

Dr. Stefanie Weber

Trinkwasser

Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS)

Anzahl untersuchte Proben:

290 (aus 77 Wasserversorgungen)



Quelle: www.baselland.ch

Ausgangslage

Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) sind schwer abbaubare Chemikalien, die industriell hergestellt werden und sich in der Umwelt sowie im menschlichen und tierischen Gewebe anreichern. Sie sind biologisch, chemisch und thermisch äusserst stabil und werden daher als langlebige organische Schadstoffe eingestuft. Einige PFAS stehen ausserdem im Verdacht krebserregend zu sein, teilweise existieren Verwendungsverbote.

Da die PFAS aufgrund ihrer besonderen chemischen Struktur sowohl Wasser als auch Fett abweisend sind, wurden sie jahrzehntelang in vielfältigen industriellen Prozessen und Produkten eingesetzt, beispielsweise in der Textilindustrie (atmungsaktive Outdoor- und Sportbekleidung), Elektronik, Papierindustrie, Farben, Feuerlöschschäumen, Lebensmittelverpackungen, Teflonpfannen und in Skiwachs.

Auf Grund ihrer breiten Anwendung gelangen PFAS auch über kommunale Kläranlagen in die Umwelt, da sie in der Regel in der Kläranlage nicht abgebaut werden. Der Mensch nimmt PFAS unter anderem über die Nahrung und das Trinkwasser auf.

Untersuchungsziel

Im Rahmen einer Studie sollte eine flächendeckende Datengrundlage für die PFAS Konzentrationen im Trinkwasser des Kantons Basel-Landschaft geschaffen werden. Dabei sollten jahreszeitliche Schwankungen berücksichtigt werden.

Die beim ALV BL vorhandene Analysenmethode für 12 PFAS sollte auf insgesamt 30 PFAS erweitert werden, so dass industrielle Ersatzprodukte respektive Vorläufersubstanzen ebenfalls erfasst werden.

Gesetzliche Grundlagen

In der Schweiz gilt für Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) und Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) ein Höchstwert von 0.3 Mikrogramm pro Liter in Trinkwasser¹. Für Perfluorooctansäure (PFOA) sind maximal 0.5 Mikrogramm pro Liter im Trinkwasser erlaubt.

¹ Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV)

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat die gesundheitlichen Risiken durch das Vorkommen von PFAS in Lebensmitteln im Juni 2020 neu bewertet². Als besonders kritisch werden die Substanzen PFOS, PFOA, PFHxS und Perfluorononansäure (PFNA) eingestuft. Die tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge für die Summe von PFOS, PFOA, PFHxS und PFNA wurde neu auf 4.4 Nanogramm pro Kilogramm Körpergewicht festgelegt. Die Neubewertung der EFSA berücksichtigt insbesondere Säuglinge.

Daraufhin wurden von der EU neue Höchstwerte für diese Substanzen im Trinkwasser definiert³. Für die Summe aller perfluorierten Carbon- und Sulfonsäuren mit vier bis dreizehn Kohlenstoffatomen gilt in der EU künftig ein Höchstwert von 0.1 Mikrogramm pro Liter ($\mu\text{g/l}$), nachfolgend Summe 20 PFAS (EU) genannt. Weiterhin wird für die Summe aller PFAS ein Höchstwert von 0.5 $\mu\text{g/l}$ festgelegt. Es gelten noch Übergangsfristen bis 2026. Bis dahin haben die Mitgliedsstaaten und Wasserversorgungen Zeit sich auf die neuen Höchstwerte vorzubereiten.

Das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) überprüft derzeit die Anpassung der Höchstwerte für PFAS in Lebensmitteln in der Schweiz.

Probenbeschreibung

Von Winter 2020 bis Sommer 2022 wurden insgesamt 290 Trinkwasserproben aus 77 Wasserversorgungen in Basel-Landschaft auf den Gehalt an PFAS untersucht.

