



scaht

Swiss Centre for Applied Human Toxicology
Schweizerisches Zentrum für Angewandte Humantoxikologie
Centre Suisse de Toxicologie Humaine Appliquée
Centro Svizzero di Tossicologia Umana Applicata

Internationale PFAS-Fachtagung

Montag 24. November 2025

Graf-Zeppelin-Haus, Olgastraße 20, D-88045 Friedrichshafen, 09:30 – 15:45

Die PFAS-Zwickmühle: Wo der Nutzen endet und die Risiken beginnen

Stand der Erarbeitung von Grenzwerten für PFAS in landwirtschaftlichen Böden

Lothar Aicher

SCAHT, Universität Basel, Missionstrasse 64, CH-4055 Basel

lothar.aicher@unibas.ch



Was ist das Problem mit PFAS?

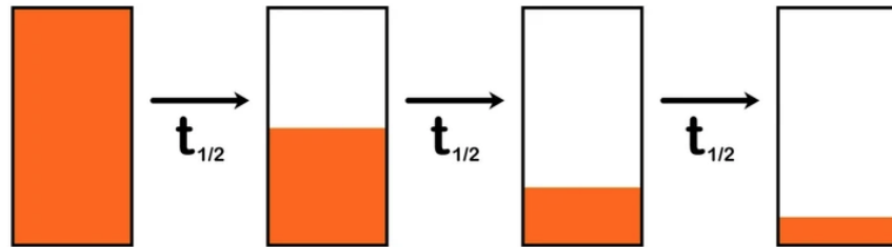
Freisetzung in die Umwelt bei Produktion, Nutzung und Entsorgung



PFAS – Anreicherung in jedem einzelnen Organismus und Zunahme der Konzentration entlang der gesamten Nahrungskette

PFAS sind chemisch inert

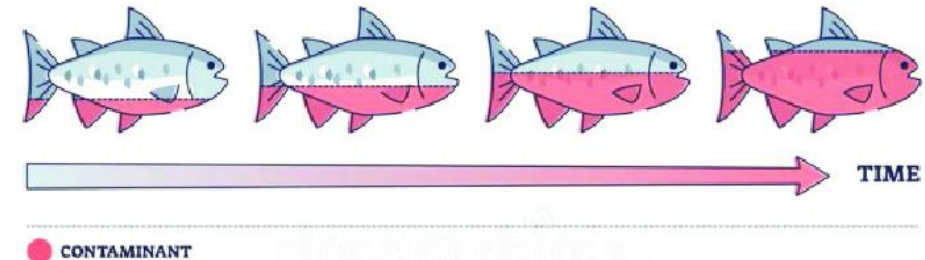
- Starke C-F-Bindung
- Kaum biologisch, (photo)chemisch, physikalisch abbaubar
- Lange Verweildauer



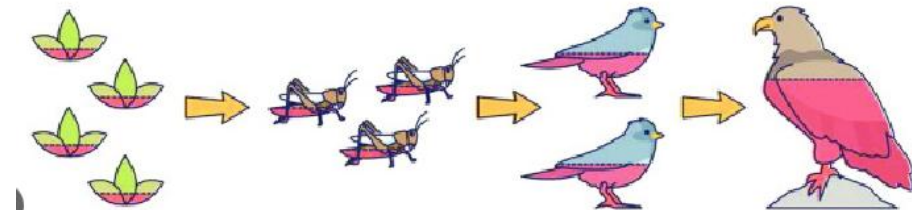
Umweltverhalten

- Anreicherung im Boden, Wasser, Sediment
- Aufnahme durch Organismen (Bioakkumulation)
- Konzentrationszunahme entlang der Nahrungskette (Biomagnifikation)

BIOACCUMULATION



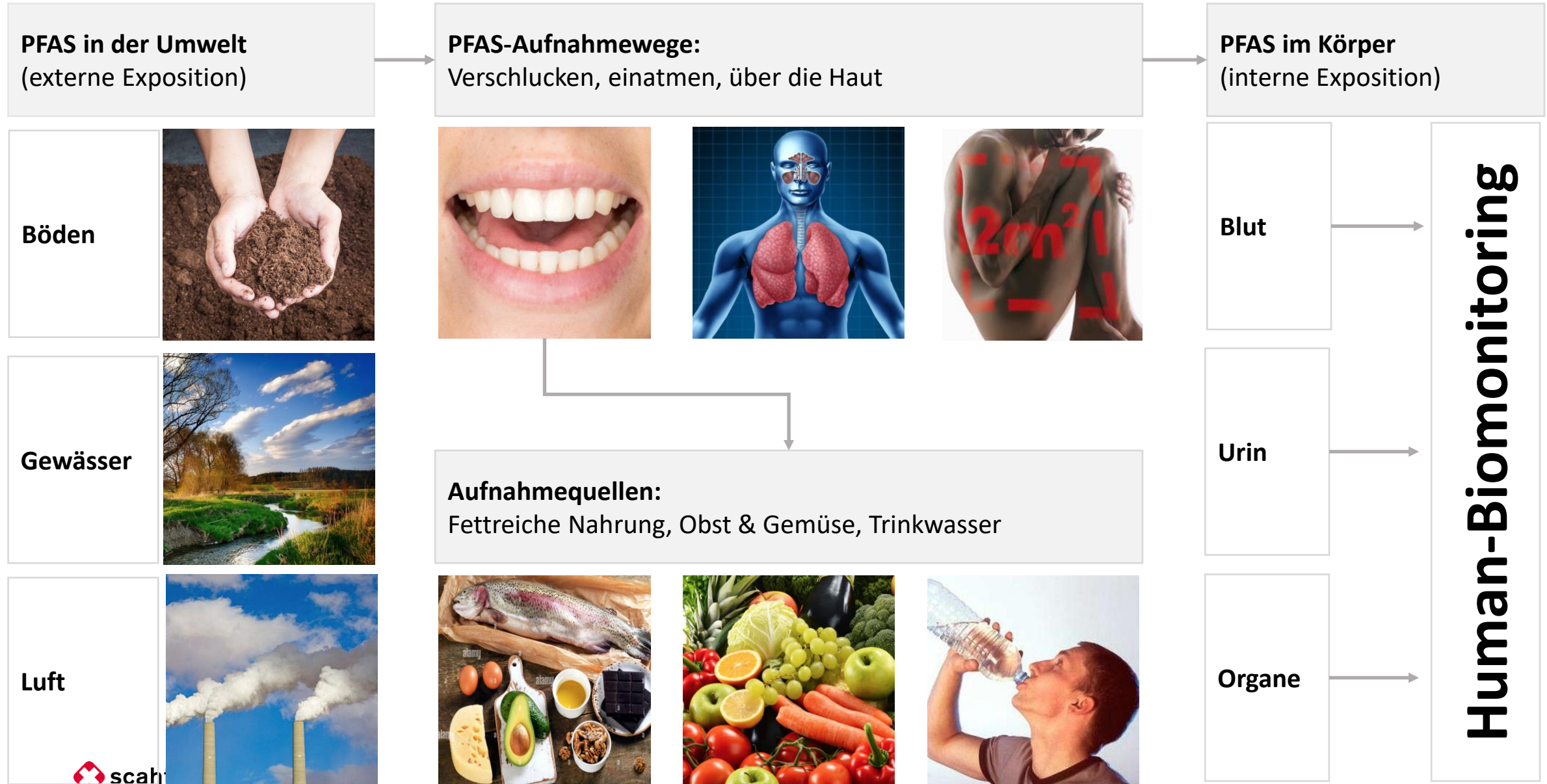
BIOMAGNIFICATION



Wie nehmen wir PFAS auf ?

PFAS – Umweltbelastung ist eine indirekte Gefahr für den Menschen

Nahrung als Hauptaufnahmequelle



Wie schädlich sind PFAS für den Menschen?

PFAS – chemisch inert aber biologisch aktiv und systemisch wirksam

Bindung an Proteine (z.B. Albumin)

→ Verteilung über das Blut

→ Wirkung im ganzen Körper

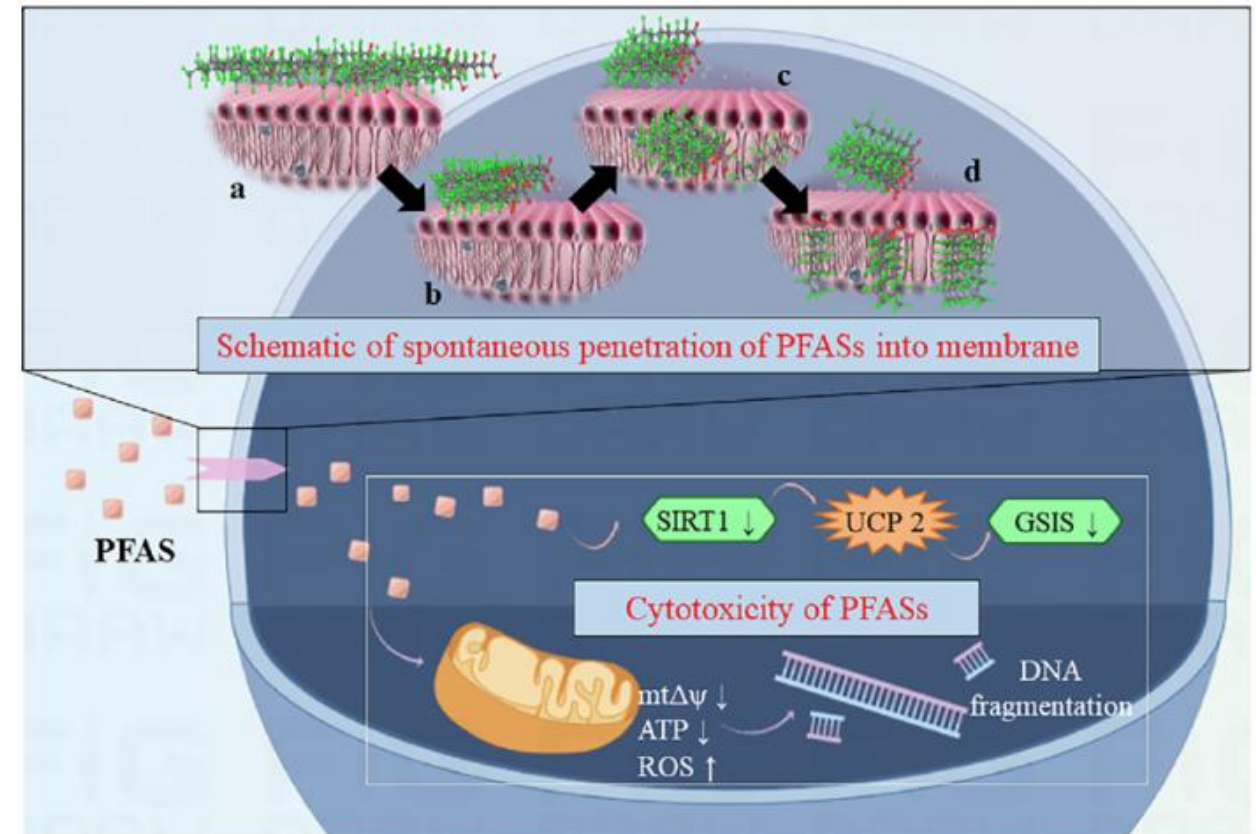
z. T. strukturelle Ähnlichkeit mit Bestandteilen der Zellwände

→ Bindung an Zellmembranen und Rezeptoren

→ Aktivierung von Transkriptionsfaktoren

→ Veränderung der Genaktivität

→ Stoffwechsel, Hormonhaushalt, ...



