

Ohne uns läuft nix.



PFAS am Tegeler See - Aktivkohle als Sofortmaßnahme

Martin Schulz (Berliner Wasserbetriebe)

Was sind PFAS?

Per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen in der Umwelt



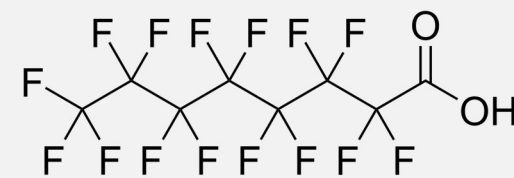
Fakten ^{[1],[2]}

- Einteilung nach Kettenlänge und Säuregruppe:

PFOS:



PFOA:



- unpolare C-F-Kette (lipophil), polarer Kopf (hydrophil)
- wasser-, schmutz-, fettabweisend
- C-F-Bindung: chemisch und thermisch stabil, persistent
- Anreicherung in Pflanzen und Fischen → Eintrag in menschliche Nahrungskette
- schon in sehr geringen Konz. gesundheitsschädigend (z.B. toxisch auf Leber und Niere, verminderte Impfansprache), insbesondere für ungeborene Kinder

Politik

- kein Grenzwert in aktuell gültiger TrinkwV für PFAS, jedoch Leitwert und Vorsorgemaßnahmenwerte des UBA für Einzelsubstanzen
- auf Basis einer EFSA-Studie (European-Food-Safety-Authority) werden deutlich geringere PFAS-Grenzwerte (Summe 4 PFAS) auf EU-Ebene diskutiert
- gemeinsame Bemühungen des UBA und anderen Institutionen, zum Verbot bzw. starke Reglementierung der Zulassung verschiedener PFAS in der EU aus Vorsorgegründen
- ab 02/2023 Verbot vom Verwendung von ca. 200 PFAS innerhalb der EU (Änderung REACH-Verordnung)
- Verpflichtung in EU-Chemikalienstrategie zum Verbot von PFAS für viele Verwendungen, z.B. in Feuerlöschschäumen (10/2021)

[1] bfr.bund.de; [2] efsa.europa.eu (09.2021)

Stoffgruppe PFAS

Mögliche Eintragsquellen in den Wasserkreislauf



Verwendungsbeispiele von PFAS



Textilien



Papier- und Druckerzeugnisse



Kälte- und Treibmittel



Feuerlöschschäume

Stoffgruppe PFAS

Mögliche Eintragsquellen in den Wasserkreislauf



Haushalte/Industrie:

- Emission von Industriebetrieben
- Verflüchtigung aus Erzeugnissen (Imprägniersprays)
- häusliches und gewerbliches Abwasser

Flüsse und Seen:

- Klärwerksablauf

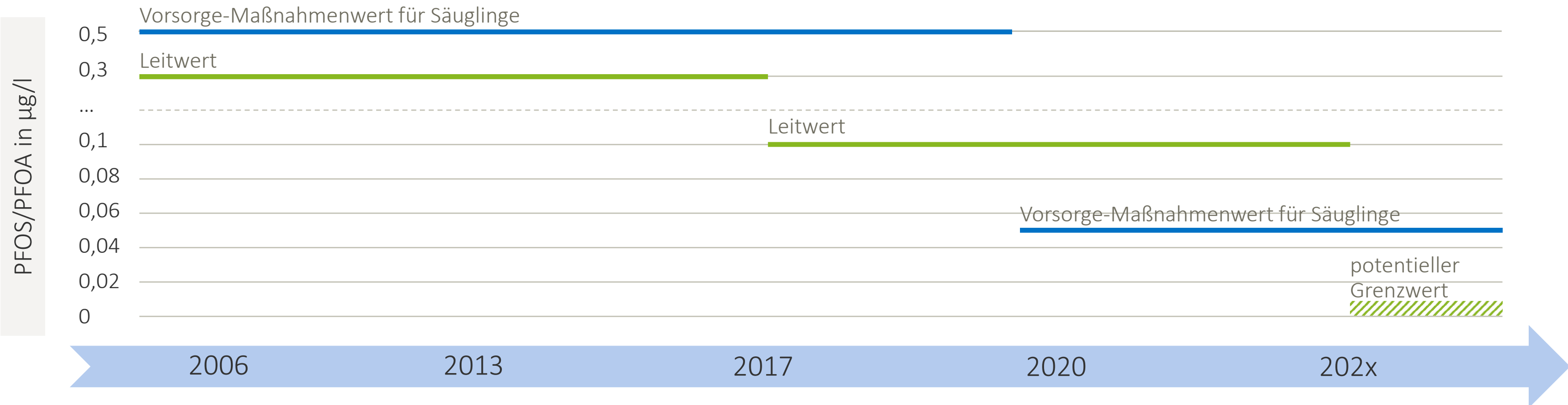
Grundwasser und Brunnen:

- Altlasten

Stoffgruppe PFAS



Entwicklung der Vorgaben des PFAS-Wert im Trinkwasser



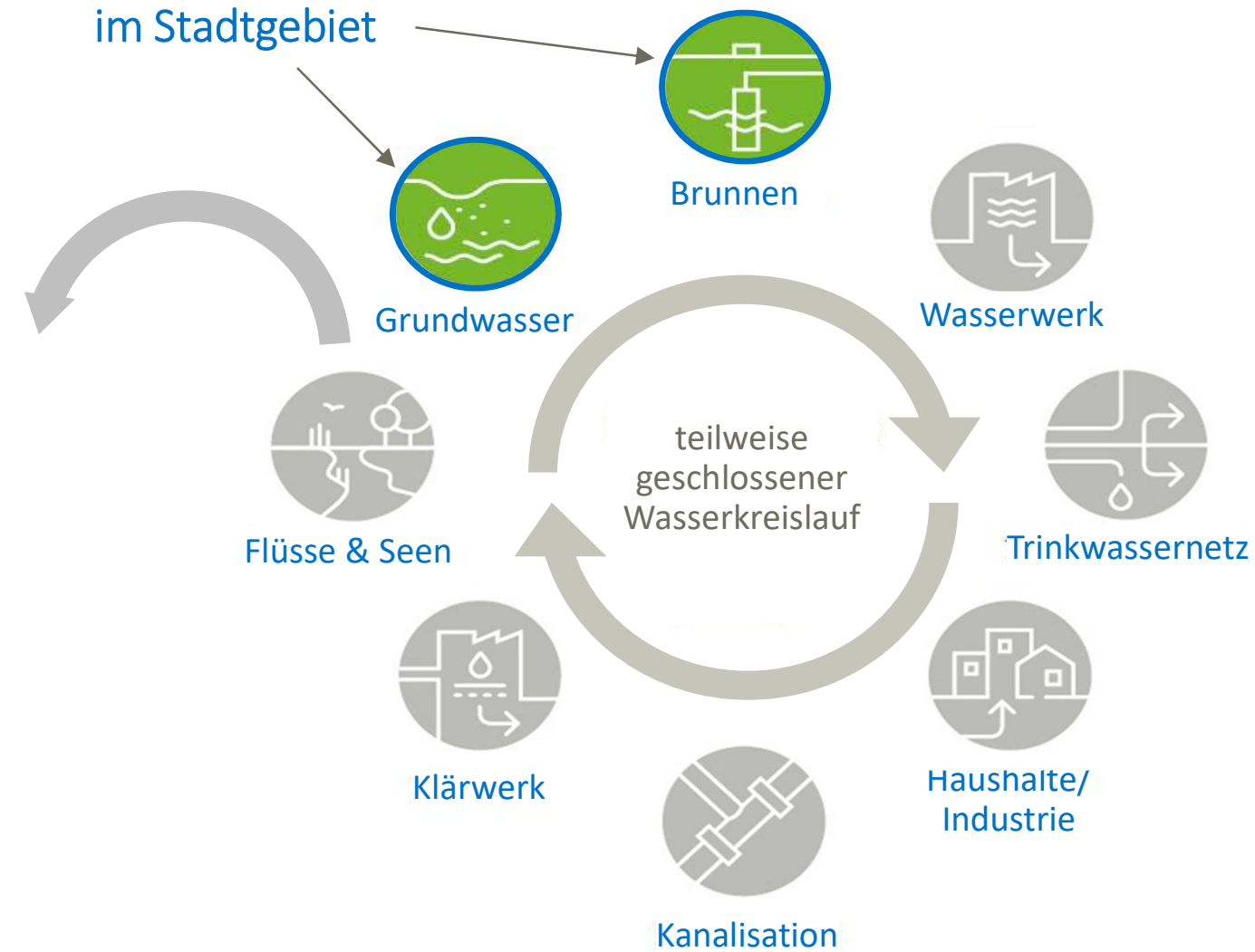
Regelungsgrößen für PFOS/PFOA	2006	2013	2017	2020	202x
Für PFOS und PFOA gelten:	<ul style="list-style-type: none"> 0,1 µg/L GOW (im Jahresmittel), 0,3 µg/L LW (Leitwert des UBA), 0,5 µg/L VMWS* (Vorsorge-Maßnahmenwert für Säuglinge), 5,0 µg/L MW (Maßnahmewert für Erwachsene) 				
			Senkung der Leitwerte für PFOS und PFOA auf 0,1 µg/L	Der Vorsorge-Maßnahmenwert für Säuglinge wurde auf 0,05 µg/L abgesenkt	PFAS-Grenzwerte* im Bereich von 0,002 bis 0,01 µg/l werden diskutiert (Novellierung Trinkwasserverordnung)
					* Hinweis: Der PFAS-Grenzwert ist ein Summenparameter aus vier Vertretern der Stoffgruppe

