



... zum Leben und Genießen

:: SCHÖLZEL CONSULTING

b|F BOCKERMANN
FRITZE
IngenieurConsult GmbH

Umbau der Kläranlage Schwarzbach zur Zentralkläranlage

Sachstandsbericht zur Einfahr- und Monitoringphase der 4. Reinigungsstufe

Schölzel Consulting
Bockermann Fritze IngenieurConsult GmbH

31.10.2024

Gliederung

- Stand: Umbau und Erweiterung Kläranlage Schwarzbach
- Warum ist ein Monitoring erforderlich?
- Grundlagen der Spurenstoffelimination
- Spurenstoffelimination auf der Kläranlage Schwarzbach
- Ablauf des Monitorings und Ergebnisse
- Nächste Schritte

Kläranlage Schwarzbach (früher)



Kläranlage Schwarzbach (heute)



Kläranlage Schwarzbach

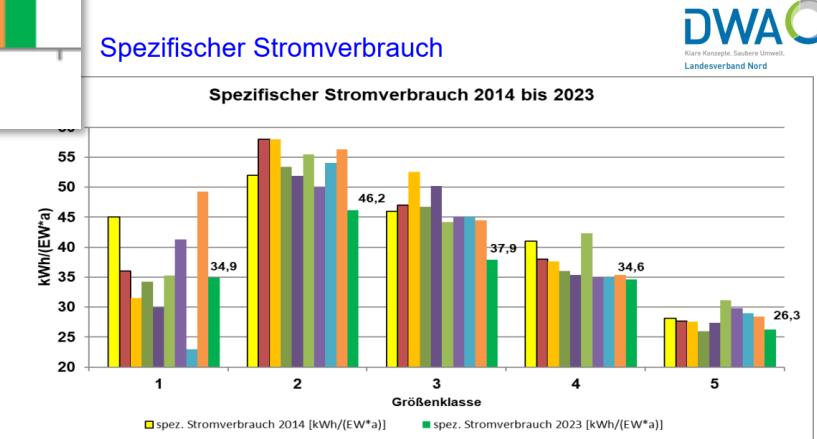
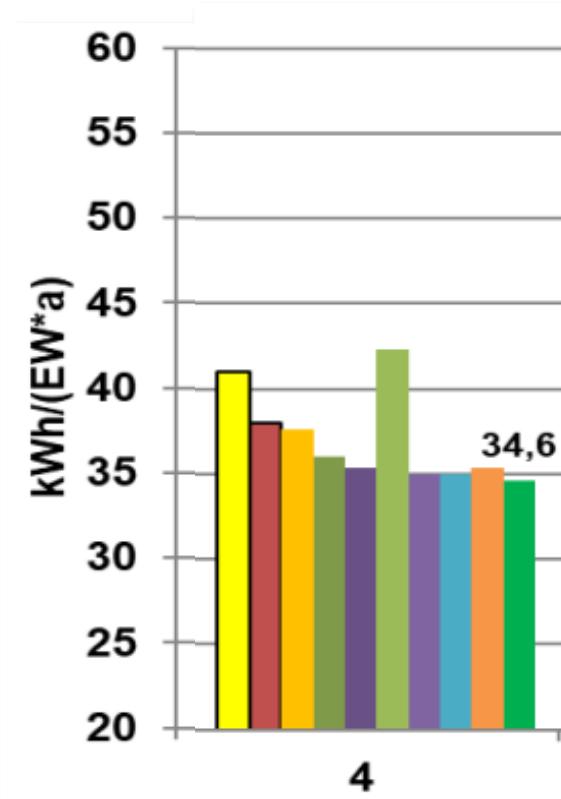


Quelle: Stadt Werther(Westf.)

Kläranlage Schwarzbach

Eckdaten und Betriebserfahrung

- Eckdaten
 - Ausbaugröße: 15.000 Einwohnerwerte
 - Bauzeit: 07/2021 - 08/2024
 - Umweltinspektion BR Detmold vom 11.03.2024 ohne Mängel
 - Gesicherte Einhaltung der Überwachungswerte in allen Betriebszuständen
 - Spezifische Energieverbrauch bisher ca. 30 kWh/(EW*a) – GK 4
 - Restleistungen an Werkstatt- und Betriebsgebäude derzeit in Ausführung



Erfahrungsaustausch der Moderatoren 25. und 26. September 2024

Betriebsmonitoring

Projektpartnerschaft – Schölzel Consulting

- Wissenschaftlich/Technisches Erfahrungswissen im Betrieb von Anlagen zur Spurenstoffelimination auf Kläranlagen für Stadt Werther wichtig
- Projektpartnerschaft BFI - Schölzel Consulting



- 2009 – 2013 Bachelor Umweltingenieurwesen TU Braunschweig
- 2013 – 2017 Master Umweltingenieurwissenschaften, Fachrichtung Siedlungswasserwirtschaft
- 2014 – 2018 Projektingenieurin im Planungsbüro, Abteilung Stadtentwässerung
- 2018 – 2022 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Siedlungswasserwirtschaft RWTH Aachen
- Seit 2022 Selbstständig

:: SCHÖLZEL CONSULTING

Betriebsmonitoring

Projektpartnerschaft – Schölzel Consulting

- Betriebsbegleitung u.a. auf der
 - KA Bad Oeynhausen
 - KA Gütersloh-Putzhagen
 - KA Brilon
- Mitglied DWA-Arbeitsgruppe
 - 8.3 – Abwasserfiltration
 - 8.6 – Aktivkohleeinsatz
- Mitarbeit an diverse Forschungsvorhaben im Bereich Spurenstoffelimination auf Kläranlagen



- 2009 – 2013 Bachelor Umweltingenieurwesen TU Braunschweig
- 2013 – 2017 Master Umweltingenieurwissenschaften, Fachrichtung Siedlungswasserwirtschaft
- 2014 – 2018 Projektingenieurin im Planungsbüro, Abteilung Stadtentwässerung
- 2018 – 2022 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Siedlungswasserwirtschaft RWTH Aachen
- Seit 2022 Selbstständig

Warum ist ein Monitoringprogramm erforderlich?

Behördliche Auflagen

- Anforderungen aus Genehmigungsbescheid
- Anforderungen aus Einleitungserlaubnis
 - Nachweis einer Eliminationsleistung von 80% für 6 Indikatorsubstanzen

Indikator-
substanzen

1H-Benzotriazol
Carbamazepin
Clarithromycin
Diclofenac
Metoprolol
Sulfamethoxazol

Im Genehmigungsbescheid heißt es:

1.5.7 Nach Inbetriebnahme der Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen ist diese über maximal 1 Jahr einer Einfahr- und Monitoringphase zu unterziehen. Hierzu wird auf die Regelungen im Bemessungspapier des Kompetenzzentrums NRW verwiesen.

