



---

## SPECTARIS-Position zum Pauschalverbot der Per- und Polyfluoralkylsubstanzen (PFAS)

---

# PFAS-Verbot darf kein Hightech-Verbot werden.

---

SPECTARIS • Deutscher Industrieverband für Optik,  
Photonik, Analysen- und Medizintechnik e. V.

Werderscher Markt 15  
101117 Berlin  
Fon +49 30 414021-67  
regulatoryaffairs@spectaris.de  
www.spectaris.de

Autoren:

Corinna Mutter, Leiterin Regulatory Affairs, [mutter@spectaris.de](mailto:mutter@spectaris.de)  
Jörg Mayer, Geschäftsführer, [mayer@spectaris.de](mailto:mayer@spectaris.de)

---

*SPECTARIS ist der Deutsche Industrieverband für Optik, Photonik, Analysen- und Medizintechnik mit Sitz in Berlin.  
Der Verband vertritt 400 überwiegend mittelständisch geprägte deutsche Unternehmen.*

*Die Branchen Consumer Optics (Augenoptik), Photonik, Medizintechnik sowie Analysen-, Bio- und Labortechnik  
erzielten im Jahr 2022 einen Gesamtumsatz von über 84 Milliarden Euro und beschäftigen rund 342.000 Menschen.*

## **1. Allgemeines / Hintergrund**

In den vergangenen drei Jahren haben die für REACH zuständigen Behörden von Deutschland, den Niederlanden, Dänemark, Schweden und Norwegen untersucht, in welchen Verwendungen Per- und Polyfluoralkylsubstanzen (PFAS) eingesetzt werden und welche Gefahren von ihrem Einsatz für Mensch und Umwelt entstehen. Die PFAS-Gruppe umfasst nach letzten Schätzungen mehr als 10.000 verschiedene Stoffe. Im Januar 2023 haben die fünf genannten Länder den Entwurf einer umfassenden Beschränkung von PFAS bei der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) eingereicht und damit den Beginn eines Beschränkungsverfahrens unter REACH eingeleitet. Dabei handelt sich nicht um ein „reguläres“ EU-Gesetzgebungsverfahren, das politische Positionierungen der Kommission, des Rates und des Parlaments ermöglicht, sondern um „sekundäre Rechtssetzung“ im sogenannten Ausschussverfahren unter der REACH-Verordnung. Der Rat und das Parlament werden hier erst zum Ende des Verfahrens und nur formal eingebunden. Deren Einspruchsrecht ist somit sehr begrenzt.

Ziel der umfassenden Beschränkung ist es, die Herstellung und Verwendung aller PFAS – unter anderem auch das Inverkehrbringen von PFAS-haltigen Erzeugnissen in die EU – weitestgehend zu verbieten. Zeitlich befristete Ausnahmen kann es für ausgewählte Produkte und Verwendungen geben, für die derzeit und künftig keine Alternativen existieren. Erstmals sehen die Behörden eine pauschale breite Beschränkung einer gesamten Stoffgruppe mit über 10.000 verschiedenen Einzelsubstanzen vor. Anders als in Artikel 69 (1) der REACH-Verordnung vorgeschrieben, erfolgt damit die breite Beschränkung unabhängig vom nachgewiesenen unannehmbaren Risiko jedes einzelnen Stoffes für die menschliche Gesundheit oder die Umwelt. Sie soll verhindern, dass es zu einem „bedauerlichen Ersatz“ (sog. „regrettable substitution“) durch nicht von der Beschränkung erfasste Stoffe kommt – ein Ersatz also, der sich im Nachhinein als nicht weniger gefährlich herausstellen könnte. Die Begründung für das pauschale Stoffverbot ist neben vereinzelter nachgewiesener Toxizität der Stoffe ihre persistente Eigenschaft, d.h. sie werden in der Natur nicht abgebaut. Der vorliegende Beschränkungsvorschlag umfasst einige wenige und sehr spezielle Ausnahmen, die jedoch erst noch einer eingehenden Prüfung und Bewilligung standhalten müssen. Hinzu kommen weit gefasste Ausnahmen für die Verwendung von PFAS als aktive Substanzen in Pflanzenschutzmitteln, Biozidprodukten (z.B. Desinfektionsmittel) oder Arzneimitteln.

