

Dimensionierung der Badewasseraufbereitungsanlage

Berechnung des Volumenstroms auch nach Maßgaben der Beckenhydraulik

Prof. Dr.-Ing. Gunther Gansloser, Ingenieurbüro Gansloser GmbH, Hannover, Vorsitzender des Technischen Ausschusses der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen e. V., Essen

Die zzt. stattfindende Überarbeitung der DIN 19 643 – April 1997, Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – lässt erkennen, dass im Entwurf der überarbeiteten Fassung nicht nur das bisher beschriebene Verfahren zur Auslegung der Aufbereitungsanlage zur Anwendung kommt, bei dem der Volumenstrom in Abhängigkeit von der Nutzungsart des Beckens und der daraus abgeleiteten Nennbelastung, bzw. in Abhängigkeit von dem Beckenvolumen unter Verwendung des Belastbarkeitsfaktors k berechnet wird, sondern zusätzlich die Auslegung der Anlage nach Maßgaben der Beckenhydraulik erfolgt.

Die Gründe hierfür sind folgende:

Die neu aufzunehmende Aufbereitungskombination auf der Grundlage der Membranfiltration wird den Belastbarkeitsfaktor $k = 1 \text{ (m}^{-1}\text{)}$ ausweisen, sodass bei gleicher Belastung der Volumenstrom zur Dimensionierung der Aufbereitungsanlage gegenüber der bisher am häufigsten ausgeführten Verfahrenskombination Adsorption – Flockung – Filterung – Chlorung halbiert wird.

Des Weiteren wird der Entwurf eine Öffnungsklausel ausweisen, die zulässt, dass in Sonderfällen sowohl bei der Sanierung als auch beim Neubau die Dimensionierung der Aufbereitungsanlage nicht nach der höchsten zu erwartenden Belastung erfolgt, sondern bei einer Sanierung die nach langjähriger Beobachtung mit Sicherheit festgestellte maximale tägliche Belastung und bei Neubau eine bestimmungsgemäß verbindlich festgelegte maximale Belastung in Ansatz gebracht werden können, wodurch sich ebenfalls gegenüber den bisher praktizierten Berechnungsverfahren einer Reduzierung des Volumenstroms ergibt.

Die aus unterschiedlichen Gründen sich ergebende Reduzierung des Volumenstroms lässt die begründete Vermutung aufkommen, dass mit dem geminderten Volumenstrom die Erfordernisse der Beckenhydraulik nicht mehr erfüllt werden können. Es war deshalb notwendig, dieser Vermutung nachzugehen.

Aufgaben und Ausführung der Beckenhydraulik

Mit Hilfe der Beckenhydraulik müssen zwei Ziele erreicht werden:

Zum einen muss mit Hilfe der Beckenhydraulik eine gleichmäßige Verteilung des Desinfektionsmittels im Becken er-

folgen, damit in allen Bereichen des Beckens eine nahezu gleiche Chlorkonzentration zum Schutz der Besucher vor übertragbaren Krankheiten gegeben ist.

Zum anderen hat die Beckenhydraulik die Aufgabe, die hygienisch bedenklichen Schwimmstoffe so rasch wie möglich aus dem Bereich der Wasseroberfläche abzuführen. Diese Schwimmstoffe bestehen oft aus Partikeln, welche die Krankheitserreger umhüllen und diese somit vor der Oxidation durch das Desinfektionsmittel schützen, sodass der Schutz der Besucher überwiegend durch mechanischen Austrag der Partikel aus dem Becken erreicht werden kann.

Die in der DIN 19 643 benannten Systeme der Beckenhydraulik (Wasserführungssysteme) – die sog. Vertikaldurchströmung und die sog. Horizontaldurchströmung – können als hinlänglich bekannt vorausgesetzt werden, sodass eine nähere Beschreibung entfallen kann. Es bedarf lediglich der ergänzenden Anmerkungen, dass die Vertikaldurchströmung im Wesentlichen nach dem Verdrängungsprinzip funktioniert und die Horizontaldurchströmung gezielt eine turbulente Einmischung des Reinwassers in das Becken bewirkt und dass bei beiden Systemen der Wasserabzug zu 100 % über die Rinne geschieht.

Funktionsfähigkeit der unterschiedlichen Wasserführungssysteme bei reduziertem Volumenstrom

Die regelwerkskonformen Wasserführungssysteme unterscheiden sich nur in der Art des Einbringens des Reinwassers in das Becken, sodass hier die Unterschiede betrachtet werden müssen.

Das möglichst gleichförmige Einmischen des Reinwassers in das Becken kann bei reduziertem Volumenstrom nur erreicht werden, wenn die Einströmöffnungen gezielt hydraulisch so berechnet und gestaltet werden, dass die Einmischung durch Turbulenz erzwungen wird. Dies ist bei der Horizontaldurchströmung gegeben, sodass keine Veränderung erforderlich wird.

