

Untersuchung von per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) im saarländischen Grundwasser

1 Veranlassung und Ziele

Bei der Stoffgruppe der per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS)¹ handelt es sich um aliphatische organische Verbindungen, bei denen an mindestens einem Kohlenstoffatom die Wasserstoffatome am Kohlenstoffgerüst vollständig durch Fluoratome ersetzt worden sind. Sie kommen nicht natürlich vor, sondern sind ausschließlich anthropogenen Ursprungs. Auf Grund ihrer Eigenschaften (thermisch stabil, fett- und wasserabweisend) sind sie seit den 1950er Jahren in vielen Industriebranchen und im Alltag allgegenwärtig. Zu finden sind sie vor allem in Textilien, Papier- und Druckerzeugnissen, in Kälte- und Treibmitteln, in Feuerlöschschäumen sowie in der Galvanik. Ihre Persistenz und ihre teilweise hohe Mobilität (vor allem kurzkettige Vertreter) stellen jedoch eine Gefahr für die Umwelt, insbesondere auch für das Grundwasser und nicht zuletzt den Menschen dar.

PFAS werden über verschiedenen Pfade in die Umwelt und letztendlich auch ins Grundwasser eingetragen. Durch die Abluft von Industriebetrieben können sie in Böden und Gewässer eingetragen werden. Durch die Anhaftung an Partikel und eine entsprechende Verfrachtung ist dies somit nicht auf die Umgebung entsprechender Industrieanlagen beschränkt. In Kläranlagen erfolgt eine gewisse Separation. Während einige Vertreter mit dem behandelten Abwasser in Oberflächengewässer eingetragen werden, verbleiben andere Vertreter im Klärschlamm, der z.B. auch als Dünger in der Landwirtschaft Verwendung findet. Zudem wurden und werden PFAS-Verbindungen auch in Löschschäumen eingesetzt und gelangen so letztendlich ebenfalls in Böden und Gewässer.

Eine systematische Untersuchung des saarländischen Grundwassers auf PFAS-Verbindungen erfolgte bis dato nicht. Punktuell erfolgten Untersuchungen in den letzten Jahren im Rahmen von Altlastenuntersuchungen bzw. nach Großbränden.

Um einen Überblick über das Vorhandensein einer prinzipiellen Problematik betreffend der PFAS-Stoffgruppe im Grundwasser des Saarlandes zu erhalten, wurde daher eine Stichtagsbeprobung auf Vertreter dieser Stoffgruppe im WRRL-Messnetz durchgeführt.

¹ In Deutschland sind ebenfalls die Bezeichnungen „per- und polyfluorierte Chemikalien“ (PFC) und „perfluorierte Tenside“ (PFT) gebräuchlich

2 Methodik

2.1 Untersuchte Messstellen

Die Untersuchung auf PFAS erfolgte an allen Messstellen und Quellen des WRRL-Messnetzes (operativ und Überblicksmessstellen, siehe Tabelle). Die Probenahme erfolgte im Zeitraum 01.02. – 10.03.2022 durch SGS Institut Fresenius.

Nr.	Bezeichnung	Alias
1	00539	Völklingen-Ludweiler, Werbeln, Wiese
2	00563	Großrosseln, Karlsbrunn
3	00656	Merzig, Büdingen, Quelle Buedingen
4	00724	Perl, Quelle Perl 1
5	00725	Perl, Quellfassung Oberperl
6	00726	Perl, Quellfassung Kesslingen
7	00727	Perl, Quelle Wochern
8	00753	Wadern, Wadrill, Springkopfquelle
9	00767	Weiskirchen, Starkenbornquelle
10	00812	Merzig, Brotdorf, Jungenwäldchen
11	00818	Nohfelden, Bosen, Bohrung 3
12	00862	Oberthal, Zirkelbornquelle
13	00927	St. Wendel, Winterbach, Bohrung W1
14	01253	Rehlingen-Siersburg, Siersburg, Bohrung III
15	01449	Saarbrücken, Am Staden
16	01485	Gersheim, Tiefbohrung Herbitzheim
17	01486	Homburg, Jägersburg, Jägersburger Moor, Pegel 2a
18	01489	Kirkel-Neuhäusel, Geistkircher Hof P 3
19	01553	Schwalbach, Elm-Sprengen, Bohrung 1
20	01559	Perl, Tettingen-Butzdorf, Basismessstelle P 8, LUA
21	01565	Überherrn, Altforweiler, P 15
22	01571	Beckingen, Wiesenstraße, Grundwasserpegel Oppen 4
23	01572	Wadern, Butterborn
24	01580	Wadern, Lockweiler, Nuhweiler P 9
25	01581	Weiskirchen, Bohrung Schwimmbad
26	01625	Oberthal, Amesborn, P 10
27	01626	Neunkirchen-Nahe, Nohfelden P 11
28	01628	Tholey, Sotzweiler P 14
29	01629	Ottweiler P 13
30	01630	St. Wendel, Marth P 12
31	01631	Saarwellingen, Schwarzenholz P 7
32	01632	Beckingen P 6
33	01634	Neunkirchen, Kohlhof P 2, (Rohrbach),
34	01827	Lebach, Basismessstelle P 5
35	01858	St. Ingbert, Sengscheid P 4
36	03089	Perl, Oberleuken, Eft-Hellendorf BK 11

