



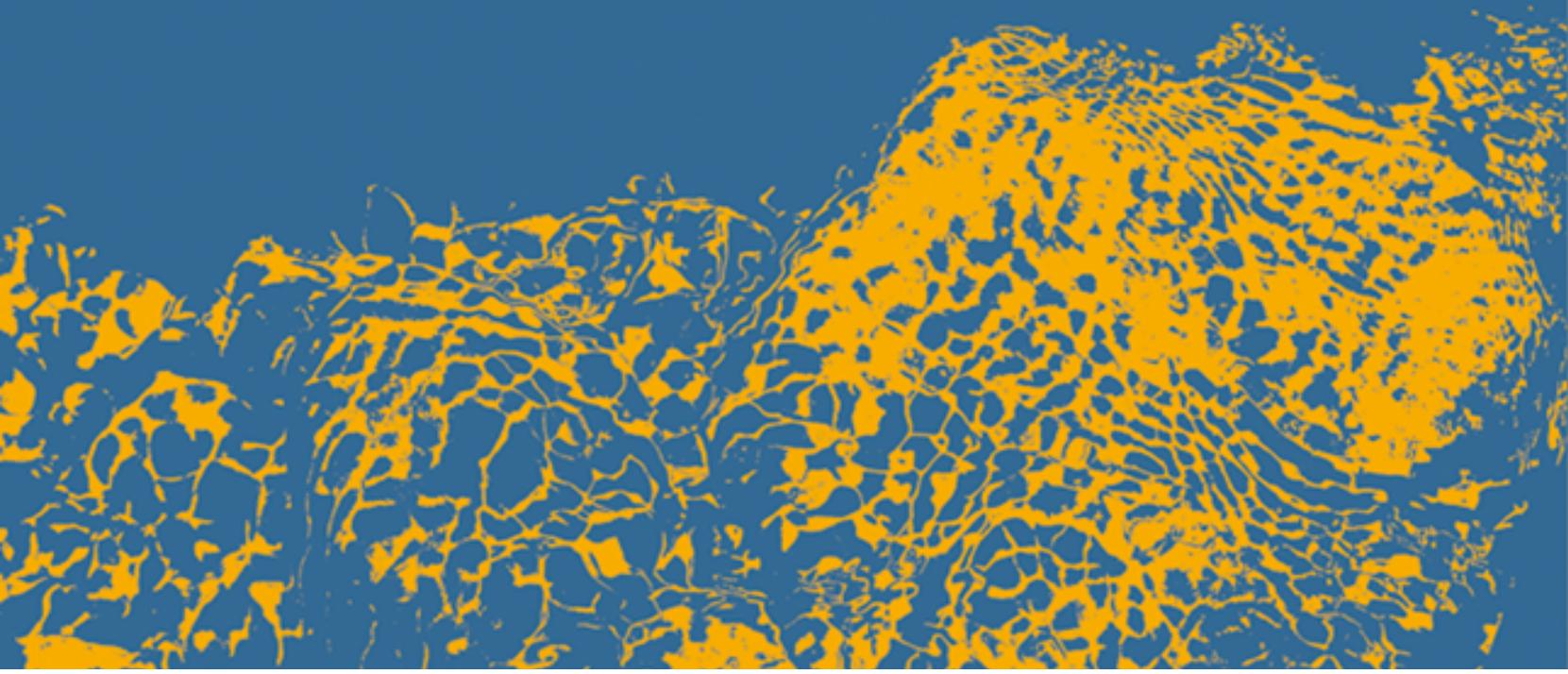
PFAS

Aktuelle Situation in Bayern und die
neuen bayerischen Bewertungsleitlinien

PerFluSan Workshop 18.06.2024



Bayerische PFAS-Leitlinien



EU-Regulierungen für die Stoffgruppe mit ~ 10.000 Substanzen

- **POP-Verordnung:**
 - PFOS (seit 2009), PFOA (seit 2020), PFHxS (geplant)
- **REACH:**
 - PFOA, PFHxS, HFPO-DA (Gen-X), PFBS sowie die C9–C14-Perfluorcarbonsäuren als SVHC eingestuft
 - **Beschränkung der PFAS als Gruppe im laufenden Verfahren**
- **Trinkwasserrichtlinie:** Seit 16. Dezember 2020 neue Trinkwasserrichtlinie mit PFAS-20 (100 ng/l) oder PFAS-Gesamt (500 ng/l), nationale Verschärfungen möglich
- **WRRL:** UQN aktuell nur für PFOS, Änderungen in Vorbereitung, auch in Grundwasserrichtlinie

Ableitung neuer TWI-Werte durch die EFSA im September 2020

**TWI von 4,4 ng/kg KG pro Woche
für die Summe PFOA, PFNA, PFHxS, PFOS,
bislang 1.050 für PFOS, 10.500 für PFOA**

- Kritischster Punkt Herabsetzung des Antikörper-Titers bei bestimmten Impfungen für Kinder
- Damit werden auch andere relevante Endpunkte (u.a. Lebertoxizität, reduziertes Geburtsgewicht) abgedeckt
- Hauptkontaminationsquellen über alle Bevölkerungsgruppen sind Fisch, Früchte und Fruchtprodukte sowie Eier und Eierprodukte. Trinkwasser spielt nur bei PFOA eine relevante Rolle.

Neue Bewertungsansätze für Gewässer

UQN-Vorschläge für PFAS

24 PFAS mit „Relative Potency Factors“ (RPF) für die Bildung der Summe der PFOA-Äquivalente

- Biotawert 77 ng/kg
- Gewässer 4,4 ng/l
- Grundwasser 4,4 ng/l

Entwurf!

Substanz	RPF
PFBA	0,05
PFPeA	0,03
PFHxA	0,01
PFHpA	0,505
PFOA	1
PFNA	10
PFDA	7
PFUnDA	4
PFDoDA	3
PFTTrDA	1,65
PFTeDA	0,3
PFHxDA	0,02
PFODA	0,02
PFBS	0,001
PFPeS	0,3005
PFHxS	0,6
PFHpS	1,3
PFOS	2
PFDS	2
HFPO-DA	0,06
DONA	0,03
6:2 FTOH	0,02
8:2 FTOH	0,04
C6O4	0,06

Aktuelle nationale gesetzliche Grundlagen

- Düngemittelverordnung: 100 µg/kg für Summe PFOS, PFOA (Diskussionen zu PFAS-Summenparameter laufen)
- Bundesbodenschutzverordnung (in Kraft seit 01.08.2023): Prüfwerte für 7 PFAS für den Pfad Boden – Grundwasser, analog GFS (ohne GOW)
- Trinkwasserverordnung (seit 23.01.2023): PFAS-20 (100 ng/l) und PFAS-4 (20 ng/l)
- Grundwasserverordnung: Keine PFAS-Werte (**Vorschlag für 24 (20) PFAS** in Novellierung Grundwasserrichtlinie)
- OGewV: UQN nur für PFOS (**Vorschlag für 24 PFAS** in Novellierung UQN-Richtlinie, analog GW-Richtlinie)
- Abwasser: In einigen branchenspezifischen Anhängen der AbwV wird die PFAS-Problematik bereits angegangen. Weitere in Planung.

