

Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) – neue Erkenntnisse und Herausforderungen

Klaus Abraham

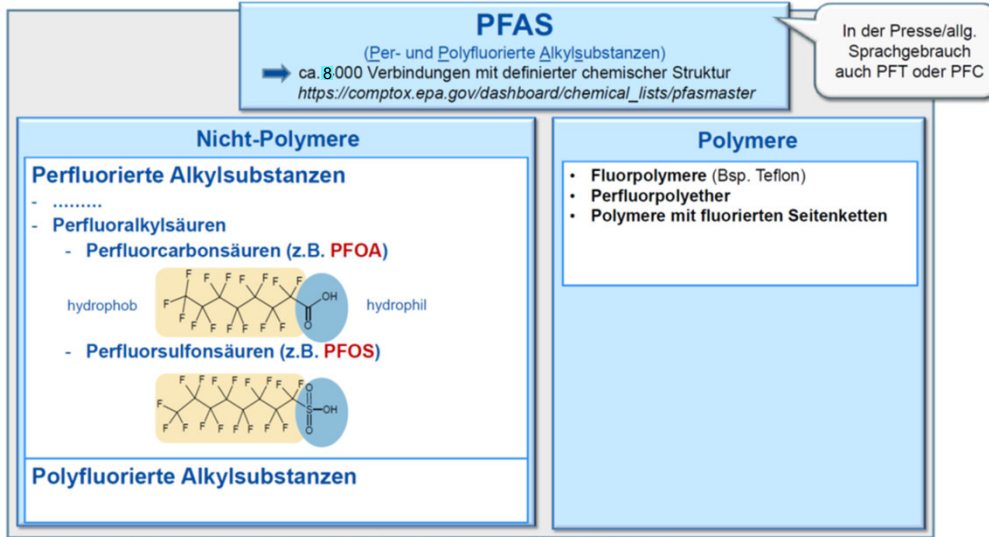
Übersicht

Grundlagen: was ist zum Verständnis der Problematik wichtig zu wissen?

**Neuer *Tolerable Weekly Intake (TWI)* der EFSA (2020)
Wie hoch ist unsere Exposition (extern und intern)?**

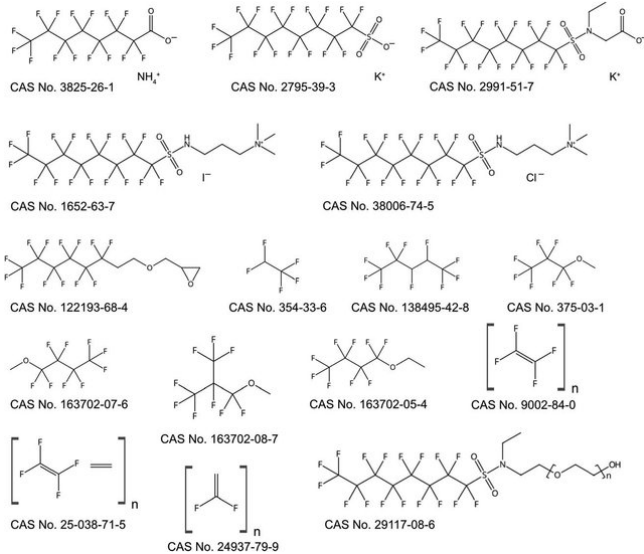
Neue Herausforderungen

Was sind PFAS?

