



PFAS im Grundwasser

Anreicherung von schwer abbaubaren Chemikalien

Bei per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) handelt es sich um schwer abbaubare Industriechemikalien, die jahrzehntelang für eine Vielzahl von Anwendungen zum Einsatz kamen. Aufgrund ihrer Langlebigkeit lassen sich die zum Teil gesundheitsschädigenden organischen Verbindungen inzwischen mancherorts auch im Grundwasser, in der Nahrungskette sowie im menschlichen Gewebe nachweisen. Einzelne Stoffe sind mittlerweile verboten und für weitere bestehen Grenzwerte, die wohl in naher Zukunft auch hierzulande verschärft werden dürften.

Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS) sind organische Kohlenwasserstoff-Verbindungen, deren Wasserstoffatome teilweise (polyfluoriert) oder vollständig (perfluoriert) durch Fluoratome ersetzt sind. Ihr Aufbau verleiht dieser Gruppe von mehr als 4700 Industriechemikalien eine hohe chemische, biologische und thermische Stabilität. Weil sie sowohl Wasser als auch Fett abweisen, werden sie seit Jahrzehnten in zahlreichen Produkten und Verarbeitungsprozessen eingesetzt. Anwendungsbeispiele sind etwa atmungsaktive Kleider für Outdoor- und Sportaktivitäten, Imprägniersprays, Teflon-

pfannen, Feuerlöschschäume, Farben, Verpackungen für fetthaltige Lebensmittel, elektronische Geräte oder Skiwachs.

Aufgrund ihrer breiten Verwendung gelangen die langlebigen PFAS über verschiedene Eintragswege unter anderem auch in die Gewässer. Als mögliche Schadstoffquellen kommen etwa belastete Standorte, Kläranlagen oder Auswaschungen von kontaminierten Böden und verunreinigter Luft durch die Niederschläge in Frage. Über die Nahrungskette und das Trinkwasser nimmt auch der Mensch PFAS auf, von denen sich einige Substanzen im Gewebe anreichern können.

Die Belastung der Quellen und Pumpbrunnen mit schwer abbaubaren per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) hängt stark von der Bodennutzung in ihrem Einzugsgebiet ab. Im Bereich von Waldstandorten, Sömmerungsweiden, unproduktiven Gebieten und Grasland sind die Grundwasservorkommen deutlich weniger mit den giftigen Industriechemikalien belastet als unter Ackerbaugebieten und Siedlungsflächen, wo die höchsten PFAS-Konzentrationen auftreten.

© Foto: Ryser AG



**Kanton Bern
Canton de Berne**



Verbote von besonders kritischen Substanzen

Ab etwa 2010 haben die Europäische Union (EU) und auch die Schweiz ihre Anwendungsverbote einzelner PFAS nach und nach ausgeweitet. Hierzulande untersagt die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung inzwischen den Einsatz von Perfluorhexansäure (PFHxS), Perfluorooctansulfonsäure (PFOS), Perfluorooctansäure (PFOA) sowie von längererkettigen Perfluorcarbonsäuren und den Vorläufersubstanzen all dieser Verbindungen. Trotz den Einschränkungen werden die Substanzen wegen ihrer Langlebigkeit jedoch weiterhin in der Umwelt, in der Nahrungskette und im menschlichen Körper nachweisbar sein.

> BLV: Biomonitoring von PFAS

PFAS im Grund- und Trinkwasser

Die Belastungen betreffen auch Grundwasservorkommen und damit unsere wichtigsten Trinkwasserressourcen. Für PFOS und PFHxS im Trinkwasser gilt hierzulande je ein Höchstwert von 0,3 Mikrogramm pro Liter ($\mu\text{g/l}$), und für PFOA sind maximal 0,5 $\mu\text{g/l}$ erlaubt. Die EU hat ab Januar 2023 für die Summe von 20 grundwasserrelevanten perfluorierten Carbon- und Sulfonsäuren eine obere Limite von 0,1 $\mu\text{g/l}$ festgelegt und begrenzt die Gesamtmenge sämtlicher PFAS auf 0,5 $\mu\text{g/l}$. Einzelne europäische Länder planen jedoch strengere Vorgaben. So ist etwa in Deutsch-

land für die Summe der vier Substanzen PFOS, PFOA, PFHxS und PFNA (Perfluorooctansäure) ein Trinkwasserleitwert von 0,005 $\mu\text{g/l}$ im Gespräch, während Dänemark bereits beschlossen hat, für die Gruppe dieser Stoffe im Trinkwasser einen noch strengeren Höchstwert von 0,002 $\mu\text{g/l}$ einzuführen. Auch in der Schweiz prüft das zuständige Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) eine allfällige Anpassung der gesetzlichen Höchstwerte für PFAS in Lebensmitteln, doch ist bei uns frühestens 2026 mit neuen Grenzwerten für Trinkwasser und weitere Lebensmittel zu rechnen.

