

# PFAS in passiven elektronischen Bauelementen

Entscheidend dafür, dass die (elektronische) Welt "rund läuft"



Abbildung 1: Übersicht passive elektronische Bauelemente  
© TDK Electronics AG 2023



## Produkt(e):

### Passive elektronische Bauelemente:

- bestehen z.B. aus Kondensatoren, Induktoren/Magneten, Widerständen, Thermistoren, Substraten und Verbindungen, Leistungs- und Hochfrequenzkomponenten.
- sind unverzichtbar - ohne sie funktionieren keine elektrischen und elektronischen Geräte.
- schützen Halbleiter, filtern Signale, dämpfen und speichern elektrische Energie, messen Druck und Temperatur, und vieles mehr.

### Sie werden in einer Vielzahl von Geschäftsbereichen und Anwendungen eingesetzt:

- Abschaltung für Hochspannungs-Lithium-Ionen-Batterien (z. B. in Solarwechselrichtern, unterbrechungsfreier Stromversorgung (USV), Elektrofahrzeugen)
- Überspannungsschutz von I/O-Schnittstellen in Wearables, Smartphones, Notebooks, Tablets, Smartwatches oder sogar Hörgeräten
- Motorschutzsensor (im Motor installierter Temperatursensor)
- Frequenzkopplung von Signal- und Steuerschaltungen, Filterung von Stromversorgungsleitungen, elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), Industrie- und Automobilelektronik, Transponderspulen
- Sensoren, Motorsysteme und Beleuchtung, EMC-Motoren, Elektrofahrzeuge, allgemeine industrielle Anwendungen und Photovoltaik-Wechselrichter
- Sensoren in Wärmepumpen für Wohnhäuser, die einen umweltfreundlichen Ersatz für Gas- oder Ölheizungen darstellen
- Netzteile, Breitbandtransformatoren für DSL, Gleichtaktrosseln für CAN, Flex Ray und Ethernet, industrielle Anwendungen (Green Energy und Elektrofahrzeuge)
- Stromversorgungen, Industrieautomation, Solarwechselrichter, Automotive-Filterlösungen für Elektrofahrzeuge, drehzahlvariable Antriebe für Industrie/Automobil/Bahn, Infrastruktur, erneuerbare Energien
- Thermomanagement von Elektrofahrzeugen (Batterie, Motor, Heizung, Lüftung und Klimaanlage (HVAC))
- Energieeffizienz von Haushaltsgeräten und industriellen Steuerungen
- Medizinische Geräte wie Apnoe-Behandlung, Anästhesiegeräte, Beatmungsgeräte, CT-Scanner, Röntengeräte, usw.),
- Wärmemanagement von Elektrofahrzeugen: Wärmepumpen für Motor, Batterie und Kabinen-kühlung/Heizung
- Navigation und Bewegungssteuerung von Flugzeugen und Zügen
- Prädiktive Wartung



## Marktinformationen:

Passive Bauelemente wie Kondensatoren, Widerstände, Induktivitäten oder Filter sind entscheidend dafür, dass die (elektronische) Welt "rund läuft". Es gibt keine Halbleiterkomponente und keinen elektronischen Schaltkreis, der ohne passive Bauelemente richtig funktionieren kann.

Im Jahr 2022 hat der EMEA-Markt für passive Bauelemente 5,7 Mrd. Euro betragen.

Passive Bauelemente werden in den Marktsegmenten Telekommunikation, Konsumgüter und Haushaltsgeräte, Mikromobilität, Medizin und Gesundheitswesen, Industrie und Energie sowie Automobilbau eingesetzt.



## Anforderungsprofil


**Einzige Kombination von Eigenschaften, die unerlässlich sind, um die erforderlichen Spezifikationen für passive elektronische Bauelemente zu gewährleisten:**


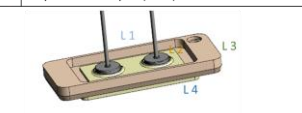
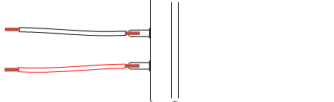
- Umgebungsunabhängige Lebensdauer
- Performance bei hohen Temperaturen
- Elektrische Isolierung; Durchschlagfestigkeit
- Chemische Beständigkeit gegen aggressive Medien
- Hitzebeständigkeit bei extremen Temperaturen und Nichtentflammbarkeit
- Widerstandsfähigkeit gegen klimatische Einflüsse (z. B. Feuchtigkeit, Nässe, Staub)
- Gute mechanische Eigenschaften (z.B. Abrieb, Oberflächenspannung, Reibung)



