

Planungsoptionen und Technologien der Wasserwiederverwendung zur Stützung der Trinkwasserversorgung in urbanen Wasserkreisläufen (TrinkWave)

Jörg E. Drewes
Technische Universität München

BMBF WavE Auftaktveranstaltung
DECHEMA, Frankfurt/M., 13.-14. Dezember 2016



Gliederung

- Motivation
- Überblick Gesamtvorhaben
- Projekt Team
- Arbeitspakete und vorläufige Ergebnisse
- Ausblick

Motivation

- Handlungsempfehlungen für den Umgang mit **ungeplanter (*de facto*) Wasserwiederverwendung** und deren Auswirkungen auf die Trinkwasserversorgung

Gängige Praxis

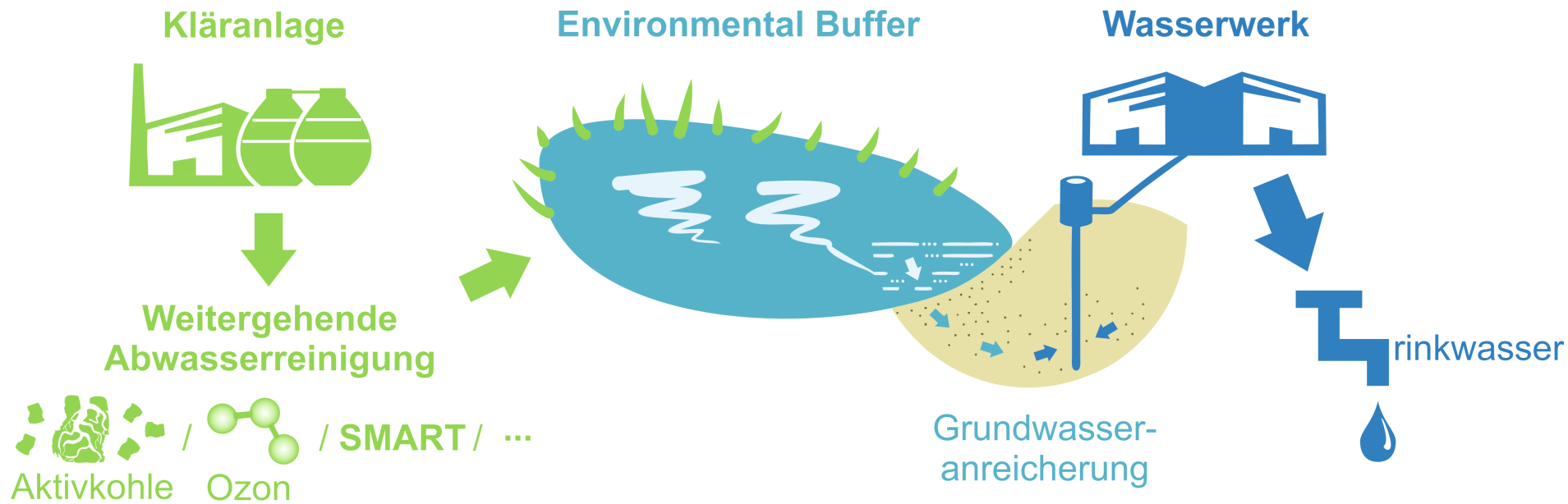


© Berliner Wasserbetriebe/Technische Universität München

Motivation

- Handlungsempfehlungen für die Etablierung einer **geplanter Wasserwiederverwendung** und Schutz der öffentlichen Gesundheit

Geplante Wasserwiederverwendung (Indirect potable reuse)



© Berliner Wasserbetriebe/Technische Universität München



Momentane Entwicklung auf der EU Ebene

- Festlegung von minimalen Qualitätsanforderungen an die Wasserwiederverwendung zur Grundwasseranreicherung (JRC Entwurf Oktober 2016)
- Veröffentlichung geplant für 2017
- Vorbereitung einer *EU Water Reuse Directive*

Development of minimum quality requirements for water reuse in agricultural irrigation and aquifer recharge

Draft V.3.1
October 2016

This document has been established for information purposes only. It has not been adopted or in any way approved by the European Commission.

The European Commission does not guarantee the accuracy of the information provided, nor does it accept responsibility for any use made thereof. Users should therefore take all necessary precautions before using this information, which they use entirely at their own risk.

This document has no formal legal status and in the event of a dispute, ultimate responsibility for the interpretation of the law lies with the Court of Justice.

NOTE
This document is a living document and will be updated to take account of experiences and information from the Member States, from MS competent authorities, and other stakeholders.

TrinkWave Projekt Team

Koordinator:

- Jörg E. Drewes** Technische Universität München (TUM)

Projektpartner:

- Thomas Ternes** Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)
- Martin Jekel** Technische Universität Berlin (TUB)
- Andreas Tiehm** Technologiezentrum Wasser (TZW)
- Gudrun Massmann** Carl-von-Ossietsky Universität Oldenburg (UO)
- Hans-Christoph Selinka** Umweltbundesamt (UBA)
- Regine Szwezyk**
- Franz Bogner** Universität Bayreuth (UBT)

Industriepartner:

- Regina Gnirß** Berliner Wasserbetriebe (BWB)
- Alexander Sperlich**
- Bertram Monninkhoff** DHI-WASY GmbH (DHI)
- Heiko Gerdes** Brandt Gerdes Sitzmann Umweltplanung GmbH (BGS)
- Martin Steger** COPLAN AG
- Andreas Kolch** HYTECON GmbH

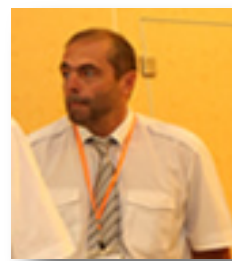
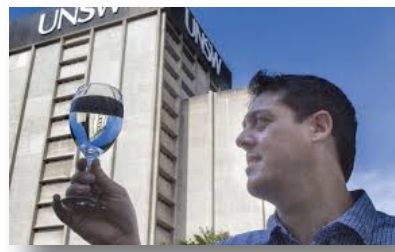


