

Ewigkeitschemikalien – Fluch und Segen

Am 18. Januar fand am späten Abend im fast leeren Bundestag eine kurze Debatte über Ewigkeitschemikalien statt. Anlass war ein Antrag der CDU/CSU-Fraktion mit dem Titel *„Vorteile von Per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) weiter nutzen, Wertschöpfung erhalten, Gesundheit und Umwelt schützen“*

als Positionierungsaufforderung an die Bundesregierung zum laufenden Verfahren der EU. Man beachte die Reihenfolge der drei Aussagen! War das wieder einmal der Versuch Industrieinteressen gegen wissenschaftliche Erkenntnisse und gegen die Ängste und Bedenken der Bevölkerung durchzudrücken? Ganz so einfach ist es diesmal nicht (mehr zum Prozedere am Ende des Artikels).

PFAS werden seit den 1940er Jahren produziert und gelten seither als Wundermittel für die Industrie. Es sind synthetisch hergestellte Chemikalien mit einer nahezu unüberschaubaren Vielzahl an Zusammensetzungen. Diese in der Natur nicht vorkommenden und damit auch kaum abbaubaren Verbindungen bestehen aus Kohlenstoffketten, deren Wasserstoffatome ganz oder teilweise durch Fluoratome ersetzt wurden. Dementsprechend groß ist deren Anzahl. Die US-Umweltschutzbehörde geht von bis zu 15.000 Substanzen aus. Da es sich bei der Verbindung von Kohlenstoff und Fluor um eine der stabilsten im Chemiereich handelt, sind diese "Ewigkeitschemikalien" Universaltalente. Sie sind verhältnismäßig günstig herzustellen und überall da einsetzbar, wo es um besonders widerstandsfähige, öl-, wasser- und schmutzabweisende Oberflächen und Materialien geht. Sie sind auch gegen Bakterien oder Licht unempfindlich sowie hitze- und chemikalienbeständig. Pizzakartons schützen sie vor dem Durchfetten. Pappbecher werden wasserdicht. Outdoorbekleidung machen sie wetterfest. Bei Pfannen, Herzklappen und medizintechnischen Geräten verhindern sie Anhaftungen. In Kosmetika sollen sie das Eindringen des Pflegeprodukts in die Haut fördern. Heimtextilien werden abriebfester und in Löschschaum bilden sie auf der Oberfläche brennbarer Flüssigkeiten oder auf geschmolzenen Oberflächen einen Wasserfilm. In der Pharmaindustrie werden PFAS eingesetzt, um die Stabilität von Arzneimitteln zu verbessern oder ihre Freisetzung im Körper zu steuern. Als Prozesschemikalien kommen PFAS beispielsweise in der Halbleiterindustrie zum Einsatz, wo sie in Mikrochips Strukturen ätzen. Auch in Zukunftstechnologien für die Klimaziele sind PFAS im Einsatz: für Membranen in Wärmepumpen und Brennstoffzellen sowie als Binder für die Beschichtung der Kathode mit Metalloxiden und als Additive in Elektrolyten von Lithium-Ionen-Batterien.

Marika Kolossa-Gehring (Cheftoxikologin des Umweltbundesamtes):

„Ich habe in 30 Jahren Berufserfahrung vorher noch keinen Stoff gesehen, bei dem sowohl in Tierversuchen als auch in epidemiologischen Studien eine ganze Reihe von wirklich bedenklichen toxikologischen Wirkungen bei einem relativ niedrigen Belastungsniveau auftreten.“

In die Umwelt gelangen PFAS hauptsächlich durch Abwässer und Abluft bei der Produktion und aus Deponien oder beim Spraysen, in geringerem Maß durch Abrieb. Über den Boden landen sie im Grundwasser und in der Nahrungskette. In der EU ließen sich PFAS in mehr als 70 % der Grundwasser-Messstellen nachweisen. Die farb-, geruchs- und geschmacklosen Substanzen sind in vielen Fällen nachweislich giftig. Sie können Krebs verursachen, unfruchtbar machen und das Immunsystem beeinträchtigen, was zu einem erhöhten Risiko für Infektionen und zu einer verringerten Wirksamkeit von Impfungen führt. Eine Studie des Umweltbundesamtes aus dem Jahr 2020, in der Kinder und Jugendliche im Alter zwischen 3 und 17 Jahren untersucht wurden, wies PFAS im Blut aller Probandinnen und Probanden nach. Andere Studien haben einen Zusammenhang mit reduzierter Hormonproduktion von Schilddrüse und Bauchspeicheldrüse festgestellt.