Stoffgruppe PFAS

PFAS im Wasserkreislauf: IST-Situation Berlin



Kenntnis über die Existenz einzelner Kontaminationsflächen im Stadtgebiet

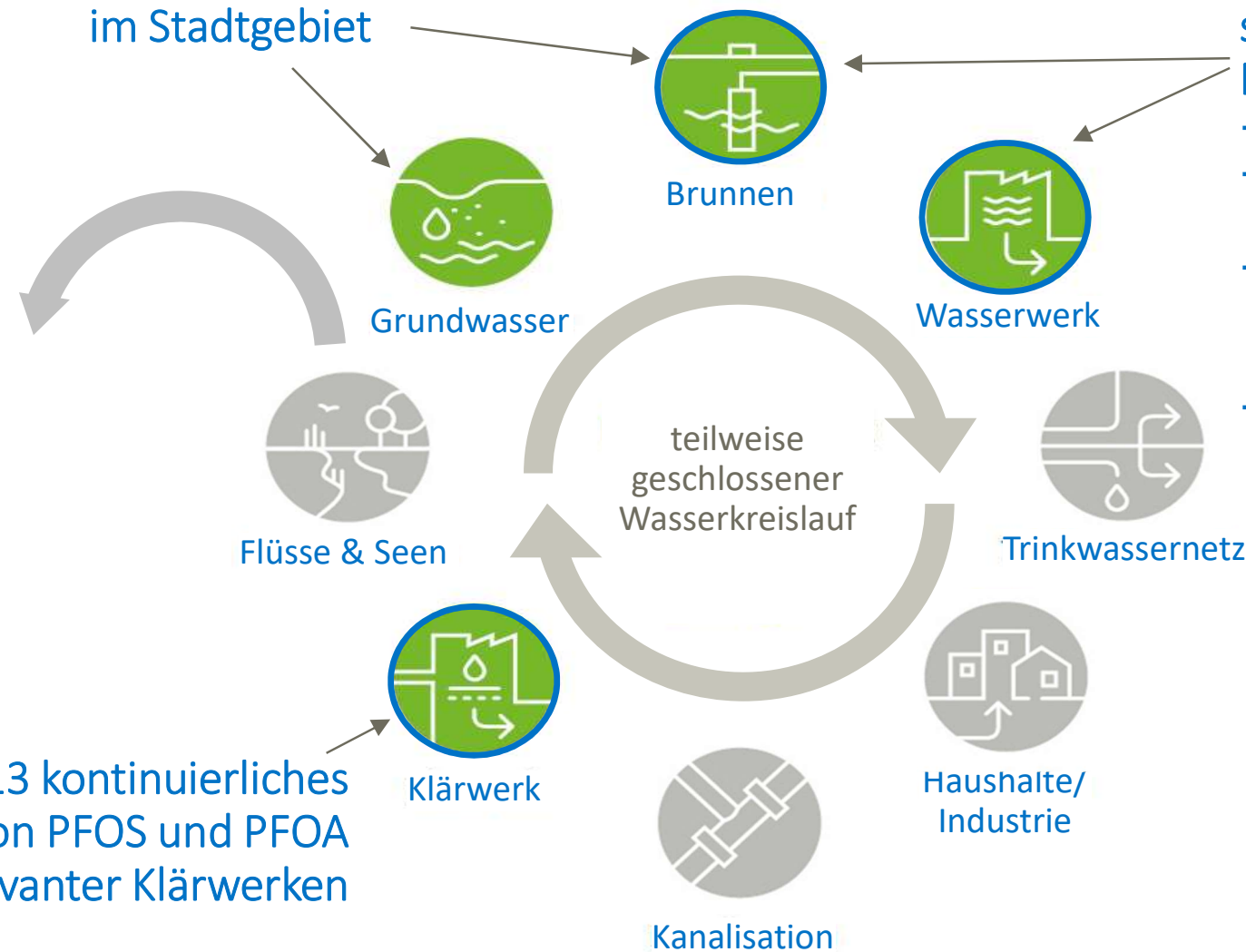


Stoffgruppe PFAS

PFAS im Wasserkreislauf: IST-Situation Berlin und Maßnahmen der Berliner Wasserbetriebe



Kenntnis über die Existenz einzelner Kontaminationsflächen im Stadtgebiet



seit 2013 kontinuierliches Monitoring von PFOS und PFOA im Reinwasser aller WW

- Leitwerte werden sicher eingehalten
- Vorsorge-Maßnahmenwert für Säuglinge bedarf genauere Analysetechnik
- ab 2020 Analytik durch Fremdlabore und seit Anfang 2021, neue Analysetechnik im Labor der BWB etabliert
- Spuren von PFOS und PFHxS im Roh- und Reinwasser des WW Tegel detektiert

seit 2013 kontinuierliches Monitoring von PFOS und PFOA im Ablauf relevanter Klärwerke

