS und PFOA sind dadurch die Herstellung, Verwendung, das Inverkehrbringen und der Import als Stoff selbst sowie in Mischungen und Erzeugnissen (Produkten) in der EU bis auf wenige Ausnahmen verboten. Für Stoffe, Gemische oder Erzeugnisse (z.B. Textilien), die PFOS oder PFOA oder ihre Vorläuferverbindungen als unbeabsichtigte und unvermeidbare Spurenverunreinigung enthalten, sind niedrige Grenzwerte festgelegt. Ein Verbot für PFOS und seine Vorläuferverbindungen besteht bereits seit dem Jahr 2006, das Verbot für PFOA und seine Vorläuferverbindungen ist am 4. Juli 2020 in Kraft getreten.

Für weitere Informationen zur Regulation von PFAS wird auf das FAQ-Dokument des BMU verwiesen:

<https://www.bmu.de/faqs/per-und-polyfluorierte-chemikalien-pfas/>

### **Gibt es Verbote und Beschränkungen für den Einsatz weiterer PFAS?**

Im Rahmen der REACH-Verordnung wurden verschiedene PFAS als besonders besorgniserregende Substanzen (SVHC) identifiziert. Besonders besorgniserregende Substanzen sollen langfristig durch weniger gefährliche Alternativen ersetzt werden.

Für eine Reihe von PFAS wurden zudem bereits auf Einzelstoffbasis Beschränkungsverfahren initiiert, die sich mit Stand Juli 2020 in unterschiedlichen Verfahrensstadien befinden. Detaillierte Informationen können auf der Internetseite des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) oder der Europäischen Chemikalienagentur ECHA abgerufen werden.

Im Mai 2020 begannen Aktivitäten für eine weit gefasste Beschränkung der gesamten Gruppe der PFAS. Alle Verwendungen dieser Stoffe, die nicht als „gesamtgesellschaftlich unabdingbar“ gelten, sollen künftig verboten werden.

Das BfR ist an diesen Aktivitäten im Hinblick auf die Bewertung gesundheitsschädlicher Eigenschaften dieser Stoffe für den Menschen und deren Verwendung in Verbraucherprodukten beteiligt.

Für weitere Informationen zur Regulation von PFAS wird auf das FAQ-Dokument des BMU verwiesen:

<https://www.bmu.de/faqs/per-und-polyfluorierte-chemikalien-pfas/>

### **Werden PFAS in Lebensmittelkontaktmaterialien wie beispielsweise Verpackungen eingesetzt?**

PFAS werden in verschiedener Form für Lebensmittelkontaktmaterialien eingesetzt: beispielsweise als Fluorpolymere in antihaft-beschichteten Pfannen, Folien oder in Beschichtungen von Küchengegenständen wie Tellern, Tassen oder Aufbewahrungsboxen. Zudem können Polymere mit fluorierten Seitenketten bei der Herstellung von Papierverpackungen verwendet werden, die insbesondere mit heißen flüssigen oder fetthaltigen Lebensmitteln in Kontakt kommen sollen. Beispiele hierfür sind Fastfood-Verpackungen, Tüten für Mikrowellen-Popcorn, Muffinförmchen oder Backpapier.

Die Verwendung von PFOA ist europaweit durch die POP-Verordnung (VO (EU) 2019/1021) verboten. POP steht für „Persistent Organic Pollutants“. Für PFOA, dessen Salze oder Vorläuferverbindungen gelten seit dem 4. Juli 2020 Gehaltsgrenzwerte, sofern sie als unbeabsichtigte Spurenverunreinigung in Erzeugnissen wie z. B. in Lebensmittelverpackungen enthalten sind. Die Grenzwerte betragen 25 Mikrogramm pro Kilogramm Erzeugnis für PFOA und deren Salze bzw. 1000 Mikrogramm pro Kilogramm Erzeugnis für Vorläuferverbindungen. In der Verordnung (EU) Nr. 10/2011 zu Lebensmittelkontaktmaterialien aus Kunststoff ist das Ammoniumsalz von PFOA für die Herstellung von Mehrweggegenständen, die bei hohen Temperaturen hergestellt (gesintert) werden, weiterhin gelistet. Die Freisetzung relevanter Mengen an PFOA aus solchen Gegenständen in Lebensmittel ist nicht zu erwarten.