Der „Nordische Ministerrat“, ein Forum skandinavischer Länder und Regionen, hat 2019 eine Studie zu den sozioökonomischen Auswirkungen von PFAS vorgestellt. Die Studie schätzt allein die Gesundheitskosten durch PFAS-bedingte Erkrankungen auf mindestens 50 Milliarden Euro in der EU und bringt rund 12000 Todesfälle in den direkten Zusammenhang mit PFAS. Langkettige Ewigkeitschemikalien reichern sich in Organismen an und werden kaum ausgeschieden. Im Körper binden sich die Stoffe an Proteine im Blut, in Niere und Leber. Dort bleiben sie jahrelang und können ihre schädigende Wirkung entfalten. Während der Schwangerschaft werden sie über die Plazenta auf das ungeborene Kind übertragen und später auch über die Muttermilch weitergegeben. Sie lassen sich

inzwischen weltweit in Böden und im Trinkwasser nachweisen.

In der Umgebung der badischen Stadt Rastatt sind 480 Hektar ehemaliger Ackerflächen vermutlich durch Düngung mit PFAS-verseuchten Schlämmen aus der Papierproduktion kontaminiert. Im bayerischen Manching, dem größten Übungsflugplatz der Bundeswehr, haben Löschsäume auf 600 Hektar Böden verseucht. Untersuchungen ergaben bei Testgruppen deutlich erhöhte PFAS-Werte.

Besonders perfide ist der Einsatz von PFAS da, wo der Verbraucher glaubt sehr umweltbewusst zu handeln: bei Lebensmittelverpackungen aus nachhaltigen Rohstoffen. Für diese Produktgruppe gibt es bisher nur in Dänemark einen Grenzwert. Bei einer Stichprobe des Hessischen Rundfunks blieben nur drei von acht Verpackungen unter diesem Grenzwert. Eine Salatschale aus Zuckerrohr überschritt ihn um das 50fache.

Einige Hersteller haben verbotene bzw. besonders kritische Verbindungen durch kurzkettige Stoffe aus der umfangreichen PFAS-Familie ersetzt. Das ist ein sehr zweifelhaftes Vorgehen, denn diese sind nicht unbedingt weniger gefährlich aber oft noch nicht nachweisbar und sorgen damit für eine trügerische Sicherheit. Sie reichern sich zwar weniger in Organismen an, sind jedoch mobiler und werden im Boden nicht zurückgehalten. Sie erreichen schnell das Grundwasser und die Trinkwasserversorgung.

Verbote von besonders kritischen Vertretern aus der PFAS-Familie, die bereits 2006 eingeleitet wurden, kamen also nicht unerwartet. Im Fall von PFOS (Perfluorooctansulfonsäure), PFOA (Perfluorooctansäure) und PFHxS (Perfluorhexansulfonsäure) ist das bereits geschehen. Ihr Gebrauch ist nur noch in wenigen Ausnahmefällen bis 2036 erlaubt. Alternative Löschsäume sind längst im Einsatz. Seit dem 25. Februar 2023 ist auch das Inverkehrbringen, die Herstellung und die Verwendung von perfluorierten Carbonsäuren wie PFNA (Perfluorononansäure) beschränkt. Verschiedene weitere PFAS wie etwa "GenX" (Ammonium-2,3,3,3-tetrafluor-2-propanoat) sind bereits als besonders besorgniserregende Stoffe (Substances of Very High Concern, SVHC) identifiziert. Seit Januar 2023 gibt es eine neue EU-Trinkwasserverordnung, die Grenzwerte für PFAS festlegt; ab dem 12.1.2026 gilt in Deutschland der Grenzwert von 0,1 Mikrogramm pro Liter Trinkwasser. Ebenfalls Anfang 2023 gab die Europäische Chemikalienagentur ECHA bekannt, dass mit nahezu der ganzen Produktgruppe bald Schluss sein soll. Sie empfiehlt der EU-Kommission ein schnelles und weitreichendes Verbot der PFAS und löste dazu das unten beschriebene Verfahren aus. Arzneimittel, Pflanzenschutzmittel und Biozide wurden ausgenommen, da diese einem eigenen Zulassungsverfahren unterliegen. Das deutsche Fraunhofer-Institut für Toxikologie und Experimentelle Medizin ITEM will im Projekt ZeroPM (Zero Pollution of Persistent, Mobile Substances) zusammen mit 15 europäischen Partnern mögliche Gefährdungen durch PFAS im Trinkwasser identifizieren. Das Risiko eines Stoffes berechnet sich aus der Gefährlichkeit und der Häufigkeit und dem Umfang, in dem man mit ihm über die Atemwege, die Haut oder den Magen-Darm-Trakt in Kontakt kommt. Es zeigt sich ziemlich schnell, welche Stoffe kritisch sind. Daher ist es auch wenig überraschend, dass der Einsatz von PFOS, PFOA, PFHxS und PFNA als Erstes beschränkt wurde. Auch die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit EFSA hat sich bei ihrem Gutachten aus dem Jahr 2020 auf diese vier Verbindungen konzentriert und einen ersten Schwellenwert für die maximale Aufnahmemenge pro Woche festgelegt, die als unbedenklich gilt. Er liegt bei 4,4 Nanogramm pro Kilogramm Körpergewicht. Das entspricht nur etwa 0,00003 Milligramm pro Person täglich. Am häufigsten sind die Stoffe in Trinkwasser, Fisch, Obst, Eiern und Eiprodukten zu finden.

