



SULZER

Nordic Water

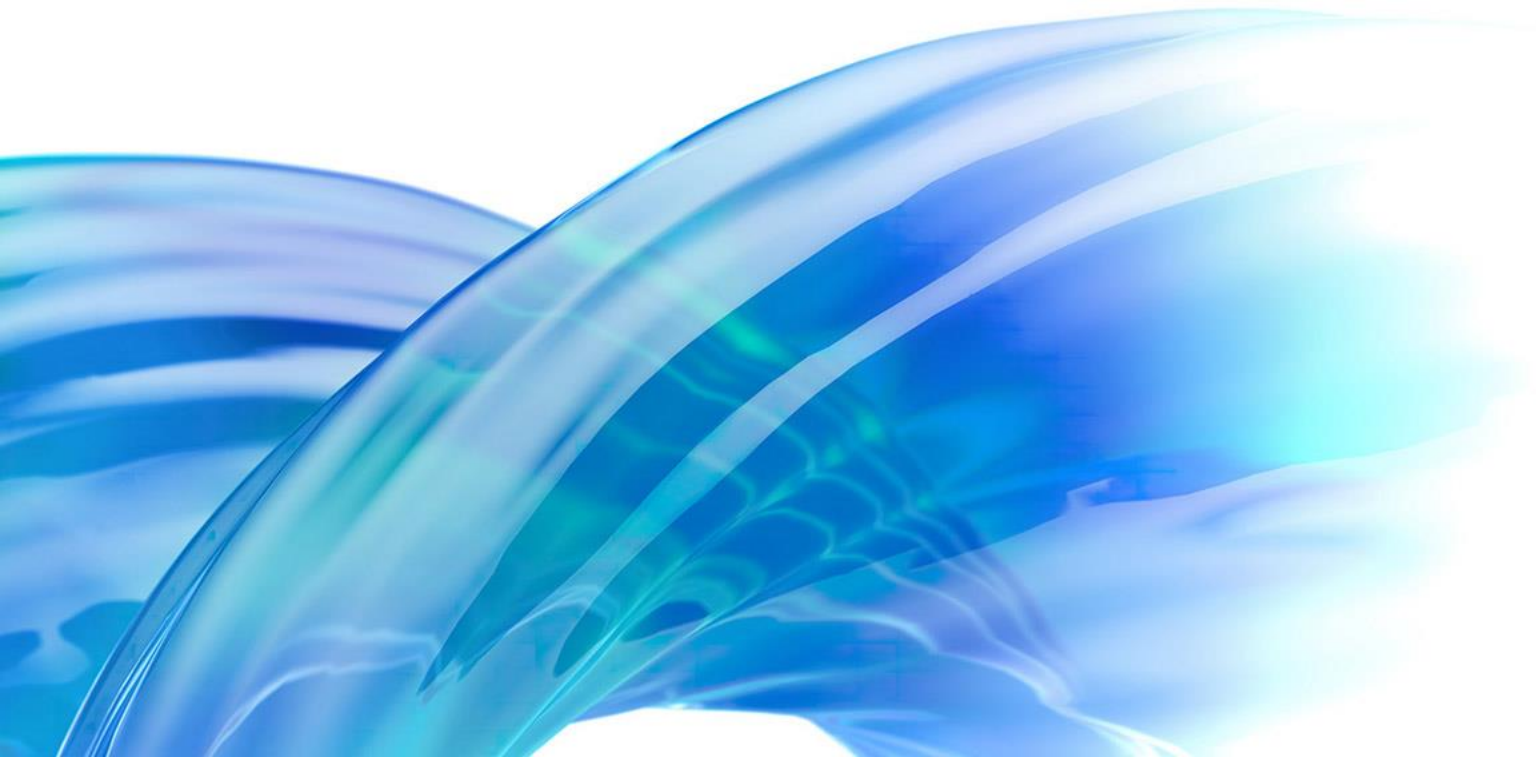
Abwasseraufbereitung und die 4. Reinigungsstufe

Sonja Winandi

11.03.2025

DWA-Mitte

online best practice





Sonja Winandi, M.Sc.
Process Engineer/ Tech Support
sonja.winandi@sulzer.com

Kommunale Kläranlage

Abwasseraufbereitung und die 4. Reinigungsstufe

- Das öffentliche **Kanalnetz** in Deutschland hatte im Jahr 2022 eine Länge von rund **619 000 km**. Dies entspricht über 15-mal der Länge des Äquators
- Im Jahr 2022 wurden in den rund **8700 öffentlichen Kläranlagen** in Deutschland über 8,33 Milliarden Kubikmeter Abwasser behandelt.

