

# Bemessung der einstufigen biologischen Abwasserreinigung nach DWA-A 131

Burkhard Teichgräber und Martin Hetschel (Essen)

## Zusammenfassung

Nach einem Expertenworkshop wurde das Arbeitsblatt ATV-A 131 grundlegend überarbeitet. Die Belastungsermittlung wird künftig ausschließlich im Arbeitsblatt DWA-A 198 beschrieben. Die Bemessung der biologischen Stufe in einem einstufigen Prozess erfolgt weiterhin in einem statischen Ansatz. Als Parameter für die organische Belastung wird künftig der chemische Sauerstoffbedarf (CSB) verwendet. Für dessen Fraktionierung können entweder die aus der dynamischen Simulation bekannten Verfahren oder Standardparameter verwendet werden. Mit den Parametern der statischen Bemessung nach DWA-A 131 kann für detailliertere Fragestellungen auf die dynamische Simulation übergegangen werden. Die Ermittlung der Masse des belebten Schlammes soll für alle einstufigen Belebungsverfahren, auch im Membranbioreaktor oder SBR, verwendet werden.

**Schlagwörter:** Abwasserreinigung, kommunal, DWA-A 131, Bemessung, statisch, Belebungsanlage, einstufig, CSB, Nitrifikation, Denitrifikation, Stand der Technik

DOI: 10.3242/kae2016.02.001

## Abstract

### Dimensioning of Single-Stage Biological Wastewater Treatment in Accordance with DWA-A 131

Following an expert workshop the Standard ATV-A 131 has been revised radically. The determination of loading will, in future, be described exclusively in Standard DWA-A 198. The dimensioning of the biological stage in a single-stage process continues to take place in a static approach. In future, the chemical oxygen demand (COD) will be applied as parameter for the organic loading. For its fractionation either the known process from the dynamic simulation or standard parameters can be employed. Using the parameters of the static dimensioning in accordance with DWA-A 131 one can change over to the dynamic simulation for detailed problems. The determination of the mass of the activated sludge should be employed for all single-stage activated sludge processes, also in membrane reactors or SBR.

**Key words:** wastewater treatment, municipal, DWA-A 131, dimensioning, static, activated sludge plant, single-stage, COD, nitrification, denitrification, best available technology

## 1 Einleitung

Das Arbeitsblatt ATV-A 131 „Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen“ diente zur Bemessung und Nachrechnung der meisten Kläranlagen in Deutschland, da das einstufige Belebungsverfahren nach wie vor als Standard in der biologischen Behandlung kommunalen Abwassers eingesetzt wird. Die Fachausschüsse KA-5 „Absetzverfahren“ und KA-6 „Biologische Abwasserreinigung“ der DWA widmen seit Jahrzehnten einen Schwerpunkt ihrer Arbeit der Definition des Stands der Technik durch dieses Arbeitsblatt. Von 2010 bis 2015 führten sie eine Novellierung mit nennenswerten Veränderungen durch. Der Weißdruck wird voraussichtlich im ersten Halbjahr 2016 erscheinen.

Im vorliegenden Beitrag wird die Bemessung der Belebungsbecken nach dem neuen DWA-A 131 dargestellt.

## 2 Bemessungsweg

Der statische Ansatz zur Bemessung der Belebungsbecken bleibt bestehen. Abhängig von dem in der Bemessung festzulegenden, erforderlichen Schlammalter und dem Überschusschlammfall, der aus der maßgeblichen Belastung in Verbindung mit dem Schlammalter resultiert, ergibt sich die erforder-

liche Schlammmasse. Der Ansatz der erforderlichen Schlammmasse ist für die Bemessung von MBR- oder SBR-Anlagen übertragbar. Die zulässige, mögliche Feststoffkonzentration in den Belebungsbecken ergibt sich aus der Bemessung der Nach-

