

## Polyfluorierte PFC - eine unterschätzte Gefahr?

VOLKER ZEISBERGER

Per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC) sind seit einigen Jahren ein Dauerbrenner auf Veranstaltungen des Boden- und Gewässerschutzes: Einerseits gibt es PFC-Schadensfälle, deren Sanierungen extrem aufwändig und schwierig sind. Andererseits sind PFC humantoxisch und werden in vielen Umweltmedien, aber auch in Muttermilch, Blut und wildlebenden Tieren, in steigenden Konzentrationen nachgewiesen.

Auch wenn PFC eine vielfältige Stoffgruppe ist – einige 100 PFC sind marktverfügbar – stehen nur sehr wenige PFC im Blickpunkt: Es sind die **perfluorierten** PFC-Vertreter PFOS und PFOA, die in der Vergangenheit am häufigsten verwendet wurden. Beide Stoffe sind mittlerweile verboten bzw. reglementiert. Der enge Blick auf nur wenige PFC-Vertreter zieht sich durch die gesamte Umweltgesetzgebung, angefangen vom Wasser- und Bodenschutzrecht bis hin zum Abfall- und Düngemittelrecht. Beispielsweise hat das Chemikalien-, Abfall- und Düngemittelrecht ausschließlich PFOS und PFOA im Blick. Immerhin werden beim Grundwasserschutz einige weitere PFC betrachtet, allerdings nahezu ausschließlich **perfluorierte** PFC. Für die Fülle der Ersatzstoffe (meist **polyfluorierte** PFC) gibt es keine Regelungen. Somit kann festgestellt werden: Abfallrecht, Düngerecht und teilweise auch das Wasserrecht betrachten nur Stoffe, die früher hergestellt wurden, mittlerweile aber nicht mehr gehandelt werden. Es ist ein Blick in die Vergangenheit.

Als Ersatzstoffe zu **perfluorierten** PFC wie PFOS werden mittlerweile **polyfluorierte** PFC eingesetzt. Doch sind diese tatsächlich eine umweltfreundliche Alternative zu den verbotenen PFC, wie oftmals von den Herstellern und Anwendern suggeriert wird? Vieles spricht dagegen!

An dieser Stelle lohnt es sich, auf die Unterschiede zwischen **perfluorierten** und **polyfluorierten** PFC

einzugehen (siehe auch den Beitrag „PFC – Das Wichtigste in Kürze“ auf S. 87). Bei den **perfluorierten** PFC sind in der unpolaren Kohlenstoffkette sämtliche Wasserstoffatome durch Fluoratome ersetzt, bei den **polyfluorierten** PFC sind die meisten, jedoch nicht alle Wasserstoffatome durch Fluoratome ausgetauscht. Der polare Molekülteil ist bei den **polyfluorierten** wesentlich variabler als bei den **perfluorierten** PFC. Diese Unterschiede erscheinen zunächst geringfügig, haben jedoch weitreichende Konsequenzen:

- **Perfluorierte** PFC sind nicht biologisch abbaubar und thermisch extrem stabil; **polyfluorierte** PFC sind teilweise abbaubar, als Endprodukte bleiben jedoch stets **perfluorierte** PFC zurück.
- **Perfluorierte** PFC sind mit Standardanalytik analysierbar (DIN 38407-42 und DIN 38414-14), dagegen ist nur ein einziges **polyfluoriertes** PFC (H<sub>4</sub>PFOS) mit Standardanalytik analysierbar (nicht zur Standardanalytik zählt der Summenparameter AOF, mit dem viele **polyfluorierte** PFC indirekt erfassbar sind; dieser Summenparameter erlaubt jedoch keine Rückschlüsse, welche PFC einer Probe vorliegen).
- Für 12 **perfluorierte** PFC liegen Bewertungsmaßstäbe vor (Geringfügigkeitsschwellen bzw. gesundheitliche Orientierungswerte), dagegen gibt es nur für ein einziges **polyfluoriertes** PFC (H<sub>4</sub>PFOS) einen Bewertungsmaßstab.
- Die Toxizität vieler **perfluorierten** PFC ist bekannt (es überwiegt die Humantoxizität gegenüber der Ökotoxizität). Bei den **polyfluorierten** PFC wird zunächst davon ausgegangen, dass diese kaum toxisch sind; die Toxizität der Abbauprodukte wird dabei allerdings nicht betrachtet.

