

A photograph of an industrial landscape at sunset. The sky is a deep orange and yellow, with large, billowing clouds. In the foreground, the silhouettes of industrial buildings, chimneys, and a crane are visible against the bright sky. The overall mood is one of industrial activity and environmental impact.

Vorarbeiten für ein zukünftiges
PFAS-Monitoring

Machbarkeitsstudie Teil 1

VORARBEITEN FÜR EIN ZUKÜNFTIGES PFAS-MONITORING

Machbarkeitsstudie Teil I

Andreas-Marius Kaiser
Maria Uhl

REPORT
REP-0985

WIEN 2025

Projektleitung Andreas-Marius Kaiser

Mitarbeiter:innen Carina Broneder, Iris Buxbaum, Monika Denner, Gernot Döberl, Simone Fankhauser, Wolfgang Friesl-Hanl, Philipp Hohenblum, Michael Kellner, Sandra Kulcsar, Wolfgang Moche, Ivo Offenthaler, Maria Purzner, Jakob Svehla-Stix, Maria Tesar, Hannes Waxwender, Brigitte Winter

Lektorat Ira Mollay

Layout Neo Eibeck

Umschlagfoto © Umweltbundesamt/B. Gröger

Auftraggeber Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), nunmehr Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen und Wasserwirtschaft (BMLUK)

Publikationen Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter:
<https://www.umweltbundesamt.at/>

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

Diese Publikation erscheint ausschließlich in elektronischer Form auf <https://www.umweltbundesamt.at/>.

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2025

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-832-0

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	4
1 EINLEITUNG.....	5
1.1 Systematisches PFAS-Monitoring: Machbarkeitsstudie	6
1.2 Ziel der Machbarkeitsstudie – Teil I.....	8
2 METHODEN.....	9
2.1 Expert:innenaustausch und Datenerhebung	9
2.2 Analytische Grundlagen für das Monitoringkonzept.....	12
2.3 Dialog mit Behörden, Industriebetrieben und Wirtschaftskammer	14
3 VORSCHLÄGE FÜR DIE VERWIRKLICHUNG EINES SYSTEMATISCHEN MONITORINGKONZEPTS	16
3.1 Gruppierte Anlagen.....	16
3.2 Bereits vorliegende Umweltmonitoringdaten	17
3.3 Datenlücken und Herausforderungen	18
3.4 Vorschlag: PFAS-Monitoring Boden.....	20
3.5 Vorschlag: PFAS-Monitoring atmosphärischer Deposition.....	21
3.6 Vorschlag: PFAS-Monitoring Abfall(mit)verbrennungsanlagen	24
4 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....	27
5 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	30
6 REFERENZEN.....	31

1 EINLEITUNG

PFAS: politisch prioritär

Auf internationaler und europäischer Ebene sind per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) ein prioritäres Thema auf der politischen Agenda. Neben der in Ausarbeitung befindlichen universellen PFAS-Beschränkung unter Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH) und anderen Aktivitäten im Rahmen des EU-Aktionsplans sind nationale Maßnahmen eine Grundlage und Notwendigkeit, die Herausforderungen im Zusammenhang mit dem historischen und derzeitigen Einsatz von PFAS zu lösen.

Bereits in den 1950er Jahren wurden bestimmte langkettige PFAS industriell eingesetzt. Aufgrund ihrer gesundheits- und umweltschädigenden Eigenschaften wurde deren Verwendung ab 2000er Jahren nach und nach eingeschränkt. Da diese Chemikalien sehr langlebig sind, bestehen jedoch weiterhin Kontaminationen: Sind PFAS einmal in die Umwelt gelangt, sind sie nur durch hohen technischen und finanziellen Aufwand entfernbar.

regulatorische Maßnahmen in Europa

In der Europäischen Union (EU) sind durch das europäische Chemikalienrecht (REACH und Verordnung (EU) 2019/1021 über persistente organische Schadstoffe) die Herstellung und Verwendung von bestimmten PFAS, u. a. die Stoffe Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) und Perfluorooctansäure (PFOA) bereits geregelt. Zudem gibt es weitere Regelungen in diversen spezifischen Gesetzgebungen, wie z. B. im Wasserrecht. Eine Übersicht über die geltenden Rechtsvorschriften findet sich im österreichischen PFAS-Aktionsplan (BMK, 2024b).

Dem stehen eine Vielzahl an PFAS gegenüber, die in der EU keiner Beschränkung unterliegen. Aufgrund der hohen Langlebigkeit aller PFAS sowie der Risiken für die menschliche Gesundheit und für die Umwelt besteht weiterer Regulierungsbedarf.

Im Jänner 2023 wurde von fünf europäischen Ländern ein umfassender Beschränkungs-vorschlag bei der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) eingereicht. Dieser Vorschlag umfasst alle PFAS für alle Sektoren und Verwendungen. Ausnahmen sind für jene Anwendungsbereiche vorgesehen, für die keine Alternativen verfügbar sind und die einen hohen gesellschaftlichen Nutzen haben, z. B. diverse Medizinprodukte sowie Anwendungen in der Elektronik- und Halbleiterindustrie, im Energiebereich und vielen weiteren Sektoren (ECHA, 2023).

Nach Abschluss der Bewertung dieses Vorschlags werden die EU-Mitgliedstaaten über das Verbot und dessen exakte Ausgestaltung entscheiden.

österreichische PFAS-Aktionsplan

Mit dem österreichischen PFAS-Aktionsplan, der im September 2024 nach einer öffentlichen Konsultationsphase veröffentlicht wurde, hat das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) gemeinsam mit einer Reihe anderer Akteure einen Leitfaden zum Umgang mit PFAS-Verunreinigungen erstellt (BMK, 2024b).

Im PFAS-Aktionsplan werden die bestehenden gesetzlichen Regelungen beschrieben. Datenlücken in Bezug auf PFAS-Einträge und PFAS-Emissionen wer-

den aufgezeigt, Handlungsbedarf und Maßnahmenempfehlungen werden gegeben. In der Begutachtungsphase des PFAS-Aktionsplans ersuchte das Finanzministerium um konkretere Ausformulierung der im PFAS-Aktionsplan vorgestellten Maßnahmen und Handlungsstrategien sowie um die Erarbeitung einer damit zusammenhängenden wirkungsorientierten Folgenabschätzung.

Daher wurde im Rahmen des vorliegenden Projekts der Vorschlag für ein PFAS-Monitoringkonzept entwickelt, welches eine Grundlage für weitere Maßnahmen darstellt.

1.1 Systematisches PFAS-Monitoring: Machbarkeitsstudie

Schwerpunkte des PFAS-Aktionsplans

Der PFAS-Aktionsplan beinhaltet sechs Schwerpunkte von Handlungs- und Maßnahmenempfehlungen zur Verringerung der PFAS-Belastung in Österreich.

1. Kommunikation und Bewusstseinsbildung
2. Maßnahmen im Bereich Emissionen und Umweltkontamination zum Schutz von Gesundheit und Biodiversität
3. Maßnahmen im Bereich Grundwasserschutz
4. Maßnahmen zum Schutz des Trinkwassers
5. Maßnahmen im Bereich Lebensmittel
6. Schutz der menschlichen Gesundheit

Maßnahmen im Bereich Emissionen und Umweltkontaminationen wirken sich positiv auf die Schutzgüter Grund- und Trinkwasser, Lebensmittel, Gesundheit und Biodiversität aus. Im 13. Umweltkontrollbericht werden die hohen Kosten des Nicht-Handelns für Österreich aufgezeigt. Dies sind jährliche Gesundheitskosten in der Höhe von bis zu 1,68 Milliarden Euro sowie Kosten von 338 Millionen pro Jahr für Umweltscreening, Überwachung bei festgestellter Kontamination, Wasseraufbereitung, Bodensanierung und Gesundheitsbewertung. Diese auf Österreichs Größe umgelegten Zahlen basieren auf den Abschätzungen des Nordischen Ministerrats für den EU-Wirtschaftsraum (Nordic Council of Ministers, 2019).

Daher liegt der Fokus der Machbarkeitsstudie darauf, potenzielle PFAS-Emissionen und Umweltkontaminationen zu identifizieren und diese mittels eines Monitoringprogramms zu überprüfen und zu erfassen.

Quellenbasierte Maßnahmen sind am wirksamsten, dafür benötigt es eine gute Datenlage und Informationen zu punktuellen und diffusen Einträgen.

Handlungsbedarf Im Rahmen der Arbeiten zu Schwerpunkt 2 des PFAS-Aktionsplans wurde unter anderem nachfolgender Handlungsbedarf identifiziert:

- Erkundung und Beurteilung von Risikostandorten, z. B. Altlastenstandorte, Deponien, Kläranlagen und Industriebetriebe
- Ermittlung von Betrieben, die potenziell PFAS emittieren
- Kategorisierung und Priorisierung der maßgeblichen Eintragsquellen
- Monitoring von Luft und Feinstaub
- regelmäßiges Monitoring von Verbrennungsprozessen (Abluft, Schlacke, Stäube), um die Zerstörung der thermisch hochstabilen PFAS zu belegen
- Wissen über Stoffströme und Materialflüsse fördern, z. B. Input-Output-Analyse (zumindest für größere Betriebe, die mit PFAS arbeiten) inklusive der Überwachung auf betrieblicher Ebene (Abwasser, Luft, Boden, eventuell Deposition) notwendig
- Identifizierung von PFAS-Abbauprodukten in Kläranlagen sowie deren Verbleib in Schlamm oder Wasser
- konkrete Festlegung, welche Bestimmungsmethode für welche Matrices anzuwenden sind
- Ableitung von Orientierungs- oder Richtwerten in allen Umweltmedien, für welche aktuell keine Grenzwerte vorliegen
- Veröffentlichung der erhobenen Monitoringdaten (z. B. in Form einer PFAS-Karte) inklusive Standortangabe zur besseren Koordination von Untersuchungsprogrammen

erster Schritt: Mit der Umsetzung einiger der angeführten Handlungsfelder wurde bereits begonnen. Die Erkundung und Beurteilung von Altlastenstandorten und Identifizierung von Feuerwehrrübungsplätzen als wesentliche Eintragsquelle von PFAS in Böden und Grundwasser erfolgt gemäß der PFAS-Strategie im Rahmen der Vollziehung des Altlastensanierungsgesetzes (BMK, 2024a).