Bei der Vertikaldurchströmung kann die bisher geübte Praxis nicht mehr beibehalten werden, die Einströmöffnungen nach dem Prinzip der Verdrängungsströmung zu gestalten. Anzahl und Anordnung der Einströmöffnungen kann belassen werden; sie müssen lediglich so gestaltet werden, dass die turbulente Einmischung sichergestellt ist.

Zusammenhang zwischen Volumenstrom und Überlaufwasser

Überlaufwasser ist das ständig über die Überlaufkante ablaufende Wasser zum Austrag der Schwimmstoffe. Da bei beiden Wasserführungssystemen die Ableitung des Wassers aus dem Becken zu 100 % über die Rinne erfolgt, bestehen bei dem Zusammenhang zwischen Volumenstrom und Überlaufwasser keine Unterschiede zwischen den Wasserführungssystemen. Die nachfolgenden Ausführungen gelten für beide Systeme.

Die DIN 19 643 verlangt für jedes Becken eine umlaufende Rinne. Die umlaufende Rinne ist nur dann sinnvoll, wenn möglichst ständig Wasser aus dem Becken über die Überlaufkante in die Rinne läuft. Dies ist nur dann sichergestellt, wenn die Überlaufkante möglichst gleichförmig horizontal ohne zu

große Abweichungen von der Horizontalinie ausgeführt wird. Aus bautechnischen Gründen sind dieser Forderung Grenzen gesetzt, sodass die Abweichungen von der Horizontalen nicht mit 0 angegeben sind, was nicht zu realisieren wäre, sondern mit +/- 2 mm.

Die Erfahrung durch Messungen an ausgeführten Becken zeigt zum einen, dass öfters die vorgegebene Toleranz an einzelnen Stellen nicht eingehalten wird, weshalb dann nachgebessert werden muss, und zum anderen, dass bei Einhaltung der Toleranz die Toleranzbreite selten zur Gänze ausgenutzt wird, und dann nur auf relativ kurzen Strecken, sodass es gerechtfertigt ist, eine mittlere Abweichung von 2 mm anzunehmen. Wenn dann sichergestellt sein soll, dass noch 1 mm Überfallhöhe gegeben ist, ergibt sich eine mindestens zu beachtende Überfallhöhe auf die gesamte Länge von 3 mm.

Wird davon ausgegangen, dass die Rinne ausreichend groß dimensioniert ist und somit der Wasserspiegel in der Rinne immer unterhalb der Überlaufkante liegt, kann die Wehrformel nach Poleni angewendet werden:

$$q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{2g \cdot h}$$

q = Volumenstrom in m^3/s

μ = Überfallbeiwert 0,6

b = 1 m Überfallbreite

h = 0,003 m Überfallhöhe

Werden die zuvor genannten Werte in die Formel eingesetzt, dann ergibt sich mit ausreichender Genauigkeit ein Wert von

$$q = 1 \text{ m}^3/\text{m} \times \text{h}$$

Hierbei handelt es sich um einen theoretisch ermittelten Näherungswert, der so lange genutzt werden kann, bis empirisch belegte Werte vorliegen, die insbesondere eine exaktere Bestimmung des Überfallbeiwertes ergeben.

Da bei kleinen Becken bereits durch die Nutzung dieser Becken durch eine Person als Folge der Beunruhigung des Wasserspiegels eine Vergrößerung der Überfallhöhe eintritt (Schwall), der sich auf die gesamte Rinnenlänge auswirkt, kann bei kleinen Becken mit

$$q = 0,8 \text{ m}^3/\text{m} \times \text{h}$$

gerechnet werden, wobei dieser Ansatz für Becken mit einer Rinnenlänge $L \leq 40 \text{ m}$ gilt.

Aufbereitungs-Volumenstrom Q und Becken-Volumenstrom Q_B

Es werden in Zukunft zur Dimensionierung der Aufbereitungsanlage zwei Berechnungen durchzuführen sein.

Es ist mindestens der hygienisch begründete Aufbereitungs-Volumenstrom Q für die Dimensionierung anzusetzen, der sich nach den bisher bekannten Berechnungsverfahren aus der Nutzungsart des Beckens und unter Verwendung des k -Werts ergibt. Die nach diesem Volumenstrom dimensionierte Aufbereitungsanlage stellt sicher, dass Wasserverunreinigungen eliminiert werden.

Parallel dazu ist der Becken-Volumenstrom zu ermitteln nach der Formel:

$$Q_B = q \times L \text{ in } \text{m}^3/\text{h}$$

Q_B = Becken-Volumenstrom in m^3/h

q = Mindestüberlauf in $\text{m}^3/\text{h} \times \text{m}$

L = Überlaufkante in m

Zur Dimensionierung der Aufbereitungsanlage ist der größere Volumenstrom zu verwenden. ■