

Aktueller Stand des PFAS-Beschränkungsverfahrens: Schwerpunkt Fluorpolymere

Umweltgerechte Produktion von Fluorpolymeren & Kreislaufwirtschaft



von

Fluorocarbon Polymer Solutions (FPS) GmbH

In Zusammenarbeit mit der Fluoropolymergroup von pro-K

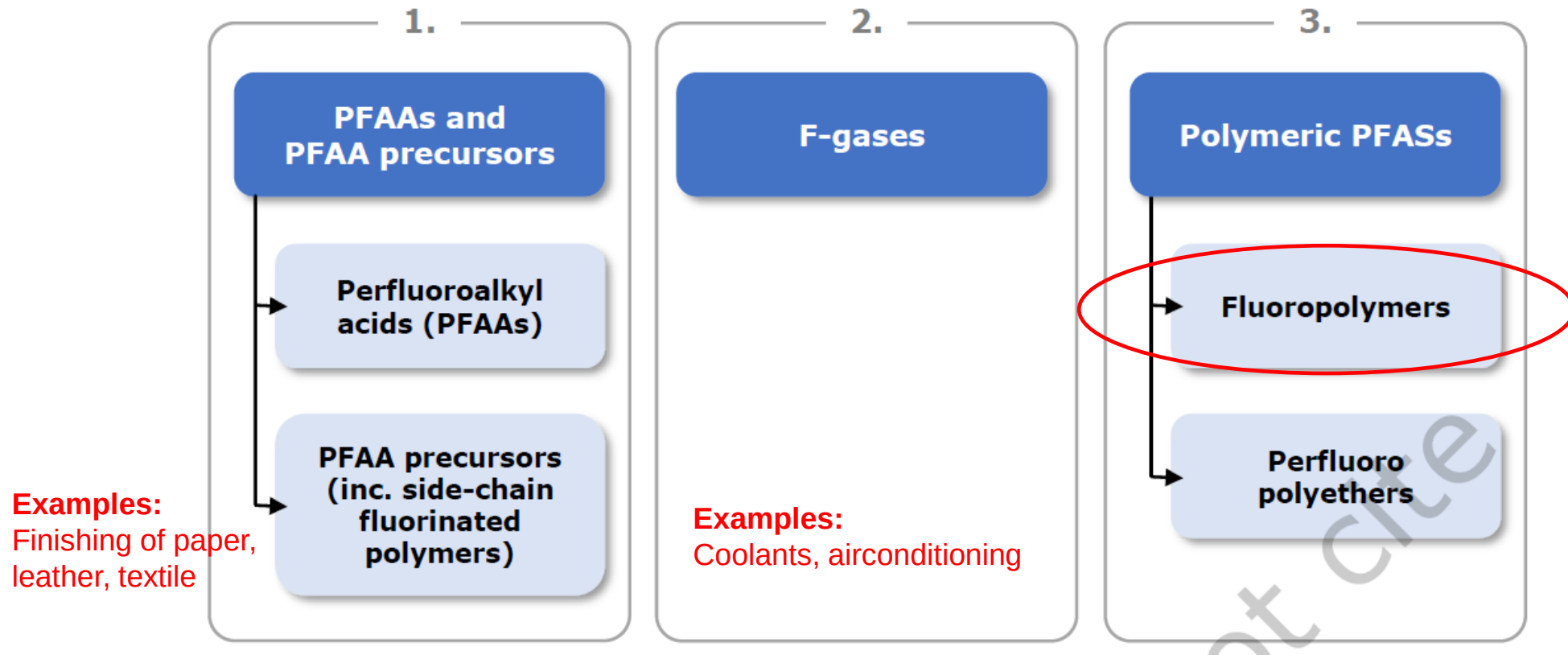
Dr. Michael Schlipf

Inhalt

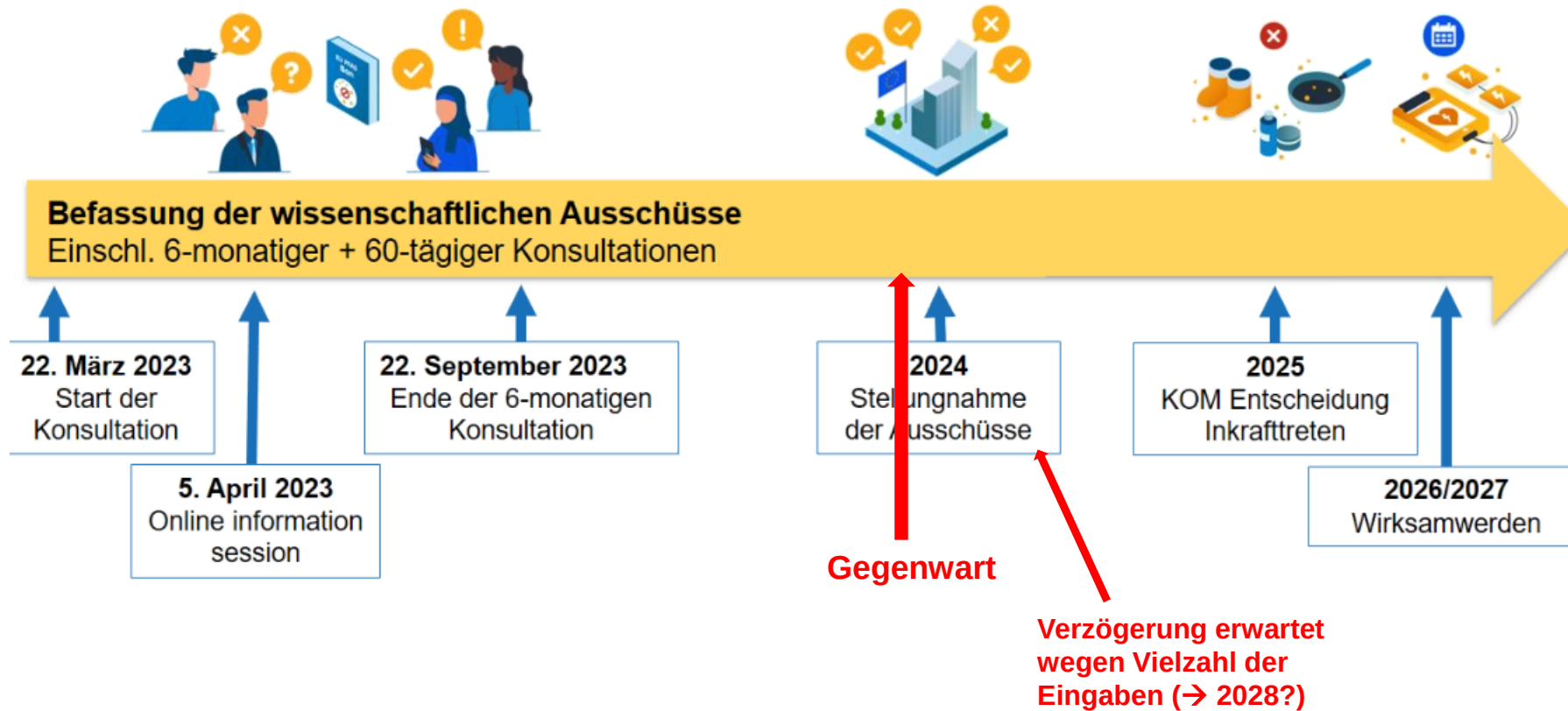
1. Einleitung: Der aktuelle PFAS-Beschränkungsprozess, Schwerpunkt Fluorpolymere
2. Ergebnisse der öffentlichen Konsultation zum Vorschlag zur Beschränkung von PFAS
3. Auswirkungen auf Megatrends
 - Grüner Wasserstoff & Erneuerbare Energien
 - E-Mobilität
 - Hochfrequenz-Datenübertragung, Generation 5G
 - Halbleiter- und chemische Industrie
 - Energie und saubere Umwelt
 - Pharmazeutische und medizinische Maschinen, minimalinvasive Chirurgie
4. Reaktionen auf den Beschränkungsprozess in verschiedenen Ländern
5. Auswirkungen des PFAS-Beschränkungsprozesses auf die Industrie
6. **Umweltgerechte Produktion von Fluorpolymeren - Immissionsschutz**
7. Kreislaufwirtschaft bei Fluorpolymeren
8. Schlussfolgerungen

Schwerpunkt Fluorpolymeren (38 Polymere), deren Schutz zur Sicherung ihres Fortbestandes und zur Realisierung der neuen Megatrends von größter Bedeutung ist.

Die anderen PFAS (> 14.000) werden bei dieser Betrachtung nicht berücksichtigt.

