

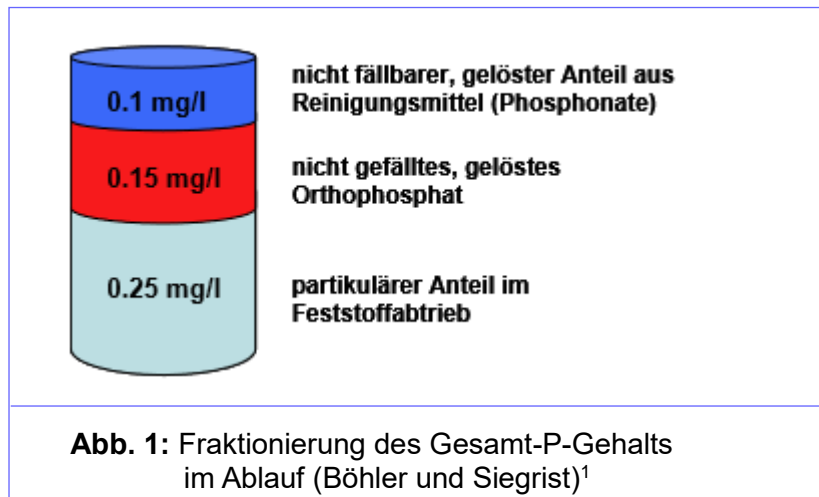
Das C-N-P - Verfahren für Belebtschlammanlagen: Eine kostengünstige Alternative zu hohem Fällmitteleinsatz oder Baumaßnahmen bei niedrigen Phosphor-Ablaufgrenzwerten.

## Die Optimierung der Phosphor-Eliminierung

- **Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie zielt auf Vermeidung der Eutrophierung der Gewässer. Konsequenz für die Kläranlagen sind wesentlich geringere P-Ablaufgrenzwerte.**
- **Auf vielen Kläranlagen erfordert dies hohen Fällmitteleinsatz oder sogar zusätzliche Baumaßnahmen.**
- **Unter C-N-P - Verfahren wird die Phosphoreliminierung mit wesentlich geringerem Metalleinsatz realisiert.**
- **Der zusätzliche Einsatz von ENTEC Zadiol als 2-Punkt-Dosierung sorgt für weitere Erniedrigung der Ablaufwerte, besonders bei Vorliegen von Belastungsstößen und Gefahr von Flockenabtrieb.**
- **Kostengünstiger Betrieb wird durch den stark verminderten Sauerstoffbedarf und erheblich geringeren Schlammanfall unter C-N-P - Verfahren erzielt.**

Um die Eutrophierung der Gewässer zu verringern, verlangt der Gesetzgeber – der EWRRRL folgend – erheblich geringere Ablaufwerte für  $P_{ges}$  und  $PO_4-P$ , je nach Bundesland und Anlagengröße bis zu 0,5 mg/l für  $P_{ges}$  und 0,2 mg/l für  $PO_4-P$  als Betriebsmittelwerte.

Eine naheliegende Lösung scheint zunächst die Erhöhung des Fällmitteleinsatzes zu sein. Dies ist jedoch nicht nur teuer, sondern vielfach auch von begrenzten Erfolgsaussichten: Neben dem fällbaren Orthophosphat enthält der Ablauf einer Kläranlage oft noch Anteile an nicht fällbaren Phosphonaten sowie erhebliche Mengen partikulären Phosphors im Flockenabtrieb.



## C-N-P - VERFAHREN

Das C-N-P - Verfahren wirkt sich positiv sowohl auf das gelöste, fällbare Orthophosphat als auch auf den partikulären Anteil aus:

*Das C-N-P - Verfahren ist ein ganzheitliches Verfahren, das zu erheblicher Erhöhung der Prozessstabilität und der Reinigungsleistung führt, wobei durch Beeinflussung der Atmungsaktivität der Sauerstoffbedarf des biologischen Systems stark vermindert wird, so dass neben der hier diskutierten Verbesserung der Phosphor-Ablaufwerte insbesondere auch Kohlenstoff- und Stickstoffeliminierung effektiver werden. Da das biologische System dabei einen wesentlich geringeren Sauerstoffbedarf hat und erheblich weniger Schlamm produziert, ergibt sich durch die Optimierung sogar noch ein wirtschaftlicher Vorteil. Die Verfahrensumstellung und Beeinflussung der Atmungsaktivität erfordert die gezielte Zugabe eines Hilfsmittels der ENTEC 118-Serie, welches neben anderen Wirksubstanzen Aluminium in Form von Großmolekülen einsetzt. Damit wird unter Verzicht auf ein Fällmittel Phosphor „im Nebeneffekt“ eliminiert.<sup>2</sup>*

### • ORTHOPHOSPHAT

Die Phosphoreliminierung ist bekanntermaßen abhängig vom Ausmaß der Belüftung – schwach belüftete Kläranlagen zeigen eine besonders gute Phosphoreliminierung. Der Grund ist darin zu suchen, dass bei starker Belüftung in der Biomasse gebundener Phosphor durch Autolyse zu Orthophosphat oxidiert wird, welches alsdann gefällt werden muss – bei schwach belüfteten Anlagen verbleibt mehr Phosphor in der Biomasse.

Da das C-N-P - Verfahren mit erheblich geringer Belüftung auskommt, findet weniger Autolyse statt, biologisch gebundener Phosphor verbleibt größtenteils in der Biomasse. Damit kann die Phosphoreliminierung mit einem wesentlich geringeren Anteil an Metallionen bewerkstelligt werden. Üblicherweise ergibt sich damit ein  $\beta$ -Faktor von 0,5 – 0,8 (Betrachtung der Gesamteliminierung). Weiterer Vorteil ist, dass der biologisch gebundene Phosphor auch besser verfügbar für die Landwirtschaft ist.

### • PARTIKULÄRER PHOSPHOR

Das C-N-P - Verfahren sorgt für Ausgleich von Frachtspitzen im Zulauf sowie ein C/N-Management, so dass gleichmäßigere Lebensbedingungen für die Mikroorganismen herrschen. Dies führt u.a. dazu, dass das unerwünschte Überhandnehmen von fadenförmigen Organismen unterbleibt. Insgesamt bildet sich eine stabilere und besser absetzbare Flocke, so dass die Gefahr von Schlammabtrieb und damit verbundener Erhöhung der Ablaufkonzentration des partikulären Phosphors weitestgehend unterbunden wird.

Die Problematik der häufig anzutreffenden Feinflocken wird weiter unten diskutiert.

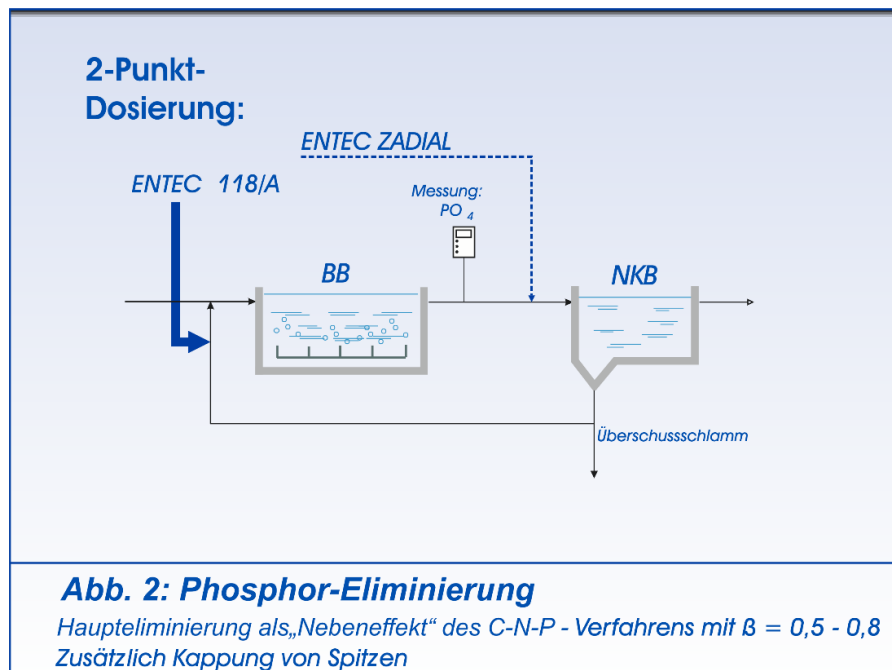
<sup>1</sup> Marc Böhler und Hansruedi Siegrist: „Möglichkeiten zur Optimierung der chemischen Phosphorfällung an hessischen Kläranlagen“ Gutachten EAWAG, CH-8600 Dübendorf, S.66 (2008)