Ausbau 4. Reinigungsstufe

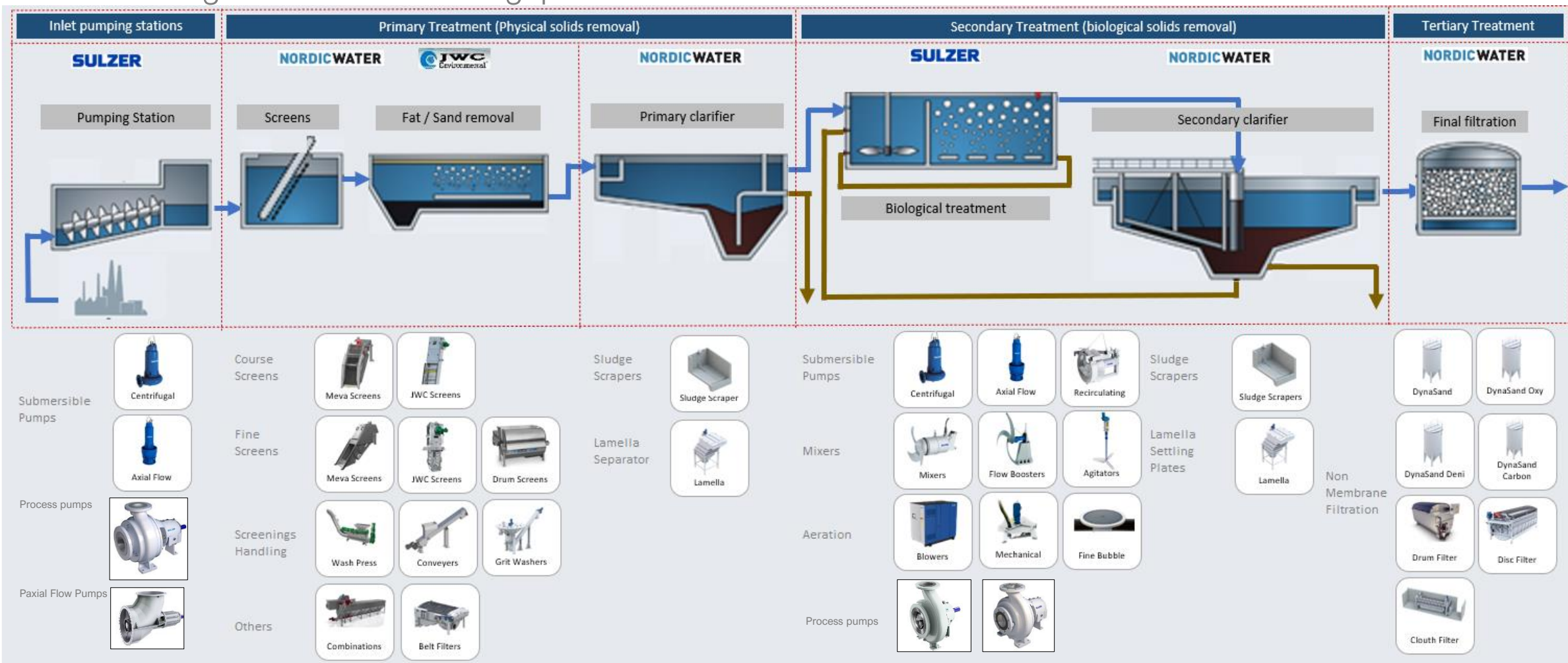
- > 150.000 EW: 156 Kläranlagen
 - > 10.000 EW: 2.081 Kläranlagen, 580 bis 600 davon ausbaupflichtig nach Risikobewertung
- weitere ~ 700 KA werden bis 2045 ausgebaut



News
European Parliament

Kommunale Kläranlage

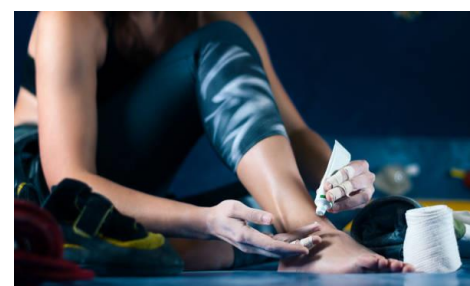
Starkes Angebot an Behandlungsprodukten



Spurenstoffelimination

Viertbehandlung

- Spurenstoffe/Mikroverunreinigungen sind anthropogene Stoffe, die in geringen Mengen in der Umwelt zu finden sind z.B. Medikamente, Chemikalien etc.
- Spurenstoffe sind persistent (nicht oder schlecht biologisch abbaubar) und teilweise bioakkumulierbar
- Die vierte Reinigungsstufe ist ein zusätzlicher Verfahrensschritt zur weitergehenden Abwasseraufbereitung auf der kommunalen Kläranlage



Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser - KARL

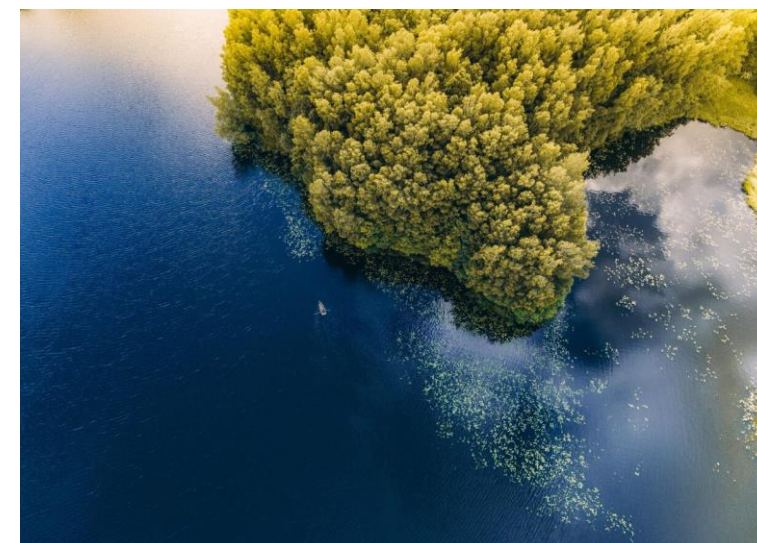
Novellierung der EU-Kommunalabwasserrichtlinie (91/271/EWG)

