



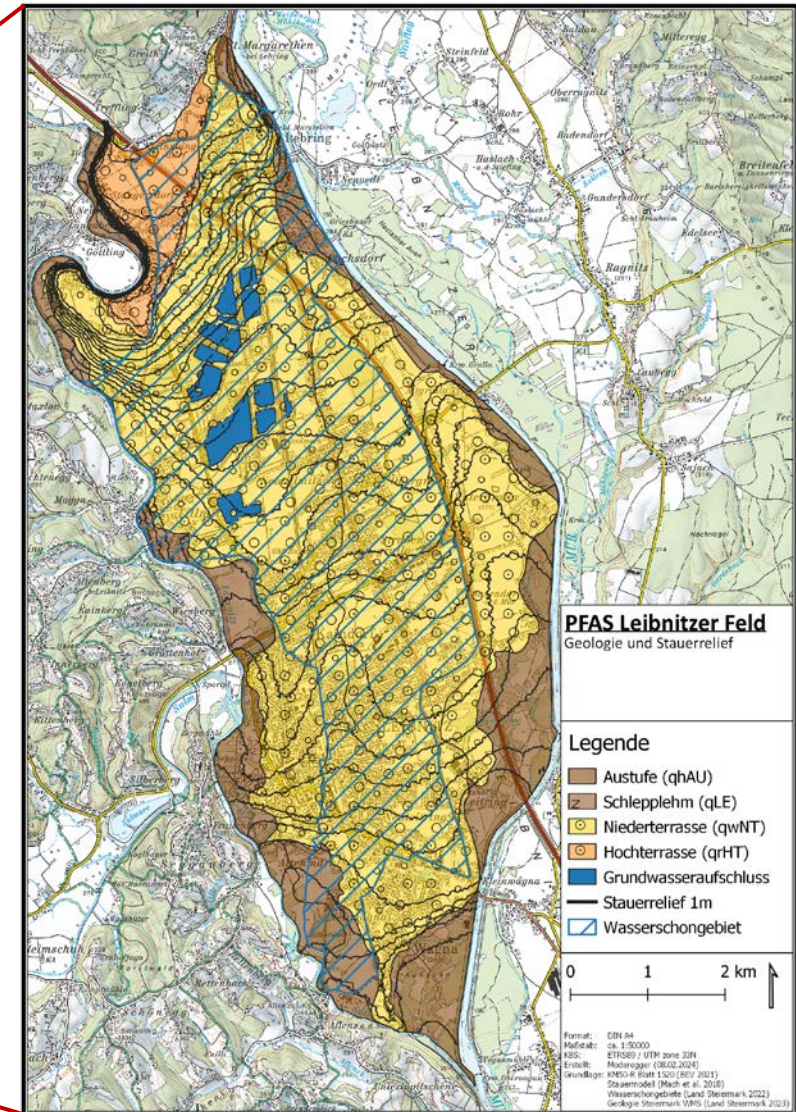
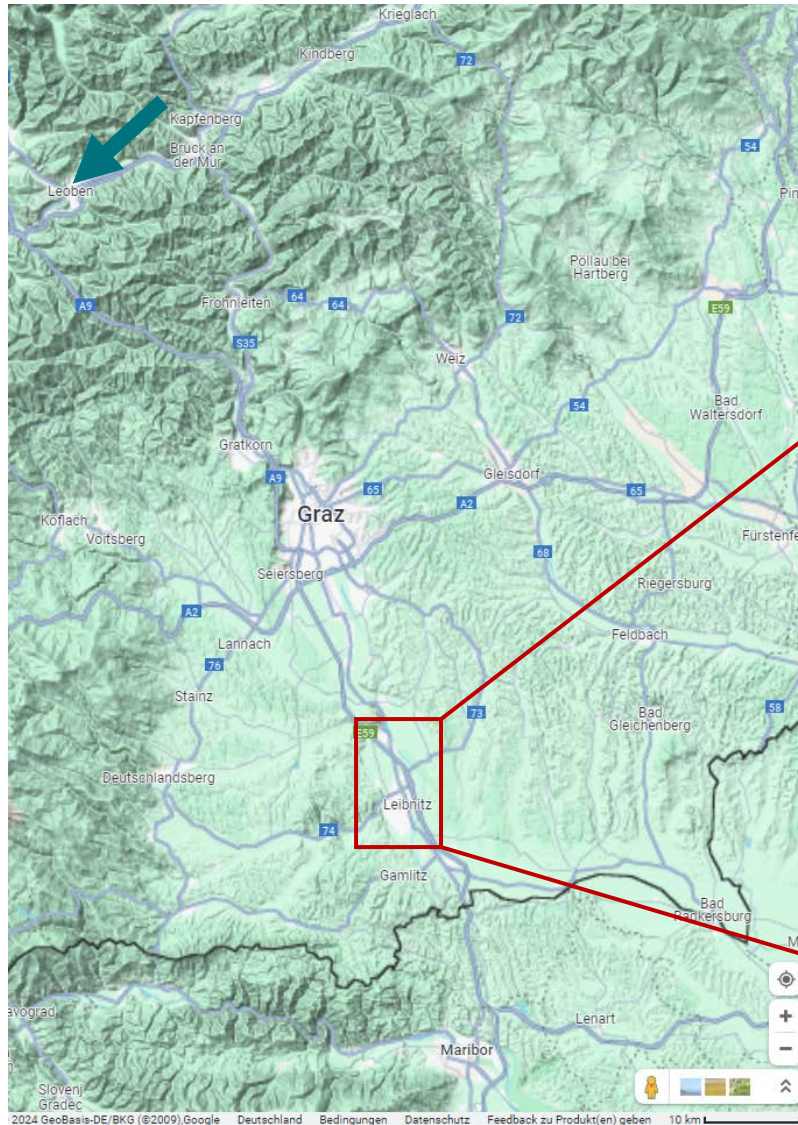
Das Land  
Steiermark

