

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

WavE

Wassertechnologien: Wiederverwendung

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

FlexTreat



Flexible und zuverlässige Konzepte
für eine nachhaltige Wasserwiederverwendung
in der Landwirtschaft

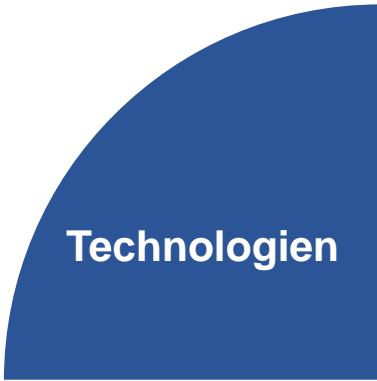
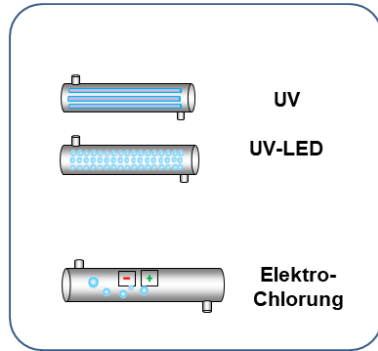
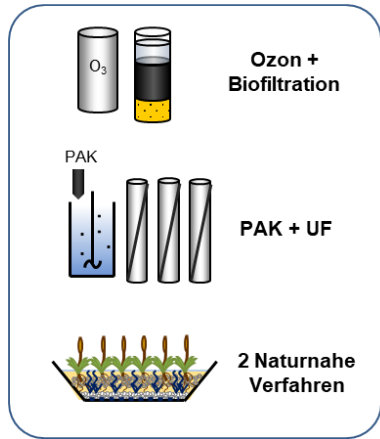
Dr. Ulf Miehe, Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH

Prof. Thomas Wintgens, ISA RWTH Aachen

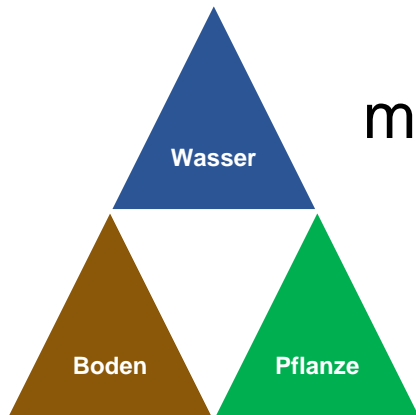
Wasserwiederverwendung für landwirtschaftliche und urbane Zwecke in Deutschland –
Ergebnisse der BMBF-Fördermaßnahme WavE; Webinar 31.03.2025



