



Online-Seminar: **Wasserwiederverwendung** – Rückblick 2025 & Ausblick

Spurenstoffentfernung als Ausgangspunkt
für eine sichere Wasserwiederverwendung

Michael Stapf

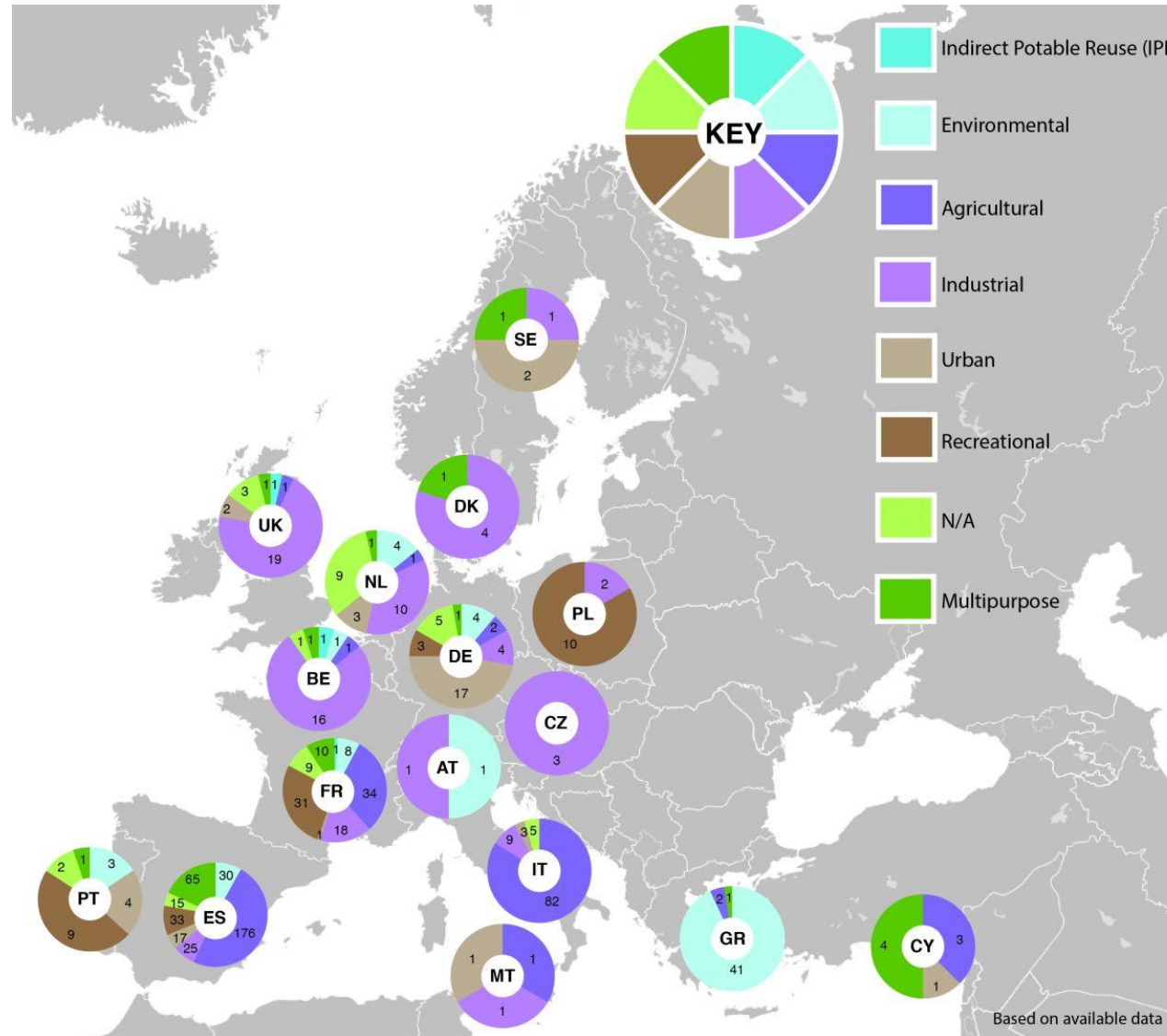
10.12.2025

KWB

Übersicht

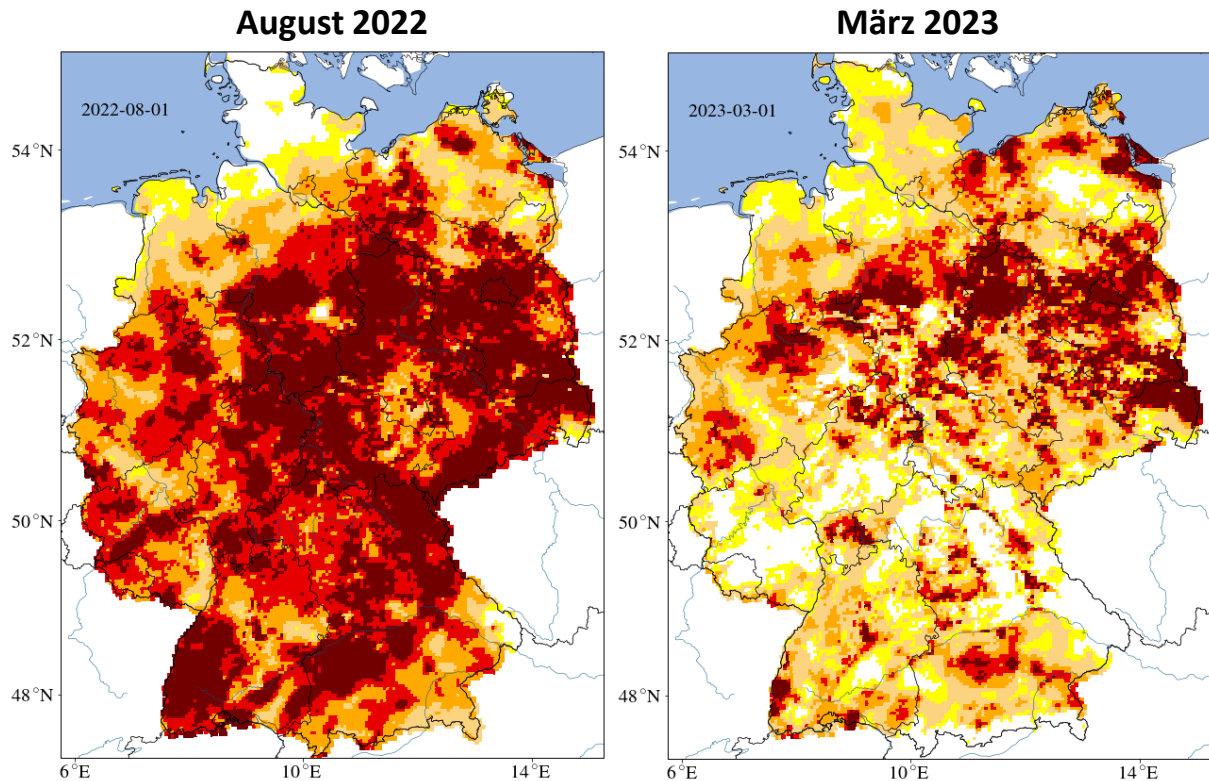
- Einführung
- Projektvorstellung
 - FlexTreat
 - DigiWave
- Zusammenfassung

Wasserwiederverwendung in Europa



Quelle: www.water-reuse-europe.org; 2017

Auch ein Thema für Deutschland?



Gesamtboden

UFZ-Dürremonitor/ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| ■ außergewöhnliche Dürre | ■ moderate Dürre |
| ■ extreme Dürre | ■ ungewöhnlich trocken |
| ■ schwere Dürre | |



www.ufz.de

Regulatorische/politische Randbedingungen

DE

Amtsblatt der Europäischen Union

VERORDNUNG (EU) 2020/741 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES

vom 25. Mai 2020

über Mindestanforderungen an die Wasserwiederverwendung

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Nationale Wasserstrategie

Kabinettschluss vom 15. März 2023

Aktion 54: Stärkung der Wasserwiederverwendung

- EU VO 2020/741 (...) umgesetzt
- Leitplanken für weitere Nutzungen von aufbereitetem Abwasser entwickeln



Bericht

Grundwasser und Wasserversorgung

Endbericht der LAWA-Ad hoc AG/KG Water Reuse an die 163. LAWA-Vollversammlung

Februar 2022

LAWA
Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser

Amtsblatt der Europäischen Union

2024/3019

RICHTLINIE (EU) 2024/3019 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES

vom 27. November 2024

über die Behandlung von kommunalem Abwasser

(Neufassung)

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 1200-1

Wasserwiederverwendung für landwirtschaftliche und urbane Zwecke in Deutschland – Teil 1: Grundsätze zur Wasserunterschiedliche Nutzungen

April 2025

Entwurf

Frst zur Stellungnahme: 30. September 2025

Hinweis zur Abgabe von Stellungnahmen

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 1200-2

Wasserwiederverwendung für landwirtschaftliche und urbane Zwecke in Deutschland – Teil 2: Anforderungen an die weitere Behandlung

April 2025

Entwurf

Frst zur Stellungnahme: 30. September 2025

Hinweis zur Abgabe von Stellungnahmen

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 1200-3

Wasserwiederverwendung für landwirtschaftliche und urbane Zwecke in Deutschland – Teil 3: Verwendung von aufbereitetem Wasser für die Bewässerung in Landwirtschaft, Gartenbau und Grünflächen