Im Winter 2020, Sommer 2021 und Sommer 2022 wurden jeweils repräsentative Proben von allen Wasserversorgungen des Kantons erhoben. Dabei wurden die Hoch- und Niederzonen der Wasserversorgungen berücksichtigt.

Im Frühling 2022 wurde eine risikobasierte Probenahme von den Wasserversorgungen durchgeführt, welche in den ersten beiden Untersuchungen auffällige Resultate aufwiesen.

Prüfverfahren

Die PFAS werden nach einer modifizierten Methode nach ISO 21675:2019⁴ untersucht. Mittels Festphasenextraktion werden die PFAS aus einer 0.5 Liter Wasserprobe extrahiert. Um die an der Gefässwand adsorbierenden langkettigen PFAS zu erfassen, werden die Probenflaschen und Schläuche mit einem Teil des Lösungsmittels nachgespült und über die Säule eluiert. Das gesammelte Eluat wird bis fast zur Trockene eingengt, in 50 Prozent Methanol zurückgelöst und anschliessend mit einem Hochleistungsflüssigkeitschromatographen gekoppelt mit einem Massenspektrometer (LC-MS/MS) gemessen.

Tabelle 1 listet die untersuchten PFAS der ALV Methode auf inklusive der Bestimmungsgrenzen (LOQ, limit of quantification). Die Untersuchungsmethode wurde im Zeitraum der vorliegenden Studie erweitert. Im Winter 2020 und Sommer 2021 wurden nur 12 PFAS mit teilweise tieferen LOQ gemessen. Seit Frühling 2022 umfasste die Methode insgesamt 30 PFAS mit einem LOQ von 0.001 $\mu\text{g/l}$ für alle Substanzen.

Tabelle 1: ALV Methode – perfluorierte Carbon- und Sulfonsäuren

Perfluorierte Carbonsäuren		LOQ $\mu\text{g/l}$	Perfluorierte Sulfonsäuren		LOQ $\mu\text{g/l}$
Perfluorbutansäure	PFBA*	0.001	Perfluorbutansulfonsäure	PFBS*	0.001
Perfluorpentansäure	PFPA*	0.001**	Perfluorpentansulfonsäure	PFPS	0.001
Perfluorhexansäure	PFHxA*	0.001**	Perfluorhexansulfonsäure	PFHxS*	0.001**
Perfluorheptansäure	PFHpA*	0.001**	Perfluorheptansulfonsäure	PFHpS	0.001
Perfluoroctansäure	PFOA*	0.001**	Perfluoroctansulfonsäure	PFOS*	0.001**
Perfluorononansäure	PFNA*	0.001**	Perfluorononansulfonsäure	PFNS	0.001
Perfluordecansäure	PFDA*	0.001	Perfluordecansulfonsäure	PFDS	0.001
Perfluorundecansäure	PFUnA*	0.001	Perfluorundecansulfonsäure	PFDoS	0.001
Perfluordodecansäure	PFDoA*	0.001	Perfluordodecansulfonsäure	PFUnS	0.001
Perfluortridecansäure	PFTriA	0.001	Perfluortridecansulfonsäure	PFTriS	0.001
Perfluortetradecansäure	PFTeA	0.001			

*Im Winter 2020 und Sommer 2021 gemessene 12 PFAS

**LOQ in 2020-2021 = 0.0001 $\mu\text{g/l}$

² EFSA Journal 2020;18(9):6223: Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food

³ Richtlinie (EU) 2020/2184 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2020 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch

⁴ Water quality — Determination of perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in water — Method using solid phase extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS)