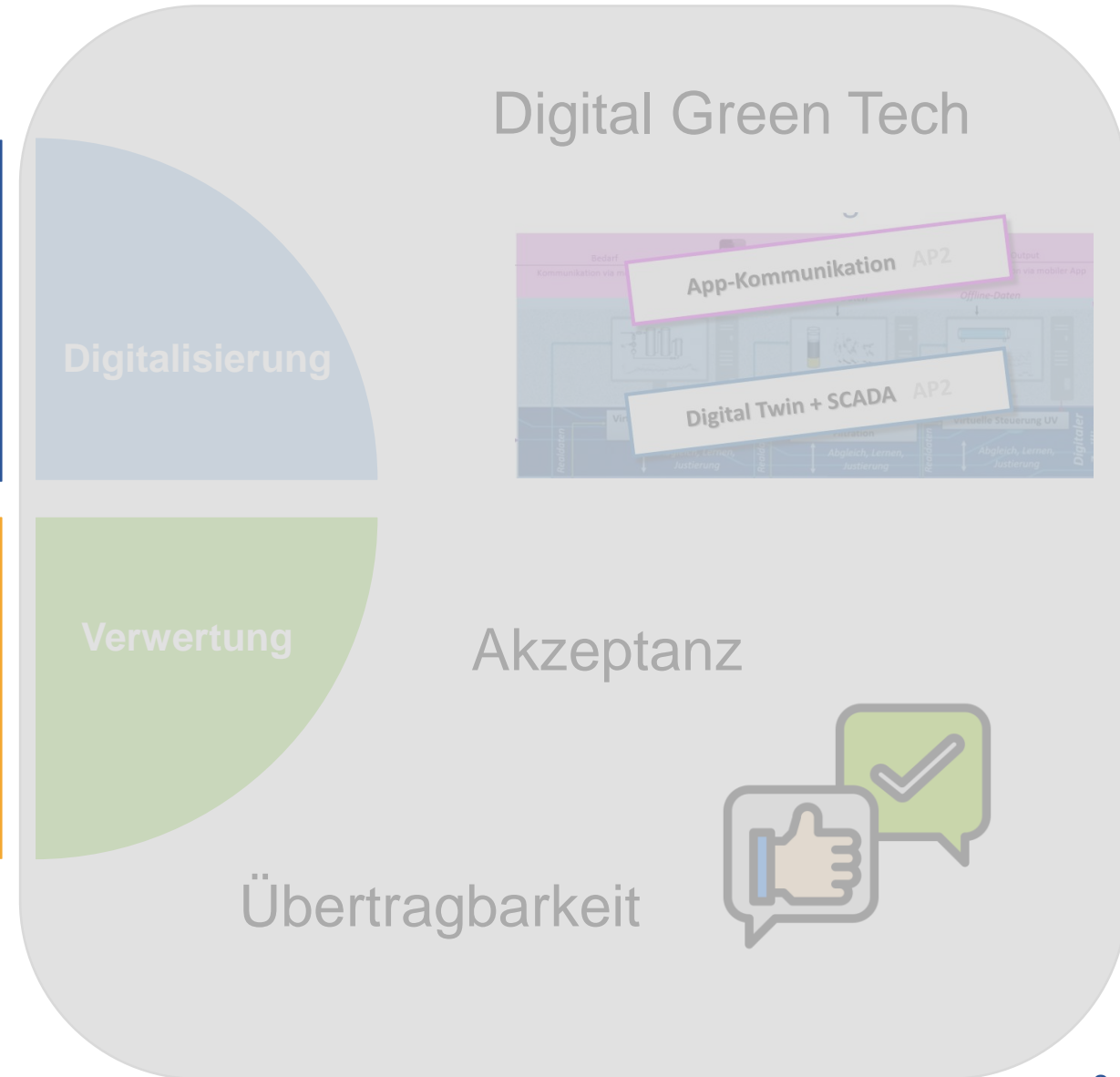
Demonstration von Kombinationsverfahren

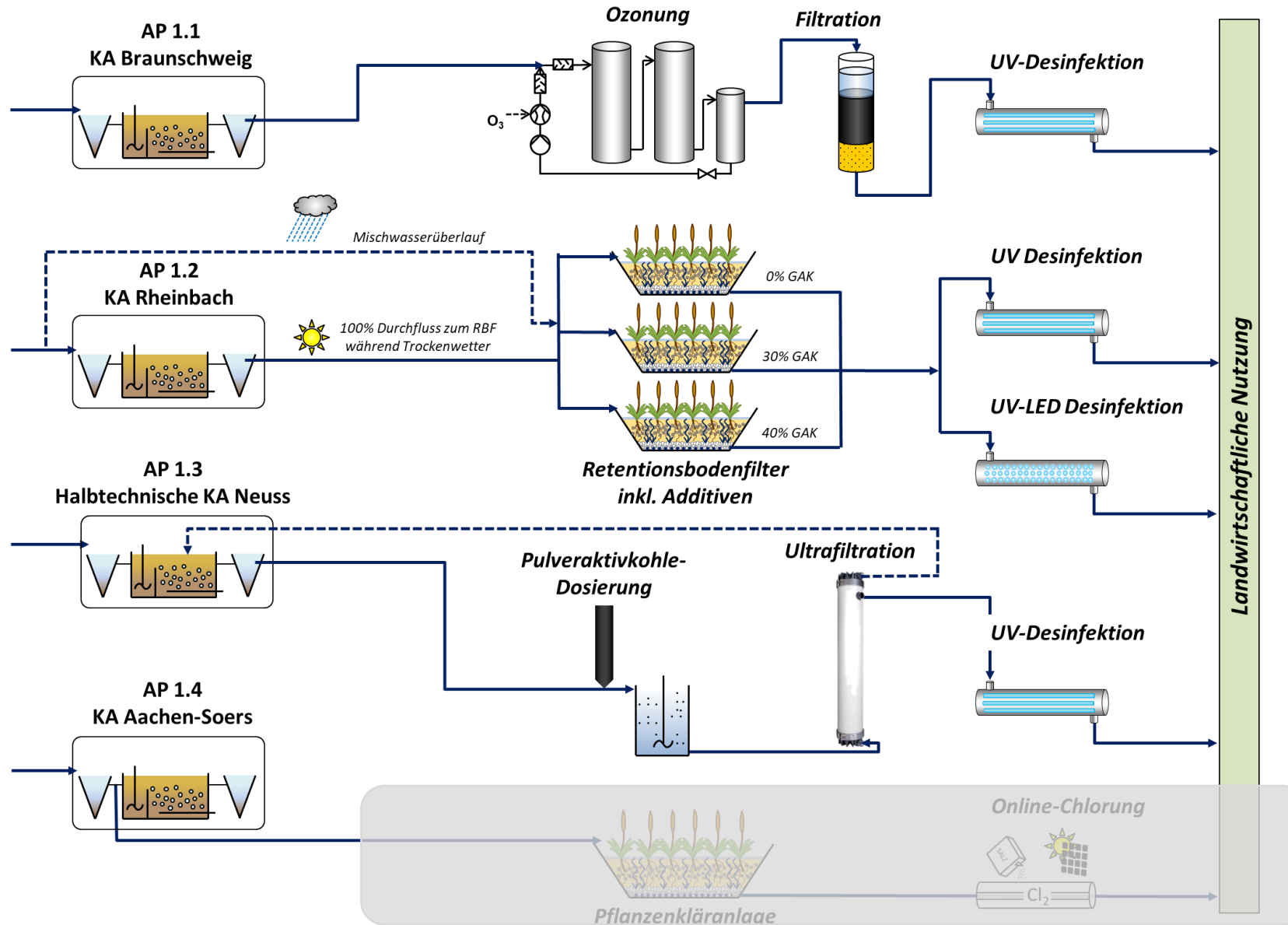


