

PFAS-Regulierung mit Augenmaß

Positionierung

Auf einen Blick

Die Herstellung, Verwendung und der Import von Per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) sollen in der Europäischen Union verboten werden. PFAS umfassen etwa 10.000 einzelne Substanzen, die sehr vielfältig eingesetzt werden, u.a. in der Automobilindustrie und der Medizintechnik. Für sie stehen häufig (noch) keine alternativen Materialien zur Verfügung. Für einzelne PFAS-Untergruppen gibt es Hinweise auf ihre negativen Einflüsse auf Mensch und Umwelt, die zum Teil auch bereits verboten sind (z.B. PFOS, PFOA und PFHxS). Für viele andere PFAS-Untergruppen sind ihre Auswirkungen auf die Umwelt noch nicht geklärt. Vor diesem Hintergrund und in Verbindung mit den zu erwartenden wirtschaftlichen Schäden, appelliert die IHK Schwarzwald-Baar-Heuberg an die zuständigen Stellen, auch bei der PFAS-Regulierung weiterhin einen risikobasierten Ansatz zu verfolgen.

Stimme der Wirtschaft



Innovationszyklen und Zulassungsprozesse nehmen viel Zeit und Ressourcen in Anspruch. Eine Vielzahl von Stoffen auf Verdacht und ohne Gefährdungseinschätzung ersatzlos zu streichen ist grob fahrlässig. Es gefährdet die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft und die Versorgungssicherheit in vielen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens. Wir müssen zurück zu einem risikobasierten Ansatz!

Thomas Butsch
IHK-Vizepräsident

Wie es ist

PFAS: Anwendungsfelder und Bedeutung für Wirtschaft und Gesellschaft

PFAS sind wasser-, fett- und schmutzabweisend, chemisch und thermisch stabil. Mit dieser einzigartigen Kombination von Eigenschaften kommen sie in fast allen industriellen Prozessen zur Anwendung. Das betrifft die alltägliche Pfanne und Outdoorbekleidung, aber auch Schutzausrüstung, Filteranlagen, Implantate, Kontaktlinsen, Schmiermitteln, Isolatoren, Dichtungen, Schläuche. Lebensmittelverpackungen, Oberflächenbehandlung von Metallen und Kunststoffen, Kältemittel, Brennstoffzellen, die Halbleiterherstellung und vieles mehr. Gleichzeitig sorgen ebendiese Eigenschaften dafür, dass die Stoffe – sollten sie in die Natur gelangen – nicht natürlich durch Bakterien, Wasser oder Licht abgebaut werden und sich in Organismen und entlang der Nahrungskette einlagern können. Für die bereits verbotene, langkettige Untergruppe PFOA wurde nachgewiesen, dass sie sich im Menschen an Proteine in Blut, Leber und Niere binden, was zu einer verminderten Immunantwort führen kann. Zu kurzkettigen PFAS liegen nur in begrenztem Umfang toxikologische Daten vor.

Der Regulierungsvorschlag zur allgemeinen PFAS-Beschränkung

Die Europäische Chemikalienagentur (ECHA) prüft aktuell ein generelles Verbot der PFAS-Stoffgruppe im Rahmen der EU-Chemikalienverordnung REACH. So wäre die Herstellung, die Verwendung und der Import von PFAS verboten, als auch das Inverkehrbringen von Stoffgemischen, deren PFAS-Gehalt definierte Grenzwerte übersteigt. Das Verbot gilt pauschal 18 Monate nach Inkrafttreten. Übergangsfristen darüber hinaus von fünf, beziehungsweise 12 Jahren, gelten für PFAS, für die

Diese Position wurde beschlossen durch die Vollversammlung der IHK Schwarzwald-Baar-Heuberg am 27. September 2023 in Villingen-Schwenningen unter Berücksichtigung der öffentlichen Beteiligung durch die Mitgliedsunternehmen.



Schwarzwald
Baar
Heuberg

nachweislich und auf absehbare Zeit keine technischen oder wirtschaftlichen Alternativen zur Verfügung stehen.

Grundsätzliche Ausnahmen vom Verbot soll nur für PFAS als Wirkstoff in den Anwendungsgebieten Pflanzenschutzmittel, Biozidprodukte und Arzneimittel gelten – für diese sollen sektorenspezifische Auflagen gefunden werden. Mit einem Inkrafttreten wäre voraussichtlich ab 2025 zu rechnen.

Forderungen und Lösungsvorschläge

Die Vollversammlung der IHK Schwarzwald-Baar-Heuberg unterstützt das Ziel des Regulierungsvorschlags, den Einsatz von Stoffen, die ein Risiko für die menschliche Gesundheit und die Umwelt darstellen, zu beschränken. Ein pauschales Verbot für fast alle Anwendungen, wie es der aktuelle Vorschlag vorsieht, lehnen wir jedoch ab.

