



Die PFAS- Verunreinigung

in den Regionen Rastatt/Baden-Baden
und Mannheim



Baden-Württemberg
Ministerium für Umwelt, Klima
und Energiewirtschaft



Vorwort von Frau Ministerin Thekla Walker	5
1 Einordnung des PFAS-Schadensfalls in den Regionen Rastatt/Baden-Baden und Mannheim	6
2 Umweltuntersuchungen und Schadensausmaß	10
2.1 Boden	11
Region Rastatt/Baden-Baden	12
Mannheim	14
2.2 Grund- und Trinkwasser	16
Region Rastatt/Baden-Baden	16
Grundwassermodell der Region Rastatt/Baden-Baden	18
Mannheim	19
2.3 Oberflächengewässer	20
Region Rastatt/Baden-Baden	21
Mannheim	22
2.4 Nutzpflanzen und Lebensmittel	23
Nutzpflanzen	23
Lebensmittel	24
2.5 Gesundheit	26
3 Umgang mit dem Schadensfall	28
3.1 Maßnahmen der Landwirtschaft	
zur Verbrauchersicherheit	29
Anbauanforderungen und Lebensmittelsicherheit	30
Maßnahmen für die Bewässerung	32
3.2 Spezifische Maßnahmen in Mannheim	34
3.3 Gesamtkonzept der Region Rastatt/Baden-Baden	35
3.3.1 Maßnahmen der öffentlichen Wasserversorgung	36
3.3.2 Information der Öffentlichkeit	37
3.3.3 Hinweise für den behördlichen Vollzug	37
3.3.4 Sanierungen von Grundwasser und einzelnen Flächen	38
Durchgeführte Sanierungen	38
Geplante Sanierungen	39
4 Forschungsprojekte	40
4.1 PFAS-Verlagerung von Böden ins Grundwasser	41
4.2 PFAS-Verlagerung von Böden in Pflanzen	42
4.3 PFAS-Fingerprint	43
4.4 PFAS-Sanierungsoptionen	44
5 Aufwand der öffentlichen Hand	46
6 Fazit und Ausblick	50
Abkürzungsverzeichnis	52
Impressum	54



Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

die Ewigkeits-Chemikalien PFAS finden sich in zahlreichen Alltagsprodukten wieder – von Regenjacken über Pizzakartons bis hin zu medizinischen Produkten. Bei der Herstellung oder unsachgemäßen Entsorgung der Produkte gelangen PFAS in die Umwelt. Sie reichern sich in Böden und Grundwasser an. Wenn diese Chemikalien einmal in die Umwelt gelangt sind, ist ihr Abbau praktisch nicht mehr möglich. Schließlich landen sie über die Nahrungskette wieder beim Menschen. Die gesundheitlichen Folgen können wir heute noch nicht abschätzen.

Auch große Flächen in Mittelbaden und im Raum Mannheim sowie eines unserer ergiebigsten Grundwasservorkommen – die Oberrheinebene bei Rastatt/Baden-Baden und Mannheim – sind mit hohen PFAS-Konzentrationen verunreinigt. Aufgrund der Dimension der Verunreinigungen sind hier umfangreiche Konzepte notwendig, um zielgerichtete Maßnahmen entwickeln und damit gegen die Verunreinigung angehen zu können. Der Schutz der Verbraucherinnen und Verbraucher steht dabei immer an erster Stelle.

Ich danke allen, die dazu beigetragen haben, die Problematik umfangreich aufzuarbeiten. Entscheidend hierfür ist das neu geschaffene Netzwerk, welches einen Austausch über verschiedene Fachbereiche hinweg ermöglicht.

Baden-Württemberg ist sich der großen Herausforderung insbesondere für die kommunalen Wasserversorger im Hinblick auf sauberes Trinkwasser bewusst. Die Wasserversorger werden durch das Umweltministerium dabei finanziell unterstützt. Das Land investiert auch in verschiedene Forschungsprojekte zu erfolgversprechenden Sanierungstechnologien. Wir setzen uns zudem für ein weitgehendes Verbot von PFAS auf europäischer Ebene ein. PFAS sollten nur noch dort zum Einsatz kommen, wo in absehbarer Zeit keine alternativen Lösungen möglich sind. Vorhandene Alternativen müssen zwingend eingesetzt werden. Klar ist: Der Schutz der Bürgerinnen und Bürger und unserer Umwelt muss oberste Priorität haben.



A handwritten signature in black ink that reads "Thekla Walker". The script is fluid and cursive.

Thekla Walker MdL
Ministerin für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
Baden-Württemberg

1 Einordnung des PFAS-Schadensfalls

in den Regionen Rastatt/Baden-Baden und Mannheim

Seit der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts werden PFAS-Verbindungen industriell hergestellt. Es sind die wasser-, fett- und schmutzabweisenden Eigenschaften, die diese Stoffgruppe in Industrie und Konsumgütern besonders attraktiv machen. Die Stoffe werden bei technischen Anlagen und Anwendungen sowie in Feuerlöschmitteln eingesetzt und sind Bestandteil zahlreicher Alltagsprodukte – von Regenjacken über Pizzakartons bis hin zu medizinischen Produkten.

PFAS steht für per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (früher auch als PFC bezeichnet), eine Gruppe von mehreren Tausend chemischen Verbindungen. „Perfluoriert“ bedeutet dabei chemisch gesehen: Alle Wasserstoffatome einer Kohlenstoffkette sind durch Fluor ersetzt – die entstehende C-F-Bindung ist extrem stabil und in der Natur praktisch nicht abbaubar. Polyfluorierte Verbindungen sind nur teilweise fluoriert, können sich aber in der Umwelt zu perfluorierten Stoffen umwandeln. Polyfluorierte PFAS werden daher auch als „Vorläufersubstanzen“ bezeichnet.

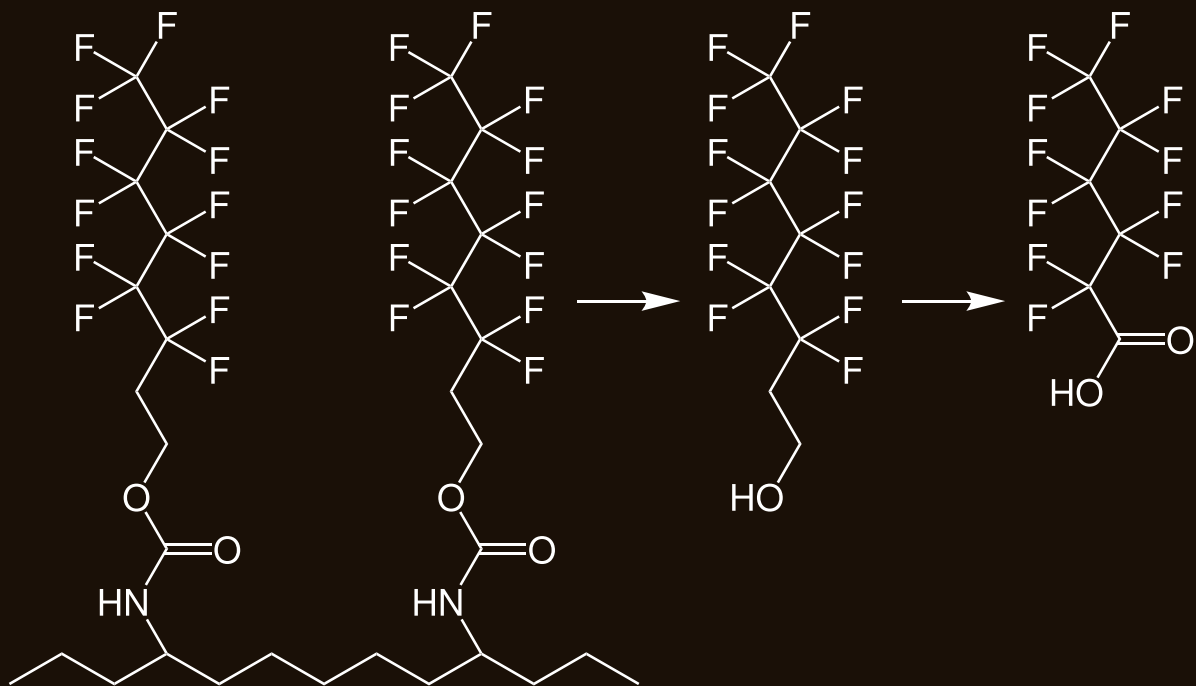


Abbildung 1: Abspaltung einer perfluorierten PFAS (Perfluorhexansäure, PFHxA) von einer polyfluorierten Vorläufersubstanz. An den Knickpunkten der weißen Linien sitzen Kohlenstoffatome.

Es wird unterschieden zwischen kurzkettingen PFAS (weniger als sechs bis sieben Kohlenstoffatome, z. B. PFBA, PFPeA) und langkettigen PFAS (z. B. PFOS, PFOA)¹. Letztere sind besonders bioakkumulativ – werden also in besonderem Maße über die Nahrungskette angereichert. Die kurzkettingen Verbindungen hingegen sind mobiler und können sich mit dem Wasser weit in der Umwelt verteilen¹.

PFAS sind gesundheitlich bedenklich. Studien zeigen für bestimmte gut untersuchte PFAS Zusammenhänge mit Leberveränderungen, Hormonstörungen, erhöhten Cholesterinwerten, geschwächter Immunantwort nach Impfungen² sowie einem erhöhten Risiko für bestimmte Krebsarten³. PFOS und PFOA gelten als besonders problematisch. Daher ist ihre Verwendung mittlerweile in der EU weitgehend verboten.

Einmal aufgenommen, bleiben einige (langkettige) PFAS lange im Körper: Die Substanzen werden nur langsam ausgeschieden. Damit kann die Einlagerung von PFAS im Körper steigen, auch wenn nur geringe Mengen über längere Zeit aufgenommen werden. Über vielfältige Ausbreitungswege gelangen PFAS in die Umwelt, reichern sich in Böden und Grundwasser an und landen über die Nahrungskette wieder beim Menschen.

Die PFAS-Schadensfälle in den Regionen Rastatt/Baden-Baden und Mannheim stellen gemeinsam einen der größten heute bekannten PFAS-Schadensfälle in Deutschland dar,

mit einer verunreinigten Fläche von insgesamt rund 1.700 Hektar – das entspricht über 2.300 Fußballfeldern. Die Schadensursache und das Ausmaß der Betroffenheit unterscheiden diesen Schadensfall deutlich von anderen punktuellen PFAS-Verunreinigungen, die beispielsweise durch den Einsatz von Feuerlöschschäumen entstanden sind.

Räumlich gesehen gibt es dabei zwei Regionen mit einer Häufung an verunreinigten Flächen, eine im Raum Rastatt/Baden-Baden und eine zweite im Norden von Mannheim. Beide haben ihre regionalen Besonderheiten, z. B. bei den betroffenen Schutzgütern und den potenziellen Handlungsstörern. Dennoch wird für eine einfachere Lesbarkeit im weiteren Dokument an einigen Stellen von „dem Schadensfall“ gesprochen.

Der Schadensfall wurde bekannt, nachdem im Juli 2013 im Landkreis Rastatt ein Wasserversorger im Rahmen von Eigenkontrollen eine Trinkwasserprobe auf neuartige Schadstoffe untersuchen ließ. Über dieses Messprogramm wurden auffällige Konzentrationen an PFOA sowie weiteren Substanzen aus der Gruppe der PFAS festgestellt. Daraufhin wurden Untersuchungen zur Ursache und Beprobungen von Böden und Grundwasser zur Abgrenzung des Schadensausmaßes veranlasst. Das festgestellte Verteilungsmuster der verunreinigten Flächen gleicht dabei einem „Flickenteppich“. Daher konnten Einzelereignisse wie z. B. Unfälle oder der Einsatz von Löschschaum sowie Einträge über den Luftpfad als Ursache für den maßgeblichen Schaden ausgeschlossen werden.

¹ [PFAS-Portal: Start | Umweltbundesamt](#)

² [Gekommen, um zu bleiben: Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen \(PFAS\) in Lebensmitteln und der Umwelt – BfR](#)

³ [IARC Monographs evaluate the carcinogenicity of perfluorooctanoic acid \(PFOA\) and perfluorooctanesulfonic acid \(PFOS\) – IARC](#)

Die Suche nach der Ursache führte stattdessen zurück zu vermeintlichen Bodenverbesserungsmaßnahmen, die ab ca. 1999 bis 2008 in der Region Rastatt/Baden-Baden praktiziert wurden: Nach heutigem Kenntnisstand wurde hier Kompost mit Fasern bzw. Faserschlämmen aus der Papierherstellung vermischt und auf die Felder ausgebracht. Der in den Papierschlämmen enthaltene Zellstoff kann zur Humusbildung der Böden beitragen. Jedoch werden in der Papierherstellung teilweise PFAS eingesetzt, je nach Verwendungszweck des Papiers. So wurden PFAS-Vorläuferverbindungen in manchen Fällen als Mittel zur Oberflächenveredelung verwendet, um den Papieren wasser- und ölabweisende Eigenschaften zu verleihen. Vertreter dieser Verbindungsklassen wurden in den obersten Schichten der verunreinigten Böden gefunden, also dort, wo die Papierschlämme eingearbeitet wurden. Es ist somit davon auszugehen, dass durch die jahrelange Beaufschlagung der Ackerflächen mit verunreinigten Kompostgemischen erhebliche Mengen an PFAS-Vorläuferverbindungen in

die Umwelt gelangten. Mit der Zeit zersetzen sich diese Vorläuferverbindungen im Boden zu persistenten und mobilen PFAS, die anschließend mit dem Sickerwasser in das Grundwasser gelangen.

Nachdem dieser Eintragspfad in den Fokus geraten war, wurde überprüft, ob noch weitere Kompostwerke Papierschlämme angenommen hatten. Dabei wurden zwei weitere Kompostwerke identifiziert, eines im Landkreis Karlsruhe und ein weiteres im Norden von Mannheim. Während im Landkreis Karlsruhe nur geringe PFAS-Konzentrationen im Umfeld des Kompostwerks gefunden wurden, sind die PFAS-Messwerte in den Böden im Mannheimer Norden ebenfalls deutlich erhöht.

Dieser Bericht gibt einen Überblick über den aktuellen Kenntnisstand und die ergriffenen Maßnahmen zum PFAS-Schadensfall in den Regionen Rastatt/Baden-Baden und Mannheim. Einen zeitlichen Überblick gibt Abbildung 2.

Der Bericht gliedert sich in vier große Bereiche:

- **Kapitel 2** beschreibt die Untersuchungen und den festgestellten Umfang in Boden, Wasser, Lebensmitteln und im menschlichen Körper.
- **Kapitel 3** zeigt den Umgang mit dem Schadensfall: von Maßnahmen im Verbraucherschutz über Unterstützung für die Landwirtschaft bis hin zu den Sanierungsüberlegungen.
- **Kapitel 4** stellt dar, welche Forschungsprojekte durchgeführt wurden, um den Umfang und die Mechanismen der Verlagerung von PFAS zwischen den unterschiedlichen Umweltmedien besser zu verstehen oder überhaupt erfassen zu können.

- **Kapitel 5** fasst zusammen, welcher Aufwand notwendig war und ist, um die Situation zu bewältigen.

Das abschließende **Kapitel 6** bietet einen Ausblick und ordnet die Erkenntnisse in den größeren Kontext der PFAS-Problematik ein.

Der Bericht richtet sich an interessierte Bürgerinnen und Bürger. Er eignet sich auch als Einstieg für Fachleute, die sich dann über die weiterführenden Links vertiefter mit der Thematik befassen können.



1999 – 2008 Region Rastatt/Baden-Baden, in Mannheim 2001 – 2014

Ausbringung von Kompost-/Papierfaser-Gemischen auf landwirtschaftliche Flächen. Dass diese mit PFAS verunreinigt waren, war nicht bekannt.

2013 – heute

Regelmäßige Untersuchung des Grund- und Trinkwassers in der Region Rastatt/Baden sowie des Grundwassers in Mannheim.

2014

Beginn von Detailuntersuchungen in der Region Rastatt/Baden-Baden, erste Verwaltungsverfahren mit Anordnungen an Störer. Seither laufende Gerichtsverfahren/Rechtsstreitigkeiten im Zusammenhang mit dem Schadensfall.

2015 – heute

Einführung des Vor-Ernte-Monitorings (VEM) in der Landwirtschaft, Beratung von Landwirtinnen und Landwirten und Berechnungsvorgaben, Start der Gefäß- und Feldversuche am Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg (LTZ).

2017

Grundlegendes Urteil des Verwaltungsgerichts Karlsruhe (6 K 791/16)

2017/2018

Erste Veröffentlichung der Grundwassermodellergebnisse für die Region Rastatt/Baden-Baden.

2022/2023

Abschluss der orientierenden Untersuchung der Flächen. Erstes Gesamtbild des Schadensausmaßes liegt vor.

Ab 2023

Entwicklung einer umfassenden Strategie für den langfristigen Umgang mit dem Schadensfall (Gesamtkonzept) in der Region Rastatt/Baden-Baden.



2013

Erste auffällige Trinkwasserprobe in einem Brunnen der Stadtwerke Rastatt mit erhöhten PFAS-Werten. Dies war der Beginn einer großflächigen Untersuchung und der Aufnahme von Maßnahmen für den Verbraucherschutz.

2014 – heute

Systematische Untersuchung der Böden, des Grundwassers und der Oberflächengewässer.

2015 – heute

Initiierung, fachliche Begleitung und finanzielle Förderung von Forschungsprojekten u. a. zur Entwicklung von Messmethoden, zum Verständnis von Transferpfaden und zu Sanierungsmöglichkeiten.

2015

Einrichtung der PFAS-Geschäftsstelle am Landratsamt Rastatt.

2017

Einrichtung der Stabsstelle PFAS beim Regierungspräsidium Karlsruhe zur Koordination aller Maßnahmen in den Regionen.

2018

Start der ersten Blutkontrolluntersuchungen in Rastatt.

2023 – heute

Erarbeitung von Vollzugshilfen.

2025 – heute

Aktuelles Update der Grundwassermodellergebnisse für die Region Rastatt/Baden-Baden.

Abbildung 2: Zeitlicher Überblick über den PFAS-Schadensfall in den Regionen Rastatt/Baden-Baden und Mannheim



2 Umweltuntersuchungen und Schadensausmaß

Um das Ausmaß der PFAS-Verunreinigung in den Regionen erfassen und bewerten zu können, wurden zahlreiche Untersuchungen veranlasst.

Für die Bewertung von PFAS-Gehalten kommen unterschiedliche Beurteilungsgrundlagen zum Einsatz, die in verschiedenen Gesetzen, Verordnungen, Erlassen, Leitfäden oder

sonstigen Regelungen aufgeführt sind. Teilweise mussten diese nach Bekanntwerden des Schadensfalles aufgrund fehlender Beurteilungsgrundlagen erst hilfs- und übergangsweise entwickelt oder angepasst werden. Wer sich genauer für die Beurteilungsgrundlagen interessiert, kann diese über die nachfolgend aufgeführten weiterführenden Links und in den dort verlinkten Berichten nachlesen.