Im Erlaubnisbescheid heißt es:

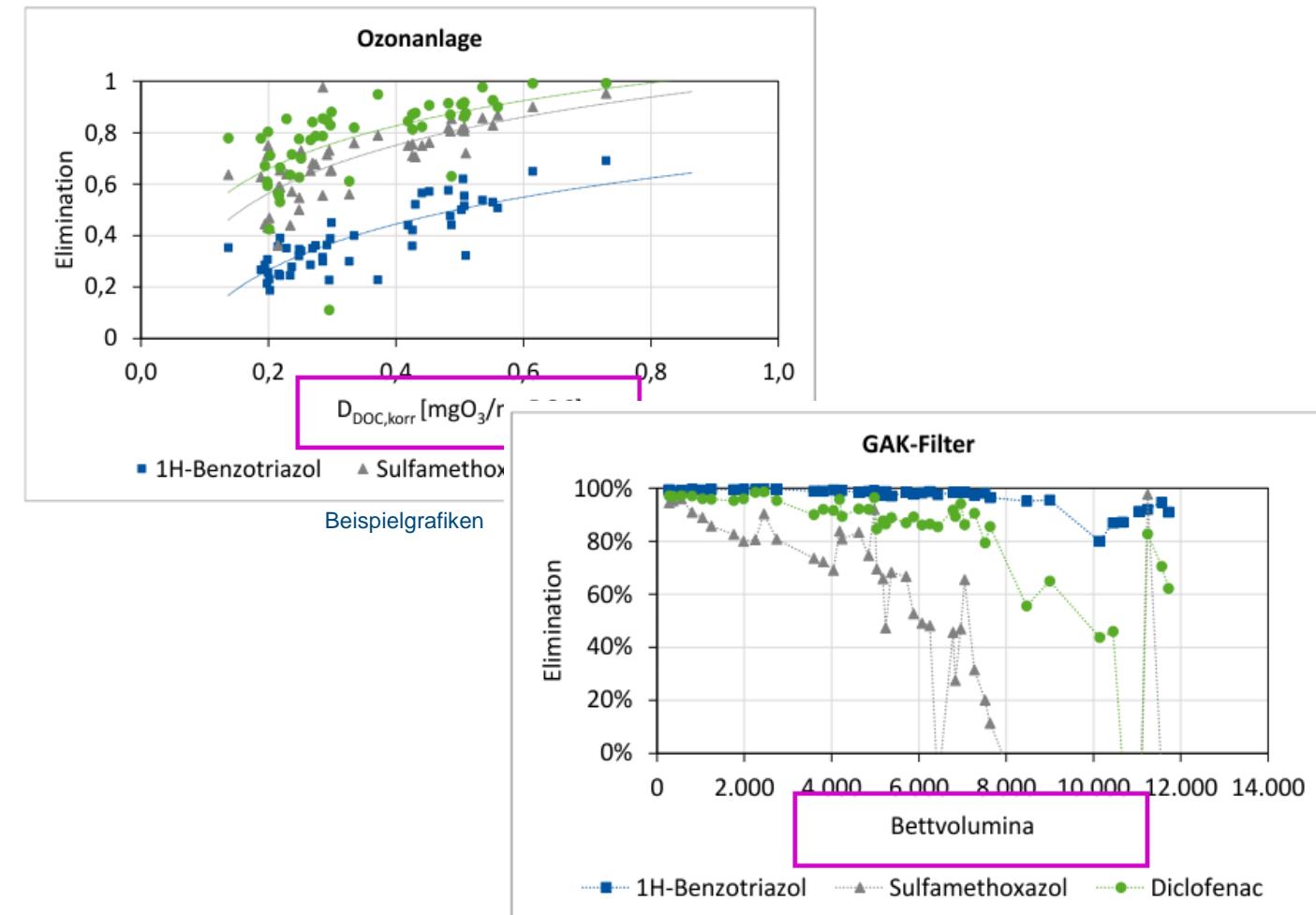
7.6.6 Nach Fertigstellung ab dem Datum der landesbehördlichen Abnahme bzw. der Aufnahme des Regelbetriebs:

Gegen Ende der Inbetrieb- bzw. Optimierungsphase ist eine Eliminationsleistung von 80 % bezogen auf die im Abschnitt Selbstüberwachung genannten Indikatorparameter anzustreben. Die maximal mögliche Eliminationsleistung ist in mindestens einer 7-Tage-Intensivmonitoringphase zu bestimmen. Idealerweise

Warum ist ein Monitoringprogramm erforderlich?

Anlagenoptimierung

- Optimierung des Anlagenbetriebs
 - Einsparung von Energie
 - Einsparung von Betriebsmitteln (hier: Einsatz Aktivkohle)
- **Reduzierung Betriebskosten**
- Wissenschaftliche und technische Unterstützung Betriebspersonal
 - Insbesondere Kombinationsbetrieb Ozon - GAK



Grundlagen der Spurenstoffelimination

Was sind Spurenstoffe?

WISSEN

**Hormone und Antibiotika im Wasser
Arzneimittelreste landen in der Toilette**



ntv

01.06.2014, 16:45 Uhr

Stand: 10.08.2020 18:00 Uhr | Archiv

Medikamentenrückstände im Wasser: Eine Gefahr?

von Alexa Höber

NDR



Einige Mikro-Schadstoffe überstehen die Abwasserreinigung im Klärwerk und landen so in den Gewässern.

Trinkwasser sauber gehalten wird. Sie mahnen, dass schon bei der Herstellung von Produkten

Medikamentenrückstände, flüssiges Plastik aus Duschgel und andere Mikro-Schadstoffe: Einige problematische Inhaltsstoffe aus alltäglichen Produkten überstehen die Abwasserreinigung im Klärwerk und gelangen auf diesem Weg in unsere Gewässer - und unter Umständen sogar ins Trinkwasser. Zwar bemühen sich die Wasserversorger seit vielen Jahren darum, dass der Eintrag solcher Stoffe in die Gewässer reduziert und damit auch das

Kläranlagen

Antibabypille im Abwasser belastet männliche Fische im Kreis Ebersberg

3. August 2018, 18:07 Uhr | Lesezeit: 4 min



Süddeutsche Zeitung

Im Klärwerk in Neufinsing wird das Abwasser in mehreren Becken nach und nach gereinigt. (Foto: Photographie Peter Hinz-Rosin)

Grundlagen der Spurenstoffelimination

Was sind Spurenstoffe?

- Spurenstoffe = Substanzen, die in geringen Konzentrationen [$\mu\text{g/l}$ bis ng/l] in der Umwelt vorkommen
- z.B. Humanpharmaka, Haushalts- und Industriechemikalien, Pestizide, Flammschutzmittel
- Bis heute weltweit 193 Mio. Chemikalien und Arzneimittel registriert
- Ca. 12.000 Stoffe kommen täglich dazu
- Nicht alle haben Umweltrelevanz



Grundlagen der Spurenstoffelimination

Welche Auswirkungen haben Spurenstoffe...

