

PFAS-Strategie im Rahmen der Vollziehung des Altlastensanierungsgesetzes

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie, Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Autoren: Dr. Gernot Döberl, DI Martin Weisgram

Gesamtumsetzung: Abteilung V/3

Stand: April 2023

Wien, 2023.

Inhalt

1 Problemstellung und Veranlassung.....	5
1.1 Eigenschaften und Verwendung von PFAS.....	5
1.2 Umweltrelevanz und Toxizität von PFAS.....	6
1.3 Überblick zu internationalen Erfahrungen und Ereignissen.....	8
1.4 Situation in Österreich (Stand: Jänner 2023).....	9
1.4.1 Untersuchungen auf regionaler und nationaler Ebene.....	9
1.4.2 Untersuchungen mit Bezug auf das ALSAG.....	10
2 Relevanz für den Vollzug des ALSAG	12
2.1 Zwischenresümee aufgrund bisher vorliegender Informationen	12
2.2 Relevanz für die Bearbeitung von Altstandorten und Altablagerungen in Österreich .	13
2.2.1 Primärproduktion von PFAS.....	13
2.2.2 Verwendung von AFFF-Feuerlöschschäumen	13
2.2.3 Abwasserreinigungsanlagen und landwirtschaftliche Verwertung von Abfällen	14
2.2.4 PFAS-relevante Gewerbe- und Industriebranchen.....	15
2.2.5 Altablagerungen.....	16
2.2.6 Atmosphärische Deposition.....	16
3 Strategie für den Vollzug des ALSAG	17
3.1 Erfassung von Altstandorten und Altablagerungen	17
3.1.1 Erfassung weiterer Altstandorte mit eventueller Primärproduktion.....	18
3.1.2 Systematische Erfassung von Feuerlöschübungsplätzen	18
3.2 Untersuchung von Altstandorten und Altablagerungen	19
3.2.1 Untersuchung der Altstandorte mit bekannter Fluorpolymerproduktion	19
3.2.2 Untersuchung von Altstandorten mit Feuerlöschübungsplätzen	19
3.2.3 Untersuchung von Altstandorten PFAS-relevanter Branchen.....	20
3.2.4 Untersuchung von Altstandorten anderer Branchen	22
3.2.5 Untersuchung von Altablagerungen.....	23
3.2.6 Nutzung der Ergebnisse aus den GZÜV-Untersuchungen.....	24
3.2.7 Erweiterung von Rückbauprogrammen für Grundwassermessstellen	24
3.3 Sanierung PFAS-kontaminierter Standorte	24
3.4 Probenahme und Analytik	25
3.4.1 Probenahme	25
3.4.2 Zu untersuchende Umweltmedien und Parameter.....	26
3.5 Altlastenforschung im Rahmen des Umweltförderungsgesetzes (UFG)	26
4 Anhang – Analyseumfang	28

Literaturverzeichnis	30
Literaturverzeichnis – Gesetze, Normen, Richtlinien	31

1 Problemstellung und Veranlassung

1.1 Eigenschaften und Verwendung von PFAS

Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) sind eine ca. 5.000 Einzelstoffe¹ umfassende Schadstoffgruppe, die in den letzten beiden Jahrzehnten international verstärkt in den Fokus rückte. Gemeinsam ist diesen Stoffen, dass sie aus einer Kohlenwasserstoffkette unterschiedlicher Länge bestehen, bei der die Wasserstoffatome vollständig (perfluoriert) oder teilweise (polyfluoriert) durch Fluoratome ersetzt sind. Die bekanntesten Vertreter sind Perfluorsulfonsäuren (z. B. Perfluoroktansulfonsäure – PFOS) und Perfluorcarbonsäuren (z. B. Perfluoroktansäure – PFOA; siehe Abbildung 1).

Der Großteil der PFAS sind polyfluorierte Verbindungen, die unter natürlichen Bedingungen in der Umwelt zu kürzerkettigen perfluorierten Carbon- oder Sulfonsäuren abgebaut werden können. Die polyfluorierten Ausgangssubstanzen werden als Vorläuferverbindungen („Precursors“) bezeichnet.

Durch ihre chemische Struktur sind PFAS sowohl wasser- als auch fett- und schmutzabweisend („Tenside“²) sowie aufgrund der sehr starken Bindung zwischen den Kohlenstoff- und Fluoratomen chemisch und thermisch sehr stabil. Aufgrund dieser Eigenschaften weisen PFAS eine breite Palette kommerzieller Anwendungen auf und werden seit den 1950er-Jahren und verstärkt seit Mitte der 1960er-Jahre in zahlreichen Industriebranchen und in zahlreichen Produkten eingesetzt.

Typischerweise sind PFAS in Benetzungsmitteln (z. B. für galvanische Prozesse), Papier- oder Kartonagenbeschichtungen, Imprägniermitteln oder Skiwachsen enthalten. Sie finden aber auch als Ausgangs- und Hilfsstoffe bei der Herstellung von wasser- und fettabweisenden Polymeren für Outdoor-Textilien („GoreTex“) oder Geschirrbeschichtungen wie z. B. Polytetrafluorethylen (PTFE; „Teflon“) Verwendung. Darüber hinaus sind sie ein Hauptbestandteil von sogenannten AFFF-Feuerlöschschäumen („Aqueous Film Forming Foams“), i. e. synthetische Löschmittel, die einen wasserhaltigen Film zwischen

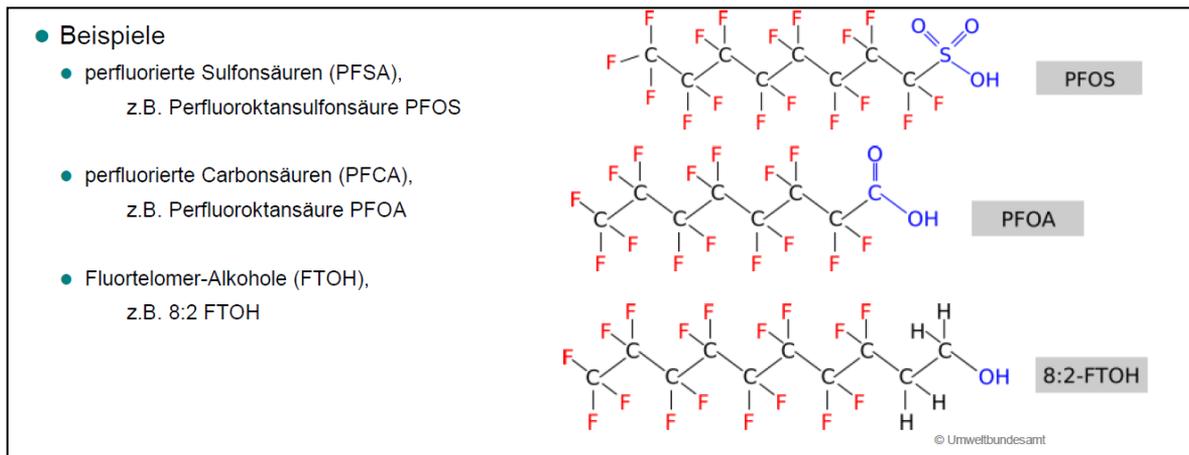
¹ Aus der umfassenderen OECD-Definition (2021) ergeben sich bis zu 6 Millionen PFAS-Einzelstoffe.

[oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV/CBC/MONO\(2021\)25&docLanguage=En](https://oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV/CBC/MONO(2021)25&docLanguage=En)

² Daher auch die frühere Bezeichnung per-/polyfluorierte Tenside (PFT).

Schaum und brennbarer bzw. brennender Flüssigkeit ausbilden. In diesen Löschschäumen waren bis in die 1990er-Jahre PFAS in Konzentrationen bis zu 10 g/l enthalten, wobei Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) meist die Hauptkomponente darstellte.