- ▶ **Sicherstellung der Versorgungssicherheit:** PFAS sind Teil und auch Voraussetzung für zentrale Anliegen von gesamtgesellschaftlicher Bedeutung, etwa der Digitalisierung (Halbleiterproduktion), der Transformation (Wärmepumpen, Filter, Solarzellen, Windkraftanlagen) und der Gesundheitsversorgung (u.a. Katheter, Implantate, Stents, Prothesen, (Elektro-) Chirurgie, Sterilisation). Ein pauschales PFAS-Verbot gefährdet die Versorgung in diesen Bereichen. Ein mahndendes Beispiel aus den letzten Jahren, bei dem keine Regulatorik ihrem eigentlichen Ziel zuwiderlief, ist die EU-Medizinprodukteverordnung (MDR), durch die aktuell eine Marktberäumung stattfindet und es zu Engpässen in der Patientenversorgung kommt.
- ▶ **Zurück zum risikobasierten Ansatz:** Die PFAS-Gruppen sollten nach ihrem Risiko für Gesundheit und Umwelt differenziert betrachtet werden. „Polymers of low concern“ – PFAS, nicht gesundheitsschädlich sind – können so ihre vielen Vorteile als Material ausspielen. Ebenso sollten die potenziellen Auswirkungen auf die Umwelt ins Verhältnis zu ihrem Nutzen gesetzt werden. Grundlage für die Entscheidung sollten dabei stets belastbare Daten über die tatsächliche Gefährdung sein.
- ▶ **Ausbau der Kreislaufwirtschaft** für PFAS-haltige Produkte, um den Austrag der Stoffe in die Umwelt weiter zu reduzieren. Im Falle von Medizinprodukten folgen die Produkte bereits einem enggesteckten Warenfluss vom Hersteller über den Anwender zum Entsorger, so dass die PFAS-haltigen Materialien diesen Kreislauf kaum verlassen.
- ▶ **Umkehrung der Beweislast:** Da PFAS bisher nicht unter die CLP-Verordnung fällt und daher keiner Informationspflicht entlang der Lieferkette unterlag, verfügen viele nachgeschalteter Anwender keine Kenntnisse über den möglicherweise enthaltenden PFAS-Anteil in den Produkten. Unsere Region ist geprägt von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) – diese machen 99 Prozent aller Betriebe aus. Im Rahmen der ECHA-Konsultation sollen die Unternehmen anhand von Studien nachweisen, dass die von ihnen verwendeten PFAS unbedenklich sind und sich so für einen längeren Übergangszeitraum qualifizieren. Dies ist für die meisten Betriebe oft nicht leistbar – vor allem, da dies bei Erfolg nur eine relativ kurze Verlängerung der PFAS-Nutzung von maximal 13,5 Jahren bedeuten würde.

Ihr IHK-Kontakt zum Thema:

Marcel Trogisch ☎ 07721 922 -170 @ trogisch@vs.ihk.de
 Martin Schmidt ☎ 07721 922 -207 @ martin.schmidt@vs.ihk.de

Hinweis



Detaillierte Auswirkungen eines generellen Verbots auf die Medizintechnik untersucht die Clusterinitiative MedicalMountains in ihrem Positionspapier unter <https://www.ihk.de/sbh/MMpfas>.

Anhang – Anwendungsfelder und Funktionen von PFAS nach Glüge et al. (2020)¹

KATEGORIE/ANWENDUNG	FUNKTION VON PFAS	EIGENSCHAFTEN DER EINGESETZTEN PFAS
Querschnittstechnologien		
Maschinen- und Anlagenbau	Vielfältiger Einsatz in Hydraulikkomponenten wie Pumpen, Motoren, Armaturen, Kompressoren, etc.: Dichtungen, Schläuche, Leitungen, Ventile und Beschichtungen	Erhöhung der Leistungsfähigkeit; Herstellungsprozess
Halbleiter	Prozessgase für das Plasma-Trockenätzen, chemische Lösungen für das Nassätzen und die Wafer-Reinigung, Additive in Lithographie-Materialien, Antifrikationsbeschichtungen, Maschinen für die Halbleiterverarbeitung	Geringe Partikelkonzentration, chemische Prozessanforderungen, thermische Stabilität, optische Eigenschaften
Elektrische Kontakte	PFPE-Oberflächenschmiermittel auf Metallkontakten	Beständigkeit gegen extreme Temperaturen, Stromdichten und Reibung, Verhinderung von Kontaktkorrosion und Mikroverschweißung, Reduzierung des elektrischen Widerstands
Luft- und Raumfahrt		
Brems- und Hydraulikflüssigkeiten auf Phosphatesterbasis	Korrosionsschutz	Veränderung des elektrischen Potentials an der Metalloberfläche
Gyroskope	Flotationsflüssigkeiten in Gyroskopen	?
Draht und Kabel	Hochtemperaturbeständigkeit, Feuerbeständigkeit und Rissbeständigkeit bei hoher Beanspruchung	Nicht brennbare Polymere, stabil

¹ Glüge, Juliane/Martin Scheringer/Ian T. Cousins/Jamie C. DeWitt/Gretta Goldenman/Dorte Herzke/ Rainer Lohmann/Carla A. Ng/Xenia Trier/Zhanyun Wang (2020): An overview of the uses of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS). Environ. Sci.: Processes Impacts, 2020, 22, 2345–2373. Abrufbar unter <https://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2020/em/d0em00291g>. Ergänzt mit Hinweisen des [VDMA](#) und von regionalen Unternehmen durch die IHK Schwarzwald-Baar-Heuberg im August 2023. Die Übersicht ist nicht abschließend.