Bewertungsleitlinien 2024

- Bundesleitfaden vom Februar 2022
- Bayerische Leitlinien in neuer Fassung März 2024
https://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/pfc/rechtliches/doc/leitlinien_zur_bewertung_von_pfas.pdf
- Berücksichtigung BBodSchV (incl. Eluatverfahren) und ErsatzbaustoffV
- Regelungen für Trinkwasser und Lebensmittel
- Regelungen für Bewässerung und Hinweise für ggf. erforderliches Vorerntemonitoring
- Umgang mit Löschwasser



Aktuelle Basis für alle Bewertungen: GFS-Werte der LAWA

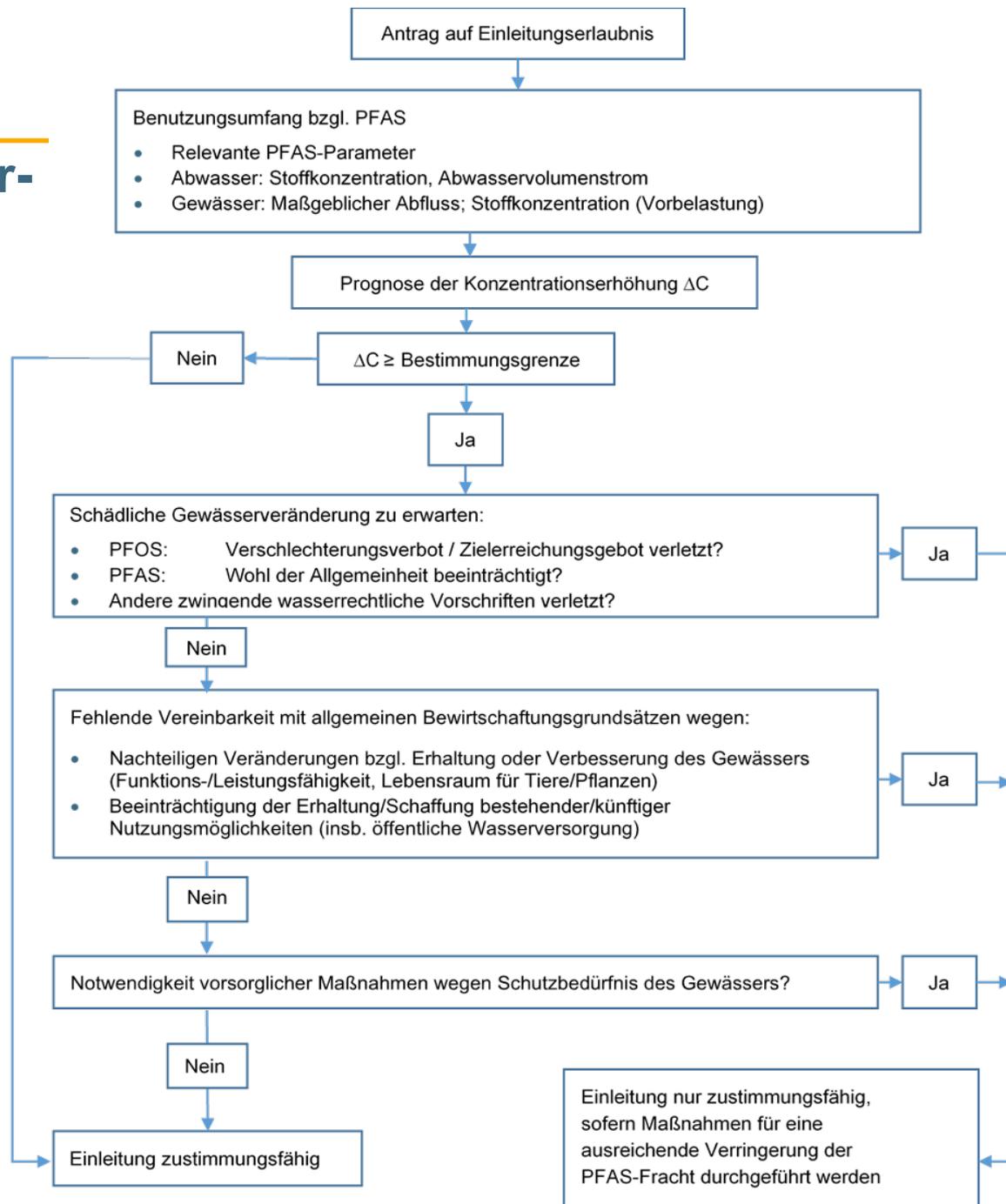
Stoff	Vorläufiger Schwellenwert (SW) in µg/l	Perfluorierte Kettenlänge	Begründung	
PFBA Perfluorbutansäure	10,0	kurzkettig	Übernahme des GFS-Werts der LAWA, bzw. Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung, neue Fassung gültig ab 01.08.2023	
PFBS Perfluorbutansulfonsäure	6,0	kurzkettig		
PFHxA Perfluorhexansäure	6,0	kurzkettig		
PFHxS Perfluorhexansulfonsäure	0,1	langkettig		
PFOA Perfluoroktansäure	0,1	langkettig		
PFOS Perfluoroktansulfonsäure	0,1	langkettig		
PFNA Perfluornonansäure	0,05	langkettig		
PFPeA Perfluorpentansäure	3,0	kurzkettig		Übernahme des GOW
PFHpA Perfluorheptansäure	0,3	kurzkettig		
PFHpS Perfluorheptansulfonsäure	0,3	langkettig		
H4PFOS 1,4-Polyfluorotetra-sulfonsäure	0,1	langkettig		
PFDA Perfluordecansäure (ggf. Summe mit allen PFAS > C10)	0,1	langkettig		
PFOSA Perfluoroktansulfonamid	0,1	langkettig		
Weitere PFAS mit R ₁ -(CF ₂) _n -R ₂ mit n > 3	0,1			

Keine Berücksichtigung der neuen EFSA-Werte!

Analytik: Abgestimmtes Vorgehen bei 1:2 Eluat

- (Luft-)Trocknung der Probe für Vergleichbarkeit
- Absiebung > 10 mm
- Elution 1:2 (250 g Boden/500 ml Wasser)
- Keine Filtration

Vorgehen bei Abwasser- einleitungen



Regelungen für Bewässerungswasser

Richtwert 100 ng/l für die Summe PFAS (analog TrinkwV)

Wasser, dessen PFAS-Konzentration unterhalb dieses Richtwerts liegt, ist grundsätzlich uneingeschränkt für die Bewässerung zugelassen.

