

PFAS in Böden der Bodendauerbeobachtung in Baden-Württemberg

Ann-Kathrin Seeger

REFERAT 22 – Boden, Altlasten



Baden-Württemberg

PFAS in Böden der Bodendauerbeobachtung in Baden-Württemberg

Inhalt:

- Veranlassung
- Untersuchung der Bodendauerbeobachtungsflächen
- PFAS-Analytik
- Ergebnisse der Untersuchungskampagnen
- Schlussfolgerungen
- Ausblick

Veranlassung

- Ubiquitäres Vorkommen von PFAS?
 - Böden als Schadstoffsенke für PFAS?
 - Diffuse Einträge über den Luftpfad, landwirtschaftliche Bewirtschaftungsweise.
- Informationen zu ubiquitären PFAS-Gehalten in Böden sind entscheidend für die Bewertung der allgemeinen Umweltgefährdung durch PFAS und für eine vernünftige gesetzliche Regelung unerlässlich.

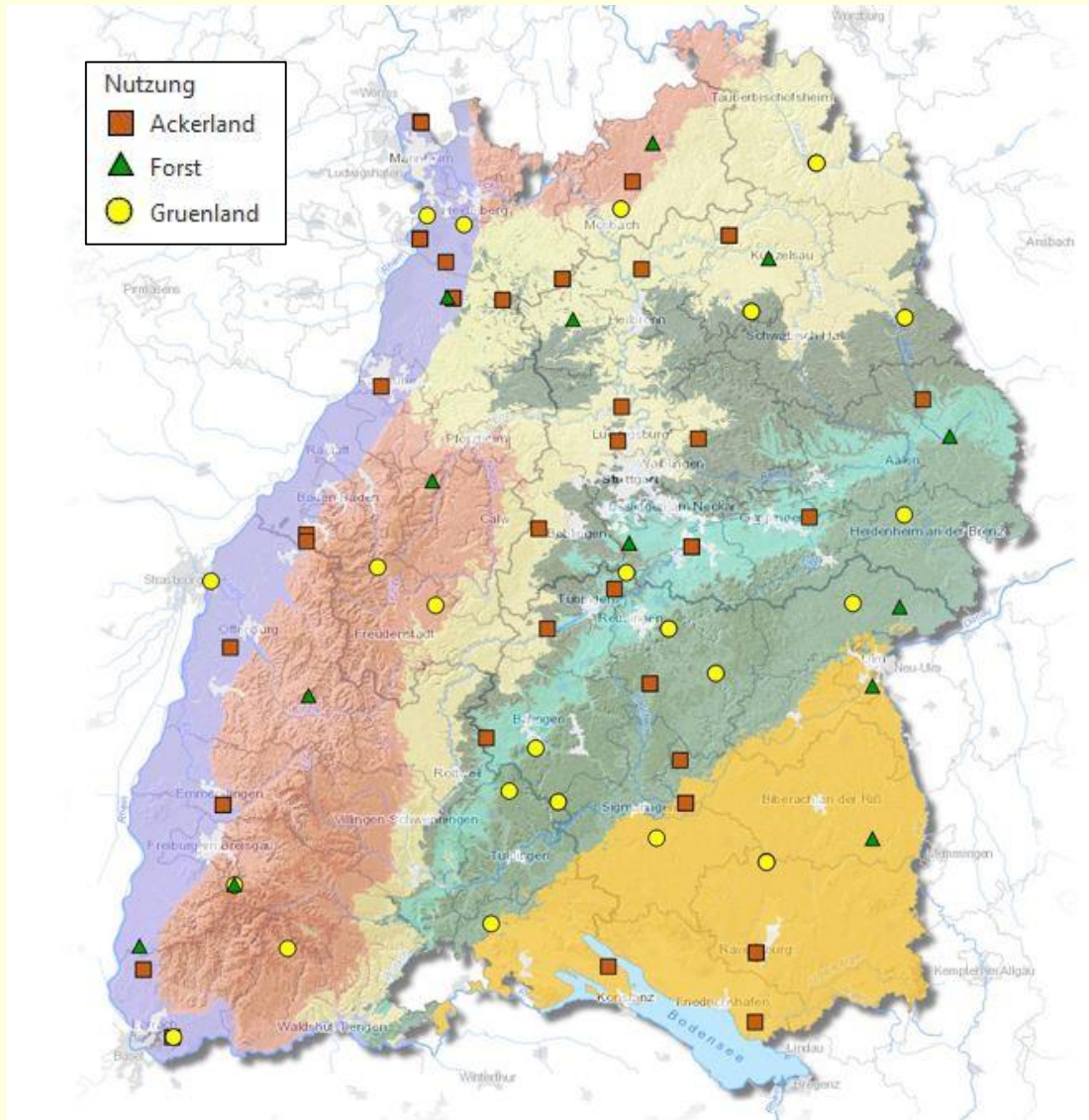
Untersuchungen der Bodendauerbeobachtungsflächen

Bodendauerbeobachtung als gesetzlicher Auftrag in Baden-Württemberg seit den späten 1980er Jahren.

