

PFAS verantwortungsvoll regulieren – Energiewende funktionsfähig sichern

DER NATIONALE WASSERSTOFFRAT FORDERT EINE VERANTWORTUNGSVOLLE UND RISIKOBASIERTE PFAS-REGULIERUNG MIT KLAREN ESSENTIAL-USE-AUSNAHMEN FÜR ENERGIE- UND WASSERSTOFF-TECHNOLOGIEN

Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) sind für zentrale Energie- und Wasserstofftechnologien unverzichtbar. Ihr Eintrag in die Umwelt stellt jedoch ein ernsthaftes Problem für Mensch und Natur dar. Mit dem im August 2025 von der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) veröffentlichten Background Document¹ liegt nun ein deutlich fortgeschrittener fachlicher Sachstand vor. Die umfassende Auswertung der Konsultationsbeiträge sowie der Arbeiten der wissenschaftlichen Ausschüsse der ECHA für Risikobewertung (RAC) und für sozioökonomische Analyse (SEAC) ermöglichen erstmals eine sektor- und anwendungsspezifische Bewertung von Emissionen, Risiken und Substitutionspotenzialen.

In diesem Zusammenhang unterstreicht der Nationale Wasserstoffrat (NWR) die in seinen Stellungnahmen vom 1. Februar sowie vom 15. September 2023 geäußerte Forderung nach einer differenzierten, risikobasierten Regulierung mit klaren Essential-Use-Ausnahmen. Zugleich erachtet es der NWR als notwendig, seine bisherigen Positionen im Lichte der neuen fachlichen Erkenntnisse weiterzuentwickeln und die Einstufung ausgewählter zentraler Energie- und Wasserstoffanwendungen als funktional essenziell erneut und differenziert zu bekräftigen. Diese Bewertung erfolgt vor dem Hintergrund, dass der Begriff des „Essential Use“ bislang nicht rechtlich in der europäischen Chemikaliengesetzgebung verankert ist², sondern derzeit lediglich als politisch-strategisches Leitkonzept der Europäischen Kommission Anwendung findet.

1. ERGEBNISSE DES REACH-BESCHRÄNKUNGSPROZESSES: DIFFERENZIERUNG IST ZWINGEND ERFORDERLICH

Die Auswertung der mehr als 5.600 Rückmeldungen im Rahmen der öffentlichen Konsultation sowie die Arbeiten von RAC und SEAC verdeutlichen, dass verschiedene PFAS-Verwendungen sehr unterschiedlich zur Gesamtbelastung von PFAS in der Umwelt beitragen. Das aktuelle Hintergrunddokument belegt, dass wenige Sektoren den überwiegenden Teil der PFAS-Emissionen verursachen, wohingegen andere – darunter der Energiesektor – heute in nur sehr geringem Maße Emissionen in die Umwelt zur Folge haben.

¹ <https://echa.europa.eu/de/registry-of-restriction-intentions/-/dislist/details/Ob0236e18663449b>.

² Communication from the Commission – Guiding criteria and principles for the essential use concept in EU legislation dealing with chemicals (OJ C, C/2024/2894, 26.04.2024, ELI: <http://data.europa.eu/eli/C/2024/2894/oj>).

Die im Rahmen des REACH-Verfahrens diskutierten Regulierungsoptionen belegen:

- ◆ Ein vollständiges Verbot aller PFAS-Verwendungen (RO1) würde zwar hohe Emissionsminderungen erzielen, wäre jedoch für zentrale Industrie- und Energietechnologien unverhältnismäßig.
- ◆ Eine Beschränkung mit anwendungsspezifischen, zeitlich begrenzten Ausnahmen (RO2) stellt einen ausgewogenen Ansatz dar, der Umwelt- und Gesundheitsschutz mit Versorgungssicherheit, Innovationsfähigkeit und Klimaschutzziele verbindet.
- ◆ Kontrollierte Nutzungsansätze (RO3) können ergänzend sinnvoll sein, erfordern jedoch robuste Abfall- und Entsorgungskonzepte.

