Ewigkeitschemikalien PFAS

Glyphosat und andere Problemstoffe

Reinhold Rühl

Clemens Magerkurth



Was sind PFAS?

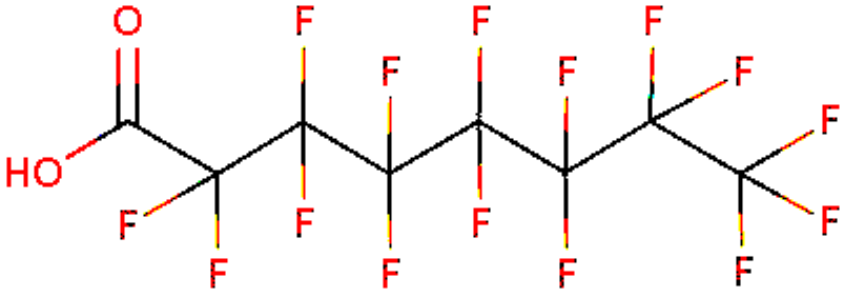
Per- und Polyfluoralkylverbindungen (Per- and PolyFluoroAlkylSubstances)

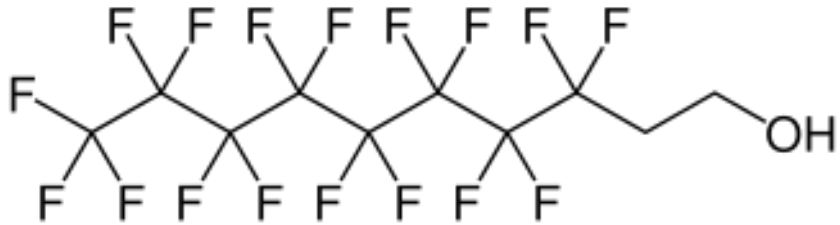
Alkyl: Kette aus Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen

Sind alle Kohlenstoffatome (außer am Ende der Kette) vollständig von Fluoratomen umgeben - **per**fluoriert

Sind auch andere Atome (z.B. Wasserstoff) an die Kohlenstoffkette gebunden – **poly**fluoriert (teilfluoriert)

Perfluoroktansäure (PFOA)





Fluortelomeralkohol (8:2-FTOH)

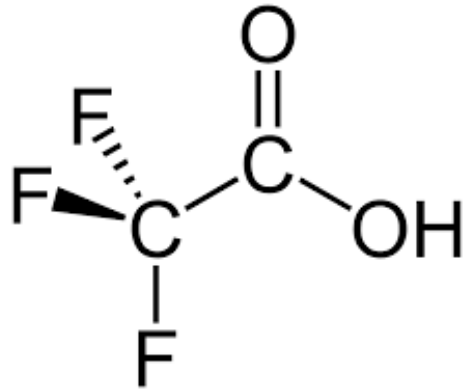
Es gibt über 10.000 PFAS

Was ist das besondere an PFAS?

Die CF-Bindung gilt als stärkste Einfachbindung der organischen Chemie.

Perfluorierte PFAS können durch natürliche Abbaumechanismen wie Sonneneinstrahlung, Mikroorganismen und andere Prozesse kaum (nicht) gespalten werden.

Polyfluorierte PFAS können am nicht fluorierten Molekülteil abgebaut werden. Es bleibt aber immer ein nicht abbaubarer PFAS-Rest (oft TFA, Trifluoressigsäure).



Daher werden PFAS auch als Ewigkeitschemikalien bezeichnet („Forever Chemicals“)

Technische Eigenschaften

PFAS sind wasser-, fett- und schmutzabweisend, sowie hitze- und säurestabil – technisch genial.

PFAS sind (waren) enthalten in beschichteten Pfannen (Teflon), Outdoor-Kleidung (Gore Tex), Pizzakartons, Wärmepumpen, Medikamenten, Medizintechnik, Batterien Feuerlöschschäumen, ...

Zusammenstellungen von Anwendungen

- Überblick in Österreich (Kaiser, 2022)
- PFAS in US-amerikanischen Kosmetikprodukten (www.fda.gov/cosmetics/cosmetic-ingredients/and-polyfluoroalkyl-substances-pfas-cosmetics)



- Mit der App TOXFOX können sie prüfen, ob in Alltagsprodukten PFAS, aber auch andere Problemstoffe enthalten sind

Rahmenbedingungen durch REACH

Die europäische REACH-Verordnung fordert einen kompletten Datensatz nur für Stoffe, von denen mind. ein Hersteller > 1.000 t /Jahr herstellt*.

Für alle anderen Stoffe sind weniger Daten erforderlich, insbesondere keine Daten zu CMR-Eigenschaften.

Untersuchungen zu Langzeiteigenschaften werden generell nicht gefordert.

Die überwältigende Mehrheit der PFAS wird nur in geringen Mengen produziert*, daher sind sehr wenig Studien zu möglichen Gefahren erforderlich, meist erfolgt weder Einstufung noch Kennzeichnung.

*bzw. importiert

PFAS-Belastungen der Umwelt

Wenn man nur den ordnungsgemäßen Gebrauch sieht, gibt's mit PFAS meist wenig Probleme (Ausnahmen – z.B. Löschschaum).

Aber Herstellung und Entsorgung!!!