Kein direkter Erbgutschaden und kaum akute Toxizität aber zahlreiche Krankheitsrisiken nach längerer Exposition (speziell langkettige PFAS)

Anreicherung im Körper

Kaum Abbau, langfristige Belastung
 $T_{1/2}$: +3 Jahre (langkettige)

Immunsystem (am empfindlichsten)

Geschwächte Abwehr

Hormonsystem

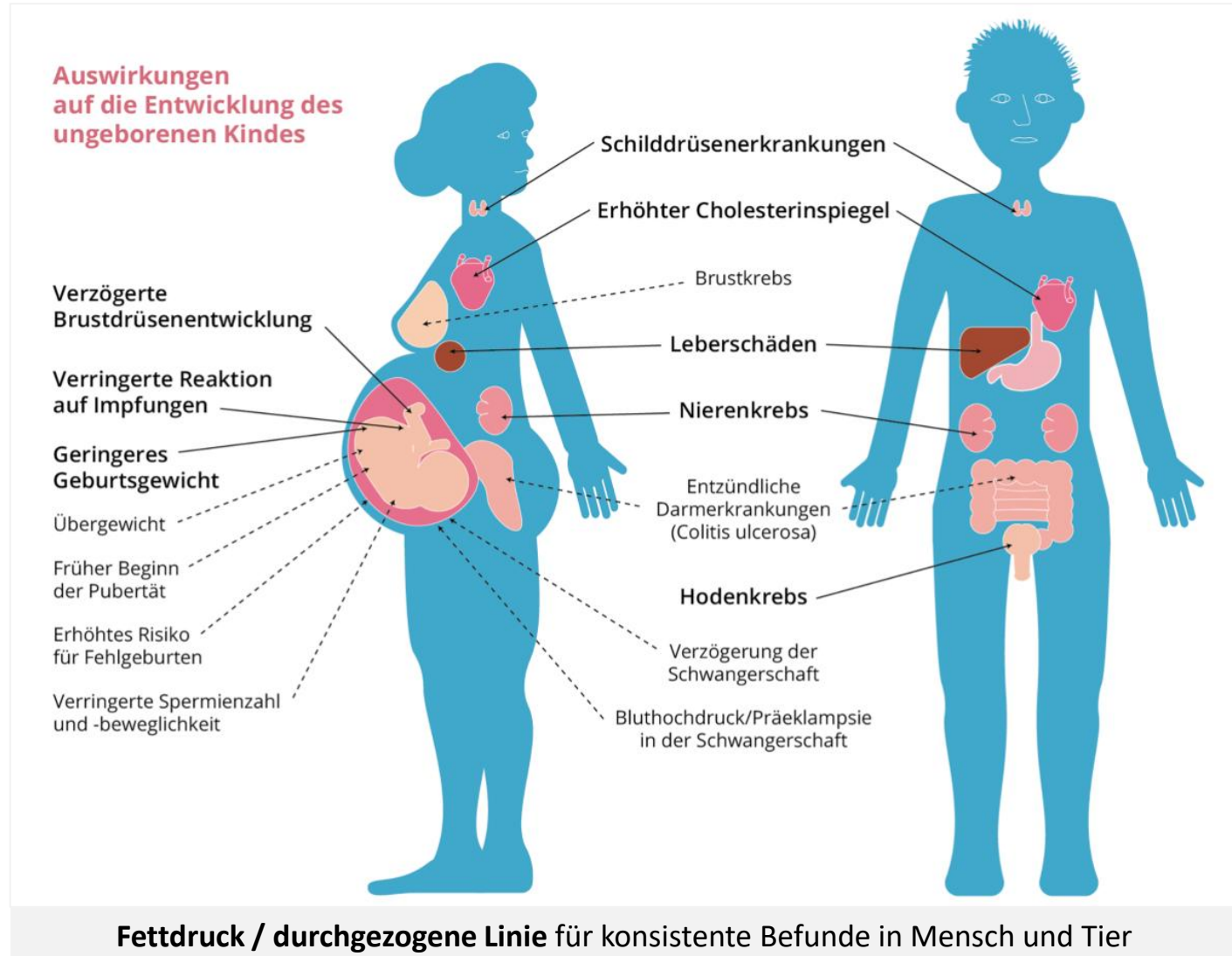
Stoffwechselkrankheiten
(Diabetes, Leberschäden, Schilddrüse)
Entwicklungs- und Fruchtbarkeitsstörungen

Krebsrisiken

Niere, Hoden

Wirkmechanismen

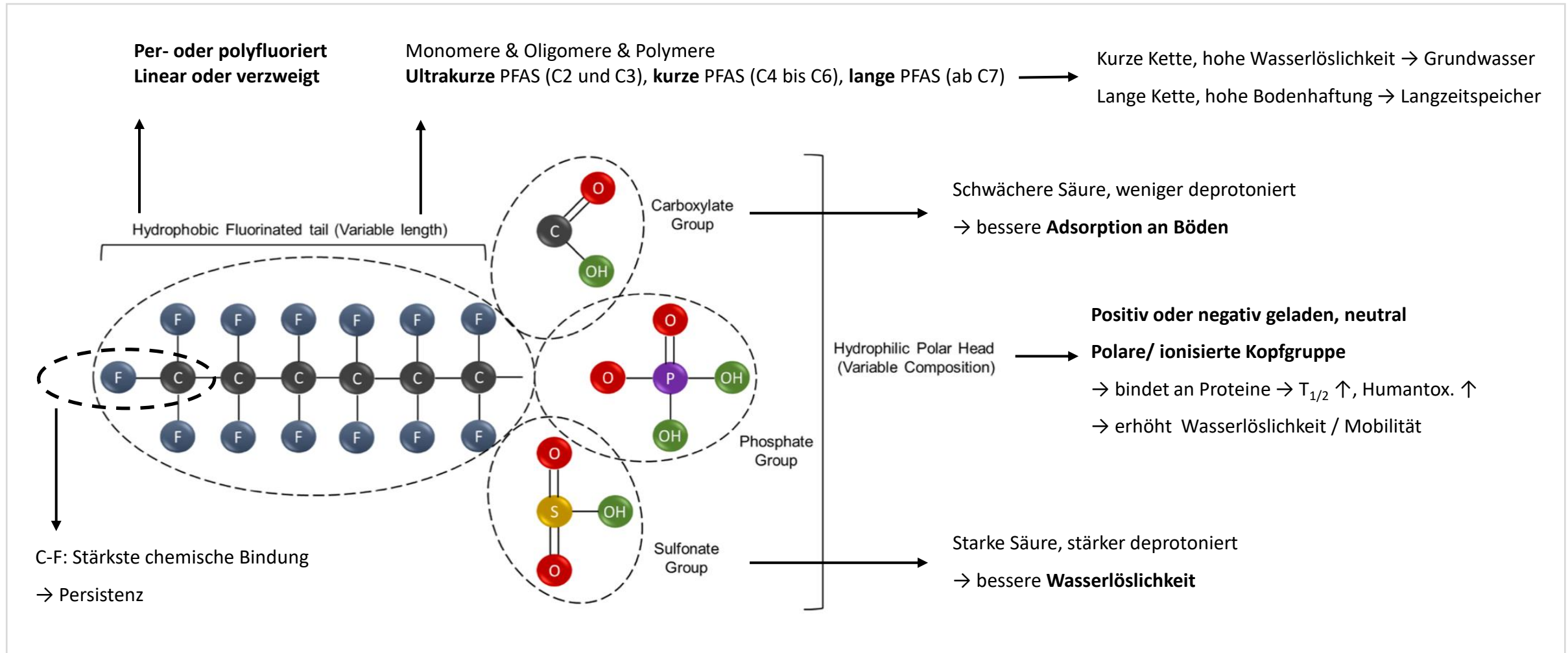
Vielfältig
Für die meisten Krankheiten ungeklärt



Sind alle PFAS gleich toxisch?

PFAS - Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen

Mehr als 4000 «Ewigkeitschemikalien» mit vielfältiger Struktur und unterschiedlichem (Umwelt)verhalten



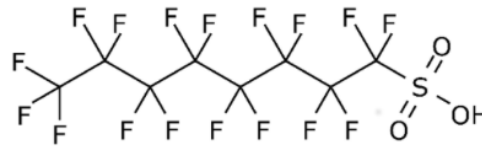
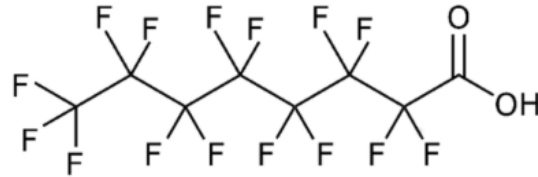
PFAS sind mobil genug, um Gewässer zu belasten,
aber gleichzeitig persistent und sorptiv genug, um Böden langfristig zu kontaminieren.

PFAS ist nicht gleich PFAS

Eine Stoffgruppe – tausend Gesichter: physikalisch, chemisch, biologisch und toxikologisch

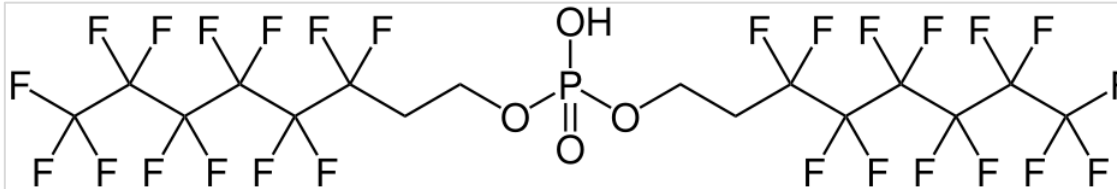
Monomere PFAS

z.B.: PFOA, PFOS
Perfluorooctansäure



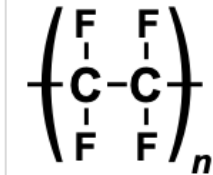
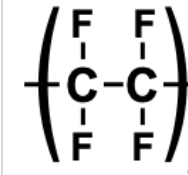
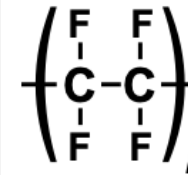
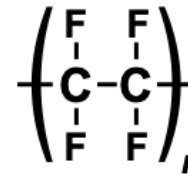
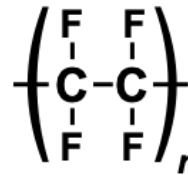
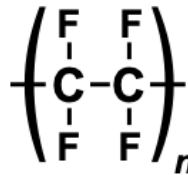
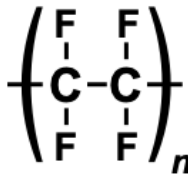
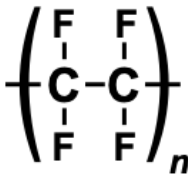
Oligomere PFAS

z.B.: 6:2-DiPAP
6:2 Di-perfluoralkylphosphat



Polymere PFAS (Kunststoffe)