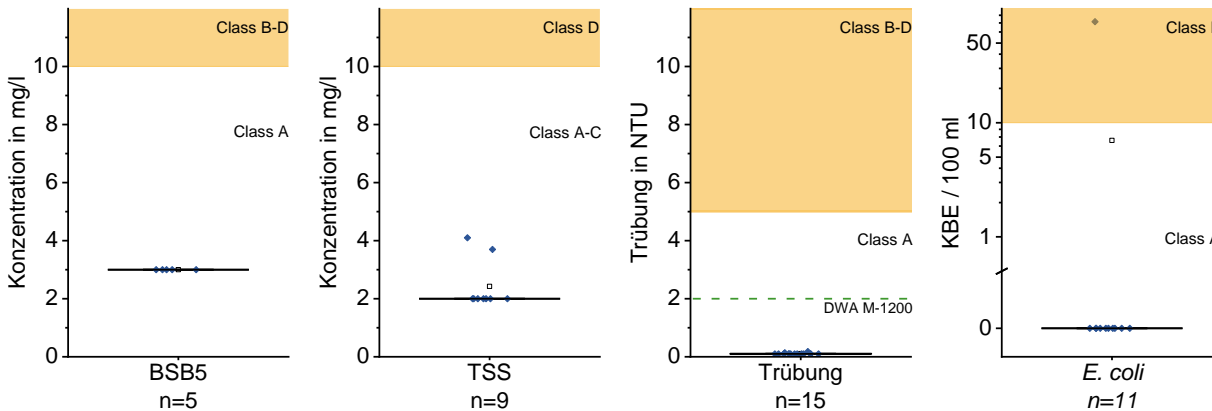
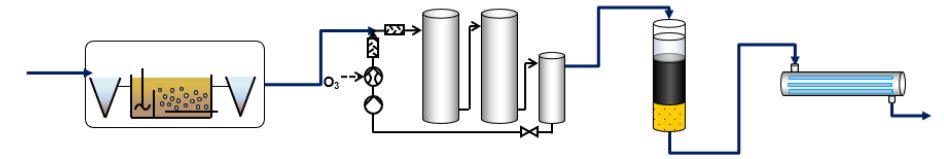
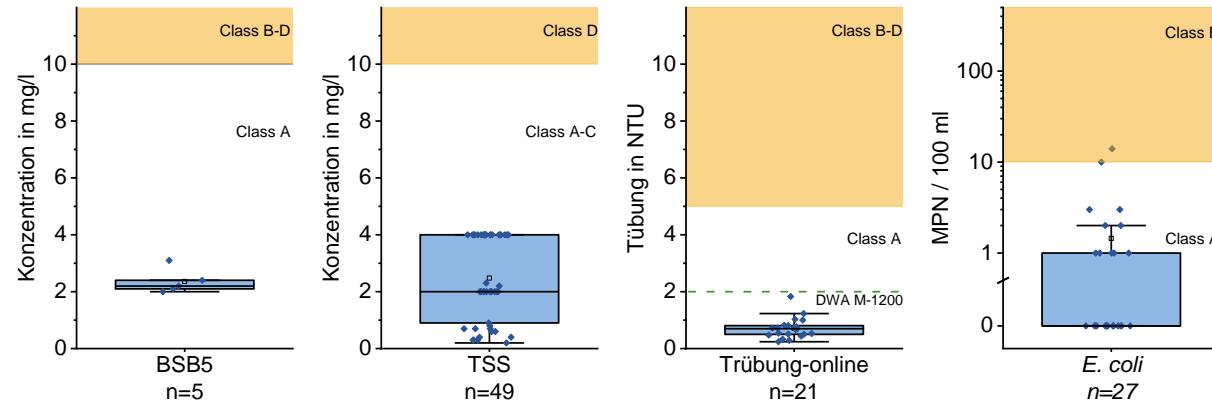
Stoffliche und mikrobiologische Risiken



