



## Fallstudie Braunschweig: Ozonung, Filtration und UV-Desinfektion

M. Stapf<sup>1</sup>, J. Heinze<sup>2</sup>, F. Gromadecki<sup>2</sup>, J. Gebhardt<sup>3</sup>, N. Zacharias<sup>4</sup>, L. Freier<sup>4</sup>, N. Hermes<sup>5</sup>

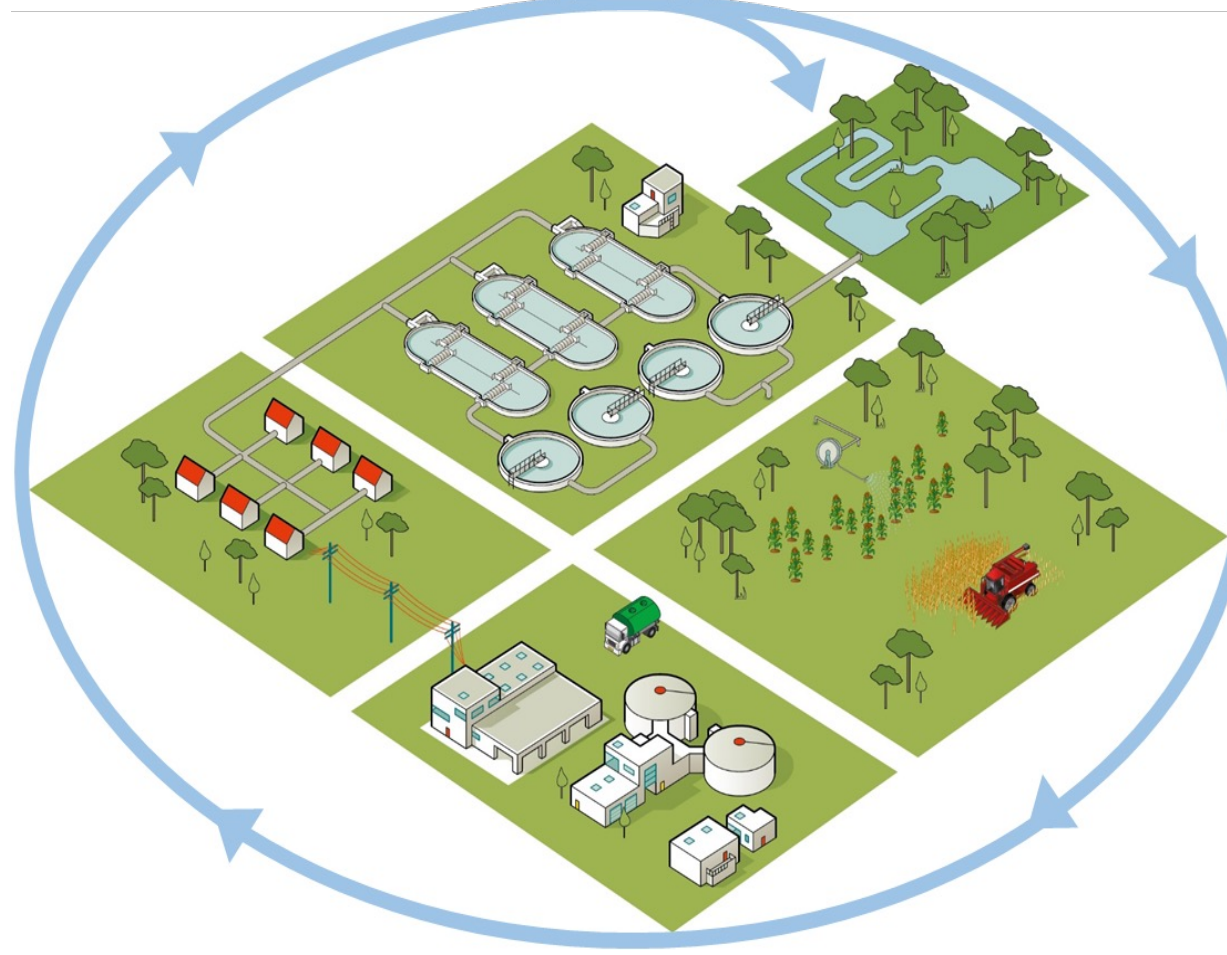
<sup>1</sup>Kompetenzzentrum Wasser Berlin (KWB); <sup>2</sup>Abwasserverband Braunschweig; <sup>3</sup>Xylem Services GmbH; <sup>4</sup>Institut für Hygiene & Public Health (IHPH); <sup>5</sup>Bundesanstalt für Gewässerkunde  
Kontakt: michael.stapf@kompetenz.wasser.de (KWB) / janina.heinze@abwasserverband-bs.de (AVB)

