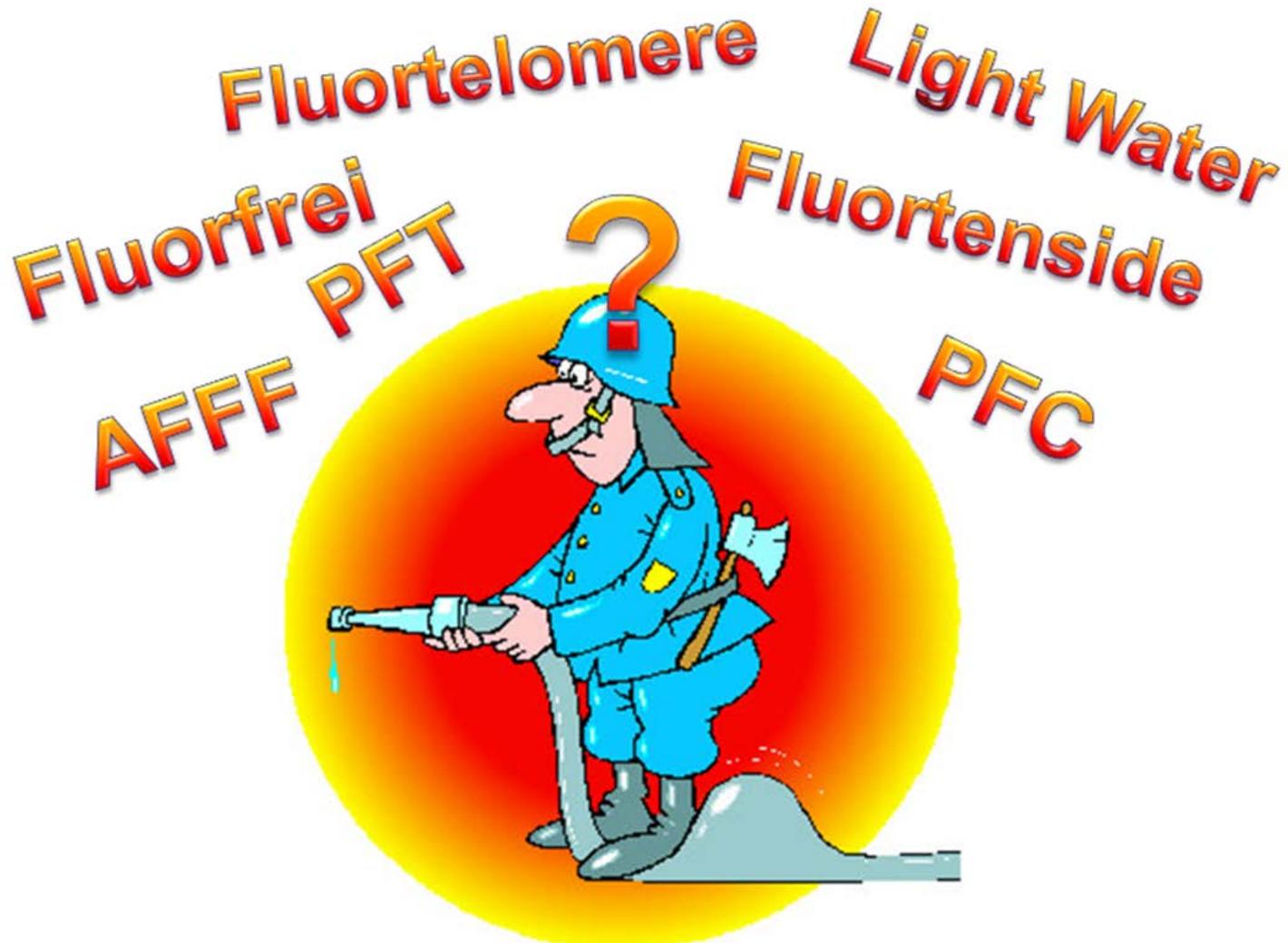


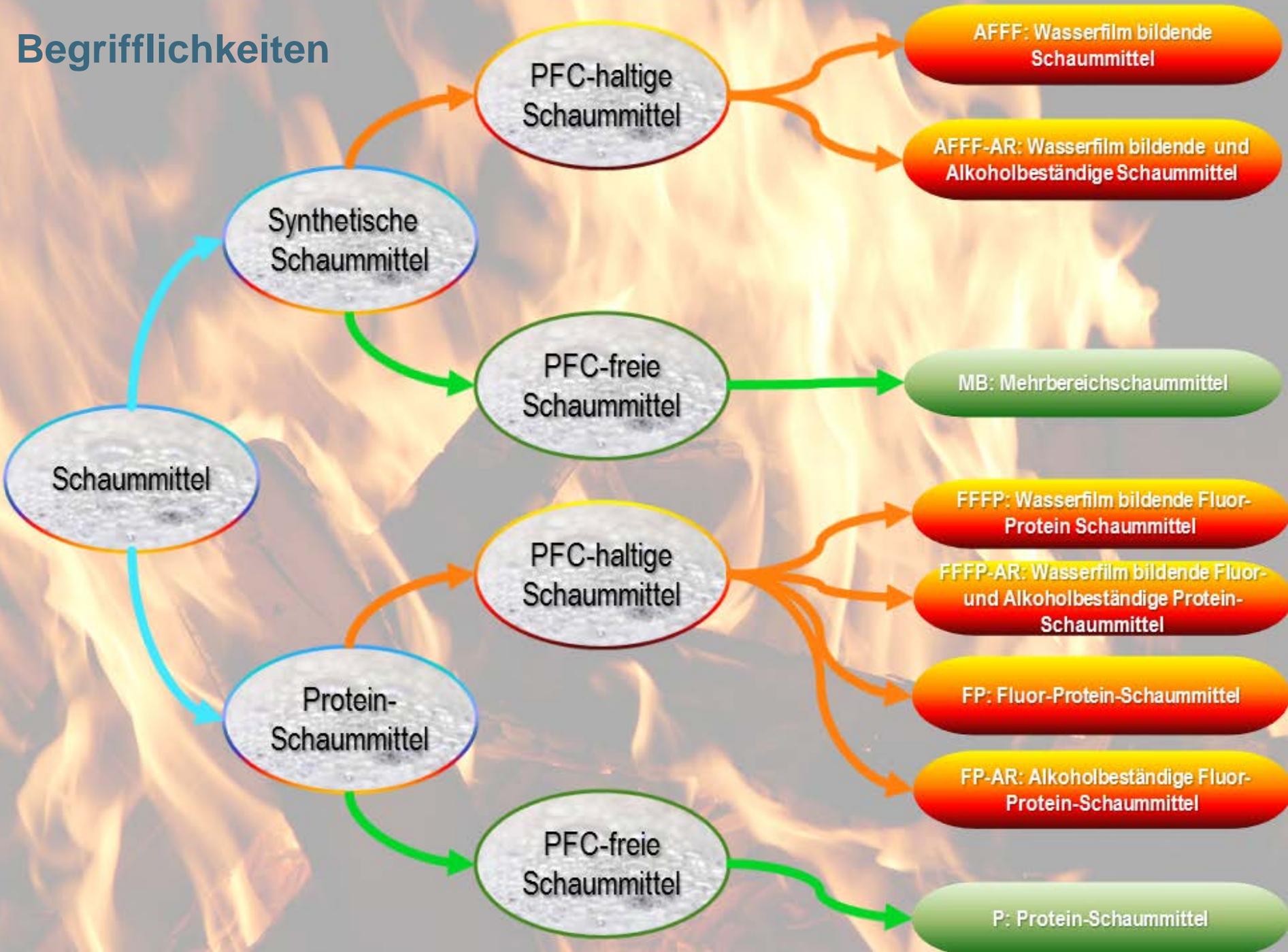
Umweltproblematik von PFC und Ersatzstoffen



