



Auswirkungen des Verbots der per- und polyfluorierten Chemikalien (PFAS)

1 EINLEITUNG

Per- und Polyfluoralkylsubstanzen (PFAS) sind eine große Klasse von Tausenden von synthetischen Industriechemikalien, die seit den späten 1940er-Jahren hergestellt werden und in der Gesellschaft weitverbreitet sind. Aktuell bekannt sind etwa 4.700 Verbindungen, welche dieser Stoffgruppe angehören. Bei PFAS handelt es sich um organische Verbindungen, welche chemisch gesehen aus Kohlenstoffketten unterschiedlicher Länge bestehen, bei denen die am Kohlenstoff gebundenen Wasserstoffatome vollständig (perfluoriert) oder teilweise (polyfluoriert) durch Fluoratome ersetzt sind. Kohlenstoff-Fluor-Bindungen zählen zu den stärksten chemischen Bindungen in der organischen Chemie. Mit ihren einzigartigen physikalisch-chemischen Eigenschaften sind diese Spezialkunststoffe praktisch chemisch inert, nicht benetzend, nicht klebend und extrem temperatur-, feuer- und witterungsbeständig. Diese Eigenschaften bedeuten allerdings auch, dass sie sowohl bei ihrer Verwendung als auch in der Umwelt schwer abbaubar sind und wenn sie weiterhin freigesetzt werden, reichern sie sich in der Umwelt, im Trinkwasser und in der Nahrung an.

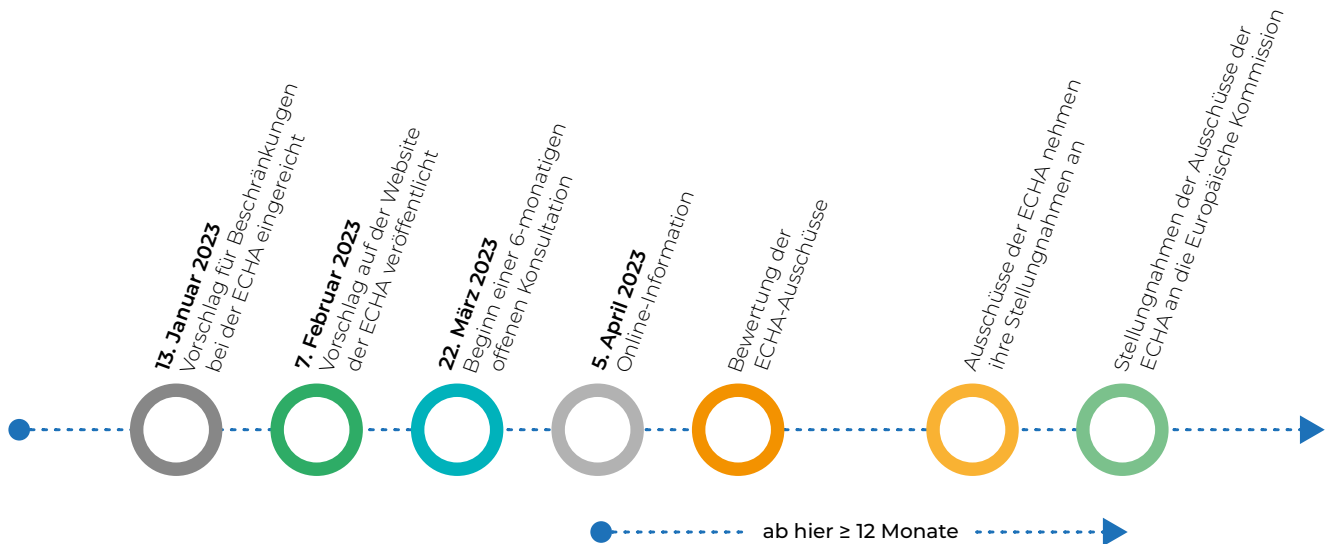
Die Europäische Union plant daher einen umfassenden REACH-Beschränkungsprozess (Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals), welcher die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Verwendung von PFAS innerhalb der EU verbieten soll.