TrinkWave's Internationale Partner

- **Prof. Karl Linden**
University of Colorado-Boulder, USA

- **Prof. Stuart Khan**
University of New South Wales, Australien

- **Prof. Jean-Philippe Croue**
Curtin University, Australien

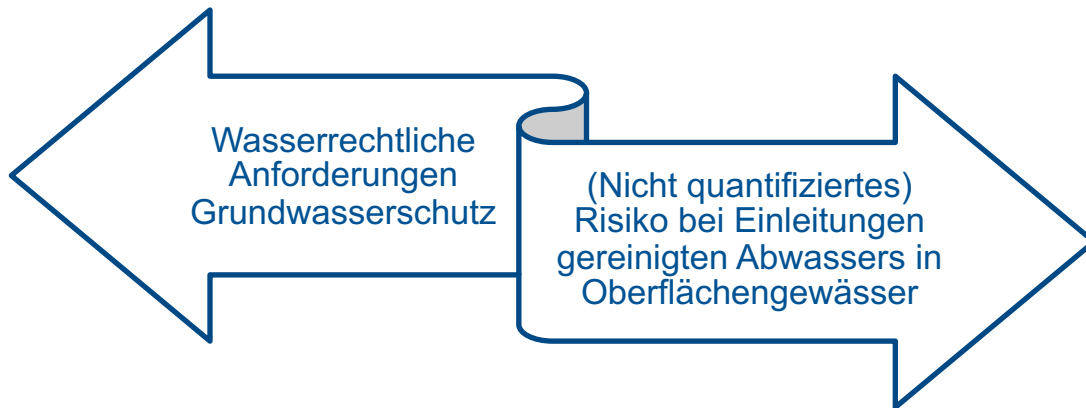


Arbeitspakete

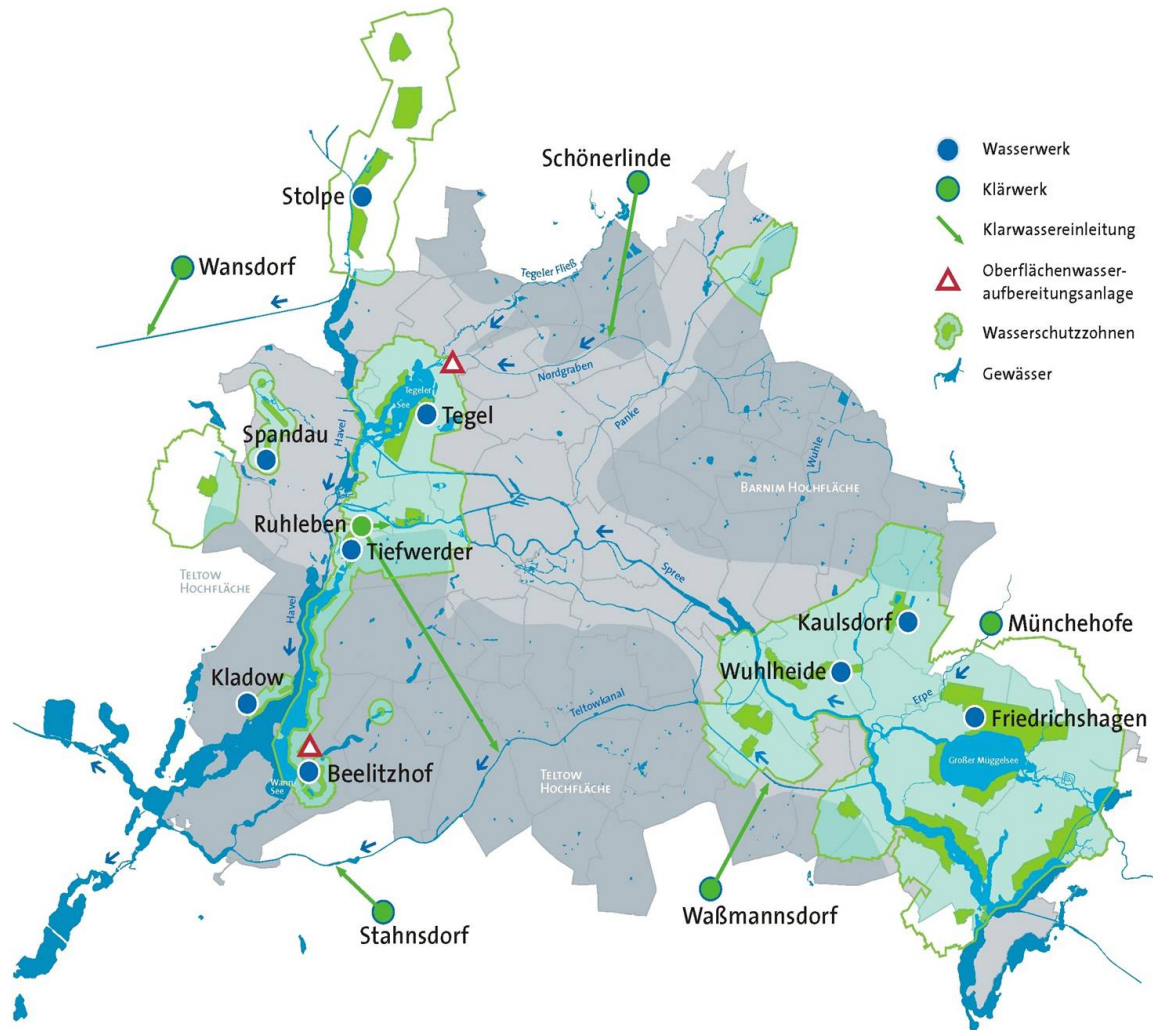
- **AP1: Wasserrechtliche Einordnung** einer Wasserwiederverwendung
 (Leitung: Regina Gnirß, BWB)
- **AP2: Erarbeitung von Kriterien zur Beurteilung der Wasserqualität**
 (Leitung: Thomas Ternes, BfG)
- **AP3: Entwicklung und Validierung neuer Aufbereitungskonzepte** für die Wasserwiederverwendung (Leitung: Jörg Drewes, Uwe Hübner, TU München)
- **AP4: Beurteilung der Zuverlässigkeit und Effizienz** von Aufbereitungsverfahren (Leitung: Martin Jekel, TU Berlin)
- **AP5: Risikokommunikation/Einbindung der Öffentlichkeit**
 (Leitung: Franz Bogner, Uni Bayreuth)
- **AP6: Übertragbarkeit und Technologietransfer**
 (Leitung: Martin Steger, COPLAN)

