

Bemessung von Belebungsanlagen

Vergleich von ATV-A 131 alt/neu

Norbert Meyer (Wiesbaden)

Zusammenfassung

Das neue Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 131 „Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen“ bringt infolge überarbeiteter Berechnungsansätze und der erhöhten Bemessungstemperatur Änderungen in der Bemessung. Im folgenden Beitrag sind einige Beispiele durchgerechnet. Damit wird ein Eindruck vermittelt, in welche Richtung sich wichtige Werte ändern und welche Auswirkungen dies z. B. in Grenzfällen der Bemessung hat. Das Bemessungsprogramm, das verwendet wurde, erlaubt die vergleichende Berechnung nach ATV-A 131 (1991) auf Grundlage des BSB₅ und der Neuauflage ATV-DVWK-A 131 (2000) auf Grundlage des BSB₅ oder CSB.

Schlagwörter: Abwasserreinigung; Belebungsverfahren; ATV-DVWK-A 131; Software

Summary

Dimensioning of Activated Sludge Plants – A Comparison between the Old and New Version of ATV-A 131

The new Standard ATV-DVWK-A 131 “Dimensioning of Single Stage Activated Sludge Plants” introduces several changes in design due to revised calculation statements and design temperatures. The following paper outlines the calculations for a number of examples to provide a better understanding for the direction in which important parameters will change and what effects this will have e.g. in borderline cases. The design programme used allows a comparative calculation according to ATV-A 131 (1991) on the basis of BOD₅ and the new version of ATV-DVWK-A 131 (2000) on the basis of BOD₅ or COD.

Key words: wastewater treatment, aeration process, ATV-DVWK-A 131, software

Bemessung einer Belebungsstufe

Parameter	Wert
Einwohnerwert	12 000 E
Spezifischer Schmutzwasseranfall q _s	145 l/E/d
Spezifischer Fremdwasseranfall q _f	50 %
Stundenmittel x _h	10 h/d
Mischwasserfaktor n	2
Schlammvolumenindex ISV	100 ml/g
Eindickzeit t _e	2 h
Reinigungsverfahren	intermittierende Denitrifikation chemische P-Elimination
Frachten	entsprechend den Frachten für kommunales Abwasser

Tabelle 1: Vergleichsrechnungen zur Bemessung von Belebungsstufen zugrunde liegenden Daten

Im Mai 2000 erschien das Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 131 „Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen“, das ATV-A 131 von 1991 ablöst. Bei vergleichenden Berechnungen nach ATV-A 131 (1991) auf Grundlage des BSB₅ und nach ATV-DVWK-A 131 (2000) auf Grundlage des BSB₅ und CSB wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Daten zugrunde gelegt. Denitrifikationsverhältnis, Sauerstofflast und Überschussschlammproduktion werden, soweit Formeln zur Verfügung stehen, nicht anhand der Richtwerte ermittelt, sondern iterativ in Übereinstimmung gebracht. Als Software wurde AquaDesigner 4.0 eingesetzt.

Überschussschlammproduktion und Volumen

Intermittierende Denitrifikation

Bei intermittierender Denitrifikation verringert sich aufgrund der höheren Bemessungstemperatur bei Berechnung nach ATV-DVWK-A 131 (2000) das aerobe Schlammalter und damit auch das erforderliche Gesamtschlammalter, und in der Folge steigt die Schlammbelastung. Die Überschussschlammproduktion ändert sich nur geringfügig. Der aktive Anteil des Schlammes nimmt jedoch aufgrund des erhöhten Autolysefaktors ab. Wird auf Grundlage des CSB bemessen, ergibt sich aus dem Ansatz zur Ermittlung der Überschussschlammproduktion ein etwas höheres Schlammalter. Dies rührt her aus der iterativen Berechnung der Werte für Überschussschlammproduktion, Sauerstoffbedarf und Denitrifikationsverhältnis. Die Überschussschlammproduktion ermittelt sich auf Grundlage des CSB nach einem eigenen Ansatz bzw. einer eigenen Stoffbilanzierung. Es ist zu beachten, dass die Schlammbelastung und die Überschussschlammproduktion bei der Bemessung auf Grundlage des CSB auf diesen bezogen sind. Entsprechend dem Verhältnis von CSB/BSB₅ = 2 ist dieser Wert also für den Vergleich mit den BSB₅-Werten zu halbieren.

