



BODENSCHUTZ

ALEX-INFORMATIONSBLATT 29

Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) in der Umwelt – Landesstrategie und landesspezifische Vollzugshinweise Rheinland-Pfalz

ALEX-Informationsblatt 29/2023

Mainz, August 2023

Impressum

Herausgeber

Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz
Kaiser-Friedrich-Straße 7 • 55116 Mainz
Telefon: 06131/6033-0

www.lfu.rlp.de

Redaktion und Layout: Stabsstelle Planung und Information

1. Auflage August 2023

© Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz 2023

Nachdruck und Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers

Dieses Informationsblatt wurde von der Arbeitsgruppe „ALEX-Info 29 PFAS“ des Landes Rheinland-Pfalz erstellt. In der Arbeitsgruppe wirkten insbesondere folgende Vertreterinnen und Vertreter des Landesamts für Umwelt (LfU), des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität (MKUEM) und der Struktur- und Genehmigungsdirektionen (SGD Nord und Süd) mit:

| | |
|---------------------------|-------------------|
| Dr. Josef Backes | MKUEM, Ref. 73 |
| Dr. Jonathan Becker | SGD Süd, Ref. 31 |
| Ingrid Bochynek | SGD Süd, Ref. 32 |
| Theresa Dahlem | MKUEM, Ref. 73 |
| Dr. Cilia Derese (Obfrau) | LfU, Ref. 33 |
| Natalie Kasperowski | SGD Nord, Ref. 34 |
| Martin Kröll | MKUEM, Ref. 35 |
| Felix Maurer | SGD Süd, Ref. 32 |
| Tobias Pein | SGD Nord, Ref. 34 |
| Harald Ruland | SGD Süd, Ref. 34 |
| Alexander Roth | MKUEM, Ref. 73 |
| Dr. Kristin Schaefer | LfU, Ref. 55 |

Veranlassung und Vorbemerkungen zur Arbeitshilfe

Dieses Informationsblatt beschreibt die Landesstrategie für den Umgang mit per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) in der Umwelt in Rheinland-Pfalz. Weiterhin liefert es ergänzende Hinweise und Erläuterungen zum „Leitfaden zur PFAS-Bewertung - Empfehlungen für die bundeseinheitliche Bewertung von Boden- und Gewässerverunreinigungen sowie für die Entsorgung PFAS-haltigen Bodenmaterials“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) (aktueller Stand: 21.02.2022), der mit Rundschreiben des MKUEM vom 24.10.2022 für den bodenschutz-, wasserschutz- und abfallrechtlichen Vollzug in Rheinland-Pfalz eingeführt ist.

Damit werden die bisherigen Regelungen zur Bewertung und zum Umgang mit PFAS gemäß dem ALEX-Informationsblatt 29 „Per - und polyfluorierte Chemikalien (PFC) in der Umwelt“ des Landesamts für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU), Stand 2017 ersetzt.

INHALTSVERZEICHNIS

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | Einführung | 5 |
| 2 | Landesstrategie zur Ermittlung von PFAS in Rheinland-Pfalz | 7 |
| 2.1 | Landesweite Grundmessprogramme | 7 |
| 2.2 | Untersuchung von Belastungsschwerpunkten | 9 |
| 2.2.1 | Ermittlung von Verdachtsflächen | 9 |
| 2.2.2 | Erkundung und Bewertung | 9 |
| 2.2.3 | Mögliche Maßnahmen | 10 |
| 2.3 | Bodenmanagement | 11 |
| 3 | Landesspezifische Vollzugshinweise | 12 |
| 3.1 | Untersuchungsumfang (zu Kapiteln 4.1 und 4.2 des Leitfadens) | 12 |
| 3.1.1 | Allgemeine Vorgehensweise | 12 |
| 3.1.2 | Untersuchungsumfang nach Löschschaumeinsätzen | 13 |
| 3.2 | Probenvorbereitung (zu Kapitel 4.3 des Leitfadens) | 13 |
| 3.2.1 | Allgemeine Hinweise | 13 |
| 3.2.2 | Keine Anwendung des Multiplikationsfaktors | 14 |
| 3.3 | Beurteilungskriterien und Anwendungshinweise (zu Kapitel 5 des Leitfadens) | 15 |
| 3.3.1 | Bedeutung der GFS und GOW | 15 |
| 3.3.2 | Beschränkte Anwendung der Quotientensumme | 15 |
| 3.3.3 | Hinweise zur Frachtbetrachtung in Grundwasser | 16 |
| 3.3.4 | Beurteilungskriterien für Oberflächengewässer | 16 |
| 3.3.5 | Einleitkriterien | 17 |
| 3.3.6 | Klärschlammaufbringung | 17 |
| 3.4 | Umgang mit PFAS-haltigen Materialien (zu Kapitel 6 des Leitfadens) | 18 |
| 3.4.1 | Sanierungskriterien | 18 |
| 3.4.2 | Verwertung in bodenähnlichen Anwendungen | 18 |
| 3.4.3 | Verwertung in technischen Bauwerken | 19 |
| 3.4.4 | Abgrenzung gefährliche/nicht-gefährliche Abfälle | 20 |
| 3.4.5 | Entsorgung auf Deponien | 20 |
| 3.4.6 | Umgang mit PFAS-verdächtigem Pflanzenmaterial | 21 |
| 4 | Quellenverzeichnis | 22 |

1 EINFÜHRUNG

Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) – auch als per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC) oder perfluorierte Tenside (PFT) bezeichnet – sind organische Verbindungen, bei denen die Wasserstoffatome am Kohlenstoffgerüst vollständig („perfluoriert“) oder teilweise („polyfluoriert“) durch Fluoratome ersetzt worden sind. Sie betreffen eine Stoffgruppe von nach letzten Schätzungen über 10.000 verschiedenen Industriechemikalien, die seit den späten 1940er hergestellt und aufgrund ihrer vielfältigen chemischen und physikalischen Eigenschaften (z. B. wasser-, schmutz- und fettabweisend, chemisch und thermisch sehr stabil) in zahlreichen Produkten und Industriebranchen eingesetzt werden. Während des gesamten Lebenszyklus, d. h. von der Herstellung der Chemikalien, über den Einsatz bei der Fluorpolymerherstellung oder der Verwendung von PFAS-haltigen Verbraucherprodukten im Alltag bis hin zur Entsorgung der Produkte, werden PFAS in die Umwelt emittiert. Dadurch sind sie inzwischen ubiquitär verbreitet. Polyfluorierte Verbindungen können zu persistenten perfluorierten Chemikalien umgewandelt werden, für die in der Umwelt bislang kaum natürliche Abbauprozesse bekannt sind. Manche (vor allem kurzkettige) PFAS-Verbindungen sind sehr mobil, andere (vorwiegend langkettige) PFAS reichern sich in Böden, Sedimenten sowie entlang der Nahrungskette in Pflanzen und Tieren bis zum Menschen an. Von einigen PFAS, wie z. B. Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) oder Perfluorooctansäure (PFOA), ist bekannt, dass sie im menschlichen Organismus toxisch wirken bzw. vermutlich krebserregende Eigenschaften haben.

Aufgrund der problematischen Eigenschaften für Mensch und Umwelt wurde 2008 die Verwendung von PFOS in der Europäischen Union (EU) stark eingeschränkt. 2017 folgte eine Beschränkung der Herstellung, Verwendung und Vermarktung von PFOA. Aktuell wird auch für weitere PFAS-Einzelverbindungen (z. B. Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS), Perfluorhexansäure (PFHxA), sowie weitere Fluorcarbonsäure mit Kettenlängen C9 bis C14) bzw. die komplette PFAS-Stoffgruppe auf EU-Ebene über Regulierungs- und Beschränkungsansätze beraten.

