

Phytoscreening und -remediation von PFAS im Landkreis Rastatt: Was ist möglich?

Philipp Blum, Andreas Würth, Melanie Mechler, Kathrin Menberg, Mehmet A. Ikipinar, Christian Beck, Peter Martus, Runa Boeddinghaus, Joshua Walter, Reiner Söhlmann



Joshua Walter

Inhalt

1. PFAS im Landkreis Rastatt

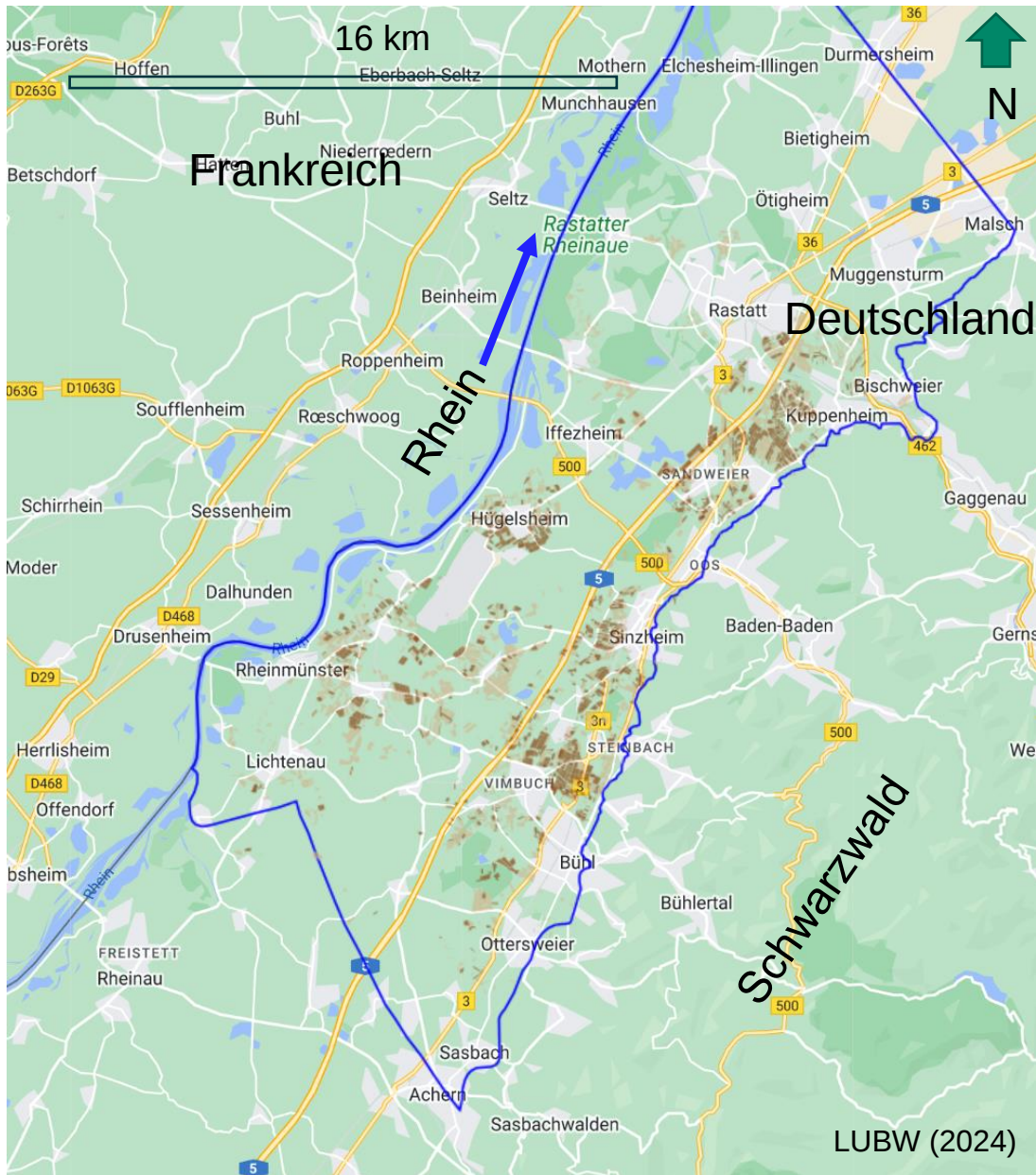
2. Material und Methoden

3. Ergebnisse und Diskussion

4. Fazit und Ausblick

1. PFAS im Landkreis Rastatt

PFAS im Landkreis Rastatt



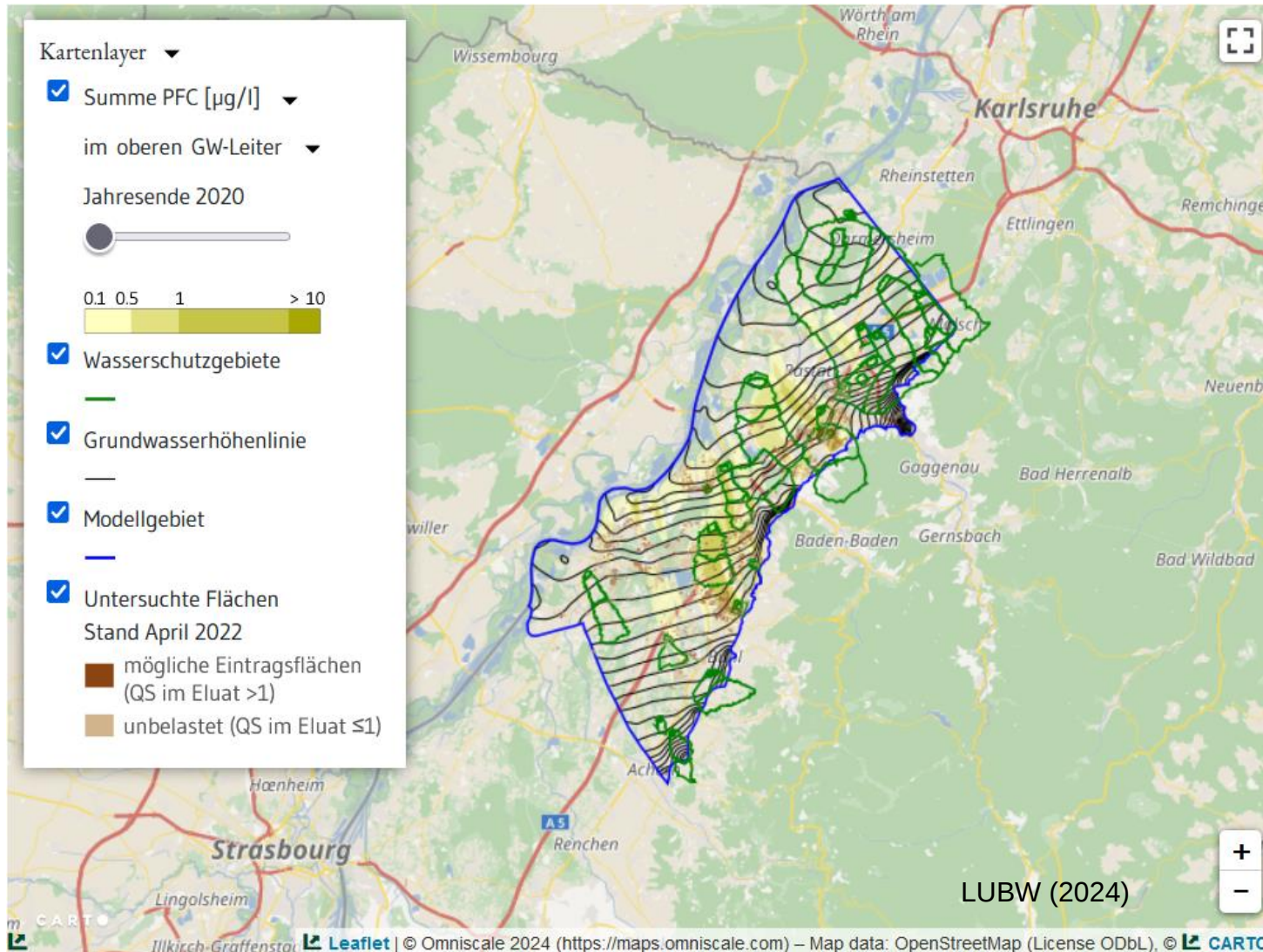
Papierschlämme als Düngemittel von 1999-2008



Quelle: Übelin

Belastete Flächen in braun

PFAS im Grundwasser



- ▶ Bereits Aufrüstung von 10 Wassergewinnungsanlagen erfolgt
- ▶ 172.5 g/d PFAS (2021) Oberflächengewässerfracht