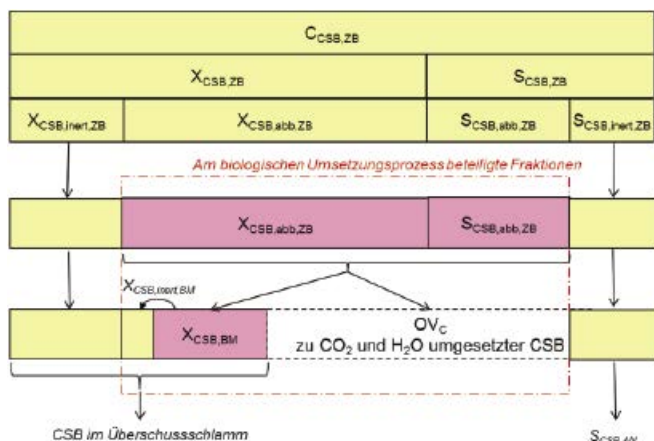


Abb. 1: Sauerstoffbedarf aus der CSB-Bilanzierung

klärbecken. Erst dann können die Beckenvolumen festgelegt werden.

### 3 Umstellung auf den CSB-Ansatz

#### 3.1 Gründe für die Umstellung

Die weitgehendste Änderung des DWA-A 131 (Entwurf 2015) gegenüber dem ATV-DVWK-A 131 (2000) besteht in der Umstellung auf den CSB-Ansatz. Dieser war bereits in der novelierten Fassung des Jahres 2000 als ein optionaler Bemessungsansatz für das Schlammwachstum und den Sauerstoffverbrauch eingeführt worden.

Die Öffnung in Richtung CSB war der betrieblichen Praxis geschuldet. Die CSB-Bestimmung gilt gegenüber der BSB<sub>5</sub>-Bestimmung als deutlich einfacher, schneller und weniger fehleranfällig. Gemäß Selbstüberwachungsverordnung kommunal – SüwV-kom (Eigenkontrollverordnung) ist in Nordrhein-Westfalen die Bestimmung des BSB<sub>5</sub> nicht erforderlich und wird erfahrungsgemäß auf vielen Anlagen nicht mehr durchgeführt.

In der nach DIN 38409-H 41 [1] genormten CSB-Analytik wird das Querempfindlichkeiten auslösende Chlorid mit Quecksilber (Hg) maskiert. Früher führte dies zu einer teilweise erheblichen Umweltbelastung. Durch Vorbehandlungsverfahren in den Labors kann das Quecksilber heute zurückgehalten und zurückgewonnen werden. Die EU stuft Hg in der Wasserrahmenrichtlinie als prioritär gefährlichen Stoff ein und hat das Phasing out eingeleitet. Ein Zeit- und Maßnahmenplan für das Phasing out liegt aber noch nicht vor. Über die REACH-Verordnung wird Chromat als Oxidationsmittel nur noch nach einmalig möglicher Anmeldung weiter einsetzbar. In verschiedenen Bundesländern wurde die Forderung aufgestellt, den CSB durch den TOC zu ersetzen. Dies brächte in Hinblick auf die Anlagenbemessungen erhebliche Nachteile. Aus dem TOC kann weder direkt auf den Sauerstoffbedarf noch auf den biologisch abbaubaren Anteil der Abwasserprobe geschlossen werden. Eine geschlossene Bilanzierung von Sauerstoffverbrauch und Überschussschlammproduktion im Rahmen der Anlagenbemessung wäre nicht mehr möglich. Die DWA initiierte deshalb die Entwicklung eines quecksilber- und chromatfreien Ersatzverfahrens mit dem Ziel, die DIN 38409-H 41 zur CSB-Bestimmung zu ändern.