Auch auf Bundesebene werden Maßnahmen getroffen, um dem Auftreten weiterer PFAS-Belastungen in der Umwelt vorzubeugen, die Umwelteinwirkungen der vorhandenen PFAS-Belastungen zu untersuchen und deren schädlichen Auswirkungen zu verhindern oder zu minimieren. In diesem Zusammenhang hat das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) unter Einbindung der Länder über die Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaften Wasser (LAWA), Boden (LABO) und Abfall (LAGA) auf Basis der Ergebnisse aktueller Forschungsprojekte den „Leitfaden zur PFAS-Bewertung – Empfehlungen für die bundeseinheitliche Bewertung von Boden- und Gewässerverunreinigungen sowie für die Entsorgung PFAS-haltigen Bodenmaterials“ (aktueller Stand: 21.02.2022) erarbeitet.

Der BMUV-Leitfaden wurde mit Schreiben vom 24.10.2022 durch das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität (MKUEM) für den abfall-, wasser- sowie bodenschutzrechtlichen Vollzug in Rheinland-Pfalz eingeführt. Er ersetzt die bisherigen Regelungen zur Bewertung und dem Umgang mit PFAS gemäß dem ALEX-Informationsblatt 29 „Per - und polyfluorierte Chemikalien (PFC) in der Umwelt“ des Landesamts für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU), Stand 2017. Gleichzeitig wurde eine Arbeitsgruppe aus Vertretern des MKUEM, des LfU und der Struktur- und Genehmigungsdirektionen (SGD Nord und Süd) gebildet, um das ALEX-Informationsblatt 29 fortzuschreiben. Der Arbeitsauftrag lautete, zum einen die bisherige Landesstrategie zur PFAS-Problematik zu überarbeiten, zum anderen landesspezifische Vollzugshinweise in Ergänzung des BMUV-Leitfadens zu erarbeiten. Die Ergebnisse der Arbeitsgruppe sind in diesem Informationsblatt dargestellt.

2 LANDESSTRATEGIE ZUR ERMITTLUNG VON PFAS IN RHEINLAND-PFALZ

In den letzten Jahren sind in Rheinland-Pfalz, wie auch in anderen Bundesländern, vermehrt Schadensfälle und Verunreinigungen mit PFAS in den Fokus gerückt. Erhöhte PFAS-Gehalte über den nationalen Richtwerten wurden vorwiegend im Umfeld von Flugplätzen, speziell im Bereich von Feuerlöschübungsplätzen, festgestellt und sind hauptsächlich auf den Einsatz von fluorhaltigen Löschschaummitteln (den sogenannten „Aqueous Film Forming Foams“, kurz AFFF oder A3F) bei Feuerlöschübungen und Brandereignissen zurückzuführen. Weiterhin bekannt sind Umwelteinträge durch Löschmitteleinsätze, den Umgang mit PFAS-Verbindungen auf Industrie-, Gewerbe- und Altstandorten (z. B. Galvaniken, Textilverarbeitung, Papierindustrie) sowie Altablagerungen, aus Deponien oder die Einleitung von PFAS-haltigen Abwässern in Kläranlagen und Gewässer. Von weiteren Schadensfällen ist auszugehen, da nicht alle PFAS-verdächtigen Flächen bislang untersucht wurden. Die eher anlassbezogene Vorgehensweise wurde in eine systematische Bearbeitung übergeleitet.

So finden in Rheinland-Pfalz seit 2007 gezielt und seit 2011 regelmäßig Untersuchungen des Grundwassers und von Oberflächengewässern auf PFAS statt. 2014 wurde durch eine behörden- und ministeriumsübergreifende Arbeitsgruppe eine Landesstrategie für Rheinland-Pfalz erarbeitet, um einerseits die ubiquitäre PFAS-Belastung der Umweltmedien und andererseits die möglichen Belastungspunktquellen landesweit systematisch zu untersuchen. Diese Landesstrategie wurde zusammen mit konkreten Hinweisen und Empfehlungen zum Umgang mit PFAS im ALEX-Informationsblatt 29 „Per - und polyfluorierte Chemikalien (PFC) in der Umwelt“ in 2017 veröffentlicht. Nunmehr wird diese Landesstrategie auf Grundlage des fortschreitenden Kenntnisstands zur PFAS-Problematik in Rheinland-Pfalz sowie neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse fortgeschrieben.

Im Folgenden werden die einzelnen Elemente der strategischen Vorgehensweise zum Umgang mit PFAS in Rheinland-Pfalz beschrieben.

2.1 Landesweite Grundmessprogramme

Ziel der landesweiten Grundmessprogramme ist es, die Grundlasten (ubiquitäre Belastungen) zu ermitteln.

Für die Routine-Überwachung von Fließgewässern steht in Rheinland-Pfalz ein Messnetz von ca. 125 sogenannten operativen Messstellen zur Verfügung. Seit einigen Jahren werden hiervon jedes Jahr 20 – teilweise unterschiedliche – Messstellen im Abstand von 28 Tagen als Stichproben untersucht. Durch diese wechselnden Untersuchungen konnten bisher an 61 operativen Messstellen PFAS analysiert werden. Des Weiteren wurden an neun sogenannten Überblicksmessstellen entweder 14-tägige Einzel- oder 14-tägige Mischproben analysiert. In der Umgebung von Belastungsschwerpunkten wurden zusätzlich zum Routine-Messnetz an 40 Probennahmestellen weitere Untersuchungen durchgeführt. Schwebstoffproben werden seit 2005 in diversen Gewässern auf PFAS analysiert.

Im Zuge einer deutschlandweiten Untersuchungskampagne (SumPFAS), initiiert von der Fraunhofer-Gesellschaft und dem Umweltbundesamt (UBA), wurden im Jahr 2021 Schwebstoffuntersuchungen aus rheinland-pfälzischen Fließgewässern auf spezielle PFAS durchgeführt. Darüber hinaus finden orientierende Fischuntersuchungen an Messstellen der Fließgewässer (Rhein, Mosel, Lahn, Nahe, Saar, Sauer) statt.

Flächendeckende Grundwasseruntersuchungen werden ca. alle drei bis vier Jahre durchgeführt. Bis heute fanden drei Messkampagnen statt, bei denen insgesamt 214 Messstellen beprobt wurden. Das nächste landesweite Grundwassermonitoring wird 2023-2024 erfolgen und ca. 170 Messstellen umfassen. Zusätzlich werden seit 2022 regelmäßige Analysen auf Trifluoacetat (TFA) im Grundwasser landesweit durchgeführt. Es ist anzumerken, dass für TFA als Abbauprodukt von Fluorchemikalien zahlreiche Eintragspfade existieren. Nennenswert sind u. a. der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln sowie die Verwendung von Arzneimitteln, Kälte- und Treibmitteln.

Derzeit finden ebenso anlassbezogene Trinkwasseruntersuchungen statt. Die Wasserversorger, welche Brunnen in unmittelbarer Nähe von bekannten Belastungsquellen betreiben, werden im Falle positiver Befunde informiert und gebeten, Untersuchungen bezüglich PFAS durchzuführen. Bei festgestellten Belastungen werden in Abstimmung mit dem zuständigen Gesundheitsamt entsprechende Maßnahmen ergriffen (z. B. weitere Untersuchungen oder auch Stilllegungen). Gemäß der novellierten Trinkwasserverordnung (TrinkwV) vom 20.06.2023 sind die Wasserversorger dazu angehalten, innerhalb ihrer Trinkwassereinzugsgebiete eine Risikobewertung und ein Risikomanagement auch hinsichtlich PFAS durchzuführen.

Landesweite Bodenuntersuchungen zur Bestimmung der Hintergrundbelastung sind in Vorbereitung und sollen vorhandene anlassbezogene Erkundungen an möglichen Belastungsschwerpunkten und Verdachtsflächen ergänzen. Im Zeitraum von 2022 bis 2025 werden im Rahmen eines Projektes des Umweltbundesamtes (UBA) zur Bestimmung von bundesweiten Hintergrundwerten für PFAS und weitere Schadstoffe in Böden insgesamt 24 landwirtschaftliche Flächen (davon 14 Acker- und 10 Grünlandflächen) in Rheinland-Pfalz auf PFAS untersucht. Daneben wird im Rahmen der turnusmäßigen Beprobung der 16 in Rheinland-Pfalz ausgewiesenen forstlichen Bodendauerbeobachtungsflächen in 2023 und 2024 der Analysenumfang um PFAS erweitert.