## **2. Bewertung des Deutschen Industrieverbands SPECTARIS**

SPECTARIS unterstützt das Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie für Chemikalien, den Schutz der Menschen und der Umwelt vor Risiken durch toxische Chemikalien zu verbessern und zugleich die Wettbewerbsfähigkeit der EU-Industrie zu erhöhen. Europa tut gut daran, eine Vorreiterrolle beim Thema PFAS zu übernehmen und mit Innovationen am Ersatz zu arbeiten, wo immer das geht. Im Rahmen einer nachhaltigen Chemikalienregulierung sollten die Stoffe, von denen aufgrund ihrer Eigenschaften und ihres Verwendungsprofils nicht beherrschbare Risiken ausgehen, auf Basis wissenschaftlicher Bewertungen beschränkt bzw. reguliert werden, vor allem bei Verbraucherprodukten. Die breite Regulierung ganzer Stoffgruppen unabhängig von deren nachgewiesenem Risiko lehnt SPECTARIS jedoch strikt ab. Eine dermaßen restriktive Regulierung würde Europa, seinen Bürgern und seiner Industrie irreparable Schäden zufügen, auch weil außerhalb der EU keine derartig umfassende Beschränkung der PFAS-Stoffgruppe existiert. Dass ein untergesetzlicher verbindlicher

Rechtsakt starke Verwerfungen in Gesellschaft und Industrie verursachen kann, muss von den politischen Entscheidungsträgern in der EU und in den Nationalstaaten dringend in den Blick genommen werden.

PFAS haben einen sehr breiten Anwendungsbereich. Sie kommen in Alltagsprodukten wie Kosmetika, Regenjacken und Pfannenbeschichtungen vor. Aber auch in industriellen Prozessen spielen sie eine große Rolle. Den PFAS wird in Hochleistungswerkstoffen genau die technische Eigenschaft zum politischen Verhängnis, wegen der sie eingesetzt werden und überwiegend unersetzbar sind: ihre Langlebigkeit und Widerstandsfähigkeit auch in essentiellen Anwendungen, industriellen Hightech-Produkten und Produktionsprozessen. So sind große Bereiche der Halbleiterherstellung, der Analysen-, Bio- und Labortechnik, der Augenoptik oder der Medizintechnik durch das PFAS-Verbot direkt gefährdet, und zwar nicht nur die Produkte an sich, sondern auch die zu ihrer Herstellung benötigten Produktionsprozesse. Es ist dabei unverständlich, weshalb das von der EU-Kommission selbst geforderte „Essential-Use“-Konzept nicht auch im PFAS-Beschränkungsverfahren auf so wesentliche Anwendungsbereiche übertragen wurde. Arzneimittel für Mensch und Tier sowie Pflanzenschutzmittel sind weitgehend ausgenommen, obwohl gerade bei diesen Beispielen eine hohe Umweltexposition gegeben ist. Bei den industriellen, nicht ausgenommenen Anwendungsbereichen ist vielmehr eine Abschottung der PFAS-Stoffkreisläufe von der Umwelt häufig schon gegeben oder eher möglich. Das Essential Use-Konzept will sicherstellen, dass Chemikalien nur dann erlaubt sind, „wenn ihre Verwendung für die Gesundheit, die Sicherheit oder für das Funktionieren der Gesellschaft notwendig ist“.<sup>1</sup>

Für eine nachhaltige Regulierung der Substanzen ist eine differenzierte Vorgehensweise geboten. Hierbei muss dringend betrachtet werden, ob eine PFAS-Substanz bzw. deren Verwendung ein nicht beherrschbares Risiko für die Umwelt oder die menschliche Gesundheit darstellt, ob überhaupt eine Umweltexposition vorliegt und ob geeignete Alternativen existieren. Diese Alternativen müssen darauf geprüft sein, ob sie funktional gleichwertig einsetzbar sind. Zudem müssen sie auf ihre Verwendung angesichts vieler anderer, bereits bestehender Vorschriften (z.B. Brandschutz, Effizienzvorgaben, Sicherheitsstandards) geprüft worden sein, um widersprüchliche Regulierung zu verhindern. Die Prüfung von Alternativen im Hinblick auf diese zwingenden Kriterien ist im vorliegenden Beschränkungsentwurf nicht systematisch geschehen. Erfolgt keine spezifische Risikobewertung, werden dringend benötigte Chemikalien künftig nicht mehr auf dem Markt verfügbar sein und innovative Zukunftstechnologien nicht entwickelt werden können. Dies hätte sowohl massive Auswirkungen auf den Wirtschaftsstandort Europa, seine Innovationsfähigkeit als auch auf das Erreichen von Umwelt- und Klimaschutzziele des EU-Green Deal oder den European Chips Act.

