

Die C-N-P – Strategie für Belebtschlammanlagen: Einfluss auf Schlammanfall und -zusammensetzung:

Weniger Überschussschlamm trotz P-Fällung ? Mehr Biogas trotz weniger Überschussschlamm ? Mehr Kohlenstoff im Schlamm – trotzdem weniger Masse ?

Nach C-N-P – Strategie betriebene Belebtschlammanlagen

- **produzieren deutlich weniger Überschussschlamm – trotz Dosierung eines Hilfsmittels der ENTEC-Serie.**
- **produzieren im Faulturm deutlich mehr Biogas – trotz weniger Überschussschlamm.**
- **produzieren einen Schlamm mit deutlich höherem Kohlenstoffanteil – gleichwohl aber geringerem Volumen und geringerer TS-Masse.**

Wie sind diese „Widersprüche“ zu erklären ?

Die C-N-P – Strategie ist eine innovative Verfahrenstechnik zur Optimierung und Kostensenkung von Belebtschlammanlagen¹. Unter Zugabe eines Hilfsmittels aus der ENTEC-Serie modifiziert sie die Betriebsführung der Anlage dergestalt, dass ein geringerer Teil des im Abwasser enthaltenen Kohlenstoffs veratmet wird, mithin ein größerer Anteil C in den Schlamm gelangt. Die Reinigungsleistung für C-, N-, und P-Verbindungen verbessert sich, ohne dass zusätzliche Fällmittel benötigt würden. **Verblüffenderweise findet aber trotz P-Eliminierung und Erhöhung des C-Transports in den Schlamm keine Erhöhung, sondern eine Erniedrigung der Überschussschlamm-Masse statt ! Und aus der geringeren Schlammmasse wird im Faulturm mehr Biogas gewonnen !**

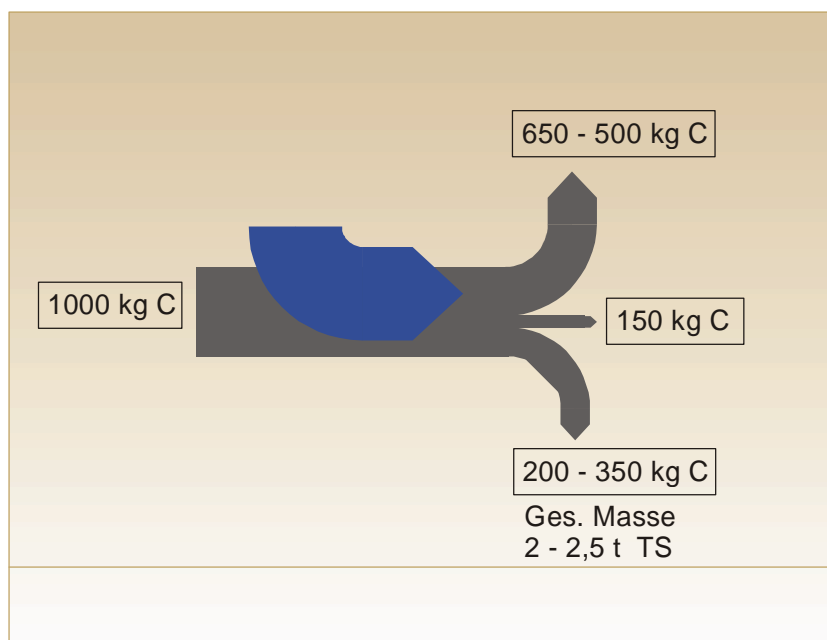
¹ Eine weitergehende Beschreibung der C-N-P – Strategie findet sich im Öko-Brief No. 1

Nach dem Stand der Technik ist davon auszugehen, dass bei Einführung der Phosphorfällung auf einer Belebtschlammanlage – sei es mit Eisen- oder Aluminiumsalzen – eine höhere Überschussschlamm-Masse auftritt. Dies ist zwanglos zu erklären durch den Anfall von Eisenphosphat bzw. Aluminiumphosphat sowie den entsprechenden Hydroxiden. Die zusätzliche Masse kann – wie in der einschlägigen Literatur beschrieben – aus der eliminierten P-Fracht und der Menge des eingesetzten Fällmittels näherungsweise berechnet werden.

Auf Grund dieser plausiblen Erfahrung wird oft vermutet, die C-N-P – Strategie mit ihrem Einsatz des aluminiumhaltigen ENTEC-Produkts müsse ebenfalls zu einer Erhöhung der Schlammmenge führen, zumal sie ja ebenfalls Phosphor eliminiert, der sich zwangsläufig im Schlamm wiederfinden muss. Tatsächlich ist jedoch stets eine **Massenabnahme** des Überschussschlamms zu beobachten, die - abhängig von Ausgangslage und vorher eingesetztem Verfahren - 30 – 50 % betragen kann.