- “Grundmessnetz”: 154 Standorte, Wiederholungsbeprobung alle 10 Jahre
- “Basismessnetz”: 33 Standorte
- “Intensivmessnetz”: 5 Standorte

- Sog. Hintergrundböden, bei denen keine spezifische Belastung bekannt ist

Übersicht der auf PFAS untersuchten Standorte seit 2015



Standorte:

- Bisher ca. 70 Standorte
- Verschiedene Nutzungsarten: Ackerland, Grünland und Forst
- Landesweite Verteilung, typische Bodenregionen in Baden-Württemberg

Untersuchungen der Bodendauerbeobachtungsflächen

Probenahme:

- Regelmäßige Beprobung der BDF in Baden-Württemberg
- Beprobungsfläche 400 qm (20 x 20 m)
- Split-Tube Bohrer (50 mm Innendurchmesser) nach bodenkundlich angesprochenen Bodenhorizonten
- rastermäßig verteilte Einstiche zu einer Horizont-Mischprobe



Untersuchungen der Bodendauerbeobachtungsflächen

Probenvorbereitung bei der PFAS-Bestimmung:

- Trocknung der Bodenproben
- Siebung < 2mm
- Viele Vergleichspaare feldfrisch/trocken

PFAS-Analytik

Analytik:

- Durchgeführt beim TZW Karlsruhe
- Einzelstoffanalytik:
2:1 Schüttelelutionsverfahren (DIN 19529), teilweise Säulenperkolationsverfahren (DIN 19528), Feststoff (MeOH-Extrakt, DIN 38414-14)
- Abweichungen: Verzicht auf Membranfiltration bei Anwendung der DIN 19529
- Summenparameter: TOP-Assay im Feststoff und AOF
- Begleitparameter: DOC, TC, TIC und TOC

PFAS-Analytik

Parameterumfang:

- Derzeit 22 PFAS-Einzelsubstanzen
- Bestimmungsgrenzen: 0,001 µg/L (Eluat) und mittlerweile 0,1 µg/kg (Feststoff), in der Vergangenheit lag die Bestimmungsgrenze noch bei 1 µg/kg

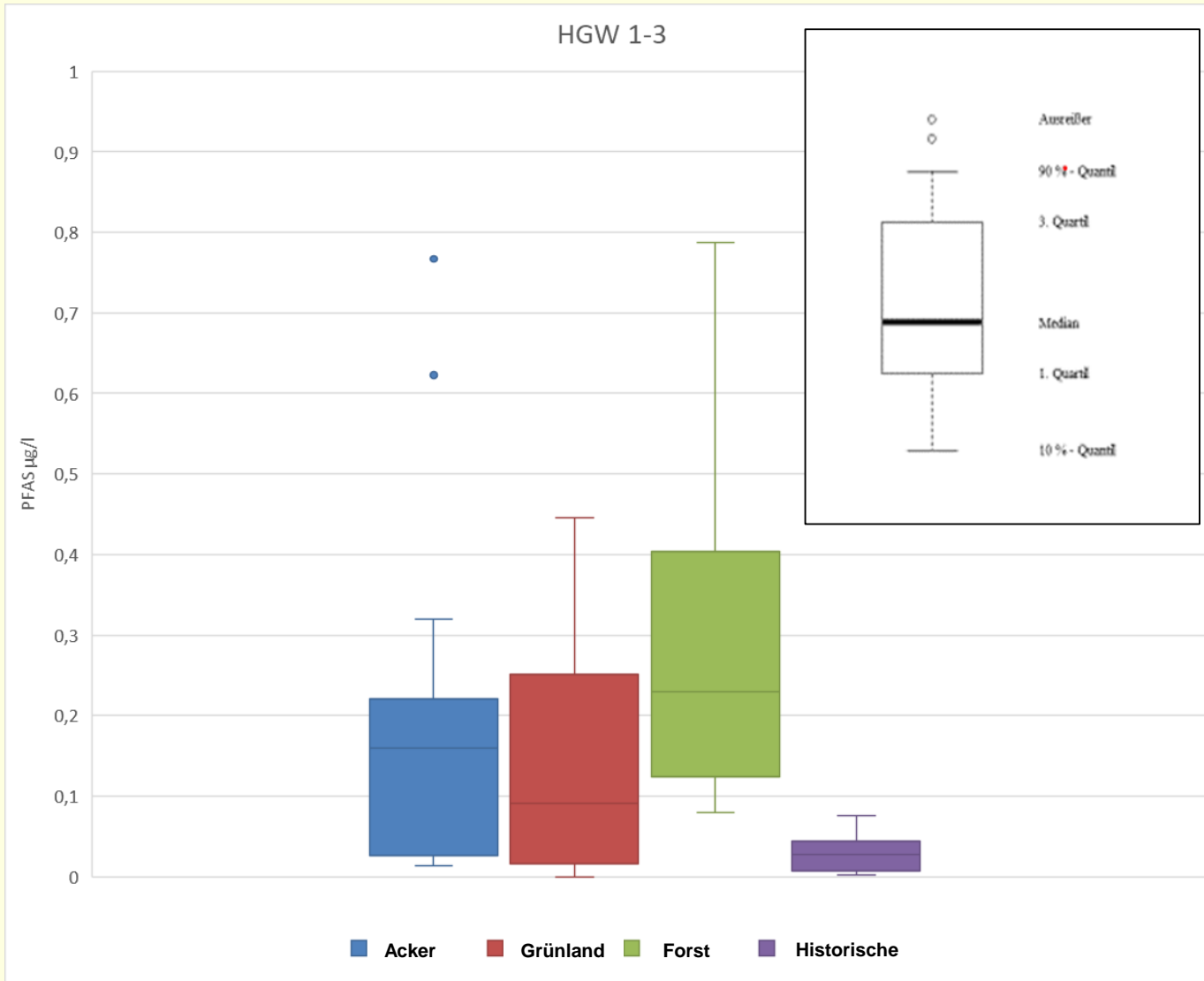
PFBA	PFBS	HPFHpA
PFPeA	PFPeS	H2PFDA
PFHxA	PFHxS	H4PFUnA
PFHpA	PFHpS	PFOSA
PFOA	PFOS	H4PFOS
PFNA	PFDS	TFA
PFDA		PFPrA
PFUnA		
PFDoA		