Im Endergebnis, dem erforderlichen Beckenvolumen, ist die Änderung aufgrund des neuen ATV-DVWK-A 131 spürbar. Das Volumen des Belebungsbeckens verringert sich bei einer Berechnung nach dem neuen ATV-DVWK-A 131 um ca. 16 % (Abbildung 1). Das Schlammalter nimmt zwar um ca. 20 % ab, die Überschussschlammproduktion steigt jedoch gleichzeitig aufgrund des geringeren Schlammalters um ca. 4 % an.

Die Denitrifikationskapazität wurde für alle Verfahren erhöht. Hat man jedoch nach der Ausgabe von 1991 die intermittierende Denitrifikation wie die vorgeschaltete betrachtet, ergibt sich nach dem neuen Weißdruck eine Verringerung der Deni-

trifikationskapazität für die intermittierende Denitrifikation, da sie wie simultane Denitrifikation behandelt wird. Für die Erdmassen und Betonmassen ergibt sich aus der Volumenverminderung des Belebungsbeckens eine Verringerung um jeweils ca. 12%.

Vorgeschaltete Denitrifikation

Führt man obige Berechnung für vorgeschaltete Denitrifikation durch, ergeben sich beim Volumen Einsparungen von ca. 21%. Hier fließt zusätzlich ein, dass für die vorgeschaltete Denitrifikation und vergleichbare Verfahren die Denitrifikationskapazität deutlich erhöht wurde.

Sauerstofflast

Intermittierende Denitrifikation

Die Sauerstofflast verringert sich bei intermittierender Denitrifikation geringfügig (Abbildung 2). Bei der Kohlenstoffatmung ändern sich die Faktoren für Energieausnutzung und endogene Atmung. Hier werden ebenso wie bei der Überschussschlammproduktion Faktoren von Hartwig angesetzt. Außerdem ändert sich die Ermittlung des Gesamt-Sauerstoffbedarfes. Der für die Denitrifikation genutzte Nitrat-Stickstoff wird direkt vom Sauerstoffbedarf für die Kohlenstoffatmung abgezogen. Auf Grundlage des CSB ergibt sich ein Wert von 1,9 kg O₂/kg CSB bzw. im Vergleich 3,8 kg O₂/kg BSB₅. Hier gehen die unterschiedliche Überschussschlammproduktion sowie die abfiltrierbaren inerten Stoffe im Ablauf ein.

Kosten

Insgesamt haben sich die Werte bei einer Standardbemessung hin zu günstigeren Investitionskosten verschoben. Die bisherige praktische Erfahrung hat gezeigt, dass die Belüftung auf Grundlage von ATV-A 131 großzügig bemessen ist. Eine Verringerung des rechnerisch ermittelten Sauerstoffbedarfes ist hier sicherlich ein Schritt in die richtige Richtung. Die Kommentare zur Ermittlung der Sauerstofflast bieten hier auch noch weiteren Spielraum.

Die großzügige Auslegung der Belüftung aufgrund von ATV-A 131 (1991) führte in der Regel zu überdimensionierten Belüf-

