

Für Mensch und Umwelt

PFAS – Quo vadis?

Warum werden PFAS reguliert?

Stefan Kacan, UBA - Fachgebiet Chemikaliensicherheit-REACH

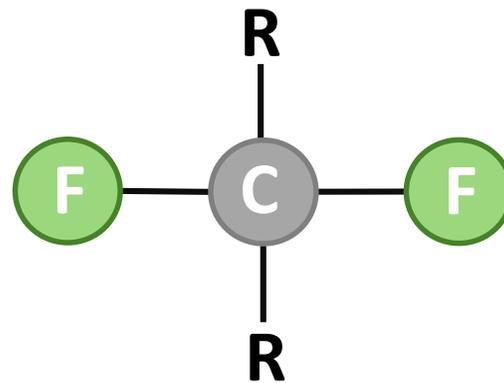
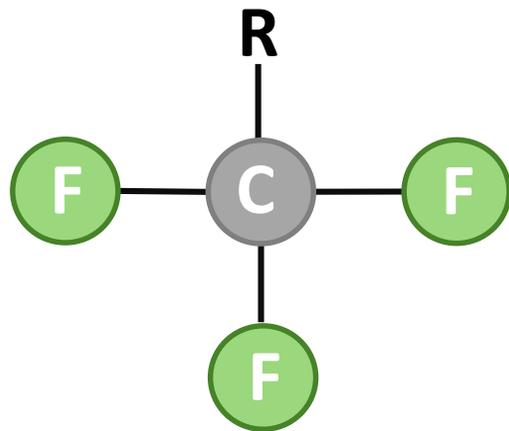


1. Ewigkeitschemikalien – Gekommen um zu bleiben

- PFAS – Perfluorierte Alkylsubstanzen:

– Definition nach OECD 2021:

Jede Substanz, die mindestens ein vollständig fluoriertes Methyl- (CF₃-) oder Methylen- (-CF₂-) Kohlenstoffatom (ohne daran gebundenes H/Cl/Br/I) enthält.



R ≠ H, Cl, Br, I

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.1c06896>

1. Ewigkeitschemikalien – Gekommen um zu bleiben

- Alle PFAS im Anwendungsbereich dieser Beschränkung sind entweder selbst nicht abbaubar oder transformieren zu persistenten s.g. Arrowhead-Substanzen
- Fluor-Kohlenstoff-Bindung zählt zu den stärksten Einfachbindungen überhaupt
 - hohe Persistenz dieser Stoffe
- PFAS verbleiben in der Umwelt für Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte

1. Globales Interesse

- **Allgemein stetig steigende Aufmerksamkeit hinsichtlich der Problematik der PFAS-Exposition**
 - EU-Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit
- **Verwendung von PFAS – auch verbunden mit Umweltkontamination, incl. der Trinkwasserressourcen**
- **In EU einige PFAS bereits beschränkt (PFOS, PFOA, C9-C14 PFCAs)**
 - Aktueller Beschränkungsvorschlag – keine Auswirkung auf bestehende Beschränkungen
 - Derzeit laufen Diskussionsprozesse hinsichtlich der Ausgestaltung der Beschränkungen für PFHxS und PFHxA
- **Mehrere Beschränkungen auch außerhalb der EU**
 - einige US-Bundesstaaten (Kalifornien, Washington, New York, etc.), Kanada, Australien

(PFOS – Perfluorooctansulfonsäure, PFOA – Perfluorooctansäure, C9-C14 PFCAs – Perfluorkarbonsäuren mit Kettenlängen von 9 – 14 Kohlenstoffatomen, PFHxS – Perfluorhexansulfonsäure, PFHxA – Perfluorhexansäure)

2. Gefährdungsbeurteilung - Überblick

Eigenschaften von PFAS

- **Extrem hohe Persistenz (vP - very persistent)**
- Potential zum Ferntransport
- Mobilität
- Akkumulation in Pflanzen
- Potential zur Bioakkumulation
- (Öko-)Toxizität
- Hormonelle Wirkungen

Besorgnis ergibt sich aus der Kombination der verschiedenen Eigenschaften:

- Ubiquitäre, ständig anwachsende und irreversible Exposition von Mensch und Umwelt;
- Hohes Expositionspotential für den Mensch und Tier über Futter- und Lebensmittel und Trinkwasser;
- Potential für negative Effekte über Generationen hinweg und zeitverzögertes Auftreten der Effekte;
- Potential für ernsthafte Wirkungen, die durch bisherigen Standardtests nicht abgedeckt werden;
- Abschätzung von zukünftigen Expositionen und sichere Verwendung unklar;
- Treibhauspotential

→ Konventionelle quantitative Risikobewertung nicht ausreichend verlässlich oder praktikabel

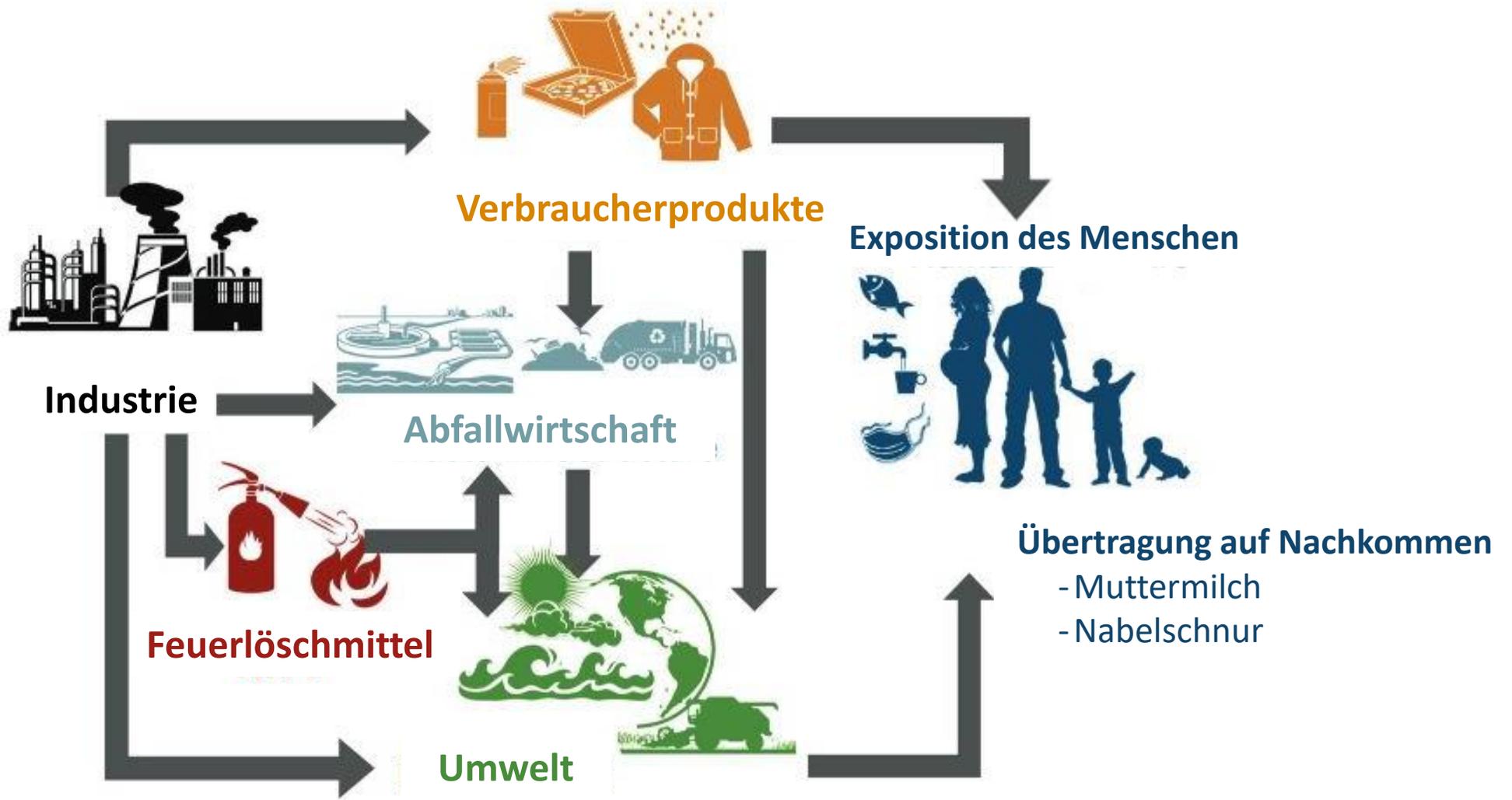
2. Gefährdungsbeurteilung - Gruppenansatz

