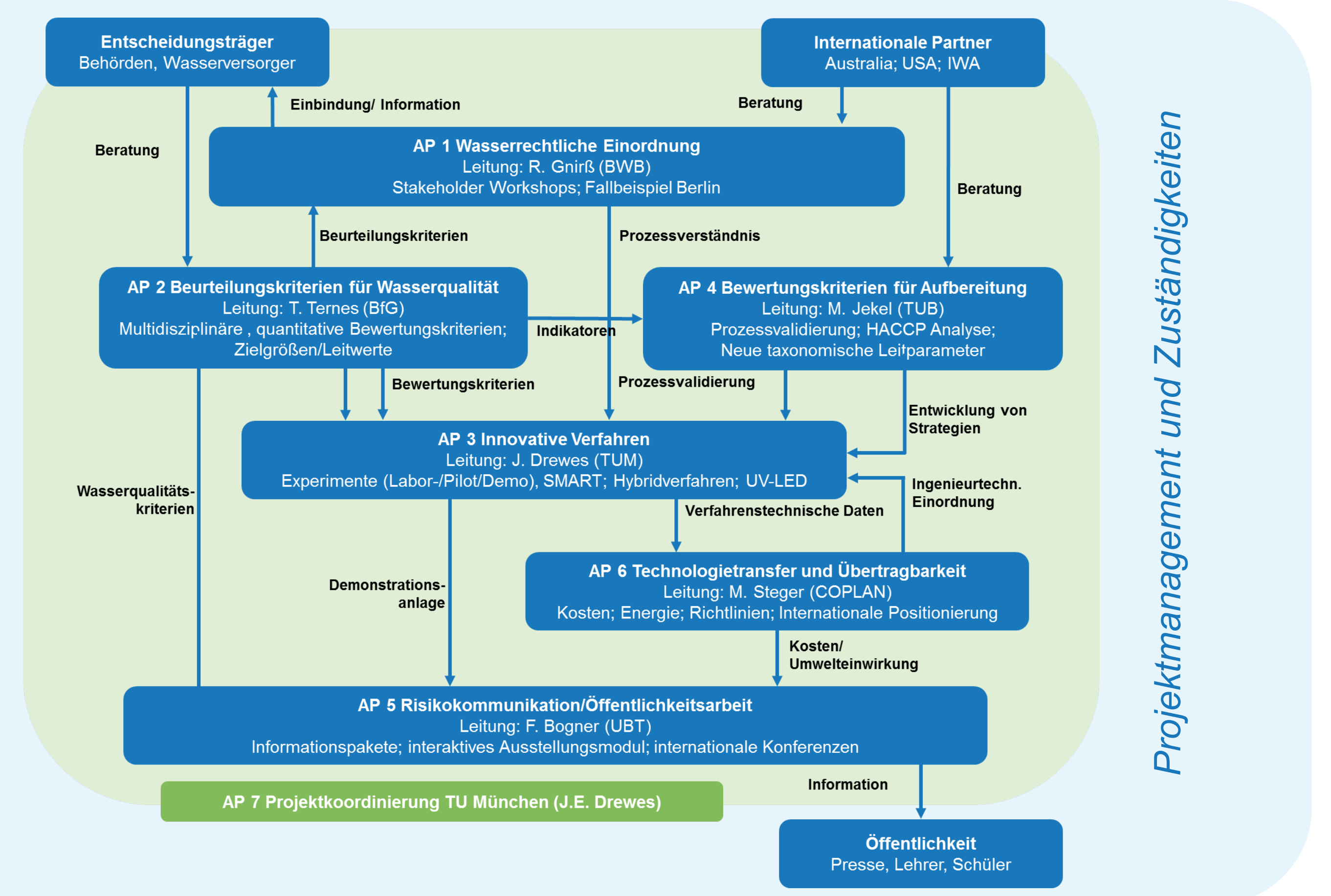


Forschung für urbane Wasserkreisläufe

Das TrinkWave-Verbundvorhaben entwickelt neue **Multibarrieren-Aufbereitungsprozesse** für eine Wasserwiederverwendung auf Basis einer sequentiellen Grundwasseranreicherung.

Erstmals werden neue multidisziplinäre Bewertungsansätze für innovative Verfahrenskombinationen der Wasserwiederverwendung zur Stützung der Trinkwasserversorgung entwickelt und validiert. Schwerpunkte sind dabei die Inaktivierung von Pathogenen (insbesondere Viren) und Antibiotikaresistenzen, die Reduktion von gesundheitsrelevanten Indikatorchemikalien und Transformationsprodukten, die Entwicklung neuer Leistungsparameter für biologische Aufbereitungsverfahren, sowie sozialwissenschaftliche Ansätze zur Risikokommunikation. Ein weiteres Ziel ist die Bereitstellung von Handlungsempfehlungen für Genehmigungsbehörden und Planer.

Laufzeit: 09/2016 – 08/2019



Arbeitspaket 1: Wasserrechtliche Einordnung einer Wasserwiederverwendung

Leitung: Regina Gnirß, Berliner Wasserbetriebe
 ✉ regina.gnirss@bwb.de

Hintergrund:

- Multifunktionale Gewässer (z. B. als Trinkwasserressource, Freizeitnutzung, Vorfluter) erfordern adäquate Bewirtschaftung und Risikobewertung
- Herausforderung: Hohe Anteile gereinigten Abwassers in zur Trinkwasseraufbereitung genutzten Oberflächengewässern

Ziel:

- Aufzeigen des gegenwärtigen wasserrechtlichen Konfliktes und daraus abgeleitete Handlungsempfehlungen für den Umgang mit ungeplanter und geplanter Wasserwiederverwendung und deren Auswirkungen auf die Trinkwasserversorgung
- Schaffen einer Grundlage in Deutschland und EU, um wasserrechtliche Barrieren, die einer technisch kontrollierten Bodenpassage entgegenstehen, zu überwinden
- Erarbeitung von einheitlichen Beurteilungskriterien für die Wasserwiederverwendung zur Umsetzung der Konzepte in Deutschland und EU

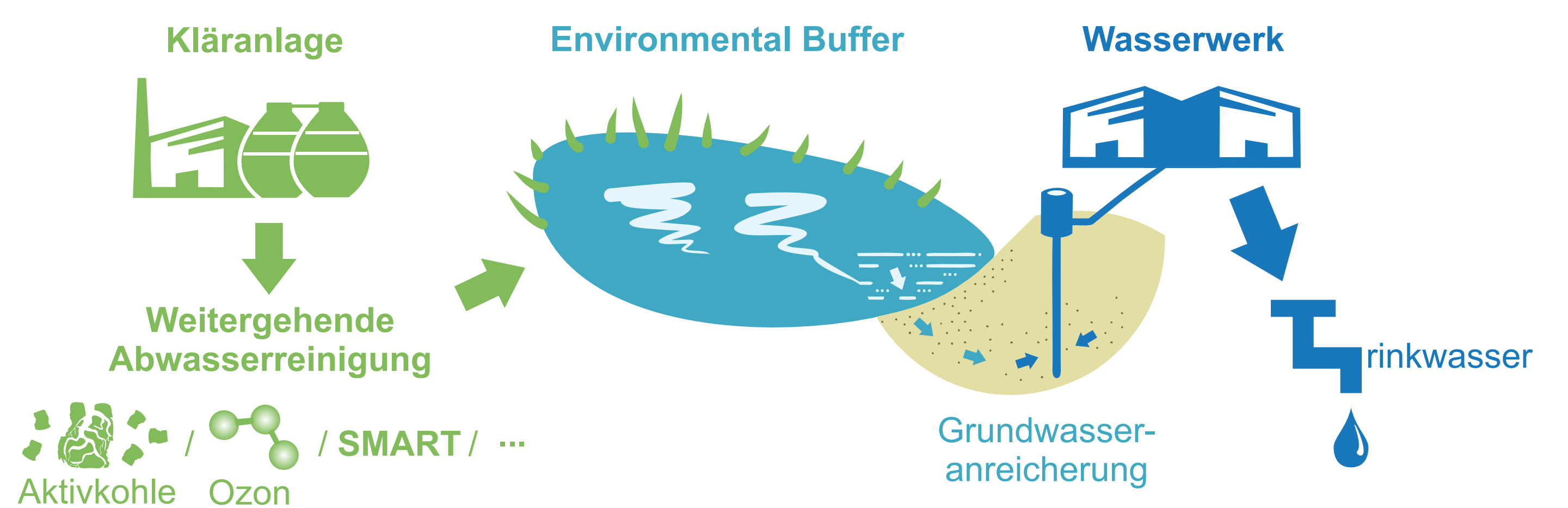
Schwerpunkte:

- Durchführung von Stakeholder-Workshops
 - Ergebnisorientierter Dialog
 - Dokumentation existierender Widersprüche
 - Benennung von Kriterien für problematische Anteile behandelten Abwassers in Rohwässern
 - Handlungsempfehlungen für die Bewertung einer technisch kontrollierten Bodenpassage
- Modellierung und Visualisierung von Szenarien