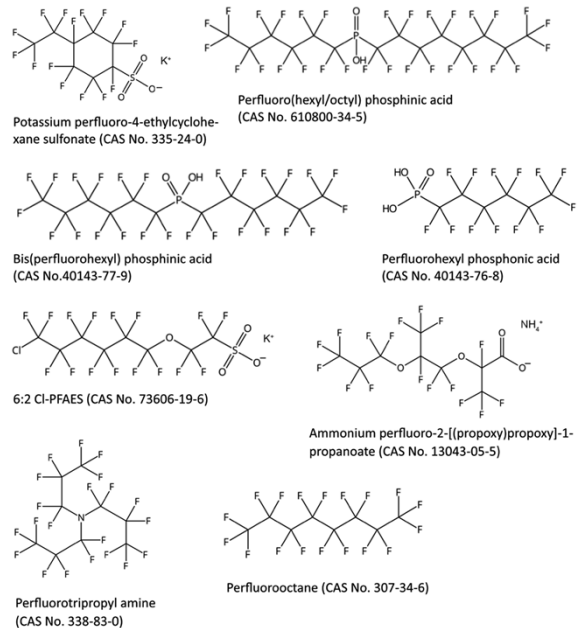


Systematik der PFAS modifiziert nach Buck et al. 2011. Integr Environ Assess Manag. 7(4):513-541

Welche PFAS werden derzeit verwendet?



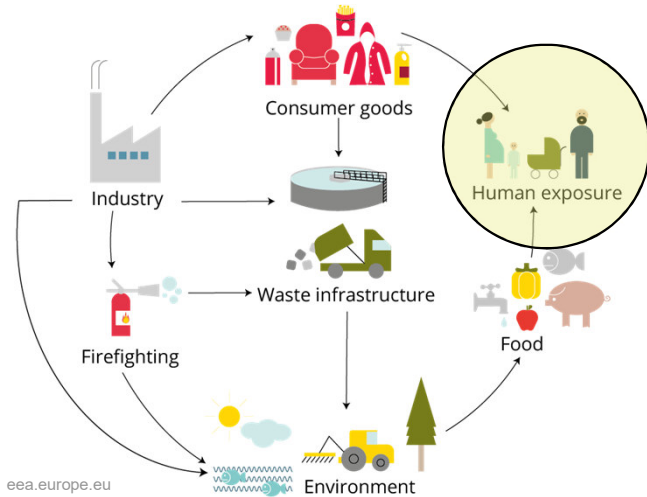
Glüge et al., Environ. Sci.: Processes Impacts, 2020, 22, 2345



Cousins et al., Environ. Sci.: Processes Impacts 2020, 22, 1444

Wo ist das Problem?

Enorme **Stabilität**
Mobilität

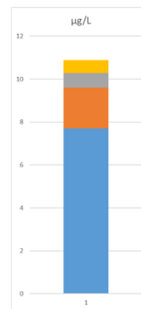


Persistenz

Halbwertszeiten Mensch: mehrere Jahre
für PFOA, PFOS, PFHxS, PFNA

führt zur Akkumulation der
tägl. aufgenommenen geringen Mengen (ng/kg KG)

Interne PFAS-Exposition (Serum)



PFNA, Perfluoronansäure (0,61 µg/L)
PFHxS, Perfluorhexansulfonsäure (0,67 µg/L)
PFOA, Perfluoroctansäure (1,9 µg/L)

PFOS, Perfluoroctansulfonsäure (7,7 µg/L)

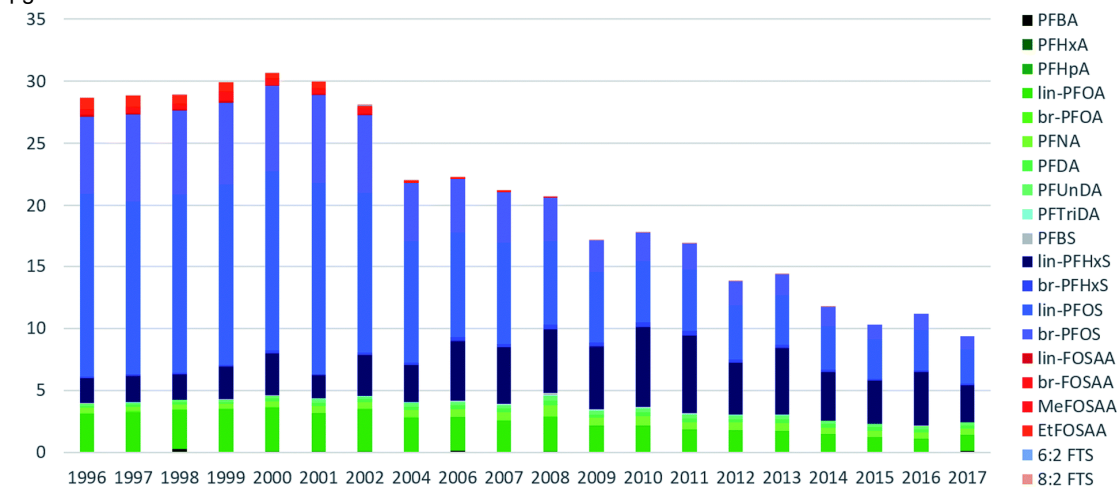
EFSA 2020, median levels in the adult European
population (studies from 2007/2008 onwards)