37	04022	Perl, Münzingen, Quelle Münzingen
38	04058	Überherrn, Schwimmbad
39	04105	Merzig, Besseringen Versuchsbohrung 21, Nähe Biereiche
40	04131	Wadern, Bardenbach, Versuchsbohrung 12
41	La002	Völklingen, Lauterbach, Karlsbrunn, Pegel Mühlenschneise
42	La003	Völklingen, Lauterbach, Warndt, B2
43	Leu02	Quelle Leuk, Eft-Hellendorf, Perl
44	Li001	Kirkel, Neuhäusel (Limbach), Taubental, Pegel 3
45	Md001	Gersheim, Quelle Medelsheim
46	Per02	Perl, Eft-Hellendorf, Versuchsbohrung 33
47	S0327	GWM Emmersweiler B, Großrosseln
48	S0329	GWM Stuhlsätzenhaus B, Scheidt
49	s0328	GWM Lauterbach B, Ersatz Lauterbach

2.2. Parameterspektrum

Die Untersuchung der Grundwasserproben erfolgte durch SGS Institut Fresenius auf die in der folgenden Tabelle aufgelisteten per- und polyfluorierte Einzelverbindungen. Die Analyse erfolgte gemäß DIN 38407-F42:2011-03. Die Bestimmungsgrenze aller Substanzen lag bei 0,01 µg/l.

Nr.	Bezeichnung	Abkürzung	CAS-Nr.	Parameter der EU-Trinkwasser-richtlinie 2020
1	Perfluorbutansäure	PFBA	375-22-4	ja
2	Perfluorpentansäure	PFPeA / PFPA	2706-90-3	ja
3	Perfluorhexansäure	PFHxA	307-24-4	ja
4	Perfluorheptansäure	PFHpA	375-85-9	ja
5	Perfluoroctansäure	PFOA	335-67-1	ja
6	Perfluornonansäure	PFNA	375-95-1	ja
7	Perfluordecansäure	PFDA	335-76-2	ja
8	Perfluorundecansäure	PFUnDA / PFUnA	2058-94-8	ja
9	Perfluordodecansäure	PFDoDA / PFDoA	307-55-1	ja
10	Perfluortridecansäure	PFTTrDA	72629-94-8	ja
11	Perfluortetradecansäure	PFTA / PFTeDA	376-06-7	nein
12	Perfluorbutansulfonsäure	PFBS	375-73-5	ja
13	Perfluorpentansulfonsäure	PFPeS	630402-22-1	ja
14	Perfluorhexansulfonsäure	PFHxS	355-46-4	ja
15	Perfluorheptansulfonsäure	PFHpS	375-92-8	ja
16	Perfluoroctansulfonsäure	PFOS	1763-23-1	ja
17	Perfluornonansulfonsäure	PFNS	98789-57-2	ja
18	Perfluordecansulfonsäure	PFDS	335-77-3	ja
19	Perfluorundecansulfonsäure	PFUnDS / PFUnS	749786-16-1	ja
20	Perfluordodecansulfonsäure	PFDoDS / PFDoS	79780-39-5	ja
21	Perfluortridecansulfonsäure	PFTTrDS	791563-89-8	ja
22	7H-Perfluorheptansäure (7H-Dodecafluorheptansäure)	7H-PFHpA	1546-95-8	nein
23	3,7-Dimethylperfluoroctansäure	3,7-DMPFOA	172155-07-6	nein

24	2H, 2H-Perfluordecansäure	H2-PFDA	882489-14-7	nein
25	2H,2H,3H,3H-Perfluorundecansäure	H4-PFUnDA / H4-PFUnA	34598-33-9	nein
26	1H,1H,2H,2H-Perfluorhexansulfonsäure	H4-PFHxS / 4:2 FTSA	757124-72-4	nein
27	1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonsäure (6:2 Perfluoroctansulfonsäure)	H4-PFOS / 6:2 FTSA	27619-97-2	nein
28	Perfluoroctansulfonamid	PFOSA	754-91-6	nein
29	N-Ethylperfluoroctansulfonamid (Sulfuramid)	N-Et FOSA	4151-50-2	nein
30	1H,1H,2H,2H-Perfluordecansulfonsäure	H4-PFDS / H4-PFDeS / 8:2 FTSA	39108-34-4	nein
31	2H-Perfluor-2-Octensäure	6:2 FTUCA	70887-88-6	nein
32	2H-Perfluor-2-Decensäure	8:2 FTUCA	70887-84-2	nein
33	2H-Perfluor-2-Dodecensäure	10:2 FTUCA	70887-94-4	nein