Landesweite Luftuntersuchungen werden derzeit nicht für erforderlich gehalten. Zurzeit werden in Rheinland-Pfalz keine erklärungspflichtigen Emissionsquellen für perfluorierte organische Verbindungen betrieben.

Eine Routineüberwachung der Abwässer von Industrie- und Kläranlagen findet momentan nicht statt. Im Zeitraum von 2018 bis 2020 erfolgte eine einmalige Erhebung bei relevanten gewerblichen Betrieben. Weiterhin sind durch die Betreiber von Abwasseranlagen sämtliche Störungen, welche die Abwasserbehandlung betreffen, unverzüglich zu melden und entsprechend zu dokumentieren. Bei Abwassereinleitungen ist die eingeleitete Schadstofffracht nach dem Stand der Technik zu minimieren. Bislang konnten jedoch noch keine branchenbezogenen Einleitgrenzwerte für PFAS als Stand der Technik festgelegt werden.

Klärschlämme, die als Düngemittel auf landwirtschaftlich genutzten Flächen eingesetzt werden sollen, müssen die Grenzwerte der Düngemittelverordnung (DüMV) in Bezug auf PFOS und PFOA einhalten. Zuständig für die Überwachung der DüMV und des Düngemittelverkehrs sowie auch für die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlämmen aus kommunalen Abwässern in Rheinland-Pfalz ist die Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion (ADD).

Pflanzen-/Lebensmitteluntersuchungen und Human-Biomonitoring sollen anlassbezogen in Abstimmung mit der zuständigen Fachbehörde (ADD, Gesundheitsämter) durchgeführt werden. Derzeit finden keine systematischen Untersuchungen statt. In der am 01.01.2023 in Kraft getretenen Neufassung der EU-Kontaminantenverordnung sind erstmalig die Höchstgehalte an PFOS, PFOA, Perfluoronansäure (PFNA) und PFHxS in Lebensmitteln geregelt.

2.2 Untersuchung von Belastungsschwerpunkten

2.2.1 Ermittlung von Verdachtsflächen

Neben der ubiquitären Hintergrundbelastung in den verschiedenen Umweltmedien sind auch die Belastungsschwerpunkte zu ermitteln. In Rheinland-Pfalz werden folgende Branchen und Einrichtungen als potenziell relevante PFAS-Quellen gesehen:

- Industrie (u. a. Galvanik, Papier, Textil, Chemie)
- Feuerlöschübungsplätze (u. a. auf Flugplätzen, auf Industriestandorten, insbesondere im Bereich der Petro- und Chemieindustrie, bei Tanklagern)
- Brandstätten
- Einsatzflächen von Klärschlämmen und Düngemitteln
- Altlasten/Altstandorte
- Deponien/Altablagerungen

Bei der Durchführung von historischen Erkundungen in der Altlastenbearbeitung ist ein möglicher PFAS-Verdacht systematisch mit zu betrachten. Wenn ein solcher Verdacht nicht auszuschließen ist, sind weitere Untersuchungen zu veranlassen.

Im Rahmen des LUZI+-Projektes zur landesweiten Erfassung von umweltrelevanten Flächen aus der zivilen Nutzung werden neben branchenbezogenen Verdachtsflächen auch die Löschschaumeinsätze innerhalb der einzelnen untersuchten Landkreise oder Städte dokumentiert.

2.2.2 Erkundung und Bewertung

Bei Verdacht auf das Vorliegen von schädlichen Boden- und/oder Grundwasserveränderungen ist die Vorgehensweise zur Erkundung, Gefährdungsabschätzung, Bewertung, Sanierung und Überwachung nach dem Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) festgelegt und in der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) konkretisiert.

Die Bewertung von PFAS-Verunreinigungen erfolgt nach dem „Leitfaden zur PFAS-Bewertung – Empfehlungen für die bundeseinheitliche Bewertung von Boden- und Gewässerverunreinigungen sowie für die Entsorgung PFAS-haltigen Bodenmaterials“ des BMUV in der jeweils geltenden Fassung (derzeitiger Stand: 21.02.2022). Der BMUV-Leitfaden ist als „living document“ zu sehen und wird nach Vorlage neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse und unter Berücksichtigung der künftigen Entwicklung fortgeschrieben. Mögliche Ergänzungen zum BMUV-Leitfaden sind auf Basis der Ergebnisse der laufenden UBA-Projekte zur Bestimmung von bundesweiten Hintergrundwerten für PFAS auf landwirtschaftlichen Flächen sowie zur Ableitung von PFAS-Prüfwerten für den Boden (Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanze) zu erwarten.

Der BMUV-Leitfaden ermöglicht in bestimmten Bereichen wie z. B. die Anwendung der Quotientensumme länderspezifische Regelungen. Entsprechende Festlegungen für die Bewertung von und den Umgang mit PFAS-Verunreinigungen in Rheinland-Pfalz werden im nächsten Kapitel (Kapitel 3) des Informationsblatts beschrieben.

Es wird darauf hingewiesen, dass die im BMUV-Leitfaden enthaltenen Geringfügigkeits-schwellenwerte (GFS) für sieben PFAS-Verbindungen im Grundwasser in die novellierten Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 09.07.2021 als Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser verrechtlicht werden. Die BBodSchV ist am 01.08.2023 in Kraft getreten.

Weiterhin ist zu beachten, dass am 12.01.2021 die neue EU-Trinkwasserrichtlinie in Kraft getreten ist, die mit der novellierten Trinkwasserverordnung vom 20.06.2023 in nationales Recht umgesetzt wurde. In der TrinkwV sind auch Grenzwerte für PFAS enthalten, die für die Bewertung von Grundwasser in Wassergewinnungsgebieten relevant sind.

2.2.3 Mögliche Maßnahmen

Wie bei allen umweltrelevanten Stofffreisetzungen sind auch bei akuten PFAS-Schadensfällen zunächst Sofortmaßnahmen zu ergreifen. Ziel ist, mögliche Gefährdungen für Mensch und Umwelt sowie eine Schadstoffausbreitung zu verhindern oder zu minimieren. Falls erforderlich, sind Nutzungseinschränkungen zu veranlassen. Wegen der Mobilität von PFAS im Boden und Grundwasser ist es wichtig, die Maßnahmen zum Begrenzen der Schadstoffausbreitung unverzüglich umzusetzen.

Wurden PFAS in Böden und/oder Gewässer eingetragen, ist in einem weiteren Schritt der Schadensumfang umfassend bis zum Erkenntnisniveau "Detailuntersuchung" zu erkunden. Auf dieser Basis ist über das Erfordernis sowie Art und Umfang weiterer Gefahrenabwehr- und Sicherungsmaßnahmen zu entscheiden. Neben dem BMUV-Leitfaden können für die Gefährdungsabschätzung, die Bewertung des sich hieraus ergebenden Handlungsbedarfs, die Festlegung der möglichen zu ergreifenden Maßnahmen zur Sanierung oder Sicherung der PFAS-Belastungen sowie die Planung und Durchführung dieser Maßnahmen auch die Hinweise aus dem UBA-Text 137/2020 – „Sanierungsmanagement für lokale und flächenhafte PFAS-Kontaminationen" (UBA, 2020) herangezogen werden.

2.3 Bodenmanagement

In der Landesstrategie „Bodenmanagement in Rheinland-Pfalz“ (LfU, 2023) sind die Ziele zum Umgang mit z. B. im Rahmen von Bautätigkeiten anfallenden Bodenmaterialien erklärt. Oberstes Ziel ist die weitestgehende Vermeidung von Bodenaushub.