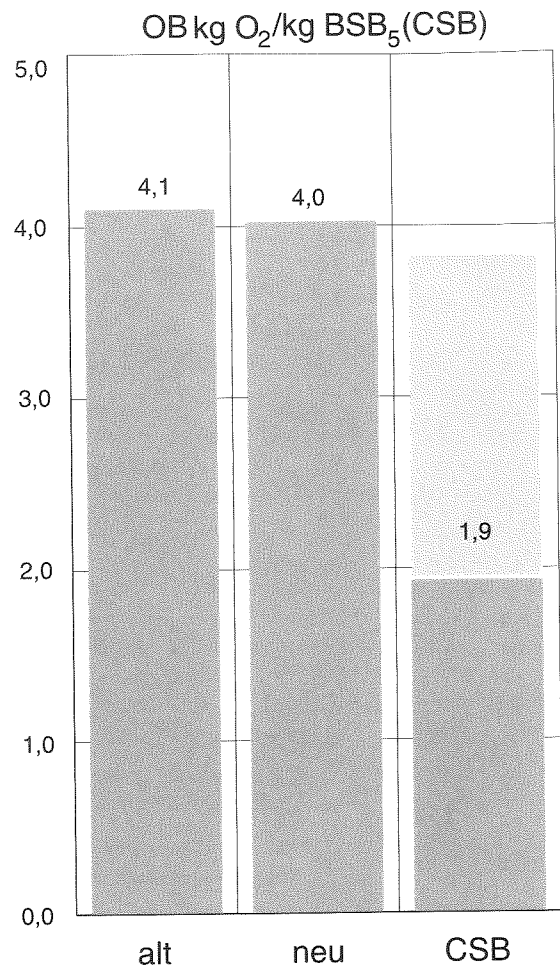


Abb. 2: Sauerstofflast nach ATV-A 131 (1991) und ATV-DVWK-A 131 (2000)

tungseinrichtungen und damit zu im Betrieb verringerten Kerzenbeaufschlagungen. Andererseits waren auch die Gebläse zu groß dimensioniert und damit nicht optimal an den Betrieb angepasst. Inwieweit sich die Bemessung aufgrund des neuen Ansatzes auf die Betriebskosten auswirken wird, ist noch zu prüfen.

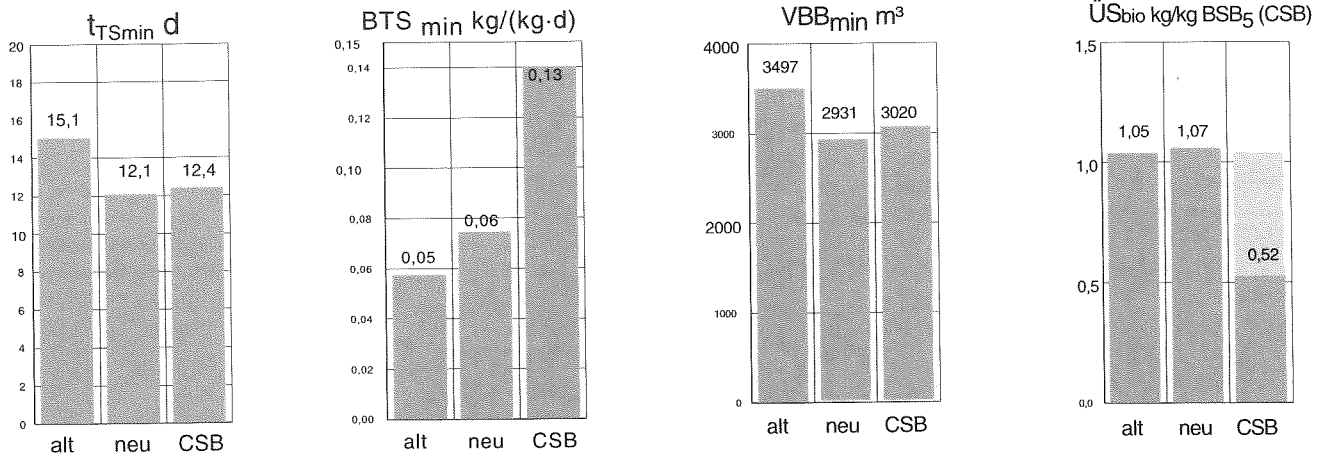


Abb. 1: Vergleich für intermittierende Denitrifikation nach ATV-A 131 (1991; BSB₅) und ATV-DVWK-A 131 (2000; BSB₅, CSB)

Lastfallbetrachtung nach ATV-DVWK-A 131 (2000), T = 10 °C

Für obigen Vergleich sei abschließend noch die Frage untersucht, wie sich die Belebungsanlage verhält, wenn sie auf 12 °C bemessen ist, jedoch eine Abwassertemperatur von 10 °C vorliegt. Das erforderliche aerobe Schlammalter steigt von 8,2 d bei 12 °C auf 10 d bei 10 °C. Entsprechend vergrößert sich das Nitrifikationsvolumen, und der Anteil des Denitrifikationsvolumens nimmt ab. Steht kein Anaerobvolumen zur Verfügung, das zusätzlich als Denitrifikationsvolumen genutzt werden kann, wirkt sich das verringerte Denitrifikationsvolumen natürlich auf die Ablaufwerte aus. Die Nitratblaufkonzentration steigt rechnerisch auf 16 mg/l an, mit den entsprechenden Konsequenzen für die Belüftung.

