



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Umwelt BAFU
Sektion Altlasten

PFAS-Austausch BLV, BAG, BAFU, seco

9. November 2021

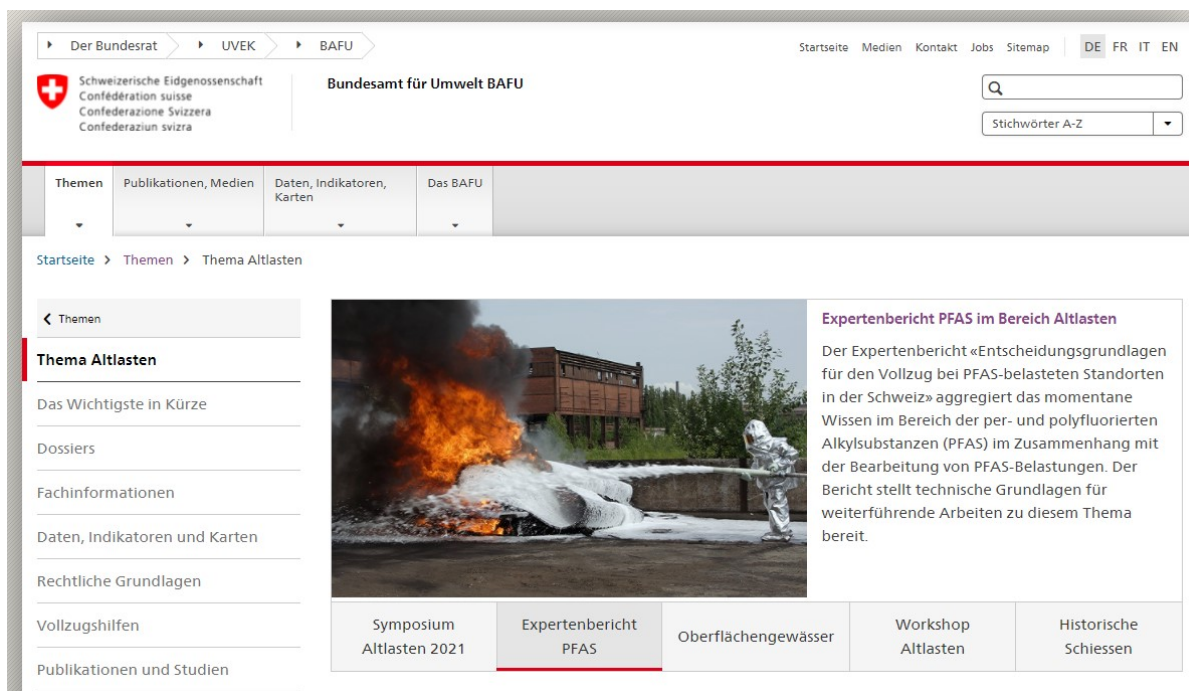
Info der BAFU-Sektion Altlasten

@bafu.admin.ch



PFAS - Expertenbericht

- Expertenbericht: ENTSCHEIDUNGSGRUNDLAGEN FÜR DEN VOLLZUG BEI PFAS-BELASTETEN STANDORTEN IN DER SCHWEIZ ist online!
- Französische Übersetzung in Erarbeitung



→ Der Expertenbericht stellt die technischen Grundlagen für weiterführende Arbeiten zur Verfügung.



PFAS Projekt 2019-2021: Auswertung PFAS-Daten

Allgemeine Aussagen:

- Auswertungen zeigen, dass PFAS auch in der Schweiz in Zusammenhang mit belasteten Standorten in relevantem Mass vorkommen.
- Bedeutendste Quelle: Übungen mit Löschschaum.
- PFOS, PFOA und PFHxS weisen oft die höchste Konzentration auf.
- Bedeutende Emissionen auch bei Deponien, Galvaniken, Betrieben der Abfallentsorgung, Betrieben mit Einsatz von Lösungsmitteln.

