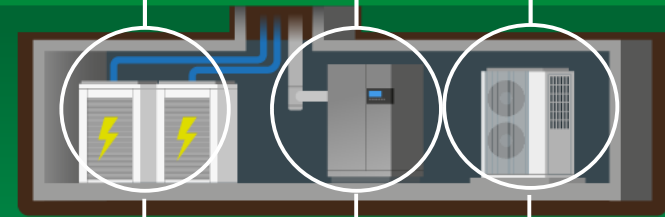
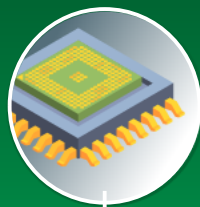
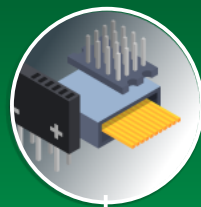
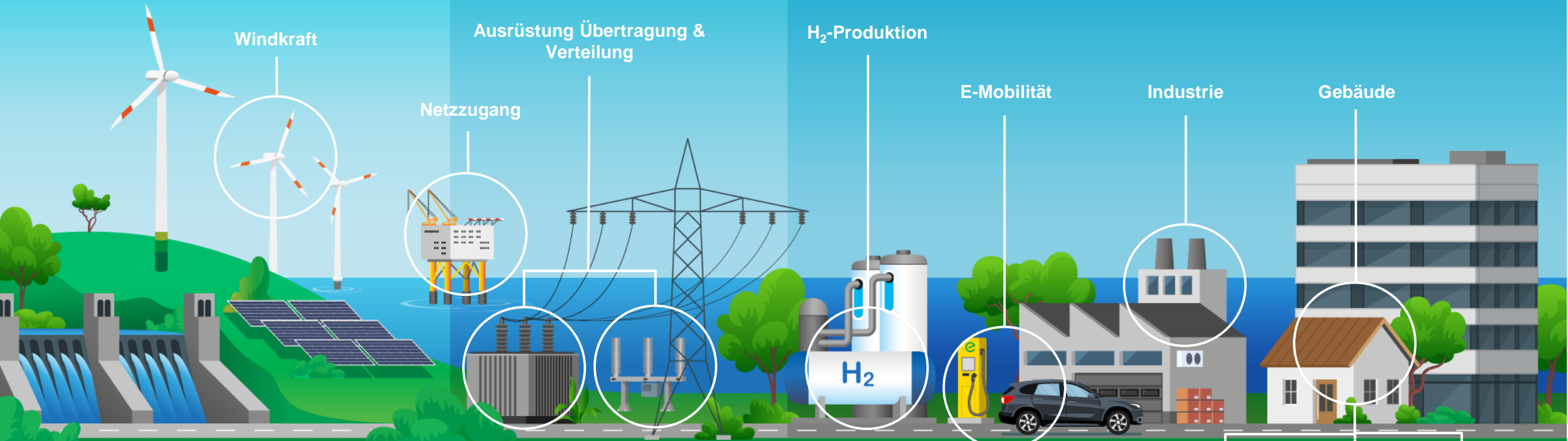