# PFAS Leibnitzer Feld

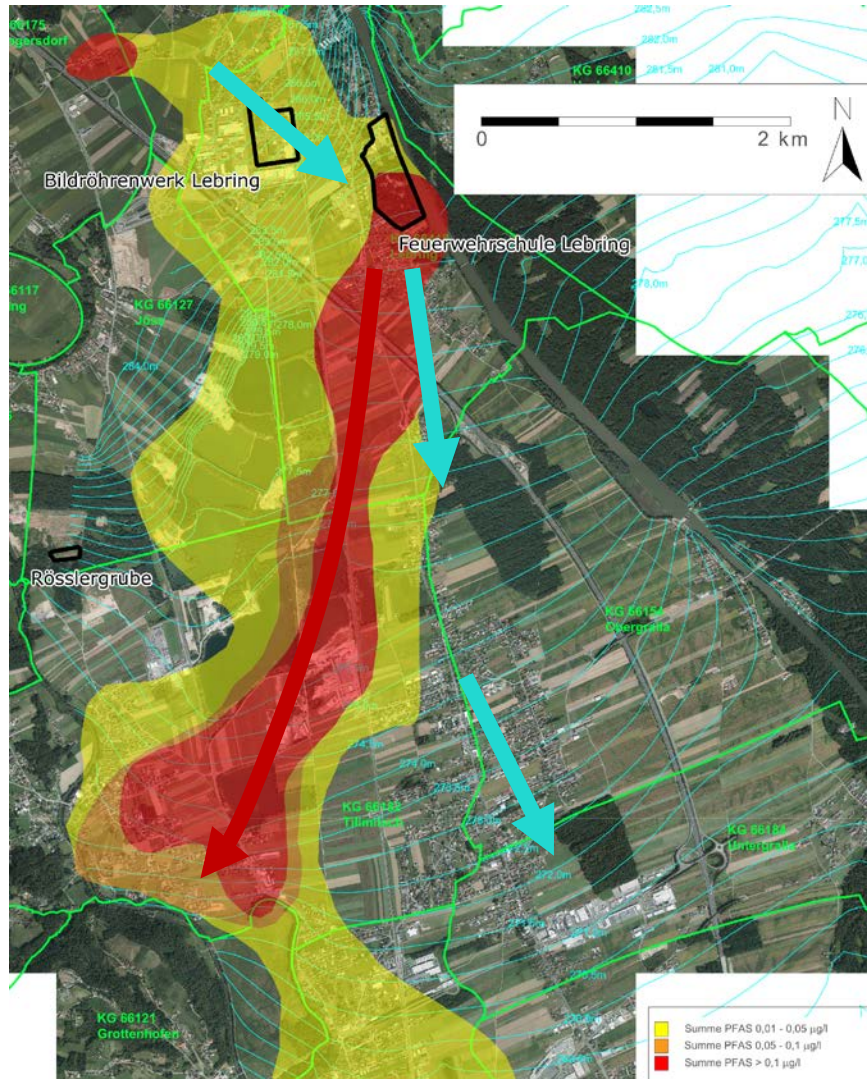
## Chancen und Grenzen der Grundwasser- und Schadstoffmodellierung

Im Rahmen der Masterarbeit „*Modellierung von Grundwasserströmung und reaktivem Stofftransport im mit PFAS kontaminierten Aquifer Westliches Leibnitzer Feld, Steiermark und Ableitung von Sanierungsvarianten*“