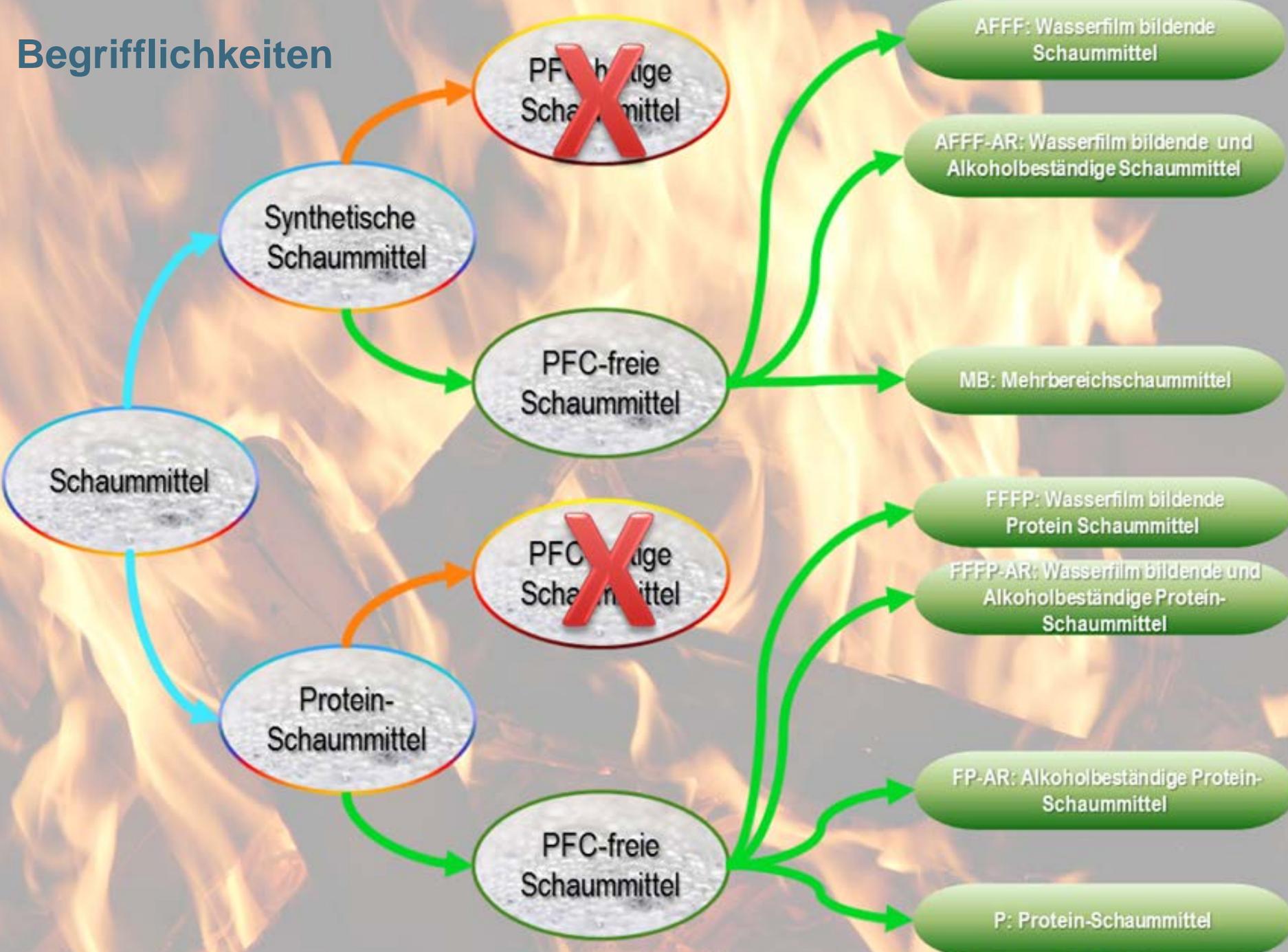
Begrifflichkeiten



Begrifflichkeiten



Begrifflichkeiten



Umweltgefährdung durch PFC

Besondere Eigenschaften PFOS aus Umweltsicht:

- Biologisch nicht abbaubar → hohe Persistenz in der Umwelt
- hohe Bioakkumulationsrate
- Verdacht auf krebserregende Eigenschaften
- Reproduktionstoxisch

→ Einstufung als PBT-Stoff → EU-weites Verbot

Umweltgefährdung durch PFC

Diffuse Einträge

- durch industrielle Einflüsse (Galvanik, Halbleiter, Papierindustrie etc.), Abwassereinleitungen
- durch konsumentennahe Produkte (Bekleidung, Teppiche, Verpackungen, Imprägnierungen, Skiwachse etc.)

→ Globale Verbreitung

Umweltgefährdung durch PFC

Diffuse Einträge

- produzieren i.d.R. niedrige ubiquitäre Hintergrundbelastungen im ng-Bereich
- belasten primär den Wasserpfad und damit aquatische Organismen
- führen aufgrund der Persistenz der PFT zur globalen Verbreitung und am Ende der Nahrungskette zu relevanten Akkumulationen
- können nur durch konsequente Minimierung des Eintrags reduziert werden

Umweltgefährdung durch PFC

Punktuelle Einträge

- durch Freisetzung bei Produktion und Transport
- Anwendung und Übungen mit PFC-haltigen Löschsäumen

Umweltgefährdung durch PFC

Punktuelle Einträge

- produzieren i.d.R. hohe lokale Belastungen, die auch nach langen Zeiträumen noch vorhanden und zumeist sanierungsbedürftig sind
- führen zu hohen Kosten

Regulatorische Maßnahmen

- EU-Verbotsverordnung für PFOS von 2006 mit Ausnahmeregelungen
- In Feuerlöschschäumen seit dem 27.06.2011 nur noch max. 0,001 % = 10 mg/kg PFOS
- **Kein** Verbot für andere PFC, aber weitere Verbotungsverfahren laufen für PFOA und langkettige PFC

Grenz- und Richtwerte

- Klärschlamm 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (gilt auch für Düngemittel)
- Trinkwasser-Richtwert 0,3 $\mu\text{g}/\text{l}$
- Geringfügigkeitsschwelle für das Grundwasser: 0,23 $\mu\text{g}/\text{l}$
- EU-Umweltqualitätsnorm für
Oberflächengewässer 0,00065 $\mu\text{g}/\text{l}$ (= 0,65 ng/l)

< Nachweisgrenze \rightarrow Messung in Fischen mit einer
Umweltqualitätsnorm von 9,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$

