



GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER

Stellungnahme der GDCh zum PFAS-Beschränkungsvorhaben der ECHA

Präambel

Die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) ist mit rund 30 000 Mitgliedern eine der größten chemiewissenschaftlichen Gesellschaften weltweit. Sie hat 27 Fachgruppen sowie 60 Ortsverbände und Regionalforen des JungChemikerForums. Die GDCh fördert die wissenschaftliche Arbeit sowie den Austausch und die Verbreitung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse. Sie unterstützt die Schaffung von Netzwerken, transdisziplinäre und internationale Zusammenarbeit und die kontinuierliche Aus- und Fortbildung in Schule, Hochschule und Beruf.

Die GDCh sieht sich in ihren eigenen Kompetenzbereichen als beratende Fachgesellschaft, die eine wissenschaftliche, transparente Herangehensweise beim Aufgreifen gesellschaftlich relevanter Probleme mit Chemiebezug pflegt; Meinungsvielfalt und differenzierte Darstellung werden angestrebt und die Belange der Chemie aus Industrie und Wissenschaft berücksichtigt. Die Arbeit der GDCh ist in erster Linie als Dienst an der Gesellschaft zu verstehen: Ziel ist es, Fakten bereitzustellen, die einem komplexen Sachverhalt Rechnung tragen. So soll eine rationale Basis für die öffentliche Debatte geschaffen werden, die wissenschaftsbasierte Schlussfolgerungen ermöglichen und so die politische Diskussion über Werte und gesellschaftliche Prioritäten unterstützen kann.

Am 7. Februar 2023 hat die Europäische Chemikalienbehörde (ECHA) einen Vorschlag zur Regulierung per- und polyfluorierter Alkylverbindungen (PFAS) veröffentlicht, der eine weitgehende Beschränkung und nach Ablauf zeitlich befristeter Ausnahmen für bestimmte Anwendungen ein komplettes Verbot dieser mindestens 10 000 Chemikalien umfassenden Stoffgruppe zum Ziel hat.^{1,2} Die Veröffentlichung des Beschränkungsvorschlags ist der Ausgangspunkt eines politischen Prozesses, der zu einer Entscheidung über den Umgang der Europäischen Union mit PFAS führen wird.

¹ ECHA – Annex XV Restriction Report: <https://echa.europa.eu/documents/10162/f605d4b5-7c17-7414-8823-b49b9fd43aea>

² PFAS-Definition der European Chemicals Agency (ECHA): sämtliche Verbindungen, die mindestens eine perfluorierte Methyl- (-CF₃) oder Methylen-Gruppe (-CF₂-) aufweisen; mit einigen speziellen Ausnahmen

Das Wissen um die Persistenz und folglich die Anreicherung von PFAS in der Umwelt hat nicht nur in der EU gesellschaftspolitische und regulatorische Diskussionen ausgelöst. In verschiedenen Ländern und Regionen sind Gesetzesvorhaben in Vorbereitung mit dem Ziel, sowohl die weitere Anreicherung in der Ökosphäre und in Organismen zu verhindern als auch zum Abbau bereits bestehender Lasten beizutragen. Die GDCh erkennt diese Problematik grundsätzlich an und lädt zu einem öffentlichen, wissenschaftlichen Dialog und zu einer differenzierten Diskussion und Konzeption der weiteren Vorgehensweise ein.

Beitragende: Vertreterinnen und Vertreter von GDCh-Fachstrukturen aus Industrie und Hochschule im GDCh-ThinkTank-PFAS (GDCh Arbeitsgemeinschaft Fluorchemie (AG F), GDCh-Fachgruppen Makromolekulare Chemie (MC), Analytische Chemie (AC). Junge WirtschaftschemikerInnen (JuWiChem) der Vereinigung für Chemie und Wirtschaft): Ruth Bieringer (MC, Freudenberg, Weinheim), Maik Finze (AG F, Univ. Würzburg), Thomas Früh (MC, Arlanxeo, Dormagen), Sebastian Hasenstab-Riedel (AG F, FU Berlin), Florian Kraus (AG F, Univ. Marburg), Björn Meermann (AC, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin), Joachim Simon (MC, Covestro, Leverkusen), Sophia Strachotta (JuWiChem, Porsche, Weissach), Patrick Théato (MC, KIT, Karlsruhe). Des Weiteren gehören dem GDCh-ThinkTank-PFAS an: Anja Feldmann (BASF, Ludwigshafen), Gerhard Karger (GDCh, Frankfurt), Dirk Menz (Pharmpur, Königsbrunn, Mitgl. im Europäischen Senat der Wirtschaft), Hendrik Wagner (BASF, Ludwigshafen).