(nach EEA, 2025)

Unter https://foreverpollution.eu/map/ können sie bis an Ihren Wohnort zoomen und finden dort evtl. Messdaten zu PFAS

PFAS-Belastungen der Umwelt

PFAS-Hotspots: Chemie-Standorte, Papierschlammentsorgung, Großbrände, Feuerwehrübungsplätze

Altötting – Chemie-Standort

Mindestens 190 km² Boden gelten bereits bisher als verseucht mit PFOA, evtl. sind es 380 km²

‚Rastatt-Case' – Papierschlammentsorgung

2006 – 2008 wurden Papierschlämme auf Äcker aufgebracht, 2012 stellten die Stadtwerke Rastatt bei einem Screening PFAS-Belastungen fest; auf etwa 127 km² ist das Grundwasser verseucht

NRW – Großbrand

In Gerresheim gab es 2001 einen Großbrand in einem Lagergebäude*; a*nschließend musste die Verwendung von Grundwasser zu Bewässerungszwecken bis zum 30.04.2035 untersagt werden.
www.duesseldorf.de/pfas

Die entstehenden Kosten trägt immer (meist) die Gesellschaft, warum nicht die Hersteller?

Kosten durch Problemstoffe

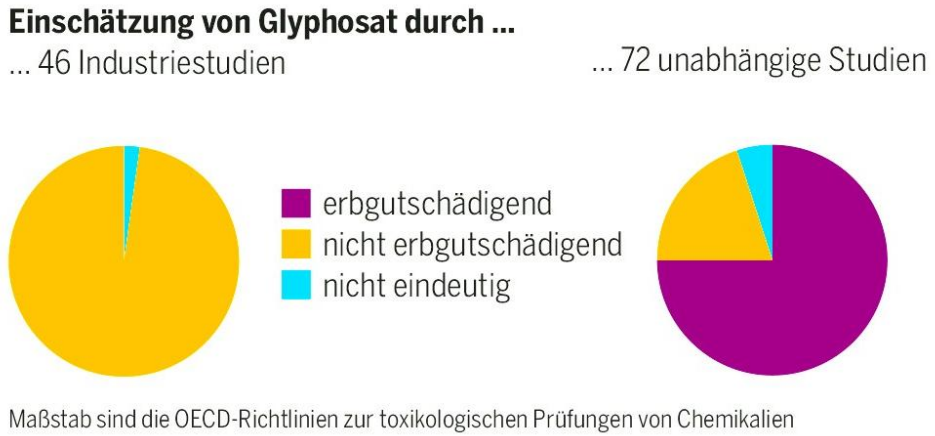
Chemiefabrik Marktredwitz
Betriebsgelände und Umgebung, die hochgradig mit Quecksilber verseucht waren, wurden mit rund 100 Millionen Euro saniert – überwiegend mit Geldern des Freistaats Bayern.

Diclofenac
Mit dem Schmerzmittel wurden in Indien Rindern behandelt. Das führte zu hunderttausenden Toten in der Bevölkerung.

Glycerylmonothioglykolat
Der Wirkstoff der sauren Dauerwelle führte ab 1987 im Friseurhandwerk zu vielen Allergien. Die Kosten für Heilung, Rehabilitation, Umschulung usw. haben die Friseur-Betriebe durch die Mitgliedsbeiträge bei der BG finanziert.

Glyphosat
„Bei bestimmungsgemäßer Anwendung kein Risiko“.

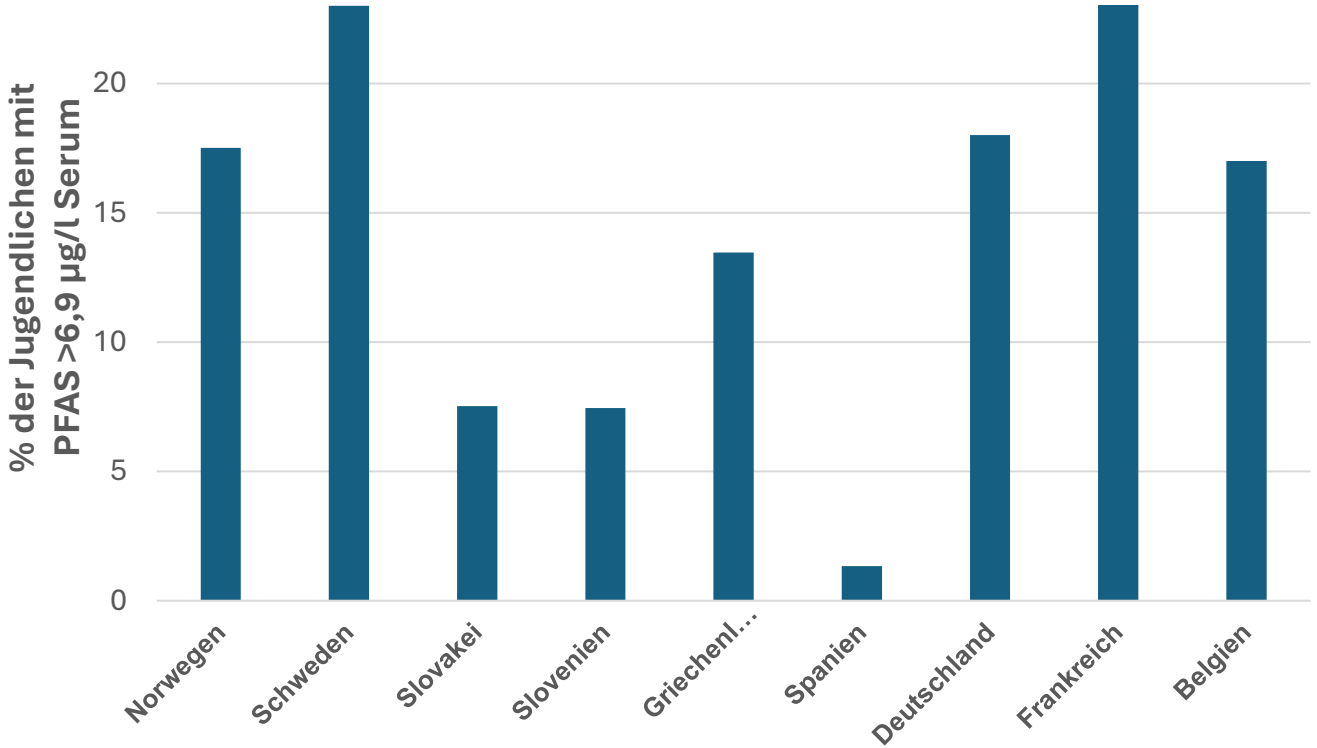
Technische Probleme/Störungen sind übliche Ereignisse, die im Rahmen der Anwendung gewöhnlich zur Pestizid-exposition beitragen (Ärztlicher Sachverständigenbeirat)