- Wird dieser Summenwert um mehr als das 3-fache überschritten, dann ist eine Bewässerung nicht zulässig.
- Wird dieser Summenwert gerade erreicht, so beträgt die maximal zulässige jährliche Bewässerungsmenge 200 l/m².
- Ist dieser Summenwert größer als 100 ng/l, dann ist die jährliche maximale Bewässerungsmenge BM_{\max} (l/m²) gemäß folgender Formel zu reduzieren:

$$BM_{\max} = \frac{200 \text{ l/m}^2}{\left(\frac{\text{Summenwert PFAS ng/l}}{100 \text{ ng/l}} \right)}$$



Schädliche Bodenveränderung und Altlasten

Stoffname	Prüfwert am Ort der Probenahme und am Ort der Beurteilung im Sickerwasser in µg/l	Stufe-1-Wert in µg/l	Stufe-2-Wert in µg/l	geringe Schadstofffracht in g/d
<i>Basierend auf GFS-Ableitungen:</i>				
Perfluorbutansäure (PFBA)	10	10	40	2,5
Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	6	6	24	1,5
Perfluorhexansäure (PFHxA)	6	6	24	1,5
Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)	0,1	0,1	0,4	0,03
Perfluoroctansäure (PFOA)	0,1	0,1	0,4	0,03
Perfluoroctansulfonsäure (PFOS)	0,1	0,1	0,4	0,03
Perfluorononansäure (PFNA)	0,06	0,06	0,25	0,02
<i>Basierend auf GOW-Ableitungen:</i>				
<i>orientierende Prüfwertvorschläge</i>				
Perfluorpentansäure (PFPeA)	3,0	3,0	12,0	0,75
Perfluorheptansäure (PFHpA)	0,3	0,3	1,0	0,08
Perfluorheptansulfonsäure (PFHpS)	0,3	0,3	1,0	0,08
H4-Polyfluorooctansulfonsäure (H4-PFOS)	0,1	0,1	0,4	0,03
Perfluordecansäure (PFDA, ggf. Summe mit allen PFAS > C10)	0,1	0,1	0,4	0,03
Perfluoroctansulfonamid (PFOSA)	0,1	0,1	0,4	0,03
Weitere PFAS mit R ₁ -(CF ₂) _n -R ₂ mit n > 3	0,1	0,1	0,4	0,03

Keine Berücksichtigung der neuen EFSA-Werte!

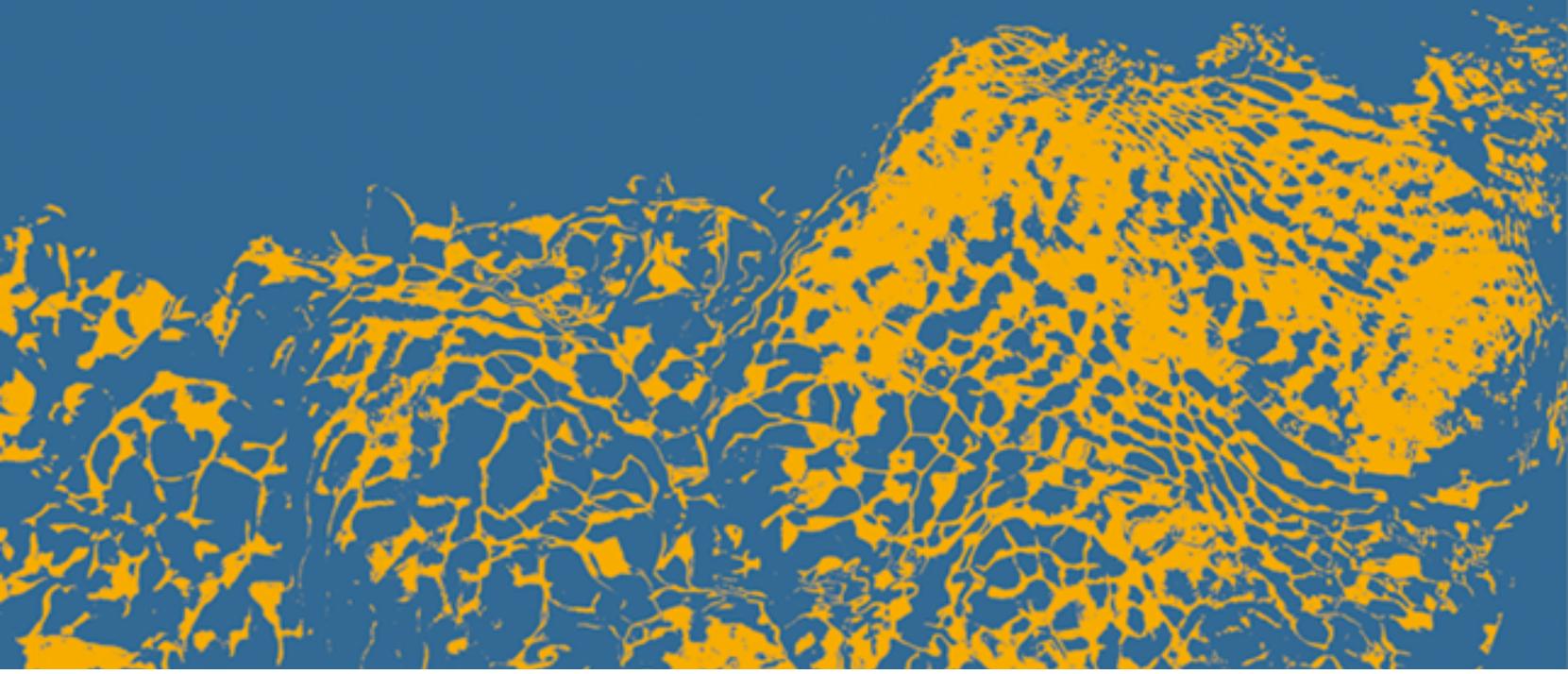
Ausblick

Nächste Fortschreibung der Leitlinien, wenn:

- Neue UQN in Grundwasser und Oberflächenwasser
- Neue GFS-Werte
- Hintergrundwerte Boden
- Regulierung PFAS Gesamt
- Regelungen Abwasserverordnung
-



