

# Lastfallabhängige $\alpha$ -Werte zur Bemessung der Sauerstoffzufuhr feinblasiger Belüftungssysteme beim Belebungsverfahren

Tobias Günkel-Lange (Griesheim) und Martin Wagner (Darmstadt)

## Zusammenfassung

Um ein Belüftungssystem betriebssicher, energieeffizient und somit wirtschaftlich betreiben zu können, bedarf es einer präzisen Bemessung, angepasst an die im kommunalen Bereich typischen Zulaufschwankungen. Hierfür ist die erforderliche Sauerstoffzufuhr (SOTR) entsprechend dem Merkblatt DWA-M 229-1 und ergänzend zum Arbeitsblatt DWA-A 131 für den maximalen, den mittleren und den minimalen Lastfall zu ermitteln. Maßgebender Parameter bei der Bemessung der erforderlichen Sauerstoffzufuhr ist neben dem Sauerstoffverbrauch der Mikroorganismen der Grenzflächenfaktor  $\alpha$ .

Der  $\alpha$ -Wert ist von vielen Faktoren abhängig und kann näherungsweise in Abhängigkeit von den abwassertechnischen Parametern Schlammbelastung, Schlammalter und TS-Konzentration beschrieben werden. Über den neu eingeführten Parameter der spezifischen Schlammbelastung [ $\text{kg CSB}/(\text{kg oTS} \cdot \text{h})$ ] begründet sich die Abhängigkeit des  $\alpha$ -Wertes vom Tagesgang. Daran angelehnt und analog zum lastfallabhängigen Sauerstoffverbrauch wird empfohlen, den  $\alpha$ -Wert bei der Bemessung in Abhängigkeit von den maßgebenden Bemessungslastfällen anzusetzen: für den maximalen Lastfall der minimale  $\alpha$ -Wert ( $\alpha_{\min}$ ), für den mittleren und den minimalen Lastfall die entsprechend höheren  $\alpha$ -Werte ( $\alpha_{\text{mittel}}$  und  $\alpha_{\max}$ ). Für die unterschiedlichen Reinigungsziele Kohlenstoffelimination, Stickstoffelimination und simultane aerobe Stabilisierung sowie für die unterschiedlichen Bemessungslastfälle werden Bemessungs- $\alpha$ -Werte als Richtwerte vorgeschlagen.

**Schlagwörter:** Abwasserreinigung, kommunal,  $\alpha$ -Wert, Sauerstoffeintrag, Druckbelüftung, Belüftungssystem, Lastfall, Belebungsverfahren

DOI: 10.3242/kae2015.11.002

## Abstract

### Loading Condition-Dependent $\alpha$ -Values for the Dimensioning of the Oxygen Transfer of Fine-Bubble Aeration Systems with the Activated Sludge Process

In order to be able to operate an aeration system reliably, energy efficiently and thus economically, a precise dimensioning is required, matched to the typical influent fluctuations in the municipal area. For this, the necessary oxygen transfer (SOTR) is to be determined according to the DWA Advisory Guide DWA-M 229-1 and supplemented by the DWA Standard DWA-A 131 for the maximum, mean and minimum loading condition. Relevant parameter with the dimensioning of the required oxygen transfer, along with the oxygen consumption of the micro-organisms, is the boundary coefficient  $\alpha$ .

The  $\alpha$ -value is dependent on many factors and can be described approximately, dependent on the wastewater engineering parameters sludge loading, sludge age and DS concentration. Through the newly introduced parameter of the specific sludge loading [ $\text{kg COD}/(\text{kg oDS} \cdot \text{h})$ ] the dependency of the  $\alpha$ -value is based on the diurnal variations. Modelled on this and analogous to the loading condition-dependent oxygen consumption it is recommended to apply the  $\alpha$ -value with the dimensioning, dependent on the relevant dimensioning loading condition: For the maximum loading condition the minimum  $\alpha$ -value ( $\alpha_{\min}$ ), for the mean and the minimum loading condition the appropriate higher  $\alpha$ -values ( $\alpha_{\text{mean}}$  and  $\alpha_{\max}$ ). For the different treatment objectives of carbon removal, nitrogen removal and simultaneous aerobic stabilisation as well as for the various dimensioning loading conditions, dimensioning  $\alpha$ -values are proposed and guidance values.

**Key words:** wastewater treatment, municipal,  $\alpha$ -value, oxygen transfer, pressure aeration, aeration system, loading condition, activated sludge process

## 1 Hintergrund und Motivation

Grundlage des Belebungsverfahrens und von wesentlicher Bedeutung für eine prozessstabile biologische Behandlung des Abwassers ist die Sauerstoffversorgung der Mikroorganismen. Diese wird durch die Sauerstoffzufuhr über Belüftungssysteme in das Belebungsbecken sichergestellt.

Bei der Bemessung der erforderlichen Sauerstoffzufuhr als Ausgangspunkt für die Dimensionierung von Belüftungssystemen ist der Grenzflächenfaktor  $\alpha$  neben dem Sauerstoffverbrauch der Mikroorganismen der maßgebende Parameter. Der Sauerstoffverbrauch wird entsprechend den Ausführungen des

heren Schlammbelastung zu rechnen ist. Bei MBR-Anlagen wirkt sich der höhere Trockensubstanzgehalt sehr stark auf den  $\alpha$ -Wert aus. Das Merkblatt DWA-M 227 [14] gibt hier für Feststoffkonzentrationen von 10 bis 12 g/L einen  $\alpha$ -Wert von 0,5 an. In Anlehnung an weitere Literaturstellen (u. a. [12]) wird für eine TS-Konzentration von 12 g/L und ein Schlammalter von 25 d ein minimaler  $\alpha$ -Wert von 0,5 empfohlen. Für konventionelle Belebungsanlagen zur simultanen aeroben Stabilisierung kann aufgrund der niedrigen Schlammbelastung der minimale  $\alpha$ -Wert mit 0,7 angesetzt werden.