**Machbarkeitsstudie
Teil I und Teil II**

Die vorliegende Machbarkeitsstudie soll im Sinne eines systematischen Ansatzes potenzielle weitere Emissionen und Umweltkontaminationen identifizieren und ein Monitoringprogramm vorbereiten.

Ein systematisches PFAS-Monitoring in Österreich soll Hotspots identifizieren, um dort Maßnahmen setzen zu können, wo diese am wirksamsten sind.

Der erste Teil der Machbarkeitsstudie (2024–2025) bzw. der vorliegende Bericht befasst sich mit dem Thema Emissionen aus industriellen Tätigkeiten, hier ist die Abfallbehandlung und Abfall(mit)verbrennung inkludiert. Zu den Themen werden vorliegende Daten und Informationen zusammengestellt, in einem Datensatz zusammengefasst (Masterfile) und für die Konzipierung eines systematischen Monitoringprogramms verwendet.

Im Rahmen des zweiten Teils der Machbarkeitsstudie (2025–2027) wird das Masterfile um Daten zu Abwasserreinigungsanlagen und Klärschlämmen erweitert und ein Monitoringkonzept für Deponien und Altablagerungen bzw. Altstandorte ausgearbeitet (in Ergänzung zur PFAS-Strategie Altlasten) sowie die Konzipierung des systematischen Monitoringprogramms ergänzt. Die gesammelten Daten könnten z. B. in weiterer Folge in einer österreichweiten interaktiven Karte dargestellt werden.

1.2 Ziel der Machbarkeitsstudie – Teil I

Fokus: Der Fokus der Arbeit liegt darauf, potenzielle PFAS-Emittenten zu identifizieren und eine Gruppierung hinsichtlich ihrer Relevanz vorzunehmen.
Industrie

In weiterer Folge sollen öffentlich zugängliche PFAS-Monitoringdaten für verschiedene Umweltmedien zusammengestellt werden (ohne Anspruch auf Vollständigkeit), um mögliche Hotspots sowie Datenlücken zu identifizieren. Die zusammengestellten Daten sollen dazu dienen, ein systematisches Monitoringkonzept zu entwerfen.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit

**Schwerpunkt 2 des
PFAS-Aktionsplans**

- sollen potenzielle PFAS-Emittenten aufgrund **industrieller Tätigkeiten** identifiziert werden,
- sollen Informationen zu **PFAS-Emissionen** von relevanten Anlagen¹ zusammengestellt werden,
- soll eine Gruppierung vorgenommen werden,
- sollen Standortdaten von **Flugplätzen** zusammengestellt werden,
- sollen PFAS-Messwerte für verschiedene **Umweltmedien** (z. B. Grundwasser und Oberflächengewässer) zusammengestellt werden,
- sollen alle Daten in einem **Datensatz**, der laufend ergänzt werden kann, zusammengefasst werden (Masterfile),
- sollen mögliche Kooperationen mit Industriepartnern und Behörden für **PFAS-Monitoringprogramme** identifiziert werden,
- soll ein Vorschlag für ein Monitoringkonzept inklusive einer **Kostenabschätzung** für die Ermittlung von punktuellen und diffusen PFAS-Einträgen in die Umwelt entworfen werden.

¹ Der Begriff „Anlagen“ steht im vorliegenden Bericht stellvertretend für Betriebseinrichtungen, Anlagen und Standorte.

2 METHODEN

2.1 Expert:innenaustausch und Datenerhebung

Arbeitstreffen mit Expert:innen

Zum Zwecke der Konzipierung eines zukünftigen PFAS-Monitoringprogramms fanden zwischen Dezember 2023 und März 2025 mehrere Besprechungen mit Expert:innen der Umweltbundesamt-Fachteams Altlasten, Abfall und Stoffflussmanagement, Chemikalien, Eignungsprüfungen, Grundwasser, Industrie und Energieaufbringung, Nationale Emissionsinventuren, Oberflächengewässer, Ökosystemforschung und Umweltinformationen sowie Organische Analysen und Schadstoffe statt. Im Vordergrund stand dabei die Frage, wie bereits bestehende Aktivitäten und Monitoringprogramme in ein Gesamtkonzept einfließen können, das möglichst umfassend ist und vor allem die relevantesten PFAS-Einträge erfasst.

Datenerhebung

Vorrangig zu nennen sind hier die Aktivitäten der „PFAS-Strategie im Rahmen der Vollziehung des Altlastensanierungsgesetzes“. Dabei werden unter anderem Feuerwehrübungsplätze (z. B. Gemeinde Lebring) als einer der Hauptverursacher für PFAS-Kontaminationen sowie Altstandorte und Altablagerungen untersucht (BMK, 2024a). Monitoringprojekte (z. B. 20 Jahre MonarPOP, „PlasPOPs“) werden ebenfalls einen Beitrag zum Füllen der Datenlücken leisten.

Industrie

Mittels Literaturstudien und Recherchen wurden industrielle Tätigkeiten identifiziert, bei welchen es möglicherweise zu PFAS-Emissionen kommt. In Summe wurde für 145 Anlagen (z. B. der Branchen Textilindustrie, Verarbeitung fluorierter Kunststoffe, Abfall(mit)verbrenner und Abfallbehandler) nach Expert:inneneinschätzung, eine dreistufige Gruppierung vorgenommen (siehe weiter unten) und in einer Excel-Liste (Datensatz 1) zusammengefasst. In weiterer Folge wurden öffentlich verfügbare Daten zu 826 IPPC-Anlagen² von IPPC Austria³ im EDM-Portal im Februar 2025 heruntergeladen (Datensatz 2).

Die Abfrage verfügbarer Informationen zu gemeldeten PFAS-Freisetzung in Luft und Wasser erfolgte über das European Industrial Emissions Portal⁴ (IEP). Gemäß Anhang II der Verordnung (EG) Nr. 166/2006 (PRTR-VO) sind Freisetzungen nachfolgender organischer Fluorverbindungen bei Überschreitung des Schwellenwertes zu berichten: Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKWs), Teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (HFCKW), Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKWs), Perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFKWs) und Trifluoralin. Bei acht der HFKWs, allen sieben PFKWs, 13 HFCKWs und fünf FCKWs handelt es sich nach der OECD-Definition 2021 um PFAS (Wang et al., 2021). Es wurde eine

² Integrated pollution prevention and control (IPPC)-Anlagen sind besonders umweltrelevante Industrie-, Tierhaltungs- und Abfallbehandlungsanlagen. Die Anforderungen an die Genehmigung, den Betrieb, die Überwachung und die Stilllegung der IPPC-Anlagen sind durch die Richtlinie über Industrieemissionen bzw. deren nationaler Umsetzung vorgegeben.

³ <https://edm.gv.at/natippc/#/start>

⁴ <https://industry.eea.europa.eu/>

Auswertung für die österreichischen Betriebseinrichtungen auf die oben genannten organischen Fluorverbindungen durchgeführt (Datensatz 3).

**Grundwasser und
Fließgewässer**

Aktuelle (für das zweite Quartal 2022 und 2023) PFAS-Messdaten von Grundwasser (Datensatz 4) und Fließgewässern (Datensatz 5) wurden von der H₂O-Fachdatenbank⁵ heruntergeladen.

Luftgüte

Informationen zu Standorten österreichischer Luftgütemessstellen wurden über die Webseite des Umweltbundesamts⁶ (Datensatz 6) eingeholt und Daten zu PFAS-Immissionswerten wurden einem Bericht des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT, Datensatz 7) entnommen (BMNT, 2019).

Flugplätze

Durch den Einsatz von PFAS-hältigen Löschschäumen auf zivilen und militärischen Flugplätzen gelten Flugplätze als potenzielle PFAS-Hotspots. Flugplätzen ist in der PFAS-Strategie im Rahmen der Vollziehung des Altlastensanierungsgesetzes besondere Aufmerksamkeit gewidmet (BMK, 2024a). Eine Liste mit österreichischen Flugplätzen wurde von der Sektion IV – Verkehr des BMK bereitgestellt (Datensatz 8, exklusive Helikopterlandeplätze).