Beurteilungsgrundlagen

Boden

[Mehr dazu hier](#)



Grundwasser

[Mehr dazu hier](#)



Oberflächengewässer

[Mehr dazu hier](#)



Trinkwasser

[Mehr dazu hier](#)



Lebensmittel & Pflanzen

[Mehr dazu hier](#)



Blutplasma

[Mehr dazu hier](#)



2.1 Boden

Um das Ausmaß der Verunreinigung erfassen zu können, wurde eine Vielzahl an Böden untersucht. Schnell wurde dabei klar, dass erhöhte PFAS-Konzentrationen wie ein Flickenteppich verteilt sind, verunreinigte Flächen liegen zwischen nicht betroffenen Flächen.

Aufgrund der Schadensursache wurde eine Beprobung der zum Zeitpunkt der Ausbringung landwirtschaftlich genutzten Flächen durchgeführt. Die orientierenden Untersuchungen der Ackerflächen begannen im Rahmen der Altlastenbearbeitung im Jahr 2014 und wurden sowohl in der Region Rastatt/Baden-Baden als auch in Mannheim im Jahr 2023 weitgehend abgeschlossen. Insgesamt wurden auf rund 1.700 von 4.500 Hektar untersuchten Flächen relevante PFAS-Verunreinigungen festgestellt. Bei der Probenahme wurde für jede einheitlich bewirtschaftete Fläche (= Ackerschlag) eine repräsentative Stichprobe durchgeführt und das Bodenmaterial nach Bodenhorizonten getrennt analysiert. Da viele Ackerschläge kleiner als ein Hektar sind, ist die Anzahl der beprobten Ackerschläge noch einmal deutlich höher als die Gesamtfläche in Hektar. In der Region Rastatt/Baden-Baden entsprechen den rund

3.100 Hektar beprobter Fläche etwa 4.000 Ackerschläge. Insgesamt wurden so in den Regionen Rastatt/Baden-Baden und Mannheim über 10.000 Bodenproben ausgewertet. Die detaillierten Untersuchungsergebnisse wurden bei den zuständigen unteren Bodenschutz- und Altlastenbehörden dokumentiert.

Die zahlreichen Untersuchungen zeigen, dass sich in den oberen Bodenschichten, in welche die Papierfasern eingearbeitet wurden, ein großes Reservoir an PFAS-Vorläuferverbindungen befindet. Diese PFAS-Verbindungen sind in der Regel größere, nur teilweise fluorierte Moleküle, die kaum mobil sind und im Oberboden verbleiben. Mit der Zeit werden von diesen jedoch im Boden perfluorierte Verbindungen abgespalten, die dann als mobile PFAS mit dem Sickerwasser ins Grundwasser gelangen. Wie schnell die Stoffe in die Tiefe vordringen, hängt stark von der jeweiligen Verbindung, der Bodenart und der Niederschlagsmenge ab (mehr dazu in Kapitel 4.1). Durch das große Reservoir an PFAS-Vorläuferverbindungen im Oberboden ist noch für mehrere Jahre bis Jahrzehnte mit einer Nachlieferung mobiler und persistenter PFAS in das Grundwasser zu rechnen.

Region Rastatt/Baden-Baden

In der Region Rastatt/Baden-Baden wurden seit 2014 schrittweise rund 3.100 Hektar untersucht – das entspricht etwa 30 % der dortigen landwirtschaftlichen Fläche. Pro Jahr wurden teils mehrere Hundert Hektar beprobt. Dazu wurden Flächen anhand von Nutzungshistorien ausgewählt, zum Beispiel solche, auf denen gemäß Recherchen früher Kompost bzw. Kompostgemische ausgebracht wurden. Auch Hinweise aus Grundwasseruntersuchungen oder Pflanzenscreenings halfen dabei, gezielt Ackerland mit erhöhtem Risiko zu identifizieren.

Nach heutigem Wissensstand gelten in der Region Rastatt/Baden-Baden etwa 1.105 Hektar als mit PFAS verunreinigt. Die Verunreinigungen konzentrieren sich auf die Gebiete rund um Bühl, Sinzheim, Hügelsheim, Rastatt und Baden-Baden – sind hier aber ebenfalls flickenteppichartig verteilt. Diese Flächen decken sich weitestgehend mit jenen, auf denen bekanntermaßen mit Papierschlämmen vermischter Kompost ausgebracht wurde.

Einen zeitlichen Überblick der untersuchten Flächen gibt Abbildung 3. Die Verteilung der Flächen ist in Abbildung 4 zu sehen und online einsehbar unter [**PFAS-Karten Online**](#).

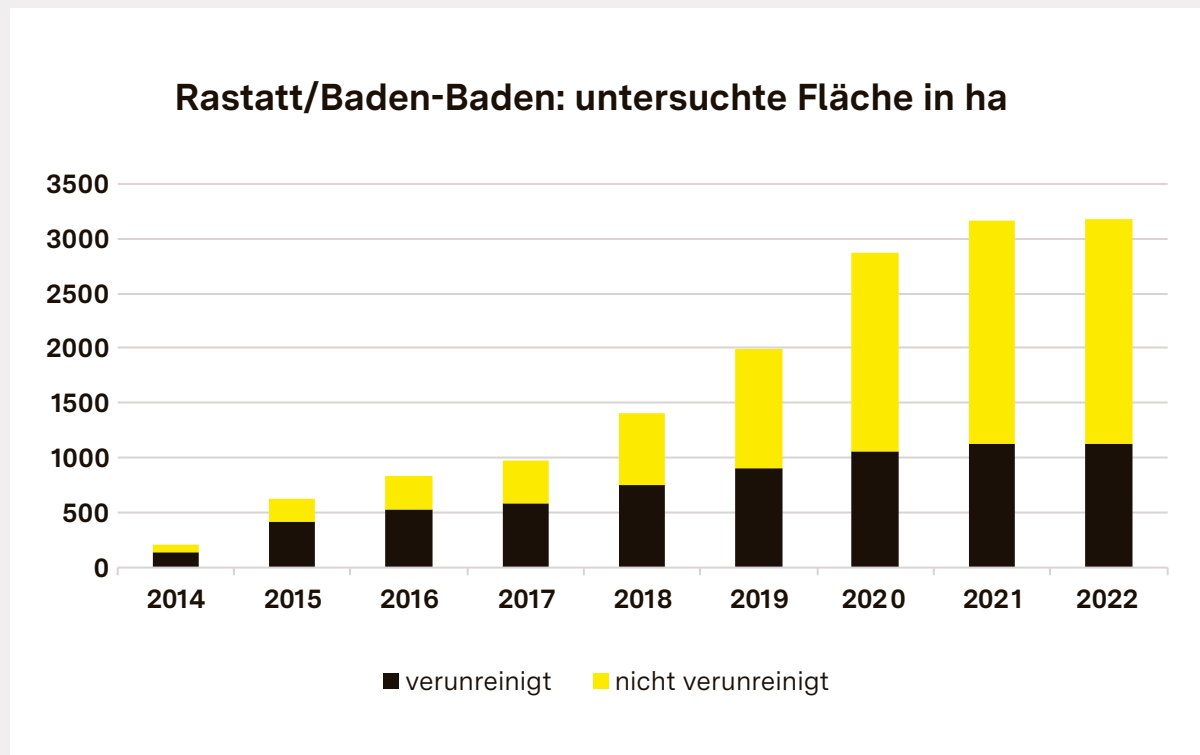


Abbildung 3: Aggregierte Anzahl an untersuchten Flächen in der Region Rastatt/Baden-Baden von Beginn bis Abschluss der Untersuchungen (2014–2022)

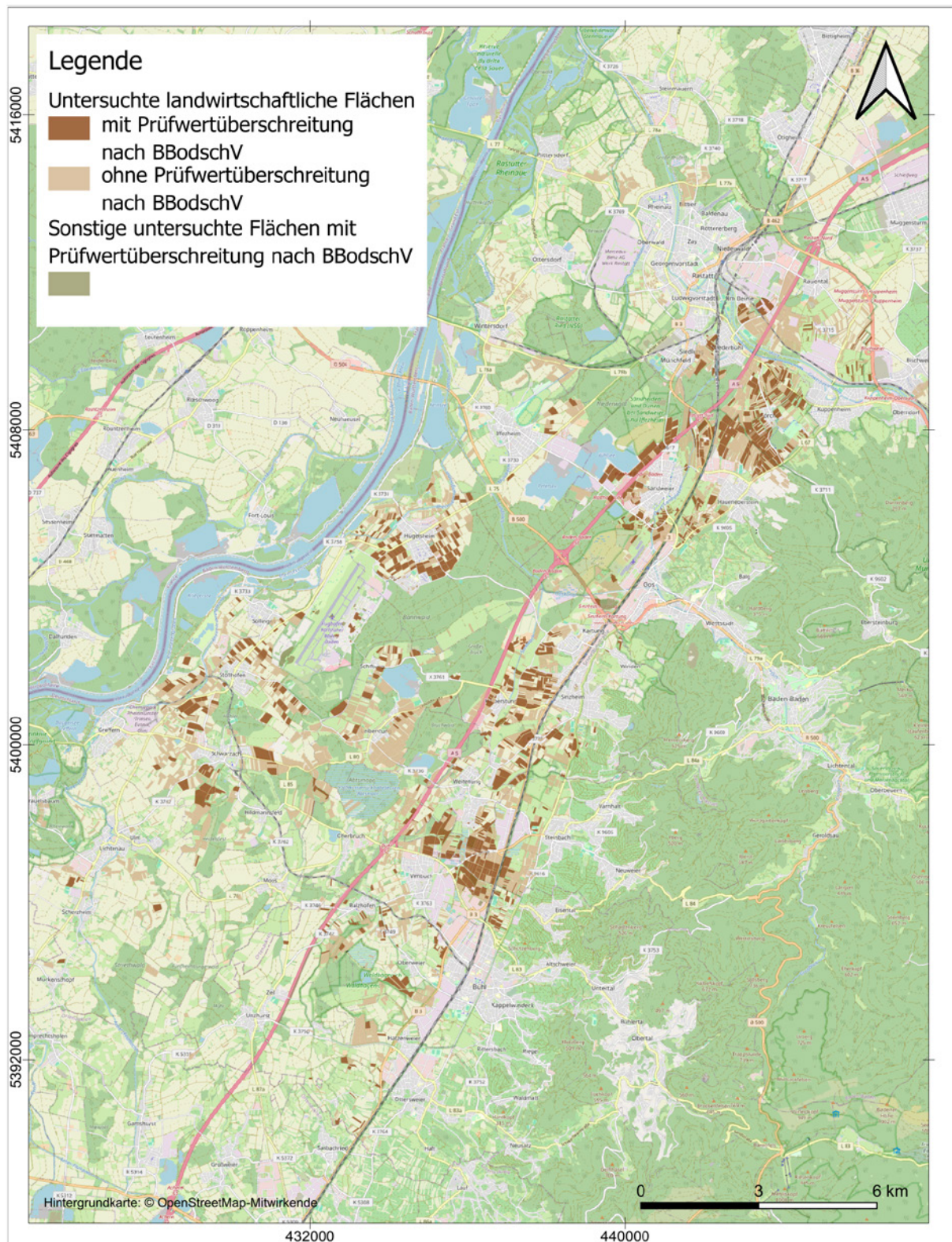


Abbildung 4: Verteilung der untersuchten und verunreinigten Flächen in der Region Rastatt/Baden-Baden gemäß **PFAS-Karten Online**

Quelle: Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg

Mannheim

In Mannheim wurden etwa 1.400 Hektar Ackerland untersucht. Eine Ableitung des Untersuchungsbedarfes anhand der Nutzungshistorie war aufgrund der Datenlage nicht darstellbar. Hier wurden daher sämtliche Ackerflächen im Mannheimer Norden untersucht.

In Mannheim gelten heute 566 Hektar als verunreinigt. Diese finden sich allesamt im Norden Mannheims. Eine räumliche Einordnung findet sich in Abbildung 5. Diese Karte ist auch [hier](#) online verfügbar. Eine zeitliche Einordnung gibt Abbildung 6.

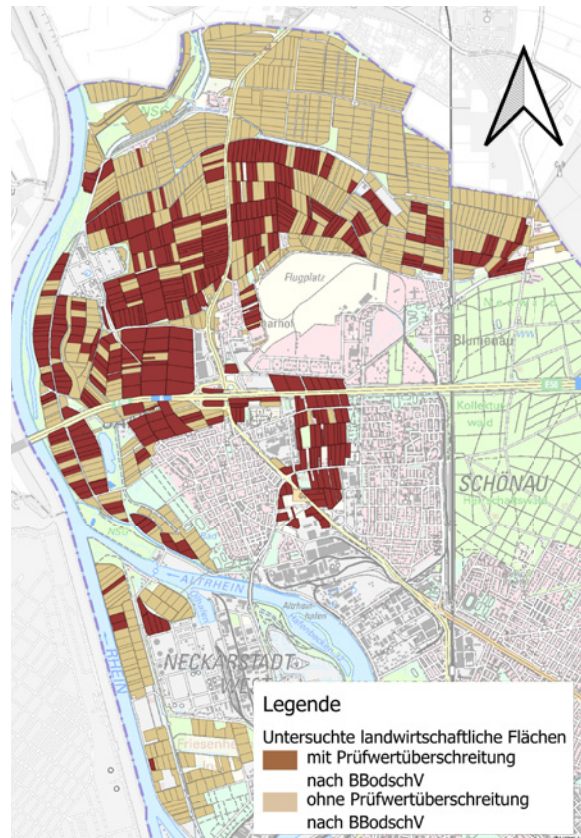


Abbildung 5: Verteilung der untersuchten und verunreinigten Flächen im Norden Mannheims

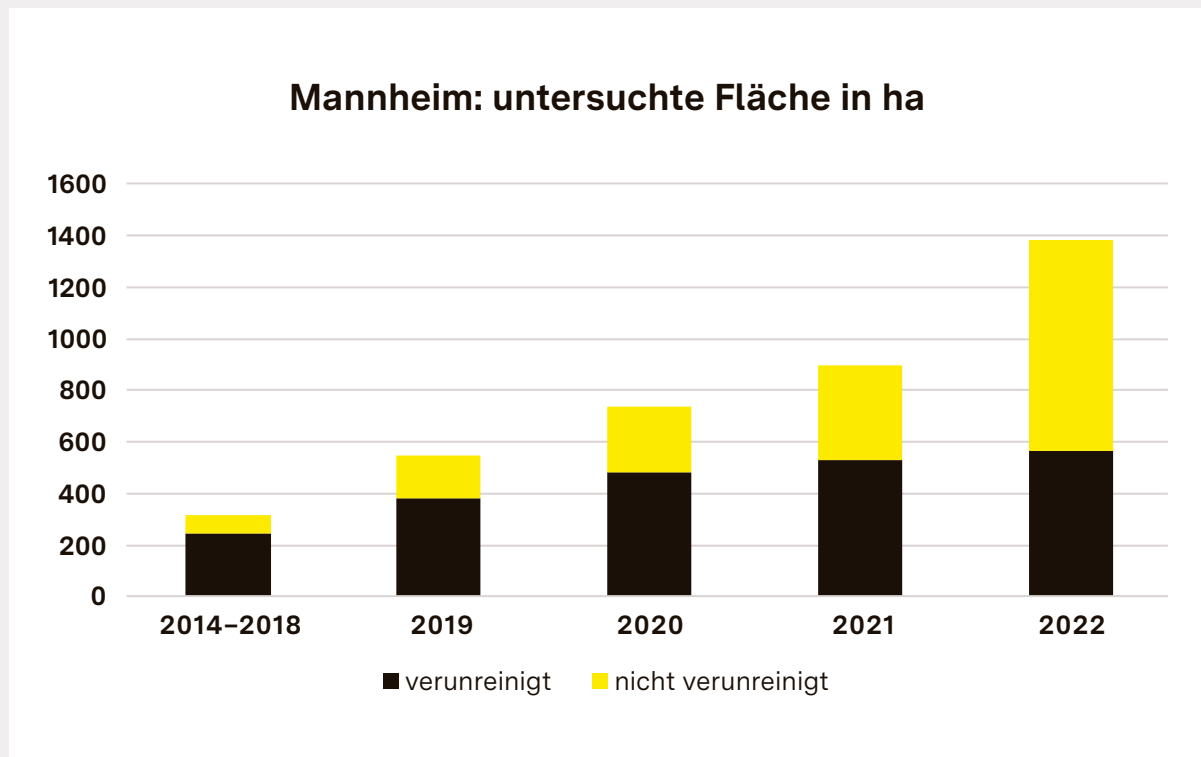


Abbildung 6: Aggregierte Anzahl an untersuchten Flächen im Norden Mannheims von Beginn bis Abschluss der Untersuchungen (2014–2022)



2.2 Grund- und Trinkwasser

Grundwasser ist wie der Boden ein wichtiges Gut und eine Lebensgrundlage. Es ist laut Gesetz rein zu halten und vor nachteiligen Veränderungen zu schützen. Insbesondere das große Grundwasserreservoir im Oberrheingraben wird vom Menschen intensiv genutzt, beispielsweise zur Gewinnung von Trinkwasser. Nachdem bekannt wurde, dass das Grundwasser in den Regionen Rastatt/Baden-Baden und Mannheim mit PFAS verunreinigt ist, war es zunächst wichtig, die verunreinigten Bereiche durch Untersuchungen abzugrenzen und die Versorgung der Bevölkerung mit qualitativ einwandfreiem Trinkwasser sicherzustellen.

Die detaillierten Untersuchungsergebnisse werden bei der unteren Bodenschutz- und Altlastenbehörde, der unteren Landwirtschaftsbehörde oder den Gesundheitsämtern dokumentiert. Die Ergebnisse zu Grundwasseruntersuchungen aus landesweiten Messprogrammen der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), welche auch Messstellen in den Regionen Rastatt/Baden-Baden und Mannheim beinhalten, sind zu finden im **Grundwasser-Überwachungsprogramm – Ergebnisse 2018 und 2019** und im **Jahresdatenkatalog Grundwassergüte**, welcher fortlaufend aktualisiert wird.

Region Rastatt/Baden-Baden

In der Region Rastatt/Baden-Baden wird das Grundwasser als Trinkwasser, zur Bewässerung landwirtschaftlicher Kulturen oder privater Gärten oder als Brauchwasser für Betriebe genutzt.

Seit 2014 wurden daher in der Region Rastatt/Baden-Baden über 12.500 Grundwassermessungen an rund 1.500 Messstellen durchgeführt. Darin enthalten sind Messungen zur Abgrenzung der PFAS-Fahnen im Abstrom der verunreinigten Flächen, aber auch Vorfeld- und Rohwassermessstellen der Wasserversorger, Bewässerungsbrunnen der Landwirtschaft sowie anlassbezogene Messungen z. B. im Rahmen von Bauvorhaben. Die Untersuchungen zeigten, dass die PFAS-Verunreinigung im Grundwasser in der Region Rastatt/Baden-Baden ein erhebliches Ausmaß erreicht hat.