- Ziel: Schutz der Umwelt vor schädlichen Auswirkungen des Abwassers
- U. a.: Verringerung des Nährstoffeintrags in EU-Binnen- und Küstengewässer
- Kodifikation von Standards für die Abwasserbehandlung Ausstattung der Gemeinden mit Kanalisation und biologische Behandlung des Abwassers als EU-weiter Mindeststandard
- Deutsche Umsetzung u. a. mit der Abwasserverordnung (AbwV)

2027: Umsetzung der KARL („innerhalb 30 Monate“) in nationales Recht



News
European Parliament

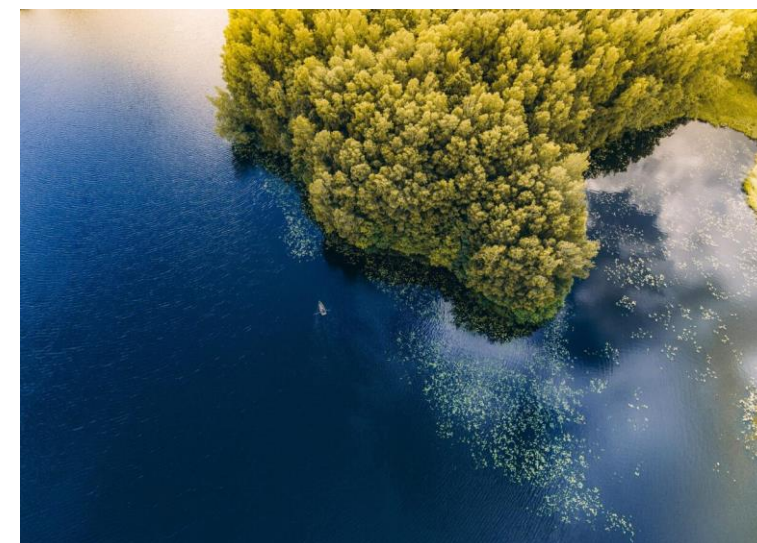


KARL- Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser

- Erweiterung des Ziels (Art. 1 KARL) neben bisherigem Schwerpunkt auf Umweltschutz nun auch
 - Gesundheitsschutz und
 - Energie- und Klimapolitik
- Ergänzung/Präzisierung der Definitionen (Art. 2 KARL)
- Kanalisationszwang (Art. 3 KARL)
 - Anschluss aller Gemeinden mit 1.000 EW und mehr an eine Kanalisation bis 31.12.2035 (NEU!)
- Zweitbehandlung (Art. 6 KARL)
 - Erweiterung der verpflichtenden 2. Behandlungsstufe auf Gemeinden mit EW zwischen 1.000 und 2.000 bis 2035
- Drittbehandlung (Art. 7 KARL)



News
European Parliament



KARL- Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser

Drittbehandlung (Art. 7 KARL)

- ≥ 150.000 EW: Konzentration oder Minderung für P und N
- $\geq 10.000 - 150.000$ EW: Konzentration oder Minderung für P u/o N

Parameter	Konzentration	Prozentuale Mindestverringering
Phosphor gesamt(P_{ges})	0,7 mg/l (10.000 – 150.000 E.W.) 0,5 mg/l (≥ 150.000 E.W.)	87,5 % (10.000 – 150.000 E.W.) 90% (≥ 150.000 E.W.)
Stickstoff gesamt(N_{ges})	10 mg/l (10.000 – 150.000 E.W.) 8 mg/l (≥ 150.000 E.W.)	80%

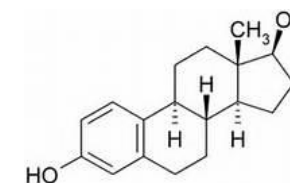
KARL- Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser

Viertbehandlung (Art. 8 KARL)



News
European Parliament

- Anforderungen an Einleitungen aus Anlagen mit ≥ 150.000 EW gem. Anhang I
 - Stufenweise Umsetzung (20 % bis Ende 2033; 60 % bis Ende 2039; 100 % bis Ende 2045)
- Anforderungen an Einleitungen aus Anlagen mit ≥ 10.000 EW gem. Anhang I, wenn
 - Konzentration/ Akkumulation Mikroschadstoffe in einem Gebiet Risiko für menschliche Gesundheit oder Umwelt
 - In jedem Fall: Trinkwassereinzugsgebiete, Badegewässer, Gebiete mit Aquakulturen
 - Risikobewertung bei bestimmten Abflussverhältnissen, Natura 2000-Gebiete usw.
 - Stufenweise Umsetzung (10 % bis Ende 2033; 30 % bis Ende 2036; 60 % bis Ende 2039, 100 % bis Ende 2045)



KARL- Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser

Viertbehandlung (Art. 8 KARL)

80 % Minderung bei Trockenwetterabfluss für mindestens sechs Stoffe

Anzahl Kategorie 1 Stoffe doppelt so hoch wie Kategorie 2

Durchschnittliche Minderung von 80 % über alle Stoffe



News
European Parliament

Kategorie 1 (Stoffe, die sehr leicht zu behandeln sind)	Kategorie 2 (Stoffe, die leicht zu entfernen sind)
Amisulprid	Benzotriazol
Carbamazepin	Candesartan
Citalopram	Irbesartan
Clarithromycin	Σ 4- und 5-Methylbenzotriazol
Diclofenac	
Hydrochlorothiazid	
Metoprolol	
Venlafaxin	

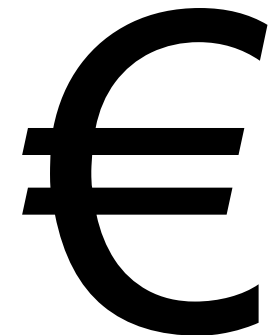


KARL- Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser

Erweiterte Herstellerverantwortung (Art. 9 KARL)