Die Dringlichkeit einer EU-Regulierung bestätigen auch die Forschungsergebnisse des Fraunhofer-Instituts für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie IME, die im Januar 2023 veröffentlicht wurden. In der SumPFAS-Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes kommen die Wissenschaftler zu dem Schluss, dass PFAS wesentlich weiter verbreitet sind als bisher angenommen. Selbst in kleineren Flüssen fanden sich schon größere Mengen auch an unbekannteren PFAS. Diese Stoffe sind einfach überall. Die Belastung der Gewässer mit langkettigen PFAS hat seit den 80er Jahren durch bereits bestehende Verbote aber auch durch bessere Filter abgenommen. Die schlechte Nachricht: Mit einer modifizierten Analytik, die auch sogenannte Vorläufersubstanzen erfasst, ermittelte das Fraunhofer-Team eine bis zu 346-mal höhere PFAS-Gesamtkonzentration als mit den klassischen Untersuchungsmethoden. Vorläufersubstanzen oxidieren in der Umwelt zu den klassischen PFAS. Die

Forscher gehen davon aus, dass die Belastung sehr viel höher ist, als sie messen können. Besonders viele PFAS wurden flussabwärts von großen Kläranlagen und PFAS produzierenden oder verarbeitenden Firmen gefunden. Die Ewigkeitschemikalien gelangen vor allem über das Abwasser in die Flüsse und landen schließlich im Meer. Auf einer Deutschlandkarte der Belastungen sind die Verläufe von Rhein, Neckar und Unterelbe deutlich erkennbar. In allen Meeren reichern sich PFAS wie das Mikroplastik immer weiter an.

Nicht nur bei Löschschäumen gibt es erfolgversprechende Forschungen. Die EU fördert mehrere Projekte zur Entwicklung von Ersatzprodukten z.B. im Projekt ZeroF für Lebensmittelverpackungen und Textilien. Das Fraunhofer Institut ist in ZeroF maßgeblich an der Entwicklung von öl- und wasserabweisenden und abriebbeständigen Beschichtungen für Polstertextilien beteiligt. Die Herausforderung durch die Vorgaben der Textilindustrie (gleichzeitig wasserabweisend und wasserbasiert) hat der mit einem vom finnischen Projektpartner hergestellten cellulosebasierten Materialien kombinierte Lack bereits in einer Reihe von Produkten unter Beweis stellen können.

Für die wasserabweisende Beschichtung von Outdoor-Textilien setzen die Forscher am Fraunhofer IGB hingegen auf den biobasierten, nachhaltigen Ersatzstoff Chitosan. Er bildet eine robuste Hülle um die Textilfaser und sorgt so für eine bessere Abriebbeständigkeit. Gewonnen wird er unter anderem aus Krustentieren. In der EU fallen jährlich rund 250 000 Tonnen Schalenabfälle an, weltweit mehr als 6 Millionen. Auch Insektenhäute und -panzer, ein häufiger Reststoff bei der Tierfutterproduktion, enthalten Chitin, aus dem Chitosan hergestellt wird. Es wird gleichzeitig mit wasserabweisenden Pflanzenölen auf das Textil aufgebracht. Unter Hitze und Druck verbinden sich die Substanzen zu einer gleichmäßigen, robusten Schutzschicht. Die naturstoffbasierte Imprägnierung lässt sich nach dem Waschen einfach wieder aktivieren, indem man das Textil bügelt oder in den Trockner gibt. Die Beschichtung lässt sich zudem mit den bereits in der Textilindustrie verwendeten Maschinen und Produktionstechnologien problemlos auftragen. Auch Lebensmittelverpackungen oder beschichtete Kartonagen, die z.B. Waschpulver vor Nässe und Verklumpen schützen, sind mit Chitosan gut machbar.