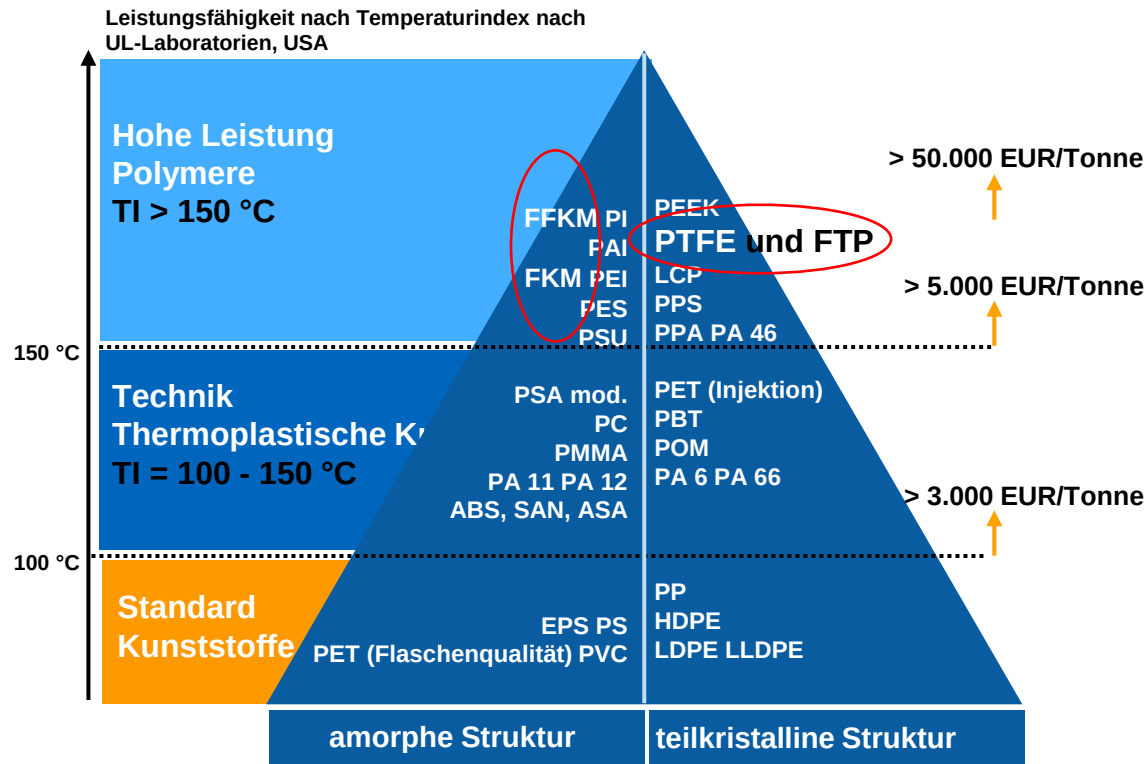


Die nächsten Schritte des Beschränkungsverfahrens



Klassifizierung der Thermoplastische Kunststoffe

Dreieck der Thermoplaste nach Struktur, Leistungsfähigkeit und Preis



Standard-Kunststoffe (bis 100°C)

umfassen PS, EPS, PVC, PE, PP und PET (Flaschenqualität)

Technische Kunststoffe (bis 150°C)

mit verbesserter Leistung bei höheren Kosten

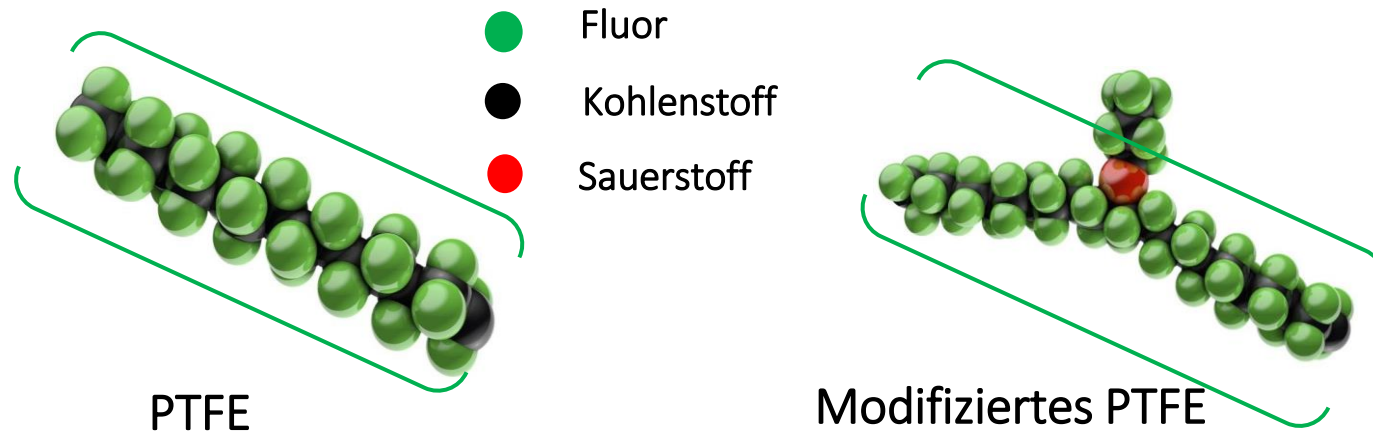
Hochleistungskunststoffe (bis 300°C) wie die Fluorpolymere (PTFE, FTP, FKM, FFKM), die außergewöhnliche Endanwendungen und Spezialprodukte mit hohem Wert ermöglichen.

Es gibt keine Alternativen für Fluorpolymere in ihren technischen Anwendungen) ohne den PLC*) -Status zu verlieren**

***)**: PLC: Unbedenkliche Produkte

****)**: https://www.thinktank-irs.de/wp-content/uploads/2024/02/RZ_THINKTANK_PFAAS_A4_DE_web.pdf

Die besondere Stellung der Fluorpolymere innerhalb der Thermoplaste



Die drei Faktoren, durch die sich Fluorpolymere unterscheiden:

- ❖ Die C-F - Bindung ist die stärkste Bindung in der organischen Chemie und kann nicht durch eine schwächere Bindung ersetzt werden. Die Bindung selbst ist polar, aber aufgrund der hohen Symmetrie des Moleküls ist das Material selbst unpolar
- ❖ Die perfekte Abschirmung des C-Rückgrats durch die F-Atome macht chemische Angriffe nahezu unmöglich
- ❖ Das hohe Molekulargewicht von bis zu $M_w = 10^8$ g/mol (Polymerisationsgrad von bis zu $P_n = 10^6$) bedeutet lange Moleküle, die eine vernachlässigbare Konzentration an reaktiven Endgruppen aufweisen.
- ❖ **Diese Faktoren müssen bei der Suche nach alternativen Materialien berücksichtigt werden. Für Fluorpolymere in ihren technischen Anwendungen wurden trotz intensive Suche und Einsatz von KI keine Alternativen mit vergleichbarem Eigenschaftsprofil gefunden. Dies relativiert auch den Vorschlag von Übergangsfristen für den Ersatz von Fluorpolymeren.**

Die Bedeutung der Fluorpolymeren

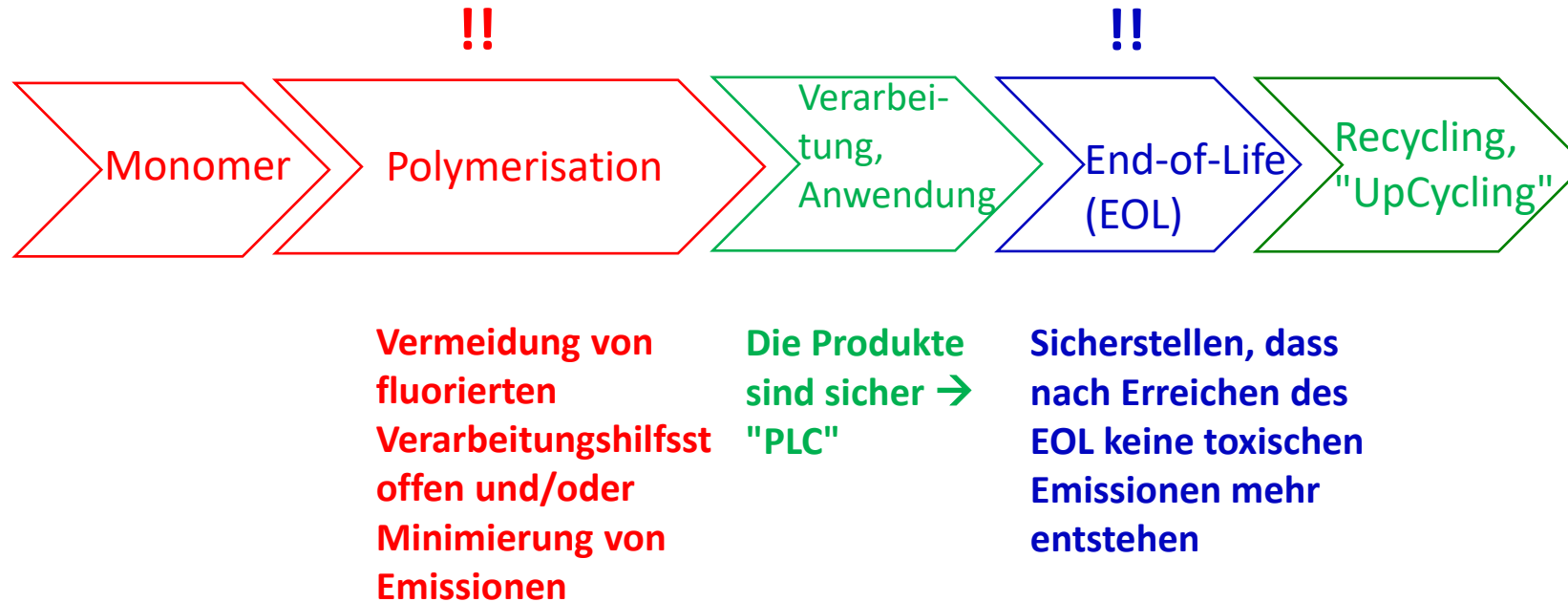
Fluorpolymere gewährleisten Sicherheit, Zuverlässigkeit, Langlebigkeit und zuverlässige Leistung in alltäglichen Anwendungen

Inertheit, Antihafteigenschaften, Temperaturbeständigkeit, chemische Beständigkeit, Abriebfestigkeit und niedrige Dielektrizitätskonstante machen sie zu unverzichtbaren Materialien für ein breites Spektrum von Branchen.