PFAS-Belastungen im Menschen

PFAS sind anthropogenen Ursprungs (also menschengemacht)

Anteil Jugendlicher mit einer Belastung durch ∑4PFAS über dem Richtwert der EFSA von 6,9 µg/l Serum



Australien	20 (3 – 688)	Ost Grönland	164 (21–550)
Brasilien	6,2 (1–113)	Island	11 (5,6–53,0)
Canada	11,5 (3–219)	Deutschland	3,9 (2,4–9,3)
Faröer Inseln	30 (10–103)	Niederlande	2,5 (0,8–5,9)
Grönland	33,7 (2–180)	Norwegen	14,3 (4–547)

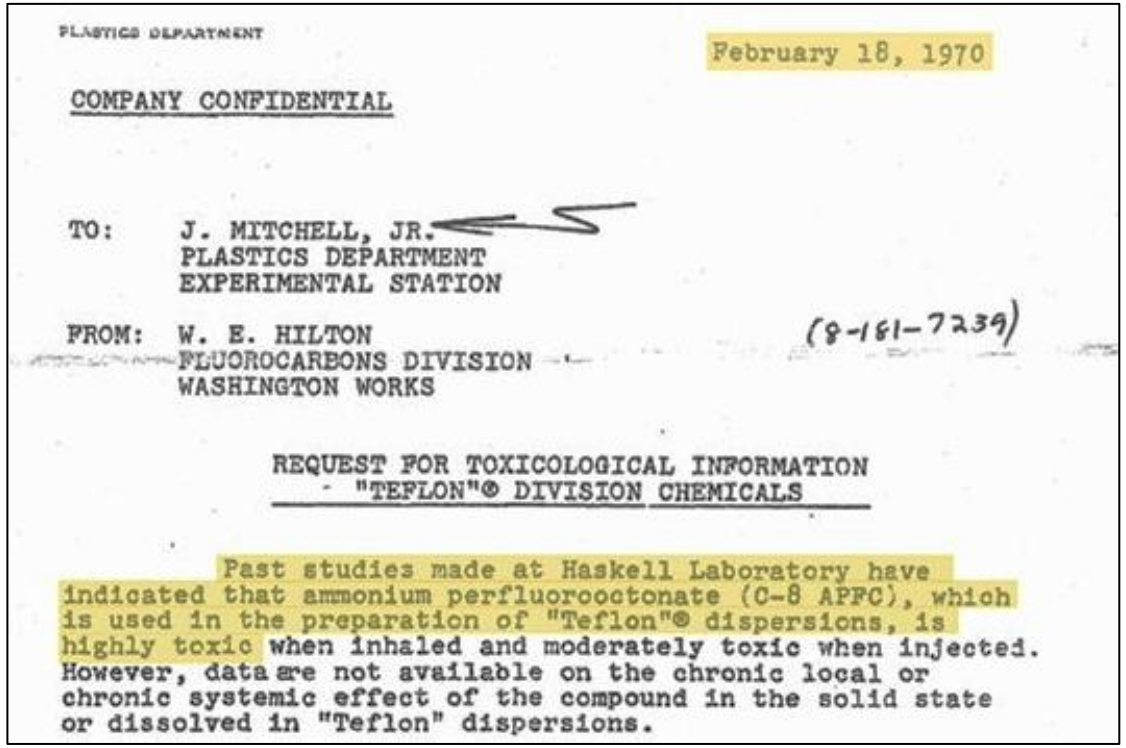
Mittelwerte und Bereiche der Σ4PFAS-Konzentrationen im Blut (ng/ml)

∑4PFAS: PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS

PFAS-Belastungen schon lange bekannt

PFAS sind anthropogenen Ursprungs (also menschengemacht)

Die Belastungen von Menschen und Umwelt durch PFAS sind Industrie bzw. den Herstellern oft schon lange bekannt