AP 1: Wasserrechtliche Einordnung

- Multifunktion urbaner Gewässer
 - adäquate Bewirtschaftung und
 - Risikoabschätzung notwendig
- Gezielte Grundwasseranreicherung mit gereinigtem Abwasser steht Verschlechterungsgebot §47 WHG entgegen
- Hohe Anteile gereinigten Abwassers in zur Trinkwasseraufbereitung genutzten Oberflächengewässern stellen aber Herausforderung dar

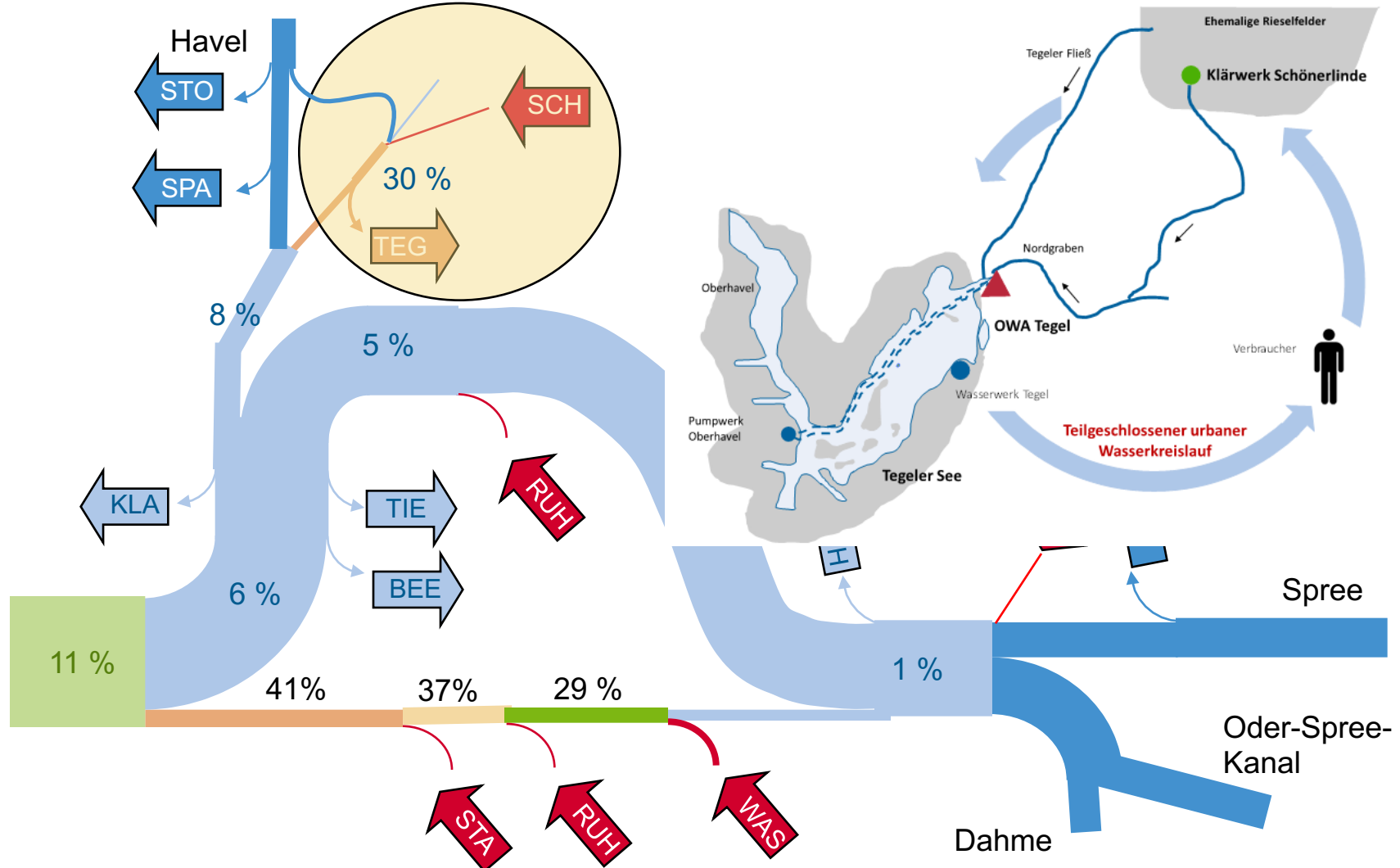


AP 1: Fallbeispiele und Szenarien



© Berliner Wasserbetriebe

Jahresdurchschnitt (2009-2014)



10 m³/s

© Berliner Wasserbetriebe

AP 1: Wasserrechtliche Einordnung

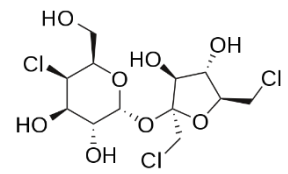
- Stakeholder Workshop *"Dissens zwischen Abwasserpraxis und wasserrechtlichen Anforderungen des Grundwasserschutzes"* am **9./10. Mai 2017** in **Berlin** mit externer Moderation
- Ziele:
 - Ergebnisorientierter Dialog
 - Dokumentation existierender Widersprüche
 - Benennung von Kriterien für problematische Anteile behandelten Abwassers in Rohwässern
 - Handlungsempfehlungen für die Bewertung einer technisch kontrollierten Bodenpassage
- Unterstützung des Dialogs durch Diskussion von Szenarien mit Hilfe von Modellvisualisierungen (AP 1.2)

AP 2: Kriterien zur Beurteilung der Wasserqualität

- Entwicklung eines **multidisziplinären Bewertungssystems** für den Gesundheitsschutz mit speziellem Fokus auf ein adäquates Management der Risiken einer Wasserwiederverwendung zur Trinkwasserstützung

Abwasserbürtige Kontaminanten:

- Pathogene
 - Bakterien, Viren, Protozoen
 - Antibiotika Resistenzen (ARBs/ARGs)
- Spurenstoffe
 - Pharmazeutika
 - Personal care products und Haushaltschemikalien
 - Endokrin wirkende Substanzen
 - Nebenprodukte/Transformationsprodukte



