

Erste Abklärungen zur Relevanz von PFAS auf belasteten Standorten in der Schweiz

27. November 2018 / ChloroNet Fachtagung

Relevanz von PFAS auf belasteten Standorten

- PFAS im Fokus der Forschung, Behörden und Politik
- Grosses Thema an internationalen Tagungen
- Im Zusammenhang mit belasteten Standorten resp. Altlasten wurden im Ausland zahlreiche Studien durchgeführt:
- Z.B: DE: Div. Untersuchungen, Bewertungen, Sanierungen
 - Untersuchung der Belastungen bei flächenhaft ausgebrachten mit PFAS-belasteten Papierschlammern sowie Untersuchungen von ca. 150 Punktquellen:
 - Z.B. bei Flugplätzen oder Feuerwehrübungsplätzen wurden teilweise sehr hohe Belastungen gefunden.
 - → UBA: Erarbeitung einer Arbeitshilfe für die Auswahl von Sanierungslösungen → Vortrag Jörg Frauenstein

Relevanz von PFAS auf belasteten Standorten

- Diverse Schwellen-, Referenz- resp. Grenzwerte in Schweden, Dänemark, Deutschland, Italien, Niederlande, EU, USA, Australien
- Dupont, USA, 2001: Sammelklage Trinkwasserverunreinigung durch PFOA, Dupont bezahlt \$107 Mio; 2005: Vergleich zwischen EPA und Dupont: \$16.5 Mio für "Unreported Risks"

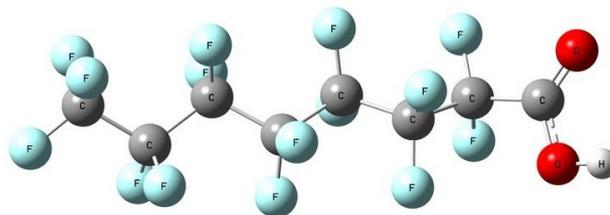


ChloroNet-Fachtagung 2018

3

Was sind PFAS?

- PFAS ist eine Abkürzung für per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen
- auch als PFC (per- und polyfluorierte Chemikalien) oder PFT (perfluorierte Tenside) bekannt
- Diese Stoffgruppe umfasst mehr als 4700 verschiedene Stoffe.
- Chemisch gesehen bestehen die organischen Verbindungen aus Kohlenstoffketten verschiedener Längen, bei denen die Wasserstoffatome vollständig (perfluoriert) oder teilweise (polyfluoriert) durch Fluoratome ersetzt sind.

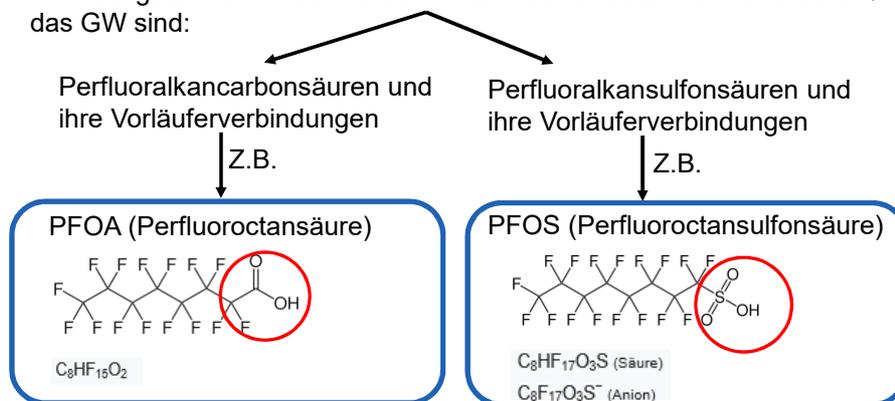


ChloroNet-Fachtagung 2018

4

Was sind PFAS?