- Zweck: Gegenfinanzierung der erhöhten Abwasserreinigungsmaßnahmen, insbesondere Einführung der 4. Behandlungsstufe
- Betrifft Hersteller von Humanarzneimitteln (RL 2001/83/EG) und Kosmetischen Mitteln (VO 1223/2009)
- Individueller Beitrag je nach Toxizität und Quantität der auf den Markt gebrachten Produkte; gleichzeitig auch Anreiz für optimierte Umweltverträglichkeit der Produkte
- Herstellerverantwortung ist etabliertes Mittel zur Finanzierung von Umweltfolgen in Deutschland und EU (u. a. Abfallrecht)
- Erhebung auf nationaler Ebene
- Finanzierung beginnt drei Jahre nach Inkrafttreten der KARL
- Finanzierung von
 - mind. 80 % der Gesamtkosten für die Viertbehandlung, einschließlich Investitions- und Betriebskosten



KARL- Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser



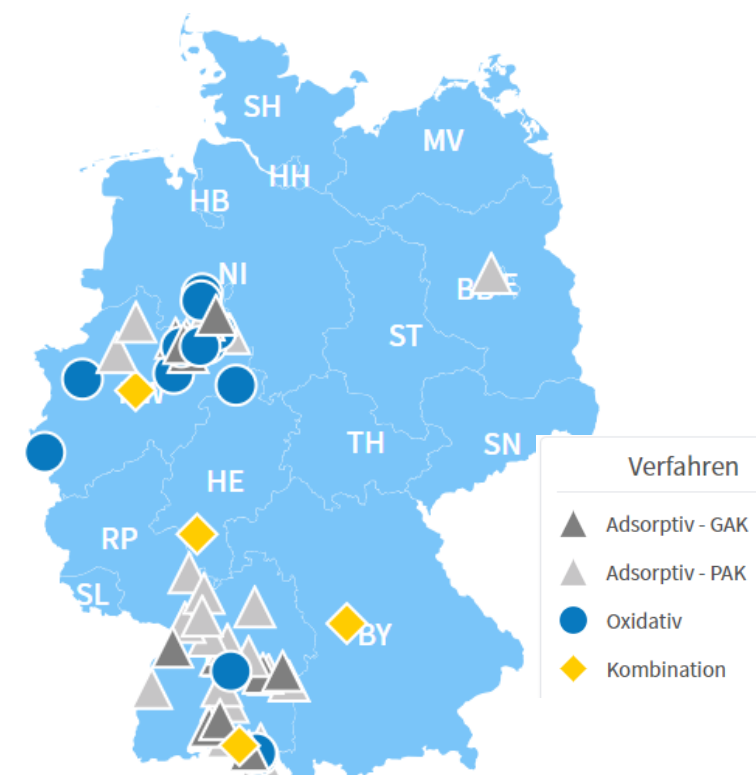
News
European Parliament

- Energieneutralität der Kläranlagen (Art. 11)
→ Zielvorgabe: Energiebedarf von Kläranlagen mit $EW \geq 10.000$ soll bis 2045 schrittweise vollständig aus erneuerbarer Energie gedeckt werden
- Grenzüberschreitende Zusammenarbeit (Art. 12)
- Örtliche Klimabedingungen (Art. 13)
- Einleitungen von nicht häuslichem Abwasser (Art. 14)
- Wasserwiederverwendung / Einleitung (Art. 15)
- Anforderungen bei biologisch abbaubarem nicht häuslichem Abwasser (Art. 16)
- Gesundheitsparameter-Monitoring (Art. 17)
- Risikobewertung und – management (Art. 18)
- Zugang Sanitärversorgung (Art. 19)
- Klärschlamm (Art. 20)
- Überwachung (Art. 21-23)
- Information der Öffentlichkeit (Art. 24)