# Projektgebiet

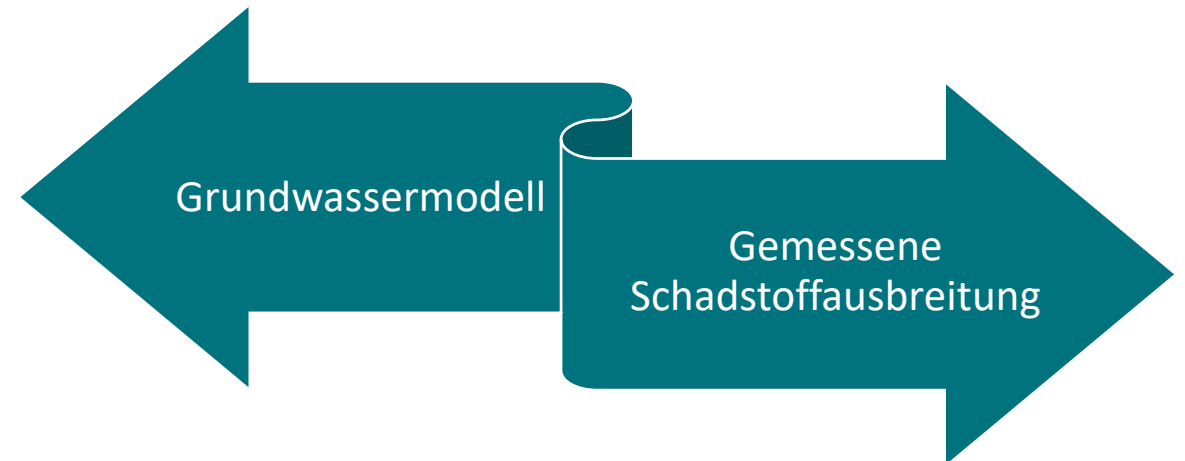


# Situation

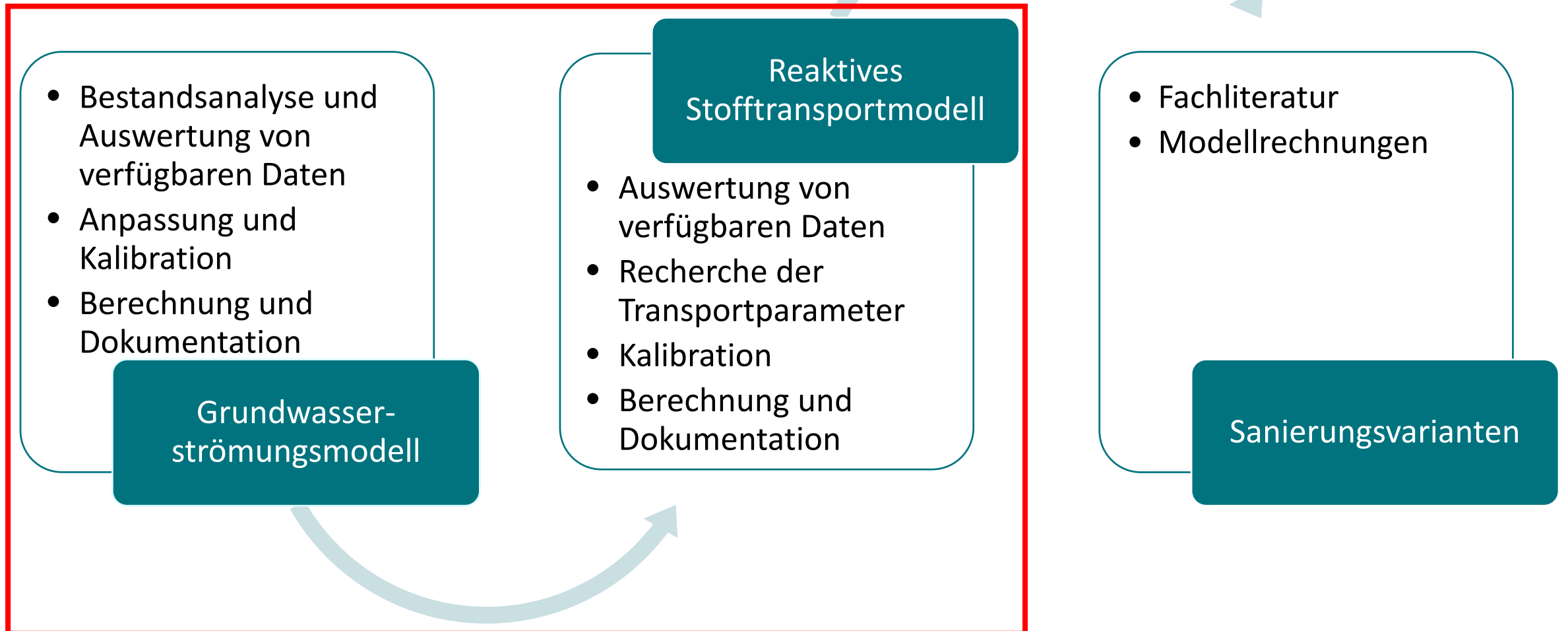


Nach: RM Umweltkonsulten ZT (2022)

- Etabliertes Modell der JR AquaConSol GmbH
- Forschungsarbeit mehrerer Jahrzehnte
- Mit hoher Genauigkeit automatisch kalibriert
- Auffälligkeiten entdeckt in POPMON/POPMON II
- Ausbreitung bestätigt in knapp 400 Proben der RM Umweltkonsulten und BLP Geoservices