Am häufigsten verwendet werden → am relevantesten für die Altlasten / das GW sind:



Die zwei bekanntesten bestuntersuchten PFAS

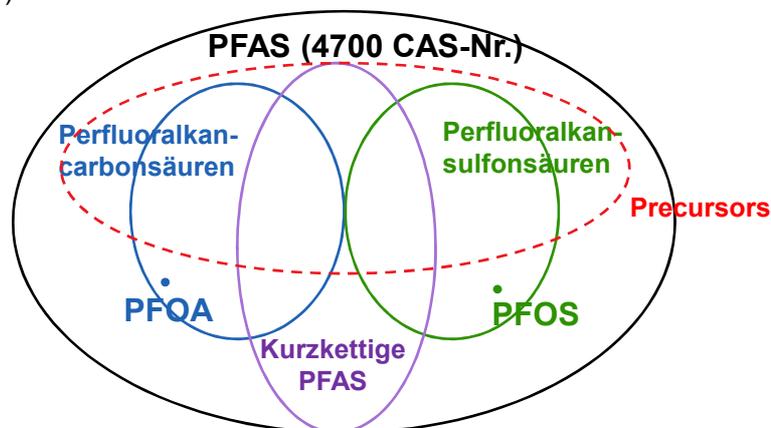
* Vorläuferverbindungen = Precursor: Substanzen, die sich zu stabilen, nicht abbaubaren Perfluoralkancarbonsäuren und -sulfonsäuren abbauen lassen.

ChloroNet-Fachtagung 2018

5

Was sind PFAS?

Kettenlänge: Aufgrund unterschiedlicher chemischer Eigenschaften werden PFAS in langkettige (ab Perfluorooctansäure (C-8) bzw. Perfluorhexansulfonsäure (C-6)) und kurzkettige PFAS (< C-6) unterteilt.



ChloroNet-Fachtagung 2018

6



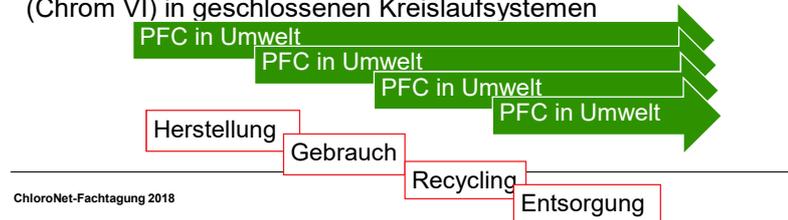
Einsatz von PFAS in...

PFAS finden wegen ihrer besonderen Eigenschaften

– wasser-, fett- und schmutzabweisend sowie chemisch und thermisch stabil –

in vielen Verbraucherprodukten Anwendung. Z.b.:

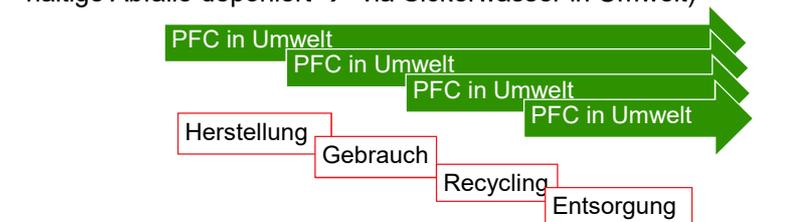
- Textilindustrie: wasser- und schmutzabweisende Beschichtungen / Imprägniermittel (Outdoor-Equipment, Arbeitskleidung, schmutzabweisende Teppiche, ...)
- Papier-/Kartonindustrie: wasser- und schmutzabweisende Beschichtungen
- Galvanik: Beschichtungen; PFOS: heute noch: Mittel zur Sprühnebelunterdrückung für nicht-dekoratives Hartverchromen (Chrom VI) in geschlossenen Kreislaufsystemen



Einsatz von PFAS in...

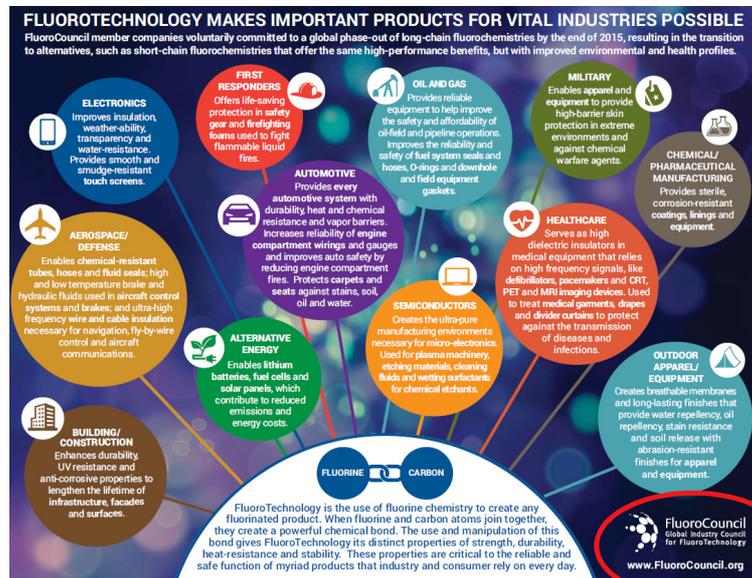
Anwendung Fortsetzung:

- Sonstige Beschichtungen: Verpackungsmaterial, Kochgeschirr (Teflon), Wachse/Schmiermittel (z.B. Skiwachse), Baustoffen (z.B. Wetterschutzfarben und –lacke, zum Schutz vor Verschmutzung von Häuserfassaden)
- Feuerlöschschäume (Herstellung, Lagerung, Einsatz, Entsorgung)
- Pestizide
- Deponien (frühere Benutzung als Brandübungsplatz oder PFAS-haltige Abfälle deponiert → via Sickerwasser in Umwelt)





Einsatz von PFAS in...



ChloroNet-Fachtagung 2018

9



Umweltverhalten von PFAS

- Alle PFAS sind hoch **persistent**
- Je nach Kettenlänge sind sie **bioakkumulativ** (eher langkettige) oder **mobil** (eher kurzkettige)
- Einige PFAS sind **toxisch**
 - einige sind daher PBT (persistent, bioakkumulativ und toxisch)
 - Einige sind daher PMT (persistent, mobil und toxisch)
 - **Alle PFAS verbleiben daher für einen sehr langen Zeitraum in der Umwelt und reichern sich an.**
- **Mobilität / Wasserlöslichkeit:** unterschiedlich: kurzkettige PFAS sind hoch mobil und gut wasserlöslich, → Wasser ist ein wichtiger Verbreitungspfad für (kurzkettige) PFAS; PFOS and PFOA (C-8) moderat wasserlöslich; langkettige PFAS adsorbieren stark an Boden → Retention.
- Viele Precursors sorbieren besser an die Bodenmatrix als Perfluoralkansäuren → zeitliche Verzögerung der Freisetzung von Perfluoralkansäuren