Der NWR spricht sich klar für die Weiterentwicklung des RO2-Ansatzes aus. Ein auf einer differenzierten Risikobetrachtung beruhender Regulierungsrahmen ist aus Sicht des NWR unverzichtbar, um zugleich Umwelt- und Gesundheitsschutz sowie die notwendige Investitions- und Planungssicherheit für den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft zu gewährleisten.

2. EMISSIONEN, EXPOSITION UND UMWELTWIRKUNG REALISTISCH EINORDNEN

Im Bereich der Wasserstoffanwendungen zeigen die aktuellen Analysen, dass die relevanten PFAS-Emissionen überwiegend in der Herstellungs- und End-of-Life-Phase entstehen, während die Nutzungsphase in der Regel in geschlossenen Systemen mit sehr geringer Exposition erfolgt. Demgegenüber tragen verbrauchernahe, offene Anwendungen und bestimmte industrielle Prozesse in deutlich höherem Maße zur Gesamtbelastung bei.

Vor diesem Hintergrund sieht der NWR einen konkreten Handlungsbedarf, die Regulierung künftig noch stärker an tatsächlichen Emissions- und Expositionspfaden auszurichten. Dies erfordert insbesondere

- ◆ eine klare Unterscheidung zwischen geschlossenen und offenen Anwendungen,
- ◆ eine quellenbezogene und risikobasierte Bewertung entlang des gesamten Lebenszyklus sowie
- ◆ eine Priorisierung regulatorischer Maßnahmen dort, wo reale Umwelt- und Gesundheitsrisiken heute oder in der Zukunft bestehen.

Der NWR bekräftigt seine Forderung, dass eine wirksame PFAS-Regulierung bei der Anwendung von Essential Uses nicht allein an der Stoffzugehörigkeit ansetzen darf, sondern sich an Risiko, Umfang der Exposition sowie tatsächlicher Umweltrelevanz orientieren muss. Darüber hinaus sollten die neu geschaffenen Sektoren nicht pauschal, sondern auf Basis ihrer jeweiligen Risikocharakteristik behandelt werden. Die im Zuge der Konsultation sowie weiterer Forschungsergebnisse eingebrachten neuen Daten ermöglichen es nun erstmals, diese Forderung systematisch umzusetzen.

3. PFAS IN ENERGIE- UND WASSERSTOFFTECHNOLOGIEN: FUNKTIONAL ESSENZIELL

PFAS-basierte Materialien sind für das Funktionieren zentraler Systeme der Energiewende derzeit in ausgewählten, technologisch kritischen Anwendungen von wesentlicher Bedeutung. Dies betrifft insbesondere das Zusammenwirken von Komponenten und Baugruppen in Lithium-Ionen-Batterien, Brennstoffzellensystemen, Elektrolyseuren sowie entlang der gesamten zugehörigen Wasserstoff-Wertschöpfungskette.

Regulatorische Restriktionen ohne geeignete, systemgerecht definierte Ausnahmen und ohne einen verlässlichen rechtlichen Rahmen würden nicht nur einzelne Komponenten betreffen, sondern die Funktionsfähigkeit ganzer Technologien und Systeme einschränken. Dies würde den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft, die industrielle Skalierung sowie die Umsetzung der EU-Wasserstoffstrategie und von REPowerEU insgesamt gefährden.

ELEKTROLYSEURE

PFAS-basierte Materialien sind für zentrale Elektrolysetechnologien derzeit funktional von wesentlicher Bedeutung. Dies gilt insbesondere für PEM- und AEM-Elektrolyseure, bei denen Membranen, Elektrodenmaterialien sowie stackinterne Dicht- und Funktionselemente maßgeblich Effizienz, Betriebsstabilität und Lebensdauer bestimmen. Technisch gleichwertige, industriell verfügbare Alternativen stehen für diese Anwendungen derzeit nicht zur Verfügung.