Nicht vermeidbarer Bodenaushub soll möglichst nutzbringend und umweltschonend ortsnah unter Beachtung bodenschutzrechtlicher Anforderungen verwertet werden. Neben der Nützlichkeit der Maßnahme zur Wiederherstellung oder Sicherung natürlicher Bodenfunktionen sind dabei auch die Anforderungen an die Schadlosigkeit der Verwertung durch Einhaltung der bodenschutzrechtlichen Vorsorgeanforderungen einzuhalten.

Mit dem Rundschreiben des MKUEM vom 24.10.2022 zur Einführung des BMUV-„Leitfaden zur PFAS-Bewertung – Empfehlungen für die bundeseinheitliche Bewertung von Boden- und Gewässerverunreinigungen sowie für die Entsorgung PFAS-haltigen Bodenmaterials“ für den bodenschutz-, wasserschutz- und abfallrechtlichen Vollzug in Rheinland-Pfalz wird die Verwertung auch von PFAS-haltigen Bodenmaterialien eröffnet. Damit wird von der bislang restriktiven Vorgehensweise einer generell nicht möglichen Verwertung von PFAS-haltigen Bodenmaterialien abgewichen und eine Verwendung nur gering belasteter Materialien toleriert. Näheres hierzu ist dem Kapitel 3.4.2 zu entnehmen.

3 LANDESSPEZIFISCHE VOLLZUGSHINWEISE

Gemäß dem Rundschreiben vom 24.10.2022 des MKUEM ist in Rheinland-Pfalz das behördliche Handeln (Verwertung von Bodenmaterial, bodenschutzrechtliche Gefahrenbeurteilung, Bewertung von Grund- und Oberflächenwasser etc.) auf die fachlichen Empfehlungen des BMUV-Leitfadens zu stützen. Zu den Ausführungen des Leitfadens werden im Folgenden erläuternde bzw. ergänzende Hinweise als Klarstellungen für den Vollzug gegeben.

3.1 Untersuchungsumfang (zu Kapiteln 4.1 und 4.2 des Leitfadens)

3.1.1 Allgemeine Vorgehensweise

Bei der Durchführung von historischen Erkundungen in der Altlastenbearbeitung sowie für Bodenverwertungsmaßnahmen ist ein möglicher PFAS-Verdacht systematisch zu betrachten. Wenn aufgrund von früheren oder aktuellen Flächennutzungen und / oder bekannter Schadensereignisse ein begründeter Verdacht auf PFAS besteht oder ein solcher Verdacht nicht eindeutig ausgeschlossen werden kann, ist gemäß den Empfehlungen des BMUV-Leitfadens (Kapitel 4) auf PFAS zu untersuchen. Dabei stellen die in Kapitel 4, Tabelle 1 des Leitfadens aufgelisteten dreizehn PFAS-Verbindungen den Mindestuntersuchungsumfang dar, der gegebenenfalls um andere standorttypische Substanzen zu erweitern ist. Einige Hinweise über branchentypische PFAS sind in den LABO-Arbeitshilfen „Boden- und Grundwasserkontaminationen mit PFC bei altlastverdächtigen Flächen und nach Löschmitteleinsätzen – Arbeitshilfe zur flächendeckenden Erfassung, standortbezogenen historischen Erkundung und zur Orientierenden Untersuchung (Projektstufe 1)“ der Geschäftsstelle des Länderfinanzierungsprogramms Wasser, Boden und Abfall (LFP, Oktober 2015) und „Boden- und Grundwasserkontaminationen mit PFC bei altlastverdächtigen Flächen und nach Löschmitteleinsätzen – Durchführung und Ergebnisse zu exemplarischen flächendeckenden und systematischen Erfassungen und standortbezogenen Erhebungen (Projektstufe 2)“ (LFP, September 2017) enthalten.

Auch die sogenannten Vorläuferverbindungen (englische Bezeichnung ‚Precursor‘) sind in die fachliche Bewertung einzubeziehen. Die Precursor sind bewertungsrelevant, da sie sich zu stabilen, nicht-abbaubaren Perfluoralkancarbonsäuren und -sulfonsäuren abbauen können. Weil die Vorläuferverbindungen in der Regel besser an die Bodenmatrix sorbieren als Perfluoralkansäuren, können sie zu einer zeitlich verzögerten Freisetzung von Perfluoralkansäuren führen. Durch die Untersuchung der Precursor anhand eines Summenparameters wird ein umfassenderes Bild des vorhandenen Schadstoffpotenzials erhalten. Für die Bestimmung des Summenparameters wird der TOP-Assay („Total Oxidizable Precursor“) empfohlen. Dabei wird die Probe vor und nach der Oxidation auf PFAS-Einzelsubstanzen untersucht.

Aus der Differenz zwischen den beiden Messergebnissen kann der Anteil von Precursor berechnet werden. Nach den Empfehlungen in Kapitel 4.2 des BMUV-Leitfadens sowie den Erfahrungswerten aus Rheinland-Pfalz ist die Analyse mittels Summenparameter TOP-Assay vorwiegend in der Nähe von Schadstoffquellen relevant.

3.1.2 Untersuchungsumfang nach Löschschaumeinsätzen

Die in Rheinland-Pfalz bekannten Schadensfälle mit PFAS sind überwiegend auf den Einsatz von Löschschaummitteln (*Aqueous Film Forming Foams*, kurz AFFF oder A3F) zurückzuführen. Um Umweltschäden aufgrund von Löschmitteleinsätzen vorzubeugen, wurde 2019 durch das damalige Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten (MUEEF) der „Leitfaden Brandschadensfälle“ erarbeitet. In diesem Leitfaden sind Empfehlungen zur Vorsorge, Gefahrenabwehr und Nachsorge im Hinblick auf die Umweltauswirkungen enthalten, wie z. B. der Einsatz von alternativen fluorfreien Schaummitteln. Bei Brandereignissen ist die unmittelbare Einrichtung von Rückhaltemöglichkeiten für Löschsäume ganz wesentlich. Generell ist die zeitnahe Durchführung von Sofortmaßnahmen bei Schadensfällen sehr wichtig, um eine Ausbreitung von PFAS im Boden zu verhindern bzw. zu reduzieren.

Nach den Erfahrungen aus verschiedenen Brandereignissen ist auch bei zukünftigen Löschschaumeinsätzen ein Verdacht auf Verunreinigungen durch PFAS nicht vollständig auszuschließen. Daher wird den Unteren Wasser- und Bodenschutzbehörden empfohlen, bei Brandereignissen in Rheinland-Pfalz grundsätzlich eine Analyse des Löschmittels auf PFAS sowie bei Bestätigung des PFAS-Verdachts eine Untersuchung des Bodens und des Grundwassers auf PFAS durchzuführen.

Neben den klassischen PFAS-Verbindungen sind auch die Vorläufersubstanzen zu beachten. So enthält die neue Generation der Löschschaummittel Fluortelomeren, wie z. B. Perfluoralkylcarboxybetaine, die in der Umwelt zu 6:2-Fluortelomersulfonsäure (6:2-FTS, auch „H4PFOS“ genannt) bzw. weiter zu PFHxA und kurzkettigen PFAS abgebaut werden und dort erneut ein Problem für den Boden- und Grundwasser-, sowie für den Gewässer- und insbesondere für den Trinkwasserschutz darstellen.

Im Sinne einer umfassenden Schadensbeurteilung seitens der Behörde wird empfohlen, die gesamte PFAS-Stoffgruppe anhand des Summenparameters TOP-Assay zu analysieren. Neben der Bestimmung des Summenparameters ist der Analysenumfang der PFAS-Einzelverbindungen nach Kapitel 4, Tabelle 1, des BMUV-Leitfadens mindestens um die Perfluoralkylcarboxybetaine „Capstone A“ und „Capstone B“ zu erweitern, insbesondere wenn 6:2 FTSA (H4PFOS) nachgewiesen wird.

