



# MODELLSTUDIE PFC ...

## ... zur Untersuchung des Eintrags von PFC aus belasteten Böden in das Grundwasser

Für PFC gibt es wenig, teilweise keine Informationen zum Auslaugungsverhalten aus dem belasteten Boden und zum Transportverhalten im Sicker- und Grundwasser. Diese Informationen sind jedoch für die Prognose des Stofftransportes der PFC von wesentlicher Bedeutung. Das Regierungspräsidium beauftragte deshalb Untersuchungen hierzu.

Dabei wurde frühzeitig der mögliche Einfluss von Vorläufersubstanzen in den Fokus genommen, deren Abbau im Boden zu einer andauernden Freisetzung der PFC führt, die analytisch ermittelt werden können. Weitere Schwerpunkte sind die Untersuchung der Sorption (Rückhalt) der Einzelstoffe am Bodenkorn sowie weiterer Prozesse, die den Eintrag und den Transport im Grundwasser beeinflussen.

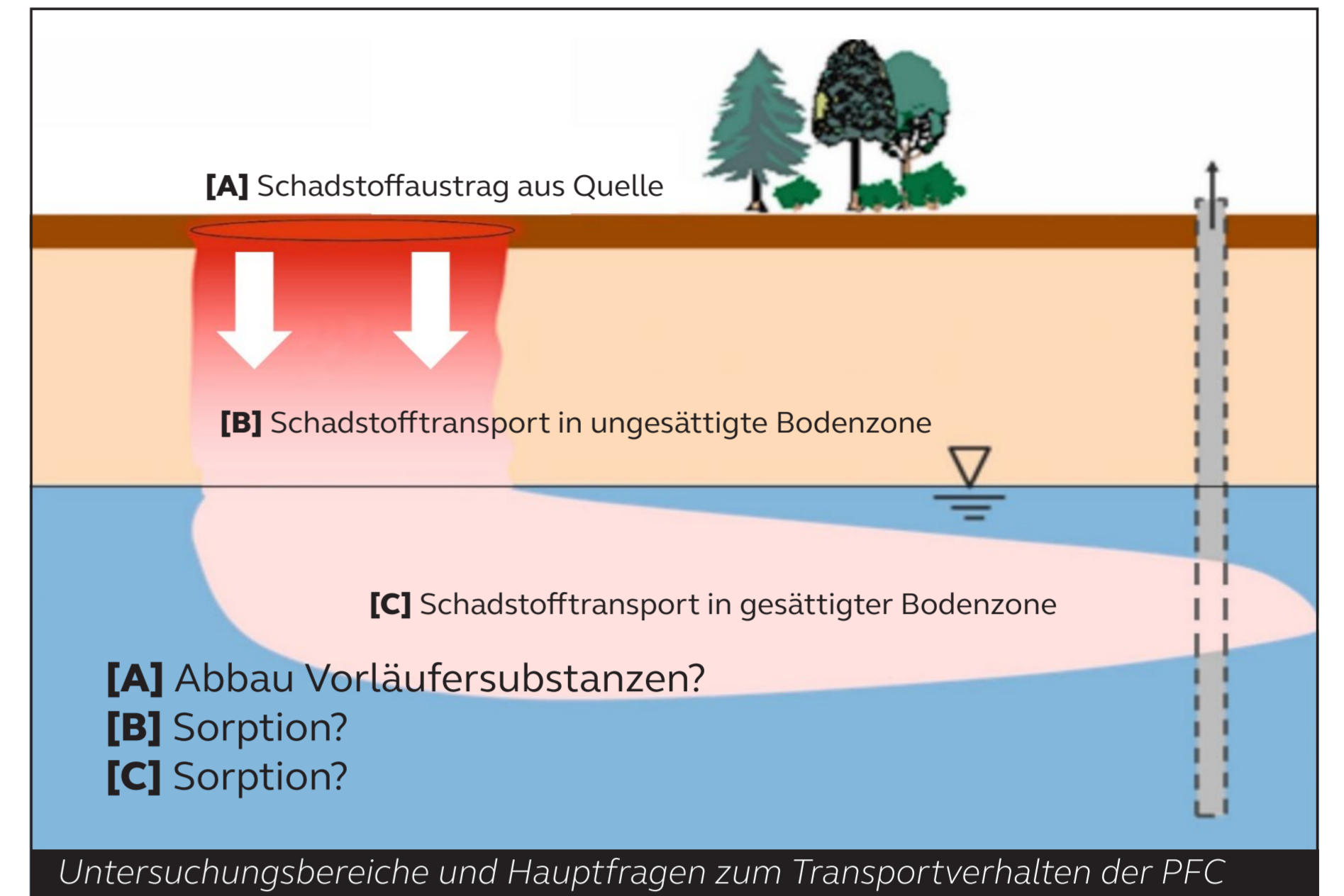
Die Ergebnisse der Versuche und auch Zwischenergebnisse fließen kontinuierlich in die Bearbeitung des Grundwassermodells ein. Die Aussagegenauigkeit der Prognosen wird kontinuierlich verbessert.