Turbinen-Triebwerk	Verwendung als Schmiermittel	Korrosionsbeständig, stabil, nicht reaktiv, arbeitet in einem weiten Temperaturbereich
Turbinen-Triebwerk	Einsatz als Elastomerdichtungen	Betrieb in einem weiten Temperaturbereich
Wärmedämmung und Kühleroberflächen	Ableitung der Abwärme	Betrieb über einen weiten Temperaturbereich, geringe Sonnenabsorption, hohe Wärmeabgabe, keine Kontamination durch Ausgasung
Beschichtung	Schützt die darunter liegenden Polymere vor Sauerstoffradikalen	Nicht reaktiv, sehr stabil
Treibmittelsystem	Elastomere verträglich mit aggressiven Kraftstoffen und Oxidationsmitteln	Nicht reaktiv, sehr stabil
Triebwerks- /Satelliteninstrumentierung	Verwendung als Schmiermittel	Viskosität bleibt langfristig erhalten, geringe Flüchtigkeit im Vakuum, Fließfähigkeit bei extrem niedrigen Temperaturen
Biotechnologie		
Zellkultivierung	Versorgung der Zellen mit Sauerstoff und anderen Gasen	Hohe Kapazität zum Lösen von Gasen
Ultrafiltration und mikroporöse Membranen	Verhindert Bakterienwachstum	?
Bauwesen und Konstruktion		
Architektonische Membranen z.B. in Dächern	Witterungsbeständig, schmutzabweisend, leicht	Oleophobe und hydrophob, geringe Oberflächenspannung, vorteilhaftes Gewichts-Oberflächen-Verhältnis
Gewächshaus	Transparent für UV- und sichtbares Licht, witterungsbeständig, schmutzabweisend	Oleophobe und hydrophob, geringe Oberflächenspannung
Zementzusatz	Reduziert das Schrumpfen von Zement	?
Kabel- und Drahtisolierungen, Dichtungen & Schläuche	Hochtemperaturbeständigkeit, Feuerbeständigkeit und Rissbeständigkeit bei hoher Beanspruchung	Nicht brennbare Polymere, stabil

Chemische Industrie		
Verarbeitungshilfsmittel für Fluorpolymere	Emulgiert Monomere, erhöht die Polymerisationsgeschwindigkeit, stabilisiert Fluorpolymere	Der fluorierte Molekülteil ist in der Lage, Monomere aufzulösen, der nicht fluorierte Molekülteil ist in der Lage, sich in Wasser zu lösen
Herstellung von Chlor und Natronlauge (mit Asbestmembranzellen)	Bindemittel für die asbestfaserbasierten Membranen	?
Herstellung von Chlor und Natronlauge (mit fluorierten Membranen)	Stabile Membran unter stark oxidierenden Bedingungen und bei hohen Temperaturen	Stabil, nicht reaktiv
Verarbeitungshilfsmittel bei der Extrusion von Polyethylenfolien mit hoher und niedriger Dichte	Beseitigung von Schmelzebrüchen und anderen strömungsbedingten Störungen	Niedrige Oberflächenspannung
Tantal-, Molybdän- und Niobverarbeitung	Schneid- oder Ziehöl	Nicht reaktiv, stabil
Chemische Reaktionen	Inerte Reaktionsmedien (insbesondere für gasförmige Edukte)	Nicht reaktiv, stabil
Polymer-Härtung	Medium zur Vernetzung von Harzen, Elastomeren und Klebstoffen	?
Ionische Flüssigkeiten	Rohstoffe für ionische Flüssigkeiten	?
Lösemittel	Löst andere Stoffe	Bipolarer Charakter einiger PFAS
Galvanisieren (Metallbeschichtung)		
Verchromung	Verhindert Verdunstung von Chrom(VI)-Dämpfen	Senkt die Oberflächenspannung der Elektrolytlösung, unter stark sauren und oxidierenden Bedingungen sehr stabil
Vernickeln	Nicht schäumendes Tensid	Niedrige Oberflächenspannung