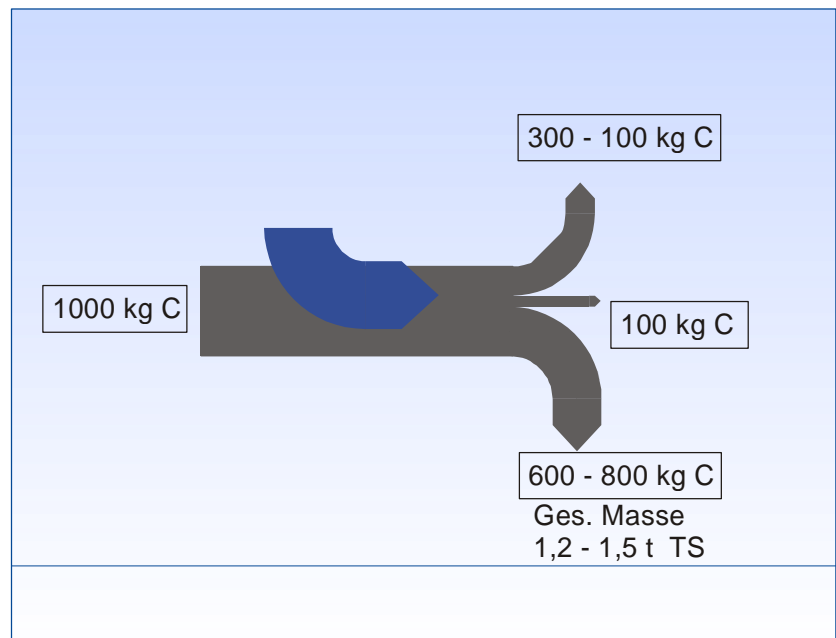
Wie ist nun diese Massenabnahme zu erklären ?

Prozessziel des Kläranlagenbetriebs ist – unabhängig vom Verfahren – ein möglichst hoher Verlust der chemisch gebundenen Abwasserkomponenten Kohlenstoff, Stickstoff und Phosphor. Dieser erfolgt durch Austrag über den Gaspfad (bei C und N) bzw. über den Schlammfad (bei C, N und P).



Bei „konventioneller“ Verfahrensführung einer Belebungsanlage wird nun der überwiegende Teil des Kohlenstoffs (50 – 65 %) als CO_2 über den Gaspfad ausgetragen (Abb. 1). Dies erfordert einen entsprechend hohen Sauerstoffeintrag von ca. 6 - 7 $\text{kg O}_2/\text{kg C}$ (entsprechend ca. 1,5 – 1,8 $\text{kg O}_2/\text{kg CSB}$). Ein geringerer Teil des Kohlenstoffverlusts (20 – 35 %) wird durch Austrag im Überschussschlamm realisiert.

Annähernd unter Umkehrung der Massenverhältnisse realisiert die C-N-P – Strategie den Kohlenstoffverlust zum überwiegenden Teil durch Eintrag in den Überschussschlamm (s. Abb. 2): Die ENTEC-Produkte mit ihrer großen, hydrophoben inneren Oberfläche ermöglichen durch adsorptive Effekte die Schaffung eines Nahrungsdepots für die Mikroorganismen und dienen darüber hinaus langsamer wachsenden höher organisierten Organismen als Siedlungsfläche. Spuren einer enzymwirksamen Komponente dämpfen übermäßige Aktivität (und damit Autolyse) der Mikroorganismen. Diese Maßnahmen erlauben einen wesentlich geringeren Sauerstoffeintrag, der wiederum zur Zunahme von Kohlenstoff im Schlamm (als Mikroorganismenmasse und als Nahrungsmittelreserve) führt. Der Sauerstoffverbrauch liegt jetzt nur noch bei ca. 3,5 – 4 kg/O₂/kg C (entsprechend ca. 0,85 – 1 kg O₂/kg CSB).