Einige Trinkwasserbrunnen wiesen im Rohwasser PFAS-Konzentrationen auf, die Maßnahmen der Wasserversorger notwendig machten. Zur Überwachung der Wirksamkeit der Maßnahmen führen die Kommunen und Wasserversorger seit 2013 im 3-Monats-Rhythmus PFAS-Analysen im Trinkwasser

durch, ergänzt durch Untersuchungen im Rahmen der amtlichen Trinkwasserüberwachung. Damit wird ein frühzeitiges Erkennen etwaiger Veränderungen sichergestellt. Dennoch ist es im Einzelfall möglich, dass eine Maßnahme, beispielsweise der Aufbau einer Aufbereitung, aufgrund der Geschwindigkeit der Ausbreitung der PFAS im Grundwasser nicht rechtzeitig umgesetzt werden kann und die Anforderungen an die Trinkwasserqualität vorübergehend nicht eingehalten werden können.

Trotz der Herausforderung durch die Dynamik der Schadstofffahne gelingt es mit diesen Maßnahmen, dass die Anforderungen an die Trinkwasserbeschaffenheit bei der öffentlichen Wasserversorgung weitgehend durchgängig eingehalten werden.

Die Untersuchung der für landwirtschaftliche Bewässerung genutzten Brunnen ergab, dass viele dieser rund 50 Brunnen von der Verunreinigung betroffen sind. In der Region waren zwischen 2 % und 24 % davon über die Jahre nicht oder nur eingeschränkt für die landwirtschaftliche Bewässerung nutzbar.

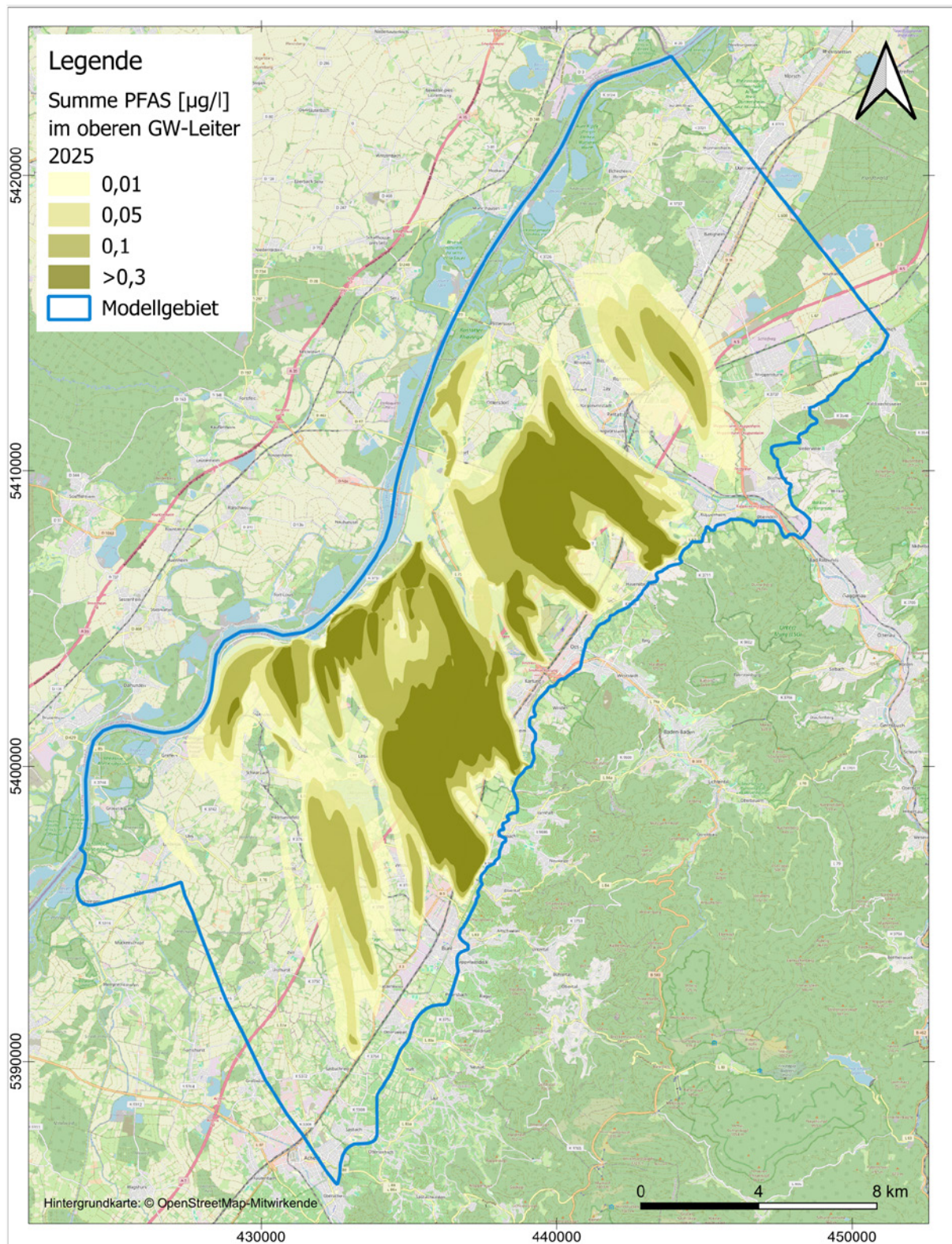


Abbildung 7: Das Ausmaß der Grundwasserverunreinigung im oberen Grundwasserleiter laut Grundwassermodell der LUBW zum Jahresende 2025. Sie zeigt, wie sich von den verunreinigten Flächen ausgehend (Abbildung 4) die Verunreinigung mit dem Grundwasser vorwiegend in Richtung Nordwesten (Fließrichtung des Grundwassers) ausbreitet.

Grundwassermodell der Region Rastatt/Baden-Baden

Die Ergebnisse der zahlreichen Grundwassermessungen liefern wichtige Erkenntnisse über die aktuelle Verunreinigungssituation. Sie zeigen, wo und in welchen Konzentrationen PFAS bereits im Grundwasser angekommen sind. Um fundierte Entscheidungen zu Schutzmaßnahmen, Sanierungen oder der Grundwasserbewirtschaftung treffen zu können, reichen diese Punktinformationen jedoch oftmals nicht aus. Es braucht ein Instrument, das die räumliche Ausbreitung und die zeitliche Entwicklung der Schadstofffahnen im Untergrund abbilden, prognostizieren und quantifizieren kann. Dies ist besonders in der Region Rastatt/Baden-Baden sehr wichtig, da hier viele Rohwasserbrunnen der öffentlichen Trinkwasserversorgung betroffen sind.

Hier setzt das Grundwassermodellsystem der LUBW an: Es modelliert die physikalischen Prozesse, die für den Eintrag und die Ausbreitung von PFAS im Grundwasser relevant sind. Dabei wird es anhand vorliegender Messergebnisse bestmöglich angepasst, um die aktuelle Ausdehnung der PFAS-Ausbreitung im Grundwasser und ihre künftige Entwicklung besser zu verstehen.

Das Grundwassermodell ist ein zentrales Werkzeug für den Umgang mit der PFAS-Problematik, da es als Grundlage vieler Entscheidungen im behördlichen Vollzug verwendet wird. Daher wird es kontinuierlich verbessert und anhand neuer Erkenntnisse regelmäßig aktualisiert.

Details zum Grundwassermodell können nachgelesen werden auf [**PFAS-Karten Online**](#).

Die PFAS-Verunreinigungen im Grundwasser bilden sogenannte Fahnen, die sich, von den ursprünglichen Eintragsorten (verunreinigte Böden) ausgehend, in Fließrichtung des Grundwassers (vorwiegend in nordwestlicher Richtung) ausbreiten.

Die Verunreinigung erstreckt sich hauptsächlich über das Gebiet zwischen Rastatt im Norden und Bühl im Süden sowie dem Rhein im Westen (Abbildung 7).

Das Grundwassermodell Rastatt/Baden-Baden prognostiziert eine fortschreitende Ausbreitung der Kontamination entlang der Grundwasserfließwege, wobei die Konzentrationen je nach Entfernung zur Quelle und hydrogeologischen Bedingungen abnehmen können.





Mannheim

In Mannheim liegen die Trinkwasserbrunnen der öffentlichen Wasserversorgung weit entfernt und zudem oberstromig der PFAS-verunreinigten Flächen. Das heißt, sie sind räumlich so gelegen, dass eine Beeinflussung der öffentlichen Gewinnung und Bereitstellung von Trinkwasser durch diesen Schadensfall ausgeschlossen werden kann. Eine Modellierung der PFAS-Ausbreitung wurde deshalb zurückgestellt.

Im betroffenen Bereich im Mannheimer Norden befinden sich landwirtschaftliche Brunnen, aus welchen Grundwasser für Bewässerungszwecke entnommen wird. Aus diesen rund 60 Brunnen sowie aus weiteren Brunnen werden seit Bekanntwerden des Schadensfalls regelmäßig Proben entnommen und analysiert.

Die Untersuchung der Brunnen ergab, dass viele dieser Brunnen von der Verunreinigung betroffen sind, sodass bisher zwischen 10 %

und 36 % der Brunnen für landwirtschaftliche Bewässerung nicht oder nur eingeschränkt genutzt werden konnten. Es gibt dabei Brunnen, die sehr konstante PFAS-Werte aufweisen, und Brunnen mit starken Schwankungen. Hier wirken sich die Ausbreitung der Fahnen, die Menge der Grundwasserneubildung sowie der Einfluss des Rheins stärker aus. Die regelmäßige Untersuchung der für die Bewässerung vorgesehenen Brunnen vor der Saison ist eine Voraussetzung für die Bewertung der Verwendungsmöglichkeit (Weiteres zum Thema Bewässerung und Brunnen im Kapitel 3.1).

Zudem sind fünf Brunnen zur Eigenversorgung mit Trinkwasser von der PFAS-Verunreinigung betroffen, wovon in drei Brunnen regelmäßig erhöhte PFAS-Konzentrationen festgestellt werden. Die betroffenen Verbraucherinnen und Verbraucher werden entsprechend informiert. Wo nötig, hat das Gesundheitsamt Nutzungseinschränkungen ausgesprochen (siehe Kapitel 3.2).

2.3 Oberflächengewässer

Im Gebiet des Oberrheingrabens stehen Oberflächengewässer in der Regel mit dem Grundwasser im kiesigen Untergrund in steti-ger Wechselwirkung. Seen in der Oberrhein-ebene sind meist vom Grundwasser gespeist. Insbesondere große Seen beeinflussen die Situation im Grundwasser deutlich.

PFAS können daher sowohl vom verunreinig-ten Grundwasser in Oberflächengewässer gelangen als auch umgekehrt. Fließgewässer werden zusätzlich durch Einleitungen von kommunalem und industriellem Abwasser sowie Niederschlagswasser beeinflusst, die PFAS enthalten können.

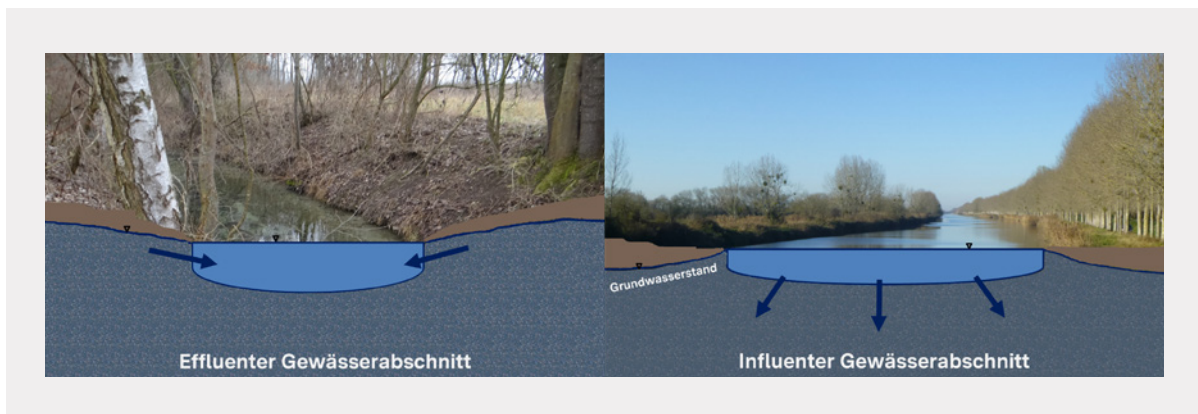


Abbildung 8: Wechselwirkungen zwischen Oberflächengewässer und Grundwasser. Effluente Gewässerabschnitte sind oberirdische Gewässer mit einem Zustrom aus dem Grundwasser, influente mit einem Zustrom vom Gewässer in das Grundwasser.

Quelle: Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH

In der Region Rastatt/Baden-Baden finden daher seit 2014 regelmäßige Untersuchungen in Oberflächengewässern statt. Es erfolgt eine jährliche Messkampagne. Das See-wassermonitoring erfolgt in Baden-Baden im Zusammenhang mit der Überwachung der Schadstofffahne im Abstrom von verunreinig-ten Ackerflächen vierteljährlich. In Mannheim liegt – abgesehen vom Rhein – lediglich ein See in der PFAS-betroffenen Region. Seit 2014 wurden so insgesamt über 1.400 Messungen an Gewässern an über 200 Messstellen durch-geführt. Die detaillierten Untersuchungsergeb-nisse werden bei der zuständigen unteren Wasserbehörde dokumentiert.

Region Rastatt/Baden-Baden

In der Region Rastatt/Baden-Baden weisen zahlreiche Oberflächengewässer nachweisbare Konzentrationen an PFAS auf. Hauptursache ist der Austausch mit dem verunreinigten Grundwasser.

Die Fracht an PFAS, die über die Fließgewässer nach Unterstrom abtransportiert wird, wurde anhand von jährlichen Stichproben

geschätzt. Die Werte schwanken stark aufgrund der jeweiligen witterungsbedingten Abflussbedingungen. Über die Jahre hinweg konnte jedoch keine kontinuierliche Zu- oder Abnahme der PFAS-Fracht festgestellt werden. Im Wesentlichen erfolgt der Abtransport über die Gewässer Schinlinggraben, Rheinniederungskanal, Sandbach und Riedkanal (Abbildung 9).

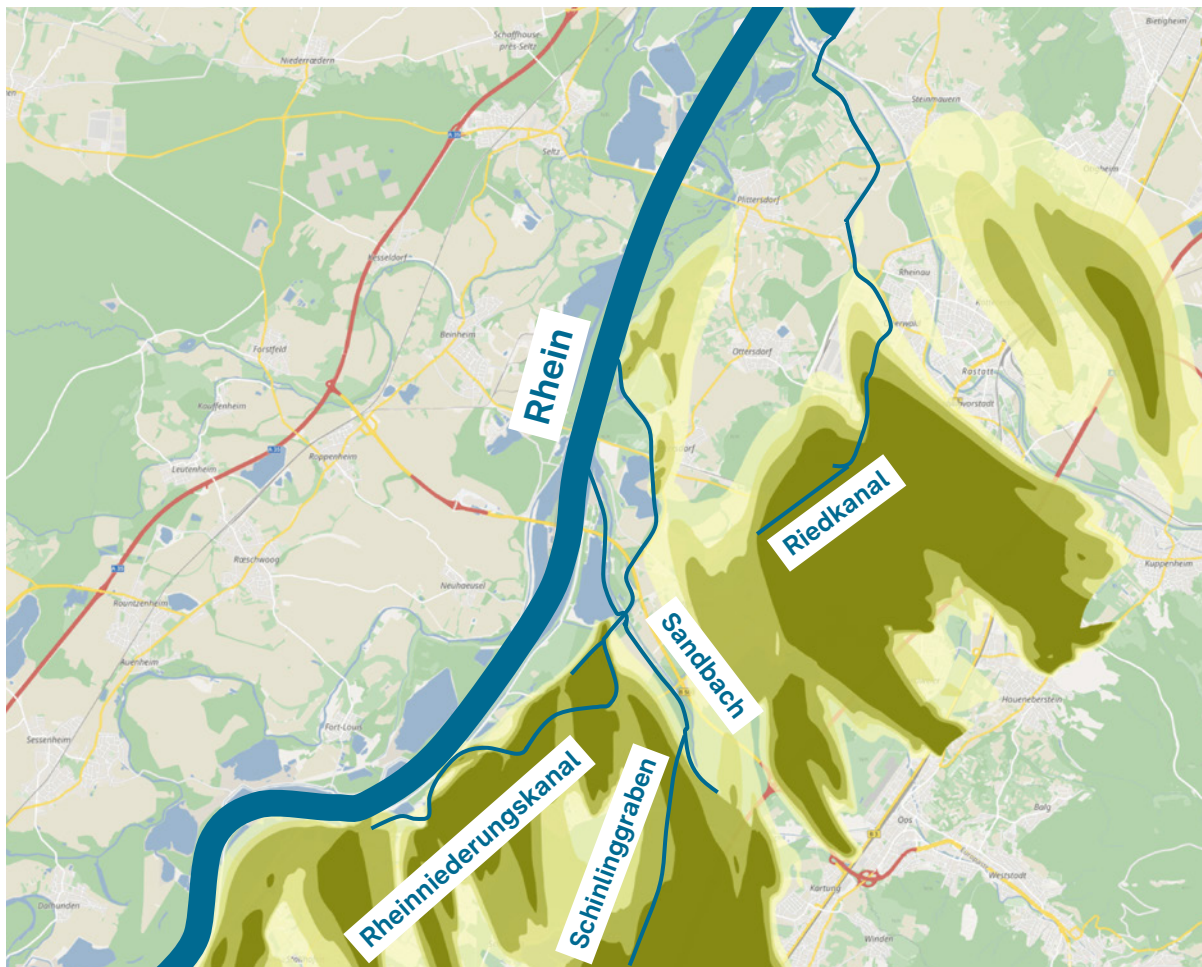


Abbildung 9: Die Gewässer Schinlinggraben, Rheinniederungskanal, Sandbach und Riedkanal drainieren laut Grundwassermodell der LUBW große Teile der PFAS-Grundwasserfahnen und weisen daher erhöhte PFAS-Gehalte auf (erstellt auf Grundlage von **PFAS-Karten Online**)

Wie Abbildung 10 zeigt, sind an Badegewässern vor allem der Baggersee Weitenung und der Kühlsee betroffen. Aufgrund der hohen Verweilzeit des Wassers in den Seen sind die Messwerte deutlich stabiler als in den Fließgewässern. Der Anstieg der gemessenen PFAS-Werte am Baggersee Weitenung in den vergangenen

Jahren kann auf das Ankommen der PFAS-Grundwasserfahne zurückgeführt werden. Mit der prognostizierten Entwicklung der PFAS-Fahne im Grundwasser ist davon auszugehen, dass die Werte im Baggersee Weitenung auch in den nächsten Jahren weiter ansteigen werden.