Interne PFAS-Exposition: Zeitverlauf (in Schweden)

Deutschland

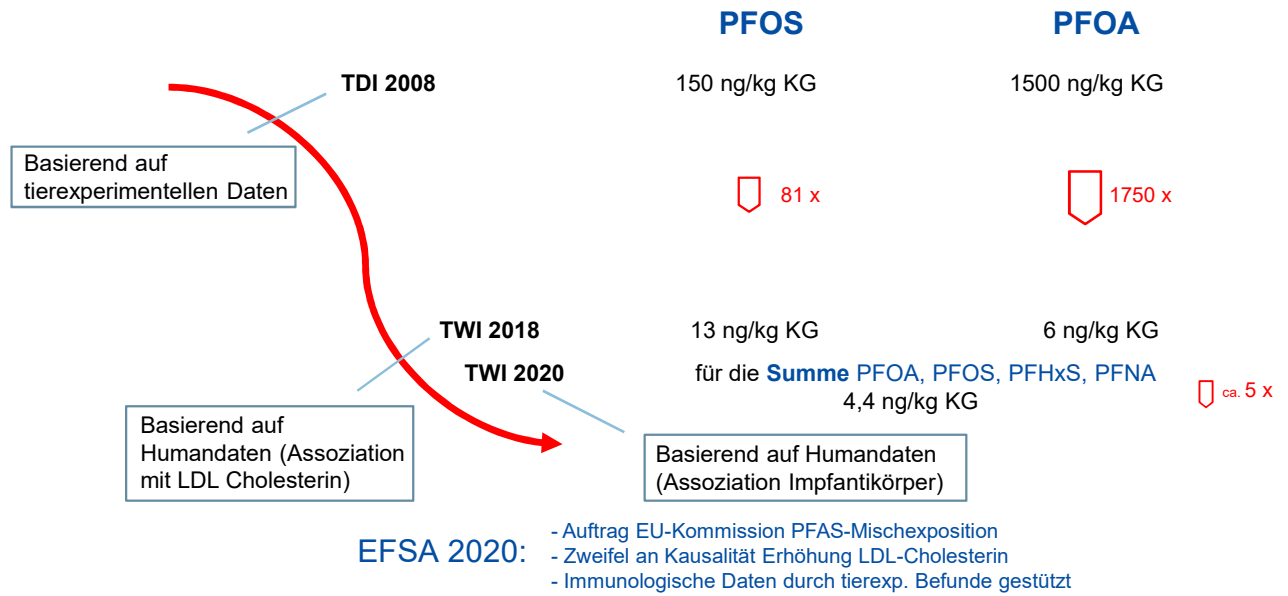
Daten der Umweltprobenbank des Bundes:
seit 1986 Reduktion PFOS > 90 %, PFOA > 70 %