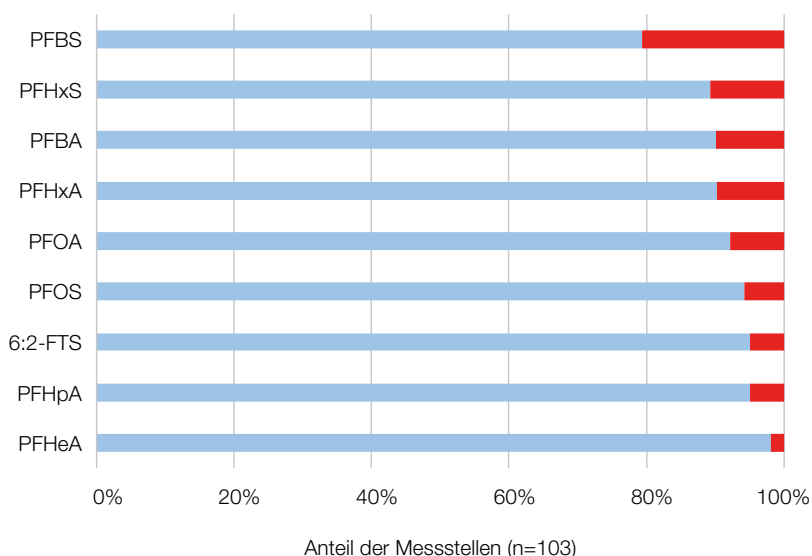
Eine fixe Messstation für die Überwachung des Grundwasserspiegels im bernischen Seeland. Vor Ort lassen sich bereits erste Messwerte wie Leitfähigkeit, Temperatur, Sauerstoffgehalt und pH-Wert bestimmen. Für die Analyse von Spurenstoffen im Mikro- oder Nanogramm-Bereich braucht es hingegen komplexe Labortechnologien.

Belastungssituation im Kanton Bern

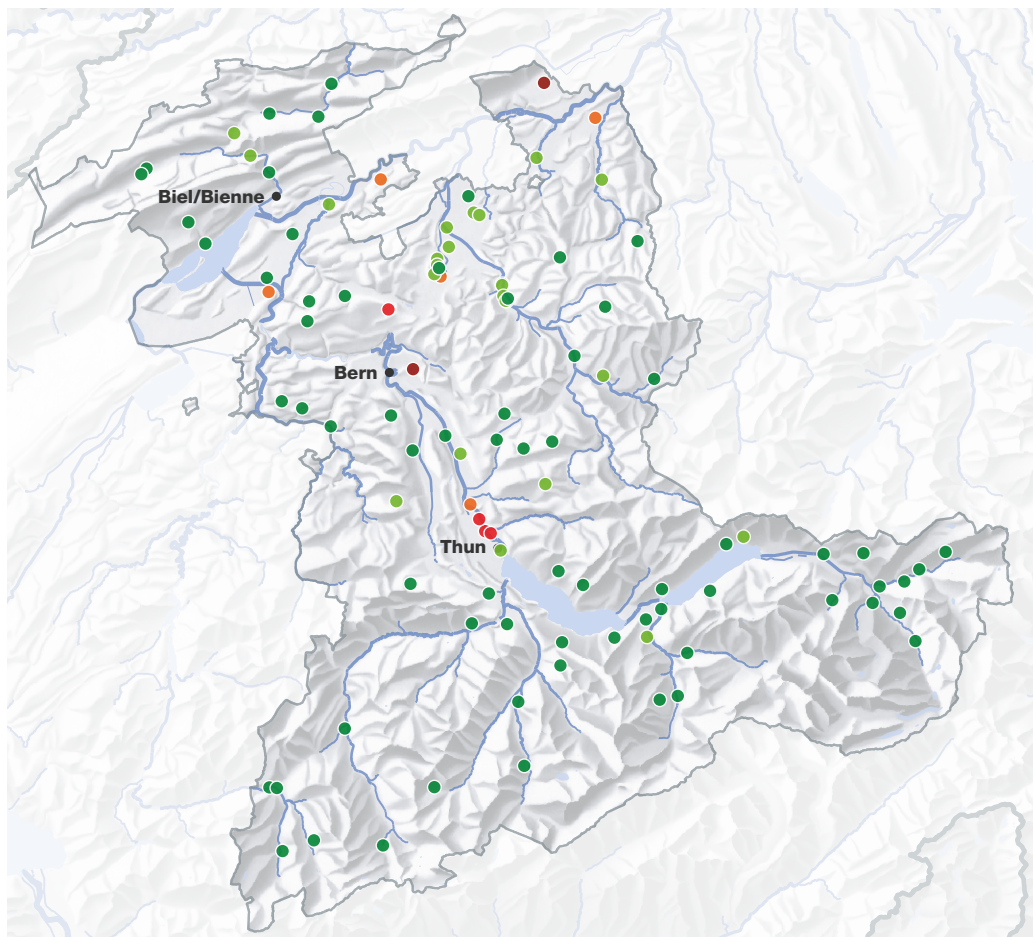
Aus einem 2021 durchgeführten Pilotprojekt des Bundes im Rahmen der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA und ergänzenden Analysen im Auftrag des Kantons Bern aus dem Jahr 2022 liegen für 103 Messstellen im Bernbiet Daten zu PFAS im Grundwasser vor. Sie decken ein breites Spektrum von bis zu 33 unterschiedlichen Substanzen ab. Nachweise über der Bestimmungsgrenze, die in der Regel bei 1 Nanogramm pro Liter (ng/l) – oder umgerechnet 0,001 $\mu\text{g/l}$ – liegt, fanden sich nur für 9 Substanzen. Die nachfolgende Analyse umfasst die Auswertung von Verbindungen mit einem Alkylanteil von vier oder mehr Kohlenstoffatomen – also ab Perfluorbutansulfonsäure (PFBS) und Perfluorbutansäure (PFBA).