ChloroNet-Fachtagung 2018

10

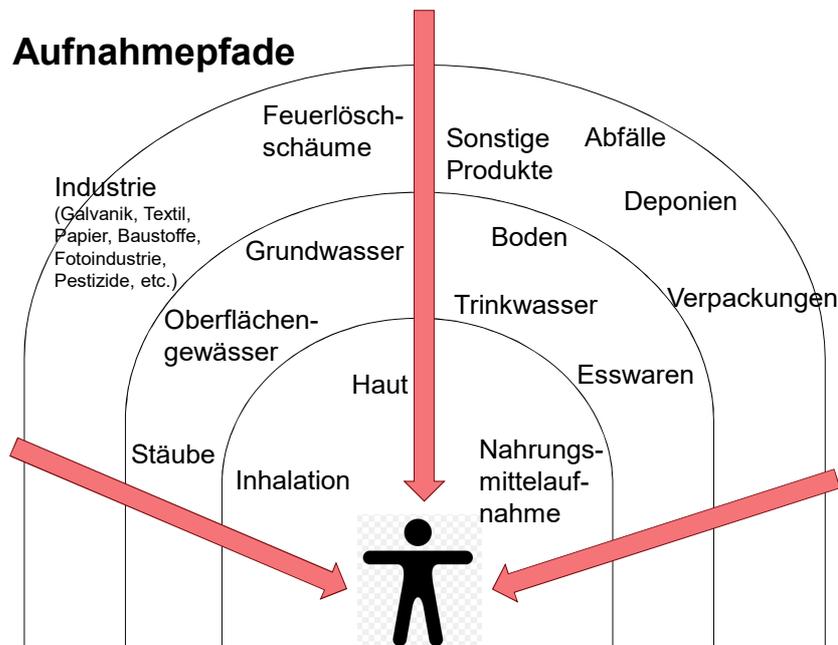
Toxikologie von PFAS

- Nach der Aufnahme gelangen sie zuerst ins Blut, wo sie an Proteine binden. Anschliessend werden sie im Körper verteilt. V.a. Leber und Niere sind betroffen.
- Die Bioakkumulation und die renale Ausscheidung hängen von der Kettenlänge, dem Geschlecht und der Spezies ab.
- Akkumulieren in Leber und Niere. Es gibt Effekte auf die Schilddrüse und das Immunsystem und die Reproduktion in sehr niedrigem Dosisbereich (Tierstudien und epidemiologische Studien)
- PFAS sind im menschlichem Blut, in der Brustmilch und anderen Biota rund um den Globus nachgewiesen worden.
- Nach derzeitigem wissenschaftlichen Kenntnisstand ist keine Bewertung der PFAS nach dem Gruppenansatz möglich
- Bis jetzt sind lediglich PFOA und PFOS hinreichend toxikologisch bewertet
- Epidemiologische Grossstudie (USA, Dupont) von 70'000 Personen: bald Resultate

ChloroNet-Fachtagung 2018

11

Aufnahmepfade



ChloroNet-Fachtagung 2018

12



Rechtliches



- **PFOS** (Perfluorooctansulfonsäure) und ihre Salze: ist im Annex B (→ Beschränkungen) der Stockholmer Übereinkommen (völkerrechtlich bindende Verbots- und Beschränkungsmassnahmen für bestimmte langlebige organische Schadstoffe (engl. *persistent organic pollutants*, POP)
 - PFOS-basierte AFFFs* dürfen nicht mehr in der Schweiz hergestellt, inverkehrgebracht oder verwendet werden.
 - Verbleibende Vorräte dürfen bei Notfällen von Löschzügen bis 2014 und in stationären Anlagen bis 2018 benutzt werden.
- **PFOA** (Perfluorooctansäure): UN Stockholm Convention's Persistent Organic Pollutants Review Committee empfiehlt, PFOA, seine Salze und PFOA-verwandte Stoffe ins Stockholmer Übereinkommen aufzunehmen (Sept. 2018, Entscheid Mai 2019)

* Aqueous Film Forming Foam (wasserfilmbildendes Schaummittel)

ChloroNet-Fachtagung 2018

13



Übersicht toxikologische (Grenz)werte Grundwasser

Substanz	K-Wert nach AltIV [µg/L]	EU (tolerierbare TW-Qualität) [µg/L]	EU (Vorsorge wert) [µg/L]	DE Geringfügigkeitsschwellenwerte) [µg/L]
Perfluorbutansäure (PFBA)	700		*Σ PFOA und PFOS = 0.1µg/L	10
Perfluorpentansäure (PFPA)	100			
Perfluorhexansäure (PFHxA)	40			6
Perfluorheptansäure (PFHpA)	9			--
Perfluorooctansäure (PFOA)	4	4.5	0.1*	0.1
Perfluornonansäure (PFNA)				0.06
Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	700			6
Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)	0.7			0.1
Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	0.7	0.45	0.1*	0.1
6:2 Fluortelomersulfonat FTS (H4PFOS)	7			--

ChloroNet-Fachtagung 2018

14

Übersicht toxikologische (Grenz)werte ObG

Substanz	Internationale Werte für Oberflächengewässer [$\mu\text{g/L}$]							
	DE, Bayern	Niederlande		Europäische Richtlinie 2013/39/EU: UQN				
		Risiko vernachlässigbar	Max. tolerierbares Risiko	JD, Binnenob.fl.g	JD, sonstige Gewässer	ZHK, Binnenob.fl.g	ZHK, sonstige Gewässer	UQN Biota (Fische)
PFOA	570	30						
PFOS	0.05	0.00023	0.023	0.00065	0.00013	36	7.2	9.1

UQN = Umweltqualitätsnorm

JD = Jahresdurchschnitt

ZHK = Zulässige Höchstkonzentration

Binnenob.fl.g. = Binnenoberflächengewässer

Untersuchungen

- Einzelstoffanalytik: Kommerzielle Analytiklabors bieten z.Z. ca. 20 PFAS-Verbindungen an (BG: 1ng/L)
- Die meisten Precursors lassen sich mit Hilfe der Einzelstoffanalytik nicht nachweisen → TOP-Verfahren (Total Oxidizable Precursors): Probe wird vor und nach der Oxidation auf PFAS Einzelsubstanzen untersucht → aus der Differenz kann der Anteil von Precursors berechnet werden → ~ max. Schadstoffpotential
- Summenparameter: AOF (adsorbierbare organische Fluorverbindungen) (z.Z. in der Normierung)
- Analytik: für den Grossteil der produzierten und möglicherweise in der Umwelt vorkommenden PFAS existieren weder analytische Bestimmungsmethoden noch toxikologische Bewertungen.