Lastfallbetrachtung einer mehrstraßigen Anlage nach ATV-A 131 – alt, neu

Für die oben gezeigten Grunddaten wird nun eine Lastfallbetrachtung durchgeführt. Eine zweistraßige Anlage wird dahingehend betrachtet, wie sich die Außerbetriebnahme eines Nachklärbeckens auf die Reinigungsleistung auswirkt. Dabei werden zunächst Lastfälle bei Bemessungstemperatur betrachtet. Anschließend werden die Lastfälle bei einer höheren Reaktionstemperatur berechnet, in der Annahme, dass der Lastfall im Sommer auftritt. Die Anlage wird zweistraßig auf aerob-simultane Schlammstabilisierung und intermittierende Denitrifikation bemessen. Ein Anaerobvolumen wird nicht vorgesehen.

Lastfallbetrachtung bei Bemessungstemperatur

Als Lastfall wurde eine Bemessung mit nur einem Nachklärbecken durchgeführt. In dem einen verbliebenen Nachklärbecken wurde die Eindickzeit auf 0,3 h reduziert, sodass sich aus dem resultierenden TS-Gehalt im Belebungsbecken die ursprünglichen Abmessungen des Nachklärbeckens ergeben. Der Trockensubstanzgehalt im Belebungsbecken TS_{BB} verringert sich aufgrund der geringeren Eindickzeit. Das Schlammalter in der Belebung sinkt, bzw. die Schlammbelastung steigt. Es ist nun zu überprüfen, welche Reinigungsvorgänge bei den resultierenden Daten in den Belebungsbecken stattfinden. Die Bemessung der zweistraßigen Anlage erfolgte für ein Schlammalter von 25 d.

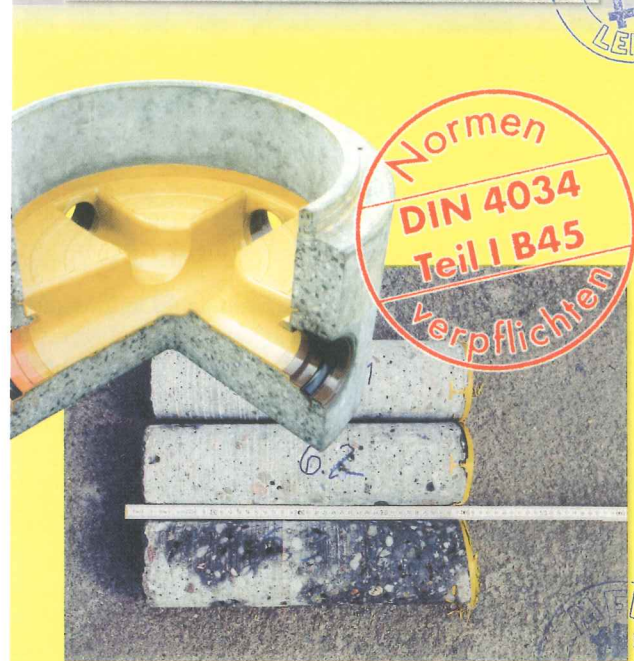
Lastfallbetrachtung nach ATV-A 131 (1991)

Der Lastfall mit einem Nachklärbecken ergibt bei einer Bemessung auf die Ablaufanforderungen und einem TS_{BB} von $2,01 \text{ kg/m}^3$ ($t_E = 0,3 \text{ h}$) ein Mindestschlammalter von 15,1 d. Dies ergibt ein Volumen von $6\,576 \text{ m}^3$. Die Belebungsbecken sind jedoch nur auf ein Volumen von $5\,475 \text{ m}^3$ bei zwei Nachklärbecken und aerob-simultaner Schlammstabilisierung bemessen. Für dieses Volumen ergibt sich bei dem TS_{BB} von $2,01 \text{ kg/m}^3$ aus dem Lastfall mit einem Nachklärbecken ein tatsächliches Schlammalter von 12,4 Tagen. Da kein ausreichendes Denitrifikationsvolumen zur Verfügung steht, findet nur teilweise Denitrifikation statt.

