

# Wer nicht rechnen kann, nimmt Tichelmann\*!

... und den vielen Köchen am Brei der Beckenhydraulik.

\*Zitat Wikipedia: „Beim Tichelmann-System werden die Rohre vom Wärmeerzeuger zum Wärmeverbraucher und zurück in Ringverlegung so geführt, dass die Summe der Längen von Vorlaufleitung und Rücklaufleitung bei jedem Heizkörper etwa gleich ist. (...) Der Sinn dabei ist, dass alle Heizkörper etwa gleichen Druckverlusten ausgesetzt sind und sich damit gleiche Volumenströme (...) einstellen, auch wenn keine Regelventile verwendet werden.“ Wir kommen später darauf zurück.

Am Ende ist die Beckenhydraulik der Maßstab, ob die Planung eines Beckens Erfolg hatte. Aber wer darf sich mit dem Erfolg schmücken oder muss bei Misserfolg die Verantwortung tragen? Was ist „Misserfolg“ bei der Beckenplanung? Wo ist das Kriterium zu finden? Mit diesen Fragen wollen wir uns in diesem Beitrag beschäftigen.

Jeder von uns hat den Brei „Beckenhydraulik“ vor der Nase, aber vielen von uns schmeckt der Brei nicht, obwohl er ganz frisch gekocht wurde und alle Zutaten den Vorschriften entsprachen. Irgendwas ist schief gelaufen bei den vielen Köchen, die im Topf gerührt haben.

## Definition und Zielstellung

Wenn wir hier als Beckenhydraulik die Bewegung des Wassers in einem Schwimm- oder Badebecken betrachten, dann hat diese Bewegung zwei Aufgaben. Die Bewegung soll Verschmutzungen des Wassers zur Überlaufrinne transportieren und gleichzeitig das Desinfektionsmittel im gesamten Wasser-Volumen verteilen.

Für den Abtransport von Verschmutzungen gibt es vermutlich keinen direkten anerkannten Test. Selbstverständlich kann man Verschmutzungen simulieren, zum Beispiel schwimmende Holzspäne bei ihrer Wanderung zur Überlaufrinne begleiten. Aber wenn die Holzspäne wandern, ist entweder die Beckenhydraulik oder die Luftgeschwindigkeit über dem Wasser verantwortlich.



Foto 1: Haarfangtest am Bodenablauf, aqua&pools

Wie üblich, wenn es kein Kriterium gibt, nimmt man die Erfahrung zu Hilfe. Wir haben gelernt, der Schmutz am Beckenboden lässt sich nur mit einem mobilen Sauger entfernen. Eine feste Ansaugung am Beckenboden hilft nicht.



Foto 2: Wandansaugungen, aqua&pools

Auch in der Beckenwand verbaute Ansaugungen machen mehr Ärger als Nutzen. Die Risiken, denen unsere Gäste durch die Öffnungen ausgesetzt wären, werden durch die Todesfälle leider in vielen südlichen Pools bestätigt. Die nächste gute Idee war die des Skimmers, manchmal Oberfläche-Absauger genannt.



Foto 3: Wandskimmer, fotolia.de

Durch seine Funktion wird immer die obere Schicht des Wassers erfasst. Abgesehen von der Breite des Skimmers selbst bleibt der Wasserspiegel trotzdem von der Beckenwand eingegrenzt. Kommen Strömung oder Wind nicht zu Hilfe, bleiben die schwimmenden Partikel in einer Ecke des Beckens. Oder, was noch schlimmer ist, die Partikel verkleben sich mit der Beckenwand und beginnen ihr mikrobiologisches Leben. So suchen auch heute noch italienische Firmen ihr Heil in der Maximierung der Skimmer-Breite.

All dies hat zur Erkenntnis geführt, dass die Überlaufrinne möglichst den gesamten Umfang eines Beckens besetzen sollte. In Deutschland findet sich diese Erkenntnis in der DIN 19643, in Österreich in der ÖNORM M 6216.

DIN 19643-1:2012-11, 9.2 Beckendurchströmung: „Als Ablauf dient eine allseitig angeordnete Überlaufrinne.“

Wie das Wasser „im genormten Betriebszustand“ das Becken verlassen soll, wissen wir nun – oder glauben es zumindest. Wer erinnert sich noch an den Beitrag zur Überlaufrinne in Heft 06/2015? Wer nicht, kann online bei aqua&pools nach der Überlaufrinne suchen. Im Artikel hatten wir nachge-



- Wasserpflegeprodukte
- Reinigung und Desinfektion
- Gefahrstoffschulungen

IBA GmbH • Bruchstück 56-58 • 76661 Philippsburg • Tel. +49 7256 92308-0 • info@iba-aqua.com

- Dosiertechnik
- Wasserdesinfektion
- Wasseraufbereitung



www.iba-aqua.com

www.iba-technikcenter.de

wiesen, dass eine umlaufende Rinne nur Sinn macht, wenn der Volumenstrom groß genug für einen umlaufenden Überfall des Wassers ist.

### Rinnenlänge und Volumenstrom

... stehen aber in der Berechnung des Volumenstromes erst an letzter Stelle in einem Zusammenhang. Trotzdem müssen wir uns zuerst mit diesen Grundlagen beschäftigen.

Dieser Beitrag soll nicht die vielen Berechnungsmethoden aufzählen oder miteinander vergleichen, die von der DIN oder der ÖNORM M 6216 geboten werden. Das soll in einem späteren Beitrag behandelt werden. Frei nach „Feuerzangenbowle“ stellen wir uns aber trotzdem mal ganz dumm, und „Watt is'n Schwimmbecken?“

Ein Schwimmbecken ist ein Loch (im Boden) mit einem Stück Blech (oder anderem Material) drumrum. Irgendwo kommt das Wasser rein und an der Überlaufrinne kommts wieder raus. Ist doch ganz einfach, oder?

So leicht wird es uns von den Autoren der DIN nicht gemacht. Es beginnt mit unterschiedlichen Kategorien und deren Eingrenzung, die uns bei der Na-

mensbildung des Beckens helfen. Danach bekommt jede Kategorie eine Formel verpasst, welchen Volumenstrom denn die Pumpen nun fördern sollen.

Hinweise auf die Überlaufrinne – Fehlzanzeige.

Hinweise auf die Drücke – Fehlzanzeige.

Also machen wir jetzt mal ein mäßig kompliziertes Beispiel. Ein Becken mit den Ausmaßen von 50 x 25 Metern. Bewusst ist hier die Kategorie nicht benannt, könnte es doch ein Wettkampfbecken sein. Schade, nach DIN 19643 eine unbekannte Kategorie!

### FINA-DSV-Differenz

Aber selbst, wenn man sich ein „Wettkampfbecken“ wünscht, kommt man in den Konflikt zwischen den Organisationen. Legt man die Regeln des Deutschen-Schwimm-Verbandes zu Grunde, dann muss das Becken im Bereich von Startblöcken tiefer als 1,80 sein. Für Becken, in denen Wettkämpfe der FINA durchgeführt werden, kann das Becken hingegen 1,30 bis 1,00 Meter flach sein. Beides verursacht nicht nur unterschiedliche Investitionen, beides zieht auch unterschiedliche Betriebskosten nach sich. Man kann also schon hier die ersten Kalkulationen starten. Die Ursache für die Forderung nach einer anderen Wassertiefe könnte an den in Deutschland geltenden Versicherungs-Richtlinien GUV liegen, die die Freizeitsportler vor Verletzungen schützen soll.

## Die Stadt Burgau

sucht baldmöglichst eine/einen



### Fachangestellte/n für Bäderbetriebe für das Städtische Gsundbrunnenbad Burgau

Das Städt. Freibad „Gsundbrunnenbad“ wurde 2013 saniert und verfügt über ein beheiztes Schwimmer- und Nichtschwimmerbecken, ein Springerbecken mit 5-Meter-Sprungturm und ein Kinderbecken mit insgesamt ca. 2.100 qm Wasserfläche. Eine neu gestaltete Außenfläche mit Kinderspielfeld und Freizeitattraktionen runden das Angebot ab.

Ihr Aufgabengebiet umfasst u.a. die Beaufsichtigung und Kontrolle des Badebetriebes, Überwachung der technischen Anlagen und der Wasserqualität, die Pflege und Wartung der Einrichtungen, Gebäude und Grünanlagen. Außerhalb der Badesaison erfolgt der Einsatz im Städt. Bauhof und/oder in der Eissporthalle der Stadt Burgau.