Stand: September 2023

Thesen der GDCh zum PFAS Restriction Proposal

1. Verhältnismäßigkeit wahren – Wissenslücken schließen

Wir müssen Chemie neu denken, wenn wir globale Herausforderungen wie Klimawandel, Energietransformation und Ernährung von immer mehr Menschen bewältigen wollen. Pauschalisierende Beschränkungen ganzer Substanzgruppen wie die geplante weitgehende PFAS-Beschränkung, die einer wissenschaftlichen Grundlage entbehren, sind dafür nicht zielführend.

Die GDCh ist besorgt über die wachsende Politisierung wissenschaftlicher Zusammenhänge und die Nivellierung in der Auseinandersetzung mit zukunftsrelevanten technologischen Fragestellungen. Der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit muss gerade in den Naturwissenschaften gelten. Diesen Grundsatz sehen wir jedoch im Vorschlag zur Beschränkung von PFAS verletzt.

Wir fordern, Wissenslücken zu schließen, das Gefährdungspotential differenziert zu betrachten und Substanzen streng nach chemisch-physikalischen sowie toxikologischen und ökotoxikologischen Eigenschaften zu bewerten. Auf diese Weise können PFAS ihren Nutzen dort entfalten, wo sie wie in Transformationstechnologien dringend benötigt werden und heute nicht ersetzt werden können.

Es fehlt eine allgemeingültige Definition, und dies führt zu großer Unsicherheit im Umgang mit PFAS: Eine zentrale Frage in der wissenschaftlichen Diskussion ist, ob PFAS eine Materialklasse sind, auf die einheitliche Regulierungskriterien angewendet werden können. Die Molekülgröße und die chemischen Strukturen verschiedener PFAS unterscheiden sich stark, weshalb sie sehr unterschiedliche physikalische, chemische und ökotoxikologische Eigenschaften aufweisen. Es gibt gasförmige, flüssige und feste PFAS; einige sind wasserlöslich, einige sind mobil oder bioakkumulierend, einige sind toxisch, andere sind physiologisch unbedenklich und biokompatibel und fast alle sind aufgrund der außerordentlichen Stabilität der Kohlenstoff-Fluor-Bindung persistent oder bauen zu persistenten Abbauprodukten ab.

Die einzigartigen Eigenschaften der PFAS haben in den letzten 70 Jahren zu Anwendungen in nahezu allen Bereichen der industriellen Produktion und des Alltagslebens geführt: vom Spezienschmierstoff zum Additiv in Kosmetika; von der Verwendung in der Elektronik und Halbleitertechnik zum Endoskopie- und Katheterschlauch, von der Tankauskleidung in der Prozessindustrie zur Verwendung in Medikamenten und Pflanzenschutzmitteln, von der Textilbeschichtung zur Hochleistungsdichtung, vom Kältemittel für Wärmepumpen und Klimageräte über Feuerlöschmittel zur Pfannenbeschichtung.³

³ Glüge J. et al. 2020. An overview of the uses of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS). Environ. Sci.: Processes Impacts, 2020, 22, 2345-2373

Aufgrund ihrer vielfältigen Einsatzmöglichkeiten können PFAS auf verschiedenen Wegen in die Umwelt gelangen: beim Herstellungsprozess der Chemikalien selbst, bei deren Weiterverarbeitung, bei der Verwendung der fertigen Produkte und bei deren Entsorgung.

PFAS weisen unterschiedliche Gefährdungspotenziale auf. Zudem resultieren aus den vielfältigen Verwendungen unterschiedliche Emissionswahrscheinlichkeiten und damit unterschiedliche Risiken für Mensch und Umwelt. Gefährlichkeit an sich kann kein Beschränkungskriterium sein, es geht immer um das Risiko für Mensch und Umwelt. Sonst ist Chemie nicht möglich.⁴

2. Fortschritt heißt Risiken einzugehen – diesen Zielkonflikt müssen wir aushalten

Die Anforderungen unserer Lebenswelt müssen mit dem Schutz von Menschen und Umwelt in Einklang gebracht werden. Mit diesem Zielkonflikt müssen sich die Fachdisziplinen, darunter die Chemiewissenschaften, aktiv und öffentlich auseinandersetzen.