Fahrplan zur Umsetzung der EU- Richtlinie

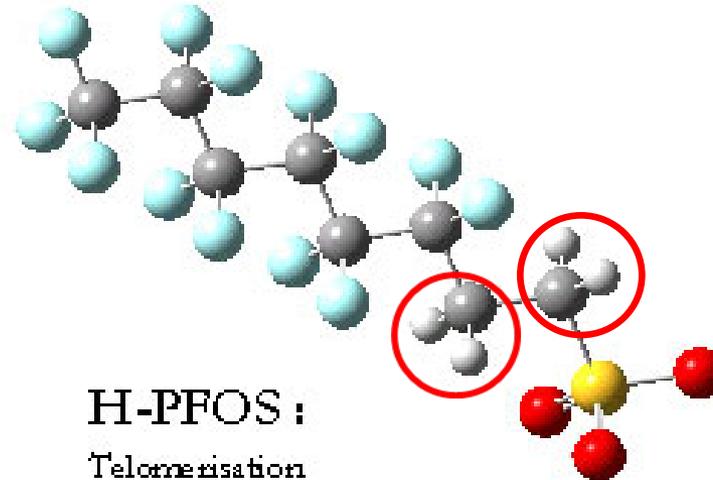
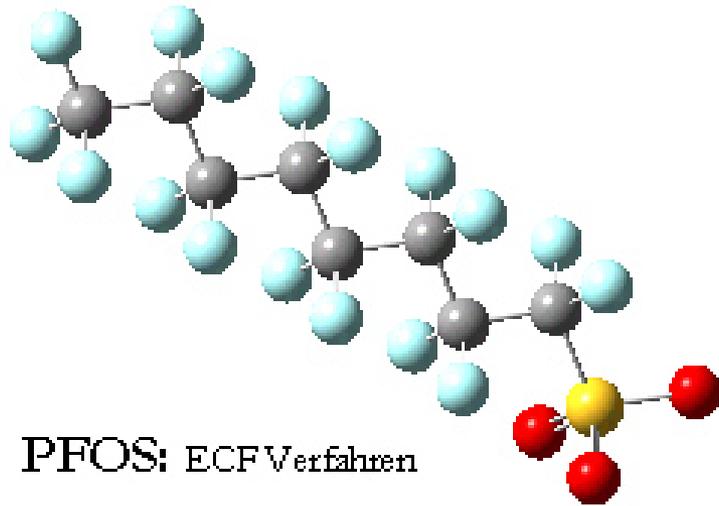
- Verabschiedung am 12. August 2013
- Anwendung ab 22. Dezember 2018
- Bis zu diesem Zeitpunkt auch Monitoring- und vorläufiges Maßnahmenprogramm
- Endgültiges Maßnahmenprogramm bis 22. Dezember 2021
- Zielerreichung bis 22. Dezember 2027

Warum Löschschaum?

Probe	SFT
• FAME (Biodiesel)	31,5 mN/m
• Diesel	28,3 mN/m
• Kerosin	26,7 mN/m
• F-34	25,8 mN/m
• Ethanol	22,2 mN/m

Tensid	SFT Schaum
• Wasser	73 mN/m
• Alkyl-Tenside	28 mN/m
• MBS	25-30 mN/m
• Siloxantenside	evtl. 20 mN/m
• Fluortenside	<15 mN/m

Ersatz von PFOS durch Fluortelomere



- C8-Technologie
- Mischung aus linearen und verzweigten Molekülen, sowie unterschiedliche Kettenlängen (C4 – C12)

- C6-Technologie
- 6:2 FTS (= H4PFOS (= Fluortelomersulfonat))
- z.T. unterschiedliche Kettenlängen (C4 – C10)