Das Beschäftigungsverhältnis ist unbefristet.  
Die Bezahlung erfolgt nach dem Tarifvertrag für den öffentlichen Dienst (TVöD).

Ferner stellen wir

### Rettungsschwimmer/innen für die Beckenaufsicht

auf Basis einer geringfügigen (kurzfristigen) Beschäftigung ein.

Voraussetzungen hierfür sind eine gültige Erste-Hilfe-Ausbildung (nicht älter als 2 Jahre), Mindestalter 18 Jahre und der Besitz eines gültigen Rettungsschwimmerabzeichens in Silber (nicht älter als 3 Jahre).

Wenn Sie auf dem neuesten Stand der Technik im Bäderbereich arbeiten wollen, so richten Sie bitte Ihre Bewerbung bis spätestens **24. Februar 2019** an die **Stadt Burgau, Personalamt, Gerichtsweg 8, 89331 Burgau**.

Für weitere Rückfragen stehen wir Ihnen gerne unter der Telefonnummer 08222/4006-20 oder -22 zur Verfügung.



Die **Stadt Gaildorf** (12.300 Einwohner) im Landkreis Schwäbisch Hall sucht für die städtischen Bäder (Mineralfreibad auf dem Kieselberg und Hallenbad an der Parkschule) zum frühestmöglichen Termin einen

### Fachangestellten für Bäderbetriebe (m/w/d) oder

### Rettungsschwimmer – mit Abzeichen Silber (m/w/d)

Unser Mineralfreibad ist eine wichtige Freizeiteinrichtung für die gesamte Region und verzeichnet Jahr für Jahr ca. 70.000 Besucher.

Außerdem betreibt die Stadt ein Hallenbad (Lehrschwimmerbecken) für den internen Vereinssport und den Schulbetrieb.

Die Stelle erfordert selbstständiges und eigenverantwortliches Arbeiten sowie handwerkliches Geschick. Ein freundliches und zuvorkommendes Verhalten gegenüber unseren Badegästen ist uns genauso wichtig wie die Fähigkeit, im Team zu arbeiten. Während des Freibadbetriebes in den Sommermonaten ist sowohl Schicht- als auch Wochenenddienst erforderlich.

Außerhalb der Freibadsaison ist neben der Beschäftigung im Hallenbad der Einsatz in unserem Baubetriebshof vorgesehen.

Wir bieten entsprechend der Qualifikation und der beruflichen Erfahrung eine angemessene Vergütung nach dem TVöD.

Ihre schriftliche Bewerbung senden Sie bitte bis zum **20. Februar 2019** an die **Stadtverwaltung Gaildorf, Personalamt, Schloss-Str. 20, 74405 Gaildorf**, oder per E-Mail an [tanja.ritter@gaildorf.de](mailto:tanja.ritter@gaildorf.de).

Auskünfte erteilt Ihnen  
Verbandsbaumeister Manfred Sonner,  
Telefon 07971/253-160,  
E-Mail: [manfred.sonner@gaildorf.de](mailto:manfred.sonner@gaildorf.de),  
Internet: [www.gaildorf.de](http://www.gaildorf.de).

## Wassertiefenverlauf

Ein rechteckiges Becken ist zugegeben eine extrem starke Vereinfachung der Aufgabe. Aber schon bei unterschiedlichen Wassertiefen wird es schwerer. Nehmen wir also an, das Beispiel-Becken hat einen Bereich mit 4,50 Meter Wassertiefe über 12,5 Meter Länge. Dann soll der Beckenboden bis auf 2,10 Meter ansteigen, damit auch im flachen Bereich Wasserball gespielt werden kann. Eine Recherche zu den zukünftigen Benutzungsarten ist also vor der Festlegung der Wassertiefe hilfreich.

## Volumenstrom

Für dieses Becken werden uns also von der Filteranlage folgende Volumenströme zur Verfügung gestellt. *DIN 19643-1:2012-11 Tabelle 3 – Nennbelastungen und Volumenströme* sagt, egal ob Schwimmer- oder Springerbecken, der Aufbereitungs- Volumenstrom (unterer Wert) soll  $0,222A/k$  sein.

Mit dieser Formel ist der Volumenstrom also  $0,222 \times 25m \times 50m \times k$ . Was ist  $k$ ? *Der Belastbarkeitsfaktor  $k$  der Verfahrenskombination ist die zulässige Anzahl von Badenden je  $m^3$  aufbereiteten Wassers.* *DIN 19643-2:2012-11*, der Teil für Sand-Filter, sagt: „Für die Berechnung des Volumenstroms nach *DIN 19643-1:2012-11*, Abschnitt 8 ist bei Anwendung dieser Verfahrenskombination ein Belastbarkeitsfaktor von höchstens  $k = 0,5m^{-3}$  einzusetzen“. Daher kommt wahrscheinlich der Ausdruck „Du halbe Portion!“. Je  $1m^3$  Wasser kommt also eine halbe Person ins aufbereitete Wasser.



*vor der Hornisgrinde*

Die Große Kreisstadt Achern (25.000 Einwohner) sucht zum **1. März 2019** zur Verstärkung des Teams im städtischen Freibad einen/eine

### Fachangestellten/-e für Bäderbetriebe

Es handelt sich um ein unbefristetes Beschäftigungsverhältnis in Voll- oder Teilzeit.

#### Der Aufgabenbereich umfasst insbesondere:

- die Überwachung des Badebetriebes
- Betreuung und Wartung der technischen Anlagen und Einrichtungen sowie des gesamten Schwimmbadbereiches
- Reinigungs- und Desinfektionsarbeiten

#### Für diese verantwortungsvolle Aufgabe erwarten wir:

- eine abgeschlossene Ausbildung zum/zur Fachangestellten für Bäderbetriebe
- selbständiges und eigenverantwortliches Arbeiten
- ein aufgeschlossenes und besucherfreundliches Auftreten
- die Bereitschaft, während der Freibadsaison erhöhten Arbeitseinsatz im Schichtdienst zu leisten

Wir bieten eine Vergütung in Entgeltgruppe 5 TVöD mit den im öffentlichen Dienst üblichen Sozialleistungen.

Fühlen Sie sich angesprochen? Dann bewerben Sie sich bitte bei der Stadtverwaltung Achern, Fachgebiet Zentrale Dienste, Illenauer Allee 73, 77855 Achern oder per E-Mail an [zentrale-dienste@achern.de](mailto:zentrale-dienste@achern.de). Für Rückfragen steht Ihnen Fachbereichsleiter Rolf Schmiederer (Telefon 07841 642-1171) gerne zur Verfügung.

Der Beckenhydraulik stehen nach dieser Berechnung  $555m^3/h$  zur Verfügung. In der gleichen Tabelle wird in einer Spalte der Becken- Volumenstrom (unterer Wert) =  $1,0 \times L^2$  ausgewiesen.

Zitat *DIN 19643-1:2012-11*, 8.1 Allgemeines: „Für die Dimensionierung der Aufbereitungsanlage ist mindestens der hygienisch begründete Aufbereitungs-Volumenstrom anzusetzen. Ergibt sich für den hydraulisch begründeten Becken-Volumenstrom ein größerer Wert, so ist mindestens dieser als Aufbereitungs-Volumenstrom anzusetzen.“

Dies können wir ausschließen,  $150m^3/h$  aus dem Umfang sind eindeutig nicht größer als  $555m^3/h$ . Aber im Fazit kann gesagt werden, das Becken bekommt maximal  $555m^3/h$  und minimal  $150m^3/h$ .

Der kluge Betreiber weiß natürlich, dass sich jeder (eingesparte) Kubikmeter in den Betriebskosten niederschlägt. An welchen Schrauben lässt sich drehen? Ja, zuerst das kleine unscheinbare „ $k$ “ in der Formel!

*DIN 19643-4:2012-11*, also der Teil für Ultrafiltration, sagt: „Für die Berechnung des Aufbereitungs-Volumenstroms nach *DIN 19643-1:2012-11*, Abschnitt 8 ist ein Belastbarkeitsfaktor von höchstens  $k = 1,0 m^{-3}$  einzusetzen.“



*vor der Hornisgrinde*

Die Große Kreisstadt Achern (25.000 Einwohner) sucht zum **1. März 2019** zur Verstärkung des Teams im städtischen Freibad einen/eine

### Stellvertretende/n Betriebsleiter/in

Es handelt sich um ein unbefristetes Beschäftigungsverhältnis in Vollzeit.