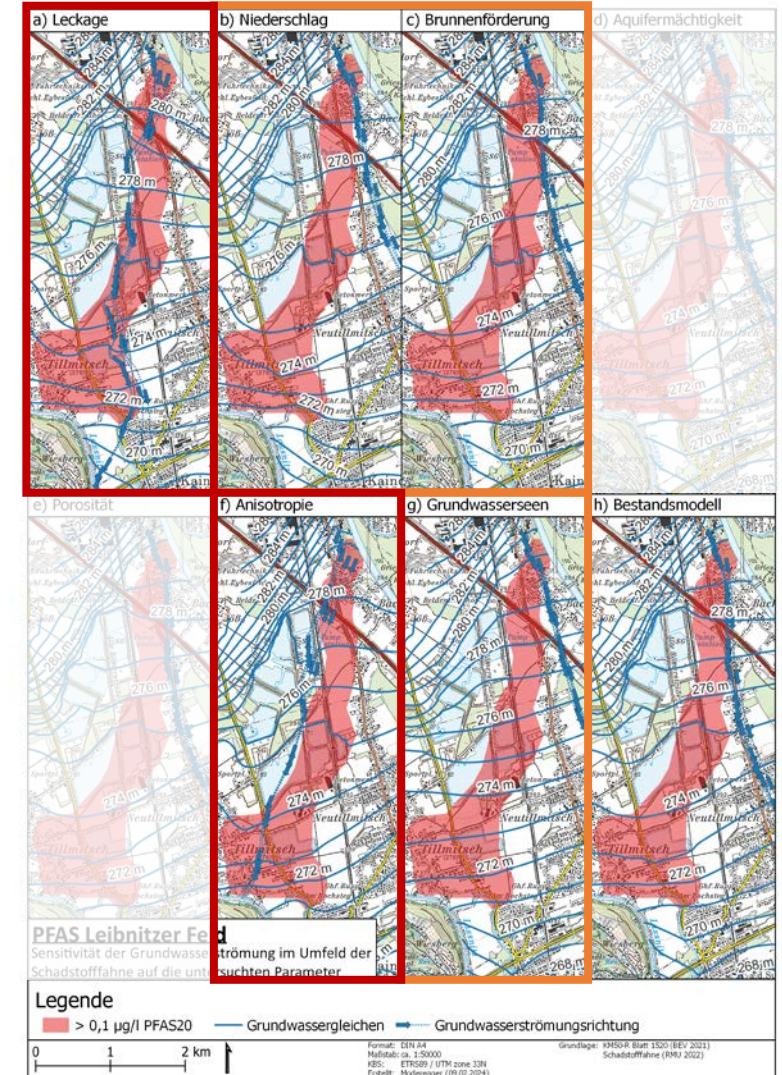
# Vorgehen



# Grundwasserströmung

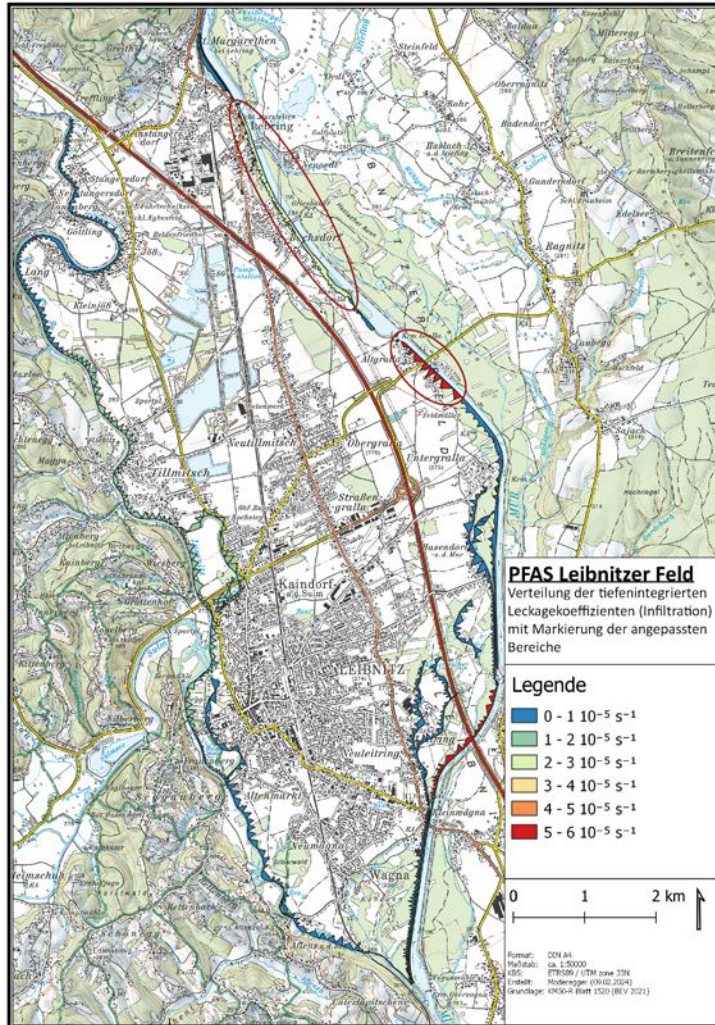
## Sensitivitätsanalyse

Parameter	Sensitivität der Grundwasserströmung	Anpassung
Horizontale Leckage (Vorfluter)	++	Erhöhung der Leckage im Unterlauf der Murkraftwerke um den Faktor zwei bis fünf (innerhalb der regional vorliegenden Wertespanne).
Niederschlag und Grundwasserneubildung	-	Berechnung über einen Neubildungskoeffizienten und Berücksichtigung der Evaporation aus den Grundwasserseen.
Grundwasserentnahmen	+	Berücksichtigung der durch die verschiedenen Wasserversorger zur Verfügung gestellten Werte
Aquifermächtigkeit	-	/
Porosität und Durchlässigkeit	-	/
Anisotropie der Durchlässigkeit	++	Annahme einer regionalen Anisotropie basierend auf der Verteilung der Durchlässigkeiten und aquifergenetischen Überlegungen
Sonderfall: Künstlicher Grundwasseraufschluss	+	Angleichens eines Grundwasseraufschlusses bei Tillmitsch an das Vorgehen der übrigen Grundwasseraufschlüsse



# Grundwasserströmung

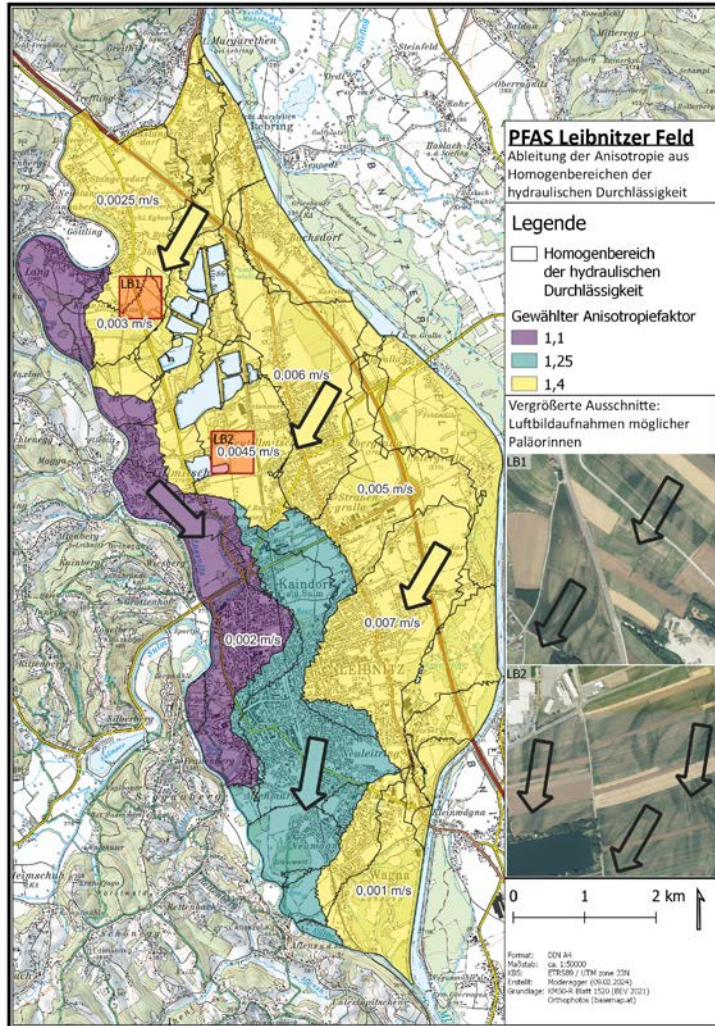
## Parameteranpassung und Kalibration



- Bestandsmodell
  - Im Bereich der Stauräume Leckagekoeffizienten höher als im Bereich der freien Fließstrecke
  - Kolmation sollte im Staubereich höher sein, daher Leckagekoeffizienten niedriger
- Anpassung:
  - Erhöhung der Leckagekoeffizienten im Bereich der freien Fließstrecke
  - Änderung entspricht in etwa einer Verschiebung der Durchlässigkeit von sandigem Schluff zu schluffigem Sand