### Das Braunschweiger Modell

Der Abwasserverband Braunschweig, gegründet in 1954, hat einen Wasser-Nährstoff-Energiekreislauf entwickelt, das Braunschweiger Modell. Das Modell fördert:

- Nachhaltigkeit durch geschlossene Kreisläufe bei Wasser und Nährstoffen
- Wertschöpfungsketten von der Pflanzenproduktion bis zur Stromvermarktung
- Schonung der natürlichen Ressourcen

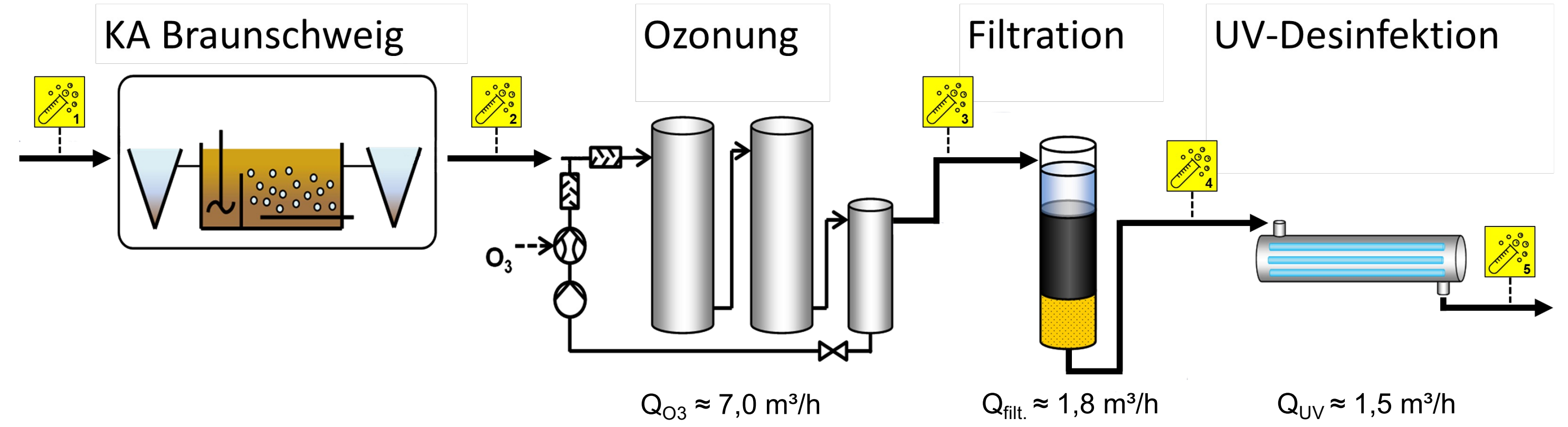
Die Wasserwiederverwendung hat in Braunschweig eine lange Tradition und ist besonders mit Blick auf bevorstehende klimatische Veränderungen wichtig. Die EU-Verordnung 2020/741 setzt dazu einen internationalen, rechtlichen Rahmen.



Im Klärwerk Steinhof in Braunschweig werden 20 Mio. m<sup>3</sup> Abwasser pro Jahr gereinigt. Die Hälfte davon wird desinfiziert und auf landwirtschaftlichen Flächen wiederverwendet, auf denen Industrie- und Energiepflanzen angebaut werden. Aus den Energiepflanzen, wie Mais und Roggen, werden in der Biogasanlage Strom und Wärme für die Haushalte in Braunschweig gewonnen.