# PFAS in der Automobilindustrie

## Erzeugung

## Verteilung

## Nutzung



Pumpen      Elektrische Kontakte      Halbleiter      Elektrischer Antrieb

Speicherung elektrischer Energie      Brennstoffzelle      Wärmepumpe

Querschnittstechnologien

# Beispiele für PFAS-Anwendungen im Fahrzeug

## Elastomere

- Dichtungen
- Schläuche
- Membranen

## Schmierstoffe

- Lenksäule
- E-Parkbremse
- Aktuatoren

## Reifen

- Prozessmittel zur Herstellung

## Elektronik

- Hochvolt-Anwendungen
- Sensoren
- Steuergeräte
- Halbleiter

## Brennstoffzelle

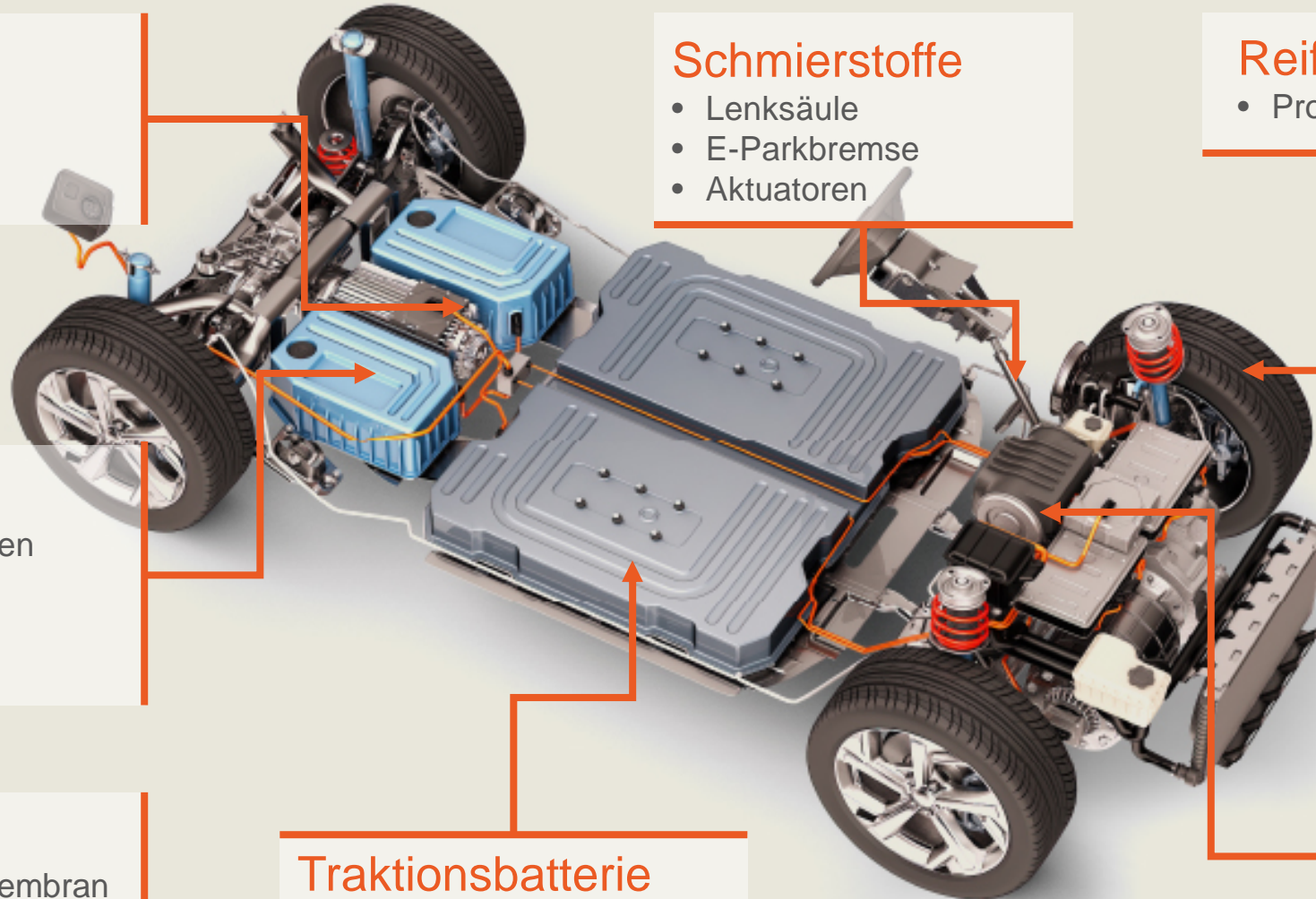
- Protonenaustauschmembran
- Elektroden
- Gasdiffusionsschicht

## Traktionsbatterie

- Binder
- Adhäsionsschicht

## Klimaanlage

- Kältemittel





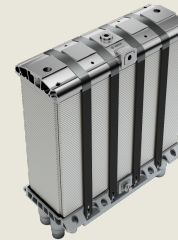
# Wasserstoff

## Brennstoffzelle & Elektrolyse

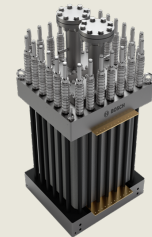
- PEM-Stacks sind das Herzstück von Brennstoffzelle und Elektrolyseurs. Stacks bestehen aus hunderten von identischen Zellen, deren Kernkomponente die Membran-Elektrodeneinheit (MEA) ist.
- PFAS-Polymere (PFSA und PTFE) in MEA sind elementar für Funktion und Haltbarkeit der Zellen.
- PEM-Brennstoffzelle und PEM-Elektrolyse ohne PFSA und PTFE derzeit und auf absehbare Zukunft nicht darstellbar.
- Ein geschlossenes Rücknahme-/Recycling-System ist bereits wegen des Platin- und Iridium-Gehalts der PEM sichergestellt.
- Emissionen in der Nutzungsphase nach aktuellem Kenntnisstand an bzw. unter der Nachweisgrenze.
- Jedes annähernd gleichwertige PFAS-freie Substitut wird wiederum persistent sein.
- Die Automobilindustrie plant signifikante Investitionen für PEM-Brennstoffzellen und -Elektrolyse mit F&E und Fertigung zu großen Teilen in Deutschland.
- PFAS-Restriktionen ohne Ausnahmen gefährden Investitionen in Deutschland und EU sowie den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft als eine Säule des EU Green Deal.