Gängige Praxis

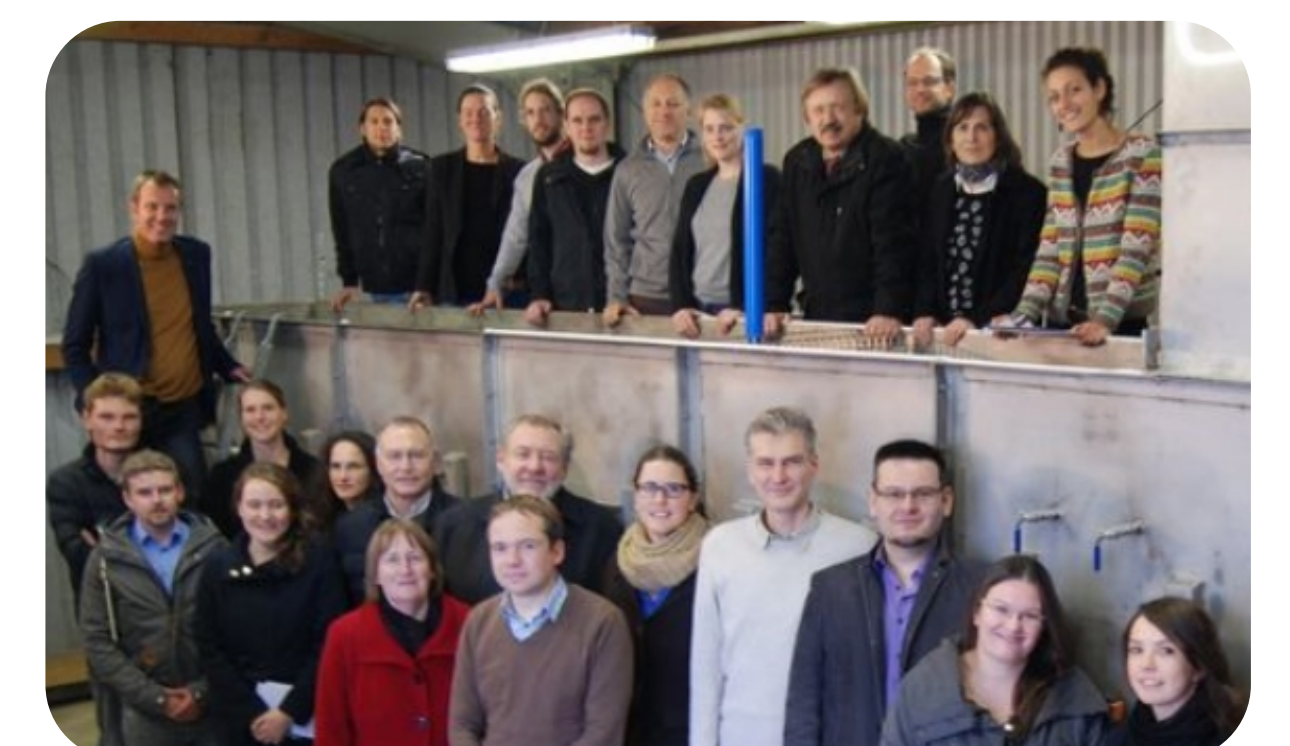


Geplante Wasserwiederverwendung (Indirect potable reuse)

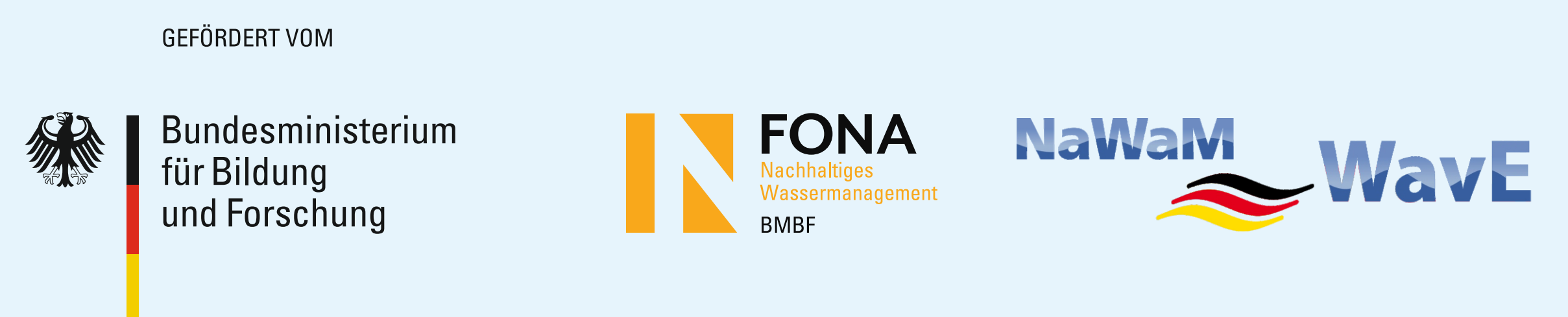


KONTAKT

Projektkoordination
 Technische Universität München
 Prof. Dr.-Ing. Jörg E. Drewes
 ✉ jdrewes@tum.de



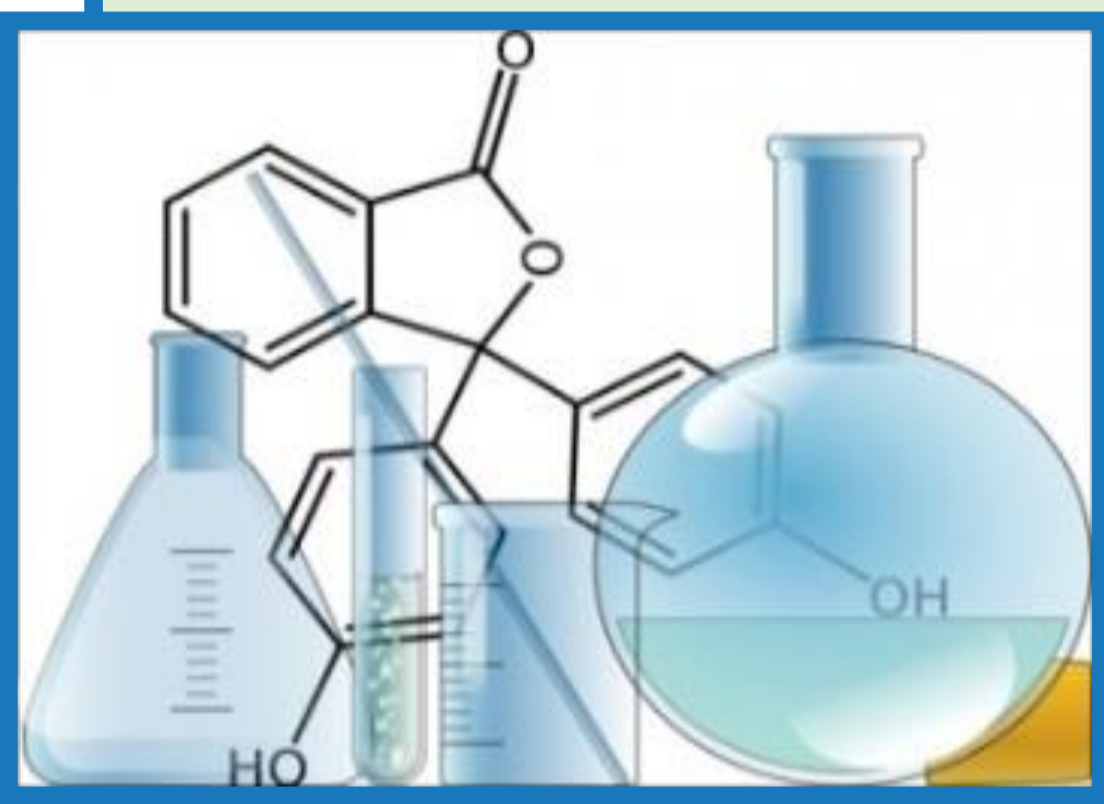
VERBUNDPARTNER



Entwicklung eines integrativen Bewertungskonzepts für die Wasserqualität

Spurenstoffe und Transformationsprodukte (BfG, T. Ternes)