Aufgeführt sind 9 PFAS-Verbindungen, die an insgesamt 103 Messstellen in Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze nachgewiesen wurden. Eine grosse Mehrheit der Standorte ist davon nicht betroffen, wie der jeweils hohe Prozentsatz der Stellen ohne Befunde (hellblau) zeigt.

PFAS-Verbindungen im Grundwasser



PFAS-Belastungen bei 103 Grundwasser-Messstellen



Gesamtmenen der untersuchten PFAS-Substanzen in 103 untersuchten Grundwasser-Messstellen. Für das Berner Oberland, die voralpinen Hgelgebiete und den Berner Jura gibt es kaum PFAS-Nachweise.

Summe PFAS

Mittelwert 2019–2022

- < Bestimmungsgrenze
- Bestimmungsgrenze – 5 ng/l
- 5–10 ng/l
- 10–15 ng/l
- 15–23 ng/l

Substanz	Maximalwerte (ng/l)
6:2-FTS (6:2-Fluortelomersulfonsäure)	1,5
PFBA (Perfluorbutansäure)	9,3
PFBS (Perfluorbutansulfonsäure)	2,6
PFHpA (Perfluorheptansäure)	1,2
PFHxA (Perfluorhexansäure)	3,2
PFHxS (Perfluorhexansulfonsäure)	3,9
PFOA (Perfluorooctansäure)	2,3
PFOS (Perfluorooctansulfonsäure)	3,8
Summe PFAS¹	12,5

Maximale Konzentrationen bei Trinkwasserfassungen (21 Fassungen mit Befunden bei insgesamt 80 Trinkwasserfassungen).

¹ Zur Summe PFAS zählen hier alle analysierten PFAS-Substanzen mit einem perfluorierten Alkylanteil von mindestens drei Kohlenstoffatomen bei den Carbonsäuren oder mit mindestens vier Kohlenstoffatomen bei den Sulfonsäuren.

PFAS-Nachweise liegen mit 35 der analysierten 103 Messstellen etwa für jeden dritten Standort vor. Davon handelt es sich bei 21 um Quell- oder Grundwasserfassungen, die Trinkwasser ins Verteilnetz abgeben. Die Maximalkonzentration einer nachgewiesenen Einzelsubstanz in einer Trinkwasserfassung betrug rund 9 ng/l und die maximale Summenkonzentration von PFAS etwa 13 ng/l (siehe Tabelle).