- ▶ Bedeutsamer regionaler PFAS-Schaden birgt das Potential für Alternativen zu herkömmlichen Herangehensweisen bei GW-Monitoring und PFAS-Management

Wasserschutzgebiete grün umrandet, PFAS-Fahnen im GW gelb/grün

PFAS im Landkreis Rastatt



Reiner Söhlmann, Landratsamt Rastatt: „Also ich fange jetzt mal klein an: **zwei Milliarden Euro**.“ Panorama: „Für was?“
Reiner Söhlmann: „Für **Aushub** von der gesamt belasteten Fläche. Und bei der **Grundwasser-Sanierung** würde es nicht deutlich geringer sein. Also es sind Milliarden, von denen wir hier reden müssen.“

2. Material und Methoden

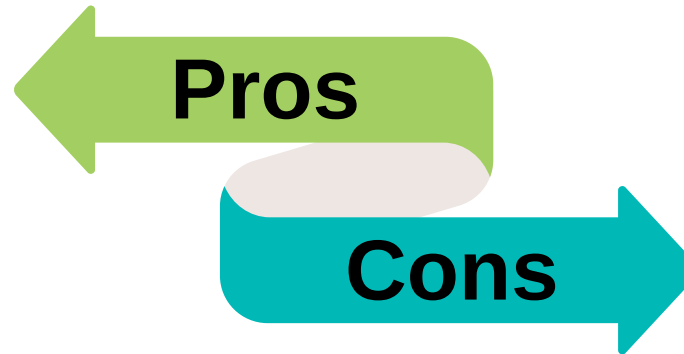
Phytoscreening Intro

Passive Aufnahme von organischen und anorganischen Schadstoffen und deren Transport über das Xylem