## Pilotanlage

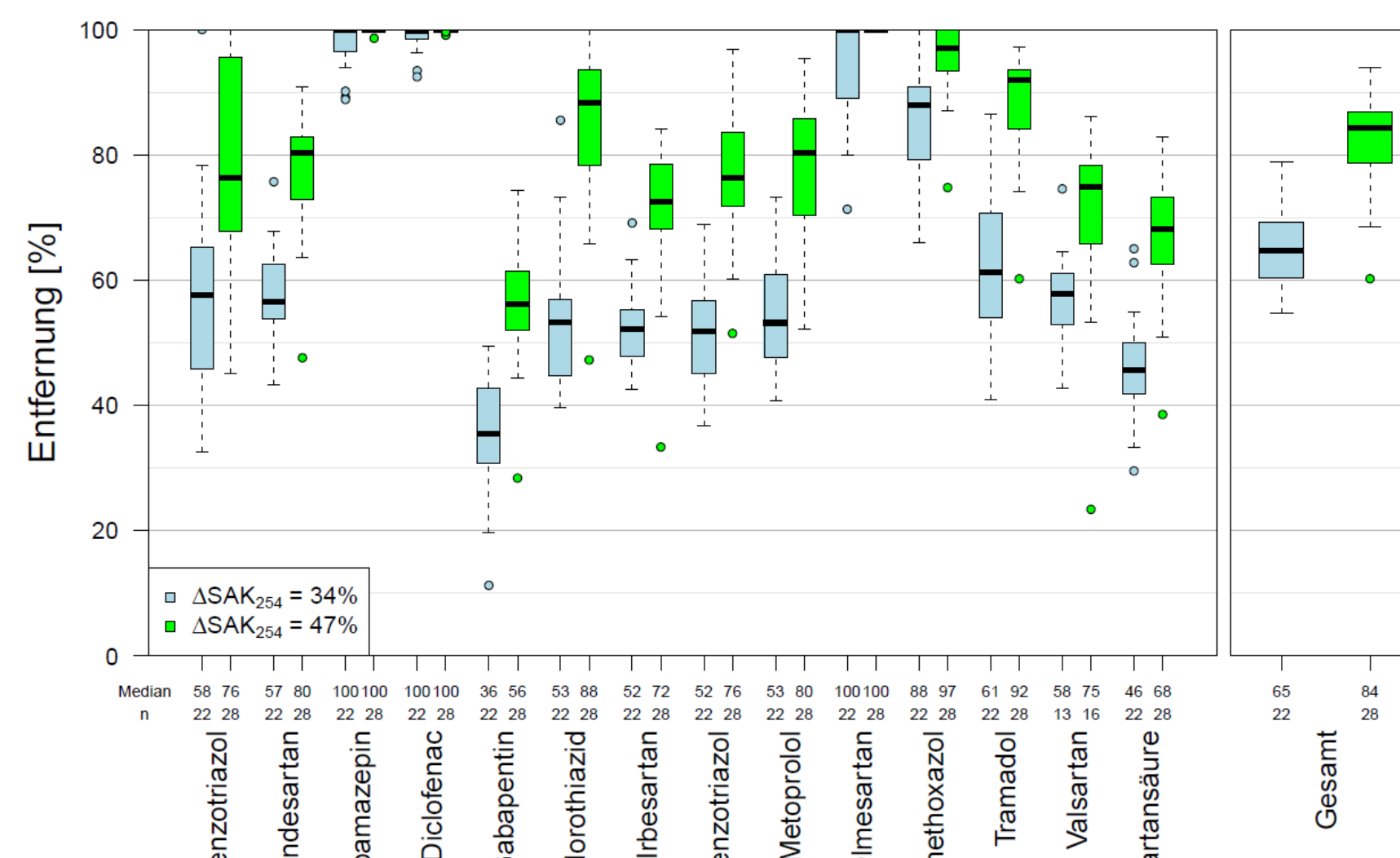
- Kommunale Kläranlage mit ca. 350.000 E
- Pilotierungszeitraum: 05/2022 bis 12/2023
- Fünf Probenahmestellen, 24-Stunden-Mischproben
- Ozon dosierung mittels  $\Delta\text{SAK}_{254}$  geregelt (zwei Betriebspunkte:  $\Delta\text{SAK}_{254} = 34\%$  und  $47\%$ , entsprechend 0,43 und 0,61 mg O<sub>3</sub>/mg DOC)
- Zweischichtfilter (Sand/Anthrazit, v<sub>f</sub> = 10 m/h, tägliche Rückspülung mit Luft/Filtrat)
- UV-Desinfektion mit 50 W Niederdruckstrahler (Spektron 2e) mit konstantem Durchfluss/Leistung. Die UV-Dosis (PSS) betrug im Mittel 470 bzw. 700 J/m<sup>2</sup>.