Ergebnisse der Untersuchungskampagnen

- Beprobungs- und Untersuchungskampagnen werden in Phasen organisiert
- Unterschiedliche Fragestellungen in den jeweiligen Phasen:
 - 2015/2016: luftgetrocknete Referenzproben aus der Bodenprobenbank der LUBW
 - 2017: Vergleichspaare feldfrisch/trocken
 - 2018/2019: verschiedene Bodenhorizonte
 - 2020: weitere luftgetrocknete Rückstellproben aus der Bodenprobenbank der LUBW
 - ab 2021: Wiederholungsbeprobungen, zeitliche Entwicklung der PFAS, Erweiterung Analytik
- historische Bodenproben von 1968 bis Mitte der 1970er-Jahre (Rückstellproben der Universität Hohenheim)
- zusätzliche v. a. methodische Fragestellungen

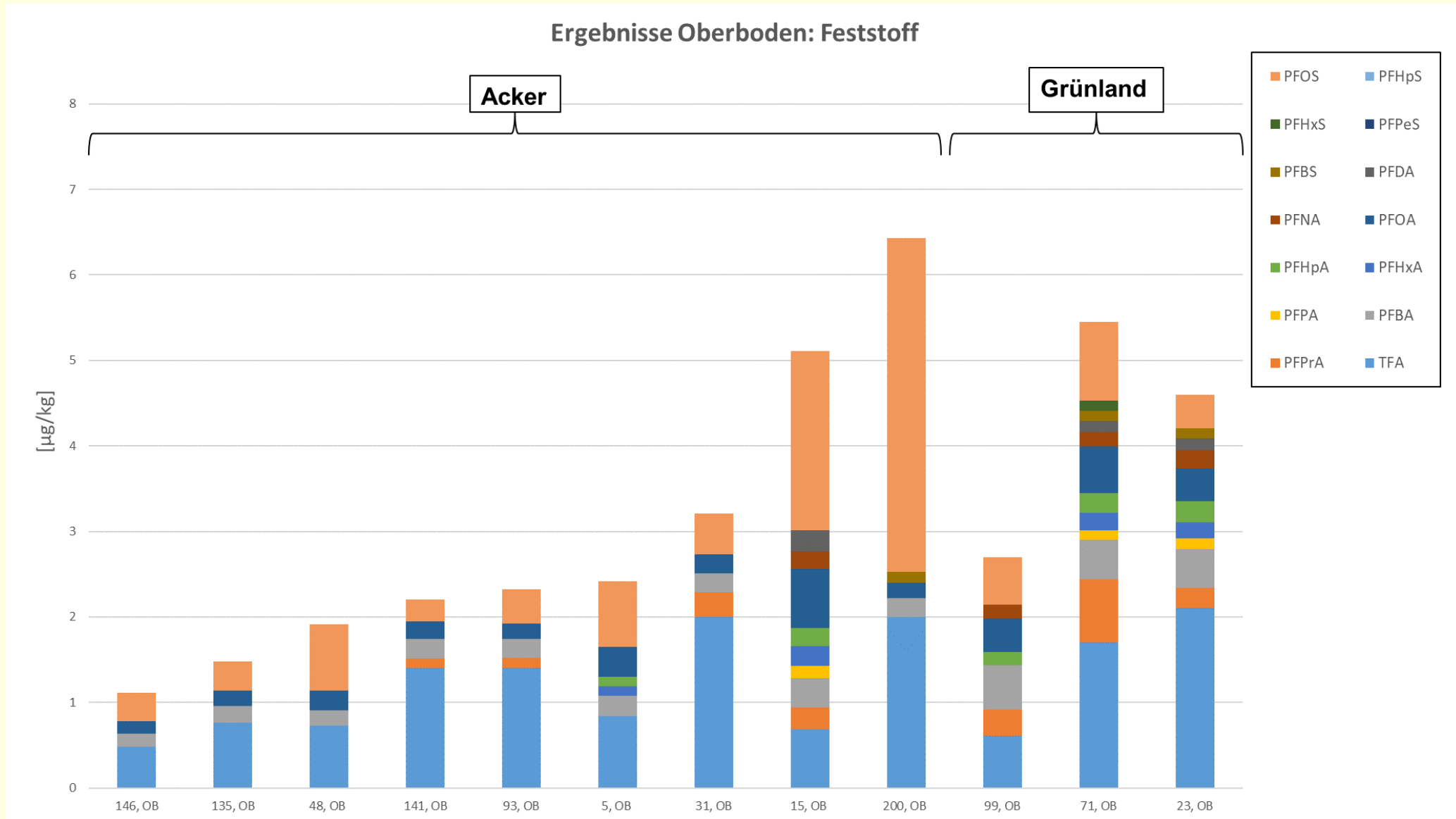
→ Kontinuierliche Erweiterung des Proben-Kollektivs