Aktuelle Situation im Wasserwerk Tegel

PFOS* und PFHxS* in einzelnen Brunnen der Galerie West

* Vertreter der Stoffgruppe PFAS



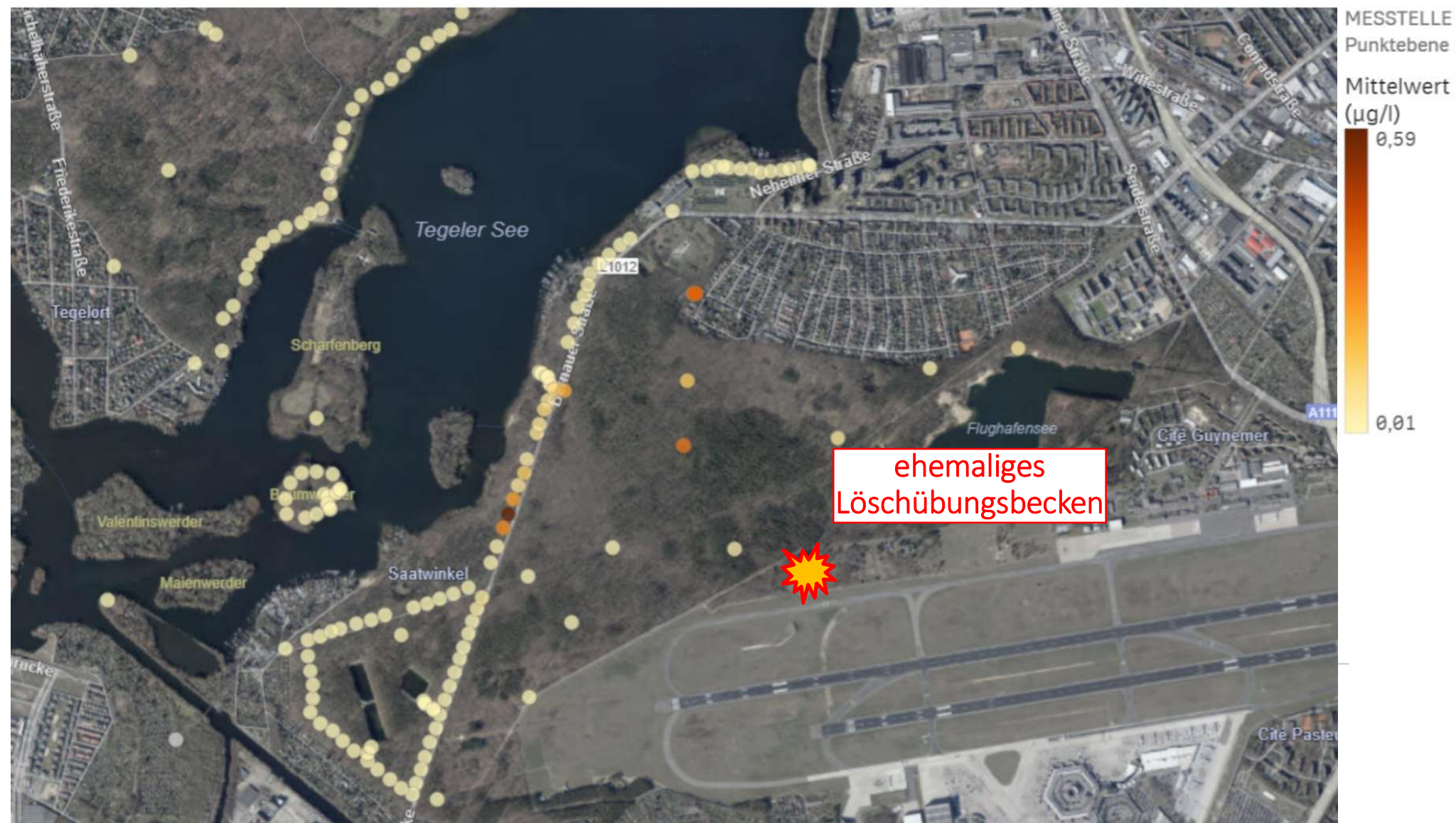
Veranlassung:

- Durch sensible Analysetechnik Spuren von PFOS und PFHxS im Roh- und Reinwasser detektiert
- jedoch deutlich unter Leitwert des UBA (0,1 µg/L)
- Hauptbelastung in Br. 23 der Gal. West (max. \sum 4PFAS > 1.200 ng/L in Br. 23)

Aktuelle Situation im Wasserwerk Tegel

PFOS* und PFHxS* in einzelnen Brunnen der Galerie West

* Vertreter der Stoffgruppe PFAS



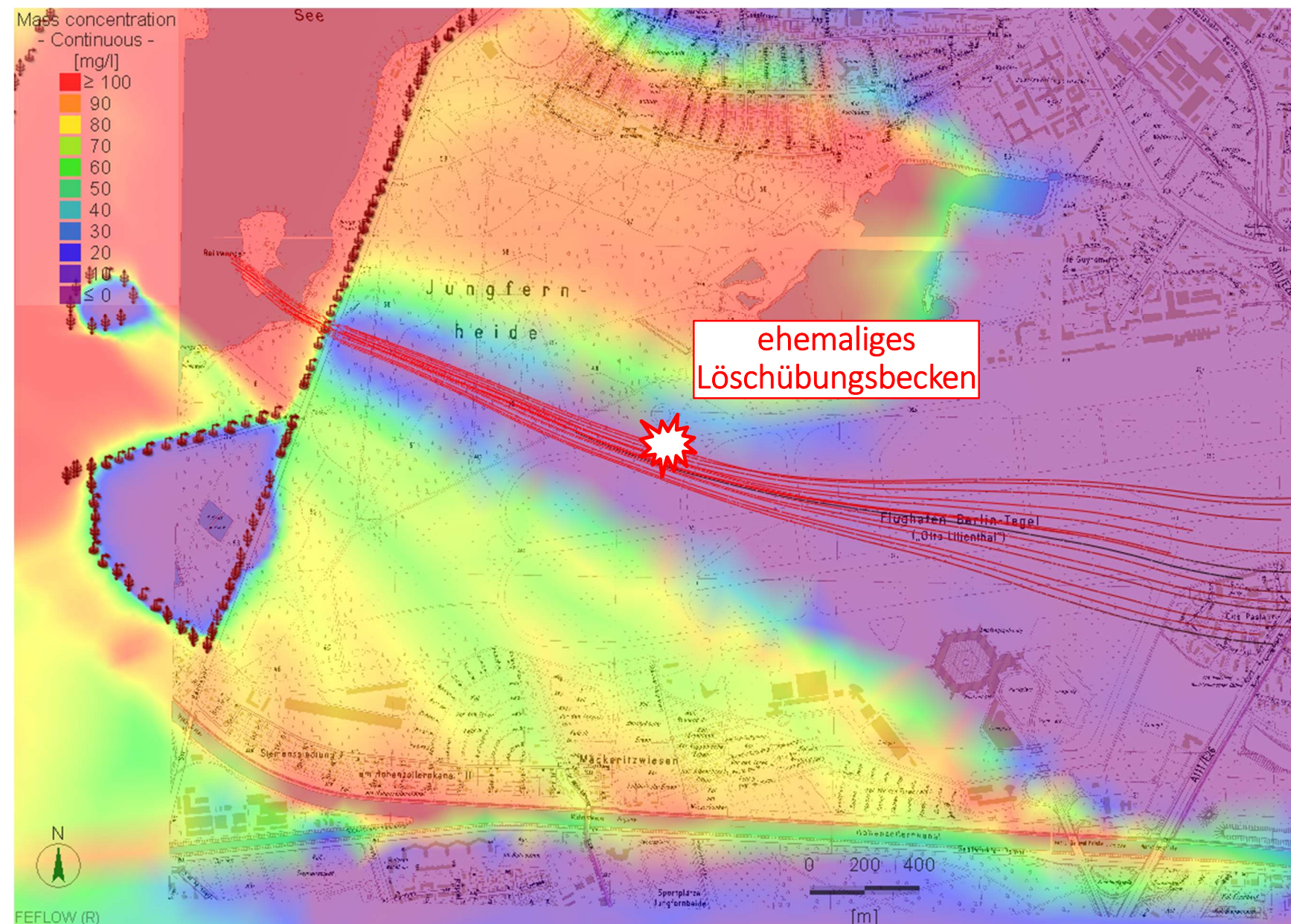
Quelle:

- Hauptquelle vermutlich ehemaliges Löschübungsbecken auf militärisch genutztem Teil des ehemaligen TXL
- ca. 1200 m östlich der Gal. West
- Einsatz von PFAS-haltigen Feuerlöschschäumen (1976-1999)

Aktuelle Situation im Wasserwerk Tegel

PFOS* und PFHxS* in einzelnen Brunnen der Galerie West

* Vertreter der Stoffgruppe PFAS



L. Monnikhoff (BWB)

Quelle:

- Hauptquelle vermutlich ehemaliges Löschübungsbecken auf militärisch genutztem Teil des ehemaligen TXL
- ca. 1200 m östlich der Gal. West
- Einsatz von PFAS-haltigen Feuerlöschschäumen (1976-1999)
- durch Modellierung plausibilisiert
- umfangreiche Erkundungen dieser und weiterer möglicher Quellen durch Altlastenbehörden sowie möglichen Verursacher seit 2019
- Beginn der Sanierungsmaßnahmen jedoch nicht vor 2022, Wirkung in Brunnen erst Jahre später

Aktuelle Situation im Wasserwerk Tegel

PFOS* und PFHxS* in einzelnen Brunnen der Galerie West

* Vertreter der Stoffgruppe PFAS



Sofortmaßnahme:

- Fokussierung Schadstofffahne:
 - Abschlag Br. 23 über R-Kanal in Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal
 - Außerbetriebnahme der Nachbarbrunnen
- deutliche Überschreitung der UQN für oberirdische Binnengew. (0,65 ng/L)
 - ➔ befristete Erlaubnis bis 31.12.21 ←
 - ➔ Aufbereitung nötig! ←

Planung Grundwasserreinigungsanlage



Verfahrensoptionen zur PFAS-Entfernung ^{[3],[4]}

→ Auswahl und Wirksamkeit abhängig von zahlreichen Faktoren (PFAS-Konz., Kettenlänge, Wasserqualität, TOC, ...)

Verfahren	Wirksamkeit	Limitierungen
Oxidationsverfahren	<ul style="list-style-type: none"> oxidative Transformation von PFAS zu Produkten kürzerer Kettenlänge 	<ul style="list-style-type: none"> viele PFAS nur mäßig gut oxidierbar Transformation statt Entfernung Toxizität der Nebenprodukte ungeklärt
Membranfiltration (NF, RO)	<ul style="list-style-type: none"> sehr hohe Entfernungsraten möglich Rückhalt unabhängig von Kettenlänge 	<ul style="list-style-type: none"> hohe Betriebskosten Konzentratentsorgung Membranfouling/großer Aufwand für Voraufbereitung des Wassers
Aktivkohle-Adsorption	<ul style="list-style-type: none"> sehr guter Rückhalt insbesondere langkettiger PFAS Bindung der Zielstoffe an Feststoff 	<ul style="list-style-type: none"> schneller Durchbruch kurzketziger PFAS u.U. hohe Wechselintervalle der Aktivkohle Wechselwirkungen mit DOC
Ionenaustausch	<ul style="list-style-type: none"> höhere Beladung als Aktivkohle sehr schnelle Kinetik → Platzbedarf gering wirksam für lang- und kurzketzige PFAS 	<ul style="list-style-type: none"> aktuell wenig großtechnische Erfahrung zur PFAS-Entfernung Regeneration des Harzes / Konzentratentsorgung

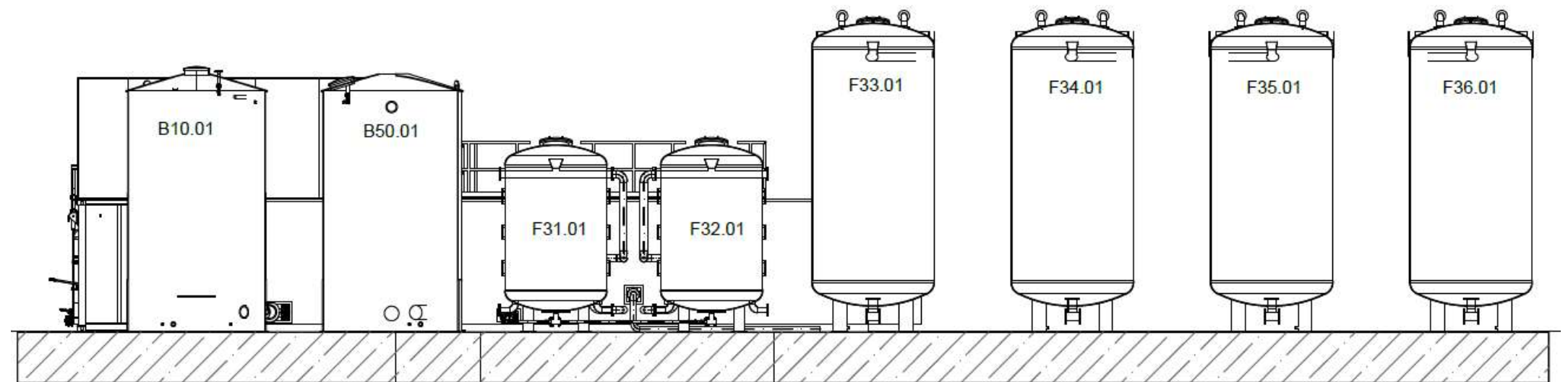
[3] UBA 2020, Sanierungsmanagement für lokale und flächenhafte PFAS-Kontaminationen; [4] HdA 2018, PFC-Grundwassersanierung: Stand der Technik und Kostenvergleich