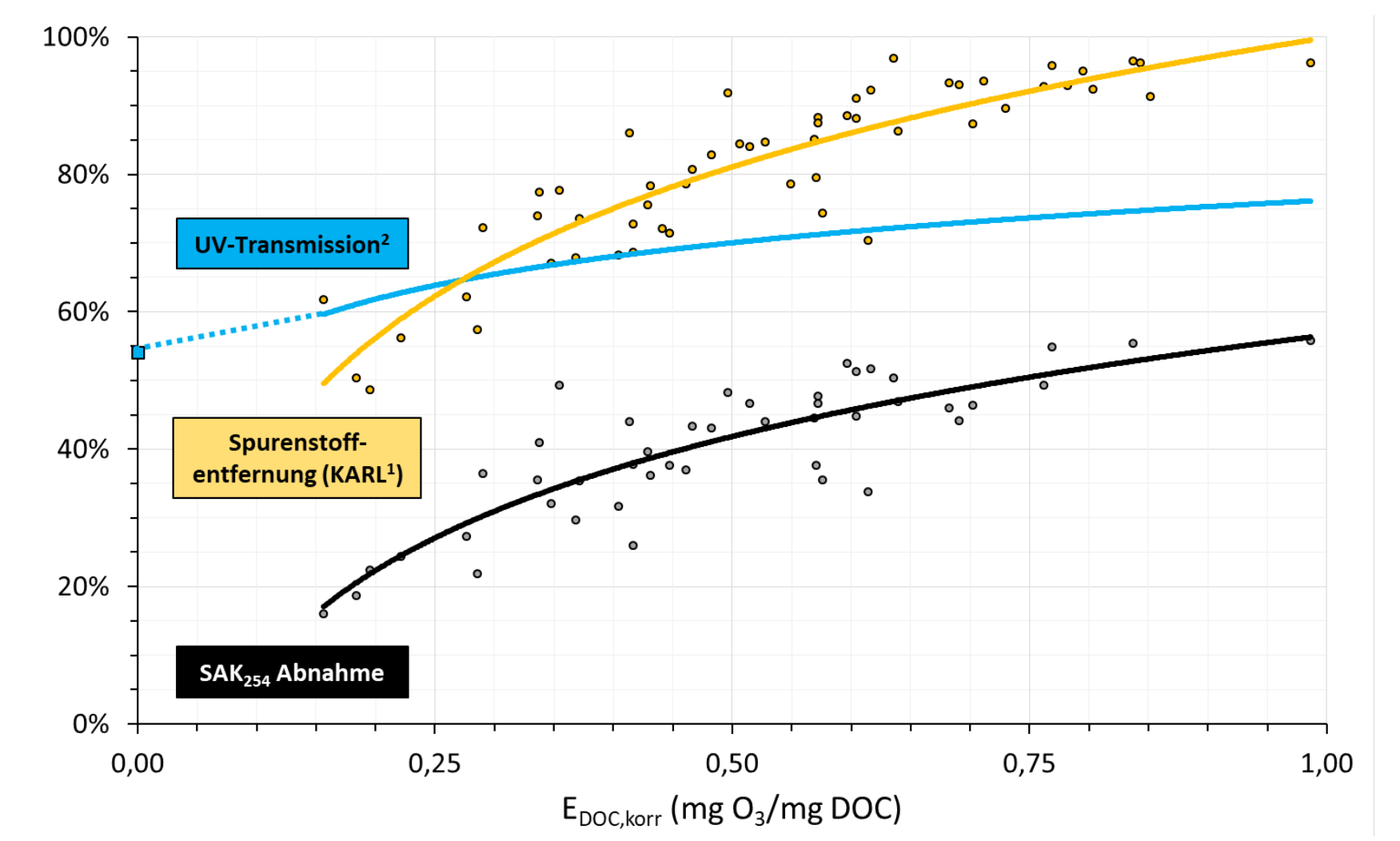
## Ergebnisse

### Spurenstoffentfernung...

- Spurenstoffentfernung ist abhängig von der stoffspezifischen Reaktivität mit Ozon und OH-Radikalen
- Bei einem  $\Delta\text{SAK}_{254}$  von 34 % bzw. 47% betrug die mittlere Entfernung der 14 Spurenstoffe 67 % bzw. 84 %.
- Eine spezifische Ozonosis von 0,5 mg O<sub>3</sub>/mg DOC ist erforderlich, um die geforderte 80 % Entfernung in der gesamten Kläranlage gemäß der aktuellen Kommunalabwasserrichtlinie (KARL, Vorschlag) zu erreichen.
- Die Ozonung erhöht die UV-Transmission und damit auch die Effizienz der UV-Desinfektion. Bei 0,5 mg O<sub>3</sub>/mg DOC wird der SAK<sub>254</sub> im Ablauf der Kläranlage von 26,7 m<sup>-1</sup> auf 15,8 m<sup>-1</sup> verringert, was in einer Erhöhung der UV-Transmission von 54 % auf 70 % resultiert.
- Der Sandfilter erfüllt nicht nur eine Forderung für die Wasserqualitätsklasse A, sondern dient aber auch als biologische Nachbehandlung der Ozonung.
- Nach dem Sandfilter wurden die Anforderungen an den BSB<sub>5</sub> (≤ 10 mg/l), AFS (≤ 10 mg/l) und Trübung (≤ 10 mg/l) sicher eingehalten.