„Wasch mich, aber mach mich nicht nass“: Nach diesem Prinzip rufen Politik und Gesellschaft vielerorts wie selbstverständlich nach technischen Lösungen, um den wachsenden Herausforderungen von Klimawandel, Ressourcenknappheit und Umweltschutz zu begegnen. Zugleich scheuen Akteure und auch Entscheider und Entscheiderinnen die Auseinandersetzungen mit den materiellen Grundlagen und Innovationsvoraussetzungen der erforderlichen Technologien. Wir müssen wieder lernen, mit dem Zielkonflikt zu leben, dass Fortschritt nicht risikolos sein kann. Es ist Aufgabe der Wissenschaften, diese Risiken zu bewerten und einzuordnen. Die Freiheit von Forschung und Entwicklung ist eine Voraussetzung, um diesen gesellschaftlichen Auftrag erfüllen zu können.

Eine ganzheitliche Betrachtungsweise muss stärker in den Fokus rücken. Wir sollten uns auf das übergeordnete Ziel aller Regulierung besinnen: Menschen und Umwelt zu schützen. In unserem Fall heißt das, den globalen Eintrag von persistenten PFAS in die Umwelt zu unterbinden und diese zu ersetzen, wo immer es geht. Dazu gehört zugleich, Wertschöpfungsketten zu erhalten und zu stärken und das Problem nicht in andere Regionen der Welt zu verlagern, getreu dem Motto: „Wenn wir es nicht machen, machen es die anderen.“

Bei der Diskussion über den Einsatz von PFAS und einem möglichen breiten Verbot müssen zudem die Voraussetzungen, Anreize und Rahmenbedingungen geschaffen werden, um Forschung und Entwicklung für etwaige sichere und nachhaltige Alternativen zu beschleunigen. Wir brauchen dafür Veränderungsbereitschaft – sowohl bei Verbrauchenden als auch bei Produzierenden und Forschenden. Und wir brauchen die Bereitschaft der politischen

⁴ Nach Artikel 68 (1) des EU-Chemikalienrechts REACH ist eine Beschränkung von Chemikalien möglich, wenn bei der Herstellung, Verwendung oder dem Inverkehrbringen ein unannehmbares Risiko für die menschliche Gesundheit oder die Umwelt besteht.

Entscheidungstragenden, sich mit unbequemen wissenschaftlichen Erkenntnissen auseinanderzusetzen.

3. Wir brauchen klare Forschungsaufträge an Wissenschaft und Industrie

Regulatorik muss Wissenschaft früh einbeziehen. Regulatorische Anforderungen dürfen nicht isoliert von wissenschaftlicher Forschungs- und Entwicklungsarbeit zu PFAS und PFAS-Substituten für relevante Arbeitsfelder formuliert werden. Im Sinne eines starken Wissenschaftsstandorts Deutschland müssen Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen zugleich gesellschaftspolitischen Wandel und daraus folgend Regulierungsvorhaben im Blick haben und in ihre Arbeit einbeziehen.

Eine Beschränkung muss sowohl den derzeitigen Stand der Technik als auch die Auswirkungen auf andere Bereiche berücksichtigen. Unabdingbar sind ferner Methodenentwicklungen zur Detektion von PFAS, Verfahrensentwicklungen zur Entfernung und Aufbereitung von PFAS und dem sicheren und emissionslosen Gebrauch von PFAS.

Wir haben starke Disziplinen in der Chemie in Deutschland mit einer reichen Tradition und Vielfalt. Dies sollten wir in einen verantwortungsbewussten Dialog einbringen. Für einen verantwortungsvollen Umgang mit PFAS-Materialien und ggf. später hinzukommenden bisher nicht diskutierten Materialien mit einem hohen Gefährdungspotential ist eine ergebnisoffene Forschung notwendig. Ihre Priorisierung ergibt sich aus dem Kräftespiel zwischen Struktur, Eigenschaften, Anwendung/Performance und Freisetzungspotential. Eine sinnvolle Priorisierung ergibt sich aus dem Ergebnis des Zusammenspiels der einzelnen Faktoren. Ohne nachweisbare Emissionen müsste die Grundlage für ein Verbot entfallen.