- **Gruppenansatz auf der Grundlage von zwei Aspekten:**
 - Alle Stoffe haben die gleiche chemische Grundstruktur.
 - Die Stoffe selbst oder deren Transformationsprodukte besitzen eine sehr hohe Persistenz.
 - Ähnliche Gefährdungen und Risiken abgedeckt
 - Ansatz als Grundlage für Risikominderungsmaßnahmen durch viele Wissenschaftler anerkannt:
z.B. Cousins et al. (2020), Scheringer et al. (2022)
 - Ansatz gerechtfertigt, um ungewollte Substitution von Stoffen zu vermeiden
 - Vermeidung zukünftiger Expositionen durch PFAS, die derzeit noch nicht verwendet werden

2. Gefährdungsbeurteilung - Gruppenansatz

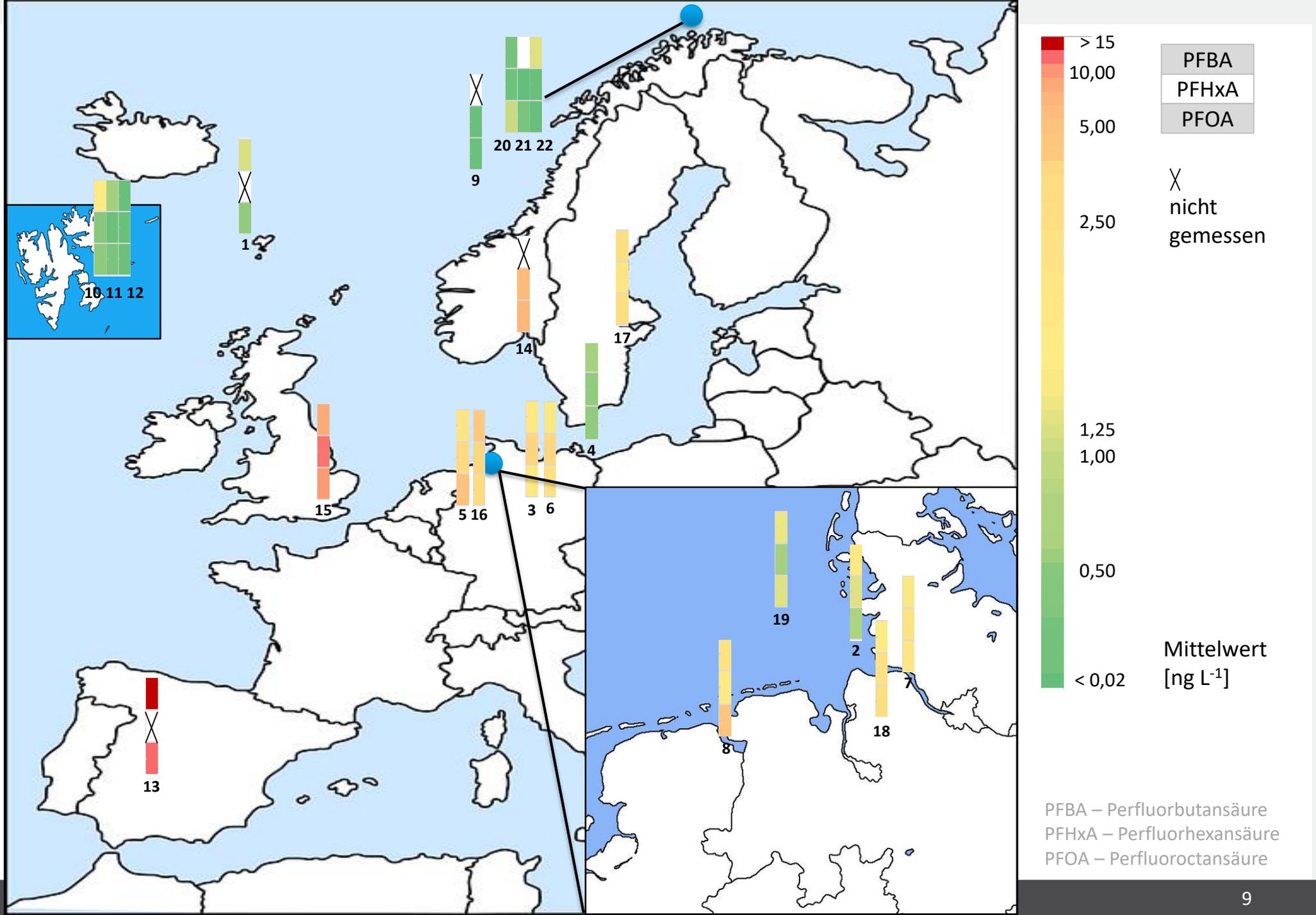
- **Gruppenansatz beinhaltet nach Definition auch Fluorpolymere**
 - Bei der Herstellung und Verwendung von Fluorpolymeren sind Emissionen z.B. von ungebundenen Monomeren und Additiven wahrscheinlich.
 - Großer Teil von Produkten und Erzeugnissen wird thermisch verwertet, wenn sie nicht mehr benötigt werden. In Abhängigkeit von der Verbrennungstemperatur entstehen hierbei u.a. fluorierte Gase, die in die Umwelt gelangen können.