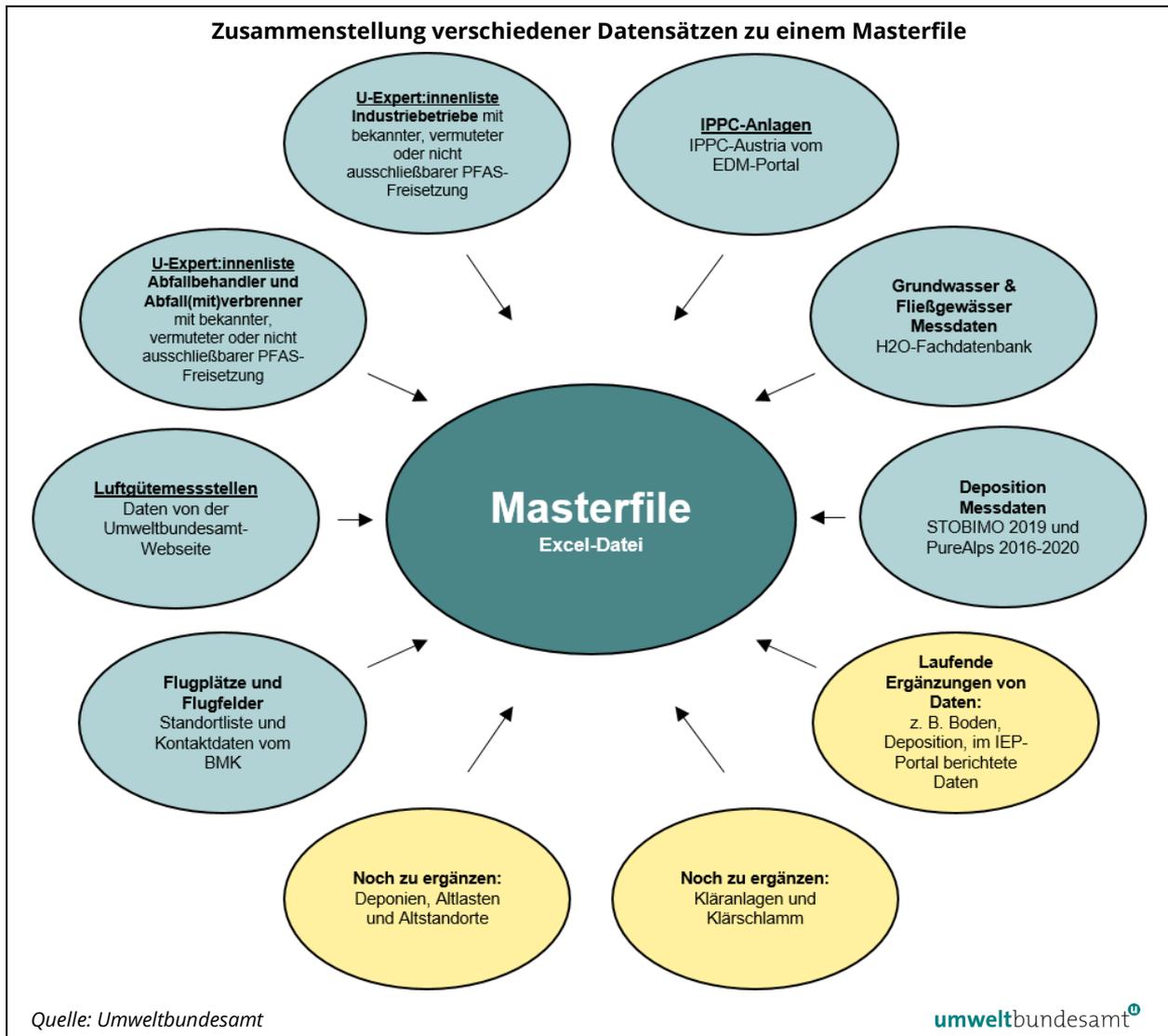
Masterfile

Alle acht Datensätze wurden in einem Excel-Masterfile zusammengefasst (siehe Abbildung 1), Duplikate entfernt und die Koordinaten der Standorte sowie die jeweiligen Gemeindekennzahlen für die (erste) Suche und Identifizierung möglicher Anknüpfungspunkte herangezogen. Die systematische Datenauswertung erfolgte visuell bzw. manuell mithilfe der Excel-Filterfunktion.

⁵ <https://wasser.umweltbundesamt.at/h2odb/>

⁶ <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/luft/messnetz>

Abbildung 1: Schematische Darstellung des Masterfileinhalts.



Gruppierung von Anlagen

Die Gruppierung von Anlagen erfolgte nach Expert:inneneinschätzung aufgrund verfügbarer Daten und Hinweise aus der Literatur, z. B. BREF⁷-Dokumente⁸, Abwasser-Messberichte oder Studien zu PFAS in bestimmten Abfallfraktionen. Für die Gruppierung wurden drei Kategorien gewählt:

- Gruppe 1 – hohe Wahrscheinlichkeit einer Freisetzung von PFAS aufgrund des Vorkommens in der Produktion oder aufgrund von Emissionsmessungen (Beispiele für diese Gruppe siehe Tabelle 1).
- Gruppe 2 – mittlere Wahrscheinlichkeit für eine Freisetzung von PFAS in die Umwelt, es besteht ein begründeter Verdacht (z. B. sektorspezifische Untersuchungen) (Beispiele für diese Gruppe siehe Tabelle 1).

⁷ Best Available Technique Reference Documents

⁸ <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>

- Gruppe 3: Es ist entweder keine Information verfügbar oder der Verdacht einer Freisetzung von PFAS in die Umwelt ist aufgrund von Informationen wenig wahrscheinlich. Eine Freisetzung von PFAS in die Umwelt kann jedoch nicht ausgeschlossen werden.
In diese Gruppe fallen z. B. Abfallbehandlungsanlagen (u. a. CP-Anlagen, Bodenbehandlungsanlagen, Biogasanlagen, die Klärschlamm einsetzen) oder Zementanlagen.

2.2 Analytische Grundlagen für das Monitoringkonzept

Das Monitoringkonzept wurde in Abstimmung mit Fachexpert:innen des Umweltbundesamts erstellt. Das erstellte Masterfile diente zur Orientierung bei der Standortauswahl. Weiters wurden bei der Konzepterstellung des Monitoringprogramms Fachberichte aus Österreich und Deutschland herangezogen (BMNT, 2019, BMUV, 2022, LANUV, 2024, LfU, 2024, Umweltinstitut Vorarlberg, 2021, Umweltbundesamt, 2023, BMLRT, 2021).

Nachfolgende chemisch-analytische Methoden können für den Nachweis von PFAS angewendet werden:

verfügbare und ausgewählte chemisch-analytische Methoden

- Target-Analytik: Durch den Einsatz isotoopenmarkierter Surrogat-Standards kann die Anwesenheit von Einzelsubstanzen (z. B. PFOS oder PFOA) und deren Konzentration in der Probe (im Rahmen der Messunsicherheit) quantitativ bestimmt werden. Die Methode ist für Überwachungszwecke, z. B. für den Parameter „PFAS Summe“ gemäß Trinkwasserverordnung (BGBl. II Nr. 304/2001 bzw. BGBl. II Nr. 57/2024), gut geeignet (Umweltbundesamt, 2023). Die derzeit etablierte Methode des Umweltbundesamt-Labors umfasst (matrixspezifisch) mehr als 30 Substanzen.
- Ultrakurzkettige PFAS: Ultrakurzkettige PFAS, wie z. B. Trifluoressigsäure (TFA), sind persistente und mobile Substanzen, deren Konzentrationen in unterschiedlichen Umweltmedien zunehmen (Arp et al., 2024). Aufgrund der guten Wasserlöslichkeit ist für deren Bestimmung die Anwendung einer separaten Direktinjektionsmethode notwendig. Die derzeit etablierte Methode des Umweltbundesamt-Labors umfasst drei Substanzen (TFA, Perfluorpropansäure (PFPrA) und Perfluorpropansulfonsäure (PFPrS)).
- Gesamtfluor (TF): Der Gesamtfluorgehalt kann z. B. mittels Verbrennungsionenchromatografie bestimmt werden. Der Vorteil liegt darin, dass mit der Methode ein größeres Spektrum an PFAS in der fluoräquivalenten Konzentration (d. h. $\mu\text{g F/l}$ oder $\mu\text{g F/kg}$) erfasst werden kann. Die Methode erfasst auch anorganisches Fluor, daher kommt es zu einer – je nach anorganischem Fluorgehalt des untersuchten Materials – Überschätzung, für eine erste Abschätzung einer PFAS-Belastung für z. B. Feststoffe kann sie jedoch nützlich sein; jedenfalls muss anschließend geklärt werden, ob und welcher Anteil des Fluorgehalts in organisch gebundener Form vorliegt; dies kann z. B. mittels Target Analytik erfolgen.

- **Adsorbierbar organisch gebundenes Fluor (AOF):** Der Parameter AOF wird für die Bestimmung eines größeren Spektrums an PFAS in der fluoräquivalenten Konzentration (d. h. $\mu\text{g F/l}$) für flüssige Proben verwendet. Dabei wird der Gehalt der an der Aktivkohle adsorbierten PFAS bestimmt. Da bei der Probenaufbereitung anorganisches Fluor entfernt wird, ist die Methode im Vergleich zur Bestimmung des Gesamtfluorgehalts in Hinblick auf PFAS aussagekräftiger.
- **Extrahierbar organisch gebundenes Fluor (EOF):** Wie auch bei der Bestimmung des Parameters AOF wird beim EOF der anorganische Fluoranteil in der Probe im Rahmen der Probenaufbereitung entfernt. Durch die Bestimmung der fluoräquivalenten Konzentration (d. h. $\mu\text{g F/l}$) kann in einer Probe ein größeres Spektrum an PFAS erfasst werden, als wie dies z. B. mit der gezielten Analytik möglich wäre. Im Unterschied zum AOF wird beim EOF der PFAS-Gehalt im Probenextrakt bestimmt.
- **Total Oxidizable Precursor Assay (TOPA):** Beim TOPA werden Vorläufer von sehr persistenten perfluorierten Alkylsäuren unter oxidativen Bedingungen in diese umgewandelt. Dadurch können auch PFAS, für die derzeit noch kein isotoopenmarkierter Surrogat-Standard vorhanden ist, analytisch miterfasst werden. Der Vorteil der Methode liegt darin, dass – wie beim AOF und EOF – ein größeres Spektrum an PFAS erfasst werden kann, die Bestimmungsgrenzen im Vergleich zum AOF und EOF jedoch um ein Vielfaches niedriger sind und dass die Methode zusätzlich Informationen zu möglichen Strukturen von Vorläufersubstanzen mittels der gezielten Analytik generiert.
- **biologischer Wirktest (TTR-TR β CALUX® Bioassay):** Bei diesem Bioassay, welcher die Bindung an spezifische Thyroidrezeptoren erfasst, wird die PFAS-Konzentration indirekt über die Abnahme eines Lumineszenzsignals bestimmt. Diese Methode kann auch andere Substanzen mit gleicher Wirkweise erfassen, kann jedoch optional für ein grobes Screening einer vorhandenen PFAS-Belastung zu vergleichsweise niedrigen Kosten nützlich sein.
- **Suspect Screening oder Non-Target-Analytik:** Die beiden Methoden können optional zur Komplementierung der Analytik genutzt werden, wobei damit zusätzlich PFAS, für welche keine kommerziellen Referenzsubstanzen vorhanden sind, qualitativ erfasst werden können.

2.3 Dialog mit Behörden, Industriebetrieben und Wirtschaftskammer

Awareness-Workshops Im Zeitraum 2022 bis 2024 wurden fünf PFAS-Awareness-Workshops vom BMK, dem Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz, der Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) und dem Umweltbundesamt organisiert. Die Zielgruppen der Veranstaltung waren Expert:innen aus Behörden, Verwaltung und Wissenschaft sowie Wasserverbände und Industrievertreter:innen.