3.2 Probenvorbereitung (zu Kapitel 4.3 des Leitfadens)

3.2.1 Allgemeine Hinweise

Aufgrund der Vielzahl an PFAS und deren chemisch-physikalischen Eigenschaften ist das ausgewählte Verfahren zur Probenvorbereitung wesentlich für die nachfolgende Bewertung der Untersuchungsergebnisse. Derzeit stehen für PFAS nur z. T. genormte Verfahren zur Verfügung (z. B. DIN 38407-42:2011-03 und DIN 38414-14:2011-08 für die Analyseverfahren nach BBodSchV).

Jedoch enthält der BMUV-Leitfaden (Kapitel 4) einige Empfehlungen zur Wahl des geeigneten Analysenverfahrens und zur Probenvorbereitung, insbesondere zur Herstellung von Bodeneluaten. Letztere sind relevant, da aktuell noch keine Beurteilungswerte für den Boden (Feststoff) verfügbar sind und die Beurteilung von Bodenmaterial sowohl im Rahmen der Gefährdungsabschätzung als auch für die Verwertung vorwiegend anhand der Eluatwerte erfolgt. Es wird jedoch zu bedenken gegeben, dass die Untersuchung von wässrigen Bodeneluaten in erster Linie Hinweise auf das Vorhandensein schlecht adsorbierbarer bzw. gut eluierbarer (vorwiegend kurzkettiger) PFAS-Verbindungen im Boden und somit über eine mögliche Gefährdung des Schutzguts Grundwasser über den Wirkungspfad Boden-(Sickerwasser)-Grundwasser liefert. Die Ergebnisse spiegeln nicht unbedingt die Zusammensetzung der PFAS-Verbindungen im Feststoff und die sich daraus ergebende mögliche Gefährdung für das Schutzgut Mensch über den Direktpfad Boden-Mensch wider. Dies macht sich auch bei der Durchführung vom TOP-Assay bemerkbar, je nachdem, ob zur Analyse ein Bodenextrakt (z. B. anhand von Methanol) oder ein wässriges Bodeneluat oxidiert wird (siehe Bericht „Studie zur Aussagekraft des Total Oxidizable Precursor-Assays (TOP-Assay) von methanolischen Bodenextrakten und wässrigen Eluaten“ der LUBW, 2022).

Im Rahmen der besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse sollten in Rheinland-Pfalz die Hinweise in Kapitel 4.3 des BMUV-Leitfadens beachtet werden. Diese betreffen zum einen die Trocknung der Probe bei max. 40 °C abweichend von den Normen DIN 19528 und DIN 19529 bzw. zum anderen den Verzicht auf einen Filtrationsschritt abweichend von der DIN 19529. Ein Trocknungsschritt wird empfohlen, weil Forschungsergebnisse belegen, dass in getrockneten Proben teilweise bis zu ca. zehnfach höhere PFAS-Konzentrationen im Eluat auftreten als bei feldfrischen Proben (siehe Bericht „Bestimmung von PFAS in wässrigen Boden-Eluaten“ der LUBW, 2021). Durch den Verzicht auf einen Filtrationsschritt können Minderbefunde aufgrund der Sorption der gelösten PFAS am Filtermaterial sowie auch Überbefunde durch Kontamination des verwendeten Filters vermieden werden.

3.2.2 Keine Anwendung des Multiplikationsfaktors

Liegen zur Prüfung von Verwertungsmöglichkeiten im Bereich des Abfallrechts ausschließlich Eluatuntersuchungen vor, die mit einem Wasser/Feststoff (W/F)-Verhältnis von 10:1 nach DIN EN 12457-4 hergestellt wurden, besteht gemäß BMUV-Leitfaden (Kapitel 4.3) die Möglichkeit, die Ergebnisse hilfsweise mit dem Faktor 5 zu multiplizieren. Nach den Erfahrungswerten aus Rheinland-Pfalz bietet die Umrechnung des W/F-Verhältnisses anhand eines Multiplikationsfaktors jedoch wenig belastbare und lediglich orientierende Hinweise. Daher kommt die Anwendung eines Multiplikationsfaktors im Rahmen der behördlichen Prüfung verwertungsbezogener Fragestellungen in Rheinland-Pfalz nicht in Betracht. In diesem Zusammenhang wird hervorgehoben, dass seit dem Inkrafttreten der Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV) am 01.08.2023 bei der Herstellung von Bodeneluaten grundsätzlich ein W/F-Verhältnis von 2:1 anzuwenden ist, auch für Bodenmaterial zur Verwertung in technischen Bauwerken.

3.3 Beurteilungskriterien und Anwendungshinweise (zu Kapitel 5 des Leitfadens)

3.3.1 Bedeutung der GFS und GOW

Für sieben PFAS-Verbindungen wurden durch die Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS-Werte) abgeleitet (siehe Bericht „Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser – Per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC)“ der LAWA, 2017). Die Geringfügigkeitsschwelle wird definiert als Konzentration, bis zu der trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber regionalen Hintergrundwerten keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auftreten können und die Anforderungen der TrinkwV oder entsprechend abgeleiteter Werte eingehalten werden (siehe Bericht „Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser – Aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016“ der LAWA, 2017). Für sechs weitere PFAS-Einzelsubstanzen lagen keine ausreichenden Daten für eine humantoxikologische Bewertung vor. Hilfsweise wurden daher zur Absicherung des Schutzgutes Trinkwasserressource mittels einer Plausibilitätsprüfung gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) bestimmt. Definitionsgemäß stellen die GOW die Obergrenze des gesundheitlichen Vorsorgebereichs dar. Beim Vergleich von humantoxikologischer und ökotoxikologischer Wirkpotenz der PFAS-Stoffgruppe wird deutlich, dass aufgrund der signifikant höheren ökotoxikologischen Wirkpotenz die Umwelt bei Unterschreitung von GOW-Werten ausreichend geschützt sein sollte.

Mit dem Inkrafttreten der novellierten BBodSchV am 01.08.2023 gelten die GFS-Werte als Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser am Ort der Probennahme sowie im Sickerwasser am Ort der Beurteilung. Zum Schutz der Trinkwasserressourcen sind in Rheinland-Pfalz auch die GOW als vorläufige GFS-Werte bzw. als Prüfwertvorschläge anzuwenden, wenn geplante oder vorhandene Trinkwassergewinnungsgebiete betroffen sind. Außerhalb von Schutzgebieten werden aus Vorsorgegründen die GOW ebenfalls als grundsätzlich bewertungsrelevant gesehen. Im Einzelfall ist die weitere Vorgehensweise mit der zuständigen Fachbehörde abzustimmen.

3.3.2 Beschränkte Anwendung der Quotientensumme

Nach dem BMUV-Leitfaden bleibt es den Ländern überlassen, bei der Bewertung von Gemischen aus mehreren PFAS-Einzelverbindungen die sogenannte Quotientensumme analog der Additionsregel der Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 402) heranzuziehen. Zur Bestimmung der Quotientensumme (in der Vergangenheit in Rheinland-Pfalz auch als „Bewertungsindex“ bezeichnet) wird die Konzentration jeder Einzelverbindung durch den GFS-Wert geteilt und die Quotienten werden aufsummiert. Damit sollen ähnliche Wirkungsmechanismen und mögliche additive Effekte der verschiedenen PFAS-Verbindungen auf die menschliche Gesundheit berücksichtigt werden.

Bis auf wenige Ausnahmen (u. a. PFOS und PFOA) sind die öko- bzw. humantoxikologischen Wirkungen der meisten PFAS, und daher auch die Wirkung von Mischexpositionen mehrerer PFAS-Verbindungen, bislang wenig untersucht. Insofern ist das Vorsorgeprinzip eine wichtige Maxime bei der Bewertung. Aus dieser Perspektive wird in Rheinland-Pfalz festgelegt, im Rahmen der Gefährdungsabschätzung nicht nur die Wirkung einzelner PFAS-Verbindungen, sondern auch des PFAS-Gemisches zu berücksichtigen.