PLASTICS DEPARTMENT

February 18, 1970

COMPANY CONFIDENTIAL

TO: J. MITCHELL, JR.
PLASTICS DEPARTMENT
EXPERIMENTAL STATION

FROM: W. E. HILTON
FLUOROCARBONS DIVISION
WASHINGTON WORKS

(8-161-7239)

REQUEST FOR TOXICOLOGICAL INFORMATION
- "TEFLON"® DIVISION CHEMICALS

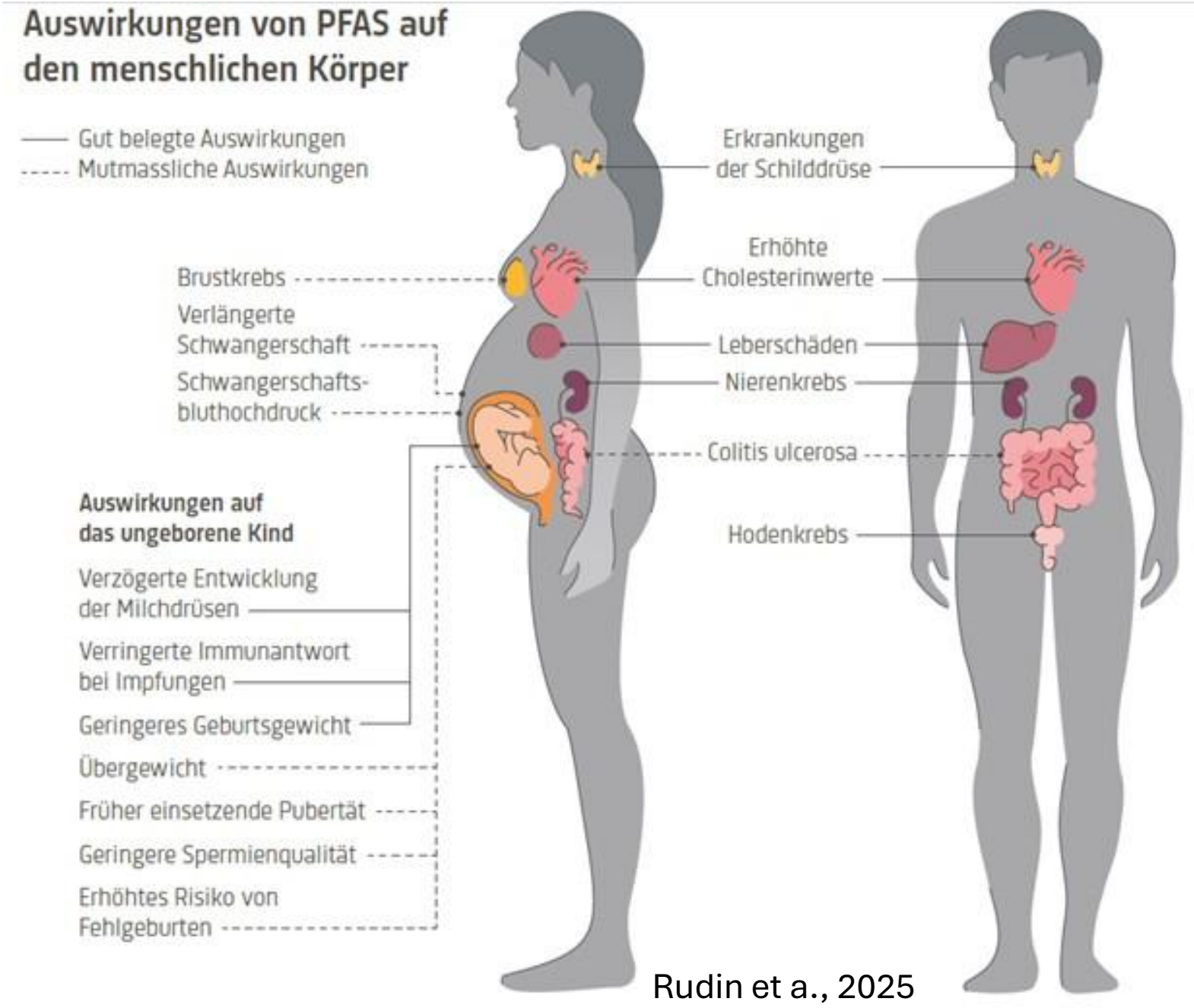
Past studies made at Haskell Laboratory have indicated that ammonium perfluorooctonate (C-8 APFC), which is used in the preparation of "Teflon"® dispersions, is highly toxic when inhaled and moderately toxic when injected. However, data are not available on the chronic local or chronic systemic effect of the compound in the solid state or dissolved in "Teflon" dispersions.

DuPont

3M wusste spätestens in den 70er Jahren, dass PFAS aus Löschschäumen vom Menschen aufgenommen werden (vertrauliches 3M-Dokument vom 20.08.1976 „Dr. Guy called again, following up on the subject (vide my earlier memo) to see if we had any further ideas as to possible sources of the fluorocarbon carboxylic acid found in human blood samples from Texas and New York").

Bei 3M kursierten noch am 14. Dezember 1995 interne Dokumente mit „continue to maintain regulatory approval to sell PFAS as long as broadly as we can".

Was bedeutet die PFAS-Belastung für die Menschen?