April 2025

Entwurf

Frst zur Stellungnahme: 30. September 2025

Hinweis zur Abgabe von Stellungnahmen

Anforderungen an die Wasserqualität

- EU VO 2020/741 (Wasserwiederverwendung in der Landwirtschaft) ist seit 06/2023 in Kraft
 - Überführung in nationale Gesetzgebung laufender Prozess
- Entwurf (Gelbdruck) der DWA Merkblattreihe M1200 wurde 07/2025 veröffentlicht:
 - Neue Unterklassen: B/C-1 = Landwirtschaft/Gartenbau, B/C-2 = Landschaftsbau und Freiflächenpflege
 - Verschärfung der Anforderungen ggü. der EU VO 2020/741 (**rot**)

Güteklasse	Technologie	<i>E. coli</i> (Anzahl/100 ml)	Intestinale Enterokokken (KBE/100 ml)	Sonstige	Chemisch-physikalische Parameter	Prozess- validierung erforderlich*
A	Mech.-biolog., Filtration, Desinfektion	≤ 10	≤ 100	Legionella spp. < 1.000 KBE/l** intestinale Nematoden (Eier von Helminthen): ≤ 1 Ei/Liter***	BSB ₅ ≤ 10 mg/l AFS ≤ 10 mg/l Trübung ≤ 2 NTU	Ja
B (B-1/B-2)	Mech.-biolog., Filtration , Desinfektion	≤ 100	≤ 100		BSB ₅ gem. RL 91/271/EWG AFS ≤ 10 mg/l Trübung ≤ 2 NTU	B-1 = Ja B-2 = Nein
C (C-1/C-2)	Mech.-biolog., Filtration , Desinfektion	≤ 100	≤ 400		BSB ₅ gem. RL 91/271/EWG AFS ≤ 10 mg/l Trübung ≤ 2 NTU	C-1 = Ja C-2 = Nein
D	Mech.-biolog., Desinfektion	≤ 10.000	-		BSB ₅ und AFS gem. RL 91/271/EWG	Nein

* Nachweis einer **relativen** Reduzierung von Bakterien (*E. coli*), Viren (somatische und f-spez. Coliphagen) und Protozoen (*Clostridium perfringens* Sporen)

** wenn das Risiko der Aerosolbildung besteht *** für die Bewässerung von Weideflächen oder Futterpflanzen

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

WavE

Wassertechnologien: Wiederverwendung

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

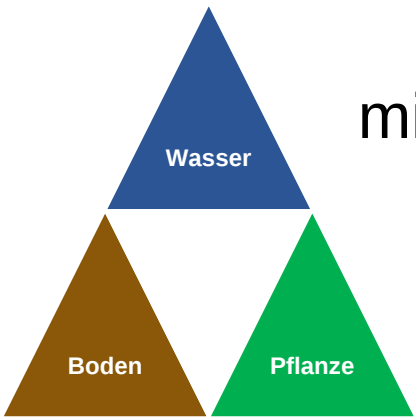
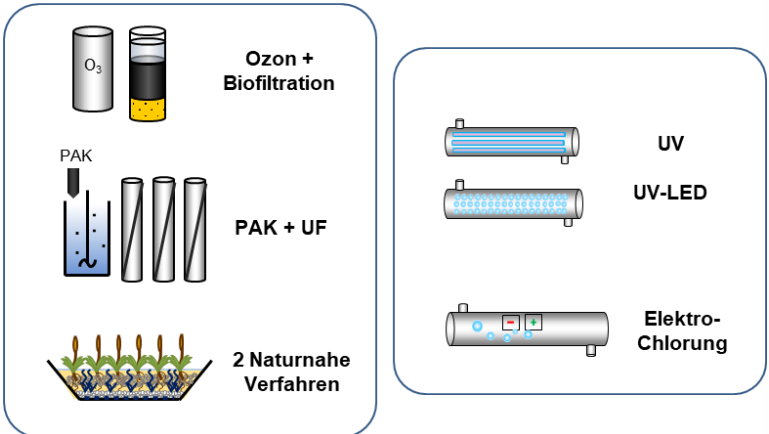
FlexTreat



Flexible und zuverlässige Konzepte
für eine nachhaltige Wasserwiederverwendung
in der Landwirtschaft



Demonstration von Kombinationsverfahren



Stoffliche und mikrobiologische Risiken

Integrierte Bewertung

Sachbericht zum Verwendungsnachweis

Verbundprojekt:



Flexible und zuverlässige Konzepte für eine nachhaltige Wasserwiederverwendung in der Landwirtschaft [FlexTreat]

Fördermaßnahme: Wassertechnologien: Wiederverwendung
Projektlaufzeit: 01.02.2021 – 31.10.2024
Erstellungsdatum: 30.04.2025

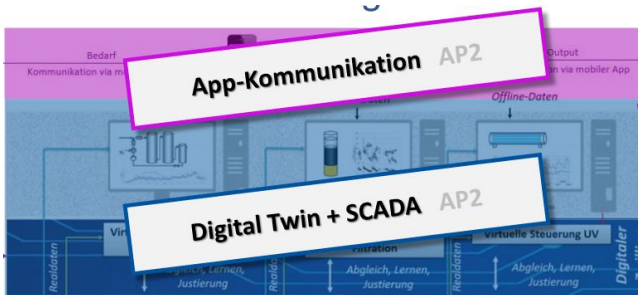


Projektpartner	Kürzel	Förderkennzeichen
Institut für Siedlungswasserwirtschaft, RWTH Aachen (Koordination)	ISA	02WV1561A
Kompetenzzentrum Wasser Berlin	KWB	02WV1561B
Bundesanstalt für Gewässerkunde, BfG	BfG	02WV1561C
Institut für Hygiene und Public Health	IHPH	02WV1561D
Erfverband	EV	02WV1561E
Abwasserverband Braunschweig	AVB	02WV1561F
Analytik Jena GmbH+Co. KG	AJ	02WV1561G
AUTARCON GmbH	AUT	02WV1561H
inge GmbH	INGE	02WV1561I
PEGASYS Gesellschaft für Automation und Datensysteme mbH	PEG	02WV1561J
Xylem Water Solutions Herford GmbH	XYL	02WV1561K
P2m Berlin GmbH	p2m	02WV1561L

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.
Die Verantwortung für den Inhalt der Veröffentlichung liegt bei der Autorin / beim Autor.