Für die Bewertung von Stoffgemischen gibt es unterschiedliche Ansätze. Dabei wird die Konzentrationsadditivität durch Bildung der sogenannten „Quotientensumme“ als Referenzmodell gesehen, da es protektive Vorhersagen liefert, vor allem für Substanzen mit ähnlichen Wirkmechanismen. Abweichend von den Empfehlungen aus dem BMUV-Leitfaden ist in Rheinland-Pfalz die Quotientensumme nicht nur als zusätzliches Prüfkriterium bei der Bewertung von Grundwasserbelastungen, sondern auch bei der Bewertung von Sickerwasser am Ort der Beurteilung (Wirkungspfad Boden-Grundwasser) heranzuziehen. Wenn die Quotientensumme den Wert 1 überschreitet, ist über weiterführende Erkundungsmaßnahmen zu entscheiden, wie z. B. Grundwassermonitoring zur Überwachung der Konzentrationsentwicklung, TOP-Assay zur Erfassung des Schadstoffpotenzials usw. Da die Überschreitung eines GFS-Wertes immer zu einer Quotientensumme größer 1 führt, ist die Summe nur bei GFS-Unterschreitungen zu bilden und als zusätzliche Bewertungshilfe einzubeziehen.

Nicht empfohlen wird die Anwendung der Quotientensumme im Rahmen von verwertungsbezogenen Fragestellungen. Nach den Anforderungen des BMUV-Leitfadens ist eine Verwertung nur möglich, wenn diese ordnungsgemäß und schadlos erfolgt. Dies bedeutet, dass die Situation am Ort der Verwertung nicht verschlechtert werden darf sowie keine schädliche Veränderung des Grundwassers zu besorgen ist. Im Rahmen der Prüfung von Verwertungsmöglichkeiten gelten zunächst die maximal zulässigen Konzentrationen im Eluat für die Verwertungskategorien VK 1 bis VK 3 gemäß den Tabellen 3a und 3b (Kapitel 6.1 des BMUV-Leitfadens). Wenn die Datenlage insbesondere hinsichtlich der Hintergrundbelastung im Boden und die Analytik es in Zukunft zulassen, Feststoffwerte für PFAS abzuleiten, sind diese in Kombination mit den Eluatwerten anzuwenden.

3.3.3 Hinweise zur Frachtbetrachtung in Grundwasser

An dieser Stelle wird auf das ALEX-Informationsblatt 30 „Frachtbezogene Kriterien für die Bewertung von Grundwasserschäden“ des LfU verwiesen.

3.3.4 Beurteilungskriterien für Oberflächengewässer

Für die Beurteilung des ökologischen und chemischen Zustands von Oberflächengewässern werden die Umweltqualitätsnormen (UQN) herangezogen. Weiterführende Informationen hierzu liefert Kapitel 5.1.2 des BMUV-Leitfadens. In der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) von 2016 ist eine Jahresdurchschnitt-UQN (JD-UQN) von 9,1 µg/kg (Fischgewicht) in Fischen bzw. 0,65 ng/l in Wasser und eine zulässige Höchstkonzentration (ZHK-UQN) von 36 µg/l für PFOS vorgegeben. Im Entwurf der EU der UQN-Richtlinie vom 26.10.2022 ist für die Summe von 24 PFAS ein JD-UQN-Wert von 4,4 ng/l als PFOA-Äquivalent vorgesehen.

Zusätzlich zu den UQN können im Falle von wechselnden effluenten und influenten Verhältnissen auch die GFS-Werte bzw. die GOW sowie die Quotientensumme hilfsweise zur orientierenden Bewertung des Oberflächengewässers herangezogen werden. Für Oberflächengewässer, die zur Trinkwassergewinnung genutzt werden, gelten als Mindestanforderungen die GFS-Werte bzw. die GOW. Bewirtschaftungsmaßnahmen im Einzugsgebiet sollen auf eine vollständige Elimination hinwirken und mindestens das langfristig anzustrebende Mindestqualitätsziel der Trinkwasserkommission von weniger als 0,1 µg/l für die „Summe aller PFAS“ verfolgen.

3.3.5 Einleitkriterien

Emissionsbezogene Anforderungen

Von der Einführung grundsätzlich geltender PFAS-Grenzwerte für Abwassereinleitungen wird in Rheinland-Pfalz abgesehen. Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) fordert bei Abwassereinleitungen die eingeleitete Schadstofffracht nach dem Stand der Technik zu minimieren. In der Abwasserverordnung (AbwV) sind jedoch bisher keine Überwachungswerte als Stand der Technik für PFAS definiert. In einigen branchenspezifischen Anhängen wird jedoch der Verzicht bzw. die Minimierung dieser Stoffklasse, soweit möglich, gefordert. Neben diesen Anforderungen soll im Einzelfall geprüft werden, ob mit gezielten, spezifischen Behandlungsmaßnahmen nach dem Stand der Technik am Ort des Anfalls und/oder vor der Vermischung eine Reduzierung der PFAS-Fracht erreicht werden kann.

Die Bestimmungsgrenze für Abwasser liegt, je nach PFAS-Verbindung, zwischen 5 ng/l und 10 ng/l.

Immissionsbezogene Anforderungen

Auf die grundsätzlichen Hinweise in Kapitel 5.1.3.2 und 5.1.3.3 des BMUV-Leitfadens wird verwiesen.

Sofern bei Abwassereinleitungen tägliche kontinuierliche Einleitung in Gewässer stattfinden, sollen in den Gewässern PFOS-Gehalte als Jahresdurchschnittswert von 9,1 µg/kg Fischgewicht bzw. 0,65 ng/l für PFOS im Kompartiment Wasser angestrebt werden.

3.3.6 Klärschlammaufbringung

In Rheinland-Pfalz gibt es 668 kommunale Kläranlagen mit einer Ausbaugröße von mehr als 50 Einwohnerwerten (EW). Bisher ist noch keine der Anlagen mit einer 4. Reinigungsstufe zur Elimination organischer Mikroverunreinigungen, darunter PFAS, ausgestattet worden. Für eine bodenbezogene Verwertung sind nach den geltenden bundesrechtlichen Vorgaben die Untersuchungsanforderungen für den Klärschlamm, Klärschlammgemische oder Klärschlammkomposte gemäß der Klärschlammverordnung (AbfKlärV) sowie zusätzlich die stofflichen Qualitätsanforderungen nach der Düngemittelverordnung (DüMV) und die Anforderungen aus der Düngeverordnung (DüV) relevant. In begründeten Fällen kann die Fachbehörde aus Vorsorgegründen empfehlen, Klärschlämme bei einer beabsichtigten landwirtschaftlichen oder landschaftsbaulichen Verwertung auf PFAS (mindestens die dreizehn Einzelverbindungen nach der Tabelle 1 des BMUV-Leitfadens) zu untersuchen. Aus fachlicher Sicht wird für die Bewertung in Anlehnung an die DüMV, die einen Grenzwert für die Summe von PFOA und PFOS festgelegt hat, ein Vorsorgerichtwert von 100 µg/kg für die Summe PFAS vorgeschlagen. Dieser Wert ist dadurch zu begründen, dass aus Analysergebnissen aus anderen Bundesländern hervorgeht, dass PFOS und PFOA zu den am häufigsten nachgewiesenen PFAS-Verbindungen zählen und somit zu einem großen Anteil an diesen Vorsorgerichtwert beitragen.

3.4 Umgang mit PFAS-haltigen Materialien (zu Kapitel 6 des Leitfadens)

3.4.1 Sanierungskriterien

Das wesentliche Ziel einer Sanierung von Boden- und Grundwasserbelastungen ist, eine Gefährdung der relevanten Schutzgüter oder sonstige erhebliche Nachteile oder Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit nachhaltig auszuschließen. Durch Boden-sanierung soll einerseits eine Schadstoffaufnahme über die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanze unterbunden sowie andererseits die PFAS-Freisetzung aus der Bodenmatrix über das Sickerwasser in den Grundwasserkörper verringert werden. Durch Grundwassersanierung sollen die PFAS-Konzentrationen sowie auch die PFAS-Fracht reduziert werden.