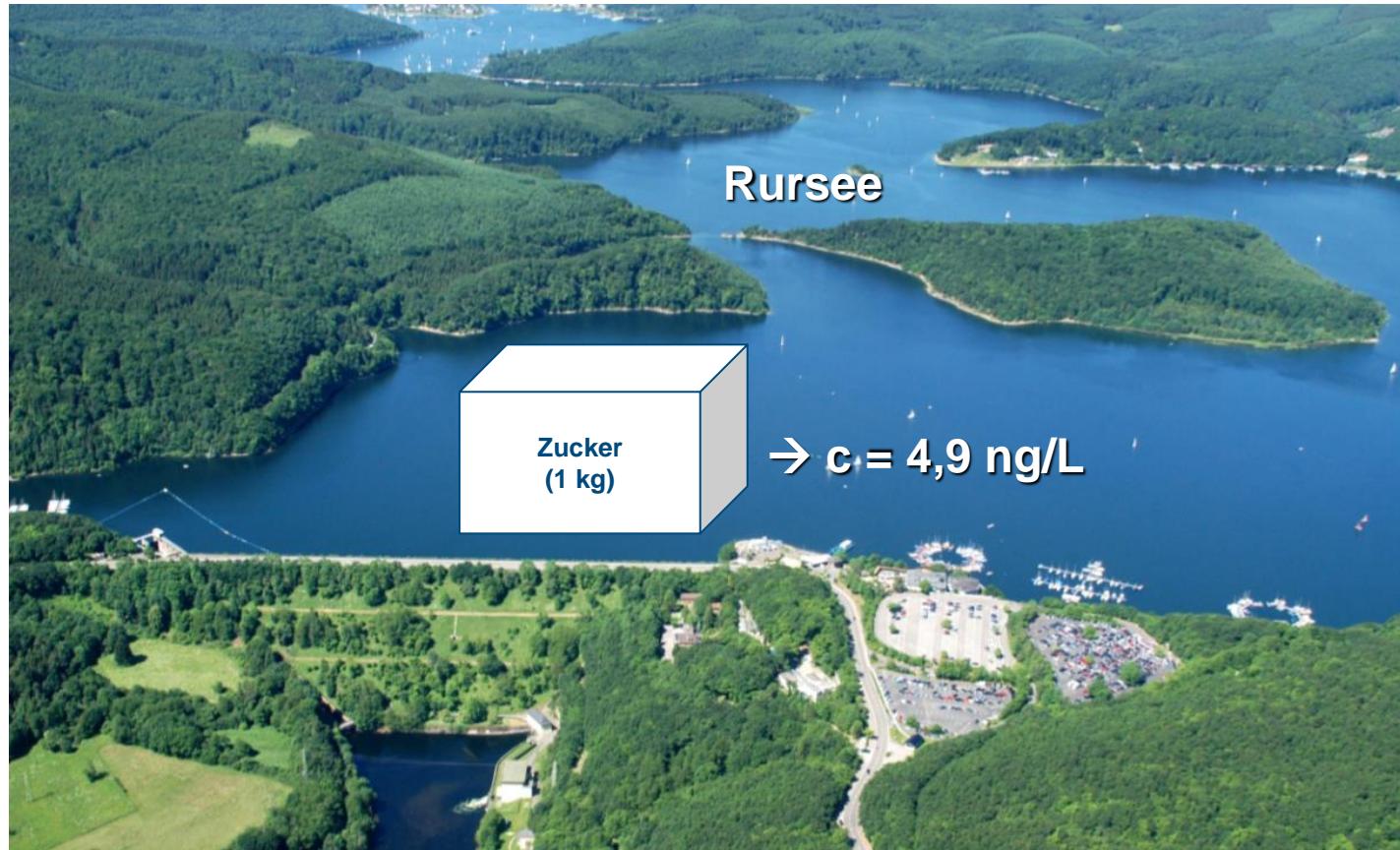
...auf die Umwelt und aquatische Lebewesen?

- Persistenz
- Bioakkumulation
- Akute Toxizität
- Chronische Toxizität
- Endokrine Wirkung
- Mutagene Wirkung
- Kanzerogene Wirkung



Grundlagen der Spurenstoffelimination

Welche Auswirkungen haben Spurenstoffe...

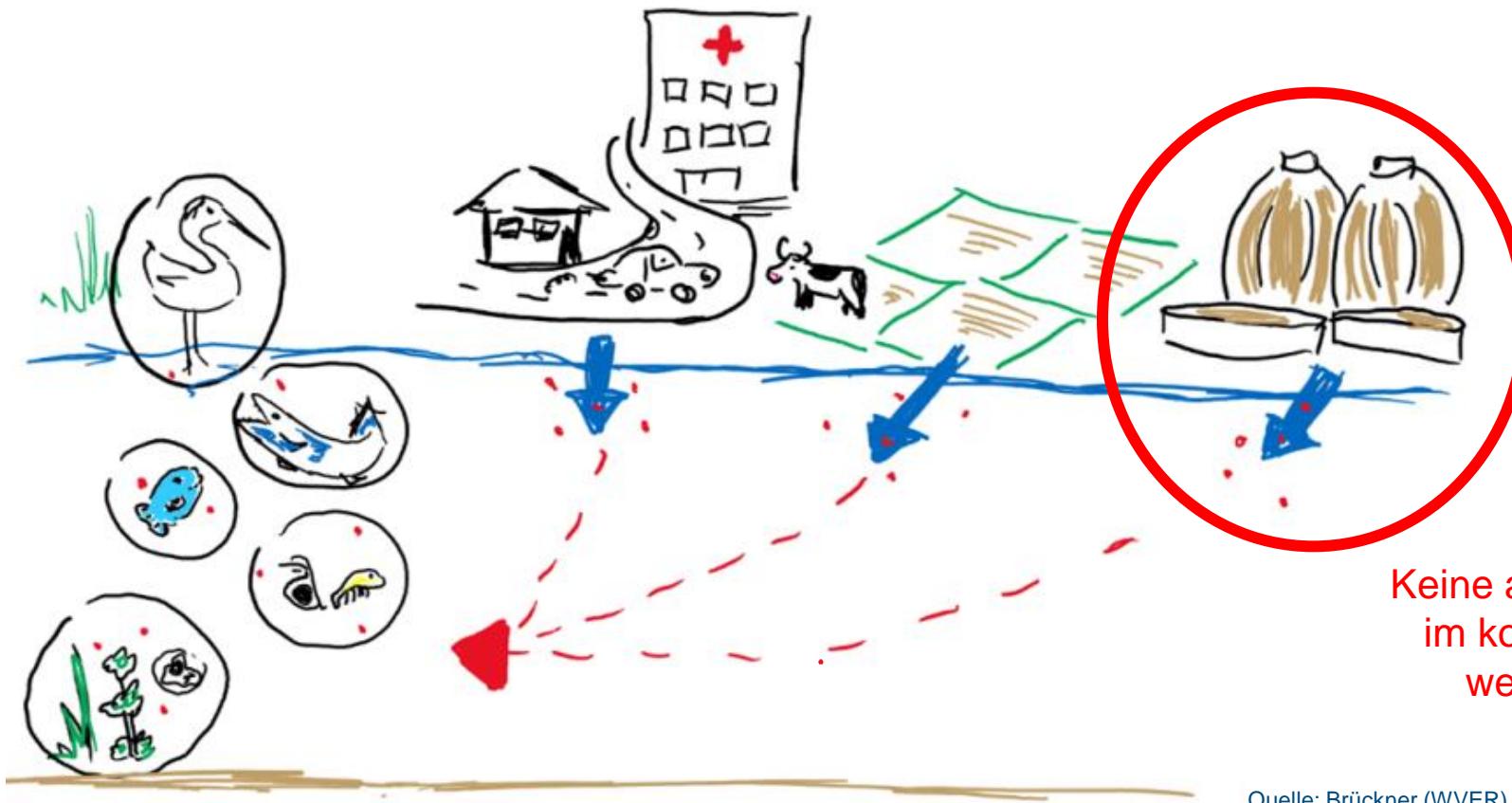


Hinweis: Zucker ist kein Spurenstoff

Abbildung: Institut für Siedlungswasserwirtschaft, RWTH Aachen
(Vera Kohlgrüber)
Bildquelle: <http://www.wver.de/images/content/talsperren/datenblaetter/ruralsperre.pdf>