Probenahme von Xylem und/oder Laub

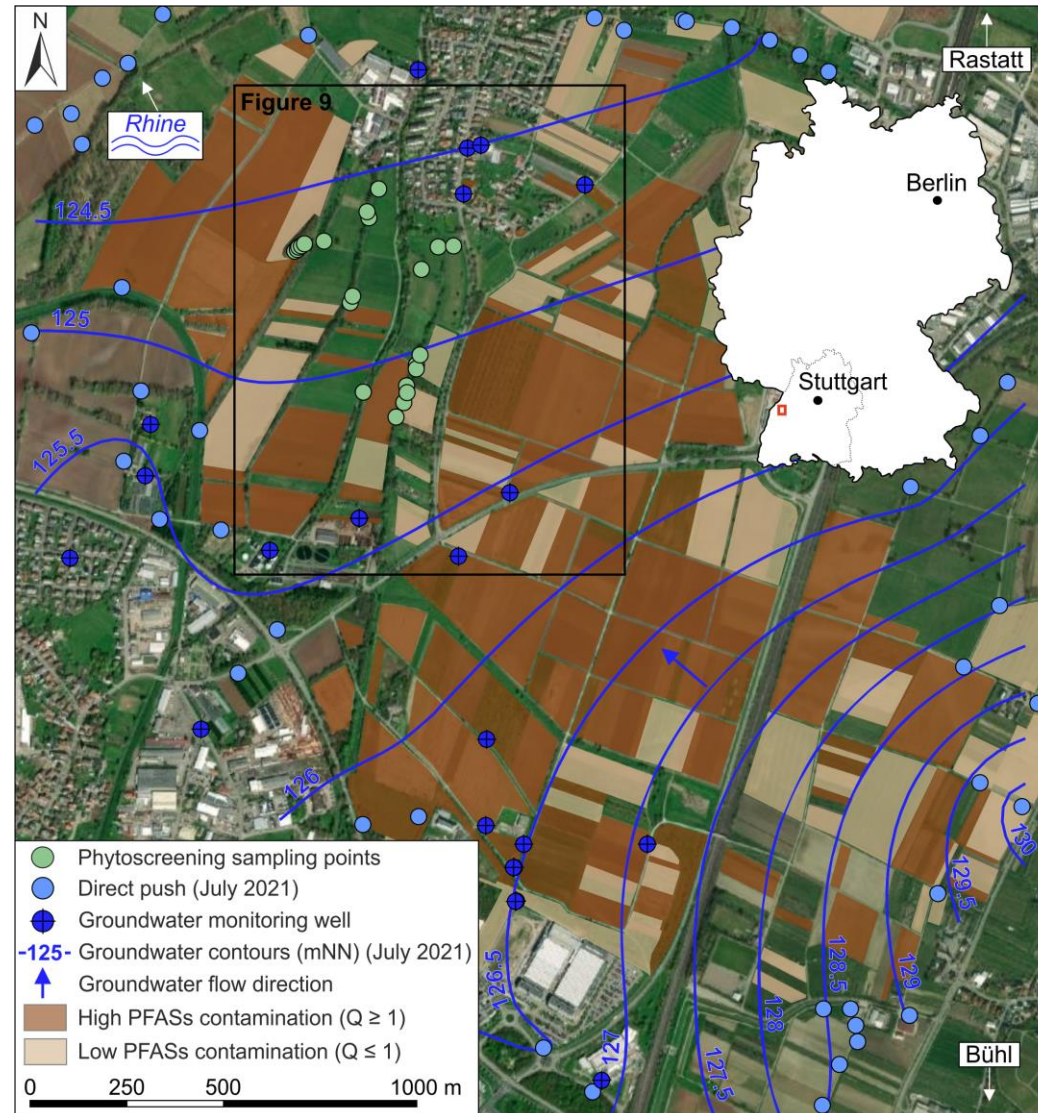
Bisheriger Einsatz bei LCKW-, BTEX- und Schwermetall-Schadensfällen

- Qualitative Aussagen bei GW-Schadensfällen
- Nicht-invasiv
- Einfache und rasche Beprobung von großen Projektarealen



- Keine quantitative Bewertung zum Untergrund möglich
- Anwendungserfolg abhängig von verschiedenen Faktoren wie **Schadstoffart, GW-Flurabstand, Jahreszeit**

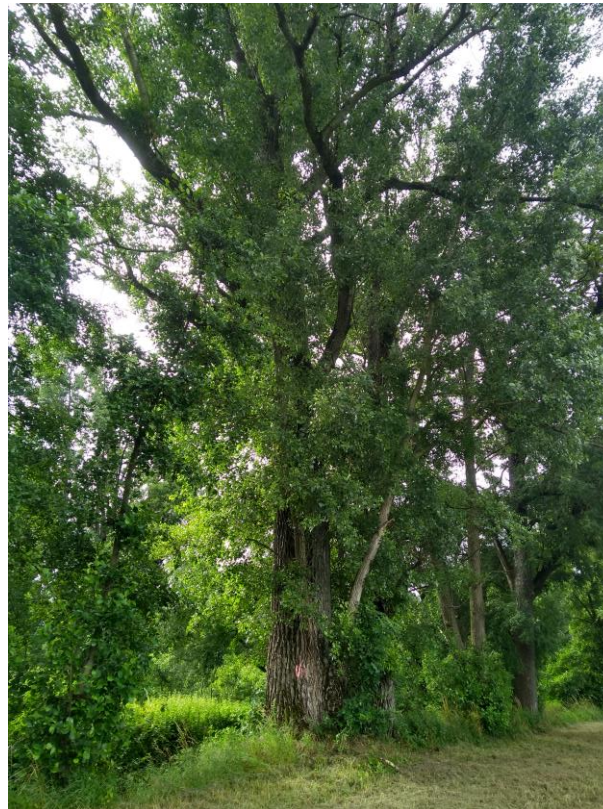
Untersuchungsgebiet



Ausgewählte Bäume



Silberweide
White willow
(*Salix alba* L.)