AP 2: Kriterien zur Beurteilung der Wasserqualität

Anorganische Inhaltsstoffe und DOC (TrinkwV; EU DWD): **TUM, TUB, BWB**

Parameter: Chlorid, Sulfat, Nitrit, Nitrat, Bor, Natrium, Metalloide, DOC

Ästhetik (TrinkwV; EU DWD): **TUM, TUB, BWB**

Parameter: Geruch, Geschmack, Farbe

Pathogene (DIN, versch. PCR, Zellkultur): **UBA, TZW, TUM, HYTECON**

Parameter: Viren, Protozoen, Bakterien

Antibiotika-resistente Bakterien und Gene (aufbauend auf RiskWa): **TZW**

Parameter: Resistenzgene, E. coli, phänotypische Resistenz, Virulenzgene;

Organische Spurenstoffe: **TUM, TUB, BWB, BfG**

Parameter: REACH-Chemikalien; Biozide; Pharmaka; hormonell wirkende Verbindungen

Transformationsprodukte, Ausgangsstoffe (aufbauend auf Frame, TransRisk): **BfG**

Parameter: Transformationsprodukte/Ausgangsstoffe, Indizes

Oxidations- und Desinfektionsnebenprodukte (TrinkwV, GOW): **TUM, TZW, BfG, Curtin**

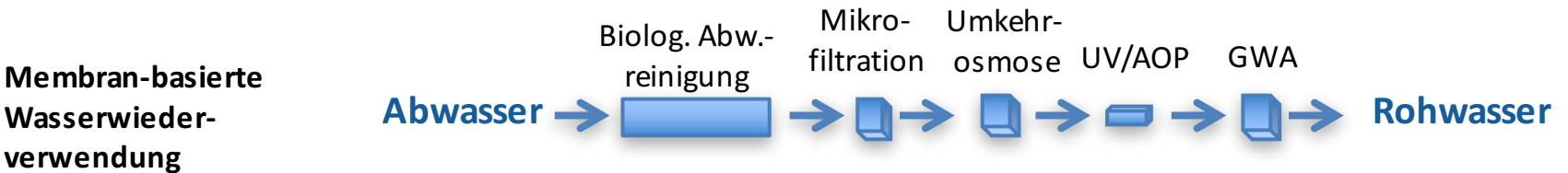
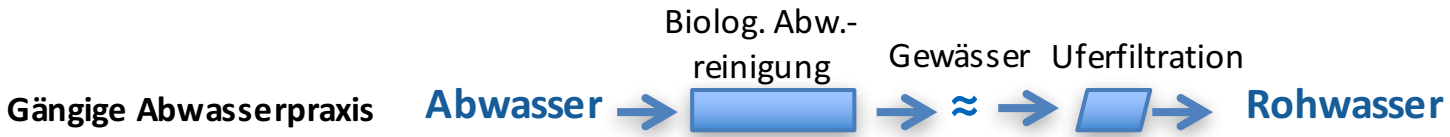
Parameter: NDMA; Bromat; Chlorat; Perchlorat; COFA; N-Oxide etc.

Humantoxizität (TrinkwV, GOW): **UBA**

Parameter: Gentoxizität, Mutagenität, Östrogenität

AP 3: Entwicklung neuer Aufbereitungskonzepte

- Gängige Abwasserpraxis und momentan (weltweit) eingesetzte Verfahren zur Wasserwiederverwendung zur Trinkwasserstützung



Singapur, *Newater*

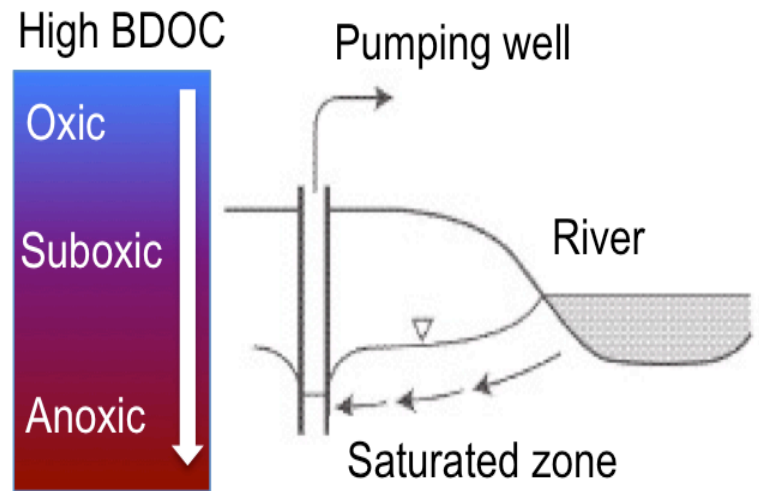


Groundwater Replenishment System, Kalifornien, USA

© Singapore PUB, OCWD

AP 3: Weiterentwicklung alternativer nicht-membranbasierter Aufbereitungsverfahren