### Aufgaben:

- Unterstützung der Transportmodellierung der PFC im Grundwassermodell der LUBW
- Grundlagen für die Aufstellung von Eintragsfunktionen in das Grundwasser

### Die Untersuchungen erfolgten stufenweise:

- Auswertung des Wissensstandes (Literaturstudie)
- Ermittlung Kenntnisdefizite und Entwicklung Untersuchungskonzept
- Versuche zur Analyse von Vorläufersubstanzen (Precursor), aus denen mobile PFC entstehen können
- Orientierender Abbaueversuch zu Vorläufersubstanzen (Precursor)
- Multiparameteranalyse zu den vorherrschenden Sorptionsmechanismen
- Sorptionsversuche mit Ackerböden
- Sorptionsversuche mit Sanden und Kiesen aus dem Grundwasserleiter

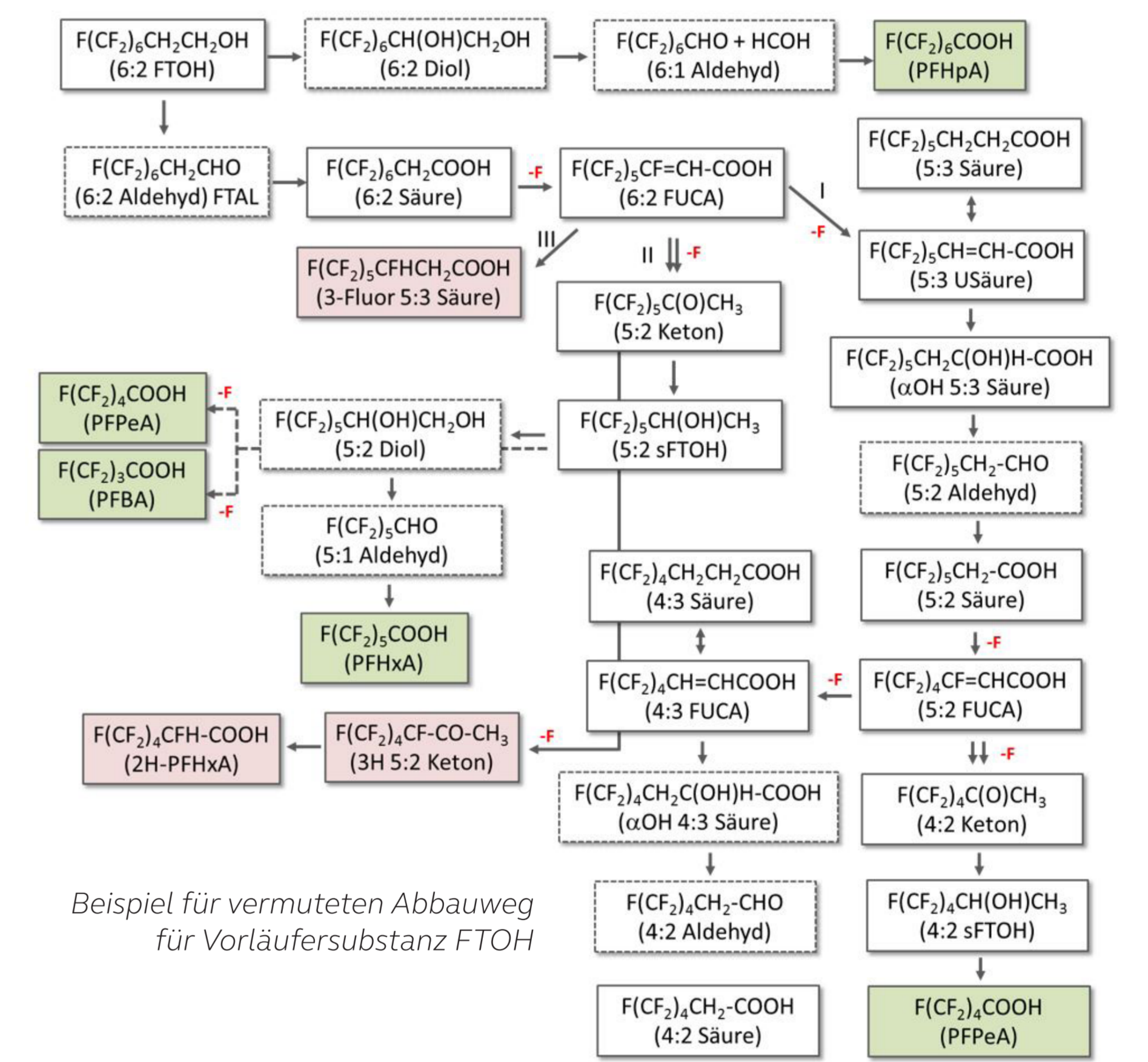