- Indikatorsubstanzen zur Beurteilung der Effizienz der Aufbereitungsverfahren (u.a. konservative Tracer, Substanzen mit unterschiedlicher Abbaubarkeit)
- Kriterien: ubiquitäres Vorkommen im gereinigten Abwasser, unterschiedliches Umweltverhalten, sehr sensitiv nachweisbar



Gesundheitsrelevante chemische Parameter (BfG, T. Ternes)

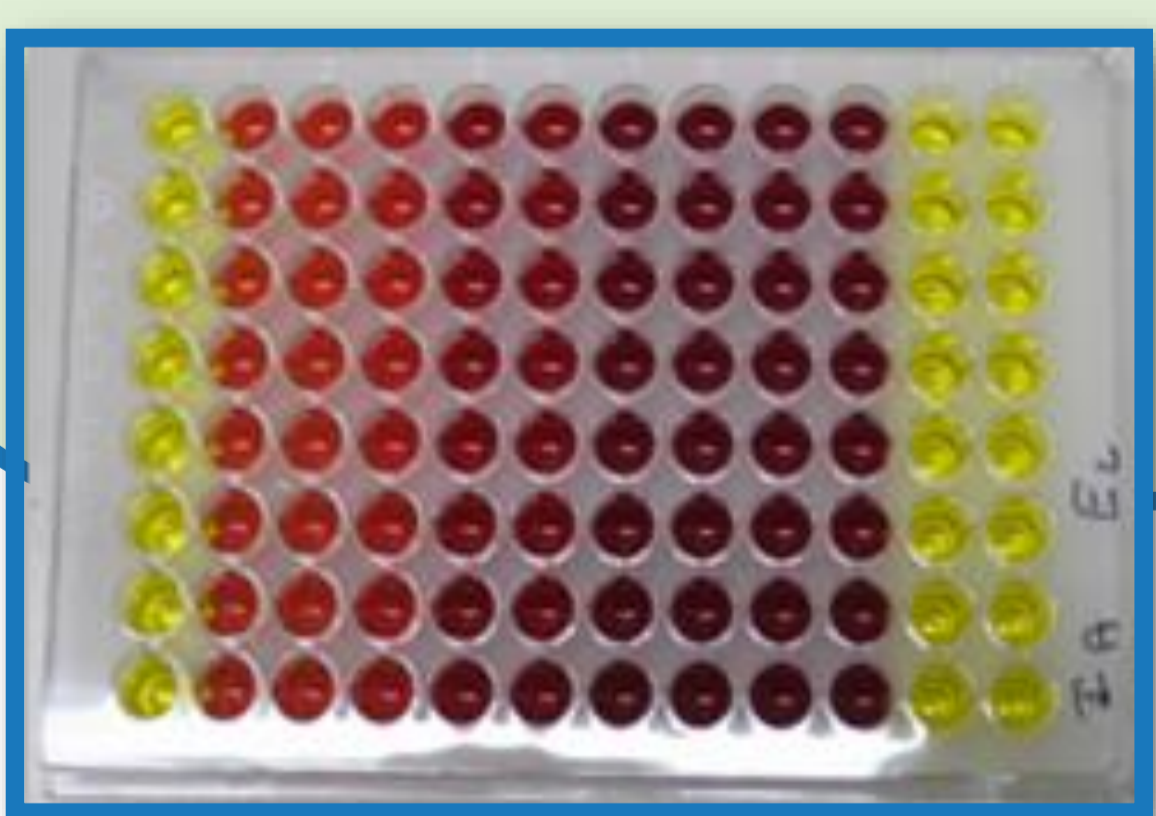
- Bereits regulierte oder zur Regulierung vorgeschlagene Substanzen (insb. Berücksichtigung der Trink- und Grundwasserverordnung)
- Grundwassergängige Substanzen, Transformations- und Desinfektionsnebenprodukten mit bekannter toxikologischer Relevanz (u.a. NDMA, Bromat, perfluorierte Verbindungen)

§ 6 Chemische Anforderungen
 (1) Im Trinkwasser dürfen chemische Stoffe nicht in Konzentrationen enthalten sein, die menschlichen Gesundheit besorgen lassen.
 (2) Im Trinkwasser dürfen die in Anlage 2 festgesetzten Grenzwerte für chemische Parameter nicht überschritten werden. Die laufende Nummer 4 der Anlage 2 Teil II ist ab dem 1. Dezember 2013 an Nummer 2013 gilt der Grenzwert von 0,025 Milligramm pro Liter.
 (3) Konzentrationen von chemischen Stoffen, die das Trinkwasser verunreinigen oder nachteilig beeinflussen können, sollen so niedrig gehalten werden, wie dies nach den Regeln der Technik mit vertretbarem Aufwand unter Berücksichtigung von Einzelfällen möglich ist.
§ 7 Indikatorparameter
 (1) Im Trinkwasser müssen die in Anlage 3 festgelegten Grenzwerte und Anforderung eingehalten sein. Dies gilt nicht für den technischen Maßnahmenwert in Anlage 3 Teil II.
 (2) Im Trinkwasser, das zur Abgabe in verschlossenen Behältnissen bestimmt ist, darf der in Anlage 3 festgelegte Grenzwert nicht überschritten werden.



Humantoxikologie (UBA, T. Grummt)

- Untersuchung von Genotoxizität, Neurotoxizität und endokrinen Wirkungen
- Gefährdungseinschätzung mittels hierarchische Teststrategie basierend auf in-vitro-Testverfahren
- Teststrategie:
 - ✓ Bewertung von bekannten Einzelstoffen
 - ✓ Testung realer Wasserproben erfasst auch mögliche Gefährdungspotenziale von Transformationsprodukten und Metaboliten.