Digital Green Tech



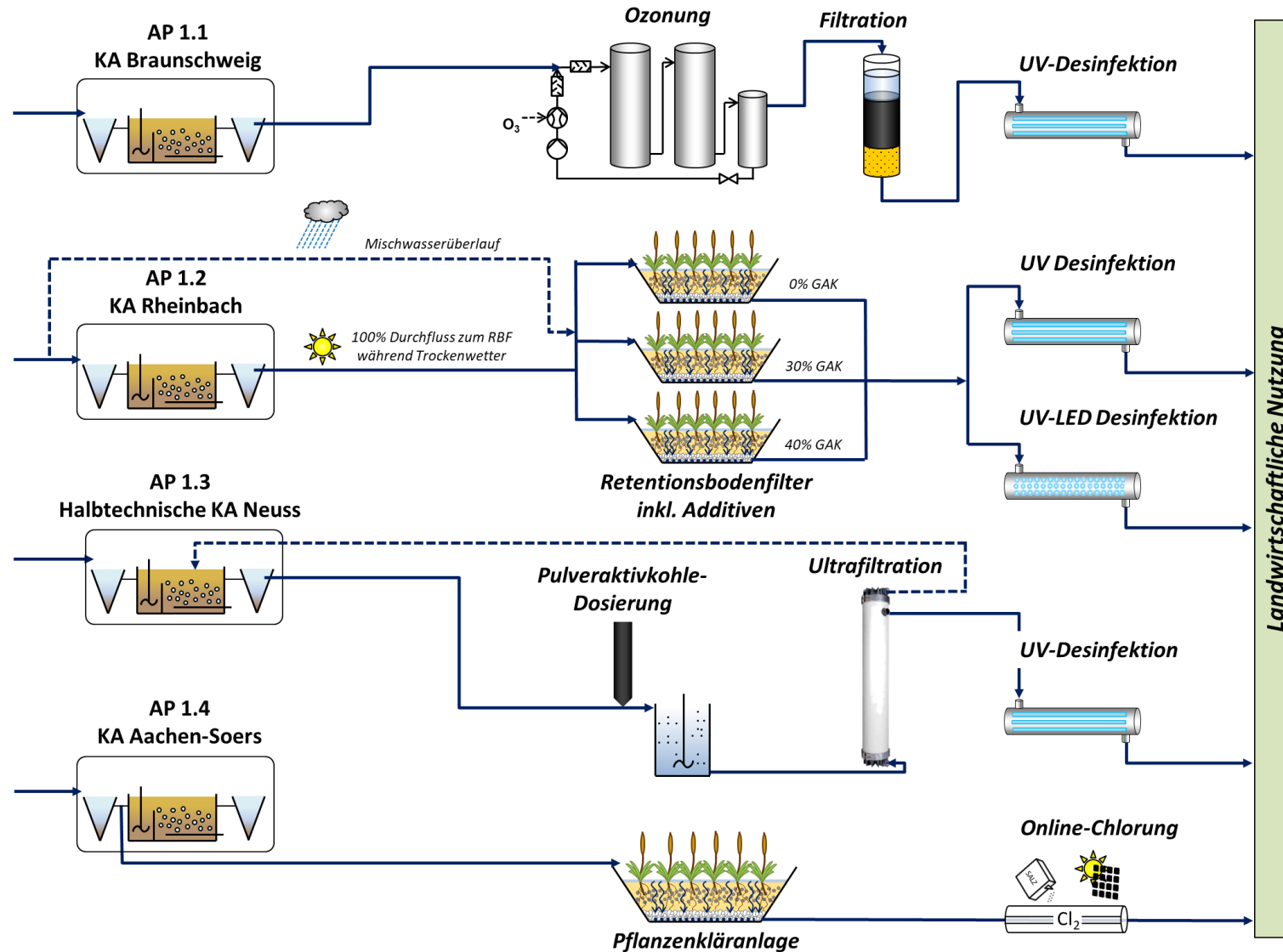
Akzeptanz



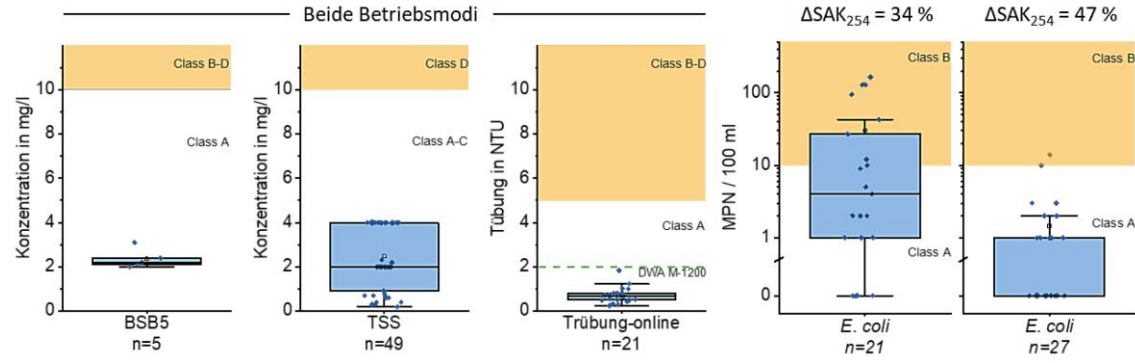
tragbarkeit

[Link](#)

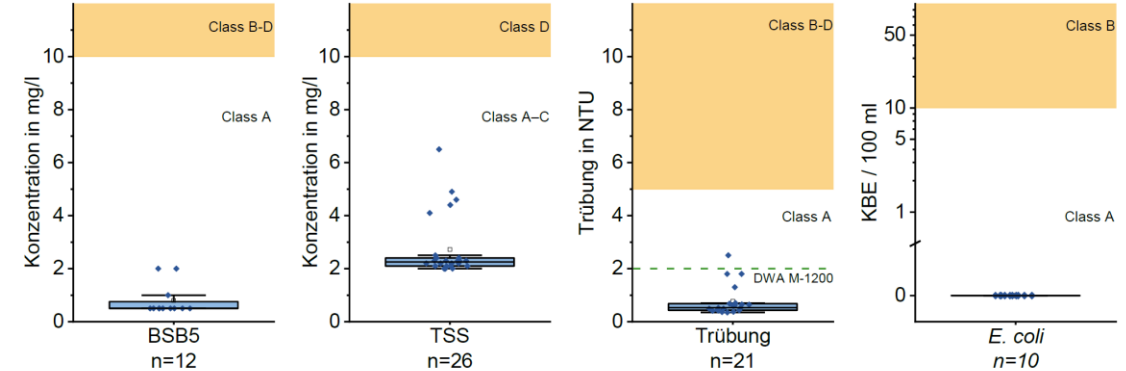
www.flextreat.de



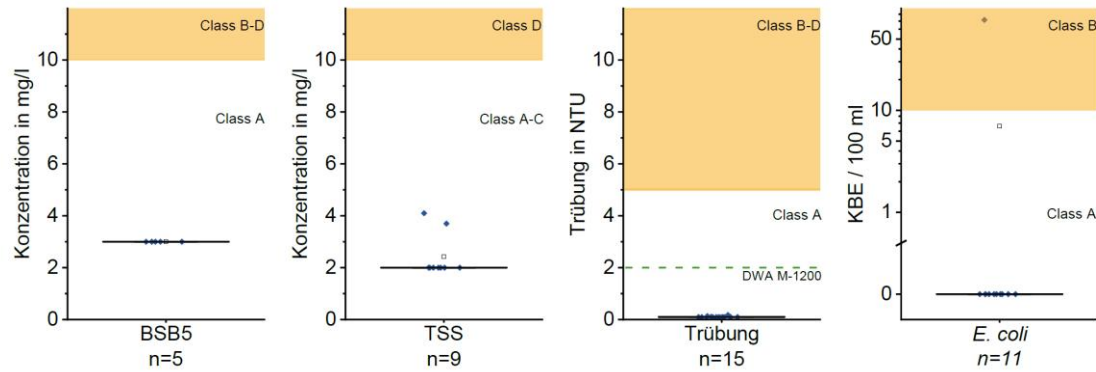
Ozon + Filter + UV



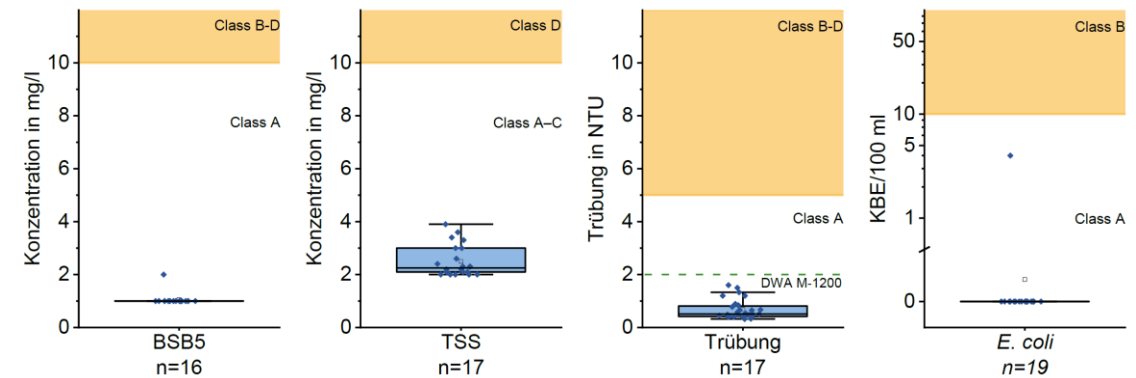
PAK + UF



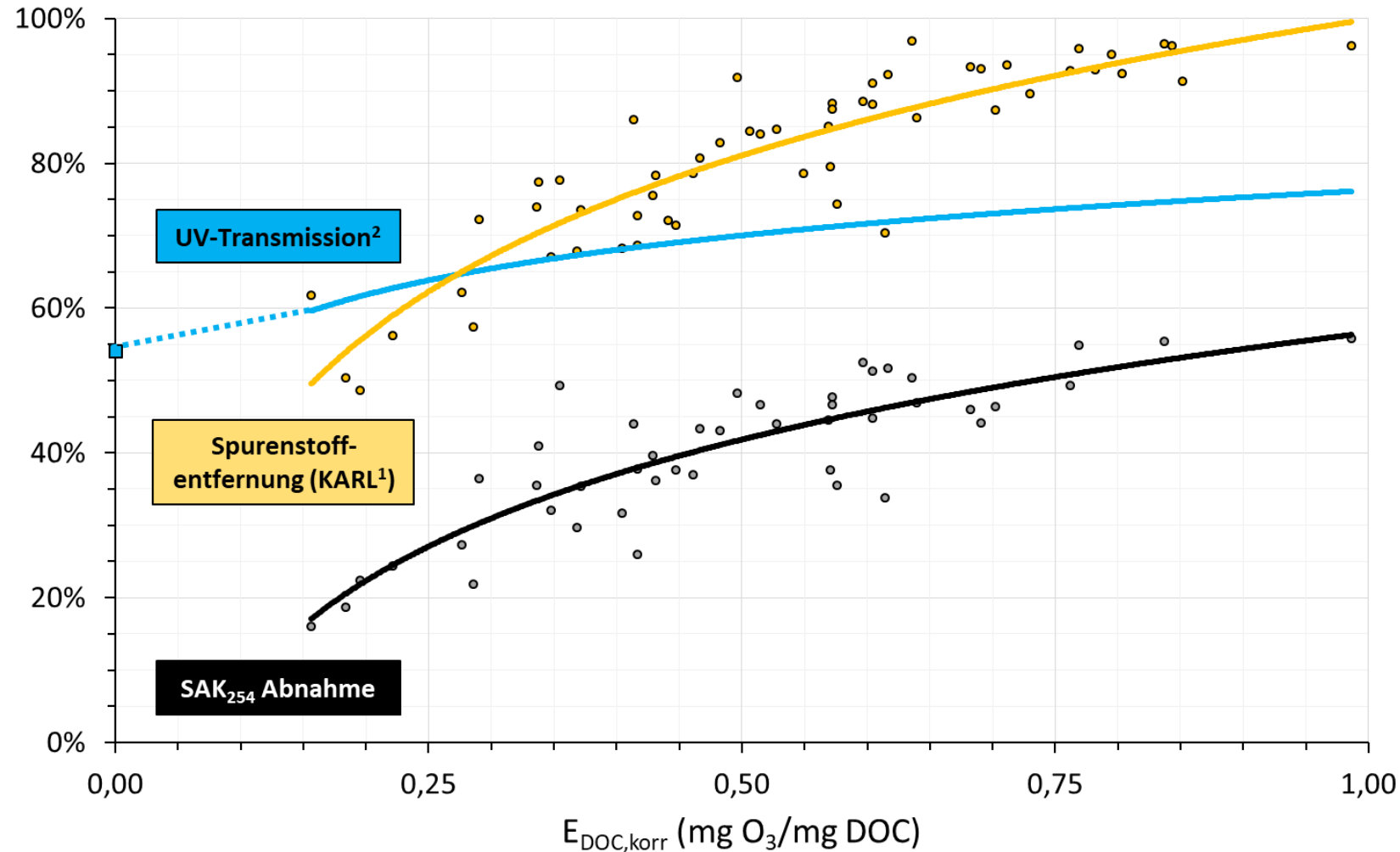
RBF⁺ + UV (konventionell)