Aber:

- Kleiner Datensatz, Keine Historie.
 - Daten von Analysen auf Verdacht, Messungen teils im weiteren Abstrom.
 - Keine belastbaren Aussagen möglich, zufälliges Bild, unvollständiger Ausschnitt.
 - Hintergrundbelastung?
- Wichtig, jetzt Untersuchungen durchzuführen.



Geplante / laufende PFAS-Untersuchungen

- Nationale Grundwasserbeobachtung NAQUA und Nationale Beobachtung Oberflächen-gewässerqualität NAWA; PFAS-Messungen an ca. 2 x 500 Grundwassermessstellen und 90 Fliessgewässern.
- Auftrag durch Abt. Boden und Biotechnologie: Analyse von ca. 140 Bodenproben aus der Nationalen Bodenbeobachtung NABO & dem Biodiversitäts-Monitoring Schweiz BDM & Bodenproben aus dem Kanton Wallis.
- Kantonale Messungen (z.B. Grundwasser und Gewässer im Kanton Aargau).
- Untersuchung von belasteten Standorten im Rahmen der «normalen» Altlastenbearbeitung.
- Untersuchung von belasteten Standorten im Rahmen von Bauprojekten.
- PFAS-Spezialprogramm zur Untersuchung von belasteten Standorten im Kanton Zürich.



Vollzugshilfe «Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich» – Update 2022

- wird zurzeit aktualisiert. Publikation im Frühjahr 2022.



F-28 Polyfluorierte Alkylverbindungen PFAS in Feststoffproben

Parameter	PFBA, PFBS, PFPeA, PFHxS, PFHxA, PFHpS, PFHpA, PFOS, PFOA, PFNA
Konservierung und Aufbewahrung	Keine besonderen Vorkehrungen; Proben in dicht verschlossenen Behältern (Kunststoffeimer) transportieren; keine Glasgefässe.
Probenvorbereitung	Trocknen, Brechen, Mahlen gemäss Kapitel 4.2
Probenaufarbeitung	Extraktion mit Methanol/Wasser; Zugabe isotopenmarkierter PFAS als interne Standards zum Extrakt
Messprinzip	LC-MS/MS; Gehaltsberechnung die Gesamtfläche an linearen und verzweigten Isomeren; bei PFOS erfolgt die Quantifizierung über das Fragment m/z 80
Gehaltsangabe	in mg/kg bezogen auf das Trockengewicht (105 °C) der Probe
Bestimmungsgrenze	0.001 mg/kg je Einzelsubstanz
Weiterführende Literatur	DIN 38407-42 (Messprinzip); weitere Angaben siehe Kapitel 6.10
andere Methoden	



