

Position

PFAS in Zukunftstechnologien der Automobilindustrie



#wirsindbereit

Berlin, Juli 2021

Allgemein

Im Verband der Automobilindustrie (VDA) haben sich über 600 Unternehmen der Branche – Hersteller von Kraftfahrzeugen und deren Motoren, Anhänger, Aufbauten und Container sowie Kraftfahrzeugteile und Zubehör – in Deutschland zusammengeschlossen, die als umsatzstärkste deutsche Industriebranche 2019 über 435 Mrd. Euro erwirtschaftete und mit rund 833.000 Mitarbeitern ca. 4,7 Mio. Pkw in Deutschland – von über 16 Mio. Pkw weltweit – hergestellt hat. Hierzu sind die von unseren Mitgliedern erzeugten Nutzfahrzeuge (Lkw und Busse) hinzuzuzählen. Gemeinsam forschen und produzieren wir für eine saubere, sichere und nachhaltige Mobilität der Zukunft.

In Deutschland wird noch immer ein Großteil der Fahrzeuge produziert, auch wenn die Auslandsproduktion weitaus dynamischer wächst. Weitere, vermeidbare Belastungen der deutschen Wettbewerbsfähigkeit sind daher dringend zu vermeiden. Dazu gehören auch regulatorische Unsicherheiten und Einschränkungen im Spektrum der benötigten Stoffe und Materialien.

Eine weitgehende Beschränkung der Stoffgruppe der per- und polyfluorierten Alkylverbindungen (engl.: per- and polyfluoroalkyl substances; Abkürzung: PFAS) mit etwa 4700 Substanzen hätte für die Automobilindustrie weitreichende Konsequenzen, die in diesem Dossier dargestellt werden.

Kernbotschaft

Für die Zukunftstechnologien der Automobilindustrie bleibt der Einsatz von PFAS essentiell, um die Ziele des European Green Deals der EU zu erreichen.

Durch den verantwortungsvollen Einsatz von PFAS in der Automobilindustrie können Emissionen von PFAS in die Umwelt während des gesamten Lebenszyklus der Fahrzeuge weitestgehend ausgeschlossen werden.

Hintergrund zu PFAS

Aufgrund ihres einzigartigen Eigenschaftsprofils werden PFAS heute in einer Vielzahl industrieller Produkte und Konsumgüter verwendet, oftmals wegen ihrer hohen thermischen und chemischen Beständigkeit, der Tatsache, dass sie eine sehr niedrige Oberflächenspannung besitzen und damit gleichzeitig wasser- und ölabweisend sind, sowie in Polymerform eine hohe Abrieb- und Verschleißbeständigkeit aufweisen.

Langkettige PFAS-Verbindungen sind aufgrund Ihrer Persistenz und Bioakkumulation kritisch. In der Vergangenheit wurden diese jedoch bereits durch kurzkettige, unkritischere PFAS-Verbindungen ersetzt.

Die EU-Kommission schlägt in der 2020 beschlossenen Nachhaltigkeitsstrategie für Chemikalien ein umfassendes Maßnahmenpaket zur pauschalen Regulierung von allen PFAS-Verbindungen vor, egal ob kritische oder unkritische Stoffeigenschaften vorliegen.

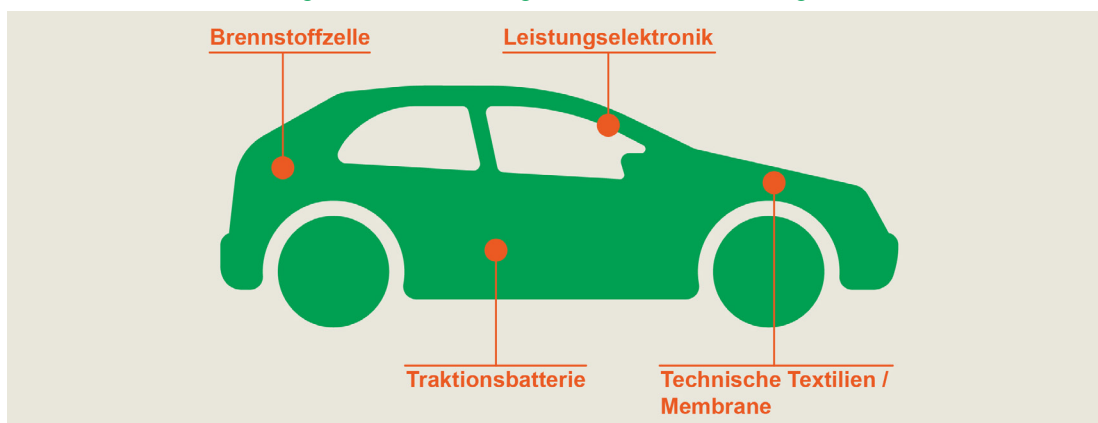
Damit soll erreicht werden, dass die Verwendung von PFAS in der EU schrittweise eingestellt wird. Ausnahmen soll es nur für essenzielle Verwendungen geben, die im Rahmen des Beschränkungsprozesses noch zu definieren sind. Grundsätzlich führt die politische Eingrenzung auf essenzielle Anwendung auch zu einer Einschränkung zukünftiger Entwicklungen. Was heute als nicht-essenziell gilt, hat auch zu einem späteren Zeitpunkt keine Chance als essenzielle Anwendung überhaupt entwickelt zu werden. Wenn die EU weiter Innovations-treiber sein will, kann ein derartiges Konzept nicht regional und zeitlich statisch sein.