Bewertungsgrundlagen für die Wirkungspfade Boden-Mensch (Direktpfad) und Boden-Nutzpflanze (Indirektpfad) werden derzeit im Rahmen des UBA-Projektes „Ableitung von Bodenwerten für PFAS“ erarbeitet. Sobald diese Werte zur Verfügung stehen, sind sie bei der Festlegung von Sanierungskriterien zu berücksichtigen.

Auf Basis der aktuellen Kenntnislage können lediglich für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser sowie für das Grundwasser selbst Sanierungskriterien definiert werden. Sanierungsziele sind für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser immer einzelfall- und standort-spezifisch sowie unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit festzulegen. Sanierungsziele können dabei verbal beschrieben werden (z. B. Minimierung der eingetragenen Schadstofffracht; siehe hierzu die Hinweise im ALEX-Informationsblatt 30). Sie sollten aber durch Sanierungszielwerte konkretisiert werden, die einen Größen-, Orts- und Zeitbezug haben. Als Sanierungszielwert im Grundwasser ist grundsätzlich die dauerhafte Unterschreitung der Gefahrenschwelle anzustreben. Maßgeblich sind die GFS-Werte (bzw. die Prüfwerte am Ort der Beurteilung nach BBodSchV) im unmittelbar betroffenen Grundwasser. In bestimmten Fällen können auch die GOW berücksichtigt werden. Bei auf Dauer geringen Schadstofffrachten und nur lokal begrenzter Ausbreitung der Grundwasserbelastung kann das Sanierungsziel auch bei einer höheren Konzentration erreicht werden.

Aufgrund der stetigen Fortentwicklung des Kenntnisstandes über PFAS sowie um einen landesweit einheitlichen bodenschutzrechtlichen Vollzug bei PFAS-Schadensfällen zu gewährleisten wird empfohlen, die Festlegung von Sanierungszielen grundsätzlich mit der zuständigen Fachbehörde (SGD) und dem LfU abzustimmen.

3.4.2 Verwertung in bodenähnlichen Anwendungen

Gemäß §§ 6-8 Abs. 2 BBodSchV ist die Verwertung von Bodenmaterial in bodenähnlichen Anwendungen grundsätzlich nur zulässig, wenn eine schädliche Bodenveränderung nicht zu besorgen ist. Diese Anforderung ist bei Einhaltung der Vorsorgewerte für den Boden gegeben.

Für PFAS konnten aufgrund der unzureichenden Datenlage jedoch noch keine vorsorgeorientierten Feststoffwerte hergeleitet werden. Darum soll die Möglichkeit einer Verwertung derzeit hilfsweise auf Basis von Eluatwerten beurteilt werden, ohne Anwendung der Quotientensumme als zusätzliches Beurteilungskriterium. Um sicherzustellen, dass die Verwertung in bodenähnlichen Anwendungen schadlos ist, gilt der Grundsatz „Gleiches zu Gleichem“.

Dieser besagt, dass das zu verwertende Bodenmaterial lediglich in einen Boden auf- oder eingebracht werden kann, der auf Basis seiner Eluatkonzentrationen der gleichen oder einer höheren Verwertungskategorie zugeordnet wird. Im BMUV-Leitfaden wird zwischen 3 verschiedenen Verwertungskategorien (VK 1, VK 2 und VK 3) mit definierten Einbauweisen und maximal zulässigen PFAS-Konzentrationen unterschieden.

Mit der Einhaltung der GFS-Werte im Eluat eines PFAS-haltigen Bodenmaterials gilt das Grundwasser am Ort des Aufbringens ausreichend geschützt. Dies ist durch die Einhaltung der Eluatwerte der VK 1 in Kapitel 6, Tabelle 3 des BMUV-Leitfadens erfüllt. Damit kann Bodenmaterial, dessen Eluatwerte unterhalb der VK 1-Werte liegen (Unterschreitung der GFS-Werte und GOW), auch außerhalb von bekannten PFAS-Belastungen uneingeschränkt verwertet werden. Durch die Unterschreitung der Werte (GFS-Werte sind Prüfwerte nach BBodSchV) ist eine schädliche Bodenveränderung (relevanter Wirkungspfad Boden-Grundwasser) nicht zu besorgen. Weitere Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers z. B. durch Immobilisierung oder Verkapselung des zu verwertenden Bodenmaterials sind nicht erforderlich.

Für Bodenmaterial, dessen Eluatkonzentrationen die VK 2-Werte (doppelte GFS-Werte bzw. GOW) einhalten, ist ein eingeschränkter offener Einbau in Gebieten mit erhöhten PFAS-Gehalten nach § 6 Abs. 4 der BBodSchV möglich. Es handelt sich demnach um Gebiete mit großflächig siedlungsbedingt erhöhten Schadstoffgehalten der Böden, die seitens der zuständigen Bodenschutzbehörde ausgewiesen sind. Diese Voraussetzung ist für Flächen, bei denen die PFAS-Gehalte durch die punktuelle oder unsachgemäße Aufbringung von PFAS-belasteten Bodenmaterialien oder durch eine Häufung einzelner PFAS-Einträge verursacht wurden, nicht gegeben.

3.4.3 Verwertung in technischen Bauwerken

Beim Einbau von mineralischen Abfällen gelten die Regelungen der ErsatzbaustoffV. In der ErsatzbaustoffV sind in Anlage 1, Tabelle 3 und 4 keine Materialwerte für PFAS aufgeführt. Soll PFAS-haltiger Boden eingebaut werden, so ist hier eine Einzelfallregelung nach § 21 Abs. 3 ErsatzbaustoffV zu beantragen.

Im BMUV-Leitfaden sind die maximal zulässigen Konzentrationen für den Einbau in technischen Bauwerken mit definierten Sicherungsmaßnahmen als Verwertungskategorie VK 3 aufgeführt. Solche definierten Sicherungsmaßnahmen (z. B. Versiegelung durch gebundene Deckschicht) sehen auch die Einbauweisen der ErsatzbaustoffV für BM-F3 Nr. 1-6 und 9 der Tabelle 8, Anlage 2 vor. Aus diesem Grund können die VK 3-Werte für die ausgewählten PFAS auch für die Verwertung von PFAS-haltigen Böden in technischen Bauwerken (nach oben genannten Einbauweisen) herangezogen werden. Die Aufnahme der Verwertungsmaßnahme in ein Ersatzbaustoffkataster (§ 23 ErsatzbaustoffV) wird als zwingend erforderlich angesehen.

3.4.4 Abgrenzung gefährliche/nicht-gefährliche Abfälle

Die Einstufung von PFAS-kontaminiertem Bodenmaterial als gefährlicher Abfall wird im Abgrenzungspapier „Einstufung von Böden, die mit PFAS kontaminiert sind – Abgrenzung gefährlicher / nicht gefährlicher Abfall in Rheinland-Pfalz“ des LfU vom Juni 2023 konkretisiert. Für Feststoff gilt der PFAS-Summenwert von 50 mg/kg als Grenzwert. Für das 2:1-Bodeneluat gelten die GFS-basierten und GOW-basierten Werte gemäß der Tabelle 1 des Rundschreibens (siehe unten). Werden die Grenzwerte im Bodenmaterial erreicht oder überschritten, handelt es sich beim Bodenmaterial grundsätzlich um gefährlichen Abfall.