Auch wenn es Aufgabe der Gesetzgebung ist, relevante gesellschaftliche Akteure einzubeziehen, so ist es auch an der Wissenschaft selbst, gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse in den öffentlichen Dialog einzubringen. Die Kontroverse um die PFAS-Regulierung zeigt: Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen müssen sich aus der Komfortzone bewegen, wenn es um die Grundlagen und die Zukunftsfähigkeit ihrer Fächer geht.

4. Grundlagenforschung und Innovation sichern Zukunftsfähigkeit

Regulierung birgt immer auch die Chance zur Innovation. Das Gegenteil ist aber der Fall, wenn unrealistische Zeitvorgaben formuliert werden. Bei einer gesetzlichen Beschränkung von PFAS muss ein realistischer Stand der Technik berücksichtigt werden, denn Innovationen aus der Chemie brauchen Zeit. Die Entwicklung sicherer und nachhaltiger Alternativen muss zudem durch Anreize gefördert werden.

Die Grundlagenforschung liefert neue Erkenntnisse über Struktur-Eigenschafts-Beziehungen und ermöglicht die Entwicklung neuer Materialien und Wirkstoffe. Die Fluorchemie ist dabei ein

wichtiges und lebendiges Forschungsgebiet, das dem wissenschaftlichen Nachwuchs nahegebracht und grundlegend erforscht werden sollte. Die Fluorchemie muss daher ein fester Bestandteil der akademischen Grundlagenforschung und der Chemieausbildung bleiben.

Die Substitution von PFAS – sofern möglich – erfordert je nach Anwendungsgebiet signifikante Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Realistische Zeitvorgaben müssen gemeinsam mit allen Akteuren anhand von Erfahrungswissen entwickelt werden. Ein breites Verbot ohne adäquate Substitute kann zu einem unverhältnismäßigen Schaden führen. Ein Beispiel ist klimaneutrale Mobilität: Der Einsatz von PFAS ist essenziell für heutige wie zukünftige Fahrzeugtechnologien, nicht zuletzt für Batterien in Elektrofahrzeugen. Einen skalierbaren Ersatz gibt es heute nicht.

Dort, wo Alternativen bereits verfügbar sind, sollte deren Nutzung gefördert werden. Dabei geht es auch um Aufklärung aller Akteure.

5. Wissenslücken schließen und Lösungen schaffen

Der Forschungsbedarf bei PFAS lässt sich in drei Bereiche unterteilen: Neben den beschriebenen Ersatzmaterialien und Alternativen müssen analytische Methoden entwickelt und Recycling und Abfallmanagement vorangetrieben werden. Dies kann nur durch **die Zusammenarbeit aller Akteure erreicht werden** – Behörden, Unternehmen sowie die Forschung.

5.1. *Neue analytische Methoden zur Detektion und Quantifizierung von PFAS zeitnah entwickeln.*

Um potenzielle PFAS-Gefahren einschätzen und Mensch und Umwelt effektiv schützen zu können, müssen diese Verbindungen detektiert, differenziert und quantifiziert werden. Erst dann können Regulierungsbehörden und Umweltschutzorganisationen die Einhaltung von Grenzwerten und Verboten überwachen und geeignete Maßnahmen zur Begrenzung der Emissionen ergreifen. Vor dem Hintergrund der großen Anzahl an PFAS-Verbindungen werden passende Analysemethoden benötigt, um die Belastung von PFAS in verschiedenen Umweltkompartimenten wie Wasser, Boden und Luft messen und potenzielle Risiken besser verstehen zu können.

Da bisher nur für einige wenige PFAS verlässliche, validierte Analysemethoden vorhanden sind, ist eine Ausweitung der existierenden Methoden auf weitere Anwendungsbereiche und Produktkategorien, wie Monitoring von Verpackungsmaterialien von Lebensmitteln oder komplexen Elektronikprodukten notwendig. Außerdem muss der Fokus zukünftig auch auf das Prozessmonitoring gelegt werden – z.B. im Bereich der Müllverbrennung.

