

Aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften sind per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS) für verschiedene technische Anwendungen sehr geeignet und werden in der Industrie in grossen Mengen verwendet. Ihr vielseitiger Einsatz führt dazu, dass die Verbindungen sowohl in Grundwasservorkommen als auch im Boden messbar sind.

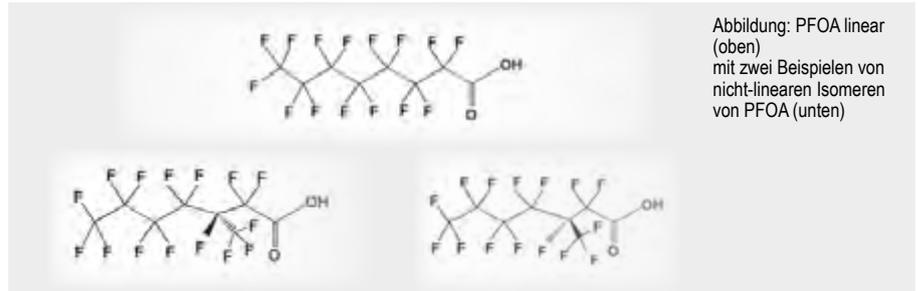


Abbildung: PFOA linear (oben) mit zwei Beispielen von nicht-linearen Isomeren von PFOA (unten)

## Eigenschaften von PFAS

PFAS sind sehr temperatur- und säurestabil und sowohl wasser- als auch fettabweisend. Diese Eigenschaften machen die PFAS zu beliebten Industriechemikalien. Sie sind in zahlreichen Alltagsgegenständen zu finden (funktionale Regenbekleidung, Teflonpfannen, Feuerlöschschäume etc.). Der Gebrauch dieser Gegenstände führt zu diffusen Einträgen in die Umwelt. Es gilt zudem einzelne grössere Punktquellen zu beachten (z.B. Feuerwehrrübungsplätze, Brandplätze, ausgebrachter PFAS-haltiger Schlamm aus der Papierindustrie). Sind PFAS in die Umwelt gelangt, findet man sie trotz ihrer geringen Wasserlöslichkeit in der aquatischen Umwelt, wo sie aufgrund ihrer hohen Stabilität lange nachgewiesen werden können. Entsprechend sind einzelne PFAS, z.B. perfluorierte Oktansulfonsäure (PFOS) oder perfluorierte Oktansäure (PFOA), seit 2009 in die Liste der POPs (persistent organic pollutants) der Stockholm Konvention aufgenommen worden, womit ihre Herstellung und Verwendung eingeschränkt wird.

## Gesetzliche Grundlagen

In der Schweiz regelt die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV, Anhang 1.16 bzw. 2.11) den Einsatz von PFOS und PFOA. In der Altlasten-Verordnung findet sich kein Konzentrationswert für PFAS. Es wurden aber basierend auf der BAFU-Vollzugshilfe «Herleitung von Konzentrationen

swerten und Feststoff-Grenzwerten» in einigen Kantonen Konzentrationswerte bestimmt. Diese sind beim BAFU einsehbar.<sup>1</sup> In der Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV) sind PFOS und Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) mit einem Höchstwert von je 0.3 µg/L und PFOA mit 0.5 µg/L aufgeführt. Generell ist der Vollzug im Altlastenbereich momentan im Umbruch. Einen guten Überblick über den aktuellen Stand gibt das PFAS-Merkblatt vom Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich (AWEL).<sup>2</sup>

## Problematik bezüglich der Analytik und der Toxizität

Die Gruppe der PFAS umfasst eine Vielzahl von verschiedenen chemischen Verbindungen und Isomeren. Ein technisches Produkt enthält meistens nicht nur eine dieser Verbindungen, sondern diverse bzw. deren verschiedene Isomere (s. Beispiel in obiger Abbildung).