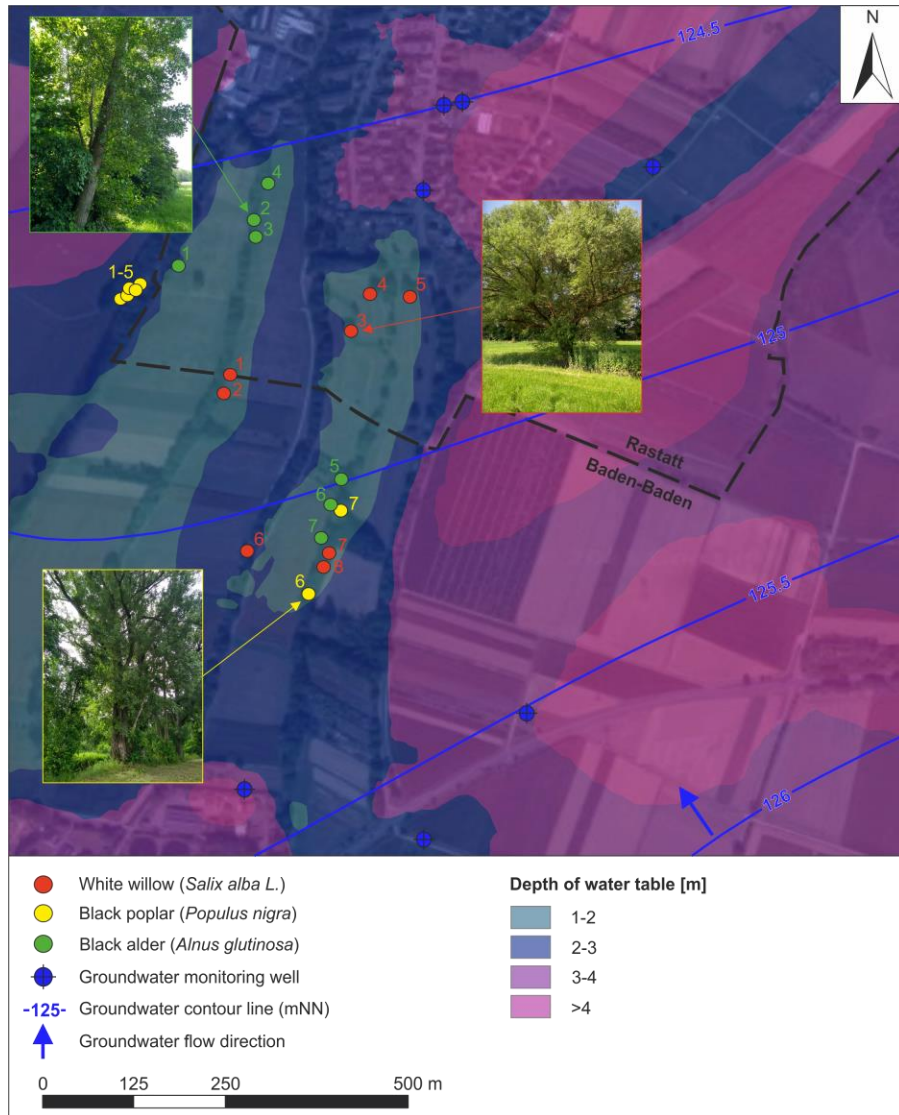


Schwarzpappel
Black poplar
(*Populus nigra*)



Schwarzerle
Black alder
(*Alnus glutinosa*)

