

## Leitfaden Nr. 2-13

### **Betrieb von Abwasseranlagen; Die Phosphorbilanz im kommunalen Abwasser**

**Stand: 2/2011**

#### **Allgemeines**

Phosphor (P) kommt in der Natur nur in chemischen Verbindungen vor. Dies ist auch im Abwasser der Fall. Die häufigste Verbindung ist das Orthophosphat ( $\text{PO}_4$ ).

In der Analytik werden die unterschiedlichen P-Verbindungen durch einen Aufschluss in Orthophosphat überführt und dann als Orthophosphat bestimmt. Die gemessene P-Konzentration entspricht dann dem Wert für Gesamtphosphor ( $\text{P}_{\text{ges}}$ ).

#### **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 dem Schlammwasser der Schlammbehandlung oder der maschinellen Schlammwässerung nicht berücksichtigt; ebenso nicht das Problem der Rücklösung von Phosphor in anaerobem Überschussschlamm. Auch eine Verminderung der Phosphorkonzentration durch die Verdünnung mit Fremdwasser bleibt bei dieser Bilanzierung außer Betracht. Diese Einflüsse können bei jeder Anlage anders sein und würden die Einfachheit der Darstellung nur erschweren.

Im kommunalen Abwasser stammt der Phosphor zum überwiegenden Teil aus menschlichen Ausscheidungen sowie nur noch zum geringen Teil aus Wasch- und Reinigungsmitteln.

Je Einwohner rechnet man mit einer täglichen Belastung von rund 1,8 g P. Die Phosphorkonzentrationen im kommunalen Rohabwasser sind seit den 70-iger und 80-iger Jahren deutlich zurückgegangen. Liegen keine gezielten Abwasseruntersuchungen vor, kann für die Bemessung einer Kläranlage eine mittlere Phosphorkonzentration von 12 mg/l angesetzt werden.

#### **Zulauf zur Kläranlage**

Bei der Annahme eines täglichen Schmutzwasseranfalls von 150 l je Einwohner (inkl. Fremdwasser) ergibt sich eine rechnerische Konzentration von

$$1.800 \text{ mg P}/(\text{E} \cdot \text{d}) : 150 \text{ l}/(\text{E} \cdot \text{d}) = 12,0 \text{ mg/l}$$

In der Praxis liegen die Phosphorkonzentrationen oft niedriger. Dies ist meist auf einen hohen Fremdwasseranfall oder einen großen Anteil an gewerblichem Abwasser zurückzuführen. Eine Veränderung der P-Konzentration im Kanalnetz durch Anfaulen oder 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·d) bzw. einem Phosphorgehalt von 1,3 mg/l, der aus dem Abwasser entfernt wird. Bei einer optimalen mechanischen Reinigung (z.B. Siebrechen) kann auch deutlich mehr entfernt werden, wenn das Rechengut nicht in der Kläranlage gewaschen wird.

### Nach der biologischen Reinigung (nur Kohlenstoff - Abbau)

Bei der biologischen Reinigung im Belebungsbecken werden rund 0,4 g/(E·d) an Phosphor im Überschussschlamm gebunden. Auch bei Tropfkörpern oder Rotationstauchkörpern erfolgt dies in ähnlicher Größe. Damit werden bis zu 2,7 mg/l  $P_{ges}$  durch die Stoffwechsellätigkeit der Bakterien aus dem Abwasser entfernt. Höhere Wirkungsgrade sind meist bereits auf eine erhöhte Bio-P-Verminderung zurückzuführen.

### Nach der biologischen Reinigung mit Denitrifikation und Bio-P

Bei einer durch den Wechsel von anaeroben und aeroben Verhältnissen erhöhten biologischen Phosphor-Verminderung (Bio-P-Verfahren), die auch fast immer in aeroben Schlammstabilisierungsanlagen mit Denitrifikation zu beobachten ist, können zusätzlich bis zu 0,8 g/(E·d) an Phosphor mit dem Überschussschlamm entnommen werden. Auf diese Weise senkt sich die  $P_{ges}$ -Konzentration um weitere 5,3 mg/l. Bei optimierten Betriebsverhältnissen zur Bio-P sind noch größere Verminderungen erreichbar.

### Nach der chemischen Fällung

Für die chemische Fällung bleibt bei gut funktionierender Bio-P nur noch ein geringer Rest an Phosphor übrig. Bei richtiger Anwendung der verschiedenen verfahrenstechnischen Möglichkeiten der Phosphatfällung sind Ablaufkonzentrationen für  $P_{ges}$  unter 1,0 mg/l möglich. Es ist allerdings mit einer Zunahme der Schlammmenge um 20 bis 30 % zu rechnen. Mit einer Flockungsfiltration und Membranbelebungsanlagen können Ablaufkonzentrationen unter 0,3 mg/l erreicht werden.

### Gesamtphosphor im Ablauf

Nach den Anforderungswerten der Abwasserverordnung (AbwV) müssen Kläranlagen über 10.000 EW Ausbaugröße eine Ablaufkonzentration für  $P_{ges}$  von 2 mg/l einhalten. Für Anlagen mit einer Ausbaugröße über 100.000 EW liegt dieser Wert bei 1 mg/l. Im Einzelfall können auf Grund der örtlichen Gegebenheiten auch strengere Überwachungswerte behördlich festgesetzt werden.

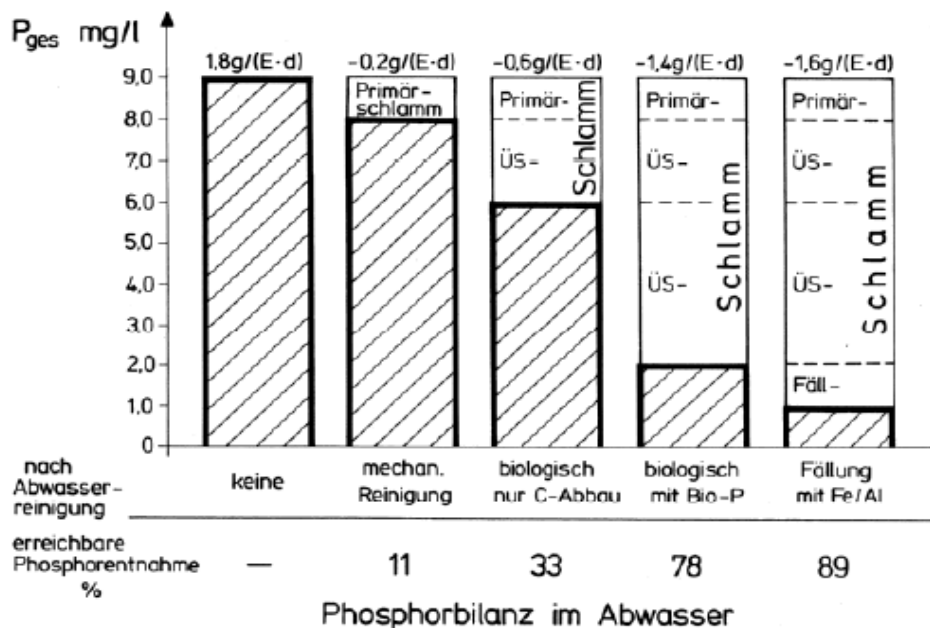


Abbildung muss noch überarbeitet werden!!!