Ergebnisse: Untersuchungskampagnen 2015 bis 2019

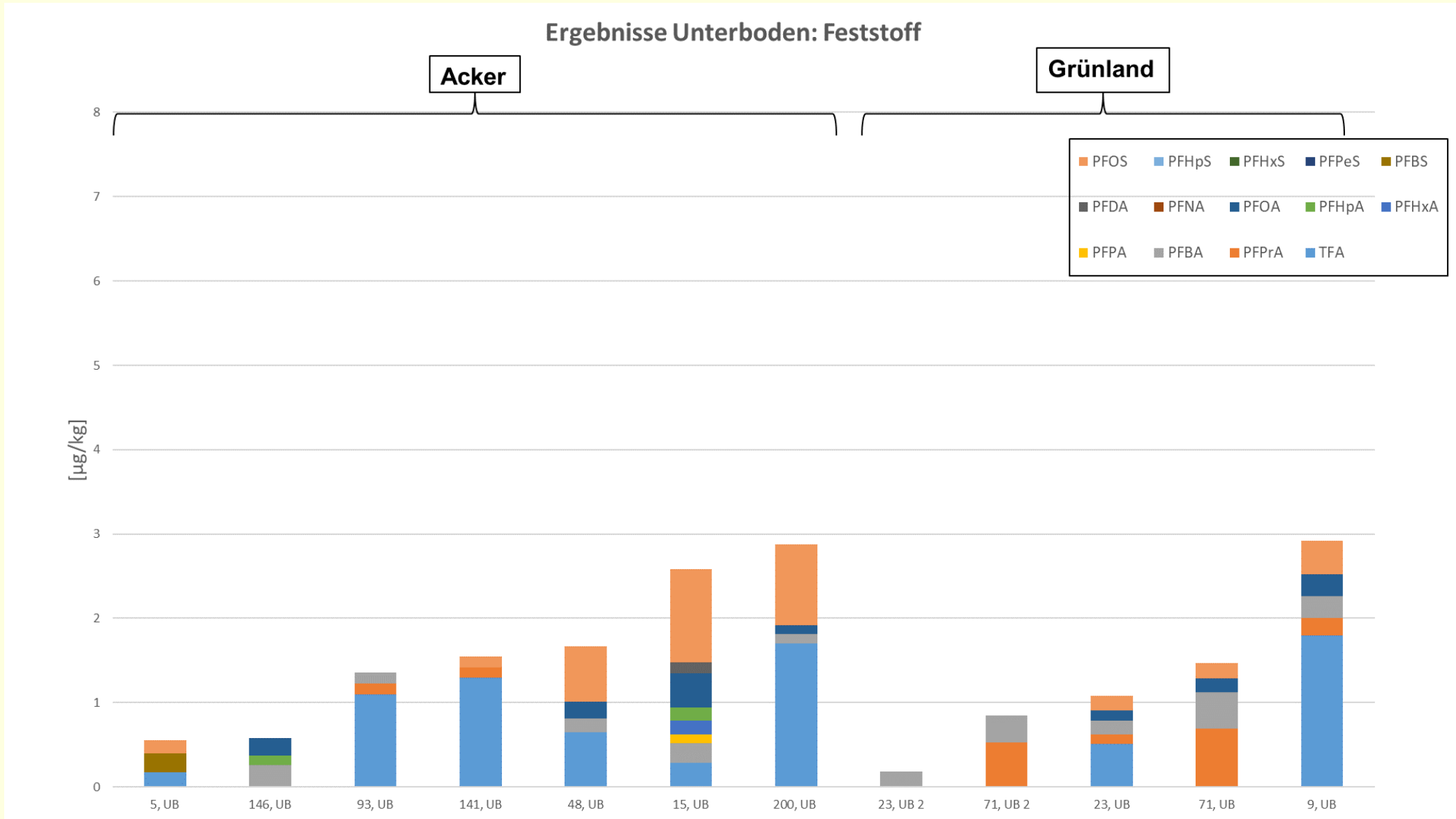


- Feststoffgehalte:
Bestimmungsgrenze von 1 µg/kg selten überschritten, wenn doch, dann im Wald
- Eluate:
Häufig PFOA, PFOS und kurzkettige Perfluorcarbonsäuren in geringen Konzentrationen
- Mit zunehmender Bodentiefe nehmen die Gehalte i. d. R. ab
- PFAS sind in Böden Baden-Württembergs ubiquitär nachweisbar