### Produkte

PEM-Brennstoffzellen Stack



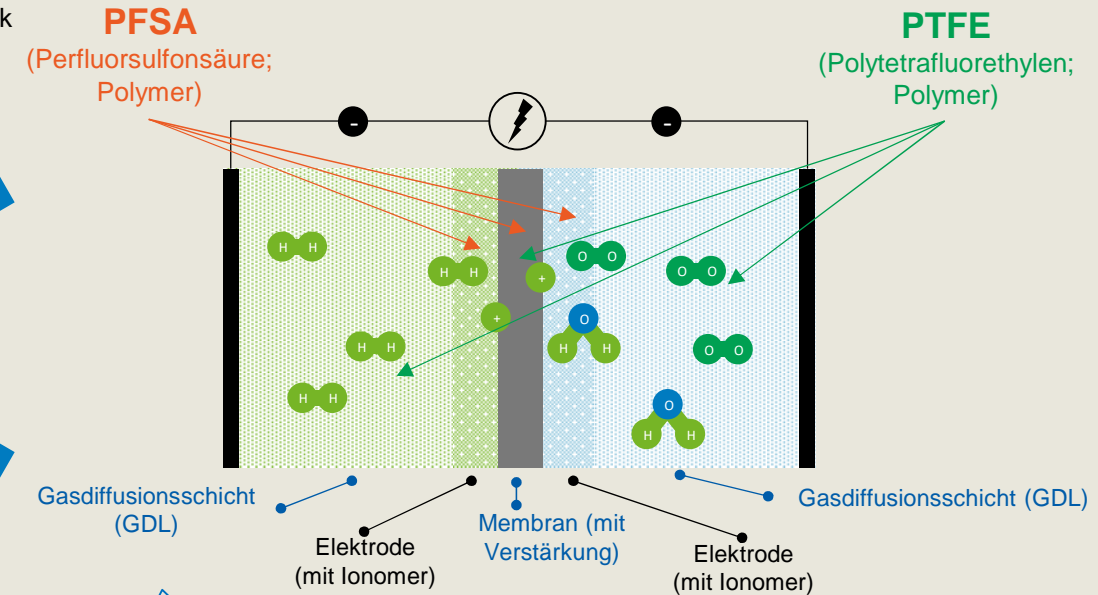
PEM-Elektrolyse Stack



Bekannte Alternativen

## Membran-Elektrodeneinheit (MEA)

schematisch



PTFE-freie GDL:  
 ✗ Performance ca. -50%

PTFE & PFSA-freie Membran:  
 ✗ Performance ca. -30%  
 ✗ Lebensdauer ↓

PFSA-freie Elektrode:  
 ✗ Performance ca. -60%  
 ✗ Nur bis TRL3

Material	Eigenschaft	Alternativen
<b>PFSA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protonenleitung</li> <li>• Geringe Schwellung durch Wasser</li> <li>• Chemische Stabilität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektroden (Ionomer): keine PFSA-freien kommerziell verfügbar</li> </ul>
<b>PTFE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Stabilität</li> <li>• Chemische Stabilität</li> <li>• Hydrophobizität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GDL &amp; Membran: Alternativen unwirtschaftlich aufgrund Performance- &amp; Lebensdauernachteilen und geringer Reife</li> </ul>