Rudin et a., 2025

Vor allem aber weiß man wenig über Wirkungen im Menschen über lange Belastungszeiten

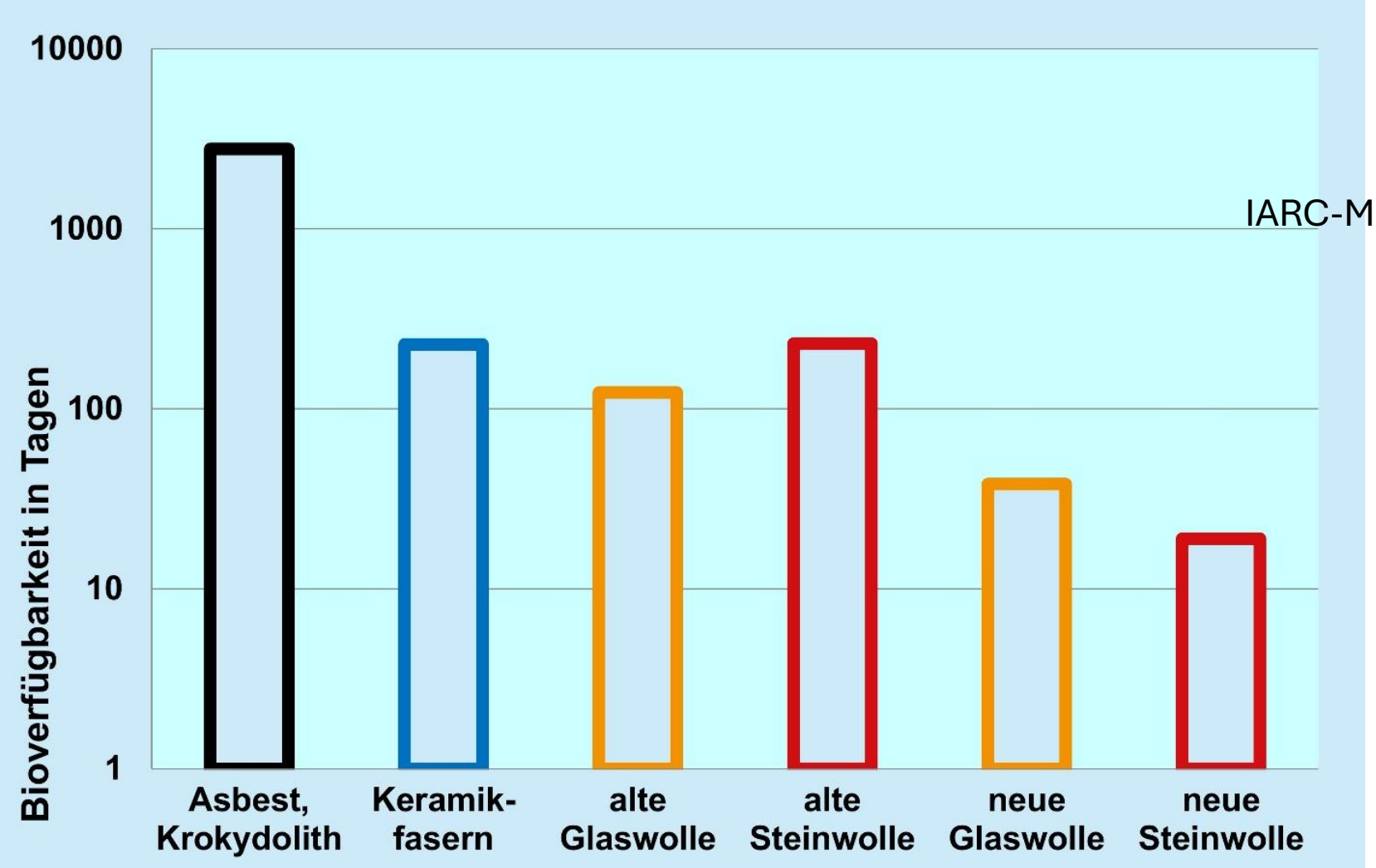
Auch bei Asbest hatte man ein technisch sehr gutes Material und wusste wenig zu den Wirkungen im Menschen über lange Belastungszeiten

6 Angaben zur Ökologie

Diskutabel: Einige behaupten, CHRYSOTIL ASBEST sei sehr gefährlich, andere stimmen diesem allerdings nicht zu. CHRYSOTIL ASBEST ist eine natürliche Faser, die es bereits vor der Menschheit gab; Menschheit und CHRYSOTIL ASBEST existieren noch.
In unserem Dorf begann der Abbau von Asbest vor mehr als 70 Jahren. Die Arbeitsbedingungen waren damals primitiver (staubiger) als sie es heute sind. Trotzdem gab es keine Asbestose-Epidemie und es ist kein einziger Krebsfall unter unseren Arbeitern bekannt, der auf Asbest zurückzuführen ist.