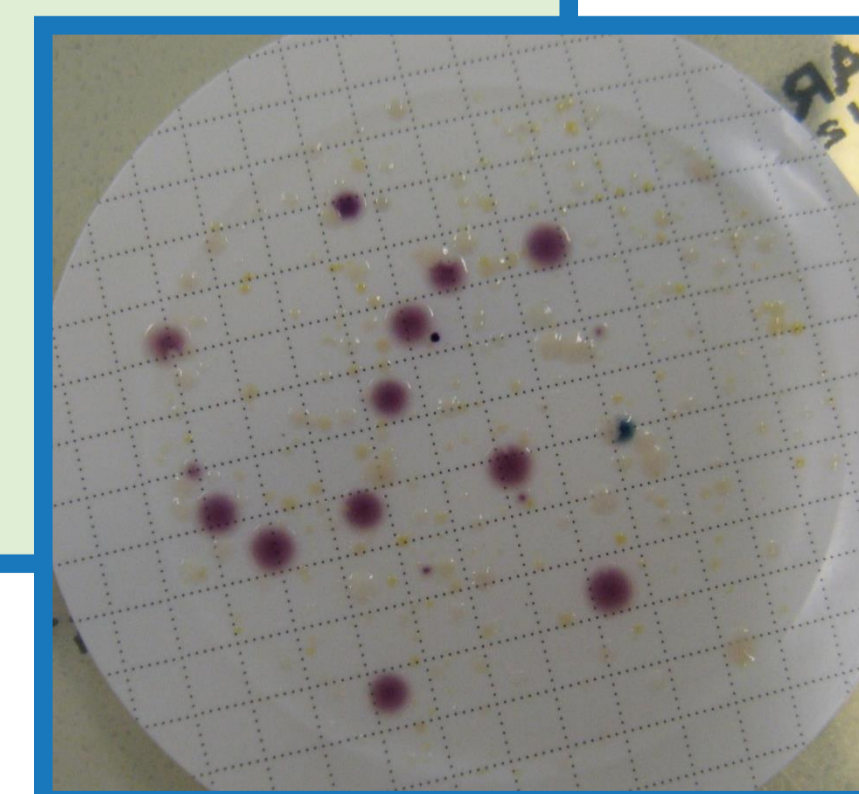
Pathogene (UBA, R. Szewzyk; H.-C. Selinka)

- Quantitative Bestimmung virologischer und parasitologischer Leitparameter für die Beurteilung der hygienischen Wasserqualität
 - Quantitative mikrobiologische Risikobewertung (QMRA)
- Virologische Parameter:
 ✓ Somatische und F+ Coliphagen
 ✓ Adenoviren, Noroviren
 ✓ Rotaviren, PMMV
- Parasitologische Parameter:
 ✓ Cryptosporidien
 ✓ Giardien



Antibiotikaresistenzen (TZW, A. Tiehm)

- Kultur-basierter Nachweis von klinisch relevanten antibiotikaresistenten Bakterien:
 - ✓ Vancomycin-resistente Enterokokken
 - ✓ Carbapenemase-produzierende Enterobacteriaceae
 - ✓ Extended spectrum β -Lactamase-produzierende Bakterien
 - ✓ Methicillin-resistente Staphylococcus aureus
- PCR-basierter Nachweis von Antibiotikaresistenzgenen und mobilen genetischen Elementen



VERBUNDPARTNER

Innovative Verfahrenskombinationen zur Wasserwiederverwendung auf Basis einer sequentiellen Grundwasseranreicherung

Hintergrund

Das TrinkWave-Verbundvorhaben entwickelt neue Multibarrieren-Aufbereitungsprozesse zur Wasserwiederverwendung (siehe Abb. 1) auf Basis einer sequentiellen Grundwasseranreicherung (Sequential Managed Aquifer Recharge Technology - SMART) sowie neue multidisziplinäre Bewertungsansätze für innovative Verfahrenskombinationen der Wasserwiederverwendung zur Stützung der Trinkwasserversorgung. Das Vorhaben ist in 7 Arbeitspakete (AP) gegliedert. AP 3 hat folgende Schwerpunkte:

- Entwicklung eines neuen Verfahrens zur Wasserwiederverwendung, diverser Technologieelemente und Prozesskombinationen
- Inaktivierung von Pathogenen (insbesondere Viren), Antibiotikaresistenzen sowie Entfernung von gesundheitsrelevanten Indikatorchemikalien und Transformationsprodukten mittels multipler Barrieren
- Erreichen hoher Infiltrationsraten und Prozessstabilität bei zugleich hohem Grundwasserschutz