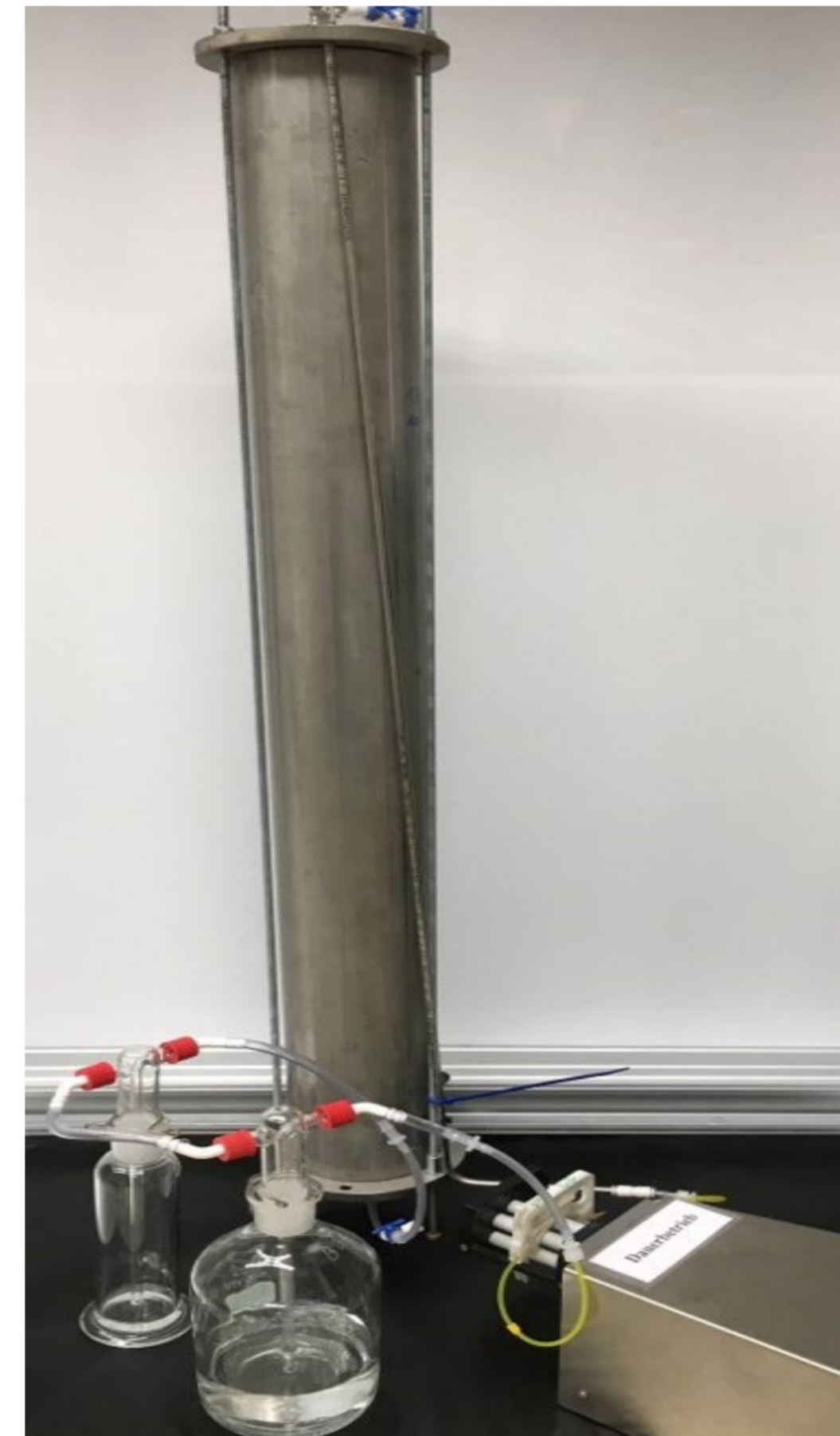
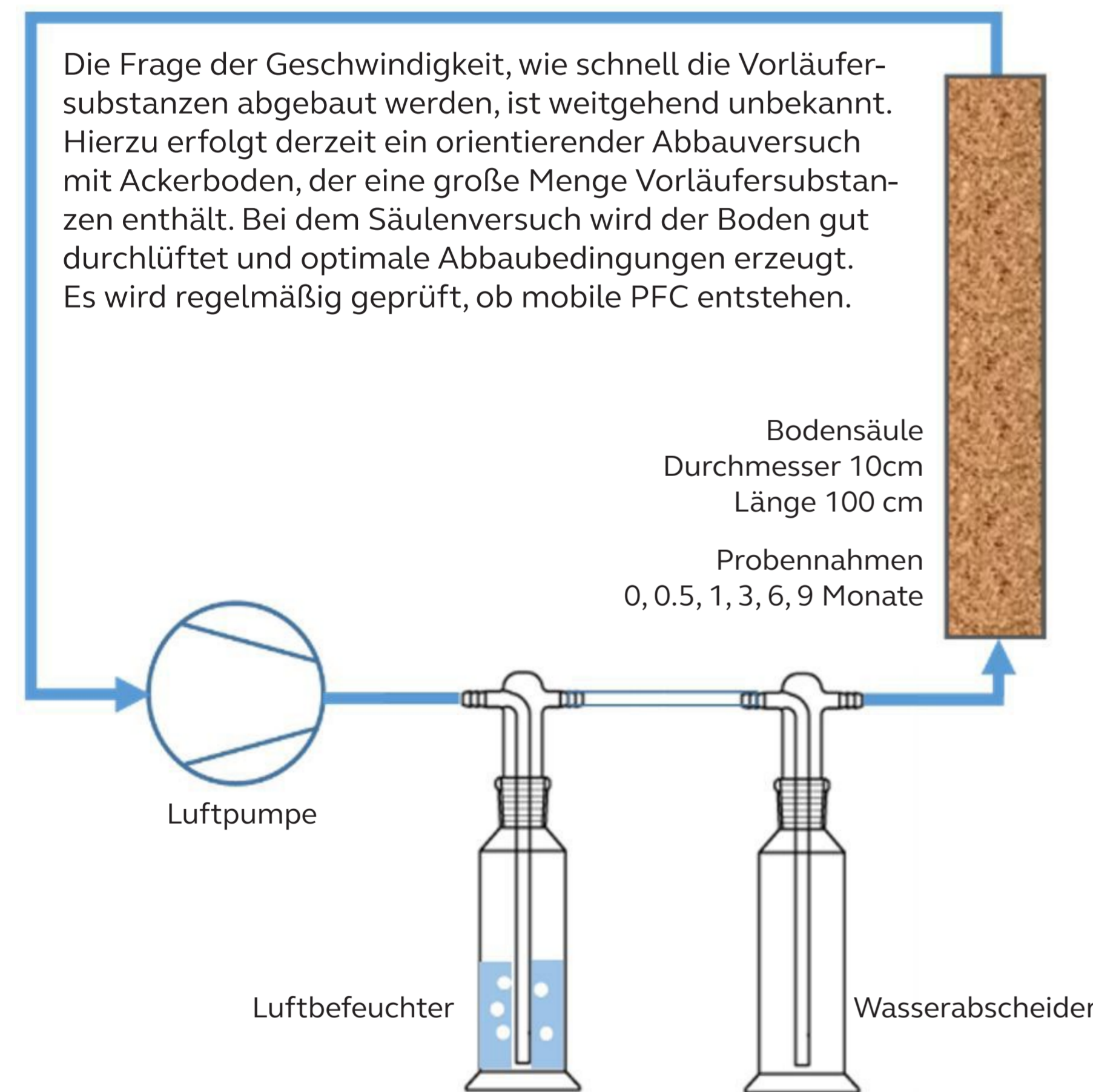
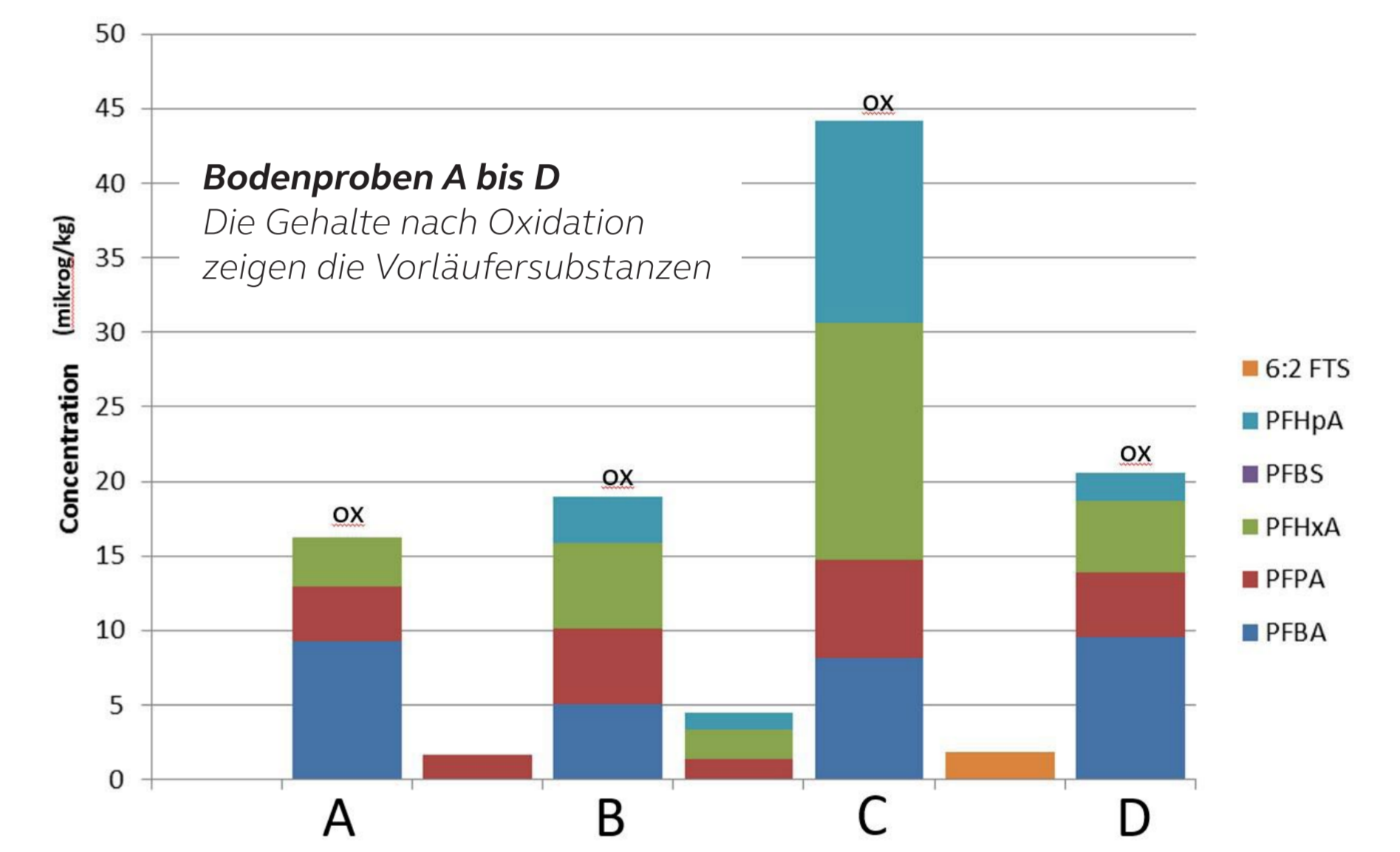
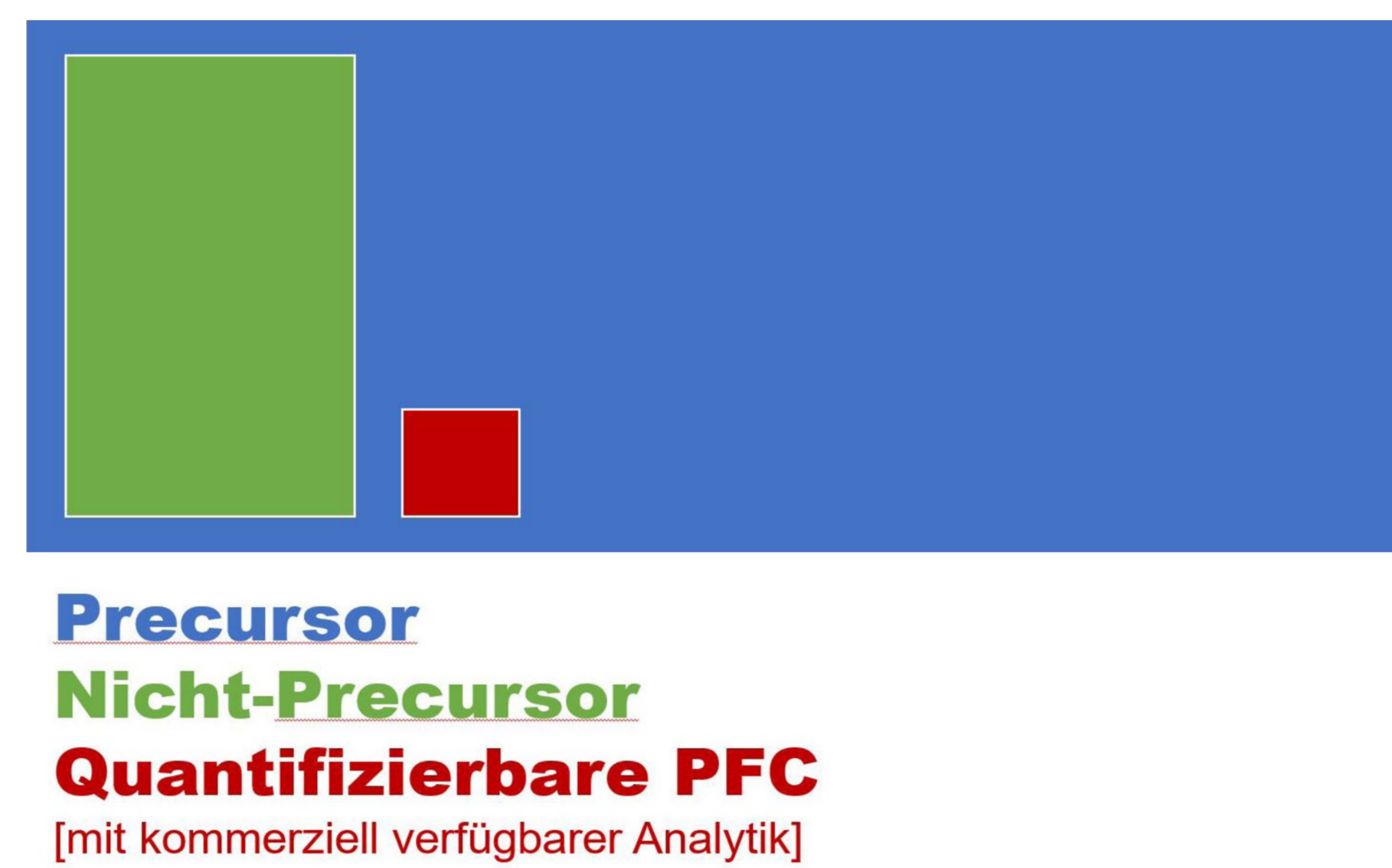