Fluorpolymere sind unverzichtbar für die Erreichung der EU-Ziele des Green Deal und der UN-Ziele für nachhaltige Entwicklung (UN SDG)

Schlüsselsektoren - Green H₂ , Halbleiter, Transport, E-Mobilität (Batterien), saubere und grüne Energie, Chemie und Kraftwerke, Elektronik, 5G-Datenkommunikation, Medizin und Chirurgie

Verwendung von Fluorpolymeren Die Wertschöpfungskette von Fluorpolymeren



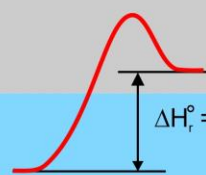
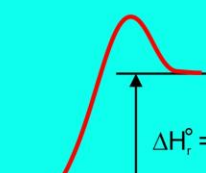
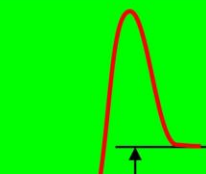
Die "Kreislaufwirtschaft" erfordert die Beteiligung aller Akteure innerhalb der Wertschöpfungskette von Fluorpolymeren. Neben Co. "Invertec" (Total Engineering für UpCycling-Anlagen) wurde ein weiteres Unternehmen gegründet: Die "Element9 GmbH & Co.KG" sammelt und verwertet EOL-Produkte dort, wo sie anfallen (z.B. bei Instandhaltungsprojekten) und bereitet die Ausgangsprodukte für den UpCycling-Prozess auf.

Die Farben des Wasserstoffs, H₂ :

Blauer Wasserstoff:
"Fossiler
Wasserstoff"

**Türkisfarbener
Wasserstoff:**
"Fossiler
Wasserstoff"

Grüner Wasserstoff:
"Wasserstoff als
Entfossilierungsprodukt"

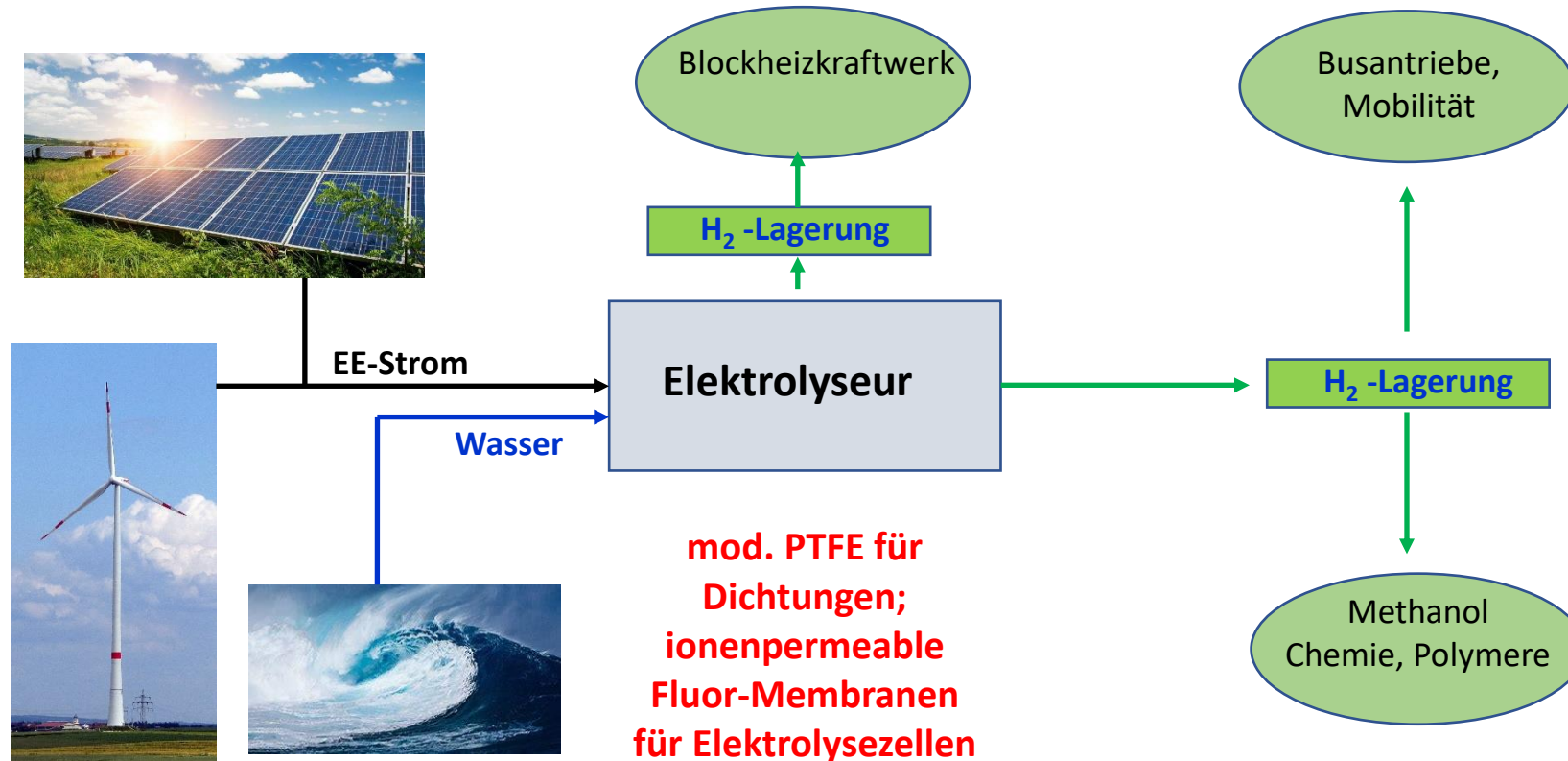
Formation Enthalpy of Hydrogen Variations		
Steam Reforming	<i>Grey Hydrogen</i> $\text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2$	 $\Delta H_r^\circ = +27 \frac{\text{kJ}}{\text{mol H}_2}$
Steam Reforming + CCU / CCS	<i>Blue Hydrogen</i>	
Methane pyrolysis	$\text{CH}_4 \longrightarrow \text{C} + 2 \text{H}_2$	 $\Delta H_r^\circ = +37 \frac{\text{kJ}}{\text{mol H}_2}$
	<i>Turquoise Hydrogen</i>	
Electrolysis of Water	$2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$	 $\Delta H_r^\circ = +286 \frac{\text{kJ}}{\text{mol H}_2}$
	<i>Green Hydrogen</i>	

CCU:
Kohlenstoffabscheidung
und -nutzung

CCS:
Kohlenstoffabscheidung
und -speicherung

Beispiele für Megatrends: 'Grüner Wasserstoff'.

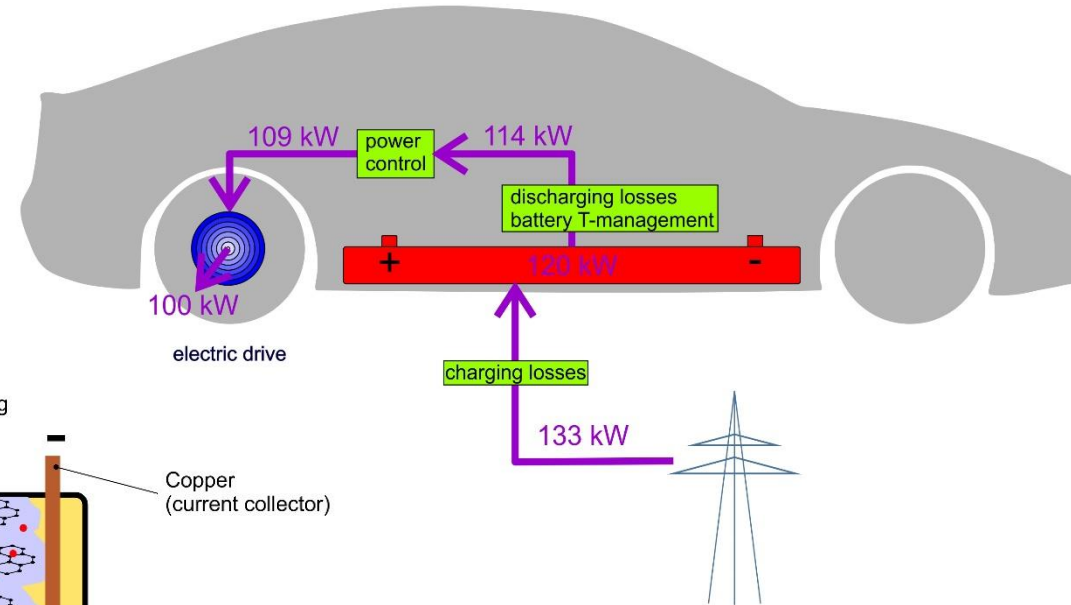
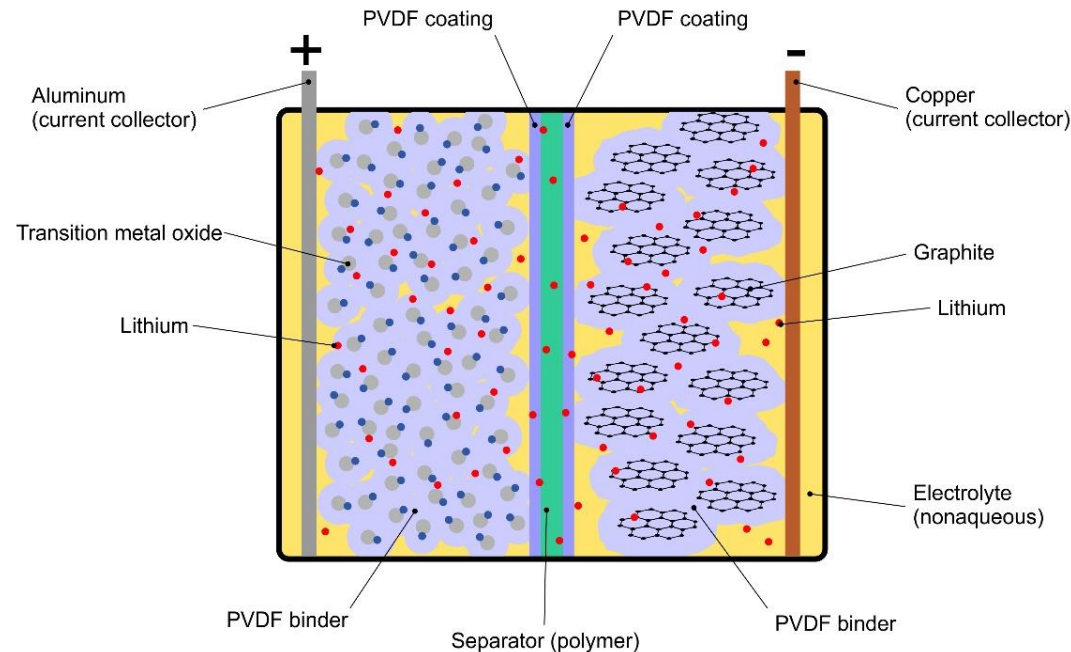
Der Übergang von Verbrennungsmotoren zu E-Antrieben erfordert mehr Strom! (ca. 25% plus)
"Grüner" Wasserstoff H_2 kann als Puffer für die volatilen erneuerbaren Energien wie Wind- oder Photovoltaik genutzt werden