#### Der Aufgabenbereich umfasst insbesondere:

- Beaufsichtigung des Badebetriebes als Schichtführer (Badaufsicht)
- Betreuung und Wartung der technischen Anlagen und Einrichtungen sowie des gesamten Schwimmbadbereiches
- Überwachung der Wasserqualität gemäß *DIN 19643*
- Reinigungs- und Desinfektionsarbeiten

#### Für diese verantwortungsvolle Aufgabe erwarten wir:

- eine abgeschlossene Ausbildung zum/zur Fachangestellten für Bäderbetriebe
- selbständiges und eigenverantwortliches Arbeiten
- ein aufgeschlossenes und besucherfreundliches Auftreten
- die Bereitschaft, während der Freibadsaison erhöhten Arbeitseinsatz im Schichtdienst zu leisten

Wir bieten eine Vergütung in Entgeltgruppe 7 TVöD mit den im öffentlichen Dienst üblichen Sozialleistungen.

Fühlen Sie sich angesprochen? Dann bewerben Sie sich bitte bei der Stadtverwaltung Achern, Fachgebiet Zentrale Dienste, Illenauer Allee 73, 77855 Achern oder per E-Mail an [zentrale-dienste@achern.de](mailto:zentrale-dienste@achern.de). Für Rückfragen steht Ihnen Fachbereichsleiter Rolf Schmiederer (Telefon 07841 642-1171) gerne zur Verfügung.

Schon ist der Volumenstrom auf  $277,5\text{m}^3/\text{h}$  geschrumpft. Wenn wir die Berechnung über die nachgewiesenen Besucher machen, lässt sich auch an der Schraube drehen, genauso wie die Zielstellung eines Teillast-Betriebes innerhalb und außerhalb der Badebetriebszeit verfolgt werden kann. Der Beckenvolumenstrom von  $150\text{m}^3/\text{h}$  scheint also durchaus rechnerisch im Sinne der Betriebskosten darstellbar.

Der Planer, der sich auf diese Rechen-Spiele für die Wasseraufbereitungs-Anlage einlässt, hat sich damit vermutlich bereits folgender Regel unterworfen: DIN 19643-1:2012-11, 8.5 Von der Nennbelastung des Beckens ausgehende Berechnungen, 8.5.1 Allgemeines: „(...) Die Funktionsfähigkeit einer Anlage nach 8.5.2 muss durch eine Funktionsprüfung nach DGfDB R 65.04 nachgewiesen werden.“ Dem Planer sollten die darin enthaltenen Kriterien und Methoden bekannt sein.

### Die Fußangel

... ist wie so oft der Interessen-Konflikt. Wenn die Planung für Becken und Wasseraufbereitungsanlage getrennt beauftragt wurden, sollten die gelben Lampen für die Haftungslücke schonmal blinken. Der Planer für die Wasseraufbereitungsanlage rechnet in einer frühen Phase den besonders niedrigen Volumenstrom aus, bei der die Hydraulik im Becken noch funktionieren muss (und der Betreiber glücklich zu sein scheint).

Dass sie es tut, liegt dann in der Luft, denn der Becken-Planer hat ja in der DIN gelesen, wie er die Einstrom-Öffnungen anordnen soll. Vielleicht hat er auch auf den Rat des Auftragnehmers der Becken (und dessen technisches Nebenangebot) gehört und die Anzahl der Einstromöffnungen reduziert? Aber selbst eine Erhöhung der Anzahl kann falsch sein, so geschehen vor kurzem in Dänemark.

### Risiken am Beispiel der Überlaufkante

Natürlich steht für den Becken-Planer NICHT in der DIN, dass er dem Statiker des Gebäudes besser sagen sollte, dass am Ende der Bauzeit die Last des Wassers die Fundamente oder Deckenplatten nicht verformen darf. Die Statik-DIN lässt eine Setzung und Flexibilität zu, der Wasserspiegel des Beckens aber nicht!

Vielleicht hat der Becken-Planer es ja auch an den Statiker weitergesagt, aber der Baugrundgutachter hat es nicht erfahren und akzeptiert die begrenzte, aber zu große Flexibilität des Untergrundes? Es gibt Fundamente, die verändern sich bei jeder Füllung und jeder Leerung des Beckens. Fragt Sabine und Armin aus der Messe-Ausgabe. Ok, wir sind abgewichen, zurück zum anderen Teil der Beckenhydraulik.

### Grundlagen zu den Düsen

Die Düsen zur Einstromung im Becken sollen einen Wasserstrahl mit einer bestimmten Geschwindigkeit und Richtung erzeugen. Möglichst verlustfrei wird der Wasserstrom beschleunigt. Druck-Energie wird dabei in Geschwindigkeits-Energie umgewandelt. Die Geschwindigkeit ist notwendig, damit sich der Wasserstrahl über eine Entfernung hinweg ausbreiten kann.

Es besteht also ein Zusammenhang zwischen dem Druck vor der Düse, der Geschwindigkeit in der Düse und der Ausbreitung des Strahls im Wasser. Die Ausbreitung nennen wir üblicherweise „Wurfweite“ der Düse. Zusätzlich ist der Druck- oder auch Energieverlust in der Düse wichtig.

Ist die Verantwortung für die Wirkung der Düse dem Becken oder der Wasseraufbereitungs-Anlage zugeordnet? Wer stellt die Kennlinie der Düse bezüglich des Druckverlustes und der Wurfweite zur Verfügung?

### Wurfweite der Düse

Wenn die Düse also den Zweck hat, den Wasserstrahl mit optimaler Länge zu generieren, dann muss man zuerst diese optimale Länge kennen. Sehen wir uns dazu wieder die DIN an.

Zitat DIN 19643-1:2012-11, 9.2 Beckendurchströmung: „(...) Bei horizontaler Beckendurchströmung müssen die Einstromöffnungen an den jeweiligen Längsseiten des Beckens versetzt angeordnet werden.“ Damit ist die notwendige Wurfweite jeder Düse gleich der Beckenbreite. In unserem Beispiel 25 Meter würde dies einem Druck von 0,5 bar entsprechen.



Foto 4: Horizontale Düse mit Uranin Gelb, aqua&pools

Zum Vergleich nun die Einstrom-Düsen am Beckenboden: Zitat DIN 19643-1:2012-11, 9.2 Beckendurchströmung: „(...) Bei vertikaler Beckendurchströmung muss die Anzahl und die Verteilung der Einstromvorrichtungen so gewählt werden, dass für jeweils etwa  $8\text{m}^2$  der Beckengrundrissfläche, also etwa eine Kreisfläche mit einem Durchmesser von 3,2m oder ein Quadrat mit der Seitenlänge von 2,8m, eine Einstromvorrichtung vorhanden ist. Bei bandförmiger Einstromung wird ein Bereich bis 1,6m zu jeder Seite abgedeckt.“ Da „bandförmige Einstromung“ nicht definiert ist, konzentrieren wir uns erstmal auf den Wert  $8\text{m}^2$ . Es entsteht also ein quadratisches Raster zwischen den Düsen mit 2,8m Abstand. Die Düsen haben mehrere Öffnungen, deshalb muss die Wurfweite des Wasserstrahls einer dieser Öffnungen im ungünstigen Fall bis zur diagonal benachbarten Düse reichen. Das sind 3,96m. Das würde in unserem Beispiel etwa 0,2bar entsprechen.



Foto 5: Einstromöffnungen am Beckenboden, aqua&pools

Nicht erschrecken, das Foto ist eine kleine Provokation. Auch diese Düse könnte 0,2 bar Vordruck aufweisen, hat aber trotzdem keine Wurfweite. Was ist passiert? Einfache Antwort: Es ist keine Düse, sondern eine Bodenöffnung.

IHR  
HYGIENE-  
SPEZIALIST

Wir sorgen für den **Glanz...**

... Ihre Kunden für  
das **Strahlen!**

DRNÜSKEN

Chemie GmbH

Dr. Nüskén Chemie GmbH · Poststrasse 14 · D-59174 Kamen  
Telefon 02307.705.0 · Fax 02307.705.49 · info@drnuesken.de  
www.drnuesken.de

## Vektorisierung

Nun, der Konstrukteur für oberes Becken hat den Zweck einer Düse „vergesen“. Sie soll das Wasser in eine Richtung beschleunigen. Natürlich kann sich das Desinfektionsmittel auch auf andere Art verteilen, aber das ist besonders bei Innen-Becken nicht sicher.