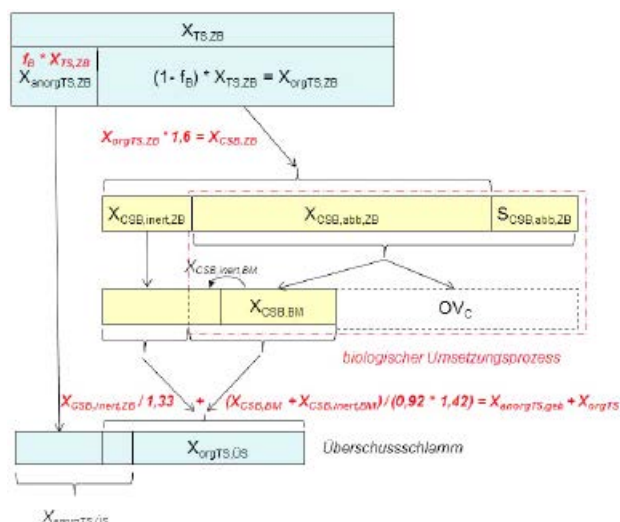


Abb. 2: Überschussschlammproduktion aus der CSB-Bilanzierung

$S_{NH_4,Ü}$ \ $f_N$	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
5 mg/l $NH_4$ -N	1,5	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8
10 mg/l $NH_4$ -N	1,5	1,5	1,5	1,6	1,9	2,1

Tabelle 1: Erforderlicher Prozessfaktor in Abhängigkeit vom  $NH_4$ -N-Überwachungswert im Ablauf und von den Schwankungen der KN-Zuladung (Zwischenwerte können interpoliert werden)

Im Arbeitsblatt DWA-A 198 wurde der CSB als kostengünstiger Leitparameter, der häufig, gegebenenfalls täglich zu bestimmen ist, definiert. Mit den gegebenenfalls seltener bestimmten Parametern werden Verhältniswerte zum Leitparameter gebildet und so die Frachten und die maßgebenden Konzentrationen berechnet. Die vollständige Umstellung der Bemessung auf einen CSB-Ansatz ist somit logisch und konsequent.

#### 3.2 CSB-Fraktionierung

Da nicht der gesamte CSB für den biologischen Abbau verfügbar ist, ist eine CSB-Fraktionierung, das heißt, die Aufteilung des CSB in einen biologisch nicht abbaubaren, inerten Anteil und einen abbaubaren Anteil, jeweils getrennt für den gelösten und den partikulären CSB, erforderlich. Wegen des zur Stickstoffelimination erforderlichen hohen Schlammalters ist davon auszugehen, dass der gelöste CSB des Ablaufs biologisch nicht weiter abbaubar ist und daher als Orientierung für den gelösten, inerten CSB des Zulaufs herangezogen werden kann. Als Mangel des CSB-Ansatzes bleibt, dass eine praxisgerechte Standardmethode zur Bestimmung der inerten, partikulären CSB-Fraktion derzeit nicht zur Verfügung steht.

Daher kann die CSB-Fraktionierung weiterhin über die Faktoren A (jetzt  $f_A$ : inerte Anteil des partikulären CSB zwischen 0,2 und 0,35) und B (jetzt  $f_B$ : Glührückstand der abfiltrierbaren Stoffe zwischen 0,2 und 0,3) erfolgen.

Genauer und mit geringem Mehraufwand kann der partikuläre CSB aus der Differenz von homogenisiertem CSB

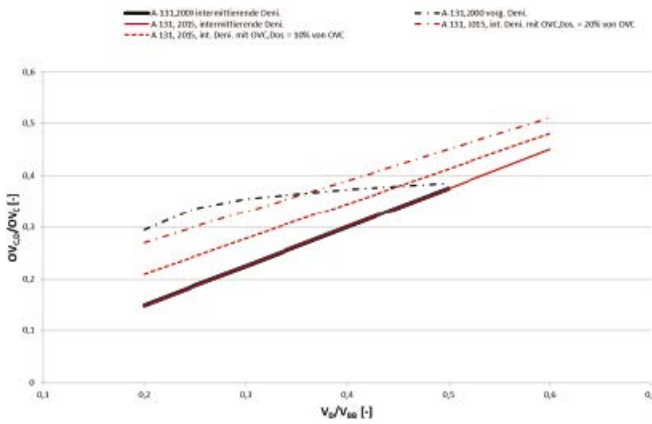


Abb. 3: Auswirkung der gezielten Substratdosierung auf die Denitrifikationskapazität bei intermittierender/simultaner Denitrifikation