Beispiele im Verkehrssektor

Megatrends: E-Mobilität

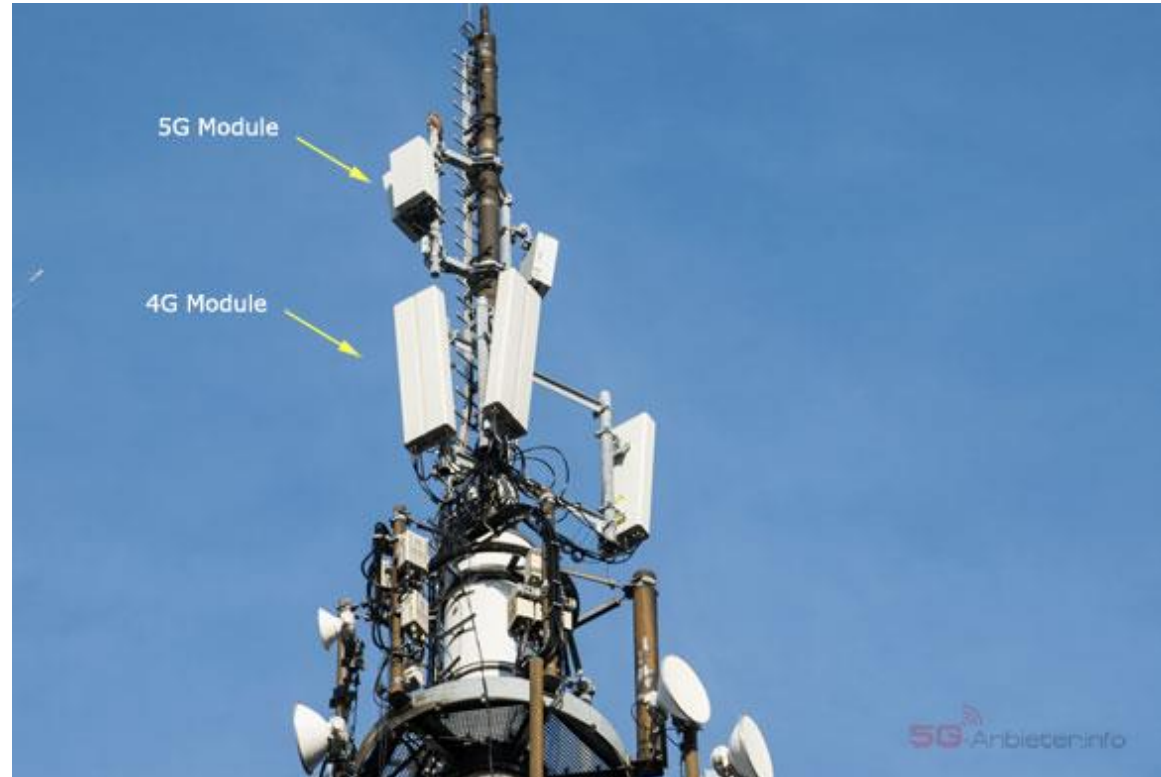
E-Mobilität wird die Anwendungen von Fluoropolymeren in Mobility weiter steigern (ca. Faktor 10!)



Neue Anwendungen:

- **PVDF** in verschiedenen Funktionen, z. B. als Bindemitte in Batterien
- **ETFE** in Kabeln
- **Poröses PTFE** für die Belüftung
- **Poröses PTFE** für Sicherheit → Berstscheibenfunktion

Anwendungen für PTFE in der 5G-Datenübertragung



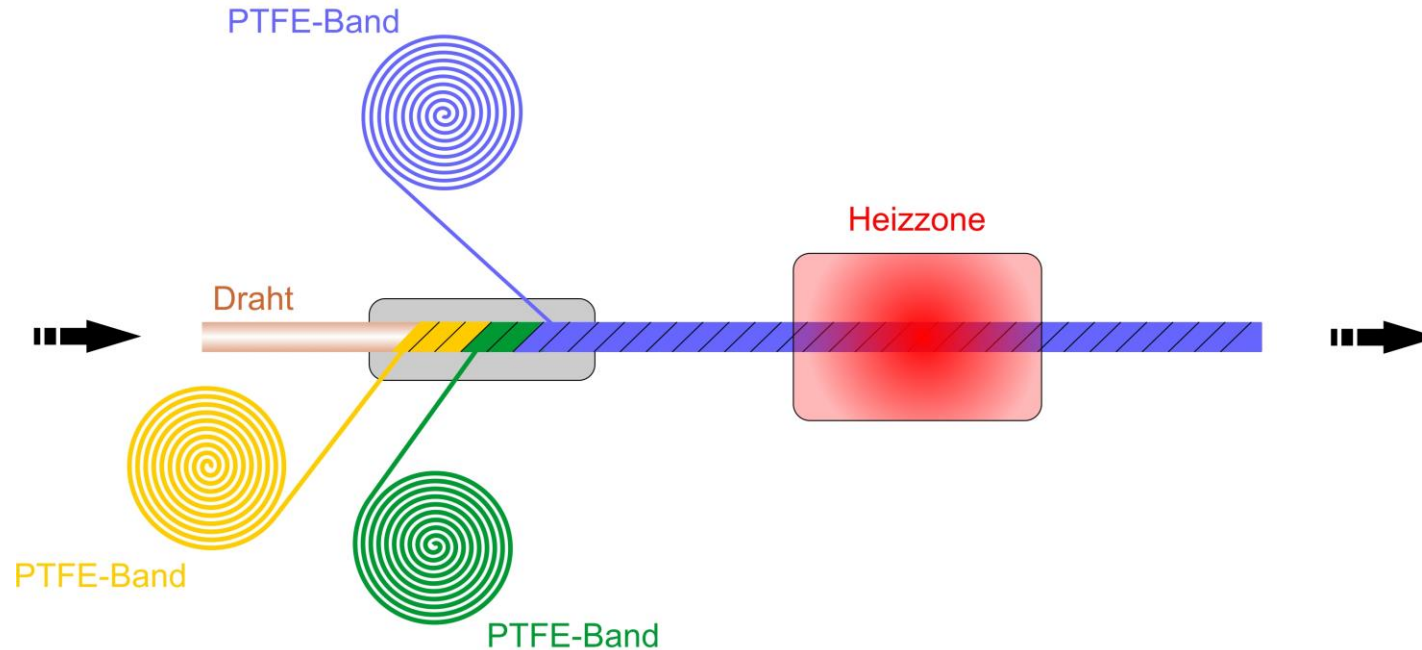
Neben den Autobahnen:
Entfernung von
Antennenturm zu Turm
< 5 km

→ Ermöglichen
Fahrerassistenzsysteme
und selbstfahrende
Fahrzeugen

Beispiele:

Antenne für Sender und Empfänger; CCL für Antennenkörper, Kabel; Signalverarbeitung

Sichere Flugzeuge durch Fluorpolymeranwendungen



Beispiele:

Elektrische Kabel werden im Einsatz für Verkehrsflugzeuge unter Einsatz einer „PTFE-Wickelbandtechnik“ isoliert. Über eine nachgeschaltete Sinterung werden die Bänder miteinander verbunden.

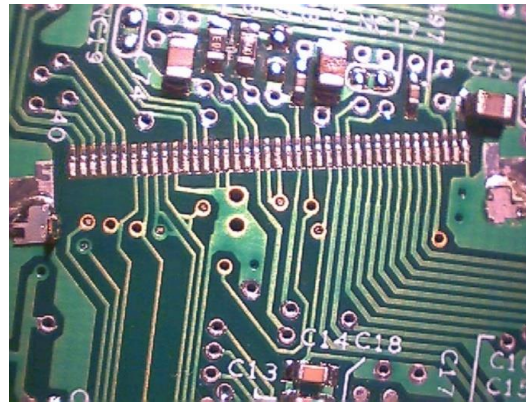
Vorteile:

- Die Koaxialität der Kabel-Lage wird garantiert; die Isolierung weist entlang des Umfangs und der Länge der Kabel immer die gleiche Dicke auf
- Defektfrei auch bei großen Kabellängen: Durch die Überlagerung des Wickelbandes werden potenzielle Defektstellen sicher geschlossen.

Beispiele aus der Elektronik- und Halbleiterindustrie



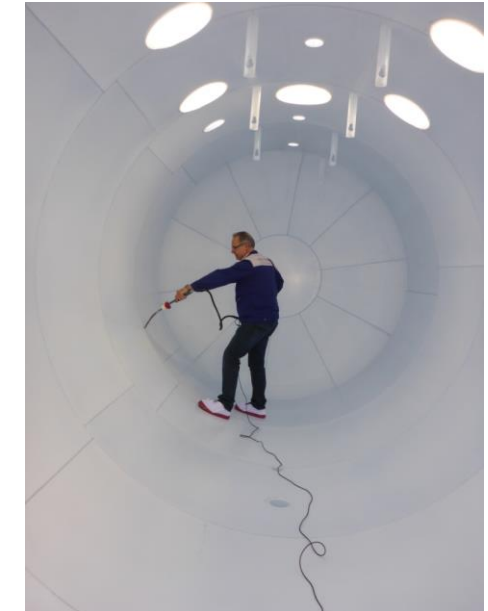
Fluorpolymerauskleidungen von GFK-Systemen, um die hohe Reinheit der für die Chipherstellung verwendeten Chemikalien während der Produktion, der Lagerung, des Transports und der Verwendung sicherzustellen.