# Grundwasserströmung

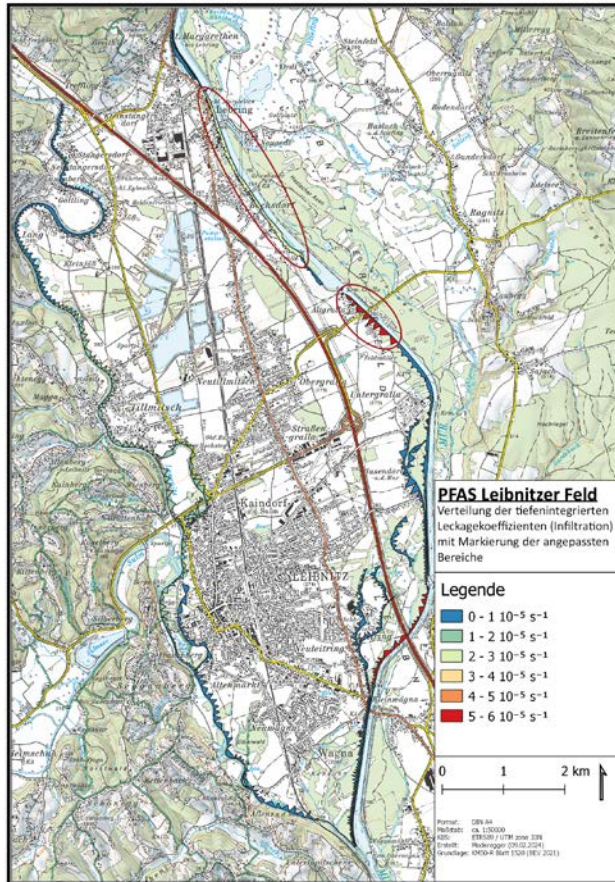
## Parameteranpassung und Kalibration



- Mehrere Hinweise auf Richtungsabhängigkeit geologischer Parameter
  - Stauerrelief
  - Verteilung der Durchlässigkeiten (Kalibration Bestandsmodell)
  - Bewuchsmerkmale (Paläorinnen)
  - Ursache: Paläoverlauf der Mur
- Anisotropiefaktoren laut Literatur
  - 3 – 5 in Schottern mit schluffigen Anteilen (vertikal)
  - 1,2 in gleichförmigen Sanden mit Schrägschichtung

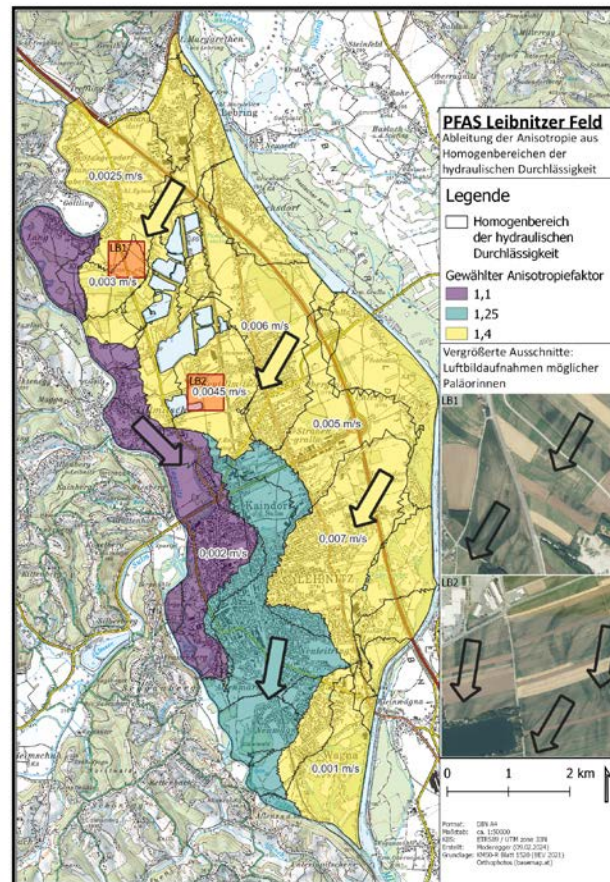
# Grundwasserströmung

## Modellqualität



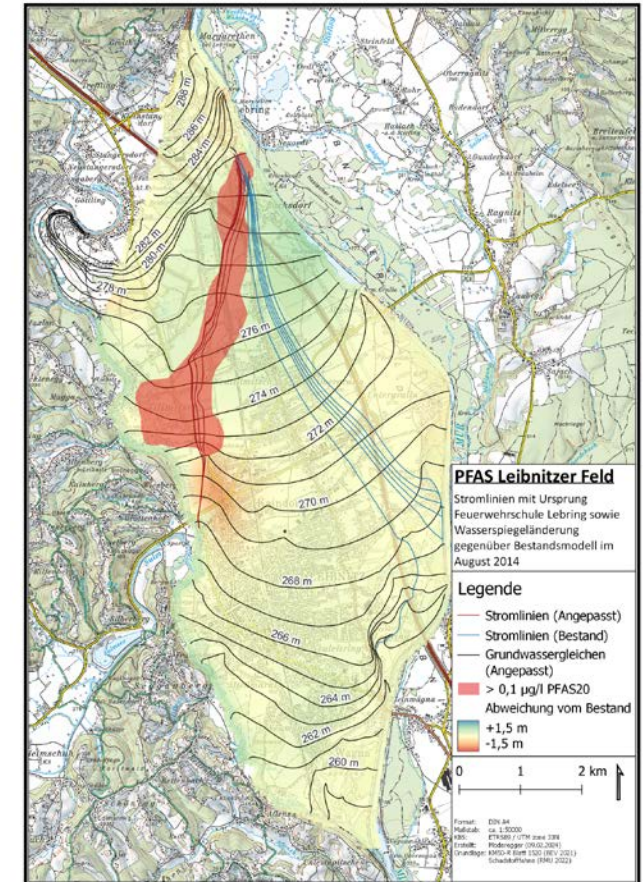
Erhöhung der Leckagekoeffizienten im Bereich der Stauräume