Wie eine Auswertung der Bodennutzung zeigt, sind Waldstandorte, Sömmerungsweiden, unproduktive Gebiete und Grasland deutlich weniger belastet als Ackerbauggebiete und Siedlungsflächen, wo die höchsten PFAS-Konzentrationen auftreten. Im urbanen Raum liessen sich die unerwünschten Substanzen in 7 von 12 untersuchten Messstellen nachweisen, unter Ackerflächen bei 20 von 33 Messstellen. Generell sind die PFAS-Belastungen in Siedlungsräumen höher. Die in der Schweiz aktuell gültigen Höchstwerte für PFOS, PFOA und PFHxS im Trinkwasser werden im Moment noch problemlos eingehalten. Bei Berücksichtigung der dänischen Grenzwerte käme es bei einzelnen Trinkwasserfassungen zu Überschreitungen.

Das AWA nimmt für den Kanton Bern gegenwärtig eine Standortbestimmung zum Ausmass der PFAS-Belastung durch mögliche Punktquellen vor. Dazu gehören beispielsweise belastete Standorte, Deponien, Brandübungsplätze und Industriebetriebe, die PFAS verwenden oder eingesetzt haben.

Erste Erkenntnisse zur TFA-Belastung

In deutlich höheren mittleren Konzentrationen von zirka 250 bis über 2000 ng/l tritt Trifluoracetat (TFA) im Grundwasser auf – und zwar nicht nur in Ackerbaugebieten und urbanen Räumen, sondern praktisch überall. Die Grundchemikalie, die ebenfalls zur Gruppe der PFAS gehört, dient der Herstellung fluorierter Stoffe, ist darüber hinaus aber auch ein Abbauprodukt zahlreicher Fluorchemikalien. Dazu zählen zum Beispiel halogenierte Kälte- und Treibmittel, Medikamente, Pflanzenschutzmittel sowie Biozide. Offenbar sind teilfluorierte Kältemittel eine wichtige Quelle der Hintergrundbelastung mit TFA. Seit 2010 ersetzen sie zunehmend die stark klimaschädlichen Fluorkohlenwasserstoffe, doch werden sie in der Atmosphäre in noch grösserem Mass zu halogenierten Stoffen wie TFA abgebaut.

Aufgrund seiner hohen Wasserlöslichkeit und Mobilität gelangt TFA leicht in den Wasserkreislauf und verbreitet sich vor allem auf diesem Weg in der Umwelt – so etwa über die Versickerung des Regenwassers ins Grundwasser. Weil TFA sehr persistent und somit kaum abbaubar ist, verbleibt es jahrelang im Grundwasser und reichert sich dort an.

Wie erste Analysen bei 47 Grundwassermessstellen im Kanton Bern zeigen, ist TFA – bedingt durch die weiträumige Hintergrundbelastung – selbst in Wäldern und unproduktiven Gebieten ohne wirtschaftliche Aktivitäten überall nachweisbar. Weil sich die höchsten Belastungen jedoch in Ackerbaugebieten finden, ist anzunehmen, dass sie



hier überwiegend aus dem Abbau von fluorierten Pflanzenschutzmitteln stammen. Das BLV stuft TFA denn auch als toxikologisch nicht-relevanten Metaboliten von Pestiziden ein. Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) plant hierzulande weitere Messkampagnen und Analysen, um einen besseren Überblick zur Belastung von TFA im Grundwasser zu erhalten.

In Deutschland hat das Umweltbundesamt (UBA) auf der Grundlage einer verbesserten Datenlage im Mai 2020 einen toxikologisch begründeten Leitwert für TFA im Trinkwasser abgeleitet. Diese Limite von 60 µg/l basiert auf der lebenslang tolerierbaren täglichen Aufnahmemenge von TFA bei einem Trinkwasserkonsum von 2 Liter, für den das UBA keine Schädigung der menschlichen Gesundheit erwartet. So gesehen geben die in bernischen Grundwasservorkommen ermittelten TFA-Höchstwerte bei Trinkwasserfassungen von etwa 1,6 µg/l beim heutigen Kenntnisstand keinen Anlass zu überstürzten Massnahmen. Allerdings ist auf diesem neu erforschten Gebiet noch vieles im Fluss.

Der flächendeckende Grundwasserschutz im Kanton Bern zielt darauf ab, dass sich die lebenswichtige Ressource möglichst vielerorts ohne technische Aufbereitung als Trinkwasser nutzen lässt.

Weitere Informationen

- > Nitrat im Grundwasser
- > Belastung des Grundwassers mit Pestiziden
- > Geoportal Grundwasserbeobachtung
- > Impressum, Editorial und weitere Faktenblätter