

KARL Art. 7: Drittbehandlung Senkung der Stickstoffablaufkonzentrationen (C-N-P – Konzept)

Das **C-N-P – Konzept** schafft es durch eine globale Verfahrensweise in der Biologie, nicht nur den Klärschlamm zu reduzieren, sondern bei genügend flexibler Belüftungstechnik Strom einzusparen (KARL Abs. 11). Ein grundlegender Ansatz für das **C-N-P – Konzept** ist die Regelung der Atmungsaktivität der Biozönose einer Belebungsanlage. Als ersten Schritt setzt man einen speziellen Hilfsstoff aus der Entec® – Serie ein. Das Produkt ermöglicht es, dass der *Sauerstoffbedarf* der Biozönose langsam sinkt. Der Umbau der Biozönose bewirkt einen verstärkten Einbau von Kohlenstoff in die Biomasse. Der Einbau von Sauerstoff sinkt dagegen, so dass der Kohlenstoffgehalt im Klärschlamm steigt. Dadurch nimmt neben der Volumenreduktion auch die produzierte spezifische, kohlenstoffreiche Überschussmasse ab.

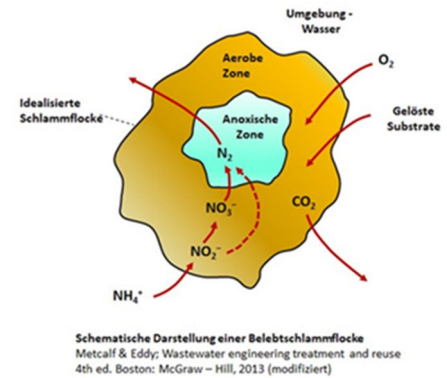


Abb. 1: Simultane Stickstoffelimination in Schlammflocke

Anlagen mit unzureichender Stickstoffelimination

Durch Einsatz des C-N-P – Verfahrens lässt sich für alle relevanten Stickstoffkomponenten ($\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, N_{ges} , GesN) eine verbesserte Eliminierung erzielen – je nach Problematik z.B.

- ✦ Einhaltung der $\text{NH}_4\text{-N}$ – Ablaufwerte, auch bei vorliegenden O_2 -Mangel (O_2 – Mangel wird durch Verminderung des O_2 -Bedarfs der Mikroorganismen behoben)
- ✦ Absenkung der $\text{NO}_3\text{-N}$ -Werte, auch ohne Denitrifikationsmaßnahmen, auch ohne zusätzliche H-Donatoren (C-Quelle)
- ✦ Absenkung der N_{ges} -Ablaufwerte z.B. auch Einhaltung des abgesenkten N_{ges} -Ablaufwert von 13 mg/l für Anlagen der Größenklasse 5 (oder auch der Anforderungen von KARL Abs. 7 auf 8 mg/l für Anlagen > 150.000 EW oder Erhöhung Wirkungsgrad auf > 80 % bei der GesN – Elimination)