# E-Mobilität

## Lithium-Ionen Batterie

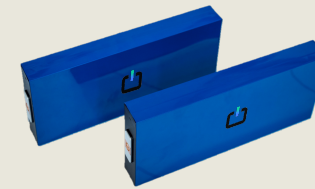
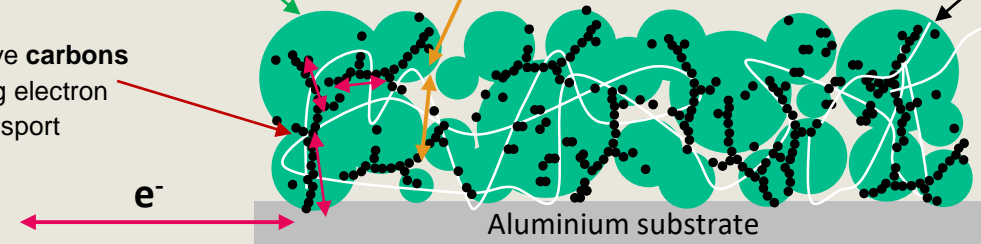
- Die Automobilindustrie investiert zurzeit massiv in die Produktion und F&E von Batterien in Deutschland und Europa, um Abhängigkeiten vor allem aus Asien zu vermindern.
- Die Kathode einer Batteriezelle wird mit einem Metallpulver (NMC, LFP) unter Vermittlung eines Binders hergestellt. Alle heute in der Serienproduktion verwendeten Binder bestehen aus dem Fluorpolymer PVDF.
- Weiterhin wird PVDF als Adhäsionsschicht verwendet, um den Separator und die Elektroden zu verbinden.
- Zukünftige Trockenbeschichtungsverfahren für Elektroden ohne das Lösemittel NMP benötigen ebenfalls Fluorpolymere (z.B. PTFE).
- Li-Ionen Batterien (NMC oder LFP) ohne Fluorpolymere sind auf absehbare Zeit nicht herstellbar. Dies betrifft auch zukünftig verfügbare Feststoffbatterien.
- Ein Verbot von Fluorpolymeren zur Herstellung von Li-Ionen Batterien verhindert die erfolgreiche Einführung der Elektromobilität und damit die Erreichung der Ziele des EU GreenDeal.
- Die eingesetzten Fluorpolymere sind nicht gefährlich (low concern laut OECD) und während der Herstellungs-, Nutzungs- und Entsorgungsphase der Traktionsbatterie treten keine relevanten Emissionen auf.

**Active material (NMC or LFP)** stores / provides energy by taking up / releasing electrons and  $\text{Li}^+$  ions

Conductive **carbons** enabling electron transport

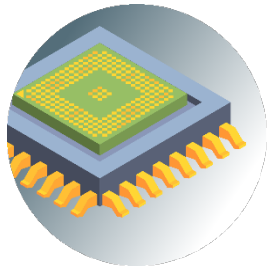
$\text{Li}^+$  ions are transported via the **electrolyte** filling the pores

The **PVDF** acts as an adhesive substance binding the electrode materials to the current collector (substrate).



Standardzellen NMC oder LFP enthalten zwischen 15 – 50 g PVDF pro kWh

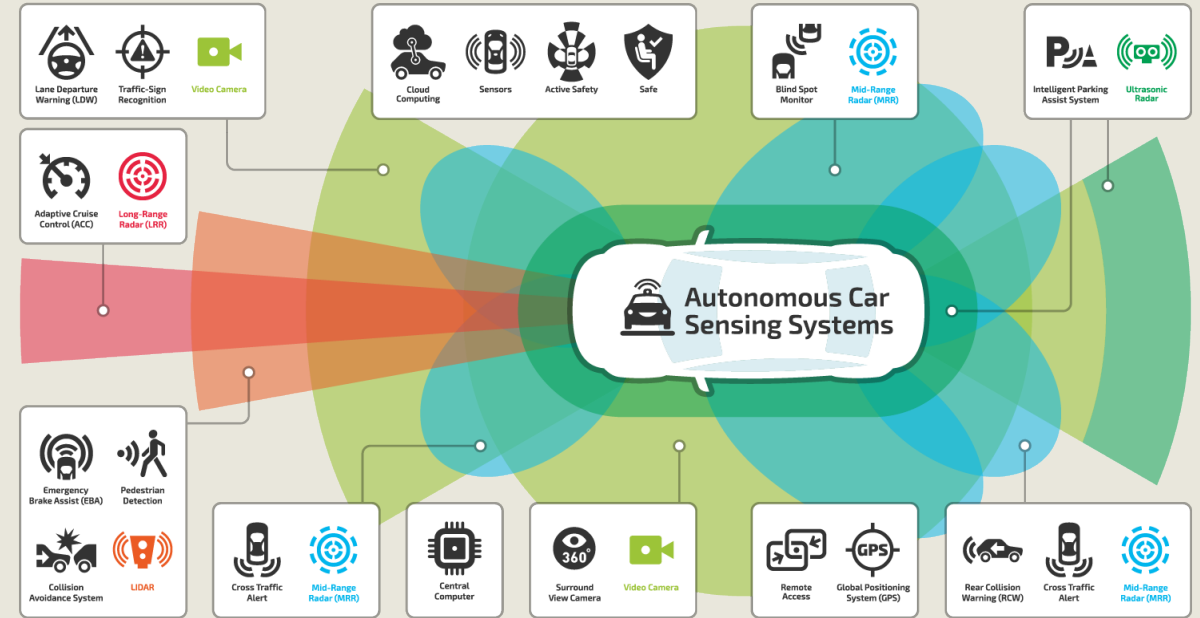
Verwendung	Einsatz von PFAS	Aktuelle Substitutionsmöglichkeit
Binder zur Herstellung der Kathode sowie Adhäsionsschicht zur Verbindung von Separator und Elektroden	<ul style="list-style-type: none"> <li>PVDF</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aktuell keine PFAS-freien Binder verfügbar. Auch Trockenbeschichtung und Feststoffbatterien benötigen PFAS.</li> <li>Für Adhäsionsschicht zukünftig ggf. Acrylatkleber verwendbar.</li> </ul>
Trockenbeschichtung von Elektroden, um auf das reproduktionstoxische Lösemittel NMP zu verzichten	<ul style="list-style-type: none"> <li>PTFE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entwicklungsstadium</li> <li>Keine PFAS-freie Alternative bekannt.</li> </ul>
Leitsalz für Polymerelektrolyte in Feststoffbatterien, potentiell höhere Leistungsfähigkeit und Sicherheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>LiTFSI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forschung- und Entwicklungsstadium</li> <li>Keine PFAS-freie Alternative</li> </ul>