Gedruckte Leiterplatten in der Hochfrequenzelektronik, die vollfluorierte Fluorpolymere verwenden, ermöglichen eine bessere Datenverarbeitung.



Der Ausschluss jeglicher Metallionen, die das Silizium-Halbleitermaterial verunreinigen würden, lässt sich am besten durch die Verwendung metallfreier GFK-Basismaterialien mit Fluorpolymerauskleidung erreichen.



Um eine hohe Qualität zu gewährleisten, ist eine ständige Kontrolle während des gesamten Herstellungsprozesses erforderlich.

Beispiele aus der Elektronik- und Halbleiterindustrie: Kann PTFE oder FEP durch andere Materialien ersetzt werden?

Die Eigenschaften von PTFE und FEP bei Hochfrequenzanwendungen (GHz):

- Ausgezeichnete dielektrische Eigenschaften
- Äußerst niedriger Verlustfaktor
- Breiter Betriebstemperaturbereich
- Hohe Stabilität der Frequenz
- Nicht brennbar, LOI 95, geringe Rauchentwicklung
- Glasübergang von PTFE: $T_G = 142\text{ °C}$; höher als die Gebrauchstemperatur von elektronischen Bauteilen
- Keine Absorption von Feuchtigkeit

Eigenschaft	PTFE	FEP	PI	PVC	PE	XLPE	EPDM
Dielektrizitätskonstante ϵ_r	1.3-2.1	2.1	3.5	3.5-12	2.3	2.3	3.0-3.5
Verlustfaktor (1 KHz)	<0.0001	<0.0001	0.003	0.07	0.0002	0.0004	0.004

Schlussfolgerung:

Für Hochfrequenzanwendungen gibt es keine Alternativwerkstoffe zu PTFE und FEP!

Megatrends: Energie und saubere Umwelt

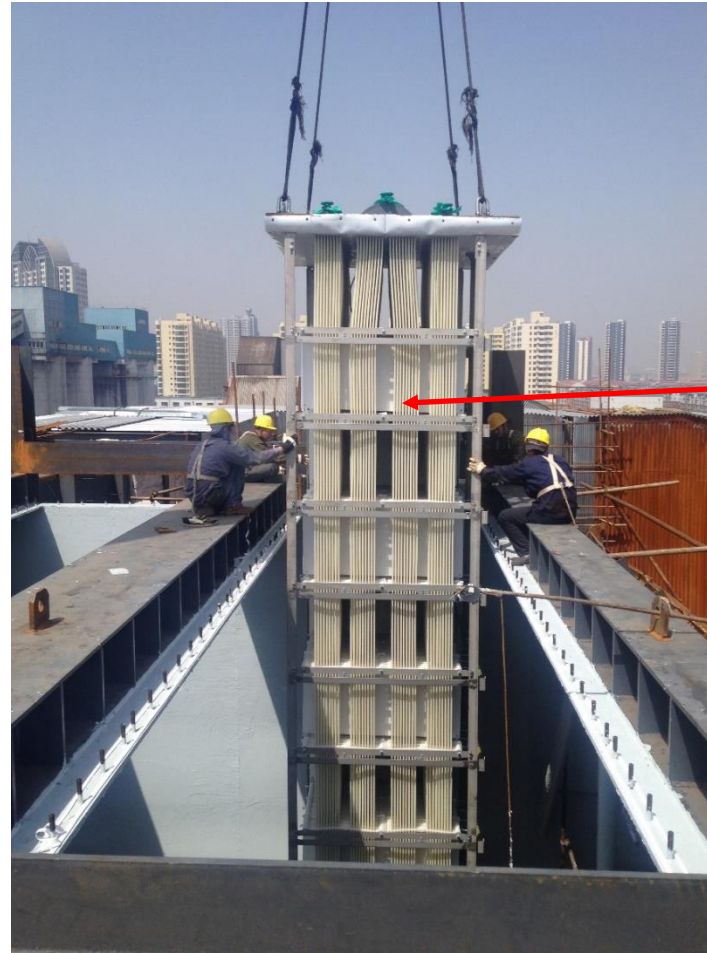
Schutz der Umwelt

→ hält die Luft sauber!

Wärmetauscher in Kraftwerken und kommunalen Müllverbrennungsanlagen zur Wärmeverschiebung in Rauchgasentschwefelungsanlagen

Welche Produkte werden verwendet?

- E-PTFE-Rohre für Wärmetauscher
- Geschälte oder extrudierte Folie zur Auskleidung von Kanälen und Modulen
- Bearbeitete Teile zur Befestigung von Komponenten
- Leitelemente für die Rauchgasdurchflussregelung



Rohrbündelwärmetauscher zur Wärmeverschiebung:
Abkühlung der Rauchgase, um die Reinigung zu ermöglichen; Wiederaufheizung der gereinigten Rauchgase, um das Gas durch den Schornstein zu befördern.

Ersetzen von Stahlrohren:
1 m Stahlrohr kann durch 1,45 m PTFE-Rohr ersetzt werden und bietet die gleiche Leistung bei der Wärmeverschiebung

Pharmazeutische und medizinische Anwendungen

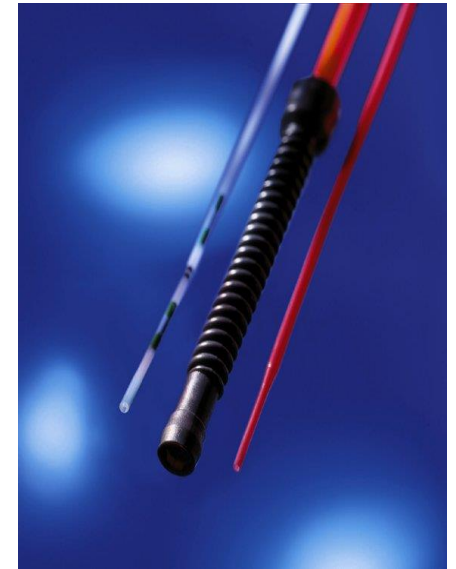
Farbig markierte
Schläuche für die
Chirurgie, extrudiert
und blasgeformt



Trockar-Röhre für
die minimalinvasive
Chirurgie

Quelle:
ElringKlinger Kunststofftechnik GmbH

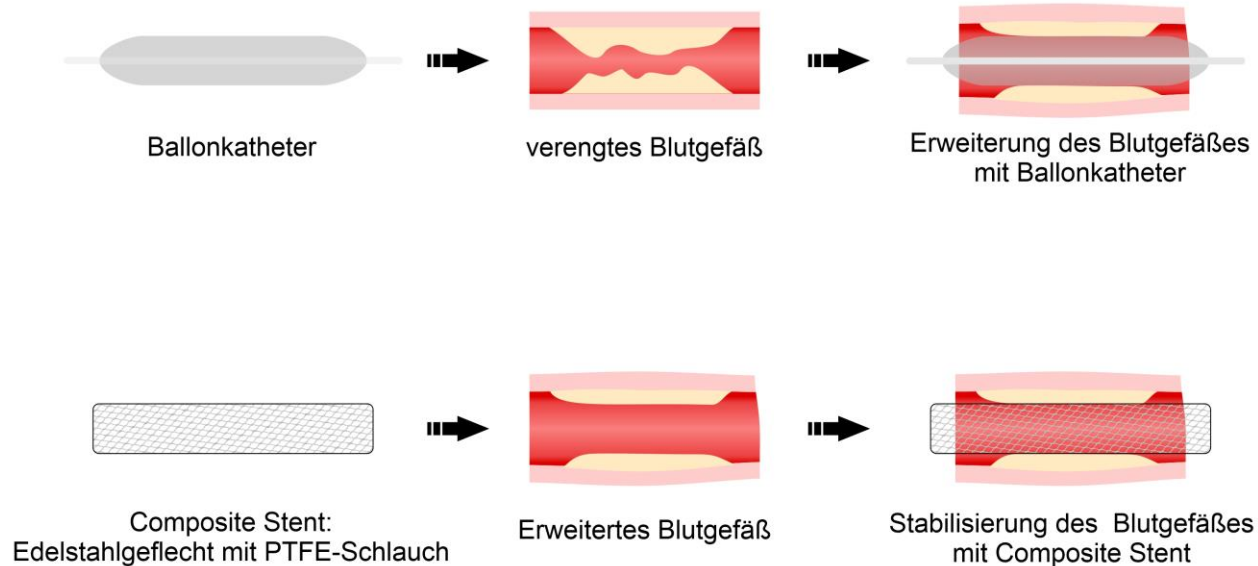
Doppelkolbenpumpe
für die Dialyse



Unterschiedliche
Materialien und
Fertigungstechnologien
bieten dem Markt
"unbegrenzte"
Lösungen

Medizinische Anwendungen am Beispiel von PTFE-Implantaten:

Stabilisierung verengter Blutgefäße durch Einsatz von „Stents“ aus Metallgeflecht plus PTFE-Schlauch-Überzug



Vorteile:

- Dank der Beständigkeit von PTFE („Persistenz“) ist die heilende Wirkung von langer Dauer
- Die vorbereitende Aufweitung verengter Blutgefäße durch Ballonkatheder kann mittels Zugang durch das Blutgefäß ‚von Innen‘ erfolgen. Aufwändige bzw. risikoreiche Operationen werden dadurch überflüssig.
- PTFE ist ein unpolarer Werkstoff mit geringer Anhaftungstendenz: deshalb keine Gefahr von Thrombosen