Abbildung 1: Beispiele für PFAS



1.2 Umweltrelevanz und Toxizität von PFAS

PFAS können über Produktions- (Abluft, Abwasser) oder Konsumemissionen (z. B. Textilreinigung), über die Ausbringung von Reststoffen aus der industriellen oder kommunalen Abwasserreinigung (z. B. „Klärschlammkompost“, Schlämme aus der Papierproduktion), über den Einsatz von Feuerlöschschäumen oder über diffuse atmosphärische Deposition in die Umwelt gelangen. Sie sind in praktisch allen Umweltkompartimenten (Luft, Boden, Wasser, Lebewesen) nachzuweisen und sehr persistent, d. h. mikrobiologisch sehr schwer bis nicht abbaubar (C-F-Bindung; „forever chemicals“); viele weisen in aquatischen Medien eine vergleichsweise hohe Löslichkeit und hohe Mobilität auf. Ausgehend von PFAS-Verunreinigungen im Untergrund können sich im Grundwasser ausgedehnte Schadstofffahnen bis zu mehreren Kilometern Länge ausbilden. Durch die stark eingeschränkte Abbaubarkeit reichern sich PFAS in Organismen und entlang der Nahrungskette an. In Menschen ist insbesondere eine Anreicherung in Organen (z. B. Leber) und Blutproteinen nachgewiesen. Manche PFAS werden vom menschlichen Organismus nur sehr langsam über mehrere Jahre ausgeschieden.

Aufgrund der nachgewiesenen Toxizität von PFAS für Menschen und andere Lebewesen sowie des Verdachtes krebserregend zu sein, wurde der Einsatz einzelner PFAS-Verbindungen auf europäischer Ebene schrittweise limitiert bzw. verboten. Seit 2007 durfte PFOS (incl. Derivate) und Zubereitungen mit einem Massengehalt von mehr als 0,005 % mit wenigen Ausnahmen und Übergangsfristen (z. B. Feuerlöschschäume) nicht mehr verwendet werden. Im Jahr 2010 wurde dieser Wert auf 0,001 % gesenkt, nachdem PFOS ein Jahr davor in das Stockholmer Übereinkommen über persistente organische Schadstoffe („POP-Konvention“) aufgenommen wurde. PFOA (incl. Derivate) ist seit 2019 Teil des Stockholmer Übereinkommens und wurde 2020 auf EU-Ebene mit Übergangsfristen verboten. Im Jahr 2022 erfolgte die Aufnahme von Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) in das Stockholmer Übereinkommen. Einsatzeinschränkungen und Verbote für weitere Substanzen, darunter perfluorierte Carbonsäuren mit neun bis vierzehn Kohlenstoffatomen und PFOS/PFOA-Ersatzstoffe, wie z. B. GenX, sind derzeit in Diskussion.

In Hinblick auf ihre Umweltrelevanz und Toxizität wurden in jüngster Zeit vergleichsweise niedrigere Grenzwerte für PFAS festgelegt. In der EU-Trinkwasserrichtlinie wurde 2020 für 20 Einzelsubstanzen, darunter PFOS, PFOA und PFHxS, ein Parameterwert von 0,1 µg/l festgelegt (EU-RL 2020/2184; siehe Anhang). Ebenfalls 2020 legte die europäische Lebensmittelbehörde EFSA den Schwellenwert für die zulässige wöchentliche Aufnahmemenge (TWI) mit 4,4 Nanogramm pro Kilogramm Körpergewicht fest (Summe aus PFOS, PFOA, PFHxS und Perfluorononansäure). Dieser niedere Wert ist in einigen EU-Ländern Auslöser für Diskussionen, den Trinkwassergrenzwert auf einen Wert deutlich unter 0,1 µg/l zu senken. In Dänemark wurde der Trinkwasserwert bereits 2021 auf 2 ng/l (Summe der vier EFSA-Substanzen) gesenkt. Im Oktober 2022 legte die Europäische Kommission einen Vorschlag zur Aufnahme von PFAS in die „Environmental Standards Directive“ vor, in dem das Umweltqualitätsziel in Hinblick auf Grundwasser mit 4,4 ng/l PFOA-Äquivalenten („relative potency factors“ (RPF) von 24 Einzelsubstanzen; siehe Anhang) festgelegt wurde.³

In Österreich wurden im Bundesabfallwirtschaftsplan 2022 für Aushubmaterialien die maximalen Gesamtgehalte für PFAS mit 0,002 mg/kg und die maximalen Eluatgehalte mit 0,001 mg/kg festgelegt. Auch in der Deponieverordnung ist mit der nächsten Novellierung die Festlegung von Grenzwerten für die einzelnen Deponie(unter)klassen geplant. In der

³ health.ec.europa.eu/publications/groundwater-quality-standards-proposed-additional-pollutants-annexes-groundwater-directive-2006118ec_en

Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer betragen die Umweltqualitätsnormen für PFAS (incl. Derivate) in Hinblick auf den Jahresdurchschnittswert 0,00065 µg/l, auf die zulässige Höchstkonzentration 36 µg/l und auf Biota 9,1 µg/kg Nassgewicht.

1.3 Überblick zu internationalen Erfahrungen und Ereignissen

In den letzten 15 bis 20 Jahren wurden sowohl global als auch in Europa zahlreiche Fälle von PFAS-Kontaminationen in Böden und Gewässern bekannt. Als wichtigste Kontaminationsquellen wurden dabei folgende identifiziert:

- Fluorchemie-Industrie: z. B. Trissino (Venetien), Dordrecht (Niederlande), Zwijndrecht (Belgien), Chemiepark Gendorf (Bayern), Rhone-Tal bei Lyon (Frankreich):
 - Die in Venetien im Jahr 2013 festgestellten Verunreinigung des Grundwassers durch eine mehr als 20 km lange Schadstofffahne hat einer Einschätzung der WHO entsprechend für mindestens 350.000 Personen über Trinkwasser zu einer erhöhten PFAS-Exposition geführt.
 - Im Frühjahr 2021 wurden in Zwijndrecht bei Tunnelbauarbeiten PFAS-Verunreinigungen des Untergrundes und von Lebensmitteln aus Hausgärten festgestellt und damit zusammenhängend eine erhöhte PFAS-Exposition von Anwohner:innen nachgewiesen. In weiterer Folge dieser „PFAS-Krise“ wurde im flämischen Regionalparlament ein eigener Untersuchungsausschuss eingesetzt und es sind verschiedene Gerichtsverfahren anhängig.
- Eintrag von Feuerlöschschäumen: z. B. Lonza (Wallis, Schweiz): zentraler Betriebsfeuerwehrrübungsplatz; Flughafen Düsseldorf und Bundeswehrflughafen Manching (Bayern), Flughäfen in Skandinavien;
- Großflächige Ausbringung von Reststoffen aus der kommunalen oder industriellen Abwasserreinigung: z. B. Klärschlämme aus der Papierindustrie in Rastatt (Baden-Württemberg) und Arnsberg (Nordrhein-Westfalen);
- Hintergrundbelastung von Oberböden durch diffuse atmosphärische Deposition (zahlreiche Standorte in Skandinavien, West- und Mitteleuropa mit PFAS-Konzentrationen > 10 µg/kg); in Skandinavien z. T. hohe Hintergrundbelastungen von marinen Sedimenten und Organismen;
- In den Niederlanden wurden im Herbst 2019 (vorläufige) Grenzwerte für die Wiederverwendung von Bodenaushub erlassen, die geringer waren als die Hintergrundbelastung in einigen Regionen und damit über einige Wochen zur Einstellung von

Baustellen und auch Demonstrationen („PFAS-Proteste“) am Regierungssitz in Den Haag führten.

1.4 Situation in Österreich (Stand: Jänner 2023)

1.4.1 Untersuchungen auf regionaler und nationaler Ebene

In Österreich wurden in den letzten Jahren zur systematischen Erfassung der PFAS-Problematik nationale und regionale Monitoring-Programme und Studien durchgeführt; darunter drei GZÜV-Sondermessprogramme (2017-2023), die „POPMON-Studien“ und die „Vorarlberg-Studie“ (Literaturzitate siehe jeweils unten); daneben die Studie „AustroPOPs“ (BMLRT, 2021) und die „Deponiesickerwasser-Studie“ (BMLFUW, 2016). Weitere Untersuchungsergebnisse sowie ein umfassender Überblick über die Verbreitung von PFAS in Österreich finden sich im „PFAS Report 2022“ (Umweltbundesamt, 2022b).