Vernickeln	Erhöht die Festigkeit der Nickelgalvanik, indem Löcher, Risse und Abblättern verhindert werden	Niedrige Oberflächenspannung
Verkupferung	Verhindert Dunst, indem der Schaum reguliert und die Stabilität verbessert wird	Niedrige Oberflächenspannung
Verzinnung	Hilft, eine Lage mit gleichmäßiger Dicke herzustellen	Niedrige Oberflächenspannung
Alkalische Verzinkung und Beschichtung mit Zinklegierungen		
Abscheidung von Fluorpolymerpartikeln auf Stahl	Unterstützt durch fluorierte Tenside	Kationische und amphotere fluorierte Tenside verleihen Fluorpolymerpartikeln eine positive Ladung, die die Galvanisierung des Fluorpolymers erleichtert
Elektronikindustrie		
Inerte Flüssigkeiten für die Elektronikprüfung	Prüfung von elektronischen Geräten und Anlagen	Nicht reaktiv
Wärmeträgerflüssigkeiten	Kühlung von elektrischen Betriebsmitteln	Gute Wärmeleitfähigkeit
Lösemittelsysteme und Reinigung	Basis für Reinigungslösungen von Laufwerken	Nicht brennbar, geringe Oberflächenspannung
Abscheidung von Trägerflüssigkeiten/Schmierstoffen	Lösen und Ablagern von Schmierstoffen auf verschiedenen Substraten bei der Herstellung von Festplatten	?
Ätzen von piezoelektrischen Keramikfiltern	Ätzlösung	Azidität
Energiewirtschaft		
Elektrolyseur	Membranen, Gasdiffusionsschicht, Katalysatorschicht, Dichtungen für Stacks und andere Systemkomponenten	Hitze- und hohe chemische und mechanische Beständigkeit, Benetzungseigenschaften, niedrige Oberflächenenergie

Sonnenkollektoren und Photovoltaikzellen	Hohe Dampfsperre, hohe Transparenz, hohe Witterungsbeständigkeit und Schmutzabweisung	Oleophobe und hydrophob, geringe Oberflächenspannung
Photovoltaik-Zellen	Klebstoffe mit PFAS halten die Mesh-Kathode an Ort und Stelle	Senkt die Oberflächenspannung des Klebstoffs
Rotorblätter von Windkraftanlagen	Beschichtung	Hohe Witterungsbeständigkeit
Kohlekraftwerke	Polymere PFAS-Filter entfernen Flugasche aus dem heißen, rauchigen Abgas	Stabil, nicht reaktiv
Kohlekraftwerke	Abscheidung von Kohlendioxid in Rauchgasen	Senkt die Oberflächenspannung der wässrigen Lösung
Lithium-Batterien	Bindemittel für Elektroden	Nahezu keine Reaktivität mit den Elektroden und dem Elektrolyten
Lithium-Batterien	Verhindert thermisches Durchbruchreaktion	Gute Wärmeaufnahme der ersten Schicht und gute Wärmeleitfähigkeit der zweiten Schicht
Lithium-Batterien	Verbesserung des Sauerstofftransports von Lithium-Luft-Batterien	Hohe Kapazität zum Lösen von Gasen
Lithium-Batterien	Elektrolyt-Lösungsmittel für Lithium-Schwefel-Batterien	Bipolarer Charakter einiger PFAS
Ionenaustauschmembran in Vanadium-Redox-Batterien	Polymere PFAS werden als Membranen verwendet	Beständigkeit gegen saure Umgebungen und stark oxidierende Substanzen
Zink-Batterien	Verhindert die Bildung von Dendriten, Wasserstoffentwicklung und Elektrodenkorrosion durch Adsorption an der Elektrodenoberfläche	Niedrige Oberflächenspannung, nicht reaktiv
Alkali-Mangan-Batterien	Rußhaltige MnO ₂ -Kathoden werden mit einem fluorierten Tensid behandelt	?
Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzellen	Polymere PFAS werden als Membranen verwendet	Ionenleitfähigkeit
Leistungstransformatoren	Kühlflüssigkeit	Gute Wärmeleitfähigkeit
Umwandlung von Wärme in mechanische Energie	Wärmeträgerflüssigkeiten	Gute Wärmeleitfähigkeit

Lebensmittelproduktion		
Weingüter und Molkereien	Endfiltration vor der Abfüllung mit polymeren PFAS	Verhindern den Abbau
Herstellung von Metallerzeugnissen		
Herstellung von Basismetallen	Hemmt die Bildung von Säurenebel während der Elektrogewinnung von Kupfer	Senkung der Oberflächenspannung der wässrigen Lösung
Beizen von Stahldrähten	Säure-Beiz-Promotor	
Behandlung der Beschichtung von Metalloberflächen	Fördert den Fluss von Metallbeschichtungen, verhindert Risse in der Beschichtung während des Trocknens	Senkt die Oberflächenspannung der Beschichtung
Behandlung der Beschichtung von Metalloberflächen	Korrosionsinhibitor auf Stahl	Nicht reaktiv
Ätzen von Aluminium in Alkalibädern	Verbesserung der Lebensdauer der Alkalibäder	
Phosphatierungsverfahren für Aluminium	Fluoridhaltige Phosphatierungslösungen helfen, die Oxidschicht des Aluminiums aufzulösen	
Reinigung von Metalloberflächen	Dispergiert Schaum, beschleunigt den Abfluss von Säure, wenn das Metall aus dem Bad entfernt wird, erhöht die Lebensdauer des Bades	
Wasserabfuhr von bearbeiteten Teilen	Lösemittelverdrängung	Niedrige Oberflächenspannung
Verpackung	Polymere PFAS bilden einen Feuchtigkeitssperrefilm	Hydrophob
Herstellung von "mikroporösen" Partikeln	Hilfsmittel bei der Verarbeitung	
Fotoindustrie		
Lösungen für die Verarbeitung	Entschäumer	Senkt die Oberflächenspannung der Lösung