2.3 Bewertungskriterien

Die LAWA-LABO-Kleingruppe „Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für PFC“ hat anhand vorliegender Informationen 13 PFAS-Verbindungen als für das Grundwasser prioritär benannt². Für sieben dieser Verbindungen konnten auf der Grundlage humantoxikologischer Daten Geringfügigkeitsschwellenwerte abgeleitet werden, für die restlichen 6 Verbindungen wurden auf Grund der eingeschränkten Datenlage Gesundheitliche Orientierungswerte festgelegt.

Parameter	Abkürzung	GFS-Wert [$\mu\text{g/l}$]	GOW [$\mu\text{g/l}$]
Perfluorbutansäure	PFBA	10	
Perfluorpentansäure	PFPeA		3
Perfluorhexansäure	PFHxA	6	
Perfluorheptansäure	PFHpA		0,3
Perfluoroctansäure	PFOA	0,1	
Perfluornonansäure	PFNA	0,06	
Perfluordecansäure	PFDA		0,1
Perfluorbutansulfonsäure	PFBS	6	
Perfluorhexansulfonsäure	PFHxS	0,1	
Perfluorheptansulfonsäure	PFHpS		0,3
Perfluoroctansulfonsäure	PFOS	0,1	
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonsäure	H4-PFOS / 6:2 FTSA		0,1
Perfluoroctansulfonamid	PFOSA		0,1
weitere PFAS mit R1-(CF ₂) _n -R2 mit n>3			
			0,1

² Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser – Per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC), 2017, LAWA-LABO-Kleingruppe „Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für PFC“

Für nicht bewertete PFAS wird gemäß PFAS-Leitfaden des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz empfohlen, hilfsweise einen Wert von 0,1 µg/l je Einzelsubstanz – orientierend am ALARA-Prinzip (As Low As Reasonably Achievable) zu verwenden.

3 Ergebnisse

Um die Relevanz und Verbreitung dieser Stoffgruppe im Saarland abschätzen zu können, wurde im Februar / März 2022 eine Stichtagsmessung an den 49 WRRL-Messstellen im Grundwasser durchgeführt. Eine Untersuchung erfolgte auf die oben genannten 33 Einzelsubstanzen, darunter alle PFAS-Verbindungen, welche in der EU-Trinkwasserrichtlinie 2020 gelistet sind, sowie auch auf polyfluorierte Verbindungen, bei denen es sich um mögliche Abbauprodukte handeln kann. Die Summe aller untersuchten PFAS-Einzelverbindungen ist für die untersuchten Messstellen und Quellen in der folgenden Karte grafisch dargestellt.