In letzter Konsequenz und mit Blick auf wesentliche technologische Zukunftsfelder unterhöhlt ein pauschales PFAS-Verbot die Anstrengungen der EU und Deutschlands in Richtung strategischer Autonomie.

<sup>1</sup> [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:f815479a-0f01-11eb-bc07-01aa75ed71a1.0003.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:f815479a-0f01-11eb-bc07-01aa75ed71a1.0003.02/DOC_1&format=PDF)

### **3. PFAS-Verbot hätte drastische Auswirkungen auf die Produkte und Anwendungen der SPECTARIS-Hightech-Branchen**

PFAS werden für viele Hightech-Anwendungen benötigt, von denen drei am Ende dieser Stellungnahme eingehender und exemplarisch beschrieben werden. PFAS sind außerdem für viele existenzielle Lebensbereiche unverzichtbar, die nicht durch Ausnahmeanträge allein und vorausschauend erfasst werden können. Die entsprechenden Produkte und Lösungen werden vielfach von den SPECTARIS-Branchen Photonik, Medizintechnik, der Augenoptik (als Medizinprodukt) sowie der Analysen-, Bio und Labortechnik entwickelt und hergestellt.

Der Beschränkungsentwurf verbietet – bis auf wenige und zeitlich beschränkte spezielle Ausnahmen – auch essentielle industrielle Anwendungen. Er verschweigt, inwieweit solche Anwendungen nicht mehr in der gewohnten erforderlichen technischen Qualität verfügbar sein werden, unsicherer werden oder gar nicht mehr erhältlich sind. Zudem wird nicht thematisiert, welche Chancen diese Hochleistungswerkstoffe für den gesellschaftlichen und technologischen Fortschritt haben. Diese einseitige Information der EU-Bürger verhindert eine differenzierte Debatte über Für und Wider des pauschalen Beschränkungsverfahrens. Vielmehr hätte ein umfassendes Verbot der PFAS folgende negative Auswirkungen auf Bürger, Patienten und die europäische Wirtschaft:

#### **Abkündigung zahlreicher Produkte für essentielle, lebenswichtige Anwendungen aufgrund von:**

- fehlenden Ausnahmeregelungen,
- zu knappen Übergangsfristen für die vorgesehenen Ausnahmen, weil derzeit und auch auf absehbare Zeit nicht auf alternative Stoffe<sup>2</sup> zurückgegriffen werden kann,
- abbrechenden europäischen Lieferketten für die Endprodukte, da trotz Ausnahmen entweder der benötigte Ausgangsstoff oder Komponenten nicht mehr erhältlich sind<sup>3</sup>, oder gar für vorgesehene Ausnahmen wichtige Ausgangsstoffe oder Zwischenprodukte wiederum verboten bleiben<sup>4</sup>,
- abwandernden Herstellungsprozessen (z.B. Halbleiter, Vakuumkammern), da PFAS nicht mehr als Produktions- oder Hilfsmittel eingesetzt werden dürfen (z.B. Schmierstoffe, Dichtungen) und
- mangelnder Wettbewerbsfähigkeit aufgrund der PFAS-Angebotsverknappung und damit steigender Preise.

#### **Des Weiteren und langfristig:**

- Verlust an Wertschöpfung, Arbeitsplätzen und Innovationsfähigkeit,
- Abwanderung von Firmen ins Ausland bzw. Erhöhung der Importquoten aus Nicht-EU-Ländern und
- verstärkte Abhängigkeiten und Dezimierung der eigenen strategischen Autonomie.

<sup>2</sup> Im Periodensystem erzielt Fluor mit einem Wert von 3,98 die höchste „Elektronegativität“ aller Elemente, was seine einzigartige Stellung beschreibt und erklären kann, warum es keine naheliegenden Ersatzmaterialien gibt.

<sup>3</sup> Der Industriekonzern 3M hat bereits angekündigt, die Produktion von PFAS einzustellen. Sollten weitere Unternehmen diesem Schritt folgen, werden die Lieferketten für zahlreiche Produkte der SPECTARIS-Branchen wegbrechen.

<sup>4</sup> Ausnahmen für Fluorpolymere sind vorgesehen, jedoch nicht für fluorierte Polymerisierungshilfen, die für die Herstellung bestimmter Fluorpolymere unverzichtbar sind.