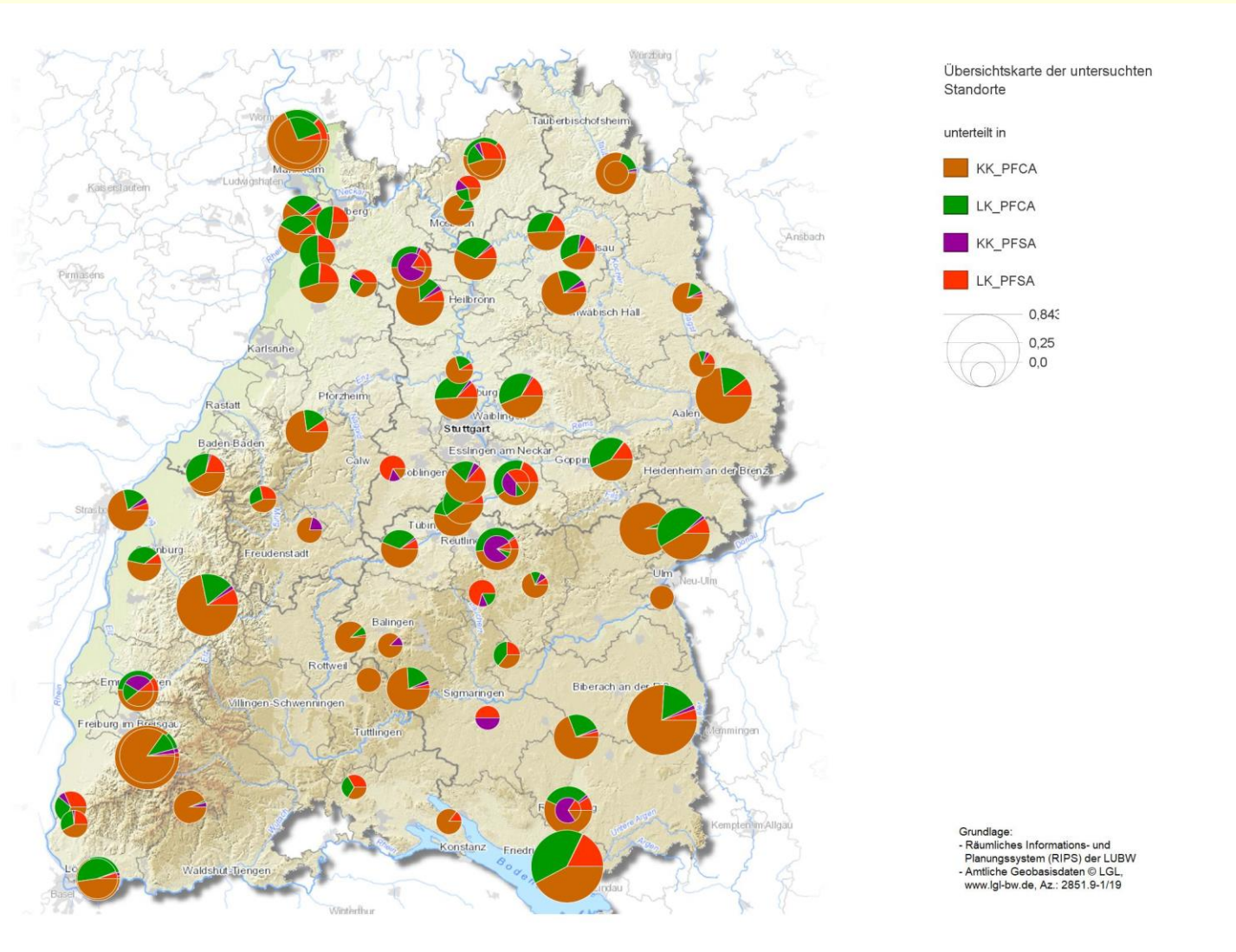
Vorläufige Ergebnisse: Untersuchungskampagnen ab 2021