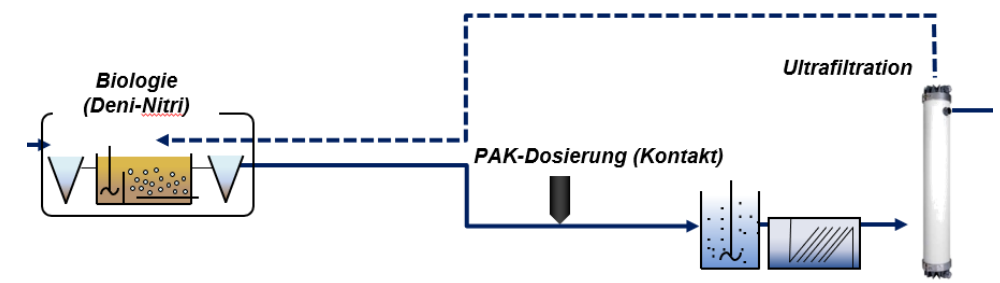
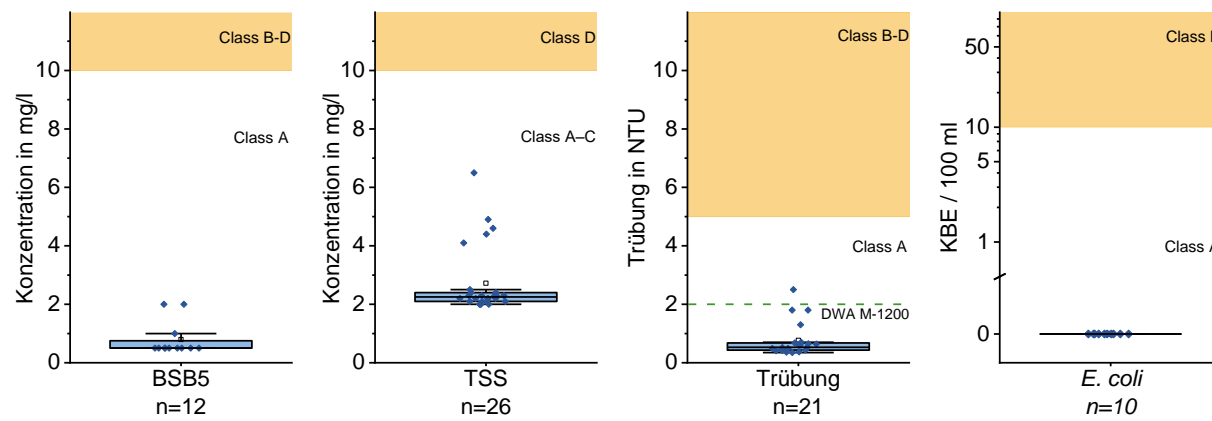
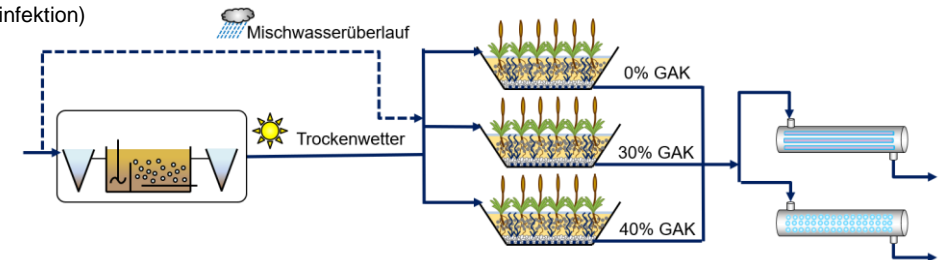
Integrierte Bewertung







(Konventionelle UV-Desinfektion)



Spurenstoffelimination

80% nach KARL ✓

Synergieeffekte

Spurenstoffelimination
&
Desinfektion



Wasserwiederverwendung

Class A (EU VO 2020/741)

Überwachungsparameter ✓

Validierung ?



Online Überwachung

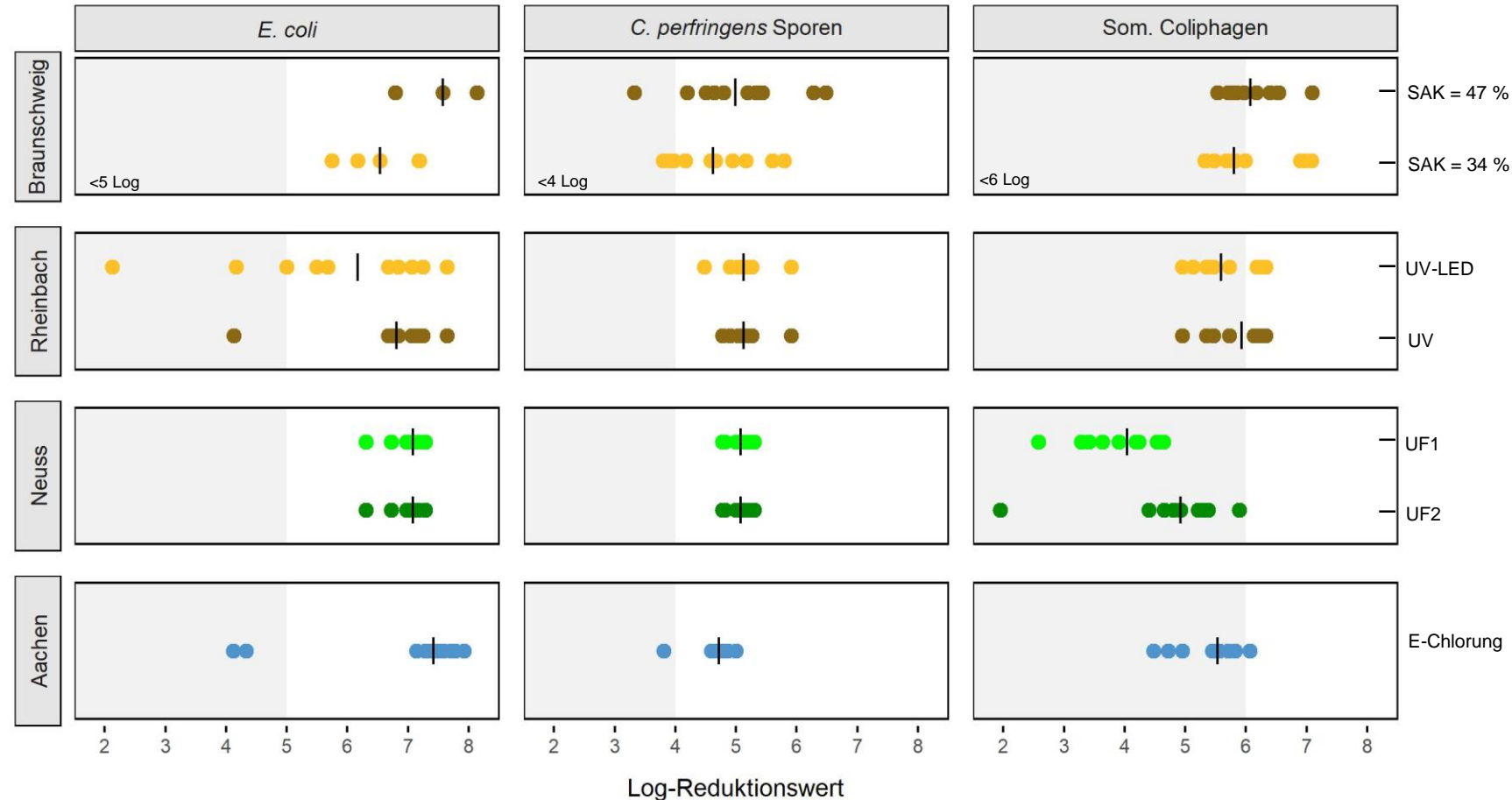
zur gesicherten Einhaltung der
Qualitätsanforderungen