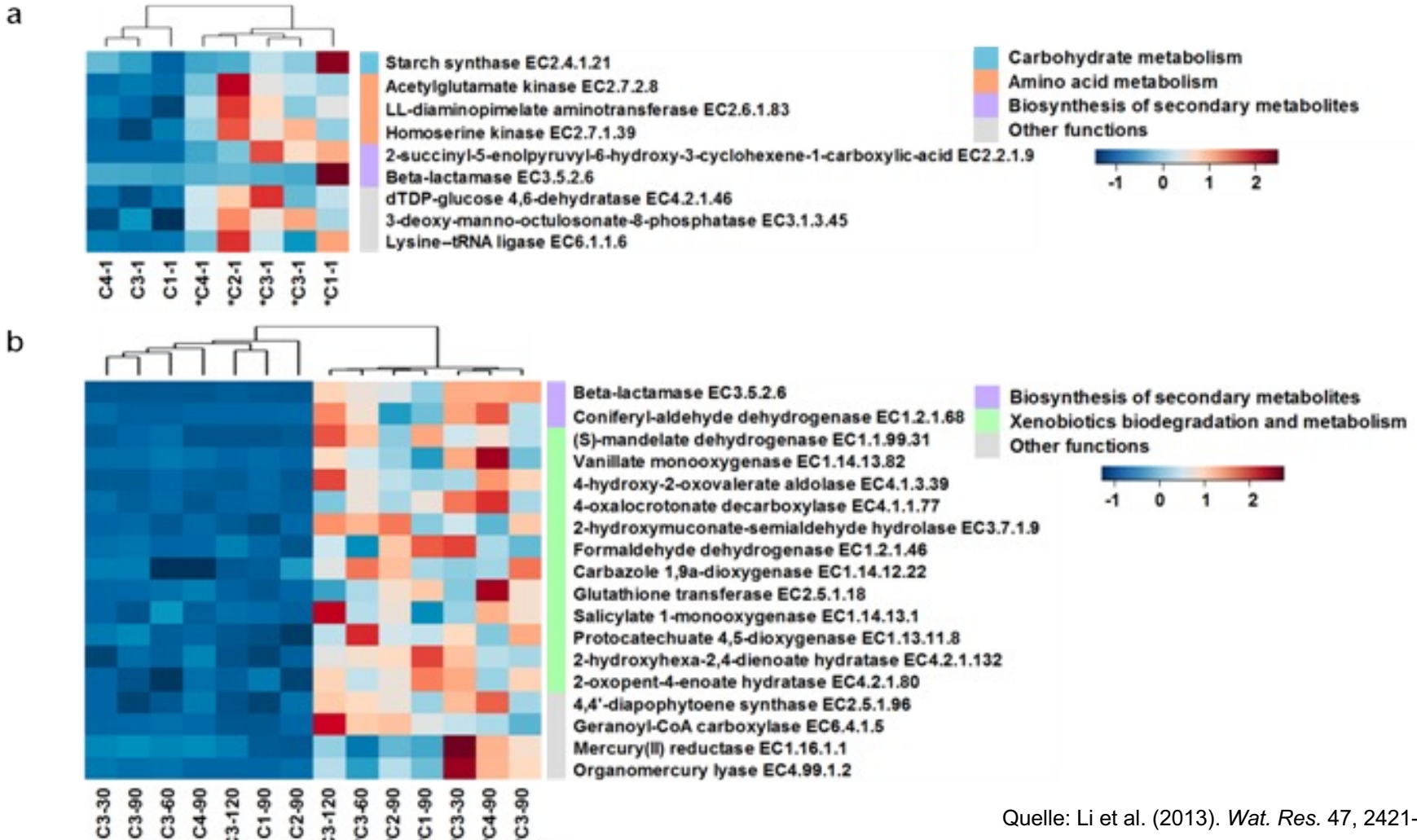
Riverbank filtration → Re-aeration → Aquifer recharge and recovery



“Sequential MAR Technology (SMART)”

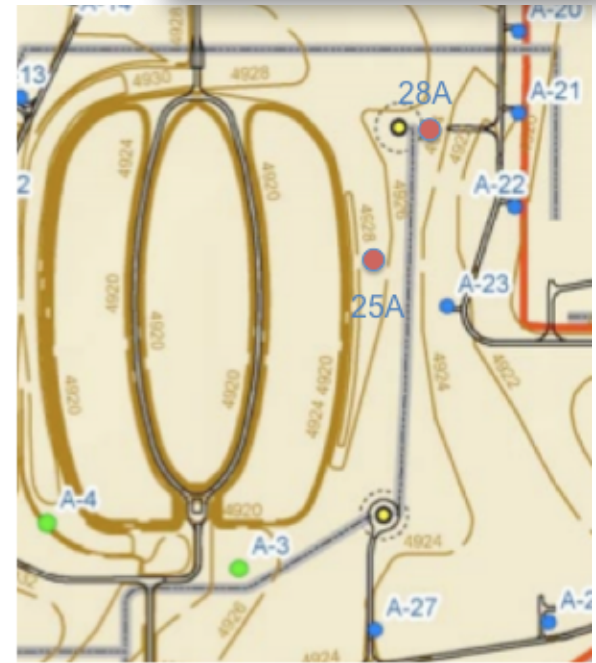
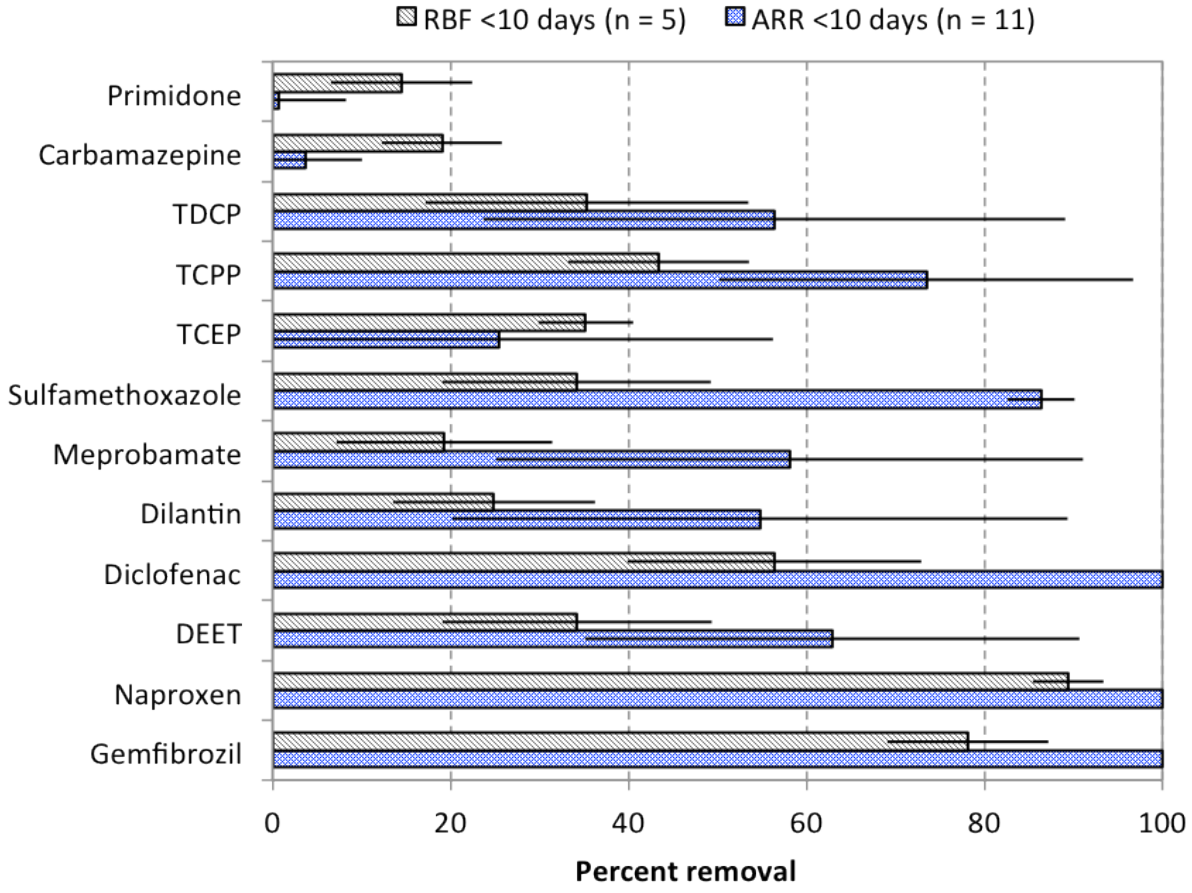
Quelle: Regnery et al. (2016), *Chemosphere* 154, 8-16