Sanierungen/Abfallentsorgung

Grundwassersanierungen

- PFAS sind stabil → sie können bei in-Situ Verfahren weder thermisch, biologisch noch chemisch eliminiert werden
 - Pump-and-treat-Verfahren mit
 - Aktivkohleabsorption
 - Ionenaustausch
 - Flockung
 - Membranverfahren

ChloroNet-Fachtagung 2018

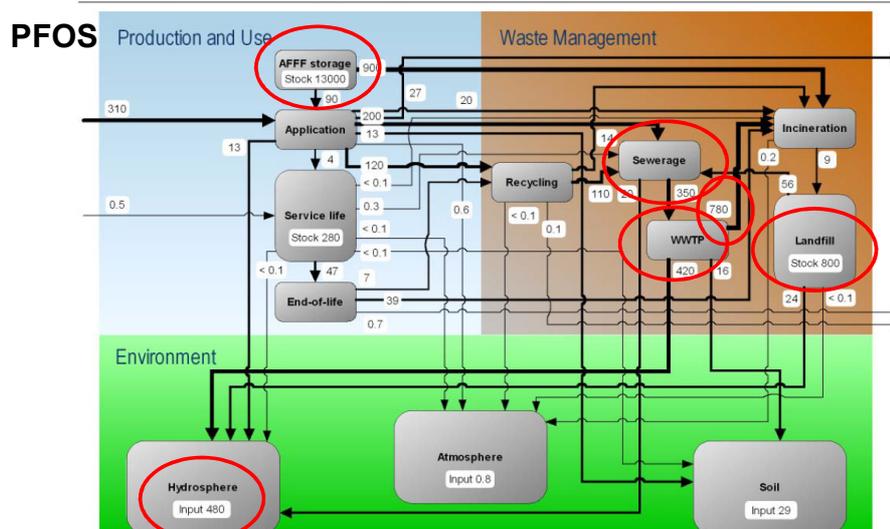
17

Stoffflussanalyse Schweiz

Quelle: Buser Andreas, Morf Leo
2009: Substance Flow Analysis of
PFOS and PFOA in Switzerland,
FOEN

Fig. 15 > Substance flows and stocks of PFOS in 2007

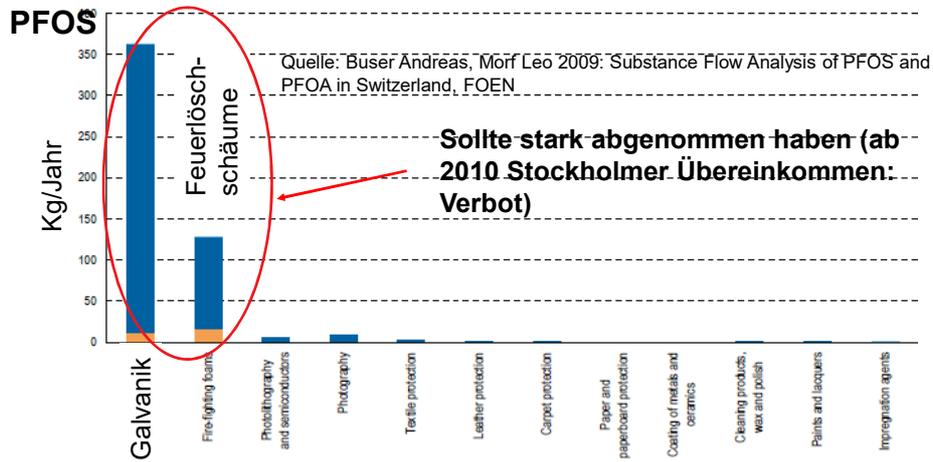
Substance flows and stocks of PFOS in the anthroposphere.
Numbers in kg and rounded to two significant digits² or one if below 10 kg.