<i>E. coli</i>	
DIN EN ISO 9308-1:2017	+*
DIN EN ISO 9308-2:2014	+
DIN EN ISO 9308-3:1999	0**
Gesamtcoliphagen/F-spezifische Coliphagen/somatische Coliphagen	
DIN ISO 10705-1:2001	+
DIN ISO 10705-2:2002	+
<i>Clostridium perfringens</i> Spores/Sporen bildende Sulfatred. Bakterien	
DIN ISO 141189:2016	+***

* nicht für Rohabwasser geeignet

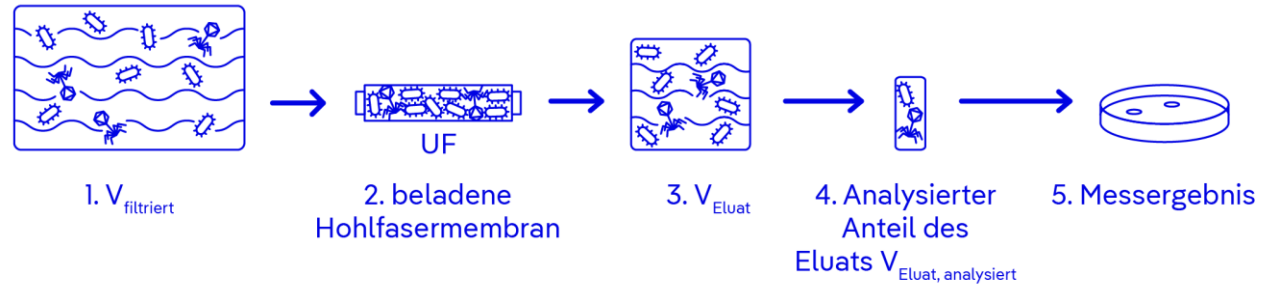
** Nachweisgrenze 15 MPN/100 ml

*** Hinweis auf Sporen ist erforderlich

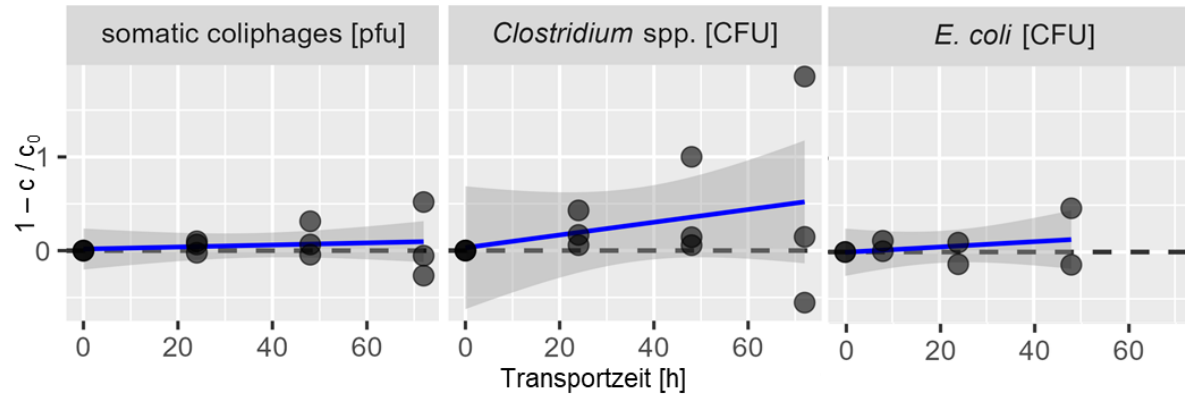


Ziel erfüllt? (> 90 % der LRV über Mindestwert)

Relevant für Coliphagen: Analytisch nachweisbare Log-Reduzierung ist abhängig von der Zulaufkonzentration.