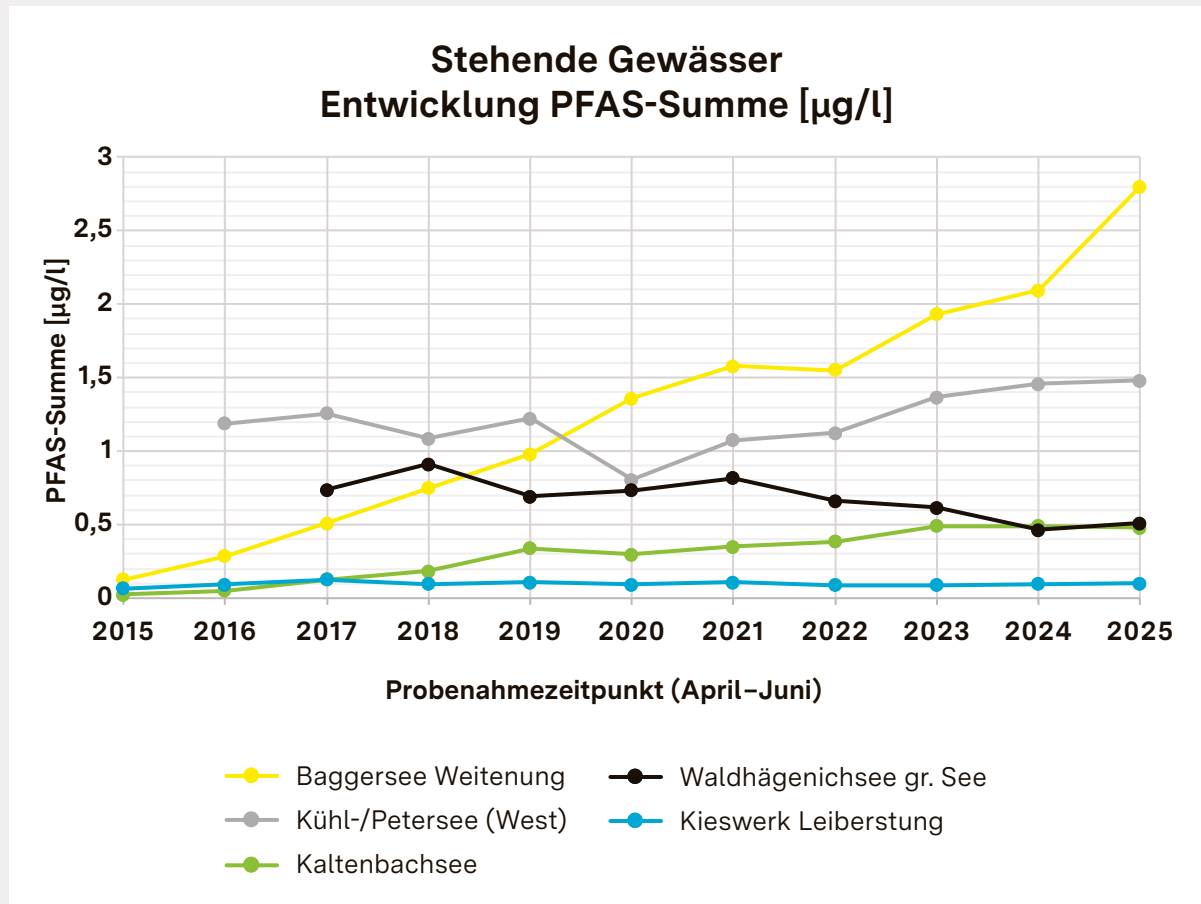


Abbildung 10: Zeitliche Entwicklung der PFAS-Summe ausgewählter stehender Gewässer

Die detaillierten Untersuchungsergebnisse sind unter [Oberflächengewässer – Regierungspräsidium Karlsruhe](#) zu finden.

Mannheim

In den Jahren 2015 und 2017 bis 2021 wurde ein Angelweiher (Wilhelmswörthweiher) auf PFAS untersucht. Die Ergebnisse zeigten keine nennenswerte Verunreinigung.

2.4 Nutzpflanzen und Lebensmittel

PFAS gelangen nicht nur in Böden und Gewässer, sondern können auch in die Nahrungskette gelangen. Die Stoffe können von Pflanzen über die Wurzeln aufgenommen und angereichert werden (mehr dazu in Kapitel 4.2). Auch Tiere, die mit kontaminierten Pflanzen gefüttert werden oder verunreinigtes Wasser oder Boden aufnehmen, können PFAS anreichern. Dies birgt Risiken für die Lebensmittelsicherheit und den Verbraucherschutz.

Zu Beginn der PFAS-Problematik war wenig über das tatsächliche Ausmaß der Aufnahme und die Mechanismen im Pflanzen- und Tierorganismus bekannt. Insbesondere war unzureichend erforscht, wie die verschiedenen PFAS-Verbindungen in Abhängigkeit von den Pflanzenarten und den Wachstumsbedingungen aufgenommen werden. Die dazu durchgeführten umfassenden und wissenschaftlich begleiteten Forschungsvorhaben werden in Kapitel 4.2 erläutert.

Nutzpflanzen

Zur Sicherstellung der Lebensmittelsicherheit und zum Erhalt der landwirtschaftlichen Produktionsmöglichkeiten werden in den betroffenen Regionen seit 2015 regelmäßig Untersuchungen im Rahmen des sogenannten Vor-Ernte-Monitorings (VEM) durchgeführt. Dabei werden systematisch Pflanzenproben von landwirtschaftlichen Nutzflächen entnommen, bei denen eine PFAS-Verunreinigung des Bodens festgestellt wurde. Ziel ist es, einen möglichen Übergang von PFAS in pflanzliche Lebens- und Futtermittel frühzeitig zu erkennen und das Inverkehrbringen verunreinigter Ware zu verhindern. Die Auswahl der Flächen und Kulturen erfolgt risikobasiert, d. h., stärker verunreinigte Flächen und Pflanzenarten, die PFAS verstärkt aufnehmen, werden bevorzugt beprobt. Im Rahmen eines Pflanzen-Screenings wurden zudem weitere Pflanzen untersucht, um weitere – noch unbekannte verunreinigte Flächen – zu identifizieren und ins VEM aufzunehmen.

Insgesamt wurden zwischen 2015 und 2024 rund 3.800 Pflanzenproben im Rahmen des Vor-Ernte-Monitorings analysiert, wobei einige Flächen jedes Jahr beprobt wurden. Die Probenahmen erfolgten überwiegend vor der Ernte, in Einzelfällen auch als Nachproben bei auffälligen Ergebnissen.

Eine PFAS-Verunreinigung wurde bei einer Vielzahl von Kulturarten festgestellt. Allerdings stellte sich heraus, dass die Aufnahme von PFAS je nach Pflanzenart sehr unterschiedlich ist, auch innerhalb der Pflanze unterschiedlich

ausgeprägt ist und zudem jährlichen Schwankungen aufgrund von Witterungsbedingungen unterliegt (siehe Kapitel 4.2).

Von einer nennenswerten Verunreinigung waren häufig Weizen, Triticale, Tomaten, Spargel, Spinat und Erdbeeren betroffen. Im Laufe der Zeit wurden Anbauempfehlungen ausgesprochen (siehe Kapitel 3.1). Aufgrund dieser konnte der Anbau PFAS-kritischer Kulturen auf stark verunreinigten Flächen mit der Zeit reduziert werden. Lag der Anteil der als verunreinigt einzustufenden Pflanzen in der Region Rastatt/Baden-Baden 2015 beispielsweise bei 13 %, so fiel er auf etwa 2 % im Jahr 2023 und 2024 ab. In Mannheim schwankte dieser Anteil über die Jahre. Der mit Abstand höchste Anteil wurde dabei im Jahr 2019 mit 16 % gemessen, in den weiteren Jahren schwankte der Anteil zwischen 1 und 9 %.

Da die Probenahme risikobasiert erfolgt, ergeben sich aus den Ergebnissen des VEM zwar wichtige Hinweise auf die PFAS-Aufnahmefähigkeit der Pflanzen; um das Sorptions- und Transferverhalten im Wirkungspfad Boden-Pflanze umfassend zu verstehen, sind jedoch weitere Forschungsprojekte erforderlich.

Geringe PFAS-Gehalte wurden in einer Vielzahl von weiteren Pflanzenproben des VEM entdeckt.

Die detaillierten Untersuchungsergebnisse sind zu finden unter **Landwirtschaft – Regierungspräsidium Karlsruhe**.

Lebensmittel

In Ergänzung zum Vor-Ernte-Monitoring werden seit 2015 regelmäßig Lebensmittelproben im Handel sowie direkt bei landwirtschaftlichen Erzeugern im Rahmen der amtlichen Lebensmittelüberwachung erhoben und durch das Chemische und Veterinäruntersuchungsamt Freiburg (CVUA Freiburg) auf PFAS untersucht. Diese amtlichen Untersuchungen dienen dem vorbeugenden Verbraucherschutz und der Kontrolle der Einhaltung gesetzlicher Höchstgehalte (HG) sowie abgeleiteter Beurteilungswerte (BUW). Aufgrund fehlender gesetzlicher Vorgaben wurden Beurteilungswerte hilfs- und übergangsweise entwickelt und fortlaufend an die Entwicklungen im Bereich der gesundheitlichen Bewertung⁴ bzw. Rechtssetzung angepasst. Zum 1. Januar 2023 wurden erstmalig für vier PFAS-Verbindungen für bestimmte Lebensmittel tierischen Ursprungs EU-weit Höchstgehalte (Verordnung (EU) 2022/2388) festgelegt, die beim Inverkehrbringen nicht überschritten werden dürfen. Die Kombination von Vor-Ernte-Monitoring und Lebensmittelüberwachung sollte ein Höchstmaß an Sicherheit bieten, um zu verhindern, dass Lebensmittel mit erhöhten PFAS-Gehalten auf den Markt kommen.

Untersucht wurden vor allem Produkte tierischer Herkunft wie Milch, Eier, Fisch, Fleisch sowie Leber- und Nierenproben, aber auch vielfältige pflanzliche Lebensmittel wie Kartoffeln, Gemüse, Obst und Getreideprodukte. Insgesamt wurden in den Jahren 2015 bis 2024 knapp 4.000 Lebensmittelproben, davon ca. 1.000 aus dem verunreinigten Gebiet, auf unterschiedliche PFAS analysiert.

Der überwiegende Anteil der Produkte war hierbei verkehrsfähig, d. h., die PFAS-Gehalte lagen unterhalb der Höchstgehalte bzw. Beurteilungswerte. Bei Honig gab es in einigen Proben Überschreitungen sowie vereinzelt bei Eiern, Innereien und Fischen. Bei Wildschweinlebern wurde in allen Proben PFAS nachgewiesen, wohingegen Wildschweinfleisch weniger auffällig war. Bei pflanzlichen Produkten waren unter anderem Erdbeeren, Bohnen oder Weizen zum Teil auffällig.

Die detaillierten jährlichen Untersuchungsergebnisse sowie die Beurteilungsgrundlagen sind zu finden unter **Lebensmittelsicherheit – Regierungspräsidium Karlsruhe**.

⁴ Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit: EFSA Journal 2020; 18(9):6223)



Zusammenfassend ergibt sich für die Region Rastatt/Baden-Baden sowie Mannheim die nachfolgende Ergebnisübersicht:

Untersuchungsergebnisse der Lebensmittelüberwachung in der Region Rastatt/Baden-Baden				
Jahr	Probenzahl pflanzlicher Lebensmittel	davon mit Überschreitung der BUW*	Probenzahl tierischer Lebensmittel	davon mit Überschreitung der BUW/HG*
2015	86	3	43	0
2016	49	0	50	0
2017	40	0	25	4
2018	43	1	61	11
2019	37	0	56	6
2020	27	0	72	1
2021	30	0	31	0
2022	31	0	43	2
2023	16	0	49	1
2024	25	0	16	1

Untersuchungsergebnisse der Lebensmittelüberwachung in Mannheim				
Jahr	Probenzahl pflanzlicher Lebensmittel	davon mit Überschreitung der BUW*	Probenzahl tierischer Lebensmittel	davon mit Überschreitung der BUW/HG*
2015	1	0	8	0
2016	0	0	0	0
2017	6	0	2	0
2018	8	0	38	8
2019	9	1	26	2
2020	7	0	25	10
2021	8	0	8	0
2022	7	0	7	2
2023	11	0	2	1
2024	2	0	1	0

* Aufgeführt ist die Anzahl der Proben mit gesicherter Überschreitung (d. h. nach Abzug der Messunsicherheit) der jeweils gültigen Beurteilungswerte (BUW) bzw. Höchstgehalte (HG). EU-weit geltende Höchstgehalte für ausgewählte tierische Lebensmittel gibt es seit dem Jahr 2023.

2.5 Gesundheit

Mit dem Bekanntwerden der großflächigen PFAS-Verunreinigungen wuchs auch die Verunsicherung in der Bevölkerung – insbesondere bei Menschen im Landkreis Rastatt, die über Jahre hinweg Trinkwasser aus betroffenen Versorgungsgebieten konsumiert hatten. Viele Bürgerinnen und Bürger dort stellten sich die Frage, ob sich PFAS im Körper angereichert haben und ob gesundheitliche Risiken bestehen. Daher hat das Landesgesundheitsamt (LGA), welches seit 2022 Teil des Ministeriums für Soziales, Gesundheit und Integration (SM) ist, gemeinsam mit dem Gesundheitsamt Rastatt Blutkontrolluntersuchungen durchgeführt.

Hauptziel der Blutkontrolluntersuchungen war die Erhebung und vergleichende Beschreibung von PFOA- und anderen PFAS-Konzentrationen im Blutplasma bei drei Personengruppen (Gruppe A, B und C) in festgelegten Untersuchungsgebieten (siehe Tabelle 1). PFOA ist in der Umwelt weit verbreitet und gehört zu den bestuntersuchten PFAS. Die Verwendung von PFOA wurde mit der Übernahme in die EU-weite POP-Verordnung mittlerweile weitestgehend verboten. Der Wert, ab welchem eine als relevant anzusehende gesundheitliche Beeinträchtigung möglich ist, beträgt nach derzeitiger Kenntnis 10 µg/l Blutplasma für die Allgemeinbevölkerung bzw. 5 µg PFOA/l für Frauen im gebärfähigen Alter (sogenannter HBM-II-Wert – mehr dazu [hier](#)).

Tabelle 1: Übersicht über die Studienpopulation und die Untersuchungsorte

Studienpopulation		Untersuchungsorte
Gruppe	Definition der Gruppe	
Gruppe A	zufällig ausgewählte Personen aus Orten, die vor 2014 einer PFAS-Exposition über Trinkwasser ausgesetzt waren	Kuppenheim und Gernsbach-Kernstadt
Gruppe B	zufällig ausgewählte Personen aus Orten mit Exposition über Verunreinigungen im Boden und Grundwasser, ohne PFAS-Exposition über Trinkwasser aus der öffentlichen Wasserversorgung	Bühl-Weitenung, Sinzheim-Müllhofen, Sinzheim-Halberstung, Sinzheim-Schiftung
Gruppe C	zufällig ausgewählte Personen aus Orten ohne zusätzliche PFAS-Verunreinigung im Boden oder Trinkwasser	Bietigheim, Durmersheim, Ötigheim, Steinmauern, Au am Rhein, Elchesheim-Illingen

In jeder Gruppe wurden circa 100 zufällig ausgewählte Personen untersucht. Die Blutkontrolluntersuchungen fanden in den Jahren 2018, 2020 und 2023 mit insgesamt 348, 249 und 266 Teilnehmenden statt. Die Teilnahme

an der Blutkontrolluntersuchung erfolgte freiwillig. Dabei wurden unter anderem Angaben zu Alter und Geschlecht, Daten zur Ernährung und zum Trinkwasserkonsum sowie zu Wohnort und Wohndauer abgefragt.

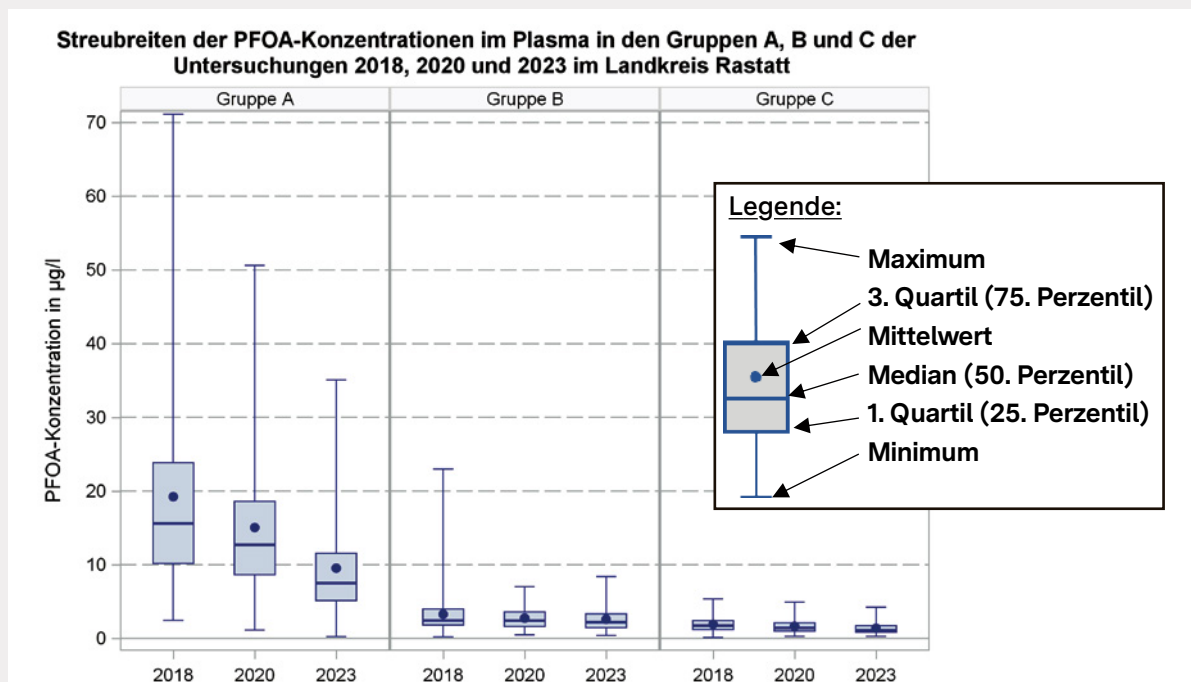


Abbildung 11: Minima, Maxima, Mediane, Mittelwerte und Quartile der PFOA-Konzentrationen im Blutplasma [$\mu\text{g/l}$] von 2018, 2020 und 2023 untersuchten Personen aus den drei Gruppen A, B und C
Quelle: Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg

Wie Abbildung 11 zeigt, ist in Gruppe A (PFAS-Exposition über Trinkwasser) die PFOA-Konzentration im Blutplasma im Median von etwa 15,6 $\mu\text{g/l}$ auf etwa 7,5 $\mu\text{g/l}$ zurückgegangen. Dieser Rückgang um etwa 52 % liegt in dem zu erwartenden Bereich, da die Halbwertszeit von PFOA bei etwa zwei bis vier Jahren liegt⁵. Dies deutet darauf hin, dass in den Untersuchungsjahren keine weitere relevante PFOA-Anreicherung erfolgte. Ein Vergleich mit dem HBM-II-Wert zeigt, dass in Gruppe A im Jahr 2023 bei ca. 38 % der Teilnehmenden die PFOA-Werte über dem HBM-II-Wert lagen (ca. 82 % in 2018), bei dessen Überschreitung gesundheitliche Auswirkungen nicht ausgeschlossen werden können. Die Ergebnisse machen deutlich, dass vor allem ein langjähriger Konsum von verunreinigtem Trinkwasser zu einer messbaren Anreicherung von PFOA im Körper geführt hat. Gleichzeitig zeigt sich, dass die Maßnahmen der Wasserversorgungsunternehmen zur PFAS-Reduzierung erfolgreich sind (siehe Kap. 3.3.1).