Im Rahmen des GZÜV-Sondermessprogramms „Spurenstoffe im Grundwasser“ wurden in den Jahren 2016 und 2017 an nicht risikobasiert ausgewählten GZÜV-Grundwassermessstellen u.a. PFAS-Untersuchungen durchgeführt. Die überwiegende Anzahl der Messstellen wies dabei vergleichsweise geringe PFAS-Konzentrationen auf (95. Perzentil für PFOS und PFOA: < 0,01 µg/l; BMNT, 2018). Ein deutlich anderes Bild zeigte sich beim Sondermessprogramm in den Jahren 2018 bis 2020. Hier waren an 11 von 82 risikobasiert ausgewählten Grundwassermessstellen PFAS-Konzentrationen über dem Parameterwert der EU-Trinkwasserverordnung von 0,1 µg/l nachzuweisen. Als potentielle Einflussfaktoren wurden Industriebetriebe, Löschmitteleinsätze, Abwassereinträge und Altstandorte/Altablagerungen identifiziert (Ergebnisse unveröffentlicht). Derzeit wird ein weiteres GZÜV-Sondermessprogramm in Hinblick auf PFAS durchgeführt, in dessen Rahmen alle rund 2.000 GZÜV-Grundwassermessstellen auf 27 PFAS-Einzelsubstanzen untersucht werden. Erste Ergebnisse zeigten, dass österreichweit an 24 Messstellen eine PFAS-Konzentration nachgewiesen werden konnte, die über einem Wert von 0,075 µg/l (i. e. 75 % des Werts aus der EU-Trinkwasserrichtlinie) lag.

Im Rahmen der „POPMON-Studie“ befasste sich eine Teilstudie mit einer PFAS-Verunreinigung im Leibnitzer Feld. Untersucht wurden in dieser Region Grundwasser, Trinkwasser, Tränkwasser, Oberflächenwasser und tierische Lebensmittel. In den verschiedenen Wasserproben wurden teilweise erhöhte PFAS-Werte festgestellt. Der Grenzwert

von 0,1 µg/l der EU-Trinkwasserrichtlinie für die Summe von 20 PFAS wurde in vier Trinkwasserproben überschritten. Unter der Annahme, dass die Bevölkerung ausschließlich dieses Trinkwasser konsumieren würde, konnte ein gesundheitliches Risiko für die Bevölkerung nicht ausgeschlossen werden, sodass die belasteten Trinkwasserbrunnen vom Netz genommen wurden (AGES & Umweltbundesamt, 2018; AGES & Umweltbundesamt, 2021; siehe auch unten).

Die umfassendste regionale Studie wurde in Vorarlberg durchgeführt, wo an risikobasiert ausgewählten Standorten über 100 Proben aus unterschiedlichen Umweltmedien (u. a. Oberboden, Grundwasser, Abwasser, Deponiesickerwasser, Klärschlammkompost) entnommen und auf eine Reihe von PFAS untersucht wurden. Im Rahmen der Studie wurde PFOS in 43 von 55 Oberbodenproben mit einem Gehalt über der Bestimmungsgrenze (BG = 0,5 µg/kg) nachgewiesen. PFOA wurde in 36 von 55 Bodenproben über der BG von 0,5 µg/kg TM detektiert. Der Median von PFOA lag bei 1 µg/kg, der Höchstwert bei 10 µg/kg. Im Falle von PFOS ergab sich ein Median von 1,4 µg/kg und ein Höchstwert von 120 µg/kg. Im Eluat lagen die Medianwerte bei 0,18 µg/kg für PFOS und bei 0,081 µg/kg für PFOA. Der Großteil der untersuchten Grundwässer zeigte keine oder eine niedrige Belastung mit PFAS. An zwei Messstellen im Abstrom einer Deponie bzw. eines Galvanikbetriebes waren Konzentrationen über dem Parameterwert der EU-Trinkwasserverordnung von 0,1 µg/l nachzuweisen (Umweltinstitut Vorarlberg, 2021).

1.4.2 Untersuchungen mit Bezug auf das ALSAG

In den Geltungsbereich des Altlastensanierungsgesetzes (ALSAG) fallen grundsätzlich folgende Flächen:

- Standorte mit Anlagen, in denen vor dem 1. Juli 1989 mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen wurde („Altstandorte“)
- Ablagerungen von Abfällen, die vor dem 1. Juli 1989 befugt oder unbefugt durchgeführt wurden („Altablagerungen“)

Vor diesem Hintergrund ergaben sich aus den GZÜV-Sondermessprogrammen und den POPMON-Studien (siehe 1.4.1) zwei konkrete Verdachtsfälle, die in jüngster Zeit im Rahmen der Vollziehung des ALSAG untersucht wurden/werden.

Zum einen handelt es sich um den Flughafen Salzburg, auf dem es in einem für Feuerlöschübungszwecke genutzten Teil durch die jahrzehntelange Verwendung von Löschschäumen zu einer erheblichen Kontamination des Untergrundes, vornehmlich durch PFOS, gekommen ist. Das erheblich kontaminierte Untergrundvolumen umfasst ein Volumen von in Summe mehr als 50.000 m³. Ausgehend von dieser Untergrundkontamination hat sich eine ca. 3,5 km lange Schadstofffahne im Grundwasserabstrom ausgebildet. Die Untersuchungsergebnisse haben Mitte 2022 dazu geführt, dass der Standort als Altlast mit der Prioritätenklasse 1 ausgewiesen wurde (Umweltbundesamt, 2022a). Derzeit sind entsprechende Sanierungsmaßnahmen in Planung.

Der zweite Fall betrifft ebenfalls ein Feuerlöschübungsgelände in der Gemeinde Lebring-St. Margarethen im Leibnitzer Feld, von dem eine ähnlich lange Schadstofffahne im Grundwasser ausgeht. Im Gegensatz zum Salzburger Fall sind in der Steiermark auch Trinkwasserversorgungen direkt von der PFAS-Verunreinigung betroffen (Amt d. Stmk. LR, 2022). Derzeit laufen dort ergänzende Untersuchungen gemäß §13 Altlastensanierungsgesetz (ALSAG) zur Detailerkundung der Quelle.

Neben diesen beiden konkreten Anlassfällen wurden bzw. werden derzeit (Stand: Jänner 2023) folgende Untersuchungen mit PFAS-Bezug im Rahmen der Vollziehung des Altlastensanierungsgesetzes durchgeführt:

- Flughäfen (Wien-Schwechat, Linz-Hörsching);
- Regionale Grundwasserprogramme zur Identifizierung von Altstandorten/Altablagerungen als potentielle PFAS-Quellen:
 - Innsbruck: abgeschlossen; nur eine Messstelle mit Positivbefund,
 - Lebring/Leibnitz: abgeschlossen; Abgrenzung der Fahne (siehe oben)
 - Stadt Salzburg: laufend.
- Erfassung von (historischen) Feuerwehrlöschübungsplätzen: Pilotprojekt im Bezirk Leibnitz laufend;
- Seit einigen Jahren werden bei vielen ALSAG-Untersuchungsprogrammen, die die unten genannten Branchen betreffen, routinemäßig PFAS untersucht. Bis dato ergaben sich aber nur vereinzelt Nachweise, denen nachgegangen wird, z. B.:
 - Altstandorte in Krems: PFAS-Nachweis > 0,1 µg/l im GW bei 2 Galvanikbetrieben,
 - Altstandorte im Bezirk Gmünd: PFAS-Nachweis > 0,1 µg/l im Eluat bei einem metallverarbeitenden Betrieb (Eloxierung),
 - Altstandorte im Bezirk Hollabrunn: PFAS-Nachweis > 0,1 µg/l im GW bei einem Betrieb der chemischen Industrie (Großbrandereignis).