Probenahme und Analyse

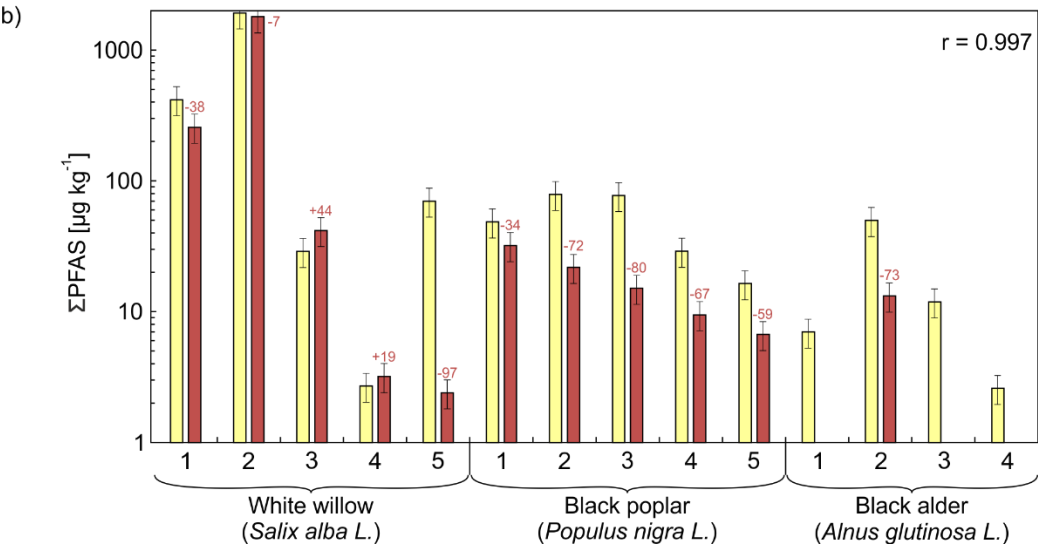
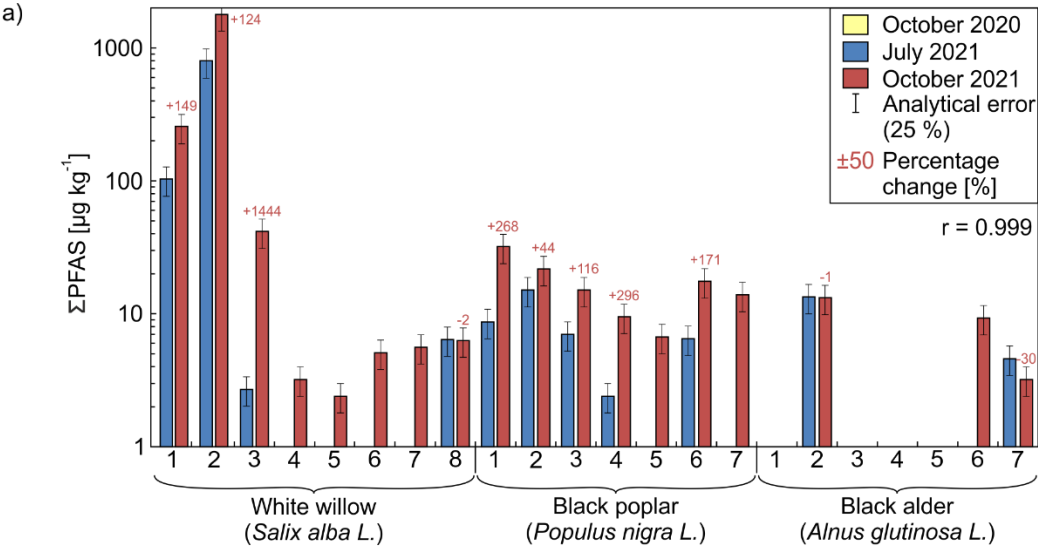


- ▶ Beprobung von 22 Bäumen
- ▶ Drei Probenahmekampagnen
 - Oktober 2020
 - Juli 2021
 - Oktober 2021
- ▶ HPLC-MS/MS-Analyse 23 PFAS