## Identifizierte PFAS-Verwendungen (beispielhaft)

### Im Endprodukt

<b>1. Isolierung (Beschichtung/Verkapselung) von elektronischen Bauelementen</b>	 <p>Abbildung 2: Sensoren mit PFAS in der Verkapselung © TDK Electronics AG 2023</p>
<b>PFAS Stoff/Stoffgruppe:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluorpolymer</li> </ul>	<b>PFAS-haltiges Material/Komponente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkapselung</li> </ul>
<b>Grund für die Verwendung von PFAS/ Anforderungsprofil:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Temperaturbeständigkeit (bis zu 260°C)</li> <li>• Elektrische Isolierung; Durchschlagfestigkeit</li> <li>• Chemische Beständigkeit gegen aggressive Medien</li> <li>• Resistenz gegen klimatische Einflüsse (z. B. Feuchtigkeit und Nässe)</li> <li>• Gute mechanische Eigenschaften (z.B. Abriebfestigkeit)</li> </ul>	

<b>2. Versiegeln von Kondensatoren gegen die Umwelt</b>	<table border="1"> <tr><td>Layer 1</td><td>Ethylene-Propylene-Diene-Rubber (EPDM)</td></tr> <tr><td>Layer 2</td><td>hard paper</td></tr> <tr><td>Layer 3</td><td>Polytetrafluorethylen (PTFE)</td></tr> </table> 	Layer 1	Ethylene-Propylene-Diene-Rubber (EPDM)	Layer 2	hard paper	Layer 3	Polytetrafluorethylen (PTFE)	<table border="1"> <tr><td>Layer 1</td><td>Terminals copper tinned</td></tr> <tr><td>Layer 2</td><td>Polytetrafluorethylen (PTFE)</td></tr> <tr><td>Layer 3</td><td>aluminum lid (99,8%)</td></tr> <tr><td>Layer 4</td><td>Polytetrafluorethylen (PTFE)</td></tr> </table> 	Layer 1	Terminals copper tinned	Layer 2	Polytetrafluorethylen (PTFE)	Layer 3	aluminum lid (99,8%)	Layer 4	Polytetrafluorethylen (PTFE)
Layer 1	Ethylene-Propylene-Diene-Rubber (EPDM)															
Layer 2	hard paper															
Layer 3	Polytetrafluorethylen (PTFE)															
Layer 1	Terminals copper tinned															
Layer 2	Polytetrafluorethylen (PTFE)															
Layer 3	aluminum lid (99,8%)															
Layer 4	Polytetrafluorethylen (PTFE)															
 <p><b>Abbildung 3:</b> PFAS-Dichtungskondensatoren und Isolierdrähte © ftcap GmbH 2023</p>																

<b>PFAS Stoff/Stoffgruppe:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PTFE</li> </ul>	<b>PFAS-haltiges Material/Komponente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deckscheiben</li> <li>• Kabelummantelungen</li> </ul>
---	--

**Grund für die Verwendung von PFAS/ Anforderungsprofil:**

- Temperaturstabilität
- Elektrische Isolierung
- Chemische Beständigkeit gegen aggressive Medien (zum Beispiel Elektrolyte)
- Widerstandsfähigkeit gegen klimatische Einflüsse (z.B. Feuchtigkeit, Nässe und Staub)
- signifikante Verlängerung der Lebensdauer aufgrund der Verhinderung der Diffusion von molekularem Elektrolyt durch den Kondensatordeckel
- Anschlussmöglichkeiten durch Anlöten von hochtemperaturstabilen, isolierten Kabeln an die jeweiligen Klemmen

**3. Isolierung (isolierter Draht) von elektronischen Bauteilen**



<b>PFAS Stoff/Stoffgruppe:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ETFE</li> </ul>	<b>PFAS-haltiges Material/Komponente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkapselung</li> </ul>
---	--