## Aufgaben & Ziele

Vorläufersubstanzen bestehen aus fluorierten und nichtfluorierten Teilen. Es handelt sich um Verbindungen, die das Potenzial haben, zu nachweisbaren Perfluoralkancarbonsäuren und -sulfonsäuren als stabile Abbauprodukte abgebaut zu werden.

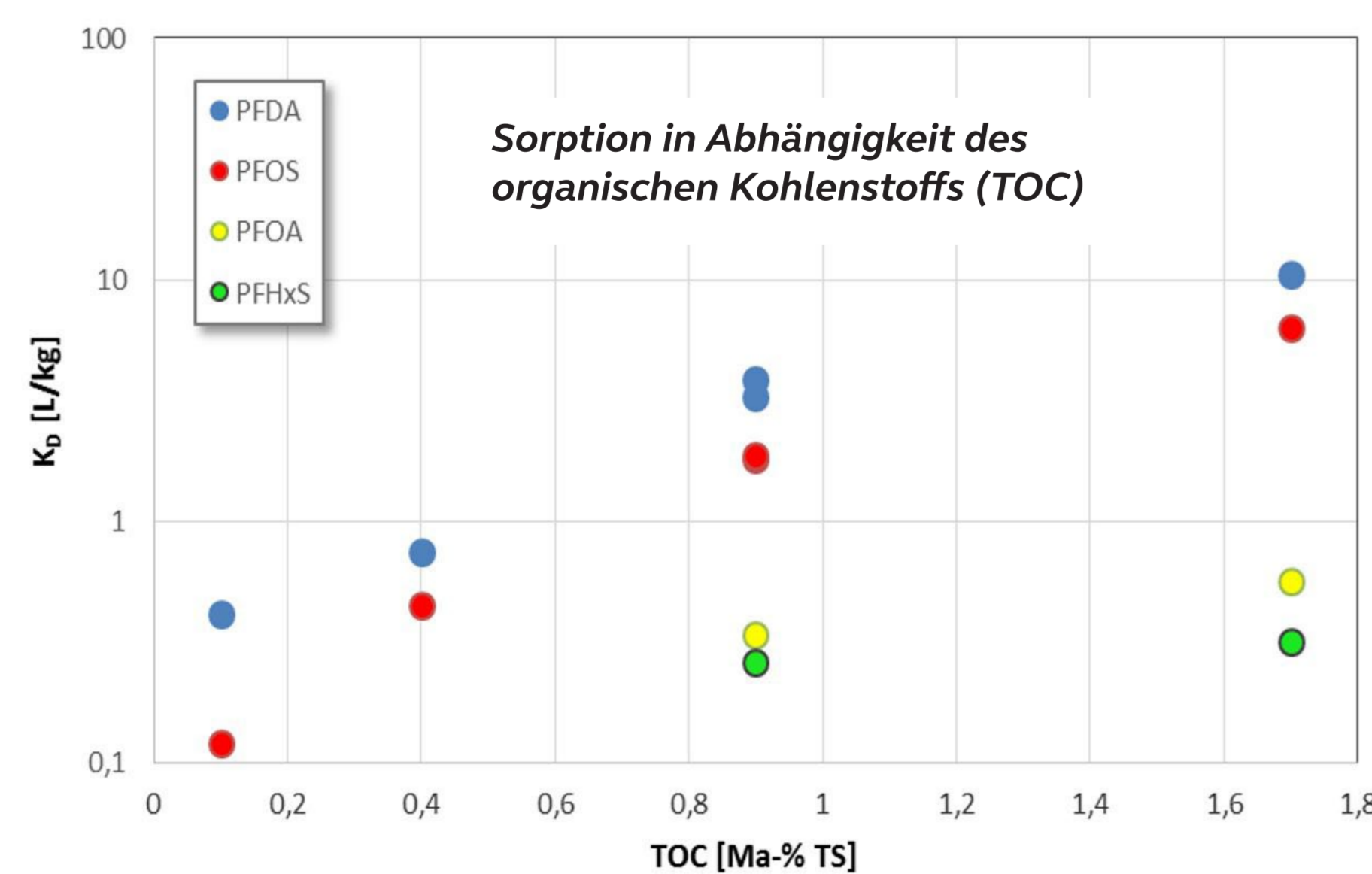
Während die perfluorierten Molekülteile stabil sind, können die nichtfluorierten Teile mikro-biologisch abgebaut werden. Die Abbauewege können sehr komplex sein und sind noch weitgehend unerforscht.