Es ist also wichtig, dem Wasserstrahl eine Richtung zu geben. Wikipedia benutzt zur Beschreibung von „Düse“ das Wort „röhrenförmig“. Anders gesagt, das Verhältnis von Länge zu Durchmesser der Düse sollte möglichst groß sein. Über Begriffe wie Diffusor und Konfusor und deren Formen müssen wir an dieser Stelle nicht tiefer diskutieren. Es gibt sie!

Zur Beruhigung, eine Boden-Düse kann auch so wirken:

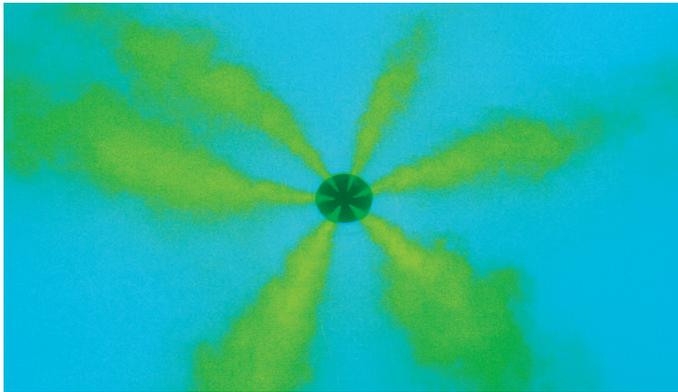


Foto 6: Bodendüse mit Uranin Gelb, aqua&pools

Bemerkt? Die vorangegangenen Zahlen bilden 0,3 bar Unterschied zwischen vertikalem und horizontalem System. Dieser Unterschied muss sich auf die Auswahl der Pumpen und deren Antriebsleistung auswirken. Die besondere Konstruktion des Bauteiles „Düse“ kann diese Differenz erhöhen oder verringern.

## Der Zusammenhang Volumenstrom und Druck der Umwälz-Pumpe

Wer sich an den Artikel zur Auslegung der Pumpen im Heft 04/2016 erinnert, kennt den Zusammenhang zwischen Volumenstrom und Druck der Pumpe. Wer nicht, kann online bei aqua&pools nach dem Artikel zu den Umwälzpumpen suchen.

Damals geschrieben: Was ist also zu tun, um diesen Wert (Druckverlust in der Rohrleitung) zu berechnen? Man sucht den Weg des Wassers zwischen



## Gemeinde Denzlingen Sport & Familienbad MACH' BLAU

Wir möchten unser Team im ganzjährig geöffneten Hallenbad, Freibad und Sauna mit einer Wasserfläche von ca. 2500 m<sup>2</sup> verstärken und suchen zum 1. April 2019 eine/n

### Fachangestellte/n für Bäderbetriebe (m/w/i) in Vollzeit

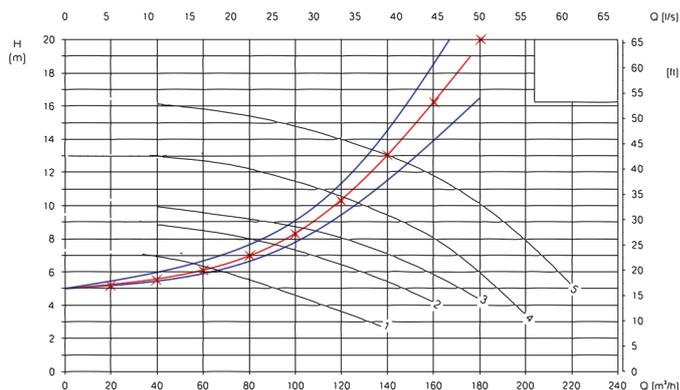
#### Sie sind an dieser Stelle interessiert?

Weitere Informationen zur Stelle und zu den Ansprechpartnern finden Sie auf unserer Homepage unter [www.denzlingen.de](http://www.denzlingen.de) unter der Rubrik Rathaus, Stellenangebote.

Wir freuen uns auf Ihre aussagekräftige Bewerbung.



Rohwasserspeicher und Schwimmbecken, bei dem der maximale Widerstand zu erwarten ist. (...) Danach werden alle Komponenten und Rohrstücke auf diesem Weg erfasst und alle Widerstände summiert. Zum Schwimmbecken zählen auch die Düsen!



Skizze 1: Diagramm Pumpen und Rohrkenlinien, Artikel 04/2016

Rohrleitung und Düsen erzeugen also einen gemeinsamen Widerstand. Dieser Widerstand ist dynamisch abhängig von der Strömungsgeschwindigkeit und bildet die Rohrleitungs-Kennlinie des Systems. Die Pumpe arbeitet auf dem Schnittpunkt zwischen Rohrleitungs- und Pumpenkennlinie. Wenn die Düse durch ein Loch in der Beckenwand ersetzt wird, kann die Pumpe keinen Druck aufbauen, auch wenn sich das einige Becken-Hersteller wünschen würden. Zusätzlich besteht durch das Verlassen der Kennlinie die Gefahr der Zerstörung der Pumpe. Kein Gegendruck bedeutet zu hohe Volumenströme. Die resultierenden hohen Geschwindigkeiten des Wassers im Unterdruck-Gebiet der Pumpe kann Gasblasen generieren, die auf der Druckseite wieder implodieren, und dadurch das Pumpenrad beschädigen (Fachbegriff: Kavitation) wie diesen Schiffspropeller:



Foto 7: Kavitation am Schiffspropeller, Quelle: Wikipedia, CC BY-SA 2.5, Axda0002, Eric Axdal

## Was hat das alles mit dem Tichelmann-System zu tun?

Angesichts des provokativen Titels müssen wir jetzt wieder die DIN deuten. Zitat DIN 19643-1:2012-11, 9.2 Beckendurchströmung: "(...) Durch konstruktive Maßnahmen, die das hydraulische Zusammenwirken zwischen Zuleitungen und Einströmöffnungen beachten, ist eine möglichst gleichmäßige Reinwasserverteilung sicherzustellen."

Übersetzung: An jeder Düse soll der gleiche Volumenstrom austreten. Die konstruktiven Maßnahmen sollen das sichern. Welche Maßnahmen bitte? Hier kommt das Tichelmann-System ins Spiel. Wir adaptieren den Text aus dem ersten Absatz für unser Verständnis: Beim Tichelmann-System werden die Rohre von der Umwälzpumpe bis zu jeder Einströmdüse so geführt, dass die Summe der Druckverluste gleich ist. (...) Der Sinn dabei ist, dass an allen Düsen etwa der gleiche Druck vorhanden ist und sich damit gleiche Volumenströme (...) einstellen, auch wenn keine Regelventile verwendet werden.

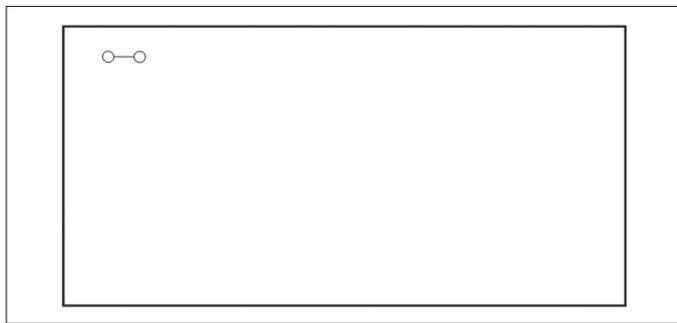
Eine kurze Bemerkung zu den Regelventilen. Manche Logik lässt sich eben nicht umkehren. Wer versucht, ein horizontales System mit 8 manuellen Kugelhähnen zu justieren, der hat weder das Wort „Regelventil“ noch die Komplexität der Aufgabe verstanden. Ich kenne Wettkampfbecken mit horizontalem System, da hat der Hersteller die Ressourcen für 15 Kugelhähne DN50 und 4 Färbeversuche vergeudet, bevor der Unterschied zwischen „Probieren“ und „Berechnen“ deutlich genug wurde.

Aber wie sieht also ein solches Versorgungs-System aus? Wir starten mit dem vertikalen System, die folgende Skizze zeigt das Beispiel Becken von oben.