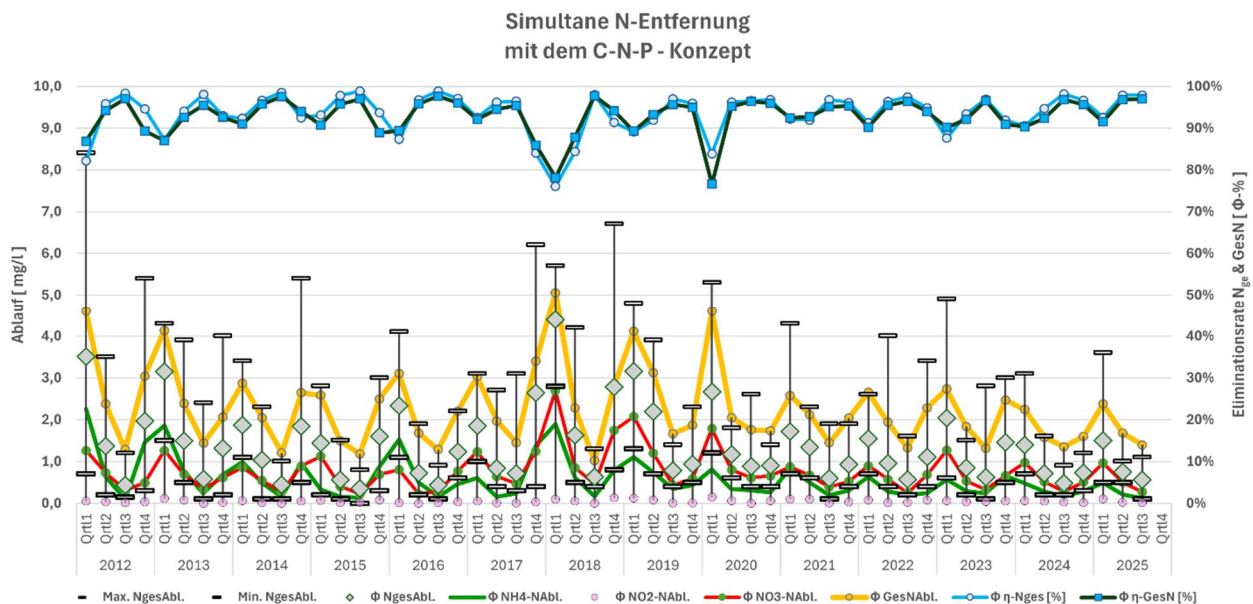


Abb. 2: Langzeiteinsatz des C-N-P – Konzeptes zur weitergehenden Stickstoffreduktion. Die Ergebnisse für GesN_{Abl} (Relevanz für KARL) steigen selbst im Maximum der Messungen nicht über 7 mg/l

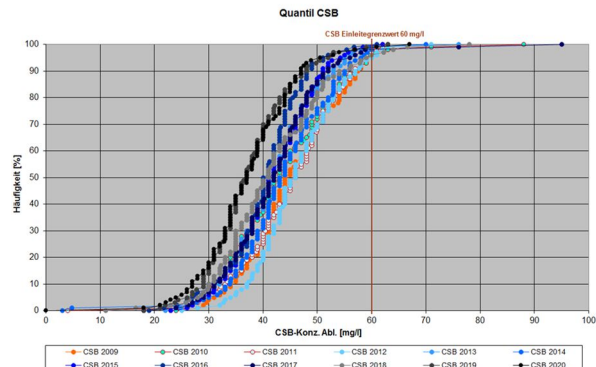
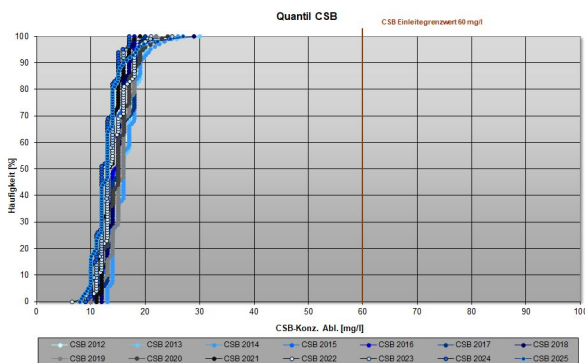
Bei den Ergebnissen der N – Ablaufkonzentrationen zeigen sich die jahreszeitlichen Schwankungen durch den Sommer- und Winterbetrieb. Der für N_{ges} erteilte Einleitgrenzwert von 18 mg/l für Kläranlagen der GK4 wird mehr als deutlich unterschritten. Auch der zukünftige anstehende Einleitgrenzwert von 10 mg/l nach KARL Art. 7 ist für die Anlage überhaupt kein Problem.

Die Kläranlage betreibt man mit stark reduziertem Sauerstoffbedarf: O_2 – Konzentration im Belebungsbecken: $\Phi = 0,19 \text{ mg/l}$ | max. $3,04 \text{ mg/l}$ | min. $0,0 \text{ mg/l}$;

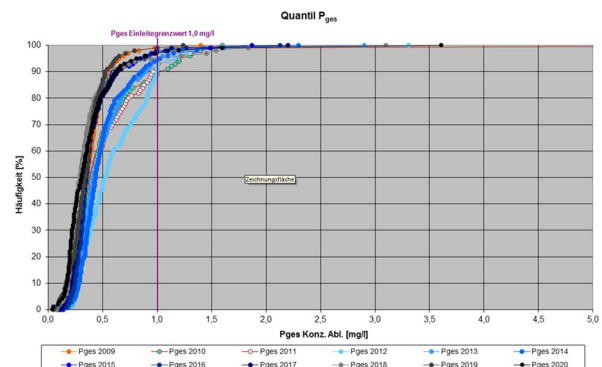
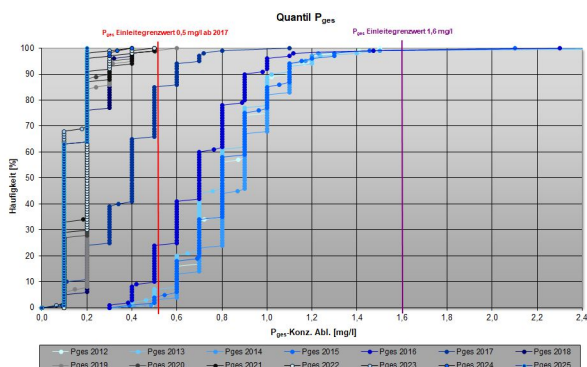
Redoxpotential: $\Phi + 20 \text{ mV}$ | max. $+ 124 \text{ mV}$ | min. $- 56,8 \text{ mV}$