KARL- Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser

Überblick KARL und Bestand Viertbehandlung in DE

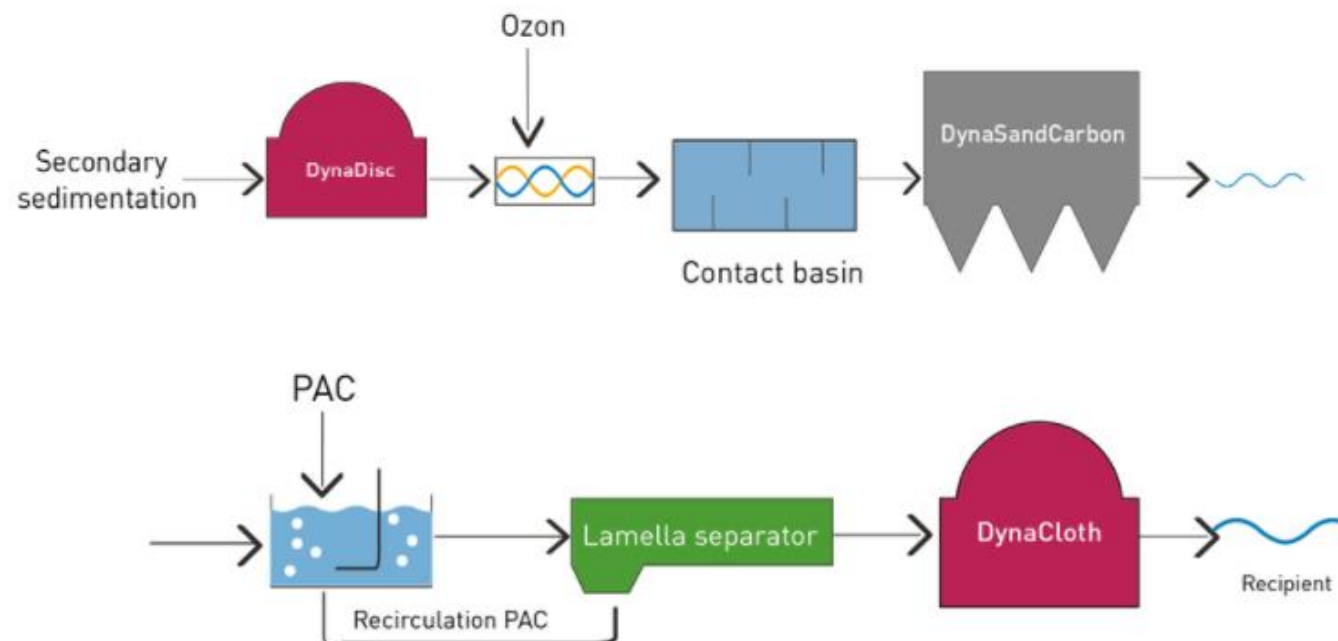
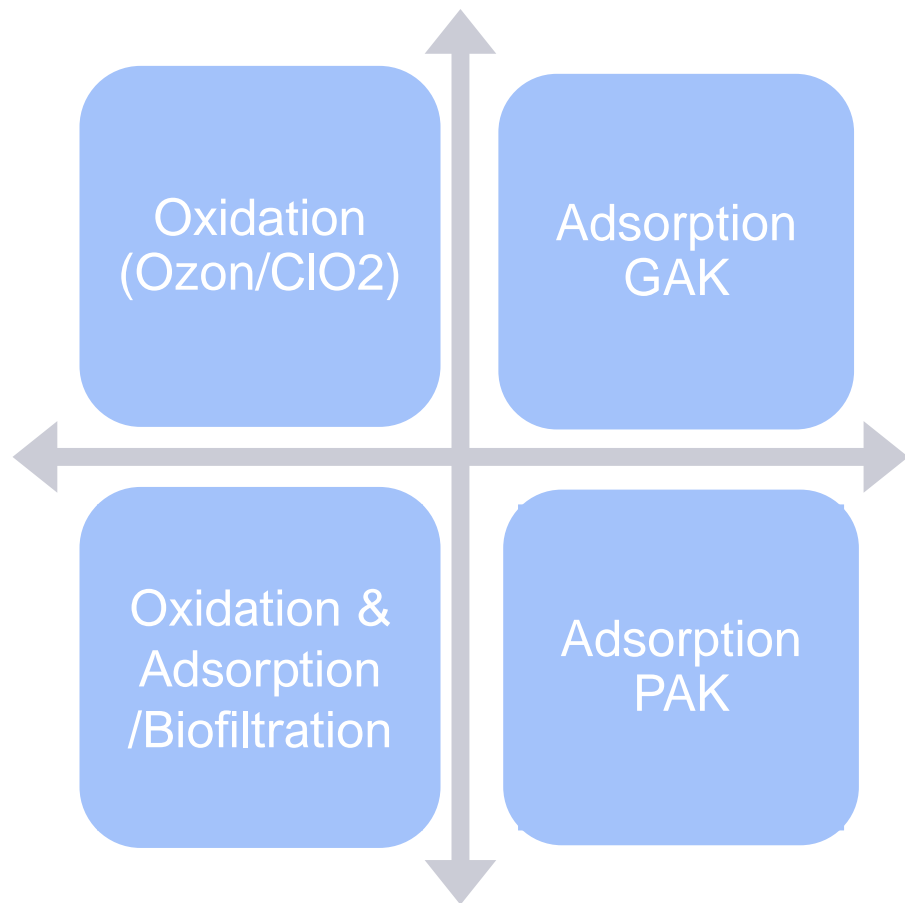
	Drittbehandlung (Art.7)	Viertbehandlung (Art.8)	Energieneutralität (Art.11)
1.000 EW	-	-	-
2.000 EW	-	-	-
Ab 10.000 EW	-	-	2030 → 20 % 2035 → 40 % 2040 → 70 % 2045 → 100 %
Ab 10.000 EW (modifiziert)	2033 → 20 % 2036 → 40 % 2039 → 60 % 2045 → 100 %	2033 → 10 % 2036 → 30 % 2039 → 60 % 2045 → 100 %	+
Ab 150.000 EW	2033 → 30 % 2036 → 70 % 2039 → 100 %	2033 → 20 % 2036 → 60 % 2045 → 100 %	+