3. Ergebnisse und Diskussion

Saisonale Unterschiede der PFAS-Konzentrationen im Blattwerk



PFAS-Befunde

Boden

Feststoff: Σ PFAS: 66 – 422 $\mu\text{g/kg}$

Eluat: Σ PFAS: 0,18 – 26 $\mu\text{g/l}$

→ Überwiegend langkettige PFCA

Grundwasser

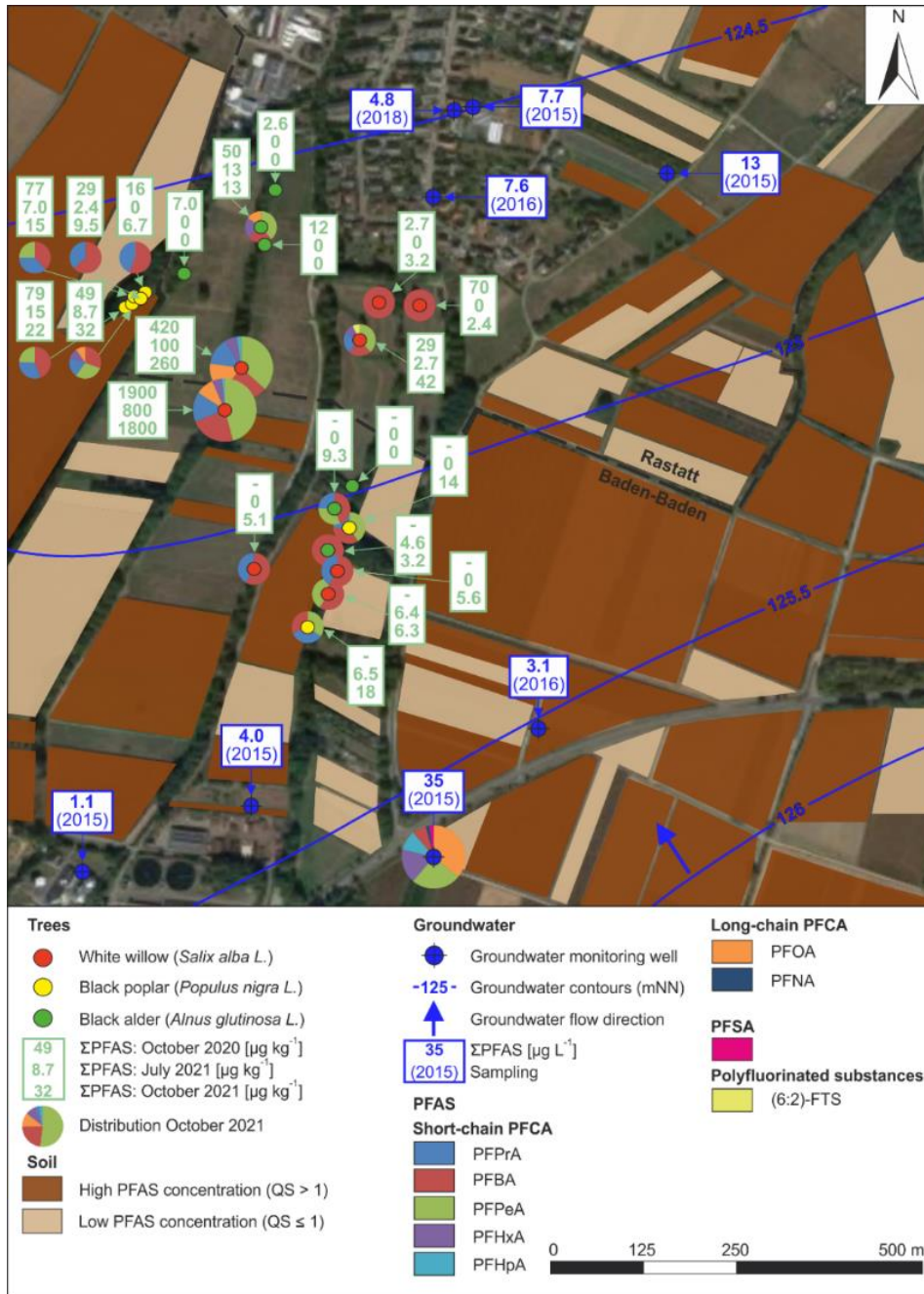
Σ PFAS: 3,1 – 35,3 $\mu\text{g/l}$

→ Überwiegend kurzkettige PFCA + PFOA

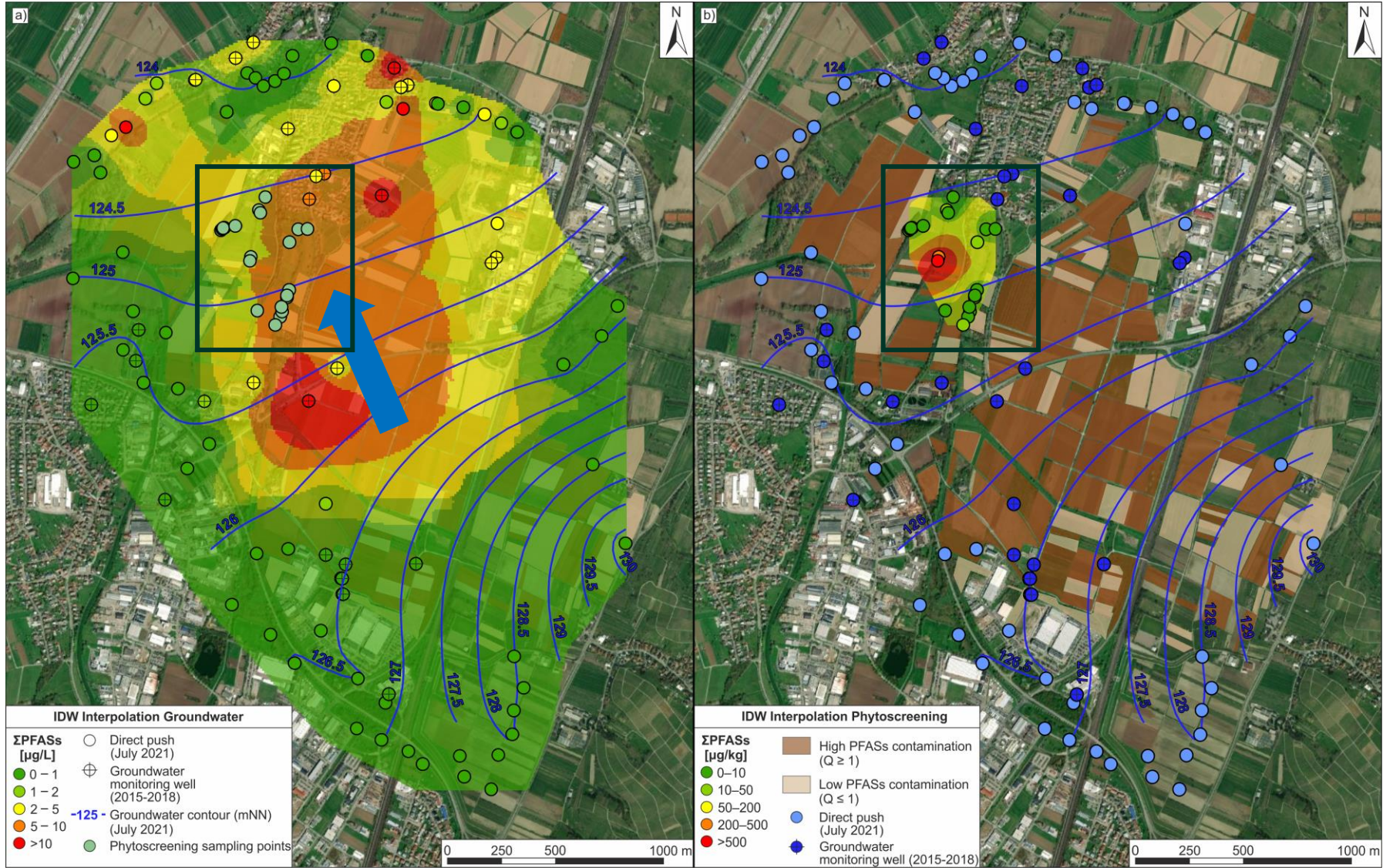
Phytoscreening

Σ PFAS: n.n. – 1800 $\mu\text{g/kg}$

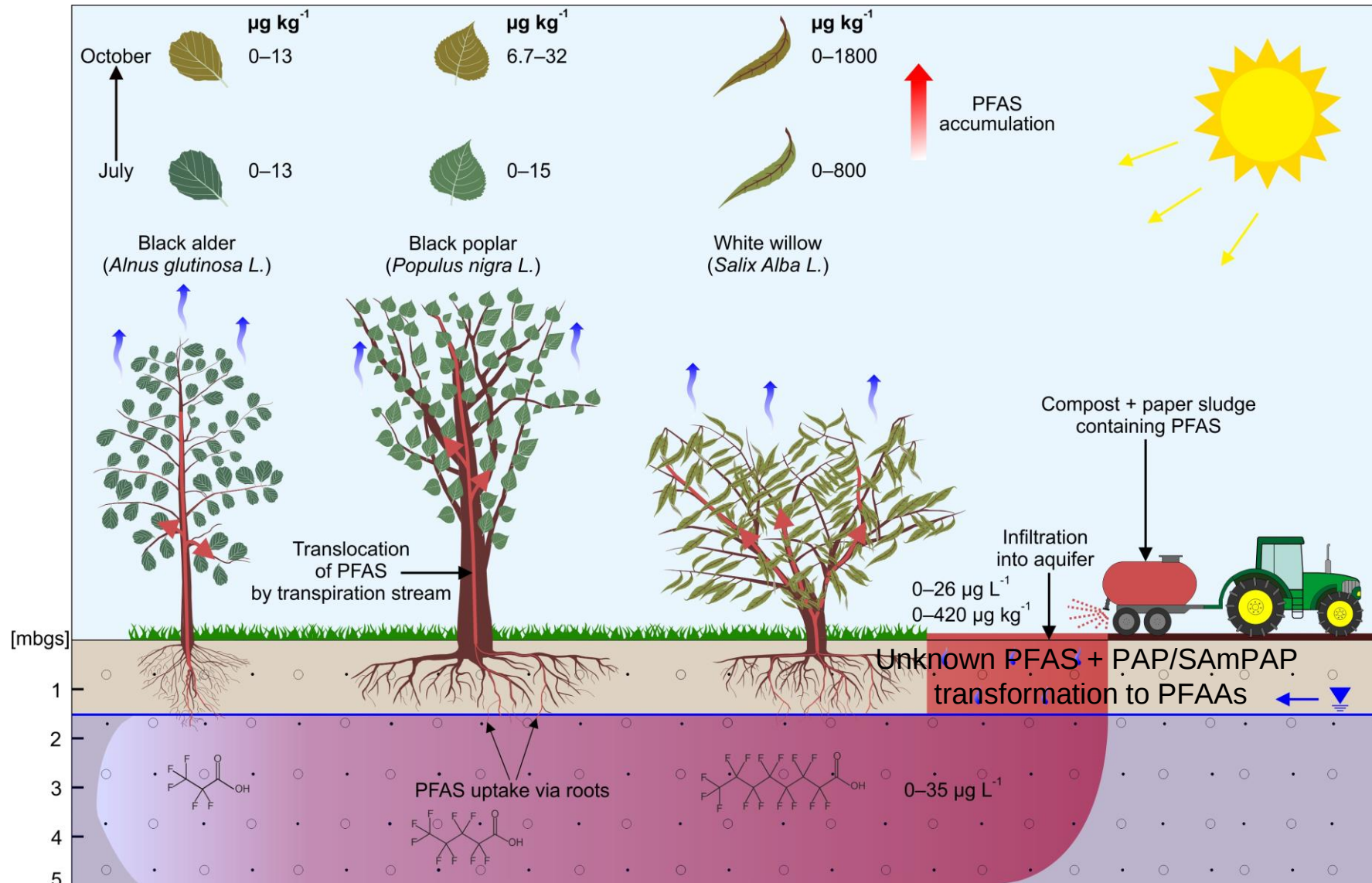
→ Überwiegend kurzkettige PFCA



PFAS-Konzentrationen im Grundwasser und Phytoscreening

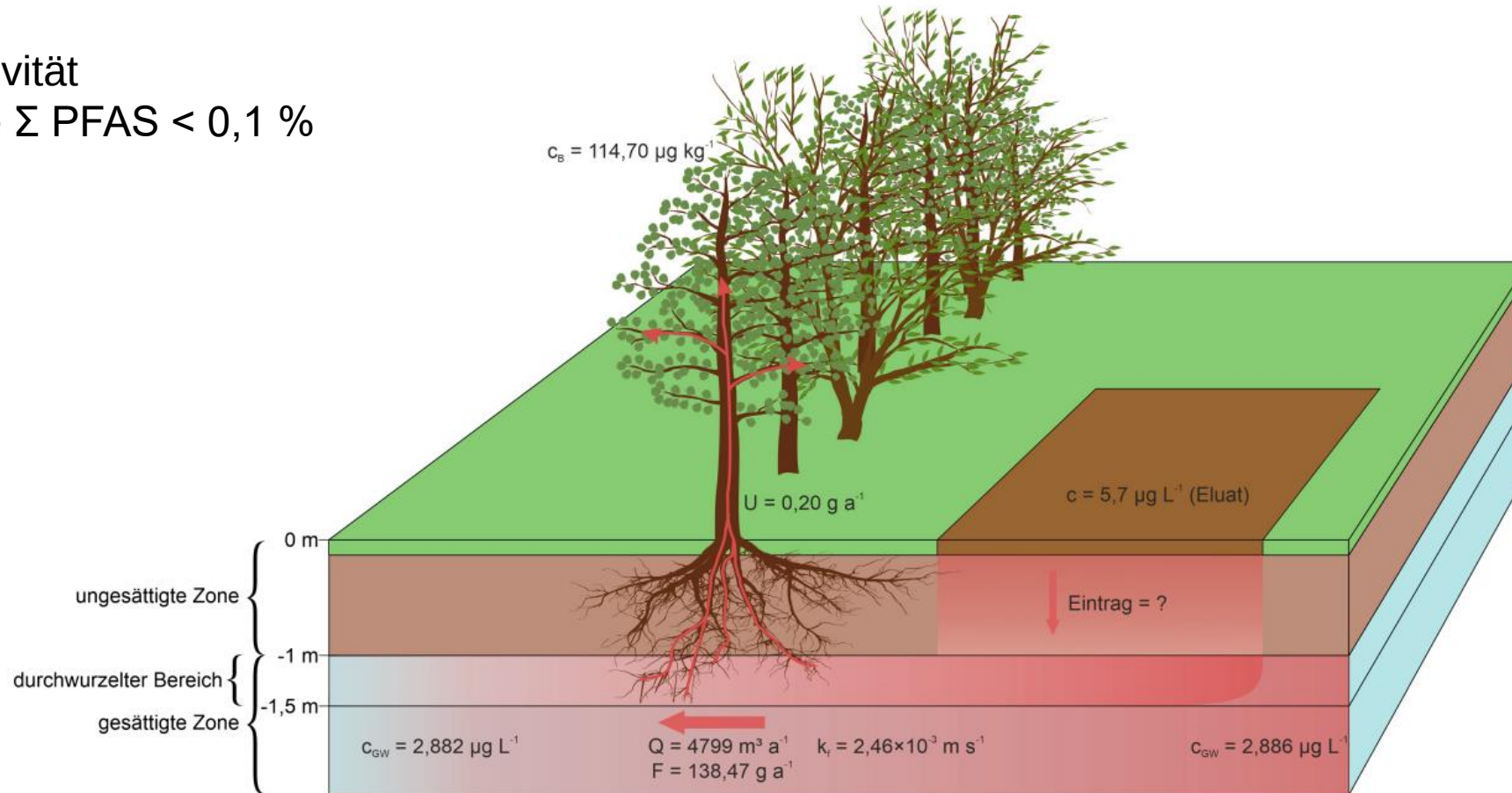


Konzeptionelles Modell der PFAS-Pfade



Phytoremediation

Effektivität
für die Σ PFAS < 0,1 %



Konzeptionelles Modell: Darstellung der Konzentrationen, Frachten und Stoffflüsse im Wirkungspfad **Grundwasser** → **Baum**.

4. Fazit und Ausblick

► Erkenntnisse PFAS-Phytoscreening

- Saisonaler und jährlicher Trend der PFAS-Aufnahme
- Artenspezifische Aufnahme (Silberweide am größten)
- Grundwasserbelastung stimmt räumlich gut mit belasteten Bäumen überein
- Phytoscreening kann eine kostengünstige Option zur Schadstofferkundung im Grundwasser sein