3. Monitoring



Source: https://bgc.seas.harvard.edu/assets/sunderland_jeseerev_2018wsi.pdf

- **Konzentration ausgewählter PFAS in Oberflächen-gewässern**



4. Funktion und Verwendung von PFAS

- PFAS haben wasser-, öl- und schmutzabweisende Eigenschaften.
- Sie besitzen eine hohe Stabilität insbesondere unter Extrembedingungen:
 - Temperatur, Druck, Strahlung, Chemikalien, Seewasser...
- Sehr gute thermische und elektrische Isolatoren
- Kühl- und Kältemittel
- Gute Schmiermittel
- Oberflächenaktive Eigenschaften (Tenside)

→ Verwendung in vielen verschiedenen Sektoren in hohen Tonnagen

4. Funktion und Verwendung von PFAS



Wetterbekleidung



Antihafbeschichtung



Kosmetika

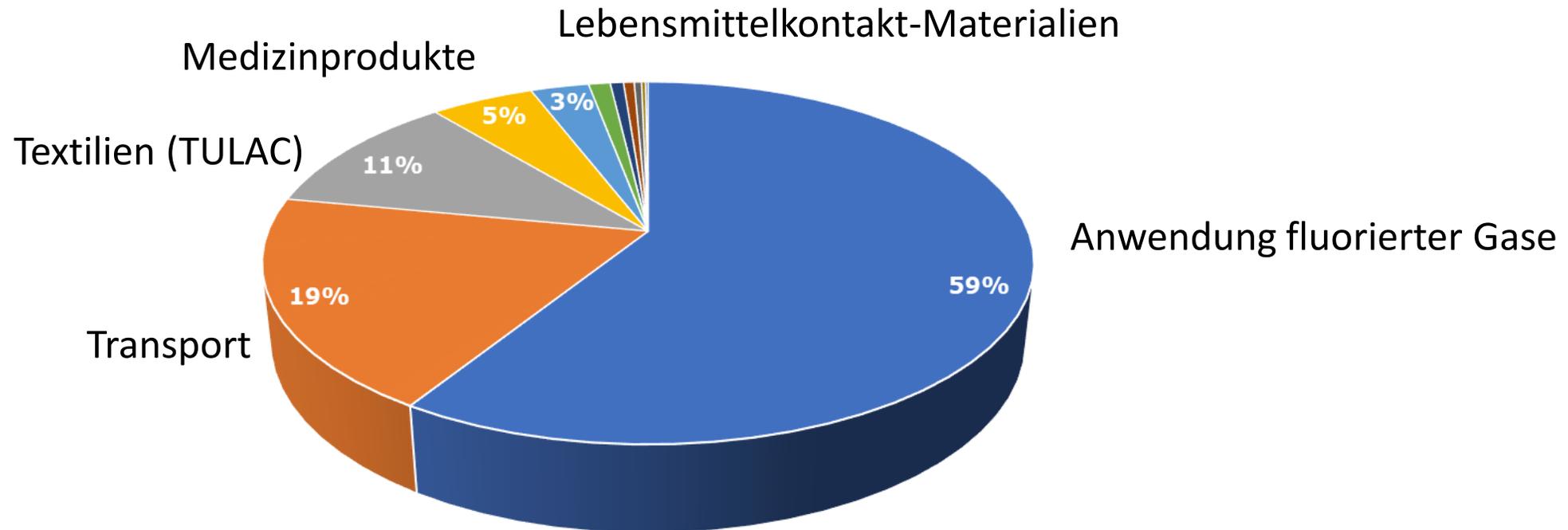


Medizinprodukte

- Industrielle Prozesse
- Feuerlöschmittel
- Textilien (TULAC)
- Lebensmittelkontakt-Materialien (inkl. Verpackungen)
- Metallverarbeitung und Galvanik
- Verbraucherprodukte
- Ski-Wachse
- Transport
- Anwendung fluorierter Gase
- Elektronik und Halbleiter
- Eneriesektor
- Bauprodukte
- Schmier- und Gleitmittel
- Öl- und Bergbauindustrie
- Medizinprodukte
- Kosmetika
- Viele weitere Anwendungen

4. Funktion und Verwendung von PFAS

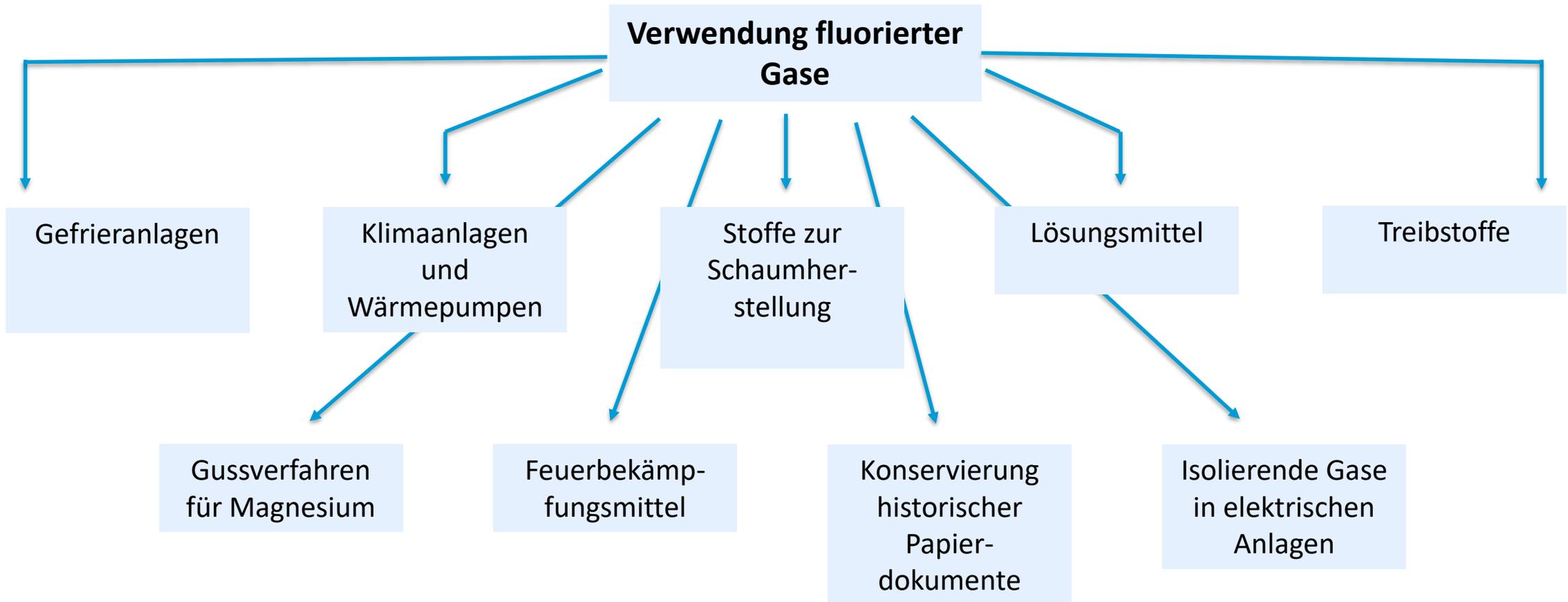
Jährliche Verwendungsmengen an PFAS im Jahr 2020: ~840 000 Tonnen (Median)