2 Relevanz für den Vollzug des ALSAG

2.1 Zwischenresümee aufgrund bisher vorliegender Informationen

Aus den in Abschnitt 1.3 genannten internationalen Erfahrungen mit Schadensfällen sowie den Ergebnissen von Studien und Monitoring-Programmen in Österreich ergibt sich zusammenfassend Folgendes:

- PFAS wurden beginnend in den 1960er-Jahren in zahlreichen industriellen Branchen zu unterschiedlichsten Zwecken eingesetzt.
- Die wichtigsten PFAS-Eintragsquellen in Boden und Gewässer bei den bisher aufgetretenen großen Schadensfällen sind:
 - Fluorchemie-Industrie (indirekte Einträge über Abluft und Abwasser),
 - Verwendung von AFFF-Feuerlöschschäumen,
 - Landwirtschaftliche Verwertung von Abfällen (z. B. Schlämme aus der Papierindustrie).
- Aufgrund der Einsatzgebiete von PFAS sind darüber hinaus grundsätzlich folgende Industrie-Branchen als potentielle Schadstoffquellen („Punktquellen“) relevant:
 - (Chrom-)Galvanik,
 - Textilindustrie,
 - Papierindustrie (→ siehe auch Verwendung von Schlämmen),
 - Herstellung von Reinigungsmitteln, Kosmetika, Farben, Lacken und Skiwachsen,
 - Halbleiter- und Fotoindustrie.
- In Sickerwässern von Hausmülldeponien sind PFAS in z. T. sehr hohen Konzentrationen vorhanden. Altablagerungen ohne Basisabdichtung, auf denen relevante Mengen an Hausmüll oder ähnlichen Abfällen abgelagert wurden, können daher potentielle Eintragsquellen von PFAS in das Grundwasser darstellen.
- Darüber hinaus kann aufgrund diffuser atmosphärischer Deposition zumindest regional eine Hintergrundbelastung von Oberböden und Grundwasser vorhanden sein.

2.2 Relevanz für die Bearbeitung von Altstandorten und Altablagerungen in Österreich

2.2.1 Primärproduktion von PFAS

Gemäß derzeitigem Wissensstand existierten/existieren in Österreich keine Standorte, an denen PFAS im engeren Sinn produziert wurden. Fluorpolymere (z. B. PTFE) hingegen werden derzeit an zwei Standorten hergestellt:

- „Papiererzeugung Lenzing“: Auf diesem Standort ist die PTFE-produzierende „Lenzing Plastics GmbH“ seit etwa 50 Jahren ansässig. Der PTFE-Produktionsstart ist unbekannt (vermutlich vor 1990).
- „Kunststoffprodukte AGRU“ in Bad Hall: Auf diesem Standort wurde 2016 eine Fluorpolymer-Produktion in Betrieb genommen. Eine Verarbeitung/Verwendung von Fluorpolymeren in beschichteten Spezialrohren erfolgte seit den 1970er-Jahren.

Bei beiden Standorten handelt es sich grundsätzlich um Altstandorte im Sinne des ALSAG. Zur weiteren Vorgangsweise siehe 3.2.1.

2.2.2 Verwendung von AFFF-Feuerlöschschäumen

Die in Österreich bis dato detektierten und auf Punktquellen zurückzuführenden Grundwasserunreinigungen durch PFAS sind nach jetzigem Kenntnisstand ausschließlich auf die Verwendung von AFFF-Feuerlöschschäumen zurückzuführen. In Anbetracht fehlender Standorte mit Primärproduktion dürfte es sich bei der Verwendung von derartigen Löschschäumen um den für Österreich wichtigsten Eintragungspfad von PFAS in die Umwelt handeln. Es handelt sich dabei um das einzige Eintragungsszenario, bei dem größere Mengen an PFAS direkt in den Untergrund eingebracht werden. Bei Löschübungsstandorten erfolgte dieser Eintrag zudem in (regelmäßigen) Intervallen und über längere Zeiträume. Der Einsatz PFAS-haltiger Löschschäume erfolgte ab Mitte der 1960er-Jahre und kann bei folgenden Altstandorten angenommen werden:

- Feuerlöschübungsplätze von Feuerwehren (siehe 3.1 und 3.2.2); laut Bundesfeuerwehrverband⁴ existierten in Österreich im Jahr 2020 rund 4.800 Feuerwehren (davon

⁴ [bundesfeuerwehrverband.at/wp-content/uploads/2021/02/Statistik_2020.pdf](https://www.bundesfeuerwehrverband.at/wp-content/uploads/2021/02/Statistik_2020.pdf)

rund 4.500 freiwillige, rund 300 Betriebs- und sechs Berufsfeuerwehren). Es ist davon auszugehen, dass vor 1990 aufgrund späterer Standortzusammenlegungen mehr Feuerwehren existierten und dass jeder dieser Feuerwehren mehrere Löschübungsstandorte zur Verfügung standen.

- Zivile und militärische Flughäfen (siehe 3.2.2): In der Altlastendatenbank sind 45 Flughäfen und Flugplätze/-felder als Altstandort erfasst, wobei es sich bei den meisten um kleinere Sportflugplätze oder Flugfelder mit kleinen infrastrukturellen Einrichtungen handelt. Generell sind auf Flughäfen periodische Löschübungen behördlich vorgeschrieben.
- In Österreich existieren 12 Standorte für die militärische Luftfahrt⁵, darunter große, auch zivil genutzte (z. B. Linz-Hörsching) und sehr kleine (Hubschrauberstützpunkte).
- Truppenübungsplätze (siehe 3.2.2);
- Altstandorte mit Betriebsfeuerwehren, insbesondere Großtanklager, Raffinerien, chemische Industrie (siehe 3.2.4);
- Altstandorte, an denen (Groß)Brandereignisse stattgefunden haben (siehe 3.2.4).

2.2.3 Abwasserreinigungsanlagen und landwirtschaftliche Verwertung von Abfällen

Mit dem Auftreten von PFAS ist sowohl in kommunalen als auch – abhängig von der Branche – in industriellen Abwässern zu rechnen. Bei Abwasserreinigungsanlagen handelt es sich grundsätzlich um Altstandorte im Sinne des ALSAG. Allerdings ist davon auszugehen, dass es im Zuge der Abwasserreinigung aufgrund der baulichen Ausführung der Anlagen zu keinem relevanten Eintrag von Abwässern in den Untergrund oder das Grundwasser gekommen ist. Potentielle PFAS-Emissionen über die Ableitung des gereinigten Abwassers in Vorfluter fallen nicht in den Geltungsbereich des ALSAG.

Flächen, auf denen Abfälle wie Schlämme aus der Papierindustrie oder Klärschlammkompost zur landwirtschaftlichen Verwertung aufgebracht wurden, entsprechen weder der Begriffsbestimmung von Altstandorten noch von Altablagerungen im Sinne des ALSAG. Derartige PFAS-Einträge fallen daher ebenfalls nicht in den Geltungsbereich des ALSAG.