( $C_{CSB,ZB}$ ) zu gelöstem CSB ( $S_{CSB,ZB}$ ) ermittelt werden. Wenn  $S_{CSB,ZB}$  nicht bekannt ist, aber  $X_{TS,ZB}$  gemessen wurde, kann der partikuläre CSB aus der organischen Trockensubstanz zu 1,6 g CSB/g oTS abgeschätzt werden. Abweichend zum Wert von 1,42 g CSB/g oTS für Biomasse wird der Wert für das Rohabwasser mit 1,6 g CSB/g oTS (Spannweite Literaturangaben von 1,6–1,93 g CSB/g oTS) angenommen. Das Verhältnis 1,6 stellt einen Mittelwert aller Fraktionen des Zulaufs dar; so haben Fette zum Beispiel einen deutlich höheren, hingegen inerte, partikulärer CSB einen geringeren che-

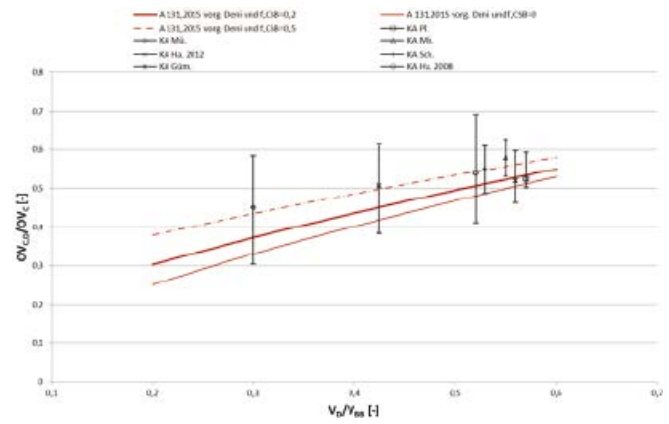


Abb. 4: Denitrifikationskapazität für vorgeschaltete Denitrifikation

mischen Sauerstoffbedarf, bezogen auf die organische Trockensubstanz.

### 3.3 CSB-Bilanzierung zur Ermittlung des Sauerstoffbedarfs

In Abhängigkeit von Abwassertemperatur  $T$  und Bemessungsschlammalter  $t_{TS}$ , dem für kommunales Abwasser üblicherweise angesetzten Ertragskoeffizienten  $Y = 0,67 \text{ g/g}$  [g abgebaute Biomasse (CSB) pro g abgebautem CSB] und dem Zerfallskoeffizienten  $b = 0,17 \text{ (1/d)}$  lassen sich der in der Biomasse gebundene, abbaubare CSB und der beim Zerfall der Biomasse

entstehende inerte CSB berechnen (Abbildung 1). Der verbleibende Rest stellt den Sauerstoffbedarf  $OV_C$  für den Abbau der organischen Substanz dar.

sich eine Überschussschlammproduktion wie in Abbildung 2 skizziert.

### 3.4 Überschussschlammproduktion

Zur Berechnung der Überschussschlammproduktion müssen die als CSB bilanzierten Bestandteile des belebten Schlammes über Faktoren wieder auf Gramm Trockensubstanzkonzentration zurückgerechnet werden. Hinzu kommen noch die am Umsetzungsprozess nicht beteiligten anorganischen abfiltrierbaren Stoffe des Zulaufs zum Belebungsbecken. Damit ergibt

### 4 Sicherheitskonzept

Vor dem Hintergrund verschärfter Überwachungswerte, die mit dem aktuellen Arbeitsblatt nicht konkret erfasst werden, ist das Sicherheitskonzept modifiziert worden. Der bisherige Sicherheitsfaktor wird aufgespalten in einen Sicherheitsfaktor für die Nitrifikation von 1,6 und einen Prozessfaktor, der unter anderem den Zulaufschwankungen der Stickstofffracht ( $f_N$ ) und dem angestrebten  $NH_4$ -N-Ablaufwert Rechnung tragen soll (Ta-