## **4. Dringende Forderungen und Vorschläge**

SPECTARIS mahnt an, sowohl das methodische Vorgehen grundlegend zu überarbeiten als auch in der Umsetzung des Beschränkungsverfahrens wesentliche Änderungen und Ergänzungen vorzunehmen:

### **A) Methode**

- Das PFAS-Beschränkungsverfahren muss sich an die Regelungssystematik der REACH-Verordnung anlehnen, die auf die Bewertung und Regulierung stoffspezifischer unkontrollierbarer Risiken ausgelegt ist und nicht auf ein Gefahrenmerkmal oder gar eine neutrale Eigenschaft wie der Persistenz.<sup>5</sup> Auch zukünftig muss es möglich sein, gefährliche Stoffe zu verwenden, wenn diese sicher verwendet werden und von ihnen kein unkontrollierbares Risiko ausgeht. Daher muss auf ein umfassendes, pauschales PFAS-Verbot verzichtet werden, das in vielen Fällen PFAS nur aufgrund ihrer persistenten Eigenschaft miteinschließt.
- Grundsätzlich sollte gelten, dass alle Produkte, die in der EU verwendet werden dürfen, auch in der EU hergestellt werden können.

### **B) Umsetzung**

- Es müssen gemäß Vorgabe des „Essential-Use“-Konzepts pauschale Ausnahmen für essentielle Lebensbereiche sowie Hightech- und zentrale Industrieanwendungen geschaffen werden, z.B. für Medizinprodukte und nicht nur für Arznei- oder Pflanzenschutzmittel. Außerdem muss der Einsatz von PFAS-haltigen Anlagenteilen in Industrieanlagen sowie von Zwischenprodukten und Prozesshilfsmitteln umfassend ausgenommen werden.
- Schon aufgrund der schieren Menge an unverzichtbaren PFAS für diese Anwendungen sollten darüber hinaus breitere Ausnahmeregelungen anhand geeigneter Stoffgruppen definiert werden. Eine unbefristete Befreiung von Fluoropolymeren und Fluorelastomeren ist zu erwägen.
- Spezielle Ausnahmen laufen ins Leere, wenn benötigte Ausgangsstoffe, Komponenten oder Prozesse zur Herstellung der Produkte nicht mehr verfügbar sind. Alle vorgesehenen Ausnahmen müssen daher ganzheitlich gedacht werden und die gesamte Lieferkette mit umfassen. Dies muss eindeutig und rechtssicher im Gesetzestext verankert werden.
- Um Rechtssicherheit vor allem für nachgelagerte Anwender („downstream user“) herzustellen, sollte die Identität der jeweiligen PFAS-Substanzen anhand von CAS-, EINECS- und/oder EU-Nummern klar und eindeutig identifizierbar sein.
- Es ist nicht transparent, auf welcher Grundlage und wie die Bewertung von Alternativen seitens der Behörden vorgenommen wird. Das Vorhandensein alternativer Stoffe darf nur dann als Verbotsbegründung benutzt werden, wenn diese Stoffe für den avisierten Einsatz nicht durch andere technische Regulierungen beschränkt sind. Diese technischen Regulierungen sind seitens der ECHA systematisch zu untersuchen. Die Alternativen müssen die PFAS-basierte Lösung im Hinblick auf Form, Eignung und Funktion 1-zu-1 ersetzen können. Hierzu zählen z.B. sicherheitsrelevante Aspekte, Energieverbrauch oder die Lebensdauer.

---

<sup>5</sup> Artikel 69 der REACH-Verordnung gibt einen stoffbezogenen Ansatz vor, (§69, 2): „Die Agentur [ECHA] prüft ..., ob die Verwendung dieses Stoffes in Erzeugnissen ein Risiko für die menschliche Gesundheit oder die Umwelt mit sich bringt, das nicht angemessen beherrscht wird.“

- Die Fristen für die Identifikation von betroffenen PFAS-Anwendungen seitens der ECHA sowie die Übergangsfristen müssen erheblich verlängert werden, da die Sammlung von soliden Daten sowie die Entwicklung von Alternativen längere Zeit in Anspruch nimmt als von der ECHA geschätzt.<sup>6</sup>
- Der PFAS-Beschränkungsvorschlag muss vorsehen, dass die Fristen nach Gesamtschau der Monitoring-Daten überarbeitet werden können.
- Der PFAS-Beschränkungsvorschlag muss zudem ein schnelles und unkompliziertes Verfahren vorsehen, das die zeitnahe Aufnahme weiterer Ausnahmen ermöglicht.
- Für das Inverkehrbringen von Ersatzteilen, Verschleißteilen und Gebrauchtteilen sind zum Zwecke der Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit unbefristete Ausnahmen von der Beschränkung erforderlich, zumindest jedoch über einen wesentlich längeren Zeitraum als die derzeit vorgesehenen Übergangsfristen.
- Es müssen konkrete, praktikable und EU-weit einheitlich umsetzbare Vorgaben für die Überwachung gemacht werden, um die massiven Wettbewerbsnachteile für rechtstreu Anwender des Beschränkungsverfahrens zu vermeiden.