Grundlagen der Spurenstoffelimination

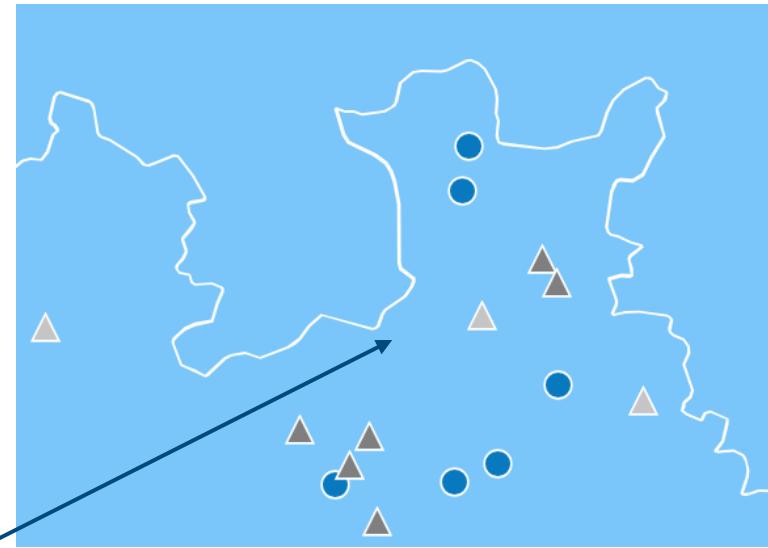
Eintragspfade



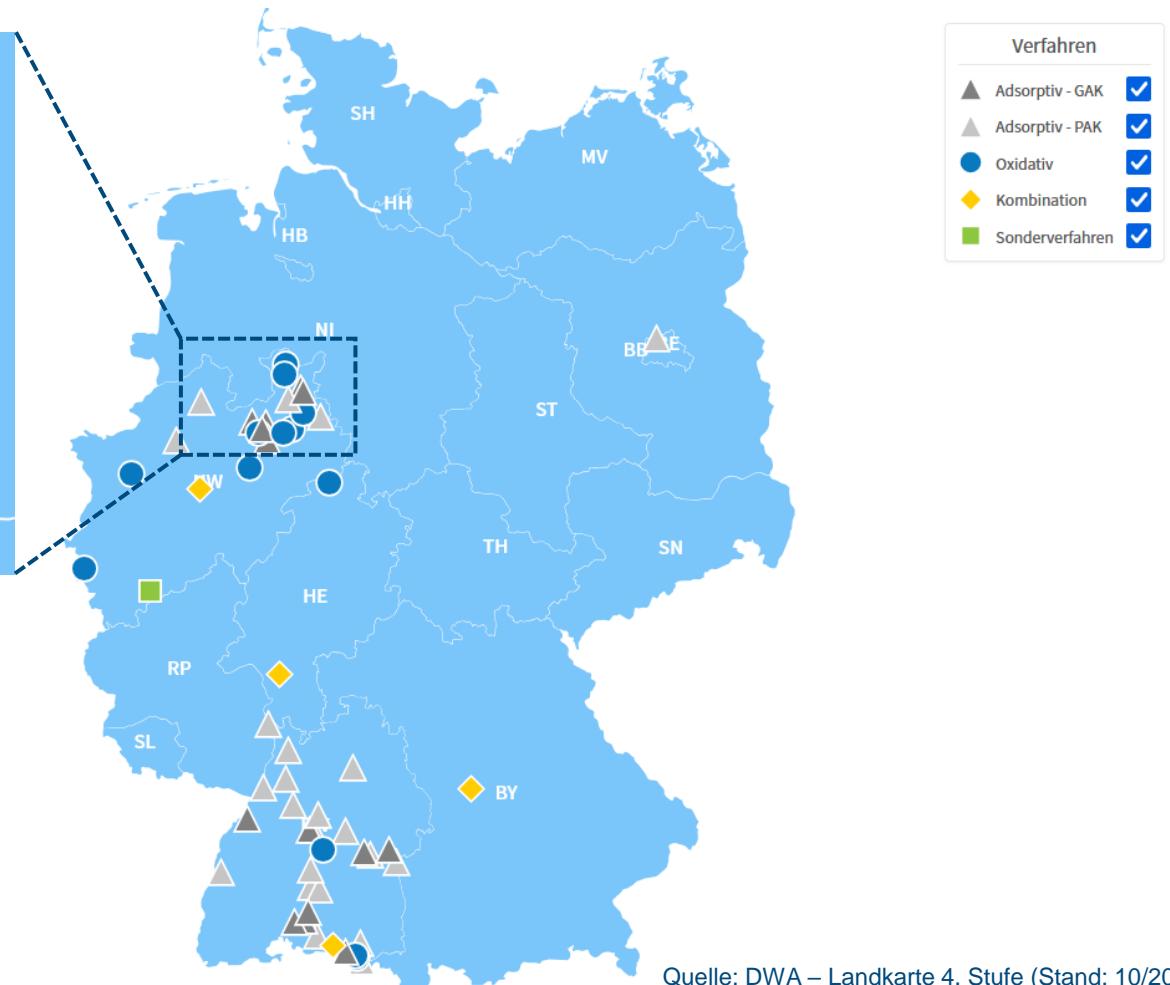
Quelle: Brückner (WVER)

Grundlagen der Spurenstoffelimination

Anlagenübersicht (DWA)



Schwarzbach Werther (Westf.)
15.000 EW (Kombination Ozon+GAK)



Quelle: DWA – Landkarte 4. Stufe (Stand: 10/2023)

Grundlagen der Spurenstoffelimination

Verfahren, die sich in der Praxis bewährt haben

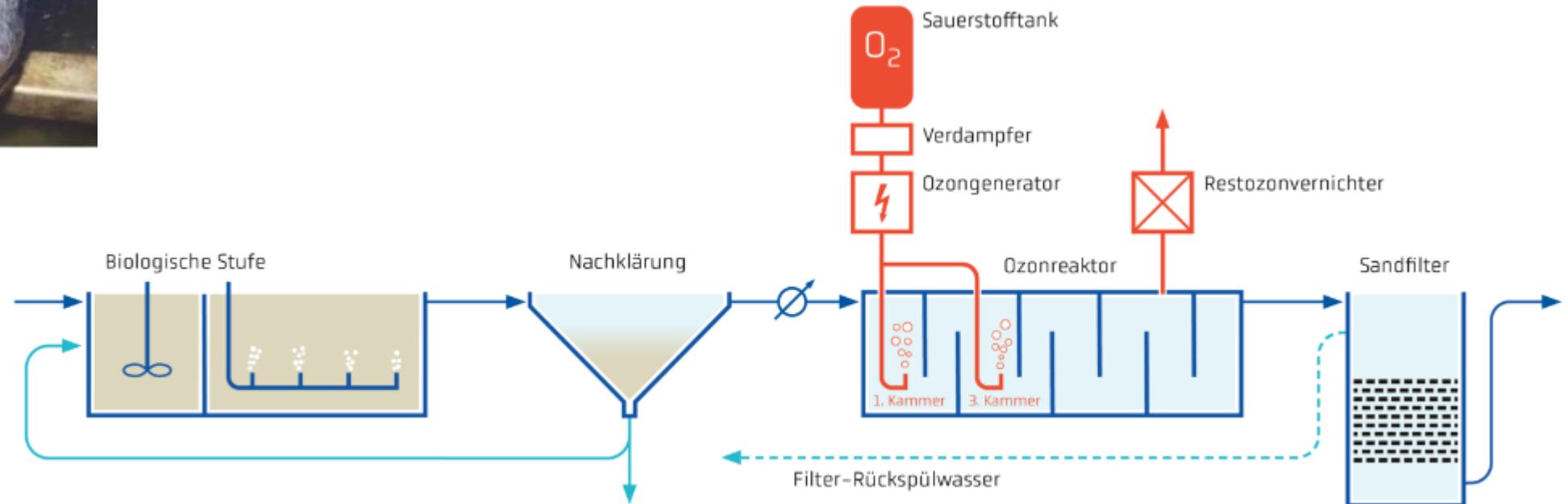
Ozonung	Pulveraktivkohle (PAK)	Granulierte Aktivkohle (GAK)
 Bild: Zobel (WVER)	 Foto: Nahrstedt (IWW)	
oxidativ	adsorptiv	adsorptiv
dosisabhängig	dosisabhängig	zeitabhängig

Grundlagen der Spurenstoffelimination

Ozonung



Bild: Zobel (WVER)