Regulierungs-Updates - Vereinigte Staaten

U.S. Senatsausschuss für Umwelt und öffentliche Arbeiten

- Im Juli 2023 veröffentlichte der Senatsausschuss für Umwelt und öffentliche Arbeiten (EPW) den Entwurf eines parteiübergreifenden PFAS-Gesetzes zur Eindämmung und Sanierung von PFAS-Kontaminationen, und der Energie- und Handelsausschuss des Repräsentantenhauses befasst sich weiterhin mit den aktuellen Regulierungsmaßnahmen und möglichen Gesetzen zur Bekämpfung von PFAS.
- **Definition von PFAS**, wie im EPW-Gesetzentwurf erwähnt:
 - Der Begriff "Perfluoralkyl- oder Polyfluoralkylstoff" bedeutet
 - **(i) eine nicht-polymere Perfluoralkyl- oder Polyfluoralkylsubstanz**; und
 - **(ii) ein Polymer mit fluorierten Seitenketten, das zu einer Gruppe von Chemikalien gehört, die mindestens 2 vollständig fluorierte Kohlenstoffatome enthalten**
- **Fluorpolymere sind in dieser Definition ausgenommen!**

Regulierungs Updates - Vereinigtes Königreich

- Im April 2023: UK REACH veröffentlicht eine Analyse der regulatorischen Managementoptionen (RMOA) für PFAS
- Die Gruppe der PFAS wird in zwei Hauptkategorien unterteilt: nicht-polymere und polymere PFAS
- Fluorpolymere und Fluorelastomere werden separat unter polymere PFAS zusammengefasst.
- **Fluorpolymere fallen unter die Gruppe mit geringer Gefahr und sind daher ausgenommen.**
- PFAS-Beschränkungen im Rahmen der britischen REACH-Verordnung müssen nicht für Gruppen mit geringer Gefahr oder Verwendungen mit geringem Risiko gelten. Zum Beispiel: Fluorkunststoffe oder Fluorelastomere (Gruppen mit geringer Gefahr)
- [UK REACH: Analyse der regulatorischen Managementoptionen \(RMOA\) \(hse.gov.uk\)](https://www.hse.gov.uk/reach/rmoa/)

Aktualisierungen der Rechtsvorschriften - China, Japan

Japan

- Perfluorooctansäure (PFOA) und ihre Salze: Eingestuft als spezifizierte chemische Stoffe der Klasse I und Verbot ihrer Herstellung, Einfuhr und Verwendung.

China

- Das Ministerium für Ökologie und Umwelt hat eine Liste mit neuen Schadstoffen veröffentlicht, deren Herstellung, Verarbeitung und Verwendung ab März 2023 verboten sind.
 1. Perfluorooctansulfonsäure und ihre Salze sowie Perfluorooctansulfonylfluorid (PFOS-Klasse)
 2. Perfluorooctansäure und ihre Salze und verwandte Verbindungen (PFOA-Klasse)
 3. Perfluorhexylsulfonsäure und ihre Salze und verwandte Verbindungen (PFHxS-Klasse)

Polymere PFAS werden sowohl von China als auch von Japan in den aktuellen Rechtsvorschriften nicht erwähnt!

Europäische Union

Vorschlag zur Beschränkung von PFAS

- Status - Öffentliche Konsultation der ECHA wurde am 25. September 2023 beendet
- Es sind ca. 5.600 Einsendungen eingegangen
- Erstmals Beratungen des Ausschusses für Risikobewertung (RAC) am 23. und 24. August 2023
- **Weitgehende Übereinstimmung, dass Fluorpolymere wenig bedenkliche Polymere sind**
- **Verbleibende Bedenken** im Zusammenhang mit dem Lebenszyklus von Fluorpolymeren - **Herstellung und dem Ende der Lebensdauer ('EOL')**
- Angeforderte Informationen über PFAS-Emissionen während ihres Lebenszyklus
- Sichere Gestaltung des End-of-Life-Szenarios für Fluorpolymere
 - Verbrennung bei 860 °C / 2 sec bzw. 1100 °C / 2 sec ist als sicheres Verfahren anerkannt
 - Das UpCycling-Verfahren, ein chemisches Recycling 'zurück zu den Monomeren', senkt den Carbon-Footprint signifikant und schont die endliche Ressource Flussspat, CaF_2

Bundesrepublik Deutschland

Pressemitteilung aus dem Bundeskanzleramt vom Chemiegipfel am 27.09.2023:

..... die Bundesregierung setzt sich dafür ein, dass:

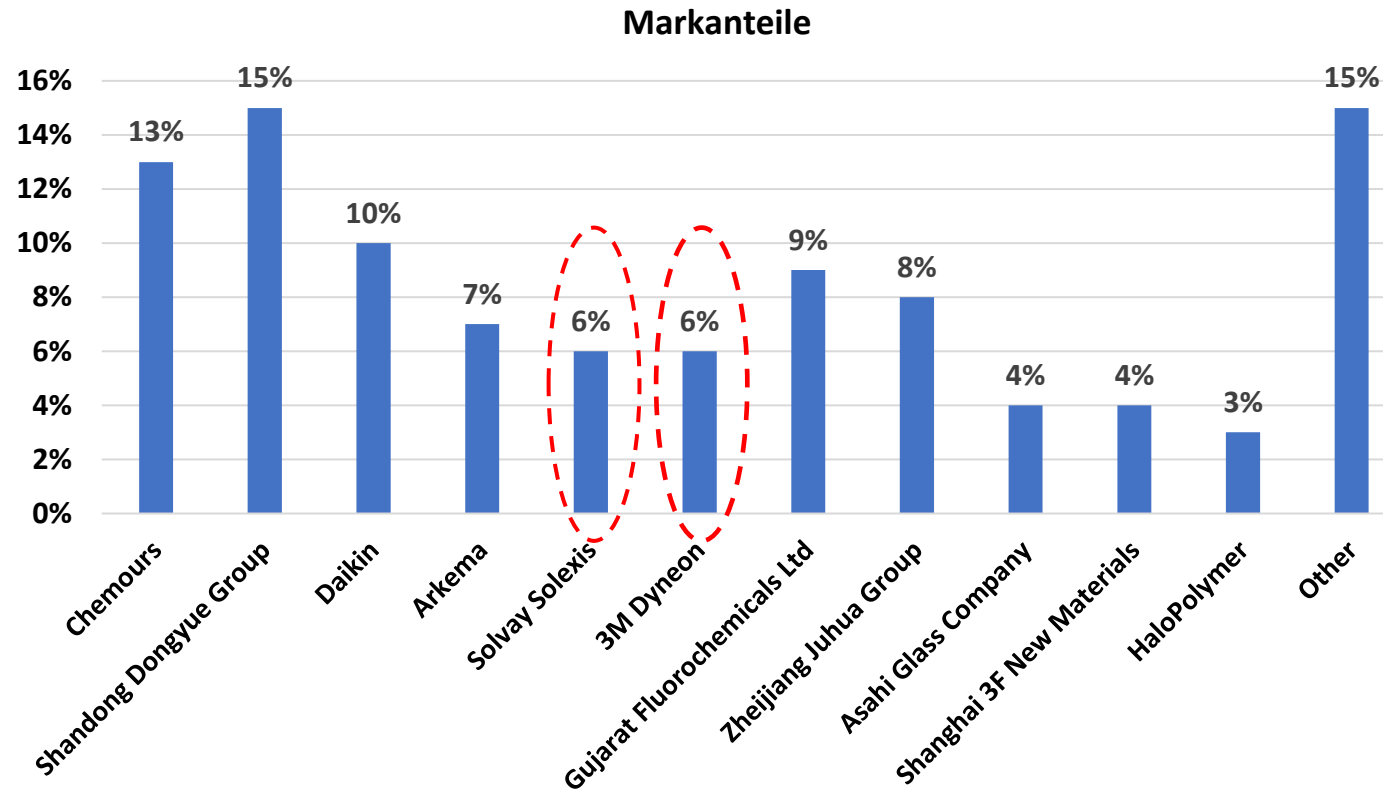
- der Maßstab der EU für REACH-Stoffbeschränkungen risikobasiert bleibt.
- Pauschale, undifferenzierte Verbote ganzer Stoffklassen sind nach Ansicht der Bundesregierung nicht vom bestehenden europäischen Rechtsrahmen gedeckt und sind nach dem aktuellen Vorschlag der deutschen und weiterer Fachbehörden auch nicht vorgesehen.
- Ein Totalverbot von PFAS ist insofern nicht geplant und würde von der Bundesregierung auch nicht unterstützt.
- Dabei soll es nach Auffassung der Bundesregierung dauerhaft bleiben, insbesondere im Rahmen der Diskussionen um die europäische Chemikalienstrategie und REACH.

- Um negative Auswirkungen von Stoffen auf Umwelt und Gesundheit und zunehmende Abhängigkeiten von außereuropäischen Anbietern so weit wie möglich zu vermeiden sowie zugleich die Transformationsfähigkeit der Industrie weiter zu verbessern, muss auch die Forschung nach Alternativen entschieden vorangetrieben werden.

BRD:

Auswirkungen des PFAS-Beschränkungsprozesses auf die Wirtschaft:

Übersicht über die **Hersteller der Fluorpolymeren**, führende Hersteller weltweit:



Weitere
Informationen zu
Dyneon und Solvay
siehe Folgeseite

BRD:

Auswirkungen des PFAS-Beschränkungsprozesses auf die Industrie: ***Ausstiegsszenarien für Europa***

Dyneon GmbH:

- 3M, USA, Eigentümer der Dyneon GmbH am Standort Gendorf, Oberbayern, hat den Ausstieg aus der Produktion von PFAS für 2025 bekanntgegeben. Dies schließt die Produktion von Fluorpolymeren mit ein.
- Hintergrund für diese Entscheidungen dürften Zahlungen für den vorangegangenen Einsatz von insbesondere „seitenkettenfluorierten Verbindung“, also keine Fluorpolymere, gewesen sein.
- Nach Umsetzung der Ankündigung werden ca. 40% der in Europa verarbeiteten Fluorpolymere (insgesamt ca. 42.000 to/a) dem Markt nicht mehr zur Verfügung stehen.
- Die führende Technologie für den Aufbau einer Kreislaufwirtschaft bei Fluorpolymeren, gefördert durch DBU und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, das sog. ‚UpCycling-Verfahren‘ mit einer 500 to/a Pilotanlage am Standort Gendorf, wird damit voraussichtlich nicht mehr unmittelbar für die Markteinführung zur Verfügung stehen.