## **5. Drei Beispiele aus den SPECTARIS-Branchen**

Die nachfolgenden Beispiele zeigen, wie sich ein PFAS-Stoffverbot auf essentielle Anwendungen auswirkt und damit die technologische Souveränität und Versorgungssicherheit in der EU massiv gefährdet. Sie stehen stellvertretend für eine Vielzahl an Anwendungsfällen, für die zwar Ausnahmen angestrebt werden könnten. Jedoch ist weder heute noch nach Ablauf der sechsmonatigen ECHA-Konsultationsphase sicher,

- ob jeglicher PFAS-Einsatz innerhalb der Lieferketten identifiziert werden kann,
- ob die eingereichten Informationen zur Begründung von Ausnahmen mangels transparenter Evidenz-Kriterien tatsächlich akzeptiert werden,
- ob potenzielle Alternativen rechtssicher und in technisch-qualitativer Hinsicht adäquat verwendet werden können und
- ob mangels PFAS-basierten Ausgangsstoffen, Zwischenprodukten oder abwandernder Produktion die Produkte trotz Ausnahmen weiterhin verfügbar sein werden.

### **Beispiel Medizintechnik**

Medizintechnikunternehmen in Europa beschäftigten im Jahr 2019 mehr als 600.000 Menschen in etwa 66.000 Unternehmen (inklusive Kleinbetriebe) bei einem Branchenumsatz von 107 Milliarden Euro. Medizinprodukte haben eine sehr große Variationsbreite vom Heftpflaster bis zum Magnetresonanztomographen. Eine geschätzte Anzahl von 500.000 verschiedenen Medizinprodukten wird in Kliniken, Arztpraxen und bei weiteren Gesundheitsdienstleistern wie z.B. Physiotherapeuten, Augenoptikern, Hörgeräteakustikern eingesetzt, sowie von Patienten selbst.

Die Europäische Medical Device Regulation (MDR) ist 2017 in Kraft getreten. Medizinprodukte gehören zu den am strengsten regulierten Branchen. Medizinprodukte, die in Körperkontakt kommen, haben die Biokompa-

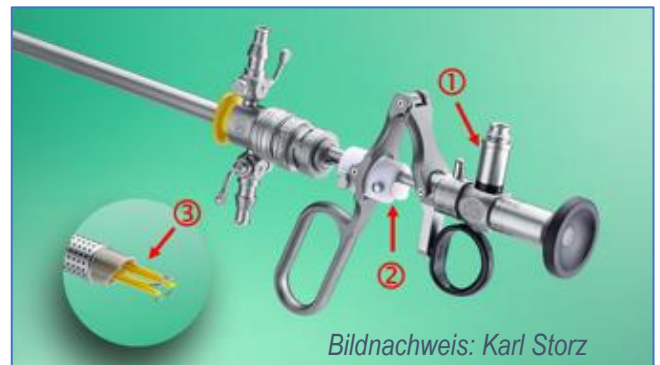
---

<sup>6</sup> Unter REACH gibt es keine vollständige Materialdeklaration, und auf Sicherheitsdatenblättern werden nicht alle Stoffe ausgewiesen. Aufgrund komplexer Lieferketten führt dies insbesondere für nachgeschaltete Anwender zu erheblichen Schwierigkeiten in der Identifikation eingesetzter Stoffe.

tibilität nach DIN EN ISO 10993 nachzuweisen. Karzinogene, mutagene und reproduktionstoxische Substanzen (CMR) sowie Stoffe mit endokrin wirkenden Eigenschaften dürfen in Medizinprodukten nur in kleinsten Mengen von bis zu maximal 0,1 % Massenanteil vorkommen. Nur, wenn es keine Alternativmaterialien gibt und darüber hinaus nach streng vorgegebenen Kriterien der Nutzen der eingesetzten Stoffe das Risiko für Anwender und Patienten überwiegt, dürfen diese Substanzen über dem vorgegebenen Grenzwert eingesetzt werden.