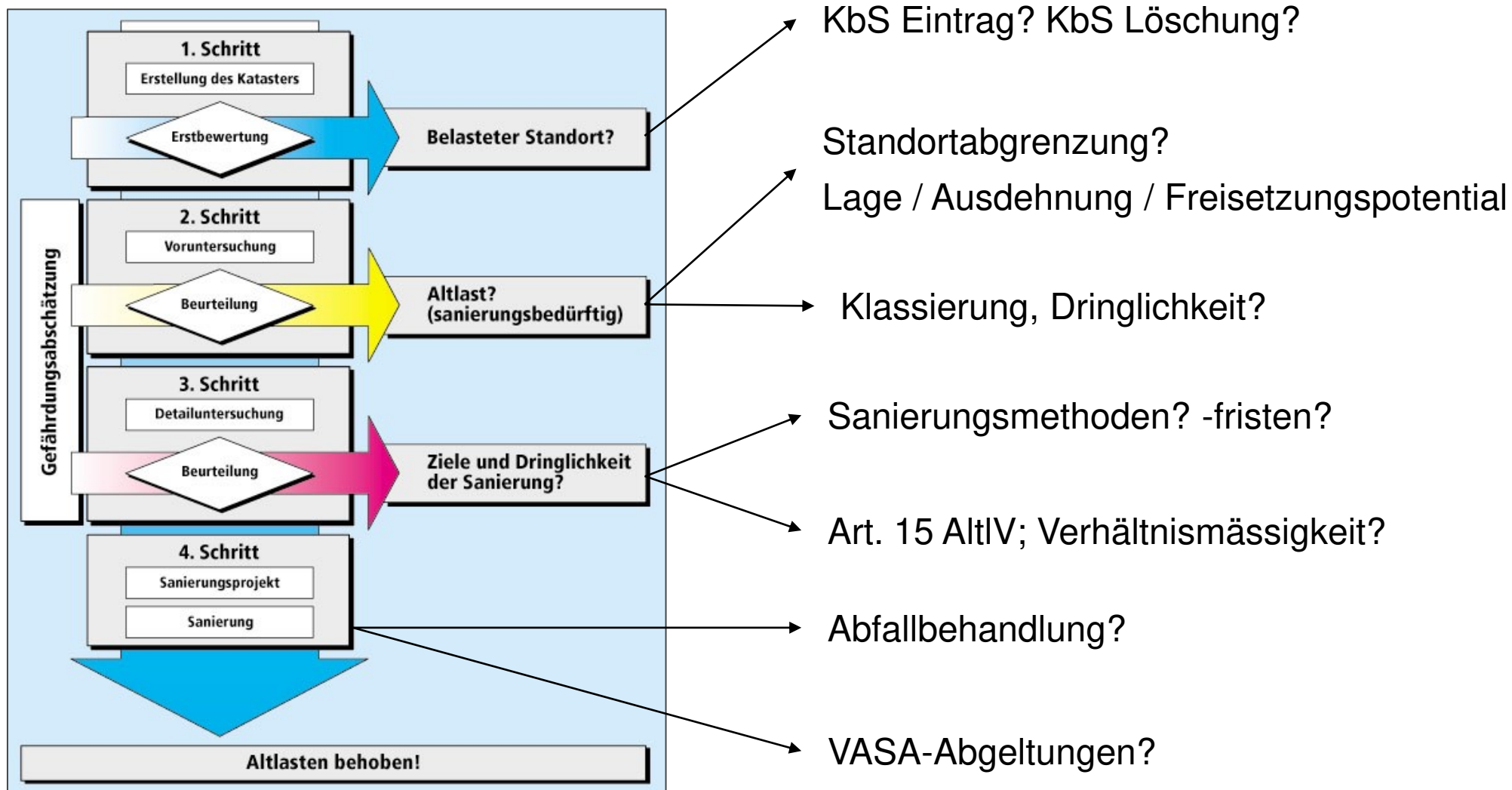
Vollzugshilfe «Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich» – Update 2022

W-28 Polyfluorierte Alkylverbindungen PFAS in Wasserproben

Parameter	PFBA, PFBS, PFPeA, PFHxS, PFHxA, PFHpS, PFHpA, PFOS, PFOA, PFNA
Konservierung und Aufbewahrung	Kunststoffbehälter (zB PE). Da die Kunststoffbehälter PFAS enthalten können, muss die Eignung der verwendeten Gefässe vorgängig mit Blindwertuntersuchungen abgeklärt werden. PFAS können an Glas absorbieren; daher ist auf die Verwendung von Glasgefässen zu verzichten.
Probenvorbereitung Probenaufarbeitung	Optisch klare Proben direkt extrahieren. Trübe Proben filtrieren bei 0.45 µm, Zugabe isotoopenmarkierter PFAS als interne Standards; gegebenenfalls Aufkonzentrierung mittels SPE (solid phase extraction)
Messprinzip	LC-MS/MS; Gehaltsberechnung die Gesamtfläche an linearen und verzweigten Isomeren; bei PFOS erfolgt die Quantifizierung über das Fragment m/z 80
Gehaltsangabe	in µg/l
Bestimmungsgrenze	0.001 µg/l je Einzelsubstanz
Weiterführende Literatur	DIN 38407-42; weitere Angaben siehe Kapitel 6.10
andere Methoden	