### Das vertikale System

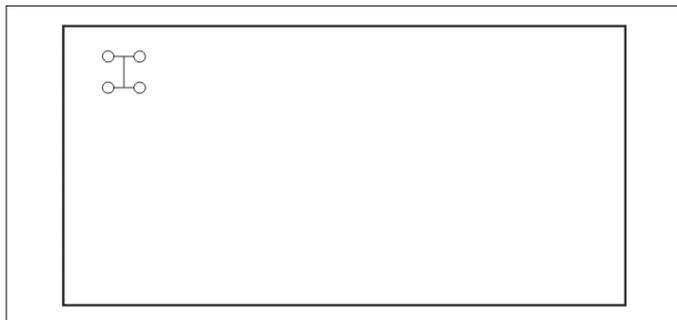
... wird in der DIN 19643 wie folgt beschrieben. Zur Sicherheit wiederholen wir:

DIN 19643-1:2012-11, 9.2 Beckendurchströmung: „(...) Bei vertikaler Beckendurchströmung muss die Anzahl und die Verteilung der Einstromvorrichtungen so gewählt werden, dass für jeweils etwa 8m<sup>2</sup> der Beckengrundrissfläche, also etwa eine Kreisfläche mit einem Durchmesser von 3,2m oder ein Quadrat mit der Seitenlänge von 2,8m, eine Einstromvorrichtung vorhanden ist“. Wir starten erstmal mit den 2,8m-Abständen, das ist einfacher. Wir müssen 2 Düsen in diesem Abstand verbinden:



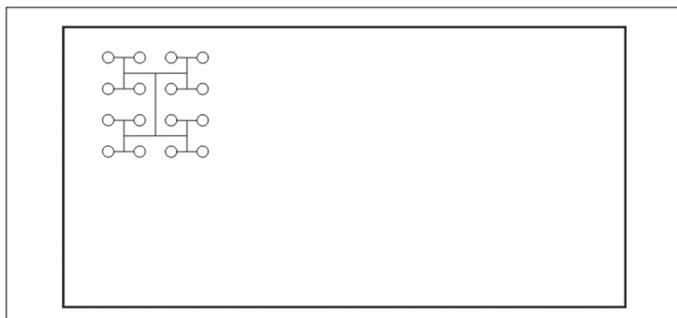
Skizze 2: Tichelmann-System mit 2 Düsen, aqua&pools

Wenn man das Raster 2,8m einhalten will, dann werden daraus in nächsten Schritt 4 Düsen. Das System der gleichen Rohrlängen und gleichen Druckverluste soll eingehalten werden, dann muss es jetzt absolut symmetrisch weiter gehen:



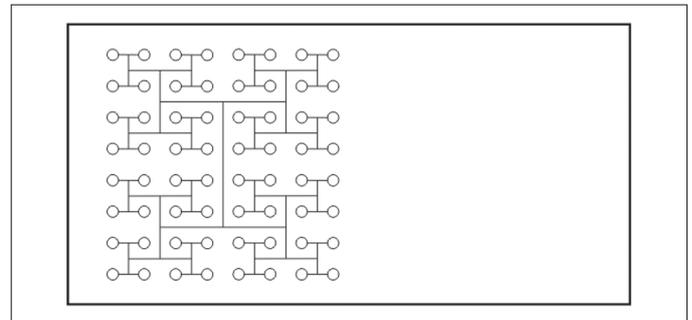
Skizze 3: Tichelmann-System mit 4 Düsen, aqua&pools

In diesem System geht es weiter mit 16 Düsen:



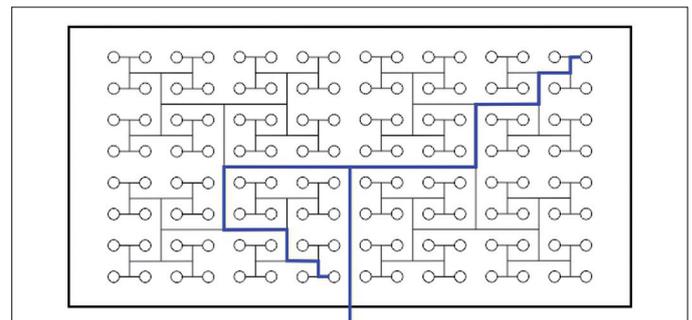
Skizze 4: Tichelmann-System mit 16 Düsen, aqua&pools

Die Symmetrie zwingt uns jetzt in 64 Düsen:



Skizze 5: Tichelmann-System mit 64 Düsen, aqua&pools

Ein Schritt geht natürlich noch. Die insgesamt eingesetzten 128 Düsen sind jetzt symmetrisch verteilt. Die beiden blauen Linien sind gleich lang, die Anzahl der T-Stücke ist gleich. Natürlich muss das Haupt-Rohr entsprechend verjüngt werden. Auch diese Reduzierungen müssen symmetrisch eingebaut werden. Aber das Ziel scheint erreicht.



Skizze 6: Tichelmann-System mit 128 Düsen, aqua&pools



Sie suchen nach einem abwechslungsreichen Aufgabenbereich?  
Sie haben Freude am Umgang mit Menschen?  
Technisches Verständnis gehört zu Ihrem Know-how?

#### Wir haben Ihr Interesse geweckt?

Dann haben wir die geeignete Stelle für Sie in Dortmund!  
Wir, die Sportwelt Dortmund gGmbH, suchen zur Verstärkung unseres Mitarbeiterteams für unserer Hallen- und Freibäder eine(n) zuverlässige(n) und engagierte(n)

#### Fachangestellten für Bäderbetriebe (w/m) in Vollzeit

Es erwartet Sie eine abwechslungsreiche und interessante Aufgabe in einem modernen, jungen und stetig wachsendem Dienstleistungsunternehmen. Wir bieten eine Vollzeitstelle mit Möglichkeiten zur Aus- und Weiterbildung.

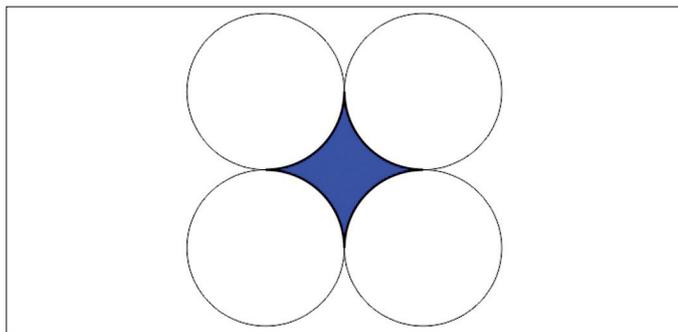
Falls wir Ihr Interesse geweckt haben, freuen wir uns auf Ihre aussagekräftigen und vollständigen Bewerbungsunterlagen. Senden Sie diese bitte an die Sportwelt Dortmund gGmbH, Schwimmweg 2, 44139 Dortmund. Gerne auch per Mail an [info@sportwelt-dortmund.de](mailto:info@sportwelt-dortmund.de).

In diesem System wird der Druckverlust maßgeblich von sieben T-Stücken erzeugt. Natürlich kann man den Druckverlust mit einer großzügigen Dimensionierung beeinflussen. Neben den erheblichen Kosten für viele Fittings und die immensen Rohrlängen sollte man den Druckverlust in dieser Verteilung im Vergleich mit anderen Systemen berücksichtigen. Oft wird unterschlagen, dass die Druckverlustrechnung ca. 0,4bar mehr von den Umwälz-Pumpen fordert.

### Das Tor in der DIN

Wenn man genauer hinsieht, dann erkennt man, dass der Randabstand der äußeren Düsen zur Beckenwand nicht passt. Eine zusätzliche Reihe würde aber die ganze schöne Symmetrie zerstören. Rechnen wir also nochmal nach: Wasserfläche 1250m<sup>2</sup> / 8m<sup>2</sup> je Düse, das sind mindestens 156 Düsen. Wenn wir jetzt in Österreich wären, gäbe es den ersten Gesetzeskonflikt mit nur 128 Düsen. Dort sind die 8m<sup>2</sup> je Düse (im Schwimmerbecken) fixiert. Die DIN lässt uns eine Lücke, die für unser Beispiel die Rettung sein kann.

DIN 19643-1:2012-11, 9.2 Beckendurchströmung: „(...) Bei vertikaler Beckendurchströmung muss die Anzahl und die Verteilung der Einströmvorrichtungen so gewählt werden, dass für (...) also etwa eine Kreisfläche mit einem Durchmesser von 3,2m (...) eine Einströmvorrichtung vorhanden ist. (...) Nicht erfasste, zusammenhängende Flächen dürfen nicht größer als 4m<sup>2</sup> (...) sein.“ Es stellt sich also die Frage, wie groß ist die Lücke zwischen 4 Kreisen mit einem Durchmesser von 3,2m.