⁵ luftstreitkraefte.at/standorte-der-militaerluftfahrt/

2.2.4 PFAS-relevante Gewerbe- und Industriebranchen

Es existieren mehrere hundert Altstandorte, die Gewerbe- und Industriebranchen mit PFAS-Relevanz zugeordnet werden können:

- Chrom- und Kunststoff-Galvanik:
 - PFAS-Einsatz ab Mitte der 1960er-Jahre,
 - Galvanik: 400 Altstandorte,
 - Metall- und kunststoffverarbeitende Betriebe mit galvanischen Anlagen: relevante Anzahl derzeit nicht abschätzbar.
- Textilindustrie:
 - PFAS-Einsatz (verstärkt) ab Mitte der 1980er-Jahre (Outdoor-Bekleidung),
 - Textilindustrie mit Anlagen zur Oberflächenveredelung, Lederveredelung: relevante Anzahl derzeit nicht abschätzbar.
- Papierindustrie:
 - PFAS-Einsatz ab den 1960er-Jahren,
 - Papiererzeugung: 134 Altstandorte.
- Herstellung von Reinigungsmitteln und Kosmetika:
 - PFAS-Einsatz ab den 1970er-Jahren,
 - Waschmittelerzeugung: 81 Altstandorte,
 - Putzmittelerzeugung: 107 Altstandorte,
 - Kosmetikaerzeugung: 178 Altstandorte,
 - Erzeugung von Imprägniermitteln: 69 Altstandorte.
- Farben und Lacke, Skiwachse:
 - PFAS-Einsatz ab den 1970er-Jahren,
 - Farben-und Lackindustrie: 557 Altstandorte,
 - ev. Industrielackierereien (nicht: Autolackierung, Tischlereien, etc.): relevante Anzahl derzeit nicht abschätzbar.
- Halbleiter- und Fotoindustrie:
 - PFAS-Einsatz:
 - Fotoindustrie: ab den 1970er-Jahren,
 - Halbleiterindustrie (Branche: Herstellung elektronischer Bauteile): ab den 1990er-Jahren → nicht ALSAG-relevant.
 - photochemische Erzeugnisse: 15 Altstandorte,
 - Entwicklungsanstalt: 72 Altstandorte.
- Textilreinigung:
 - mögliche PFAS-Relevanz (verstärkt) ab Mitte der 1980er-Jahre (Outdoor-Bekleidung),

- Großwäschereien: relevante Anzahl derzeit nicht abschätzbar.

2.2.5 Altablagerungen

Folgende Typen von Altablagerungen kommen als potentielle PFAS-Quellen in Frage:

- Betriebsdeponien aller o. g. Branchen,
- große kommunale Deponien, die in den 1970er-/1980er-Jahren geschüttet wurden und die relevante Anteile an Hausmüll, Klärschlamm oder Brandschutt enthalten.

Kleinere kommunale Ablagerungen („Gemeindedeponie“) sind i. d. R. vermutlich gering belastet. Bodenaushub- und Bauschuttdeponien werden kaum relevant sein.

2.2.6 Atmosphärische Deposition

Durch atmosphärische Deposition bedingte PFAS-Belastungen in Böden oder Gewässern fallen nicht in den Geltungsbereich des ALSAG.

3 Strategie für den Vollzug des ALSAG

Die Strategie zur Bearbeitung PFAS-relevanter Altstandorte und Altablagerungen im Rahmen der Vollziehung des ALSAG baut auf den in Abschnitt 2.2 zusammengefassten Schlussfolgerungen auf. Entsprechend der stufenweisen Vorgangsweise bei der Bearbeitung von Altstandorten und Altablagerungen ist in der Folge auch die Strategie folgendermaßen unterteilt:

- Erfassung PFAS-relevanter Altstandorte und Altablagerungen (siehe 3.1),
- Untersuchung PFAS-relevanter Altstandorte und Altablagerungen (siehe 3.2),
- Sanierung PFAS-kontaminierter Altstandorte und Altablagerungen (siehe 3.3).

Darüber hinaus werden auch Aspekte der Probenahme und Analytik (siehe 3.4) sowie der zukünftige Forschungsbedarf (Altlastenforschung im Rahmen des UFG; siehe 3.5) kurz behandelt.

In Anbetracht der laufend anfallenden neuen Erkenntnisse und Informationen zum Thema PFAS ist eine Fortschreibung des vorliegenden Strategiepapiers im Sinne einer Anpassung oder Erweiterung grundsätzlich vorgesehen.

3.1 Erfassung von Altstandorten und Altablagerungen

In Österreich wurden beginnend in den 1990er-Jahren Altstandorte und Altablagerungen mit Hilfe systematischer Erfassungsprogramme identifiziert und in einer Datenbank erfasst. Die Erfassung ist österreichweit großteils abgeschlossen und umfasst mit Ausnahme der von Feuerwehren genutzten Feuerlöschübungsplätze (siehe 1. Aufzählungspunkt in Abschnitt 2.2.2) alle anderen in Abschnitt 2.2 genannten Branchen und Altablagerungen. Auf Grundlage dieser Datenbasis kann davon ausgegangen werden, dass mit der erwähnten Ausnahme all jene Altstandorte und Altablagerungen weitgehend erfasst sind, in deren Bereich es zu einem historischen Eintrag (vor 1. Juli 1989) von PFAS gekommen sein könnte.

3.1.1 Erfassung weiterer Altstandorte mit eventueller Primärproduktion

Wie in Abschnitt 2.2.1 beschrieben, ist in Österreich derzeit von zwei Standorten auszugehen, an denen Fluorpolymere erzeugt werden. Es ist abzuklären, ob unter den erfassten Altstandorten eventuell weitere Standorte sind, an denen vor 1. Juli 1989 PFAS oder Fluorpolymere produziert wurden.

Erforderliche Maßnahme: Überprüfung im Rahmen der Untersuchung von Altstandorten (siehe 3.2.3).

3.1.2 Systematische Erfassung von Feuerlöschübungsplätzen

Zur systematischen Erfassung der Feuerlöschübungsplätze wurde Ende 2022 im Bezirk Leibnitz ein Pilotprojekt im Rahmen ergänzender Untersuchungen gemäß § 13 ALSAG gestartet, das neben der Erfassung und Lokalisierung der Feuerlöschübungsplätze von freiwilligen Feuerwehren und Berufsfeuerwehren zum Ziel hat, die Übungsplätze entsprechend ihrer Nutzungszeiträume, Nutzungsfrequenzen und den eingesetzten Mengen an AFFF-Löschsäumen in Hinblick auf ihr Gefährdungspotential zu kategorisieren („keines“, „geringes“, „mittleres“, „hohes Gefährdungspotential“).

Darauf aufbauend sollen auf mehreren Standorten unterschiedlicher Kategorisierung exemplarisch Untergrund- und Grundwasseruntersuchungen durchgeführt und potentielle PFAS-Schadensherde und die Schadstoffausbreitung untersucht werden.

Aufgrund der Erfahrungen bei der Erfassung der Standorte und der Ergebnisse der Untersuchungen im Feld im Zuge des Pilotprojektes wird eine österreichweite Vorgangsweise zur Erfassung und Untersuchung von Feuerlöschübungsplätzen erarbeitet werden.

Erforderliche Maßnahmen dafür sind:

- Pilotprojekt zur Erfassung, Untersuchung ausgewählter Standorte,
- Abschluss Felduntersuchungen ausgewählter Standorte in Leibnitz: Ende 2024,
- Start Ausrollung weiterer Erhebungs- und Untersuchungsprogramme: 2025.

3.2 Untersuchung von Altstandorten und Altablagerungen

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die Erstellung von Untersuchungsprogrammen entsprechend §13 ALSAG durch das Umweltbundesamt, deren Veranlassung durch das BMK und deren Umsetzung (Ausschreibung, Begleitung, Überwachung) durch die Ämter der Landesregierungen sowie das Umweltbundesamt (Begleitung, Überwachung).

3.2.1 Untersuchung der Altstandorte mit bekannter Fluorpolymerproduktion

Da es sich bei beiden bis dato bekannten Standorten mit Fluorpolymerproduktion (siehe 2.2.1) um Altstandorte im Sinne des ALSAG handelt, werden an beiden Standorten ergänzende Untersuchungen entsprechend §13 ALSAG durchgeführt.

Erforderliche Maßnahme: Erstellung von Untersuchungsprogrammen.

3.2.2 Untersuchung von Altstandorten mit Feuerlöschübungsplätzen

Auf folgenden Standorten ist gemäß Abschnitt 2.2.2 mit Feuerlöschübungsplätzen zu rechnen:

- *Feuerlöschübungsplätze* von freiwilligen Feuerwehren und Berufsfeuerwehren: Aufgrund der Erfahrungen bei der Erfassung der Standorte und der Ergebnisse der Untersuchungen im Feld im Zuge des Pilotprojektes wird eine österreichweite Vorgangsweise zur Erfassung und Untersuchung von Feuerlöschübungsplätzen erarbeitet werden (siehe 3.1.2).

Erforderliche Maßnahme: Untersuchung ausgewählter Standorte (siehe 3.1.2).