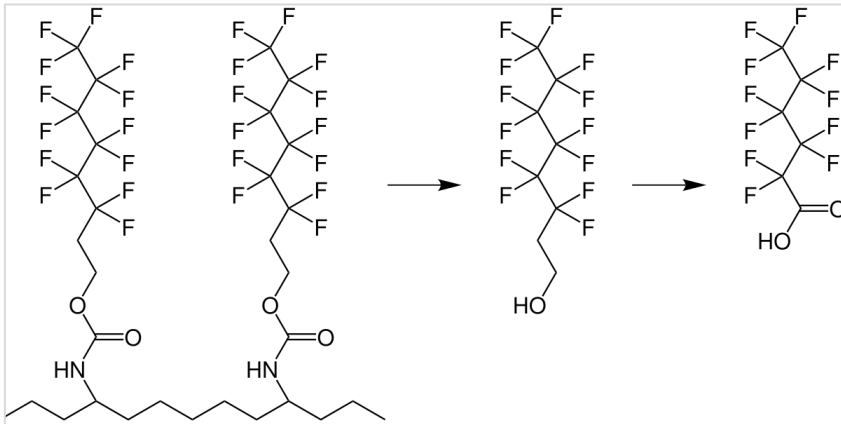
z.B.: (PTFE) Teflon®
Polytetrafluoroethylen



Seitenketten-Polymere (SCFPs)

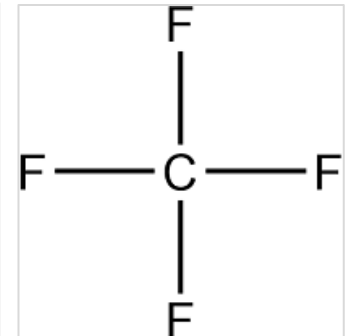
z.B.: Fluoracrylate, Fluorurethane

→ Abbau zu niedermolekularen
PFAS



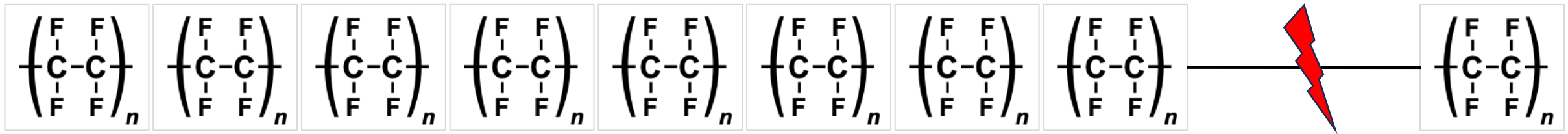
Gasförmige PFAS

z.B.: CF₄, Kältemittel, Dämmstoffe
→ PFAS als FCKW-Ersatz
(Ozonschutz)
→ aber auch PFAS als Treibhausgase
(regretable substitute)

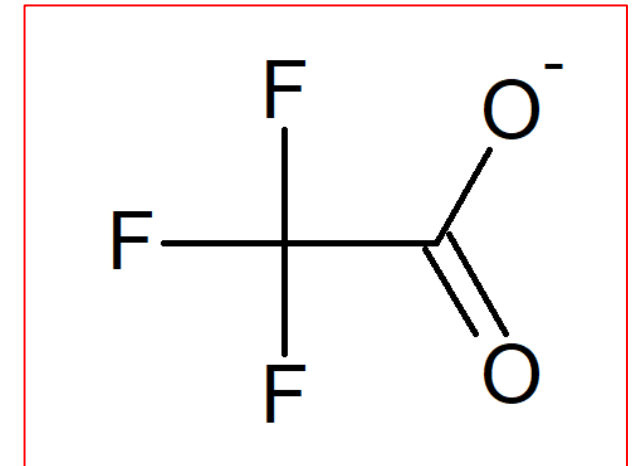
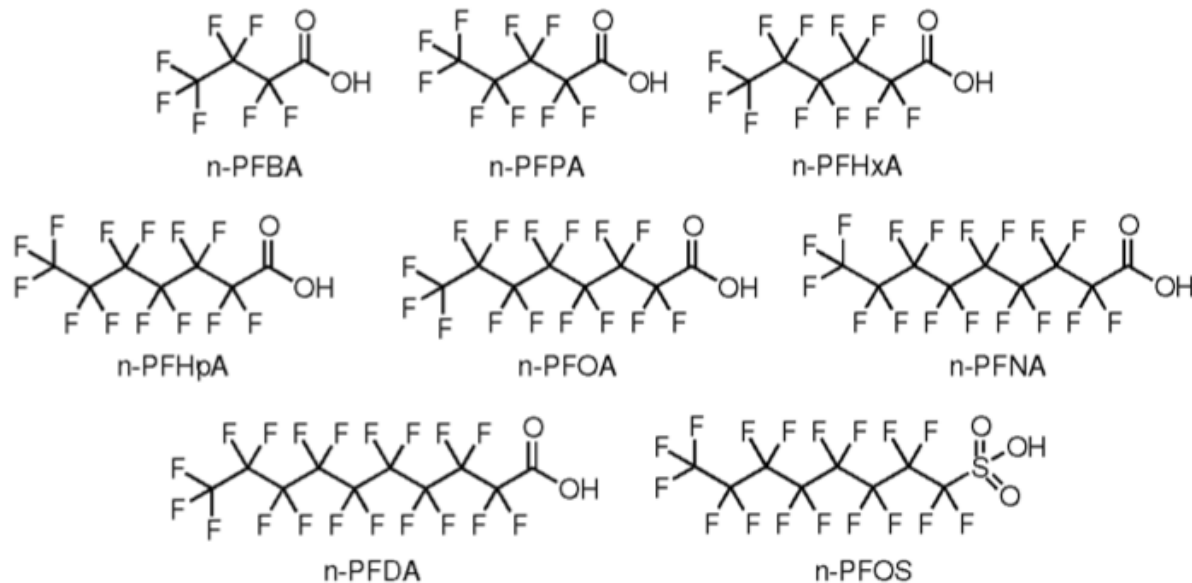


Überholt und zu kurz gedacht: Gängige Argumente fallen in sich zusammen

Große PFAS-Polymere: Zu groß, um in Zellen zu gelangen → sind sie deshalb weniger bedenklich? Nein, Gefahr durch Bruchstücke!



Kurzkettige PFAS: Sehr wasserlöslich → werden schneller ausgeschieden → sind sie deshalb weniger bedenklich? Nein, Neubewertung TFA!



TFA: Reproduktionstoxisch?

Mai 2025: BfR legt Bewertung für neue Gefahreneinstufung vor

TFA – der einfachste PFAS-Vertreter

Industrielle Herstellung

Abbauprodukt vieler PFAS, z.B. Kältemittel, Pestizide

Akute Toxizität

Ätzend bei direktem Kontakt

Akute Vergiftung praktisch irrelevant

Chronische Toxizität

Kaum Anreicherung im Körper, wasserlöslich

Schnelle Ausscheidung → geringe Toxizität

BfR legt Bewertung für neue Gefahreneinstufung vor

Wahrscheinlich Reprotoxisch (Kat. 1B, Tierversuch)

Gefahrenhinweisen H360Df

Gesundheitsrisiko

Derzeit nicht zu erwarten

Effekte im Tier erst bei hohen Konzentrationen

Bundesinstitut für Risikobewertung | TFA

Presseinformationen

26.05.2025 / Nr. 13/2025

Trifluoressigsäure (TFA): Bewertung für Einstufung in neue Gefahrenklassen vorgelegt

Deutsche Behörden bewerten TFA als fortpflanzungsgefährdend, sehr persistent und sehr mobil



Merken



Artikel teilen



URL kopieren

Darum geht es:

Die Bundesstelle für Chemikalien (BfC) an der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) ist die zuständige Behörde in Deutschland für die europäische Chemikalienverordnung REACH und die CLP-Verordnung zur Einstufung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe. In Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt (UBA) und dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat die BfC entsprechendes Dossier nach der CLP-Verordnung zur Harmonisierung der Gefahreneinstufung von Trifluoressigsäure (TFA) bei der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) eingereicht. TFA zählt zur Gruppe der per- und polyfluorierten Alkylverbindungen (PFAS). Da der Stoff nach Einschätzung der deutschen Behörden fortpflanzungsgefährdend (reproduktionstoxische) sowie umweltkritische Stoffeigenschaften besitzt, ist er entsprechend einzustufen. Derzeit laufen Konsultation und fachliche Bewertung des deutschen Vorschlages.



Grundsatz der Risikobeurteilung

Das Gesundheitsrisiko besteht aus zwei unabhängigen Komponenten

Gefahrenpotential	x	Exposition	=	Risiko
Giftigkeit		Aufnahmemenge		
substanzspezifisch		situationsspezifisch		

Möglichkeit
eines Gesundheitsrisikos

≠

Wahrscheinlichkeit
eines Gesundheitsrisikos

Gewinnwahrscheinlichkeit: 6 Richtige plus Superzahl: 1 zu 139'838'160

Gewinnwahrscheinlichkeit: 6 Richtige plus Superzahl: 1 zu 139'838'160

16

Das Gesundheitsrisiko besteht aus zwei Komponenten

Fall 1: «Chemikalie» sehr giftig, aber Exposition sehr klein

$$\text{Gefahrenpotential} \quad \times \quad \text{Exposition} \quad = \quad \text{Risiko}$$



Kernkraftwerk Leibstadt

Kein Gesundheitsrisiko solange keine Radioaktivität austritt

Das Gesundheitsrisiko besteht aus zwei Komponenten

Fall 2: Chemikalie *weniger* giftig, aber Exposition hoch

Gefahrenpotential	x	Exposition	=	Risiko
--------------------------	----------	-------------------	----------	---------------



Gesundheitsrisiko bei übermäßigem Alkoholmissbrauch

Das Gesundheitsrisiko besteht aus zwei Komponenten

Fall 2: Chemikalie weniger giftig, aber Exposition hoch

Gefahrenpotential	x	Exposition	=	Risiko
--------------------------	----------	-------------------	----------	---------------



Gesunde Leber



Leberzirrhose

Gesundheitsrisiko bei übermäßigem Alkoholmissbrauch

Wie schützen wir uns?