Quelle: DWA e.V. Stand 10/2023

Verfahrensübersicht

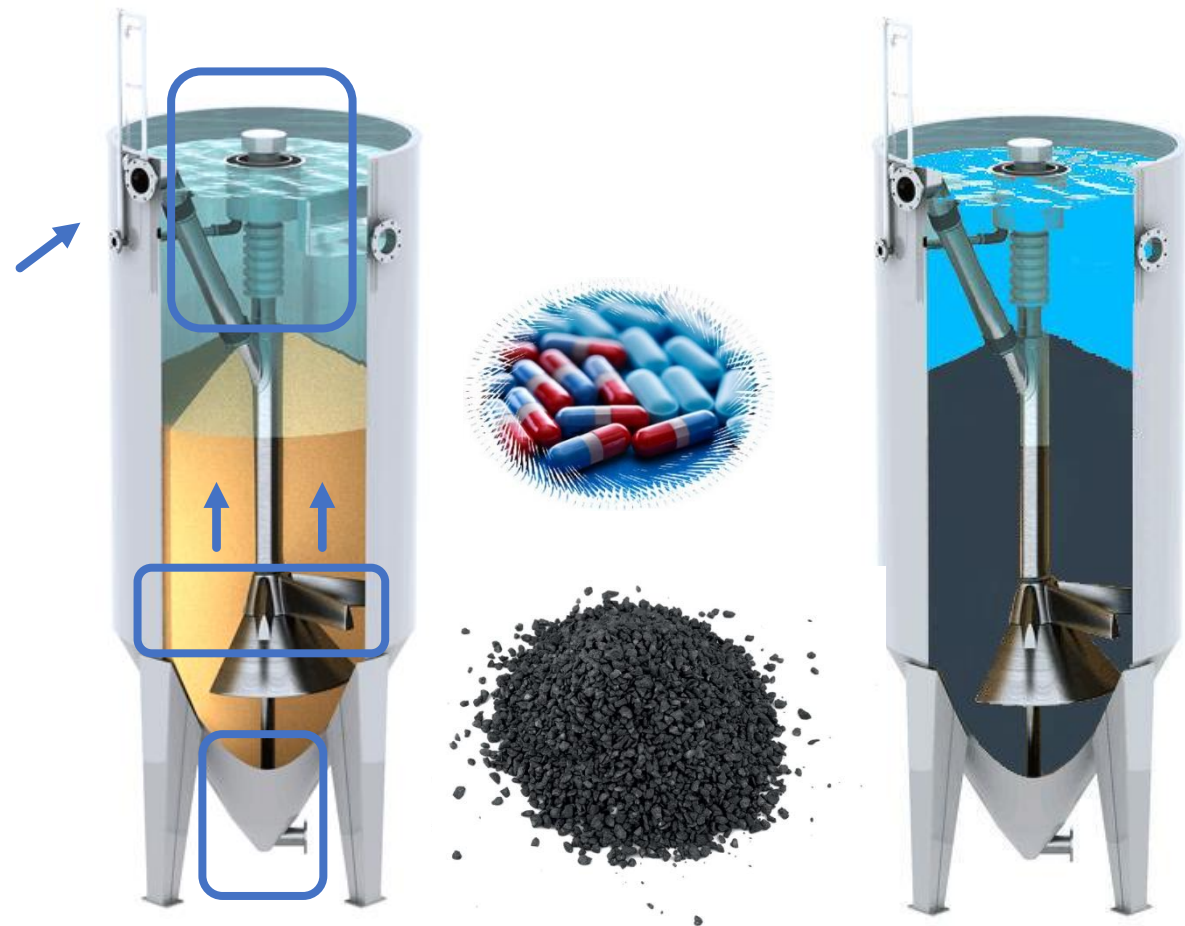
Viertbehandlung



→ Filtration bei allen Verfahren notwendig

Viertbehandlung KA Baden-Baden

120 DynaSand Carbon Filter

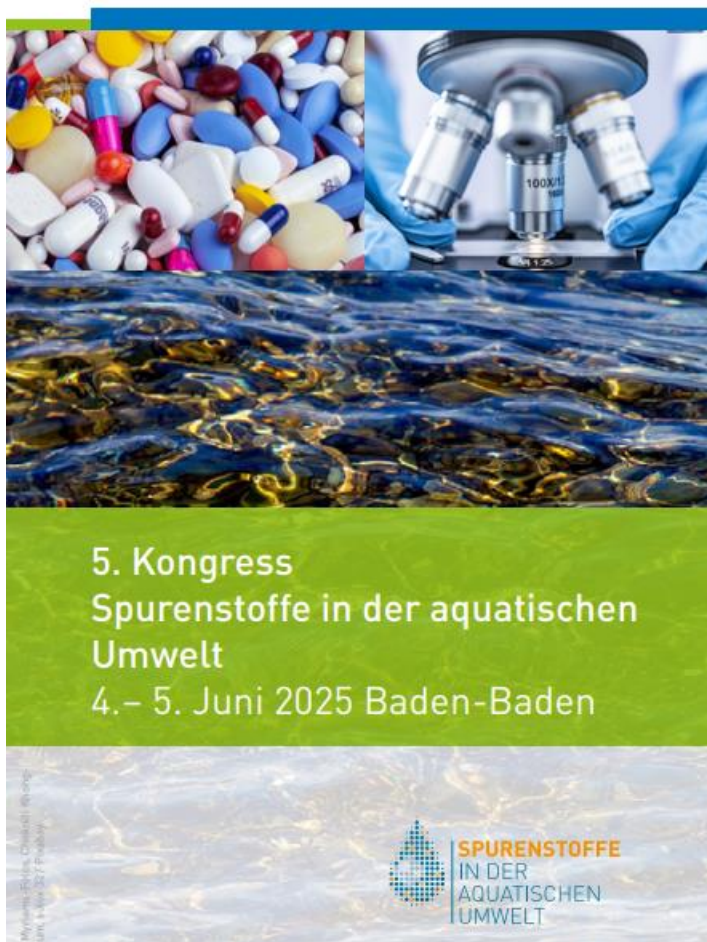


Durchfluss	max. 4.680 m ³ /h
Filtergeschwindigkeit	max. 8 m/h
Inbetriebnahme	2023
Filterfläche	600 m ² gesamt
Filtermaterial	GAK 8x30 mesh
Filterbetthöhe	2,5 m



5. Kongress Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt

04.06.-05.06.25 in Baden-Baden



 Baden-Württemberg
Ministerium für Umwelt, Klima
und Energiewirtschaft



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

Landesverband Baden-Württemberg

www.spurenstoffe-bw.de

Exkursion:

→ Gemeinschaftskläranlage Baden-Baden/ Sinzheim

→ Wasserwerk Ottersdorf, das von den Stadtwerken Rastatt betrieben wird, wurde 2024 eine

Wasseraufbereitungsanlage zur Entfernung von PFAS in Betrieb genommen.