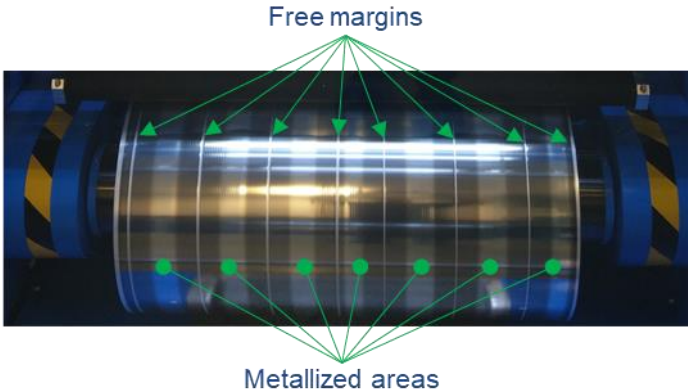

**Grund für die Verwendung von PFAS/ Anforderungsprofil:**

- Hohe Temperaturbeständigkeit (bis zu 260°C)
- Elektrische Isolierung; Durchschlagfestigkeit
- Sicherheitsanforderungen gemäß IEC-Normen
- Resistenz gegen klimatische Einflüsse (z.B. Feuchtigkeit und Nässe)
- Gute mechanische Eigenschaften (z.B. Wickelspannung)

Neben diesen Beispielen werden PFAS z.B. in folgenden Bereichen verwendet

- Drahtmäntel, Schläuche, Schrumpfschläuche und Membranen zur elektrischen Isolierung und Umweltbeständigkeit
- Isolatoren für HF-Anwendungen, Isolierfolien in Kondensatoren zur elektrischen Isolierung
- Dichtungsmaterial (O-Ringe, Tüllen, Kleber, ...) und Schmiermittel, um das Eindringen von Flüssigkeiten und Gasen zu verhindern
- Hydrophobe Beschichtungen
- Verkapselungen und Schutzbeschichtungen für den zuverlässigen Einsatz in rauen Umgebungen
- Elektretfolie (Elektret mit permanentem elektrischem Dipol) für Mikrofone
- Fluorelastomer als Klebstoff und Passivierungsgel
- Flammschutzmittel zur Aufrechterhaltung der Sicherheitsmerkmale

## Im Herstellungsprozess, Produktionsmaschinen und Ausrüstung

<p><b>1. Erzielung klar definierter freier Margen und eingebauter Sicherungsfunktion bei der Herstellung von Folien-kondensatoren</b></p>	 <p><b>Abbildung 5:</b> Metallisierte Folie mit freien Rändern © ELECTRONICON Kondensatoren GmbH 2023</p>
<p><b>PFAS Stoff/Stoffgruppe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PFPE</li> </ul>	<p><b>PFAS-haltiges Material/Komponente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maskierungsöl</li> </ul>
<p><b>Grund für die Verwendung von PFAS/ Anforderungsprofil:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht ausgasendes Öl mit geringem Verdunstungsverlust</li> <li>• Wasser- und ölabweisende Eigenschaften</li> <li>• Chemische Stabilität, nicht korrosiv, elektrische Isolierung und hohe Durchschlagsfestigkeit</li> <li>• Thermische Stabilität, Hitzebeständigkeit bei extremen Temperaturen und Nichtentflammbarkeit</li> </ul>	
<p><b>2. Plasma-Dicing für dünne Wafer</b></p>	 <p><b>Abbildung 6:</b> Testaufbau zur Veranschaulichung der Flexibilität des Designs für das Plasma-Dicing <a href="https://www.kla.com/advance/innovation/plasma-dicing-101-the-basics">https://www.kla.com/advance/innovation/plasma-dicing-101-the-basics</a></p>
<p><b>PFAS Stoff/Stoffgruppe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• C3F8, C4F8</li> </ul>	<p><b>PFAS-haltiges Material/Komponente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozessgase</li> </ul>
<p><b>Grund für die Verwendung von PFAS/ Anforderungsprofil:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch den Einsatz des Plasma-Dicing werden Ablplatzungen, Partikelkontamination und Hitzeschäden vermieden. Es ermöglicht eine reduzierte Schnittbreite und eine flexible Chipform. Insgesamt erhöht diese Technologie die Ausbeute pro Wafer und reduziert die Ausschussrate.</li> </ul>	

Da elektronische Bauelemente auch Teil von elektrischen und elektronischen Geräten sind, die in der Produktion verwendet werden, werden PFAS wie oben erwähnt verwendet und darüber hinaus z.B. auch in:

- Prozessgase für MEMS RIE, DRIE und TVS-Dioden
- Waferträger, Dichtungsringe und Handhabungswerkzeuge, Transportbänder in Pulverbeschichtungsprozessen, bei denen Medienbeständigkeit und Kratzschutz erforderlich sind
- Wärmeübertragungsflüssigkeiten für Produktionsmaschinen, aber auch in der Qualitätssicherung z.B. für Widerstandsmessungen

## Substitution

Auch wenn einige Chemikalien in Bezug auf einen bestimmten Parameter oder eine bestimmte Eigenschaft eine ähnliche Leistung wie PFAS bieten, ist es die einzigartige Kombination von Eigenschaften, die Fluorpolymere von anderen Materialien unterscheidet und sie für elektrische Bauelemente unverzichtbar macht.

Für einige spezifische Anwendungen sind alternative Lösungen nur teilweise verfügbar, für andere ist überhaupt keine Alternative bekannt.

- **PTFE, FEP, ETFE, PVDF oder PFA:**
  - Beispielhafte Anwendungsfälle: elektrische Isolierung von elektronischen Bauelementen (Kabelmantel, Schrumpfschläuche usw.)
  - Geforderte Eigenschaften: einzigartige Kombination aus Hitzebeständigkeit, elektrischer Isolierung, Chemikalienbeständigkeit und mechanischen Eigenschaften wie z.B. Abriebfestigkeit und Flexibilität
  - Alternativen: PVC oder PP werden bereits als Drahtisolierung für Anwendungen bei niedrigen Temperaturen verwendet. Sie können jedoch nicht eingesetzt werden, wenn hohe Betriebstemperaturen (>105°C) erforderlich sind. Polymere wie PEEK oder Polyimid sind für hohe Betriebstemperaturen geeignet, haben aber andere mechanische und/oder elektrische Eigenschaften als fluorierte Polymere.
- **FKM oder FVMQ:**
  - Exemplarische Anwendungsfälle: O-Ringe und Dichtungen
  - Geforderte Eigenschaften: einzigartige Kombination aus Hitzebeständigkeit, Chemikalienbeständigkeit und mechanischen Eigenschaften wie z.B. Flexibilität
  - Alternativen: EPDM-Kautschuk, Nitrilkautschuk (NBR) oder hydriertes NBR als Dichtungen sind aufgrund ihrer unzureichenden Medienbeständigkeit für die meisten Anwendungen nicht geeignet.
- **PFPE (Beispiel 1):**
  - Beispielhafte Anwendungsfälle: Klebstoff für die Befestigung empfindlicher MEMS an Druckanschlüssen
  - Geforderte Eigenschaften: einzigartige Kombination aus breitem Anwendungstemperaturbereich, Chemikalienbeständigkeit und mechanischen Eigenschaften wie z.B. Stabilität
  - Alternativen: Ersatz nur teilweise möglich durch Glaslote mit Bleigehalt (Pb). Auch die Substanz Blei (Pb) ist von mehreren Verordnungen betroffen (RoHS, ELV, REACH) und sollte aus Umweltgründen als PFAS-Ersatz vermieden werden.
- **PFPE (Beispiel 2):**
  - Beispielhafte Anwendungsfälle: Produktionshilfsstoff bei der Herstellung von Folienkondensatoren zur Definition des unmetallisierten Bereichs
  - Geforderte Eigenschaften: einzigartige Kombination aus elektrischen Parametern und Hitzebeständigkeit
  - Alternativen: Nicht bekannt.
- **PFPE (Beispiel 3):**
  - Beispielhafte Anwendungsfälle: Wärmeträgerflüssigkeit für Widerstandsmessung an NTC-Thermistoren
  - Geforderte Eigenschaften: einzigartige Kombination aus breitem Anwendungstemperaturbereich, Chemikalienbeständigkeit und dielektrischen Eigenschaften
  - Alternativen: Als allgemeiner Ersatz nicht bekannt. Nur in einigen speziellen Fällen kann Silikonöl verwendet werden. Silikonöl ist jedoch für bestimmte Anwendungen (z.B. in der Automobilindustrie) und von Kunden verboten.
- **PTFE-Werkzeuge**