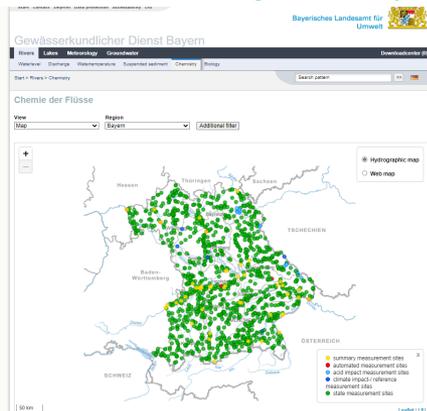
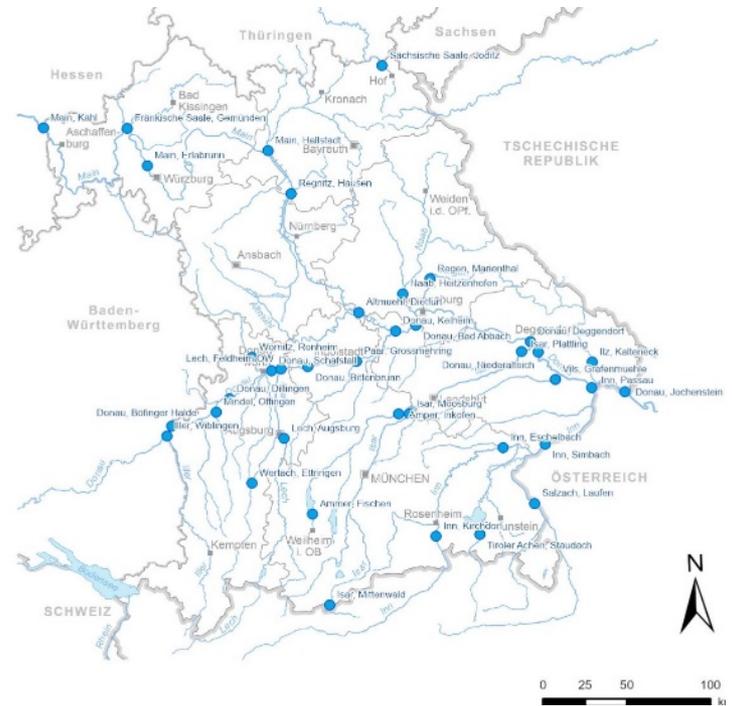
PFAS-Monitoring in Bayern



PFAS in Oberflächengewässer – Wasserphase

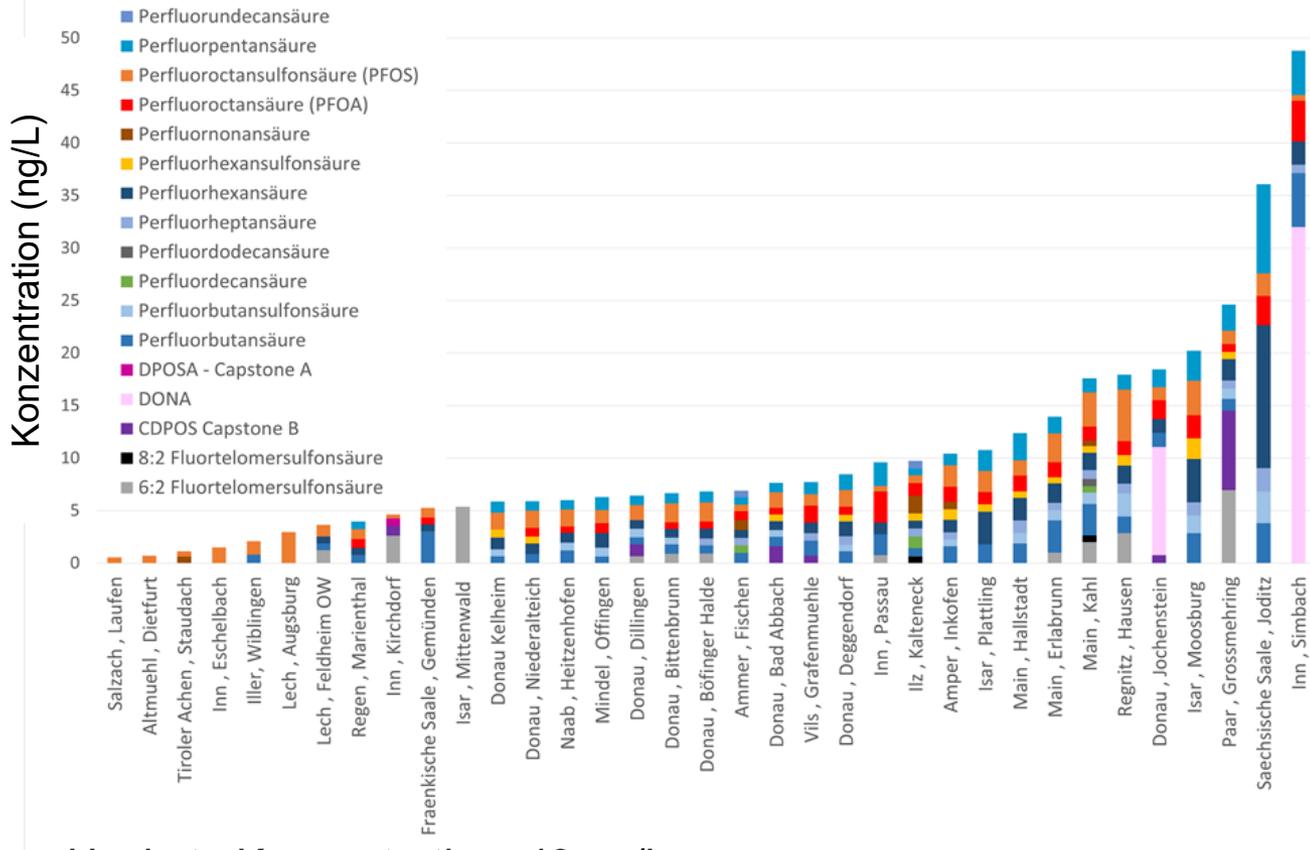
- 38 Probenahmestellen gemäß der EU-Wasserrahmenrichtlinie
- PFAS werden seit 2015 analysiert
- Analyse von 10 bis 17 PFAS
- Bestimmungsgrenze (BG) 0,2 -1 ng/L
- Probenahme im Dreijahreszyklus
- Bis 2020 vierteljährliche Probenahme/ ab 2021 monatliche Probenahme für ein Jahr
- Daten werden online veröffentlicht

<https://www.gkd.bayern.de/en/rivers/chemistry>

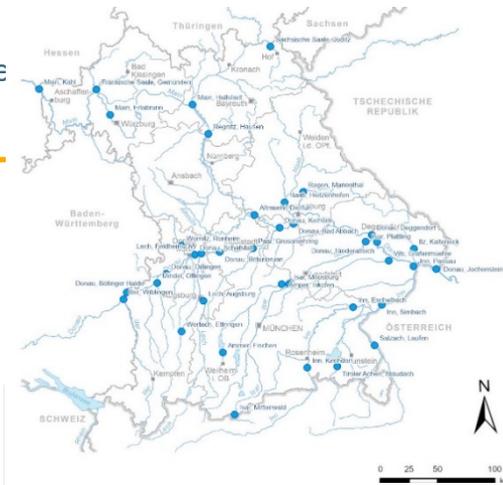


PFAS in Oberflächengewässer – Wasserphase

Mittlere PFAS-Konzentration in der Wasserphase der Oberflächengewässer, die von 2018 bis 2020 beprobt wurden.