Tabelle 1 (Fortsetzung): ALV Methode – Vorläufer und Ersatzprodukte

Fluortelomere		LOQ µg/l
4:2 Fluortelomersulfonsäure	4:2 FTS	0.001
6:2 Fluortelomersulfonsäure	6:2 FTS	0.001
8:2 Fluortelomersulfonsäure	8:2 FTS	0.001
Perfluorierte Sulfonamide und -säuren		
Perfluorooctansulfonamid	PFOSA	0.001
N-Ethyl-Perfluorooctansulfonamidoessigsäure	NEtFOSA	0.001
N-Methyl-Perfluorooctansulfonamidoessigsäure	NMeFOSA	0.001
Per- und polyfluorether Carbon- und Sulfonsäuren		
Perfluor-4,8-dioxa-3H-nonansäure	ADONA	0.001
2,3,3,3-Tetrafluoro-2(heptafluoropropoxy)-propansäure	Gen-X	0.001
9-Chlorhexadecafluor-3-oxanonan-1-sulfonat	35B major	0.001

Ergebnisse

In etwa zwei Drittel aller Proben wurden PFAS nachgewiesen. Es zeigte sich, dass PFAS häufiger im Grundwasser als im Quellwasser zu finden sind. Erwartungsgemäss wurden in den ländlichen Gebieten des Oberbaselbiets weniger PFAS gemessen als in den stark besiedelten Regionen und Gemeinden mit Industriegebieten. Im niederschlagsarmen Sommer 2022 versiegten die Quellen teilweise. Bei Wasserversorgungen mit Quellnutzung führte dies teilweise zu höheren PFAS-Konzentrationen im Trinkwasser, da mehr PFAS-haltiges Grundwasser für die Trinkwasserproduktion genutzt wurde.

Die PFAS-Konzentrationen in den gemessenen Proben unterliegen gewissen Schwankungen, die einerseits methodisch bedingt sind und andererseits von verschiedenen Einflüssen wie der Jahreszeit oder der PFAS-Herkunft abhängt. Deshalb geben die Mittelwerte über den gesamten Zeitraum von 2020 bis 2022 einen guten Überblick über die Gesamtsituation von PFAS im Trinkwasser aus Basel-Landschaft.

Erfreulicherweise liegen alle Mittelwerte der untersuchten Proben unter den aktuell gültigen Höchstwerten in der Schweiz, sowie unter dem künftigen EU Höchstwert von 0.1 µg/l für die Summe der 20 PFAS (Tabelle 3 im Anhang).

49 von 77 Wasserversorgungen wiesen sehr tiefe Werte auf, die mittleren Summenwerte betragen weniger als 0.01 µg/l und damit mindestens zehnfach unter dem künftigen EU Höchstwert.

Bei sieben Wasserversorgungen lag der mittlere Summenwert der 20 PFAS (EU) jedoch zwischen 0.05 und 0.1 µg/l und damit nur knapp unterhalb des künftigen EU Höchstwertes (Abbildung 1). Unter Berücksichtigung der Messunsicherheit von 50 Prozent kann weder ausgeschlossen noch bestätigt werden, dass der neue EU Höchstwert von 0.1 µg/l immer eingehalten wird.

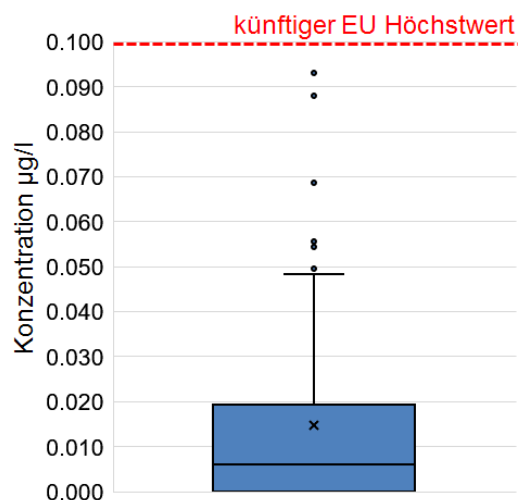


Abbildung 1: Mittelwerte pro Wasserversorgung aus Basel-Landschaft für die Summe der 20 PFAS (EU) im Zeitraum Winter 2020 bis Sommer 2022

