

Direktdosierung von **SCHAEFER PRECAphos®aktiv** in eine Belebtschlamm-Biologie zur parallelen Entfernung von Phosphor und Spurenstoffen

V. Ermel (SCHAEFER KALK), Dr.-Ing. H. Knerr (tectraa), Dr. B. J. Hellmann (SCHAEFER KALK)



tectraa – Zentrum für innovative
Abwassertechnologien an der
RPTU Kaiserslautern-Landau e. V.
Paul-Ehrlich-Str. 14
67663 Kaiserslautern



SCHAEFER KALK GmbH & Co. KG
Louise-Seher-Str. 6
65582 Diez

PROBLEMSTELLUNG

Spurenstoffe

Forderung EU-Kommunalabwasserrichtlinie (KARL)^[1]:

- Entfernung von Spurenstoffen in großen Kläranlagen (> 150.000 EW) und ausgewählten mittelgroßen Kläranlagen (10.000–150.000 EW) bis 2045
- Elimination $\geq 80\%$ von mindestens sechs ausgewählten Stoffen
- Notwendigkeit, europaweit Kläranlagen mit Verfahren zur gezielten Entfernung von Spurenstoffen auszubauen

Herausforderung

- Reinigungsstufe zur gezielten Spurenstoffelimination wird i. d. R. als separate, der Nachklärung nachgeschaltete Stufe im Teilstrom realisiert
- Etabliert: Adsorption an Aktivkohle, oxidative Behandlung mit Ozon
- Hohe Investitionskosten und hohe spezifische Behandlungskosten, insbesondere bei kleineren Anlagen^[2,3]
- Komplexität und betrieblicher Aufwand der etablierten Technologien

Lösungsansatz

- Entwicklung eines Produktes zur parallelen Entfernung von Phosphor und Spurenstoffen auf Calcium-, Eisen- und Aktivkohlebasis durch SCHAEFER KALK (**SCHAEFER PRECAphos®aktiv**)
- Direktdosierung in das Belebungsbecken (Vollstrombehandlung)

METHODEN

- Zeitproportionale **SCHAEFER PRECAphos®aktiv**-Dosierung in den Zulauf der Nitrifikation der Kläranlage Bleidenstadt (50.000 EW) mit konstanten Tagesmengen über einen Zeitraum von 12 Monaten (Januar bis Dezember 2025)
- Erhöhung der dosierten Tagesmengen über den Versuchszeitraum
- Zeitgleiche 7 d-Mischproben: Zulauf Biologie und Ablauf Nachklärung
- Analyse: 12 Stoffe der EU-KARL^[3] aus der filtrierten Probe (0,45 μm) und Standardabwasserparameter
- Statistische Auswertung: Richtlinie 2009/09^[4]



Abb. 1: Kläranlage Bleidenstadt

ERGEBNISSE

Spurenstoffelimination in Abhängigkeit von der Produktmenge

- Elimination der sechs am besten eliminierten Substanzen (Amisulprid, Citalopram, Clarithromycin, Metoprolol, Benzotriazol, Irbesartan) übersteigt ab einer Dosierung von ca. 60 g/m³ **SCHAEFER PRECAphos®aktiv** die nach EU-KARL geforderte Elimination von 80 % (ohne Reinigungseffekt Vorklä rung).

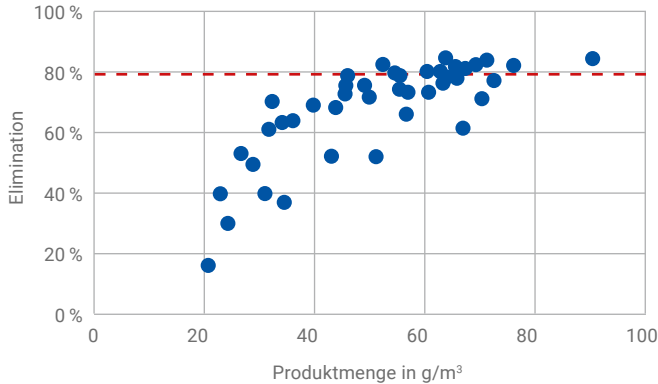


Abb. 2: Prozentuale Elimination der 6 KARL-Substanzen i. Abh. von der täglich dosierten Produktmenge.

Spurenstoffelimination der Einzelsubstanzen

- Erhöhung der Produktmenge hat auf folgende Substanzen einen deutlichen Effekt: Benzotriazol, Carbamazepin, Irbesartan, Methylbenzotriazol, Metoprolol, Venlafaxin, Hydrochlorothiazid).
- Erhöhung der Produktmenge hat auf Diclofenac und Candartan einen geringeren Effekt.
- Amisulprid, Citalopram und Clarithromycin konnten durch Steigerung der Produktmenge nicht wesentlich besser reduziert werden.
- Ergebnisse sind vergleichbar mit anderen Untersuchungen, in denen PAK direkt in die Belebtschlamm-Biologie dosiert wurde [5, 6].