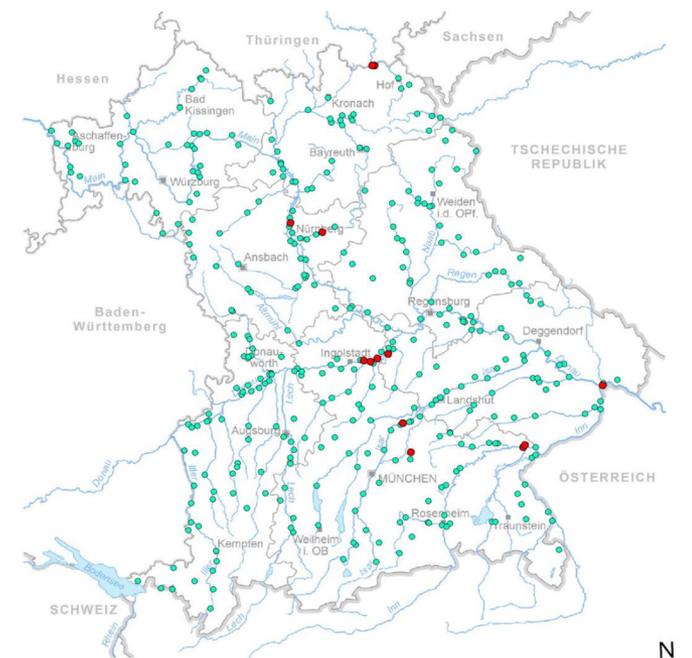


- Höchste Konzentration: 49 ng/L
- DONA, PFHxA und 6:2 FTSA wurden in den höchsten mittleren Konz. nachgewiesen



MOSAIC Projekt (2018 – 2024)

- 366 Probenahmestellen/Oberflächengewässer
- vierteljährliche Probenahme für ein Jahr
- Analyse von 14 PFAS
- BG 0,2 ng/L - 1 ng/L



● MOSAIC-Messstellen im Untersuchungszeitraum 2018-2021

● MOSAIC-Messstellen im Untersuchungszeitraum 2018-2021 mit deutlich erhöhten PFAS-Gehalten

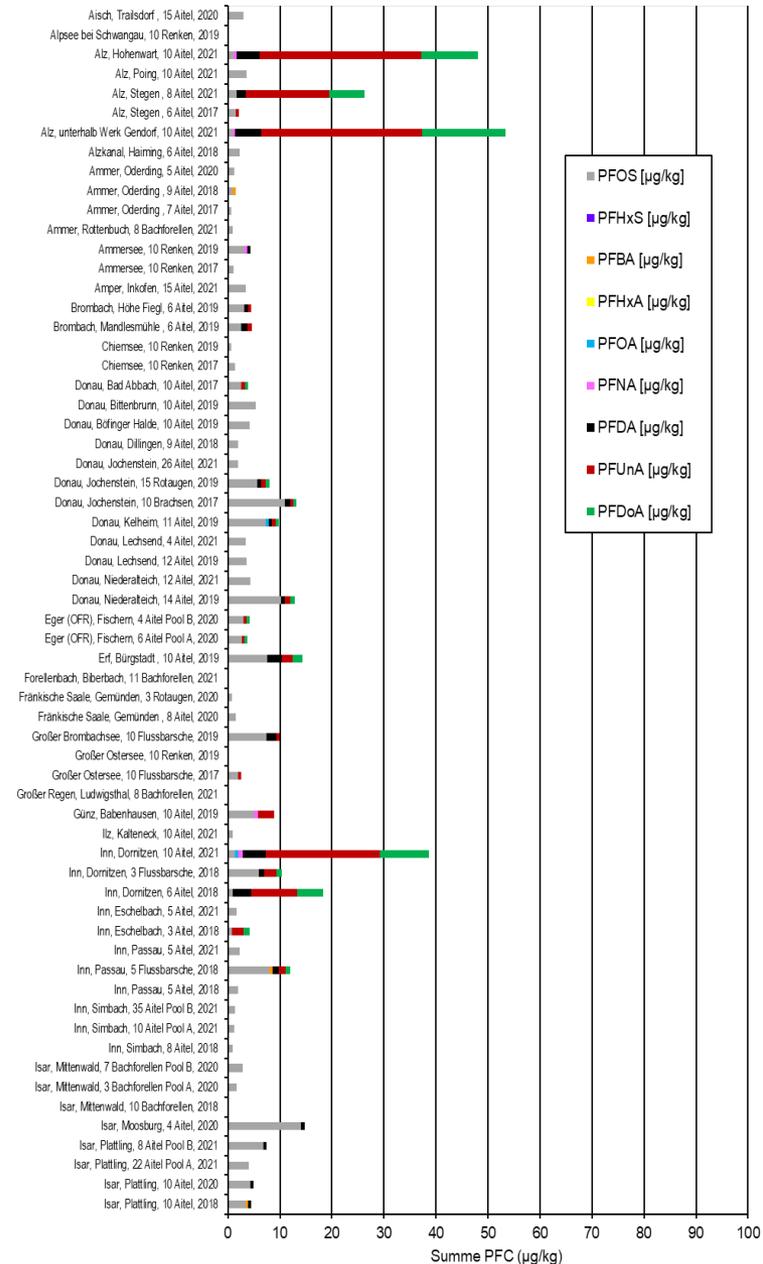


substance	LOD (ng/L)	detection frequency (%)	mean (ng/L)	max (ng/L)
PFBA	1	52,5	3,0	710
PFBS	1	27,0	1,2	78
PFDA	1	1,6	0,5	6
PFHpA	1	12,7	1,0	71
PFHxA	1	36,4	2,3	160
PFHxS	1	12,6	1,6	360
PFNA	1	3,5	0,8	130
PFOA	1	32,0	3,5	650
PFOS	0,2	81,7	2,9	530
PFPeA	1	23,1	3,5	480
6:2 FTSA	1	5,6	0,6	12
CDPOS	1	20,6	1,5	49
DONA	1	5,3	41,0	2400
DPOSA	1	0,3	0,5	2,5

- 13 Probenahmestellen mit hohen PFAS-Konzentrationen
- In der Nähe von Flughäfen, Industrieanlage & Militärstandorten

PFAS in Oberflächengewässer - Fisch

- Wildfische werden jährlich aus rund 20 verschiedenen Flussabschnitten und Seen beprobt
- Analyse von 12 PFAS
- BG 0,5 µg/kg TS
- Nachweishäufigkeit:
 - PFPeA, PFHpA, PFBS, 4:2 FTS, 6:2 FTS, 8:2 FTS: nicht nachgewiesen
 - PFBA, PFHxA, PFOA, PFNA, PFHxS: < 10%
 - PFDA, PFUnA, PFDoA: in 30%
 - PFOS in 90%
 - UQN von PFOS wurde in 10% der untersuchten Fischproben überschritten