Von den 30 untersuchten PFAS wurden nur 12 Substanzen überhaupt im Trinkwasser detektiert. Bei den am häufigsten nachgewiesenen PFAS handelt es sich um kurzkettenige perfluorierte Carbon- und Sulfon-

säuren mit einer Kettenlänge von vier bis acht Kohlenstoffatomen (Tabelle 2). Die höchsten Konzentrationen wurden für PFOS und PFBA gemessen. Vorläufer- oder Ersatzprodukte wurden nur sehr vereinzelt in geringen Mengen detektiert. Langkettige PFAS wurden nicht detektiert.

Tabelle 2: Zusammenfassung der im Trinkwasser detektierten PFAS (nur positive Resultate)

PFAS	Anzahl Proben > LOQ	% Proben > LOQ	Höchster Messwert µg/l	Mittelwert µg/l	Median µg/l
PFOS	181	62.4	0.081	0.007	0.004
PFHxS	167	57.6	0.021	0.003	0.003
PFBS	154	53.1	0.005	0.002	0.001
PFHxA	148	51.0	0.015	0.004	0.003
PFOA	144	49.7	0.006	0.002	0.002
PFBA	136	46.9	0.071	0.007	0.003
PFHpA	130	44.8	0.005	0.002	0.002
PFPA	121	41.7	0.019	0.005	0.004
PFNA	41	14.1	0.003	0.001	0.001
PFPS	4	1.4	0.001	0.001	0.001
6:2 FTS	3	1.0	0.006	0.004	0.005
PFOSA	2	0.7	0.005	0.003	0.003

Das PFAS-Muster ist je nach Wasserversorgung unterschiedlich, je nachdem was für Kontaminationsursachen verantwortlich sind und in welchem Mischungsverhältnis diese im Trinkwasser vorkommen. Die jeweilige genaue Belastungsursache ist aufgrund der vielfältigen diffusen Eintragsquellen in den wenigsten Fällen gesichert geklärt. Es handelt sich um ehemalige Brandfälle, belastete Standorte, ehemalige Zivilschutz- respektive Feuerwehrrübungsplätze, Sickerwassereinleitung von Brandschuttdeponien und weitere bisher unbekannte Ursachen.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass PFAS weitverbreitet im Trinkwasser von Basel-Landschaft vorkommen. Die Herkunft der PFAS ist aufgrund der vielfältigen Eintragsquellen nicht bekannt. In siedlungsreichen Gebieten und dort, wo das Trinkwasser aus Grundwasser produziert wird, werden mehr PFAS gefunden als im Quellwasser. Es werden nur kurzkettige PFAS mit einer maximalen Kettenlänge von 9 Kohlenstoffatomen nachgewiesen, Ersatzprodukte oder Vorläufersubstanzen werden nur sehr vereinzelt detektiert.

Erfreulicherweise werden die aktuellen Höchstwerte in der Schweiz sowie der künftige EU Summenhöchstwert für 20 PFAS im Trinkwasser in keiner Wasserversorgung überschritten. Sollten in der Schweiz neue Höchstwerte in Kraft treten, müssen die vorliegenden Messwerte im Rahmen der Selbstkontrolle durch die Wasserversorgungen nach neuem Recht beurteilt werden.

Liestal, 12.09.2022

Auskunft: Dr. Peter Brodmann, Kantonschemiker, Telefon 061 552 20 00

Tabelle 3: Mittelwerte von PFHxS, PFOA, PFOS und Summe der 20 PFAS (EU) im Trinkwasser aus Basel-Landschaft in der Zeit von 2020 bis 2022 (290 untersuchte Proben von 77 Wasserversorgern)