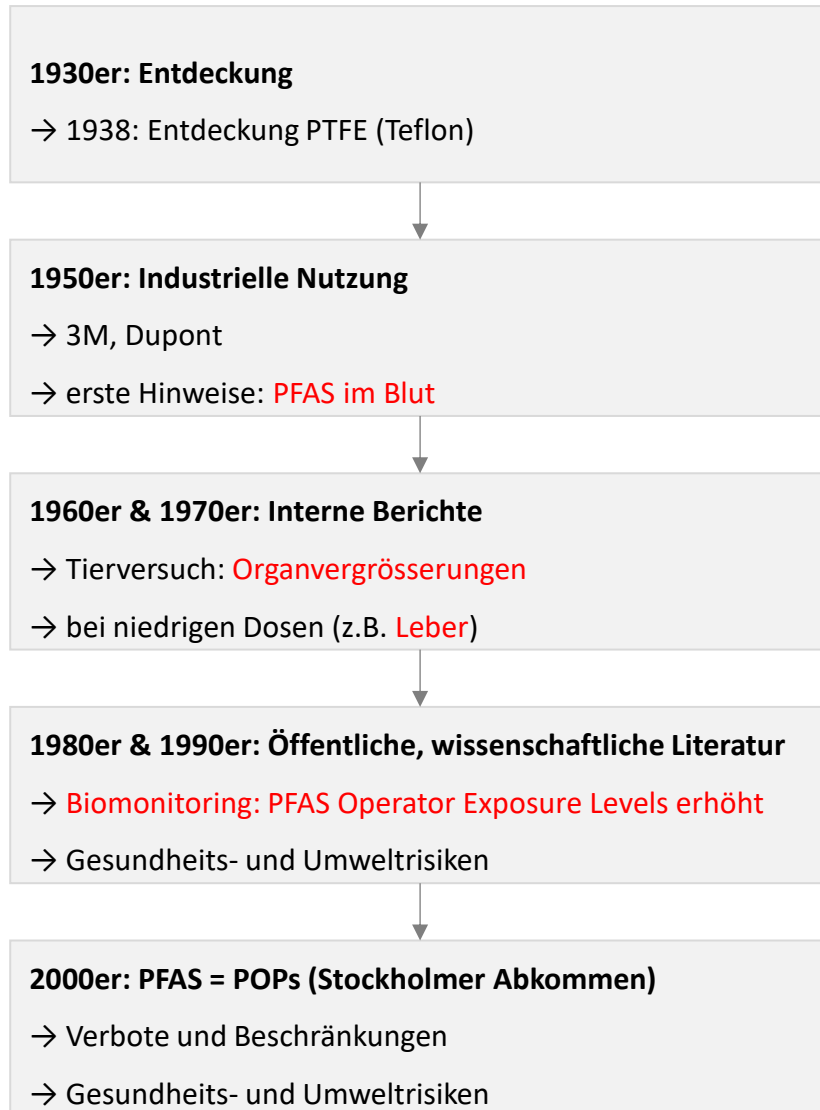
Gesundheitsbasierte Richtwerte

AUF IMMER
UND EWIG



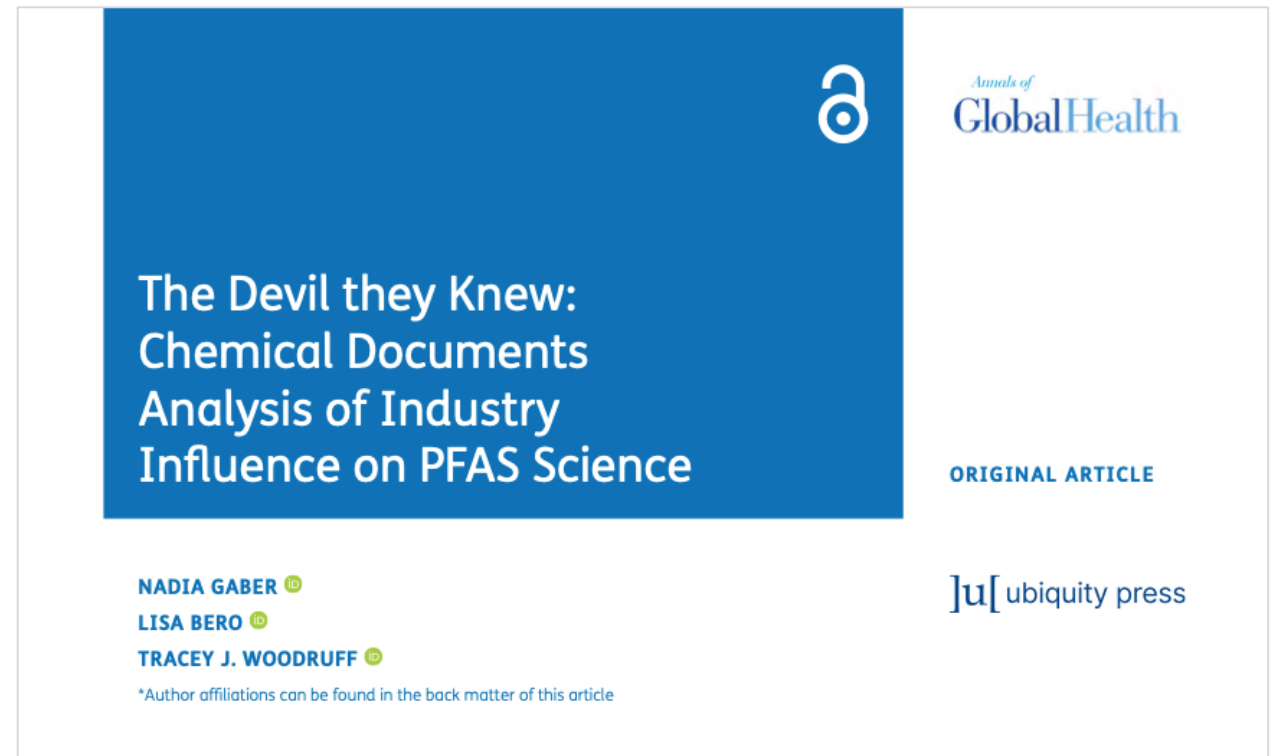
PFAS - Belastung

Lange Evidenz, späte Konsequenz



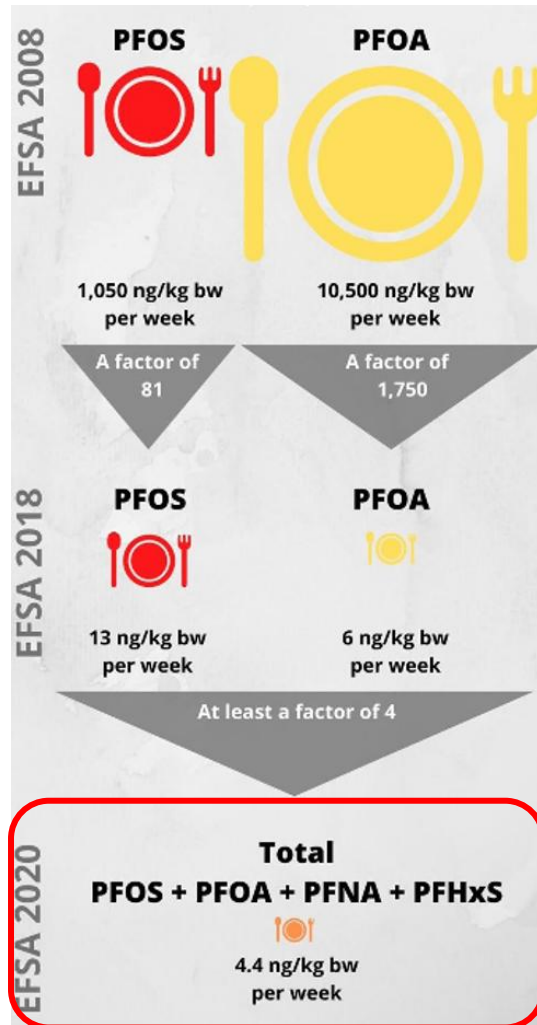
2020er: EC-Vorschlag Komplett-Verbot

- Verschärfung und Ausweitung der Grenzwerte! e.g EFSA 2021
- Wesentliche Verwendungszwecke «Essential uses»?
- Ersatzstoffe – «no regrettable substitutes»?



Grenzwerte im Wandel – niedrigere Werte für mehr PFAS und neue Zielorgane

PFAS schaden bereits in sehr niedrigen Konzentrationen der Gesundheit!



EFSA, 2020 Grenzwert zum Schutz vor Immuntoxizität bei Säuglingen

- $\sum 4$ PFAS: PFOA, PFNA, PFHxS, **PFOS**;

Annahme: Alle vier PFAS gleich toxisch

- $\sum 4$ PFAS = 80 bzw. 90% der nachgewiesenen mittleren PFAS-Belastung im Blut

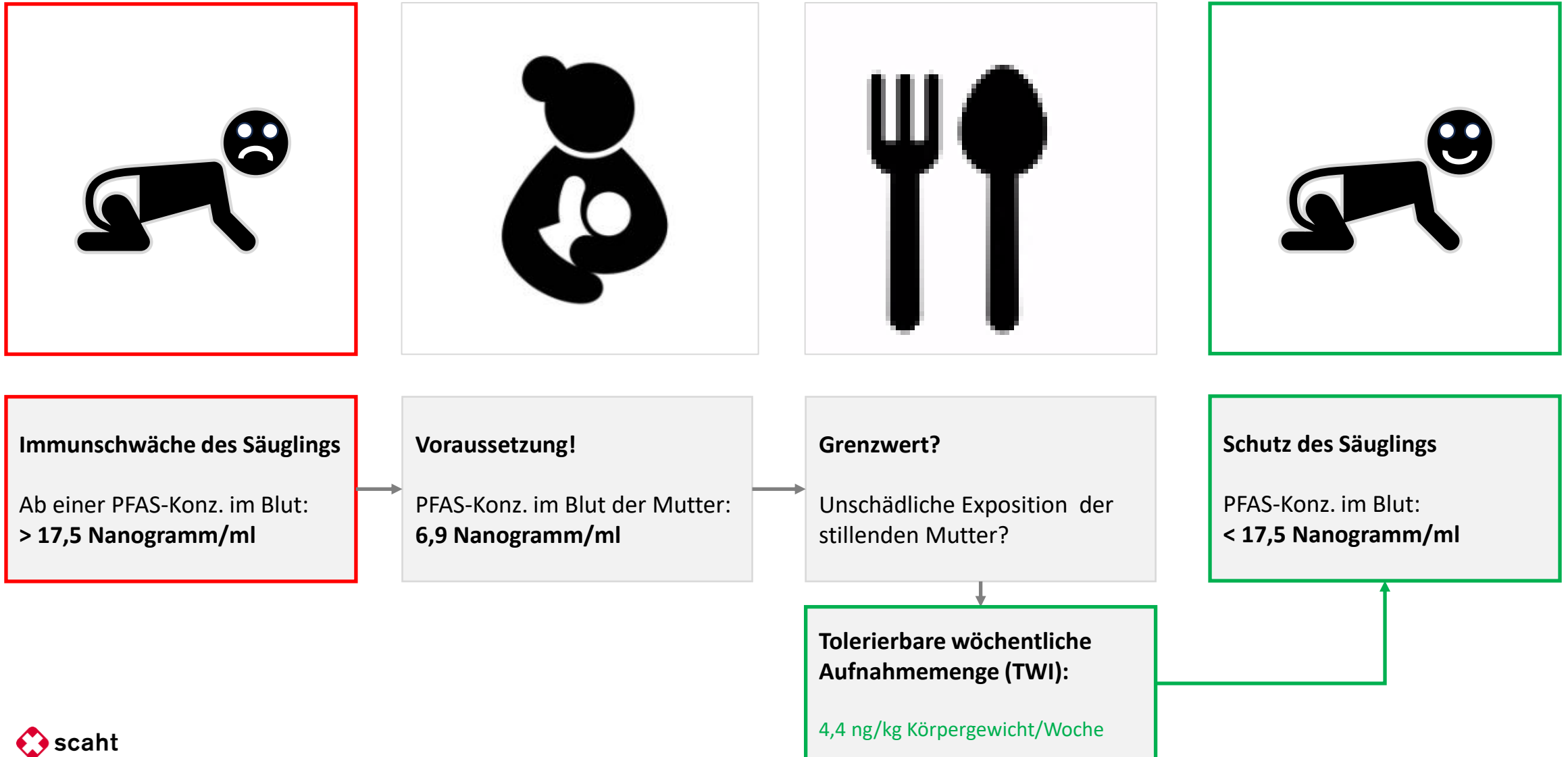
von Kindern bzw. Erwachsenen in EU/DE

- $\sum 4$ PFAS: **TWI = 4,4 ng/kg/KG** (TWI: Tolerable Weekly Intake)

schützt selbst empfindlichste Personen / Immunsystem der Säuglinge

Herleitung Grenzwert: EFSA 2021

Damit die Muttermilch den Säugling nicht schädigt, darf die Mutter nicht zu viel PFAS aufnehmen