„Die nationalen Behörden Dänemarks, Deutschlands, der Niederlande, Norwegens und Schwedens haben der ECHA (European Chemical Agency) am 13.01.2023 einen Vorschlag zur Beschränkung von Per- und Polyfluoralkylstoffen (PFAS) im Rahmen von REACH, der Chemikalienverordnung der Europäischen Union (EU), vorgelegt¹. Im sich anschließenden Prozess werden die wissenschaftlichen Ausschüsse der ECHA für Risikobeurteilung (RAC) und für sozioökonomische Analyse (SEAC) in ihren Sitzungen im März 2023 prüfen, ob die vorgeschlagene Beschränkung den rechtlichen Anforderungen von REACH entspricht. Daran schließt sich eine wissenschaftliche Bewertung des Vorschlags durch die Ausschüsse an und es folgt eine sechsmonatige Konsultation. Im Rahmen derer ist es geplant, für den 5. April 2023 eine Online-Informationssitzung zu organisieren, um den Beschränkungsprozess zu erklären und denjenigen zu helfen, die an der Konsultation teilnehmen möchten. Die Stellungnahmen des RAC und des SEAC werden normalerweise innerhalb von 12 Monaten nach Beginn der wissenschaftlichen Bewertung

¹ <https://echa.europa.eu/de/-/echa-receives-pfass-restriction-proposal-from-five-national-authorities>

gemäß der REACH-Verordnung erstellt. Angesichts der Komplexität des Vorschlags und des Umfangs der Informationen, die im Rahmen der Konsultation erwartet werden, benötigen die Ausschüsse jedoch möglicherweise mehr Zeit für die Fertigstellung ihrer Gutachten. Sobald die Stellungnahmen angenommen sind, werden sie an die Europäische Kommission weitergeleitet, die dann gemeinsam mit den EU-Mitgliedsstaaten über eine mögliche Beschränkung entscheidet.

Abbildung 1: Zeitlicher Ablauf des Regulierungsverfahrens mit fachlicher Prüfung



Diese geplanten Beschränkungen und damit einhergehende mögliche Ausnahmen oder Verbote sind für einige Anwendungen und die dort eingesetzten Substanzen aus der Materialklasse der PFAS jedoch essenziell, da sie aktuell in ihren Einsatzgebieten nicht austauschbar sind. Zu diesen Anwendungen gehören Zukunftstechnologien wie Elektrolyseure, Brennstoffzellen, Lithium-Ionen-Batterien und deren entsprechende Komponenten, die sowohl für die deutschen Klimaziele als auch für das Maßnahmenpaket der EU „Fit for 55“ eine bedeutende Rolle spielen.

2 PFAS IN ELEKTROLYSEUREN, BRENNSTOFFZELLEN UND LITHIUM-IONEN-BATTERIEN

PFAS werden in verschiedenen Schlüsselkomponenten von Brennstoff- und Elektrolysezellen verwendet. Dazu gehört beispielsweise die Protonenaustauschmembran, welche heute aus dem Polymer Perfluorsulfonsäure (PFSA, engl.: PerFluoro-Sulfonic Acid; EIN Repräsentant der PFAS-Stoffgruppe) besteht. PFSA ist das protonenleitende Material in der Brennstoffzellen- und Elektrolysemembran und ermöglicht den Transport von Protonen bei gleichzeitiger räumlicher Trennung von Wasserstoff und Sauerstoff bzw. deren Teilreaktionen. Die protonenleitende Polymermembran ist ein wesentliches Kernbauteil und daher für das Funktionieren einer Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzelle und einer Elektrolysezelle unbedingt erforderlich. Derzeit gibt es keine technisch ausgereiften Alternativen für diese Schlüsselkomponenten, denn nur PFSA-Ionomere haben beispielsweise in Protonenaustauschmembranen die technologische Reife für diese Funktionen in der anspruchsvollen Umgebung einer Brennstoffzelle oder eines Elektrolyseurs erreicht. Alternative Materialien auf Basis von nicht fluorierten Kohlenwasserstoffpolymeren sind in einem frühen Entwicklungsstadium und nicht für den kommerziellen Einsatz qualifizierbar, da verschiedene technische Parameter die der PFSA-Materialien nicht erreichen.