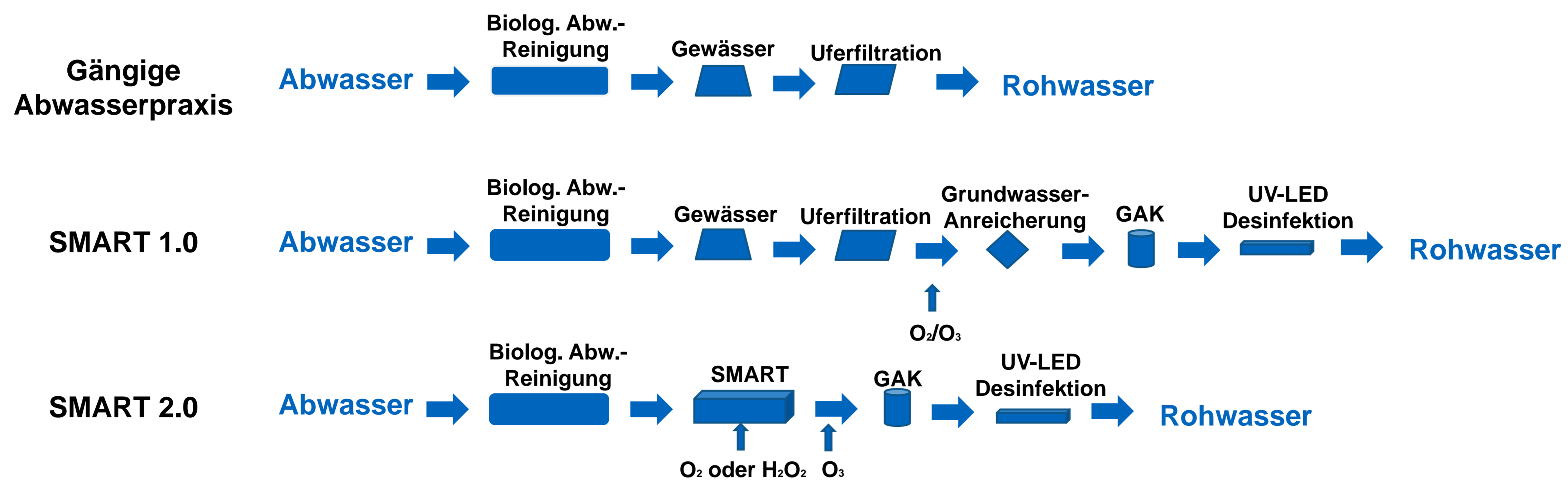


Abb. 1. Innovative Verfahrenskombinationen für eine Wasserwiederverwendung zur Stützung der Trinkwasserversorgung.

Großtechnische Validierung der sequentiellen Grundwasseranreicherung (SMART 1.0)

- Kontrollierte Einstellung oxidischer und oligotropher Betriebsbedingungen in der zweiten Infiltrationsstufe
- Hohe Diversität der mikrobiellen Gemeinschaft
- Effizientere Entfernung von organischen Spurenstoffen

Material und Methoden

2 Messstellen (MS) jeweils mit Saugkerzen und Sauerstoffoptoden in verschiedenen Tiefen (50, 100 und 200 cm) und 4 Grundwassermessstellen: TEG383, TEG384, TEG385, TEG386

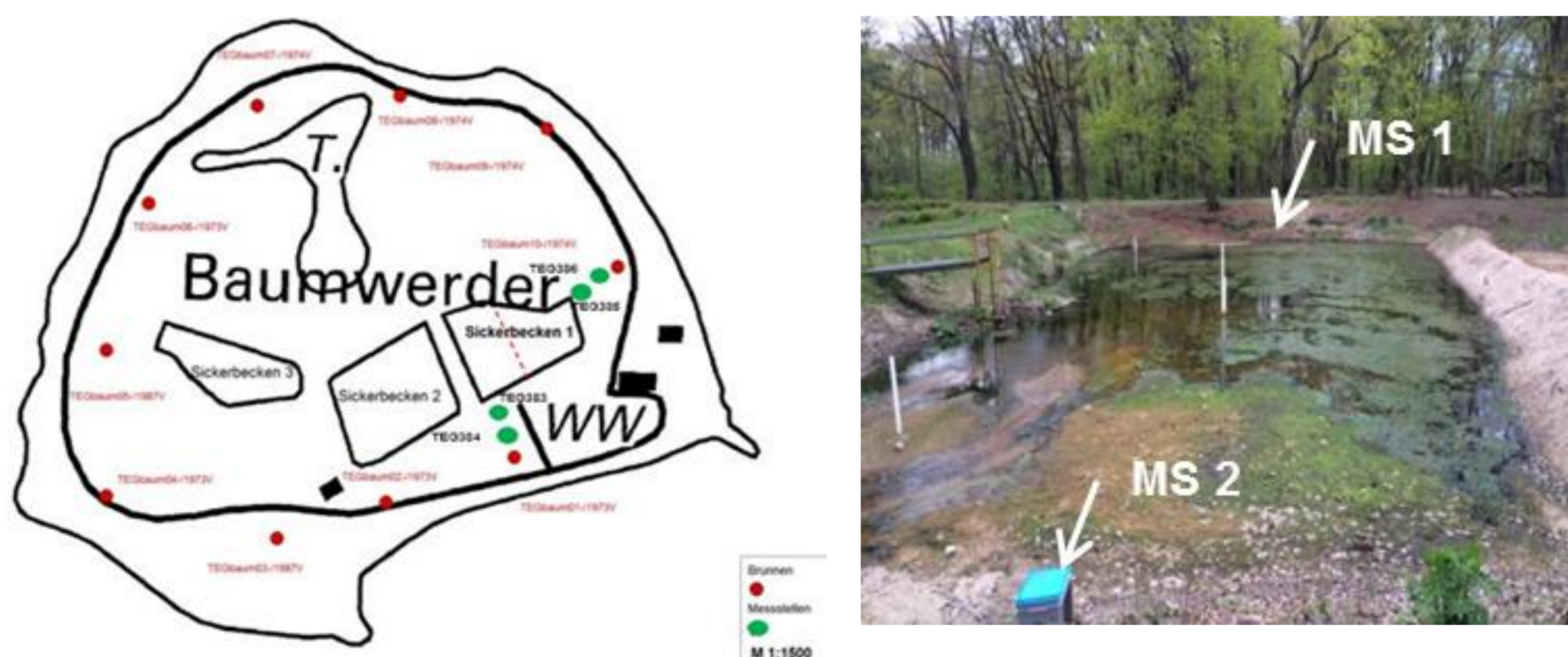


Abb. 2: Links: Lageplan der Insel Baumwerder mit vier Grundwassermessstellen (grün) und zehn Brunnen (rot), Tegel-Berlin; Rechts: Versickerungsbecken 1