Anreicherung von 15-25L Probenvolumen zur quantitativen Validierung der Phagenreduktion notwendig!



Zur Validierung werden 24h-Mischproben empfohlen. Stabilität der Messergebnisse über längere Zeiträume nachgewiesen!

Validierungsleitfaden



Flexible und zuverlässige Konzepte für eine nachhaltige Wasserwiederverwendung in der Landwirtschaft (*FlexTreat*)

Validierungsleitfaden für die uneingeschränkte Bewässerung

Wolfgang Seis¹, Nicole Zacharias², Benedikt Aumeier³, Lia Freier², Michael Stapf¹, Ulf Miehe¹, Thomas Wintgens⁴

¹ Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH, Grunewaldstr. 61-62, 10825 Berlin

² Institut für Hygiene und öffentliche Gesundheit, Universitätsklinikum Bonn, 53127 Bonn, Deutschland

³ Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft, Technische Universität München, Am Coulombwall 3, 85748 Garching

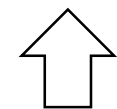
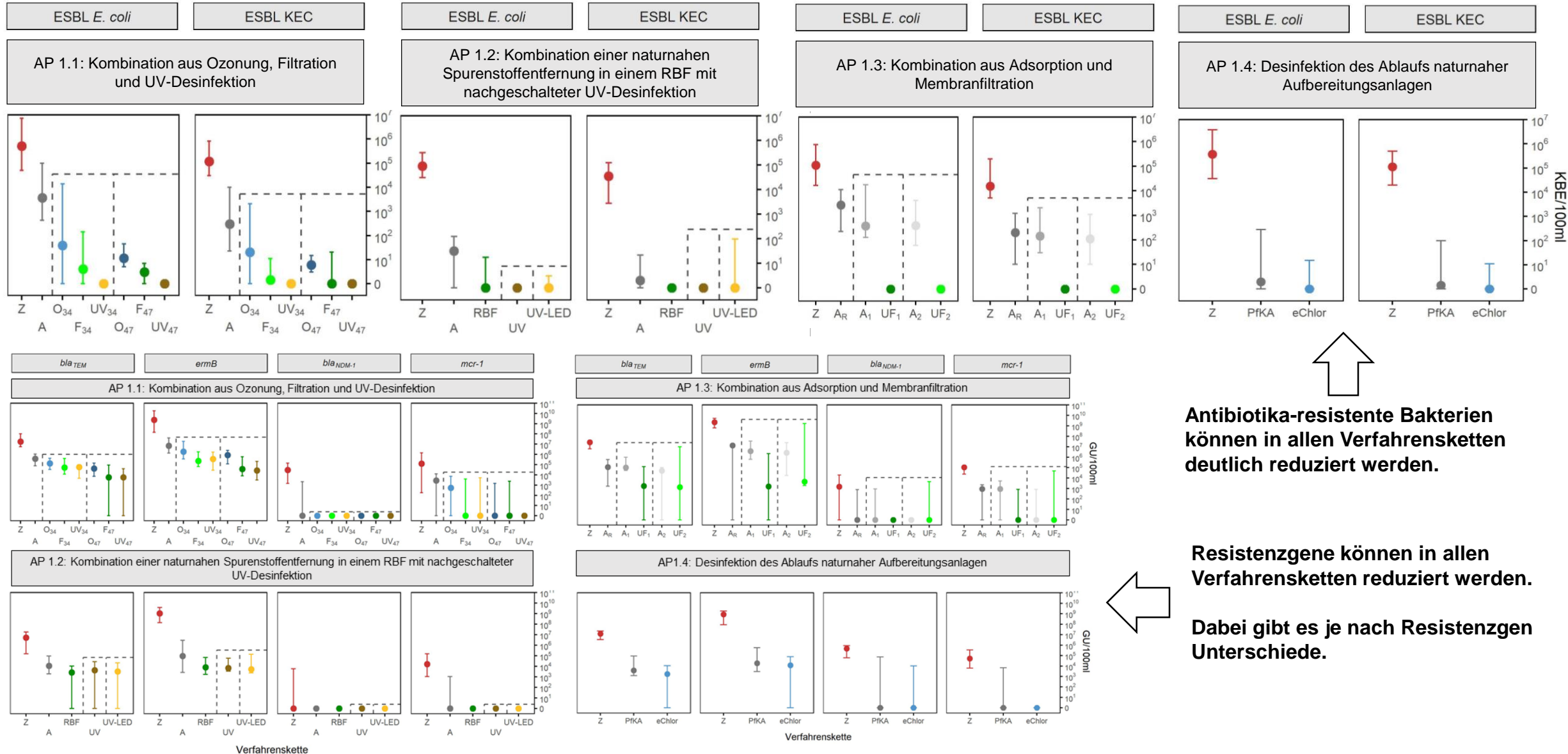
⁴ Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft und Wassergütewirtschaft und Institut für Siedlungswasserwirtschaft