Langzeitbetrieb von Kläranlagen unter C-N-P - Konzept

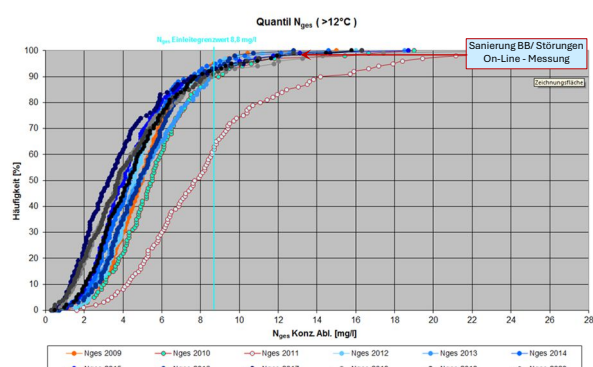
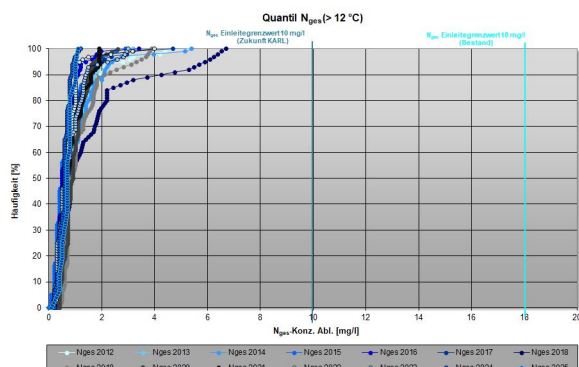
Die untenstehenden Grafiken zeigen Quantile für CSB, P_{ges} und N_{ges} > 12 °C im Ablauf. Beide Kläranlagen gehören der GK 4 a) im unteren [links] und b) im oberen Bereich [rechts] an.



Im linken Diagramm ist zu erkennen, dass besonders in den letzten Jahren das Quantil für CSB selbst bei 100 % unter dem Schwellenwert von 20 mg/l liegt {Gesetz über Abgaben für das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserabgabengesetz - **AbwAG**) zuletzt geändert am 22.8.2018 (I 1327)}. Danach wäre für den Parameter CSB keine Abwasserabgabe zu entrichten. Allerdings muss auch die Jahresmenge an CSB-Fracht mit 250 kg/a unterboten werden. Das ist zu prüfen. Bei den rechts abgebildeten CSB – Quantilen der großen Anlage liegen alle Messwerte deutlich ≤ 60 mg/l.



Auf der kleineren Kläranlage wurden 2017 die Grenzwerte für P_{ges} von vormals 2,0 mg/l auf 0,5 mg/l abgesenkt. Zur Verrechnung der Abwasserabgabe hatte der Verband die Grenze auf 1,6 mg/l erniedrigt. Durch Einsatz der 2-Punkt-Fällung mit unserem Produkt Entec® ZADIAL (siehe 0 Seite 3) unterschritten die P_{ges} – Konzentrationen mit stetigen Verbesserungen Jahr für Jahr. Bei der größeren Anlage haben sich ebenfalls die P_{ges} – Ablauf – Konzentrationen stetig verbessert. Die nach KARL Abs. 7 einzuhaltenden P_{ges} – Konzentration von 0,7 mg/l für Kläranlagen von 10.000 bis 150.000 EW stellen für beide Anlagen kein Problem dar.



Die Anforderungen für N_{ges} nach KARL Abs. 7 kann von der kleinen Anlage mühelos eingehalten werden. Die letzten Messungen sind fast senkrecht. Die größere Anlage hat jetzt schon einen Grenzwert von 8,8 mg/l – liegt damit also schon tiefer als die geforderten 10 mg/l N_{ges} aus KARL.

KARL Art. 7: Drittbehandlung Senkung der P – Ablaufkonzentrationen (modifiziertes C-N-P – Verfahren)

Die Kläranlage setzt seit ihrem Umbau im Jahr 2005 das C-N-P - Verfahren zur biologischen Optimierung ein. Das C-N-P - Verfahren ist ein ganzheitliches Verfahren, das zu erheblicher Erhöhung der Prozessstabilität und der Reinigungsleistung führt, wobei durch die Beeinflussung der Atmungsaktivität der Biocenose der Sauerstoffbedarf des biologischen Systems vermindert wird, so dass neben der hier diskutierten Senkung der Phosphor-Ablaufwerte insbesondere auch die Kohlenstoff- und Stickstoffeliminierung effektiver wird. Die Verfahrensumstellung und Beeinflussung der Atmungsaktivität erfordert die gezielte Zugabe eines Hilfsmittels der Entec®-118-Serie, welches neben anderen Wirksubstanzen Aluminium in Form von Superkationen (Universität Rostock – röntgenografische Untersuchungen – Juni 1995) enthält. Damit werden bisherige Fällmittel substituiert, und ein Großteil der P- Fracht bei geringerem Metalleinsatz, d.h. geringerem β -Faktor, eliminiert.