Viertbehandlung KA Baden-Baden

- April 2021



- Januar 2022



Viertbehandlung KA Baden-Baden



Quelle: <https://www.sag-ingenieure.de/>

Viertbehandlung KA Baden-Baden

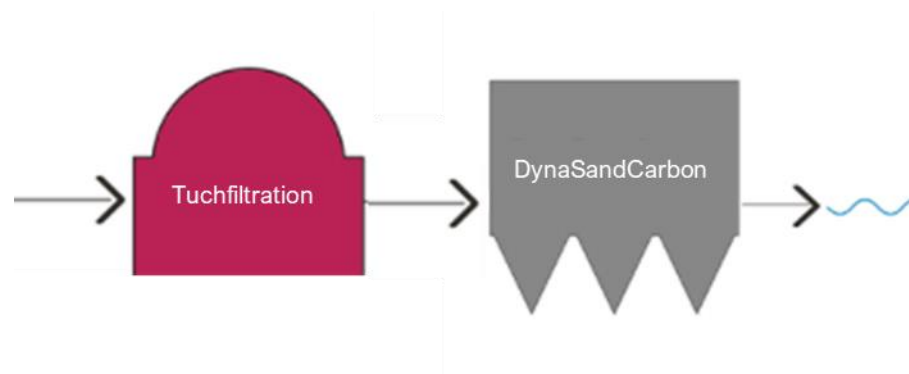
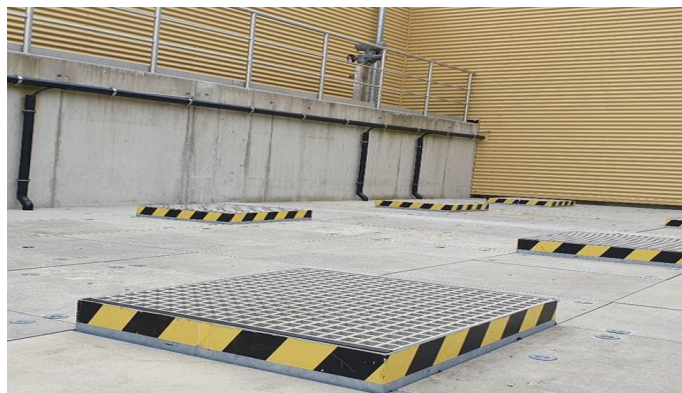


Viertbehandlung KA Baden-Baden



Viertbehandlung KA Freiberg a.N

Inbetriebnahme 2024



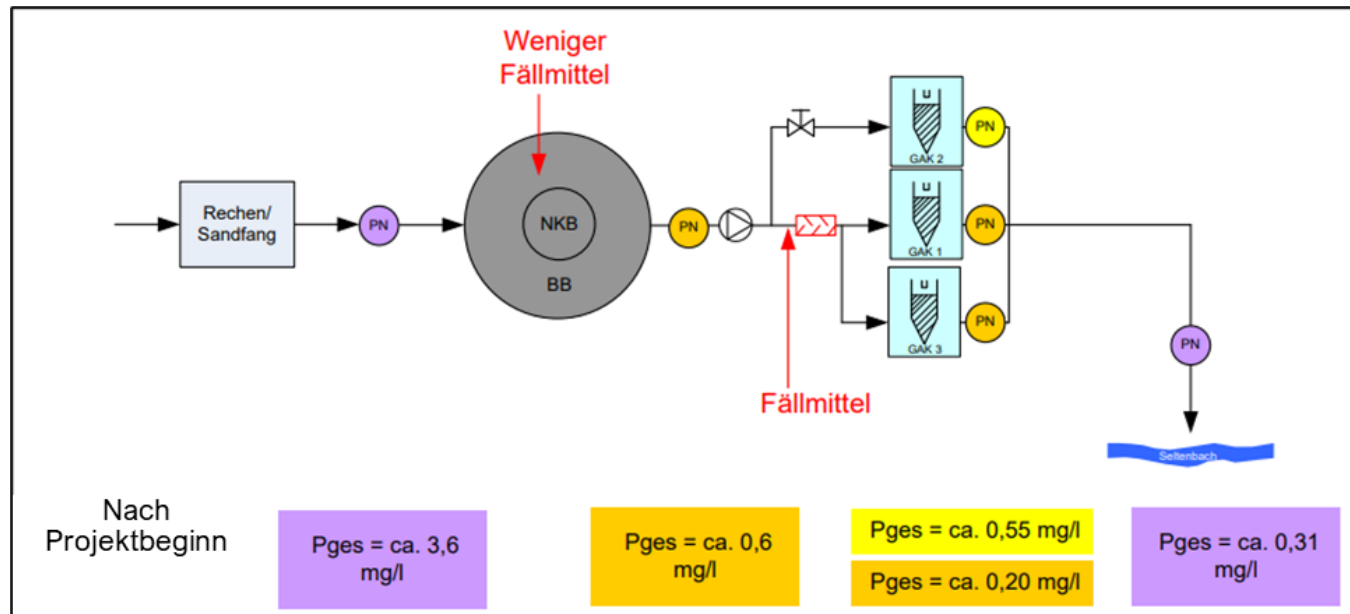
8 DynaSand Carbon Filter + vorgeschaltete Tuchfiltration