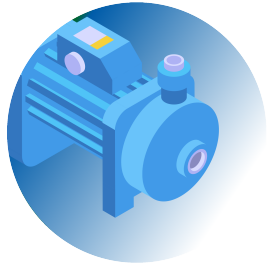
# Elektronik

- Zukunftstrends wie E-Mobilität, autonomes Fahren, Konnektivität, Multimediaanwendungen sind ohne zuverlässige und leistungsstarke Elektronik nicht umsetzbar.
- Durch Digitalisierung & effizientere Vernetzung können bis zu 60.000 Tonnen CO<sub>2</sub> in Deutschland pro Jahr eingespart werden.
- Ein modernes Auto ist ein komplexes Netzwerk auf Rädern (Steuergeräte, Sensoren, Aktoren, Kommunikationsgeräte, Kabelbaum) und die automotiv Elektronik sind letztendlich für verschiedenste Funktionen (Sicherheit, Steuerung, Assistenz, Komfort, Kommunikation etc.) unverzichtbar.
- Im Gegensatz zur Consumer-Elektronik sind aufgrund hoher Sicherheitsanforderungen und Belastungen die Anforderungen an die Automobilelektronik deutlich höher.
- Diese höchsten Anforderungen an elektronische Bauteile können nach heutigem Stand der Technik und Wissenschaft nur mit PFAS und Fluorpolymeren erreicht werden.
- Zur Gewährleistung der Wettbewerbsfähigkeit hat und tätigt die europäische Automobilindustrie enorme Aufwendungen in den Aufbau von Wafer Fabs, spezialisiert auf automotiv Halbleiter (Beispiel: Bosch in Dresden, ZF etc).
- Ein Verbot von PFAS und Fluorpolymeren hätte nicht abschätzbare sozio-ökonomische und umweltschädigende Auswirkungen. Die Ziele des GREEN DEALS, des EUROPEAN CHIPS ACT und der Transformation der Automobilindustrie wären nicht erreichbar.