Quelle: VSA, Plattform Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen (CH)

Grundlagen der Spurenstoffelimination

Ozonung – Beispiel KA Aachen Soers

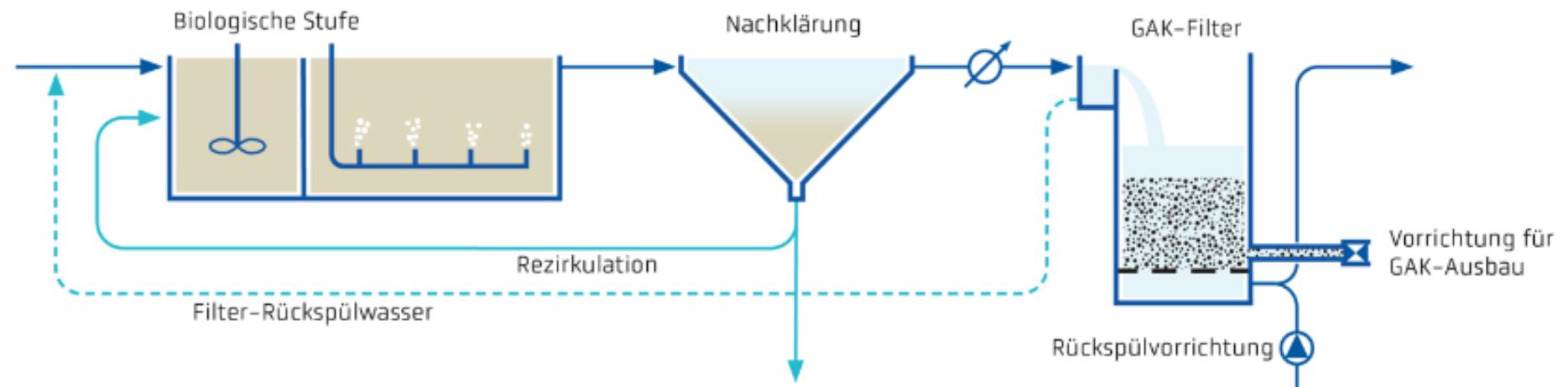
- Vollstromanlage mit Q_{\max} 3.000 l/s



Bild: Brückner (VWER)

Grundlagen der Spurenstoffelimination

Granulierte Aktivkohle (GAK)



Quelle: VSA, Plattform Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen (CH)

Grundlagen der Spurenstoffelimination

Granulierte Aktivkohle (GAK) – Beispiele

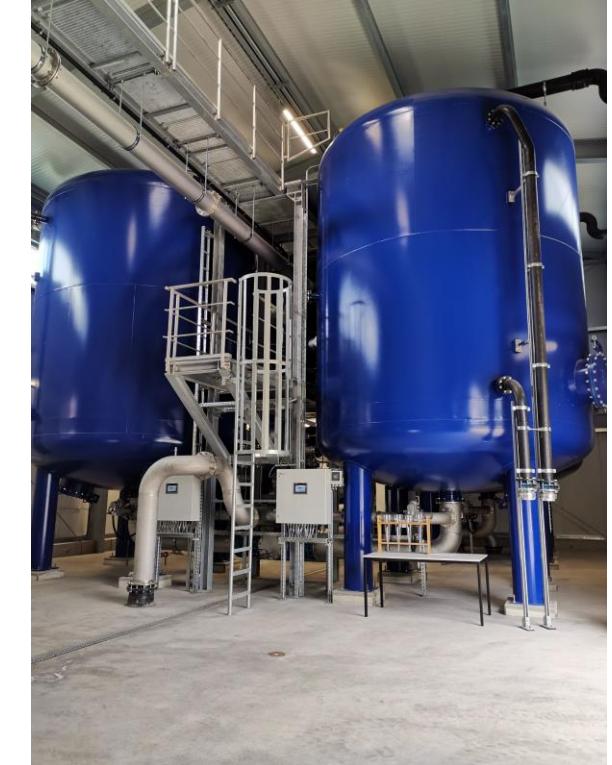
KA Bad Oeynhausen



KA Gütersloh Putzhagen



KA Harsewinkel

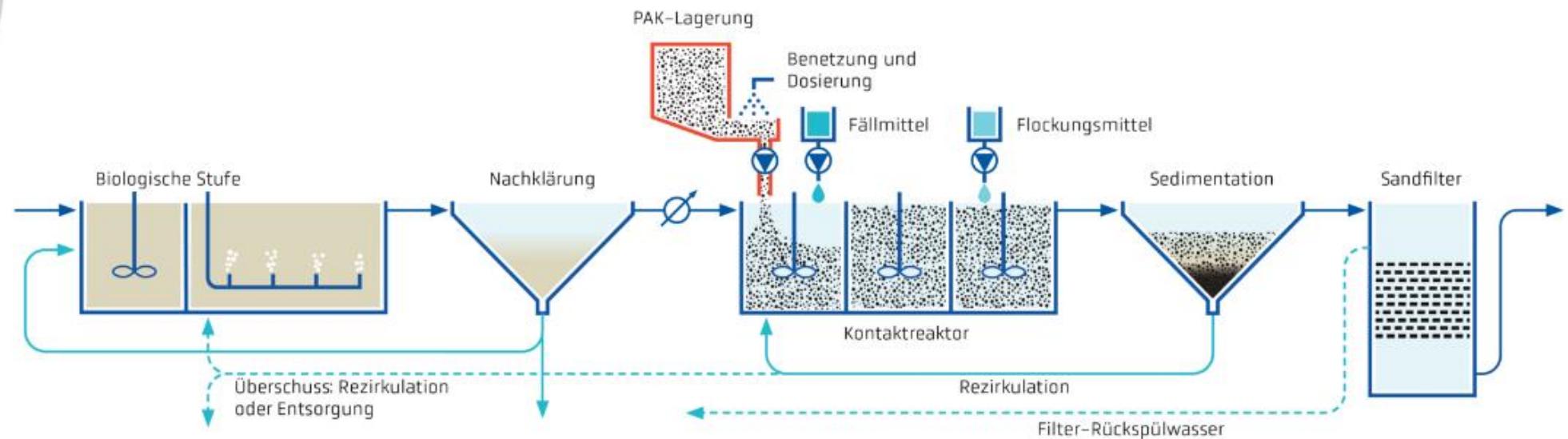


Grundlagen der Spurenstoffelimination

Pulveraktivkohle (PAK)



Bild: Nahrstedt (IWW)



Quelle: VSA, Plattform Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen (CH)

Grundlagen der Spurenstoffelimination

Pulveraktivkohle – Beispiel KA Mannheim

- Ausbau auf $Q_{\max} \approx 2.000 \text{ l/s}$



Bild: Zimmermann
(KA Mannheim)

