

Prof. Dr.-Ing. H. Kapp



Prof. Dr.-Ing. Helmut Kapp • Waliser Str. 4 • 71640 Ludwigsburg

Zweckverband Klärwerk Steinhäule  
Herrn Dipl.-Ing. Georg Hiller  
Reinzstr. 1  
89233 Neu-Ulm

Anschrift Waliser Str. 4  
71640 Ludwigsburg  
Telefon 07141/251680  
Telefax 07141/251682  
E-Mail h.kapp.lbg@web.de

Datum 21. März 2009

**Neufassung der Abwassersatzung**

**Bezug: Ihre Anfrage vom 12.03.2009 zu ergänzenden Erläuterungen  
zur Einführung von Starkverschmutzerzuschlägen  
(§ 45 Abschn. 1 und 2)**

Sehr geehrter Herr Hiller,

wunschgemäß nehme ich zu o.g. Thematik wie folgt Stellung:

Der Kostenaufwand, um häusliches Abwasser mit den heute festgelegten Reinigungszielen zu behandeln, ergibt sich

- aus der weitgehenden Entfernung der organischen Verschmutzung des Abwassers, ausgedrückt als Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB),
- aus der erforderlichen Umwandlung der im Abwasser enthaltenen Stickstoffverbindungen, bezeichnet als  $N_{ges}$  (Nitrifikation und Denitrifikation) und
- aus der Forderung nach weitgehender Entfernung der Phosphorverbindungen, bezeichnet als  $P_{ges}$ .

Die Umsetzung der genannten Reinigungsziele ist mit unterschiedlich hohen Kosten verbunden:

Die Entfernung des CSB verursacht **anteilig** Kosten von 60 Prozent der Gesamtkosten (hierin sind auch ca. 96 Prozent der Schlammbehandlungskosten enthalten), der Aufwand für die erforderliche Umwandlung der Stickstoffverbindungen weist einen **Kostenanteil** von 15 Prozent und die Phosphorelimination einen solchen von 7 Prozent aus. Weitere 18 Prozent der Gesamtkosten sind allein dadurch bedingt, dass das Abwasser hydraulisch durch die Behandlungsanlage geführt werden muss (z.B. Pumpwerke) und dass verschiedene Bauwerke allein nach hydraulischen Kriterien zu dimensionieren sind.

Ein erhöhter Aufwand (gegenüber dem bei häuslichem Abwasser gegebenen) entsteht dann, wenn die Verschmutzungswerte des jeweils eingeleiteten Abwassers (also CSB,  $N_{ges}$ ,  $P_{ges}$ ) höher sind als im Vergleichsfall. Der Vergleichsfall ist häusliches Abwasser, wobei 1 natürlicher Einwohner pro Tag

- 120 g CSB
- 11 g N und
- 2 g P

emittiert.

Bei einem Wasserverbrauch / Abwasseranfall von 115 Liter pro Einwohner und Tag ergeben sich also typische Konzentrationen (Verschmutzungswerte) des häuslichen Abwassers von

- 1.040 mg/L CSB,
- 95 mg/L  $N_{ges}$  und
- 17 mg/L  $P_{ges}$ .

In § 45 des Satzungsentwurfs wurde stärker verschmutztes Abwasser in Anlehnung an o.g. Berechnung mit Werten über

- 1.100 mg/L CSB
- 100 mg/L  $N_{ges}$
- 20 mg/L  $P_{ges}$

definiert. Die getroffene Festlegung (Schwelle) ist dabei für die in Frage kommenden Emittenten eher günstig gewählt, zumal der Wasserverbrauch / Abwasseranfall im Bundesdurchschnitt derzeit bei 125 L/(E · d) liegt und somit die Konzentrationen von typisch häuslichem Abwasser tatsächlich kleiner sind als oben bezeichnet bzw. als nach § 45 des Satzungsentwurfs festgelegt.

Der in der Formel nach § 45 (1) verwendete Term

$$N^* = N_{\text{ges}} - \text{CSB} / (40 \text{ kg CSB} / \text{kg } N_{\text{ges}})$$

erklärt sich wie folgt:

Der auf den im Abwasser enthaltenen Stickstoff entfallende **erhöhte** Aufwand ergibt sich dadurch, dass zusätzliche Stickstofffrachten im Klärwerk nitrifiziert und ggf. denitrifiziert werden müssen. Unter der Nitrifikation versteht man die biochemische Umsetzung von Ammoniumstickstoff  $\text{NH}_4\text{-N}$  zu Nitratstickstoff  $\text{NO}_3\text{-N}$ ; die Denitrifikation beschreibt die biochemische Umwandlung von Nitratstickstoff  $\text{NO}_3\text{-N}$  zu gasförmigen Stickstoff  $\text{N}_2$  und damit die eigentliche Entnahme aus dem Abwasser.