In Gruppe B (PFAS-Exposition über Verunreinigungen im Boden und Grundwasser) und Gruppe C (Kontrollgruppe ohne zusätzliche PFAS-Verunreinigung im Boden, Trink- oder Grundwasser) lagen die PFOA-Konzentrationen von Anfang an im Median deutlich niedriger als in Gruppe A. Personen aus Gruppe B hatten PFOA-Konzentrationen im Blut, die im Median

um etwa 1 $\mu\text{g/l}$ höher lagen als in der Gruppe C. In diesen Gruppen nahmen die PFOA-Konzentrationen dennoch im Median um etwa 10 % bzw. 35 % ab. In Gruppe C lagen keine gemessenen PFOA-Werte oberhalb des HBM-II-Wertes und in Gruppe B nur eine geringfügige Anzahl darüber.

Neben PFOA wurden auch andere PFAS wie PFOS, PFNA, PFHxS oder PFBS erfasst, die jedoch weniger auffällig waren als die PFOA-Werte. Die Konzentrationen bewegten sich hier meist im niedrigen einstelligen Mikrogrammbereich oder darunter. Während es bei PFOS innerhalb des Untersuchungszeitraums bei allen drei Gruppen nur zu vereinzelten Überschreitungen des HBM-II-Wertes kam (20 $\mu\text{g/l}$ für die Allgemeinbevölkerung bzw. 10 $\mu\text{g/l}$ für Frauen im gebärfähigen Alter), liegen für die anderen untersuchten PFAS bislang keine Beurteilungswerte vor.

Die Ergebnisse der Blutkontrolluntersuchungen lieferten wichtige Hinweise für die gesundheitliche Bewertung und flossen auch in die Kommunikation mit der Bevölkerung ein.

Die Ergebnisse der drei Untersuchungsrunden 2018, 2020 und 2023 sind in folgenden Berichten auf der Seite des Landesgesundheitsamts **hier** zu finden.

⁵ <https://link.springer.com/article/10.1007/s00103-018-2709-z> und <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2018.5194>

3 Umgang mit dem Schadensfall



Nach Bekanntwerden der PFAS-Verunreinigung wurde eine Vielzahl von Maßnahmen ergriffen, um den Schutz der Bevölkerung und der Umwelt sicherzustellen. Dies umfasste insbesondere auch Maßnahmen zur Sicherstellung der Verbrauchersicherheit in Hinblick auf die öffentliche Trinkwasserversorgung und die Lebensmittelsicherheit.

Viele Maßnahmen sind dabei sowohl für die Region Rastatt/Baden-Baden als auch für Mannheim relevant. Diese sind in Kapitel 3.1 erläutert. Weitere Maßnahmen, die in Mannheim ergriffen wurden, finden sich in Kapitel 3.2. Aufgrund der unterschiedlichen Betroffenheit wurde in der Region Rastatt/Baden-Baden darüber hinaus ein Gesamtkonzept mit weiteren Maßnahmen erarbeitet. Dies wird in Kapitel 3.3 beschrieben.

Über die aktuellsten Erkenntnisse und ergriffenen Maßnahmen wurde und wird regelmäßig informiert. Seit Einrichtung der Stabsstelle PFAS am Regierungspräsidium Karlsruhe im Jahr 2017 werden umfassende Informationen systematisch zusammengestellt. Die **Informationshomepage** wird seitdem fortlaufend aktualisiert. Auch auf den Seiten der Stadt Baden-Baden und des Landratsamts Rastatt gibt es viele Informationen für Bürgerinnen und Bürger (u. a. Präsentationen der Bürgerinfoveranstaltungen, der alljährliche Oberflächenmonitoringbericht, der PFAS-Newsletter oder die Pressemitteilung für die Gartenbewässerung).

Basierend auf einem Beschluss des Landtags vom 27. Oktober 2016 (Landtagsdrucksache 16/513) wurde dem Landtag seit dem ersten Halbjahr 2017 regelmäßig berichtet. Seit 2019 werden diese Berichte als **regelmäßige Statusberichte** auf der Homepage der Stabsstelle PFAS veröffentlicht und in den betroffenen Regionen zusätzlich durch die zuständigen Behörden der Stadt- und Landkreise verbreitet. Die Berichte bieten einen umfassenden Einblick in den aktuellen Stand der PFAS-Verunreinigung, der angewendeten Maßnahmen sowie der laufenden Untersuchungen.

Wie bereits in Kapitel 2 beschrieben, zeigen die Verunreinigungen in den Regionen Rastatt/Baden-Baden und Mannheim eine große räumliche, jedoch nicht flächendeckende Ausdehnung. Im Boden besteht ein großes Reservoir an Vorläuferverbindungen, welches kontinuierlich PFAS ins Grundwasser nachliefert. Die unterschiedlichen Umweltmedien (Boden, Wasser, Pflanzen, Tiere, Mensch) nehmen dabei jeweils verschiedene PFAS-Substanzen auf bzw. transportieren diese weiter. Nach derzeitigem Wissensstand ist eine vollständige Sanierung des großräumigen und komplexen Schadensfalls in den Regionen Rastatt/Baden-Baden und Mannheim nicht mit verhältnismäßigem Aufwand möglich (mehr zum Thema Sanierungsverfahren in Kapitel 3.3.4 und Kapitel 4.4). Viele der Maßnahmen sind daher dauerhaft nötig, um in den Regionen die Verbrauchersicherheit sicherzustellen.

3.1 Maßnahmen der Landwirtschaft zur Verbrauchersicherheit

Für die Absicherung der Nutzung landwirtschaftlicher Erzeugnisse wurde frühzeitig ein umfangreiches Maßnahmenpaket für die Regionen Rastatt/Baden-Baden und Mannheim entwickelt (siehe auch Kap. 2.4).



Anbauanforderungen und Lebensmittelsicherheit

Zwei zentrale Bausteine dieses Vorgehens sind das Vor-Ernte-Monitoring (VEM) und das sogenannte Bewirtschaftungs-und-Minimierungskonzept(BeMiKo)-Verfahren. Wichtig hierfür ist die fortlaufende Erarbeitung von Anbauempfehlungen, die über verschiedene Forschungs- und Analysetätigkeiten entwickelt und den Landwirtinnen und Landwirten zur Verfügung gestellt werden (mehr zum Ableitungsprozess der Empfehlungen findet

sich in Kapitel 4.2). Die aktuellen Anbauempfehlungen sind im Internet **hier** zu finden (Überschrift Anbauempfehlungen).

Aufgrund der sich verändernden Anbauanforderungen hinsichtlich des Klimawandels und widerstandsfähiger, vielfältiger Fruchtfolgen werden die Empfehlungen in regelmäßigen Abständen durch neue Versuchsergebnisse erweitert.

Vor-Ernte-Monitoring (VEM)

Das VEM wurde als präventives Instrument eingeführt, um eine gesundheitlich unbedenkliche Vermarktung pflanzlicher Erzeugnisse und den Erhalt landwirtschaftlicher Produktionsmöglichkeiten sicherzustellen. Es richtet sich an Landwirtinnen und Landwirte, deren Flächen als PFAS-verunreinigt gelten oder mit potenziell verunreinigtem Bewässerungswasser bewässert wurden.

Hierfür werden jährlich die angebauten Kulturarten ermittelt und die zu untersuchenden Flächen abhängig von Kulturart und Grad der PFAS-Verunreinigung ausgewählt. Es werden dann pro Parzelle gezielt Proben vor der Ernte entnommen und auf PFAS untersucht. Sind die Proben auffällig (liegt also eine Überschreitung der Beurteilungswerte vor), erfolgt ein Verkaufsverbot als Lebensmittel, das Erntegut kann ggf. unter Auflagen als Futtermittel verwendet werden. Unter welchen Bedingungen ein Futtermittel als solches verwendet werden kann, beurteilt die amtliche Futtermittelüberwachung einzelfallbezogen, um einen Eintrag in die Lebensmittelkette zu vermeiden. Dies kann jedoch auch die Entsorgung des Ern

teguts bedeuten. Im Fall einer möglichen Verfütterung wird mit dem jeweils betroffenen Betrieb eine individuell abgestimmte Vorgehensweise und Rationsgestaltung erarbeitet, um das Risiko eines Übergangs von PFAS aus Futtermitteln in essbares tierisches Gewebe zu minimieren. Bei Verfütterung an lebensmittelliefernde Tiere erfolgt eine Benachrichtigung der amtlichen Lebensmittelüberwachung, die in der Folge bei anstehenden Schlachtungen das Fleisch und die Innereien der Tiere in der Regel vor der Vermarktung beprobt.

Die amtliche Lebensmittelüberwachung ergänzt das VEM um systematische und stichprobenhafte Kontrollen pflanzlicher und tierischer Produkte wie Obst, Gemüse, Eier, Fleisch, Milch und Honig. In einzelnen Fällen – etwa bei Leber- und Nierenproben und in Fischen – wurden Werte über dem Höchstgehalt bzw. Beurteilungswert gemessen, sodass diese nicht in den Verkehr gebracht wurden oder entsprechende Verzehrempfehlungen ausgesprochen wurden. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die in Verkehr gebrachten Lebensmittel für Verbraucherinnen und Verbraucher sicher sind.

Bewirtschaftungs- und Minimierungskonzept (BeMiKo)

Ziel des Konzeptes ist es, den Eintrag von PFAS in die Lebensmittelkette nachhaltig zu reduzieren. Dabei werden alle – durch Forschungsprojekte, Anbauversuche und das VEM – erarbeiteten Erkenntnisse auf den Einzelbetrieb übertragen. Es werden die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen und des VEM von der BeMiKo-Managerin bzw. dem BeMiKo-Manager erläutert und gemeinsam mit jedem Betrieb wird ein spezifisches BeMiKo erarbeitet. Dieses beinhaltet im Wesentlichen, dass auf der Basis der Anbauempfehlungen, bis auf die einzelnen landwirtschaftlichen Schläge heruntergebrochen, Fruchtfolgen geplant werden, welche den Anbau stark PFAS-anreichernder Kulturen auf Böden mit erhöhten PFAS-Gehalten vermeiden. Die verstärkte individuelle Begleitung der Betriebe hilft, die sehr komplexe Planung der Bewirtschaftung unterschiedlich verunreinigter Flächen umzusetzen.

Kernpunkte des BeMiKo-Verfahrens sind:

- Vermeidung von Kulturen mit starker PFAS-Aufnahme. Sofern möglich, Ersatz mit Kulturen geringer PFAS-Aufnahme.
- Alternative Nutzungsformen: Bei besonders verunreinigten Flächen wird über eine Umstellung auf eine Nutzung außerhalb der Lebens- oder Futtermittelproduktion nachgedacht, beispielsweise für Energiepflanzen, industriell nutzbare Pflanzen oder eine Stilllegung.
- Beratung zur Umsetzung von Anbauempfehlungen und sonstigen Vorgaben.

Das einzelbetriebliche BeMiKo hat wesentlich zum Erfolg des Projektes beigetragen. Mit Blick auf die Vielgestaltigkeit der betrieblichen Strukturen, der spezifischen Anbaubedingungen und Vermarktungskonzeptionen stellt dies keine Routineaufgabe dar und es ist eine intensive Interaktion und Kommunikation mit den Betrieben erforderlich.

Dieses erfolgreiche Konzept zwischen Landwirtinnen und Landwirten, Behörden sowie Verbraucherinnen und Verbrauchern wurde zum großen Nachteil aller Betroffenen nach dem 31. Dezember 2022 nicht verlängert, da die Finanzierung der Stelle nicht sichergestellt werden konnte.

Der Bedarf für eine langfristige individuelle Betreuung der betroffenen Landwirtinnen und Landwirte wird seitdem allerdings immer deutlicher. Das Risiko der „PFAS-Müdigkeit“ bei den Landwirtinnen und Landwirten steigt, mit der Folge, dass wichtige Vorgaben, die die Lebensmittelsicherheit und den Verbraucherschutz sicherstellen, nicht mehr eingehalten werden. Die Verankerung einer festen Stelle einer BeMiKo-Managerin bzw. eines BeMiKo-Managers sollte angestrebt werden.

Erfreulich ist die hohe Bereitschaft der Betriebe, aktiv mitzuarbeiten, wodurch sie auch ihrer Verantwortung als Erzeuger von Lebensmitteln gerecht werden. Sofern sich ein Betrieb im Einzelfall für den Anbau einer Kultur entschieden hat, die nicht in Einklang mit den Anbauempfehlungen steht, obwohl zum Zeitpunkt der Aussaat die PFAS-Verunreinigung im Boden bereits bekannt war, muss der Betrieb die Ware vor der Vermarktung auf eigene Kosten auf PFAS untersuchen lassen und nachweisen, dass die Erzeugnisse den jeweils für Lebensmittel bzw. Futtermittel geltenden Bestimmungen entsprechen.

Zusätzlich zu den Kontakten im Rahmen der beschriebenen Maßnahmen erfolgen regelmäßige Informationsveranstaltungen, in denen zu den Ergebnissen des jeweiligen Jahres und allgemeinen Entwicklungen, den Ergebnissen der Versuche am LTZ oder zu weiteren neuen Erkenntnissen berichtet wird.

Bienenhaltung

In der Region Mannheim wird verhältnismäßig häufig Raps angebaut. Es hat sich gezeigt, dass Bienenhonig, der vorwiegend von Rapsblüten aus dem PFAS-verunreinigten Gebiet stammt, regelmäßig die Beurteilungswerte überschreitet. Daher

wurden in der Region Mannheim betroffene private Imkerinnen und Imker durch gezielte Ansprache über die zu treffenden Vorkehrungen (z. B. eine Umstellung von Bienenkästen) informiert.

Maßnahmen für die Bewässerung

Eine landwirtschaftliche Erzeugung unter den Boden- und Witterungsbedingungen des Oberrheingrabens ist bei vielen Kulturen auf die Möglichkeit einer Beregnung angewiesen. Gerade in trockenen Frühjahren ist während der Keimzeit der Pflanzen häufig eine Wassergabe für den Erfolg entscheidend. Ebenso bei kurzen, sehr trockenen Phasen im Verlauf der Vegetationsperiode, wie sie im Gebiet häufig auftreten. Besonders Sonderkulturen wie Beeren, aber auch Spargel und sonstiges Gemüse haben einen hohen Wasserbedarf, der bereits in Jahren mit mittleren Niederschlagsmengen nicht ohne zusätzliche Bewässerung gedeckt werden kann.

Um sicherzustellen, dass die zur Bewässerung verwendeten Brunnen Wasser in geeigneter Qualität liefern können, werden seit 2015 regelmäßige Beprobungen der Bewässerungs-

brunnen durchgeführt. Dabei wird das Wasser auf PFAS untersucht. Je nach Verunreinigungsgrad erfolgt die Einstufung in:

- uneingeschränkt nutzbar,
- eingeschränkt nutzbar (Bewässerungsmenge < 200 mm in Abhängigkeit vom Grad der Verunreinigung),
- nicht nutzbar (bei Überschreiten der Bewertungsmaßstäbe).

Dies gilt analog auch für Brunnen, die zum Tränken von landwirtschaftlichen Nutztieren verwendet werden. Für die Einstufung Bewässerung „beschränkt“ und „verboten“ liegen für alle Jahre die jeweils aktuellen Vorgaben zur Bewässerung zugrunde.



Zuwendungsprogramm für PFAS-Aktivkohle-Reinigungsanlagen

Um auch Betrieben, die nur Zugang zu Brunnen mit Wasser haben, deren PFAS-Gehalte oberhalb der Bewertungsmaßstäbe liegen, eine Bewässerung mit nicht verunreinigtem Wasser zu ermöglichen und sie bei der hohen zusätzlichen Kostenbelastung zu unterstützen, wurden vom Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR) zwei Pilotprojekte zur PFAS-Reinigung von Bewässerungswasser mit Aktivkohlefiltern durchgeführt: ein Pilotversuch 2015 im Kleinmaßstab und ein **Pilotversuch mit einer Praxisanlage 2019 bis 2020**. Mit beiden Projekten konnte erfolgreich nachgewiesen werden, dass durch geeignete

Filtertechnik unter Einsatz von Aktivkohle nicht nur langkettige, sondern auch kurzkettige PFAS vollständig aus dem Bewässerungswasser entfernt werden können. Diese Erkenntnisse dienen seither als Grundlage für die Bereitstellung von finanziellen Mitteln für die modellhafte Gewährung einer Zuwendung zur Unterstützung von PFAS-Reinigungsanlagen.

Bis Ende 2024 wurden in der Region Rastatt/Baden-Baden sieben solcher Anlagen mit einem Zuwendungsvolumen von rund 234.000 Euro bewilligt. Fünf Anlagen sind in Betrieb. Etwas mehr als 117.000 Euro wurden bisher ausbezahlt.

Förderprojekt „Gemeinschaftliche Bewässerungsinfrastruktur“ Mannheim

Durch die Untere Bodenschutz- und Wasserbehörde der Stadt Mannheim wurden Fördermittel aus dem Förderprogramm **„Gemeinschaftliche Bewässerungsinfrastruktur“** für eine Machbarkeitsstudie beantragt und vom MLR bereitgestellt. In der Studie wird eine gebiets- und umweltverträgliche landwirtschaftliche Bewässerung

unter der Voraussetzung steigender PFAS-Gehalte im Grundwasserkörper sowie der langfristigen klimatischen Entwicklungen untersucht. Ziel ist, eine Grundlage zur Schaffung einer alternativen gemeinschaftlichen Bewässerungsinfrastruktur zu erarbeiten.