Workshop-Themen Themen waren unter anderem

- Definition von prioritären Handlungsfeldern und Maßnahmen,
- Überblick zu bestehenden und neuen regulatorischen Entwicklungen,
- Vorstellung von Studien aus Österreich und aus Nachbarländern,
- Brandschutz und Umweltschutz,
- Kontaminierte Standorte – Analytik, Vorsorge und Sanierungsstrategien,
- PFAS in der Abfall(mit)verbrennung,
- Risiko- und Krisenkommunikation und
- Vorstellung von innovativen Lösungsstrategien.

2.3.1 Studie im Auftrag der Wirtschaftskammer

Online-Interviews und Branchen Zur Bewertung der Auswirkungen einer universellen PFAS-Beschränkung für betroffene Bereiche in Österreich wurde im Auftrag der Wirtschaftskammer im April 2024 eine Online-Umfrage organisiert und es wurden Interviews durchgeführt. Von 1.000 kontaktierten Unternehmen nahmen 120 aus verschiedenen Bereichen und Anwendungen teil: Elektro- und Elektronikindustrie (n=20), Verarbeitende Industrie (Holz-, Glas-, Karton- und Papierindustrie; n=9), Metall(technische) Industrie (z. B. Hartverchromung; n=13), Mechatronik und Kälte-Klima-Bereich (n=13), Kunststoffverarbeitung und Chemische Industrie (n=30), Textil-, Bekleidungs-, Schuh- und Lederindustrie (n=5), Öl- und Gasindustrie, Automobil-Bereich (n=3), Bergwerke, Stahl- und Oberflächenindustrie (Galvanik), Pharmazeutische Industrie (n=1), Medizintechnik- und Produkte (n=3), Reinigungs- und Hygieneprodukt (n=1), Nahrungs- und Genussmittelindustrie (n= 9) (Institut für Industrielle Ökologie, 2024).

Umfrageergebnisse Das Ergebnis der Umfrage und der Interviews zeigte, dass PFAS in allen oben genannten Branchen zum Einsatz kommen, die PFAS-Thematik bei der Industrie angekommen ist und Interesse besteht, PFAS-Emissionen zu vermeiden. Weiters bekundeten die Industrievertreter:innen, dass die Umstellung auf PFAS-freie Alternativen mit wirtschaftlichen und technischen Herausforderungen verbunden sei. Es wäre notwendig, dass Bereiche, in denen eine PFAS-Freisetzung vorliegt, klar definiert werden, damit die Suche nach PFAS-freien Alternativen vorrangig für diese Bereiche erfolgt (Institut für Industrielle Ökologie, 2024).

2.3.2 Initiierung eines Dialogs

Der Dialog mit den Industriebetrieben sollte in Zukunft folgende Punkte umfassen:

- Eine Informationskampagne zum Einsatz von PFAS, insbesondere in jenen Branchen, in welchen das Wissen über deren Einsatz und Wirkungen noch unzureichend ist.
- Erhebung des Einsatzes und Vorkommens von PFAS-haltigen Stoffen in der Produktion und Prüfung auf Vermeidungsmöglichkeiten und Minderungsmaßnahmen.
- Durchführung von Emissions- und Immissionsmessungen (Luft und Wasser) sowie Analysen von Rückständen und Produktionsabfällen.

Eine telefonische Erstkontaktaufnahme mit ausgewählten Anlagenbetreiber:innen sollte über das BMLUK erfolgen. Das Umweltbundesamt hat dafür einen Entwurf eines Fragebogens als mögliche Orientierungshilfe erstellt.

3 VORSCHLÄGE FÜR DIE VERWIRKLICHUNG EINES SYSTEMATISCHEN MONITORINGKONZEPTS

3.1 Gruppierte Anlagen

zugeordnete Gruppen von Anlagen

Für ausgewählte Anlagen wurde eine Gruppierung in 1 („hoch“), 2 („mittel“) und 3 („niedrig“) durchgeführt. Die den Gruppen 1 und 2 zugeordneten Anlagen sowie deren Anzahl sind nach Branche in Tabelle 1 zusammengefasst. Weitere Informationen zu den gruppierten Anlagen können über das Masterfile abgefragt werden.

Anlagen der Gruppen 1 und 2 sollten bei der Konzipierung von PFAS-Monitoringprogrammen bevorzugt einbezogen werden. Anlagen der Gruppe 1 sollten jedenfalls Teil des Monitoringprogramms sein.

*Tabelle 1:
Branchenzugehörigkeiten der den Gruppen 1 und 2 zugeordneten Anlagen.*

Branchen	Anzahl „Gruppe 1“	Anzahl „Gruppe 2“	Anzahl „Gruppe 2“ laut IIÖ-Studie
Verbrennung von Abfällen		15	
Mitverbrennung von Abfällen		4	
Chlor-Alkali Elektrolyse		1	
Nichteisenmetallherstellung		1	
Oberflächenbehandlung von Metallen oder Kunststoffen durch ein elektrolytisches oder chemisches Verfahren (Galvanik)	4		13
Metall(technische) Industrie (z. B. Hartverchromung (IIÖ))			
Bergwerke, Stahl- und Oberflächenindustrie (IIÖ)			>1
Textilindustrie	2	5	5
Textil-, Bekleidungs-, Schuh- und Lederindustrie (IIÖ)			
Gerben von Häuten und Fellen		2	
Verarbeitung fluoriierter Kunststoffe		4	
Kunststoffverarbeitung und Chemische Industrie (IIÖ)			30
Pharmazeutische Industrie (IIÖ)			1
Reinigungs- und Hygiene-Produkte (IIÖ)			1

Branchen	Anzahl „Gruppe 1“	Anzahl „Gruppe 2“	Anzahl „Gruppe 2“ laut IIÖ-Studie
Verarbeitende Industrie (Holz-, Glas-, Karton- und Pa- pierindustrie (IIÖ))			9
Elektro- und Elektronikin- dustrie (IIÖ)			20
Mechatronik und Kälte- Klima-Bereich (IIÖ)			13
Öl- und Gasindustrie (IIÖ)			
Automobil-Bereich (IIÖ)			3
Medizintechnik- und Pro- dukte (IIÖ)			3
Nahrungs- und Genussmit- telindustrie (IIÖ)			9

Abkürzung: IIÖ = Institut für Industrielle Ökologie.

ausgewählte Anlagen

Insgesamt wurden 67 Abfallbehandlungsanlagen (exkl. Abfall(mit)verbrennungsanlagen) als Kandidaten, die potenziell PFAS freisetzen, identifiziert. Das Kriterium für die Auswahl der Abfallbehandlungsanlagen war, dass sie Abfälle, welche PFAS enthalten (können), einsetzen. Unter den ausgewählten Anlagen sind u. a. CP-Anlagen, Bodenbehandlungsanlagen, Biogasanlagen, die Klärschlamm einsetzen, Kühlgerätebehandlungsanlagen und Anlagen für die Vorbehandlung von Metallabfällen. Da keine Informationen zur tatsächlichen Freisetzung von PFAS bekannt sind, sind diese Anlagen der Gruppe 3 zugeordnet. Je nach Umfang des PFAS-Monitoringprogramms sollten Abfallbehandlungsanlagen der Gruppe 3 berücksichtigt werden und bevorzugt jene mit großen Behandlungsmengen.

3.2 Bereits vorliegende Umweltmonitoringdaten

Verknüpfung mit Anlagen

Im Rahmen von Sondermessprogrammen wurden PFAS bereits im Grundwasser und vereinzelt auch in Fließgewässern untersucht (Umweltbundesamt, 2022b, BMK, 2024b). Versucht man eine Verknüpfung dieser Messdaten mit den gruppierten Anlagen herzustellen, kann dies geografisch durch die Gemeindekennzahl erfolgen.

Bei den Grundwasserdaten zeigt sich, dass in 89 Fällen eine Überschneidung zwischen den gruppierten Anlagen und Messstellen mit PFAS-Konzentrationen über der Nachweisgrenze vorliegt. Bei zwei Messstellen im Fließgewässer war dies der Fall. In der Literatur fanden sich zusätzlich PFAS-Messwerte von Depositionsproben für zwei Gemeinden.

Quelle
Feuerlöschschäume Eine bekannte Quelle von PFAS-Belastungen im Grundwasser sind fluoridierte Feuerlöschschäume, die insbesondere bei Flugplätzen eingesetzt wurden. Bei 28 Messstellen, welche sich in Gemeinden mit Flugplätzen befinden, wurden PFAS im Grundwasser über der Nachweisgrenze gefunden.

weitere Quellen Ob Industrieanlagen oder Flugplätze einen Einfluss auf eine nachgewiesene PFAS-Belastung haben, ist über die alleinige Verknüpfung mit der Gemeindekennzahl nicht möglich. Ergebnisse von Studien zeigen, dass eine Grundwasserbelastung mit PFAS auch auf ausgebrachte Klärschlämme oder Pestizide sowie Feuerlöschübungsplätze zurückzuführen ist (BMK, 2024a, Umweltbundesamt, 2022b, Joerss et al., 2024).

3.3 Datenlücken und Herausforderungen

Für Grundwasser und Fließgewässer sind zahlreiche PFAS-Messwerte über die H₂O-Fachdatenbank abrufbar. Für andere Umweltmedien, wie z. B. Luft, Boden, atmosphärische Deposition, liegen nur wenige Daten vor. Diese wurden aus unterschiedlichen, teilweise nicht-öffentlichen Quellen recherchiert.

Boden In den letzten Jahren wurden PFAS vermehrt in österreichischen Bodenproben untersucht, in Vorarlberg (Umweltinstitut Vorarlberg, 2016, Umweltinstitut Vorarlberg, 2021), und an 109 Standorten in mehreren Bundesländern (außer Burgenland und Wien) im Rahmen von AustroPOPs (BMLRT, 2021). Die Messwerte und Standortdaten sind im Bodeninformationssystem (BORIS)⁹ hinterlegt. Für die Nutzung der Daten muss beim jeweiligen Bundesland um eine Genehmigung angefragt werden.