Zu Beginn der Untersuchungen stellte sich die Frage, ob Vorläufersubstanzen im Boden oder sogar im Grundwasser vorhanden sind. Mit einer eigens für die Modellstudie adaptierten Analyse (TOP - Total Oxidizable Precursor) konnte erstmals nachgewiesen werden, dass Vorläufersubstanzen im Ackerboden vorhanden sind. Im Grundwasser konnten keine signifikanten Mengen an Vorläufersubstanzen nachgewiesen werden.



## Vorläufersubstanzen [Precursor]

Die Untersuchungen zur Sorption (Rückhalt) der PFC an den Bodenerfolgen mit sogenannten Batchversuchen. Dabei wird unbelasteter Boden mit unterschiedlich belasteten Wässern versetzt und der Rückhalt der PFC ermittelt. Für die Untersuchungen mit Material des Grundwasserleiters wurden Bohrprofile aus dem Messstellenbau der Wasserversorger ausgewertet. Zu diesem Zweck wurde neben der lithologischen Auswertung auch sehr umfangreich eine feingliedrige Analyse der Verteilung der organischen Substanz in den eiszeitlich entstandenen Sanden und Kiesen durchgeführt. Mit Hilfe der Voranalysen war es möglich, repräsentative Proben für die Sorptionsversuche auszuwählen.



### Sorptionsversuche mit Aquifermaterial

Künstliches Wasser:  
Mix kurzkettiger PFC (PFBA, PFPeA, PFHxA)  
Künstliches Wasser:  
Mix mittelkettige PFC (PFHxA und PFHpA)  
Konzentrationsstufen:  
0, 0,5, 1, 10, 50 µg/l

Tiefe	TOC [%]	Schichtart
BTT 0,8	0,19 *	Schluffschicht
BTT 1,8	0,57 *	Tonschicht
BTT 2,5-4,2	0,009	Kieseschicht
BTT 5,5-6,5	0,013	
BTT 8-8,5	0,026	
BTT 9,5-10	0,012	
BTT 10,5-11,5	0,013	
BTT 12,5-13,5	0,014	Tonschicht
BTT 14,2-14,6	8,7 *	
BTT 15,5-16,5	0,016	Sandschicht
BTT 17,5-18,5	0,033	Sandschicht
BTT 20-21	0,022	Kiesschicht
BTT 23-24	0,019	
BTT 27,5-28,5	0,029	
BTT 29,5-30,5	0,042	Sandschicht
BTT 31,5-32,5	0,051	Kiesschicht
BTT 34,2-34,4	0,24 *	Tonschicht
BTT 35-36	0,056	Kiesschicht
BTT 37,6-37,9	0,31 *	Tonschicht
BTT 38,5-39,5	0,048	Sandschicht
BTT 41,5-42,5	0,022	
BTT 42,5-42,65	1,225	Mudde
BTT 44,5-45,5	0,043	Kiesschicht
BTT 46-46,5	0,038	
BTT 48-48,3	0,063	
BTT 48,5-49,5	0,058(2)	
BTT 49,5-50	0,318	Schluffschicht
BTT 50-51,5	0,131	Schluffschicht
BTT 52-53	0,119	Sandschicht
BTT 53-53,5	0,397	
BTT 53,5-54,5	0,159	

## Aquifercharakterisierung & Sorption