Planung Grundwasserreinigungsanlage

Anlagenaufbau

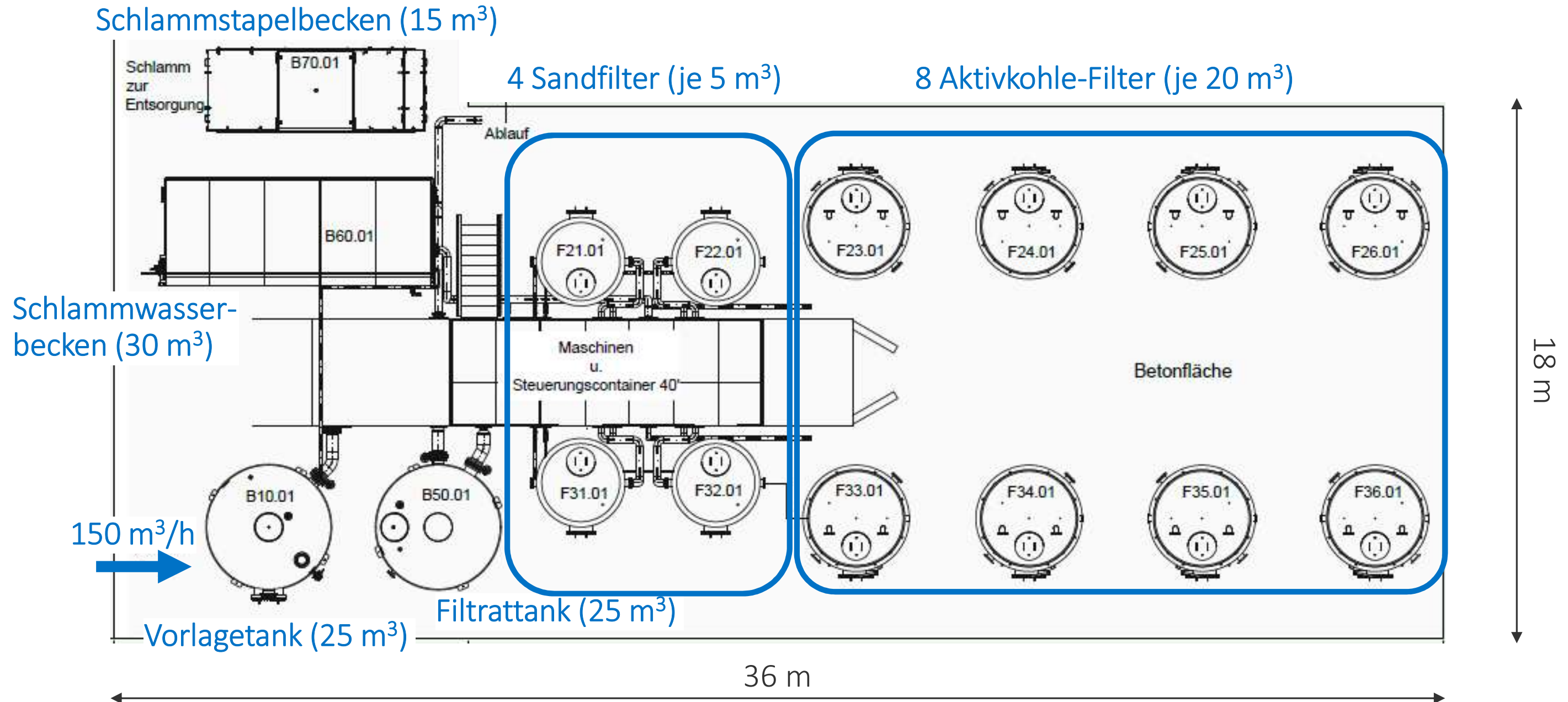


- Aufbereitung von PFAS-belastetem Grundwasser der Brunnen West22-24, Kapazität 150 m³/h
- Aufbereitungsschritte
 - Belüftung → Schnellfiltration → Aktivkohleadsorption
- Zielwerte: 1 ng/L je PFAS-Einzelsubstanz (PFOA, PFOS, PFHxS, PFNA)
- Filtrat hat bis auf mikrobiologische Parameter mindestens Trinkwasserqualität
- Versickerung des aufbereiteten Wassers (ca. 1,3 Mio. m³/a) in Grundwasseranreicherung zur Rückführung in den Wasserkreislauf
- kein Abwasseranfall
- 2-monatl. Entsorgung Fe-Schlamm
- GAK-Austausch 1 bis 2 x pro Jahr