Am Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB nutzt man Plasmatechnologie für die Gestaltung verschiedener Materialoberflächen, macht sie z.B. chemikalienstabil, schmutz- und wasserabweisend. Die Plasmabeschichtung kann sehr dünn aufgebracht werden. Strukturen oder Poren bleiben erhalten. Das ist beispielsweise ideal für die Beschichtung von Lötmasken für Computerplatinen oder von Membranen für die Abwasser-Filtration.

Bei vielen Anwendungen braucht man PFAS-Beschichtungen damit strenggenommen gar nicht. In zahlreichen weiteren Projekten wird daran gearbeitet Alternativen zu entwickeln und die Einträge von PFAS in die Umwelt durch verbesserte Filter- und Reinigungstechnologien zu reduzieren.

Seit der Ankündigung der ECHA ist die Zahl der Anfragen nach Ersatz-Chemikalien sowie umwelt- und toxikologischen Bewertungen verschiedener PFAS-Materialien exponentiell gestiegen. Ein Verbot stellt die weiterverarbeitende Industrie vor erhebliche Schwierigkeiten, denn so einfach lassen sich PFAS aufgrund ihrer Eigenschaftsprofile und deren Bandbreite nicht immer ersetzen. Manche Firmen fühlen sich sogar existenziell bedroht.

Die Umstellung auf PFAS-freie Produkte ist für die Industrie auch deshalb notwendig, weil bereits Produzenten angekündigt haben, sich in naher Zukunft komplett vom europäischen Markt zurückziehen zu wollen. Der größte Hersteller 3M, der mit seiner Tochterfirma Dyneon im Chemiepark Gendorf (Landkreis Altötting) 17000 Tonnen Fluorpolymere im Jahr produziert und damit einen Marktanteil von 40 % in Europa hat, will spätestens Ende 2025 schließen. Auslöser war wohl eine Klage der Staatsanwaltschaft von Kalifornien gegen mehrere Unternehmen, darunter neben DuPont auch 3M. Der Konzern will nach einem Vergleich über 10,3 Milliarden Dollar sogar ganz aus der PFAS-Produktion aussteigen.

Unverzichtbar sind die Ewigkeitschemikalien bisher für die Energiewende. In Elektrolyseuren zur Gewinnung von Wasserstoff, in Brennstoffzellen und in Batterien stecken wegen den extremen Materialanforderungen Membranen aus PFAS. Laut Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAPS müssen sie unter anderem über eine hohe chemische Stabilität und spezielle

Leit- und Durchlässigkeiten verfügen. Trotzdem gibt es Erfolge bei der Suche nach Alternativen. Zusammen mit dem Zentrum für Brennstoffzellentechnik ist es ihnen gelungen, ein neuartiges Polymer zu entwickeln und daraus Membranen zu fertigen. Die Membran ist das Herzstück jedes Elektrolyseurs. Sie ist entscheidend für die Zuverlässigkeit und den Wirkungsgrad der Elektrolyse, also der Aufspaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff durch Strom. Die ersten Ergebnisse in der Elektrolyse-Testzelle sind vielversprechend. Das neue Polymer, aus dem die Membran gefertigt ist, lässt sich sehr gut verarbeiten und die Membran bleibt stabil. In Zukunft könnte sie auch in Brennstoffzellen zur Anwendung kommen. Als Nächstes wird sie in einer realen Umgebung über einen längeren Zeitraum getestet. In drei bis fünf Jahren kann sie marktreif sein. Die Nachfrage ist groß. In der Medizintechnik sind PFAS bei Herzklappen und manchen Geräten unverzichtbar, die mit Blut in Berührung kommen. Betroffene Produkte sind dabei unter anderem Endoskope, Herzkatheter, Implantate und Stents.