<i>Wasserversorgung</i>	<i>PFHxS</i> <i>µg/l</i>	<i>PFOA</i> <i>µg/l</i>	<i>PFOS</i> <i>µg/l</i>	<i>Summe 20 PFAS (EU)*</i> <i>µg/l</i>
Bauverwaltung Münchenstein	0.004	0.004	0.010	0.037
Bauverwaltung Muttenz	0.001	0.000	0.001	0.006
Einwohnergemeinde Grellingen	0.002	0.001	0.006	0.016
Einwohnergemeinde Wahlen	0.007	0.002	0.024	0.035
Gemeinde Kilchberg	<0.001	<0.001	<0.001	<0.020
Gemeindeverband WV Roggenburg-Ederswiler	<0.001	<0.001	<0.001	<0.020
Gemeindeverwaltung Aesch	0.002	0.002	0.005	0.019
Gemeindeverwaltung Allschwil	0.000	0.001	0.000	0.007
Gemeindeverwaltung Anwil	<0.001	<0.001	<0.001	<0.020
Gemeindeverwaltung Arisdorf	0.002	0.001	0.003	0.004
Gemeindeverwaltung Arlesheim	0.003	0.005	0.008	0.034
Gemeindeverwaltung Augst	0.004	0.005	0.010	0.070
Gemeindeverwaltung Bennwil	<0.001	<0.001	<0.001	<0.020
Gemeindeverwaltung Birsfelden	0.003	0.003	0.007	0.028
Gemeindeverwaltung Blauen	0.001	0.001	0.002	0.004
Gemeindeverwaltung Bockten	0.002	0.002	0.002	0.015
Gemeindeverwaltung Bretzwil	<0.001	<0.001	0.000	<0.020
Gemeindeverwaltung Brislach	0.016	0.002	0.054	0.093
Gemeindeverwaltung Bubendorf	0.002	0.001	0.003	0.011
Gemeindeverwaltung Buckten	0.000	0.000	0.001	<0.020
Gemeindeverwaltung Burg	<0.001	<0.001	<0.001	<0.020
Gemeindeverwaltung Buus	0.001	<0.001	0.001	0.001
Gemeindeverwaltung Diegten	0.003	0.001	0.004	0.017
Gemeindeverwaltung Diepflingen	0.002	<0.001	0.002	0.006
Gemeindeverwaltung Dittingen	<0.001	<0.001	<0.001	<0.020
Gemeindeverwaltung Duggingen	0.003	0.001	0.007	0.018
Gemeindeverwaltung Eptingen	<0.001	<0.001	<0.001	0.011
Gemeindeverwaltung Frenkendorf	0.004	0.004	0.010	0.069
Gemeindeverwaltung Füllinsdorf	0.005	0.004	0.011	0.069
Gemeindeverwaltung Gelterkinder	0.001	0.002	0.001	0.002
Gemeindeverwaltung Giebenach	0.007	0.004	0.009	0.055
Gemeindeverwaltung Häfelfingen	0.002	0.001	0.002	0.002
Gemeindeverwaltung Hemmiken	0.000	<0.001	0.000	<0.020
Gemeindeverwaltung Hölstein	0.001	0.002	0.002	0.024
Gemeindeverwaltung Itingen	0.005	0.003	0.010	0.026
Gemeindeverwaltung Känerkinder	<0.001	<0.001	<0.001	<0.020
Gemeindeverwaltung Langenbruck	<0.001	<0.001	<0.001	<0.020
Gemeindeverwaltung Läfelfingen	<0.001	<0.001	0.000	<0.020
Gemeindeverwaltung Lausen	0.006	0.003	0.013	0.049
Gemeindeverwaltung Lauwil	<0.001	<0.001	<0.001	<0.020
Gemeindeverwaltung Liedertswil	<0.001	<0.001	<0.001	<0.020
Gemeindeverwaltung Liesberg	0.002	0.001	0.001	0.006
Gemeindeverwaltung Lupsingen	0.002	0.003	0.003	0.020
Gemeindeverwaltung Maisprach	0.001	<0.001	0.000	0.001

* Im 2020 und 2021 wurden nur 12 der 20 PFAS gemessen. Die Summe wird dadurch nicht wesentlich beeinflusst, da die am häufigsten vorkommenden Substanzen analysiert wurden.