Skizze 7: Nicht erfasste, zusammenhängende Fläche, aqua&pools

Zum Nachrechnen: die blaue Lücke ist

$$A = \left(1 - \frac{\pi}{4}\right) * D^2$$

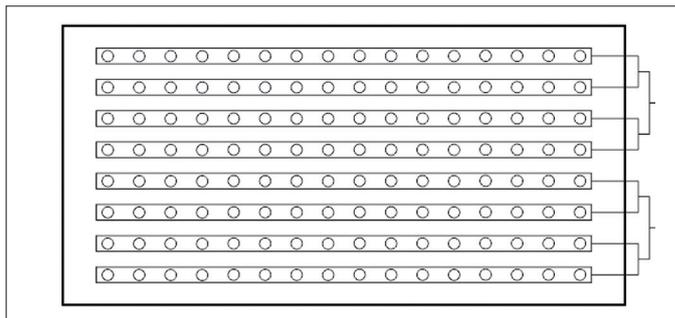
In unserem Fall ist die nicht erfasste, zusammenhängende Fläche also maximal 2,197m<sup>2</sup> groß. Der Weg zum größeren Abstand ist also offen! Der Abstand der Düsen kann also Länge/16 oder Breite/8 auf 3,125m gleichmäßig gewählt werden. Die Regeln der DIN bleiben trotzdem erfüllt. Der notwendige Druck an den Düsen steigt nur um 0,01bar, nicht erwähnenswert.

Es gibt natürlich viele Becken, bei denen diese symmetrische Verrohrung nicht möglich ist. Was soll man dort tun? Vom Tichelmann-System abweichen? Das geht, man kann sogar die gefürchtete Berechnung umgehen. Wer sich an den Artikel zur Auslegung der Pumpen im Heft 04/2016 erinnert, der weiß vielleicht noch, dass der Druckverlust in den Rohren immer von der Geschwindigkeit des Wassers abhängig ist. Die Umkehrung

lautet: Je niedriger die Geschwindigkeit des Wassers, je geringer ist der Druckverlust. Für geringe Geschwindigkeiten muss man demnach nur den Querschnitt erhöhen.

### Anordnung der Düsen als Einströmkanal

So wurde vermutlich der Einströmkanal, der in fast jedem Becken aus Edelstahl zu finden ist, erfunden.



Skizze 8: Einströmkanäle mit Tichelmann-Verteilung, aqua&pools

Diese und alle weiteren Skizzen sind auf den Abstand 2,80m gezeichnet. In unserem Beispiel mit 555m<sup>3</sup>/h fließen nur noch 69,375m<sup>3</sup>/h auf einem einzelnen Kanal. Ein üblicher Kanal-Querschnitt von 30x30cm führt zu einer anfänglichen Geschwindigkeit von 0,214m/s. Der Druckverlust im Einströmkanal kann deshalb vernachlässigt werden.

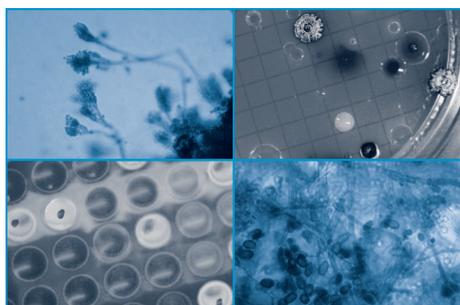
Statt der 7 T-Stücke bei der Verrohrung der einzelnen Düsen basiert der Druckverlust bei der Anordnung in Einströmkanälen plus Tichelmann-Anschluss auf nur 3 T-Stücken. In unserem Beispiel 3/7, also ca. 0,17bar.

### Wo Licht ist, ist auch Schatten.

Nimmt man für den Einströmkanal einen durchgehenden Querschnitt an, was in der Realität kaum ein Hersteller tun dürfte, dann wird das Wasser im Kanal nach jeder Düse langsamer. Stellt man den Zusammenhang zum Abstand der Düsen her, kennt man die Zeit, die das Wasser vom Kanal-Anfang zum Kanal-Ende braucht.

Vor Düse	Q Kanal	v Kanal	Abstand	Zeit
1	69,38 m <sup>3</sup> /h	0,214 m/s	0,50 m	2,3 s
2	65,04 m <sup>3</sup> /h	0,201 m/s	2,80 m	13,9 s
3	60,70 m <sup>3</sup> /h	0,187 m/s	2,80 m	14,9 s
4	56,37 m <sup>3</sup> /h	0,174 m/s	2,80 m	16,1 s
5	52,03 m <sup>3</sup> /h	0,161 m/s	2,80 m	17,4 s
6	47,70 m <sup>3</sup> /h	0,147 m/s	2,80 m	19,0 s
7	43,36 m <sup>3</sup> /h	0,134 m/s	2,80 m	20,9 s
8	39,02 m <sup>3</sup> /h	0,120 m/s	2,80 m	23,2 s
9	34,69 m <sup>3</sup> /h	0,107 m/s	2,80 m	26,2 s
10	30,35 m <sup>3</sup> /h	0,094 m/s	2,80 m	29,9 s
11	26,02 m <sup>3</sup> /h	0,080 m/s	2,80 m	34,9 s
12	21,68 m <sup>3</sup> /h	0,067 m/s	2,80 m	41,8 s
13	17,34 m <sup>3</sup> /h	0,054 m/s	2,80 m	52,3 s
14	13,01 m <sup>3</sup> /h	0,040 m/s	2,80 m	69,7 s
15	8,67 m <sup>3</sup> /h	0,027 m/s	2,80 m	104,6 s
16	4,34 m <sup>3</sup> /h	0,013 m/s	2,80 m	209,2 s

Tabelle 1: Berechnung der Zeiten für Desinfektionsmittel, aqua&pools



### Legionellen, Pseudomonaden & Co...

Bei Problemen mit diesen Erregern haben wir Lösungen. Wir reinigen und desinfizieren wirkungsvoll Filtrat, Wasserspeicher und selbst komplette Wasserkreisläufe gemäß DIN 19643-1. Unsere Reinigungsmethoden haben sich bundesweit seit über 30 Jahren bewährt.

**dp Wasseraufbereitung Poschen GmbH**

Obenketzberg 7 · 42653 Solingen · Telefon 02 12 / 38 08 58 15  
info@dp-wasseraufbereitung.de · www.dp-wasseraufbereitung.de

zertifiziert nach  
DIN EN ISO 9001:2008

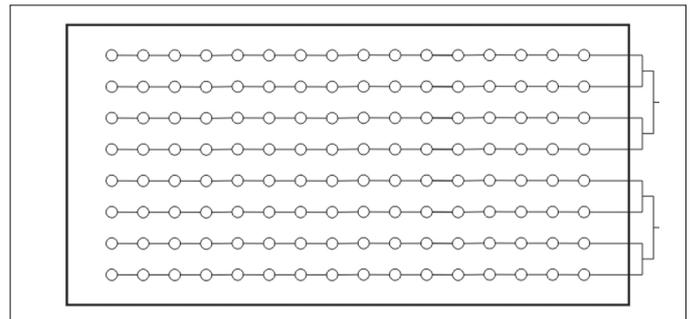
Zwischen dem Moment, an dem das Desinfektionsmittel an Düse Nummer 1 austritt, und dem Moment an dem das Desinfektionsmittel an Düse Nummer 16 ankommt, vergehen mehr als 11 Minuten. Ob dies ein Vor- oder ein Nachteil ist, werden wir später in diesem Artikel bewerten.

Vermutlich ist die Nutzung eines Einströmkanal-Systems in einigen Projekten ein bautechnischer Nachteil. Der Raum für den Einströmkanal wird immer durch einen erhöhten Raumbedarf des Beckens begleitet. Die statisch notwendigen Abmessungen der tragenden Platte verändern sich ungünstig. Allein, wenn für Fundamente tiefer geschachtet werden muss, ist dies in den Kosten zu berücksichtigen. Da der Einströmkanal als Versorgung der Einströmdüsen von fast allen Herstellern von Edelstahlbecken genutzt wird, wollen wir an dieser Stelle auch den Vorteil nicht übersehen. Der Edelstahl-Einström-Kanal ist ein Teil der dünnwandigen Abdichtung des Beckens. Damit entfallen die Anforderungen der „Weißen Wanne“ an den konstruktiven Beton. Ein solcher Kanal lässt sich übrigens öffnen und reinigen.