Inhalt (67 Seiten)

1. Einleitung und gesetzlicher Hintergrund
2. Auswahl der Validierungsparameter
3. Versuchsdurchführung
4. Datenauswertung
5. Anwendungsbeispiel
6. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

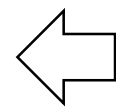


QR Code zum Validierungsleitfaden



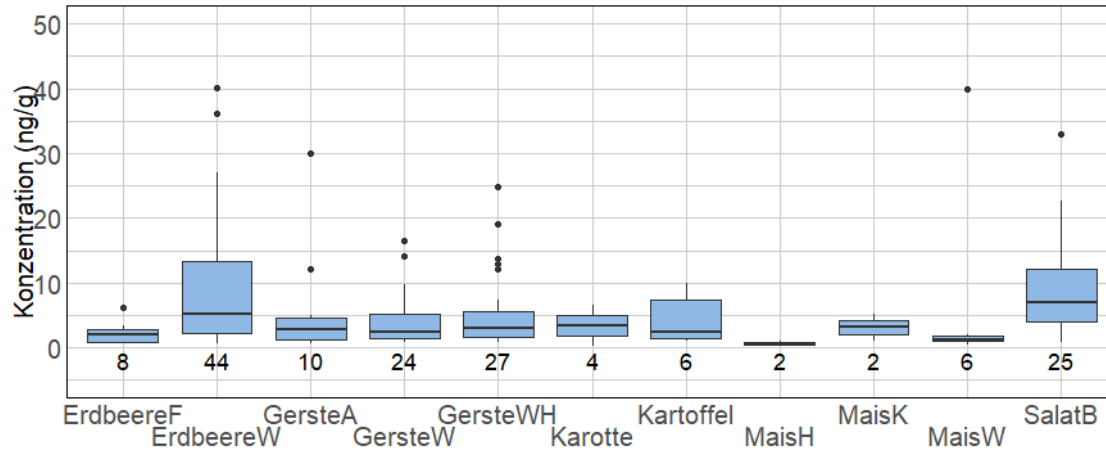
Antibiotika-resistente Bakterien können in allen Verfahrensketten deutlich reduziert werden.

Resistenzgene können in allen Verfahrensketten reduziert werden.

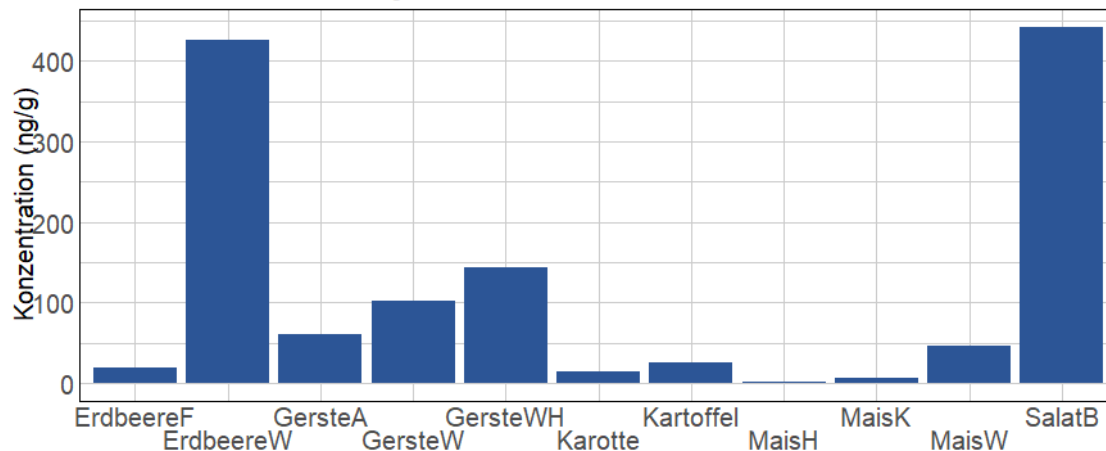


Dabei gibt es je nach Resistenzgen Unterschiede.