Beprobung und Analytik

- Organische Summenparameter: DOC, SAK₂₅₄, 3D Fluoreszenz-spektr
- Organische Spurenstoffe
- Redoxparameter: gelöster Sauerstoff (DO), NO₃⁻-N, NH₄⁺-N, Fe, Mn
- Biofilmpfropfen für molekularbiologische Analysen

Ergebnisse

- Oxische Bedingungen in allen Tiefen (erste 200 cm), in TEG383, TEG384, TEG385 und suboxische Bedingungen in TEG386
- Eisen- und Mangankonzentrationen nach 50 cm unter der Bestimmungsgrenze (c₀(Fe)= 0.4±0.3mg/L; c₀(Mn)= 0.3±0.2 mg/L)
- kohlenstofflimitierte Bedingungen
- Gute Entfernung von Acesulfam, Benzotriazol, Gabapentin und Valsartansäure
- Carbamazepin und Oxipurinol persistent

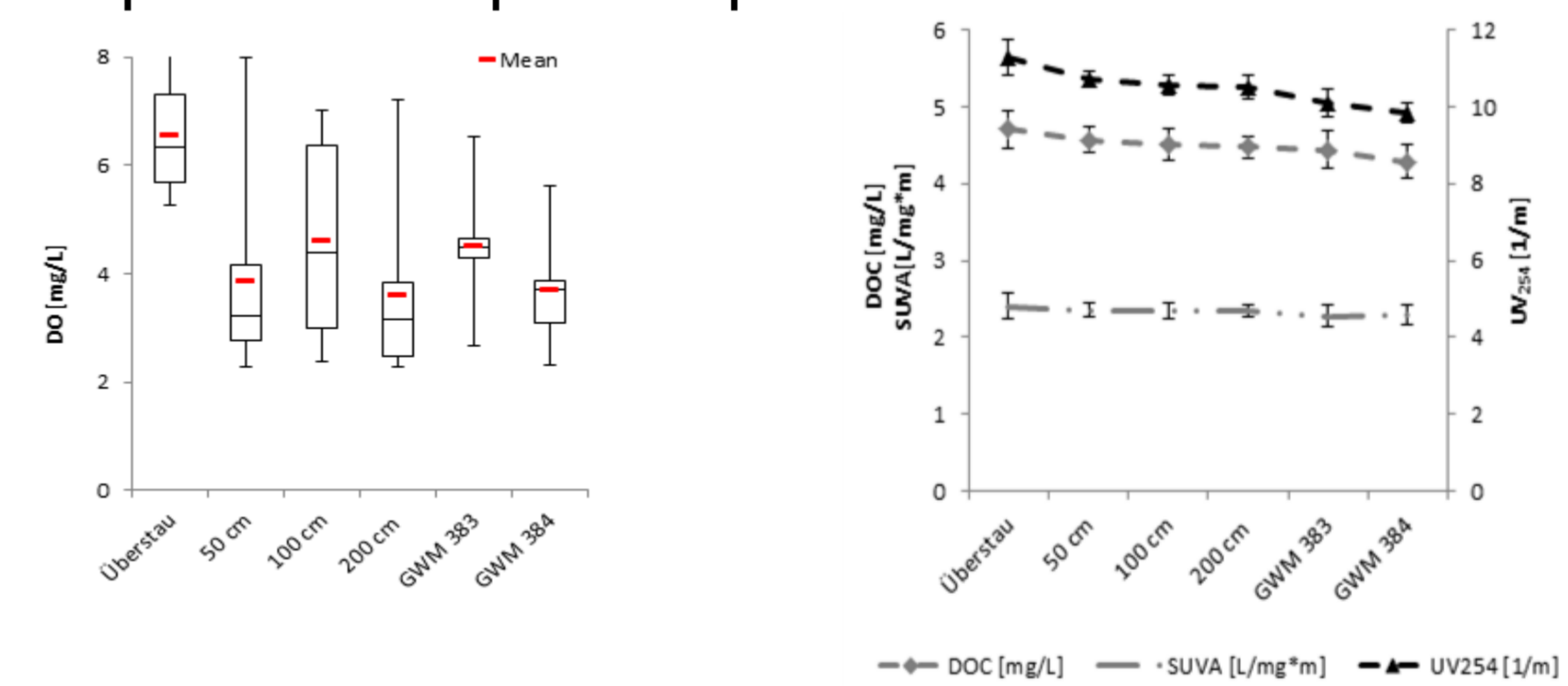


Abb. 3: Sauerstoffkonzentrationen (links) und organische Summenparameter (rechts) im Verlauf der Infiltration auf Baumwerder, Tegel-Berlin.