Empfehlungen für Gartenbrunnen

In der Region Rastatt/Baden-Baden sind auch viele private Gartenbrunnen von den großräumigen PFAS-Fahnen im Grundwasser betroffen. Mithilfe des Grundwassermodells werden Gemeinden und Ortsteile identifiziert, in denen das Grundwasser

möglicherweise eine PFAS-Verunreinigung aufweist. Für diese Bereiche wird jährlich die Empfehlung ausgesprochen, die Gärten nur mit Trink- oder Regenwasser zu bewässern, und **entsprechend** informiert.

3.2 Spezifische Maßnahmen in Mannheim

Da die Betroffenheit in Mannheim vor allem im Bereich der Landwirtschaft liegt, fokussieren sich die Maßnahmen in dieser Region derzeit ebenfalls auf landwirtschaftliche Böden. Auf diesen wird durch die unter Kapitel 3.1 getroffenen Maßnahmen die Verbrauchersicherheit gewährleistet. Über die Thematik wird auf der **Webseite** der Stadt Mannheim und regelmäßig im Gemeinderat informiert.

Neben den landwirtschaftlichen Maßnahmen, die in Kapitel 3.1 erläutert wurden, werden betroffene Eigenwasserversorgungen mindestens jährlich durch das Gesundheitsamt Mannheim beprobt. Die betroffenen Verbraucherinnen und Verbraucher sind entsprechend informiert.



3.3 Gesamtkonzept der Region Rastatt/Baden-Baden

In der Region Rastatt/Baden-Baden sind die Betroffenheiten vielfältig. Anders als in Mannheim sind hier neben der Landwirtschaft auch Brunnen der öffentlichen Trinkwasserversorger betroffen. Mehrere Siedlungen werden von verunreinigtem Grundwasser unterströmt und grenzen an verunreinigte Äcker, sodass bei der Gartenbewässerung, Infrastruktur

maßnahmen oder Baugebieten immer die lokale PFAS-Konzentration berücksichtigt werden muss. Aus diesem Grund wurde für die Region ein PFAS-Gesamtkonzept erarbeitet (Abbildung 12). Dieses greift die in Kapitel 3.1 genannten Maßnahmen auf, beinhaltet jedoch weitere Aspekte.

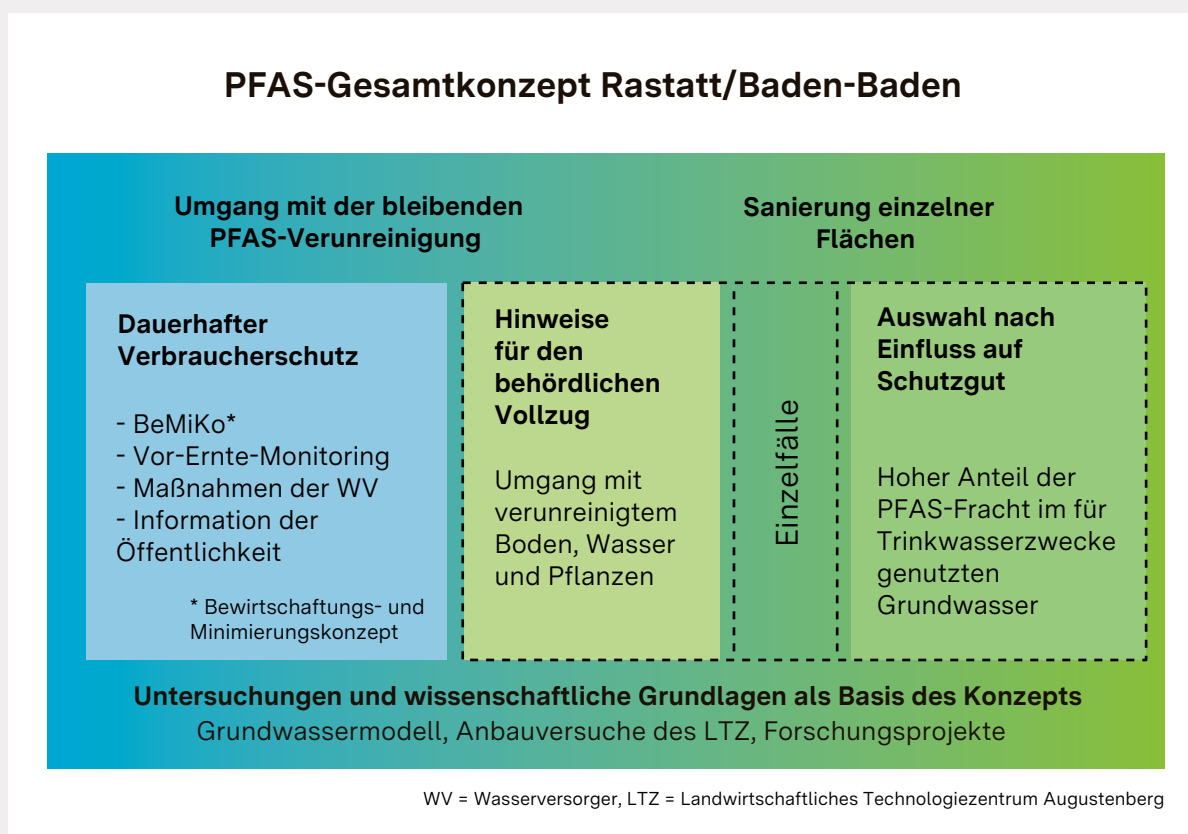


Abbildung 12: Überblick PFAS-Gesamtkonzept der Region Rastatt/Baden-Baden

Wie bereits dargestellt, werden voraussichtlich langfristig Maßnahmen nötig sein, um den Verbraucherschutz gewährleisten zu können. Zusätzlich beschäftigt sich das Gesamtkonzept jedoch auch mit einer Auswahl und Priorisierung von PFAS-verunreinigten Flächen, die in Hinblick auf besonders hochrangige Schutzgüter – wie beispielsweise das als Trinkwasserressource genutzte Grundwasser – saniert werden sollten. Das Gesamtkonzept basiert auf allen Erkenntnissen, die im Rahmen der bereits durch-

geführten Untersuchungen, Forschungen und Entwicklungen gewonnen wurden.

Zu den bereits in Kapitel 3.1 beschriebenen Maßnahmen der Landwirtschaft kommen noch die Maßnahmen der Wasserversorger sowie regelmäßige Information der Öffentlichkeit, Hinweise für den behördlichen Vollzug und die Sanierung einzelner Flächen hinzu. Diese werden in den folgenden Kapiteln erläutert.

3.3.1 Maßnahmen der öffentlichen Wasserversorgung

Nach der Feststellung der PFAS-Verunreinigung in 2013 wurden umgehend Maßnahmen ergriffen, um eine sichere Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser zu gewährleisten. Neben dem verstärkten Grundwassermonitoring (siehe Kapitel 2.2) bestehen diese für die öffentliche Wasserversorgung in der Region Rastatt/Baden-Baden aus:

- einem verbesserten Entnahmemanagement: Hier wird eine Verbesserung der Wasserqualität erreicht, indem Wasser aus Ersatz- oder Ausweichbrunnen entnommen wird, die nicht verunreinigt sind.
- der Außerbetriebnahme einzelner Brunnen mit hohen PFAS-Gehalten.
- dem Aufbau von Verbundleitungen zwischen unterschiedlichen Versorgungsgebieten.
- der Erschließung neuer, nicht verunreinigter Ressourcen.
- der Wasseraufbereitung in den Wasserwerken. Hierbei werden PFAS gezielt aus dem Rohwasser entfernt. Um die Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen an Trinkwasser zu gewährleisten, werden im Landkreis Rastatt und in Baden-Baden die folgenden Aufbereitungsverfahren eingesetzt:
 - reine adsorptive Aktivkohle-Verfahren, bei denen Wasser über Aktivkohle geleitet wird und die PFAS so an die Aktivkohle gebunden und dem Wasser entzogen werden.
 - reine Abscheideverfahren, wie Umkehrosmose im Bypassverfahren. Das Konzentrat wird anschließend mit Aktivkohle gereinigt, bevor es in den Vorfluter geführt wird.
 - Kombination: Hier wird eine Kombination aus Umkehrosmose, Aktivkohleadsorption und Zumischung von nicht verunreinigtem Trinkwasser durchgeführt.

Seit 2014 förderte das Land in der Region Rastatt/Baden-Baden zwölf derartige Vorhaben mit einem Zuwendungsvolumen von

rund 9,6 Millionen Euro über die Förderrichtlinie Wasserwirtschaft. Zuletzt konnten im Juli 2025 beispielsweise drei neue Tiefbrunnen am Wasserwerk Ottersdorf in Betrieb genommen werden. Damit konnte das Projekt der Erweiterung des Wasserwerkes Ottersdorf, welches in vier Bauabschnitte unterteilt war, mit Zuwendungen in Höhe von insgesamt rund 3,2 Millionen Euro erfolgreich abgeschlossen werden.

Darüber hinaus werden derzeit mit Hilfe einer Pilotanlage in einem Rastatter Wasserwerk Abreinigungsversuche mittels Ionenaustauscherharzen durchgeführt. Mit Hilfe der Anlage soll die sogenannte erweiterte Wirksamkeitsprüfung erfolgen, die für eine Zulassung als Trinkwasseraufbereitungsverfahren notwendig ist.

Im Landkreis Rastatt sowie im Stadtkreis Baden-Baden sind 18 Eigenwasserversorgungsanlagen von PFAS-Verunreinigungen im Trinkwasser betroffen. Das Gesundheitsamt berät die Betreiber hinsichtlich der Möglichkeit einer Aufbereitung oder Nutzungseinschränkungen. Darüber hinaus nahmen die zuständigen Behörden Kontakt mit den in der Nähe liegenden öffentlichen Wasserversorgern auf – mit der Bitte um Prüfung einer Anschlussmöglichkeit. Im Landkreis Rastatt konnten so einige Trinkwasseranbindungen erfolgreich bewerkstelligt werden. Ein vollumfänglicher Anschluss aller betroffenen Eigenwasserversorger im Landkreis Rastatt sowie im Stadtkreis Baden-Baden wird nicht möglich sein, unter anderem auch, da die Gehöfte teilweise sehr weit von öffentlichen Trinkwassernetzen entfernt liegen.

Die Aufbereitung in den betroffenen Anlagen erfolgt, nach Beratung durch die Gesundheitsämter, häufig mittels Aktivkohleaufbereitung. Diese Art der Aufbereitung funktioniert auch bei solchen kleinen Anlagen gut, sodass die gesetzlich notwendigen PFAS-Konzentrationen eingehalten werden können.

Weitere Informationen zu den Maßnahmen der Wasserversorger finden sich auf deren Webseiten. Diese sind verlinkt unter **Trinkwasser – Regierungspräsidium Karlsruhe**.

3.3.2 Information der Öffentlichkeit

Die Information der Öffentlichkeit zur PFAS-Problematik in der Region Rastatt/Baden-Baden wurde kontinuierlich ausgebaut, um die Bürgerinnen und Bürger sowohl zu sensibilisieren als auch auf dem Laufenden zu halten. Die Maßnahmen zur öffentlichen Kommunikation umfassten dabei verschiedene Kanäle, von Pressemitteilungen und Bürgerinformationsveranstaltungen bis hin zu regelmäßigen Informationen über die Homepage der PFAS-**Geschäftsstelle des Landratsamts Rastatt**, der **Stadt Baden-Baden** sowie der **Stabsstelle PFAS** des Regierungspräsidiums Karlsruhe.

Zeitnah nach Schadensentdeckung fanden in der Region Rastatt/Baden-Baden **erste Informationsveranstaltungen und Vorträge** vor

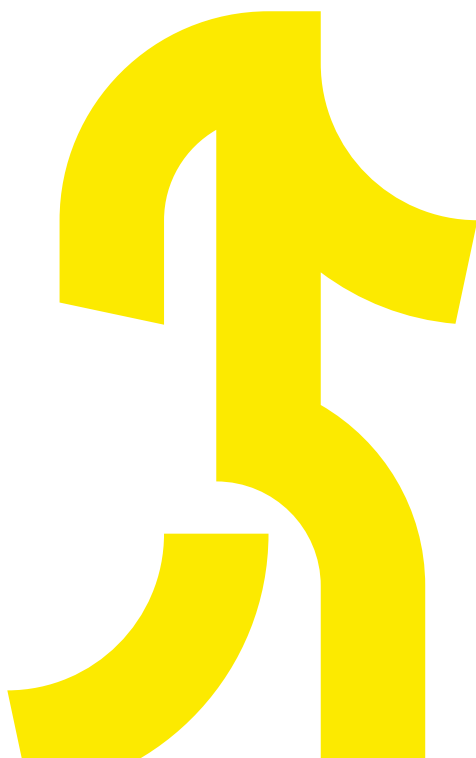
Ort statt. Seither fanden diese Veranstaltungen regelmäßig statt und wurden jeweils vom Landratsamt Rastatt und der Stadt Baden-Baden organisiert und vor Ort durchgeführt. Über zentrale Themen wie die Bodenverunreinigung und Trinkwasserqualität wurde in offenen Foren informiert.

In den letzten Jahren sank das öffentliche Interesse und die Besucherzahlen der Bürgerinformationsveranstaltungen in der Region Rastatt/Baden-Baden gingen zurück. Daher verlagerte sich die Informationsbereitstellung auf online abrufbare Angebote. Die Unterlagen der Bürgerinformationen sind online einsehbar für die Veranstaltungen in **Rastatt** und **Baden-Baden**.

3.3.3 Hinweise für den behördlichen Vollzug

In verschiedenen Bereichen konnten durch das Zusammenwirken aller Beteiligten konkrete Vorgaben und Hilfestellungen erstellt werden, um effektiv, rechtssicher und einheitlich auf die komplexen Herausforderungen des flächenhaften und großräumigen Schadensfalles in der Region Rastatt/Baden-Baden reagieren zu können. Es wurden unter Federführung der

Stabsstelle PFAS Hinweise für den behördlichen Vollzug für wiederkehrende Fragestellungen erarbeitet, die unter Berücksichtigung der Besonderheiten des Schadensfalles in der Region Rastatt/Baden-Baden und der damit einhergehenden Rahmenbedingungen einen einheitlichen Lösungsansatz in der Region erforderlich machten.



3.3.4 Sanierungen von Grundwasser und einzelnen Flächen

Die Sanierung von PFAS-verunreinigten Böden und Grundwässern ist eine große technische Herausforderung. Das liegt vor allem an der chemischen Struktur der PFAS: Sie sind extrem stabil, zum Teil wasserlöslich und grundsätzlich schwer abbaubar. Klassische Sanierungsverfahren, wie sie bei anderen Schadstoffen genutzt werden, sind bei PFAS deshalb oftmals nicht wirksam. Dennoch gibt es mittlerweile eine Reihe von Verfahren, die zumindest technisch machbar sind – jedoch im Falle des flächenhaften und großräumigen Schadensfalles in den Regionen Rastatt/Baden-Baden und Mannheim nicht mit verhältnismäßigem Aufwand realisierbar und umsetzbar sind.

Besonders für die Sanierung von Grundwasser bestehen etablierte Verfahren wie Sorption an Aktivkohle, Nanofiltration über Membranen oder Umkehrosmose (siehe dazu auch Kap. 3.3.1). Diese Verfahren sind meist „ex situ“, das heißt: Das Grundwasser muss entnommen und gereinigt werden. In-situ-Verfahren, wie die Aktivkohleinjektion direkt in den Untergrund,

sind in der Weiterentwicklung, aber noch nicht flächendeckend einsetzbar (siehe Kap. 4.4).

Die langfristige Sanierung von PFAS-verunreinigten Böden ist eine große Herausforderung. Es gibt derzeit keine Verfahren, die in situ, also direkt im Boden ansetzen, und auch keine Ex-situ-Verfahren, die großflächig anwendbar sind und gleichzeitig die Bodenfruchtbarkeit erhalten. Die gängigsten derzeitigen Optionen sind Aushub und Deponierung, Hochtemperaturverbrennung, thermische Desorption und Bodenwäsche⁶. Bei all diesen Verfahren gehen wichtige Funktionen des Bodens verloren bzw. werden zerstört. Eine landwirtschaftliche Nutzung ist deshalb nach einer Behandlung in der Regel nicht mehr möglich.

Dementsprechend besteht weiterhin ein großer Forschungsbedarf, um geeignete Sanierungsverfahren zu entwickeln. Entsprechende Forschungen wurden und werden dabei vom Land initiiert und unterstützt (siehe Kap. 4.4).

Durchgeführte Sanierungen

Bislang wurden nur wenige Flächen saniert. Zum einen dauerte es bis 2022, bis das gesamte Ausmaß der Verunreinigung bekannt war, um ein geeignetes Konzept für die Auswahl und Priorisierung der zu sanierenden Flächen zu erstellen.

Zum anderen sind die Sanierungsoptionen begrenzt und die Verhältnismäßigkeit zwischen Nutzen und Aufwand ist häufig nicht gegeben. Daher wurden bisher vor allem

Projekte im Rahmen der Siedlungsentwicklung umgesetzt. Hierzu gehört beispielsweise die **Sicherung von Flächen im Zustrom des Wasserwerks Balzhofen** im Zusammenhang mit der Erschließung eines neuen Gewerbegebiets. Hier wird durch die flächenhafte dauerhafte Versiegelung die Auswaschung von PFAS ins Grundwasser weitgehend unterbunden, die PFAS verbleiben jedoch weiterhin im Untergrund.

⁶ PFAS-Sanierung in Böden und Grundwasser | Umweltbundesamt

Geplante Sanierungen

Angesichts des Ausmaßes der Verunreinigung ist eine umfassende Sanierung der Gesamtfläche nicht möglich. Aus diesem Grund werden sich zukünftige Sanierungsmaßnahmen auf solche Flächen konzentrieren, deren Sanierung eine deutliche Verbesserung im Hinblick auf das sensibelste betroffene und zu schützende Gut bewirken. Hier kommt dem als Trinkwasser genutzten Grundwasser ein hoher Stellenwert zu. Für zukünftige Sanierungen wurde daher auf Basis des Grundwassermodells der LUBW eine Methode erarbeitet, mit der Flächen ausgewählt werden, deren gezielte Sanierung einen maßgeblichen Einfluss auf das für die öffentliche Trinkwasserversorgung genutzte Grundwasser hat.

Derzeit werden auf mehreren PFAS-verunreinigten Flächen Sanierungsmaßnahmen vorbereitet. So wird beispielsweise im großräumig untersuchten Teilbearbeitungsgebiet Steinbach-Bühl-Vimbuch auf die nun abgeschlossene Detailuntersuchung eine Sanierungsuntersuchung folgen. Auch im Teilbearbeitungsgebiet Baden-Baden-Oos, im Einzugsgebiet des Wasserwerks Sandweier, wurde eine Sanierungsuntersuchung angeordnet, die derzeit jedoch noch Gegenstand einer gerichtlichen Auseinandersetzung ist.