Für das emissionsfreie Fahren spielt die Brennstoffzelle eine wichtige Rolle. Bei einer erfolgreichen Markteinführung würden voraussichtlich bis 2030 etwa 200.000 Brennstoffzellenfahrzeuge (mit 200 kW) global auf dem Markt sein. Bei einer grob angenommenen Membranfläche von 16 m² pro Auto würden somit etwa 128 t PFSA-Materialien benötigt werden, um die Protonenaustauschmembranen herzustellen. Für ein Maximalszenario mit 1 Mio. Fahrzeugen wären es entsprechend 640 t. Dieser Wert repräsentiert nur die Membran, beinhaltet aber noch nicht die Anteile an zusätzlichen PFAS-Materialien in notwendigen Komponenten wie z. B. Dichtungen.

Auf die Membranfläche bezogen bräuchte man für einen jährlichen Ausbau der Elektrolysekapazitäten von 10 GW pro Jahr bis 2030 etwa 40 t/a PFSA-Materialien. In einem Maximalszenario von 40 GW pro Jahr würden 160 t/a anfallen.

PFAS werden u. a. zur Abdichtung der Kammern innerhalb eines Brennstoffzellenstacks verwendet. Hier sind die chemische und thermische Stabilität besonders wichtig. In Gasdiffusionsschichten werden fluorierte Polymere als elektrochemisch stabile Bindemittel und zur Funktionalisierung der Oberfläche (hydrophob/hydrophil) benötigt, die den sauren Bedingungen in der Nähe des Katalysators oder der Membran einer Brennstoff- bzw. Elektrolysezelle standhalten können. Die überlegene chemische und elektrochemische Stabilität von fluorierten Polymeren unter verschiedenen Bedingungen in einer Brennstoff- bzw. Elektrolysezelle ist hier von besonderer Bedeutung und auf absehbare Zeit nicht ersetzbar. Es ist anzumerken, dass Membranelektrodeneinheiten am Ende ihrer Lebenszeit aufgearbeitet werden, um die seltenen Edelmetalle, insbesondere Iridium, zurückzugewinnen. Dabei wird zukünftig auch das Membranpolymer zurückgewonnen werden können und dies wird die Neu-Materialbilanz entlasten. Eine Deponierung wird bei diesen Anwendungen nahezu nicht stattfinden. Es muss ergänzt werden, dass die besonderen Eigenschaften von fluorierten Polymeren nicht nur auf die Anwendung in Brennstoffzelle und Elektrolyseur begrenzt sind, sondern in verschiedensten Bereichen heute Anwendung finden, wie z. B. als Hochleistungsdichtung (FKM, PTFE), als Behälterauskleidung im chemischen Apparatebau, in Funktionstextilien und ebenfalls als funktionale Membran in der Chlor-Alkali-Elektrolyse, um nur einige wenige zu nennen.