PFAS Projekt 2021-2023: offene Fragen





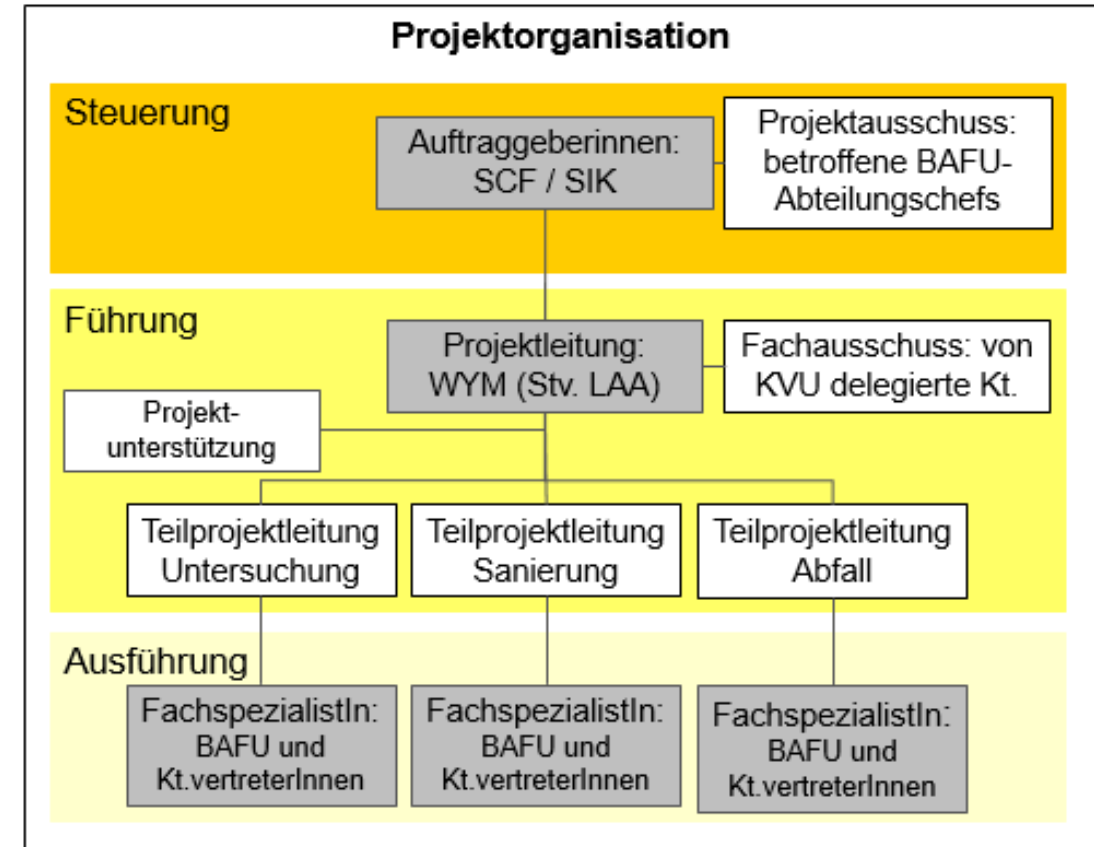
PFAS Projekt 2021-2023: Projektstruktur





PFAS Projekt 2021-2023: Projektstruktur

- Offene Vollzugsfragen in einer BAFU-Kantons-Arbeitsgruppe bearbeiten, inkl. kantonaler Fachausschuss auf Führungsebene
- Brief an KVV
 - ➔ **Anfrage für die Nennung der Mitglieder für den Fachausschuss der Kantone**
- Arbeitsaufwand: zwischen Anfang 2022 und Ende 2023 sollen 6 Sitzungen stattfinden
- Aufgaben:
 - Aspekte der Vollzugstauglichkeit
 - Neue Denk- und Lösungsansätze
 - Angemessene Flughöhe
 - PFAS-Erfahrung