- *Zivile Flughäfen*

Erforderliche Maßnahme: Erstellung von Untersuchungsprogrammen.

- Salzburg: Untersuchungen abgeschlossen; ein Teilbereich des Standortes wurde als Altlast mit Prioritätenklasse 1 ausgewiesen (Jänner 2023: Sicherungsmaßnahmen in Planung).
- Wien und Linz: Untersuchungsprogramme gemäß §13 ALSAG laufend.
- Innsbruck: Untersuchungsprogramm gemäß §13 ALSAG („Grundwassermonitoring“) abgeschlossen (keine Hinweise auf eine Grundwasserverunreinigung) → Verdichtung im Rahmen eines Untersuchungsprogrammes gemäß §13 ALSAG geplant.

- Graz und Klagenfurt: §13-Programme sind zu erstellen.
- *Kleine Flugplätze, Flugfelder, Hubschrauberstützpunkte*
Erforderliche Maßnahme: Erstellung von Untersuchungsprogrammen für Pilotstandorte.
- *Militärflughäfen:* Als Pilotstandort wird der militärisch und zivil genutzte Flughafen Linz derzeit im Rahmen eines Untersuchungsprogrammes gemäß §13 ALSAG untersucht. Aufbauend auf den Ergebnissen werden weitere Untersuchungsprogramme für die großen militärischen Standorte erstellt.
Erforderliche Maßnahme: Erstellung weiterer Untersuchungsprogramme.
- *Truppenübungsplätze:* Über die Verwendung von AFFF-Löschsäumen auf Truppenübungsplätzen liegen bis dato keine Informationen vor.
Erforderliche Maßnahme: Informationsbeschaffung.

3.2.3 Untersuchung von Altstandorten PFAS-relevanter Branchen

In Hinblick auf Untersuchungen von Altstandorten PFAS-relevanter Branchen sind folgende Fälle zu unterscheiden:

- **Flächen, die derzeit im Rahmen von §13-ALSAG-Programmen untersucht werden:**
Bei Standorten der unten genannten Branchen ist kurzfristig zu prüfen, ob eine PFAS-Relevanz gegeben ist und ob das Untersuchungsprogramm erweitert werden muss.
 - **Flächen, die zukünftig im Rahmen von §13-ALSAG-Programmen untersucht werden:**
Bei Standorten der unten genannten Branchen ist im Rahmen der historischen Erkundung (Recherchen) zu prüfen, ob eine PFAS-Relevanz gegeben ist. Im Zweifelsfall sind vorerst PFAS-Untersuchungen vorzusehen.
 - **Bereits beurteilte Flächen**
 - *Aus dem Verdachtsflächenkataster gestrichene oder nicht aufgenommene Flächen:* Auf Basis der Erkenntnisse/Erfahrungen aus Untersuchungen an Standorten der unten genannten Branchen ist zu prüfen, ob zusätzliche Untersuchungen notwendig sind.
 - *Gesicherte Altlasten:* Bei Standorten der unten genannten Branchen ist zu prüfen, ob eine PFAS-Relevanz gegeben ist und ob zusätzliche Untersuchungen notwendig sind.
 - *Dekontaminierte Altlasten:* In diesen Fällen sind in der Regel keine Maßnahmen hinsichtlich PFAS notwendig.
- Erforderliche Maßnahme:** Erweiterung bzw. Berücksichtigung bei der Erstellung von Untersuchungsprogrammen.

Relevante Branchen sind:

- Galvanik:
 - Tätigkeiten: Chrom- und Kunststoffgalvanik,
 - Branchen: Galvanik und alle metall- und kunststoffverarbeitenden Betriebe mit galvanischen Anlagen (331, 480ff; „Betriebsgalvanik“),
 - Stoffe: PFOS (PFBS, PFHxS),
 - Zeitraum: ab Mitte der 1960er-Jahre.
- Textilindustrie:
 - Produkte: Funktionskleidung (Outdoor-Bekleidung (z. B. „GoreTex“), Arbeitsschutz), Heimtextilien (Teppiche, Möbelstoffe, Markisen), Autotextilien, Zelte, Schuhe bzw. Leder, Filtermedien,
 - Branchen: Textilindustrie mit Anlagen zur Oberflächenveredelung, Lederveredelung,
 - Stoffe: i. W. Polymere, (Hilfsstoffe z. B. PFOA, 8:2-FTOH),
 - Zeitraum: verstärkt ab Mitte der 1980er-Jahre.
- Papierindustrie:
 - Beschichtungen: Lebensmittelverpackungen, Backpapier, Einweggeschirr; Eintrag aus Recyclingpapier (→ Klärschlammasbringung),
 - Branchen: Papiererzeugung,
 - Stoffe: polyfluorierte Alkylphosphate (PAP), Fluortelomer-Phosphate,
 - ab Anfang der 1960er-Jahre.
- Herstellung von Reinigungsmitteln und Kosmetika:
 - Produkte:
 - Körperpflegemittel/Kosmetika (z.B. Shampoo, Make-up, Nagellack, Wimperntusche, Lippenstift),
 - Haushaltspflegemittel (Wasch- und Reinigungsmittel, Polituren, Raumsprays, etc.) und Autopflegemittel (Polituren).
 - Stoffe: Verschiedenste PFAS bzw. PFAS-Polymere,
 - Branchen: Waschmittelerzeugung, Putzmittelerzeugung, Kosmetikaerzeugung, Imprägniermittel,
 - Zeitraum: vermutlich ab Anfang der 1970er.
- Herstellung von Farben, Lacken und Skiwachsen:

- Produkte: wasser-und lösungsmittelbasierte Farben und Lacke, v. a. Speziallacke/-farben mit sehr niedriger Oberflächenspannung, Tinten und Färbemittel, Toner, Druckertinten, Anti-Graffiti-Beschichtung,
- Stoffe: i. W. PFOS und PFOS-Precursor; Polyvinylidenfluorid (PVDF),
- Branchen: Farben-und Lackindustrie, ev. Industrielackierereien (nicht: Autolackierung, Tischlereien, etc.),
- Zeitraum: ab Anfang der 1970er-Jahre.
- Halbleiter- und Fotoindustrie:
 - Produkte/Tätigkeiten:
 - Leiterplatten, elektronische Bauteile und integrierte Schaltkreise,
 - Entwicklungslabors (Entwicklerlösung), Herstellung von Filmen, Fotopapier und Druckvorlagen.
 - Stoffe: i. W. PFOS,
 - Branchen: Herstellung elektronischer Bauteile, photochemische Erzeugnisse, Entwicklungsanstalt,
 - Zeitraum: ab den 1980er-Jahren (Halbleiterindustrie erst ab 1990er-Jahren → nicht ALSAG-relevant).
- Textilreinigung
 - Tätigkeiten: Reinigen/Waschen von Outdoor-, Auto- und Heimtextilien etc. (siehe „Bekleidungsindustrie“ oben),
 - Stoffe: Fluorpolymere und deren Abbauprodukte (Summenparameter: siehe Anhang),
 - Branchen: Großwäschereien,
 - Zeitraum: ab den 1980er-Jahren.

3.2.4 Untersuchung von Altstandorten anderer Branchen

In Hinblick auf Standorte anderer Branchen ist die historische Erkundung auf den möglichen Einsatz von AFFF-Löschsäumen zu Übungszwecken (z. B. durch Betriebsfeuerwehren; Vorhaltung von Löschsäumen) sowie den tatsächlichen Einsatz bei Brandereignissen (insbesondere Brandklasse B „Flüssige Stoffe“) zu fokussieren. In diesem Zusammenhang sind insbesondere folgende Branchen relevant:

- Mineralöl-Raffinerie,
- Petrochemie,
- chemische Industrie mit Lagerung brand-/explosionsgefährdeter Güter,
- Kunststoff- und gummiverarbeitende Betriebe,

- Schrottplatz mit Shreddereinrichtung,
- Mineralöl-, Lösungsmittel-, Chemikalienlager.

Bei laufenden Untersuchungsprogrammen und gesicherten Altlasten sind die historischen Erkundungen diesbezüglich ggf. zu ergänzen.