4 Forschungsprojekte

Die PFAS-Verunreinigung in der Region Rastatt/Baden-Baden und später auch Mannheim wurde im Jahr 2013 festgestellt. Zu diesem Zeitpunkt war vieles bzgl. der Stoffgruppe PFAS noch unbekannt. Es mussten daher unterschiedliche Untersuchungen und Forschungsprojekte durchgeführt werden, um ein besseres Verständnis der Verlagerungsmechanismen und der Analytik herzustellen. Hierzu wurden verschiedene Forschungsprojekte initiiert und

durch das Land mit etwa 6,5 Millionen Euro finanziell unterstützt. Bedeutende Vorhaben stellten dabei die im Rahmen von BWPLUS mit etwa 2,1 Millionen Euro geförderten Projekte FluorTECH, PROSPeCT, SiWaPFC und PFAS-Immo dar. Die Forschung konzentrierte sich dabei auf Fragen zur Verlagerung von PFAS ins Grundwasser und in Pflanzen, zur Identifikation der PFAS-Vorläuferverbindungen sowie zu möglichen Sanierungsoptionen.

4.1 PFAS-Verlagerung von Böden ins Grundwasser

Um die Mechanismen der PFAS-Verlagerung vom Boden ins Grundwasser zu verstehen und modellieren zu können (siehe Kapitel 2.2), waren gezielte Forschungsprojekte unerlässlich.

Bedeutende Studien in diesem Kontext sind die **Untersuchung zur Tiefenverlagerung von PFAS des Landratsamts Rastatt** zusammen mit der **Entwicklung** und **Optimierung** der Messmethode EOF (2015–2019), das Forschungsprojekt **SiWaPFC** sowie Untersuchungen an **Lysimetern** in Zusammenarbeit mit dem LfU Bayern.

Bei dem im Jahr 2018 veröffentlichten Projekt Tiefenverlagerung wurde erkannt, dass im Oberboden in der Region Rastatt/Baden-Baden ein Reservoir an größtenteils unbekannten

PFAS-Vorläuferverbindungen vorhanden ist, das mit Hilfe des Feststoff-Summenparameters EOF – extrahierbares organisches Fluor – abgeschätzt werden kann (linke Seite in Abbildung 13). Diese unbekannten PFAS sind in der Regel größere, nur teilweise fluoriierte Moleküle, die im Oberboden verbleiben. Mit der Zeit werden von diesen jedoch perfluorierte Verbindungen abgespalten, die dann als mobile PFAS mit dem Sickerwasser ins Grundwasser gelangen. Dies lässt sich mit Untersuchungen im Eluat erkennen (rechte Seite in Abbildung 13). Die Gesamtmenge an wasserlöslichem organischem Fluor kann dabei über den AOF (adsorbierbares organisches Fluor) bestimmt werden. Direkt unter dem Pflughorizont sind auch im Eluat viele unbekannte Verbindungen zu finden, im Unterboden nur noch die bekannten Substanzen.

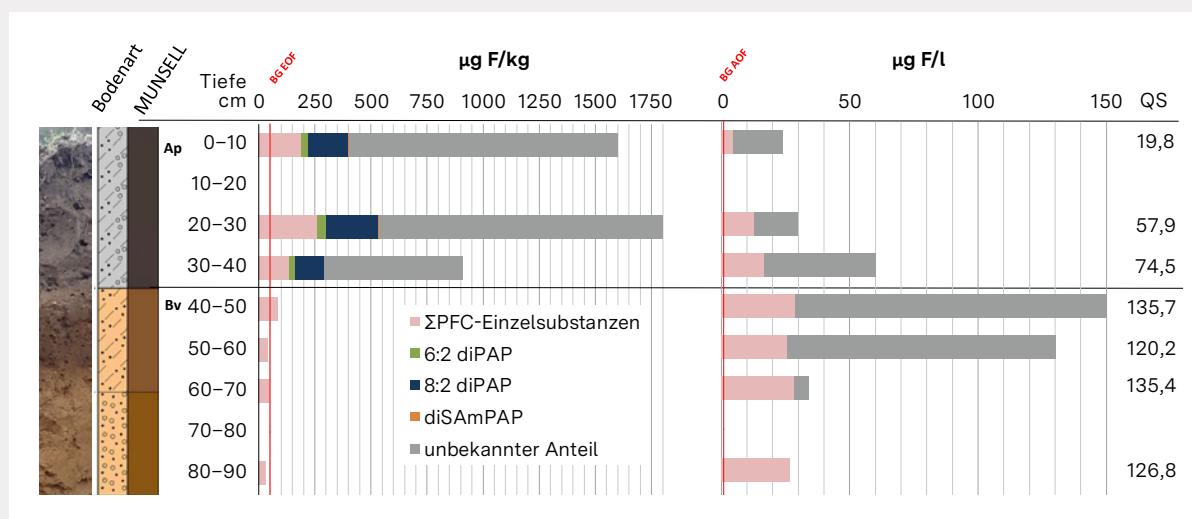


Abbildung 13: Links sind die Konzentrationen der im Boden fest gebundenen PFAS dargestellt, rechts die Analysenergebnisse im Eluat. Der Anteil an unbekannten PFAS ergibt sich aus der Differenz des Summenparameters EOF/AOF und den bekannten Einzelsubstanzen. Ap = Pflughorizont, Bv = Unterboden, 6:2 diPAP, 8:2 diPAP und diSAmPAP = bekannte teilfluorierte Vorläufersubstanzen, rosa = Summe der bekannten perfluorierten PFAS. Quelle: Landratsamt Rastatt

Die daraus resultierende Sickerwasserkonzentration und die Nachlieferungsrate von mobilen PFAS wurden experimentell in dem Projekt SiWaPFC (2018–2022) untersucht. Es zeigte sich: Je kürzer das abgespaltene PFAS-Molekül, desto schneller erreicht es das Grundwasser. Für die langfristige Prognose sind jedoch die Kombination aus der Größe des Reservoirs an Vorläuferverbindungen und die Nachlieferungsrate mobiler PFAS, welche von weiteren Standortbedingungen wie der Witterung oder der mikrobiologischen Aktivität abhängt, entscheidend. Für stark verunreinigte Böden in der Region Rastatt/Baden-Baden wurden dabei

weitere PFAS-Emissionen aus dem Oberboden noch für die nächsten Jahre bis Jahrzehnte prognostiziert.

Wie Untersuchungen an Lysimetern in dem Kooperationsprojekt mit dem LfU Bayern ergaben, würde durch einen Bodenaustausch der obersten 60 cm der Hauptteil des PFAS-Reservoirs entfernt und dadurch die Nachlieferung mobiler PFAS in das Grundwasser unterbunden. Ein solcher Austausch ist jedoch weder in finanzieller Hinsicht noch aus praktischen Gründen – wie beispielsweise der Frage nach der Entsorgung – in größerem Umfang möglich.

4.2 PFAS-Verlagerung von Böden in Pflanzen

Um den Transfer von PFAS vom Boden in die Pflanze besser zu verstehen, waren diverse Forschungsprojekte und die Untersuchung von Nachweismethoden notwendig.

Im Bereich der Nachweismethoden konnte das Projekt **EOFplus** („Optimierung der EOF-Analytik unter Berücksichtigung der Beiträge verschiedener Stoffklassen poly- und perfluorierter Verbindungen“) belegen, dass der Transfer in Pflanzen mit gezielter Einzelsubstanzanalytik auf ausgewählte PFAS ausreichend erfasst werden kann.

Die Aufnahme von PFAS vom Boden in Pflanzen wird zusätzlich durch **Freiland- und Aufwuchsversuche** des LTZ untersucht (siehe unten und Kap. 3.1).

Die Aufnahme von PFAS in Pflanzen und das Verhalten von Vorläufersubstanzen in Boden und Pflanzen untersuchten das Forschungsprojekt **PROSPeCT** („Sorptions- und Transferverhalten von PFAA und ausgewählten Präkursoren im Wirkungspfad Boden-Pflanze für die Gefahrenabschätzung und -bewertung von PFC-Kontaminationen“) sowie das vom Umweltbundesamt geförderte Projekt **FLUORTRANSFER**. Sowohl die Auswertung realer Felddaten als auch von Laborversuchen und der Literatur zeigten einen Transfer

von bestimmten PFAS aus dem Boden in Nutzpflanzen. Dieser erfolgt in Abhängigkeit von der Kettenlänge, das heißt, je kürzer das Molekül, desto höher die Aufnahme in Pflanzen. Die Aufnahme von PFAS erfolgt i. d. R. verstärkt in die grünen Pflanzenteile und ist zudem abhängig von der Pflanzenart und den Bodeneigenschaften.

Vorläufersubstanzen und langkettige PFAS werden nach bisherigen Untersuchungsergebnissen in geringerer Menge von Pflanzen aufgenommen als die kurzkettigen PFAS. Die Vorläufersubstanzen zerfallen unterschiedlich schnell und bilden kurz- und langkettige perfluorierte mobile PFAS, die wieder ins Wasser und in Pflanzen gelangen können. Langkettige PFAS verbleiben dabei eher im Boden. Die Umwandlungsgeschwindigkeit hängt von verschiedenen Umweltfaktoren ab.

Insgesamt zeigten die Studien, dass viele Faktoren das Verhalten der PFAS im Boden und die Aufnahme in Pflanzen beeinflussen, was die Vorhersage ihrer Transferwege erschwert und weiteren Forschungsbedarf schafft. Damit ist eine zuverlässige Berechnung von Transferfaktoren derzeit nicht möglich und das Vor-Ernte-Monitoring (siehe Kapitel 3.1) ist die beste Möglichkeit, um die Lebensmittelsicherheit zu gewährleisten.



Fortlaufende Untersuchungen des LTZ

Zudem führte und führt das LTZ seit 2015 auch **praxisnahe Anbauversuche** auf PFAS-verunreinigten Böden durch. Diese Gefäßversuche im Gewächshaus und mehrjährigen Feldversuche auf zwei stark verunreinigten Standorten und wechselnden Flächen von Landwirtinnen und Landwirten sollen klären, welche Kulturen unter realen Bedingungen möglichst geringe PFAS-Gehalte aufweisen und sich daher für den Anbau auf betroffenen Flächen eignen. Nach Versuchen mit den Hauptanbaukulturen der Region (wie Winterweizen, Mais, Soja oder Raps) folgen Versuche mit Kulturen, die beispielsweise besser an den Klimawandel angepasst sind, der heimischen Eiweiß- und Ölproduktion dienen oder anderweitig interessant für die Vermarktung durch die Betriebe sind.

Die Ergebnisse zeigten: Die Wahl der Kulturart ist entscheidend für die Minimierung der PFAS-Aufnahme. Während einige Pflanzen – z. B. Sojabohnen – hohe Gehalte aufwiesen, blieben andere wie Gerstenkörner oder Zwiebelknollen unterhalb relevanter Schwellenwerte. Die PFAS-Aufnahme schwankt dabei jährlich entsprechend den Anbaubedingungen im Jahr – so wurde beobachtet, dass Paprika und Kartoffeln bei Trockenstress mehr PFAS aufnehmen, wobei Weizen und Lupinen dies nicht zeigten. Die Ergebnisse der Anbauversuche sind eine maßgebliche Grundlage der Anbauempfehlungen für PFAS-verunreinigte Böden (siehe Kap. 3.1).

4.3 PFAS-Fingerprint

Mit dem Forschungsprojekt **FluorTECH** gelang der experimentelle Nachweis, dass mit PFAS imprägnierte Papierfasern für die schädliche Bodenveränderung in den Regionen Rastatt/Baden-Baden und Mannheim tatsächlich ursächlich sein können. Es konnte gezeigt werden, dass PFAS-Substanzklassen, die in technischen Papierbeschichtungsmitteln und in Papier-Rückstellproben aus dem relevanten Zeitraum enthalten waren, auch in den Böden der Regionen Rastatt/Baden-Baden und Mannheim zu finden sind. Da sich diese größeren Moleküle jedoch in der Umwelt unter Freisetzung mobiler PFAS umwandeln und in den Böden in der Regel eine Mischung aus mehreren Papierschlamm-lieferungen vorliegt, konnte kein charakteristischer „Fingerprint“ gefunden werden, der ein konkretes Beschichtungsmittel eindeutig mit der Signatur eines PFAS-verunreinigten Ackerschlags verknüpfen würde.

Dennoch konnte experimentell der Nachweis erbracht werden, dass Böden, die mit einem

technischen Mittel zur Papierbeschichtung versetzt wurden, in ihrem Sickerwasser mobile PFAS freisetzen, deren Zusammensetzung ähnlich ist wie im Grundwasser der betroffenen Regionen. Auch Pflanzen, die auf mit dem technischen Mittel behandelten Böden wuchsen, nahmen überwiegend kurzkettige PFAS auf – genau wie in der Region beobachtet. Die Analyse der chemischen Zusammensetzung von PFAS in verunreinigten Böden und von Archivproben beschichteter Papiere aus der Zeit der Papierschlamm-aufbringung zeigte ebenfalls eine deutliche Ähnlichkeit.

Somit erscheint es sehr plausibel, dass die Bodenaufbringung von Faserschlämmen aus der Papierproduktion, bei der entweder direkt ein PFAS-haltiges Beschichtungsmittel eingesetzt wurde oder bei der PFAS über die Verarbeitung von möglicherweise beschichtetem Altpapier in den Prozess gelangte, die Ursache für den Schadensfall Rastatt/Baden-Baden und Mannheim ist.

4.4 PFAS-Sanierungsoptionen

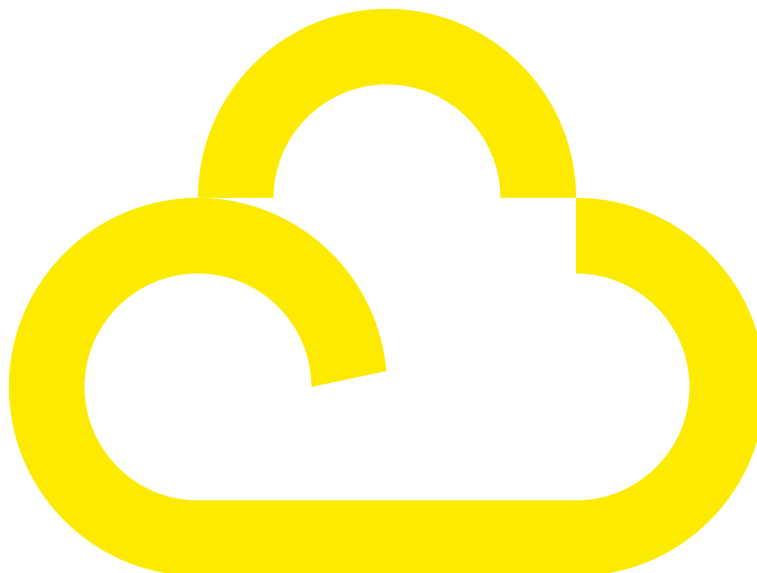
Inzwischen gibt es einige Verfahren auf dem Markt, die PFAS durch Einmischung von Materialien wie z. B. Aktivkohle, Tonmineralien oder Zement im Boden binden und dadurch eine Auswaschung ins Grundwasser verhindern sollen. Jedoch ist nicht klar, ob diese Verfahren für den Schadensfall Rastatt/Baden-Baden und Mannheim geeignet sind und ob die Immobilisierung der PFAS dauerhaft wäre. Daher wurde im Rahmen des **Projekts PFAS-Immo** untersucht, mit welchen Methoden die Eignung und die Dauerhaftigkeit dieser Verfahren für die typischen PFAS-verunreinigten Böden aus Rastatt im Labor getestet werden können.

Es zeigte sich, dass durch die Einmischung von Materialien wie Aktivkohle oder einer Kombination aus Aktivkohle und Tonmineralien die Auswaschung von langkettigen PFAS fast vollständig unterbunden werden konnte. Bei kurzkettigen PFAS war die Wirkung geringer, nach einiger Zeit ging hier die Rückhaltewirkung zurück. Da PFAS durch Abbau der Vorläuferverbindungen in den Böden in der Region Rastatt/Baden-Baden stetig nachgeliefert werden (siehe Kap. 2.1), kann daher durch die Methode eine dauerhafte PFAS-Bindung nicht garantiert werden. Wenn pH-Wert-erhöhende Materialien wie z. B. Zement in die Böden eingemischt wur-

den, wurde sogar beobachtet, dass sich die PFAS-Konzentration im Sickerwasser im Vergleich zu unbehandeltem Boden erhöhte.

Immobilisierungsmaßnahmen haben das Ziel, die PFAS-Verunreinigung möglichst lange im Boden zu binden. Eine Entfernung der PFAS bewirken sie jedoch nicht – außer der Boden wird ausgehoben und dann weiterbehandelt.

In einem weiteren Forschungsvorhaben sollen daher denkbare Ansätze untersucht werden, PFAS an Ort und Stelle aus dem Boden zu entfernen. Ein Ansatz ist die thermische Desorption (also eine Erhitzung des Bodens), bei welcher versucht wird, unter verschiedenen Bedingungen die PFAS zu verflüchtigen und über die Luft abzusaugen oder abzubauen. In zwei weiteren Versuchen soll getestet werden, inwieweit sich am Boden haftende PFAS-Vorläufersubstanzen von dort lösen und auswaschen lassen und ob man PFAS-haltiges Sickerwasser über optimierte Drainagen entfernen kann, bevor es das Grundwasser erreicht. Für 2025–2027 sind Laborversuche geplant. Sollten diese erfolgreich sein, sollen sie im Anschluss an Pilotstandorten weiterverfolgt werden. Für die Forschungsarbeiten der Jahre 2025–2027 stellt das Land Gelder in Höhe von rund 1,2 Millionen Euro zur Verfügung.





5 Aufwand der öffentlichen Hand

Wie die vorangegangenen Kapitel zeigen, waren und sind bis heute viele Anstrengungen notwendig, um den PFAS-Schadensfall zu untersuchen, dessen Ausmaß und Charakteristik zu erfassen, die Hintergründe aufzu-

arbeiten und kurzfristig wie auch langfristig Maßnahmen zu etablieren, um mit der PFAS-Verunreinigung umzugehen. Dies betrifft eine Vielzahl von Akteuren, welche personellen sowie finanziellen Aufwand aufbringen.

Lokal sind auf Ebene der Land- und Stadtkreise die Gesundheitsämter, Landwirtschaftsbehörden sowie die Bodenschutz-, Altlasten- und Wasserbehörden zuständig. Auf Ebene des Regierungspräsidiums Karlsruhe sind die jeweiligen Abteilungen bezüglich Trinkwasser, zu landwirtschaftlichen Fragen sowie zum Bereich Umwelt in der Betreuung des Schadensfalls und Koordination der Maßnahmen involviert. Unterstützt werden sie durch ein ressortübergreifendes Netzwerk aus dem Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (UM), dem Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR), dem Ministerium für Soziales, Gesundheit und Integration (SM) mit dem Landesgesundheitsamt (LGA), dem Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) sowie den Chemischen und Veterinäruntersuchungsämtern (CVUA) Freiburg und Sigmaringen.