Durchfluss	max. 360 m ³ /h
Typ	2x4 DS5000 Carbon B 3.0
Inbetriebnahme	2024
Filterfläche	40 m ² gesamt
Filtermaterial	GAK 8x30 mesh
Filterbetthöhe	3 m

Versuche KA Emmingen-Liptingen

P-Elimination durch einen DynaSand Carbon Filter

- Über 18 Monate wurden zwei GAK-Filter mit Fällmitteldosierung und ein Filter ohne Fällmitteldosierung miteinander verglichen
- Möglichst konstante Fällmitteldosierung auf zwei Filter



Quelle: Jedele und Partner GmbH



Versuche KA Emmingen-Liptingen

Vorabzug der Ergebnisse aus dem Abschlussbericht 2025

Ergebnisse Phosphor

Parameter /Mittelwerte in mg/l	Zulauf	Ablauf		
		GAK 1 ⁴⁾	GAK 2	GAK 3
oPO ₄ -P	0,43/0,44 ¹⁾	0,14 /0,11 ¹⁾	0,43/0,43 ¹⁾	0,12/0,09 ¹⁾
P _{ges,mf} ³⁾	0,66/0,68 ¹⁾	0,20/0,17 ¹⁾	0,64/0,65 ¹⁾	0,18/0,15 ¹⁾
P _{ges}	0,56/0,58 ¹⁾	0,28/0,26 ¹⁾	0,48/0,49 ¹⁾	0,23/0,21 ¹⁾

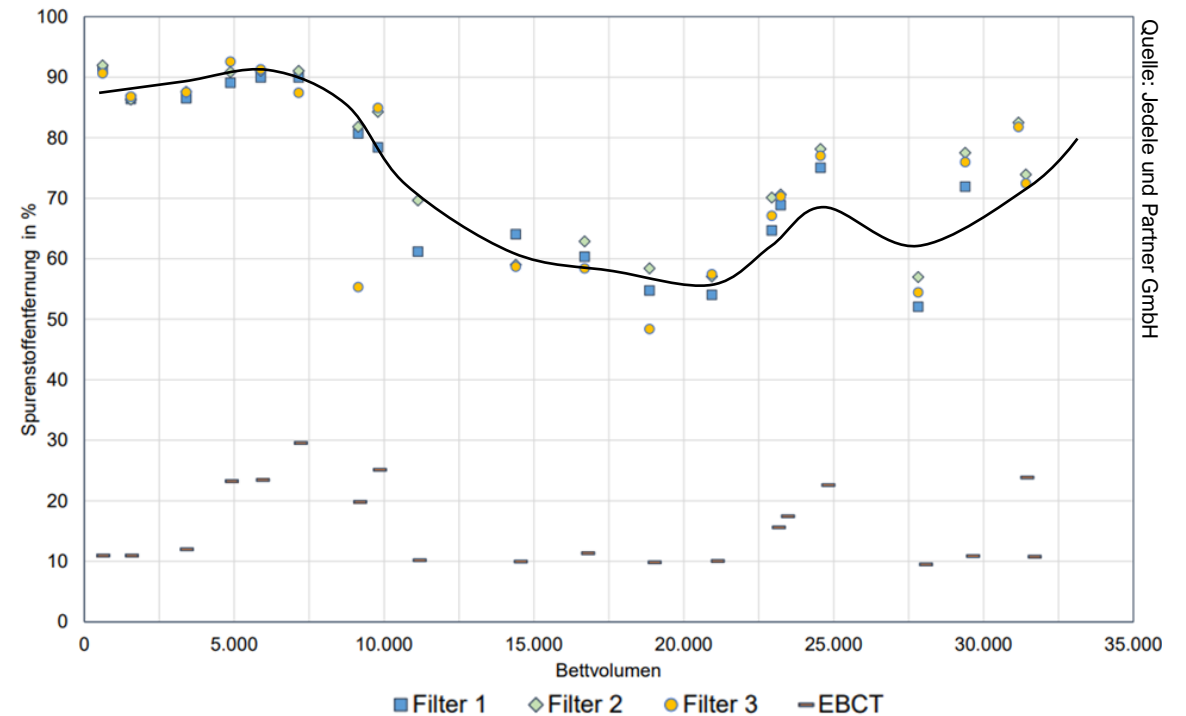
Quelle: Jedele und Partner GmbH

1) Nur Ergebnisse mit Fällmitteldosierung ausgewertet
 2) Rechnerische Addition der AFS Bildung aus der Fällmitteldosierung; entspricht Zulauf GAK-Filter 1 und 3
 3) P_{ges,mf} wurde nur in den ersten drei Versuchsmonaten analysiert
 4) Aufgrund defektem Probenehmer nur bis einschließlich 5.08.2024 bzw. 30.500 BV

- Durch Fällmitteldosierung reduziert sich PO₄-P signifikant

- **Fällmitteldosierung hat keinen oder maximal einen geringen Einfluss auf die Spurenstoffentfernung**

Ergebnisse Spurenstoffentfernung





Sonja Winandi, M.Sc.
Process Engineer/ Tech Support
sonja.winandi@sulzer.com