Aerobes Schlammalter	$t_{TS,aerob,Bem} = PF \cdot 1,6 \cdot \frac{1}{\mu_{A,max}} = PF \cdot 1,6 \cdot \frac{1,103^{(15-T)}}{0,47} \text{ (d)}$															
Schätzung $V_D/V_{BB}$	$V_D/V_{BB} \text{ (-) (Schätzung: } 0,2 - 0,6)$															
$t_{TS,Bem}$	$t_{TS,Bem} = t_{TS,aerob,Bem} \cdot \frac{1}{1 - V_D/V_{BB}} \text{ (d)}$															
Berechnung der Schlammproduktion	$X_{CSB,BM} = (C_{CSB,abb,ZB} \cdot Y_{CSB,abb} + C_{CSB,dos} \cdot Y_{CSB,dos}) \cdot \frac{1}{1 + b \cdot t_{TS} \cdot F_T} \text{ (mg/l)}$ $X_{CSB,inert,BM} = 0,2 \cdot X_{CSB,BM} \cdot b \cdot t_{TS} \cdot F_T \text{ (mg/l)}$															
Ertragskoeffizienten	$Y_{CSB,abb} = 0,67 \text{ (kg CSB}_{BM}/\text{kg CSB}_{abb})$ $Y_{CSB,dos} = 0,42 - 0,45 \text{ (kg CSB}_{BM}/\text{kg CSB}_{dos}) \text{ gemäß Tabelle 1}$															
Berechnung des zu denitrifizierenden Nitrats	$S_{NO_3,D} = C_{N,ZB} - S_{orgN,AN} - S_{NH_4,AN} - S_{NO_3,AN} - X_{orgN,BM} - X_{orgN,inert} \text{ (mg/l)}$ <ul style="list-style-type: none"> <li><math>S_{orgN,AN} = 2 \text{ mg/l}</math></li> <li><math>S_{NH_4,AN} \approx 0 \text{ mg/l}</math></li> <li><math>S_{NO_3,AN} = 0,8 \text{ bis } 0,6 S_{anorgN,UW} \text{ (mg/l)}</math></li> <li><math>X_{orgN,BM} = 0,07 \cdot X_{CSB,BM} \text{ (mg/l)}</math></li> <li><math>X_{orgN,inert} = 0,03 \cdot (X_{CSB,inert,BM} + X_{CSB,inert,ZB}) \text{ (mg/l)}</math></li> </ul>															
$O_2$ -Verbrauch für C-Abbau: - Gesamt; - Anteil „ $OV_C$ “ des leicht abbaubaren CSB, separat für vorgeschaltete und intermittierende Denitrifikation“; - „Sauerstoffverbrauch“ in der Denitrifikationszone	$OV_C = C_{CSB,abb,ZB} + C_{CSB,dos} - X_{CSB,BM} - X_{CSB,inert,BM} \text{ (mg/l)}$ $1) OV_{C,la,vorg} = f_{CSB} \cdot C_{CSB,abb,ZB} \cdot (1 - Y) + C_{CSB,dos} \cdot (1 - Y_{CSB,dos}) \text{ (mg/l)}$ $2) OV_{C,la,int} = C_{CSB,dos} \cdot (1 - Y_{CSB,dos}) \text{ (mg/l), nur bei gezielter Dosierung in „Deniphase“}$ $1) OV_{C,D} = 0,75 \cdot [OV_{C,la,vorg} + (OV_C - OV_{C,la,vorg}) \cdot (V_D/V_{BB})^{0,68}] \text{ (mg/l), vorgeschaltete Denitrifikation}$ $2) OV_{C,D} = 0,75 \cdot [OV_{C,la,int} + (OV_C - OV_{C,la,int}) \cdot (V_D/V_{BB})] \text{ (mg/l), intermittierende Denitrifikation mit gezielter Dosierung}$ $3) OV_{C,D} = 0,75 \cdot OV_C \cdot V_D/V_{BB} \text{ (mg/l), simultane Denitrifikation}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>Faktor für Nitratatemung = 0,75. Erhöhte Atmung in der Denitrifikationszone bei vorgeschalteter Denitrifikation = <math>(V_D/V_{BB})^{0,68}</math></li> <li><math>f_{CSB} = C_{CSB,la,ZB}/C_{CSB,abb,ZB}</math> (Anteil leicht abbaubaren CSB bei kommunalem Abwasser 0,15 – 0,25; Abweichungen sind nachzuweisen)</li> </ul>															
Vergleich von „ $O_2$ -Verbrauch“ und „ $O_2$ -Angebot“	$x = \frac{OV_{C,D}}{2,86 \cdot S_{NO_3,D}}$															
	<table border="1"> <tr> <td><math>x &gt; 1</math></td> <td><math>x = 1</math></td> <td><math>x &lt; 1</math></td> </tr> <tr> <td><math>V_D/V_{BB} \downarrow</math> bzw. <math>C_{CSB,dos} \downarrow</math></td> <td>Bemessung <math>\downarrow</math></td> <td><math>V_D/V_{BB} \uparrow</math> bzw. <math>C_{CSB,dos} \uparrow</math></td> </tr> <tr> <td colspan="3"><math>US_d = US_{d,C} + US_{d,P}</math></td> </tr> <tr> <td colspan="3"><math>TS_{BB}</math> aus Bemessung NB (kg/m<sup>3</sup>)</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><math>V_{BB} = M_{TS,BB}/TS_{BB} = US_d \cdot t_{TS}/TS_{BB} \text{ (m}^3)</math></td> </tr> </table>	$x > 1$	$x = 1$	$x < 1$	$V_D/V_{BB} \downarrow$ bzw. $C_{CSB,dos} \downarrow$	Bemessung $\downarrow$	$V_D/V_{BB} \uparrow$ bzw. $C_{CSB,dos} \uparrow$	$US_d = US_{d,C} + US_{d,P}$			$TS_{BB}$ aus Bemessung NB (kg/m <sup>3</sup> )			$V_{BB} = M_{TS,BB}/TS_{BB} = US_d \cdot t_{TS}/TS_{BB} \text{ (m}^3)$		
$x > 1$	$x = 1$	$x < 1$														
$V_D/V_{BB} \downarrow$ bzw. $C_{CSB,dos} \downarrow$	Bemessung $\downarrow$	$V_D/V_{BB} \uparrow$ bzw. $C_{CSB,dos} \uparrow$														
$US_d = US_{d,C} + US_{d,P}$																
$TS_{BB}$ aus Bemessung NB (kg/m <sup>3</sup> )																
$V_{BB} = M_{TS,BB}/TS_{BB} = US_d \cdot t_{TS}/TS_{BB} \text{ (m}^3)$																