<sup>2</sup> Eine weitergehende Beschreibung des C-N-P – Verfahrens findet sich im ÖKO-BRIEF No. 1

- **ZWEIPUNKTFÄLLUNG**

Der geringere Metallbedarf sowie das bessere Absetzverhalten sorgen dafür, dass bei Einsatz des C-N-P - Verfahrens Phosphor „im Nebeneffekt“ eliminiert wird, so dass weitere Maßnahmen nicht erforderlich sind. Dies gilt für Anlagen mit überwiegend kommunalem Abwasser ohne wesentliche Konzentrationsspitzen aus industriellen, gewerblichen oder landwirtschaftlichen Einleitungen. In diesen Fällen können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein. Das gleiche gilt, wenn besonders niedrige Ablaufwerte gefordert sind.

Mit Hilfe des Massenwirkungsgesetzes lässt sich zeigen, dass eine gegebene Fällmittelmenge wirkungsvoller ist, wenn die Dosierung auf 2 Punkte aufgeteilt ist. Dies macht man sich nun dergestalt zunutze, dass die Haupteliminierung als „Nebeneffekt“ des C-N-P - Verfahrens erfolgt, während ein zweiter Dosierpunkt zum Kappen von Konzentrationsspitzen oder zur generellen weiteren Verminderung der Ablaufkonzentration dient. Zweckmäßigerweise sieht man diesen Dosierpunkt im Ablauf vom Belebungsbecken zur Nachklärung vor.



Je nach Anwendungsfall kann man eine Konstantdosierung vorsehen (allgemeine Erniedrigung der Ablaufwerte) oder die Steuerung über ein Online-Phosphatmessgerät vorsehen (zum Kappen von Konzentrationsspitzen). In diesem Fall würde man einen Grenzwert vorgeben und erst bei dessen Überschreitung den zweiten Dosierpunkt aktivieren, ggf. mit Regelung der Dosiermenge in Abhängigkeit von der noch vorhandenen Restkonzentration im Ablauf der Belebung.

Andere Konfigurationen (z.B. Steuerung nach Durchflussmenge oder Dosierung in die Vorklärung) können in einigen Fällen sinnvoll sein und werden von Hei**ENTEC** entsprechend der Anlagensituation vorgeschlagen.

- **Fällmittel**

Die Produkte der ENTEC-118-Serie dienen primär der Beeinflussung des biologischen Systems und sind somit nicht als „Fällmittel“ zu betrachten. Die Phosphat-Fällung erfolgt quasi „im Nebeneffekt“. Wenn am 2. Dosierpunkt nur noch Konzentrationsspitzen von gelöstem Orthophosphat abzufangen sind, ist es möglich, ein einfaches, von den Kosten her günstigeres reines Fällmittel (z.B. FeCl<sub>3</sub>) zu verwenden. Insbesondere bei kleineren Anlagen oder in Anwendungsfällen mit nur seltenen Konzentrationsspitzen kann es jedoch trotzdem sinnvoll sein, das ENTEC-Produkt als „Fällmittel“ einzusetzen um den logistischen Aufwand (2. Lagerbehälter usw.) zu minimieren.