+



Einführung eines Anisotropieparameters

→



Verschiebung der Grundwasserstromlinien



# Grundwasserströmung

## Fazit

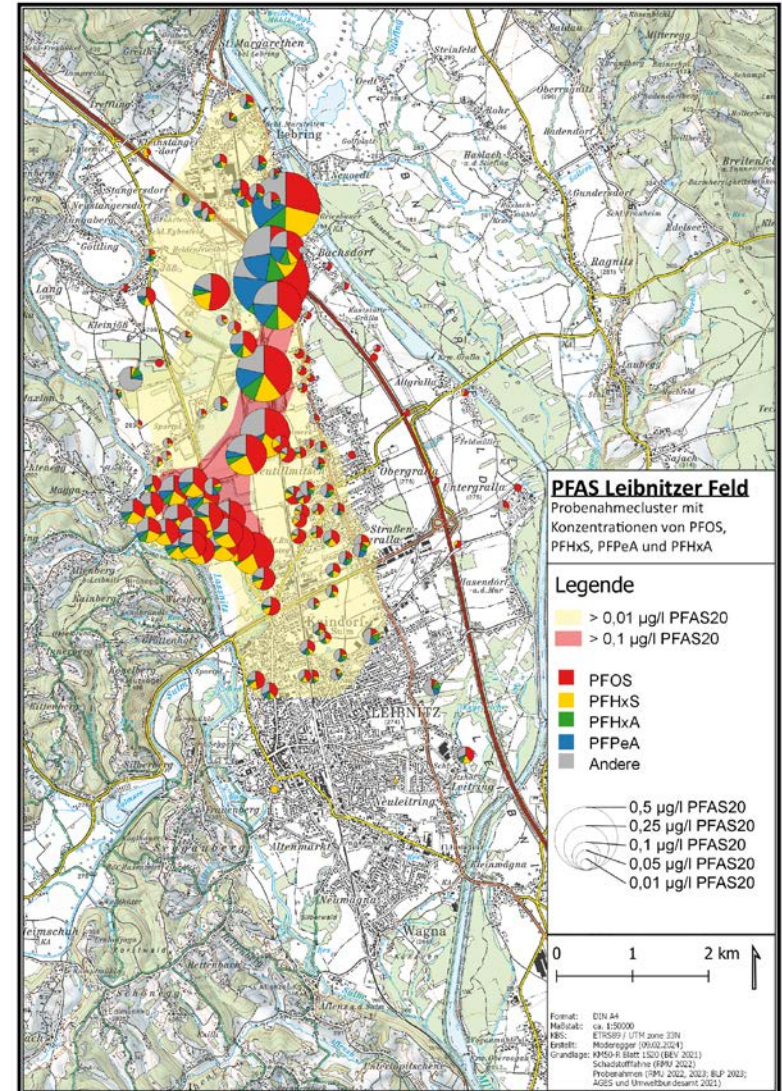
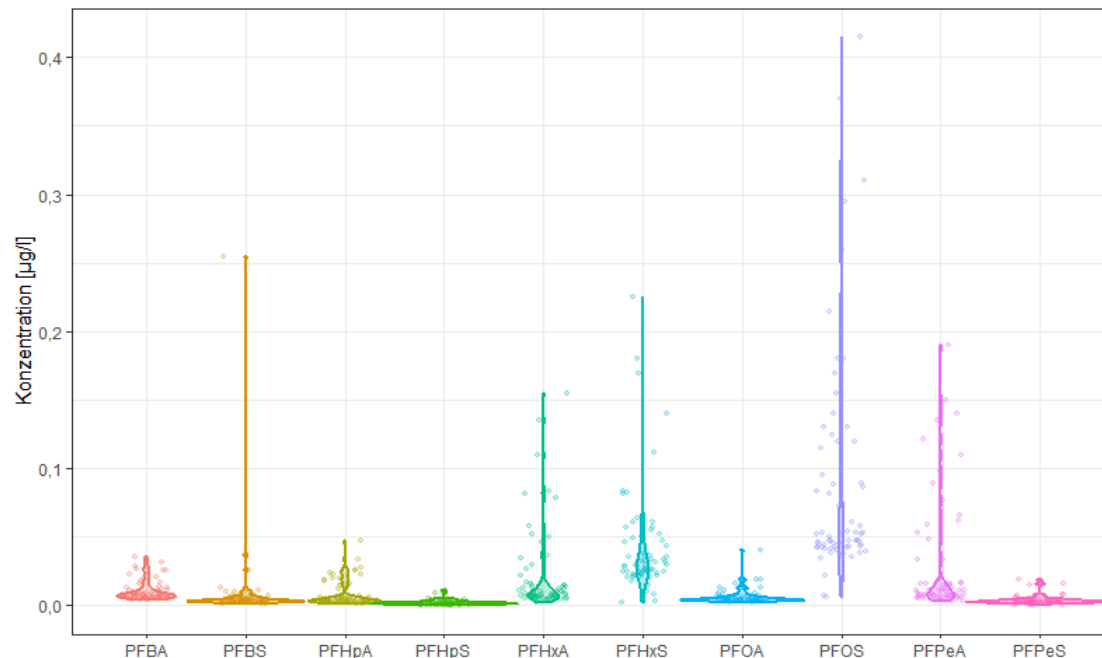
Bei nur **geringer Erhöhung** des **Modellfehlers** bzgl. der Grundwasserstände, konnte die **Übereinstimmung** zwischen gemessener Ausbreitung der **Schadstofffahne** und **Grundwasserströmungsrichtung** deutlich verbessert werden.

Die getätigten Annahmen müssen durch **Untersuchungen vor Ort** bestätigt werden!

# Reaktiver Stofftransport

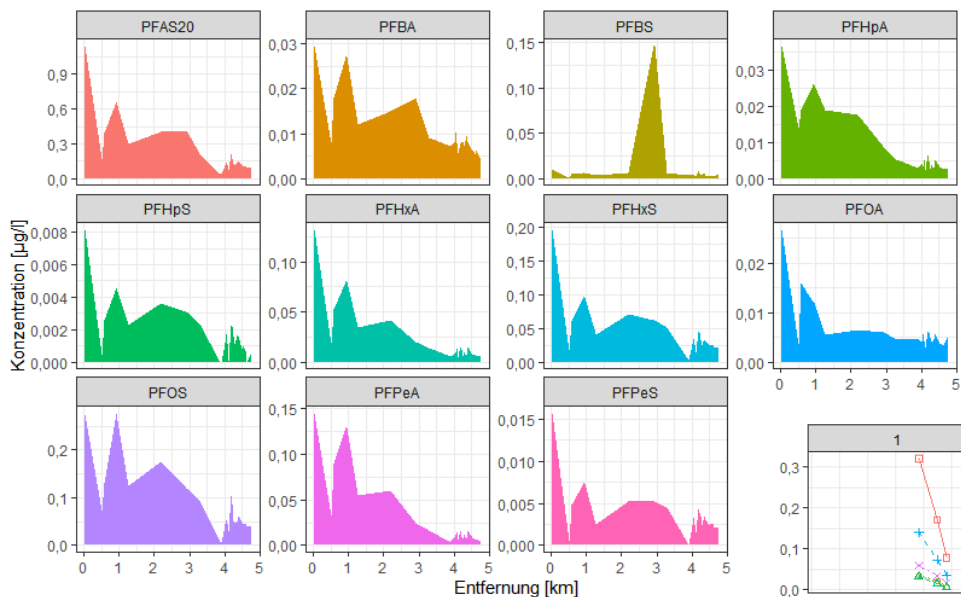
## Zusammensetzung der Kontamination

- Hauptkontaminanten: PFPeA, PFHxA, PFHxS, PFOS
- Fingerprint innerhalb der Schadstofffahne abgrenzbar