Abb. 5: Bemessungsschema der Denitrifikation

belle 1). Damit wird auch eine Bemessung auf einen  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Überwachungswert von 5,0 g/l ermöglicht.

## 5 Stickstoffbilanz

Der Anteil des zu denitrifizierenden Nitrats wird auch zukünftig über eine Stickstoffbilanz ermittelt. Der Anteil am inkorporierten Stickstoff wird nun mit 7 % der gebildeten Biomasse, ausgedrückt als  $X_{\text{CSB, BM}}$ , abgeschätzt. Ferner wird noch ein Stickstoffanteil von 3 % den inerten organischen Verbindungen zugeschrieben.

### 5.1 Denitrifikation

Die Diskussion über die Ermittlung des Volumenanteils der Denitrifikation zieht sich durch die neuere Geschichte des DWA-A 131. Betriebserfahrungen zeigen bis heute, dass, obwohl ein Sauerstoffeintrag durch die interne Rezirkulation nicht berücksichtigt wird, häufig bessere Denitrifikationskapazitäten als nach Bemessung erzielt werden. Bemessungstechnisch ergibt sich oftmals ein Verhältnis von  $V_D/V_{\text{BB}} > 0,5$ ; die dann vorgehaltene externe C-Dosierung wird in der Praxis aber nicht benötigt. Als Manko gilt hier die Nichtberücksichtigung eines leicht abbaubaren, für die Denitrifikation sofort verfügbaren Zulaufanteils.

Im Berechnungsgang ist es nun möglich, einen sofort für die Denitrifikation verfügbaren leicht abbaubaren CSB-Anteil ( $C_{\text{CSB, la}}$ ) zu berücksichtigen. Externe C-Quellen gehen wie leicht abbaubarer CSB als  $C_{\text{CSB, dos}}$  jedoch mit der Besonderheit eines gegebenenfalls niedrigeren Ertragskoeffizienten ( $Y_{\text{CSB, dos}}$ ) in die Bemessung ein.