Weitere neun Verwendungen wurden im Detail bewertet (darunter Verwendung in Kosmetika und Verbraucherprodukten). Die Verwendungsmengen lagen jeweils um ~1% oder darunter.

4. Funktion und Verwendung von PFAS

Zusammenfassung von Verwendungen aus verschiedenen Bereichen in einer größeren Gruppe



5. Tonnagen und Emissionen

Application	Tonnage range	Emission range % emitted in manufacturing and use phase	Emission contribution Contribution to total emission [%]
Applications of fluorinated gases	> 10 000	5 – 25	> 50
Textiles, upholstery, leather, apparel & carpets	> 10 000	5 – 25	10 – 50
Medical devices	> 10 000	5 – 25	5 – 10
Manufacture	> 10 000	0 – 5	1 – 5
Food contact materials and packaging	> 10 000	0 – 5	0 – 1
Transport	> 10 000	0 – 5	0 – 1
Construction products	1 000 – 10 000	25 – 75	1 – 5
Electronics and semiconductors	1 000 – 10 000	5 – 25	0 – 1
Lubricants	1 000 – 10 000	5 – 25	0 – 1
Petroleum and mining	1 000 – 10 000	0 – 5	0 – 1
Energy sector	1 000 – 10 000	0 – 5	0 – 1
Metal plating and manufacture of metal products	100 – 1 000	0 – 5	0 – 1
Cosmetics	10 – 100	> 95	0 – 1
Consumer mixtures	10 – 100	75 – 95	0 – 1
Ski wax	0 – 10	25 – 75	0 – 1