Pflanzen-KA + elektro-Chlorung



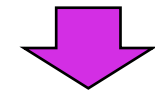
Ziele sind mit allen Verfahrenskombinationen erreichbar



Spurenstoffentfernung (KARL)
($\approx 0,5 \text{ mg O}_3/\text{mg DOC}$)

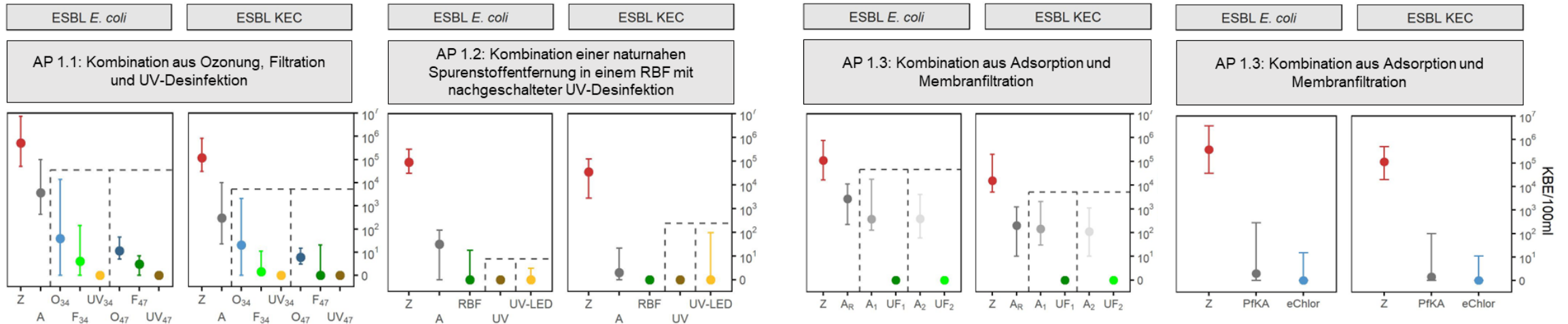


Verbesserung UV-Transmission
(hier 54% auf 70%)

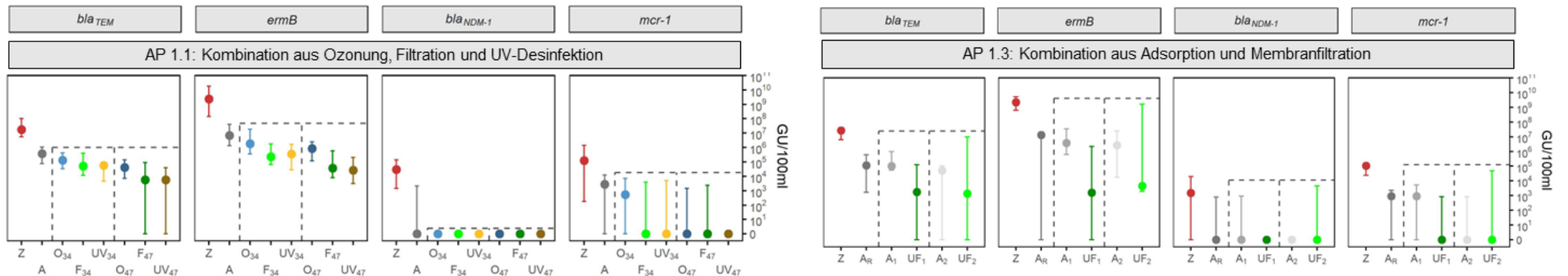


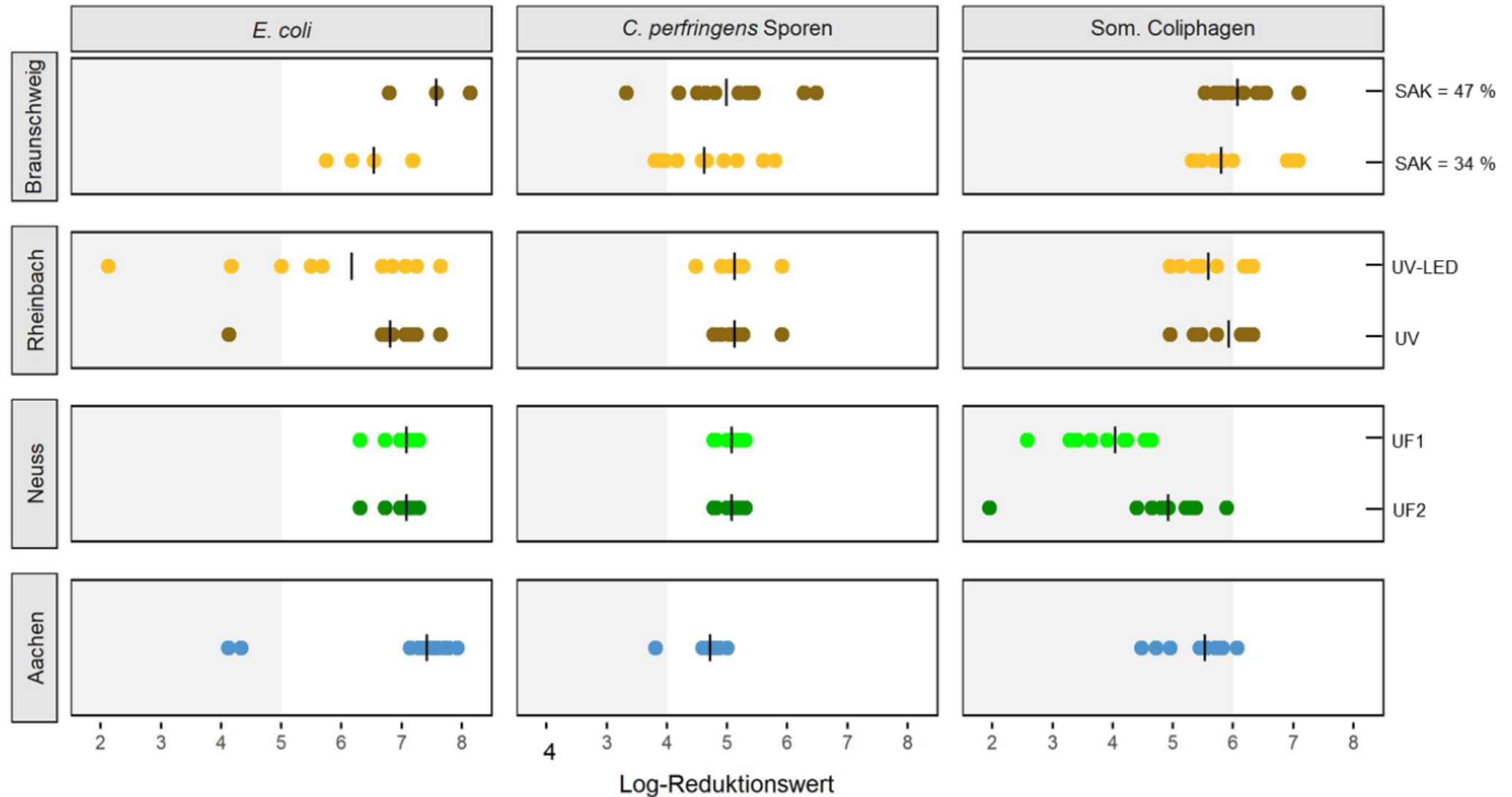
Effizientere UV-Desinfektion

Antibiotika-resistente Bakterien können in allen Verfahrensketten deutlich reduziert werden