Dies gilt insbesondere für das PEM-Membransystem (MEA). Aber auch in alkalischen Elektrolyseuren werden PFAS-basierte Materialien, insbesondere Fluorpolymere, in ausgewählten Dicht- und Funktionselementen eingesetzt. Ihr Einsatz ist dort nicht in jedem Fall systemisch zwingend, stellt jedoch vielfach den Stand der Technik dar und ist mit Blick auf chemische Beständigkeit, Standzeit und Betriebssicherheit bislang nur begrenzt substituierbar.

Während der Nutzungsphase sind PFAS-haltige Materialien integraler Bestandteil des Elektrolyseurs. Eine sachgerechte Bewertung seiner Umweltrelevanz erfordert daher eine lebenszyklusbezogene Betrachtung, mit Schwerpunkt auf Herstellungs- und End-of-Life-Phasen.

Der NWR bekräftigt, dass Elektrolyseure im Rahmen des REACH-Verfahrens als funktional essenzielle Anwendungen einzustufen sind und langfristige, rechtssichere Ausnahmen benötigen.

BRENNSTOFFZELLEN

Für PEM-Brennstoffzellen sind PFAS-basierte Membranen, Elektrodenmaterialien und stackinterne Funktionselemente zentral für Leistungsfähigkeit, Effizienz und Lebensdauer. Für diese Anwendungen existieren derzeit keine technisch gleichwertigen Alternativen mit vergleichbarer Langzeitstabilität.

Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass PFAS-haltige Ionomere unter den typischen Betriebsbedingungen von Brennstoffzellen chemisch abgebaut werden können. Dabei entstehen fluorierte Abbauprodukte, die potenziell über Produktwasser oder Gasströme aus dem System austreten. Der zugrunde liegende Abbaumechanismus ist zwar teilweise untersucht; die tatsächliche Höhe und Umweltrelevanz dieser Emissionen im realen Betrieb sind jedoch bislang nur unzureichend statistisch quantifiziert und Gegenstand laufender Forschung.

Vor diesem Hintergrund ist die Umwelt- und Gesundheitsrelevanz von PFAS-Verwendungen in Brennstoffzellen sachgerecht im Rahmen einer ganzheitlichen Lebenszyklusbetrachtung einzuordnen, mit besonderem Fokus auf realistische Emissionspfade sowie auf Herstellungs-, Betriebs- und End-of-Life-Phasen. Der NWR fordert daher, Brennstoffzellen als funktional essenzielle Anwendungen anzuerkennen und im REACH-Verfahren risikobasiert und differenziert zu behandeln. Der NWR sieht zudem eine vorrangige Substitutionsprüfung als geboten. Gleichzeitig sollten die Anstrengungen in Forschung und Entwicklung für den zeitnahen Ersatz der PFAS-haltigen Materialien intensiviert werden.

FERTIGUNG, SYSTEMTECHNIK UND INFRASTRUKTUR DER WASSERSTOFFWIRTSCHAFT

PFAS-basierte Materialien werden nicht nur in elektrochemisch aktiven Einheiten, sondern entlang der gesamten industriellen Wertschöpfungskette der Wasserstoffwirtschaft eingesetzt. Dies betrifft insbesondere Fertigungsprozesse (z. B. Printing- und Beschichtungsanwendungen), systemrelevante Dichtungs- und Abdichtungsanwendungen, korrosionsbeständige Materiallösungen sowie Maschinen- und Anlagentechnik.

In der industriellen Serienfertigung ermöglichen PFAS-haltige Funktionsmaterialien stabile, reproduzierbare und qualitativ hochwertige Herstellungsprozesse. Gleichzeitig zeigt sich, dass einzelne Prozessschritte bereits PFAS-frei umgesetzt werden können, während andere weiterhin auf PFAS-basierte Materialien angewiesen sind. Printing Applications stellen daher kein homogenes Anwendungsfeld dar und erfordern eine differenzierte, prozessspezifische Bewertung.

