

Leitfaden Nr. 2-5

Betrieb von Abwasseranlagen; Ermittlung des Schlammalters

Stand: 1/2003

Allgemeines

Das Schlammalter ist die mittlere Aufenthaltszeit einer Belebtschlammflocke im Belebungsbecken. Deshalb ist das Schlammalter für die Bemessung von Belebungsanlagen eine wichtige Größe. Hierbei wird bei einstufigen Belebungsanlagen zwischen Anlagen mit Nitrifikation, Anlagen mit Nitrifikation und Denitrifikation und Anlagen mit aerober Schlammstabilisierung unterschieden. Je nach diesem Ziel wird ein unterschiedliches Schlammalter bei der Bemessung vorgegeben, wobei auch die Ausbaugröße und die Bemessungstemperatur zu beachten sind (siehe Tabelle Seite 3).

Um im Betrieb der Kläranlage die nach der Bemessung vorgegebenen Reinigungsziele erreichen zu können, ist es sinnvoll, den Wert des Schlammalters zu kontrollieren.

Berechnung des Schlammalters

Die Schlammproduktion ändert sich je nach Höhe der zufließenden Schmutzfracht. Dementsprechend steigt bzw. fällt die TS-Konzentration im Belebungsbecken bei konstantem Schlammabzug. Um die TS-Konzentration im Belebungsbecken immer auf gleicher Höhe zu halten, variiert das Betriebspersonal die Menge des täglichen Schlammabzugs.

Aus diesem Grunde sollte bei der Bestimmung des Schlammalters mindestens ein Zeitraum von einer Woche vorgegeben werden. Dabei ist darauf zu achten, dass in dieser Zeit an der Kläranlage möglichst konstante Bedingungen herrschen. Bei Kläranlagen mit stabilen Betriebsverhältnissen ist es sinnvoll, das Schlammalter mit einer vierteljährlichen Häufigkeit zu bestimmen.

Die Berechnung erfolgt nach folgender Formel. Dabei wird die im Belebungsbecken vorhandene TS-Masse [kg] durch die täglich abgehende TS-Masse [kg/d] dividiert, die sich aus dem abgezogenen Überschussschlamm und dem Schwebstoffgehalt im Ablauf der Nachklärung zusammensetzt.

$$t_{TS} = \frac{V_{BB} \times TS_{BB}}{Q_{\text{ÜS,d}} \times TS_{\text{ÜS}} + Q_d \times X_{TS,AN}} \quad [d]$$

Zur Berechnung sind folgende Größen erforderlich:

Volumen des Belebungsbeckens	V_{BB}	$[m^3]$
Trockensubstanzgehalt im Belebungsbecken	TS_{BB}	$[kg/m^3]$
Trockensubstanzgehalt im Überschussschlamm	$TS_{\text{ÜS}}$	$[kg/m^3]$
Täglicher Überschussschlammabzug (Wochenmittel)	$Q_{\text{ÜS,d}}$	$[m^3/d]$
Abfiltrierbare Stoffe im Ablauf Nachklärung	$X_{TS,AN}$	$[kg/m^3]$
Täglicher Abwasserzufluss/-abfluss	Q_d	$[m^3/d]$

Hinweise für die Praxis zur Ermittlung des Schlammmanfalles

Bei kleineren Belebungsanlagen werden die in der Formel angegebenen Größen, wie

- täglich abgezogenes Volumen des Überschussschlammes $Q_{\text{ÜS,d}}$ [m^3/d],
- Trockensubstanzgehalt des abgelassenen Schlammes $TS_{\text{ÜS}}$ [kg/m^3] und
- abfiltrierbare Stoffe im Ablauf der Nachklärung TS_{AN} [kg/m^3]

in der Regel nicht bestimmt. Deshalb werden folgende Hilfestellungen gegeben:

1. abfiltrierbare Stoffe TS_{AN} :

Die Bestimmung der abfiltrierbaren Stoffe ist oft nicht Bestandteil der regelmäßigen Eigenüberwachung. Auf eine Berücksichtigung bei der Berechnung des Schlammalters kann aber nur verzichtet werden, wenn der Anteil am Gesamtschlammabzug kleiner 5 % ist. Dies ist bei stabilen Verhältnissen auch meist der Fall. Bei Schlammabtrieb allerdings ist die Bestimmung erforderlich.

2. täglicher Überschussschlammabzug $Q_{\text{ÜS,d}}$:

Entsprechend der örtlichen Situation gestaltet sich die Berechnung:

Fall 1: Größere Anlagen: Kontinuierlicher Schlammabzug (ÜS-Schlammpumpe läuft ständig). Der Durchfluss wird variiert mittels polumschaltbarem oder drehzahlgesteuertem Motor. Ein MID mit Tagessummenzähler ist vorhanden → Ablesung m^3 pro Tag.

Fall 2: Kleinere Anlagen: Schlamm wird diskontinuierlich abgezogen. Die ÜS-Schlammpumpe ist zeitgeschaltet: z. B. 10 Min. Laufzeit innerhalb 2 Stunden. Die Pumpenleistung ist nicht bekannt (die Nennleistung kann zur Berechnung nicht verwendet werden, da der Druckverlust durch Rohrreibung, Schieber, Krümmer und Viskosität nicht ausreichend ermittelt werden kann !!).