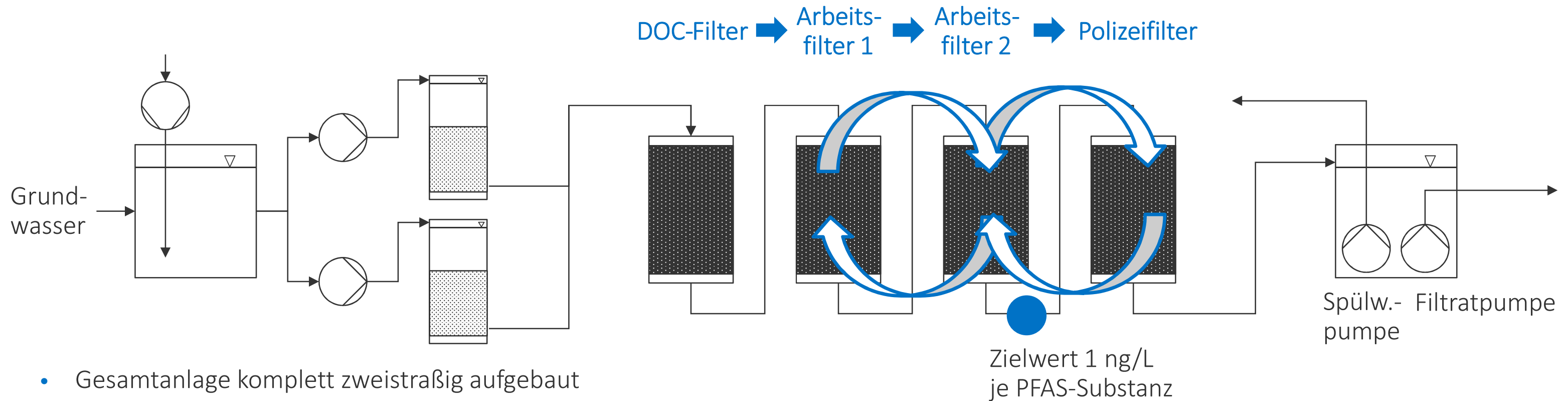
PFAS-Anlage Tegel

Übersicht



Planung Grundwasserreinigungsanlage

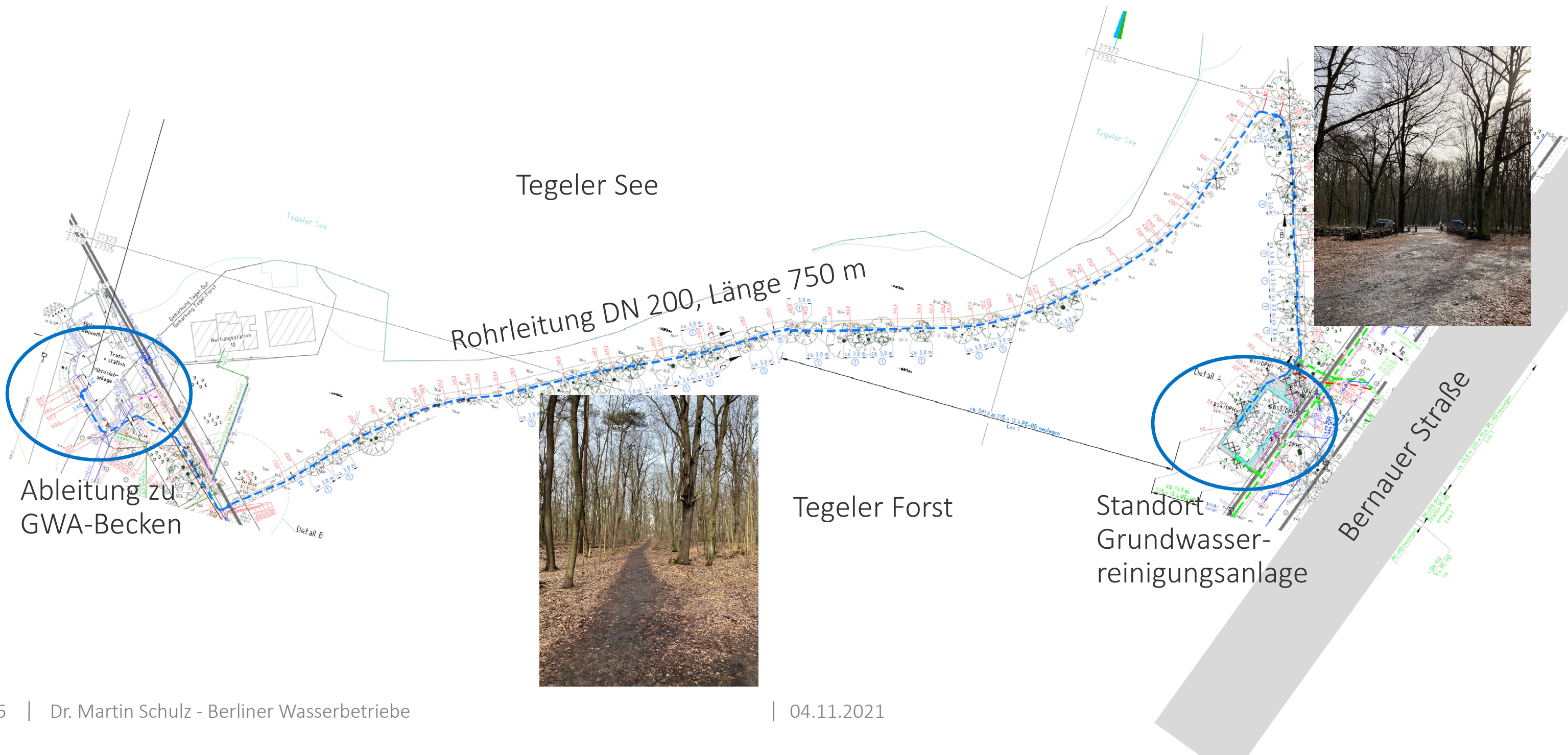
Verfahrenstechnik Aktivkohlestufe



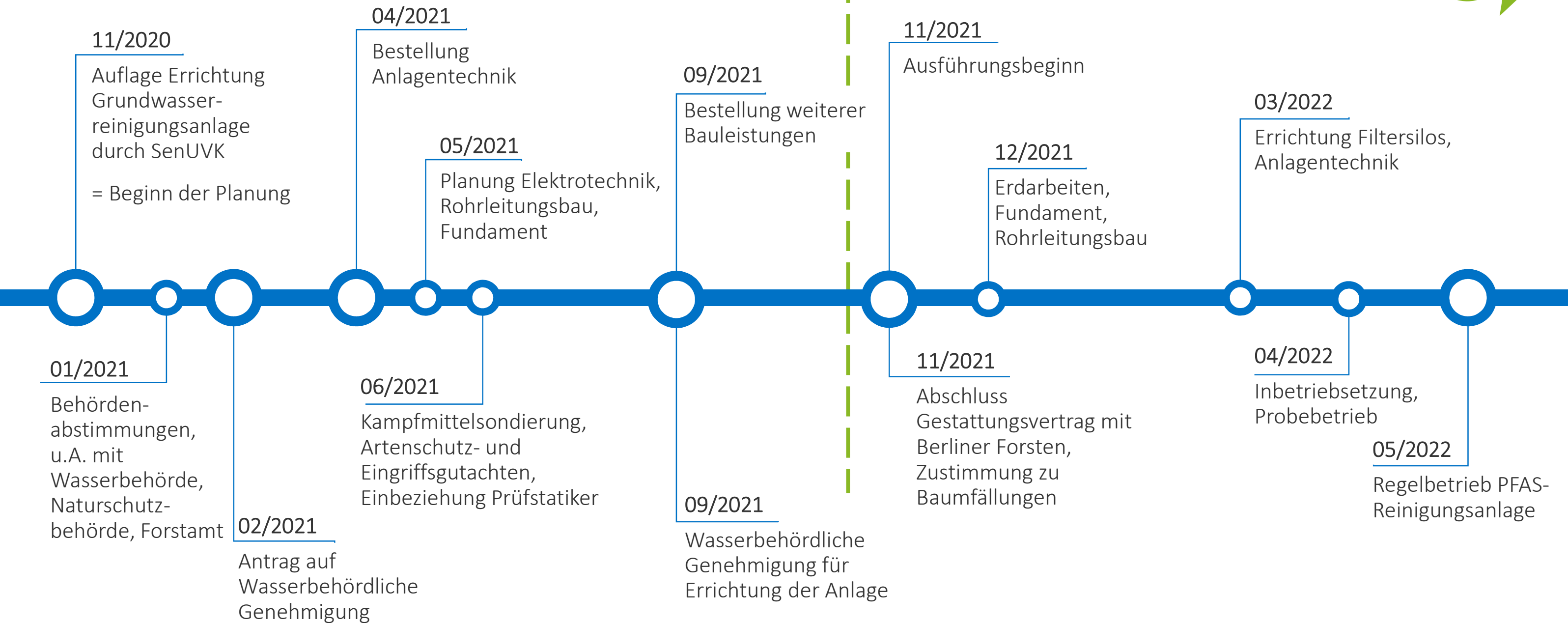
- Gesamtanlage komplett zweistraßig aufgebaut
- Volumen je Filter = 20 m³ → Gesamtvolumen je Straße = 80 m³
- Aufenthaltszeit EBCT je Filter = 16 min → Gesamt-EBCT = 64 min
- Polzeifilter dient als Sicherheit, PFAS-Überwachung erfolgt nach Arbeitsfilter 2
- hohe Ausnutzung der Aktivkohle durch Wechselschaltung der Arbeitsfilter
- Austausch der Aktivkohle voraussichtlich 1-2 x jährlich