Profil repräsentativer KEGG ECs (Metatranscriptom) in Sedimentproben, a. 1-3 cm, b. 30-120 cm



Quelle: Li et al. (2013). *Wat. Res.* 47, 2421-2430

SMART: North Campus Aurora Water, CO, USA

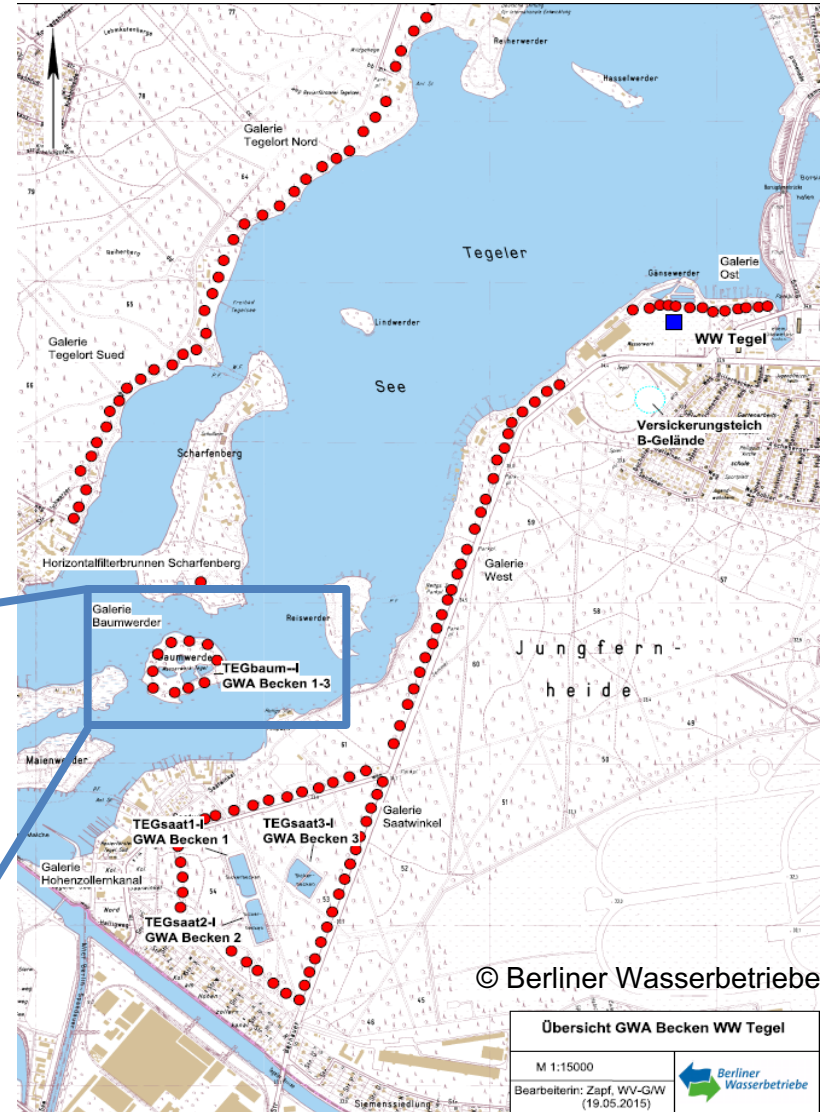
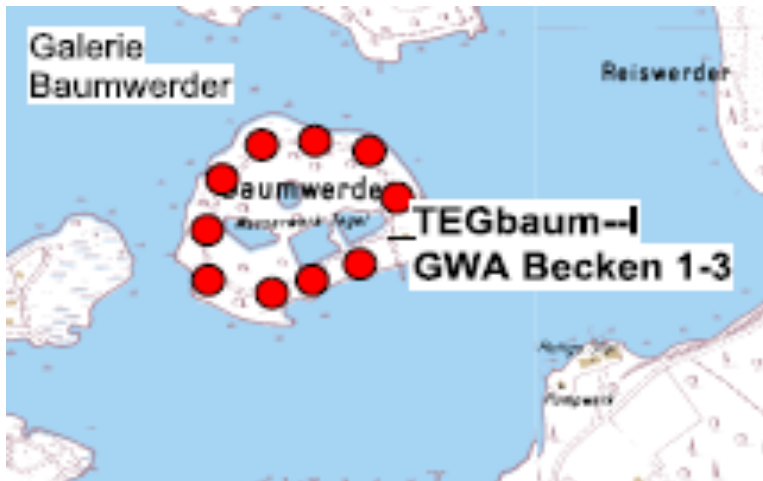