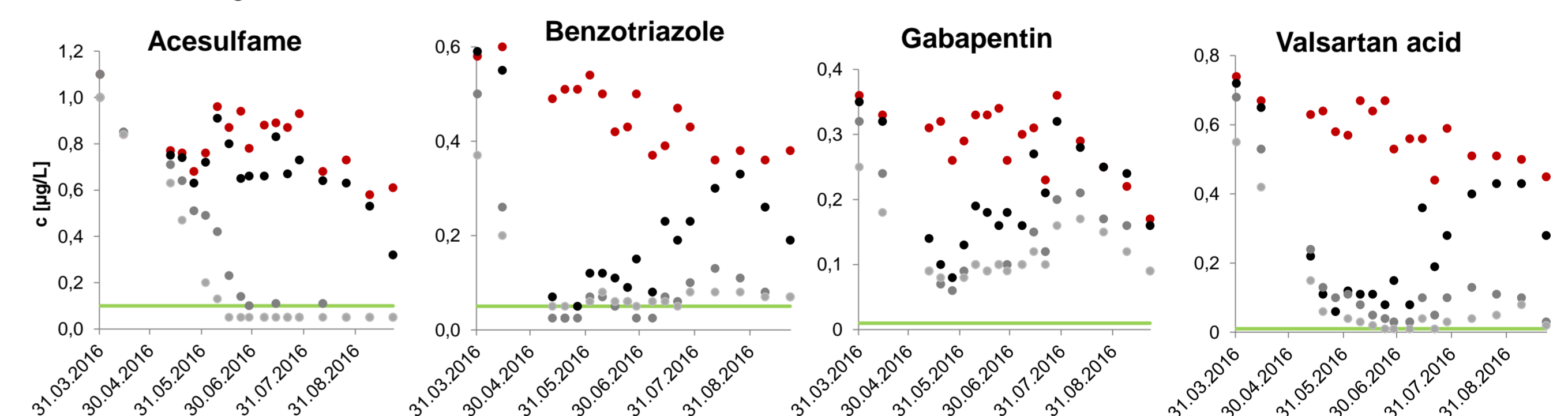


Abb. 4: Entfernung der Spurenstoffe Acesulfam, Benzotriazol, Gabapentin und Valsartansäure

Entwicklung neuer, innovativer Konzepte (SMART 2.0)

Aufbauend auf dem Konzept der sequentiellen Grundwasseranreicherung (SMART 1.0) stehen bei SMART 2.0:

- die weitere Effizienzsteigerung für die Etablierung eines Multi-Barrierensystems,
- die Verkleinerung des physischen Flächenbedarfs,
- die betriebliche Optimierung,
- die Etablierung einer adäquaten Prozessüberwachung sowie
- die Bereitstellung von Handlungsempfehlungen für Planer und Genehmigungsbehörden im Vordergrund.

Die Ergebnisse der halbtechnischen Realisierung an der TUM (siehe Abb. 5) werden in die Realisierung des SMART 2.0 Verfahrens im Demonstrationsmaßstab in Berlin integriert.

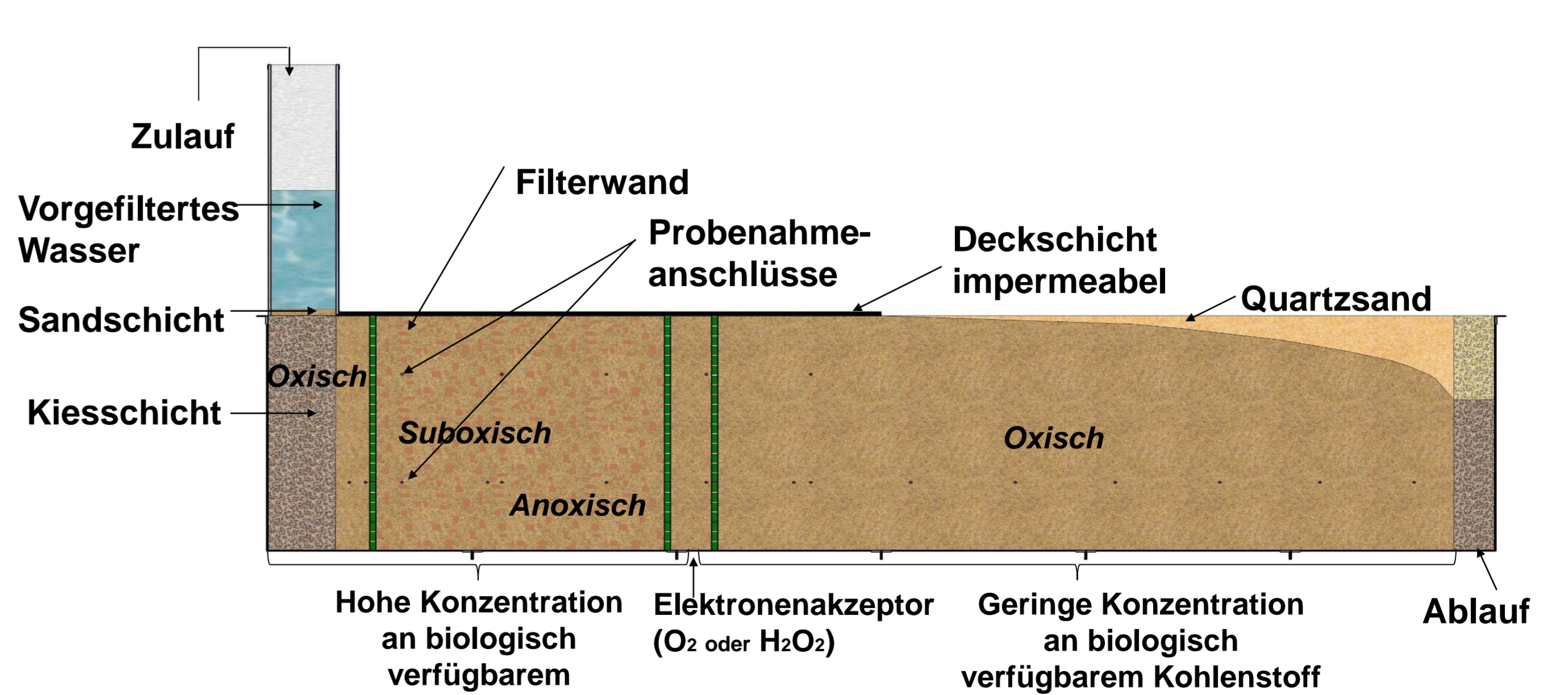


Abb. 5. Planungsmodell der halbtechnischen Versuchsanlage SMART 2.0 an der TUM.

VERBUNDPARTNER