Einsatz von PFAS in der Automobilindustrie

Fahrzeuge unterscheiden sich von anderen „Consumer Products“ durch ihre Komplexität und Langlebigkeit. Ein Fahrzeug besteht aus rund 5000-7000 Bauteilen und einem Mehrfachen an Subkomponenten, die hohe Anforderungen und Qualitätsansprüchen genügen müssen. Dies umfasst garantierte Fahrzeugsicherheit, Zuverlässigkeit bei großen Temperaturschwankungen, Schwerentflammbarkeit und hohe Materialbeständigkeit während des gesamten Lebenszyklus von 15-22 Jahren.

Voraussetzung hierfür ist der Einsatz fortschrittlicher Technologien und optimierter Materialien (s. Abbildung). Dabei spielt der Einsatz von PFAS aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften eine entscheidende Rolle. Ohne PFAS sind heute weder die bestehenden Fahrzeuge noch zukünftige Fahrzeugtechnologien denkbar. Ein Verbot von PFAS würde den Einsatz alternativer Antriebe und damit auch das Erreichen der Klimaschutzziele der Europäischen Union und Deutschlands für den Verkehrssektor verhindern.

PFAS sind Voraussetzung für die Einführung von Zukunftstechnologien



PFAS in der Traktionsbatterie

Traktionsbatterien für Kraftfahrzeuge müssen hohen Ansprüchen bezüglich der Lebensdauer, der Ladegeschwindigkeit, einer hohen Energiedichte und einer dauerhaften Ladekapazität genügen. Die in Lithium-Ionen Batterien eingesetzten Stoffe müssen deshalb sorgfältig ausgewählt werden, damit sie bei unterschiedlichen Außentemperaturen und hohen Strömen bzw. Energien stabil sind. Zur Erfüllung dieser Anforderungen sind Fluor-Kohlenstoffverbindungen aufgrund ihrer Stabilität unverzichtbar.

Derzeit gibt es zwei wesentliche PFAS Anwendungen in modernen Lithium-Ionen Batterien:

PVDF (Polyvinylidenfluorid) als Binder für die Beschichtung der Kathode mit Metalloxiden.

Eine Emission in die Umwelt ist ausgeschlossen, da die Herstellung der Batterien unter Reinraumbedingungen und in geschlossenen Anlagen erfolgt. Auch während der Nutzung ist eine Emission ausgeschlossen, da die Zellen gekapselt und versiegelt sind. Zum Recycling werden die Zellen geschreddert und die Metalloxide hydrometallurgisch zurückgewonnen. Das PVDF wird hierbei vollständig zersetzt und die entstehenden Fluorverbindungen über Gaswäscher entfernt.

Um zukünftig bei der Beschichtung auf das reproduktionstoxische Lösemittel N-Methyl-2-pyrrolidon (NMP) verzichten zu können, sind andere perfluorierte Kohlenstoffverbindungen wie PTFE (Polytetrafluorethylen; allgemein bekannt als Teflon TM) in der Erprobung.

Fluor-organische Additive im Elektrolyten zur Verbesserung der Lebensdauer der Batteriezelle.

Die eingesetzten Fluor-Verbindungen wie Fluorbenzol oder Fluorethylencarbonat (FEC) bilden eine Schutzschicht, die eine Reaktion von Anodenmaterial mit dem Elektrolyten verhindert.