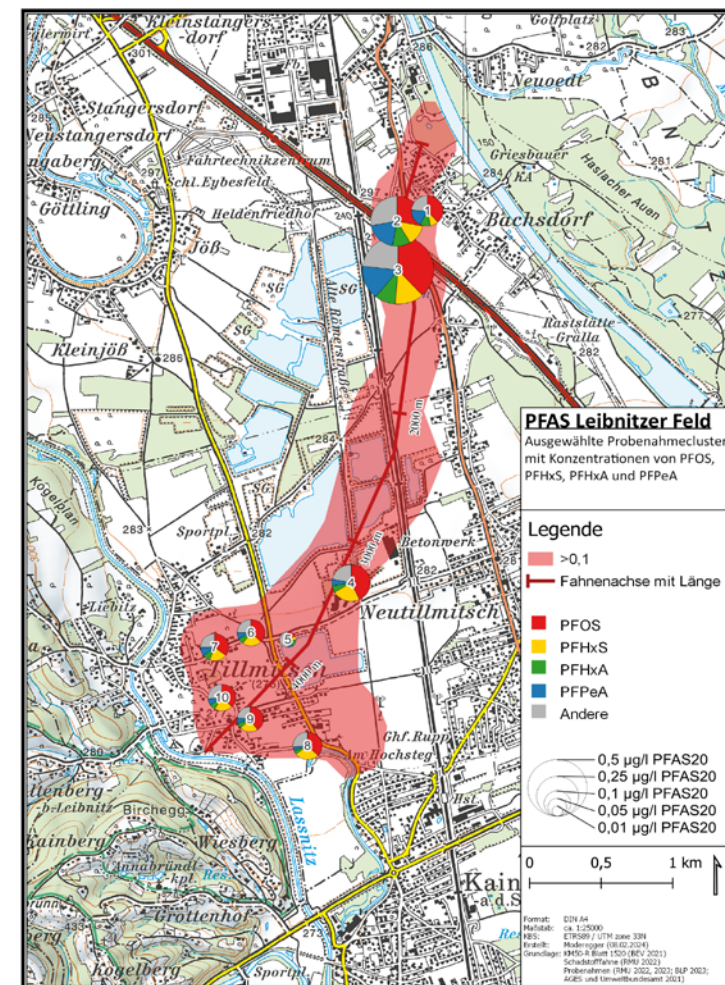
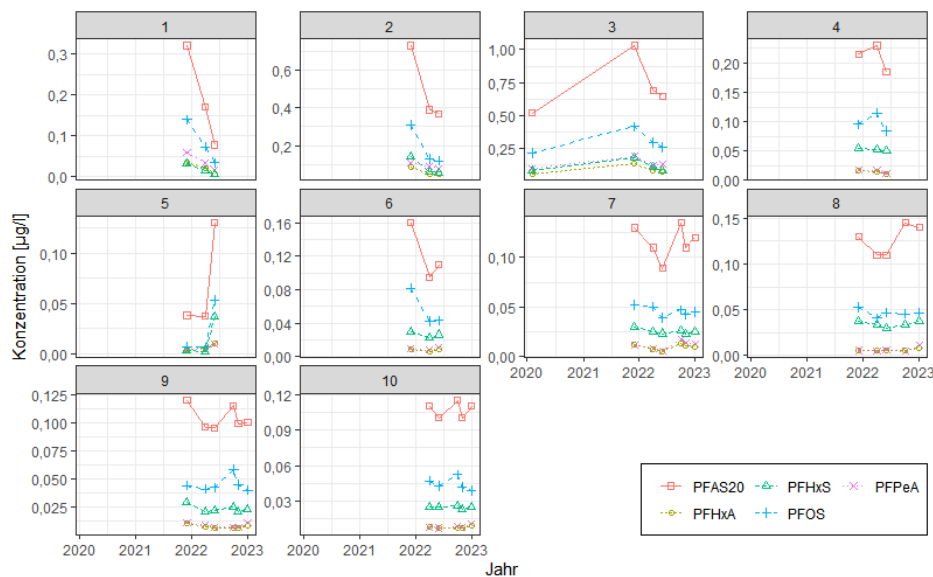