Lastfallbetrachtung nach ATV-DVWK-A 131 (2000)

Bemisst man nach ATV-DVWK-A 131 (2000), ist bei dem betrachteten Lastfall vor allem aufgrund der höheren Bemessung

*Nicht jedes Kunstwerk
ist ein Hundertwasser ...*



Mehr Infos zu Schachtauskleidungen
aus Polypropylen oder GFK unter:

www.PREDL-KANALBAUELEMENTE.de

oder

PREDL® KANALBAUELEMENTE GmbH

Hauptstraße 2 · D-04924 Bönitz

Tel. (03 53 41) 6 19 - 0

Fax (03 53 41) 6 19 22

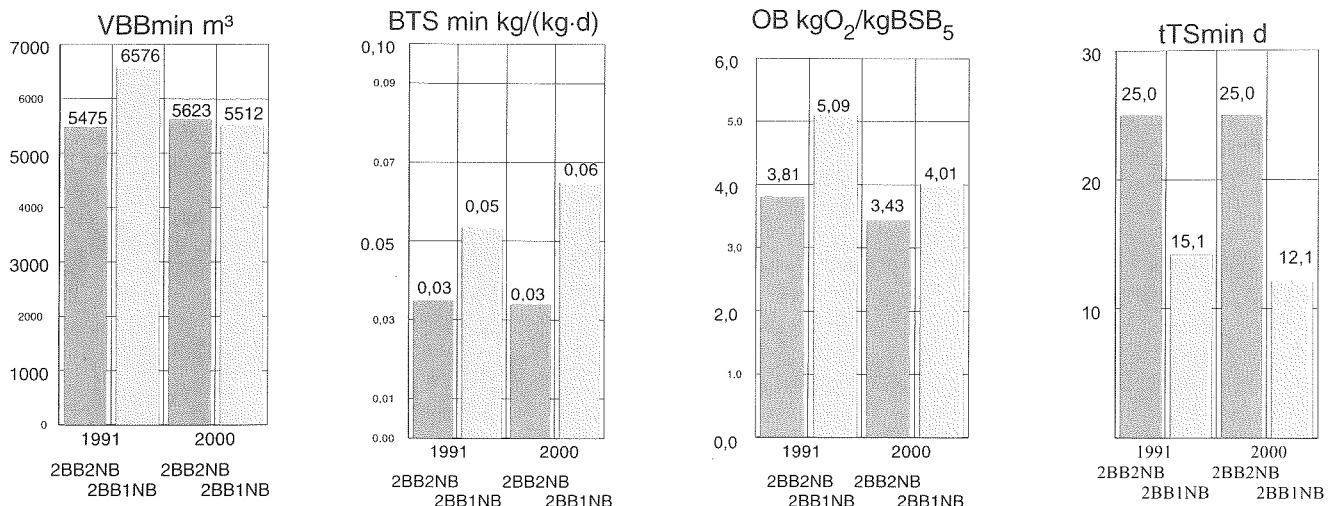


Abb. 3: Lastfallbetrachtung einer zweistraßigen Anlage mit aerob-simultaner Schlammstabilisierung nach Außerbetriebnahme eines Nachklärbeckens für ATV-A 131 (1991) und ATV-DVWK-A 131 (1999), Basis BSB₅, erforderliche Werte

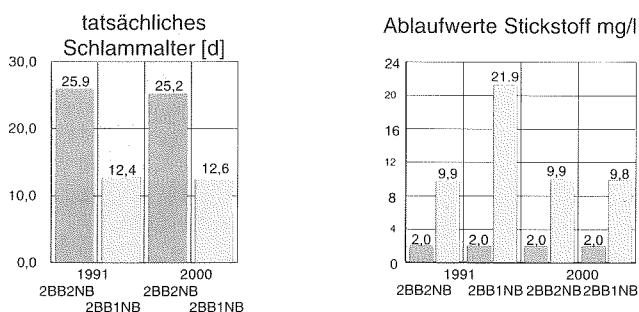


Abb. 4: Lastfallbetrachtung einer zweistraßigen Anlage mit aerob-simultaner Schlammstabilisierung nach Außerbetriebnahme eines Nachklärbeckens für ATV-A 131 (1991) und ATV-DVWK-A 131 (1999), Basis BSB₅, tatsächliche Werte

sungstemperatur ein geringeres Schlammalter erforderlich, um die geforderten Reinigungsleistungen zu erbringen. Im betrachteten Fall ist das Belebungsvolumen aus der Bemessung ausreichend, um auch für den Lastfall die Reinigungsvorgaben einzuhalten. Für aerob-simultane Schlammstabilisierung bei 25 d Schlammalter ist ein Volumen von 5 623 m³ erforderlich. Das Mindestvolumen für die geforderte Denitrifikation ohne simultan aerobe Schlammstabilisierung beträgt 5 612 m³. Es ist also auch im Lastfall ausreichend.