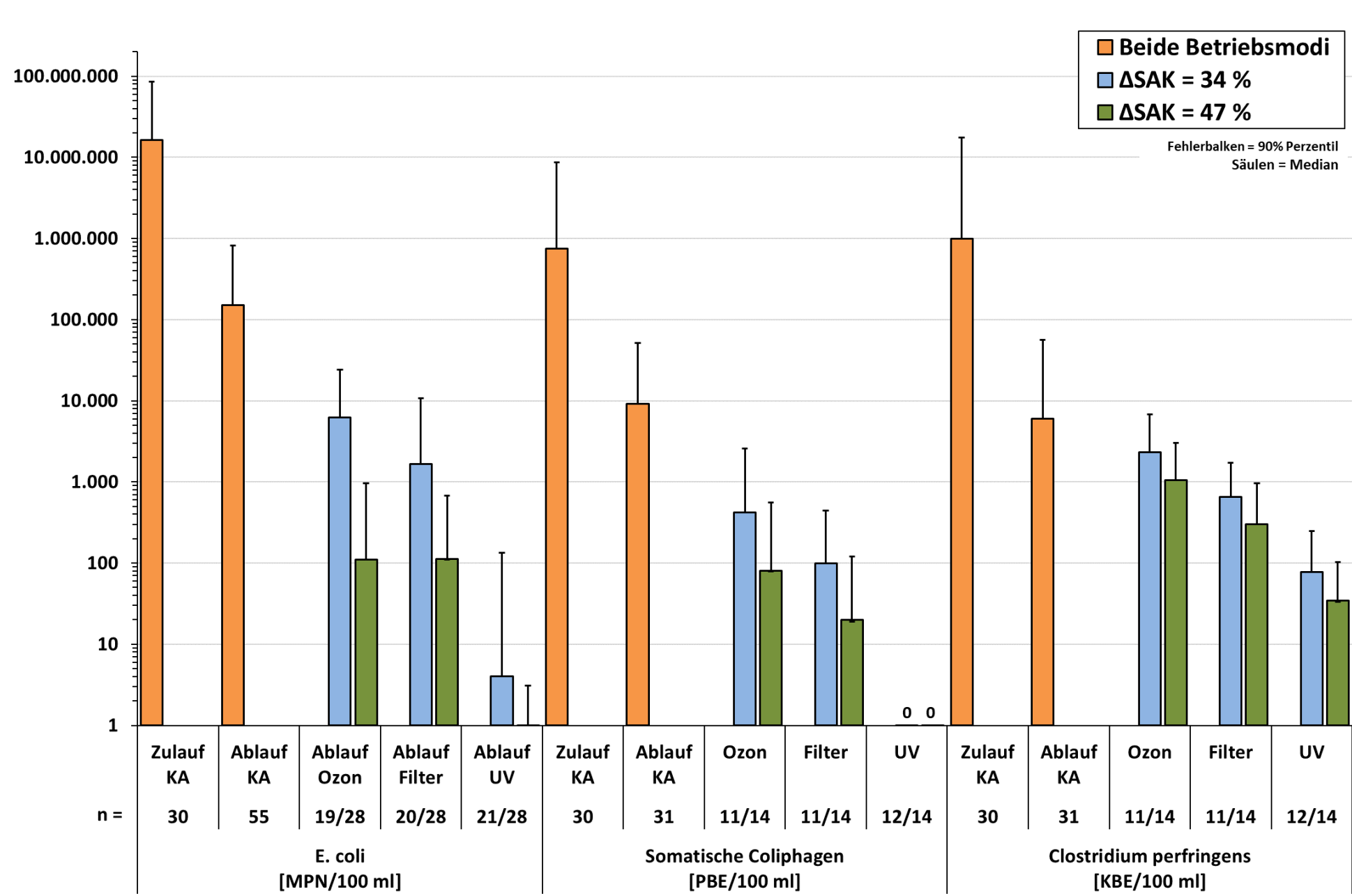


Spurenstoffentfernung durch die Ozonanlage bei den beiden Betriebeinstellungen.