Bei der biologischen Abwasserbehandlung werden nun (ohne Berücksichtigung von Nitrifikation und Denitrifikation) jedoch auch dadurch Stickstoffverbindungen aus dem Abwasser entfernt, dass im Zuge des Reinigungsprozesses die Mikroorganismen beim Abbau der organischen Substanz (ausgedrückt als CSB) Stickstoff für die Bakteriensynthese benötigen (Aufbau von körpereigener Substanz, d.h. Bildung von Eiweißstoffen bzw. Schlammproduktion).

Es darf davon ausgegangen werden, dass bei der Entnahme von 40 kg CSB 1 kg Stickstoff ( $N_{\text{ges}}$ ) in die Bakterienmasse eingebaut wird (2,5 % v. CSB). Wird also ein Abwasser mit einer hohen organischen Verschmutzung weitgehend gereinigt, dann wird auch ein Teil der im Abwasser enthaltenen Stickstoffverbindungen entfernt, ohne dass dieser Teil nitrifiziert und denitrifiziert werden muss.

In der Formel nach § 45 (1) ist diese „Vorabentfernung“ von Stickstoff bei entsprechendem CSB – Angebot im Abwasser entsprechend berücksichtigt.

Beispiel:           CSB = 6.000 mg/L  
                       $N_{\text{ges}}$  = 800 mg/L

Der **erhöhte** Aufwand für die Behandlung der im Abwasser enthaltenen Stickstoffverbindungen geht nicht von  $N_{\text{ges}} = 800 \text{ mg/L}$  aus, sondern berechnet sich aus

$$\begin{aligned} N^* &= N_{\text{ges}} - (\text{CSB} / 40) \\ &= 800 - (6.000 / 40) = 800 - 150 = 650 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Die in Abzug gebrachten 150 mg/L N (= 2,5 % v. 6.000 mg/L CSB) müssen also nicht kostenmäßig für die Nitrifikation / Denitrifikation in Ansatz gebracht werden.

Der in der Formel nach § 45 (1) verwendete Term

$$P^* = P_{\text{ges}} - \text{CSB} / (60 \text{ kg CSB} / \text{kg } P_{\text{ges}})$$

erklärt sich wie folgt:

Analog den Erläuterungen für den gebührenrelevanten N\* - Gehalt gilt auch für die P - Verbindungen: Der biologische Schlamm benötigt zum Zellaufbau Phosphate, wobei im Fall des Klärwerks Steinhäule durch Implementierung einer speziellen Verfahrenstechnik (vermehrte biologische P-Elimination) vergleichsweise viel Phosphor, nämlich 1,7 Prozent bezogen auf den CSB im Abwasser, inkorporiert wird (bei 60 kg CSB sind dies gerade 1 kg P).

Für den betreffenden Term in der Gleichung in § 45 (1) soll folgendes Beispiel dienen:

$$\text{CSB} = 6.000 \text{ mg/L}$$

$$P_{\text{ges}} = 120 \text{ mg/L}$$

Der **erhöhte** Aufwand (z.B. durch die erforderliche chemische Fällung) geht nicht von  $P_{\text{ges}} = 120 \text{ mg/L}$  aus, sondern nur von

$$P^* = P_{\text{ges}} - (\text{CSB} / 60)$$

$$= 120 - (6.000 / 60) = 120 - 100 = 20 \text{ mg/L.}$$

Sowohl bei den Stickstoff- als auch bei den Phosphorverbindungen wird in der Formel in § 45 (1) also nur jeweils der Anteil der Verbindungen zur Ermittlung des erhöhten Aufwands in Ansatz gebracht, der unter Berücksichtigung der Inkorporation von N und P in den biologischen Schlamm auch tatsächlich einen solchen im Betrieb erfordert.

Ich hoffe, Ihnen mit diesen Ausführungen gedient zu haben und stehe für Rückfragen selbstverständlich gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen



Prof. Dr.-Ing. Helmut Kapp