Vorläufige Ergebnisse: Untersuchungskampagnen ab 2021

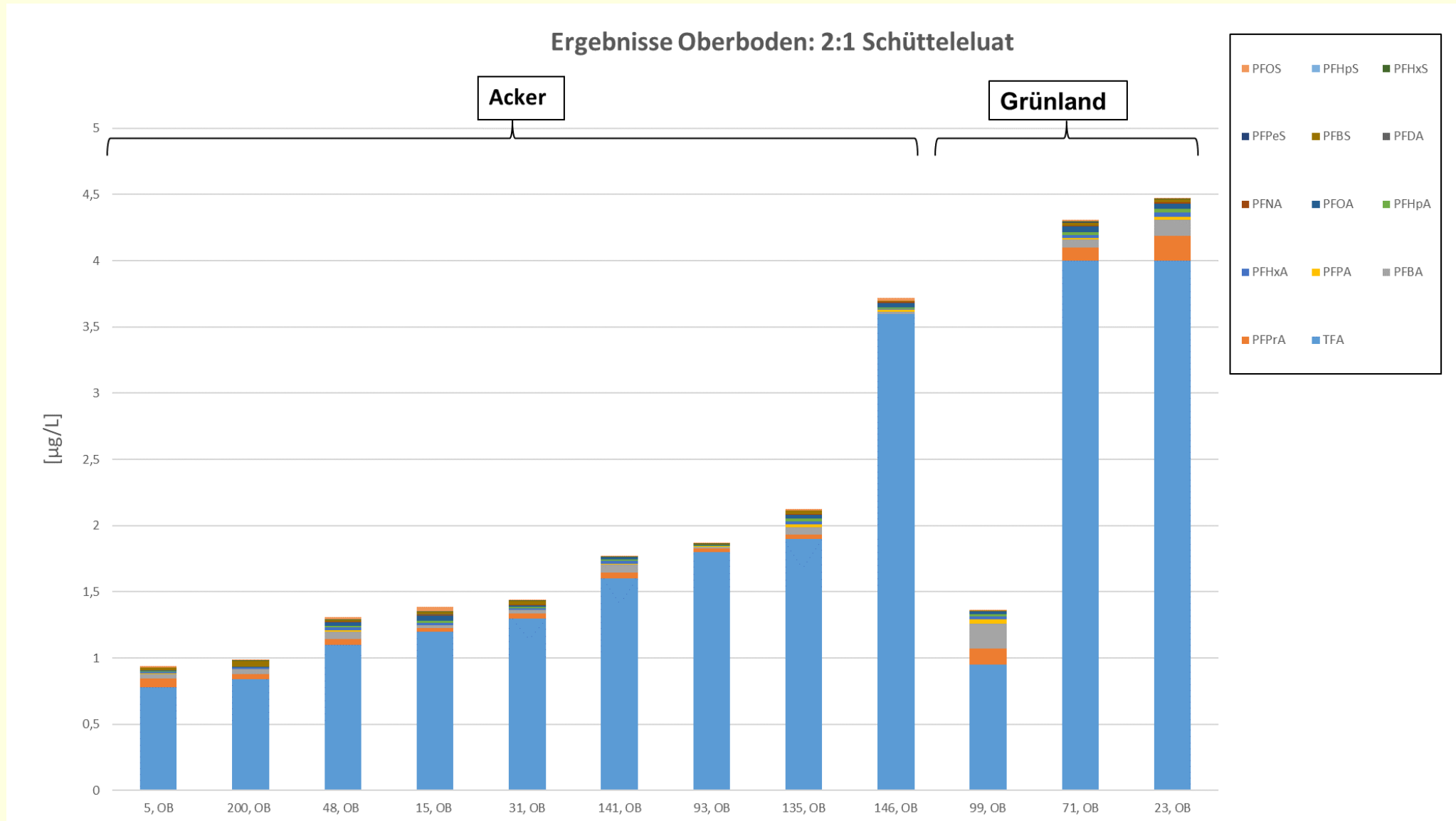


Ergebnisse: Untersuchungskampagnen 2015 bis 2022



- Eluatkonzentrationen kurz- und langkettiger Carbon- und Sulfonsäuren (20 PFAS) im Oberboden
- Kurzkettige Carbonsäuren dominieren, v. a. PFBA. Bei langkettigen auch PFOA
- Bei den Sulfonsäuren dominiert PFOS
- PFAS-Gehalte im Unterboden i. d. R. geringer
- Höchste Konzentration: 0,8 µg/L

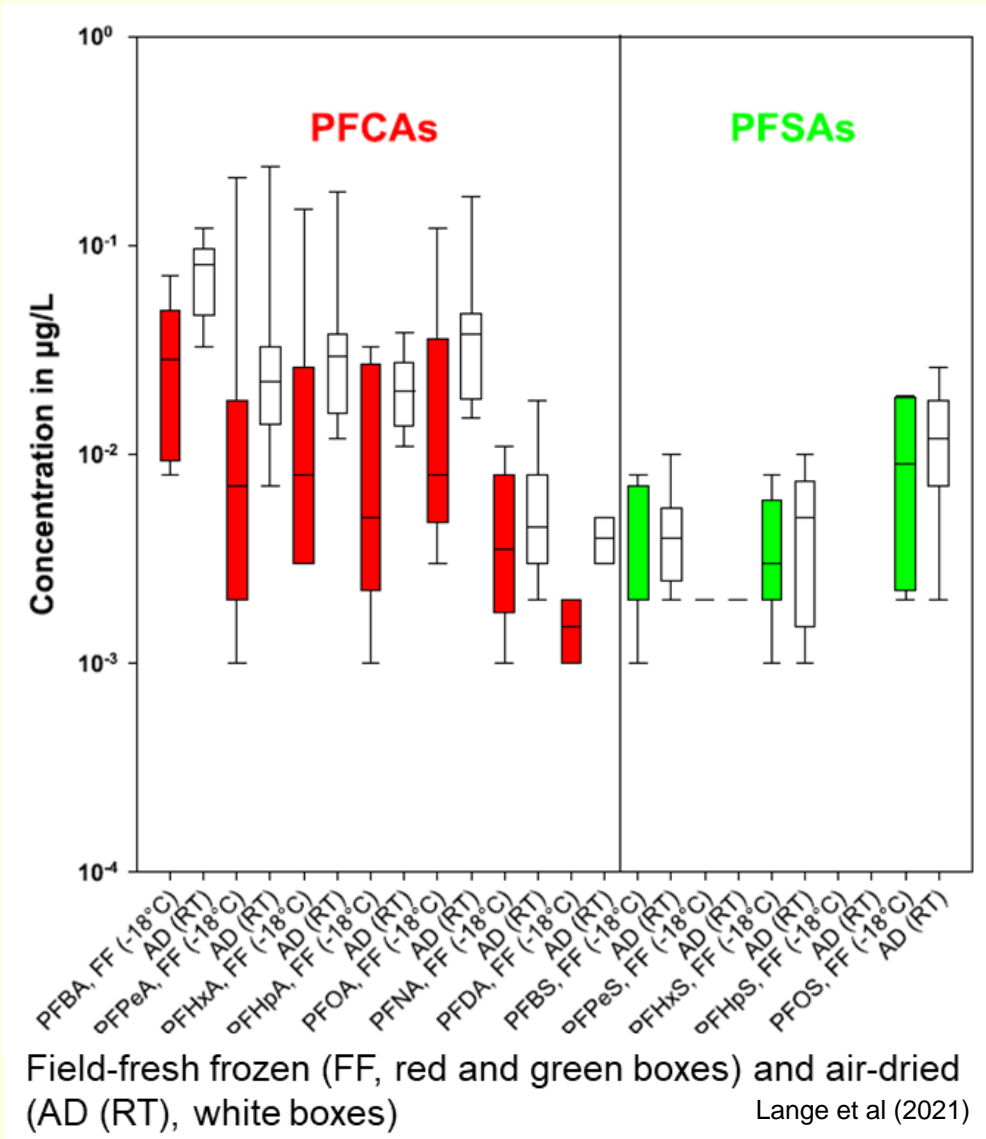
Vorläufige Ergebnisse: TFA und PFPrA im Eluat