Konzentrationen der Substanzen je Matrix

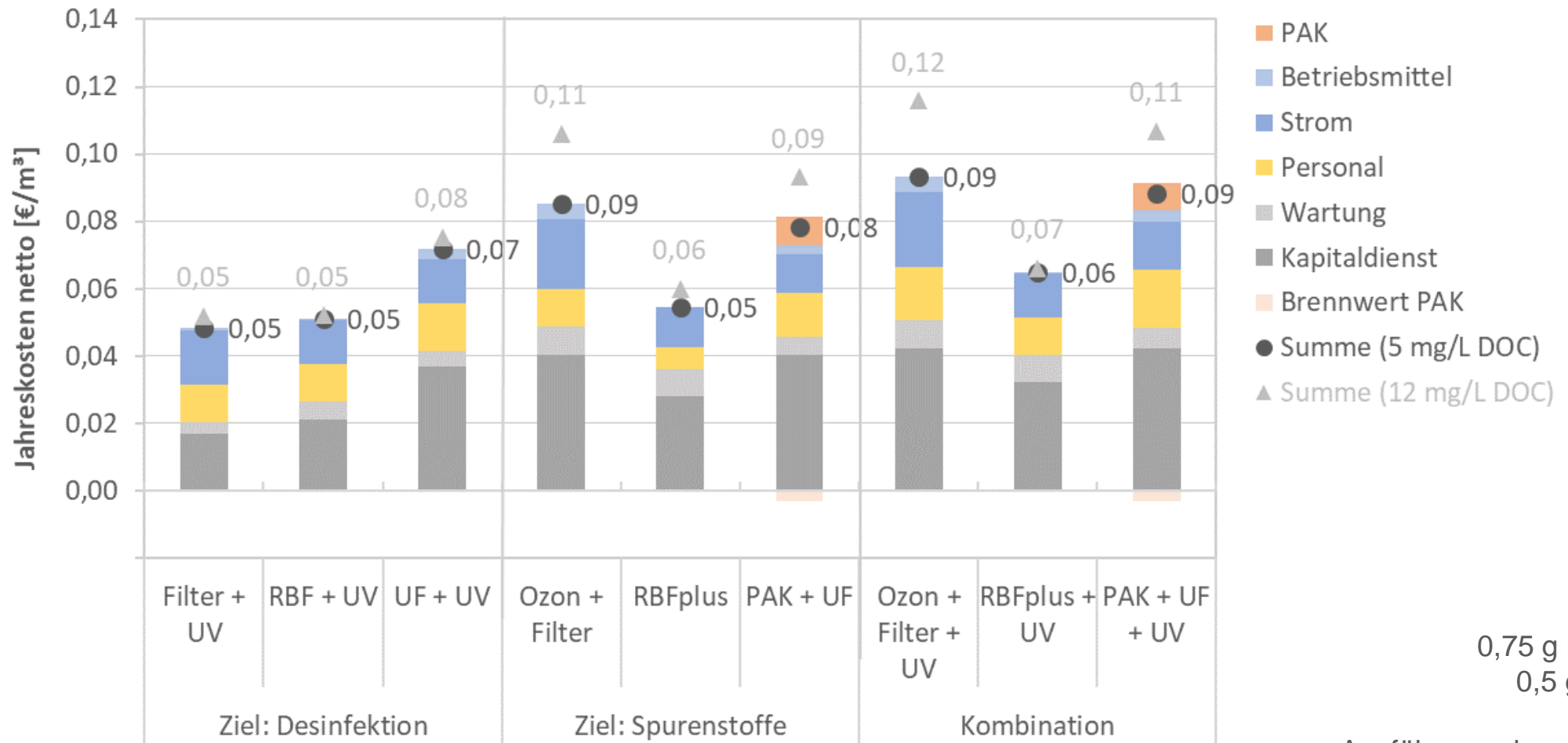


Gesamtkonzentration je Matrix



Allgemein erwiesen sich die detektierten Konzentrationen als sehr gering, vor allem in den zum Verzehr geeigneten Pflanzen-Kompartimenten.

Weitere Studien in realen Anwendungsfällen notwendig, um genauere Aussagen treffen zu können. Risikobasierte Bewertung erforderlich um mögliche Auswirkungen auf den Menschen zu klären.



Dosis:
0,75 g PAK/g DOC
0,5 g O₃/g DOC

Ausführung ohne Redundanz

+ 8-16 €-ct/m³ für Verteilnetz zur Landwirtschaft!

Aufbereitungsleistung der untersuchten Verfahren:

- Alle drei Verfahrensketten sind geeignet die Anforderungen für das reguläre Monitoring (BSB, AFS, Trübung, E.Coli) zu erfüllen
- Kombination von erprobter Verfahrenstechnik
- Die 4. Reinigungsstufe führt zu einer breiten Reduzierung von Spurenstoffen (stoffspezifisch!), KARL-Ziel von 80 % mit allen drei Verfahren erreicht

Mikrobielle und stoffliche Risiken:

- Alle Verfahrensketten verringern das mikrobielle Risiko deutlich
- Prozessvalidierung ist kein Selbstläufer; Komplexität abhängig von nationalen Anforderungen
 - Zulaufkonzentrationen vor Validierung prüfen
 - Orientierungshilfe: FlexTreat-Leitfaden
- Aufbereitungsketten verringern ARBs und ARGs
- Auch nach einer Ozonung sind Spurenstoffe in sehr geringen Konzentration in Pflanzen nachweisbar

Bewertung:

- Synergien aus Spurenstoffentfernung und Wasserwiederverwendung nutzbar (geringe Mehrkosten)
- Hemmend: Kosten für Verteilnetz zur Landwirtschaft

Danksagungen



Vielen Dank für Förderung und Begleitung des Projektes!
(FKZ: 02WV1561)

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

FONA
Forschung für Nachhaltigkeit

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung
Wave
Wassertechnologien: Wiederverwendung



PTKA
Projektträger Karlsruhe
Karlsruher Institut für Technologie



DECHEMA

Fähigkeit von Mikroorganismen, sich in einer Umgebung zu vermehren, nachdem ihre Anzahl zuvor reduziert oder gehemmt wurde