Herstellung von Kunststoff und Gummi		
Trennung von Form und Formstoff	Formtrennmittel	Hydrophobe und oleophobe Eigenschaften
Trennung von Form und Formstoff	Reduziert Unebenheiten in der geformten Oberfläche	Niedrige Oberflächenspannung
Schaumblasen	Schaumtreibmittel	Niedrige Oberflächenspannung
Polyol-Schäume	Schaumregler	Senkt die Oberflächenspannung des Schaums
Hilfsmittel für die Polymerverarbeitung	Steigert Verarbeitungseffizienz und -qualität von polymeren Compounds	Senkt die Oberflächenspannung der polymeren Produkte
Ätzen von Kunststoff	Netzmittel	Niedrige Oberflächenspannung
Herstellung von Gummi	Antiblockiermittel	Niedrige Oberflächenspannung
Fluorelastomer-Formulierung	Zusatzstoffe	
Halbleiterindustrie		
Fotolack	Fotolackmatrix, ändert die Löslichkeit bei Lichteinwirkung	
Fotolack (Photosensibilisator)	Erhöht die Lichtempfindlichkeit des Fotolacks	
Fotolack (Photo-Säure-Generator)	Erzeugt starke Säuren bei Lichtbestrahlung	Kann starke Säuren erzeugen
Fotolack (Quencher)	Kontrolle der Diffusion der Säure in dem nicht belichteten Bereich	
Antireflexbeschichtung	Geringes Reflexionsvermögen	Niedriger Brechungsindex
Entwickler	Erleichtert die Steuerung des Entwicklungsprozesses	
Spüllösung	Entfernt den Entwickler	Niedrige Oberflächenspannung
Ätzung	Netzmittel	Niedrige Oberflächenspannung
Ätzung	Reduziert die Reflexion der Ätzlösung	Niedriger Brechungsindex

Ätzung	Ätzmittel beim Trockenätzen	Starke Säuren
Reinigung von Siliziumwafern	Reinigung durch Ätzen	Starke Säuren
Reinigung von integrierten Schaltungsmodulen	Entfernt ausgehärtete Epoxidharze	
Beruhigungsgasabscheidungskammer	Entfernt dielektrische Filmablagerungen	Erzeugung von reaktiven Sauerstoffspezies
Wafer-Verdünnung	Zusammensetzung der Antihafbeschichtung auf dem Trägerwafer	Niedrige Oberflächenspannung
Vakuumpumpen	Arbeitsmedium	Stabil, nicht reaktiv
Technische Anlagen, die mit prozesschemischem oder reaktivem Plasma in Berührung kommen	Polymere PFAS werden in inerten Formen, Rohren und Elastomeren verwendet	Stabil, nicht reaktiv
Mehrschichtige Leiterplatte	Zusammensetzung der Haftlagen	Niedrige Dielektrizitätskonstante, niedriger Verlustfaktor
Textilproduktion		
Färben und Bleichen von Textilien	Netzmittel	Niedrige Oberflächenspannung
Färbeverfahren mit Schwefelfarbstoffen	Entschäumer	Niedrige Oberflächenspannung
Dye-Transfer-Material	Trennmittel	Niedrige Oberflächenspannung
Textile Behandlungsbäder	Entschäumer	Niedrige Oberflächenspannung
Faser-Finish	Emulgator	Hydrophobe und oleophobe Eigenschaften
Uhrenindustrie		
Schmiermittel	Bildung einer Ölschicht, reduzierter Verschleiß	Nicht reaktiv (oxidieren nicht, korrosionsbeständig)

Trocknung als Produktionsschritt nach wässriger Reinigung	Lösemittel in der Lösemittelverdrängungstrocknung	Niedrige Oberflächenspannung
Holzindustrie		
Trommelfiltration während des Bleichens	Das verwendete grobe Gewebe besteht aus polymeren PFAS	Stabil
Beschichtung für Holzuntergrund	Klarlack besteht aus polymeren PFAS	Stabil, nicht reaktiv
Holzspanplatten	Teil des Haftharzes	Niedrige Oberflächenspannung
Automotive		
Karosserie	Witterungsbeständiger Lack, wachsfreier Brillant-Decklack	Niedrige Oberflächenspannung
Wachse für die Automobilindustrie	Verbesserte Verteilung und Beständigkeit der Politur gegen Wasser und Öl	Senkt die Oberflächenspannung des Wachses, oleophob
Scheibenwischerflüssigkeit	Verhindert Vereisung der Windschutzscheibe	
Karosserie	Leicht, stabil	Vorteilhaftes Gewichts-Oberfläche-Verhältnis, stabil
Motor und Lenkung	Polymere PFAS werden als Dichtungsmittel und Lager verwendet	Betrieb in einem weiten Temperaturbereich, nicht reaktiv
Motorölkühler	Wärmeträgerflüssigkeit	Gute Wärmeleitfähigkeit
Zylinderkopfbeschichtungen und Schläuche	Erhöht die Kraftstoffeffizienz	
Zylinderkopfbeschichtungen und Schläuche	Reduzierung flüchtiger Benzindämpfe	Niedrige Oberflächenspannung
Brennstoffzelle	Membranen, Gasdiffusionsschicht, Katalysatorschicht, Dichtung für Bipolarplatte und Kathoden-/Anodenendplatte	Hitze- und hohe chemische und mechanische Beständigkeit, Benetzungseigenschaften, niedrige Oberflächenenergie
Elektronik	Kabel und Leitungen	Hochtemperaturbeständigkeit, Feuerbeständigkeit