## 5 Fazit

Die Sauerstoffzufuhr verursacht beim Belevungsverfahren in der Regel den größten Energiebedarf und bietet ein hohes Potenzial für Energieeinsparungen. Der Grundstein für ein energieeffizientes Belüftungssystem wird bereits in der Planung gelegt.

Um ein Belüftungssystem betriebssicher, energieeffizient und somit wirtschaftlich betreiben zu können, bedarf es einer präzisen und flexiblen Bemessung, angepasst an die im kommunalen Bereich typischen Zulaufschwankungen. Hierfür ist die erforderliche Sauerstoffzufuhr entsprechend dem maximalen, dem mittleren und dem minimalen Lastfall zu ermitteln. Bei dieser Bemessung sind dem jeweiligen Lastfall angepasste  $\alpha$ -Werte anzusetzen: für den maximalen Lastfall der kleinste  $\alpha$ -Wert ( $\alpha_{\min}$ ), für den mittleren und den minimalen Lastfall die entsprechend höheren  $\alpha$ -Werte ( $\alpha_{\text{mittel}}$  und  $\alpha_{\max}$ ).

Die Bemessung der Sauerstoffzufuhr auf die relevanten Lastfälle kann eine Abstufung des Belüftungssystems (Druckluftheizer, Belüftungselemente etc.) zwischen maximalem und minimalem Lastfall von größer 10 : 1 (bis zu 15 : 1) erfordern. Diese Abstufung ist bei der Auslegung des jeweiligen Belüftungssystems zu berücksichtigen.

## Literatur

- [1] DIN 19569-3: Kläranlagen – Baugrundsätze für Bauwerke und technische Ausrüstungen – Teil 3: Besondere Baugrundsätze für Einrichtungen zur aeroben biologischen Abwasserreinigung, Beuth, Berlin, 2002
- [2] Günkel-Lange, T.: Sauerstoffzufuhr und  $\alpha$ -Werte feinblasiger Belüftungssysteme beim Belevungsverfahren – Abhängigkeiten und Bemessungsempfehlungen, Dissertation, IWAR-Schriftenreihe, Bd. 221, TU Darmstadt, 2013
- [3] Arbeitsblatt DWA-A 131: Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen, Hennef, 2000
- [4] Merkblatt DWA-M 229-1: Systeme zur Belüftung und Durchmischung von Belebungsanlagen, Teil 1: Planung, Ausschreibung und Ausführung, Hennef, 2013
- [5] Arbeitsblatt DWA-A 198: Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen, Hennef, 2003
- [6] Kayser, R.: Bemessung von Belebungs- und SBR-Anlagen, Kommentar zum ATV-DVWK-Regelwerk, Hennef, 2001
- [7] Wagner, M.: Belüftungseinrichtungen; in Hellmann, D. H., Riegler, G. (Hrsg.): Maschinentechnik in der Abwasserreinigung, Verfahren und Ausrüstung, Wiley-VCH, Weinheim, 2003
- [8] Merkblatt DWA-M 209: Messung der Sauerstoffzufuhr von Belüftungseinrichtungen in Belebungsanlagen in Reinwasser und in belebtem Schlamm, Hennef, 2007
- [9] Wagner, M.: Einfluss oberflächenaktiver Substanzen auf Stoffaustauschmechanismen und Sauerstoffeintrag, Dissertation, IWAR-Schriftenreihe, Bd. 53, TU Darmstadt, 1991
- [10] Steinmetz, H.: Einfluss von Abwasserinhaltsstoffen, Stoffwechselprozessen und Betriebsparametern von Belebungsanlagen auf den Sauerstoffeintrag in Abwasser-Belebtschlamm-Gemische, Dissertation, Universität Kaiserslautern, 1996
- [11] Rosso, D.: Mass Transfer at Contaminated Bubble Interfaces, Dissertation, University of California, Los Angeles, 2005
- [12] Henkel, J.: Oxygen transfer phenomena in activated sludge, Dissertation, IWAR-Schriftenreihe, Bd. 210, TU Darmstadt, 2010
- [13] Reichert, J.: Bilanzierung des Sauerstoffeintrags und des Sauerstoffverbrauchs mit Hilfe der Abluftmethode, Dissertation, IWAR-Schriftenreihe, Bd. 96, TU Darmstadt, 1997
- [14] Merkblatt DWA-M 227: Membran-Bioreaktor-Verfahren (MBR-Verfahren), Entwurf, Stand: 27. Juli 2011

## Autoren

Dr.-Ing. Tobias Günkel-Lange  
aquadrat ingenieure GmbH  
Raiffeisenstraße 15  
64347 Griesheim

E-Mail: t.guenkel-lange@a2i.de

Prof. Dr.-Ing. habil. Martin Wagner  
Institut IWAR, TU Darmstadt  
Franziska-Braun-Straße 7  
64287 Darmstadt

E-Mail: m.wagner@iwar.tu-darmstadt.de