Solvay (Solexis (Italien))

- Ankündigung der Einstellung der Produktionslinien:
 - Algoflon E-PTFE, ‚Pasten-PTFE‘ und PTFE-Beschichtungsdispersionen
 - Hyflon Fluorthermoplaste

Insgesamt werden nach den angekündigten Produktionseinstellungen ca. 50% der in Europa benötigten Fluorpolymere nicht mehr zur Verfügung stehen!

BRD:

Auswirkungen des PFAS-Beschränkungsprozesses auf die Industrie: ***Sind Alternativlieferanten in Sicht?***

- Nach der Umsetzung der angekündigten Produktionseinstellungen würde die ungewünschte Abhängigkeit von Fluorpolymerherstellern aus dem Ausland zunehmen. ***Doch ist dies auch bei Fluorpolymeren der Fall?***
- Als mögliche ausländische Quellen kämen in Frage:
- USA, Fa. Chemours: Verdoppelt seine PFA HP-Produktion in 2023 um die Investitionen von Samsung in eine Chip-Fabrik in Texas zu ermöglichen. Lieferung nach Europa ist nicht vorgesehen aufgrund der Wettbewerbssituation bei Produktion von Computer-Chips.
- Indien, Fa. Gujarat Fluorochemicals GmbH (GFL): Importiert Fluorpolymere nach Europa, teilweise neue Polymerisationstechnologie (Einsatz von „NFPA“), hat jedoch noch nicht die volle Produktpalette verfügbar.
- China div. Hersteller: Belieferung von europäischen Kunden ‚volatil‘. Teilweise massive Qualitätsprobleme; keine high-tech Produkte wie PFA HP verfügbar. Bevorzugt werden aus China Fertigprodukte nach Europa geliefert, nicht ‚Rohstoffe‘, wie es die Fluorpolymeren sind.
- Russland: derzeit nicht im Fokus
- Japan: Fluorpolymerhersteller versorgen primär den eigenen Markt

Fazit:

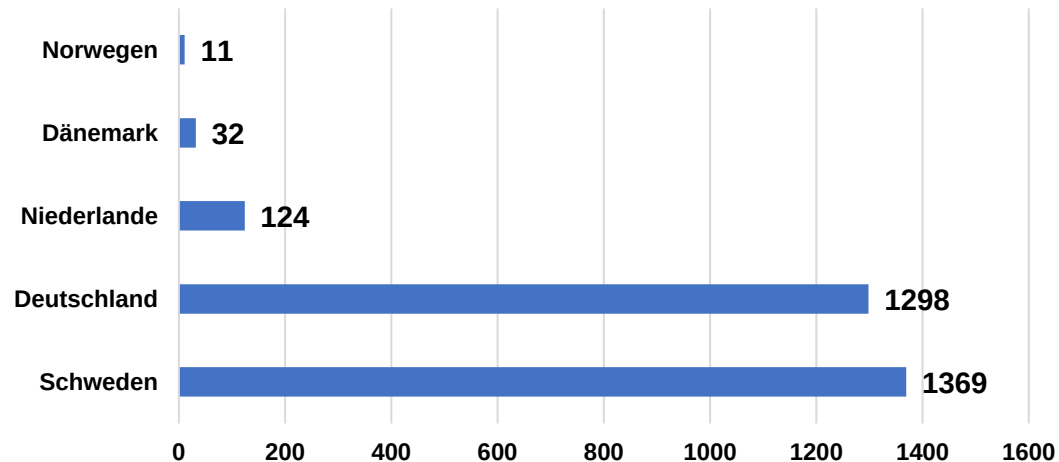
- **Alternativlieferanten für Europa sind in ausreichender Menge und Qualität nicht verfügbar!
Investitionen wie die Ansiedlung von Fa. INTEL in Magdeburg werden damit unwahrscheinlich!**

BRD:

Auswirkungen des PFAS-Beschränkungsprozesses auf die Industrie: ***Wer ist betroffen?***

- Von den fünf Ländern, die das PFAS-Beschränkungsverfahren initiiert haben: BRD, Niederlande, Dänemark, Norwegen und Schweden, weist lediglich die BRD eine umfassende Fluorpolymerverarbeitung auf.
- Dies belegen auch die Anzahl der Eingaben aus den fünf Ländern (insgesamt 5.642) im Rahmen der öffentlichen Diskussion des PFAS-Beschränkungsverfahrens im Zeitraum 22.03. – 25.09.2023 :

Eingaben im Rahmen des PFAS-Verfahrens^{*)}



^{*)}: Insgesamt 5.642 Eingaben. Als Folge der Initiative einer schwedischen NGO haben ca. 1.200 Privatpersonen aus Schweden über das Eingabeverfahren in der Mehrzahl für ein PFAS-Verbot votiert, ohne Angaben von Daten und Fakten. Es verbleiben für Schweden damit nur ca. 169 ‚reale‘ Eingaben aus der Industrie.

Im Falle einer Beschränkung der „Stoffgruppe PFAS“ wäre also im Wesentlichen die Wirtschaft in der BRD bedroht!

BRD:

Auswirkungen des PFAS-Beschränkungsprozesses auf die Industrie:

Die Auswirkungen einer Hängepartie!

Entsprechend der Planung und nach bisherigen Erfahrungen wird sich das PFAS-Beschränkungsverfahren über einen Zeitraum von bis zu fünf Jahren hinziehen:

- Die im Wesentlichen mittelständisch geprägte fluorpolymer-verarbeitende Industrie kann ein derart langes Verfahren mit unbestimmtem Ausgang nicht (ohne massiven Schaden zu nehmen) überstehen.
- Unternehmerische Entscheidungen, insbesondere über Investitionen, müssen jährlich getroffen werden
- **Deshalb fordern wir seitens pro-K eine Herausnahme der Fluorpolymeren aus dem laufenden PFAS Beschränkungsverfahren, sobald als möglich. Europa würde sich damit einem Weg anschließen, der in einer Reihe anderer Regionen schon eingeschlagen wurde.**

Umweltgerechte Produktion von PFAS im Hinblick auf den Immissionsschutz am Beispiel der Fluorpolymeren

Teil 1: **Polymerisation** und Aufarbeitung

Produktvarianten:

PTFE:

Standard: Ausschließlich TFE

Mod.: TFE + (<1gew-%) Co-Mon.

Thermoplaste:

Vollfluoriert: TFE + HFP + PPVE

Teilfluoriert: TFE + ET + VDF + CTFE + HFP
(2 oder mehr Monomere)

Elastomere: (= Kautschuk, FKM, FFKM)