Einfluss der Probentrocknung auf die PFAS-Eluatkonzentrationen

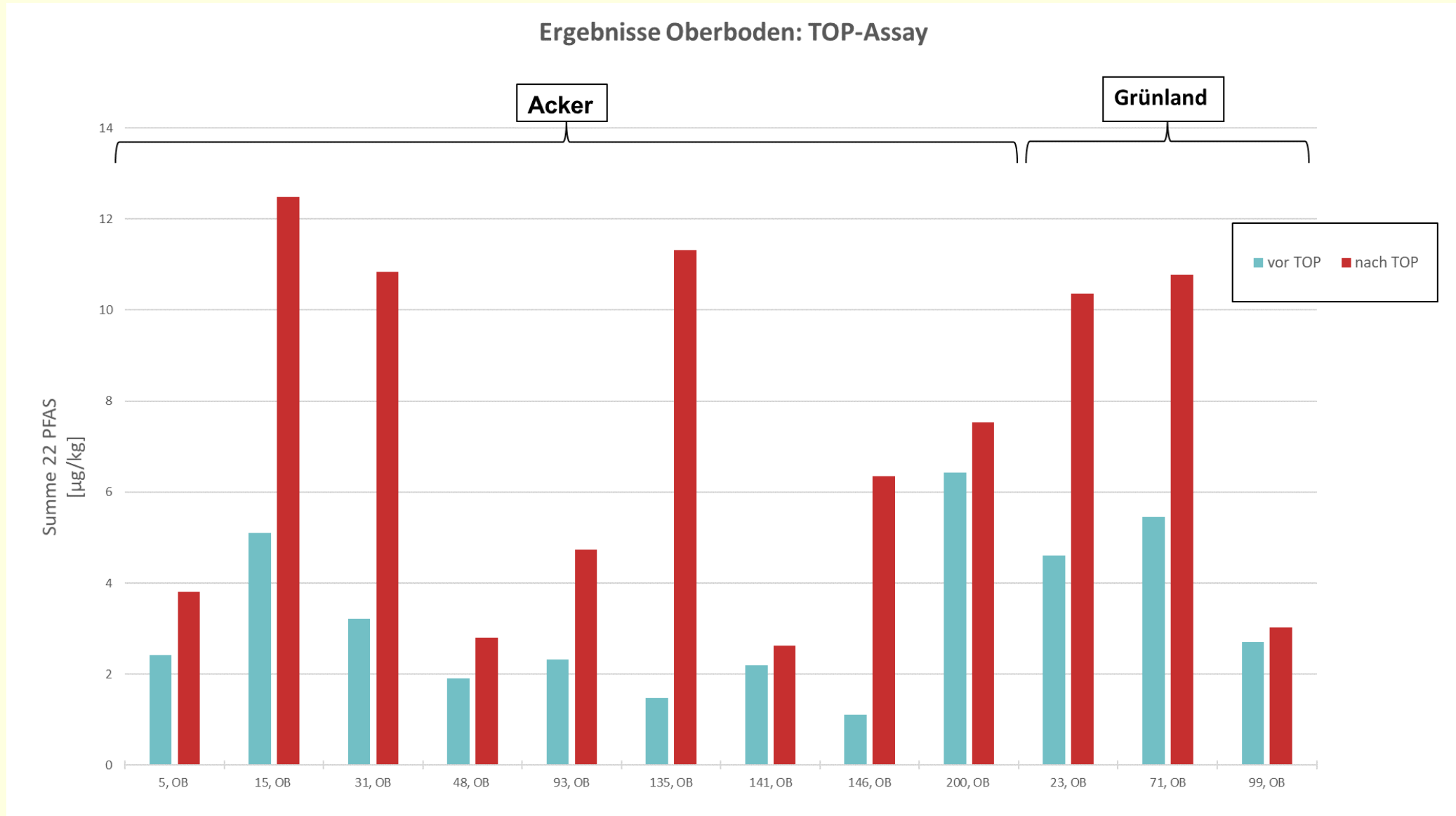
- Bodenproben wurden bei Raumtemperatur luftgetrocknet
- Nach DIN 19529 sollten die Untersuchungen an feldfrischen Proben erfolgen
- Um erste Ergebnisse mit anderen Projekten vergleichen zu können, mussten die Auswirkungen verschiedener Vorbehandlungen untersucht werden
- Daher wurden die PFAS-Gehalte in Eluaten von feldfrisch, gefrorenen Proben (FF(-18°C)) und mit den bei Raumtemperatur luftgetrockneten (AD (RT)) Proben verglichen