Aus einem Sicherheitsdatenblatt in den 1970er Jahren zu Asbest

Auch bei Asbest hatte man ein technisch sehr gutes Material und wusste wenig zu den Wirkungen im Menschen über lange Belastungszeiten

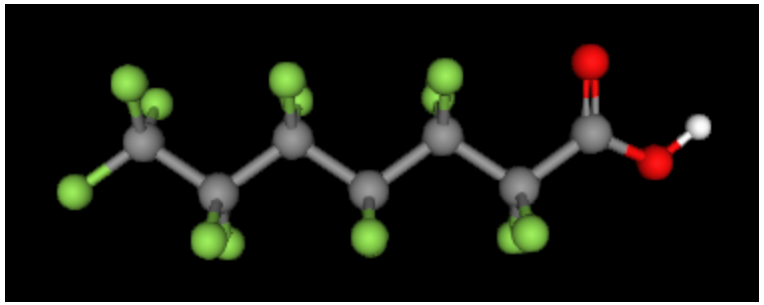
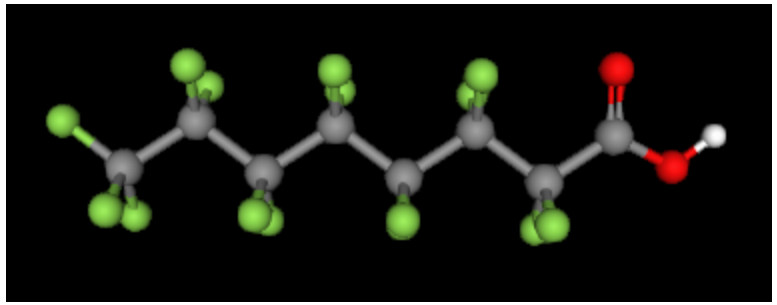
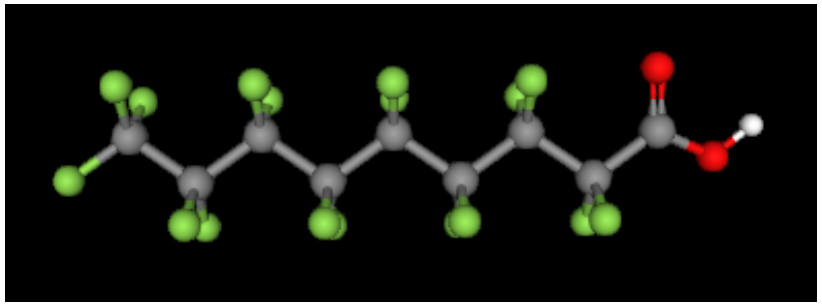


IARC-Monographie 81

PFAS-Regulierung

Fünf EU-Länder (Dänemark, Deutschland, Niederlande, Norwegen, Schweden) haben 2023 eine Regulierung der Stoff**gruppe** der PFAS vorgeschlagen.

V.a. wg. ihrer Persistenz und ihrer Strukturähnlichkeit.

Inzwischen gab es öffentliche Konsultationen, Aktualisierungen des Regulierungsvorschlags, … (https://echa.europa.eu/de/-/echa-publishes-updated-pfas-restriction-proposal).

Mit dem Beschluss einer Regulierung wird frühestens 2027 gerechnet.

PFAS-Regulierung

Die Argumente der Industrie gegen eine Regulierung sind die Gleichen wie vor 20 oder 40 Jahren, nach den Regelungen ist nichts davon eingetreten.

Im Rahmen der REACH-Diskussionen wurde die Deindustrialisierung Europas ausgerufen



Cefic: REACH leitet Deindustrialisierung Europas ein

ZÜNDSTOFF WEISSBUCH Nach dem Abschluss der Internet-Konsultation über die Praktikabilität des von den EU-Kommissaren Wallström und Liikanen vorgeschlagenen Regelwerks zur Prüfung und Zulassung von Stoffanwendungen läutet die Cefic die Alarmglocke. Der europäische Chemieverband fordert eine engere Fokussierung der REACH-Kriterien und mehr Kompetenzen der künftigen Überwachungsagentur gegenüber nationalen Behörden.

2025 behauptet die baden-württembergische Wirtschaftsministerin Nicole Hoffmeister-Kraut, bei einem Verbot würden ganze Produktionsbereiche in der EU wegbrechen. Dies würde als breites Deindustrialisierungsprogramm wirken.

PFAS und Arbeitsschutz

PFAS sind im Arbeitsschutz derzeit kein Thema, zumindest in Deutschland.

Es fehlen schlicht die Daten:

- Nur zwei PFAS haben Grenzwerte (PFOS – AGW; PFOA – MAK);
- Es fehlen Methoden, um PFAS-Konzentrationen am Arbeitsplatz zu bestimmen;
- Da die Mehrzahl der PFAS nicht eingestuft ist, sind sie sind nicht zu kennzeichnen. Daher sucht man PFAS in Sicherheitsdatenblättern vergebens;
- Durch Biomonitoring bei den Beschäftigten, z.B. bei Feuerwehrleuten oder in der Recycling-Industrie, könnten Belastungen ermittelt werden. Biomonitoring wird aber nur selten veranlasst (Altötting !).

Verursacherprinzip führt zu Innovationen

Unter Berücksichtigung der gesellschaftlichen Kosten müsste ein Kilogramm PFAS rund 18.700 Euro kosten, während der durchschnittliche Marktpreis von PFAS rund 19 Euro pro Kilogramm beträgt (chemsec, 2023).

In einem der Gründungsverträge der EU heißt es „Die Umweltpolitik der Union … beruht auf den Grundsätzen der Vorsorge und Vorbeugung, … sowie auf dem **Verursacherprinzip**."