In modernen wiederaufladbaren Lithium-Ionen-Batterien gibt es aktuell zwei wesentliche Anwendungen der PFAS-Materialien. Zum einen kommen sie als Binder für die Beschichtung der Kathode mit aktiven Materialien wie Metalloxiden zum Einsatz, wofür hauptsächlich Polyvinylidenfluorid (PVdF) verwendet wird. Die zweite bedeutende Anwendung sind fluor-organische Additive im Elektrolyten oder der Elektrolyt (Salz und Lösung) an sich. Das Lithiumsalz LiPF₆ kommt aufgrund seiner hohen Ionenleitfähigkeit und der Eigenschaft, die Korrosion des Aluminium-Stromableiters zu verhindern, fast ausschließlich zum Einsatz. Andere Salze wie beispielsweise Lithiumbis(trifluormethylsulfonyl)amid (LiTFSI) oder Lithiumbis(floursulfonyl)imid (LiFSI) werden entweder als Hauptbestandteil des Elektrolyten eingesetzt oder können ebenfalls als Additive hinzugefügt werden. Während der Elektrolyt 5 bis 10 Gewichtsprozent einer Li-Ionen-Batterie ausmacht, werden Additive nur im niedrigen einstelligen Prozentbereich dem Elektrolyten zugefügt. Zahlen des Herstellers Hunan Fluopont New Materials Co. (China) zeigen Produktionskapazitäten allein für LiFSI von 1.200 t/a (Stand 2022). Um die steigende Marktnachfrage zu bedienen, soll die Produktionskapazität für 2025 bereits 12.000 t/a erreichen.

3 EMPFEHLUNG

PFAS sind in vielen Anwendungen unserer modernen Welt wie auch in Energie- und Wasserstoffanwendungen aktuell noch unabdingbar und damit gehören sie zu der Kategorie „essential uses“. Auf etlichen Anwendungen, speziell Elektrolyseuren, Brennstoffzellen, Lithium-Ionen-Batterien, liegen große Hoffnungen, einen Beitrag zu einer nachhaltigeren, grünen Energieversorgung zu liefern. Für die für den Bau dieser Technologien notwendigen Komponenten müssen daher Ausnahmeregelungen nach dem Montreal-Protokoll getroffen werden, bis entsprechende bezahlbare, umweltfreundliche Alternativen verfügbar sind.

Zusätzlich müssen die Forschung insbesondere im Bereich der alternativen Materialien für PFSA-Ionomere sowie die Materialforschung zu notwendigen Komponenten für Brennstoffzellen und Elektrolyseure deutlich intensiviert werden.

Gleichzeitig sollte für Li-Ionen-Batterien an wasserbasierten, fluorfreien Bindern intensiv weitergeforscht werden. Um jedoch Schadstoffeinträge in die Umwelt und insbesondere in Gewässerkörper möglichst zu vermeiden bzw. zu vermindern, sollte zeitnah eine Risikoabschätzung zu möglichen Eintragspfaden, die im Rahmen der Produktion oder Nutzung der genannten Technologien entstehen können, erfolgen. Ein direkter Dialog mit den einschlägigen Verbänden der deutschen Wasserwirtschaft wird empfohlen.

Bei Interesse oder Rückfragen wenden Sie sich bitte an:

Leitstelle Wasserstoff

E-Mail: info@leitstelle-nws.de

Internet: www.wasserstoffrat.de



DER NATIONALE WASSERSTOFFRAT

Mit der Verabschiedung der Nationalen Wasserstoffstrategie hat die Bundesregierung am 10. Juni 2020 den Nationalen Wasserstoffrat berufen. Der Rat besteht aus 26 hochrangigen Expertinnen und Experten der Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft, die nicht Teil der öffentlichen Verwaltung sind. Die Mitglieder des Wasserstoffrats verfügen über Expertise in den Bereichen Erzeugung, Forschung und Innovation, Dekarbonisierung von Industrie, Verkehr und Gebäude/Wärme, Infrastruktur, internationale Partnerschaften sowie Klima und Nachhaltigkeit. Der Nationale Wasserstoffrat wird geleitet durch Katherina Reiche, Parlamentarische Staatssekretärin a. D.

Aufgabe des Nationalen Wasserstoffrats ist es, den Staatssekretärsausschuss für Wasserstoff durch Vorschläge und Handlungsempfehlungen bei der Umsetzung und Weiterentwicklung der Wasserstoffstrategie zu beraten und zu unterstützen.

◆ **Kontakt:** info@leitstelle-nws.de, www.wasserstoffrat.de