Die oftmals steigenden Hintergrundbelastungen in Gewässern, Fischen, Muttermilch und Blut mit PFC könnte folgende Ursache haben: Eingesetzt werden derzeit meist **polyfluorierte** PFC, beispielsweise zur Papierveredelung oder zur Imprägnierung von Tex-

tilien. Diese sind bei deren Einsatz/Anwendung derzeit nicht analysierbar. Erst nach einem Teilabbau in der Umwelt entstehen aus (nicht-analysierbaren) **poly**fluorierten PFC im Laufe der Zeit (mit Standardanalytik analysierbare) **per**fluorierte PFC.

Am Beispiel des Schwarzbachs im hessischen Ried – einem Gewässer mit hohem Abwasseranteil – wird deutlich, dass **poly**fluorierte PFC von großer Relevanz sind. In Wasserproben wurden zusätzlich zur Standardanalytik (mit der nur **per**fluorierte PFC erfasst werden) auch der Summenparameter AOF angewendet (dieser erfasst sowohl **per**- als auch **poly**fluorierte PFC). Ist der AOF deutlich höher als die Summe der mittels Standardanalytik bestimmbarer PFC („perfluorierte\_PFC\_gesamt“), ist dies ein klares Indiz, dass **poly**fluorierte PFC vorhanden sind. Die Differenz zwischen den Parametern „perfluorierte\_PFC\_gesamt“ und „AOF“ gibt einen Hinweis, in welcher Konzentration **poly**fluorierte PFC auftreten.

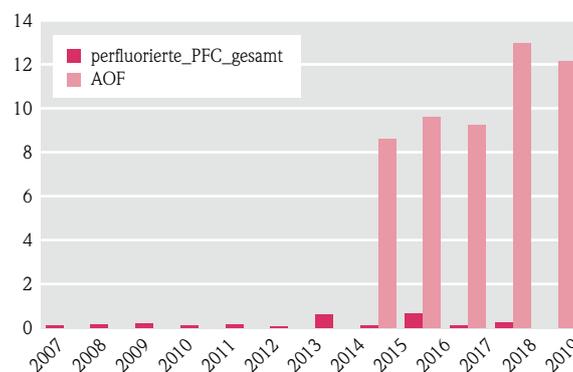
Die nachfolgende Abbildung zeigt, dass im Schwarzbach die **poly**fluorierten PFC in deutlich höheren Konzentrationen auftreten als die **per**fluorierten PFC. Während die **per**fluorierten PFC (blaue Säulen, Angabe als „perfluorierte\_PFC\_gesamt“) in Konzentrationen kleiner 1 µg/l auftreten, ist die Summe aus **per**- und **poly**fluorierten PFC wesentlich höher und liegt über 10 µg/l (orange Säulen, Messungen ab 2015, Analytik mittels Summenparameter AOF). Das heißt, in den Wasserproben dominieren die **poly**fluorierten PFC deutlich gegenüber den **per**fluorierten PFC. Wie oben bereits ausgeführt, werden die

**poly**fluorierten PFC früher oder später zu **per**fluorierten PFC abgebaut werden und können dann zur Hintergrundbelastung beitragen.

Auf Bundesebene ist dieses Problem prinzipiell bekannt. So gibt es eine PFC-Arbeitsgruppe unter Federführung des Bundesumweltministeriums, die Ende 2019 den „Leitfaden zur PFC-Bewertung: Empfehlungen für die bundeseinheitliche Bewertung von Boden- und Gewässerverunreinigungen sowie für die Entsorgung PFC-haltigen Bodenmaterials“ veröffentlichte. In diesem Leitfaden werden zwar die oben genannten Defizite beschrieben, letztlich werden jedoch keine vollzugstauglichen Regelungen hinsichtlich der **poly**fluorierten PFC genannt.

Zur Behebung der Defizite und zur Klärung, ob von **poly**fluorierten PFC Gefahren für Mensch und Umwelt ausgehen, wären folgende Schritte sinnvoll:

- Normierung der Analysenverfahren AOF, EOF, TOP-Assay, mit denen **poly**fluorierte PFC bestimmbar sind
- Entwicklung von Bewertungsmaßstäben für Analyseergebnisse, die mittels AOF, EOF, TOP-Assay gewonnen wurden
- Entwicklung analytischer Verfahren für solche PFC, die insbesondere in Wegwerfartikeln eingesetzt werden (Kaffeeteller, Wurstpapier, Backpapier, ...), für die jedoch noch kein Analysenverfahren verfügbar ist
- Recherche, welche PFC in großen Mengen hergestellt werden und in welchen Produkten sie eingesetzt werden.



**Abb. 1:** PFC-Messungen im Schwarzbach bei Astheim – die dunklen Säulen zeigen den Parameter „perfluorierte\_PFC\_gesamt“, die hellen Säulen den Summenparameter „AOF“