Auf System- und Infrastrukturebene übernehmen Fluorpolymere in Dichtungen, Ventilen, Rohrleitungen, Kompressoren und weiteren Anlagenkomponenten zentrale Funktionen. Aufgrund der hohen Anforderungen an chemische Beständigkeit, Temperaturstabilität, Abdichteffizienz und Lebensdauer bestehen hier bislang allenfalls begrenzte Substitutionsoptionen.

Diese Anwendungen sind integraler Bestandteil geschlossener technischer Systeme mit begrenzter Exposition während der Nutzungsphase. Relevante Umweltaspekte sind insbesondere im Rahmen der Herstellungs-, Wartungs- und End-of-Life-Phase zu bewerten. Kontrollierte Nutzungsansätze können hierfür ein geeignetes regulatorisches Instrument darstellen.

Vor dem Hintergrund der erweiterten Sektorlogik des REACH-Verfahrens fordert der NWR, dass neben elektrochemischen Kernkomponenten auch Printing Applications, Dichtungsanwendungen sowie Maschinen- und Anlagentechnik systematisch und kohärent berücksichtigt werden, um eine funktionsfähige und rechtssichere Regulierung der Wasserstoff- und Energietechnologien zu gewährleisten.

4. KREISLAUFWIRTSCHAFT, RECYCLING UND END-OF-LIFE-MANAGEMENT

Die vorliegenden Hintergrundanalysen zeigen, dass für PFAS-haltige Komponenten in Energie- und Wasserstoffanwendungen derzeit in Europa nur sehr begrenzte und überwiegend nicht anwendungsspezifische Recycling-, Rückgewinnungs- oder Zerstörungspfade existieren. Industriell etablierte, standardisierte Verfahren für einen geschlossenen Materialkreislauf befinden sich vielfach noch in einem frühen Entwicklungsstadium oder fehlen vollständig.

Vor diesem Hintergrund empfiehlt der NWR

- ◆ die gezielte Entwicklung und Etablierung geeigneter Recycling-, Rückgewinnungs- und Entsorgungsverfahren für PFAS-haltige Komponenten aus Energie- und Wasserstoffsystemen,
- ◆ die Weiterentwicklung klarer End-of-Life-Konzepte mit Fokus auf Emissionsvermeidung, sichere Behandlung und nachvollziehbare Stoffströme sowie
- ◆ die Stärkung von Design-for-Recycling-Ansätzen bereits in der Entwicklungs- und Konstruktionsphase neuer Technologien.

Bis zum Hochlaufen einer Kreislaufwirtschaft müssen europaweite, harmonisierte Entsorgungs- und Zerstörungsverfahren für PFAS-haltige Komponenten aus Energie- und Wasserstoffsystemen sichergestellt werden. Ziel bleibt jedoch ein funktionierendes Kreislaufsystem für einen verantwortungsvollen Umgang mit PFAS. Der Aufbau entsprechender Strukturen und regulatorischer Rahmenbedingungen ist daher eine notwendige Voraussetzung für eine praktikable und risikobasierte PFAS-Regulierung.

5. FORSCHUNG, ENTWICKLUNG UND WISSENSTRANSFER INTENSIVIEREN

Ziel bleibt es, PFAS dort zu ersetzen, wo dies technisch möglich, ökologisch geboten und sicher umsetzbar ist. Die vorliegenden Erkenntnisse zeigen jedoch, dass PFAS-freie Alternativen für die benannten Energie- und Wasserstoffanwendungen derzeit überwiegend niedrige Technologiereifegrade aufweisen und kurzfristig nicht industriell verfügbar sind.

Der NWR empfiehlt daher, Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten gezielt auf die Überführung vielversprechender Alternativen in höhere Technologiereifegrade auszurichten. Förderprogramme sollten anwendungsnah ausgestaltet werden und die Erprobung neuer Materialien unter realistischen Betriebsbedingungen, einschließlich Langzeit- und Sicherheitsaspekten, ermöglichen.