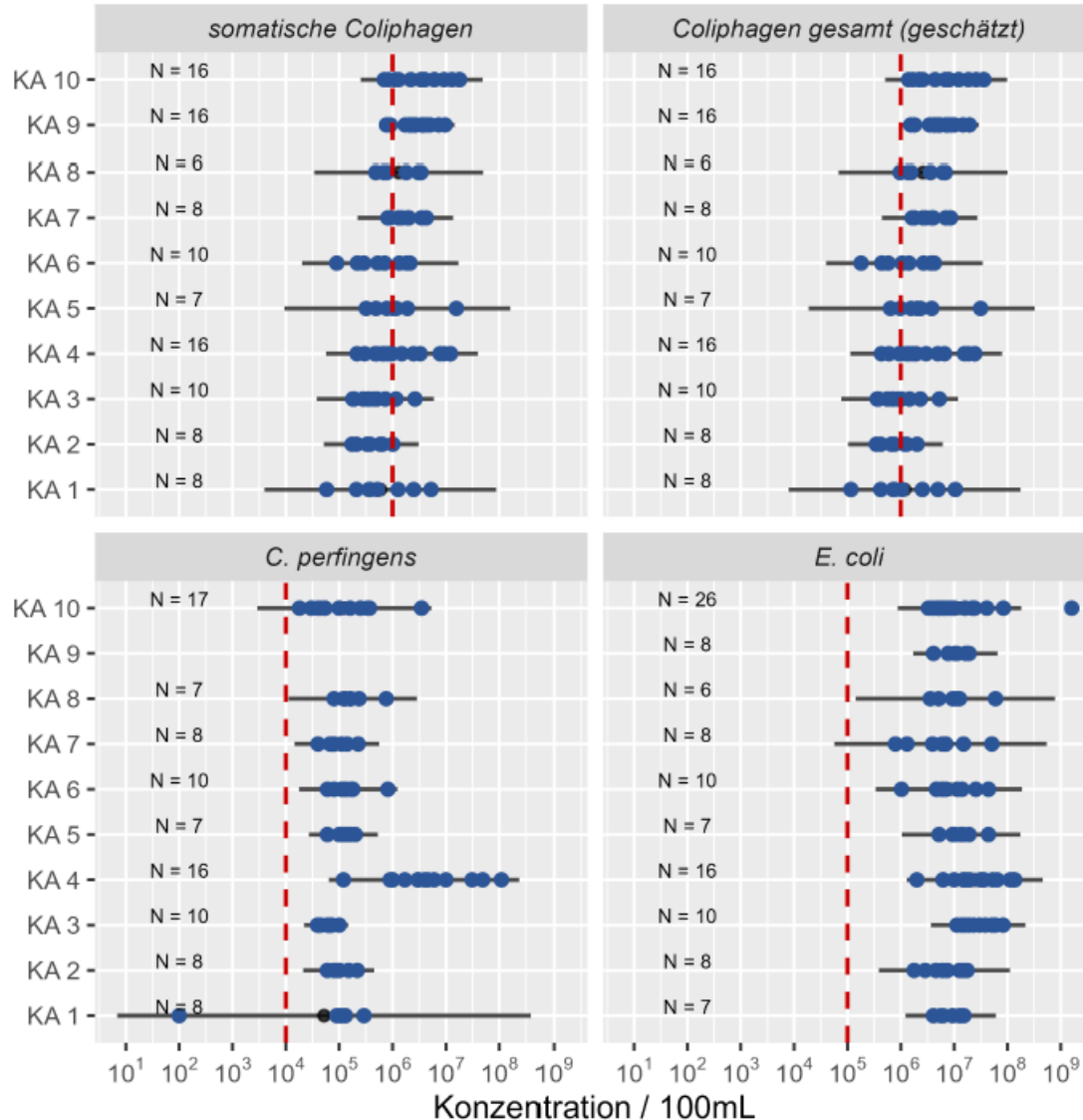


Resistenzgene können in allen Verfahrensketten reduziert werden (aber abhängig von Resistenzgen)





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



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

Validierungsleitfaden für die uneingeschränkte Bewässerung

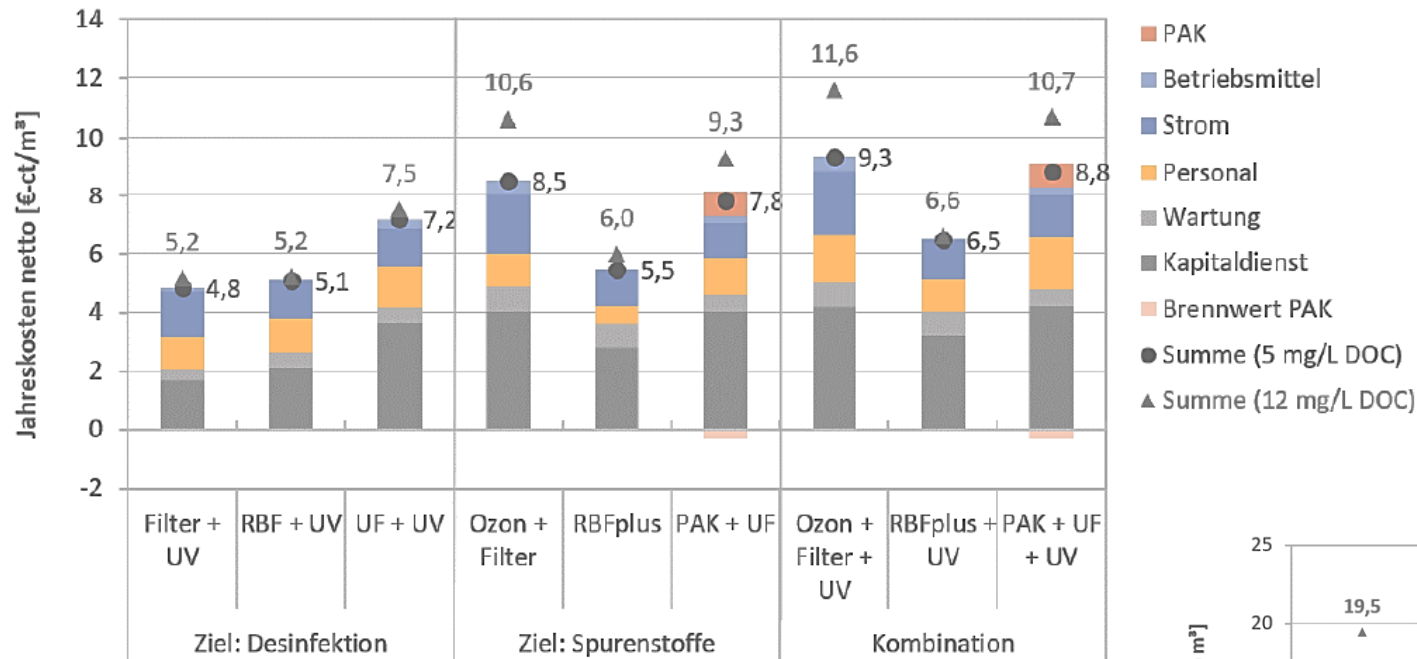
Wolfgang Seis¹, Nicole Zacharias², Benedikt Aumeier³, Lia Freier², Michael Stapf¹, Ulf Mieke¹, Thomas Wintgens⁴



[Link](#)

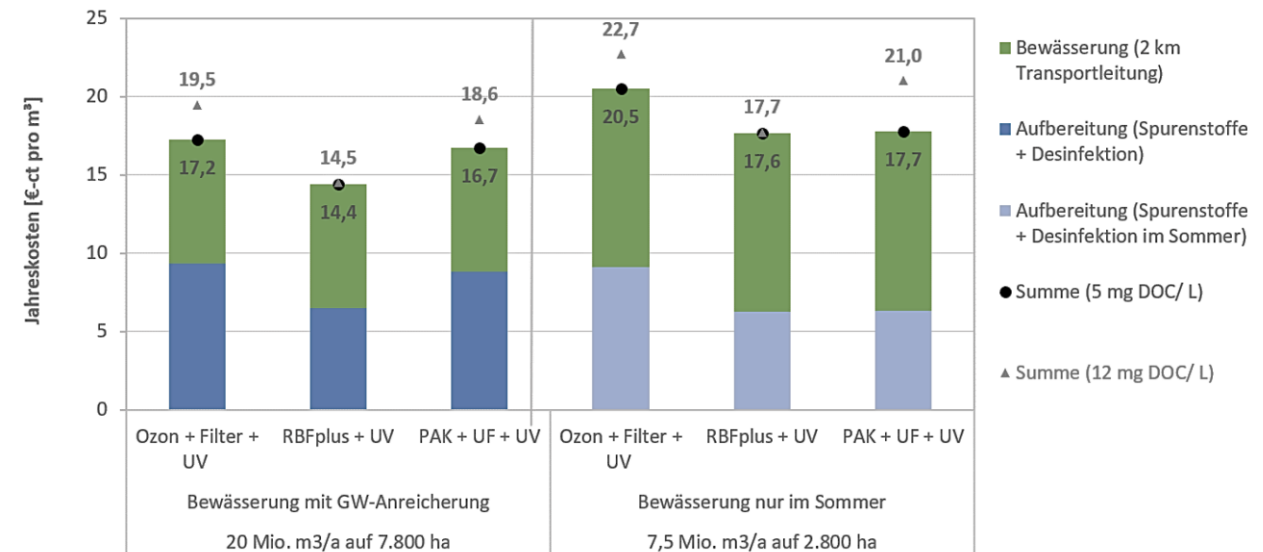
Inhalt

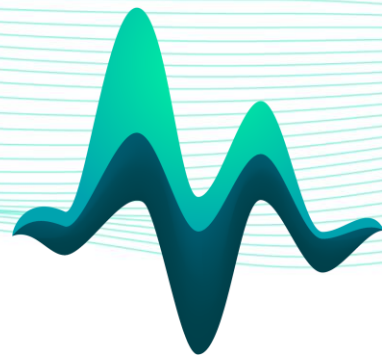
1. Einleitung und gesetzlicher Hintergrund
2. Auswahl der Validierungsparameter
3. Versuchsdurchführung
4. Datenauswertung
5. Anwendungsbeispiel
6. Schlussfolgerungen und Empfehlungen



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

- Geringe Mehrkosten bei vorhandener Spurenstoffentfernung (~ 1 €-ct/m³)