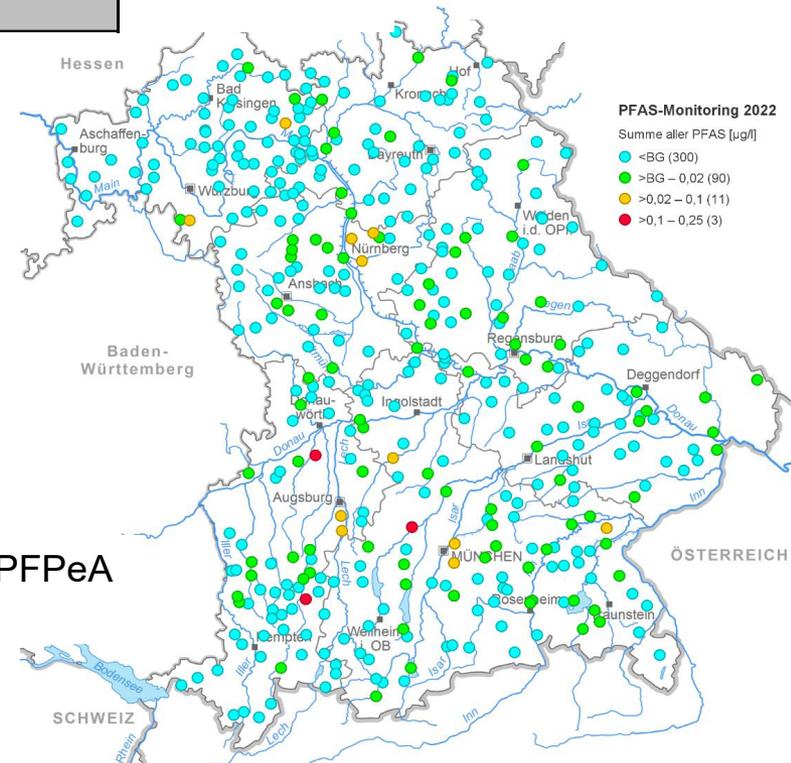


PFAS im Grundwasser

- Analyse von 25 PFAS
- BG 0.2 - 1 ng/L
- generell geringe Nachweishäufigkeit (Mediane aller PFAS < BG)
- Erhöhte PFAS-Funde nur in unmittelbarer Nähe von Flughäfen, Industrieanlagen...
- PFOS in geringen Konzentrationen weit verbreitet, auch an Messstellen ohne erkennbare, typische Eintragsquellen (z.B. Messstellen im Wald)
- Häufigkeit des Nachweises:

PFOS > PFBS > PFOA ≈ PFBA ≈ PFHxA > PFHxS ≈ PFHpA ≈ PFPeA

substance	
PFBA	4:2 FTS
PFPeA	6:2 FTS
PFHxA	8:2 FTS
PFHpA	9CI-PF3ONS
PFOA	DPOSA (Capstone A)
PFNA	6:2 FTAB (Capstone B)
PFDA	N-MeFOSAA
PFUdA	N-EtFOSAA
PFDoA	ADONA
PFBS	HFPO-DA (GenX)
PFPeS	
PFHxS	
PFHpS	
PFOS	
PFDS	



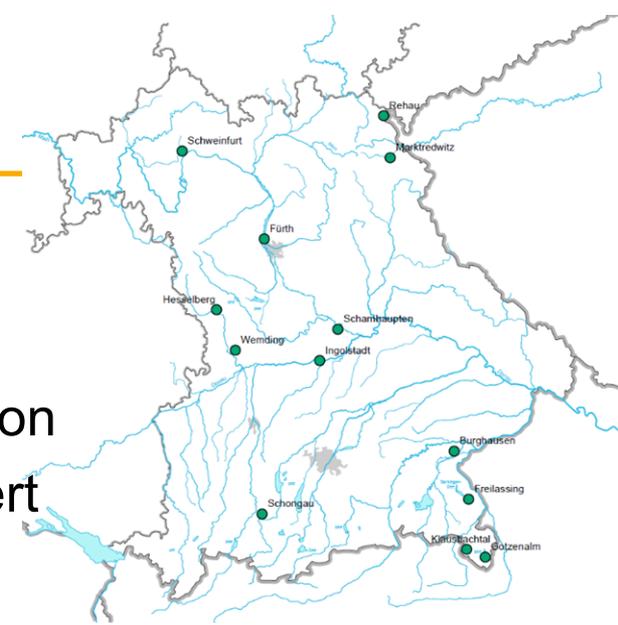
PFAS-Belastung im Grundwasser in Bayern

	Grenzwert TrinkwV [µg/l]	JD-UQN [µg/l PFOA- Äquivalente]	Überschreitungen (Anzahl MS von 404)
Summe PFAS-20 (TrinkwV, ab 2026)	0,10		3
Summe PFAS-4 (TrinkwV, ab 2028)	0,020		6
Summe 24 PFAS* (EU-GWRL-Nov.)		0,0044	23

Daten für Grundwasser s.a. <https://www.gkd.bayern.de/>

PFAS in Böden

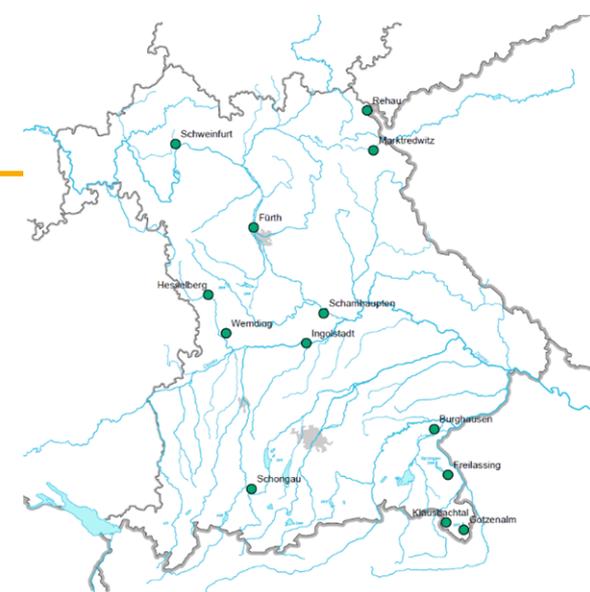
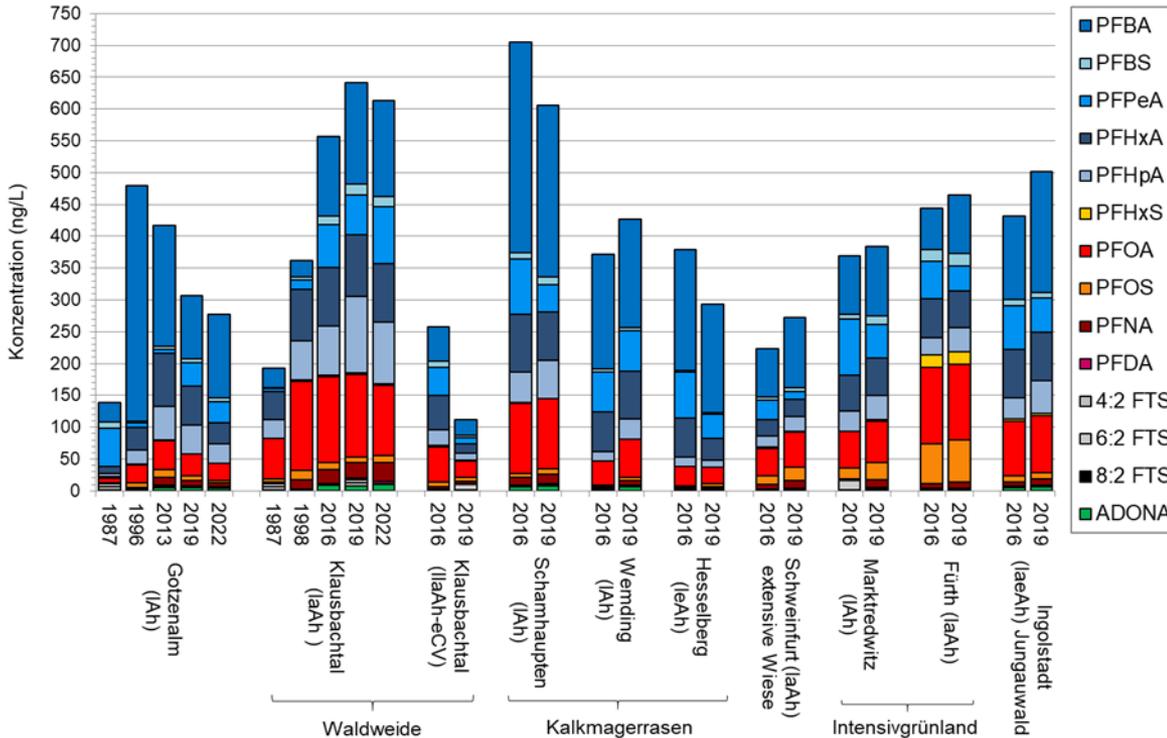
- 13 Bodendauerbeobachtungsflächen
- geben Auskunft über die Hintergrundkonzentration
- PFAS-Konzentration im Bodeneluat 2:1 analysiert
- 40 PFAS wurden analysiert (→ 16 PFAS nicht nachgewiesen)