Tabelle 1: Grenzwerte für die Abgrenzung gefährlich / nicht gefährlich (W/F 2:1 Eluat in µg/l)

| PFAS Einzelsubstanzen | DK I / DK II [µg/l] W/F 2:1 Eluat |
|---|--------------------------------------|
| Perfluorbutansäure, PFBA | < 180 |
| Perfluorhexansäure, PFHxA | < 108 |
| Perfluoroktansäure, PFOA | < 3,6 |
| Perfluornonansäure, PFNA | < 2,2 |
| Perfluorbutansulfonsäure, PFBS | < 108 |
| Perfluorhexansulfonsäure, PFHxS | < 3,6 |
| Perfluoroktansulfonsäure, PFOS | < 3,6 |
| Perfluorpentansäure, PFPeA | < 54 |
| Perfluorheptansäure, PFHpA | < 10,8 |
| Perfluordecansäure, PFDA | < 3,6 |
| Perfluorheptansulfonsäure, PFHpS | < 10,8 |
| 6:2-Fluortelomersulfonsäure, 6:2 FTSA (H ₄ PFOS) | < 3,6 |
| Perfluorooctansulfonamid, PFOSA | < 3,6 |
| Weitere PFAS | < 3,6 |

Für gefährliche Abfälle ist vor der Entsorgung ein bestätigter Entsorgungsnachweis gemäß § 50 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) in Verbindung mit Teil 2 der Nachweisverordnung (NachwV) erforderlich (Zuweisung durch die SAM Sonderabfall-Management-Gesellschaft Rheinland-Pfalz mbH). Nach erfolgter Entsorgung ist gemäß § 49 Abs. 3 KrWG in Verbindung mit § 24 NachwV ein Register zu führen.

3.4.5 Entsorgung auf Deponien

Kapitel 6.5 des BMUV-Leitfadens fasst die Voraussetzungen zur oberirdischen Deponierung von PFAS-verunreinigtem Bodenmaterial auf Deponien der Deponieklasse DK 0 bis DK III zusammen. Danach kann Bodenmaterial, welches einen Orientierungswert von PFAS_{gesamt} kleiner 500 µg/l aufweist und die Zuordnungswerte der Deponieverordnung (DepV) einhält, auf einer DK I-Deponie abgelagert werden. Davon abgeleitet können in Rheinland-Pfalz die DK II-Werte in Tabelle 1 zur Abgrenzung gefährlich / nicht gefährlich herangezogen werden. Die Summe der Einzelverbindungen erreicht den o. g. Orientierungswert von 500 µg/l und erlaubt eine differenzierte Einzelstoffbetrachtung.

Für eine oberirdische Ablagerung auf einer DK I- oder DK II-Deponie ist eine effektive, speziell auf PFAS ausgelegte Sickerwasseraufbereitung neben weiteren Maßnahmen (Monobereiche, separate Sickerwasserfassung, temporäre Abdeckung, etc.) Grundvoraussetzung. Sind diese relevanten Voraussetzungen erfüllt, werden die Grenzwerte für PFAS der DK I und DK II gleichgesetzt.

3.4.6 Umgang mit PFAS-verdächtigem Pflanzenmaterial

Nach aktueller Kenntnislage liegen in Rheinland-Pfalz keine Hinweise auf großflächige Verunreinigungen von PFAS im Bereich landwirtschaftlich genutzter Böden bzw. Flächen vor. Sollte eine solche Verunreinigung in Zukunft festgestellt werden, ist für diese Flächen über ein Bewirtschaftungskonzept – vergleichbar zu der bekannten PFAS-Belastungssituation in Mittelbaden – zu entscheiden. Dieses sollte Maßnahmen wie z. B. Anbauempfehlungen, Vor-Ernte-Monitoring, Beregnungskonzepte usw. umfassen.

Derzeit stellt sich vorwiegend die Frage, wie auf den PFAS-verdächtigen Flächen und PFAS-belasteten Standorten, wie z. B. die (ehemaligen) Flugplätze, mit anfallendem Grünschnitt bzw. Mähgut der Vegetationsflächen umzugehen ist. Bei Gefäß- und Freilandversuchen sowie auch beim Vor-Ernte-Monitoring in Baden-Württemberg wurde bei Gräsern ein deutlicher Transfer von PFAS in die vegetativen Pflanzenteile (z. B. Blätter, Triebe und Wurzeln) beobachtet. Darum soll nach Möglichkeit das von PFAS-belasteten Flächen stammende Mähgut gemulcht und Schnittgut gehäckselt werden. Dieses ist an Ort und Stelle zu belassen. Eine Verteilung auf Flächen ohne PFAS-Verunreinigung ist zu vermeiden. Wenn ein Verbleib an Ort und Stelle nicht möglich ist, sind weitere Schritte u. a. zur Untersuchung der Pflanzenreste sowie auch die Möglichkeiten zur Weiterverwendung oder Entsorgung mit der zuständigen Behörde (ADD und SGD) abzustimmen.

4 QUELLENVERZEICHNIS

Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser, Aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016, Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Januar 2017

Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser: Per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC), Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 28. Juli 2017

ALEX-Informationsblatt 29 Per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC) in der Umwelt, Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, Mai 2017

ALEX-Informationsblatt 30 Frachtbezogene Kriterien für die Bewertung von Grundwasserschäden, Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, Mai 2017 (siehe Übersicht Arbeitshilfen auf MKUEM-Website: <https://mkuem.rlp.de/themen/kreislaufwirtschaft-und-bodenschutz/bodenschutz-und-altlasten/rundschreiben-und-arbeitshilfen/alex-arbeitshilfen>)

Boden- und Grundwasserkontaminationen mit PFC bei altlastverdächtigen Flächen und nach Löschmitteleinsätzen – Arbeitshilfe zur flächendeckenden Erfassung, standortbezogenen historischen Erkundung und zur Orientierenden Untersuchung (Projektstufe 1), Geschäftsstelle des Länderfinanzierungsprogramms Wasser, Boden und Abfall, Oktober 2015

Boden- und Grundwasserkontaminationen mit PFC bei altlastverdächtigen Flächen und nach Löschmitteleinsätzen – Durchführung und Ergebnisse zu exemplarischen flächendeckenden und systematischen Erfassungen und standortbezogenen Erhebungen (Projektstufe 2), Geschäftsstelle des Länderfinanzierungsprogramms Wasser, Boden und Abfall, September 2017

Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 9. Juli 2021

Einstufung von Böden, die mit PFAS kontaminiert sind – Abgrenzung gefährlicher / nicht gefährlicher Abfall in Rheinland-Pfalz, Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, Juni 2023 (siehe Rundschreiben: https://kreislaufwirtschaft-bau.rlp.de/fileadmin/kreislaufwirtschaft_bau/pdf_s/2023-06-06_Einstufung_PFAS-belasteter_Boeden_RLP.pdf)

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG) vom 17. März 1998

Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) vom 24. Februar 2012

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) vom 31. Juli 2009

Leitfaden zur PFAS-Bewertung – Empfehlungen für die bundeseinheitliche Bewertung von Boden- und Gewässerverunreinigungen sowie für die Entsorgung PFAS-haltigen Bodensubstrats, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV), 21. Februar 2022 (kurz „BMUV-Leitfaden“)

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

Schreiben des MKUEM vom 24.10.2022, Az. 6104#2022/0005-1401 7.0031: Leitfaden des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) zur PFAS-Bewertung "Empfehlungen für die bundeseinheitliche Bewertung von Boden- und Gewässerverunreinigungen sowie für die Entsorgung PFAS-haltigen Bodensubstrats", hier: Vollzug in der Abfall- und Wasserwirtschaft sowie im Bodenschutz in Rheinland-Pfalz (siehe Übersicht Rundschreiben auf MKUEM-Website: <https://mkuem.rlp.de/themen/kreislaufwirtschaft-und-bodenschutz/bodenschutz-und-altlasten/rundschreiben-und-arbeitshilfen/rundschreiben>)

Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln (kurz „EU-Kontaminantenverordnung“)

Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung - AbwV) vom 21. März 1997

Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung - ErsatzbaustoffV) vom 09. Juli 2021

Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung - DüMV) vom 05. Dezember 2012

Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) vom 27. April 2009

Verordnung über die Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen (Nachweisverordnung - NachwV) vom 20. Oktober 2006

Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV) vom 20. Juni 2023

Verordnung über die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost (Klärschlammverordnung - AbfKlärV) vom 27. September 2017