Flankierend sind einheitliche Prüf- und Bewertungsstandards sowie frühzeitig abgestimmte Zertifizierungs- und Zulassungsverfahren erforderlich, um eine objektive Vergleichbarkeit PFAS-haltiger und PFAS-freier Lösungen sicherzustellen. Ein strukturierter Wissenstransfer und der Ausbau neutraler Datenplattformen sollen regulatorische Entscheidungen auf eine belastbare und transparente Datengrundlage stellen.

6. EMPFEHLUNG

Der NWR unterstützt das Ziel, Umwelt und Gesundheit wirksam vor schädlichen Auswirkungen per- und polyfluorierter Alkylsubstanzen (PFAS) zu schützen. Zugleich muss gewährleistet bleiben, dass zentrale Energie- und Wasserstofftechnologien als tragende Säulen der Energiewende nicht durch pauschale oder systemfremde Regulierungsansätze in ihrer Funktionsfähigkeit, Skalierbarkeit und Investitionssicherheit beeinträchtigt werden.

Der NWR hat bereits in seinen Stellungnahmen vom 1. Februar und 15. September 2023 eine differenzierte, risikobasierte PFAS-Regulierung mit klaren Ausnahmen für funktional essenzielle Anwendungen gefordert. Die im Rahmen des fortgeschrittenen REACH-Beschränkungsverfahrens nun vorliegenden sektor- und anwendungsspezifischen Erkenntnisse bestätigen diese Position und ermöglichen ihre weitere Präzisierung.

Der NWR empfiehlt daher:

- ◆ **Eine konsequent risikobasierte Ausgestaltung der PFAS-Regulierung für Essential-Uses bei Anwendungen im Wasserstoffsektor**, die sich an tatsächlichen Emissions- und Expositionspfaden orientiert.
- ◆ **Einen klaren, transparenten und planbaren Ausnahme- und Evaluationsrahmen**, mit verbindlichen Kriterien sowie Übergangs- und Geltungsfristen, die realen industriellen Entwicklungs-, Investitions- und konkreten Lebenszyklen von Anlagen und Komponenten Rechnung tragen.
- ◆ **Eine verursachergerechte Haftung bei Umweltschäden muss etabliert werden.**

- ◆ **Die rechtssichere Anerkennung der benannten Energie- und Wasserstofftechnologien** im Rahmen von REACH. Ausnahmen sind systembezogen zu definieren und dürfen sich nicht auf einzelne Komponenten beschränken.
- ◆ **Eine kohärente Betrachtung der gesamten Liefer- und Wertschöpfungskette**, um regulatorische Brüche zu vermeiden und die industrielle Wertschöpfung in der EU zu sichern.
- ◆ **Die Verknüpfung von Ausnahmen mit Emissionsminderung, Kreislaufwirtschaft und verantwortungsvollen End-of-Life-Konzepten** entlang des gesamten Lebenszyklus.
- ◆ **Die gezielte Stärkung von Forschung, Entwicklung und Wissenstransfer**, um PFAS mit adäquaten Technologien zu ersetzen, wo dies ökologisch geboten ist.

Ein solcher Ansatz verbindet wirksamen Umwelt- und Gesundheitsschutz mit Investitions- und Planungssicherheit und schafft die Voraussetzung für den erfolgreichen Hochlauf der Energie- und Wasserstoffwirtschaft in Europa. Von besonderer Bedeutung ist jedoch, dass zeitnah belastbare Entscheidungen erfolgen und damit Investitionssicherheit für den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft gegeben ist.



DER NATIONALE WASSERSTOFFRAT

Mit der Verabschiedung der Nationalen Wasserstoffstrategie hat die Bundesregierung am 10. Juni 2020 den Nationalen Wasserstoffrat berufen. Der Rat besteht aus 22 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 kommissarisch geleitet durch Felix Chr. Matthes.

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