Betriebskosten Spurenstoffelimination, Phosphatfällung und Optimierung der biologischen Abwasserreinigung

- ca. 9,40 €/E/a bzw. 0,11 €/m³
- Betriebskosten der Spurenstoffelimination sind vergleichbar zu anderen Verfahren [2]

DANK

Die Verfasser danken Holger Hahn (Betriebsleiter) und den Kolleginnen und Kollegen des Abwasserverband Obere Aar (AVOA).

Literatur

- [1] Richtlinie (EU) 2024/3019 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. November 2024 über die Behandlung von kommunalem Abwasser.
- [2] KomS (Hg.) (2025): KomS-Langzeitbetrachtung, Kosten der gezielten Spurenstoffelimination auf kommunalen Kläranlagen, Stand 05/2025
- [3] Herbst, Heinrich; Antakyali, Demet; Sasse, Romi; Ante, Sandra; Schulz, Julian (2016): Kosten der Elimination von Mikroschadstoffen und mögliche Finanzierungsansätze. In: KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 63 (2), S. 124–130.
- [4] Richtlinie (EG) 2009/90/EG der Kommission vom 31.07.2009 zur Festlegung technischer Spezifikationen für die chemische Analyse und die Überwachung des Gewässerzustands (2009).
- [5] Evers, Mareike; Lange, Ruben-Laurids; Jagemann, Peter; Teichgräber, Burkhard; Heinz, Eva; Lübken, Manfred; Wichern, Marc (2017): Vergleichende Untersuchungen zur Direktdosierung und nachgeschalteten Dosierung von Pulveraktivkohle. In: KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 64 (12), S. 1067-1073
- [6] Unkan, Nicole; Bhend, Thomas; Obrecht, Johanna (2021): PAK-Direkt dosierung ins Belebungsbecken, AQUA & GAS Nr. 4, 2021 (66)

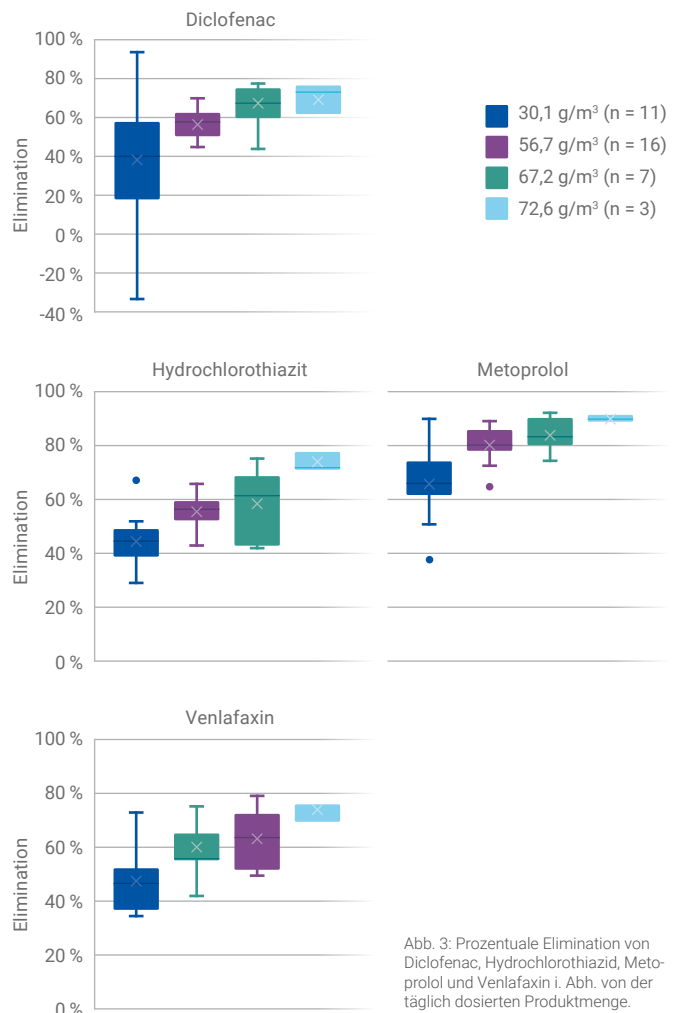


Abb. 3: Prozentuale Elimination von Diclofenac, Hydrochlorothiazid, Metoprolol und Venlafaxin i. Abh. von der täglich dosierten Produktmenge.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

- Spurenstoffelimination, die den Anforderungen der KARL entspricht, ist ohne großen technischen und zusätzlichen betrieblichen Aufwand realisierbar.
- Vorhandene Einrichtungen zur Phosphorfällung mit **SCHAEFER PRECAphos®** können weiter genutzt werden.
- Umrüstung auf **SCHAEFER PRECAphos®** oder **SCHAEFER PRECAphos®aktiv** ist einfach und schnell möglich.
- Reinigungseffekt der konventionellen Kläranlage bleibt erhalten bzw. wird eher verbessert.
- Bedarfsorientierte Dosierung ist durch Einsatz geeigneter Mess- und Steuerungstechnik umsetzbar.
- Spurenstoffe werden mit dem Überschussschlamm in die Schlammbehandlung überführt.