### Die hydraulische Berechnung als Alternative

... setzt Düsen voraus, die einstellbar sind. Im horizontalen System ist das die übliche Praxis, für Bodendüsen noch relativ unbekannt. Mein damaliger italienischer Auftraggeber wollte sich dem Wettbewerb um ein großes Frei-

bad in Reichenbach im Vogtland stellen, bei dem das vertikale System in der Ausschreibung verankert war. Der Architekt Herr Hofmann hatte, sehr clever, das Einströmsystem per Ausschreibung an das Becken gekoppelt. [www.architekten-wh.de](http://www.architekten-wh.de). Geeignete Düsen waren im Unternehmen nicht verfügbar, also musste ich damals neue Düsen „entwickeln“. Im ersten Schritt sieht das Ziel so aus:



Skizze 9: Verrohrung in Linie mit Tichelmann-Verteilung, aqua&pools

Führt man die Tabelle für die Wassergeschwindigkeit bis zur Berechnung des Druckes an jeder Düse weiter, so kann man den Querschnitt der Düsen-Öffnungen berechnen. Die Düse nah an der Versorgung hat dann den kleinsten Querschnitt und die Düse am Ende der Linie hat den größten Querschnitt. Da sich die Verrohrung nach der Fertigstellung kaum ändern wird, wurden die Düsen nach Abschätzung der Wirtschaftlichkeit „maßgefertigt“ statt die „Einstellbarkeit“ zu implementieren.



Foto 8: Reichenbach Sportbecken betonieren, aqua&pools

Wenn man Düsen berechnen und entsprechend fertigen kann, welchen Sinn macht dann der Anschluss des Reinwassers nach Tichelmann noch? Keinen! Man muss doch nur die Druckverluste von Fittings und Rohrleitungen der Verteilung in die Berechnung der Düsen aufnehmen. Die weitere Reduzierung des Druckverlustes ist Grund genug für diese Rechenarbeit.

Die Verrohrung in Reichenbach wurde von der damaligen WTA Plauen GmbH realisiert. Auch wenn einige Mitarbeiter von WTA die Berechnung anfangs anzweifeln, das gleichmäßige Düsenbild auf den gesamten 50 Metern hat sie bereits vor dem (erfolgreichen) Färbversuch überzeugt.



Foto 9: Reichenbach Düsenbild im Sportbecken, aqua&pools



## Stellenausschreibung

Die Stadtwerke Bad Aibling betreiben die mehrfach ausgezeichnete Therme Bad Aibling, bestehend aus Thermalbad, Saunalandschaft und Freibad. Das Motto der Therme ist: „Wandeln und verweilen.“ Weitere Informationen über die Therme Bad Aibling finden Sie unter [www.therme-bad-aibling.de](http://www.therme-bad-aibling.de).

Wir suchen zum nächstmöglichen Zeitpunkt eine(n)

### Fachangestellte(n) für Bäderbetriebe

für unsere Therme Bad Aibling.

**Ihre Aufgaben sind:**

- Beaufsichtigung des Bade- und Saunabetriebes
- Durchführung von Animationsprogrammen und Saunaaufgüssen
- Betreuung und Beratung der Gäste
- Überwachung der Wasserqualität

Wir suchen engagierte Kräfte. Wir erwarten selbständiges Arbeiten, Teamfähigkeit, Engagement und Flexibilität, sowie insbesondere kundenorientiertes und besucherfreundliches Auftreten. Die Bereitschaft im Schichtdienst und an Wochenenden und Feiertagen zu arbeiten, ist selbstverständlich.

Wir bieten Ihnen eine leistungsgerechte Bezahlung nach dem Tarifvertrag für Versorgungsbetriebe (TVV) und einen zukunftssicheren Arbeitsplatz.

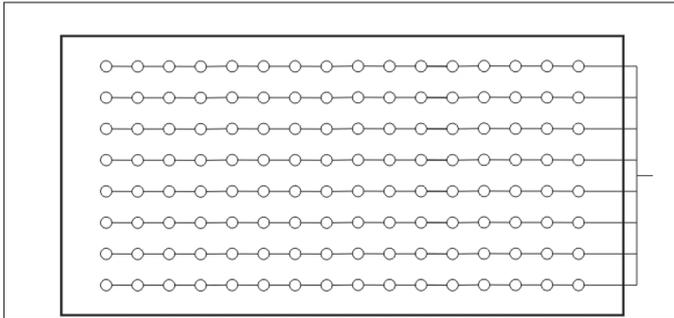
Nähere Auskünfte erteilt Ihnen Herr M. Hohmann unter der Tel.-Nr. 0 80 61 / 90 66 - 212.

Wir freuen uns auf Ihre aussagekräftige Bewerbung an:

**STADTWERKE BAD AIBLING**  
Lindenstraße 30 · 83043 Bad Aibling

## Unsymmetrisch geht's weiter

Mit der Berechnung der Düsen ist es also möglich, eine unsymmetrische Verteilung aufzubauen. Das sieht schematisch dann so aus:



Skizze 10: Berechnete Verrohrung in Linie, aqua&pools

Dem Praktiker wird sofort auffallen, dass die Abzweige mit 90 Grad gezeichnet sind. Natürlich entsteht durch die Berechnung die Möglichkeit, die hydraulisch günstigeren 45 Grad-Fittinge einzusetzen oder den Hauptanschluss nicht mittig zu platzieren. Da statt eines Kanals nun die Rohrleitungen in unserem Beispiel mit DA160 ausreichend dimensioniert sind, sinkt die Zeit zwischen der ersten und der letzten Düse auf unter 3 Minuten.

## Freie Formen

Anders als mit einer umfangreichen Berechnung ist es wahrscheinlich auch nicht möglich, frei geformte Becken an jeder Düse mit gleichem Volumenstrom zu versorgen. Das Tichelmann-Systematik würde hier versagen. Aber wer baut schon immer Sportbecken?! Egal, wie viele Düsen an einem Strang versorgt werden sollen, die Berechnung kann alles berücksichtigen. Bleiben wir beim Beispiel Freibad Reichenbach. Dort stellt zum Beispiel das Erlebnisbecken weit größere Herausforderungen.



Foto 10: Reichenbach, Ausblick von der Rutsche, aqua&pools

Die durchaus chaotische Verrohrung des Erlebnis-Beckens von der einzigen zugänglichen Seite wurde auch hier mit den Einström-Düsen ausgeglichen.



Foto 11: Reichenbach Erlebnisbecken, Verrohrung, aqua&pools

Das Düsenbild im verschmutzten Becken zeigt, dass die Berechnung auch bei frei geformten Becken (erfolgreich) möglich ist.



Foto 12: Reichenbach Erlebnisbecken Düsenbild, aqua&pools

## Von der Vertikalen in die Horizontale

Auch für die horizontale Durchströmung gibt die DIN 19643 Hinweise. DIN 19643-1:2012-11, 9.2 Beckendurchströmung: „Bei horizontaler Beckendurchströmung müssen die Einströmöffnungen an den jeweiligen Längsseiten des Beckens versetzt angeordnet werden. Der Abstand zwischen den Einströmöffnungen in der Beckenwandung darf höchstens ein Drittel der Beckenbreite betragen. Die Einströmöffnungen sollten etwa in der Mitte zwischen Wasseroberfläche und Beckenboden, bei Springerbecken in zwei Ebenen, angeordnet werden. Dabei sollte die untere Ebene etwa 50 cm über dem Beckenboden liegen. Um eine ausreichende Einmischung des Reinwassers in das Beckenwasser zu erreichen, muss an der Einströmöffnung der Mindestdruck vorgehalten werden. Dieser errechnet sich aus der Beckenbreite nach Gleichung (11):  $p = 0,02b$ . Dabei ist  $p$  der Mindestdruck an der Einströmöffnung, in bar, und  $b$  die Beckenbreite in m.“

Wenn man diesen Absatz wörtlich umsetzt, KANN die Becken-Hydraulik funktionieren, MUSS ABER NICHT. Deshalb sollte man spätestens nach diesem Hinweis einen erfahrenen Fach-Planer dazu holen. Es ist wie so oft im Leben, allein die Kenntnis der Regel sagt nichts über deren Anwendung.

## Ein Votum für den Spezial-Planer

Machen wir uns nichts vor, wer die Fallgrube nicht kennt, hat keine Angst, den Weg zu benutzen. Gekoppelt mit der oben beschriebenen Verantwortungslücke wird das, was ganz einfach aussieht, zu einem unberechenbaren Fiasko. Das Dumme daran ist, dass der Fehler erst mit einem Färbeversuch offenbar wird. Ein paar Beispiele von misslungenen horizontalen Färbeversuchen sind bei aqua&pools unter der bekannten Webadresse zu finden.