PFOS darf entsprechend der POP-Verordnung (EU 2019/1021) nicht absichtlich bei der Herstellung von Lebensmittelkontaktmaterialien verwendet werden. Für mögliche ungewollte Verunreinigungen sind niedrige Grenzwerte festgelegt.

Für weitere Informationen zur europäisch harmonisierten Regulierung anderer PFAS wird auf die Antwort auf die Frage „Gibt es Verbote und Beschränkungen für weitere PFAS?“ verwiesen.

Das BfR hat in der BfR Empfehlung XXXVI „Papiere, Kartons und Pappen für den Lebensmittelkontakt“ Richtwerte für die Verwendung bestimmter PFAS festgelegt, bei deren Einhaltung nach aktuellem Kenntnisstand kein gesundheitliches Risiko zu erwarten ist. Seit dem Jahr 2018 werden keine neuen PFAS in die Empfehlungen aufgenommen. Die bereits vorhandenen Einträge werden fortlaufend überprüft und gegebenenfalls an neue Erkenntnisse zur Risikobewertung oder Veränderungen in der europäischen Regulation angepasst.

#### **Werden bei der Herstellung von Outdoor-Kleidung PFAS eingesetzt?**

Polymere mit fluorierten Seitenketten, auch Fluorcarbonharze genannt, werden zur Beschichtung von Textilien eingesetzt, um Wasser, Öl und Schmutz abzuweisen. Diese Beschichtung ist fest an das Material gebunden. In älteren Produkten können solche Beschichtungen prozessbedingte Rückstände von PFOA und deren Vorläuferstoffe enthalten. PFOA kann zudem dabei als nicht beabsichtigtes Nebenprodukt im Produktionsprozess entstehen. Aufgrund der PFOA Beschränkung wird mittlerweile von der Industrie eine alternative Technologie zur Beschichtung eingesetzt, so dass hier dementsprechend Rückstände von Perfluorhexansäure (PFHxA) enthalten sein können. Darüber hinaus gibt es auch fluorchemiefreie Technologien, um Textilien wie Outdoor-Bekleidung wasserabweisend zu machen, eine Öl- und Schmutzabweisung besteht hier allerdings nicht. Des Weiteren können atmungsaktive Membranen in Outdoor-Textilien aus Fluorpolymeren (PTFE) bestehen.

#### **Besteht ein gesundheitliches Risiko durch das Tragen von Outdoor-Kleidung mit PFAS-haltigen Beschichtungen?**

PFAS-haltige Beschichtungen sind fest an die Outdoor-Kleidung gebunden. Eine Aufnahme über die Haut und damit im Zusammenhang stehende gesundheitliche Beeinträchtigungen durch das Tragen dieser Kleidung sind daher nach dem derzeitigen Stand des Wissens unwahrscheinlich. Neben den fluorchemiefreien Varianten für die wasserabweisende Ausrüstung von Bekleidung ist durch eine neue Technologie der Restgehalt an PFOA reduziert worden, so dass nur noch Spuren davon im Produkt nachgewiesen werden. Rückstände von PFOA sind nicht fest an die Textilfaser gebunden und können beim Gebrauch oder Waschen der Kleidung freigesetzt werden. Gesundheitliche Beeinträchtigungen durch das Tragen von Jacken mit PFAS-haltigen Beschichtungen sind nachzeitigem Wissen jedoch sehr unwahrscheinlich. Zudem ist die Haut eine gute Barriere für PFOA. Die Hauptaufnahmequelle für Verbraucherinnen und Verbraucher von PFOA ist die Nahrung.

#### **Weitere Informationen auf der BfR-Website zum Thema:**

Veröffentlichungen zu PFAS auf der BfR-Webseite

[http://www.bfr.bund.de/de/a-z\\_index/perfluorverbindungen-8102.html](http://www.bfr.bund.de/de/a-z_index/perfluorverbindungen-8102.html)

XXXVI. Papiere, Kartons und Pappen für den Lebensmittelkontakt, BfR-Empfehlung XXXVI, Stand vom 01.07.2016

<https://bfr.ble.de/kse/faces/resources/pdf/360.pdf>