# Anwendungen automotiver Sensorik



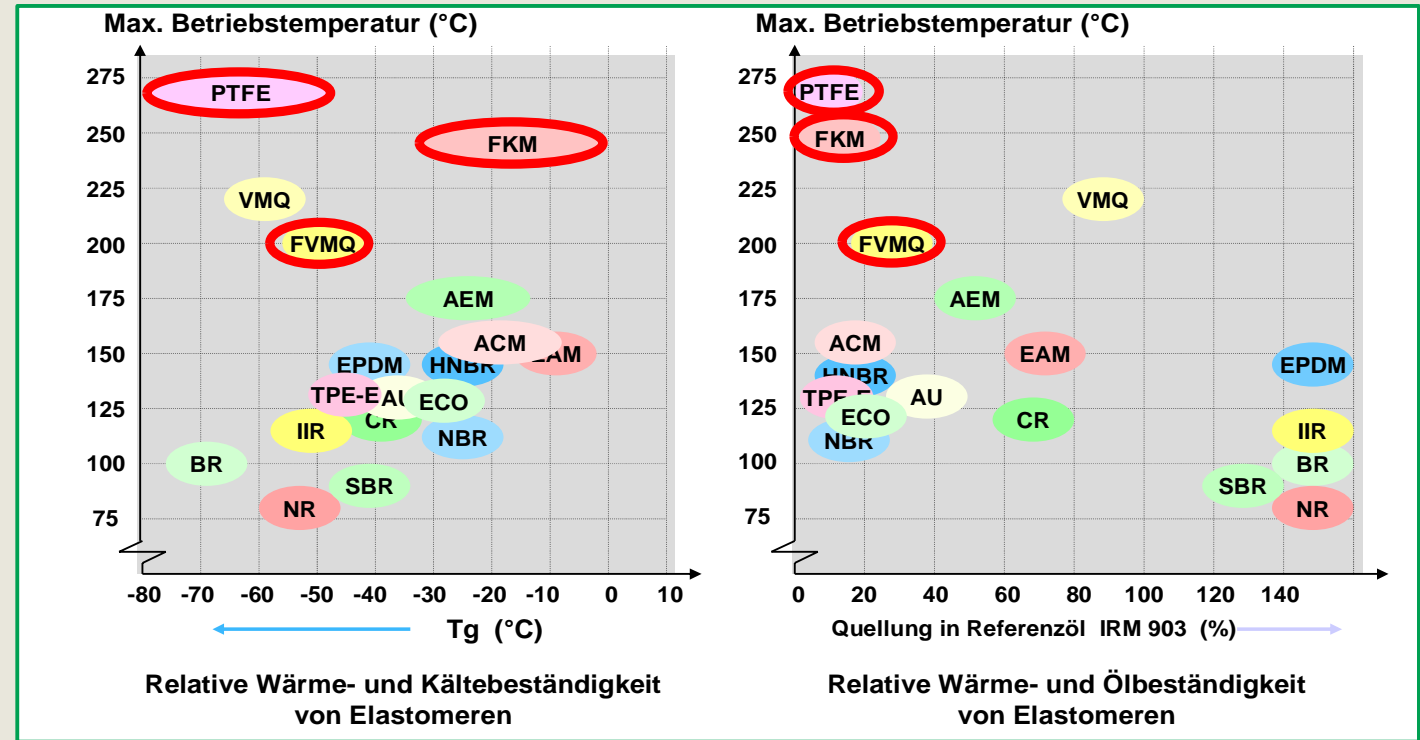
Material	Anwendungen in	Alternativen
PTFE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochfrequenzfunk- und Radaranwendungen (ADAS): PTFE-Kerne in Leiterplatten (PCB)</li> <li>• Aluminium-Elektrolytkondensatorkapselung</li> <li>• Folienkondensatoren</li> <li>• Spulen</li> <li>• SMD-Steckverbindern (Isolator)</li> <li>• Dioden</li> <li>• Schaltern (Folie)</li> <li>• Kabelbaum</li> </ul>	Keine Alternativen nach aktuellem Stand der Technik, Forschung und Entwicklung möglich.
ETFE, FEP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermistoren (schützen Rohre und Anschlussdrähte)</li> </ul>	Bei der Entwicklung von Alternativen (wenn überhaupt machbar) ist mit 13,5 bis zu 25 Jahren (worst case bei Halbleitern) zu rechnen.
Nichtpolymere PFAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleiter (essentiell zur Herstellung/Nasschemie, Fotolithographie, Maschinen und Produktionsanlagen, Kühlmittel usw.)</li> </ul>	



## Schläuche & Dichtungen

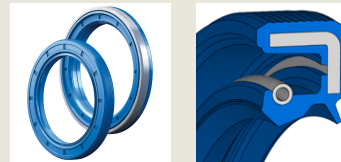
- Fluorelastomere und PTFE werden in anspruchsvollen Dichtungs- und Schlauchanwendungen verwendet, weil bei hohen Temperaturen und im Kontakt mit aggressiven Medien andere Werkstoffe nicht beständig sind.
  - Ersatz durch andere Polymerklassen geht deshalb stets mit einem Leistungsverlust und einer deutlichen Reduzierung der Lebensdauer der jeweiligen Komponente einher.
  - Vorzeitiger Komponentenausfall führt zu Undichtigkeiten und damit verbundenen Emissionen der jeweiligen Flüssigkeiten in die Umwelt → bis zu schweren Einbußen der Sicherheit.
  - Wenn eine Dichtung oder ein Schlauch versagt, besteht oft ein hohes Risiko schwerer Schäden an Motor, Getriebe oder Kraftstoffsystem → bis zum Totalschaden.
  - Einige Anwendungen werden mit dem Verbrennungsmotor verschwinden – andere werden auch in alternativen Antriebstechnologien benötigt oder dafür gerade neu entwickelt.
- Ohne Fluorelastomere und PTFE ist keine sichere, zuverlässige und emissionsarme Mobilität möglich