► Erkenntnisse PFAS-Phytoremediation

- Effektivität der Phytoremediation ist vernachlässigbar ($\Sigma \text{PFAS} < 0,1 \%$)
- Phytoremediation ist daher keine Option im Landkreis Rastatt

► Ausblick

- Die Einsatzfähigkeit des PFAS-Phytoscreening sollte an anderen Standorten getestet werden
- PFAS-Phytoremediation wahrscheinlich allg. nicht geeignet; deckt sich mit bisheriger Literatur

Fragen?

Phytoscreening for Per- and Polyfluoroalkyl Substances at a Contaminated Site in Germany

Andreas Würth, Melanie Mechler, Kathrin Menberg, Mehmet A. Ikipinar, Peter Martus, Reiner Söhlmann, Runa S. Boeddinghaus, and Philipp Blum*



Cite This: <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c04519>



Read Online

ACCESS |

Metrics & More

Article Recommendations

Supporting Information

ABSTRACT: The aim of this study was to perform a phytoscreening of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) at a contaminated site in Germany, to investigate the applicability of this technique for PFAS contaminations. Foliage of three species, namely, white willow (*Salix alba* L.), black poplar (*Populus nigra* L.), and black alder (*Alnus glutinosa* L.), were sampled to evaluate seasonal and annual variations in PFAS concentrations. The results of the phytoscreening clearly indicated species and specific differences, with the highest PFAS sum concentrations Σ_{23} observed in October for white willow (0–1800 $\mu\text{g kg}^{-1}$), followed by black poplar (6.7–32 $\mu\text{g kg}^{-1}$) and black alder (0–13 $\mu\text{g kg}^{-1}$). The bulk substances in leaves were highly mobile short-chain perfluoroalkyl carboxylic acids (PFCAs). In contrast, the PFAS composition in soil was dominated by long-chain PFCAs, perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorodecanoic acid (PFDA), as a result of the lower mobility with $\Sigma_{23}\text{PFAS}$ ranging between 0.18 and 26 $\mu\text{g L}^{-1}$ (eluate) and between 66 and 420 $\mu\text{g kg}^{-1}$ (solid). However, the PFAS composition in groundwater was comparable to the spectrum observed in leaves. Spatial interpolations of PFAS in groundwater and foliage correspond well and demonstrate the successful application of phytoscreening to detect and delineate the impact of the studied PFAS on groundwater.

KEYWORDS: groundwater, PFAS contamination, plant uptake, foliage, phytoremediation