µg/L Serum



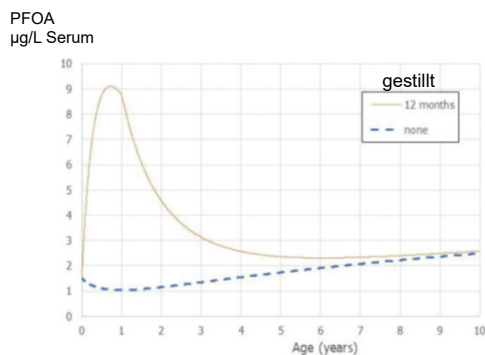
Miaz et al. Environ. Sci.: Processes Impacts, 2020, 22, 1071

Risikobewertung Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA)



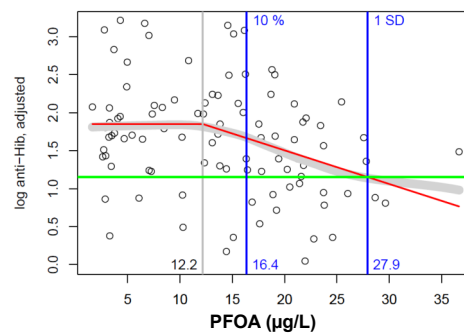
EFSA (2020) kritischer Effekt: verminderte Bildung von Impfantikörpern bei Kindern

Key study (1997/99): Studie mit 101 Kindern im Alter von 11 Monaten = ca. maximale Level bei lange gestillten Kindern
 Impfantikörper (Tetanus, Diphtherie, Hib) und PFAS im Serum (2019)



EFSA (2020)

Beispiel: anti-Hib Spearman Corr. Coefficient -0.323
 Sig. (2-tailed) 0.001



Abraham et al., Arch Toxicol, 2020, 94, 2131

EFSA (2020) Ableitung TWI-Wert für Summe PFOA, PFOS, PFHxS, PFNA

in 3 Schritten

- 1.) Modellierung der Benchmark-Dosis (BMD):
BMDL₁₀ für die PFAS-Summe

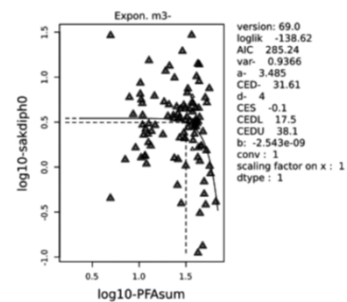
Startpunkt für die weitere Ableitung: **17,5 µg/L kindliches Serum**

- 2.) Frage: welches PFAS Level darf die Mutter maximal haben, damit das von ihr gestillte Kind am Ende der Stillperiode nicht das kritische Level als 17,5 µg/L überschreitet?

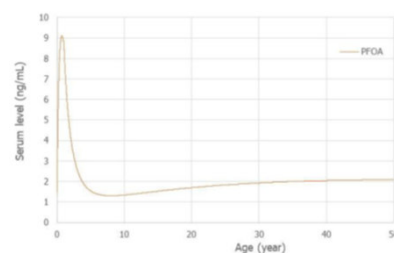
kinetische Modellierung: **6,9 µg/L mütterliches Serum**

- 3.) Frage: wie hoch darf die lebenslange wöchentliche orale Aufnahme sein, damit werdende Mütter (Alter 35 Jahre) nicht das für das lange Stillen kritische Level von 6,9 µg/L überschreitet?

kinetische Modellierung: **TWI 4,4 ng/kg Körpergewicht pro Woche**



EFSA (2020)



Externe PFAS-Exposition (Lebensmittel)

PFAS in Lebensmitteln: BfR bestätigt kritische Exposition gegenüber Industriechemikalien

Stellungnahme Nr. 020/2021 des BfR vom 28. Juni 2021

Erwachsene (Alter 18-64Jahre)	Exposition [ng/kg KG pro Woche]		
	MW	P50	P95
	8,0	4,4	19,8

Die Schätzung ist insgesamt mit großen Unsicherheiten verbunden, da die Gehalte in den meisten Lebensmittelgruppen zu einem hohen Prozentsatz unterhalb der Nachweis- und Bestimmungsgrenzen der derzeitigen verwendeten Analysemethoden liegen.