- Beispielhafte Anwendungsfälle: Vorrichtungen und Werkzeuge in der Produktion von elektronischen Bauelementen (z.B. Waferträger, Dichtungsringe und Handhabungswerkzeuge)
  - Geforderte Eigenschaften: einzigartige Kombination aus Hitzebeständigkeit, Chemikalienbeständigkeit (z.B. gegen Prozesshilfsmittel) und mechanischen Eigenschaften (wie z.B. Flexibilität und Stabilität) zur Vermeidung von Kratzern auf z.B. empfindlichen Silikonwafern
  - Alternativen: Nicht bekannt.
- **Fluorpolymere und Perfluorpolyether in Beschichtungen**
    - Beispielhafte Anwendungsfälle: Beschichtung/Kapselung von Sensoren in rauen Umgebungen
    - Geforderte Eigenschaften: einzigartige Kombination aus Hitzebeständigkeit bis zu 260°C, Chemikalienbeständigkeit, Beständigkeit gegen Feuchtigkeit und Nässe (hydrophobe Eigenschaften), mechanische Eigenschaften (Stabilität), Durchschlagfestigkeit bei hohen Temperaturen.
    - Alternativen: Es ist sehr wahrscheinlich, dass es überhaupt keine Alternativen gibt (basierend auf den Erfahrungen aus umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten).
- **C3F8, C4F8 (und CF4):**
    - Beispielhafte Anwendungsfälle: Reactive Ion Etching (RIE) und Deep Reactive Ion Etching (DRIE) für MEMS zur Passivierung der Siliziumoberfläche
    - Erforderliche Eigenschaften: Erreichbares Aspektverhältnis (Verhältnis von Tiefe zu Breite)
    - Alternativen: Keine. Es ist bekannt, dass ein ausreichendes Aspektverhältnis nur mit fluorierten Prozessgasen kommerziell erreicht werden kann.



## Sichere Verwendung: Vorbeugung und Verringerung von Emissionen und Exposition

Während der Herstellungsphase werden PFAS mit Sorgfalt und in Übereinstimmung mit den geltenden Vorschriften für gefährliche Chemikalien, Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz sowie Emissionen in die Umwelt gehandhabt. Wann immer kritische Substanzen in der Herstellungsphase verwendet werden, werden technische, organisatorische oder persönliche Schutzmaßnahmen getroffen, um Mensch und Umwelt vor Kontamination zu schützen. In der Elektronikindustrie wird mit Blei, Flusssäure und vielen anderen Substanzen bereits nach dem Stand der Technik verantwortungsvoll umgegangen. Geschlossene Systeme, Absaug- und Abscheideanlagen sind gang und gäbe.

Es gibt keine vernünftigerweise vorhersehbare Emission von PFAS in die Umwelt während der Verwendung von elektronischen Bauelementen.

Die Menge an PFAS, die theoretisch bei der End-of-Life-Behandlung emittiert werden kann, ist ebenfalls sehr begrenzt. PFAS-haltige Artikel in Elektro- und Elektronikgeräten werden in Übereinstimmung mit den geltenden Vorschriften gesammelt und behandelt, z.B. der Abfallrahmenrichtlinie (WRRL) 2008/98/EG, der Altfahrzeugrichtlinie 2000/53/EG und der WEEE-Richtlinie 2012/19/EU. Wenn die Bauelemente nicht repariert oder direkt wiederverwendet werden können, werden sie einer stofflichen oder thermischen Verwertung zugeführt (eine aktuelle Studie von Conversio hat gezeigt, dass etwa 85% aller Fluorpolymere am Ende ihrer Lebensdauer in Verbrennungsanlagen zur energetischen Verwertung landen). Bei diesen Verfahren werden die in unseren Artikeln enthaltenen polymeren PFAS entweder in ihre ursprünglichen Bestandteile zerlegt oder mineralisiert, so dass die PFAS-Eigenschaften verloren gehen. Neueste Studien bestätigen, dass Fluorpolymere am Ende ihrer Lebensdauer bei der Verbrennung unter repräsentativen Bedingungen in europäischen kommunalen Verbrennungsanlagen keine messbaren Mengen an PFAS-Emissionen erzeugen und daher keine Gefahr für die menschliche Gesundheit und die Umwelt darstellen.