Wer jetzt glaubt, es folgt hier die Ergänzung oder Korrektur des DIN-Zitates, der irrt sich. Erstens würde das nur tiefer ins Chaos führen und zweitens könnte man danach glauben, den Spezial-Planer nicht zu benötigen.

Führen wir uns also vor Augen, dass die horizontale Durchströmung eines Beckens andere Dimensionen der Wurfweite erfordert. Waren es beim vertikalen System noch 0,2bar, dann sind die 25m Breite eines Wettkampfbe-

Unser Service für Sie:  
Beratung unter:  
Tel.: 04101-31061  
Musterbearbeitung:  
durch unser Pers. ggf. vor Ort

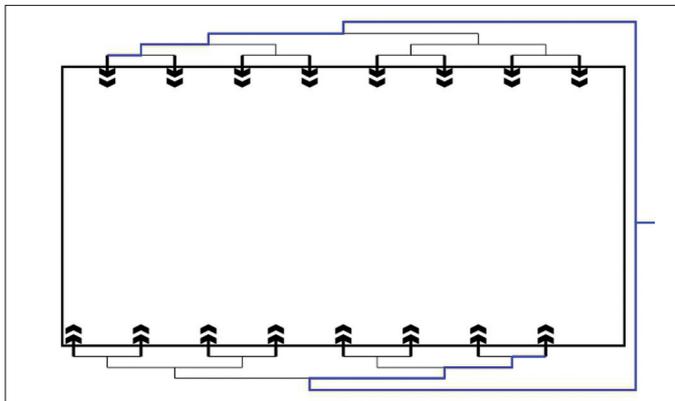
**SUPERGRIP** Anti-Rutsch-Behandlung  
dauerhafte Sicherheit für:  
▪ Schwimmbäder  
▪ Krankenhäuser  
▪ Eingangsbereiche  
Fragen Sie uns oder Ihren Fachhandel

**SUPERGRIP**  
ANTI-RUTSCH-BEHANDLUNG



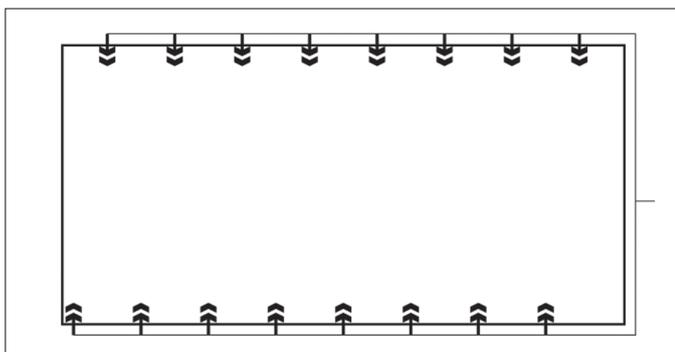
**SUPERGRIP** · Adlerstraße 78 · 25462 Rellingen ...auf Fliesen und Natursteinböden  
Tel.: 0 41 01 - 3 10 61 · Fax: 0 41 01 - 3 52 77 · [info@supergrip.de](mailto:info@supergrip.de)  
[www.supergrip.de](http://www.supergrip.de)

ckens für 0,5bar verantwortlich. Dabei ist das horizontale System wesentlich empfindlicher auf zu geringen Druck. Beim vertikalen System werden die Totzonen nur etwas zeitverzögert erfasst, wohingegen die horizontale Strömung EINER Düse viel größere Bereiche versorgt. Ist eine horizontale Düse falsch berechnet, gibt es keinen Ausgleich durch die anderen Düsen. Die folgende Skizze zeigt die gleichmäßige Versorgung der Düsen (mit DIN-Anordnung) mit dem Tichelmann-System. Natürlich wieder in der notwendigen, weil symmetrischen, Anzahl von je Seite acht Düsen.



Skizze 11: Horizontales System mit Tichelmann-Verteilung, aqua&pools

Das sind viele überflüssige Rohrleitungen. Selbstverständlich können wir jetzt auch den Zwischenschritt über eine überdimensionierte Verteilung machen, aber wir kommen besser sofort zur üblichen Verrohrungs-Art.



Skizze 12: Horizontales System mit berechneten Düsen, aqua&pools

Allzu oft ist schon die Berechnung der Düsen gegen den Einbau von Drossel-Armaturen ersetzt worden. Man kombiniere die Anzahl der Düsen mit den Kosten der Armaturen und kann dann die Sinnlosigkeit des Umbaus erahnen.

#### Vorteile, die sich durch die Berechnung ergeben können.

Natürlich ist die Möglichkeit, die Düsen berechnen zu können, die Voraussetzung dieses Systems der Verrohrung. Und wieder kann man diese Möglichkeit für weitere Eigenschaften ausnutzen. In der DIN ist geschrieben: „Die Einströmöffnungen sollten (...) bei Springerbecken in zwei Ebenen angeordnet werden.“ Wie ist es mit Kombi-Becken mit unterschiedlichen Wassertiefen? Soll der Volumenstrom proportional zur Wasserfläche oder proportional zur Anzahl der Düsen aufgeteilt werden? Soll die untere Düsenreihe mehr Volumenstrom bekommen als die obere Düsenreihe? Man kann dies alles berechnen.

Wenn ein Wettkampfbecken temporär gebaut wird, dann wird vorwiegend das horizontale System eingesetzt. Bei 1,80m Wassertiefe mit ein oder zwei horizontalen Düsen-Reihen. Die äußeren Bahnen bleiben bei 25m Breite unbenutzt, damit gleiche Bedingungen für alle Schwimmer herrschen. Trotzdem beschwerten sich Sportler auf den Bahnen 2 und 9 (zu Recht), von der starken Strömung der Düsen abgedrängt oder mindestens behindert worden zu sein. Mit einer Berechnung kann man die obere Düsen-Reihe reduzieren und den Hauptanteil des Volumenstromes über die untere Düsen-Reihe verteilen. Wenn ein Becken kritische Bereiche hat, kann man diesem Bereich einen höheren Volumenstrom „zurechnen“.

Zugegeben: bis hierher war es eine recht einseitige Betrachtung, denn freigeformte Becken haben zumindest auf den ersten Blick eine Tendenz zur Bodeneinströmung. Auf den zweiten Blick kann man aber sehen, dass die geschickte Ausnutzung der Attraktionen und die Verteilung von Wand-Düsen eine horizontale Einströmung ermöglichen. Dazu müssen wir aber zuerst den unterschiedlichen Aufbau der Düsen betrachten.

#### Sinnvolle Hydraulik an der einzelnen Düse

So unterschiedlich wie die Wurfweiten sind auch die Aufgaben der Düsen für den Wand- oder für den Boden-Einbau. Die Bodendüse soll den Volumenstrom möglichst effektiv in alle Richtungen verteilen. Entgegen der Bezeichnung "vertikale Einströmung" soll die Düse aber mit einem hohen horizontalen Anteil das Wasservolumen möglichst vollständig verwirbeln. Man könnte ja glauben, die Wasserströmung nach oben solle größer sein als die Fallgeschwindigkeit des Schmutzes. Dies zu erreichen ist fast unmöglich und erfordert einen sehr viel größeren Volumenstrom. So sollte die Wirkung einer Boden-Düse auf keinen Fall aussehen wie in dem provokanten Foto 5: Einströmöffnungen am Beckenboden, aqua&pools:

Im nächsten Foto ist der horizontale Anteil größer und deshalb die gewünschte Wirkung gegeben.



Foto 13: Bodendüsen Färbeversuch Eriochrom schwarz, aqua&pools



# HRS

HYGIENE | REINIGUNG | SERVICE

---

## REINIGUNG & DESINFEKTION VON

- Schwallwasserkammern und Wasserspeichern nach DIN 19643-1:2012-11
- Spülwasserbehältern  
Spülabwasserbehältern
- Schwimmbecken, Überlaufrinnen und Beckenumgängen
- Rohrleitungen von der Überlaufrinne bis zum Schwallwasserbehälter
- Filtersanierung/-bestückung

---

HRS-GBR | HINTERM FORDE 6 | 49681 GARREL  
ANSPRECHPARTNER: MARTIN BEUSE 0176-215 141 23  
NORBERT REINKEN 0172 - 426 81 00