PFAS-Werte im Vergleich

Stoff	Trinkwasser- werte TBDV	AltIV-Konz.werte <i>bisher hergeleitet</i> µg/l	AltIV-Konz.wert <i>basierend auf</i> <i>EFSA-Studie 2020</i>	Trinkwasser- Richtlinie der EU
H4PFOS		7 µg/l		Summenwert für 20 PFAS: 0.1 µg/l (alle PFAS C4-C13) oder Summe aller PFAS: 0.5 µg/l
PFOS	0.3 µg/l	0.3 µg/l	0.022 µg/l (= 4.4 ng/kg body weight and week)	
PFOA	0.5 µg/l	0.5 µg/l		
PFHxS	0.3 µg/l	0.3 µg/l		
PFNA				
PFHxA				
PFPA		0.1 µg/l		
PFHpA		1.5 µg/l		
PFBA		700 µg/l		
PFBS		350 µg/l		

- EFSA-Studie: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/6223>
- Revidierte EU-Trinkwasserrichtlinie: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2020/2184/oj>



PFAS-Beurteilungswerte

- Von den AltIV-Sanierungswerten und VVEA-Abfallgrenzwerten hängt ab, welche Entsorgungswege in Frage kommen.
→ Die Höhe der Werte hat massiven Einfluss auf die Bauprojektkosten.
- Bauprojekte auf PFAS-belasteten Standorten stehen jetzt an. / Standorte werden jetzt untersucht und müssen hinsichtlich Sanierungsbedarf beurteilt werden.
→ Zunehmender politischer Druck zur Festlegung von PFAS-Sanierungswerten!
- Beide [EFSA, EU-TWR] (Summen)werte sind sehr tief. Leitet man daraus AltIV-Sanierungswerte und VVEA-Abfallgrenzwerte ab, sind unsere früher genehmigten Werte um den Faktor 10-70'000 zu hoch!
→ Die seit Sommer 2021 genehmigten PFAS-Sanierungs- und Abfallgrenzwerte sind deutlich niedriger!
- Die Kantone werden in den nächsten Wochen weitere Gesuche zur Genehmigung von AltIV-Sanierungswerten und VVEA-Abfallgrenzwerten stellen.
→ BAFU hat die rechtliche Pflicht, diese Werte zu genehmigen bzw. abzulehnen.

Wir können mit der Festlegung von AltIV-Sanierungswerten und VVEA-Abfallgrenzwerten nicht warten, bis breit abgestützte wissenschaftlichen Grundlagen geschaffen wurden oder bis ein internationaler Konsens zur Toxizität der PFAS vorliegt.



Einzelstoffwerte oder Summenwert?

*Mehrere stoffspezifische
Grenzwerte oder ein
gemeinsamer Summen-
Grenzwert für PFAS?*



- Beide Grenzwertformen basieren auf den stoffspezifischen Toxizitäten.
- Einzelstoff-Grenzwerte ignorieren die additive Wirkung eines Stoffgemisches.
- Der Summengrenzwert berücksichtigt die Gesamtoxizität des Stoffgemisches.
- Bei PFAS liegt immer ein Stoffgemisch vor, welches über gleiche oder ähnliche Weise auf dieselben Zielorgane einwirkt. Die einzelnen Stoffe addieren sich in ihrer Wirkung. Wie bei Dioxinen/Furanen/coplanaren PCB sollte die Gefährdungsabschätzung daher auf die Gesamtwirkung abstellen.

► **SUMMENGRENZWERT zugrunde legen!**
→ Es braucht Toxizitätsäquivalenzfaktoren!



Welche Toxizitätsäquivalenzfaktoren (TEF)?

Ansatz aus den Publikationen der holländischen Umwelt- und Gesundheitsbehörde RIVM:

- “Mixture exposure to PFAS: A Relative Potency Factor approach” (RIVM, 2018)
<https://rivm.openrepository.com/handle/10029/622164>
- “Memorandum on the implementation of the EFSA sum TWI of PFASs” (RIVM, 2021)
<https://www.rivm.nl/documenten/memorandum-on-implementation-of-efsa-sum-twi-of-pfass>
- Die RIVM hat anhand von Literaturlauswertungen für 23 PFAS-Einzelsubstanzen Toxizitätsäquivalenzfaktoren (Relative Potency Factors, RPF) postuliert.
 - div. Perfluorcarbonsäuren mit Kettenlängen $C_4 - C_{18}$
 - div. Perfluorsulfonsäuren mit Kettenlängen $C_4 - C_{10}$
 - 4 Vorläufersubstanzen / PFAS-Ersatzstoffe
- Der TWI aus der EFSA-Empfehlung wird als toxikologischer Referenzpunkt verwendet. D.h. die gewichtete Summe aller PFAS soll nicht toxischer sein als der TWI, bzw. sie soll den Konzentrationswert von 22 ng/l einhalten.