Einfluss der Probentrocknung auf die PFAS-Eluatkonzentrationen

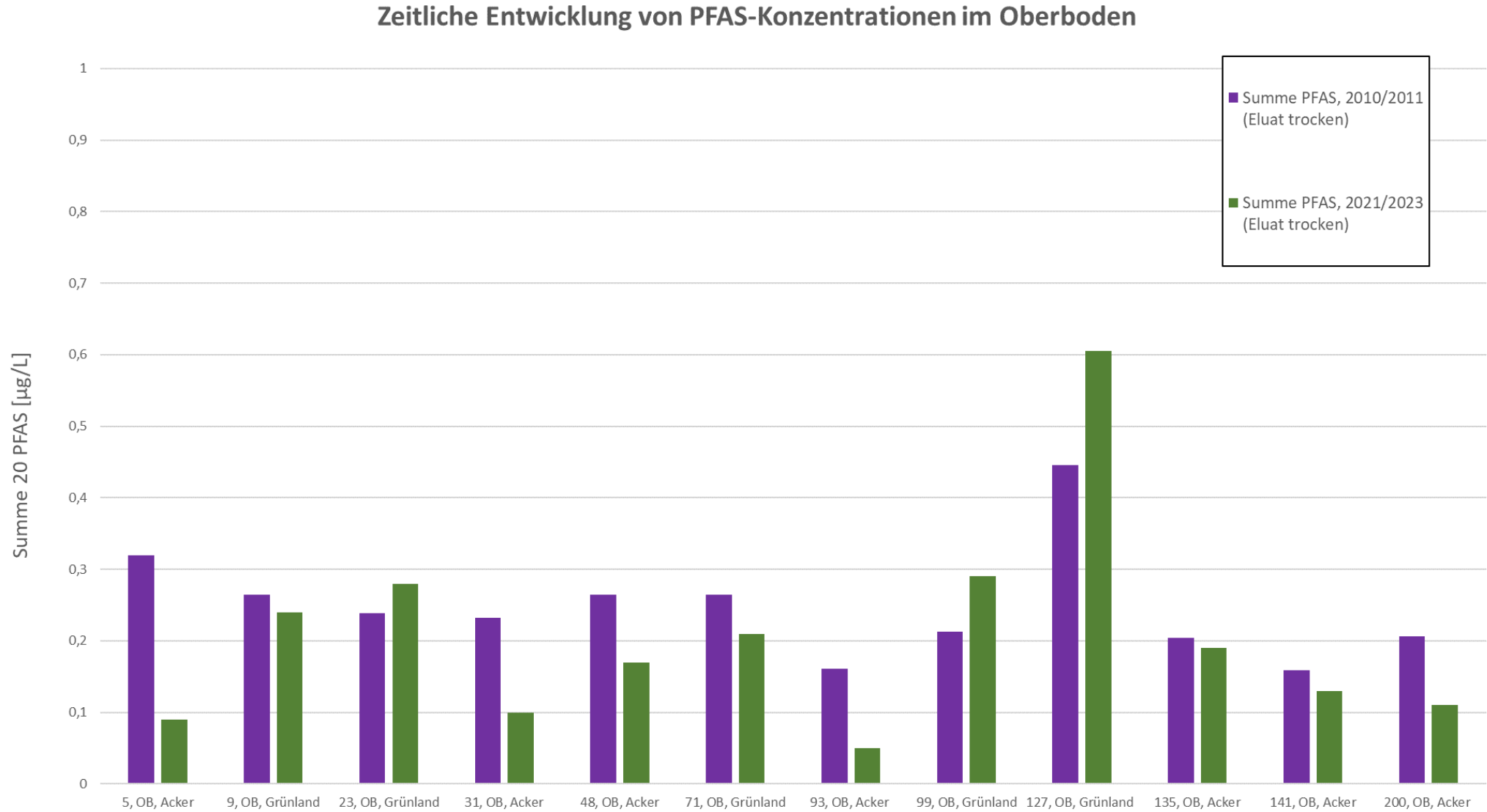


- Eluatversuche führen zu niedrigeren Eluatkonzentrationen in feldfrischen Proben im Vergleich zu den entsprechenden getrockneten Proben
- Der Effekt war bei Carbonsäuren größer als bei Sulfonsäuren
- Die Trocknung ist ein entscheidender Schritt der Probenvorbereitung und führt zu höheren PFAS-Eluatkonzentrationen
- Studie: [Bestimmung von PFAS in wässrigen Boden-Eluaten](#)

Vorläufige Ergebnisse: TOP-Assay im Feststoff



Vorläufige Ergebnisse: Eluatkonzentrationen im Oberboden



Schlussfolgerungen I

- Bislang sind keine am Bodenschutzrecht orientierten Feststoffwerte festgelegt, weshalb die Bewertung der PFAS im Boden und Grundwasser anhand der Prüfwerte der BBodSchV im Sickerwasser des Bodens und der GFS der LAWA für das Grundwasser erfolgt
- Beim Erreichen oder Überschreiten der GFS-Werte wird dies als Hinweis auf eine schädliche Bodenveränderung bewertet, eine Einzelfallprüfung durchgeführt und daraufhin ggfs. Maßnahmen eingeleitet (z. B. Bewässerungsbeschränkungen für Anbauflächen).
- Von den flächenhaften PFAS-Kontaminationen abgegrenzt sind diffuse, sehr geringe, jedoch offensichtlich flächendeckend nachweisbare, ausschließlich anthropogen verursachte PFAS-Gehalte in ansonsten als unbelastet eingestuftten Böden

Schlussfolgerungen II

- Die bundeseinheitlichen Beurteilungswerte nach BBodSchV werden an diesen Hintergrundstandorten bis auf wenige Ausnahmen bislang nicht überschritten
- Hinweise, dass auch im Hintergrundbereich Vorläufersubstanzen in den Böden vorhanden sind
- Verschiedene Berichte sind online auf der Homepage der LUBW veröffentlicht:
 - [Sachstandsbericht: PFAS - in Böden von Bodendauerbeobachtungsflächen](#)
 - [PFC-Hintergrundgehalte in Böden](#)
 - [Studie zur Aussagekraft des Total Oxidizable Precursor-Assays \(TOP-Assay\) von methanolischen Bodenextrakten und wässrigen Eluat](#)
- PFAS-Wegweiser auf der LUBW-Homepage: <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/boden/pfas-wegweiser>

Ausblick

Geplante Untersuchungen der LUBW:

- Ergebnisse aus den Untersuchungskampagnen 2021, 2022 und 2023 sollen nach Erhalt aller Daten umfassend ausgewertet werden
 - Fortschreibung des PFAS-Sachstandsberichts ist vorgesehen
 - Fachbereichsübergreifender Austausch ist vorgesehen
- Probenahmekampagnen für 2024 und 2025 sind in Planung
 - Erweiterung des Proben-Kollektivs, weitere Waldstandorte
- Veröffentlichung einer Studie zur „Beurteilung der Eignung von Depositionssammlern und Saugkerzen hinsichtlich der Probennahme für die PFAS-Analytik“ in Zusammenarbeit mit dem TZW Karlsruhe

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!
Haben Sie noch Fragen?