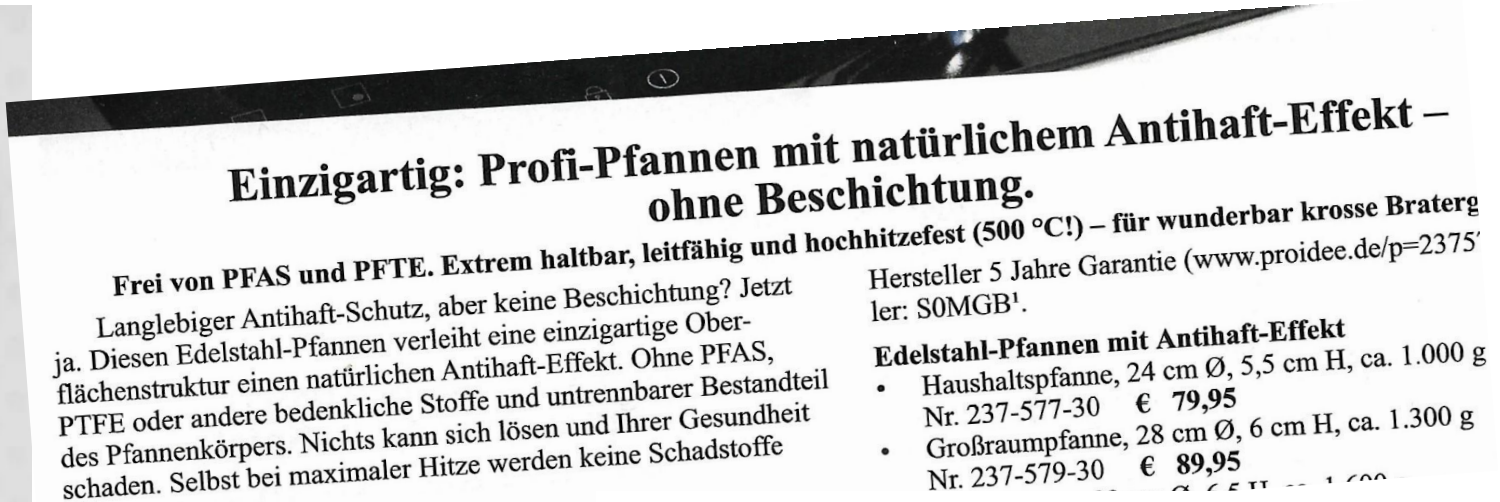
In mind. zwei Richtlinien nimmt die EU die Verursacher in die Pflicht

- EU-Einwegkunststoff-Richtlinie
- EU-Kommunalabwasser-Richtlinie

Alternativen für PFAS

Es gibt sie - teilweise schon lange - für sehr viele PFAS-Anwendungen.





Einzigartig: Profi-Pfannen mit natürlichem Antihaft-Effekt – ohne Beschichtung.

Frei von PFAS und PFTE. Extrem haltbar, leitfähig und hochhitzefest (500 °C!) – für wunderbar krosse Braterg

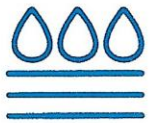
Langlebiger Antihaft-Schutz, aber keine Beschichtung? Jetzt ja. Diesen Edelstahl-Pfannen verleiht eine einzigartige Oberflächenstruktur einen natürlichen Antihaft-Effekt. Ohne PFAS, PTFE oder andere bedenkliche Stoffe und untrennbarer Bestandteil des Pfannenkörpers. Nichts kann sich lösen und Ihrer Gesundheit schaden. Selbst bei maximaler Hitze werden keine Schadstoffe freigesetzt.

Ultrahart, kratzbeständig und hochhitzefes

Hersteller 5 Jahre Garantie (www.proidee.de/p=2375
ler: S0MGB[1].

Edelstahl-Pfannen mit Antihaft-Effekt

- Haushaltspfanne, 24 cm Ø, 5,5 cm H, ca. 1.000 g
  Nr. 237-577-30 **€ 79,95**
- Großraumpfanne, 28 cm Ø, 6 cm H, ca. 1.300 g
  Nr. 237-579-30 **€ 89,95**



Fluorine-free, water repellent finish for ultimate performance

Fluorfreie Wasserabweisung für höchste Performance

Imperméabilisation à l'eau sans fluor pour des performances optimales

Alternativen für PFAS

Es gibt sie - teilweise schon lange - für sehr viele PFAS-Anwendungen.

- Löschschäume;
- Backpapier;
- Beschichtungen von Pfannen, Airfryer, …;

Übersichten

- https://pfas-dilemma.info/aktuelles/18-pfas-frei-eine-uebersicht#6
- https://zeropm.eu/alternative-assessment-database/
- https://pfascentral.org/pfas-free-products/
- PFAS-freie Alternativen im Elektronik- und Energiesektor (Royal Haskoning, 2024)

Alternativen für PFAS

Alternativen gibt es selbst für Anwendungen, die von den fünf EU-Staaten von einer Regelung ausgenommen wurden.

Wirkstoffe in Bioziden, in Pflanzenschutz-, Human- und Tierarzneimitteln sind im Regulierungsvorschlag von einer Beschränkung ausgenommen.

Für 97 von 111 (87 %) der untersuchten Humanarzneimittel und 18 von 28 (65 %) der Tierarzneimittel mit PFAS-Strukturen existieren PFAS-freie Alternativen für dieselben Anwendungen (Greinke et al., 2026).

Jeder Stoff ist ersetzbar.

Es gibt kein ‚Alternativlos', bestenfalls ein ‚derzeit Alternativlos'.

Chemie wird studiert, um Neues zu schaffen.

‚Nicht zu ersetzen' ist eine Beleidigung für Chemikerinnen und Chemiker.