Endoskopie und minimalinvasive Chirurgie sind wichtige Teilbereiche der diagnostischen und interventionellen Medizin. Dort werden aus der großen PFAS-Gruppe überwiegend Fluorpolymere wie PTFE, PVDF, PFA, ETFE, ECTFE, FEP oder Fluorelastomere wie FKM eingesetzt. Erst mit diesen Materialien wurde das medizinische Teilgebiet so erfolgreich, wie es heute ist. Die Situationen, in denen PFAS zum Einsatz kommen, sind extrem vielfältig und umfassen alle elektronischen Medizinprodukte. Das Beispiel eines Resektoskops verdeutlicht, dass auch primär opto-mechanische Systeme stark vom PFAS-Gebrauch abhängen. Mit einem solchen System kann optisch kontrolliert Gewebe in der Harnblase, der Prostata oder dem Uterus entfernt werden.

- Das Bipolar-Resektoskop ist ohne PFAS nicht mehr einsetzbar: (1) gleitfähige ETFE-Ummantelung der Glasfasern zur Beleuchtung, um in den schmalen Hohlraum eingezogen werden zu können (2) PTFE Vollmaterial zur elektrischen Isolierung und zur Minimierung der Reibung des beweglichen Schlittens; dadurch, dass Haft- und Gleitreibung bei PTFE gleich niedrig sind, wird der Haft-Gleit-Effekt unterbunden, was für eine feinmotorisch präzise Schnittführung entscheidend ist, (3) PTFE-Hülsen zur elektrischen Isolierung bei 20kV/m Durchschlagsfestigkeit. Für alle außenliegenden Komponenten ist zudem die schmutzabweisende Eigenschaft, die Chemikalienbeständigkeit und generell die Temperaturbeständigkeit bis über 140°C relevant.



Nach dem Beschränkungsvorschlag sind ein so zentrales Medizinprodukt und weite Teile der Medizintechnik nach 18monatiger Übergangsfrist von den stofflichen Verboten voll betroffen. In einem beispielhaften Video wird gezeigt, warum Ersatzmaterialien ungeeignet sind.<sup>7</sup> Die Folge ist: Derartige Medizinprodukte würden vom Markt verschwinden, Patientinnen und Patienten könnten nicht mehr damit behandelt werden.

2021 wurden nach Angaben des Statistischen Bundesamts<sup>8</sup> etwa 60 Millionen Operationen und Behandlungsmaßnahmen in deutschen Krankenhäusern durchgeführt, Fälle in Arztpraxen nicht eingerechnet. Es kann grob davon ausgegangen werden, dass ein Drittel bis die Hälfte davon den Einsatz von PFAS-relevanten Produkten umfasst.

Minimalinvasive Verfahren im Speziellen vermeiden große (Bauch-) Schnitte und haben die postoperative Verweildauer im Krankenhaus maßgeblich verkürzt. Ein großer werdender Teil der Eingriffe kann ambulant oder teilstationär durchgeführt werden. Ohne PFAS ist dies nicht möglich.

<sup>7</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=x2UmyiSfxo>

<sup>8</sup> [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/Publikationen/Downloads-Krankenhaeuser/operationen-prozeduren-5231401217014.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/Publikationen/Downloads-Krankenhaeuser/operationen-prozeduren-5231401217014.pdf?__blob=publicationFile) ; 15,8 Mio Operationen, 14,6 Mio nichtoperative, therapeut. Maßnahmen, 10 Mio. diagnost. Maßnahmen, 6 Mio ergänzende Maßnahmen, 13,8 Mio bildgebend diagnostische Verfahren

## Beispiel Halbleitertechnik

Computerchips wären durch ein PFAS-Verbot hart getroffen. 80% aller weltweit hergestellten Computerchips, insbesondere 100% der modernsten und leistungsfähigsten Chips, werden mit den Lithografieoptiken von ZEISS und den darauf basierenden Maschinen der niederländischen Firma ASML hergestellt.

Optische Fotolithografie (*im folgenden „Lithografie“*) ist der kritische Produktionsschritt bei der Herstellung von Microchips. Mit ihm werden die Nanometer-Strukturen erzeugt, die die Transistoren im Chip bilden. Lithografieoptik ist deshalb eine der Schlüsseltechnologien im Bereich der Halbleiterherstellung, in denen Deutschland für die neuesten Optiken sogar weltweit ein Alleinstellungsmerkmal hat.