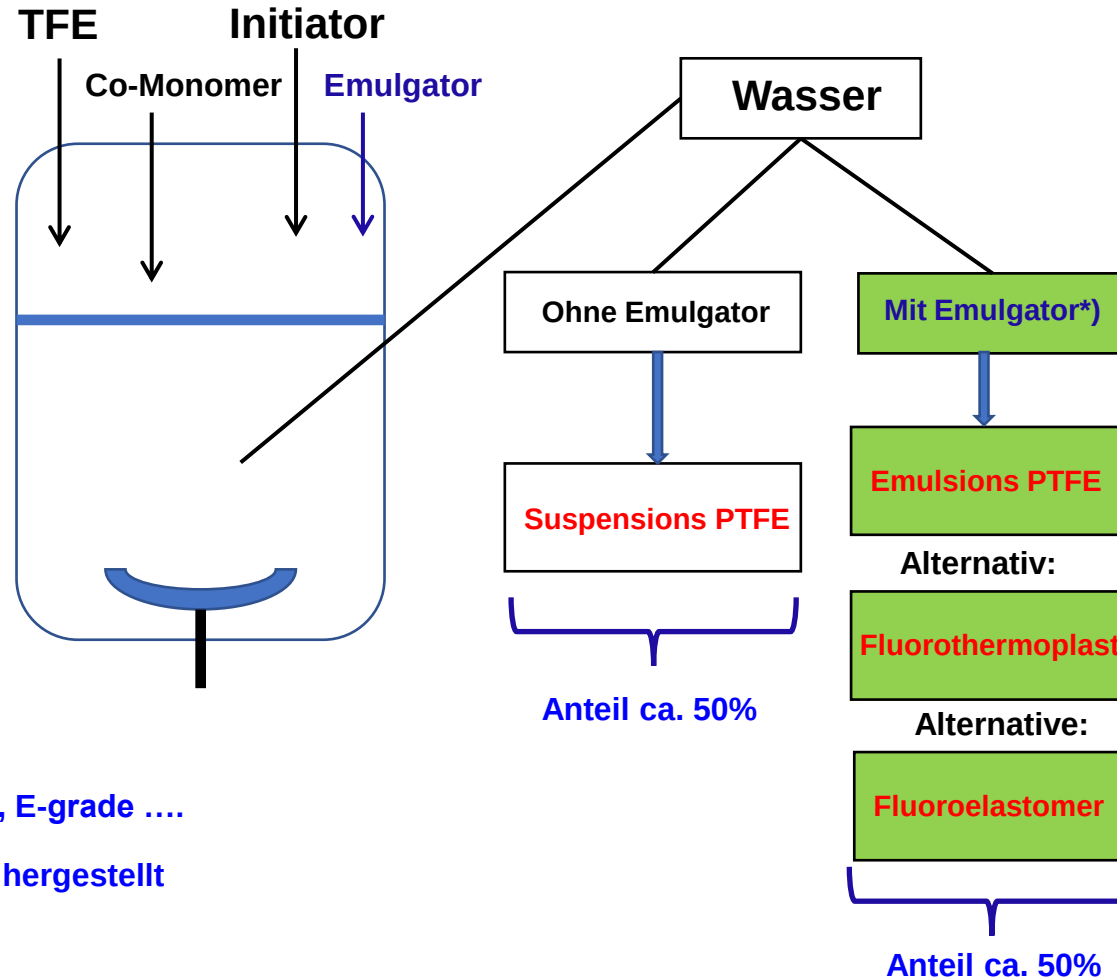
Ohne TFE : Bipolymere

Mit TFE : Terpolymere

*) Emulgator: = „nicht-polymere PFAS“

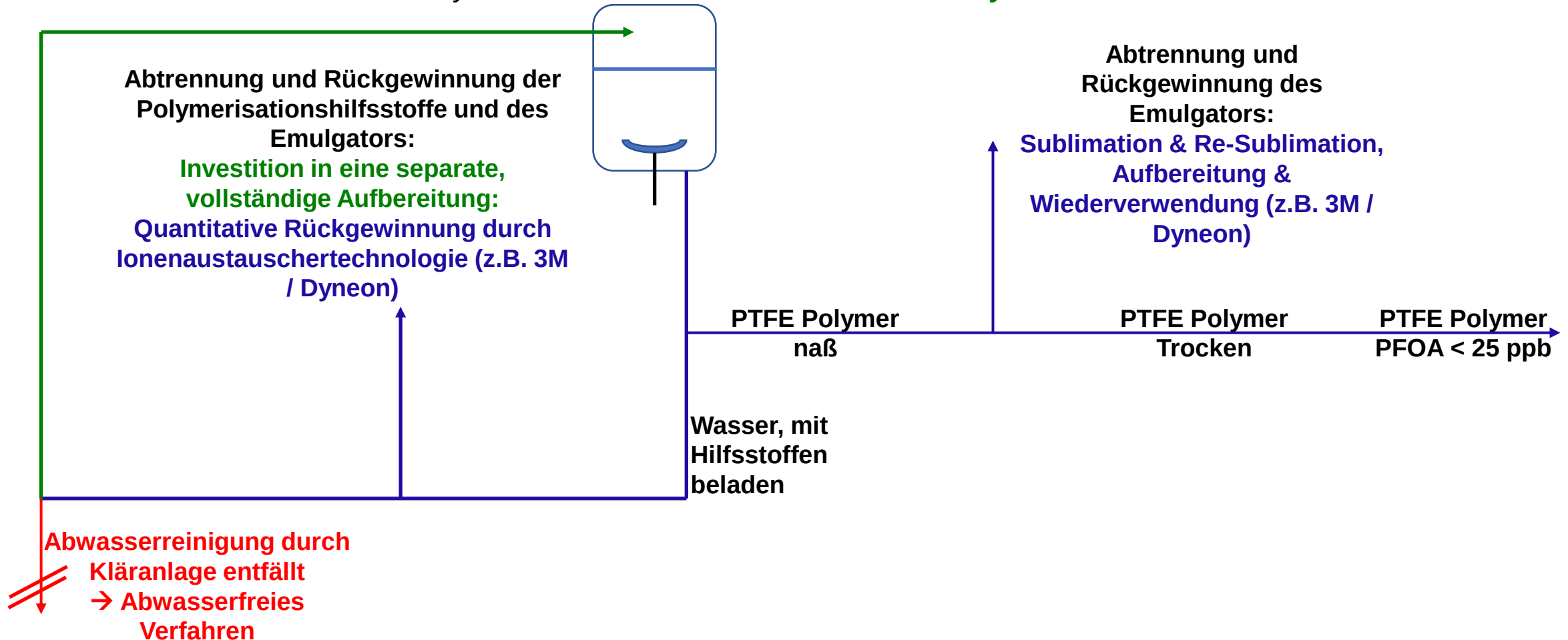
Früher PFOA / APFO; jetzt ersetzt durch ADONA™, GenX, E-grade

ca. 50% der Fluorpolymeren werden ohne Emulgatoren hergestellt



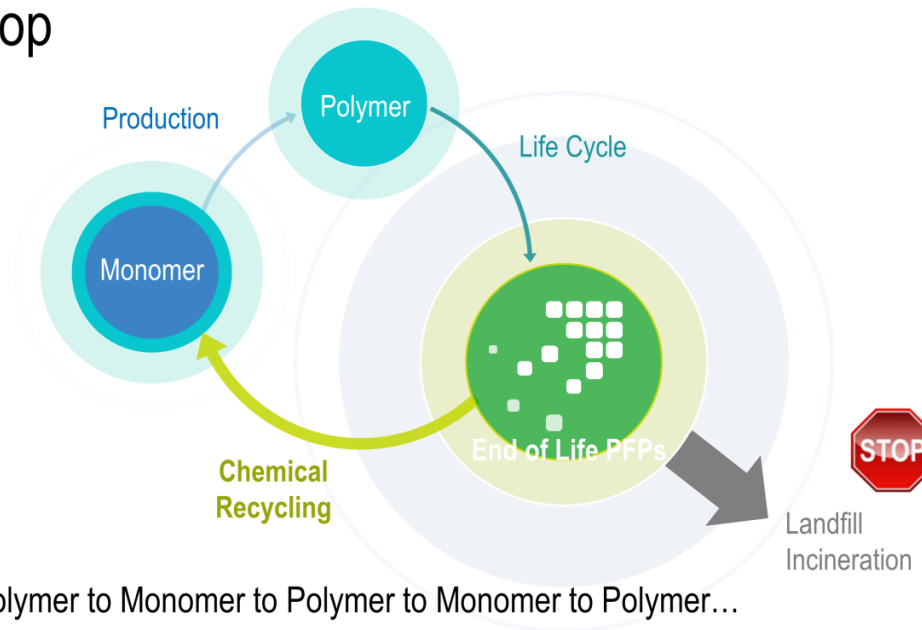
Umweltgerechte Produktion von PFAS im Hinblick auf den Immissionsschutz am Beispiel der Fluorpolymeren

Teil 4: **Kreislauffahrweise** der Polymerisationsflotte → **Emissionsfreies Polymerisationsverfahren**



Sichere Entsorgung am Ende der Lebensdauer (EOL) & Kreislaufwirtschaft, die Zukunft: UpCycling-Prozess (I)

Closing the loop



Der UpCycling-Prozess:

Nach Erreichen des End-of-Life (EOL) werden die Produkte gesammelt, thermisch in das Monomer Tetrafluorethylen (TFE) und etwas Hexafluorpropen (HFP) zersetzt, was einem "chemischen Recycling" gleichkommt, und nach der Reinigung erneut zur Polymerisation für die Herstellung neuer Fluorpolymere verwendet. Die so hergestellten Polymere unterscheiden sich in ihren Eigenschaften nicht von den Originalpolymeren. Bei dieser Art des Recyclings werden "alte Materialien" zu neuen aufgewertet, die Qualität wird im Grunde "zurück zum Original" verbessert.

Sichere Entsorgung am Ende des Lebens (EOL) und Kreislaufwirtschaft: UpCycling-Prozess (II)



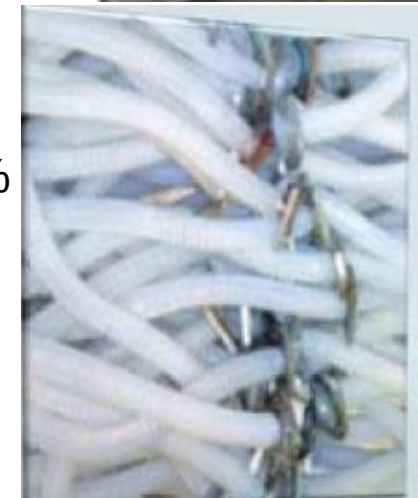
500-Tonnen-Pilotanlage am Standort
Gendorf, Oberbayern
Finanzierung:

Umweltbundesamt UBA
Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU
Circular Economy

CE:

Konzept der Kreislaufwirtschaft (CE) Europa:
Beispiel für eine 'Grüne Zukunft':

- 52.000 to Fluorpolymerbedarf (2021)
 - 42.000 to Fluorpolymer-Verarbeitung
 - 25.000 to EOL- und Produktionsabfälle
 - 500 to/a: UpCycling-Pilotanlage
 - 2.500 to/a: Gewerbliche UpCycling-Anlage
 - 4 gewerbliche Anlagen = 10.000 to
 - Grad der FP-Verwertung bei CE*) ca. 40%
- Vergleich:
- Recyclinggrad aller Kunststoffe in der EU: 14,9%



Schlussfolgerungen:

- Basierend auf einem stabilen Fundament wird erwartet, dass die Fluorpolymerindustrie ihr Wachstum weiter fortsetzt und die Grundlage für viele neue Megatrends bildet
- Aktuelle Wachstumsprognose global 2022: 320.000 to → 2025: 400.000 to)
- **Deshalb fordern wir seitens pro-K eine differenzierte, risikobasierte Bewertung der verschiedenen Untergruppen von PFAS und eine Herausnahme der Fluorpolymeren aus dem PFAS-Regulierungsverfahren. Fluorpolymere sind als sichere Produkte („PLC“) eingestuft!**
 - Ziele des EU-Green Deal können nur mit Fluorpolymeren erreicht werden
 - Globales Wachstum in einer breiten Palette von Märkten und Anwendungen
 - Angetrieben von den Innovationen der Menschen → Neue Megatrends
 - Wachstum auf einem überproportionalen Niveau in den kommenden Jahren (BIP oder höher)
- **Soll sich Europa davon selbst ausschließen?**
- **Nachhaltiges Ressourcenmanagement:
Die Notwendigkeit der Kreislaufwirtschaft ist gegeben
und sie kann umgesetzt werden**