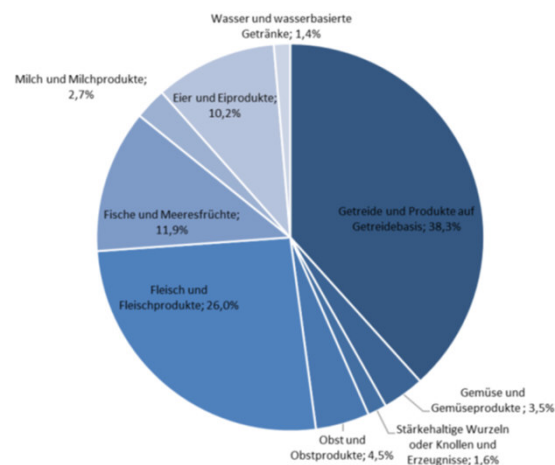
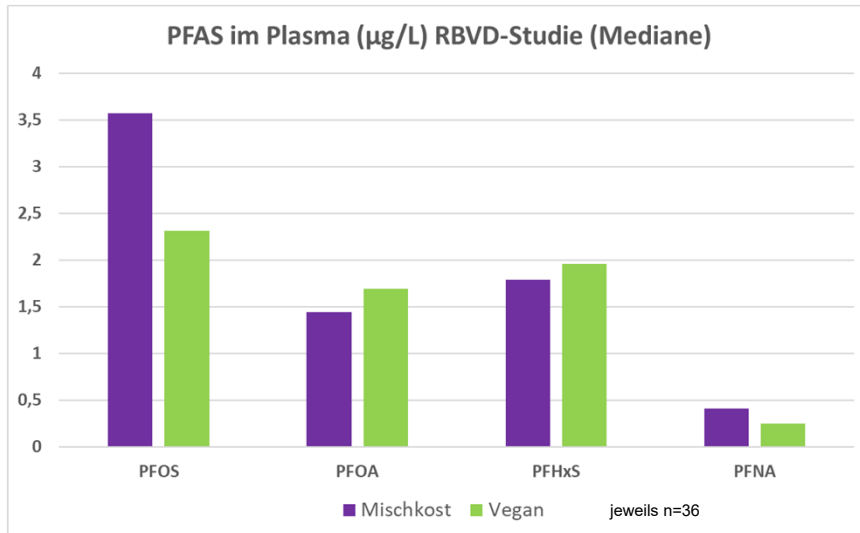


Abbildung 11: Anteil der Lebensmittelauptruppen an der Aufnahme von der Summe von PFHxS, PFNA, PFOA und PFOS für Jugendliche und Erwachsene in der deutschen Bevölkerung unter Verwendung der Gehaltsdaten aus den Überwachungsprogrammen der Länder (Basis: NVSII; alle Befragte; LB-Szenario).

Gehaltsdaten: LM-Überwachungsprogramme der Länder

Interne PFAS-Exposition in Mischköstlern und Veganern

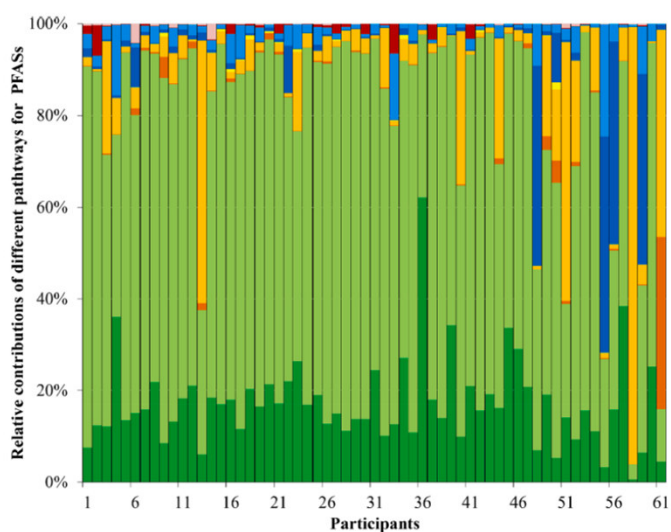


Menzel et al., Int J Hyg Environ Health 2021, 237, 113808

Weitere PFAS Expositionspfade ?