## (((o))) Sozioökonomische Auswirkungen Folgen der vorgeschlagenen Einschränkung

- Verknappung von Rohstoffen und Materialverschwendung

PFAS-haltige Produkte, die bereits auf dem EU-Markt in Verkehr gebracht wurden, dürfen nach dem Datum des Inkrafttretens der Beschränkung nicht mehr ausgeliefert werden.

Bestehende Bestände an PFAS-haltigen Bauteilen und Geräten, die bereits zum ersten Mal in Verkehr gebracht wurden, müssen als gefährlicher Abfall entsorgt werden, einschließlich fast aller elektrischen und elektronischen Geräte für den Zweitgebrauch.

Die Recyclingindustrie verarbeitet große Mengen verschiedener Produkttypen mit unterschiedlicher Zusammensetzung im Tonnenmaßstab und nicht im Einzelstückmaßstab, z.B. beim Schreddern. Angesichts des extrem niedrigen Schwellenwerts von 25 ppb würden selbst einige wenige PFAS-haltige Materialien extrem große Mengen an recycelten Materialien zu gefährlichem Abfall degradieren.

Große Mengen an hochwertigen Rohstoffen sowie noch voll funktionsfähige Geräte müssen als Sondermüll behandelt werden, anstatt sie zu recyceln, wiederzuverwenden und Ressourcen zu schonen. Stattdessen werden große Mengen an neuen Rohstoffen benötigt, um den Bedarf zu decken, mit den damit verbundenen Umweltauswirkungen und der Abhängigkeit von den Quellen, die oft außerhalb des EWR liegen.

- Artikel als/in Ersatzteile(n)  
Die Lebensdauer von Telekommunikationsnetzwerken, industriellen Druckern und Klimaanlageanlagen sowie die vertraglich vereinbarten Wartungszeiten erstrecken sich in der Regel auf 10 bis 15 Jahre bei der ersten Anwendung des Produkts. Bei bestimmten medizinischen Geräten, Überwachungs- und Kontrollgeräten sowie Test- und Messgeräten sind es sogar 20 bis 25 Jahre. Die Verfügbarkeit von Ersatzteilen ist entscheidend für die Ausschöpfung des Lebenszeitpotenzials solcher Produkte. Darüber hinaus sind die Hersteller bei vielen B2B-Produkten (z.B. bei medizinischen Geräten und Überwachungs- und Kontrollgeräten) verpflichtet, Bauelemente und Teile ein Leben lang zu verkaufen.  
Insbesondere bei Fluorpolymeren wird die Entwicklung von PFAS-freien Ersatzteilen dadurch erschwert, dass es kein alternatives, nicht-PFAS-haltiges 1:1 Ersatzmaterial gibt.  
Dies hat zur Folge, dass das Fehlen einer Ausnahmeregelung für Ersatzteile dazu führen wird, dass Produkte nicht mehr repariert werden können und vorzeitig veraltet sind.
- Produktionsanlagen und Ersatzteile für dieselben  
"Versteckte Querschnittsanwendungen" wie Dichtungen, Gleitlager und Schmierstoffe in Komponenten (inkl. Ersatzteile), Maschinen und Anlagen sind davon betroffen. Es wäre nicht nur nicht mehr möglich, neue Anlagen mit den bestehenden Technologien zu bauen, sondern auch die Wartung oder Reparatur bereits bestehender Anlagen wäre unmöglich.
- Verlagerung der Produktion in Nicht-EU-Länder  
Eine Folge wäre die Stilllegung bestimmter Produktlinien und die entsprechende Reduzierung der Geschäftstätigkeit im EWR. Betroffene Produktionslinien und Betriebe müssten in Nicht-EWR-Länder verlagert werden, wenn PFAS für den Herstellungsprozess erforderlich sind (Vorrichtungen, Werkzeuge, Prozessflüssigkeiten usw.).
- Verlagerung von Investitionen  
Investitionen in Betriebe in den EWR-Ländern, in denen PFAS für den Prozess erforderlich sind (Vorrichtungen, Werkzeuge, Prozessflüssigkeiten usw.), würden gestoppt. Diese Investitionen werden dann in Anlagen außerhalb des EWR umgelenkt.
- Unterbrechung der Lieferkette  
Aufgrund des Fehlens von Ausnahmeregelungen, die für den Sektor der elektronischen Bauteile nutzbar sind, würden Produktion und Verkauf abrupt unterbrochen werden, sobald das Verbot in Kraft tritt. Unter der Annahme, dass eine Substitution von PFAS in elektronischen Produkten erst bis 2035 möglich ist, würde die derzeit vorgeschlagene Beschränkung zu einer mehrjährigen Unterbrechung der Versorgung führen.