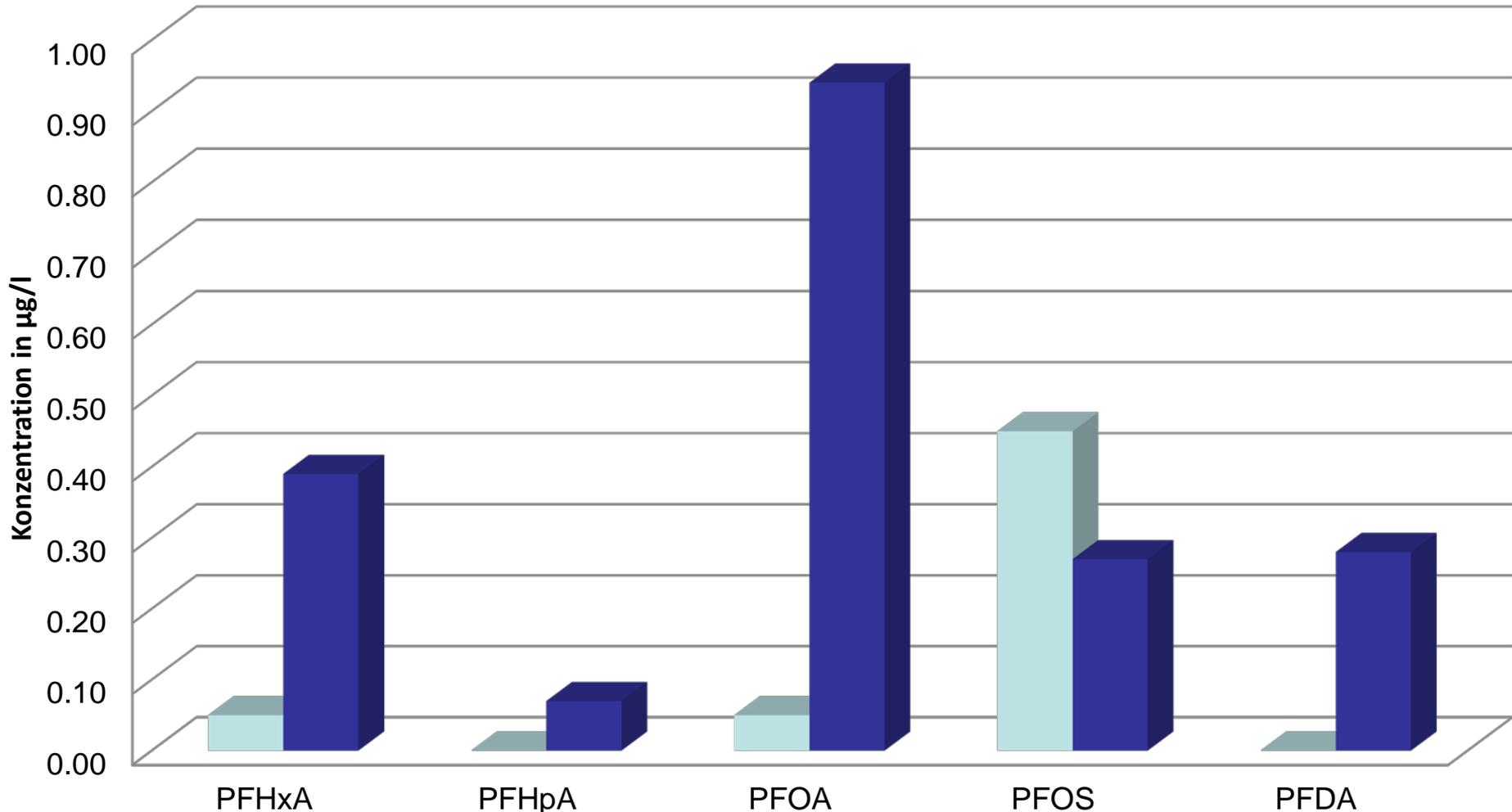
Weitere PFOS-Ersatzstoffe

Fluorierte Ersatzstoffe:

- Novec 1230™ (C4-Basis, Dodecafluoro-2-methylpentan-3-on von 3M)
 - Verdacht auf Neuro- und immuntoxische Wirkungen
 - Geringere Anreicherung aber sehr mobil
 - persistent
- FORAFAC™ /Capstone™ (C6-Fluortelomer-Sulfonamid, DuPont)
 - Kaum (öko-)toxikologische Daten
 - Weniger toxisch und bioakkumulierend
 - Persistent
 - Möglicherweise toxikologisch relevante Abbauprodukte

Vorläufersubstanzen von persistenten PFC

Zulauf Ablauf



PFC-haltige Löschschäume – Problematik heute

Ersatzstoffe für PFOS in Löschschäumen

Andere per- und polyfluorierte Verbindungen dürfen eingesetzt werden,
aber:

- auch kürzerkettige perfluorierte oder polyfluorierte Verbindungen und deren Abbauprodukte können eine Gefahr für Mensch und Umwelt darstellen
- Ökotoxikologische Untersuchungen fehlen weitgehend, wenige Informationen zu Abbauprodukten, Umweltrelevanz und Toxizität
- Abbau zu perfluorierten Verbindungen

→ fluorhaltige Feuerlöschschäume stellen grundsätzlich keine „umweltfreundliche“ Alternative zu PFOS-haltigen Schäumen dar!

PFOS-Ersatzstoffe

Sind nicht fluorierte Ersatzstoffe umweltfreundlich?