Generell wird ein harmonisierter Methodenkatalog für die PFAS-Analytik benötigt: Nur so werden Analyseergebnisse vergleichbar und auch kleine Unternehmen und Privatpersonen bekommen Zugang zu verlässlicher Analytik durch spezialisierte Labore. Analyseverfahren sollten zudem so kategorisiert und standardisiert werden, dass PFAS nicht nur erkannt und quantifiziert, sondern

auch zu Gruppen mit verschiedenen Eigenschaften zugeordnet werden können: toxische Verbindungen, umwelttoxische Verbindungen, nicht-toxische Verbindungen, persistente Verbindungen.

Grundsätzlich wird zwischen „target“-analytischen Ansätzen und Summenparametermethoden unterschieden – „Target-Methoden“ zielen auf eine kleine Zahl bekannter Verbindungen ab – Summenparametermethoden zielen auf organisch gebundenes Fluor insgesamt ab. Studien zeigen, dass „target“-Substanzlisten erweitert werden müssen; das Spektrum an PFAS hat sich in Umweltkompartimenten verschoben. Massenbilanzen können hierüber meist nicht geschlossen werden. Daher sind komplementäre Summenparametermethoden nötig – da das PFAS-Spektrum jedoch sehr breit ist, müssen dringend Probenvorbereitungsstrategien weiter optimiert und standardisiert werden.

Der Schadstoffeintrag von Punktquellen lässt sich meist gut mittels „target“-Methoden erfassen – jedoch stellt der diffuse Eintrag von Substanzen sowie der Eintrag eines breiten PFAS-Spektrums eine große Herausforderung an die analytische Chemie dar und lässt sich nur mit Summenparametermethoden erfassen. Summenparametermethoden sind für ein „Pre-Screening“ gut geeignet – bei einer Überschreitung zukünftiger Grenzwerte sollte sich ein „target“ Screening anschließen.

Die aktuell diskutierten niedrigen Grenzwerte sind mit den zur Verfügung stehenden Analysenmethoden, gerade in komplexeren Matrices, nur schwer bis gar nicht detektier- und quantifizierbar. Mit Blick auf das Risikopotential einzelner PFAS ist eine Neueinschätzung der Grenzwerte und des Methodenportfolios unbedingt notwendig. Grenzwerte sollten zudem stets individuell für einzelne PFAS anhand ihres Gefährdungspotentials für Mensch und Umwelt festgelegt werden.

5.2. PFAS-Recycling ist machbar.

Bestehende PFAS-Recyclingtechnologien müssen weiterentwickelt und neue Strategien erdacht werden – unter Berücksichtigung ihrer potenziellen Umweltauswirkungen und ihrer Wirtschaftlichkeit. Die Möglichkeiten einer stofflichen Wiederverwertung von PFAS hängen stark von der Substanz und der Anwendung ab.

Am Beispiel der Fluorpolymere (FP) lässt sich demonstrieren, dass Recycling grundsätzlich möglich ist. Neben Wegen zur stofflichen Wiederverwertung (mechanisches Recycling) werden derzeit Verfahren zur Depolymerisierung und somit zum chemischen Recycling (Upcycling) von FP in Pilotanlagen entwickelt.^{5,6} Im Vergleich dazu werden heute ca. 9 % der jährlichen

⁵ Bruno Améduri, Fluoropolymers as Unique and Irreplaceable Materials: Challenges and Future Trends of These Specific Perfluoroalkyl Substances, **2023**, doi:10.20944/preprints202309.0512.v1

⁶ Die Gesamtrecyclingrate (einschließlich PTFE- und FP-Rezyklaten) liegt aktuell bei 3,4 % (bei einer Jahresproduktion der FP von 330.300 Tonnen) Lohman, R.; Letcher, R.J.; The universe of fluorinated polymers and polymeric substances and potential environmental impacts and concerns. *Curr. Opinion Green Sustain. Chem.* **2023**, *41*, 100795.