Human-Biomonitoring

Wir nehmen mehr PFAS über die Nahrung auf, als gesund ist - besonders die Kinder

EFSA

Expositionsabschätzungen für Europa



Exposition Erwachsene

3 - 22 ng/kg KG / Woche (unterer Bereich)

9 - 70 ng/kg KG 7Woche (95. Perzentil)



Exposition Kinder

Doppelt so hoch wie bei Erwachsenen

Mehr Essen pro kg Körpergewicht

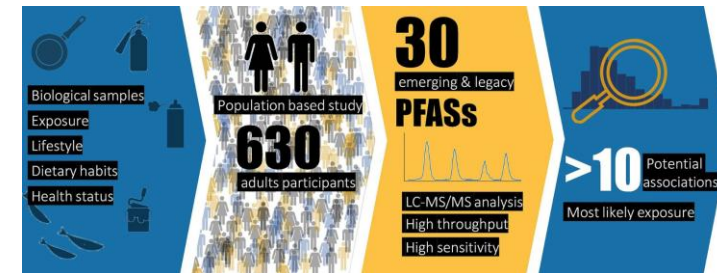


Gesundheitsrisiko, weil

Diätische Exposition > 4,4 ng/kg KG / Woche (TWI)

Schweizer

Gesundheitsstudie



<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412025001333>

Human-Biomonitoring-Daten aus der Schweiz

41% der gebärfähigen Frauen mit PFAS-Konzentration im Blut über dem EFSA-Schwellenwert

Schweizerische Eidgenossenschaft

Confédération suisse

Confederazione Svizzera

Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI

Bundesamt für Gesundheit BAG

Direktionsbereich Gesundheitsschutz

August 2023

Pilotphase der Schweizer Gesundheitsstudie

Ergebnisse des Humanbiomonitoring (HBM)

3

41% der gebärfähigen Frauen mit PFAS-Konzentration im Blut über dem EFSA-Schwellenwert von 6.9 ng/ml

Für mich. Für alle.

Schweizer Gesundheitsstudie

1

PFAS-Belastung CH vergleichbar mit anderen Ländern

Substance	CH	IT	F	BE-WAL	CZ	CA	USA
PFOA	~3.2	~4.0	~5.0	~2.0	~2.0	~3.0	~4.0
PFNA	~1.0	~1.5	~2.0	~1.0	~1.0	~1.5	~2.0
PFDA	~0.5	~1.0	~1.5	~0.5	~0.5	~1.0	~1.5
PFHxS	~2.5	~4.0	~3.5	~1.5	~1.5	~4.0	~5.0
PFOS	~19.0	~21.0	~14.0	~6.0	~12.0	~19.0	~19.0

2

PFOS >> PFOA

P95-Konzentrationen von PFAS im Blutserum aus der Pilotstudie (CH) im Vergleich mit P95 für Italien (IT), Frankreich (F), Belgien/Wallonien (BE WAL), Tschechien (CZ), Kanada (CA) und Vereinigte Staaten von Amerika (USA)

Substanz	Median [ng/mL]	95. Perzentil [ng/mL]	HBM-I-Wert [ng/mL]	HBM-II-Wert [ng/mL]	Anteil oberhalb HBM-II [%]	Proben
PFOA	1,3	3,2	2	10	0	
PFOS	6,1	18,8	5	20	3,6	

PFOA und PFOS in Blutserum: Vergleich Median und 95. Perzentil der Schweizer Pilotstudie mit HBM-I und HBM-II Werten

scaht

26

Wir nehmen mehr PFAS über die Nahrung auf, als gesund ist - besonders die Kinder

Offene Fragen zur klinischen Relevanz, moderater Veränderungen von Krankheitsindikatoren



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Gesundheitsschutz

August 2023

Pilotphase der Schweizer Gesundheitsstudie

Ergebnisse des Humanbiomonitoring (HBM)

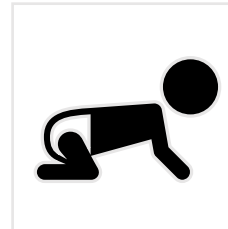
41% der gebärfähigen Frauen mit
PFAS-Konzentration im Blut über dem
EFSA-Schwellenwert von 6.9 ng/ml



Für mich. Für alle.
Schweizer Gesundheitsstudie



Verringerte Immunantwort:
nur eine unerwünschte Wirkung?



Sind Kinder häufiger oder schwerer krank?
Was bedeutet das für Erwachsene?



Kompensation
durch Erhöhung der Impfdosis möglich?

Wie schützen wir uns vor PFAS?

Lebensmittelhöchstgehalte

Seit 2024 gelten in der Schweiz EU-Harmonisierte Höchstgehalte für PFAS in tierischen Lebensmitteln

Aus gesundheitlicher Sicht müssten die Höchstgehalte tiefer liegen (EFSA TWI)



Unterschiedliche Höchstgehalte je nach Lebensmittel und Verzehrhäufigkeit

Größere/ältere, fettreiche Fische sind stärker mit PFAS belastet als kleine Fische
→ Grenzwerte je nach Fischart / Lebensmittelart

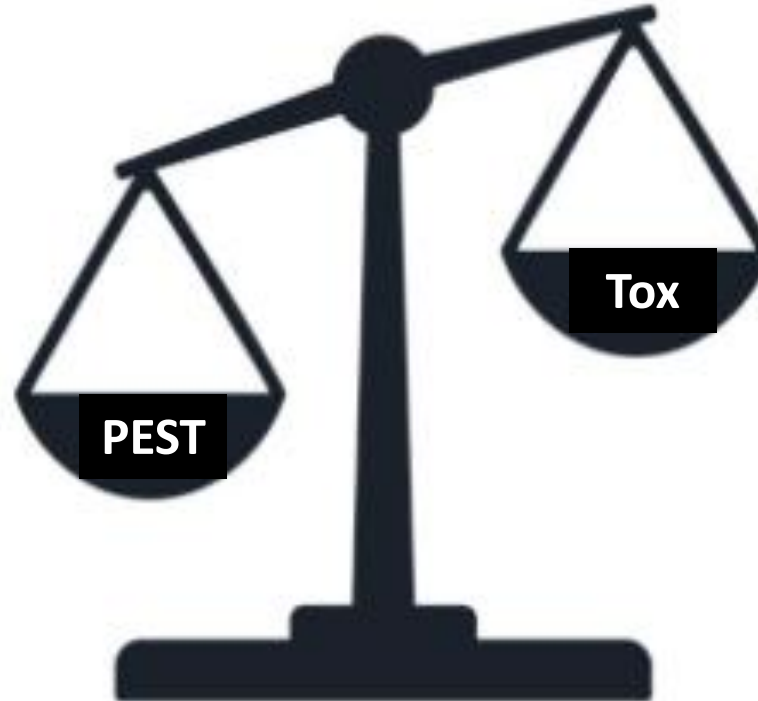
Wir essen weniger Fisch als Fleisch
→ Fisch darf stärker belastet sein als Fleisch.

Höchstgehalte für :
PFNA, PFOS, PFHxS, PFOA
(Einzelstoffe + Summe):
0,2 µg/kg bis 50 µg/kg

Kontaminantenverordnung (VHK)
= Verordnung des EDI über Höchstgehalte an Kontaminanten

Zwischen Risiko und Realität

Wie Grenzwerte und Rückstandsgehalte ausgehandelt werden



PEST: Politische, Ökonomische, Sozioökonomische und Technische Faktoren beeinflussen die Regulierung

Definition von Schadstoffgrenzwerten in Lebensmitteln

Nur Produkte mit den höchsten PFAS-Belastungen (obersten 5%) sind nicht mehr verkehrsfähig