Interessanterweise erhält man bei Schlammstabilisierung nach dem neuen ATV-DVWK-A 131 bei gleichem gewähltem Schlammalter von in diesem Fall 25 d ein etwas größeres Volumen. Die biologische Überschussschlammproduktion bleibt gleich. Der erhöhte Autolysefaktor lässt zwar ein geringeres Schlammwachstum vermuten. Dies wird jedoch durch die erhöhte Bemessungstemperatur wieder aufgehoben. ATV-DVWK-A 131 empfiehlt, für den inkorporierten Phosphor einen vermehrten Überschussschlammfall von $3 \cdot X_{P, bio}$ anzusetzen. Dies führt zu einem vermehrten Überschussschlammfall, der sich in unserem Fall in einer Volumendifferenz von ca. 150 m³ äußert.

Vergleich der Ablaufwerte

Obige Ergebnisse spiegeln sich in den errechneten Ablaufwerten wieder. Aufgrund von Aufrundungen bei den Becken-

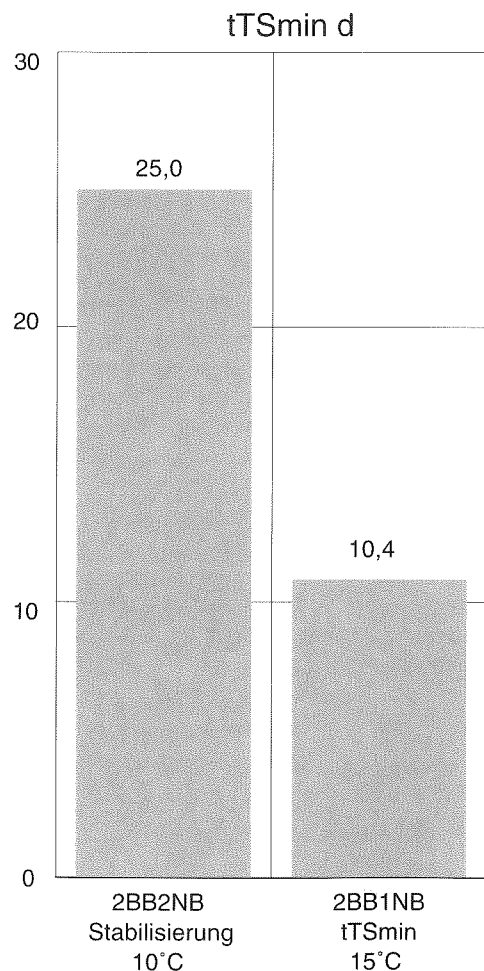


Abb. 5: Lastfallbetrachtung, erforderliches Schlammalter bei Außerbetriebnahme eines Nachklärbeckens und einer Bemessungstemperatur von 15°C

abmessungen ergibt die Grundbemessung die geforderten oder knapp darunter liegenden Ablaufwerte. Im Lastfall findet nach ATV-A 131 (1991) nur teilweise Denitrifikation statt. Aus der Berechnung ergibt sich ein Nitrat-Ablaufwert von 21,9 mg/l. Nach ATV-DVWK-A 131 (2000) ist die Anlage auch

im Lastfall für die Einhaltung der Ablaufanforderungen ausreichend bemessen und ergibt einen Nitrat-N-Ablaufwert von 9,8 mg/l.

Lastfall nach ATV-A 131 (1991) bei 15 °C

Bemisst man die Anlage für den Lastfall „ein Nachklärbecken, zwei Belebungsbecken“ nach ATV-A 131 (1991) auf eine höhere Sommertemperatur, lassen sich die Anforderungen bei einem Mindestschlammalter von 10,4 Tagen leicht erfüllen. Es ist vielmehr bei dem tatsächlichen Schlammalter von 12,1 Tagen, wie es sich aus dem gegebenen Volumen ergibt, eine Teilstabilisierung zu erwarten.