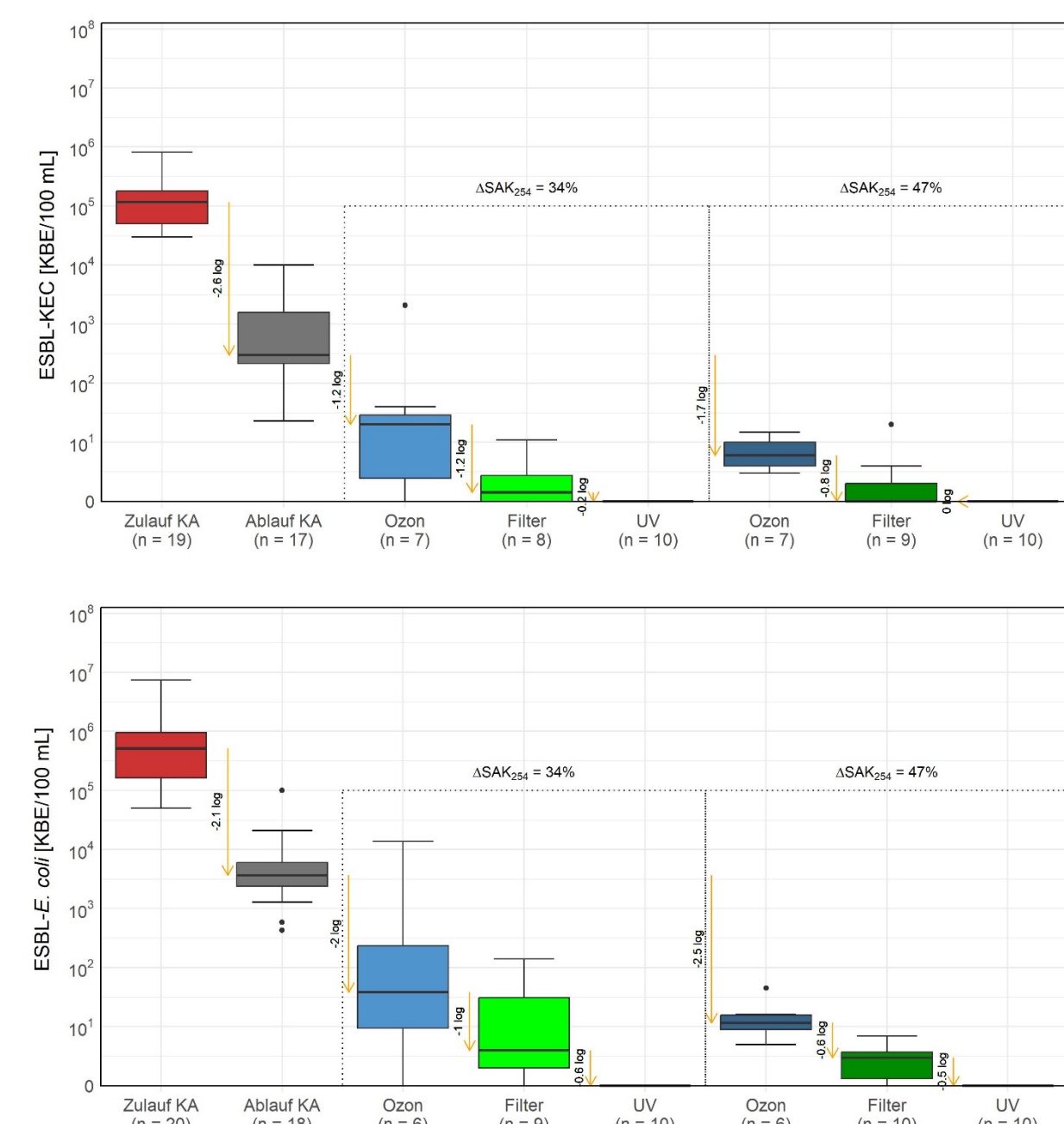


Spurenstoffentfernung gemäß Kommunalabwasserrichtlinie (KARL, inkl. Abschätzung der Entfernung in der Kläranlage) sowie der SAK<sub>254</sub> Abnahme ( $\Delta\text{SAK}_{254}$ , Labormessung) und mittleren UV-Transmission in Abhängigkeit des nitritkorrigierten spezifischen Ozoneintrags.

### ... kombiniert mit Desinfektion



Konzentration der mikrobiellen Indikatororganismen an den Probenahmestellen entlang der Aufbereitungskette bei den beiden Betriebeinstellungen der Ozonung. Es sind nur quantifizierbare Werte in den Abbildungen dargestellt.



Konzentration von antibiotika-resistenten Bakterien an den Probenahmestellen entlang der Aufbereitungskette bei den beiden Betriebeinstellungen der Ozonung. Es sind nur quantifizierbare Werte in den Abbildungen dargestellt.

- Die mittlere Konzentration der mikrobiologischen Indikatororganismen im Kläranlagenzulauf lag in einer Größenordnung von 10<sup>6</sup> bis 10<sup>7</sup> KBE bzw. PBE/100 ml.
- Im Mittel wurden die Indikatororganismen durch den Kläranlagenprozess um 2,0 bis 2,4 log<sub>10</sub> Stufen reduziert
- Die Ozonung verringert *E. coli* und somatische Coliphagen zwischen 1,6 und 3,2 log<sub>10</sub>; die Verringerung von *Clostridium perfringens* ist gering (< 1 log<sub>10</sub>).
- Die Filtration reduzierte die Indikatororganismen nur geringfügig.
- Meist waren *E. coli* and Coliphagen nach der UV-Anlage nicht mehr nachweisbar. *Clostridium perfringens* konnte jedoch nicht unter 60 ± 50 KBE/100 ml reduziert werden, unabhängig von der UV-Dosis.
- Antibiotika-resistente Bakterien (ARB) lagen im Zulauf der Kläranlage zwischen 10<sup>4</sup> und 10<sup>6</sup> KBE/100 ml. ARB wurden durch die Kläranlage und alle Stufen der Pilotanlage verringert. Im Ablauf der UV-Anlage konnten keine ARB mehr nachgewiesen werden.

## Ansprechpartner

Projektkoordination:



Institutsleitung:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. T. Wintgens



Förderkennzeichen: 02WV1561

## Projektpartner