Studie aus Norwegen mit 61 Personen:
Schätzung der relative Anteile bei der
täglichen PFAS-Aufnahme über
mehrere Expositionspfade:

- Nahrung
- Orale Hausstaubaufnahme
- Inhalation von Innenraumluft
- Dermale Resorption



Poothong et al., Environ Int 2020, 134, 105244

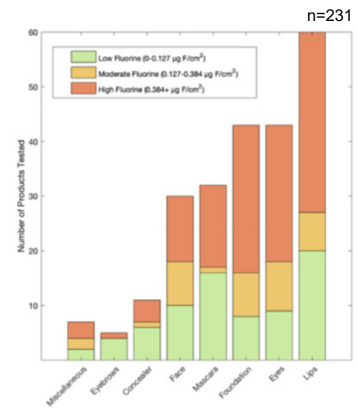
Dermale PFAS-Exposition über kosmetische Produkte?

Epidemiologische Studien

In den letzten Jahren wurden in mehreren Studien Assoziationen zwischen der internen PFAS-Exposition und dem Gebrauch von kosmetischen Produkten beobachtet.



Werden PFAS dermal resorbiert?



Whitehead et al., Environ Sci Technol Lett 2021, 8, 538

Klinische Relevanz einer verminderte Antikörperbildung durch PFAS?

- Aus Kinderstudien bisher keine überzeugenden Daten, dass es zu einem gehäuftem Auftreten bzw. zu einem schwereren Verläufen von Infektionskrankheiten kommt.

- Covid-19: bisher keine Daten zur Antikörper-Bildung nach Impfung

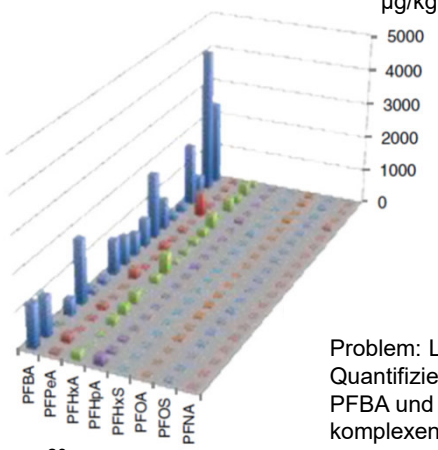
- Covid-19 Schweregrad: Daten aus einer dänischen Studie (n=323)

	OR für erhöhten Schweregrad einer Covid-19 Erkrankung	Serum Level (µg/L) Median
- PFOA	0,99	0,77
- PFOS	1,00	4,86
- PFBA (Perfluorbutansäure)	2,19 (CI 1,39-3,46)	< LOD (75. P.: 0,04)

Grandjean et al., PLOS ONE 2020, 15, e0244815

Hohe interne PFBA-Exposition der Lunge?

Lungengewebe



n=20

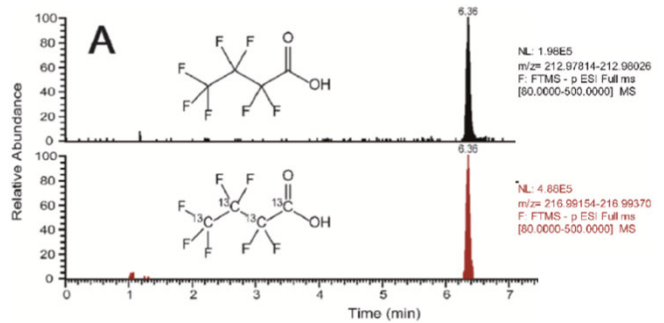
Problem: LC-MSMS-Quantifizierung von PFBA und PeFBA in komplexen Matrices