Wissenschaftliche Empfehlungen

z. B. EFSA TWI

Daten sammeln

→ Messungen von Schadstoffen in vielen Lebensmitteln

Verteilung anschauen

→ man sieht, wie hoch die Werte typischerweise sind

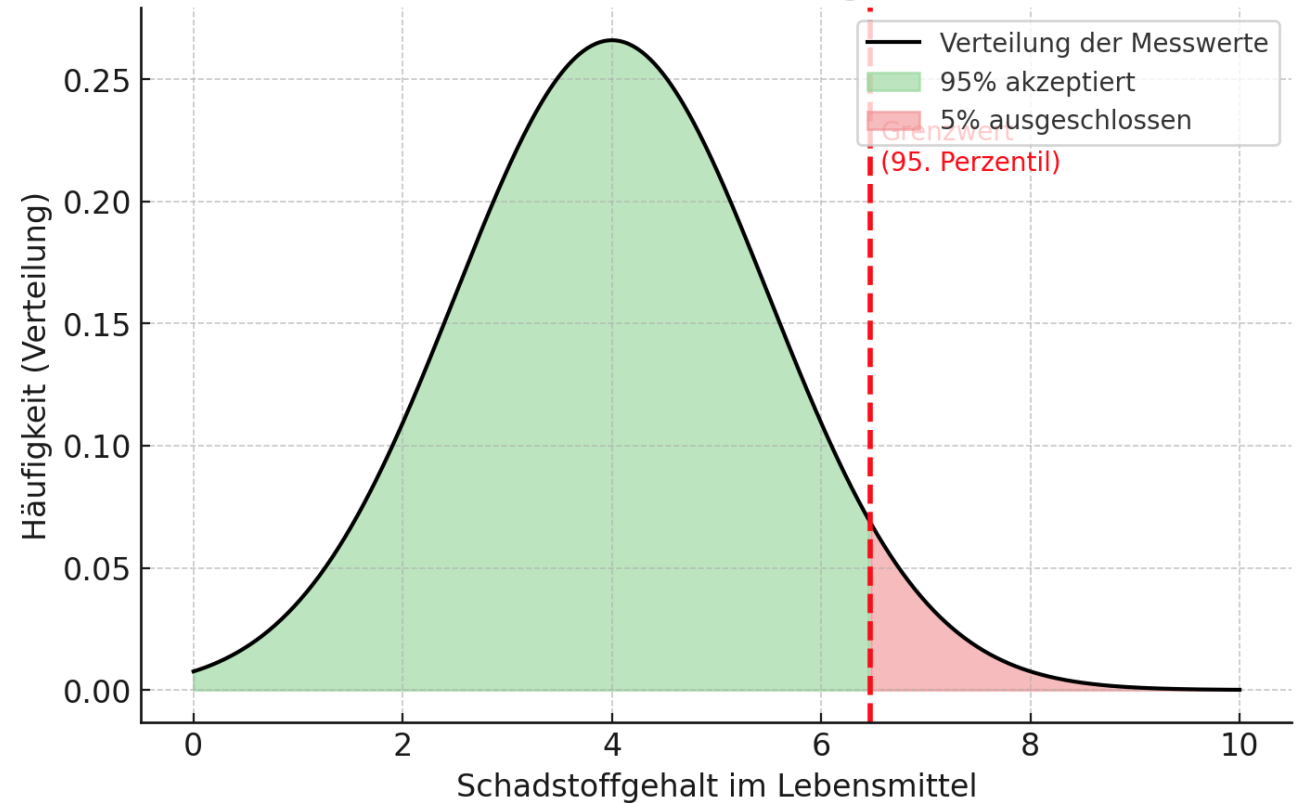
Grenzwert setzen

→ ungefähr beim **95. Perzentil**

Ergebnis

→ 95 % der Produkte bleiben im Handel, 5 % müssen raus

Wie die EU Grenzwerte festlegt (vereinfacht)



<http://agrinfo.eu/book-of-reports/eu-contaminants-maximum-levels-explained/pdf/>

Definition von Schadstoffgrenzwerten in Lebensmitteln

Minimierung der Auswirkungen auf den Handel



THE LATEST ON EU AGRI-FOOD POLICIES IMPACTING LOW-INCOME & MIDDLE-INCOME COUNTRIES

EU legislation on contaminants - maximum levels explained

Published by AGRINFO on 29 Nov 2022

Summary of the EU's legal framework, rationale and basic principles for maximum limits for contaminants in food

Commission Regulation (EU) [2023/915](#) of 25 April 2023 on maximum levels for certain contaminants in food and repealing Regulation (EC) No 1831/2006

Update

Background information summarising the EU's legal framework, rationale and basic principles for setting maximum limits for contaminants in food.

Background

Certain contaminants are naturally present in water, air or soil, and are carried over to food (e.g. aflatoxins, heavy metals and nitrates). The EU constantly monitors consumer exposure to contaminants in food. For the contaminants of greatest concern to EU consumers, due to either toxicity or prevalence, the EU sets maximum levels.

The legal framework for these maximum levels is established by Council Regulation (EEC) No [315/93](#) (basic principles) and Commission Regulation (EU) [2023/915](#) (maximum levels).

The levels are set "at a strict level which is reasonably achievable by following good agricultural, fishery and manufacturing practices and taking into account the risk related to consumption of the food". Where contaminants are genotoxic carcinogens, or where current exposure is close to or exceeds the tolerable intake, "maximum levels should be set at a level which is as low as reasonably achievable (ALARA)". For infants and young children, the EU aims to establish "the lowest maximum levels, which are achievable through a strict selection of the raw materials used" [recital (2) of Regulation [2023/915](#)].

Levels are set on the basis of scientific advice provided by EFSA, taking into account data on the occurrence of contaminants in foodstuffs from various origins. In practice, the maximum level will be typically set at around the 95th percentile of the collected occurrence data "in order to ensure a rejection rate of 5% or lower"; as a result of this approach, the effect on trade is anticipated by the EU to be limited ([WTO G/SPS/R/105](#)).

EU legislation on contaminants - maximum levels explained

Copyright © COLEAD 2025, AGRINFO is funded by the European Union and implemented by COLEAD.



Page 1 of 4

„Die Grenzwerte werden auf Grundlage wissenschaftlicher Empfehlungen der EFSA festgelegt, wobei Daten zum Vorkommen von Kontaminanten in Lebensmitteln unterschiedlicher Herkunft berücksichtigt werden. **In der Praxis wird der Höchstgehalt typischerweise beim 95. Perzentil der erhobenen Vorkommensdaten angesetzt**, um eine Ablehnungsquote von höchstens 5 % sicherzustellen. Die EU geht daher davon aus, dass die Auswirkungen auf den Handel gering bleiben.“

Levels are set on the basis of scientific advice provided by EFSA, taking into account data on the occurrence of contaminants in foodstuffs from various origins. In practice, the maximum level will be typically set at around the 95th percentile of the collected occurrence data "in order to ensure a rejection rate of 5% or lower"; as a result of this approach, the effect on trade is anticipated by the EU to be limited ([WTO G/SPS/R/105](#)).

Trinkwasser

Geplant sind deutlich niedrigere Grenzwertvorschläge für mehr PFAS



Substanzen	Höchstwert
PFOS & PFHxS, je	Aktuell: 0,3 µg / l
PFOA	Aktuell: 0,5 µg / l
Σ 20 PFAS	Geplant: 0,1 µg / l ab etwa 2026

Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen - Trinkwasser- und Badegewässerverordnung (TBDV)

BLV: https://www.blv.admin.ch/blv/de/home/lebensmittel-und-ernaehrung/lebensmittelsicherheit/stoffe-im-fokus/kontaminanten/per-und-polyfluorierte-alkylverbindungen-pfas.html?utm_source=chatgpt.com

Wie schützen wir uns vor PFAS?

Politische Vorstösse

Neue Analyse zeigt:

Ewigkeitschemikalien erreichen höchste politische Ebenen

Startseite > Öko > Ökologie > PFAS: Ewigkeitschemikalien im Blut von Spitzenpolitikern entdeckt

Auch deutscher Umweltminister betroffen

Ewigkeitschemikalien stecken in Spitzenpolitikern

EU-Umweltminister haben ihr Blut auf Ewigkeitschemikalien testen lassen. Bei allen wurden welche gefunden, auch beim deutschen Minister Schneider.

7.10.2025 18:03 Uhr

 teilen

Geplantes umfassendes EU-weites PFAS-Verbot unter REACH

Ausnahmen mit Übergangsfristen nur wenn technische Alternativen fehlen oder der Nutzen überwiegt



2023: Vorschlag bei der ECHA eingereicht

2023–2024: Öffentliche Konsultation und wissenschaftliche Bewertung durch RAC* und SEAC*

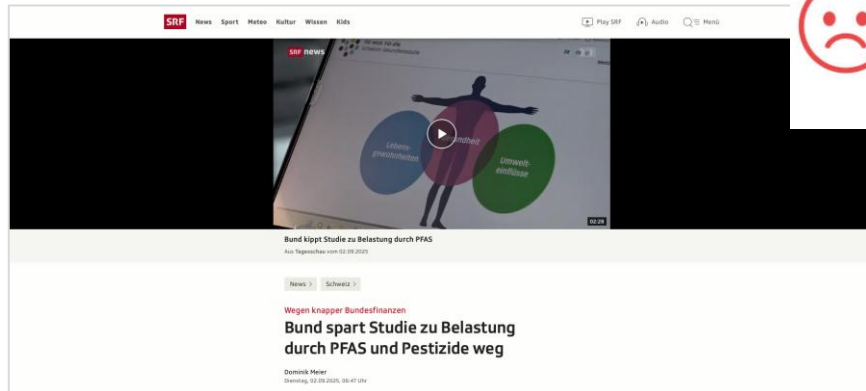
2025: Entscheidung der EU-Kommission über den finalen Beschränkungstext (erwartet)

Ab ca. 2026/27: Stufenweise Inkraftsetzung des Verbots

* Ausschuss für Risikobewertung (RAC) und sozioökonomische Analyse (SEAC)

PFAS in der Politik

Ist der politische Wille ist da ?



22.3929 MOTION

Festlegung von PFAS-spezifischen Werten in Verordnungen

Eingereicht von:



MARET MARIANNE

Die Mitte-Fraktion. Die Mitte. EVP.
Die Mitte

Berichterstattung:

BULLIARD-MARBACH CHRISTINE, MUNZ MARTINA

Einreichungsdatum:

15.09.2022

Eingereicht im:

Ständerat

Stand der Beratungen:

Überwiesen an den Bundesrat



22.4585 POSTULAT

Aktionsplan zur Reduktion der Belastung von Mensch und Umwelt durch langlebige Chemikalien

Eingereicht von:



MOSER TIANA ANGELINA

Grünliberale Fraktion
Grünliberale Partei

Bekämpfer/in:

BÜHLER MANFRED

Einreichungsdatum:

16.12.2022

Eingereicht im:

Nationalrat

Stand der Beratungen:

Überwiesen an den Bundesrat



PFAS-Verbote z.T. mit Ausnahmeregelungen und Übergangsfristen

Schweiz weitgehend harmonisiert mit EU

Substanz-gruppe (PFAS)	Global (Stockholm-Konvention)	EU (REACH / POP-Verordnung)	Schweiz ¹
PFOS und Derivate	2009	2008 bzw. 2010	2011
PFOA Salze, verwandte Stoffe	2019	2020	2021
PFHxS und Derivate	2022	2023	2022
Langkettige PFCAs (z. B. C ₉ –C ₁₄ , ggf. bis C ₂₁)	2025	2023	2022 ²
PFHxA und Derivate	—	2024	aktuell in Vorbereitung

Die 4 EFSA PFAS
sind in der CH verboten:

- PFOA
- PFOS
- PFNA(C₉-C₁₄)
- PFHxS

¹ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/en/home/topics/chemicals/industrial-chemicals-by-substance/per-and-polyfluoroalkyl-substances-pfass.html>

²PFAS in der Umwelt, Medien-Hintegrundanlass PFAS, 18 Februar 2025, Simon Liechti, BAFU

Herausforderungen

Wie viele PFAS brauchen wir wirklich?