DigiWaVe

**Digitale Lösungen für eine ressourceneffiziente
Wasserwiederverwendung im urbanen Raum**

KWB

xylem
Let's Solve Water


STADTWERKE®
BAD OEYNHAUSEN

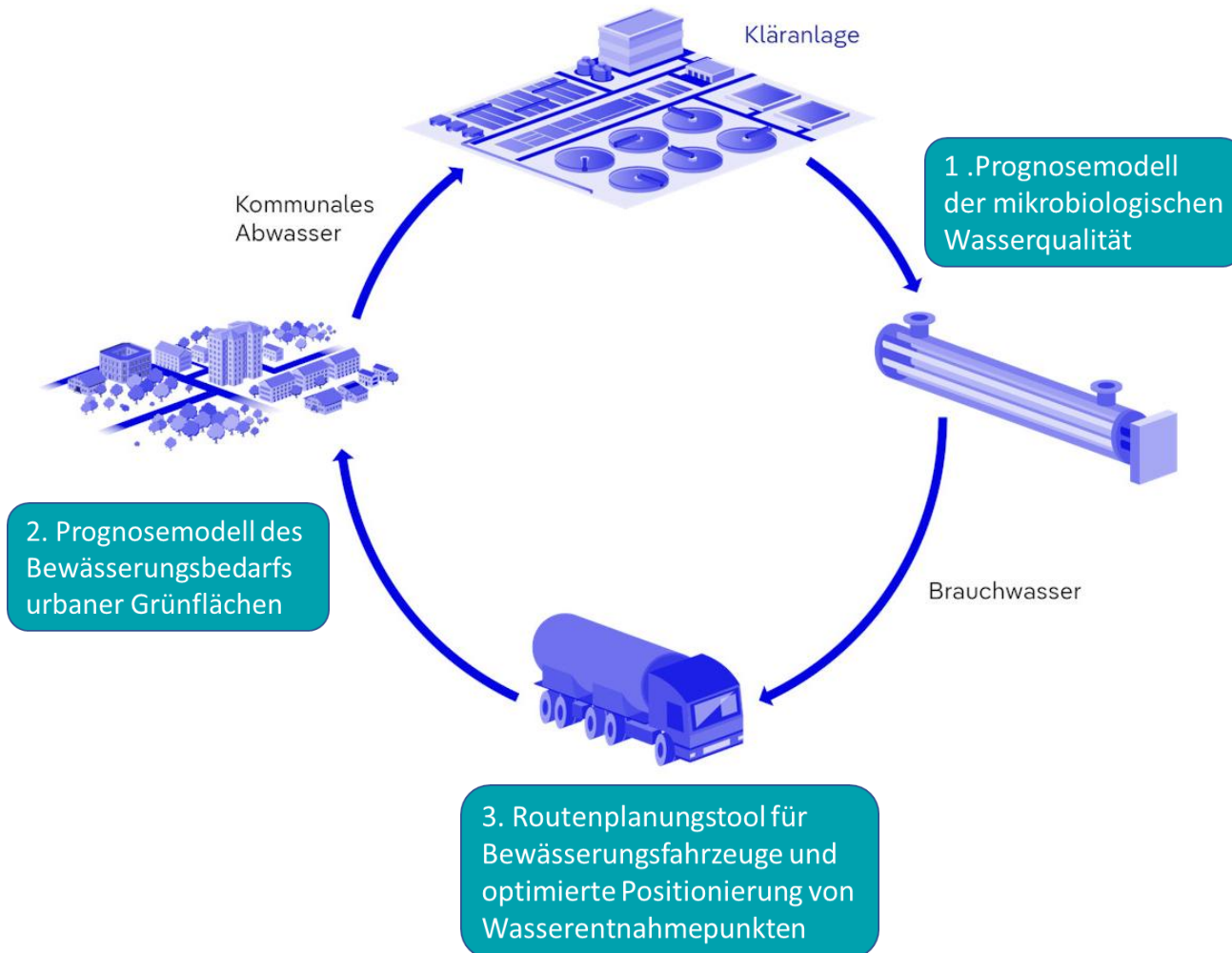
... und es läuft!

 **MASASANA**
DEEPER LEARNING

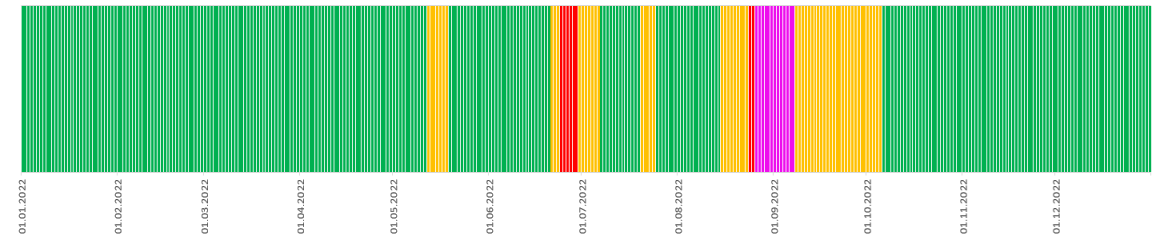
:: SCHÖLZEL CONSULTING

Konzept für Wasserrückverwendung

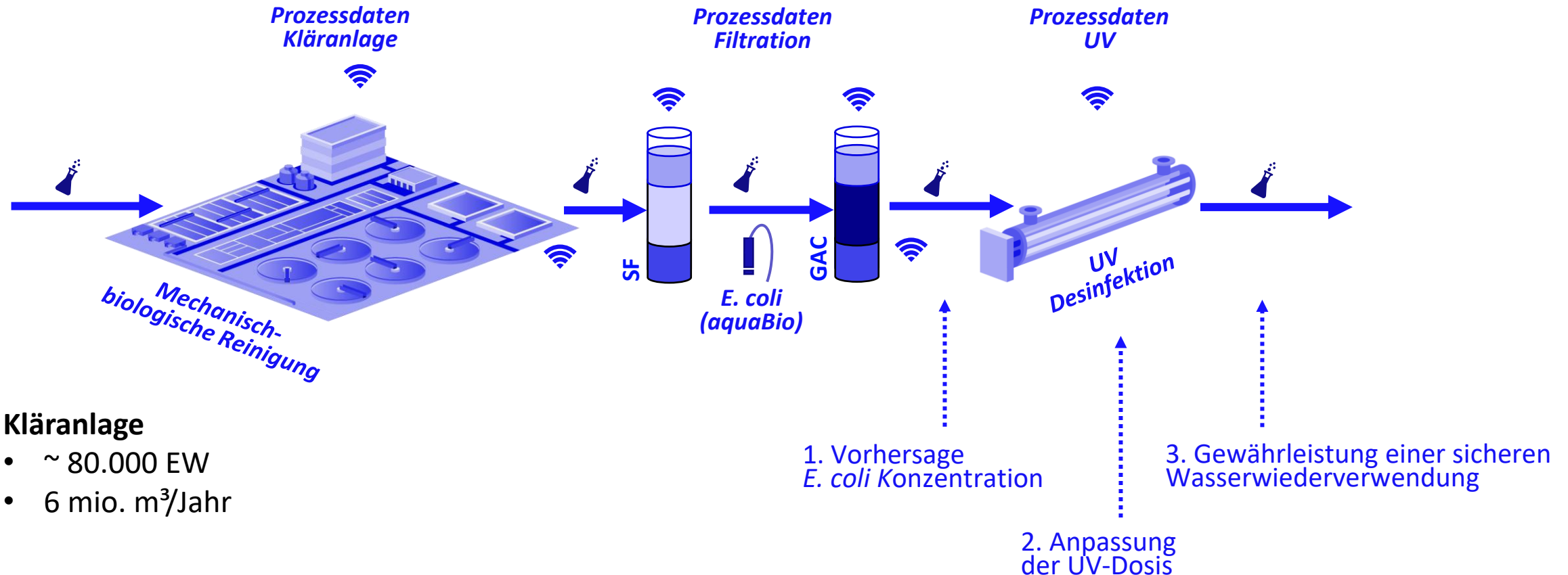
am Standort Bad Oeynhausen



- Wasserressourcen leiden unter langen Trockenzeiten, z.B. durch:
 - Baumfällungen wg. Trockenschäden
 - Einschränkungen der Trinkwassernutzung
- In Hitzeperioden im Sommer tw. schon heute vereinzelt **Spitzenabnahme > Dargebot!**



Modell für mikrobiologische Wasserqualität



Kläranlage

- ~ 80.000 EW
- 6 mio. m³/Jahr

 Onlinedaten

 Chemisch-physikalische und mikrobiologische Parameter

Optimierungspotential



Test mehrerer Algorithmen

- Lineare Modelle, Quantile Random Forest, Neuronale Netze
- Gute Modellleistung ($R^2 = 0,75$)

Einfluss der Eingabeparameter

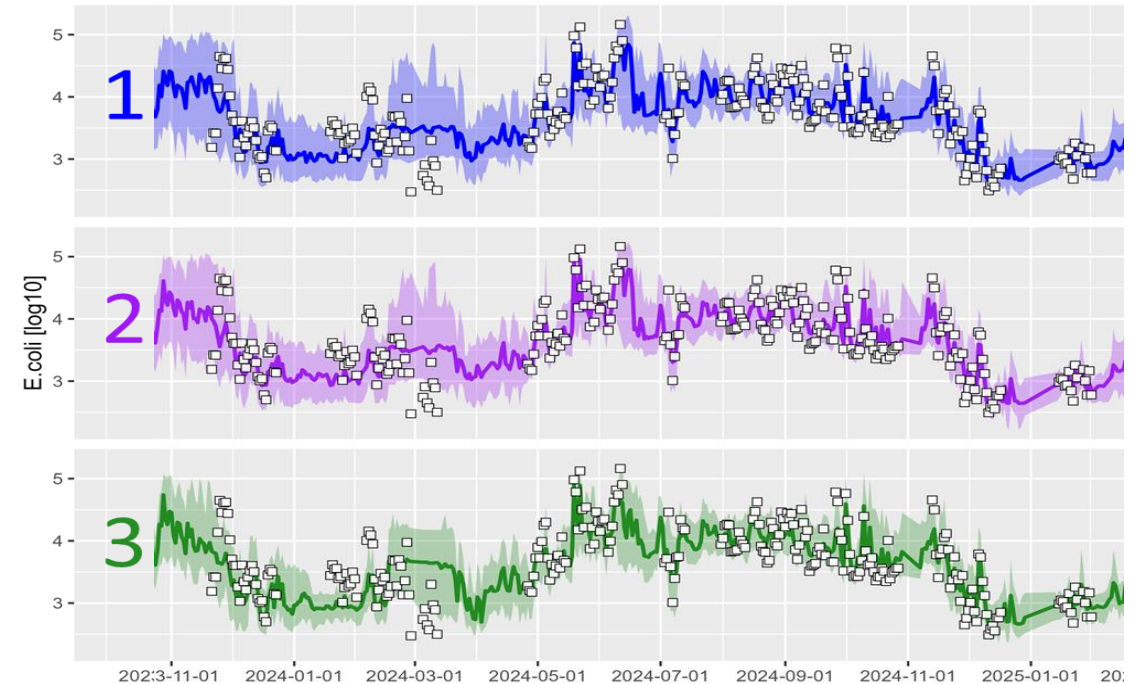
- Weniger Eingabeparameter: ähnlicher Mittelwert
- Mehr Eingabeparameter: bessere Nachbildung der Dynamik