Perez et al., Environ Int 2013, 59, 354

Abraham, Forum ÖGD, 06.04.2022

BfR-Untersuchung zu PFBA in 7 humanen Lungenproben

Abraham et al., Int J Hyg Environ Health 2021, 237, 113830



Nur in einer Probe quantifizierbare PFBA-Gehalte: ca. 0,17 µg/kg

BfR-Projekt zur Ermittlung der internen PFAS-Exposition in Humanproben verschiedener Gewebe

Seite 17



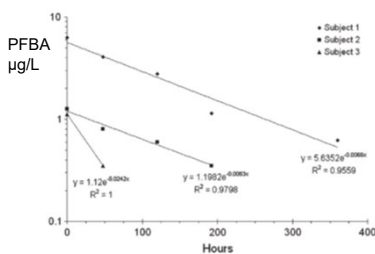
PFAS-Hotspots in Deutschland

Beispiel: **Region Rastatt**

PFAS-belastete Papierschlämme wurde mit Kompost vermischt als Dünger auf Äcker aufgetragen

Trinkwasserbelastung, Transfer in Nutzpflanzen

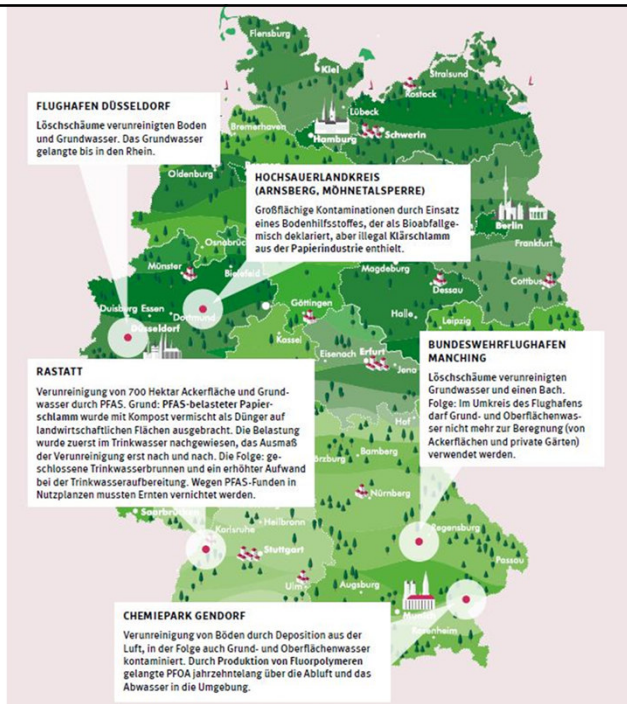
Hoher Anteil an kurzkettingen PFAS (PFBA, PeFBA, PFHxA)



Chang et al., Toxicol Sci 2008, 104, 40

Gesundheitliche Bewertung der PFAS-Gesamtgruppe?

Abraham, Forum ÖGD, 06.04.2022



www.umweltbundesamt.de

Seite 18



Zusammenfassung: PFAS Herausforderungen

Klinische Relevanz	Einfluss auf das Immunsystem u.a. Evidenzgrad für kausale Effekte, Klärung von Mechanismen
Externe Exposition	Verbesserung der analytischen Nachweisgrenzen Beitrag kosmetischer Produkte?
Interne Exposition	PFAS-Verteilung in Geweben des Menschen Relevante weitere PFAS mit Akkumulationspotenzial?

Management



Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Klaus Abraham



Risiken erkennen –
Gesundheit schützen

Bundesinstitut für Risikobewertung
Max-Dohrn-Straße 8-10 • 10589 Berlin
Telefon 030 - 184 12 - 0 • Fax 030 - 184 12 - 99 0 99
bfr@bfr.bund.de • www.bfr.bund.de