Kraftstoffleitungen, hydraulische Bremsleitungen aus Stahl	Korrosionsschutz	Nicht reaktiv, stabil
Inneres	Schmutzabweisende Teppiche und Sitze	Geringe Oberflächenspannung, oleophob
Additive für Bremsbeläge		
Re-Elektrofizierung von Wasserstoff in elektrische Energie	Elektrochemische Umwandlung von Wasserstoff in Elektrizität und Wasser	PFSA, PTFE, ePTFE, PKM
Beschichtungen, Farben und Lacke		
Farben	Emulgator für Bindemittel, Dispergiermittel für Pigmente, Netzmittel	Hydrophob und oleophob, geringe Oberflächenspannung
Farben	Verbesserung der Schutzeigenschaften von Korrosionsschutzfarben	Nicht reaktiv
Farben	Antifouling auf Schiffen	
Farben und Lacke	Schutz vor Unebenheiten, verbessertes Oberflächenbild, besseres Fließbild und bessere Nivellierung, reduzierte Schaumbildung, verringerte Blockierung, Verlängerung der Verarbeitungszeit, öl- und wasserabweisend, Schutz vor Schmutzaufnahme	Geringe Oberflächenspannung, oleophob
Farben und Lacke	Zweite Schicht auf einer ersten Schicht bilden	Niedrige Oberflächenspannung
Überzüge	Antihaft- und Korrosionsschutzbeschichtungen	Niedrige Oberflächenspannung, nicht reaktiv
Überzüge	Sehr langlebig und witterungsbeständig	Stabil, nicht reaktiv
Elektronische Geräte		
Leiterplatten	Faserverstärkte Fluorpolymerschicht	Niedrige Dielektrizitätskonstante
Kondensatoren	Abtrennung von Hochspannungskomponenten (dielektrische Flüssigkeit)	Hohe dielektrische Durchschlagsfestigkeit, nicht brennbar
Akustisches Equipment	Erzeugt elektrisches Signal als Reaktion auf mechanische oder thermische Signale	Piezoelektrische und pyroelektrische Eigenschaften

Flüssigkristallanzeigen (LCDs)	Versieht Flüssigkristall mit einem Dipolmoment	Dipole
Flüssigkristallanzeigen (LCDs)	Polymere PFAS sorgen für feuchtigkeitsempfindliche Beschichtung von Displays	Hydrophob
Lichtmanagement-Folien im Flachbildschirm	Reduziert statische Aufladung und Staubanziehung während der Herstellung	Niedrige Dielektrizitätskonstante
Rasierer	Polymere PPFAs werden auf Rasierern/Klingen verwendet	
Elektrolumineszenz-Lampen	Polymere PFAS werden als Beschichtung verwendet	
Entwicklung von Fingerabdrücken	Lösungsmittel	
Flammschutzmittel		
Polycarbonat-Harz	Flammschutzmittel	Nicht brennbar
Sonstiger Kunststoff	Flammschutzmittel	Nicht brennbar
Glas		
Oberflächenbehandlung	Macht Glasoberflächen hydrophob und oleophob	Hydrophob und oleophob
Oberflächenbehandlung	Verhindert das Beschlagen von Glas	Hydrophob
Oberflächenbehandlung	Schmutzabweisend	Niedrige Oberflächenspannung
Oberflächenbehandlung	Feuer- oder witterungsbeständig	Nicht brennbar, stabil
Ätzen und Polieren	Erhöht die Ätzgeschwindigkeit, verbessert die Benetzung	Niedrige Oberflächenspannung
Trocknung als Produktionsschritt in der Glasveredelung	Lösemittel in der Lösemittelverdrängungstrocknung	Niedrige Oberflächenspannung
Leder		
Herstellung von echtem Leder	Verbessert die Effizienz beim Hydratisieren, Beizen, Entfetten und Gerben	