Diese neue Technologie des Extremen Ultraviolett (EUV) wurde 2020 mit dem Zukunftspreis des Bundespräsidenten ausgezeichnet. Sie ermöglicht u.a. die Computeranwendungen des nächsten Jahrzehnts wie autonomes Fahren, 5G oder Künstliche Intelligenz. Auch bei der derzeitigen Standardtechnologie mit 193nm oder 248nm Wellenlänge, ohne die z. B. kein modernes Mobiltelefon möglich wäre, hat Deutschland 80 % Marktanteil bei den Lithographiesystemen und liegt damit weit vor japanischen Wettbewerbern. Entsprechende Optiken werden z.B. in Oberkochen, Wetzlar und Jena gefertigt.

Die für die Lithographiesysteme benötigten Spezialoptiken sind bis zu zehn Tonnen schwer. Sie bestehen aus bis zu 100.000 Teilen und müssen mit einer weltweit einmaligen Präzision gefertigt werden. Neben dieser Präzision ist auch eine extreme Sauberkeit erforderlich; weniger als ein Milliardstel Gramm Kontamination an der falschen Stelle zerstört die Funktion des gesamten Systems.

Die Kombination aus UV-Licht, Präzision und dieser Sauberkeit macht es erforderlich, Materialien aus PFAS an verschiedenen Stellen im Lithographiesystem, so zum Beispiel als Dichtungsmaterial, Dämpfungselement, Isolierung und Schmiermittel einzusetzen.

Konventionelle Materialien und Kunststoffe, z.B. auf Basis von reinen Kohlenwasserstoffen oder Silikonen, sind viel weniger gegen UV-Licht beständig und zersetzen sich unter dem Einfluss der UV-Strahlung in kurzer Zeit. Außerdem gasen sie chemische Substanzen aus (Kontamination), die sich auf den Optiken niederschlagen und das System in seiner optischen Funktion im Hinblick auf die geforderte Abbildungsqualität derart negativ beeinträchtigt, dass das System für die Chipherstellung nicht mehr brauchbar ist.





Ein kurzfristiges PFAS-Verbot in Europa wird dazu führen, dass Lithografiesysteme in Europa nicht mehr hergestellt werden können. Das wird drei gravierende Folgen haben:

- Da ZEISS zusammen mit ASML der einzige Anbieter der zukunftsfähigen EUV-Technologie ist, wird nicht nur Europa diese Marktführer verlieren, sondern weltweit kommt die Weiterentwicklung von Computerchips und darauf basierender Anwendungen zum Stocken. Direkt sind damit ca. 25.000 Hightech-Arbeitsplätze gefährdet.
- Dies wird die bereits jetzt vorhandene weltweite Knappheit an Computerchips zusätzlich verstärken.
- Auch die anderen Standard-Lithografiesysteme können nicht mehr in Europa hergestellt und in Folge fehlender Ersatzteile auch mittelfristig nicht mehr betrieben werden. Das wird eine komplette Abwanderung der Chipherstellung sowie der dazu nötigen Produktionstechnik aus Europa in Regionen ohne PFAS-Verbot, insbesondere Fernost, zur Folge haben. Der „European Chips Act“ wird damit zur Makulatur, obwohl er dazu dienen sollte, die Souveränität Europas in der Chipherstellung wieder zurückzugewinnen. Mit einem PFAS-Verbot stehen möglicherweise auch geplante Großinvestitionen namhafter Halbleiterhersteller in Frage, da sie die zur High-End-Chipherstellung notwendigen Lithografiesysteme in Europa nicht erwerben dürften.

## Fertigungsprozess für Halbleiter

Ein großer Teil der Halbleiterfertigung basiert auf Silizium, die bereits weitgehend nach Asien abgewandert ist. Derzeit versucht Europa mit großem Aufwand, die Abhängigkeit von China zu reduzieren und fördert die Halbleiterindustrie massiv. Die Anforderungen an solch eine Fertigung sind gewaltig und liegen jenseits der menschlichen Vorstellungskraft. Neben der Lithographie gibt es eine ganze Reihe von weiteren Fertigungsschritten, in denen ebenfalls PFAS eingesetzt werden. Bei Verbindungshalbleitern, mit denen man beispielsweise Laser, LED und schnelle Elektronik baut, werden Kristallstrukturen durch Wachstum erzeugt, bei denen es auf jede Atomlage ankommt. In anderen Schritten werden kleinste Strukturen des Halbleiters durch PFAS-haltige Gase weggeätzt. Die Bereiche, die nicht geätzt werden sollen, sind mit PFAS-haltigen Fotolacken geschützt. Die Prozesse finden unter Ultrahochvakuum statt, in einer Atmosphäre mit wenigen Restmolekülen - vergleichbar mit den Verhältnissen auf dem Mond. In solch einer Umgebung darf weder eine Dichtung noch ein Schmiermittel ausgasen.