Tabelle 3 (Fortsetzung): Mittelwerte von PFHxS, PFOA, PFOS und Summe der 20 PFAS (EU) im Trinkwasser aus Basel-Landschaft in der Zeit von 2020 bis 2022 (290 untersuchte Proben von 77 Wasserversorgern)

<i>Wasserversorgung</i>	<i>PFHxS</i> <i>µg/l</i>	<i>PFOA</i> <i>µg/l</i>	<i>PFOS</i> <i>µg/l</i>	<i>Summe 20 PFAS (EU)*</i> <i>µg/l</i>
Gemeindeverwaltung Nenzlingen	0.002	0.002	0.004	0.007
Gemeindeverwaltung Niederdorf	0.000	0.000	0.000	0.001
Gemeindeverwaltung Oberdorf	0.000	<0.001	0.000	<0.020
Gemeindeverwaltung Oltingen	<0.001	<0.001	<0.001	<0.020
Gemeindeverwaltung Ormalingen	0.001	0.000	0.001	0.001
Gemeindeverwaltung Pfeffingen	0.002	0.002	0.004	0.018
Gemeindeverwaltung Pratteln	0.005	0.005	0.010	0.088
Gemeindeverwaltung Rickenbach	0.000	<0.001	0.000	<0.020
Gemeindeverwaltung Röschenz	0.000	0.000	0.000	<0.020
Gemeindeverwaltung Rothenfluh	<0.001	<0.001	<0.001	<0.020
Gemeindeverwaltung Rümlingen	0.002	0.001	0.002	0.007
Gemeindeverwaltung Rünenberg	<0.001	<0.001	<0.001	<0.020
Gemeindeverwaltung Schönenbuch	0.001	0.001	0.009	0.011
Gemeindeverwaltung Seltisberg	0.002	0.002	0.003	0.020
Gemeindeverwaltung Tecknau	0.002	0.001	0.002	0.004
Gemeindeverwaltung Tenniken	0.001	0.000	0.000	0.007
Gemeindeverwaltung Titterten	<0.001	<0.001	<0.001	<0.020
Gemeindeverwaltung Waldenburg	<0.001	<0.001	<0.001	<0.020
Gemeindeverwaltung Wenslingen	<0.001	<0.001	<0.001	<0.020
Gemeindeverwaltung Wintersingen	0.002	0.002	0.002	0.007
Gemeindeverwaltung Wittinsburg	0.001	0.000	0.001	0.003
Gemeindeverwaltung Zeglingen	<0.001	<0.001	0.000	<0.020
Gemeindeverwaltung Ziefen	<0.001	<0.001	<0.001	<0.020
Gemeindeverwaltung Zunzgen	0.002	0.001	0.002	0.009
Gemeindeverwaltung Zwingen	0.001	0.001	0.002	0.005
Gemeindewerkhof Binningen	0.000	0.001	0.000	0.006
Hardwasser AG	0.001	0.001	0.001	0.008
Stadt Liestal	0.005	0.004	0.009	0.048
Stadtverwaltung Laufen	0.009	0.002	0.035	0.054
Wasserversorgung Waldenburgertal AG	0.000	<0.001	0.000	<0.020
Wasserwerk Reinach und Umgebung (WWR)	0.004	0.003	0.011	0.037
WV-Genossenschaft WSU Sissach	0.003	0.003	0.004	0.027
Zweckverband WRZ Reigoldswil	<0.001	<0.001	<0.001	<0.020

*Im 2020 und 2021 wurden nur 12 der 20 PFAS gemessen. Die Summe wird dadurch nicht wesentlich beeinflusst, da die am häufigsten vorkommenden Substanzen analysiert wurden.