Aufgrund der Datenlage ist es derzeit nicht möglich, Hintergrundwerte für Böden abzuleiten. Hier könnten die derzeit in Planung begriffenen Projekte „PlasPOPs“ sowie auch „20 Jahre MonarPOP“ Beiträge leisten.

atmosphärische Deposition PFAS aus atmosphärischer Deposition wurden in Österreich im Rahmen von vier Studien im Zeitraum 2015–2019 untersucht und nachgewiesen: zwei Studien aus Vorarlberg (Umweltinstitut Vorarlberg, 2016, Umweltinstitut Vorarlberg, 2021), im Rahmen des STOBIMO Projekts einmalig bei 17 über Österreich verteilten Standorten (BMNT, 2019) und einmalig an einem alpinen Standort (Umweltbundesamt, 2020). In keiner Studie wurden ultrakurzkettige PFAS untersucht. Soweit bekannt werden derzeit in keiner der 301 in Österreich befindlichen Luftgütemessstellen Depositionsproben für die Bewertung der PFAS-Belastung des Niederschlags gesammelt.

vermutete und bekannte PFAS-Freisetzungen Gemäß Artikel 5 der Verordnung (EG) Nr. 166/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Januar 2006 über die Schaffung eines Europäi-

⁹ www.borisdaten.at

schen Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregisters gilt für die Freisetzungen in Luft, Wasser und Boden jedes in Anhang II aufgeführten Stoffes eine jährliche Berichtspflicht durch den Betreiber, sofern die in Anhang II festgelegten Schadstoffschwellenwerte überschritten werden. Freisetzungen teilfluorierter Kohlenwasserstoffe (HFKWs oder HFCs)¹⁰ und perfluorierter Kohlenwasserstoffe (PFKW oder PFCs)¹¹ in die Luft sind ab der Überschreitung des Schwellenwerts von 100 kg/Jahr zu berichten. Freisetzungen teilhalogener Fluorchlorkohlenwasserstoffe (HFCKW oder HCFCs)¹² und Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKWs oder CFCs)¹³ in die Luft sind ab der Überschreitung des Schwellenwertes von 1 kg/Jahr in die Luft zu berichten.

Bei acht der HFKWs (HFC4310mee, HFC-125, HFC-134a, HFC143a, HFC227ea, HFC236fa, HFC245ca, HFC365mfc), allen sieben PFKWs, 13 HFCKWs (HFCKW-123, HFCKW-124, HFCKW-223, HFCKW-224, HFCKW-225ca, HFCKW-225cb, HFCKW-226, HFCKW-233, HFCKW-235, HFCKW-243, HFCKW-244, HFCKW-252, HFCKW-253) und fünf FCKWs (CFC-115, CFC-213, CFC-215, CFC-216, CFC-217) handelt es sich nach der OECD-Definition 2021 um PFAS (Wang et al., 2021).

Bestimmte der oben angeführten Substanzen, z. B. HFC-134a (CAS: 811-97-2), sind Trifluoracetat-(TFA)-Vorläufer und tragen somit zur diffusen TFA-Belastung über die Atmosphäre bei (Ministry of Environment of Denmark, 2024).

Im Zeitraum von 2007 bis 2023 meldeten fünf österreichische Betriebseinrichtungen im Industrial Emissions Portal Freisetzungen von FCKWs und HFKWs in die Luft. Mit hoher Wahrscheinlichkeit handelt es sich dabei um Kühlmittel.

Mit 1. Januar 2028 wird die Wirkung von Verordnung (EG) Nr. 166/2006 aufgehoben und durch die Verordnung (EU) 2024/1244, welche in Anhang II auch Perfluorooctansäure (PFOA) und ihre Salze sowie Perfluorhexan-1-sulfonsäure (PFHxS) und ihre Salze enthält, ersetzt. Ab dem 1. Januar 2028 gilt somit zusätzlich eine Berichtspflicht für die Freisetzung von PFOA und ihre Salze sowie PFHxS und

¹⁰ Gesamtmenge der Teilfluorierten Kohlenwasserstoffe: Summe von HFKW 23, HFKW 32, HFKW 41, HFKW 4310mee, HFKW 125, HFKW 134, HFKW 134a, HFKW 152a, HFKW 143, HFKW 143a, HFKW 227ea, HFKW 236fa, HFKW 245ca und HFKW 365mfc.

¹¹ Gesamtmenge der Perfluorierten Kohlenwasserstoffe: Summe von C₄F₈, C₂F₆, C₃F₈, C₄F₁₀, C₄F₈, C₅F₁₂ und C₆F₁₄.

¹² Gesamtmenge der Stoffe, die in der Gruppe VIII des Anhangs I der Verordnung (EG) Nr. 2037/2000 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. Juni 2000 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen (ABl. L 244 vom 29.9.2000, S. 1) aufgelistet sind, einschließlich ihrer Isomere. Geändert durch die Verordnung (EG) Nr. 1804/2003 (ABl. L 265 vom 16.10.2003, S. 1).

¹³ Gesamtmenge der Stoffe, die in den Gruppen I und II des Anhangs I der Verordnung (EG) Nr. 2037/2000 aufgelistet sind, einschließlich ihrer Isomere.

ihre Salze in Luft, Gewässer und den Boden bei der Überschreitung des Schwellenwerts von 1 kg/Jahr.

Derzeit wird die Schadstoffliste der EU-PRTR-Verordnung überarbeitet (Aufnahme neuer Schadstoffe, Änderung der Freisetzungsschwellenwerte).

Messdaten von PFAS-Abwasseremissionen (z. B. Perfluorooctansulfonsäure (PFOS), Perfluorbutansulfonsäure (PFBS) und 6:2 Fluortelomersulfonsäure (FTS)) sind aktuell von drei Betrieben bekannt.

Eine evidenzbasierte Aussage über die in die Umwelt freigesetzten PFAS durch industrielle Tätigkeiten ist aufgrund der aktuellen Datenlage für Österreich nicht möglich.

3.4 Vorschlag: PFAS-Monitoring Boden

Hintergrund In Österreich wurden bis auf das Burgenland und Wien bereits Bodenproben an 109 Standorten auf PFAS untersucht, darunter Acker-, Wald- und Grünlandflächen, wobei Ergebnisse der Untersuchung auch teilweise ins Bodeninformationssystem (BORIS) aufgenommen wurden (BMLRT, 2021). Risikobasiert ausgewählte Bodenstandorte, z. B. Ackerflächen, auf denen Klärschlamm(kompost) aufgebracht wurde, oder alte Feuerwehrlöschübungsplätze wurden in Niederösterreich, Vorarlberg und der Steiermark untersucht (Umweltinstitut Vorarlberg, 2021, BMK, 2024a, Umweltbundesamt, 2022a). Auch der Fokus der „PFAS-Strategie Altlasten“ liegt in der risikobasierten Auswahl und Untersuchung von kontaminierten Standorten.

Die risikobasierte Auswahl für die Untersuchung von Böden, wie sie im Sinne der „PFAS-Strategie Altlasten“ stattfindet, ist wichtig, es werden jedoch auch Messwerte von unbelasteten oder unbeeinflussten Standorten zur Ableitung von Hintergrundwerten benötigt. Abgeleitete Hintergrundwerte für österreichische Böden liegen bisher aufgrund der wenigen Messdaten nicht vor.

Auswahl von Probenahmestellen Für die Auswahl der Probenahmestandorte werden weitere Daten, z. B. Messwerte und Informationen zu Standorten aus dem Bodeninformationssystem, benötigt. Auch die Abstimmung mit den jeweiligen Bundesländern ist unbedingt notwendig. Der AustroPOPs-Bericht, das im Rahmen der vorliegenden Studie erstellte Masterfile (in weiterer Folge die PFAS-Karte, siehe Kapitel 1.1) sowie Informationen zu Auswahlkriterien für Untersuchungsstandorte aus Deutschland sollten berücksichtigt werden. Dadurch sollen Erkenntnisse vorangegangener Untersuchungen genutzt und eine Vergleichbarkeit von Standorttypen (z. B. Grünland-, Acker und Waldflächen) gewährleistet werden. Begehungen zur Gebietserkundung sind ebenfalls empfohlen. Im Idealfall sollten Bodenproben von Grünland-, Acker und Waldflächen genommen werden, welche jeweils den Nor-

den, Süden, Westen und Osten von Österreich repräsentieren. Der Probenumfang sollte je Bundesland 12–24 Standorte umfassen, je vier bis acht industrienahe Standorte, vier bis acht industrieferne ländliche Gebiete sowie vier bis acht industrieferne abgelegene Gebiete: in Summe somit zwischen 324 und 648 Proben (bei einer Tiefenstufe, je Grünland-, Acker und Waldflächen).

Probenahme Zum Zwecke der Vergleichbarkeit von Daten, sollte die Probenahme ähnlich wie im AustroPOPs-Bericht und/oder im LANUV-Fachbericht 150¹⁴ beschrieben erfolgen: pro Standort eine Mischprobe aus zwei bis drei Schürfen oder 20 Einstichen zur Gewinnung von ca. zwei bis fünf Kilogramm getrocknetem und bis zu zwei Millimeter gesiebttem Bodenmaterial. Die Beprobung soll ausschließlich mit plastikfreiem Material erfolgen (LANUV, 2024). Weiters empfiehlt es sich, bei den ausgewählten Standorten auch unterschiedliche Tiefenstufen zu beproben, um auch die Verlagerbarkeit von PFAS Richtung Grundwasser zu dokumentieren: z. B. beim Acker 0–30, 30–60, 60–90 cm, beim Grünland 0–10, 10–30, 30–60 cm und beim Wald die Auflage 0–10, 10–30 und 30–60 cm.