Empfehlung des BAFU für den PFAS-Konzentrationswert

Der RIVM-Ansatz stellt einen pragmatischen und sinnvollen Behelf dar, um auch für andere als die 4 in der EFSA-Opinion genannten PFAS Beurteilungswerte festzulegen. Er überzeugt grundsätzlich mehr als der Ansatz in der Europäischen Trinkwasserrichtlinie mit einer ungewichteten Summe aus 20 Carbon- und Sulfonsäuren. Die aktuellsten toxikologischen Kenntnisse werden mit der Bezugnahme auf die EFSA-Opinion berücksichtigt.

Dem TWI der EFSA-Opinion von 4.4 ng/(kg_{KG}*d) entspricht umgerechnet ein AltIV-Konzentrationswert von 22 ng/l. Da in einem Gewässerschutzbereichs A_U der halbe Konzentrationswert als Sanierungswert gilt, empfehlen wir, als PFAS-Summen-Konzentrationswert den doppelten, aufgerundeten TWI-Wert von 50 ng/l zu verwenden. Die gewichtete Summe aller gemessenen PFAS soll mit diesem Referenzwert verglichen werden.

Konzentrationswert $\sum$ PFAS = 50 ng TEQ/l

Welche PFAS messen?

Standartmässig lässt sich nur eine sehr beschränkte Zahl an PFAS-Einzelsubstanzen messen, da nur für wenige Substanzen Standards erhältlich sind.

Das BAFU schlägt vor, bis auf weiteres mindestens folgende 9 PFAS-Substanzen zu messen:
PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFBS, PFHxS, PFOS



Zu messende PFAS-Einzelsubstanzen

	Toxizitätsäquivalenzfaktor TEF	Kommentar
PFBA	0.05	<i>relativ untoxisch, aber sehr mobil, eher niedriger Frachtanteil</i>
PFPeA	0.05	<i>mitteltoxisch, eher mobil, teilw. erheblicher Frachtanteil</i>
PFHxA	0.01	<i>mitteltoxisch, teilw. erheblicher Frachtanteil</i>
PFHpA	1	<i>recht toxisch, bei alten Schäden teilw. erheblicher Frachtanteil</i>
PFOA	1	<i>sehr toxisch, wenig mobil, oft erheblicher Frachtanteil</i>
PFNA	10	<i>sehr toxisch, wenig mobil, in Einzelfällen relevanter Frachtanteil</i>
PFBS	0.001	<i>relativ untoxisch, mobil, eher niedriger Frachtanteil</i>
PFHxS	0.6	<i>sehr toxisch, mobil, oft erheblicher Frachtanteil</i>
PFOS	2	<i>sehr toxisch, beschränkt mobil, oft erheblicher Frachtanteil</i>

PFOA als «Referenzsubstanz» mit TEF 1

Quelle:Memorandum on the implementation of the EFSA sum TWI of PFASs. RIVM (National Institute for Public Health and the Environment, NL).
<https://www.rivm.nl/documenten/memorandum-on-implementation-of-efsa-sum-twi-of-pfass>



Was ist mit den übrigen >4000 PFAS und den Vorläufersubstanzen (Precursor)?

Vorschlag: Top Assay zur Beurteilung des Gesamtpotentials an PFAS und Vorläufersubstanzen.

Wenn der Top Assay im Rahmen einer Voruntersuchung nach Art. 7 AltIV zeigt, dass am Standort mit einer «grossen Menge» an Precursoren bzw. anderen nicht als Einzelstoffe quantifizierten PFAS zu rechnen ist, ist der Standort vor der definitiven Klassierung weiter zu untersuchen. Die «grosse Menge» definiert sich wie folgt:

Die Summe der Precursor ist mehr als doppelt so gross wie die Summe der Sulfon- und Carbonsäuren vor der Oxidation.