## Was macht Fluorelastomere und PTFE besonders?



## Produktbeispiele

Radialwellendichtring



Temperaturstabil  
Beständig gegen Hochleistungsschmierstoffe und Säuren  
Verschleißfest  
Geringe Reibung, langlebig

O-Ring



Temperaturstabil  
Hochmedienbeständig  
Langlebig  
Korrosionsbeständig  
Permeationsdicht


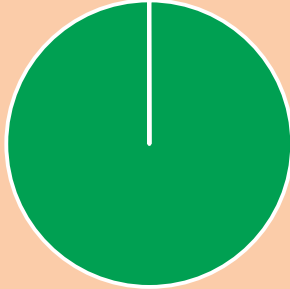
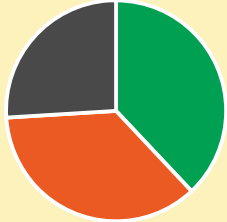
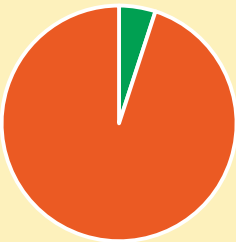
Kraftstoffschlauch



Beständig gegen Kraftstoffe  
Langlebig  
Permeationsdicht (emissionsarm)

# Automotive Anwendungen von Fluorpolymeren\*

## Vorschlag VDA zum Beschränkungstext

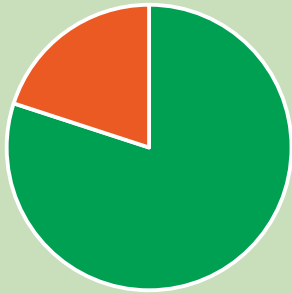
Zukünftige Entwicklungen	Aktuelle Produktion	Fahrzeuge im Bestand	
<p>5.ff. product and process orientated re-research and development 5.ff PFAS that represent new technologies with significant benefits if it can be demonstrated that no substitute is available and that the risk to human health and the environment is manageable <b>NEU</b></p>	<p><b>Anteil der Komponenten mit Fluorpolymeren im Fahrzeug</b></p>  <p><b>Gewichtsanteil Fluorpolymere im Fahrzeug</b></p>  <p>■ Ohne Fluorpolymere ■ Mit Fluorpolymer ■ Andere Materialien ■ Fluorpolymere</p>	<p><b>Anteil Inverkehrbringer von Gebrauchtfahrzeugen</b></p>  <p>■ Markenhersteller ■ Gebrauchtwagenhändler ■ Privatpersonen</p>	<p><b>Anteil wiederaufbereitete Komponenten bei Ersatzteilen</b></p>  <p>■ REMAN Teile ■ Ersatzteile</p>
Entwicklungsphase	Herstellungphase		Teileversorgungsphase
<p>in accordance with the requirements for the authorisation of substances. This exemption shall be reviewed and assessed by the Commission no later than 13.5 years after EiT</p>	<p>6.o. applications affecting the proper functioning or safety of transport vehicles, or affecting the safety of operators, passengers, or goods. <b>This exemption shall apply perpetually but maybe reviewed and reassessed by the Commission no later than 13.5 years after EiT.</b> <b>ANGEPASST</b></p>		<p>5.xy. transport vehicles already placed on the market for the first time <b>NEU</b></p> <p>5.xy. spare parts and remanufactured parts, whenever placed on the market, for use in the maintenance and repair of transport vehicles already placed on the market for the first time <b>NEU</b></p>
<p>→ Review s. nächste Folie</p> <p>Auch relevant für sämtliche Produktionsanlagen</p>			

\* Daten aus der VDA Einreichung zur öffentlichen Konsultation des PFAS Beschränkungsvorschlags 8/2023