Stoffflussanalyse Schweiz

Fig. 17 **Simulierte Emissionen von PFOS in 2007**

Emissionen in Hydrosphäre, Atmosphäre und Boden (geschätzt, gr. Unsicherheiten, Daten ohne Precursors)



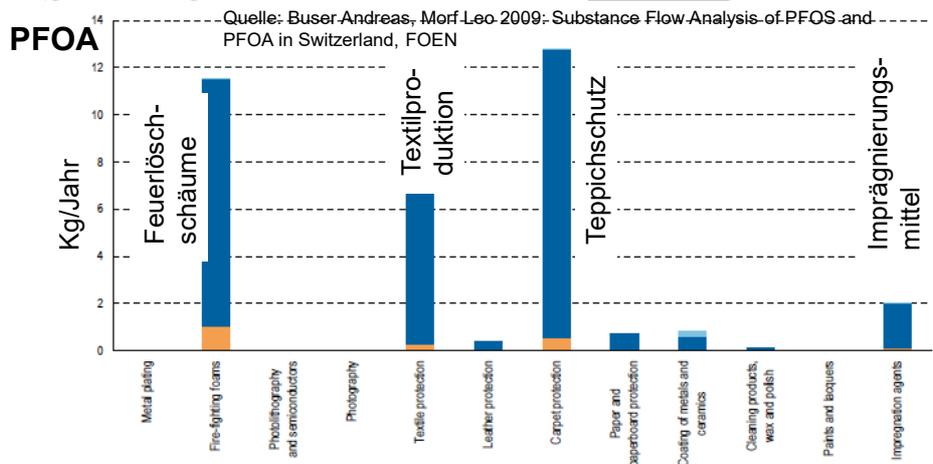
ChloroNet-Fachtagung 2018

19

Stoffflussanalyse Schweiz

Fig. 18 **Simulierte Emissionen von PFOA in 2007**

Emissionen in Hydrosphäre, Atmosphäre und Boden (geschätzt, gr. Unsicherheiten, Daten ohne Precursors)

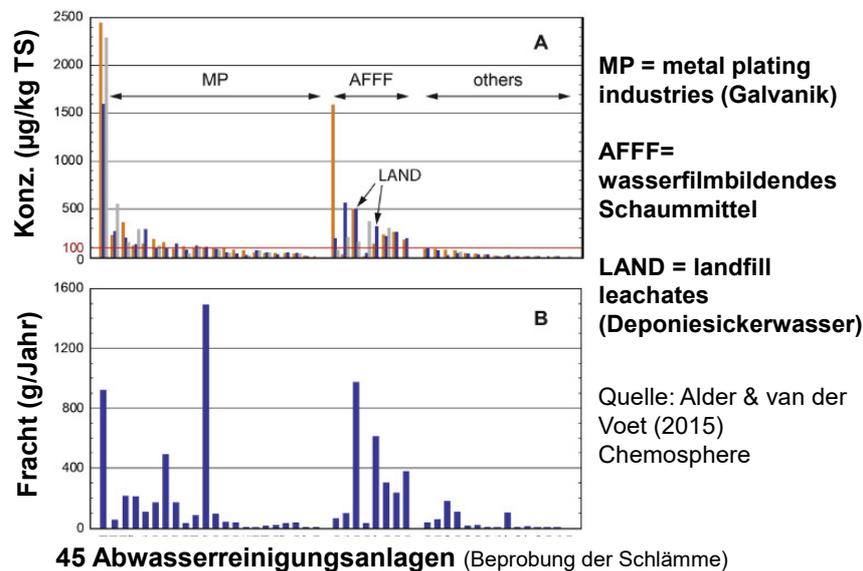


ChloroNet-Fachtagung 2018

20



PFOS in Schweizer Klärschlämmen



ChloroNet-Fachtagung 2018

21



NAQUA

Im Rahmen einer Pilotstudie der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA wurden PFC in den Jahren 2007 und 2008 an 21 der 49 beprobten TREND-Messstellen im Grundwasser nachgewiesen.

Die Konzentrationen waren in der Regel gering. Mit Ausnahme einer Messstelle lagen die Konzentrationen unter 100 ng/l, an gut der Hälfte der Messstellen unter 10 ng/l.