Bei der Umstellung auf den CSB-Ansatz ist zukünftig für die Denitrifikation nur dessen abbaubarer Anteil zu berücksichtigen. Mit den Ansätzen der Kläranlagensimulation (ASM3-Modell [2]), die in zahlreichen Simulationsstudien kalibriert wurden, erfolgte die Überführung der Denitrifikationskapazität in Abhängigkeit vom leicht abbaubaren CSB-Anteil in den modifizierten Bemessungsansatz. Diverse Parameter können anhand

von Betriebsdaten nur ungenau ermittelt werden (zum Beispiel Schlammalter  $t_{\text{TS}}$ ) oder müssen mit Standardwerten abgeschätzt werden (abbaubarer CSB-Anteil, inkorporierter Stickstoffanteil). In der Praxis können weitere Unwägbarkeiten wie Nitratlimitierung (unzureichende Rückführung), Sauerstoffverschleppung usw. nicht vollständig ausgeschlossen werden. Dennoch konnte der Bemessungsansatz anhand von Betriebswerten (24-h-Mischproben) von Kläranlagen bestätigt werden.

### 5.2 Intermittierende/Simultane Denitrifikation

Die Bemessung der intermittierenden und simultanen Denitrifikation erfolgt weiterhin unter Berücksichtigung eines Faktors von 0,75, der sich auch aus der ASM3-Modellierung ableiten lässt und bisher durch die verminderte Umsetzung bei der Veratmung von Nitrat begründet wurde. Für die intermittierende und simultane Denitrifikation lässt sich der Anteil der Nitratatmung an der Gesamtatmung wie gehabt iterativ ins Verhältnis zum Anteil des Denitrifikationsvolumens am Gesamtvolumen setzen.

Eine besondere Berücksichtigung eines leicht abbaubaren CSB-Anteils des Zulaufs braucht bei dem Ansatz für die intermittierende Denitrifikation nicht zu erfolgen, da der Anteil entsprechend in der Nitrifikationsphase gezehrt wird und damit für die Denitrifikation verloren geht. Anders verhält es sich, wenn leicht abbaubarer CSB (Substrat) in Form einer externen C-Quelle gezielt in der Denitrifikationsphase zugegeben wird. Diese gezielte Zugabe kann nun im Bemessungsansatz miteingefasst werden (Abbildung 3).

### 5.3 Vorgeschaltete Denitrifikation

Zukünftig soll der Denitrifikationsanteil bei Verfahren mit vorgeschalteter Denitrifikation ebenfalls iterativ durch einen Vergleich der Nitratatmung zur Gesamtatmung festgelegt werden. In Abbildung 4 ist der Bemessungsansatz in der Bandbreite für verschiedene Anteile des leicht abbaubaren CSB in Abhängigkeit vom Volumenanteil  $V_D/V_{\text{BB}}$  aufgetragen und der Spannweite

-

(15%-Wert, Mittelwert, 85%-Wert) der Betriebswerte verschiedener Anlagen mit vorgeschalteter Denitrifikation gegenübergestellt. Schlammalter und Temperatur gehen über den Sauerstoffbedarf sowie indirekt über den inkorporierten Stickstoffanteil ein und sind entsprechend der Betriebswerte der bestehenden Anlagen mit ausgewertet worden. Da eine Reihe von Anlagen mit größeren  $V_D/V_{BB}$ -Verhältnissen betrieben wird, sollte zukünftig eine Bemessung auf einen  $V_D/V_{BB}$ -Wert von 0,6 möglich sein.

#### 5.4 Verfahrenskombination

Eine in der Praxis häufig anzutreffende Verfahrenskombination, in der eine vorgeschaltete Denitrifikation mit einem anschließenden mit intermittierender Belüftung betriebenen Belebungsbecken kombiniert wird, wird über das neue DWA-A 131 abgedeckt. Theoretische Überlegungen haben gezeigt, dass mindestens 15 % des Belebungsbeckenvolumens als vorgeschaltete Denitrifikation zur Verfügung gestellt werden müssen, um das gesamte  $V_D$  über den Bemessungsansatz für vorgeschaltete Denitrifikation berechnen zu können. Zusätzlich werden für dieses Verfahren konkrete Vorgaben zur Festlegung der erforderlichen Nitratrückführung gegeben.