Eine Emission in die Umwelt ist, wie oben bei PVDF beschrieben, im Normalbetrieb oder bei bestimmungsgemäßer Verwendung ausgeschlossen und beschränkt sich auf Störungen oder Unfälle. Auch die fluor-organischen Additive werden bei der Herstellung der Batteriezelle in geschlossenen Anlagen verwendet, sind in der Nutzungsphase verkapselt in der Batteriezelle und werden beim Recycling zersetzt und die entstehenden Fluorverbindungen über Gaswäscher entfernt.

Um die Leistungsfähigkeit von Lithium-Ionen Batterien zu steigern, sollen zukünftig Anoden mit höherem Siliziumgehalt eingesetzt werden, was auch einen deutlich höheren Einsatz von Fluor-Kohlenstoffverbindungen wie FEC zur Folge hat.

PFAS in der Brennstoffzelle

Eine wichtige Rolle im Antriebsmix von Fahrzeugen und für das emissionsfreie Fahren spielt in naher Zukunft auch die Brennstoffzellentechnologie.

Die Anwendungen von PFAS in Brennstoffzellen sind vielfältig, z.B. enthalten die Protonenaustauschmembran (PEM = polymer electrolyte membrane), die Elektroden, Gasdiffusionsschichten und Dichtungsmaterialien für Gas-, Wasser- und Luftwege sowie Kühlmittelkreisläufe PFAS.

Lediglich bestimmte fluorierte Ionomere haben die technologische Reife zum Einsatz als protonenleitendes Material innerhalb der sehr reaktiven Umgebung einer Brennstoffzelle. Als

Hydrophobierungsmittel und elektrochemisch stabile Bindemittel überstehen nur fluorierte Polymere wie PTFE und FEP (Perfluor(ethylen-propylen)) die sauren Bedingungen in der Nähe des Katalysators bzw. der Membran einer Brennstoffzelle. Auch Dichtungs- und Schlauchmaterialien im Umfeld der Brennstoffzelle müssen chemisch, mechanisch und thermisch sehr stabil sein und bestehen deshalb aus PTFE, FEP oder Fluorelastomeren (FKM).

Eine Nutzung der Brennstoffzelle in einem Fahrzeug setzt auch voraus, dass PFAS, neben der eigentlichen Brennstoffzelle, auch in allen weiteren für den Antrieb benötigten Komponenten (z.B. Speicherzelle, Elektromotor, Getriebe, Antriebsachse), als auch allen weiteren Fahrzeugkomponenten weiterhin verwendet werden können.

PFAS in der Leistungselektronik

In der Leistungselektronik werden PFAS neben Gehäusemembranen, Dichtungen und Gehäusebeschichtungen vor allem auch in der Fertigung von Flüssigkristallen und Halbleitern verwendet, die für Anwendungen der Elektromobilität wie des automatisierten und vernetzten Fahrens unverzichtbar sind.

Bei der Herstellung von Halbleitern werden kurzkettige PFAS auf Grund der hohen technischen Funktionalität und der chemischen Eigenschaften im zentralen Fotolithografieprozess eingesetzt. Dabei werden PFAS-haltige Spezialformulierungen verwendet, um in einem repetitiven Prozessschritt die Strukturen auf den Siliziumwafern zu erzeugen. Hierbei werden die PFAS-Chemikalien in geschlossenen Systemen verwendet. Da es sich um Prozesschemikalien handelt, verbleiben keine perfluorierten Verbindungen im Endprodukt. Eine Emission in die Umwelt durch das Endprodukt kann ausgeschlossen werden. In Substitutionsversuchen mit anderen chemischen Verbindungen konnten die erforderlichen Eigenschaften perfluorierter Verbindungen bisher nicht erreicht werden.

Zusätzlich kommen PFAS aufgrund ihrer herausragenden Eigenschaften auch als Öl in Kontaktsystemen in sicherheitskritischen Sensorapplikationen zum Einsatz. Hier macht die außerordentliche Alterungsstabilität und Korrosion vermindernde Wirkung gegenüber metallischen Kontaktflächen in Verbindung mit der hohen Kompatibilität mit anderen Werkstoffen (z.B. Thermoplasten) diese Substanzen unersetzlich.

PFAS in technischen Textilien und Membranen

Viele technische Textilien im Fahrzeug benötigen eine öl-, wasser- und schmutzabweisende Oberfläche, eine hohe chemische, insbesondere hohe Hydrolyse- bzw. Säurebeständigkeit, sowie hohe Hitzebeständigkeit und hohe UV-Stabilität. Dies kann derzeit nur durch Fluorkohlenstoff-haltige Beschichtungen erreicht werden. Ein weiterer Vorteil liegt in der deutlich längeren Lebenszeit der Komponenten und Bauteile.