Grundlagen der Spurenstoffelimination

Kombinationsverfahren – Ozonung und GAK-Filter



Abhängigkeit der Eliminationsleistung vom gewählten Verfahren

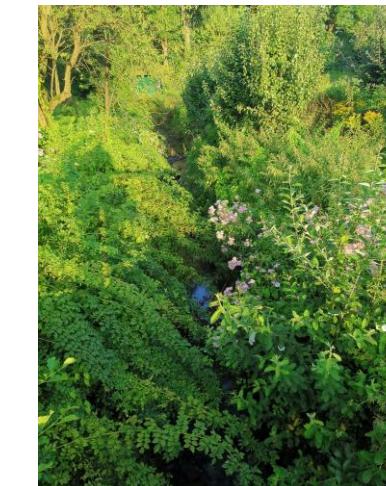
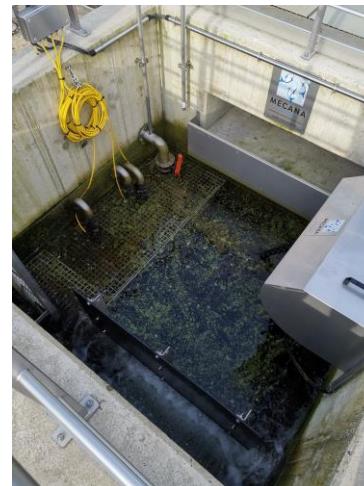
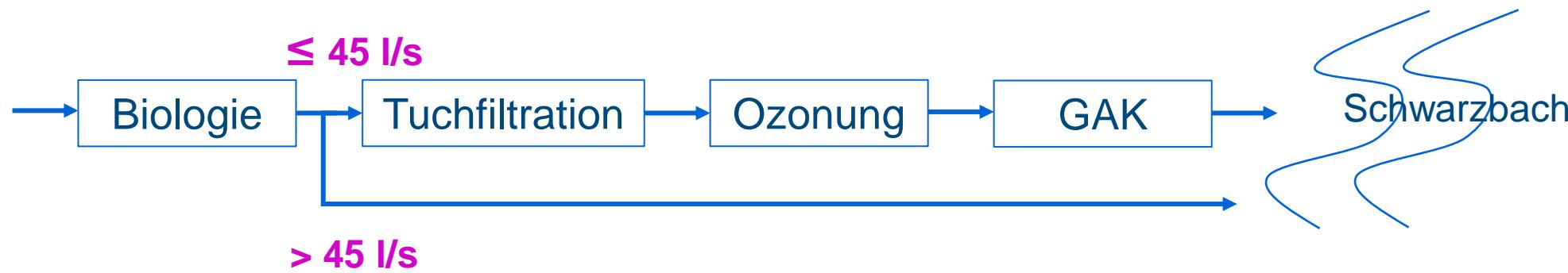
Ozon	Aktivkohle
1H-Benzotriazol	1H-Benzotriazol
Carbamazepin	Carbamazepin
Clarithromycin	Clarithromycin
Diclofenac	Diclofenac
Metoprolol	Metoprolol
Sulfamethoxazol	Sulfamethoxazol

■ schlecht zu eliminieren

■ gut zu eliminieren

Spurenstoffelimination auf der Kläranlage Schwarzbach

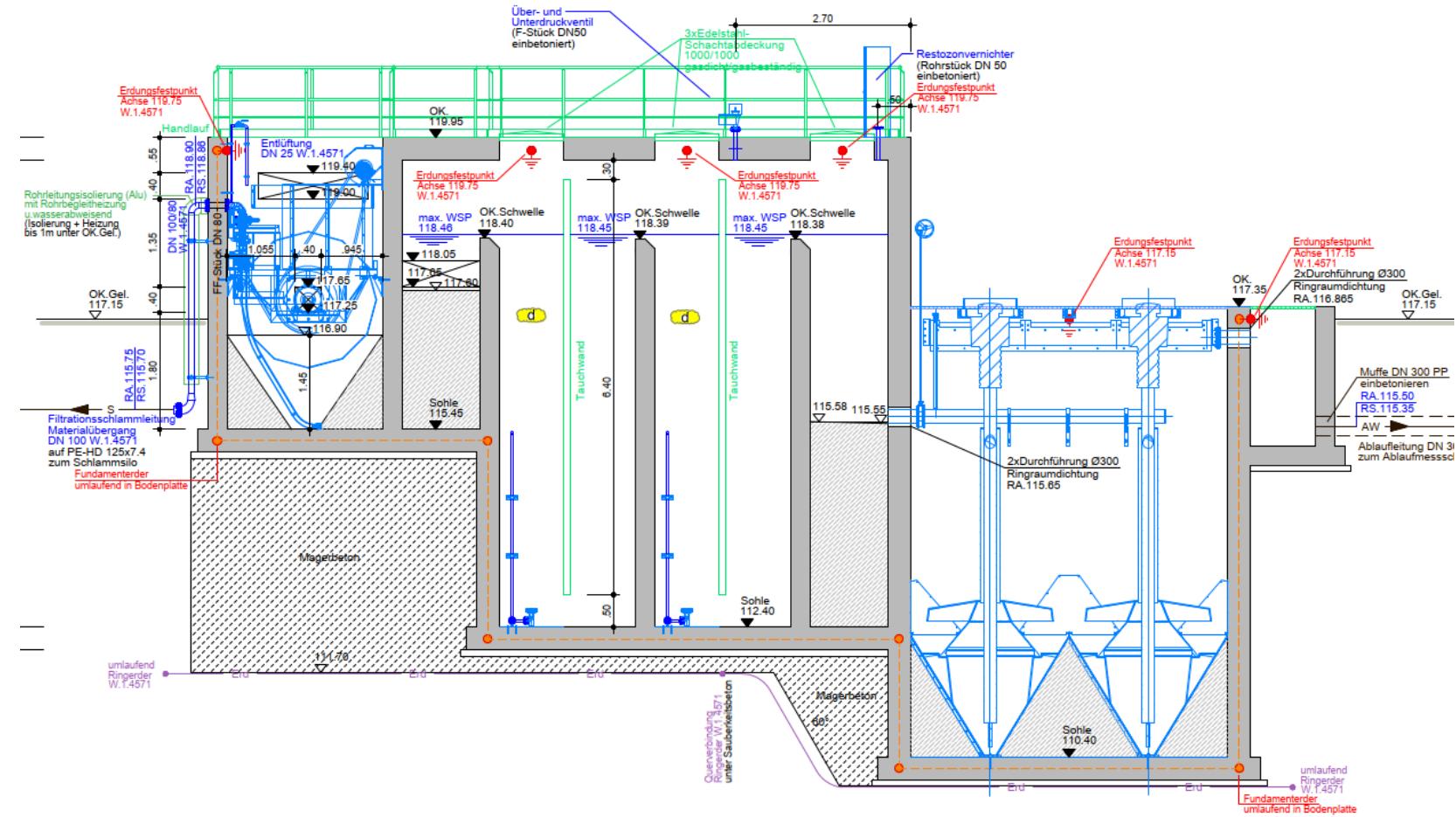
Kombinationsverfahren – Ozonung und GAK-Filter



Spurenstoffelimination auf der Kläranlage Schwarzbach

Kombinationsverfahren – Ozonung und GAK-Filter

- Systemschnitt der Anlage
 - Tuchfiltration
 - Ozonkontaktbecken
 - GAK-Filtration



Spurenstoffelimination auf der Kläranlage Schwarzbach

Ablauf des Monitorings



Ende 2023

04/2024 bis 04/2025

05/2025



... zum Leben und Genießen

1-jährige wissenschaftliche und
technische Begleitung der Einfahrphase

Ablauf des Monitorings

Aufgaben der Betriebsbegleitung

- 2-wöchentlicher Jour-Fixe-Termin
 - Laufende Auswertung und Analyse der Betriebsdaten
 - Laufende Anlagenoptimierung
 - Optimierung Prozessleitsystem der 4. Reinigungsstufe
 - Schulung und Unterstützung Betriebspersonal
-
- Nachweis der geforderten Eliminationsleistung
 - Abstimmung mit den Genehmigungsbehörden
 - Vorlage eines Abschlussberichts bei der BezReg