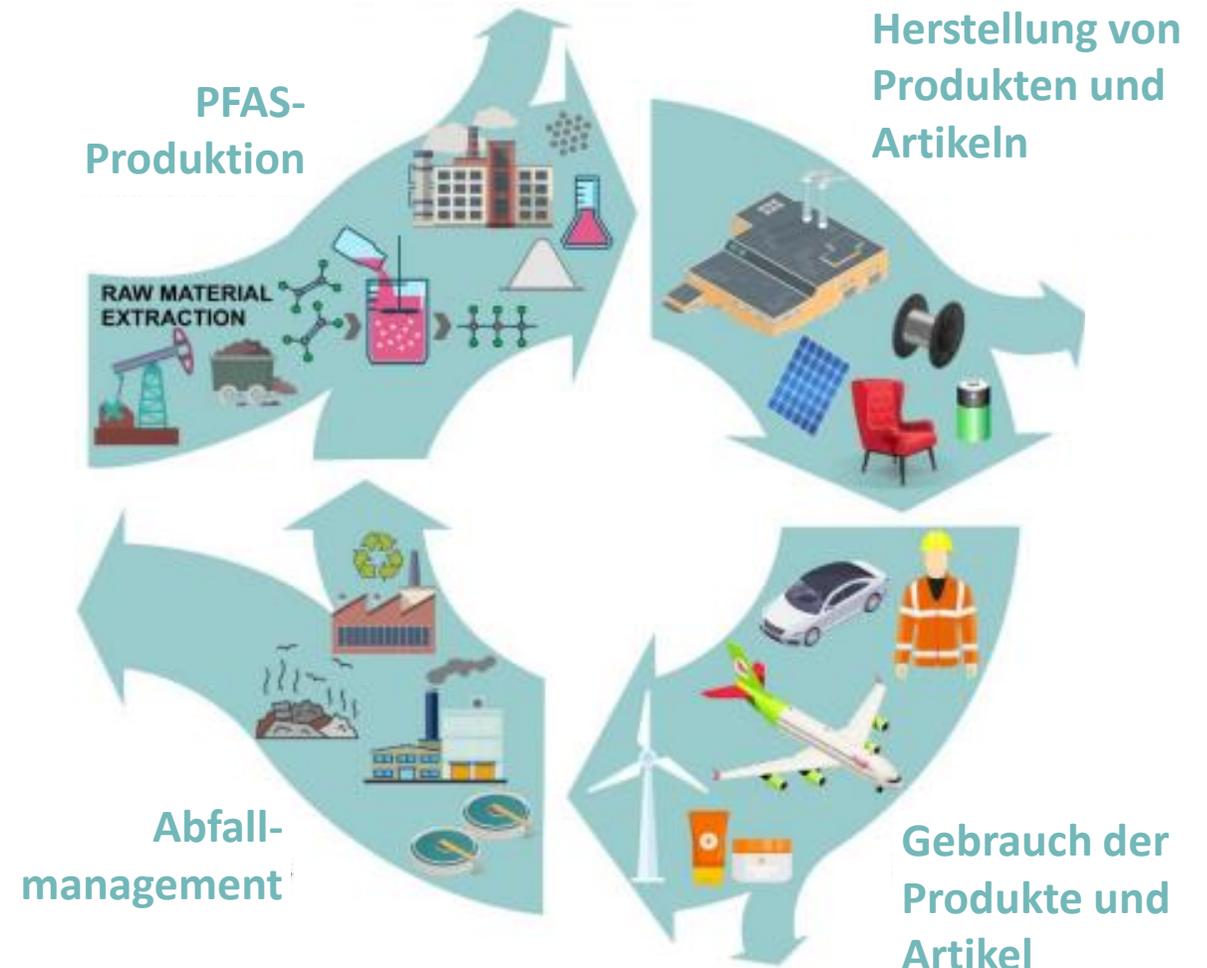
5. Tonnagen und Emissionen

PFAS-Emissionen im Jahr 2020: 75 000 Tonnen

4,5 Mill Tonnen über 30 Jahre

(zu erwartender steigender Verbrauch an PFAS berücksichtigt)

→ **Insgesamt hohe Tonnagen bedingen hohe Umwelteinträge; diese Proxy für das bestehende Risiko dieser Stoffgruppe**



Source: https://ec.europa.eu/environment/pdf/chemicals/2020/10/SWD_PFAS.pdf

6. Begründung für EU-weite Maßnahmen

- PFAS werden in der EU hergestellt, in die EU importiert und in der EU verwendet.
- Es besteht ein ständig wachsender globaler Markt für PFAS und Erzeugnisse (z.B. bei Fluorpolymeren).
- Über alle Stadien des Lebenszyklus hinweg besteht eine große Bandbreite an Emissionsquellen.
- PFAS sind bereits ubiquitär verbreitet und es werden stetig steigende Konzentrationen in Umweltkompartimenten gemessen.
- PFAS sind mobil, auch zwischen den Kompartimenten; Kontaminationen sind grenzüberschreitend
- EU-weite Maßnahmen gewährleisten Chancengleichheit auf dem EU-Binnenmarkt.

→ **EU-weite Maßnahmen zur Risikominimierung: Durchsetzung und Kontrolle ist effektiv und einheitlich**

7. Fazit

- PFAS werden in hohen Tonnagen in vielen verschiedenen Bereichen verwendet.
- Hieraus ergeben sich hohe Emissionspotentiale in die Umwelt.
- Die hohe Persistenz von PFAS in Kombination mit weiteren Besorgnissen bedeutet, dass eine konventionelle quantitative Risikobewertung nicht ausreichend verlässlich oder praktikabel ist.
- Risiken durch PFAS können nicht durch Grenzwerte beschrieben werden.
 - **Hohe PFAS-Emissionen gelten als Proxy für das Risiko.**
- Einheitliche und effektive EU-weite Maßnahmen zur Risikominimierung sind erforderlich.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Stefan Kacan

UBA - Fachgebiet Chemikaliensicherheit - REACh

stefan.kacan@uba.de

<https://www.umweltbundesamt.de>

Umwelt 
Bundesamt