Relevante Komponenten bzw. Bauteile sind vor allem Vliesstoffe und Membranen in Brennstoffzellen wie auch Batterien (s.o.), Gasfiltermembranen in Klimaanlage oder brandlastminimierende Abdeckungen für den Motorraum und das Abgasbehandlungssystem von Fahrzeugen. .

PFAS in Dichtungen und Schläuchen

Fluorierte Polymere, sowohl Elastomere als auch verschiedene Thermoplaste (v.a. FKM, FFKM, FVMQ, F-TPV, ETFE, PTFE) finden wegen ihrer einzigartigen Materialeigenschaften

vielfältige Verwendung zum Abdichten und Transportieren verschiedener Betriebsflüssigkeiten in Fahrzeugen. Aufgrund ihrer hohen Hitzebeständigkeit, ihrer hohen chemischen Beständigkeit insbesondere gegenüber Schmierstoffen, Kraftstoffen, Abgasen und Kühlmitteln, sowie ihrer oft exzellenten Beständigkeit gegen Reibung und Verschleiß bei gleichzeitig hervorragender Permeationsdichtigkeit, sind diese Materialien heute nicht zu ersetzen.

Typische Anwendungen sind dynamische und statische Dichtungen im Umfeld von Motor und Getriebe, für Kraftstoff- und Kühlmittelsysteme sowie Kraftstoff- und Kühlmittelschläuche.

Ein Ersatz dieser Stoffe mit nicht-adäquaten Alternativen würde zu einer Reduzierung der Fahrzeuglebensdauer, einer Erhöhung der Schadensquote sowie erhöhten Emissionen im Fahrzeugbetrieb führen. Insbesondere bei Verwendung weniger permeationsdichter Materialien im Kontakt mit Abgasen und Kraftstoffen wären Emissionen unvermeidlich.

Im Zuge der Transformation von der Verbrennertechnologie hin zur Elektromobilität werden eine Reihe an Dichtungen und Schläuchen aus fluorierten Polymeren zukünftig nicht mehr benötigt. Trotzdem bleiben bei Fahrzeugen mit Elektroantrieb (Batterie oder Brennstoffzelle) fluorpolymerhaltige Komponenten in der Antriebsperipherie, im gesamten restlichen Antriebsstrang sowie in allen weiteren Fahrzeugkomponenten weiterhin erforderlich.

Verantwortungsvoller Einsatz von PFAS durch die Automobilindustrie

Eine Emission von PFAS in die Umwelt ist in den Anwendungen der Automobilindustrie weitestgehend ausgeschlossen und beschränkt sich auf Störungen oder Unfälle. Bei der Herstellung der Bauteile werden PFAS-Verbindungen in geschlossenen Anlagen verwendet. Sie sind in der Nutzungsphase gekapselt und zersetzen sich bei der Verbrennung in flüchtige Fluorverbindungen, die den Abgasen z.B. über Gaswäscher entzogen werden. Eine unkontrollierte Freisetzung von PFAS-Verbindungen in die Umwelt wird dadurch vermieden. Dies betrifft alle aufgezeigten Anwendungen in Zukunftstechnologien.

Abkürzungsverzeichnis

ETFE	Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymer
FEC	Fluorethylencarbonat
FEP	Fluorethylenpropylen
FFKM	Perfluorkautschuk
F-TPV	thermoplastisches Fluorelastomer-Vulkanisat
FVMQ	Fluorsilikon-Kautschuk
FKM	Fluorkautschuk
PEM	engl.: proton exchange membrane oder polymer electrolyte membrane
PFAS	engl.: per- and polyfluoroalkyl substances
PVDF	Polyvinylidenfluorid
PTFE	Polytetrafluorethylen; allgemein bekannt als Teflon™

Ansprechpartner

Dr. Kurt-Christian Scheel

Geschäftsführung

kurt-christian.scheel@vda.de

Michael Püschner

Leiter Fachgruppe Umwelt

michael.pueschner@vda.de

Herausgeber Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA)
Behrenstraße 35, 10117 Berlin
www.vda.de

Copyright Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA)
Nachdruck und jede sonstige Form der Vervielfältigung
ist nur mit Angabe der Quelle gestattet.

Version Juli 2021