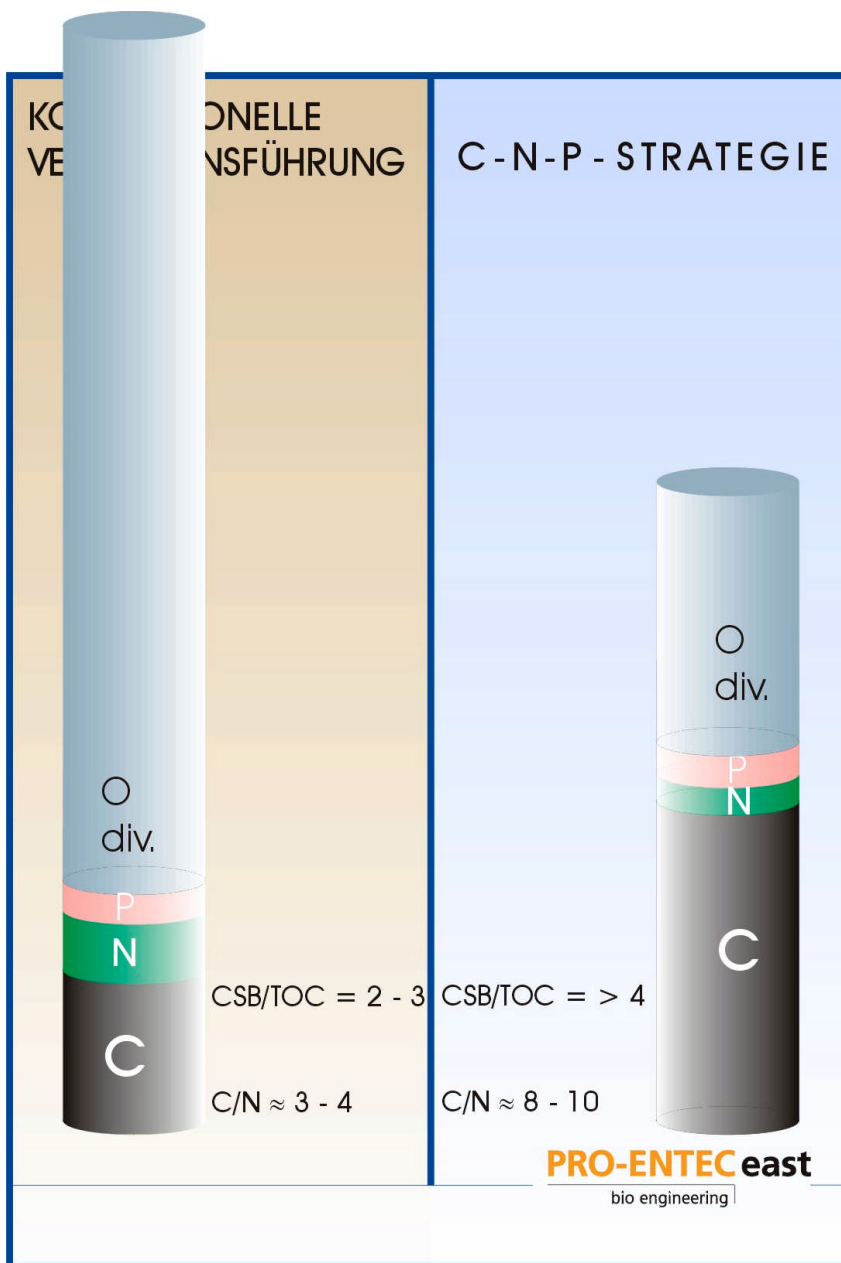
Dass die Zunahme des Kohlenstoff-Gehalts im Schlamm zu einer erhöhten Gasproduktion führt, ist offensichtlich. Ebenso ist die Abnahme des Überschussschlamm-Volumens verständlich, da durch höheren Kohlenstoffanteil der Schlamm hydrophober wird und Absetzverhalten und Entwässerbarkeit sich verbessern. Überraschend ist jedoch die Beobachtung, dass sich ebenfalls die Überschussschlamm-Masse signifikant vermindert.

Analysen der Belebtschlämme einer Reihe von Anlagen in Bezug auf ihren Gehalt an Kohlenstoff, Stickstoff und Phosphor sowie den CSB ergaben folgendes Bild (Abb. 3):

Belebtschlämme aus konventionell betriebenen Anlagen enthalten oft weniger als 20 % Kohlenstoff und ein C/N-Verhältnis von ca. 3 – 4. Des weiteren befindet sich der eliminierte Phosphor im Belebtschlamm – in der Biomasse gebunden oder in anorganischer Form. Den überwiegenden Teil des Belebtschlamm bilden jedoch Inertstoffe und chemisch gebundener Sauerstoff. Der hohe Sauerstoffanteil (und die mithin geringe weitere Oxidierbarkeit) manifestiert sich auch im CSB/TOC-Verhältnis des Belebtschlamm, das niedrige Werte von 2 – 3 annimmt.

Bei Einführung des C-N-P – Verfahrens beobachtet man mit Beginn der Dosierung des ENTEC-Produkts und der Verringerung des Sauerstoffeintrags eine stetige Zunahme des Kohlenstoffgehalts bis auf > 40 %, eine Zunahme des C/N-Verhältnisses bis auf Werte von 8 – 10 und des CSB/TOC-Verhältnisses auf > 4, bisweilen bis zu 5 – 6 (der Schlamm enthält jetzt wesentlich weniger Sauerstoff, ist somit weiter oxidierbar). Auf Grund verbesserter P-Eliminierung enthält der Schlamm nun auch eine höhere Phosphormasse.

Abb. 3 verdeutlicht, dass die Abnahme der Überschussschlamm-Masse also vor allem auf die geringere Masse an chemisch gebundenem Sauerstoff zurückzuführen ist, die die geringe Zunahme der Masse an Phosphor weit überkompensiert.



Eine detailliertere Betrachtung der Gasausbeute im Faulturm findet sich in ÖKOBRIEF No. 3.

Neben der Verringerung des Schlammfalls und des Energieverbrauchs erzielt die C-N-P – Strategie insbesondere auch eine wesentlich bessere und vor allen Dingen gleichmäßigere Reinigungsleistung sowie Verbesserungen der Schlammigenschaften. Einzelheiten sind in ÖKOBRIEF No. 1 beschrieben.