Schlusswort

Es wurde zunächst eine vergleichende Bemessung nach ATV-A 131 (1991) und der Neuauflage ATV-DVWK-A 131 (2000) für BSB₅ und CSB durchgeführt. Anschließend wurde anhand einer Lastfallbetrachtung untersucht, wie sich Änderungen im genannten Arbeitsblatt auf Nachweisrechnungen bzw. Lastfallbetrachtungen auswirken können. Die Berechnungen zeigen, dass für die betrachteten Fälle in erster Linie die Bemessungstemperatur große Auswirkungen auf die Bemessung hat. Die Lastfallbetrachtung entspricht üblichen Bedingungen bei kleinen und mittleren Anlagen. Der rechnerische Nachweis liefert also nach dem neuen ATV-DVWK-A 131 ausreichende Ergebnisse für Lastfallbedingungen, während dieser Nachweis nach ATV-A 131 von 1991 nicht erbracht werden kann. Berücksichtigt man die höhere Sommertemperatur und geht davon aus, dass der Lastfall nicht in der kalten Jahreszeit eintritt, lässt sich auch nach ATV-A 131 (1991) der Nachweis für den Lastfall führen.

Auf die Überschussschlammproduktion haben die geänderten Ansätze nur geringe Auswirkungen. Mit vermehrter biologischer Phosphataufnahme steigt die Überschussschlammproduktion nach dem neuen ATV-DVWK-A 131 jedoch an.

Die Sauerstofflast verringert sich aufgrund eines geänderten Ansatzes für den Kohlenstoffabbau. Außerdem wird der Sauerstoffgewinn aus der Denitrifikation direkt vom Sauerstoffbedarf für den Kohlenstoffabbau abgezogen. Bei aerob-simultaner Schlammstabilisierung verringert sich der Sauerstoffbedarf um ca. 10%. Bemisst man auf aerob-simultane Schlammstabilisierung, sollte man sich der Tatsache bewusst sein, dass sich das Volumen des Belebungsbeckens nach dem neuen Ansatz leicht erhöht. Es ist von Fall zu Fall zu diskutieren, ob ein Gesamtschlammalter von 25 d wirklich erforderlich ist.

Man kann natürlich vielerlei Varianten rechnen und bewerten. Es wird sich jedoch kaum eine Anlage in der Realität finden, die sich nach den vorgegebenen Berechnungsalgorithmen verhält. Trotzdem sind Betrachtungen sinnvoll, wie sie hier durchgeführt wurden, um ein Gefühl für Tendenzen und die Empfindlichkeit verschiedener Parameter zu bekommen. In diesem Sinne sind auch die oben angegebenen Ergebnisse zu verstehen.

Autor

Dipl.-Ing. Norbert Meyer
Aqua Office GmbH
Marcobrunnerstraße 18, 65197 Wiesbaden
<http://www.aquaoffice.de/Aktuelles>



Funktioniert die Biologie Ihrer Kläranlage?

MACHEREY-NAGEL ermöglicht Ihnen erstmals und als einziger Anbieter mit einem Küvettenschnelltest die Hemmung der Nitrifikation Ihrer Kläranlage amperometrisch vor Ort zu untersuchen. Mit dem neuartigen

Nitrifikationshemmtest

- in weniger als 15 Minuten
- kostengünstig
- reproduzierbar
- einfach



MN im Internet – <http://www.macherey-nagel.com>
e-mail: sales@macherey-nagel.de

MACHEREY-NAGEL



MACHEREY-NAGEL GmbH & Co. KG · Postfach 10 13 52 · D-52313 Düren · Tel. (0 24 21) 969-0 · Fax (0 24 21) 969 199
Schweiz: MACHEREY-NAGEL AG · Postfach 224 · CH-4702 Oensingen · Tel. (0 62) 388 55 00 · Fax (0 62) 388 55 05
Frankreich: MACHEREY-NAGEL S.a.r.l. · 1, rue Gutenberg · B.P. 135 · F-67722 Hoerdt · Tel. 0388 682268 · Fax 0388 517688
USA: MACHEREY-NAGEL Inc. · 6 South Third St., Suite 402 · Easton, PA 18042 · Tel. 610-559-9848 · Fax 610-559-9878
United Kingdom: MACHEREY-NAGEL Ltd. · 27A High Street · Middleton Cheney · OX17 2PA · Tel. 01295 713712 · Fax 01295 713667