«Essentielle Verwendungen»

«Essential Uses»: Das PFAS-Dilemma in der Medizin

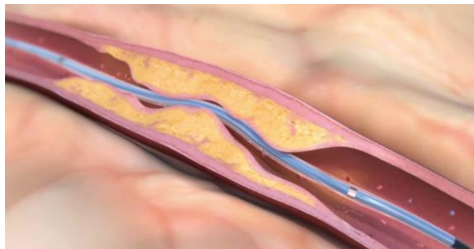
PFAS-Kunststoffe (Fluoropolymere) sind lebensrettend, aber eine Gefahr Mensch und Umwelt

Typische Einsatzbereiche sind:

- **Katheder & Schläuche** → leichtes Einführen
- **Implantate und Dichtungen** → Langlebige Gefäßprothesen, Herzklappen, Kunstherzen, Knochenschrauben, Dichtungen und Membranen
- **Antihafbeschichtungen von OP-Werkzeugen** → leicht zu reinigen, sterilisierbar
- **Drug Delivery** → gezielte Steuerung von Benetzbarkeit und Wirkstoffabgabe → kontrolliertes Freisetzen von Medikamenten / Depotwirkung

PFAS sind

- **Anti-adhäsiv** → Blut, Gewebe, Bakterien haften nicht an einem Implantat → keine Thrombose, leichtes Einführen von Kathedern und Schläuchen
- **Biokompatibel** → kaum Entzündungen oder Abstossungsreaktionen von Implantaten
- **Chemisch stabil** → reagieren nicht mit Körperflüssigkeiten oder Medikamenten
- **Thermisch stabil und strahlenbeständig** → sterilisierbar, geringer Verschleiss, lange Lebensdauer von Implantaten, leichtes Reinigen von OP-Werkzeug
- **Elektrisch isolierend** → für Kabel, Sensoren, ...



Muss es immer PFAS sein?

Vermeidung unnötiger „Superlösungen“

Verfügbarkeit von Alternativen für 251 PFAS-haltige Anwendungen

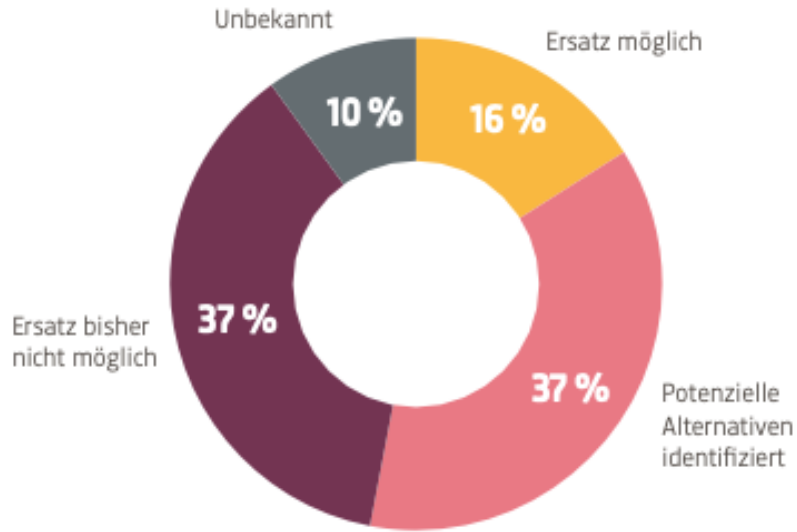


Abbildung 4: Ersatz möglich = Eine Alternative mit gleicher Performance verfügbar. Potenzielle Alternativen identifiziert = Mehr Zeit und Informationen nötig. Ersatz bisher nicht möglich = Bisher keine Alternative identifiziert oder im frühen Entwicklungsstadium. Quelle: Figuière et al. (2024)

«Over Engineering» zu Lasten der Nachhaltigkeit

Systeme oder Produkte sind komplexer oder leistungsfähiger als nötig

→ höhere Kosten, Ressourcenverbrauch und Umweltbelastung

Beispiel 1: Outdoorjacken werden mit PFAS imprägniert, damit sie Öl und Chemikalien abweisen – obwohl für den Alltag eigentlich nur Wasserabweisung gebraucht wird.

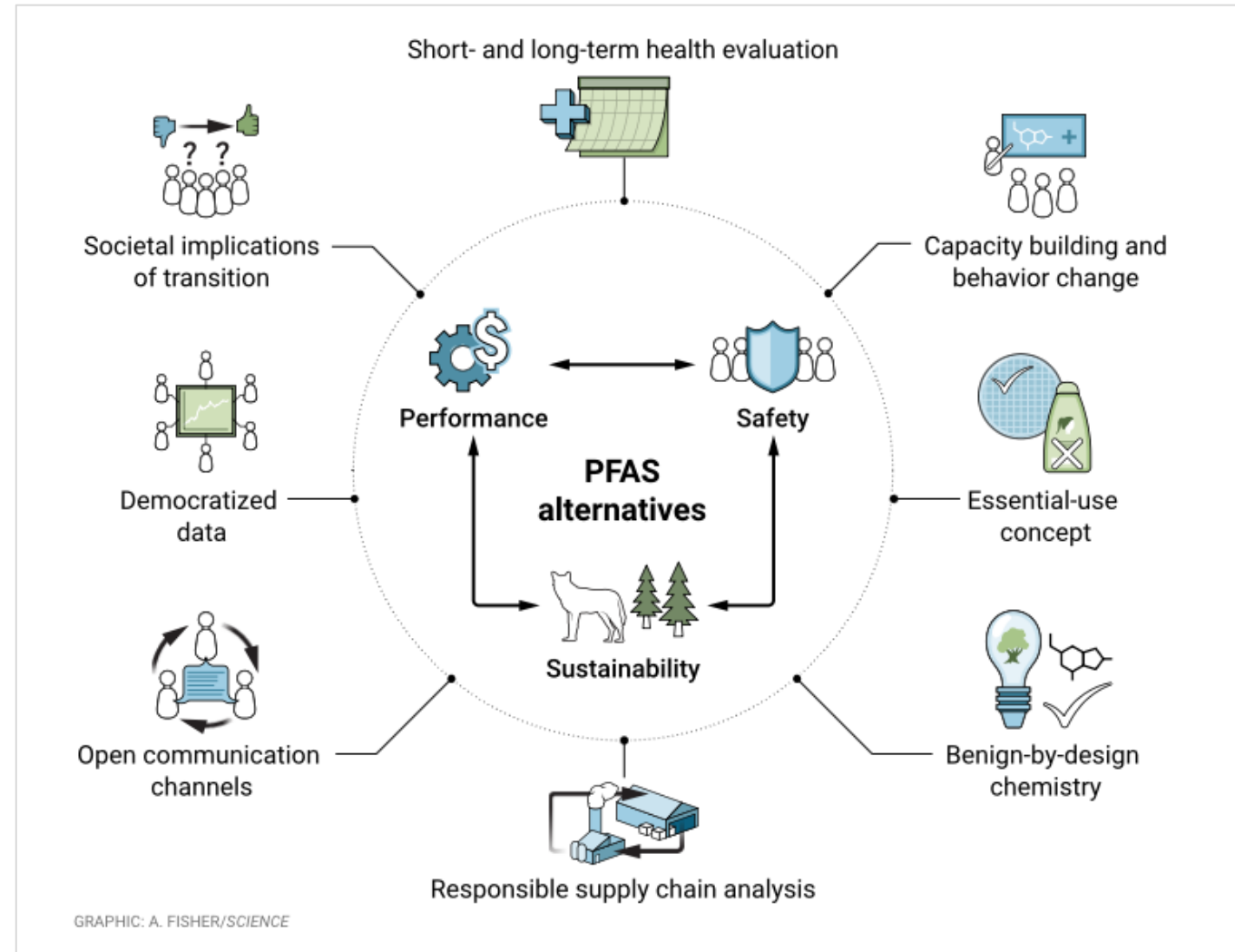
Beispiel 2: Fast-Food-Verpackungen werden PFAS-beschichtet, um auch gegen sehr heiße Öle resistent zu sein – obwohl das Risiko im Normalgebrauch gering ist.

Beispiel 3: Feuerlöschschäume mit PFAS sind extrem wirksam und langlebig, aber in vielen Einsatzszenarien wären auch weniger problematische Schaummittel ausreichend.

PFAS-Ersatz ist vor allem dort schwierig, wo eine Kombination verschiedener Eigenschaften gefordert ist.

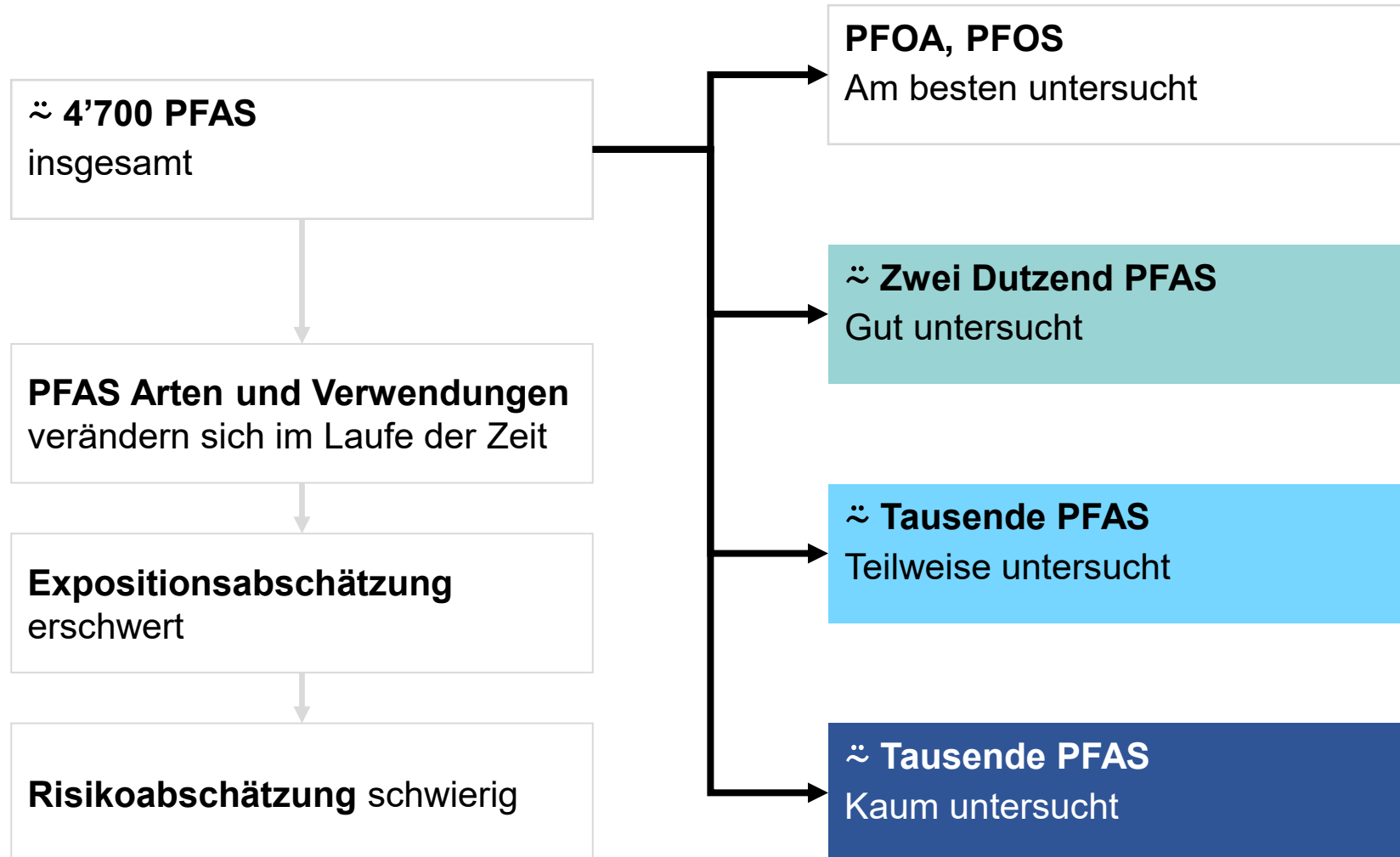
Muss es immer PFAS sein?