Analytik Nach dem aktuellen Kenntnisstand empfiehlt sich die Probenvorbereitung gemäß DIN 19747 (Trockenschrank 40 °C). Es sollten Eluat- und Feststoffuntersuchungen durchgeführt werden, wobei für ausgewählte Proben auch der TOPA und/oder die Bestimmung der Parameter AOF, EOF und/oder TF empfohlen sind. Als weitere optionale Analyse kann die Anwendung des Bioassay TTR-TRβ CALUX®-Tests zu einem zusätzlichen Erkenntnisgewinn beitragen. Folgende Methoden und Normen stehen aktuell zur Verfügung oder befinden sich in der Methodenadaptierungsphase:

- Feststoffuntersuchung nach DIN 38414-14 (benötigte BG ≤0,1 µg/kg)
- Eluatuntersuchungen (2:1 oder 10:1) nach DIN 19529 bzw. chemisch-analytische Untersuchung nach DIN 38407-42:2011-03 (benötigte BG ≤1 ng/l)
- Feststoffuntersuchung TF, TOPA
- Eluatuntersuchung: AOF, EOF, TOPA ultrakurzkettiger PFAS
- Bioassay TTR-TRβ CALUX®-Test (optional)
- Suspect Screening und/oder Non-Target-Screening (optional)

3.5 Vorschlag: PFAS-Monitoring atmosphärischer Deposition

Hintergrund In Österreich gibt es 301 Luftgütemessstellen,¹⁵ wo je nach Standort unter anderem Stickstoffmonoxid, Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Ozon,

¹⁴ In dem Fachbericht wurden die Ergebnisse zu PFAS-Hintergrundbelastungen im Boden ländlicher Gebiete in Nordrhein-Westfalen veröffentlicht.

¹⁵ <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/luft/messnetz/messstelleneubersicht>

die Regenmenge, die Globalstrahlung, Blei in der nassen Deposition, die Staubdeposition und Feinstaub (PM_{2,5} und PM₁₀) routinemäßig untersucht werden. PFAS werden bisher nicht routinemäßig untersucht.

Im Rahmen des Projekts PureAlps 2016–2020 wurden Depositionsproben bei der Station Sonnblick-Observatorium in den Hohen Tauern gesammelt und auf PFAS mit Kohlenstoffkettenlängen von C4–C12 untersucht (Umweltbundesamt, 2020). Im Rahmen des STOBIMO-Projekts wurden Perfluorooctansäure (PFOA) und PFOS unter anderem in Depositionsproben des Standorts Zöbelboden in Reichraming, in Wien, Graz und Bregenz gemessen (BMNT, 2019). In Vorarlberg wurden im Rahmen von zwei Studien in Niederschlagsproben bereits perfluorierte Carbonsäuren (PFCAs, C8–C12), PFOS und die kurzkettige Perfluorbutansäure (PFBA, max. 3,8 ng/l) nachgewiesen (Umweltinstitut Vorarlberg, 2016, Umweltinstitut Vorarlberg, 2021).

Weitere publizierte Messwerte von PFAS in atmosphärischen Depositionsproben sind für Österreich nicht bekannt.

**Auswahl von
Probenahmestellen**

Zu Beginn des PFAS-Depositionsmonitorings sollte eine Orientierung an bereits bestehenden Luftgütemessstellen erfolgen. Bereits vorhandene Messdaten sollten mitberücksichtigt werden, um sie für Zeitreihenanalysen zu nutzen. Die Auswahl der Standorte sollte urbane, ländliche und abgelegene Gebiete in Österreich berücksichtigen.

Es werden 17 Luftgütemessstellen vorgeschlagen, darunter Messstellen in urbanen, suburbanen, ruralen und entlegenen Regionen. Messstellen, in deren Einzugsgebiet Anlagen der Gruppen 1 und 2 liegen, wurden berücksichtigt (siehe Tabelle 2).

Mit den jeweiligen Betreibern der Luftgütemessstellen bzw. mit den Ämtern der Landesregierungen müsste jedenfalls eine Zusammenarbeit initiiert werden. Mögliche laufende oder geplante Messprogramme der Ämter der Landesregierungen zu PFAS müssen bei der Auswahl der Standorte jedenfalls berücksichtigt werden.

*Tabelle 2:
Vorschlag für eine Auswahl von Standorten für ein PFAS-Depositionsmonitoring.*

Luftgütemessstelle	Bundesland	Gemeindekennzahl	Gebietstyp
Kaiserebersdorf	Wien	91101	urban
St. Pölten Europaplatz	Niederösterreich	30201	urban
Eisenstadt Laschoberstraße	Burgenland	10101	suburban
Graz Universität ZAMG	Steiermark	60101	urban
Linz Hauptbahnhof Bahnhofplatz	Oberösterreich	40101	urban
Salzburg Mirabellplatz	Salzburg	50101	urban
St. Veit an der Glan – Glandorf	Kärnten	20527	suburban
Innsbruck Innpromenade-Rennweg	Tirol	70101	urban
Feldkirch Bärenkreuzung	Vorarlberg	80404	urban
Dornbirn Quellgasse	Vorarlberg	80301	suburban
B116 Bruck an der Mur	Steiermark	62139	suburban
Gaisberg Spitze	Salzburg	50101	rural
Lenzing Hauptstraße	Oberösterreich	41713	rural
Sonnblick	Salzburg	50617	entlegen
Zöbelboden	Oberösterreich	41512	entlegen
Hochwurzen	Steiermark	61265	entlegen
Gerlitzten Steinturm	Kärnten	20703	entlegen

Hinweis: Ausgenommen die Standorte mit den Gemeindekennzahlen 30201, 10101, 80301, 50617 (entlegen), 41512 (entlegen), 61265 (entlegen) und 20703 (entlegen), wurde der dänische Trinkwassergrenzwert von 0,002 µg/l bei zumindest einer Grundwassermessstelle des jeweiligen angeführten Gemeindegebiets im Jahr 2022 überschritten. Beim Standort Graz mit der Gemeindekennzahl 60101 wurde der dänische Trinkwassergrenzwert auch in der Deposition im Jahr 2019 überschritten.

Probenahme

Pro Standort sollten zehn Bulk-Depositionssammler aufgestellt und zusätzlich drei Sammelbecher für die Bestimmung der Blindwerte berücksichtigt werden¹⁶. Für jeden Monat im Jahr sollte eine Sammelprobe für die chemisch-analytische Untersuchung genommen werden. Die Monatssammelprobe sollte sich jeweils aus der in der Mitte und am Ende des Monats genommenen Probe zusammensetzen. Die Bulk-Depositionssammler sind in Abstimmung mit den Betreibern der Luftgütemessstellen (Tabelle 2) aufzustellen und zu betreuen. Das

¹⁶ Alternativ bieten sich auch Probenahmen mit Sorptionsröhrchen an.

gesammelte Probematerial wird im Labor des Umweltbundesamtes gelagert und chemisch-analytisch untersucht.

Analytik Im ersten Jahr sollte ein möglichst umfangreiches Parameterspektrum abgedeckt werden. Jedenfalls sollten die 20 PFAS der Trinkwasserverordnung (BGBl. II Nr. 57/2024), welche den Parameter „PFAS Summe“ bilden, und ultrakurzkettige PFAS, z. B. TFA, Perfluorpropansäure (PFPrA) und Perfluorpropansulfonsäure (PFPrS), gemessen werden.

Die Bestimmung weiterer PFAS kann sinnvoll sein. Die Anwendung des TOPA, des Bioassay TTR-TR β CALUX®-Tests und die Bestimmung des Parameters AOF und EOF kann zumindest für ausgewählte Proben sinnvoll sein, um das Potenzial der Methoden für Niederschlagsproben zu testen und damit zu einem erweiterten Erkenntnisgewinn beizutragen. Nachfolgende Methoden und Normen stehen zur Verfügung oder werden aktuell adaptiert:

- Target PFAS nach DIN 38407-42:2011-03
- Ultrakurzkettige PFAS
- TOPA nach DIN 3608:2024-08
- Bioassay TTR-TR β CALUX®-Test
- EOF
- AOF nach DIN 38409-59:2022-107
- Suspect Screening und/oder Non-Target-Screening (optional)

3.6 Vorschlag: PFAS-Monitoring Abfall(mit)verbrennungsanlagen

Hintergrund Im Oktober 2024 wurde eine Studie veröffentlicht, welche berichtete, dass eingesetzte Fluorpolymere bei der Abfallverbrennung in einer deutschen Pilotanlage bei 860 °C und 1.095 °C vollständig zerstört bzw. mineralisiert (>99,99 %) werden. Untersucht wurden die Abluft sowie feste und flüssige Verbrennungsrückstände. Laut der Studie ist die Freisetzung von PFAS in die Umwelt durch die thermische Beseitigung von Fluorpolymeren insignifikant (Gehrmann et al., 2024).

Im Widerspruch dazu zeigten die Ergebnisse einer Metastudie, dass die meisten wissenschaftlichen Publikationen und Leitfäden erst von einer vollständigen Zerstörung von PFAS in Luftemissionen und Abfällen bei Temperaturen über 1.000 °C berichten (Winchell et al., 2021). Temperaturen über 1.000 °C werden jedoch nur bei der Sondermüllverbrennung erreicht, bei der Verbrennung von Hausmüll sind 850 °C üblich.

Im Rahmen einer in Schweden durchgeführten Studie wurden Flugaschen, Schlacken und Kondensate von 27 Abfallverbrennungsanlagen mit den drei am häufigsten verbreiteten Feuerungstechniken (Rostfeuerung, Wirbelschichtfeuerung, Drehrohrofen (typisch für Sondermüllverbrennung)) untersucht. Bei

22 Anlagen waren PFAS in den Outputfraktionen nachweisbar. In Flugaschen und Schlacken lagen die PFAS-Konzentrationen bei maximal ca. 40 µg PFAS/kg und im Kondenswasser bei maximal ca. 200 ng PFAS/l (IVL, 2021).

Die oben angeführten Studien zeigen, dass noch zu wenige Daten und Informationen bezüglich PFAS aus Abfall(mit)verbrennungsanlagen vorliegen. Neben weiteren Messdaten zu PFAS-Outputströmen werden auch Messdaten zum PFAS-Input benötigt, um die Zerstörungseffizienz von PFAS zu beurteilen. Daher sollten auch in Österreich diesbezüglich Messungen durchgeführt werden.