## ○ ENTEC Zadial

Auf vielen Kläranlagen findet man im Ablauf einen hohen Partikelanteil, was sich im schlimmsten Fall als Auftreten von Trübung bzw. verminderter Sichttiefe bemerkbar macht. Aber auch im günstigeren Fall findet man häufig Feinflocken, insbesondere bei hoher hydraulischer Belastung. Die abtreibende Biomasse enthält ca. 3 % Phosphor: bei einem Abtrieb von 10 mg/l liegen somit ca. 0,3 mg {P} / l vor, die allein durch den Flockenabtrieb entstehen. Wollte man dies durch erhöhte Fällung von Orthophosphat ausgleichen, so müsste man dessen Ablaufwert (bei einem Grenzwert von 0,5 mg {Pges} / l) auf unter 0,2 mg {PO4-P} / l bringen, was einen hohen Fällmitteleinsatz bedingen würde.

Es ist also sinnvoll, zunächst den Flockenabtrieb zu vermindern. Die klassische Methode wäre der Einbau einer Flockungsfiltrationsanlage, was aber mit hohen Investitions- und Wartungskosten verbunden ist. Besser als dieses „End-of-pipe“-Verfahren ist es, schon im Prozess die Bildung oder Anreicherung der Flocken zu vermeiden.

Wie entstehen nun die Feinflocken?

Dies geschieht am häufigsten, wenn sich in der Anlage Schlammablagerungen bilden, die sich dann anaerob zersetzen. Für die Bildung von Feinflocken sind oft nur kleine Schlammdepots nötig, da die Feinflocken in der Schwebe bleiben und daher nur in geringem Ausmaß mit dem Überschussschlamm abgezogen werden. Der sich nicht absetzende Anteil wird dann „im Kreis“ gefahren und reichert sich im Laufe der Zeit in der Anlage an.

Ursachen von Schlammdepots können beschädigte Anlagenteile sein (defekte Räumler, erodierter Beton), suboptimale Anlagenkonstruktion mit „toten“ Bereichen, aber auch moderne Belüftungssysteme mit großen, in einigem Abstand zum Beckenboden verschraubten Platten, die zwar eine hohe Effizienz in Bezug auf die benötigte Energie erzielen, dies aber mit Totzonen unter den Platten erkaufen. Der nachhaltigste Weg zur Verhinderung der Feinflocken ist es natürlich, die Ursachen für die Depots zu beseitigen, sei es durch Reparatur oder regelmäßige Freispülung. Gerade bei kleineren Depots, die sich erst über einige Zeit anreichern, kann es aber auch sinnvoll sein, die Feinflocken an die Flocken zu binden und so laufend aus dem System zu entfernen. Dies ist die Stärke von ENTEC Zadial:

ENTEC Zadial kombiniert die Grundsubstanz der ENTEC 118-Serie mit einem hocheffektiven biologisch abbaubaren Polymer und stellt damit die zwei hier benötigten Funktionen bereit:

### 1. Die Fällfunktion

Die Grundsubstanz besteht wie bei ENTEC 118 aus aluminiumhaltigen Großmolekülen, die die Konzentration von gelöstem Orthophosphat am zweiten Dosierpunkt weiter reduzieren.

### 2. Die Adsorptions- und Flockungsfunktion

Durch die große hydrophobe Oberfläche der Großmoleküle findet Adsorption und Bindung an die Flocke statt. Eine weitere 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 und vermehrte Adsorption und Bindung im biologischen System ist der Phosphor sogar besser bioverfügbar und damit in der Landwirtschaft besser nutzbar als bei hohem Einsatz von Metallsalz.

## ZUSAMMENFASSUNG

Das C-N-P - Verfahren ermöglicht eine verbesserte Eliminierung sowohl für gelöstes, fällbares Phosphat, als auch für partikulären Phosphor, da sich das Absetzverhalten des Schlammes stark verbessert. Darüber hinaus führt das C-N-P - Verfahren zu Einsparungen bei Stromverbrauch und Schlammfall, sodass die Gesamtkostenbilanz günstiger ist, als bei Einsatz eines einfachen und „billigen“ Fällmittels.

Bei weitergehenden Anforderungen, wie Stoßbelastungen, Feinflockenbildung oder sehr strengen Ablaufgrenzwerten empfiehlt sich ein zweiter Dosierpunkt, vorzugsweise mit ENTEC Zadial. In vielen Fällen erübrigen sich dadurch bauliche Maßnahmen wie z.B. der Einbau einer Flockungsfiltrationsanlage.