PFAS-Alternativen erfordern eine sorgfältige Abwägung von Kompromissen



Herausforderung für die Risikobewertung

PFAS im Wandel – neue Stoffe & Anwendungen, unbekannte Exposition

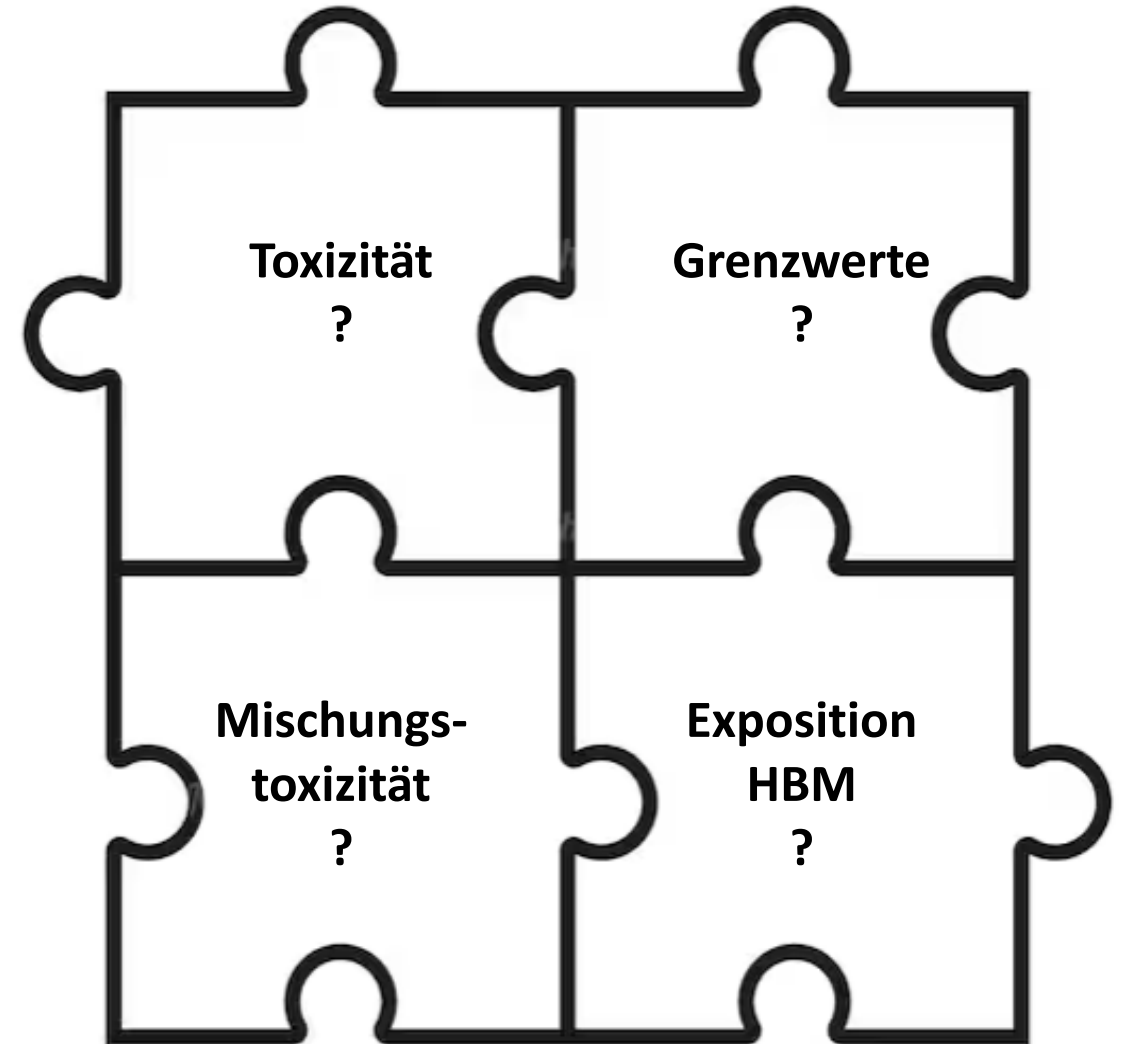


Fazit aus humantoxikologischer Sicht

Der Erfolg der Risikominimierungsmassnahmen (Einschränkungen & Verboten) ist schwer abzuschätzen

Es fehlen:

- Toxizitätsdaten zur Ableitung von Grenzwerten (HBGV)
- Expositionsdaten zur Risikoabschätzung
- das Verständnis für die klinische Relevanz der Befunde
- Relevante epidemiologische Studien



PFAS – Sanierung aufwendig und teuer

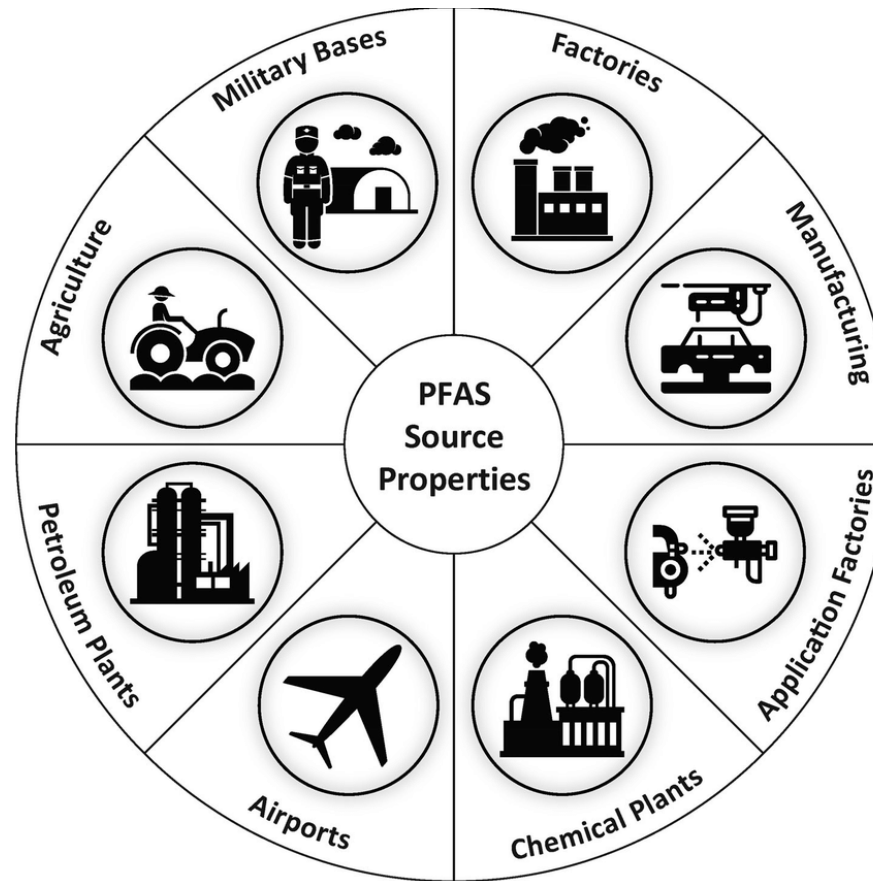
Hotspots: PFAS-haltiges Abwasser, Abluft, Schlämme - Sanierung aufwendig und teuer

Industrie Produktion & Nutzung
Papier- & Textilindustrie, Galvanik, ...

Flughäfen und Militärgelände
Löschschaum

Deponien & Recyclingplätze
Abfälle

Klärschlammausbringungsfläche
Landwirtschaft



https://www.researchgate.net/figure/PFAS-source-properties_fig3_351503207

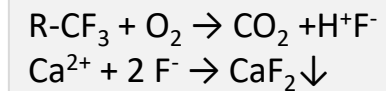
Sanierung von Wasser

Adsorption an Aktivkohle (4. Stufe ARA)
Ionenaustauscherharze
Membranverfahren

Sanierung von Böden

Aushub und Entsorgung
Eindämmung (Containment)
Verbrennen: > 1000 °C oder auswaschen
→ Boden unfruchtbar

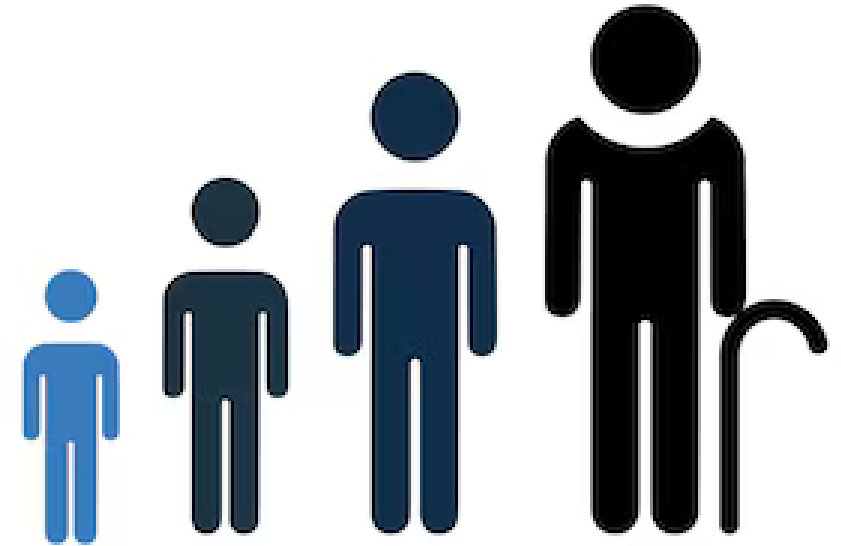
Mineralisierung (Entgiftung)



Fazit allgemein

Ein Generationenprojekt → Jetzt handeln, die Situation kann nicht besser werden

- Wesentliche Verwendungen «Essential uses» definieren
- Problematische Ersatzstoffe «Regrettable substitutes» vermeiden
- Entwicklung von Alternativen forcieren
- Hotspots identifizieren und sanieren



Mehr Informationen

Faktenblatt unter Beteiligung des SCAHT



https://portal-cdn.scnat.ch/asset/2291b60c-8b6a-5580-8dea-1d900e52b0a8/Factsheet_PFAS_D_online2.pdf?b=bf86434e-d2e8-5763-8901-f2c5e95ffa08&v=f892498d-1443-5ec2-a008-605b5d8cd637_0&s=SBINBc-96wbeWR03ONRGg_teC9SNhCKQtB-VphJTrPPJ0RBkrv13bF_81cFoe2csjS742fjRHZsfJ4l1dd3lA066Me_GqbWitNrOaks_wVDVASJ0uXruTxxorajloNkn3ZPTwUoslpEt91TxGjFrdzoGvHUKB_YupGc_uCe2-qQ

