

# PFAS-Forensik

## „Unterscheidung verschiedener Eintragsquellen“



**PFAS** (Poly- und perfluorierte Alkylsubstanzen) bilden ausserordentlich lange Schadstoffbahnen im Grundwasserleiter aus. Daher ist es nicht selten, dass innerhalb der Fahne sekundäre PFAS-Einträge vorkommen können. Zur Unterscheidung der Primär- und Sekundäreinträge gibt es eine Reihe forensischer Methoden

**TIPP:** Die PFAS-Forensik erfordert umfangreiche, nicht-routinemässige, Laboranalysen. Bezüglich der konventionellen Analytik empfiehlt es sich, möglichst viele verschiedene Verbindungen zu analysieren.

### KONTAKT

**Dr. Thomas Held**  
M +49 151 17143327  
thomas.held@arcadis.com

**Dr. Michael Reinhard**  
M +49 151 17143864  
michael.reinhard@arcadis.com

Arcadis: Planung, Beratung und Management für Immobilien, Umwelt, Infrastruktur und Wasser mit 28.000 Mitarbeiter\*innen an 350 Standorten in über 40 Ländern weltweit und an 16 Standorten in Deutschland.

**MUSTERANALYSE (FINGERPRINT).** Die Zusammensetzung einer PFAS-Belastung kann sich in Abhängigkeit der eingetragenen Produkte deutlich unterscheiden. Entlang der Grundwasserströmungsrichtung gibt es eine kontinuierliche Änderung der Zusammensetzung aufgrund von Chromatographie-Effekten (kurzkettige PFAS migrieren schneller als langkettige) und teilweise aufgrund der Umsetzung aus Precursor.

**VERZWEIGUNG DER PERFLUORIERTEN KETTEN.** Es gibt zwei verschiedene Verfahren zur Herstellung von PFAS. Bei der älteren Elektrochemischen Fluorierung entstehen verzweigte perfluorierte Ketten, bei der neueren Telomerisierung dagegen nicht. Gemäss DIN-Analytik werden zwar verzweigte und lineare Isomere einer Verbindung zusammengefasst und gemeinsam quantifiziert, es besteht aber die Möglichkeit einer getrennten Auswertung und Quantifizierung. Damit steht ein weiteres Kriterium zur Verfügung, um verschiedene PFAS-Kontaminationen zu unterscheiden

**TOP, AOF, EOF.** Mit diesen Verfahren werden Precursor und Non-Precursor sichtbar gemacht. Beim TOP-Verfahren werden polyfluorierte Verbindungen in perfluorierte Carbonsäuren umgewandelt, die dann in der kommerziellen Analytik sichtbar sind. Das AOF- und EOF-Verfahren wandelt alle organischen (adsorbierbaren bzw. extrahierbaren) Fluorverbindungen in Fluorid um, welches dann quantifiziert wird. Mit diesen Analysen kann festgestellt werden, ob in einer Probe zusätzlich Precursor (TOP-Signal ist so gross wie das AOF- bzw. EOF-Signal) und gegebenenfalls Non-Precursor wie beispielsweise ADONA oder GenX (AOF/EOF-Signal ist grösser als das TOP-Signal) vorliegen. Mit diesen Analyseverfahren steht ein weiteres Kriterium zur Unterscheidung von PFAS-Einträgen zur Verfügung.

**PFAS-MASSENBILANZ.** Es dürfen bei einzelnen Schäden in den Konzentrationsverläufen der Fahne keine Sprünge auftreten. Die Neubildung von perfluorierten Verbindungen aus den mikrobiellen Transformationsprozessen von Precursor muss berücksichtigt werden. Dazu können alle Proben zusätzlich mit dem TOP-Assay untersucht werden. Wichtig ist dabei, dass die Konzentrationen nicht in µg/L, sondern in µmol/L ausgewertet werden. Hintergrund ist, dass aus 1 µg/L Precursor nicht 1 µg/L Perfluoralkansäuren wird, aus 1 µmol/L Precursor werden aber schon 1 µmol/L Perfluoralkansäuren. Wenn keine Precursor vorhanden sind, entfallen diese Betrachtungen.

**ISOTOPEN-UNTERSUCHUNG.** Bei der Untersuchung von LCKW wird dies bereits erfolgreich angewendet. PCE beispielsweise weist nur C- und Cl-Atome auf. Analysiert wird das schwere (13C) und das leichte C-Atom (12C). Das Verhältnis wird als sogenannten Isotopensignatur angegeben. Diese kann sich je nach Produktionsprozess unterscheiden. Analog dazu kann versucht werden, die C-Isotopensignatur bei PFAS-Einzelsubstanzen zu bestimmen. Das Verfahren befindet sich noch in der Entwicklung.

**Essenziell ist, dass ein Unterschied von zwei PFAS-Belastungen nur bewiesen ist, wenn die beiden Einträge analytisch unterschieden werden können. Sind die beiden Einträge analytisch gleich, so kann es sich um ein und denselben Eintrag handeln, das muss aber nicht so sein. Daher ist es sinnvoll, so viele Unterscheidungskriterien wie möglich zu untersuchen und zu bewerten.**