Fragen ?

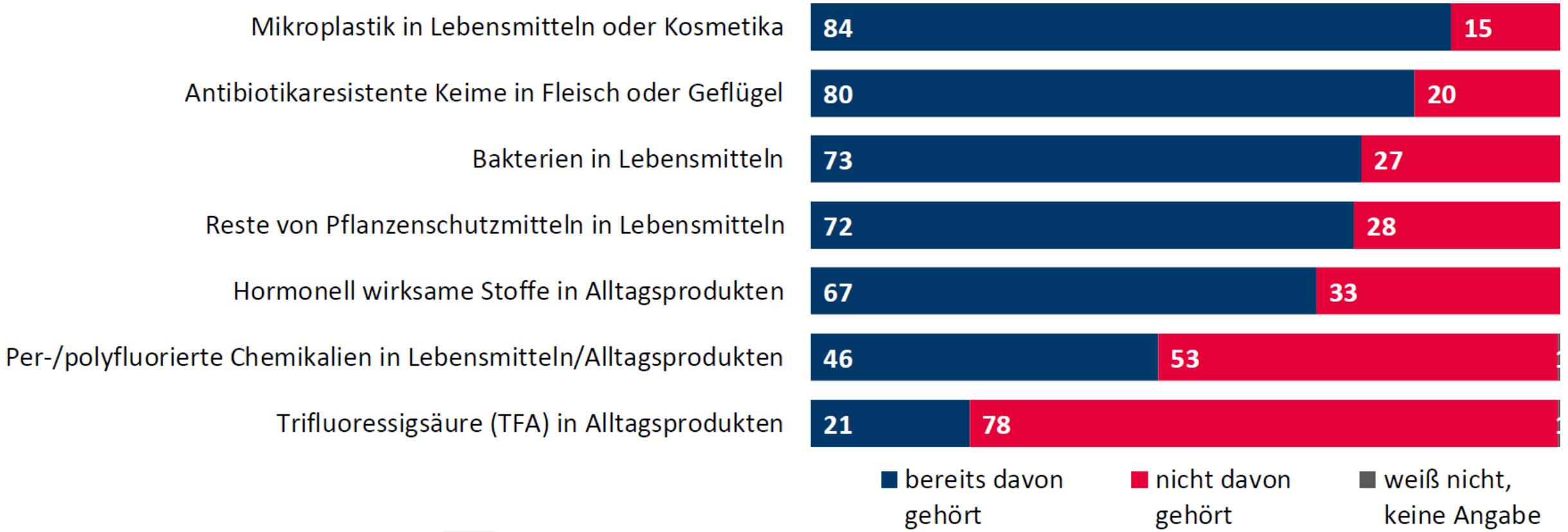
Reinhold Rühl
Clemens Magerkurth



BfR-Verbrauchermonitor 2026

Im August 2026 wurden 1.003 Personen befragt

u.a. „Haben Sie schon mal etwas darüber gehört, dass die folgenden Themen mit gesundheitlichen Risiken in Verbindung gebracht werden?“



Quellen

- Altötting: www.sueddeutsche.de/bayern/bodenbelastung-pfoa-bayern-ausweitung-chemiedreieck-altoetting-krebserregend-li.3549612
- chemsec: The top 12 PFAS producers in the world and the staggering societal costs of PFAS pollution. 25 May 2023, https://chemsec.org/reports/the-top-12-pfas-producers-in-the-world-and-the-staggering-societal-costs-of-pfas-pollution/
- EEA: Fluorpolymere im Fokus: Unterstützung der europäischen Ambitionen für eine emissionsfreie, kohlenstoffarme und Kreislaufwirtschaft. European Environment Agency; 29. April 2025; HTML: TH-01-25-008-EN-Q - ISBN: 978-92-9480-712-0 - ISSN: 2467-3196 - doi: 10.2800/0087006
- Greinke, Johanna; Mußler, Petra; Maack, Gerd; Hug, Martin J.; Müller, Michael and Speichert, Gunter: Per- and polyfluorinated active pharmaceutical ingredients: Overview and alternatives. Sustainable Chemistry and Pharmacy 52, August 2026, 102416; doi.org/10.1016/j.scp.2026.102416; s.a www.tagesschau.de/investigativ/ndr-wdr/pfas-chemikalien-medizine-100.html; 15.05.2026)
- Kaiser, Andreas-Marius: Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen – Überblick und Situation in Österreich. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Wien, 2022
- Pestizidatlas 2022: Heinrich-Böll-Stiftung, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, PAN Germany und Le Monde Diplomatique
- Royal Haskoning: PFASs and PFAS free alternatives in the Electronics and Energy sector. A summary. The Danish Environmental Protection Agency; Januar 2024, ISBN: 978-87-7038-534-3
- Rudin, E.; Aicher, L.; Heuberger, M.; Kroll, A. und Stamm, C.: PFAS: Vorkommen, Risiken und Handlungsansätze. 2025, Swiss Academies Factsheets 20 (4); scnat.ch/de/id/ZSWRc nach European Environment Agency: Emerging chemical risks in Europe − PFAS. 2019, Copenhagen, Denmark. www.eea.europa.eu/themes/human/chemicals/emerging-chemical-risks-in-europe
- Rühl, Reinhold und Magerkurth, Clemens: PFAS und andere Problemstoffe. Erich-Schmidt-Verlag, 2026