# Wenn keine generelle Ausnahme von Fluoropolymeren, dann ist ein Review-Prozesses notwendig

## Ausgangssituation

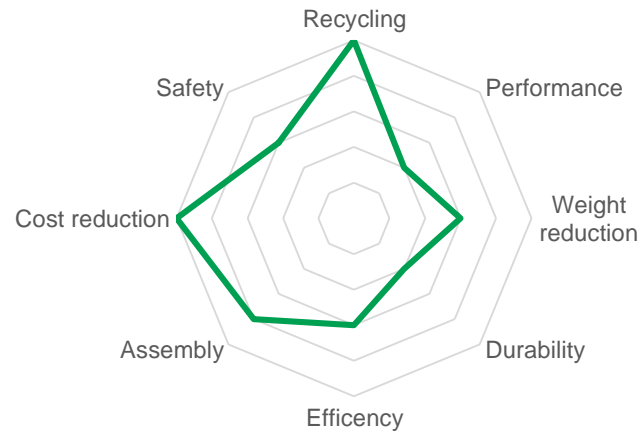
Anteil der Komponenten mit Fluoropolymeren im Fahrzeug



■ Ohne Fluoropolymere ■ Mit Fluoropolymer

15-20% aller Bauteile im Auto mit geringem Anteil an Fluoropolymeren, teilweise mit spezifischen Funktionen

## Produktentwicklung



Neben gesetzlichen Anforderungen auch Anforderung an Qualität, Komfort, Haltbarkeit, Funktionstüchtigkeit u.v.m.

Austausch der Materialien ohne Verlust von Leistungsfähigkeit und Haltbarkeit ist langwierig oder unmöglich, da bis heute keine entsprechenden Materialien auf dem Markt verfügbar sind

## Review-Prozess

Prüfen (review) der Ausnahmen nach 13.5 Jahren (basierend auf COM/2021/219 final) zusammen mit der Automobilindustrie

Folgende Anwendungen sollen dabei einem Review-Prozess unterzogen werden (anstelle eines fixen Auslaufdatums):

- Lithium-Ionen-Batterien
- Brennstoffzelle
- Elektrische und elektronische Komponenten
- Technische Textilien
- Dichtungen und Schläuche
- Schmiermittel
- Kfz-Ventile auf Basis von PTFE-Membranen
- Fertigung

**Beispiel: Eintrag 68 PFCA, Punkt 11 REACH Annex XVII**

„(...) The Commission shall review this derogation no later than 25 August 2024.“

Die Automobilindustrie plädiert für eine **harmonisierte Regulierung auf dem EU-Binnenmarkt, die einen regulativen Flickenteppich auf Mitgliedsstaatenebene vermeidet**. Die Regulierung sollte einen **verantwortungsvollen und risikobasierten Umgang mit PFAS** ermöglichen. Es werden die folgenden fünf Schritte als stufenweises Vorgehen vorgeschlagen:

1. **Phase-out-Roadmap:** PFAS, von denen möglicherweise hohe Risiken für Mensch und Umwelt ausgehen und für die heute Ersatzstoffe mit vergleichbaren Eigenschaften verfügbar sind, können und sollten kontinuierlich substituiert werden. Dies ist bereits aktuelle Praxis. Vorlaufzeiten für Umgestaltungen und Neuentwicklungen sollten dabei berücksichtigt werden.
2. **Review-Prozess:** PFAS, die noch nicht ersetzt werden können, da noch kein adäquater Stand der Technik oder Technologie vorhanden ist, sollten regelmäßig im Rahmen eines vom Gesetzgeber definierten Verfahren überprüft werden. Dies wird beispielsweise im Rahmen der Altauto-Richtlinie mit Schwermetallen wie Blei erfolgreich durchgeführt.
3. **Ausnahme für Fluorpolymere:** Fluorpolymere, die nach OECD als „low-concern“ eingestuft sind, sollten von der Beschränkung vollständig ausgenommen werden. Für die Erfüllung des European Green Deals sind diese erforderlich (z.B. in Lithium-Ionen-Akkumulatoren, Brennstoffzellen und der Elektro- und Elektronikindustrie) oder werden in bestehenden Antriebstechnologien verwendet.
4. **Ausnahme für Ersatzteile sowie wiederaufbereitete Teile:** Eine Ausnahme für Ersatzteile nach dem Grundsatz „Repair as produced“-Prinzip, das in der Europäischen Union weithin akzeptiert ist, und die Möglichkeit der Wiedervermarktung von gebrauchten Fahrzeugen, Maschinen und deren Teilen ist im Hinblick auf die europäische Abfallhierarchie von entscheidender Bedeutung.
5. **Offenheit für Innovationen:** Innerhalb eines definierten Prozesses soll die Nutzung von PFAS in zukünftigen Technologien und Anwendungen ermöglicht werden, wenn sie für die Gesellschaft essenziell ist und Risiken angemessen beherrscht werden können.