- Siloxane / Silikonpolymere
 - Nicht unerhebliche aquatische Toxizität
 - Bioakkumulierend
 - persistent
- Synthetische Tenside
 - i.d.R. nicht unerhebliche aquatische Toxizität, aber kaum Daten
 - hohe Sauerstoffzehrung in Gewässern



Umweltgefährdung durch Löschsäume

Bewertung der Umweltgefährdung durch (Schaum-)Löschmittel

Wichtige Faktoren:

- Toxizität
- Persistenz
- Bioakkumulation
- Sauerstoffzehrung (BSB und CSB)
- (Löschwirkung)

Kennzeichnung von Löschsäumen

Environmental Impact – Fire Fighting Foam – Acute Aquatic Toxicity

Classification



A >1000 mg/L	Relatively harmless
B 100 – 1000 mg/L	Practically non-toxic
C 10 - 100 mg/L	Slightly toxic
D 1.0 - 10 mg/L	Moderately toxic
E 0.1 - 1.0 mg/L	Highly toxic
F 0.01 - 0.1 mg/L	Extremely toxic
G <0.01 mg/L	Super-toxic

Aus: INDUSTRIAL FIRE JOURNAL FIRST QUARTER 2011

Kennzeichnung von Löschschäumen

Environmental Impact – Chronic Effects – Persistence, Bioaccumulation, Toxicity (PBT)		Significance
<u>PERSISTENCE</u>		
0 Low ($t^{1/2} < 28$ days)		Of little concern
1 Moderate ($t^{1/2}$ 1 - 12 months)		Caution required
2 High ($t^{1/2} > 1$ year)		Extreme concern
<u>BIOACCUMULATION</u>		
0 Low (BCF < 50)		Of little concern
1 Moderate (BCF 50 – 500)		Caution required
2 High (BCF > 500)		Serious concern
<u>TOXICITY (CHRONIC)</u>		
0 Low (>100 mg/L)		Low risk
1 Medium (1 – 100 mg/L)		Environmental damage likely
2 High (< 1 mg/L)		Containment essential
<u>GROUNDWATER/CONTROLLED WATERS</u>		
X Discharge forbidden (see note (ii))		Organohalogenes (fluorosurfactants)

Kennzeichnung von Löschsäumen

Acute Aquatic Toxicity **B3X**

B 100 - 1000 mg/L

Chronic - Persistence/Bioaccumulation/Toxicity (PBT)

P=2 High ($t^{1/2} > 1$ year)

B=0 Low (BCF < 50)

T=1 Medium (1 – 100 mg/L)

X Discharge forbidden (see note (ii))

Aus: INDUSTRIAL FIRE JOURNAL FIRST QUARTER 2011

Fazit I

- PFC sind aktuell eine der problematischsten Stoffgruppen
- generell nimmt die Bioakkumulation und die Toxizität mit der Moleküllänge ab
- alle PFC sind extrem langlebig in der Umwelt und reichern sich somit über die Zeit an
- reguliert ist aktuell nur PFOS, PFOA und längerkettige PFC (C11 – C14) laufen momentan
- bei weiteren PFC kaum Daten zu Umweltverhalten, Bioakkumulation, Toxizität

Fazit II

- Fluorfrei ist nicht identisch mit umweltfreundlich
- Ersatzstoffe für PFOS sind noch nicht ausreichend auf (öko-)toxikologische Wirkung untersucht
- Bei Neuentwicklungen sollte auch die Umweltgefährdung mit berücksichtigt werden
- Ein Kennzeichnungssystem wäre hilfreich bei der Auswahl der Löschmittel

Konsequenzen aus Umweltsicht

- Einsatz von potenziell umweltgefährdenden Löschschäumen auf das notwendige Mindestmaß begrenzen
- Fluorhaltige Löschschäume nur in Ausnahmefällen verwenden
- Übungen nur mit 100% abbaubaren Löschschäumen
- Verbesserter Löschwasserrückhalt
- Kommunikation mit Umweltbehörden im Schadensfall

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