### 6 Ablauf der Bemessung

Das notwendige aerobe Schlammalter kann aus der Bemessungstemperatur und dem Prozessfaktor direkt hergeleitet werden. Mit einer Schätzung des Denitrifikationsanteils am Belebungsbeckenvolumen beginnt eine Iterationsschleife in der Schlammproduktion, Stickstoffbilanz und Atmung errechnet werden. Mit dem Vergleich der Denitrifikationsatmung und des zu denitrifizierenden Nitrats endet die Iterationsschleife, und die erforderliche Masse des belebten Schlammes kann errechnet werden. Gemeinsam mit der zulässigen Trockensubstanzkonzentration aus der Nachklärbeckenbemessung wird das Belebungsbeckenvolumen ermittelt. Abbildung 5 zeigt den Ablauf schematisch im Überblick.

### 7 Bilanzierung und Simulation

Die dynamische Simulation wird weltweit als Stand der Technik zur Beschreibung der naturwissenschaftlichen Phänomene des Belebungsverfahrens betrachtet. Die Bilanzierung des CSB mit Aufteilung auf Sauerstoffverbrauch und Überschussschlamm wurde als Basis in das novellierte DWA-A 131 übernommen. Der Vergleich aus Sauerstoffverbrauch und zu denitrifizierendem Stickstoff wird künftig zur Denitrifikationsbe-

messung herangezogen. Zum Aufbau des erforderlichen Formelsatzes im statischen Bemessungsansatz wurde daher das ASM3-Modell [2] verwendet. Die Ergebnisse wurden mit dem bisherigen DWA-A 131 und für die Bemessung der vorgeschalteten Denitrifikation mit neu erhobenen Betriebsergebnissen vorhandener Anlagen verglichen. Damit ist sichergestellt, dass die im novellierten DWA-A 131 vorgestellte Denitrifikationsbemessung dem Stand der Technik und den derzeitigen praktischen Erkenntnissen entspricht.

Für künftige Bemessungen ist es damit möglich, eine Anlagenauslegung mit dem statischen Bemessungsansatz nach DWA-A 131 durchzuführen und die Ergebnisse widerspruchsfrei mit dynamischen Simulationsprogrammen weiterzuentwickeln.

### 8 Ausblick

Der hier dargestellte Bemessungskern gibt die Berechnung des Belebungsbeckenvolumens nach dem im Freigabeverfahren befindlichen novellierten DWA-A 131 wieder. In enger zeitlicher Abfolge muss das DWA-A 198 überarbeitet werden.

Das bisherige DWA-A 131 wurde in mehrere Fremdsprachen übersetzt. Die englische Fassung fand weltweit vielfache Anwendung. Die Neufassung des DWA-A 131 wird weiterhin auf die Anwendung in Deutschland ausgelegt sein. Durch überlegte Parametervariation wird auch künftig eine Übertragung auf ausländische Verhältnisse möglich sein. Die DWA-Arbeitsgruppe BIZ-11.3 bereitet einen diesbezüglichen Arbeitsbericht vor.

### Literatur

- [1] Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung: *Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H); Bestimmung des Chemischen Sauerstoffbedarfs (CSB) im Bereich über 15 mg/l (H 41)*, DIN 38409-H 41, 1980
- [2] Henze, M., Gujer, W., Mino, T., van Loosdrecht, M.: *Activated sludge models ASM1, ASM2, ASM2D and ASM3*, IWA Scientific and Technical Report No. 9, IWA Publishing, London, 2000

### Autoren

Prof. Dr.-Ing. Burkhard Teichgräber  
Dipl.-Ing. Martin Hetschel  
Emschergenossenschaft/Lippeverband  
Kronprinzenstraße 24, 45128 Essen

E-Mail: burkhard.teichgraeber@eglv.de

KA

[www.dwa.de/news](http://www.dwa.de/news)



Abonnieren Sie unseren **kostenlosen** monatlichen **Newsletter**