Optimierungspotenzial

- Erste Ergebnisse – durchschnittliche Reduktion der UV-Dosis zwischen 20–50 % möglich (Klasse B)
- Tatsächlich erreichbare Reduktion hängt stark vom Behandlungsziel ab!

Verifikation im Realprozess

- Vielversprechende Ergebnisse – noch nicht abgeschlossen

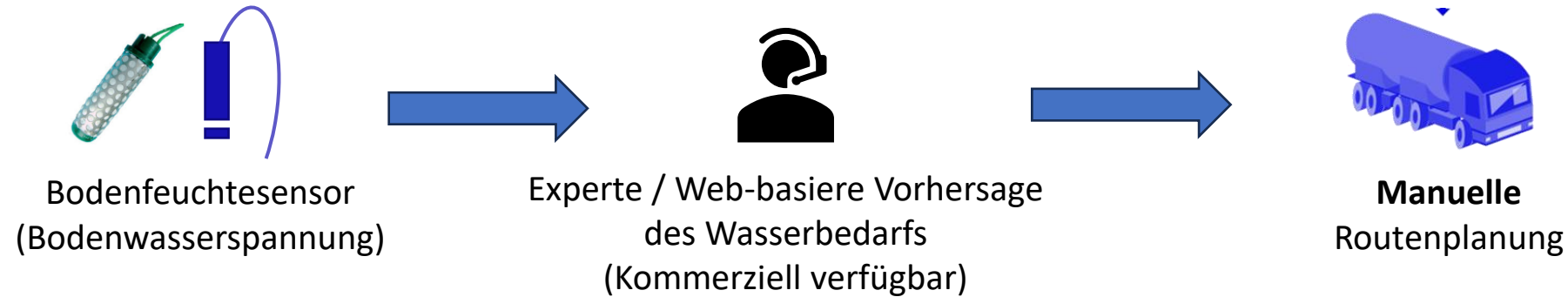


Model	Target <i>E. coli</i> / 100mL	Model reference point	Average UV dose J/m^2	Regular UV- operation* J/m^2	Reduction
#1	50	mean	205	412	50,3 %
		90%	324	412	21,5 %

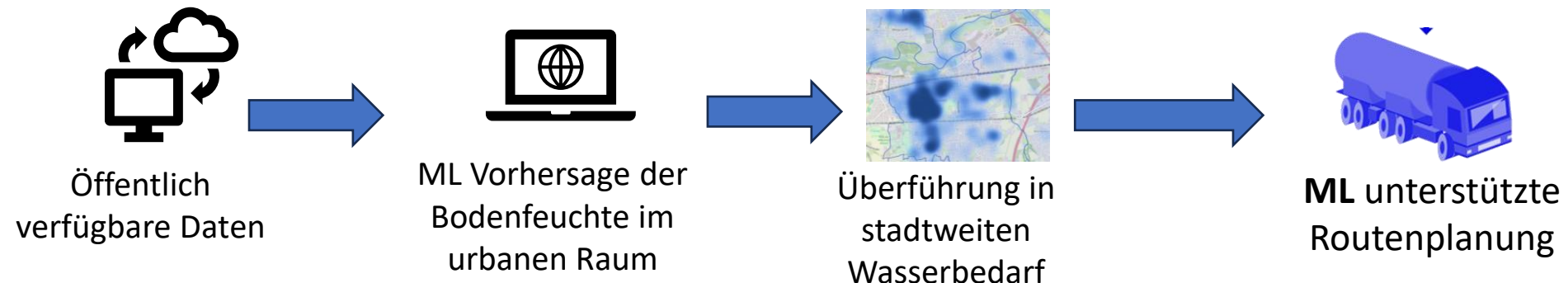
Modell: Wasserbedarf & Routenplanung



Stand der Technik



Projektambition



Modell: Wasserbedarf & Routenplanung



Eingangsparameter für die Bedarfsprognose

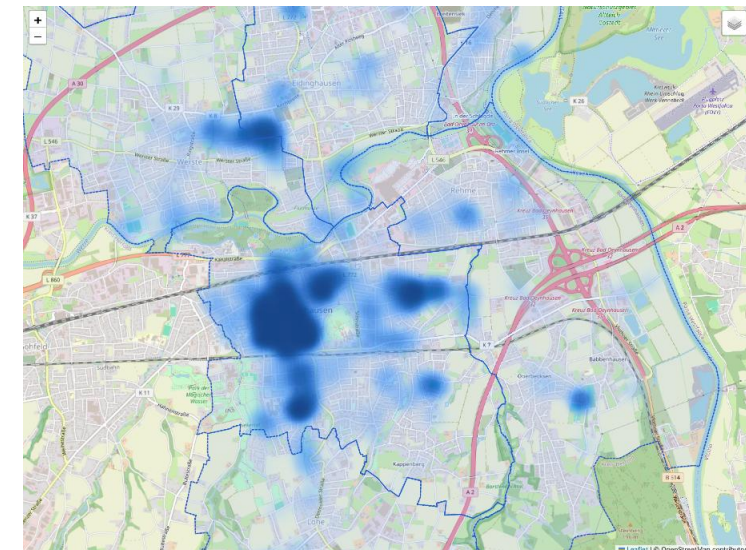
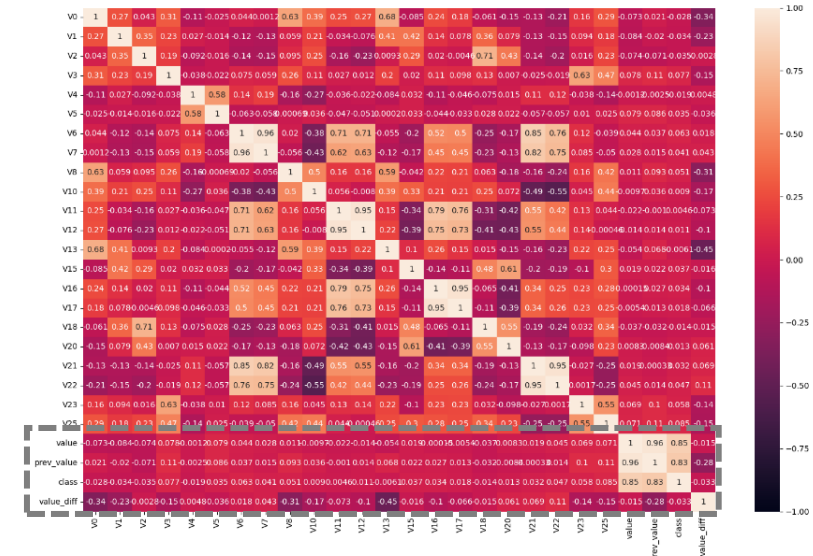
- Hohe Verfügbarkeit möglicher Eingabedaten: Niederschlag, Temperatur, Bodentyp, Erdbeobachtungsdaten
- ABER: fragliche Datenqualität der *Ground-Truth*-Daten (Bodenwasserspannung) – trotz kommerzieller Lösung
- Zusätzliche Herausforderung: Heterogenität städtischer Böden im Vergleich zur Landwirtschaft

Überführung in eine Heatmap

- Skalierung der Vorhersagen auf Stadtebene basierend auf dem Baumkataster (unter Verwendung der kommerziellen Lösung für Bewässerungsvorhersagen als Eingabe)