Solange wir PFAS nicht vollständig ersetzen können, ist es umso wichtiger, sie so gut wie möglich abzufangen und zu verhindern, dass sie sich weiter in der Umwelt verteilen. Zu diesem Zweck hat das Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT zusammen mit der Cornelsen Umwelttechnologie GmbH bereits vor einigen Jahren eine Reinigungstechnologie entwickelt und seither kontinuierlich modifiziert. Sie ist besonders effizient bei lokal begrenzten, hohen Emissionswerten, wie sie beispielsweise bei Löscheinsätzen mit Spezialschäumen entstehen, aber auch auf Deponien, in denen PFAS aus Konsumgütern langsam ins Grundwasser sickern. Die Reinigungsanlage kann in einem mobilen Container direkt vor Ort zum Einsatz kommen und belastetes Wasser säubern. Dafür wird es in das Anlagebecken gepumpt und mit einem eigens entwickelten, biologisch abbaubaren Flüssigwirkstoff versetzt, an den die PFAS binden und zu Boden sinken. Das restliche Wasser wird durch Aktivkohlefilter geleitet, in denen die wenigen PFAS zurückgehalten werden, die im ersten Reinigungsschritt nicht erfasst wurden. Der stark kontaminierte Bodensatz wird später in einer Verbrennungsanlage bei Temperaturen deutlich über 1000 Grad Celsius fachgerecht entsorgt. Die Aktivkohlefilter, die in vielen Wasseraufbereitungsanlagen schon vorhanden sind, reichen für eine ökologisch sinnvolle Reinigung nicht aus. Bei höheren Kontaminationen von mehr als zehn Mikrogramm PFAS pro Liter setzen sie sich schnell zu.

Einen Schritt weiter geht das Fraunhofer IGB. Es will PFAS aus dem Wasser nicht nur entfernen, sondern ihre Strukturen zerstören und so unschädlich machen. Dafür verwendet man auch hier Plasmatechnologie. Zwischen zwei Elektroden wird ein Luftplasma gezündet. Dazwischen fließt das belastete Wasser nach unten. Da das Plasma ein sehr energiereiches Medium ist, können die PFAS-Molekülketten aufgebrochen und so die Kohlenstoffketten immer weiter verkürzt werden. Endziel ist die Mineralisierung und damit Auflösung der PFAS. Eine energieintensive Verbrennung ist dann überflüssig. Im Laborreaktor wurde die Plasma-Reinigungsmethode erfolgreich mit realen Proben aus Abwässern getestet. Es gibt noch einige Herausforderungen zu überwinden, bis eine Anlage mehrere Zehntausend Kubikmeter Wasser pro Jahr säubern kann. Mit zukünftigen Partnern aus der Abfallverwertung wäre selbst für die Ewigkeitschemikalien eine Endlichkeit erreicht.

Kommen wir zurück zur Einleitung: Am 25. September 2023 endete in der EU die sechsmonatige öffentliche Konsultation über den Beschränkungsvorschlag, bei der Experten, Politik und jeder einzelne Bürger Gelegenheit hatten, sich einzubringen: Die Bürgerinnen und Bürger konnten ihre Meinung, Vorschläge, Ergänzungen und Bedenken in öffentlichen Veranstaltungen und über Feedback-Formulare äußern sowie Unterlagen und eingegangene Beiträge einsehen. Damit ist das Verfahren wesentlich transparenter und offener für alle möglichen Argumente und ganz im Gegensatz zu deutschen Gesetzesvorlagen werden Entwürfe nicht wortwörtlich von Lobbyisten formuliert. Der angesprochene Antrag der CDU/CSU-Fraktion war in Anbetracht des Bundestags-Wahljahres 2025 wohl eher als Vorbereitung eines in Brüssel mittlerweile berücksichtigten sogenannten „German vote“ zu verstehen. Das heißt nichts anderes, als dass ein fertig ausgehandeltes Gesetz am Ende doch noch abgelehnt wird.

Für den Plan der Europäischen Chemikalienagentur ECHA, die Beschränkungen bald auf alle PFAS auszuweiten, gibt es gute Gründe. Bis die riesige Stoffgruppe toxikologisch sauber bewertet ist vergehen Jahrzehnte. So lange kann nicht gewartet werden.

Wenn die nun folgende Bewertung ergibt, dass ein Verbot gerechtfertigt ist, muss die ECHA einen Vorschlag zur Änderung der REACH-Verordnung (Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe) ausarbeiten. Dieser Vorschlag muss dann von den Mitgliedstaaten und der Europäischen Kommission geprüft und genehmigt werden. 2025 kann voraussichtlich mit einer Entscheidung der Europäischen Kommission gerechnet werden.