Wenn es überhaupt möglich wäre, PFAS im Prozess zu ersetzen, würde dies bedeuten, viele Hundert Stellschrauben im Prozess gleichzeitig zu ändern und praktisch bei Null zu starten. Im Wettbewerb mit dem Rest der Welt wäre Europa schon aus diesem Grund chancenlos. Halbleiter sind der Kern für schnellen 5G- / 6G-Mobilfunk, für Sensoren beim Autonomen Fahren, für energiesparende Beleuchtung, für Verteidigungssysteme, für die Digitalisierung und viele Bereiche mehr. Anders als bei Haarspray und Pizzakartons sind die Stoffkreisläufe in der Halbleiterindustrie geschlossen. Gefahrstoffe werden professionell entsorgt.

Ein pauschales PFAS-Verbot verhindert vielmehr das Wiedererstarken einer europäischen Halbleiterindustrie und fördert die außereuropäische Konkurrenz.

## Chemische Analytik

Chemische Analytik beantwortet Fragen nach Stoffidentitäten und Stoffkonzentrationen. Daher spielt sie vielfältige Rollen in einer Industriegesellschaft. Die Chemische Analytik ist tatsächlich für sämtliche Wertschöpfungsketten unerlässlich, weil es ohne Analytik keine Aussagen zur Stoffzusammensetzung der Produkte gibt, weil keine Qualitätskontrolle, keine Überwachung und keine Sicherheitskontrolle schadhafter oder kontaminierter Produkte möglich ist, z.B. in der Materialanalytik, der Qualitätssicherung oder Schadensfallanalytik als Begleitwissenschaft für industrielle Entwicklungen und Fertigungen. Es gibt kein industrielles Produkt, das nicht als Ganzes oder dessen Bestandteile von Verfahren der chemischen Analytik in ihrer Entwicklung, Fertigung oder Distribution begleitet werden. Die Chemische Analytik kennt im Wesentlichen drei Technikfelder: Chromatographie, Spektroskopie und Sensorik. Hinzu kommt für alle Felder die Robotik bzw. Probenvorbereitung. Diese Technikfelder haben universelle Bedeutung für eine Vielzahl von Anwendungen.

Ein wichtiger Einsatz von PFAS-Polymeren (FKM, FFKM und PTFE) ist der Einsatz als gasdichte Dichtungen in der Chromatographie, insbesondere der Gaschromatographie. Hierbei herrschen teilweise harsche Bedingungen, Temperaturen bis 300°C, hohe Drücke oder Hochvakuum. Gleichzeitig sind chemische Beständigkeit und extreme Reinheit gefordert. Die Gaschromatographie dient zur Bestimmung von flüchtigen bzw. verdampfbaren Verbindungen. Sie wird oftmals mit der Massenspektrometrie gekoppelt, eine universelle Technik zur Bestimmung von Molekülen. Diese Technik arbeitet zwingend im Hochvakuum, auch oft unter erhöhten Temperaturen, wo auch diese Dichtungen eingesetzt werden. Hinzu kommen extreme Ansprüche bezüglich der Reinheit von Dichtungen.



Ohne Verfügbarkeit von FKM, FFKM und PTFE-Dichtungspolymeren ist Gaschromatographie mit Massenspektrometrie (GC-MS) nicht denkbar. Ersatzmaterialien sind derzeit nicht bekannt. Ohne Gaschromatographie sind z.B. viele Kontrollen der Lebensmittelüberwachung technisch nicht mehr verfügbar. Dabei geht es nicht nur um die Zusammensetzung z.B. von Aromastoffen, Fetten und Ölen in Lebensmitteln, sondern vor allem um die Identifikation von Rückständen wie Pestiziden und andere Kontaminanten in genau diesen Lebensmitteln. Darüber hinaus wird die GC-MS auch in der klinisch-chemischen Labordiagnostik u.a. für niedermolekulare Tumormarker oder in der Kampfstoffanalytik bzw. in Fragen des Bioterrorismus eingesetzt. Die Gaschromatographie ist eine sehr empfindliche Methode zur Analyse von Stoffgemischen und in der Kombination mit einem Massenspektrometer in der Lage, sehr geringe Substanzmengen bis in den Konzentrationsbereich von Pikogramm/l nachzuweisen. Daher gilt die GC-MS in der Umweltanalytik und in der forensischen Analytik nach wie vor als die Referenzmethode. Stoffgruppenbasierte Ausnahmeregelungen sind hier dringend geboten.