Auswahl von Probenahmestellen

Für die Etablierung von Messprogrammen in Hinblick auf die Abfall(mit)verbrennung sind Kooperationen mit Betrieben notwendig. Infrage kommende Betriebe wurden im Rahmen der vorliegenden Studie identifiziert.

Probenahme

Die Probenahme ist mit den jeweiligen Betrieben und gegebenenfalls mit den Fachexpert:innen des Umweltbundesamts und des BMLUK abzustimmen. Es sollten Inputströme wie Abfall (z. B. Hausmüll, aufbereitete Abfälle, Altpapier) und Frischwasser sowie Abluft, Aschen, Schlacken und Abwässer untersucht werden. Die Probenahmen sollten zumindest an drei verschiedenen Tagen erfolgen. Für bestimmte Abfälle sind bereits ausgearbeitete Probenahmekonzepte verfügbar. Schwermetalle sind z. B. bei Mitverbrennungsanlagen zu analysieren. An den verfügbaren Probenahmekonzepten kann man sich in Hinblick auf die Konzipierung einer effizienten Probenahmestrategie orientieren. Die zu Beginn des Kapitels angeführten Studien sind weitere wertvolle Anknüpfungspunkte für empfohlene Probenahmestrategien.

Analytik

Für die chemisch-analytische Untersuchung von Inputfraktionen und Abfallverbrennungsrückständen sollten je Standort und Medium zumindest drei Proben untersucht werden. Während für bestimmte Parameter und Matrices bereits Normen veröffentlicht wurden (siehe dazu Kapitel 2.2), sind für andere Parameter Methodenadaptierungen notwendig und diese sollten sich an veröffentlichten Studien orientieren. Nachfolgende Methoden sind verfügbar oder müssten adaptiert werden:

- Feststoffuntersuchung nach DIN 38414-14:2011-08 (z. B. für Hausmüll, Altpapier, Asche, Schlacke, Schlämme, Filter, Membranen)
- Abwässer nach DIN 38407-42:2011-03
- AOF im Abwasser und Feststoff nach DIN 38409-59:2022-107
- EOF (Methodenadaptierung notwendig, Studien für wässrige und feste Proben verfügbar)
- TOPA im Abwasser nach DIN 3608:2024-08
- TOPA im Feststoff (Methodenadaptierung notwendig, Studien für feste Proben verfügbar)
- Target-PFAS in der Abluft (Methodenadaptierung notwendig, Testmethodenentwürfe OTM-45 und OTM-50 verfügbar)
- Ultrakurzkettige PFAS in der Abluft (Methodenadaptierung notwendig, Testmethodenentwürfe OTM-45 und OTM-50 verfügbar)
- Ultrakurzkettige PFAS im Abwasser

- Suspect Screening und/oder Non-Target-Screening
- Luftprobenahme (Methode im Aufbau, Testmethodenentwürfe OTM-45 und OTM-50 verfügbar)

4 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Hintergrund Mit dem österreichischen PFAS-Aktionsplan 2024 hat das BMK gemeinsam mit einer Reihe anderer Akteure über bestehende gesetzliche Regelungen informiert, Datenlücken in Bezug auf PFAS-Einträge und PFAS-Emissionen aufgezeigt und Maßnahmen und Handlungsstrategien zum Umgang mit PFAS-Verunreinigungen vorgestellt.

Die vorliegende Arbeit zielt darauf ab, einige der im PFAS-Aktionsplan 2024 vorgestellten Maßnahmen und Handlungsstrategien zu konkretisieren. Der Fokus liegt dabei auf den in Schwerpunkt 2 „Maßnahmen im Bereich Emissionen und Umweltkontamination zum Schutz von Gesundheit und Biodiversität“ identifizierten Handlungsfeldern. Dies sind unter anderem die Ermittlung von Betrieben, die potenziell PFAS emittieren, regelmäßiges Monitoring von Prozessen, Luft und Feinstaub, die Ableitung von Orientierungs- oder Richtwerten in Umweltmedien, für die aktuell keine Grenzwerte vorliegen, sowie die Veröffentlichung erhobener Monitoringdaten und anschließend die Gruppierung der maßgeblichen Eintragsquellen.

Zu diesem Zweck wurden für die Konzipierung eines österreichweiten Monitoringprogramms Informationen zu potenziellen PFAS-Belastungsquellen sowie bereits vorhandene Messdaten zusammengestellt.

Industrieanlagen Von den durch die Expert:innen gruppierten 145 Anlagen wurden sechs der Gruppe 1, 32 der Gruppe 2 und 107 der Gruppe 3 zugewiesen. Vier Anlagen für Oberflächenbehandlung von Metallen oder Kunststoffen durch ein elektrolytisches oder chemisches Verfahren sowie zwei Anlagen der Textilindustrie wurden der Gruppe 1 zugewiesen, da für diese Anlagen z. B. Abwassermessberichte vorliegen (Oberflächenbehandlung von Metallen) oder PFAS in der Produktion (Textilindustrie) zum Einsatz kommen. Bei den restlichen Anlagen, besteht entweder ein begründeter Verdacht (Gruppe 2) oder es sind keine Informationen verfügbar, aber die Freisetzung von PFAS kann nicht ausgeschlossen werden (Gruppe 3, z. B. bei bestimmten Abfallbehandlungsanlagen). Diese Daten wurden in einem Masterfile zusammengefasst.

Weiters zeigten die Ergebnisse einer von der Wirtschaftskammer Österreich beauftragten Studie, dass PFAS in den Bereichen Reinigungs- und Hygieneprodukte, Bergwerk, Stahl- und Oberflächenindustrie, Metall(technische) Industrie, Textil-, Bekleidungs-, Schuh- und Lederindustrie, Kunststoffverarbeitung und Chemische Industrie, Verarbeitende Industrie, Elektro- und Elektronikindustrie, Mechatronik und Kälte-Klima-Bereich, Öl- und Gasindustrie, Automobil-Bereich, Pharmazeutische Industrie, Medizintechnik- und Produkte und Nahrungs- und Genussmittelindustrie in Produktionsprozessen nachweislich zum Einsatz kommen und/oder Informationslücken bestehen. Industrievertreter:innen weisen auf wirtschaftliche und technische Herausforderungen sowie auf die Notwendigkeit der klaren Identifizierung bzw. Definition von PFAS-freisetzenden Bereichen hin.

Auch Flugplätze, welche wegen des vergleichsweise häufigen Einsatzes von fluorierten Feuerlöschmitteln als potenzielle PFAS-Hotspots gelten, wurden als wichtige Emissionsquellen mit ihren Standortdaten in das Masterfile aufgenommen.

Umweltdaten Es zeigte sich, dass für Grundwasser und Fließgewässer bereits eine Datengrundlage vorhanden ist, Mess- und Standortdaten verfügbar und über die H₂O-Fachdatenbank frei zugänglich sind. Im Vergleich dazu sind Daten zu Böden, Luft und atmosphärischen Depositionen kaum vorhanden; in wenigen Fällen können sie über unterschiedliche (oft nicht-öffentliche) Quellen recherchiert und abgefragt werden.

Monitoringprogramm Auf der Basis der gruppierten Emittenten sowie der vorhandenen Daten wurde ein erstes Konzept eines Monitoringprogramms entwickelt, wobei die genaue Standortauswahl gemeinsam mit den Behörden der Länder erfolgen sollte.

Auch wurde auf Basis der Kosten des Umweltbundesamt-Labors eine erste Kostenabschätzung für die vorgeschlagenen Monitoringprogramme für Boden, atmosphärische Deposition und Abfall(mit)verbrennungsrückstände für den Eigentümer durchgeführt.

Kostenabschätzung Der geschätzte Kostenaufwand für ein österreichweites **PFAS-Bodenmonitoring** (Grünland, Acker und Wald) liegt bei ca. 455.000 Euro, wenn ausschließlich eine Tiefenstufe bei 108 Standorten untersucht wird. Pro Bundesland sollten zumindest je vier industriennahe Standorte, vier industrieferne ländliche Gebiete sowie vier industrieferne abgelegene Gebiete untersucht werden. Die konkrete Standortauswahl ist mit den Ländern zu vereinbaren und das erstellte Masterfile kann zur Orientierung verwendet werden.

Für die österreichweite Untersuchung von **atmosphärischen Depositionen** von PFAS an 17 Standorten wird ein Kostenaufwand von 203.000 Euro geschätzt. Für die Standortauswahl wurden die gruppierten Anlagen berücksichtigt. Die vorgeschlagenen Standorte berücksichtigen urbane, suburbane, rurale und entlegene (Hintergrund)-Gebiete.

Für die Untersuchungen von **Inputströmen, Abluft, Aschen, Schlacken und Abwässern** an 15 Abfall(mit)verbrennungsanlagen wird der Kostenaufwand auf 222.000 Euro geschätzt. Da für Inputfraktionen (z. B. Hausmüll) und Abfall(mit)verbrennungsrückstände bisher kaum Daten vorhanden sind, wird eine Kooperation mit ausgewählten Anlagenbetreibern über das BMLUK angestrebt.

Weiters sollten Messungen von Abluft und Abwasser von Galvanik-Betrieben, Verarbeitern von fluorierten Kunststoffen, Papierbeschichtern, die PFAS einsetzen, sowie gegebenenfalls Textilverarbeitern, die PFAS einsetzen, durchgeführt werden. Die geschätzten Kosten dafür betragen 197.000 Euro.

Ausblick Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit gesammelten Daten – „Masterfile“ – sind für die PFAS-Machbarkeitsstudie – Teil II von wesentlicher Bedeutung. Im Rahmen der PFAS-Machbarkeitsstudie – Teil II, welche von April 2025 bis November 2027 geplant ist, werden die Schwerpunkte (i) Abwasserreinigung und

Klärschlamm, (ii) Deponien, Altablagerungen und Altstandorte und (iii) die Erstellung einer PFAS-Karte in separaten Arbeitspaketen bearbeitet. Für die Schwerpunkte (i) bis (iii) sind Vorschläge für Monitoringprogramme sowie eine Folgekostenabschätzung vorgesehen.