Routenplanung

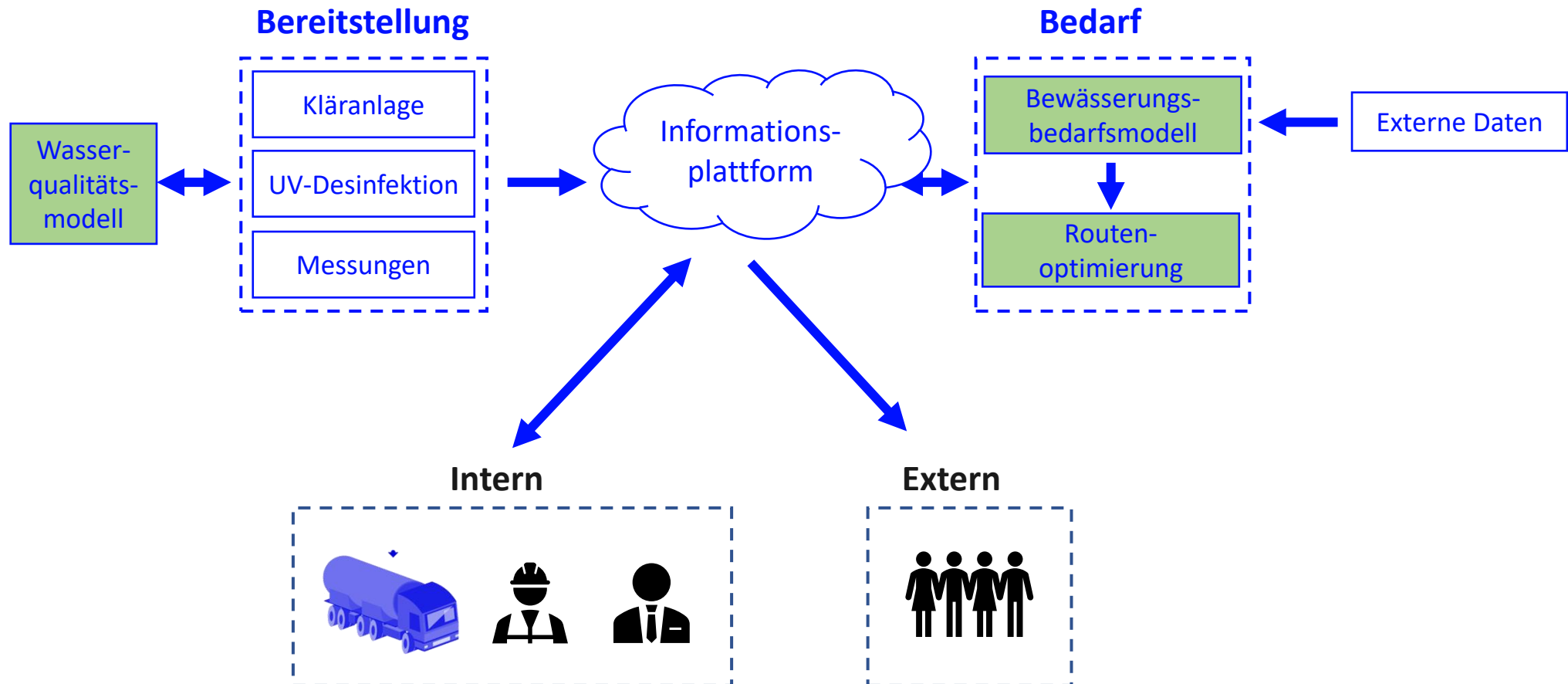
- Konfigurierbare Parameter (z. B. Tankvolumen)
- Export in ein Smartphone-App-Format
- Noch in Arbeit



Zusammenführung von Informationen

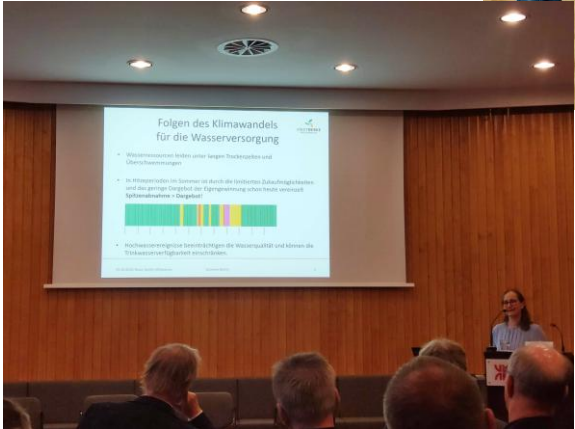


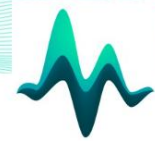
Zusammenführung isolierter Informationen auf einer zentralen Plattform, um die Interaktion verschiedener Nutzergruppen zu erhöhen und steuern.



Interesse an DigiWaVe?

- 1. Folge dem Projekt auf **LinkedIn** (~ 1000 follower, > 80 posts)
- 2. Besuche uns am **4. Februar 2026** in Bay Oeynhausen:
Öffentliche Veranstaltung für Fachleute, politische Entscheidungsträger und alle die sich für das Thema interessieren
- 3. Nehme am Abschluss-Web-Seminar teil
(→ **Februar 2026**, Details folgen)





DigiWaVe - Ein Water Reuse Projekt

Digitale Lösungen für die Wasserwiederverwendung im urbanen Raum

Umweltdienstleistungen · Bad Oeynhausen · 1 Tsd. Follower:innen · 2-10 Beschäftigte



<https://www.linkedin.com/company/digiwave-ein-water-reuse-projekt/>

Bewässerung von Stadtgrün mit dem Ablauf kommunaler Kläranlagen

Das Beispiel der Stadt Bad Oeynhausen

■ Stefania Schödl, Christopher Jansen, Suzanne Brötsch, Ines Thielhöfer / Aufgrund immer weniger freigelegter Freizeitanlagen und der abnehmenden Wasserkapazität rückt das Thema Wasserwiederverwendung im öffentlichen Raum stärker in den Fokus. So auch in der Region Bad Oeynhausen. Seitdem kommt es dort bereits jetzt schon in den Monaten April bis Oktober zu Konflikten hinsichtlich der Wassernutzung zwischen Privathaushalten, Landwirtschaft, Gewerbe und Stadtgrünbewässerung. Dabei spielt Stadtgrün hinsichtlich des Klimawandels und der steigenden Temperaturen eine entscheidende Rolle für klimaresiliente Städte. Um die Bewässerung auch zukünftig sicherzustellen und gleichzeitig die Entlastung der Trinkwassersysteme zu ermöglichen, bietet sich die Abkehr der Kläranlage Bad Oeynhausen als alternative Quelle für Bewässerungswasser an. Die Herausforderungen und Lösungen, die diese Wasserwiederverwendung mit sich bringt, werden in nachfolgendem Artikel erläutert.

Wasserwiederverwendung
U
nter Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels und der steigenden Temperaturen rückt das Thema Wasserwiederverwendung im öffentlichen Raum stärker in den Fokus. So auch in der Region Bad Oeynhausen. Seitdem kommt es dort bereits jetzt schon in den Monaten April bis Oktober zu Konflikten hinsichtlich der Wassernutzung zwischen Privathaushalten, Landwirtschaft, Gewerbe und Stadtgrünbewässerung. Dabei spielt Stadtgrün hinsichtlich des Klimawandels und der steigenden Temperaturen eine entscheidende Rolle für klimaresiliente Städte. Um die Bewässerung auch zukünftig sicherzustellen und gleichzeitig die Entlastung der Trinkwassersysteme zu ermöglichen, bietet sich die Abkehr der Kläranlage Bad Oeynhausen als alternative Quelle für Bewässerungswasser an. Die Herausforderungen und Lösungen, die diese Wasserwiederverwendung mit sich bringt, werden in nachfolgendem Artikel erläutert.

Abwasser (Tages- und Nachtabwasser) wird durch die Kläranlage Bad Oeynhausen in den Monaten April bis Oktober zu Konflikten hinsichtlich der Wassernutzung zwischen Privathaushalten, Landwirtschaft, Gewerbe und Stadtgrünbewässerung. Dabei spielt Stadtgrün hinsichtlich des Klimawandels und der steigenden Temperaturen eine entscheidende Rolle für klimaresiliente Städte. Um die Bewässerung auch zukünftig sicherzustellen und gleichzeitig die Entlastung der Trinkwassersysteme zu ermöglichen, bietet sich die Abkehr der Kläranlage Bad Oeynhausen als alternative Quelle für Bewässerungswasser an. Die Herausforderungen und Lösungen, die diese Wasserwiederverwendung mit sich bringt, werden in nachfolgendem Artikel erläutert.

Stadtgrün (Tages- und Nachtgrün) wird durch die Kläranlage Bad Oeynhausen in den Monaten April bis Oktober zu Konflikten hinsichtlich der Wassernutzung zwischen Privathaushalten, Landwirtschaft, Gewerbe und Stadtgrünbewässerung. Dabei spielt Stadtgrün hinsichtlich des Klimawandels und der steigenden Temperaturen eine entscheidende Rolle für klimaresiliente Städte. Um die Bewässerung auch zukünftig sicherzustellen und gleichzeitig die Entlastung der Trinkwassersysteme zu ermöglichen, bietet sich die Abkehr der Kläranlage Bad Oeynhausen als alternative Quelle für Bewässerungswasser an. Die Herausforderungen und Lösungen, die diese Wasserwiederverwendung mit sich bringt, werden in nachfolgendem Artikel erläutert.

Zusammenfassung



Steigender Bedarf für Wasserwiederverwendung erwartet



Regulatorische Rahmenbedingungen sind vorhanden bzw. im Aufbau – aber noch offene Fragen zur praktischen Umsetzung



Synergien zwischen Spurenstoffentfernung und Wasserwiederverwendung sollten genutzt / eingeplant werden



Mehrkosten für Aufbereitung bei vorhandener 4. Reinigungsstufe sind gering – Betreibermodelle / Kostenverteilung sind zu klären



Austausch ist nötig, da viele Bereiche zusammenarbeiten müssen (Betreiber, Behörden, Planer, Anlagenbauer ...)

Vielen Dank





Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Wave

Wassertechnologien: Wiederverwendung



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Digital
GreenTech

Fragen

???



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

Michael Stapf

michael.stapf@kompetenz-
wasser.de



@kompetenzwasser



@Kompetenzzentrum Wasser Berlin



www.kompetenz-wasser.de