Gesamtübersicht Anlagenstandort

Leitungsführung gereinigter Anlagenablauf



Zeitplan



PFAS am Tegeler See

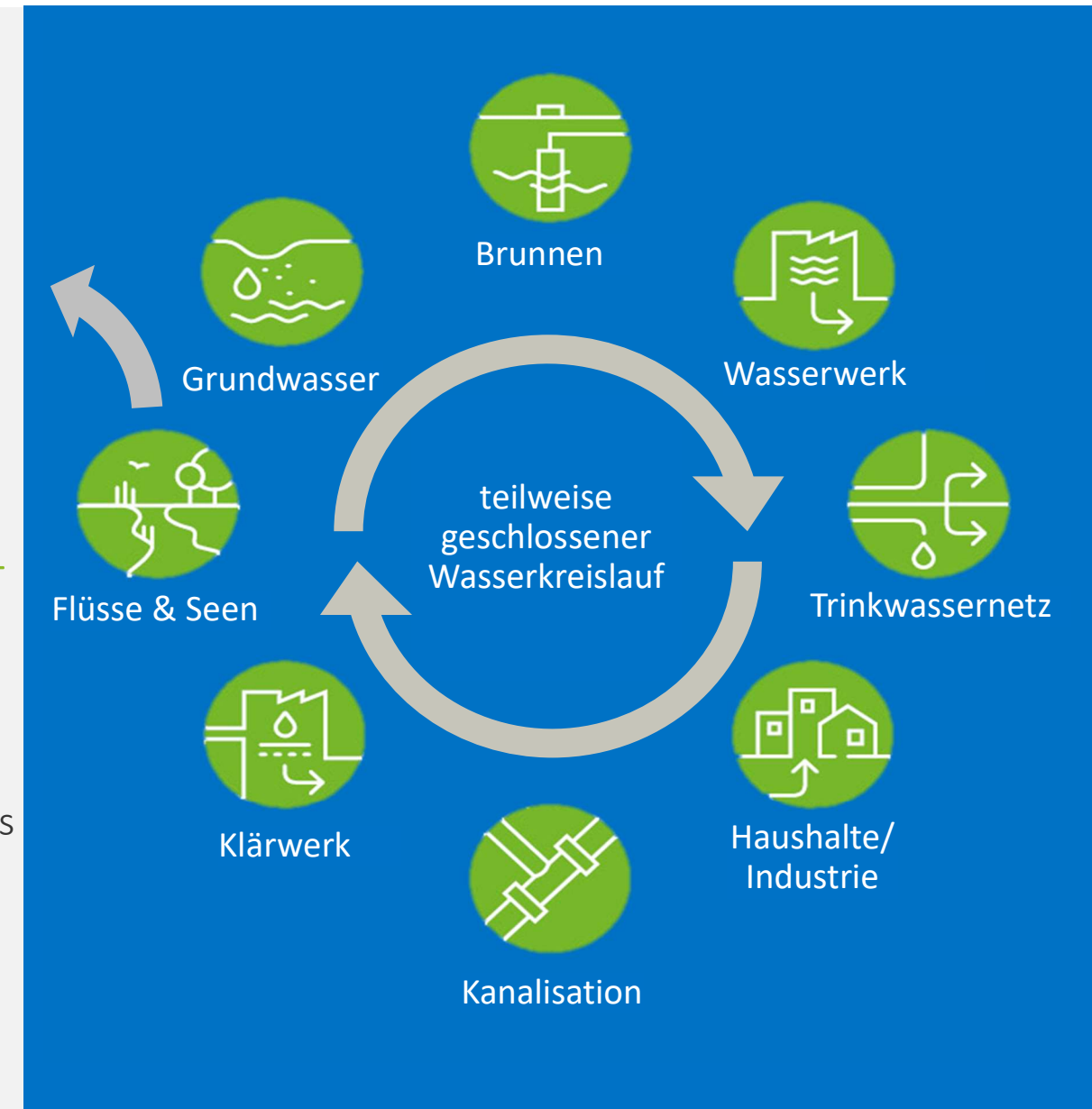
Zusammenfassung: Status und bisher ergriffenen Maßnahmen



Ausgangssituation: Hohe PFAS-Befunde in einzelnen Brunnen des WW Tegel, Spuren auch im Reinwasser nachweisbar, jedoch deutlich unter dem gültigen LW des UBA (0,1 µg/L); derzeit deutlich niedrigerer Trinkw-GW in Diskussion.

Maßnahmen der BWB in Planung/Umsetzung:

- **Monitoring:** - ausgewählter Abschnitte des Wasserkreislauf ✓ seit 11/2020
- Errichtung GWMS-Riegel entlang der Bernauer Straße ⏻ 11/2021
- **Analytik:** - Qualifizierung des eigenen Labors (technisch & personell) ✓ seit 03/2021
- **Technologisch:**
 - **Kurzfristig:** Notabschlag in den Regenwasserkanal der Bernauer Straße ✓ seit 11/2020
 - **Mittelfristig:** Aufbereitung des aus den belasteten Brunnen abgeschlagenen Wassers mittels einer GAK-Aufbereitungsanlage ⏻ 04/2022
 - **Langfristig:** Quellsanierung und Abwehrmaßnahmen durch Altlastenbehörde und Verursacher ✓ in Vorbereitung
 - Kostenübernahme durch Verursacher



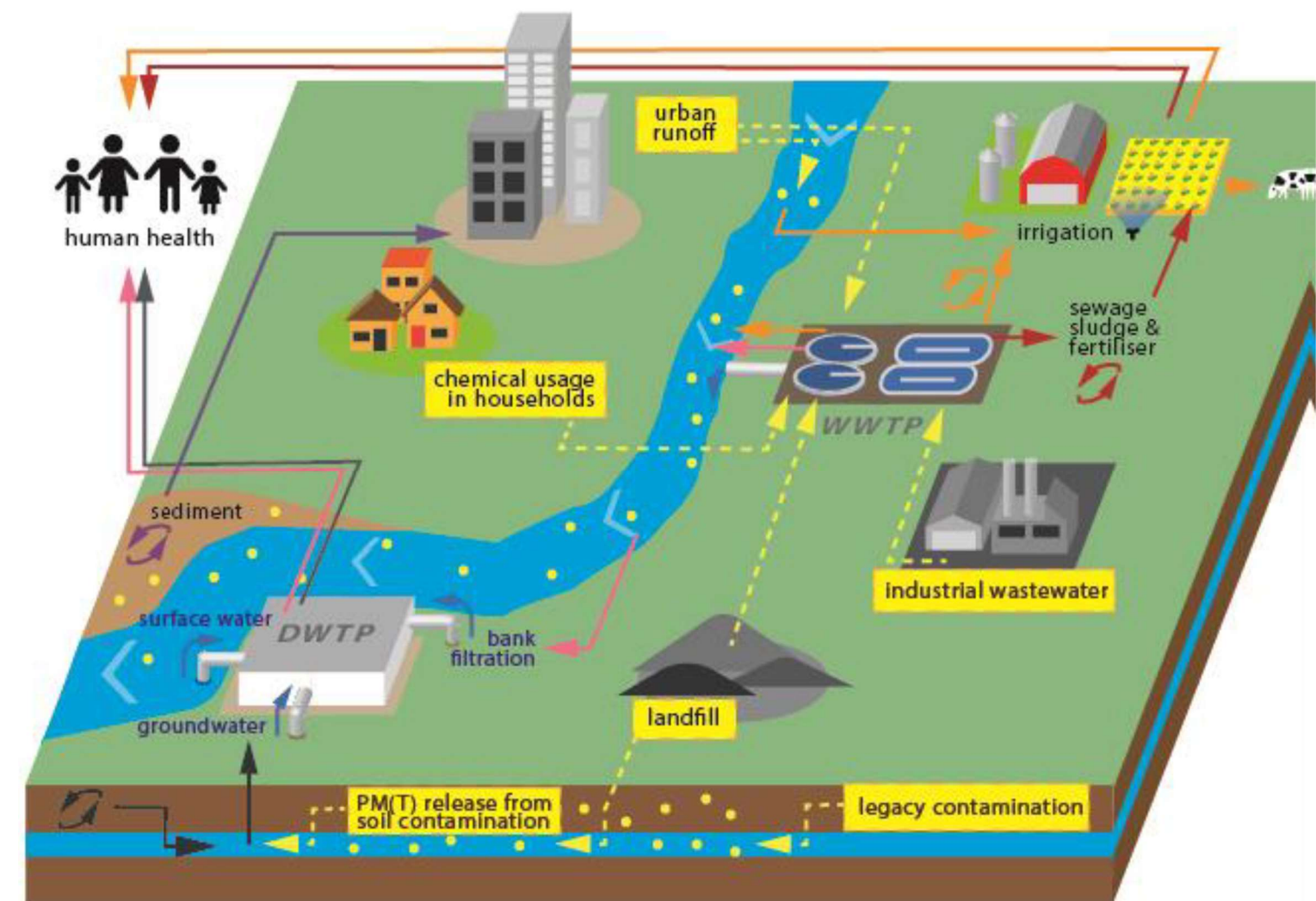
Aktuelles FE-Projekt PROMISCES

Hochpolare Spurenstoffe: PFAS Kontamination vom Flughafen, Löschwasser, Schlamm



PROMISCES: Preventing Recalcitrant Organic Mobile Industrial chemicals for Circular Economy in the Soil-sediment-water system