Trotz aller Gefahren: Ein kompletter Verzicht von heute auf morgen ist bei vielen Anwendungen undenkbar. Auch sind PFAS nicht gleich PFAS: Eine differenzierte Risikobewertung der einzelnen Verbindungen ist wichtig, um solche mit besonders hohem Gefährdungspotenzial für Mensch und Umwelt schneller aus dem Verkehr zu ziehen. Ein undifferenziertes Verbot kann eine Versorgung mit z.B. wichtigen Medizinprodukten gefährden. Ausnahmen wird es geben müssen, wenn z.B. der Stoff für bestimmte Anwendungen notwendig ist, die Nutzen-Risiko-Abwägung für eine weitere Verwendung spricht oder die Unbedenklichkeit wissenschaftlich erwiesen ist. Die Nachweispflicht liegt aber bei der Industrie.

Gerade durch die vielschichtigen Konsultationen ist je nach Stoff und Branche mit langen Übergangsfristen und bei lebenswichtigen Produkten mit Ausnahmen zu rechnen. Zu wichtig sind die Substanzen für eine schnelle Energie- und Verkehrswende, für die moderne Medizintechnik und die Halbleiterindustrie.

Autor: Rudolf Prott

Quellen:

Bundestagsdebatte über PFAS am 18.1.2024

<https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2024/kw03-de-alkylsubstanzen-983248>

FAQ des Umweltbundesamtes zu PFAS

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

Fraunhofer-Magazin 4/2023, Seiten 38 – 47

download unter

<https://www.fraunhofer.de/de/forschung/aktuelles-aus-der-forschung/pfas.html>

ARD Ratgeber vom 30.10.2023

PFAS – Gift für die Ewigkeit. Wie abhängig sind wir?

<https://www.ardmediathek.de/video/ard-wissen/pfas-gift-fuer-die-ewigkeit-oder-wie-abhaengig-sind-wir/daserste/Y3JpZDovL2Rhc2Vyc3RlLmRlL2FyZC13aXNzZW4vMjAyMy0xMC0zMF8yMi01MC1NRVo>

Tagesschau vom 23.2.2023

https://www.tagesschau.de/multimedia/sendung/tagesschau_20_uhr/video-1160069.html

mit interaktiver Deutschlandkarte: Wo PFAS überall Deutschland verschmutzen

<https://www.tagesschau.de/investigativ/ndr-wdr/pfas-chemikalien-deutschland-101.html>

Bayerischer Rundfunk Reihe **Unkraut** vom 3.4.2023 Der Skandal um das Umweltgift PFAS:

Auf ewig in der Natur?

<https://www.ardmediathek.de/video/Y3JpZDovL2JyLmRIL3ZpZGVvLzVhZjJlOTIhLWw2NjEtNDdkYS04NzUzLTAxZWE2MTgzZjc2Mw>

Hessischer Rundfunk **die Ratgeber** vom 22.2.2023

Gefahr durch "Ewigkeitschemikalien" - PFAS sollen verboten werden

<https://www.ardmediathek.de/video/die-ratgeber/gefahrdurch-ewigkeitschemikalien-pfas-sollen-verboten-werden/hr-fernsehen/Y3JpZDovL2hyLW9ubGluZS8xOTU1NjU>

Studie zu PFAS in Lebensmittelverpackungen

<https://chemtrust.org/de/europaweite-studie-stellt-allgegenwaertige-pfas-belastung-in-lebensmittel-einwegverpackungen-fest/>

https://chemtrust.org/wp-content/uploads/PFASreport_FCM_May2021.pdf

Studie zu PFAS im Blutplasma von Kindern und Jugendlichen

<https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/kinder-jugendliche-haben-zu-viel-pfas-im-blut>

Betrachtung aus ärztlicher Sicht (Prof. Dr. Andreas Halder)

<https://dgou.de/aktuelles/detail/pfas-forever-chemicals-fluch-oder-segen>

3M schließt Vergleich und kündigt Ausstieg an

<https://www.chemietechnik.de/sicherheit-umwelt/3m-zahlt-ueber-10-milliarden-euro-fuer-pfas-rechtstreits-915.html>

PFAS in Zukunftstechnologien

https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2023/2023-02-01_Stellungnahme_PFAS-Verbot.pdf

Empfehlung zu Löschmitteln

https://www.feuerwehrverband.de/app/uploads/2023/02/DFV-AGBF-FE_Einsatz_Schaummittel_02.23.pdf

So funktionieren EU Konsultationen

https://commission.europa.eu/about-european-commission/service-standards-and-principles/transparency/consultations_de