substance	
PFBA	10:2 FTS
PFPeA	FBSA
PFHxA	PFHxSA
PFHpA	PFOSA
PFOA	N-MeFOSA
PFNA	N-EtFOSA
PFDA	N-MeFOSAA
PFUdA	N-EtFOSAA
PFDaA	9Cl-PF3ONS
PFBS	11Cl-PF3OUdS
PFPeS	ADONA
PFHxS	HFPO-DA (GenX)
PFHpS	PFMOPrA
PFOS	DPOSA (Capstone A)
PFNS	6:2 FTAB (Capstone B)
PFDS	PF-3,7-DMOA
PFDoS	HPFHpA
4:2 FTS	H2PFDA
6:2 FTS	H4PFUnA
8:2 FTS	8:2 FTUCA

< LOD (1 ng/L)

PFAS in Böden



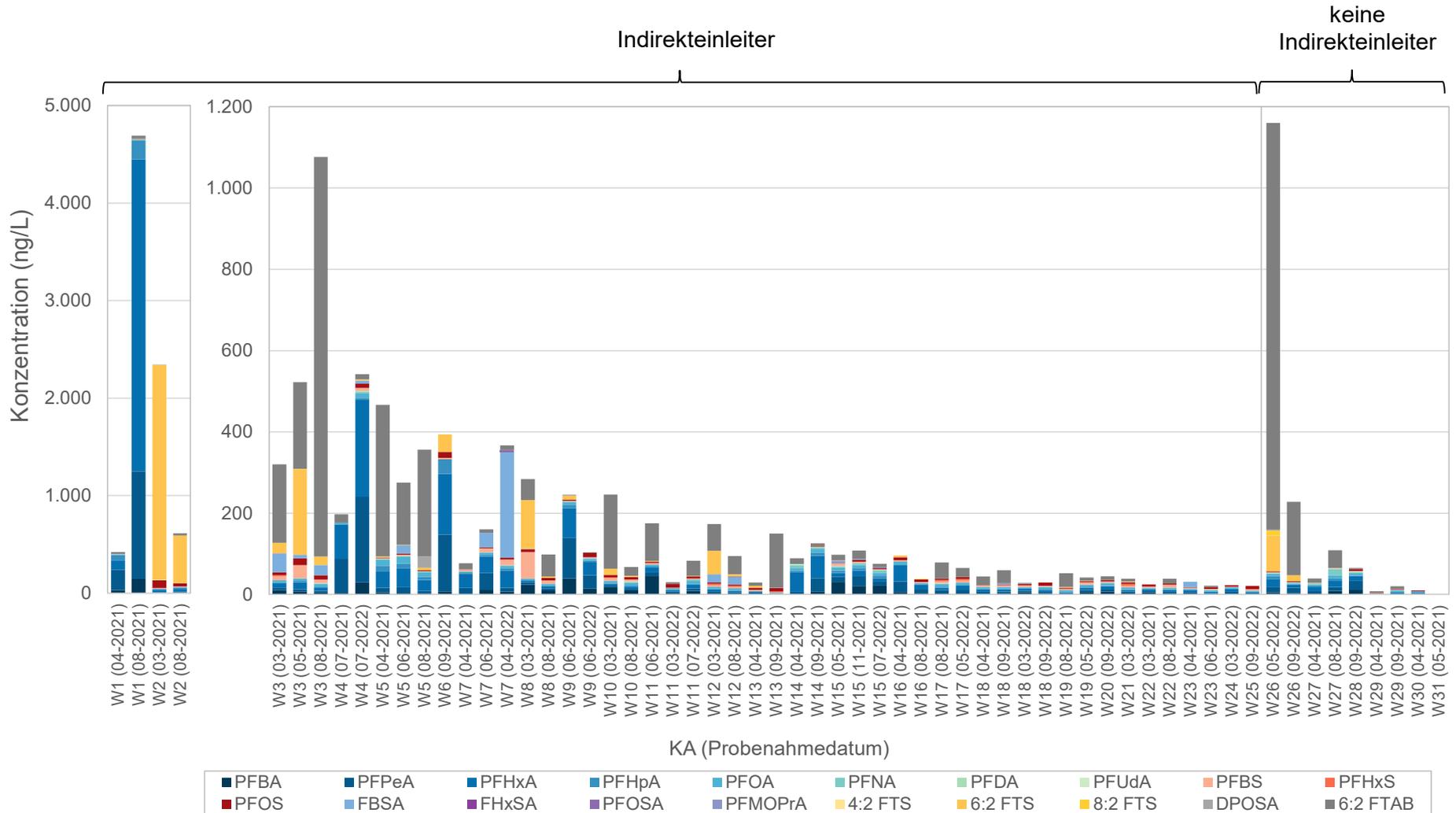
- PFAS in allen Proben nachweisbar, auch in abgelegenen Gebieten
- Hauptsächlich kurzkettige PFCA und PFOA
- kein klarer Trend sichtbar

Untersuchungsumfang - Abwasser

- 61 Ablaufproben von 31 komm. KA
- 2h-Mischprobe od. qualifizierte Stichprobe
- Beprobung: 1 – 4 mal
- 40 PFAS
- BG: 1 ng/L