Verweilzeit: < 10 days

Quelle: Regnery et al. (2016), *Chemosphere* 154, 8-16

Untersuchungen des SMART 1.0 Konzeptes in Berlin

Grundwasseranreicherungsanlage Baumwerder, Tegeler See

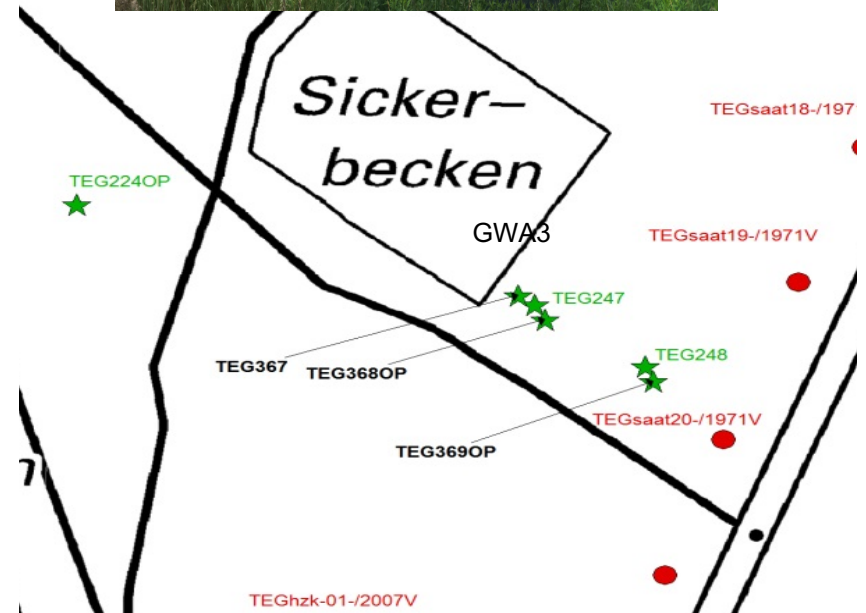
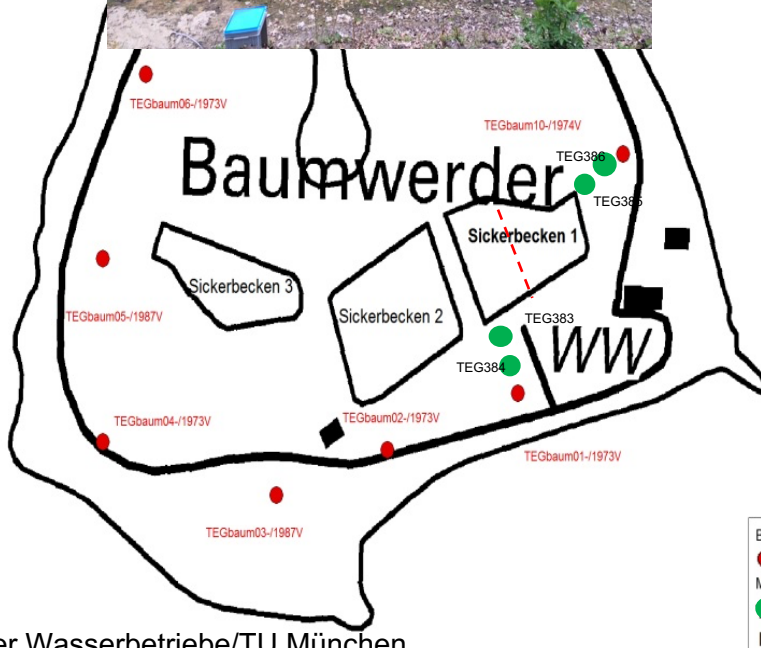


SMART und traditionelle GWA



TEGsaat16

TEGsaat1:

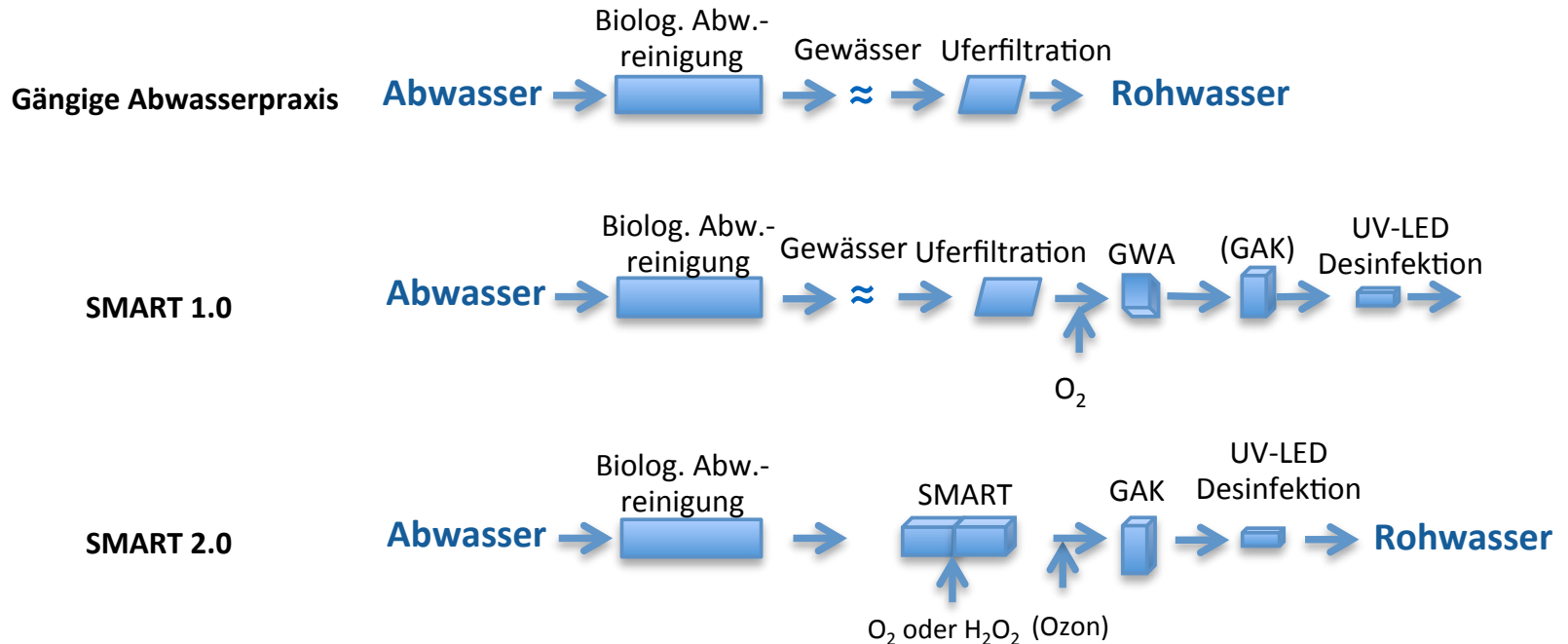


Brunnen
 ●
 Messstellen
 ●
 M 1:1500

© Berliner Wasserbetriebe/TU München

AP 3: Entwicklung neuer Aufbereitungskonzepte

- Weiterentwicklung alternativer Verfahrenskombinationen ohne den Einsatz von Hochdruckmembranen mit Hilfe von naturnahen, aber technisch modifizierten Hybridfiltrationssystemen (Prinzip der Untergrundpassage mit hochreaktiven Zonen) und entsprechender Nachbehandlung