Wegen der vorhergesehenen Erniedrigung der zulässigen Phosphor-Ablaufwerte wurden von der Anlageneitung bereits im Jahr 2010 Maßnahmen ergriffen, um den Phosphor-Ablaufwert niedriger zu deklarieren, und zwar zunächst von 2 mg/l auf 1,6 mg/l mit der Option auf weitere Absenkungen.

Einsatz von Entec® Zadial

Das Entec® ZADIAL Produkt soll bei eine Zweipunktfällung zum Einsatz kommen. Das Produkt kombiniert die Grundsubstanz der Entec® 118-Serie mit einem hocheffektiven biologisch abbaubaren Polymer, und stellt damit beide benötigte Funktionen bereit. Die Grundsubstanz besteht aus aluminiumhaltigen Superkationen. Durch die große hydrophobe Oberfläche der Großmoleküle findet Adsorption und Bindung an die Flocke statt. Eine zusätzliche Verstärkung erfolgt durch ein eingearbeitetes Polymer – insgesamt werden die Flocken kompakter, so dass auftretende Feinflocken in den Schlamm inkorporiert und mit diesem abgezogen werden. Das Polymer ist auf Stärkebasis produziert, somit komplett biologisch abbaubar und ohne Einschränkung in die Landwirtschaft einzubringen. Durch den geringeren Metalleinsatz, die vermehrte Adsorption sowie die Bindung im biologischen System ist dieser Phosphor besser bioverfügbar, und damit in der Landwirtschaft effektiver nutzbar als reine Metallphosphate.

Praxisergebnisse

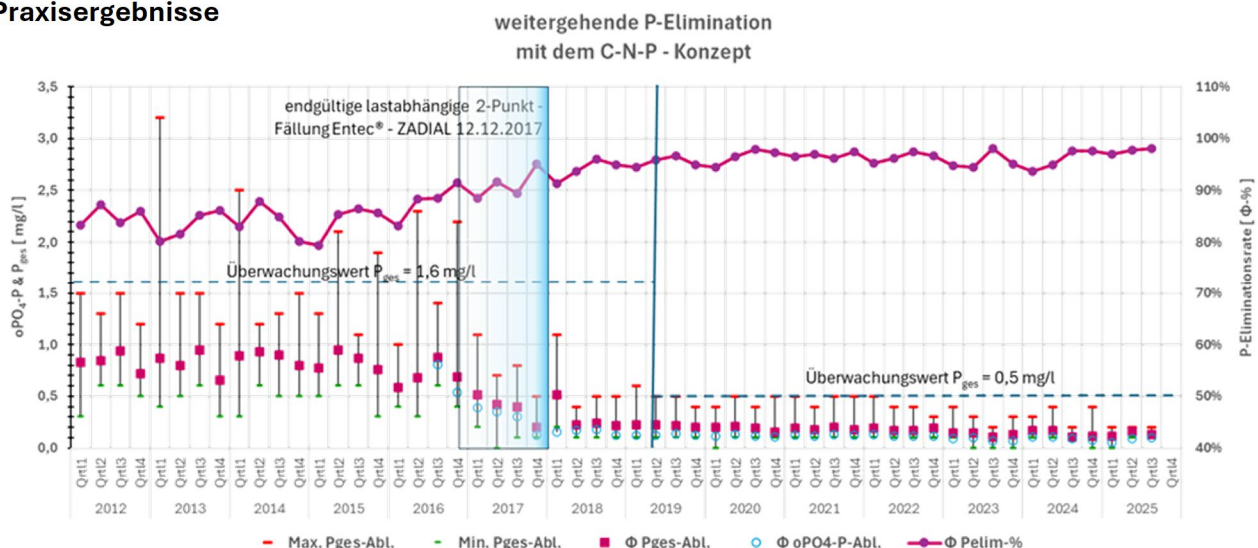


Abb. 4: Die selbst erklärten, reduzierten Grenzwerte und dann später die stark abgesenkten Überwachungswerte können betriebssicher unterschritten werden (gemäß KARL Abs. 7)

Ende 2016 deutete sich an, dass die Überwachungswerte der Anlage deutlich auf 0,5 mg/l abgesenkt wird. Das entsprach schon damals den Forderungen von KARL Abs. 7. Ende 2016 führte man eine Zweipunktfällung zunächst mit dem Produkt Entec® ZADIAL als fixe Dosierung ein. Aufgrund von Konzentrations- und Hydraulikstößen wurde auf lastabhängige Dosierung nach einer o-PO₄-P – Online-messung umgestellt (ab Dez. 2017).