- «Precursor» definiert als $\sum(\text{Carbonsäuren nach ox.}) - \sum(\text{Carbonsäuren vor ox.})$
- Keine Gewichtung nach Toxizitätsäquivalenzfaktoren
- Hinweis: Die TOP-Assay Methodik ist international noch nicht standardisiert. Die Untersuchungsstrategie und die Messmethode müssen noch definiert werden. Es gibt keinen Top Assay Konzentrationswert!

Ergibt sich aus den weitergehenden Standortuntersuchungen, dass:

- a) der Summen-Konzentrationswert für die 9 PFAS nicht überschritten wird, und
 - b) trotz hoher Gehalte im TOP-Assay keine schädliche oder lästige Einwirkung besteht und auch nicht die konkrete Gefahr dazu besteht,
- ...kann der Standort hinsichtlich PFAS als weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig beurteilt werden.



Abfallgrenzwerte (VVEA) für PFAS?

Der VVEA-Feststoffgrenzwert leitet sich aus dem AltIV-Konzentrationswert und der Mobilität der jeweiligen Stoffes ab.

- Die Mobilität hängt von der Beschaffenheit des Untergrundes ab, d.h. sie ist standortspezifisch.
- Die Zusammensetzung der PFAS ist standortspezifisch.

→ Auch wenn 2 Standorte denselben PFAS-Summenwert im Abstrom aufweisen, können sie je nach Untergrundbeschaffenheit und PFAS-Zusammensetzung ganz unterschiedliche Feststoff-Summenwerte aufweisen.

→ **KONSEQUENZ: Die Herleitung eines Feststoff-Summenwertes aus dem Summen-Konzentrationswert ist bei PFAS nicht möglich.**

«Normaler» BAFU-Ansatz: Jeder PFAS-Einzelsubstanz wird der Konzentrationswert 50 ng/l zugrunde gelegt. Die Herleitung erfolgt via den sogenannten «virtuellen Eluattest».

*Problem: Die so hergeleiteten VVEA-Grenzwerte liegen fast ausnahmslos unter der Feststoff-Bestimmungsgrenze von 1 µg/kg. **Die Beurteilung muss** in solchen Fällen **via das 24h-VVEA-Elaut erfolgen**. → D.h. die Entsorgungswege müssen via den 24h-VVEA-Elauttest festgelegt werden!*

Offene Frage: Möglicherweise liegen die PFAS-Hintergrundwerte in der Schweiz über 1 µg/kg !... Leider sind entsprechende Daten noch nicht verfügbar.



Fallbeispiel: Neubau Regionalgefängnis Altstätten (SG)