# Reaktiver Stofftransport

## Zusammensetzung der Kontamination



**PFHxS** und **PFOS** treten über die gesamte Schadstofffahne auf, **PFPeA** und **PFHxA** im Quellennahbereich.

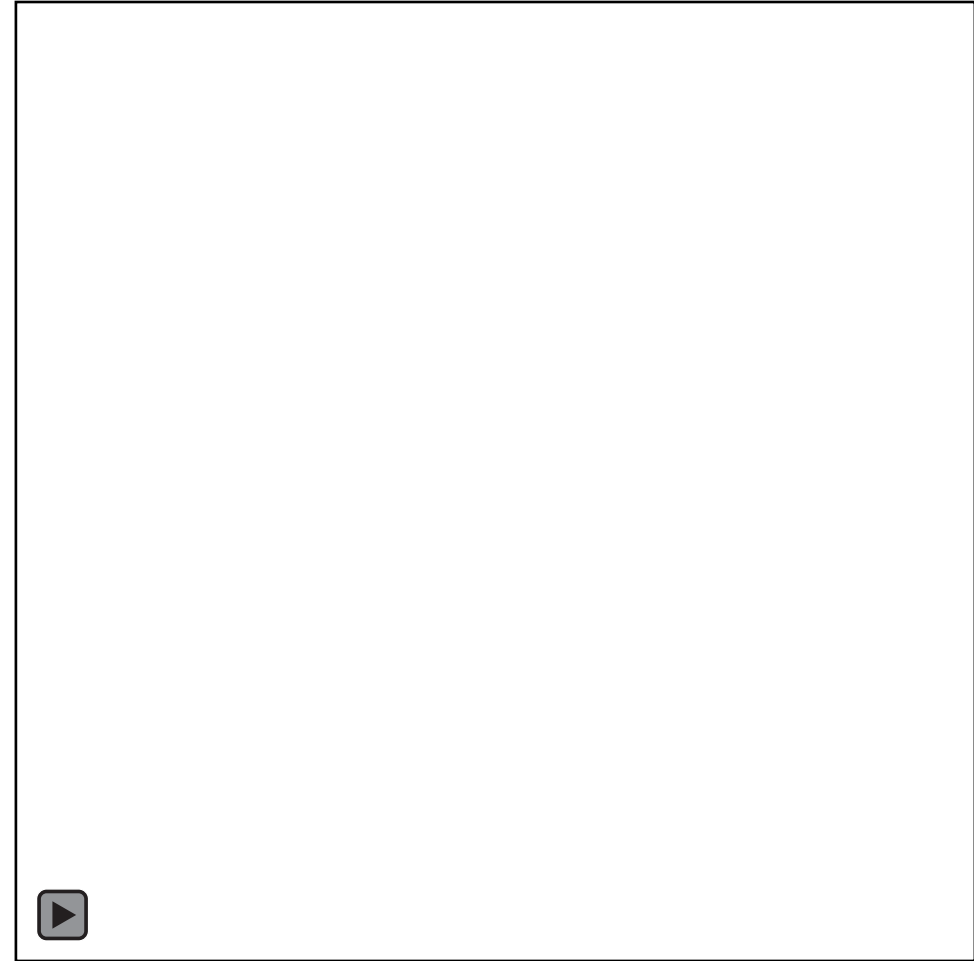


# Reaktiver Stofftransport

## Kalibration und Modellqualität

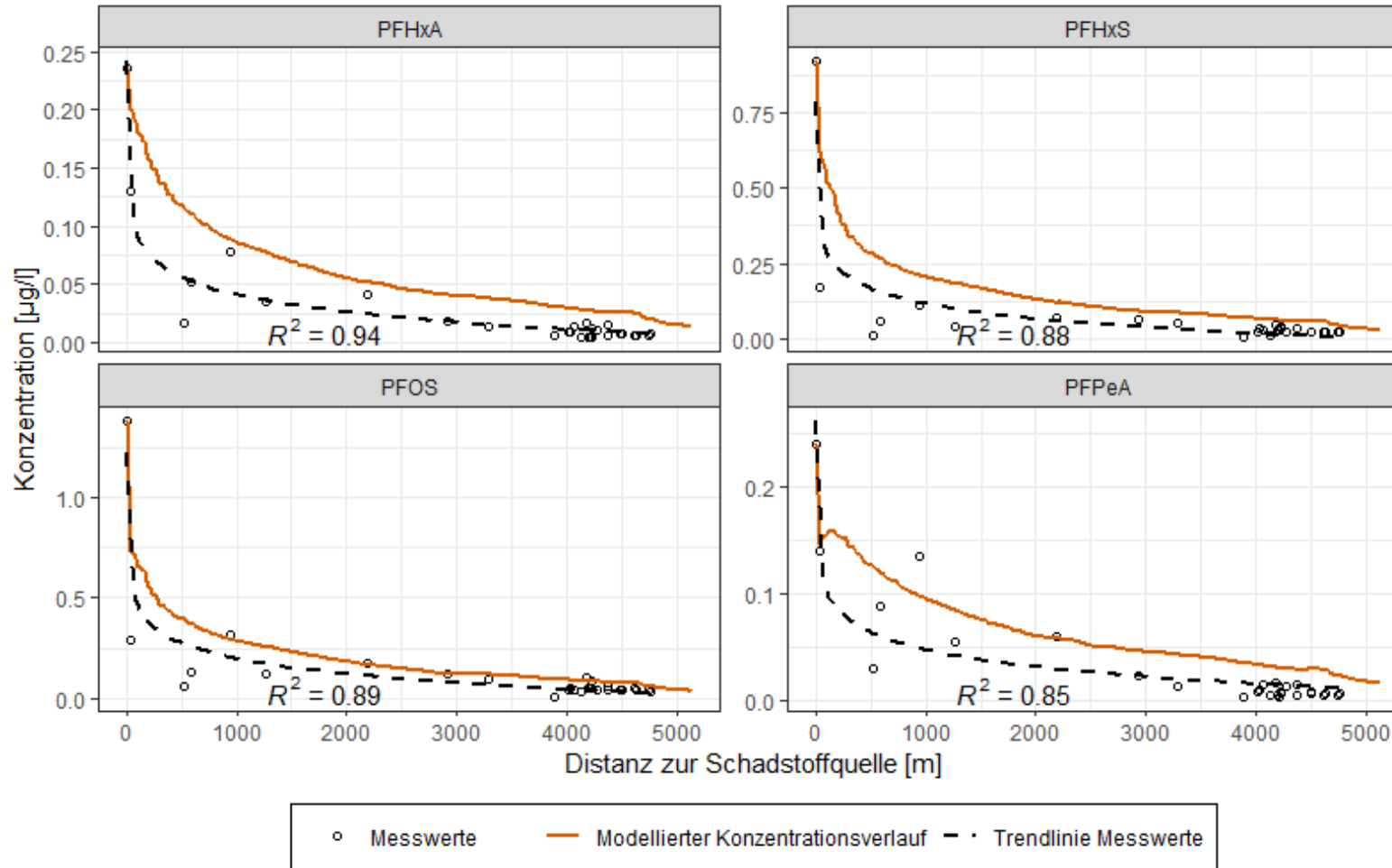
Eine **longitudinale Dispersivität** von **35 m** stellt den Sweet Spot zwischen Modellstabilität und Übereinstimmung mit der Fahnenform dar.

Eine **stabile Fahnenausbreitung** wird damit nach etwa **5 Jahren** erreicht.



# Reaktiver Stofftransport

## Kalibration und Modellqualität



Der **modellierte Konzentrationsgradient** stimmt bei leichter Überschätzung **qualitativ gut** mit den Messwerten überein.

# Reaktiver Stofftransport

## Fazit

Die vorliegenden Daten erlauben **keine gesicherte quantitative Modellierung** des reaktiven Stofftransports. Dennoch konnte **qualitativ** eine **gute Übereinstimmung** durch Kalibration der longitudinalen Dispersivität erreicht werden.

Ein **stabiles Grundwasserströmungsmodell** ist essenziell zur qualitativen Modellierung des Stofftransports.

Wissenschaftliche **Untersuchungen der Adsorptionsprozesse sind notwendig**, um die Ausbreitung von PFAS im Grundwasser quantitativ einschätzen zu können.



**Vielen Dank!**