:: SCHÖLZEL CONSULTING

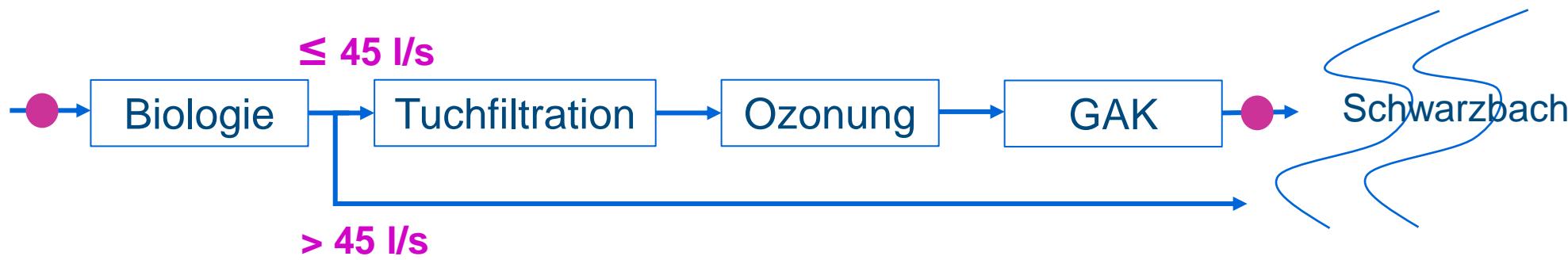
11. Jour Fixe zur Betriebsbegleitung
auf der KA Schwarzbach

02.10.2024



Ablauf des Monitorings

Intensivmonitoring



Ablauf des Monitorings

Intensivmonitoring

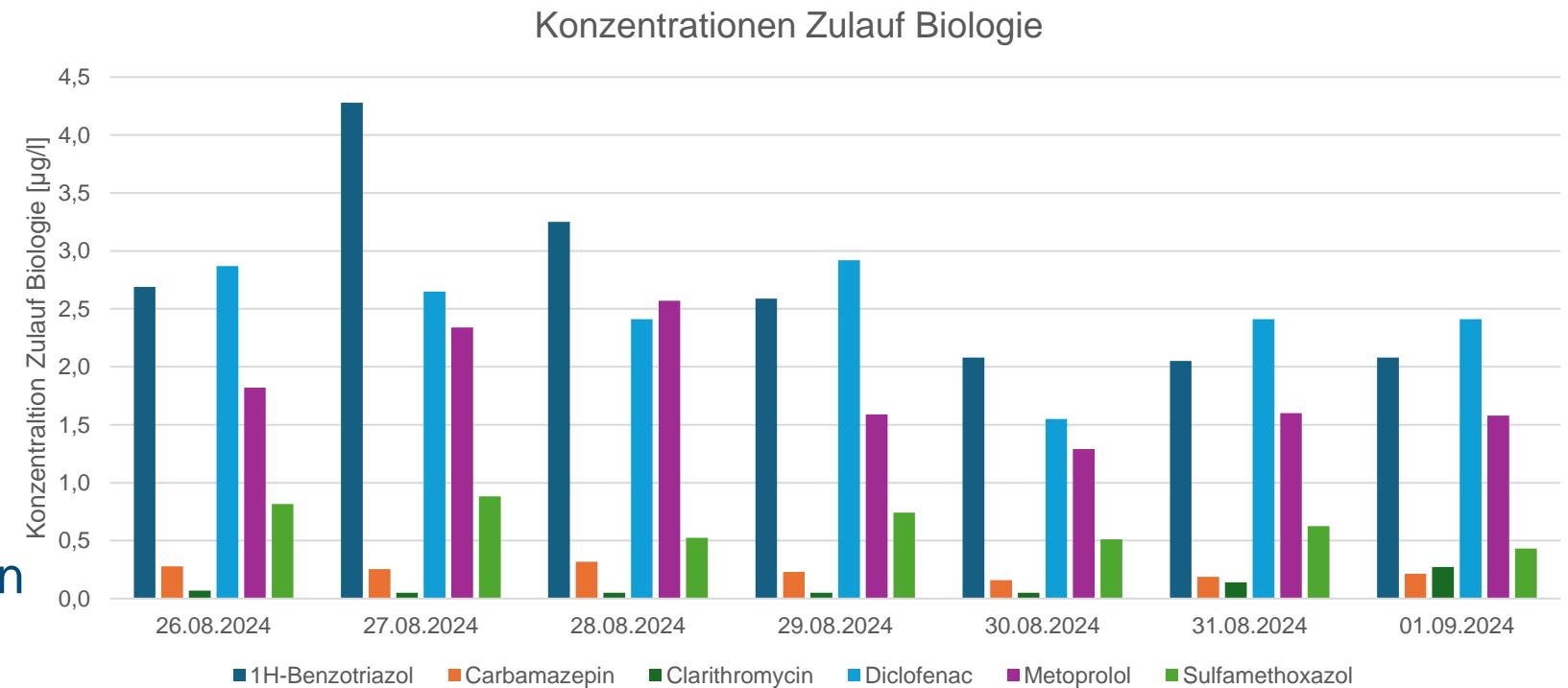
- Analyse der Proben durch externes Fachlabor

Stoff	Stoffart	Herkunft
1H-Benzotriazol	Korrosionsschutzmittel	Spülmaschinentabs, metallverarbeitende Industrie
Carbamazepin	Arzneimittel	Antiepileptika
Clarithromycin	Arzneimittel	Antibiotikum
Diclofenac	Arzneimittel	Schmerzmittel (z.B. Voltaren)
Metoprolol	Arzneimittel	Betablocker
Sulfamethoxazol	Arzneimittel	Antibiotikum

Ergebnisse Intensivmonitoring

Zulaufkonzentrationen Biologie

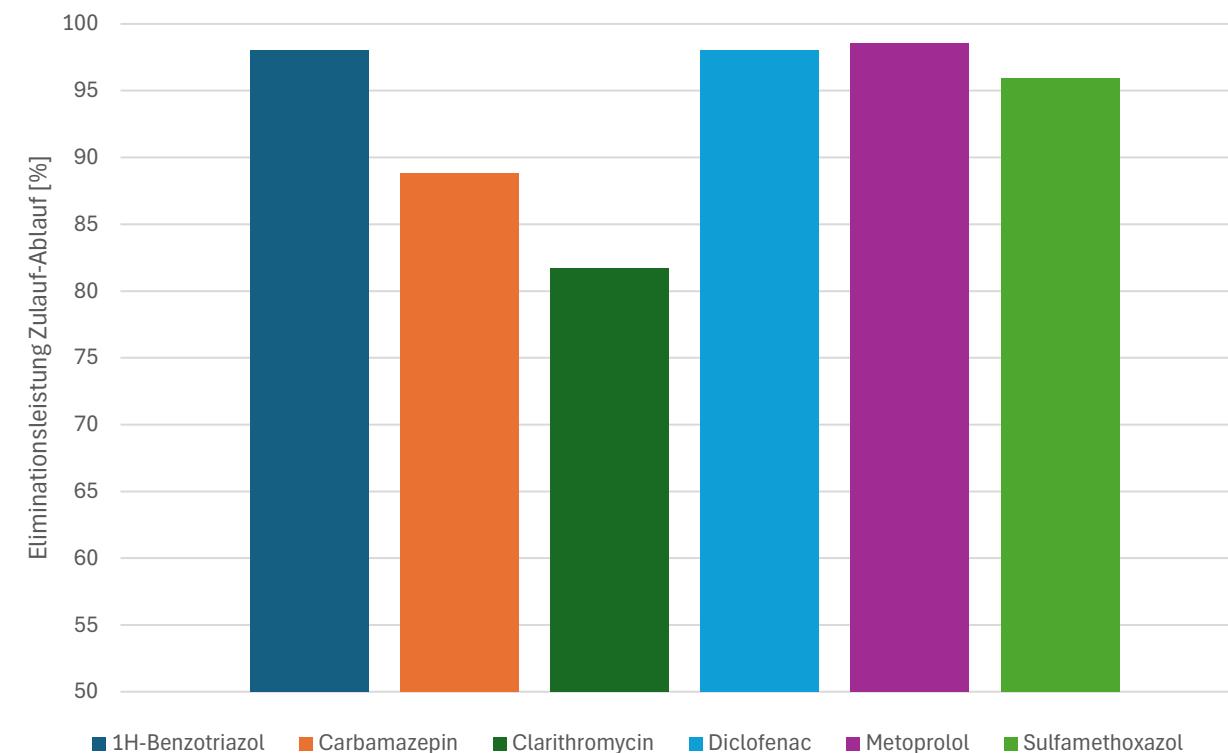
- Kaum Niederschlag während der Probenahme
- Probenahmeart
 - 7x 24h Mischproben (Mo-So)
- Zulaufkonzentrationen entsprechen vergleichbaren Literaturdaten