- Inhalt: PFAS und neue hochpolare Spurenstoffe (Industrie)
- Koordination: BRGM (franz. geologischer Dienst)
- Partner: u.a. BWB, KWB, UBA, BfG
- Budget: 12 Mio. Euro
- Start: 11/2021 (42 Monate)



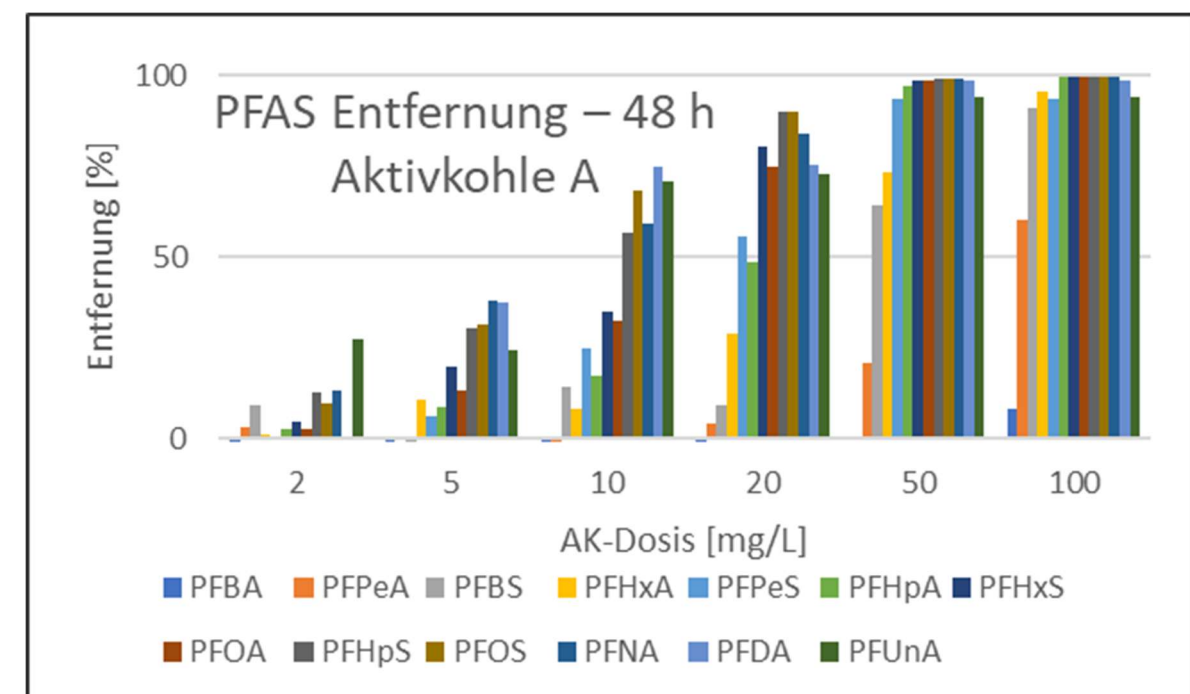
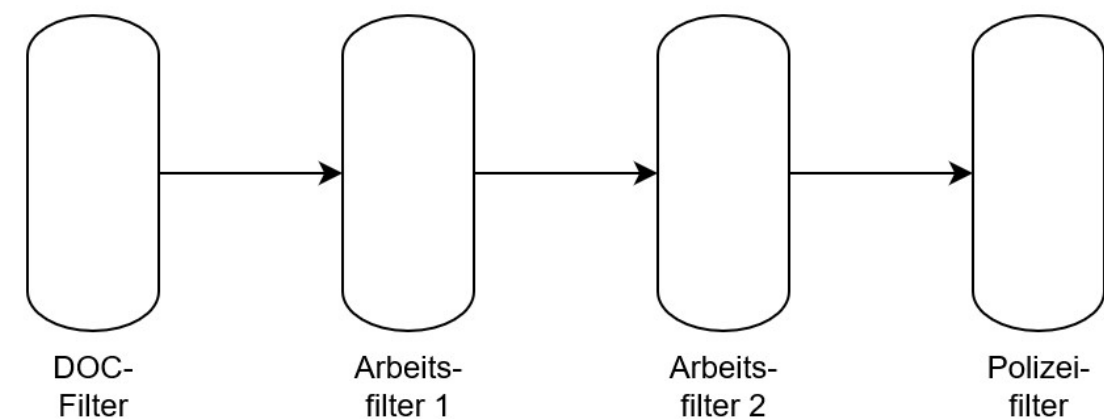
Aktuelles FE-Projekt PROMISCES

PROMISCES: Inhalte und Arbeitspakete

Fallstudie Berlin: Vorkommen, Verhalten und Aufbereitung von perfluorierten und hochpolaren Spurenstoffen im Wasserkreislauf

Aufgaben Berliner Wasserbetriebe:

- Methodenentwicklung Suspected-Target Screening und Non-target Screening
- Monitoring Berliner Wasserkreislauf & weitergehende Abwasserreinigung
- Industrieeinleiterkontrolle (Passivsammler, gezielte Probenahmen)
- Aufbereitungsverfahren (Labor- und Pilotversuche)
 - GAC-Produkte testen, um Laufzeiten der Adsorber zu optimieren
 - Test alternativer Verfahren (z.B. Ionenaustauschern)



A. Sperlich, R. Kubina (BWB)

PFAS im Wasserkreislauf

Fazit



- durch weit verbreiteten Einsatz, hohe Persistenz und Mobilität haben PFAS ein hohes Potential zum Eintrag und Verbreitung im Wasserkreislauf
- dem muss (insbesondere in Ballungsräumen) mit umfassenden Maßnahmen begegnet werden:
 - enge Zusammenarbeit zwischen Versorgern und Behörden
 - neue analytische Methoden
 - umfassendes Screening und Bilanzierung der möglichen Eintragspfade
 - zielgerichtetes Monitoring
- Verfahren zur PFAS-Entfernung aus dem Wasser existieren, sind jedoch mit hohem Aufwand und Kosten verbunden:
 - Wasserwirtschaft kann nur Folgen beseitigen → technische PFAS-Entfernung an „Hot-Spots“
 - Beseitigung der Ursachen muss Priorität haben → Verbot des Einsatzes von PFAS und Vermeidung des PFAS-Eintrages an der Quelle!



Ohne uns läuft nix.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dr.-Ing. Martin Schulz | WV-Z Verfahrenstechnik Wasserversorgung
Berliner Wasserbetriebe, Neue Jüdenstraße 1, 10179 Berlin
030 8644-60358 • martin.schulz@bwb.de • berlinerwasser.de

Besonderer Dank an...

Dr. J. Altmann (Planung und Bau)

Dr. S. Schimmelpfennig (Wasserwirtschaft)

Dr. A. Sperlich (Forschung und Entwicklung)

Dr. U. Dünnbier (Labor)

L. Monnikhoff (Strategie)

Dr. G. Grützmaker (Zentrale Aufgaben)