Diese Eigenschaft erschwert die analytische Quantifizierung dieser chemischen Verbindungen, bzw. es bedarf einer eindeutigen Definition, ob nun alle Isomere miteinfasst werden oder nur die linearen Verbindungen. Bei der Bachema AG werden in Übereinstimmung mit der BAFU-UV-1715 sowohl die linearen als auch die nicht-linearen Isomeren der jeweiligen PFAS-Verbindungen in den Messwert mit einbezogen. Das Kom-

petenznetzwerk Lab'Eaux hat sich darauf verständigt, als Standard für die quantifizierung nur die lineare Verbindung zu verwenden, um eine einheitliche Auswertung zu gewährleisten<sup>3</sup>. Dies wird auch bei der Bachema AG so gehandhabt.

## Möglichkeiten der Bachema AG rund um die PFAS-Analytik

- Analytik der wichtigsten PFAS-Verbindungen in verschiedenen Kombinationen (Einzelsubstanzen oder Prüfumfängen) in Wasserproben mit Bestimmungsgrenze bis 0.001 µg/L (s. Tabelle rechts, s. 59)
- Analytik von PFAS in Feststoffproben mit Bestimmungsgrenze bis 0.1 µg/kg
- Kontaminationsfreie Probenahme von Grundwasser mit mobiler Tauchpumpe
- TOP Assay wird zur Zeit (noch) nicht angeboten, da kein standardisiertes Verfahren festgelegt ist. Eine Durchführung der PFAS-Bestimmung mit TOP Assay ist möglich via Drittlabor.

## Referenz

<sup>1</sup> Konzentrationswerte BAFU: Konzentrationswerte für Stoffe, die nicht in Anhang 1 oder 3 AltIV enthalten sind, Download unter <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/altlasten/fachinfo-daten/konzentrationswerte.pdf>

<sup>2</sup> <https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/abfall-rohstoffe/altlasten/schadstoffen/PFAS-Merkblatt%20Altlastenvollzug.pdf>

<sup>3</sup> Kompetenznetzwerk der kantonalen Gewässer- und Umweltschutzlaboratorien: Empfehlung zur schweizweit einheitlichen Bestimmung von PFASIsomerengemischen 20.03.2023 Labeaux\_2023\_Empfehlung\_Recommandation\_PFAS.pdf