Dieses Netzwerk tauscht sich regelmäßig im Rahmen der Kontaktgruppe PFAS unter Leitung des UM über den PFAS-Schadensfall in den Regionen Rastatt/Baden-Baden und Mannheim aus.

Die Zuständigkeiten im Einzelnen können auf den **Seiten der Stabsstelle PFAS** und der **LUBW** (Abschnitt 1. Aufgaben und Zuständigkeiten) nachgelesen werden.

Die in Kapitel 2 beschriebenen Untersuchungen wurden dabei im Rahmen der jeweiligen Zuständigkeiten vorgenommen. Beispielsweise werden Boden-, Grundwasser- und Oberflächengewässeruntersuchungen zur Gefahrverdachtserkundung von den unteren Bodenschutz- und Altlastenbehörden in den Land- und Stadtkreisen veranlasst. Die LUBW führt landesweit weitere Untersuchungen durch.⁷ Trinkwasseruntersuchungen liegen primär in der Verantwortung der Wasserversorgungsunternehmen. Ergänzend entnehmen die Gesundheitsämter Trinkwasserproben im Rahmen der Überwachung sowie bei Kleinanlagen. Untersuchungen für die

Bereiche Landwirtschaft und Lebensmittelsicherheit werden von MLR, LTZ und CVUA Freiburg veranlasst bzw. durchgeführt, für den Bereich Gesundheit werden sie beim LGA durchgeführt.

Die Land- und Stadtkreise stemmen vor Ort den mit dem PFAS-Schadensfall verbundenen Verwaltungsaufwand. Es müssen beispielsweise die genannten Probenahmen von Böden und Gewässern beauftragt, koordiniert und ausgewertet oder einzelne Vorhaben, z. B. der Bau von Radwegen und Stromleitungen über PFAS-verunreinigte Flächen, geprüft und beschieden werden. Zudem sind mit der Bewältigung des PFAS-Schadensfalles auch vielfältige sowie langjährige Verwaltungs- und Rechtsverfahren verbunden, die fachlich wie rechtlich betreut werden müssen. Dies ist von großer Bedeutung, da hier die Verantwortlichen für den Schadensfall zur Rechenschaft gezogen werden müssen. Darüber hinaus finden Bürgerinnen und Bürger bei den Kommunen kompetente Ansprechpersonen für ihre Fragen.

Die Kommunen tragen auch einen wesentlichen Anteil zur Bewältigung des durch den Schaden entstandenen Aufwands bei, indem sie beispielsweise im Rahmen der Ausweisungsverfahren von Bebauungsplänen auf eigene Kosten Probenahmen für PFAS-verunreinigte Flächen initiieren oder die Entsorgung von verunreinigtem Material veranlassen und finanzieren.

Angesichts des Ausmaßes der PFAS-Verunreinigung in den Regionen Rastatt/Baden-Baden und Mannheim hat das Land Baden-Württemberg frühzeitig reagiert und zusätzliche unterstützende Strukturen zur Bewältigung der Herausforderung geschaffen. In Rastatt wurde 2015 die PFAS-Geschäftsstelle durch den Landkreis Rastatt eingerichtet und durch das Land personell unterstützt. Die PFAS-Geschäftsstelle fungiert innerhalb des Landratsamtes Rastatt als koordinierende Stelle.

⁷ PFAS – Wegweiser – Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (Untersuchungsergebnisse unter 2. und 3.)

Im März 2017 wurde beim Regierungspräsidium Karlsruhe eine zentrale Stabsstelle PFAS eingerichtet, die seither die Koordination der Maßnahmen, die fachliche Begleitung der Land- und Stadtkreise sowie die Kommunikation mit der Öffentlichkeit übernimmt. Sie unterstützt die unteren Behörden fachlich und organisatorisch, insbesondere bei:

- der Erarbeitung von übergeordneten Strategien oder Kommunikationskonzepten im Umgang mit dem Schadensfall,
- der Vernetzung der unterschiedlichen Akteure zum regelmäßigen Wissens- und Erfahrungsaustausch,
- der Koordinierung und Beantwortung von übergreifenden Presse- oder sonstigen Informationsauskunftsanfragen und
- der Kommunikation mit betroffenen Bürgerinnen und Bürgern.

Das LTZ hat zusätzliches Personal für die Bearbeitung der landwirtschaftlichen Fragestellungen eingestellt. Bisher nur befristet (2018–2022) konnten Projektmittel für eine Personalstelle für die Unterstützung der Landwirtinnen und Landwirte im Rahmen des BeMiKo zur Verfügung gestellt werden (siehe Kapitel 3.1).

Einen zentralen Handlungsrahmen bildet der bundeseinheitliche PFAS-Leitfaden, der im Jahr 2021 von der Umweltministerkonferenz (UMK) verabschiedet wurde. Der **Leitfaden** enthält umfassende Empfehlungen zur Bewertung und Sanierung von Boden- und Gewässerverunreinigungen sowie zur Entsorgung PFAS-haltiger Bodenmaterialien. Er wurde in der Bund/Länder-Arbeitsgruppe PFAS erarbeitet, in der auch das Land maßgeblich mitgewirkt hat.

Zudem wurde unter Mitwirkung der LUBW seitens der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) ein Grundlagenpapier zur **PFAS-Analytik** erarbeitet. Es enthält Empfehlungen zu geeigneten Untersuchungsmethoden und schlägt vor, neben Einzelstoffanalysen auch Summenparameter wie EOF (extrahierbares organisch gebundenes Fluor) oder TOP-Assay einzusetzen. Auch dieses ist geeignet, einheitliche und nachvollziehbare Analytikstandards sicherzustellen.

Auch derzeit unterstützen verschiedene Vertreterinnen und Vertreter des Landes diverse Arbeitsgruppen auf Bundes- und Länderebene, welche sich mit Fragestellungen rund um PFAS befassen.

Finanzielle Mittel

Zur Bewältigung der Aufgaben wurden beträchtliche finanzielle Mittel der öffentlichen Hand bereitgestellt: Bis Mitte 2025 beliefen sich die Ausgaben für Sachmittel der öffentlichen Hand auf rund 26 Millionen Euro. Davon entfielen über 21 Millionen auf Mittel des Landes Baden-Württemberg, mit denen (auch landesweite) Untersuchungs- und Forschungsprojekte sowie in den Regionen Rastatt/Baden-Baden und Mannheim die Förderung von Maßnahmen der Wasserversorger, der

Landwirtschaft, der Lebensmittelüberwachung und der Blutkontrolluntersuchungen ermöglicht wurden. Die Stadt- und Landkreise in den betroffenen Regionen haben dabei Sachmittel von fast 5 Millionen Euro für Maßnahmen zur Gefahrenabwehr und Untersuchungen von Boden und Wasser aufgebracht.

Eine detaillierte Tabelle mit den von der öffentlichen Hand getragenen Kosten findet sich **[hier](#)**.



6 Fazit und Ausblick

Die PFAS-Verunreinigung in den Regionen Rastatt/Baden-Baden und Mannheim betrifft eine Fläche von etwa 1.700 Hektar Boden sowie große Teile des Grundwassers, viele Oberflächengewässer und damit auch viele Menschen in der Region. Im Boden selbst befindet sich ein erhebliches PFAS-Reservoir, das noch über Jahrzehnte hinweg PFAS nachliefern wird – auch wenn der ursprüngliche Eintrag längst gestoppt ist. Es gibt viele PFAS-Schadensfälle, doch dieser Fall unterscheidet sich in seiner flächenhaften Ausdehnung und damit auch dem Ausmaß der Betroffenheit von Schutzgütern deutlich von anderen punktuellen PFAS-Verunreinigungen, die beispielsweise durch den Einsatz von Feuerlöschschäumen entstanden sind.

Um die Verbrauchersicherheit zu gewährleisten, sind seit 2014 entsprechende Maßnahmen der Landwirtschaft sowie im Umgang mit der Wasserversorgung notwendig. In der Region Rastatt/Baden-Baden ist hierbei auch die öffentliche Trinkwasserversorgung betroffen. Insbesondere in der Region Rastatt/Baden-Baden sind auch weitere alltägliche Aufgaben – wie Maßnahmen der Stadtentwicklung – deutlich komplizierter geworden, sofern sie auf mit PFAS verunreinigten Flächen ausgeführt werden sollen. Alle Maßnahmen müssen auch in den kommenden Jahren aufrechterhalten werden. Sofern eine Sanierung nicht machbar ist, sind sie voraussichtlich für die kommenden Jahrzehnte beizubehalten.

Bereits jetzt sind erhebliche Kosten entstanden – nach derzeitigen Erhebungen liegen allein die Sachkosten des Landes bei rund 26 Millionen Euro. Die tatsächlichen Gesamtkosten werden noch deutlich darüber hinaus-

gehen. Im Rahmen der rechtlichen Möglichkeiten werden daher die in Betracht kommenden Verantwortlichen für die entstandenen Kosten in Anspruch genommen.

Eine Sanierung aller betroffenen Flächen ist dabei aufgrund des Ausmaßes mit heutigen Mitteln nicht verhältnismäßig realisierbar – weder technisch noch wirtschaftlich. Maßnahmen wie Auskoffnung oder thermische Behandlung würden die Bodenfunktionen irreversibel zerstören und enorme Kosten verursachen. Stattdessen verfolgt das Land Baden-Württemberg eine strategisch fokussierte Sanierungspolitik: Dort, wo durch gezielte Maßnahmen ein hoher Nutzen – etwa für den Schutz von Trinkwasserefassungen – erzielt werden kann, sollen Sanierungen, wenn möglich, priorisiert umgesetzt werden.

Trotz der Größe des Schadens ist es gelungen, den Verbraucherschutz in der Region zu gewährleisten. Durch engmaschige Überwachung und klar definierte Beurteilungswerte für Lebensmittel konnten für die Zukunft gesundheitliche Risiken für die Bevölkerung nach aktuellem Wissensstand minimiert werden. Die betroffenen Landwirtinnen und Landwirte wurden einbezogen und erhalten Unterstützung bei der Bewirtschaftung ihrer Flächen unter PFAS-Bedingungen. Seitens der betroffenen Wasserversorger wurden umfangreiche Maßnahmen ergriffen, um auch sicheres Trinkwasser zu gewährleisten. Wo möglich, unterstützt das Land über die Förderrichtlinie Wasserwirtschaft die erforderlichen Maßnahmen.

Hierfür war es notwendig, dass in der Region auf verschiedensten Ebenen und in unterschiedlichen Fachämtern Kompetenzen zur

PFAS-Thematik erworben wurden. Dies ist gelungen. Ebenso wurde ein solides Netzwerk zum Austausch von Informationen und Erfahrungen aufgebaut, welches weiterhin für Fragestellungen bzgl. PFAS zurate gezogen werden kann.

Zudem wurde permanent Öffentlichkeitsarbeit betrieben und damit auch ein Beitrag geleistet, den Wissenstransfer und die Bewusstseinsbildung zu PFAS über die Grenzen der Region hinaus zu steigern.

Das Bewusstsein für die Problematik steigt weiterhin – sowohl in der Bevölkerung als auch in Verwaltung und Politik. Die erlangte Erfahrung und das Fachwissen, das Baden-Württemberg zu PFAS aufgebaut hat, platziert das Bundesland als wichtigen Kompetenz- und Forschungsstandort beim Thema.

PFAS gelten heute weltweit als allgegenwärtige Umweltkontaminanten. Einmal in die Umwelt eingetragen, verbleiben sie über Generationen im Boden und im Wasser und gelangen in die Nahrungskette. Dabei gilt als wahrscheinlich: Je mehr PFAS wir insgesamt aufnehmen, desto mehr steigt das Risiko für negative gesundheitliche Auswirkungen. Für einige PFAS-Verbindungen sind diese Auswirkungen bereits nachgewiesen und ihre Verwendung daher in der EU mittlerweile beschränkt. Für viele weitere PFAS-Verbindungen sind die gesundheitlichen Risiken

noch nicht vollständig erforscht oder unerforscht. Solange der Verdacht besteht, dass sie ähnlich schädlich sind wie die gut erforschten PFAS-Substanzen, ist daher aus Vorsorgegründen eine Reduktion aller PFAS-Einträge ratsam. Dies gilt umso mehr, als bereits heute eine ubiquitäre PFAS-Verunreinigung festzustellen ist und selbst an den entlegensten Orten sowie im Blut aller Menschen PFAS nachweisbar sind.

Vor diesem Hintergrund hat Deutschland gemeinsam mit vier weiteren EU-Staaten ein Verfahren zur EU-weiten Beschränkung der gesamten PFAS-Stoffgruppe angestoßen. Der Vorschlag liegt derzeit (Stand Mitte 2025) zur Bewertung bei der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA). Ziel ist es, die Herstellung, Verwendung und das Inverkehrbringen von PFAS deutlich zu reduzieren – insbesondere dort, wo es Alternativen gibt, bei denen keine PFAS eingesetzt werden.

Der Schadensfall in den Regionen Rastatt/Baden-Baden und Mannheim macht greifbar, was es wirklich bedeutet, mit großflächigen und hochkonzentrierten PFAS-Verunreinigungen umgehen zu müssen. Er zeigt eindrucksvoll, wie wichtig es ist, derartige Verunreinigungen frühzeitig zu verhindern, statt später aufwendige und teure Maßnahmen ergreifen zu müssen. Prävention ist der beste Schutz – für Mensch, Natur und nachfolgende Generationen.

Abkürzungsverzeichnis

AOF	adsorbierbares organisch gebundenes Fluor (Summenparameter)
BBodschV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BeMiKo	Bewirtschaftungs- und Minimierungskonzept
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BUW	Beurteilungswerte
BWPLUS	Baden-Württemberg Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung
CVUA	Chemische und Veterinäruntersuchungsämter
diPAP	Polyfluoralkylphosphorsäurediester
diSAmPAP	Perfluorooctansulfonamidoethanol-basierte(r) Phosphatdiester
ECHA	European Chemicals Agency (Europäische Chemikalienagentur)
EOF	extrahierbares organisch gebundenes Fluor (Summenparameter)
IARC	International Agency for Research on Cancer
LfU Bayern	Bayerische Landesanstalt für Umwelt
LTZ	Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg

MLR	Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz
PFAS	per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen
PFBA	Perfluorbutansäure
PFPeA	Perfluorpentansäure
PFBS	Perfluorbutansulfonsäure
PFC	per- und polyfluorierte Chemikalien (früher verwendeter Begriff für PFAS)
PFHxA	Perfluorhexansäure
PFHxS	Perfluorhexansulfonsäure
PFNA	Perfluornonansäure
PFOA	Perfluoroctansäure
PFOS	Perfluoroctansulfonsäure
SM	Ministerium für Soziales, Gesundheit und Integration
TOP-Assay	Total Oxidizable Precursor Assay
UM	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
VEM	Vor-Ernte-Monitoring

Herausgeber:

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Bearbeitung und Redaktion:

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Referat 54 Boden und Altlasten,
Grundwasserschutz und Wasserversorgung (Dr. Steffen Ochs, Anne-Marie Halamoda)

Mitwirkende:

Wir bedanken uns bei allen Akteurinnen und Akteuren, die diese Broschüre durch Textbeiträge, Bilder und Korrekturlesen unterstützt haben. Insbesondere bedanken wir uns bei der **Kontaktgruppe PFAS** – mit besonderem Dank an die Stabsstelle PFAS:

Regierungspräsidium Karlsruhe Stabsstelle PFAS: Bernd Haller, Dr. Monika Hofmann, Dania Hollmann

Regierungspräsidium Karlsruhe: Dr. Veronika Balthasar, Birgit Kaiser, Manuela Mahler, Patrick Schreieck, Georgina Tomforde

Landratsamt Rastatt: Jonas Maier, Reiner Söhlmann

Stadt Baden-Baden: Daniel Noyes

Stadt Mannheim: Carsten Brüggemeier, Frederik Gerst, Dr. Nadja Oster, Daniele-Marie Schutz

Landratsamt Karlsruhe: Harald Miksch

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft: Anne-Marie Halamoda, Dr. Daniel Laux, Dr. Steffen Ochs, Anke Schattmann, Sybille Wursthorn

Ministerium für Soziales, Gesundheit und Integration: Dr. Iris Kompauer, Dominik Krüger, Dr. Katharina Schmid

Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz: Martina Bauer, Stefani Rehn, Carmen Wauschkuhn

Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg: Thomas Gudera, Jörg Heimler, Ann-Kathrin Seeger

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ): Dr. Runa Boeddinghaus

Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Freiburg: Christina Riemenschneider, Dr. Alexander Schächtele

Stand:

Oktober 2025

Gestaltung:

unger+ kreative strategien GmbH

Esperantostraße 12, 70197 Stuttgart

www.ungerplus.de 

Abbildungsnachweise:

Diese sind an den Abbildungen angegeben. Für Abbildungen ohne Quellenangabe ist seitens der Rechteinhaberin oder des Rechteinhabers keine Nennung der Quelle gewünscht.

Grundlage Karten- und Diagramm-Darstellungen:

Als Datengrundlagen wurde das Räumliche Informations- und Planungssystem (RIPS) sowie weitere Informationen der LUBW, der Stadtkreise Baden-Baden und Mannheim und des Landratsamts Rastatt verwendet. Die ursprüngliche grafische Darstellung erfolgte durch die datenliefernde Stelle, die LUBW oder die Stabsstelle PFAS. Das Grafikbüro hat die Abbildungen zum Teil hinsichtlich Farbgestaltung und Formatierung überarbeitet. Als Kartengrundlagen wurden für Abbildung 5 die Amtlichen Geobasisdaten © LGL, www.lgl-bw.de, Az.: 2851.9-1/19 sowie für die auf PFAS-Karten Online basierenden Abbildungen 4, 7 und 9 die folgenden Grundlagen verwendet: Leaflet | © Omniscale 2025 (<https://maps.omniscale.com>) – Map data: OpenStreetMap (License ODbL), © CARTO.

Bildnachweis:

Titelseite (l.): © Farknot Architect / stock.adobe.de, Titelseite (r.): © Mamo / stock.adobe.com, S. 02: © René Notenbomer – stock.adobe.com, S. 04: © Roman / stock.adobe.com, S. 05: © Umweltministerium Baden-Württemberg / Regenscheit

S. 10: © Siniehina / stock.adobe.com, S. 15: © chrisberic / stock.adobe.com, S. 18: © Alex / stock.adobe.com, S. 19: © Peace / stock.adobe.com,

S. 24: © Blue Collectors/Stocksy / stock.adobe.com, S. 28: © txakel / stock.adobe.com, S. 32: © September / stock.adobe.com,

S. 34: © MERCURY studio / stock.adobe.com, S. 39: © Pedro B.Cali / stock.adobe.com, S. 40: © kosmos111 / stock.adobe.com,

S. 45: © Schepers_Photography / stock.adobe.com, S. 46: © Ilhan Balta / stock.adobe.com