

Leitfaden Nr. 2-13

Betrieb von Abwasseranlagen; Die Phosphorbilanz im kommunalen Abwasser

Stand: 1/2003

Allgemeines

Phosphor (P) kommt in der Natur nur in chemischen Verbindungen vor. Dies ist auch im Abwasser der Fall. Die häufigste Verbindung ist das Phosphat (PO_4) als Ortho-Phosphat. Eine Bilanzierung der im Abwasser gelösten Phosphor-Verbindungen ist nur möglich, wenn die Messwerte auf P umgerechnet werden. Für die Messungen müssen alle Phosphor-Verbindungen zu Phosphat aufgeschlossen werden. Man erhält dann den Phosphor als Wert für den Gesamtphosphor = P_{ges} .

Bei Einleitung in ein Gewässer wirken Phosphate als Pflanzennährstoff.

Im folgenden Bild ist dargestellt, wie sich der Phosphor im kommunalen Abwasser zusammensetzt und wie er sich bei den jeweiligen Verfahrensschritten der Abwasserreinigung verringert. Bei der Bilanz werden mögliche zusätzliche Belastungen – z. B. aus Schlammwasser bei der Schlammbehandlung oder der maschinellen Schlammwässerung – nicht berücksichtigt; ebenso nicht das Problem der Rücklösung von Phosphor, wenn der Überschussschlamm anaerob wird. Auch eine größere Verdünnung durch Fremdwasser, die zu einer Verminderung der Phosphorkonzentration führen kann, bleibt bei dieser Bilanzierung außer Betracht. Diese Einflüsse können bei jeder Anlage anders sein und würden die Einfachheit der Darstellung nur erschweren.

In kommunalen Abwässern kommt der Phosphor zum überwiegenden Teil aus Wasch- und Reinigungsmitteln sowie aus menschlichen Ausscheidungen. Man rechnet, dass je Einwohner täglich eine Belastung von rund 1,8 g P anfällt. Die Phosphorkonzentrationen im Abwasser sind in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen; sie liegen bei kommunalen Abwässern im Rohabwasser zwischen 8,0 bis 12,5 mg/l. Liegen keine gezielten Abwasseruntersuchungen vor, kann für die Bemessung einer Kläranlage von einer mittleren Phosphatkonzentration von 9 mg/l ausgegangen werden (ATV-DVWK Arbeitsblatt A-131 „Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen“).

Zulauf zur Kläranlage

Bei der Annahme eines täglichen Schmutzwasseranfalls von 150 l und 50 l Fremdwasser je Einwohner ergibt sich eine rechnerische Konzentration von

$$1800 \text{ mg P} / (E \times d) : 200 \text{ l} / (E \times d) = 9,0 \text{ mg/l}$$

In der Praxis liegen die Phosphorkonzentrationen oft niedriger. Dies ist meist auf einen überdurchschnittlich hohen Fremdwasseranfall oder einen großen Anteil an gewerblichem Abwasser zurückzuführen. Eine Veränderung der P-Konzentration im Kanalnetz durch lange Fließwege zur Kläranlage tritt nicht ein.

Nach der mechanischen Reinigung

Der im Rechengut und im Schlamm der Vorklärung gebundene Phosphor entspricht einer Masse von rund 0,2 g/(E x d) bzw. einem Phosphorgehalt von 1,0 mg/l, der aus dem Abwasser entfernt wird. Bei einer optimalen mechanischen Reinigung (z.B. Siebrechen) kann auch deutlich mehr entfernt werden.

Nach der biologischen Reinigung (nur Kohlenstoff - Abbau)

Bei der biologischen Reinigung im Belebungsbecken werden rund 0,4 g/(E x d) an Phosphor im Überschussschlamm gebunden. Auch bei Tropfkörpern oder Rotationstauchkörpern erfolgt dies in ähnlicher Größe. Damit werden bis zu 2,0 mg/l P_{ges} aus dem Abwasser entfernt. Höhere Wirkungsgrade sind meist bereits auf eine erhöhte Bio-P Entnahme zurückzuführen.

Nach der biologischen Reinigung (mit Bio - P)

Bei einer erhöhten biologischen Phosphor-Entnahme (Bio-P), die fast immer mit der Denitrifikation einhergeht, können weitere 0,8 g/(E x d) an Phosphor mit dem Überschussschlamm entnommen werden. Auf diese Weise vermindert sich die P_{ges}-Konzentration um weitere 4 mg/l. Bei günstigen Betriebsverhältnisse und gezielten Bio-P Maßnahmen, sind sogar noch größere Verminderungen erreichbar.

Nach der chemischen Fällung

Für die chemische Fällung bleibt nur noch ein geringer Rest an Phosphor übrig. Bei richtiger Anwendung der verschiedenen verfahrenstechnischen Möglichkeiten der Phosphatfällung und der unterschiedlichen Fällmittel sind Ablaufwerte erreichbar die sicher unter P_{ges} = 1,0 mg/l liegen. Bei allen Fällungsverfahren muss mit einer Zunahme der Schlammengen gerechnet werden, die zwischen 20 und 30 % liegen. Mit einer Flockenfiltration sind sogar Werte unter 0,3 mg/l zu erreichen.

Der Gesamtphosphor im Ablauf

Bei Gemeinden ist nach den Anforderungswerten der Abwasserverordnung in der Größenklasse ab 10 001 EW im Ablauf ein P_{ges} von 2 mg/l einzuhalten; größer als 100 000 EW liegt dieser Wert bei 1 mg/l.