Schutzbehandlung (echtes Leder)	Wasser- und ölabweisend, schmutzabweisend	Hydrophob und oleophob, geringe Oberflächenspannung
Herstellung von Kunstleder	Polymerschmelzadditive verleihen den fertigen Fasern eine öl- und wasserabweisende Wirkung	Hydrophob und oleophob
Schuhauheller	Verbessert die Verteilung	Niedrige Oberflächenspannung
Imprägnierspray	Wasser- und ölabweisend, schmutzabweisend und schmutzabweisend	Niedrige Oberflächenspannung
Schmierstoffe und Fette		
Schmierstoffe und Fette	Bildet eine dicke Ölschicht und reduzierter Verschleiß	Nicht reaktiv, nicht brennbar, funktioniert auch bei hohen Temperaturen, bildet keinen Schlamm oder Lack
Medizinprodukte		
Elektronische Geräte, die auf Hochfrequenzsignale angewiesen sind (Defibrillatoren, Herzschrittmacher, kardiale Resynchronisationstherapie (CRT), Positronen-Emissions-Tomographie (PET) und Magnetresonanztomografie (MRT))	Hochdielektrische Isolatoren	Hohe dielektrische Durchschlagsfestigkeit
Video-Endoskopie	Einsatz in ladungsgekoppelten Geräte-Farbfiltern	
Ultraschall-Kontrastmittel auf Mikrobäschenbasis	Fluorierter Gas-Innenkern, der für eine osmotische Stabilisierung sorgt und zur Reduzierung der Grenzflächenspannung beiträgt	Geringe Löslichkeit in wässrigen Medien (langsamerer Lösen)
Röntgen-Bildgebung	Mittel zur Kontrastverstärkung	Röntgen-undurchsichtig
Magnetresonanztomographie	Kontrastmittel	Fehlen eines endogenen ¹⁹ F-Hintergrundsignals in vivo und hohe Magnetresonanzempfindlichkeit von ¹⁹ F-Atomen

Protonen- und 19F-NMR-Bildgebung	Kontrastmittel	Geringer Gehalt an Fluor in Organen und Geweben
Computertomographie und Sonographie	Kontrastmittel	Geringer Gehalt an Fluor in Organen und Geweben
Röntgenundurchlässige Materialien	Es wurden polymere PFAS verwendet	Röntgen-undurchsichtig
OP-Abdecktücher und -kittel	Wasser-, Öl- und Schmutzbeständigkeit	Hydrophob und oleophob, geringe Oberflächenspannung
Röntgenfilme	Netzmittel, Emulsionsadditive, Stabilisatoren und Antistatika	Niedrige Oberflächenspannung, niedrige Dielektrizitätskonstante
Dispersant	Erleichtert die Dispersion von Zellaggregaten	Niedrige Oberflächenspannung
Kontaktlinsen	Rohstoff	
Operation der Netzhautablösung und proliferative Vitreoretinopathie	Endotamponaden-Gase	Hohes spezifisches Gewicht, niedrige Oberflächenspannung und niedrige Viskosität
Operation der Netzhautablösung und proliferative Vitreoretinopathie	Intraoperatives Werkzeug bei vitreoretinaler Chirurgie	Hohes spezifisches Gewicht, niedrige Oberflächenspannung und niedrige Viskosität
Augentropfen	Agens	Einzigartige Kombination aus Apolarität und Amphiphilität
Filter, Schläuche, O-Ringe, Dichtungen und Dichtungen in Dialysegeräten	Hergestellt aus polymeren PFAS	Niedrige Oberflächenspannung
Dialyse-Membranen	Hergestellt aus polymeren PFAS	Niedrige Oberflächenspannung
Katheter, Stents und Nadeln	reibungsarme und gerinnungsbeständige Beschichtungen	Niedrige Oberflächenspannung

Chirurgische Pflaster und Gefäßkatheter	Verwendung von polymeren PFAS	
Blutübertragung und Kunstblut	Sauerstoff-Träger	Hohe Kapazität zum Lösen von Gasen
Organperfusion	Sauerstoff-Träger	Hohe Kapazität zum Lösen von Gasen
Perkutane transluminale Koronarangioplastie	Sauerstoff-Träger	Hohe Kapazität zum Lösen von Gasen
Zahnpasta	Fördert die Fluorapatitbildung und hemmt Karies	Niedrige Oberflächenspannung
Zahnseide	Lässt das schmale Band leicht zwischen engstehenden Zähnen gleiten	Niedrige Oberflächenspannung
UV-gehärtete dentale Restaurationsmaterialien	Verbessert der Benetzung der abgebundenen Materialien	Niedrige Oberflächenspannung
Beatmung der Atemwege		
Anästhesie	Polymere PFAS werden verwendet, um den Atem zu trocknen oder zu befeuchten	Hydrophob
Künstliche Herzpumpe	Blutverträglich und langlebig	Nicht reaktiv, stabil
Wundversorgung	Reinigung von Rückständen bei Verbrennungen	Löst Kohlenwasserstoff
Metallische und keramische Oberflächen		
Metallische und keramische Oberflächen	Erzeugt leicht entfernbaren Schlamm	Hydrophob und oleophob
Optische Geräte		
Glasfaser	Kann Seltene Erden in Glasfasern einbringen	
Optische Linsen	Optische Linsen mit niedrigem Brechungsindex und hoher Transparenz	Niedriger Brechungsindex