Substanz	Substanz
PFBA	FBSA
PFPeA	FHxSA
PFHxA	FOSA
PFHpA	N-MeFOSA
PFOA	N-EtFOSA
PFNA	N-MeFOSAA
PFDA	N-EtFOSAA
PFUdA	P37DMOA
PFDoA	H-PFHpA
PFBS	8:2 FTCA
PFPeS	8:3 FTCA
PFHxS	8:2 FTUCA
PFHpS	4:2 FTS
PFOS	6:2 FTS
PFNS	8:2 FTS
PFDS	10:2 FTS
PFDoS	PFMOPrA
	HFPO-DA
	DONA
	9CI-PF3ONS
	11CI-PF3OUdS
	DPOSA
	6:2 FTAB

PFAS-Belastung im Ablauf einzelner KA

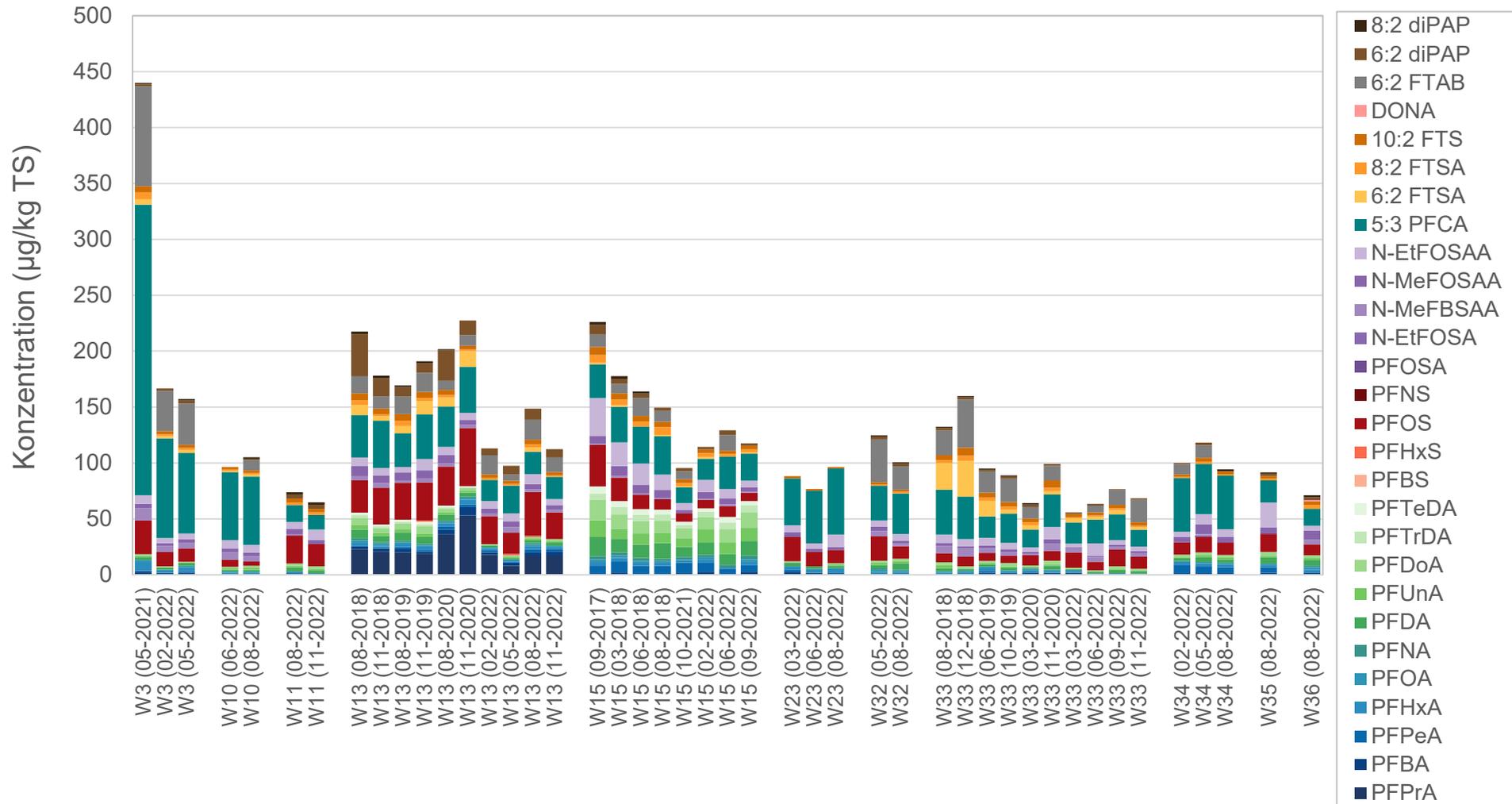


Untersuchungsumfang - Klärschlamm

- 45 Klärschlammproben von 11 komm. KA (Klärschlammarchiv Radioaktivität)
- Belebtschlamm
- Trocknung der Proben bei 105° C (statt Gefriertrocknung!)
- 52 PFAS
- BG: 1 µg/kg TS

Substanz	Substanz
PFPrA	FBSA
PFBA	FHxSA
PFPeA	FOSA
PFHxA	N-MeFBSA
PFHpA	N-MeFOSA
PFOA	N-EtFOSA
PFNA	N-MeFBSAA
PFDA	N-MeFOSAA
PFUnA	N-EtFOSAA
PFDoA	P37DMOA
PFTTrDA	H-PFHpA
PFTeDA	5:3 PFCA
PFHxDA	8:3 FTCA
PFODA	8:2 FTCA
PFBS	8:2 FTUCA
PFPeS	4:2 FTS
PFHxS	6:2 FTS
PFHpS	8:2 FTS
PFOS	10:2 FTS
PFNS	PFMOPrA
PFDS	HFPO-DA
PFUnS	DONA
PFDoS	9Cl-PF3ONS
PFTTrDS	11Cl-PF3OUdS
	DPOSA
	6:2 FTAB
	6:2 diPAP
	8:2 diPAP

PFAS-Belastung im Klärschlamm einzelner KA



Fazit

- Ubiquitäre PFAS-Belastung in allen Umweltmedien nachweisbar
- Minimierung des Eintrags an der Quelle, nicht über nachgeschaltete Aufbereitungen in komm. Kläranlagen oder Trinkwasseraufbereitungen
- Emissionsminderung (Luftpfad!)
- Berücksichtigung der EFSA-Bewertung im Umweltbereich steht noch an
- Weitere regulatorische Anpassungen notwendig
- Regulierung der Stoffgruppe aus Umweltsicht unumgänglich

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Vielen Dank an die beteiligten Kolleginnen und Kollegen des LfU!

Kontakt:

Hanna Ulrich

Bayerisches Landesamt für Umwelt
Referat 76 – Stofftestlabor, Umweltmonitoring
Referat 77 - Biologische Analytik, ökotoxikologische Stoffbewertung
Demollstraße 31
82407 Wielenbach

Tel.: 0881/93541-1158

E-Mail: hanna.ulrich@lfu.bayern.de