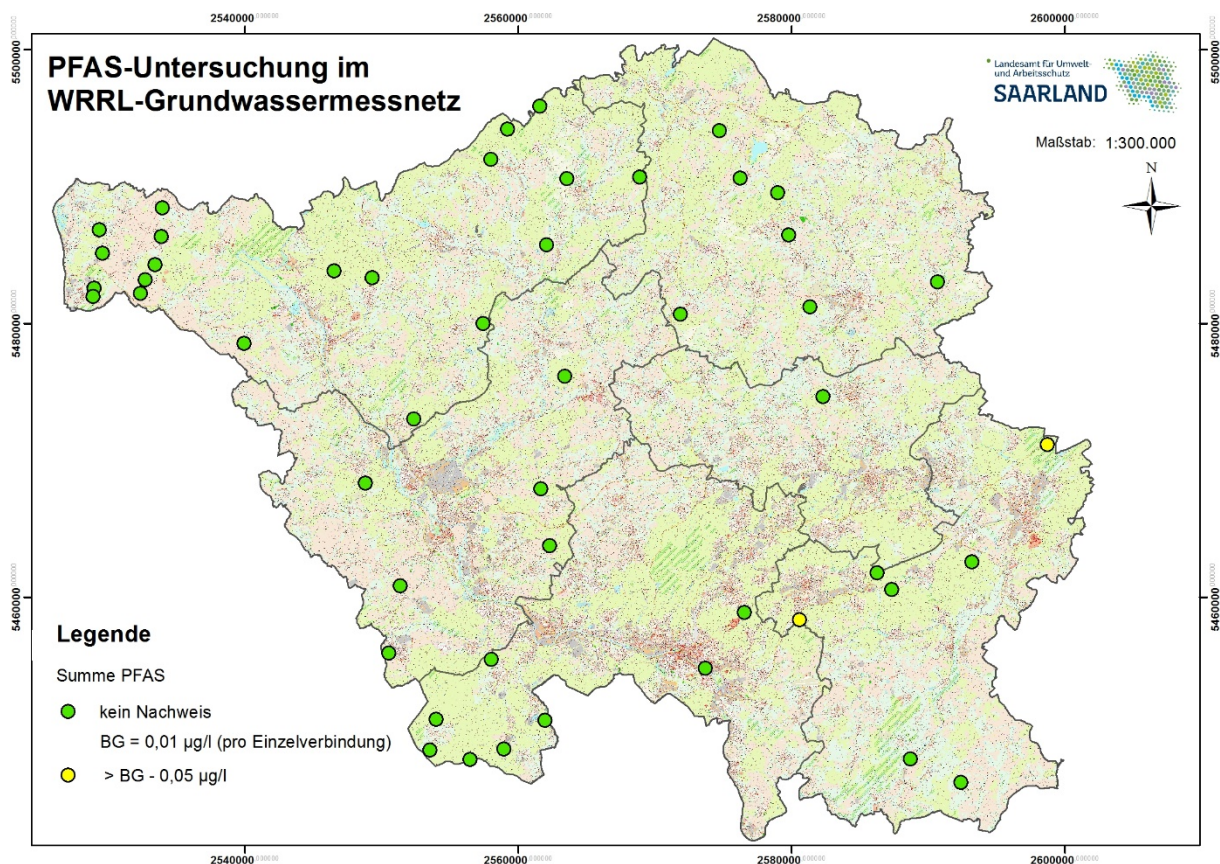


Abbildung: 1: PFAS-Untersuchung 2022 im WRRL-Grundwassermessnetz

An 47 der untersuchten 49 Messstellen lagen die Gehalte der untersuchten PFAS-Verbindungen alle unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l.

An der Messstelle LUA-Nr. 01486 (Homburg, Jägersburger Moor, Pegel 2a) wurde mit einem Gehalt von 0,033 µg/l die Verbindung H4-PFOS nachgewiesen. H4-PFOS wird

als Ersatzprodukt für PFOS in Löschschäumen und in der Galvanotechnik verwendet und kann zu Perfluorhexansäure (PFHxA) umgewandelt werden³. Der GOW für H4-PFOS (0,1 µg/l) wurde nicht überschritten. PFHxA als mögliches Transformationsprodukt, sowie alle übrigen untersuchten PFAS-Verbindungen wurde nicht nachgewiesen. Die Messstelle befindet sich im Wald nahe der Autobahn A6. Altlasten sind im näheren Umfeld (500m-Radius) nicht bekannt.

An der Messstelle LUA-Nr. 01858 (St. Ingbert Sengscheid, P4) wurde mit einem Gehalt von 0,012 µg/l die Verbindung 10:2 FTUCA nachgewiesen. Bei ungesättigte Fluortelomercarbonsäuren (FTUCA = fluorotelomer unsaturated carboxylic acid mit $C_nF_{2n}CHCOOH$, $n = 6, 8, 10$) handelt es sich um oxidative Abbauprodukte von Fluortelomeralkoholen, welche insbesondere zur Beschichtung von Kunstfasern (Textilien, Papier, Bauprodukte) verwendet werden. Eine weitere Umwandlung in stabilere PFAS-Verbindungen ist anzunehmen³. Alle übrigen untersuchten PFAS-Verbindungen konnten jedoch nicht nachgewiesen werden.

4 Fazit

Mit den durchgeführten PFAS-Untersuchungen im WRRL-Messnetz konnte ein allgemeiner Überblick erhalten werden, ob im Saarland ein generelles PFAS-Problem besteht. Die geringe Anzahl positiver Nachweise eines umfangreichen Untersuchungsspektrums zeigen, dass dies aktuell nicht der Fall ist und mögliche Belastungen eher punktuell aufzufinden sind. Die beiden positiven Befunden sind in einer Wiederholungsmessung zu verifizieren.

Des Weiteren werden die PFAS-Verbindungen ab der Untersuchungsperiode 2023 auch im Rahmen der Rohwasseruntersuchung analysiert. Sofern ein begründeter Verdacht besteht (z.B. Nähe zu einer Altlast, die zu einer PFAS-verdächtigen Branche gehört) werden PFAS-Verbindungen an der entsprechenden Wassergewinnungsanlage zur Untersuchung auferlegt werden.

³ Anlage A (Grundlagen) der LABO-Arbeitshilfe zur flächendeckenden Erfassung, standortbezogenen historischen Erkundung und zur Orientierenden Untersuchung (Projektstufe 1), Länderfinanzierungsprogramm „Wasser, Boden und Abfall“ Projekt B4.14