# Substanzliste der per- und polyfluorierten Alkylverbindungen (PFAS) und zugehörige Prüfumfänge

| Substanzen     | Preis in Fr.  | Prüfumfang Wasser    | PFASWklein       | PFASWCaps        | PFASWBafu9  | PFAS-WEU20                         | PFASWMax          |
|----------------|---|----------------------|------------------|------------------|---|------------------------------------|-------------------|
|                |   | Prüfumfang Feststoff | PFASBklein       | PFASBCaps        | PFASBBafu9  |                                    | PFASBMax          |
|                |   |                      | (3 Verbindungen) | (2 Verbindungen) | (9 Verbindungen)  | (20 Verbindungen, nur Trinkwasser) | (35 Verbindungen) |
|                |   |                      | 250.–            | 250.–            | 350.–<br><small>* Preis als einzelner Zusatzanalyt zu PFASBafu9</small> | 500.–                              | 600.–             |
| Abkürzung      | Parameter-Name  |                      |                  |                  |   |                                    |                   |
| PFBA           | Perfluorbutansäure  |                      |                  |                  |   |                                    |                   |
| PFPeA          | Perfluorpentansäure   |                      |                  |                  |   |                                    |                   |
| PFHxA          | Perfluorhexansäure  |                      |                  |                  |   |                                    |                   |
| PFHpA          | Perfluorheptansäure   |                      |                  |                  |   |                                    |                   |
| PFOA           | Perfluoroktansäure  |                      |                  |                  |   |                                    |                   |
| PFNA           | Perfluoronansäure   |                      |                  |                  |   |                                    |                   |
| PFDA           | Perfluordekansäure  |                      |                  |                  | 50.–*   |                                    |                   |
| PFUnDA         | Perfluorundekansäure <sup>1</sup>                                 |                      |                  |                  | 100.–*  |                                    |                   |
| PFDoDA         | Perfluordodekansäure <sup>1</sup>                                 |                      |                  |                  | 100.–*  |                                    |                   |
| PFTTrDA        | Perfluortridekansäure <sup>1</sup>                                |                      |                  |                  | 100.–*  |                                    |                   |
| PFTeDA         | Perfluortetradekansäure <sup>1</sup>                              |                      |                  |                  | 100.–*  |                                    |                   |
| PFBS           | Perfluorbutansulfonsäure  |                      |                  |                  |   |                                    |                   |
| PFPeS          | Perfluorpentansulfonsäure   |                      |                  |                  | 50.–*   |                                    |                   |
| PFHxS          | Perfluorhexansulfonsäure  |                      |                  |                  |   |                                    |                   |
| PFHpS          | Perfluorheptansulfonsäure   |                      |                  |                  | 50.–*   |                                    |                   |
| PFOS           | Perfluoroktansulfonsäure  |                      |                  |                  |   |                                    |                   |
| PFNS           | Perfluoronansulfonsäure <sup>1</sup>                              |                      |                  |                  | 100.–*  |                                    |                   |
| PFDS           | Perfluordekansulfonsäure <sup>1</sup>                             |                      |                  |                  | 100.–*  |                                    |                   |
| PFUnDS         | Perfluorundekansulfonsäure <sup>1</sup>                           |                      |                  |                  | 100.–*  |                                    |                   |
| PFDoDS         | Perfluordodekansulfonsäure <sup>1</sup>                           |                      |                  |                  | 100.–*  |                                    |                   |
| PFTTrDS        | Perfluortridekansulfonsäure <sup>1</sup>                          |                      |                  |                  | 100.–*  |                                    |                   |
| (P)FOSA        | Perfluoroktansulfonamid   |                      |                  |                  | 50.–*   |                                    |                   |
| MeFOSA         | N-methyl Perfluoroktansulfonamid <sup>1</sup>                     |                      |                  |                  | 100.–*  |                                    |                   |
| MeFOSAA        | N-methyl Perfluoroktansulfonamidessigsäure <sup>1</sup>           |                      |                  |                  | 100.–*  |                                    |                   |
| EtFOSA         | N-ethyl Perfluoroktansulfonamid <sup>1</sup>                      |                      |                  |                  | 100.–*  |                                    |                   |
| EtFOSAA        | N-ethyl Perfluoroktansulfonamidessigsäure <sup>1</sup>            |                      |                  |                  | 100.–*  |                                    |                   |
| 4:2-FTS        | 4:2-Fluortelomersulfonsäure                                       |                      |                  |                  | 50.–*   |                                    |                   |
| 6:2-FTS        | 6:2-Fluortelomersulfonsäure                                       |                      |                  |                  | 50.–*   |                                    |                   |
| 8:2-FTS        | 8:2-Fluortelomersulfonsäure <sup>1</sup>                          |                      |                  |                  | 100.–*  |                                    |                   |
| HFPO-DA (GenX) | 2,3,3,3,-Tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy)propansäure <sup>2</sup> |                      |                  |                  | 50.–*   |                                    |                   |
| DONA           | Perfluor-4,8-dioxa-3H-nonansäure <sup>2</sup>                     |                      |                  |                  | 50.–*   |                                    |                   |
| 9Cl-PF3ONS     | 9-Chlorhexandecafluor-3-oxanonan-1-sulfonsäure <sup>1</sup>       |                      |                  |                  | 100.–*  |                                    |                   |
| 8:2-FTUCA      | 2H-Perfluor-2-decensäure <sup>2</sup>                             |                      |                  |                  | 50.–*   |                                    |                   |
| DPOSA          | Capstone A <sup>2</sup>   |                      |                  |                  | 100.–*  |                                    |                   |
| CDPOS          | Capstone B <sup>2</sup>   |                      |                  |                  | 100.–*  |                                    |                   |

Weitere Analyten auf Anfrage

Die Bestimmungsgrenze (BG) bei allen PFAS-Substanzen im Wasser liegt bei 0.001 µg/L, ausgenommen diejenigen mit <sup>1</sup> (0.002 µg/L) oder mit <sup>2</sup> (0.02 µg/L) markiert. Die BG bei allen PFAS-Substanzen im Feststoff liegt bei 0.1 µg/kg, ausgenommen diejenigen mit <sup>2</sup> (1 µg/kg) markiert.