Die Pumpenleistung muss von Zeit zu Zeit neu bestimmt werden: bei laufender Pumpe wird gemessen, wie weit sich in einem Behälter (z. B. Schlammeindicker) der Wasserspiegel in einer vorgegebenen Zeit (z. B. 10 Min.) abgesenkt hat (Zuflüsse müssen dabei kurzfristig abgesperrt/abgeschaltet werden). Aus der Oberfläche des Behälters und der Absenkung pro Zeiteinheit ergibt sich die Förderleistung. Aus der Laufzeit pro Tag, die sich aus 12×10 Min. ergibt, und der Förderleistung der Pumpe errechnet sich das täglich abgezogene Volumen des Schlammes.

Fall 3: Kleinere Anlagen: Die Anlage verfügt über einen guten Schlammeindicker, wobei dieser nach jeweils 2 bis 3 Tagen in den Schlammstapelbehälter entleert wird. Dessen Volumen kann aus Länge, Breite, Tiefe bestimmt werden. Damit ergibt sich das täglich abgezogene Volumen des Schlammes aus $V_{\text{Eindicker}} : 2,5$ Tage.

In der Praxis kommen noch eine Reihe weiterer Fälle vor, für die diese Berechnungsmöglichkeiten nicht anwendbar sind. Für diese Einzelfälle müssen die jeweiligen Verhältnisse besonders betrachtet und dafür individuelle Lösungen gefunden werden.

3. Bestimmung des Trockensubstanzgehaltes des Schlammabzugs $TS_{\text{ÜS}}$ [kg/m^3]

Bei kontinuierlichem Schlammabzug ist der TS-Gehalt mindestens zweimal täglich zu bestimmen (vormittags, nachmittags).

Bei intermittierendem Schlammabzug ist jeweils eine bestimmte Zeit nach dem Einschalten der Pumpe (der im Rohr stehende Schlamm soll nicht erfasst werden) und kurz vor dem Abschalten der Pumpe, eine Schlammprobe zu ziehen.

Die Proben können zu einer Mischprobe vereinigt werden. Dieser Vorgang ist gegebenenfalls zweimal täglich durchzuführen. Der TS-Gehalt im/in den Belebungsbecken ist ebenfalls zweimal täglich zu bestimmen. Aus den erhaltenen TS-Werten werden Tagesmittel gebildet.

Eintragungen ins Betriebsbuch

Sämtliche Änderungen, die den Schlammabzug beeinflussen, sind zu registrieren. Dies betrifft z. B. Änderungen der Pumpenlaufzeit an der Zeitschaltung, eine zeitweise Erhöhung des Durchflusses durch Polumschaltung/Drehzahländerung, die Dauer des erhöhten Durchflusses usw..

Aktuelles Schlammalter

Das Schlammalter, das im Betrieb erzielt werden soll, ist für den jeweiligen Anlagentyp nachstehend zusammenstellt:

1. Ausbaugröße bis 20.000 EW (BSB₅-Fracht 1.200 kg/d)

- ohne Nitrifikation: 5 Tage
- mit Nitrifikation: 10 / 8,2 Tage (Temperatur 10 / 12 °C) *
- mit Stickstoffelimination abhängig vom Volumenverhältnis Denitrifikation/Belebung:

$V_D/V_{BB} =$	0,2	12,5 / 10,3 Tage
	0,3	14,3 / 11,7 Tage
	0,4	16,7 / 13,7 Tage
	0,5	20,0 / 16,4 Tage
- Schlammstabilisierung mit Nitrifikation: 20 Tage
- einschließlich Stickstoffelimination: 25 Tage

2. Ausbaugröße über 100.000 EW (BSB₅-Fracht 6.000 kg/d)

- ohne Nitrifikation: 4 Tage
- mit Nitrifikation: 8 / 6,6 Tage (Temperatur 10 / 12 °C) *
- mit Stickstoffelimination abhängig vom Volumenverhältnis Denitrifikation/Belebung:

$V_D/V_{BB} =$	0,2	10,0 / 8,3 Tage
	0,3	11,4 / 9,4 Tage
	0,4	13,3 / 11,0 Tage
	0,5	16,0 / 13,2 Tage
- Schlammstabilisierung einschließlich Stickstoffelimination: nicht empfohlen

Zwischenwerte von 20.000 bis 100.000 EW sind abzuschätzen.

Bei intermittierender und alternierender Denitrifikation sind die mittleren Nitrifikations- und Denitrifikationszeiten anzusetzen: $V_D/V_{BB} = t_D / (t_D + t_N)$.

*) Die Bemessungstemperatur für Nitrifikation bzw. Stickstoffelimination ist 12 °C in Einklang mit den Anforderungen von Anhang 1 der Abwasserverordnung.

Bei Absinken der Temperatur im Ablauf des Belebungsbeckens unter 12 °C wird die Bemessungstemperatur um 2 ° auf 10 °C vermindert, wobei sich ein höheres Schlammalter ergibt.

Die Kurzzeichen bedeuten:

V_{BB} = Volumen des Belebungsbeckens

V_D = Volumen des Belebungsbeckens das für die Denitrifikation genutzt wird

t_D = Dauer der Denitrifikationsphase bei intermittierenden Verfahren

t_N = Dauer der Nitrifikationsphase bei intermittierenden Verfahren