Eine PFAS-Karte soll in weiterer Folge alle öffentlichen Monitoringdaten beinhalten, in regelmäßigen Abständen ergänzt werden und so die Daten den Behörden sowie der Öffentlichkeit visuell, rasch und einfach verständlich zur Verfügung stellen.

5 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AGES.....	Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
AOF.....	adsorbierbar organisch gebundenes Fluor
BMK	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
BMLUK	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen und Wasserwirtschaft
BMNT	Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus
BORIS	Bodeninformationssystem
EOF.....	extrahierbar organisch gebundenes Fluor
FCKWs o. CFCs	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
FTS.....	Fluortelomersulfonsäure
H-FCKWs o. HCFCs	Teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe
HFCKWs o. HFCs	Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe
IEP	European Industrial Emissions Portal
IIÖ.....	Institut für Industrielle Ökologie
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control
PFAS	Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen
PFBA.....	Perfluorbutansäure
PFBS	Perfluorbutansulfonsäure
PFCA	Perfluorierte Carbonsäuren
PFKWs o. PFC s.....	Perfluorierte Kohlenwasserstoffe
PFOA	Perfluorooctansäure
PFOS	Perfluorooctansulfonsäure
PFPrA.....	Perfluorpropansäure
PFPrS	Perfluorpropansulfonsäure
TFA.....	Trifluoracetat
TOPA	Total Oxidizable Precursor Assay

6 REFERENZEN

- ARP, H.P.H., A. GREDELJ, J. GLÜGE, M. SCHERINGER und I.T. COUSINS, 2024. The Global Threat from the Irreversible Accumulation of Trifluoroacetic Acid (TFA) [online]. *Environmental Science & Technology*. Environmental Science & Technology. Verfügbar unter: doi:10.1021/acs.est.4c06189
- BMK, 2024a. *Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. PFAS-Strategie im Rahmen der Vollziehung des Altlastensanierungsgesetzes* [online] [Zugriff am: 22. Februar 2025]. Verfügbar unter: <https://altlasten.gv.at/dam/jcr:4a0eedc4-b25e-49f1-8bff-97a32386a3d1/PFAS-Strategie%20ALSAG.pdf>
- BMK, 2024b. *PFAS-Aktionsplan. Maßnahmen zur Reduktion der Belastung von Mensch und Umwelt durch per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) in Österreich* [online] [Zugriff am: 1. Juli 2025]. Verfügbar unter: <https://www.bmluk.gv.at/service/publikationen/klima-und-umwelt/pfas-aktionsplan.html>
- BMLRT, 2021. *Forschungsprojekt AustroPOPs - Endbericht. Monitoring von organischen Schadstoffen in Böden Österreichs* [online] [Zugriff am: 4. März 2025]. Verfügbar unter: https://dafne.at/content/report_release/2dfaa0b9-a2f3-4b18-8a97-5735a1a0c095_0.pdf
- BMNT, 2019. *STOBIMO Spurenstoffe - Kurzfassung* [online]. Stoffbilanzmodellierung für Spurenstoffe auf Einzugsgebietsebene [Zugriff am: 4. Februar 2025]. Verfügbar unter: https://info.bml.gv.at/dam/jcr:7cf70c8a-4bde-48e7-9532-e0e7445cf0d1/STOBIMO%20Spurenstoffe_Kurzfassung.pdf
- BMUV, 2022. *Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. Leitfaden zur PFAS-Bewertung. Empfehlungen für die bundeseinheitliche Bewertung von Boden- und Gewässerverunreinigungen sowie für die Entsorgung PFAS-haltigen Bodenmaterials* [online] [Zugriff am: 22. Februar 2025]. Verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Bodenschutz/pfas_leitfaden_bf.pdf
- ECHA, 2023. *European Chemical Agency. Annex XV Restriction Report* [online]. *Restriction on the manufacture, placing on the market and use of PFASs*. 9. Februar 2025 [Zugriff am: 9. Februar 2025]. Verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/de/registry-of-restriction-intentions/-/dislist/details/0b0236e18663449b>
- GEHRMANN, H.-J., P. TAYLOR, K. ALEKSANDROV, P. BERGDOLT, A. BOLOGA, D. BLYE, P. DALAL, P. GUNASEKAR, S. HERREMANN, D. KAPOOR, M. MICHELL, V. NUREDIN, M. SCHLIPF und D. STAPF, 2024. Mineralization of fluoropolymers from combustion in a pilot plant under representative european municipal and hazardous waste combustor conditions [online]. *Chemosphere*, **365**, 143403. ISSN 0045-6535. Verfügbar unter: doi:10.1016/j.chemosphere.2024.143403

- INSTITUT FÜR INDUSTRIELLE ÖKOLOGIE, 2024. *Auswirkungen der Einschränkung der Verwendung von PFAS auf die betroffenen Bereiche in Österreich. Im Auftrag der Wirtschaftskammer Österreich, Abteilung für Umwelt- und Energiepolitik* [online] [Zugriff am: 2. April 2025]. Verfügbar unter: <https://www.wko.at/oe/umwelt-energie/pfas-2024-bericht.pdf>
- IVL, 2021. *Swedish Environmental Research Institute. PFAS in waste residuals from Swedish incineration plants: A systematic investigation* [online]. No. B 2422 [Zugriff am: 21. Februar 2025]. Verfügbar unter: <https://ivl.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1610065&dsid=-1623>
- LANUV, 2024. *Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Hintergrundgehalte und -werte von PFAS in Böden ländlicher Gebiete in Nordrhein-Westfalen. LANUV-Fachbericht 150* [online] [Zugriff am: 22. Februar 2025]. Verfügbar unter: https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/LANUV-Fachbericht_150.pdf
- LFU, 2024. *Bayerisches Landesamt für Umwelt. Leitlinien zur Bewertung von PFAS* [online] [Zugriff am: 1. Juli 2025]. Verfügbar unter: https://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/pfas/rechtliches/doc/leitlinien_zur_bewertung_von_pfas.pdf
- MINISTRY OF ENVIRONMENT OF DENMARK, 2024. *Substance flow analysis of PFASs in Denmark. Final report* [online] [Zugriff am: 7. Januar 2025]. Verfügbar unter: <https://mim.dk/media/ae305ajj/substance-flow-analysis-of-pfas-20-feb.pdf>
- NORDIC COUNCIL OF MINISTERS, 2019. *The Cost of Inaction. A socioeconomic analysis of environmental and health impacts linked to exposure to PFAS* [online]. TemaNord 2019:516 [Zugriff am: 1. April 2025]. Verfügbar unter: <https://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1295959/FULLTEXT01.pdf>
- UMWELTBUNDESAMT, 2020. *PureAlps 2016-2020. Monitoring von persistenten organischen Schadstoffen und Quecksilber im Alpenraum (Immission, Deposition, Biota). Abschlussbericht* [online] [Zugriff am: 12. Februar 2025]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/dp156.pdf>
- UMWELTBUNDESAMT, 2022a. *Klärschlammkompost. „Circular Economy“ im Abfallbereich - Evaluierung im Hinblick auf Klärschlammkompost. Endbericht* [online] [Zugriff am: 4. März 2025]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0805.pdf>
- UMWELTBUNDESAMT, 2022b. *PFAS-Report 2022. Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen - Überblick und Situation in Österreich* [online] [Zugriff am: 9. Februar 2025]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0820.pdf>

- UMWELTBUNDESAMT, 2023. *Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen. Methodenvergleich zur Bestimmung von PFAS in Wasserproben* [online] [Zugriff am: 3. März 2025]. Verfügbar unter:
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0859.pdf>
- UMWELTINSTITUT VORARLBERG, 2016. *Klärschlamm und Boden. Eintrag von Spurenstoffen auf landwirtschaftlich genutzten Böden* [online] [Zugriff am: 4. März 2025]. Verfügbar unter:
<https://vorarlberg.at/documents/302033/472528/Eintrag+von+Spurenstoffen+auf+landwirtschaftlich+gen%C3%Bctzte+B%C3%B6den.pdf/9517b6c0-c879-adeb-d234-67ef1b906b59?t=1630929358338>
- UMWELTINSTITUT VORARLBERG, 2021. *Amt der Vorarlberger Landesregierung. Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) in Vorarlberg* [online] [Zugriff am: 22. Februar 2025]. Verfügbar unter:
https://vorarlberg.at/documents/302033/844659/PFAS_in_Vorarlberg.pdf/c0309b72-cf69-29ef-4b5c-c91a73ca8804?t=1623823252212
- WANG, Z., A.M. BUSER, I.T. COUSINS, S. DEMATTIO, W. DROST, O. JOHANSSON, K. OHNO, G. PATLEWICZ, A.M. RICHARD, G.W. WALKER, G.S. WHITE und E. LEINALA, 2021. A New OECD Definition for Per- and Polyfluoroalkyl Substances [online]. *Environmental Science & Technology*, **55**(23), 15575-15578. *Environmental Science & Technology*. Verfügbar unter:
doi:10.1021/acs.est.1c06896
- WINCHELL, L.J., J.J. ROSS, M.J.M. WELLS, X. FONOLL, J.W. NORTON und K.Y. BELL, 2021. Per- and polyfluoroalkyl substances thermal destruction at water resource recovery facilities: A state of the science review [online]. *Water Environment Research*, **93**(6), 826-843. *Water Environment Research*. Verfügbar unter: doi:10.1002/wer.1483

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04

office@umweltbundesamt.at
www.umweltbundesamt.at

Mit dem österreichischen PFAS-Aktionsplan 2024 wurde auf bestehende Datenlücken in Bezug auf PFAS-Einträge und PFAS-Emissionen aufmerksam gemacht. Weiters wurden Maßnahmen und Handlungsstrategien zum Umgang mit PFAS-Verunreinigungen vorgestellt.

Die vorliegende Arbeit hat einige der im PFAS-Aktionsplan 2024 vorgestellten Maßnahmen und Handlungsstrategien konkretisiert. Dafür wurden Daten zu Industrieanlagen und Umweltmonitoring in einem Masterfile zusammengestellt. Weiters sind Vorschläge für Monitoringprogramme für Boden, atmosphärische Depositionen sowie für Input- und Outputströme von Anlagen inklusive einer Kostenabschätzung enthalten.