Kunststoffproduktion von mehr als 460 Millionen Tonnen⁷ recycelt. Obwohl das Recycling sauberer FP wie PTFE-, FEP-, PFA- und PVDF-Abfällen, wie sie bei der Produktion anfallen, heute schon möglich ist, bereitet das Recycling von FP in Konsumgütern noch Probleme, da diese typischerweise durch Füllstoffe und andere Substanzen verunreinigt sind, was das Recycling erschwert.⁸

Eine Reihe von Studien haben in kleinem Maßstab bis hin zum Pilotmaßstab gezeigt, dass die Fähigkeit zur Rückführung von FP zu ihren Monomeren und deren erneute Verwendung in (Co-)Polymerisationen funktioniert. Es scheint daher möglich, auch für fluoridierte Polymere eine Kreislaufwirtschaft zu etablieren.

Ähnliche Szenarien erscheinen sinnvoll für z. B. fluoridierte Gase, die in ihrer chemischen Struktur erhalten bleiben und bei denen lediglich destillative Reinigungsschritte vorgenommen werden müssen.

PFAS-haltige Produkte, für die eine stoffliche Wiederverwertung technisch oder ökonomisch nicht sinnvoll ist, müssen einer geordneten Müllverbrennung zugeführt werden. Kohlenstoff-Fluor-Bindungen können unter geeigneten Bedingungen vollständig zu Fluorwasserstoff (HF) mineralisiert werden, so dass keine messbaren Emissionen von PFAS in die Umwelt entstehen.⁹

Speziell Arzneimittel und stoffliche Medizinprodukte auf Basis von PFAS sollten für ihre Entsorgung so vorbereitet werden, dass sie mit üblichen Prozessen der medizinischen Abfallentsorgung sicher in unbedenkliche Abbauprodukte oder deponiefähige Materialien umgewandelt werden. Voraussetzung dafür ist insbesondere die Kenntnis ihres thermischen Verhaltens und ihrer Reaktion mit Zuschlagstoffen bei den üblichen Entsorgungsprozessen.

Im Hinblick auf die Entwicklung einer zirkulären Wirtschaft muss berücksichtigt werden, dass sehr niedrige PFAS-Grenzwerte (ggf. im Bereich des natürlichen Hintergrundes, die nur mit erheblichem Aufwand messbar sind) die Verwendung rezyklierter Rohstoffströme nicht von vorneherein unmöglich machen. Daher müssen Grenzwerte etabliert werden, die einerseits die Risikopotentiale der Stoffklasse realistisch wiedergeben, andererseits aber das Risiko von entsprechenden PFAS-Spuren in rezyklierten Rohstoffen mit der Notwendigkeit der Dekarbonisierung und Zirkularität ausbalancieren.

⁷ Li, H.; Aguirre-Villegas, H.A.; Allen, R.D.; Bai, X.; Benson, C. H.; Beckham, G. T.; Bradshaw, L.S.; Brown, J.L.; Brown, R. C.; Cecon, V.S.; Curley, J.B.; Curtzwiler, G.W.; Dong, S.; Gaddameedi, S.; García, J.E.; Hermans, I.; Kim, M.S.; Ma, J.; Mark, L.O.; Mavrikakis, M.; Expanding plastics recycling technologies: chemical aspects, technology status and challenges; *Green Chem.* **2022**, *24*, 8899-9002.

⁸ Conversio, 2022: Fluoropolymer waste in Europe 2022 - End-of-life analysis of fluoropolymer applications, products and associated waste streams

⁹ Gehrman, H.-J., 2023: Pilot-Scale Fluoropolymer Incineration Study: Thermal Treatment of a Mixture of Fluoropolymers under Representative European Municipal Waste Combustor Conditions

Fazit:

- **Der vorliegende Vorschlag für eine umfassende PFAS-Beschränkung scheint im Lichte der Möglichkeiten der Vermeidung von Emissionen unverhältnismäßig.**
- **Fortschritt heißt Risiken einzugehen – diese zu bewerten und Maßnahmen im Umgang mit ihnen zu definieren. Wir werden auch in Zukunft Gefahrstoffe für bestehende und neue Technologien benötigen. Das heißt zugleich, sie überall dort zu ersetzen, wo sie nicht essenziell notwendig sind.**
- **Wir brauchen klare Forschungsaufträge an Wissenschaft und Industrie.**
- **Grundlagenforschung und Innovation müssen gefördert werden, um PFAS zu ersetzen, Emissionen zu verhindern und Abfallmanagement zu betreiben.**
- **Dazu müssen wir Wissenslücken schließen – durch neue analytische und Recyclingmethoden.**