Ergebnisse Intensivmonitoring

Eliminationsleistung

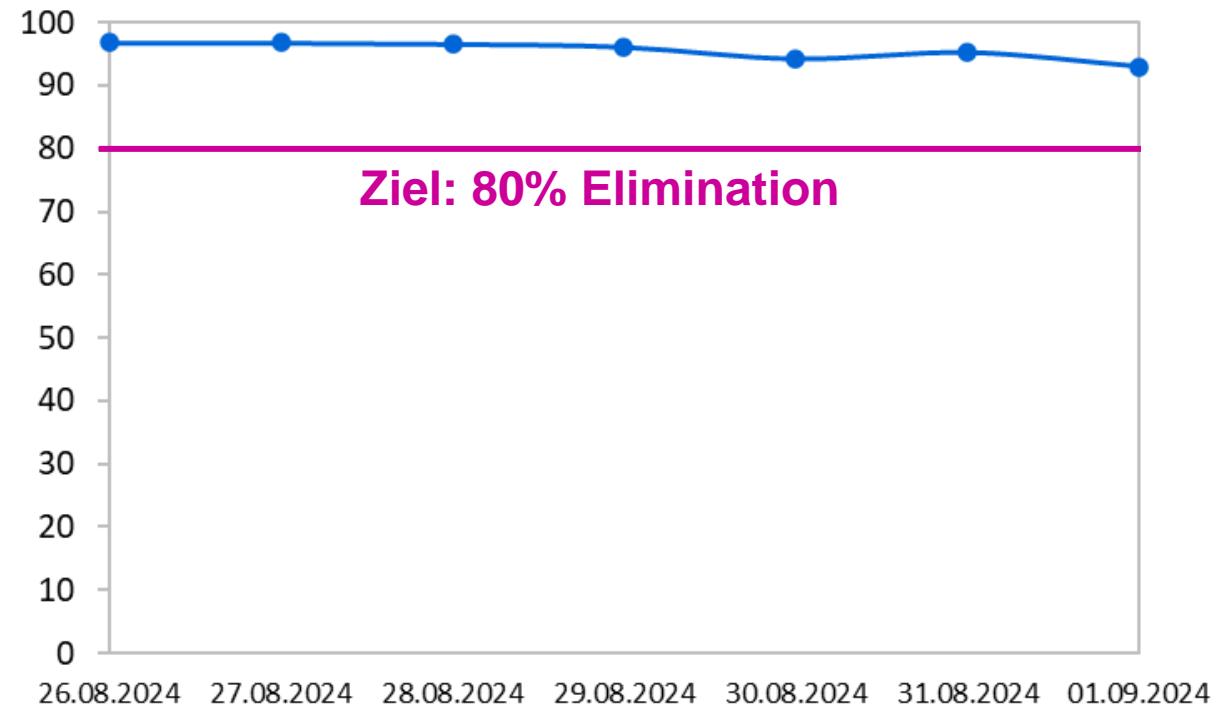
- Einzeleliminationsleistung (frachtbezogen) je Parameter > 80 %
- Hinweis:
 - Eliminationsleistung Clarithromycin in 5 Tagen unterhalb der Bestimmungsgrenze (< 0,05 µg/l)



Ergebnisse Intensivmonitoring

Eliminationsleistung

- Gemäß Einleitungsgenehmigung ist die Gesamteliminationsleistung maßgeblich (alle Parameter je Tag)
- Die Gesamtelimination von mind. 80% ist sicher nachgewiesen!



Ergebnisse Intensivmonitoring

Ergebnisse am Beispiel von Diclofenac



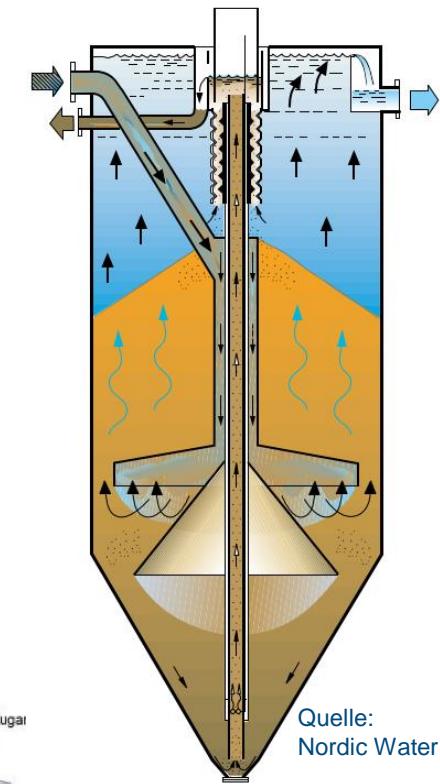
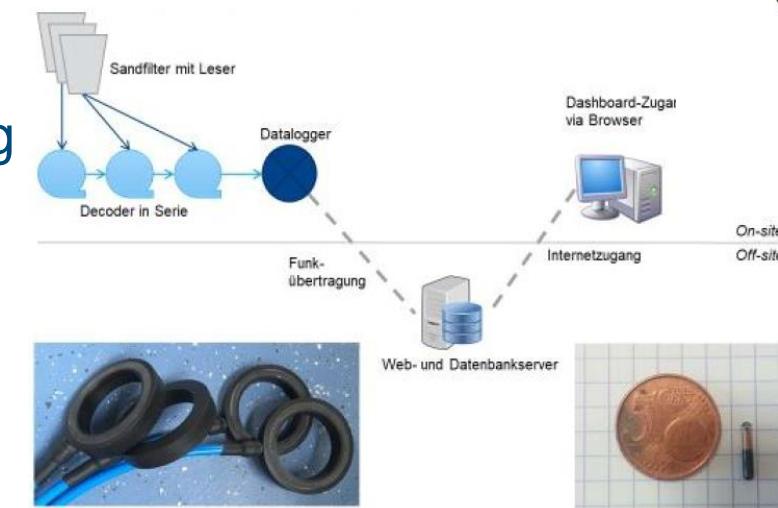
1,63 Tuben Voltaren werden täglich auf der KA Schwarzbach eliminiert

≈ 600 Tuben pro Jahr!

120 g Voltaren = ca. 3g Diclofenac

Nächste Schritte

- Weitere Optimierung der Anlage:
 - Spülintervalle der GAK-Filter optimieren
 - Verringerung der Ozondosis
 - Beobachtung der Langzeitwirkung Ozonung und GAK-Filtration
- Abschluss der Betriebsbegleitung mit Abgabe Bericht April 2025
- Prüfung weiterer Verfahrenstechnischer Optimierung
 - Z.B. Einsatz Sand-Cycle System zur Reduzierung des betrieblichen Aufwandes und Verbesserung der Betriebssicherung



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**