Erforderliche Maßnahme: Erweiterung bzw. Berücksichtigung bei der Erstellung von Untersuchungsprogrammen.

3.2.5 Untersuchung von Altablagerungen

Gemäß 2.2.5 kommen insbesondere folgende Typen von Altablagerungen als potentielle PFAS-Quellen in Frage:

- Betriebsdeponien relevanter Branchen,
- große kommunale Deponien, die in den 1970er-/1980er-Jahren geschüttet wurden und die relevante Anteile an Hausmüll, Klärschlamm oder Brandschutt enthalten.

In diesem Sinne ist bei laufenden und geplanten Untersuchungen gem. §§ 13 und 14 ALSAG an kommunalen Deponien mit mehr als 100.000 m³ oben genannter Abfälle eine Untersuchung von PFAS im Grundwasser bzw. Sickerwasser vorzusehen. Bei Betriebsdeponien relevanter Branchen sind Art und Menge der (vermutlich) abgelagerten Abfälle zu erheben und zu prüfen, ob eine PFAS-Relevanz gegeben ist und das Untersuchungsprogramm ggf. zu erweitern ist.

In Hinblick auf gesicherte Altlasten (Oberflächenabdeckung oder Umschließungen) werden ca. 10 Altlasten als Pilotstandorte ausgewählt, an denen in Absprache mit der Altlastenbehörde das Grund- bzw. Pumpwasser auf PFAS analysiert werden soll.⁶

Abhängig von den Ergebnissen aller genannten Untersuchungen ist im Falle von bereits aus dem Verdachtsflächenkataster gestrichenen oder nicht aufgenommenen Altablagerungen zu prüfen, ob zusätzliche PFAS-Untersuchungen notwendig sind.

⁶ Dies ist bei einzelnen Standorten bereits erfolgt (z. B. Altlasten T11 „Mülldeponie Rossau“ und ST5 „Rösslergrube“).

Erforderliche Maßnahmen: Erweiterung bzw. Berücksichtigung bei der Erstellung von Untersuchungsprogrammen, Auswahl von Pilotstandorten gesicherter Altablagerungen.

3.2.6 Nutzung der Ergebnisse aus den GZÜV-Untersuchungen

Die in 1.4.1 beschriebenen PFAS-Sondermessprogramme im Rahmen der GZÜV-Untersuchungen stellen eine wichtige Datenquelle dar und dienen bei entsprechender Verdachtslage als Ausgangspunkt für Untersuchungen an konkreten Altstandorten und Altablagerungen.

In diesem Zusammenhang wurden in einem ersten Schritt die Ergebnisse des 1. Beprobungsdurchganges 2022 analysiert und in drei Fällen laufende Untersuchungsprogramme um PFAS-Untersuchungen erweitert.

Auf Basis weiterer Ergebnisse sowie der Ergebnisse des 2. Beprobungsdurchganges 2023 werden weitere Untersuchungsprogramme gemäß §13 ALSAG erstellt bzw. ergänzt.

Erforderliche Maßnahmen: Analyse der GZÜV-Messergebnisse.

3.2.7 Erweiterung von Rückbauprogrammen für Grundwassermessstellen

Die im Rahmen von ALSAG-Untersuchungsprogrammen errichteten Grundwassermessstellen werden laufend im Zuge von Rückbauprogrammen (§ 13 ALSAG) entfernt bzw. sachgemäß verfüllt, sofern sie für keine weiteren Untersuchungen benötigt werden.

Die Rückbauprogramme sollen zukünftig genutzt werden, um aus risikobasiert ausgewählten Grundwassermessstellen vor dem Rückbau Grundwasserproben zu entnehmen und auf PFAS zu analysieren. Ein derartig erweitertes Rückbauprogramm wurde für den Bezirk Salzburg-Umgebung bereits vom BMK veranlasst.

Erforderliche Maßnahmen: Erweiterung von Messstellenrückbauprogrammen.

3.3 Sanierung PFAS-kontaminierter Standorte

Bei der Auswahl und Beurteilung von Sanierungsmaßnahmen an PFAS-kontaminierten Standorten sind insbesondere folgende Punkte zu beachten:

- Grundsätzlich sind sowohl Dekontaminations- als auch Sicherungsmaßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen geeignet.
- Im Falle von Aushubmaßnahmen ist zu beachten, dass in der Deponieverordnung derzeit noch keine Grenzwerte für PFAS festgelegt sind.⁷ Unabhängig davon ist bei der Deponierung PFAS-belasteter Abfälle zu prüfen, ob die Sickerwasserreinigungsanlage der jeweiligen Deponie imstande ist, PFAS in ausreichendem Ausmaß zurückzuhalten. Nach derzeitigem Wissensstand sind dafür Anlagen mit Umkehrosmose oder (mehrstufige) Aktivkohlefilter geeignet. Die Eignung der Anlage wäre jedenfalls im Einzelfall zu prüfen.
- Bei der Behandlung PFAS-kontaminierter Aushubmaterialien ist die hohe chemische, thermische und mikrobiologische Beständigkeit sowie die hohe Mobilität von PFAS in aquatischen Medien zu berücksichtigen und die Eignung von Abfallbehandlungsanlagen (z. B. Bodenwasch- oder thermische Anlagen) insbesondere in Hinblick darauf zu beurteilen. In diesem Zusammenhang ist auch der PFAS-Transfer in Abluft, Abwasser und Reststoffe (z. B. Filterkuchen, Aschen, beladene Aktivkohle) zu prüfen.
- Es sind derzeit keine Verfahren bekannt, die eine wirksame In-situ-Dekontamination von Untergrund oder Grundwasser ermöglichen würden. Die Wirksamkeit derartiger Verfahren wäre vorab im Labor- und im Feldmaßstab zu überprüfen.
- Zur Verhinderung einer weiteren Ausbreitung von Schadstoffen erscheinen klassische hydraulische Sicherungsmaßnahmen („Pump and Treat“) geeignet. Das Pumpwasser muss mit einer geeigneten Reinigungstechnologie gereinigt werden (siehe oben).

Erforderliche Maßnahmen: Prüfung von Sanierungsprojekten

3.4 Probenahme und Analytik

3.4.1 Probenahme

In Bezug auf mögliche Querkontaminationen bei der Probenahme PFAS-verunreinigten Untergrundes oder Wassers existiert eine Reihe von Arbeitsvorschriften v. a. aus dem nordamerikanischen Raum. Aufbauend darauf ist geplant, eine Arbeitsvorschrift für Untersuchungen im Altlastenkontext für Österreich zu erstellen.

⁷ Grenzwerte für die einzelnen Deponie(unter)klassen sollen in die nächste Novelle der Deponieverordnung 2008 aufgenommen werden.

Erforderliche Maßnahmen: Erstellung einer PFAS-bezogenen Probenahmeanweisung (Untergrund, (Grund-)Wasser) für ALSAG-Untersuchungen.

3.4.2 Zu untersuchende Umweltmedien und Parameter

Entsprechend ihrer guten Wasserlöslichkeit und hohen Mobilität und den damit zusammenhängenden z. T. mehrere Kilometer langen Schadstofffahnen werden PFAS-Kontaminationen oftmals über Grundwasseruntersuchungen sichtbar. Dies ist bei der Konzipierung von Untersuchungsprogrammen gemäß §§ 13 und 14 ALSAG zu berücksichtigen. Zudem sind, aufgrund der niedrigeren Bestimmungsgrenzen in wässrigen Medien, bei Untergrunduntersuchungen PFAS vorzugsweise in Eluaten von Feststoffproben (2:1-Eluate) zu untersuchen.

Gemäß EU-Trinkwasserrichtlinie (RL (EU) 2020/2184) sind aus der Schadstoffgruppe der PFAS 20 Einzelsubstanzen zu bestimmen. In dem von der Europäischen Kommission im Oktober 2022 vorgelegten Vorschlag zur Aufnahme von PFAS in die „Environmental Standards Directive“ ist demgegenüber die Bestimmung von 24 Einzelsubstanzen vorgesehen, wobei der Vorschlag einerseits zusätzliche Substanzen enthält, andererseits enthält er nicht alle der 20 PFAS aus der Trinkwasserrichtlinie.