Papier und Verpackungen		
Papier und Karton	Wasser- und ölabweisend	Hydrophob und oleophob
Herstellung von Papier	Trennmittel für Papierbeschichtungsmassen	Niedrige Oberflächenspannung
Rohre, Pumpen, Fittings und Liner		
Rohre, Rohrstopfen, Dichtungsstopfbuchsen, Pumpenteile,	Für diese Anwendungen werden polymere PFAS verwendet	Stabil, nicht reaktiv, geringe Oberflächenspannung, hydrophob und oleophob
Befestigungselemente, Fittings und Liner		
Arbeitsflüssigkeit für Pumpen in der Elektronikindustrie	Stabil gegenüber reaktiven Gasen und Aluminiumchlorid	Extrem stabil, nicht reaktiv
Kunststoff und Gummi		
Plastik	Polymeres PFAS-Mikropulver als Additiv?	
Thermoplast	Weichmacher	
Verbindung von Gummi mit Stahl	Ermöglichen die Verklebung	Niedrige Oberflächenspannung
Gummi und Kunststoff	Antistatikum	Niedrige Dielektrizitätskonstante
Harz	Verbessert die Witterungsbeständigkeit und Elastizität	Nicht reaktiv, stabil
Polycarbonat-Harze	Flammschutzmittel	Nicht brennbar
Kältemittel-Systeme		
Kältemittel-Fluid-System	Wärmeträgerflüssigkeit	Gute Wärmeleitfähigkeit
Kältemittel-Verdichter	Schmiermittel	Nicht brennbar

Dicht- und Klebstoffe		
Dichtungsmittel	Kann aus polymeren PFAS hergestellt werden	Betrieb in einem weiten Temperaturbereich, nicht reaktiv, stabil
Dichtungen aus Silikonkautschuk	Verhindert Verschmutzung	Geringe Oberflächenspannung, hydrophob und oleophob
Klebstoffe	Verbessert Verlauf, Verteilung und Eindringen des Klebstoffs in die Porenstruktur der Substrate	Niedrige Oberflächenspannung
Klebstoffe	Antistatikum	Niedrige Dielektrizitätskonstante
Löten		
Dampfphasenflüssigkeiten beim Dampfphasenlöten	Wärmeträgermedium	Gute Wärmeleitfähigkeit
Flussmittel in Lotpaste	Schaumarmes, nicht korrosives Netzmittel	Nicht reaktiv, stabil, niedrige Oberflächenspannung
Bodensanierung		
Dampfsperrmaterial auf kontaminiertem Boden	Verdunstungsverzögerer	
Tenside zur Mobilisierung von Schadstoffen	Tenside zur Mobilisierung bodengebundener Schadstoffe in der Sanierung	Stabil, nicht abbaubar (Licht)
Sportartikel		
Skiwachs	Stark wasserabweisend	Geringe Oberflächenspannung, hydrophob
(Segel-)Bootsausrüstung	Witterungsschutz von Textilien; Antifouling-Schutz von Schiffsrümpfen	Nicht reaktiv, stabil, hydrophob und oleophob
Tennisschläger	Beschichtungen für Tennisschläger	
Fahrrad	Schmiermittel	Hydrophob

Kletterseile	Wasserabweisend, schmutzabweisend	Geringe Oberflächenspannung, hydrophob
Angelschnüre	Keine Wasseraufnahme, unsichtbar im Wasser, hohe Knotenfestigkeit	Hydrophob
Golfhandschuhe	Antifouling-Schutz für das natürliche Schafleder des Handschuhs	
Stein, Beton und Fliesen		
Stein, Beton und Fliesen	Verleiht der Oberfläche öll- und wasserabweisende Eigenschaften; Verzögerung der Oxidation und Alterung der Oberfläche	Geringe Oberflächenspannung, hydrophob und oleophob
Textilien und Polster		
Oberflächenbehandlung	Wasser- und ölabweisend, schmutzabweisend	Geringe Oberflächenspannung, hydrophob und oleophob
Wellenförmiges Garn	Erleichtert das Wirken	
Tracing und Tagging		
Luftschadstoffe auf der Spur	Tracer in der Luft	Nicht radioaktiv, chemisch und thermisch stabil, kommen in der Natur nicht vor, haben sehr geringe atmosphärische Hintergrundkonzentrationen
Prüfung von Lüftungsanlagen	Tracer in der Luft	Nicht radioaktiv, chemisch und thermisch stabil, kommen in der Natur nicht vor, haben sehr geringe atmosphärische Hintergrundkonzentrationen
Kartierung von Gas- und Erdöllagerstätten	Tracer in Gas oder Erdöl	Nicht radioaktiv, chemisch und thermisch stabil, kommen in der Natur nicht vor, haben sehr geringe atmosphärische Hintergrundkonzentrationen
Leckageortung in Kabeln, Rohrleitungen, Deponieabfällen und unterirdischen Lagertanks	Tracer in undichtem Material	Nicht radioaktiv, chemisch und thermisch stabil, kommen in der Natur nicht vor, haben sehr geringe atmosphärische Hintergrundkonzentrationen

Nachverfolgung von markierten Artikeln		Nicht radioaktiv, chemisch und thermisch stabil, kommen in der Natur nicht vor, haben sehr geringe atmosphärische Hintergrundkonzentrationen
Tracer im markierten Element		
Wasser- und Abwasseraufbereitung		
Filter-Membranen	Polymere PFAS minimieren die Sorption von Verbindungen in den Filter selbst	Niedrige Oberflächenspannung
Draht und Kabel		
Draht und Kabel	Hochtemperaturbeständigkeit, Feuerbeständigkeit und Rissbeständigkeit bei hohen Spannungen	Nicht brennbar, Betrieb in einem weiten Temperaturbereich