Für den Sektor der elektrischen Bauelemente bedeutet die vorgeschlagene Beschränkung ein pauschales Verbot einer großen Anzahl von Stoffen in undifferenzierter Weise und ohne Nachweis eines spezifischen Risikos. Es bedroht die Produktions-, Forschungs- und Entwicklungsstandorte und -aktivitäten in Europa und ihre weltweite Wettbewerbsfähigkeit.

Auch die "versteckten Querschnittsanwendungen" wie Dichtungen, Gleitlager und Schmierstoffe in Bauteilen, Maschinen und Anlagen sind betroffen. Auch hier hätte ein Verbot weitreichende Folgen für die Produktionsstätten, selbst wenn dem Endprodukt keine PFAS zugesetzt würden, so dass die zu erwartenden Gesamtauswirkungen wahrscheinlich viel gravierender wären.

PFAS sind nicht nur für die Aufrechterhaltung unserer europäischen Produktion und unseres Geschäfts von entscheidender Bedeutung, sondern auch für die Fähigkeit, die Ziele der strategischen EU-Politik in Bezug auf

den europäischen Green Deal, den European Chips Act, die Digitalisierung und Dekarbonisierung der europäischen Industrie sowie die europäische Reindustrialisierungspolitik zu erreichen.

## Beweislast und analytische Aspekte

Anhand erster Erfahrungen können die Lieferanten bestätigen, dass PFAS nicht absichtlich als Zusatzstoffe eingeführt oder im Herstellungsprozess für die entsprechenden Produkte verwendet werden. Diese Stoffe sind möglicherweise nur als zufällige Spurenverunreinigungen vorhanden (und werden dem Produkt nicht absichtlich zugesetzt).

Das Analyseverfahren ist aufgrund der praktisch nicht begrenzten Liste von PFAS-Substanzen und des extrem niedrigen Schwellenwerts komplex. Bei festen PFAS, die zudem noch inhomogen sein können, ist es noch komplexer. Analysen werden nur in einer begrenzten Anzahl von Labors durchgeführt werden können, was nicht nur zu zusätzlichen hohen Kosten, sondern auch zu Engpässen bei den Tests führt. Bei dem extrem niedrigen Schwellenwert wird es nicht möglich sein, dies als Routinetest in Produktionsanlagen zu vertretbaren Kosten einzuführen.

Die geforderte Analyse zum Nachweis PFAS-freier Materialien würde zu hohen Kosten und einer kritischen Anzahl von Analyseanfragen in der begrenzten Anzahl verfügbarer Labore führen.



## Erforderliche Übergangsfrist und/oder Ausnahmeregelungen

Die Hersteller elektronischer Bauelemente müssen in der Regel in Zusammenarbeit mit ihren Material- und Ausrüstungslieferanten mehrere Phasen der Forschung, Technologieintegration, Prototypenherstellung und des Produktionsanlaufs durchlaufen, um ein Produkt oder einen Prozess effektiv zu verändern.

Viele Materialien sind einzigartig und haben spezifische technische Anforderungen, die es extrem schwierig machen, eine brauchbare Alternative zu finden. Für viele der Anwendungen von PFAS-haltigen Materialien gibt es keine bekannten Alternativen. Der ungefähre Zeitplan für die Entwicklung, Qualifizierung und Umsetzung von Alternativen lässt sich in die folgenden Kategorien einteilen:

- Wenn eine Nicht-PFAS-Alternative existiert und bereits im Handel erhältlich ist,
  - und keine Änderungen an der Infrastruktur erforderlich sind und nachgewiesen wird, dass die Alternative eine angemessene Leistung für eine bestimmte Anwendung bietet, dauert es in der Regel 1 - 2 Jahre, um die erforderlichen Fertigungsversuche und die Validierung gemäß Zuverlässigkeitsstandards wie AEC-Q200 und/oder IEC 60068 durchzuführen und die Alternative erfolgreich in die Großserienfertigung einzuführen.  
Darüber hinaus sind kunden- oder anwendungsspezifische Validierungen von 6 Monaten üblich. Für weitere eventuell notwendige behördliche Zulassungen und Zertifizierungen, z.B. bei UL oder VDE, können weitere 6 bis 12 Monate erforderlich sein.
  - Wenn vor der erfolgreichen Einführung der Alternative Änderungen an den Herstellungswerkzeugen, Produkten, Prozessen oder Anlagen erforderlich sind, kann es 3 - 10 Jahre oder länger dauern, bis die Alternative erfolgreich eingeführt werden kann.
- Für bestimmte Anwendungen ist es derzeit nicht möglich nachzuweisen, dass eine PFAS-freie Alternative die gleichen spezifischen Eigenschaften aufweist. In solchen Fällen kann es sogar notwendig sein, neue Chemikalien zu erfinden und zu synthetisieren und/oder alternative Ansätze zur Herstellung von Bauelementen zu entwickeln, die die erforderliche Leistung erbringen. Da es sich bei der Erfindung neuer Chemikalien um einen Prozess mit offenem Ausgang handelt, für den es weder einen bestimmten Zeitrahmen noch eine Erfolgsgarantie gibt, kann es 5 bis mehr als 25 Jahre dauern, bis geeignete Alternativen gefunden werden, die dann auch umgesetzt werden können.
- Es ist möglich, dass sich in einigen Fällen herausstellt, dass eine PFAS-freie Alternative nicht in der Lage ist, die erforderliche chemische Funktion zu erfüllen. Wenn es nicht möglich ist, eine PFAS-freie Alternative zu erfinden, kann es notwendig sein, die Struktur des integrierten Schaltkreises aufzugeben und sie durch eine alternative Struktur zu ersetzen, die die gleiche Leistung aufweist. In einigen Fällen wird die Verwendung von PFAS-freien Alternativen durch die grundlegenden Gesetze der Chemie und Physik verhindert.

Die deutschen Hersteller von elektrischen Bauteilen fordern die Regulierungsbehörden auf, den europäischen Produktions-, Arbeits- und Absatzmarkt zu erhalten. Beschränken Sie PFAS nur in Bereichen, in denen ein



tatsächliches Risiko durch PFAS besteht, und legen Sie Ausnahmen und Sonderregelungen fest, in Bereichen wo PFAS sicher verwendet werden können und die für kritische Anwendungen entscheidend sind:

- Einführung einer Meldepflicht, um ausreichende Daten über die Verwendung entlang der Lieferkette sicherzustellen.
- Vollständiger Ausschluss von polymeren PFAS aus dem Geltungsbereich der bevorstehenden Beschränkung, zumindest von Fluorpolymeren/-elastomeren und Perfluorpolyethern.
- Einführung einer 13,5-jährigen Ausnahmeregelung für die Verwendung von PFAS in elektronischen Bauteilen und deren Herstellung, die mindestens zwei Jahre vor Ablauf der Regelung bezüglich einer Verlängerung zu überprüfen ist. In diesem Zusammenhang ist es sehr wichtig, eine Formulierung zu wählen, die sowohl PFAS als Bestandteil der Bauteile als auch die Verwendung von PFAS als Prozesshilfsmittel bei der Herstellung von elektronischen Bauteilen erlaubt.
- Festlegung eines vernünftigen und praktikablen Schwellenwertes für absichtlich zugesetzte Mengen von 0,1 Gewichtsprozent.

### **Kontakt**

Dr. Marcus Dietrich - Fachverbandsgeschäftsführer, Senior Referent - Fachverband Power Capacitors and Power Quality, Fachverband Electronic Components and Systems -  
Tel.: +4969 6302 462 - Mobil: +49162 2664 928 - E-Mail: [Marcus.Dietrich@zvei.org](mailto:Marcus.Dietrich@zvei.org)

Kirsten Metz - Senior Manager Umwelt- und Chemikalienpolitik - Bereich Nachhaltigkeit & Umwelt -  
Tel.: +4969 6302 212 - Mobil: +49162 2664 952 - E-Mail: [Kirsten.Metz@zvei.org](mailto:Kirsten.Metz@zvei.org)

ZVEI e. V. • Verband der Elektro- und Digitalindustrie • Lyoner Straße 9 • 60528 Frankfurt am Main  
Lobbyregisternr.: R002101 • EU Transparenzregister ID: 94770746469-09 • [www.zvei.org](http://www.zvei.org)

Datum: Juli 11, 2023