© TU München

AP 4: Beurteilung der Zuverlässigkeit und Effizienz

- Entwicklung von **technischen Richtlinien und Validierungsansätzen für die Bewertung, Optimierung und Überwachung** der Entfernungsleistung existierender und innovativer Multibarrierensysteme für die Wasserwiederverwendung zur Trinkwasserstützung
- Festlegung einheitlicher und transparenter Richtlinien für Standardisierung, Validierung und Überwachung (Indikatorchemikalien)
- Quantitative mikrobiologische und chemische Risikobewertung (HACCP; Water Reuse Safety Plans)
- Neue genetisch-basierte Parameter zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit biologischer Bahandlungsverfahren



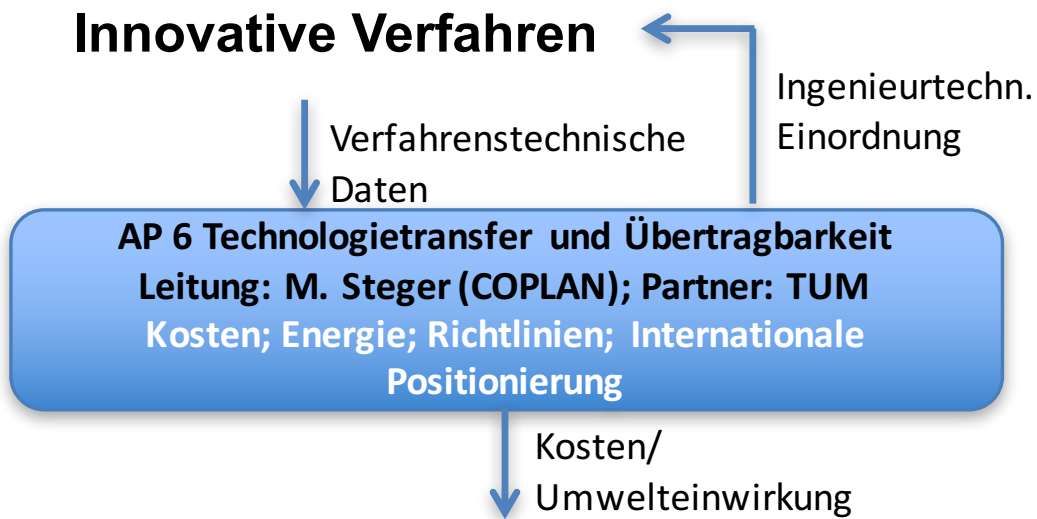
© BMBF

AP 5: Risikokommunikation

- Ausarbeitung von Handlungsempfehlungen und **Entwicklung von Risiko-management- und -kommunikationskonzepten** mit Blick auf die Etablierung einer nachhaltigen Wasserwiederverwendung zur Stützung der Trinkwasserversorgung
- Mangelnde Vertrautheit und ablehnende Einstellung gegenüber dem Konzept der Wasserwiederverwendung für Trinkwasserzwecke
- Begrifflichkeiten/Terminologie: “Abwasserwiederverwendung”
- Branding: “reines Wasser” aus Wasser Recycling

AP 6: Übertragbarkeit/Technologietransfer

- Energetische, ökonomische, ökologische und betriebliche Bewertung für die Realisierung neuer Aufbereitungsverfahren zur Wasserwiederverwendung



- Betriebs- und Anlagensicherheit
- Energetische und ökologische Bewertung
- Ökonomische Bewertung
- Internationaler Technologietransfer

Forschungsschwerpunkte und Ausblick

- Aufzeigen des gegenwärtigen wasserrechtlichen Konfliktes und daraus abgeleitete Handlungsempfehlungen für den **Umgang mit ungeplanter und geplanter Wasserwiederverwendung** und deren Auswirkungen auf die Trinkwasserversorgung,
- Entwicklung eines **multidisziplinären Bewertungssystems** für den Gesundheitsschutz mit speziellem Fokus auf ein adäquates Risikomanagement,
- Weiterentwicklung **alternativer Verfahrenskombinationen** mit Hilfe von naturnahen, aber technisch modifizierten Hybridfiltrationssystemen, um deren Leistungsfähigkeit erheblich zu verbessern,
- Entwicklung von **technischen Richtlinien und Validierungsansätzen** für die Bewertung, Optimierung und Überwachung der Entfernungsleistung existierender und innovativer Multibarrierensysteme,
- Entwicklung neuer **chemischer und genetischer Leitparameter**, basierend auf einem verbesserten Verständnis des mikrobiellen Abbaus neuartiger Schadstoffe, sowie die
- Ausarbeitung von **Handlungsempfehlungen und Entwicklung von Risikomanagement- und –kommunikationskonzepten** mit Blick auf die Etablierung einer nachhaltigen Wasserwiederverwendung zur Stützung der Trinkwasserversorgung.

Das TrinkWave Team

TrinkWave - Wasserwiederverwendung zur Trinkwasserstützung
 Wasserforschung
 Technische Universität München



- Startseite**
- Arbeitspakete
- Publikationen
- Partner
- Login

Startseite

Willkommen bei TrinkWave



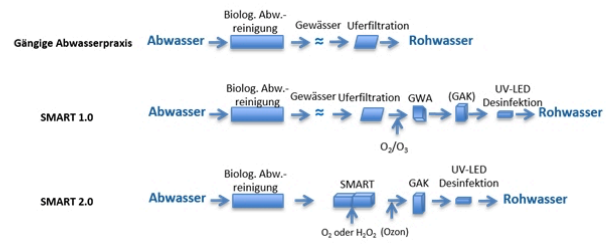
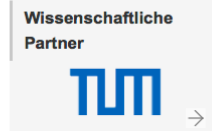
Ein Verbundvorhaben des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Das vom BMBF geförderte 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.



Projektteilnehmer TrinkWave: Kickoff-Meeting 2016

TrinkWave
Projektleitung/-koordinierung
 Prof. Dr.-Ing. Jörg E. Drewes
 Technische Universität München
 Am Coulombwall 3
 85748 Garching
Anfahrt & Pläne
 Telefon: +49.89.289.13701
 Telefax: +49.89.289.13718
[Wasserforschung an der TUM](#)



www.trinkwave.de