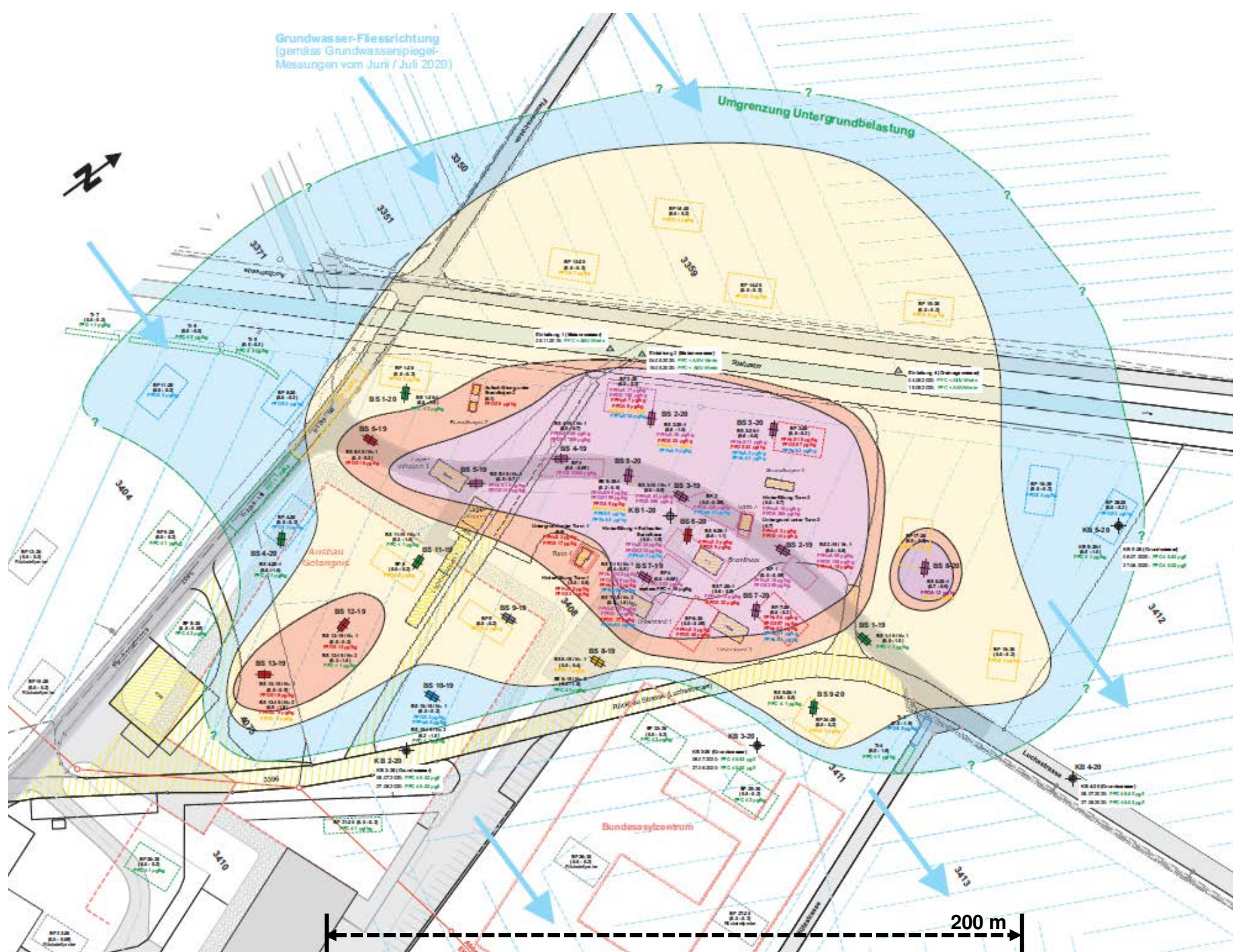


24. September 2021



Gefängnisbau in Altstätten verzögert sich

Der Boden für die Gefängniserweiterung in Altstätten ist verseucht. Die Entgiftung kostet 17 Millionen Franken.





Kennzahlen zur Sanierung Regionalgefängnis Altstätten

- Ehemaliges Übungsgelände von Zivilschutz und Feuerwehr
- Kontamination durch Löschschaum
- Rund 17'000 m³ belastetes Aushubmaterial (nur Baugrund).
- 17 Mio. Fr. Mehraufwand (zusätzlich zum Baukredit von 60 Mio. Fr.,.)
- Regierung muss dem Kantonsrat einen entsprechenden Nachtragskredit zuleiten.
- Sanierung ab Sommer 2022, Dauer ca. 6 Monate
- schichtweises Abtragen des Aushubmaterials
- Entsorgung in Österreich: Triage in Bodenwaschanlage, danach thermische Behandlung in Zementwerk (gewaschenes Material) bzw. Sonderabfallverbrennungsanlage (Schlämme, Aktivkohle)
- Verursachte 3 Interpellationen im Kantonsparlament SG
- Neben dem Baugrund, der für die Erweiterung des Regionalgefängnisses benötigt wird, sind weitere Flächen auf dem Grundstück mit PFAS belastet. Mit der Sanierung dieser Flächen wird zugewartet.



Konzentrationswert
nach Anhang 1 AltIV
= 50 ng TEQ/l