Im Rahmen von ALSAG-Untersuchungen sollen zukünftig im Regelfall alle in diesen beiden Dokumenten genannten 28 Substanzen untersucht werden (siehe Anhang).

Erforderliche Maßnahmen: Berücksichtigung bei ALSAG-Untersuchungen.

3.5 Altlastenforschung im Rahmen des Umweltförderungsgesetzes (UFG)

Da die toxikologische Bedeutung von PFAS erst vor vergleichsweise kurzer Zeit in vollem Umfang erkannt wurde, ist die Forschung zu Technologien zur Sanierung von PFAS-Kontaminationen im Gegensatz zu anderen Schadstoffgruppen, die schon ähnlich lange verbreitet Verwendung finden (z. B. chlorierte Kohlenwasserstoffe), vergleichsweise wenig fortgeschritten. Dies betrifft insbesondere die Zerstörung der Schadstoffe durch Aufbrechen der C-F-Bindung in den PFAS-Molekülen sowie die Reinigung von PFAS-belasteten Wässern.

Verfahren zur chemischen oder physikalischen Zerstörung oder zum mikrobiologischen Abbau von PFAS sind sowohl für Behandlungsverfahren für PFAS-belastetes Aushubmaterial als auch für die In-situ-Dekontamination von Untergrundschäden von hoher Relevanz. Effektive und kostengünstige Wasserbehandlungstechnologien werden einerseits für die Reinigung von Pumpwasser im Rahmen von hydraulischen Sicherungsmaßnahmen und von Sickerwasser auf Deponien benötigt. Andererseits können sie auch bei In-situ-Verfahren, wie z. B. durchströmten Reinigungswänden, Anwendung finden.

Aus diesem Grund sind Forschungsvorhaben, die sich diesen beiden Themenkomplexen widmen, verstärkt zu unterstützen. Eine Aufnahme in die besonders förderungswürdigen „Forschungsschwerpunkte“ im Rahmen der UFG-Forschungsförderung (§ 30 UFG) ist vorgesehen.⁸

Erforderliche Maßnahmen: Aufnahme der PFAS-Thematik in die Forschungsschwerpunkte zur Altlastenforschung gemäß UFG.

⁸ umweltfoerderung.at/betriebe/forschung-altlastensanierung

4 Anhang – Analyseumfang

Folgende 28 Einzelsubstanzen sind im Regelfall bei Untersuchungen gemäß § 13, 14 ALSAG im Grundwasser sowie im Eluat zu analysieren.

- Stoffe, die sowohl in der EU-Trinkwasserrichtlinie als auch im Kommissionsvorschlag zu den Umweltqualitätszielen Grundwasser enthalten sind:
 - Perfluorbutansäure (PFBA)
 - Perfluorpentansäure (PFPeA)
 - Perfluorhexansäure (PFHxA)
 - Perfluorheptansäure (PFHpA)
 - Perfluoroctansäure (PFOA)
 - Perfluornonansäure (PFNA)
 - Perfluordecansäure (PFDA)
 - Perfluorundecansäure (PFUnDA)
 - Perfluordodecansäure (PFDoDA)
 - Perfluortridecansäure (PFTrDA)
 - Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)
 - Perfluorpentansulfonsäure (PFPeS)
 - Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)
 - Perfluorheptansulfonsäure (PFHpS)
 - Perfluoroctansulfonsäure (PFOS)
 - Perfluordecansulfonsäure (PFDS)
- Stoffe, die nur in der Trinkwasserrichtlinie enthalten sind:
 - Perfluornonansulfonsäure (PFNS)
 - Perfluorundecansulfonsäure (PFUnDS)
 - Perfluordodecansulfonsäure (PFDoDS)
 - Perfluortridecansulfonsäure (PFTrDS)
- Stoffe, die nur im Kommissionsvorschlag enthalten sind:
 - Perfluortetradecansäure (PFTeDA)
 - Perfluorhexadecansäure (PFHxDA)
 - Perfluoroctadecansäure (PFODA)
 - 6:2-Fluortelomeralkohol (6:2 FTOH)
 - 8:2-Fluortelomeralkohol (8:2 FTOH)
 - GenX (Ammonium-2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy)propanoat, HFPO-DA)

- ADONA (Ammoniumsalz der Perfluor-4,8-dioxa-3H-nonansäure)
- C6O4 (Perfluor{[(5-methoxy-1,3-dioxolan-4-yl)oxy]essigsäure} bzw. ihr Ammoniumsalz)

Bei Hinweisen auf die Verwendung anderer PFAS sind diese in das Untersuchungsprogramm aufzunehmen. In diesem Zusammenhang ist im Zuge der historischen Recherchen insbesondere zu prüfen, ob PFOS/PFOA-Ersatzstoffe eingesetzt wurden, die nicht in der obenstehenden Liste enthalten sind (z. B. Capstone A/Capstone B).

Zur Prüfung, ob Vorläufersubstanzen (Precursors) vorhanden sind, sind an ausgewählten Proben auch Summenparameter zu bestimmen, wie beispielsweise:

- Total Oxidisable Precursor-Assay (TOP),
- Adsorbierbares organisch gebundenes Fluor (AOF),
- Extrahierbares organisch gebundenes Fluor (EOF).

Literaturverzeichnis

AGES & Umweltbundesamt (2018): POPMON. Identifizierung relevanter persistenter organischer Schadstoffe und potentiell belasteter Regionen als Basis für ein risikobasiertes Lebensmittel-Monitoring in Österreich. Endbericht. Wien.

AGES & Umweltbundesamt (2021): POPMON II. Risikokommunikation und risikobasiertes Monitoring von persistenten organischen Schadstoffen in verschiedenen Umweltmatrices, Futter- und Lebensmitteln an potentiell belasteten Standorten in Österreich. Wien.

Amt d. Stmk. LR (2022): Boden- und Gewässerverunreinigung durch Einsatz von fluortensidhaltigem Löschschaum. Amt der Steiermärkischen Landesregierung: news.steiermark.at/cms/beitrag/12876419/29771102/.

BMLFUW (2016): Deponiesickerwasser. Untersuchungen zu Zusammensetzung, Abbaubarkeit und Hemmwirkung in biologischen Kläranlagen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Ed.), Wien.

BMLRT (2021): Forschungsprojekt AustroPOPs – Monitoring von Organischen Schadstoffen in Böden Österreichs. Endbericht. Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (Ed.), Wien.

BMNT (2018): Spurenstoffe im Grundwasser – Untersuchungen zum Vorkommen von Quecksilber und 30 ausgewählten organischen Substanzen anthropogener Herkunft. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (Ed.), Wien.

Umweltbundesamt (2022a): Altlast S23 „Flughafen Salzburg – Feuerlöschübungsgelände“. Gefährdungsabschätzung und Prioritätenklassifizierung. Wien. altlasten.gv.at/atlas/verzeichnis/Salzburg/Salzburg-S23.html

Umweltbundesamt (2022b): PFAS-Report 2022. Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen – Überblick und Situation in Österreich. Report REP-0820, Wien. umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0820.pdf

Umweltinstitut Vorarlberg (2021): Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) in Vorarlberg. Amt der Vorarlberger Landesregierung (Ed.), Bregenz.

Literaturverzeichnis – Gesetze, Normen, Richtlinien

Altlastensanierungsgesetz: Bundesgesetz vom 7. Juni 1989 zur Finanzierung und Durchführung der Altlastensanierung (Altlastensanierungsgesetz). BGBl. Nr. 299/1989 idgF.

EU-Trinkwasserrichtlinie: Richtlinie (EU) 2020/2184 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2020 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Neufassung).

QZV Chemie Oberflächengewässer: Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des Zielzustandes für Oberflächengewässer (QZV Chemie OG). BGBl. II Nr. 96/2006.

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

+43 (0) 800 21 53 59

servicebuero@bmk.gv.at

bmk.gv.at