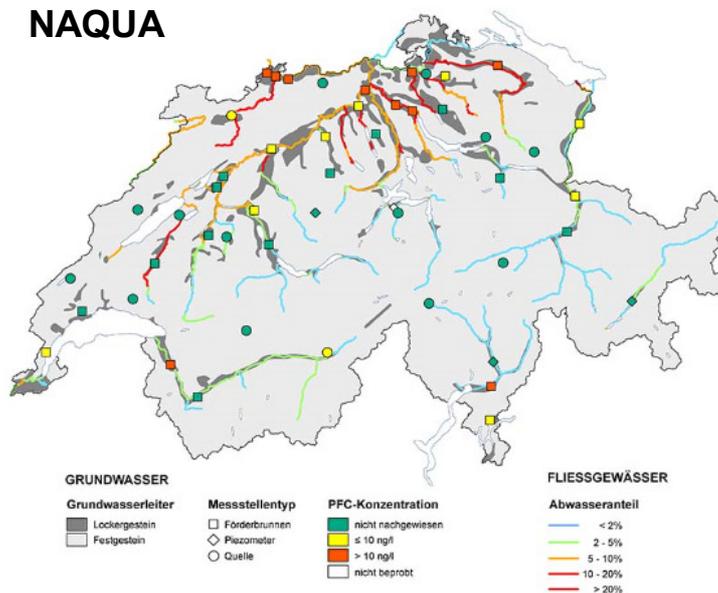
→ 2019 ist eine neue grosse Messkampagne geplant

ChloroNet-Fachtagung 2018

22



NAQUA



Konzentration Perfluorierter Chemikalien (PFC) im Grundwasser und Abwasseranteil in verschiedenen Fließgewässern
(Abflussmenge Q347 > 2000/l). Maximalwert pro NAQUA-Messstelle.

23



Pilotstudie Genf

Grundwasser:

- An 5 von 23 Messstellen wurden PFAS nachgewiesen
- In 4 Proben war der Wert grösser als der Referenzwert
- Max gemessene Konz.: 0.15 µg/l PFHxS und 0.13 µg/l PFOS

Oberflächengewässer:

- natürliche Gewässer: An 7 von 11 Messstellen wurden PFAS nachgewiesen: Ref.wert 130-fach bis 1350-fach überschritten
- Anthropogene Gewässer: in 3 von 3 wurden PFAS nachgewiesen: Ref.wert 265-fach bis 25'000-fach überschritten



Relevanz von PFAS auf belasteten Standorten

→2018/2019: Studie: **Erste Abklärungen zur Relevanz von PFAS auf belasteten Standorten in der Schweiz**

Vielen Dank an alle Kantone, die sich mit Standorten gemeldet haben!

33 Standorte wurden vorgeschlagen:

- 6 Deponien, 5 Galvanikbetriebe, 7 Feuerwehr-/Brandübungsplätze, 1 Standort Textilindustrie, 5 Standorte Papierindustrie, 9 andere
 - Die meisten Standorte sind bereits untersucht, 5 sind sanierungsbedürftig.
 - Meist ist das Grundwasser betroffen; auch einige Standorte, wo Boden, Oberflächengewässer oder Trinkwasserfassungen betroffen sind.
- guter Mix, sodass Aussage über die Relevanz möglich wird.



Relevanz von PFAS auf belasteten Standorten

Je nach Ergebnisse dieser Relevanzstudie ist eine Fortsetzung geplant

- Verschiedene Themen/Fragen werden bearbeitet (teils in Arbeitsgruppen):
 - Stoffeigenschaften/Verhalten in der Umwelt/Toxikologie
 - Zusammentragen der Grenz-, Schwellen-, Referenzwerte (international)
 - Untersuchungsmöglichkeiten/Analytik
 - Sanierungsmöglichkeiten /Abfallentsorgung
 - Etc.
- Wichtig!! Internationaler Austausch: etliche andere Staaten haben schon Studien durchgeführt, viel Erfahrung.
- Nicht das Rad neu erfinden, sich austauschen
- Arbeitsgruppen mit Kantonen, Büros, Verbänden, Regionalgruppen miteinbeziehen
- Wir freuen uns auf Ihre Mitarbeit!





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fragen?