



Raumluftströmung in Schwimmhallen

Teil 2: Luftführung abwärts

In Schwimmhallen hat die Luftführung nicht nur entscheidenden Einfluss auf die Aufenthaltsqualität und die Schadstoffbelastung, sondern auch auf die Verdunstung und damit auf den größten Energieverbraucher. Dies ist eine der wenigen großen Stellschrauben des Energieverbrauchs in Bädern. Das Einsparpotenzial Wärme im Bad beträgt bis zu 25 %.

Mit diesem Erfahrungsbericht wollen wir einen Beitrag zur Energieeffizienz leisten. In unserem Artikel „Luftführung in Schwimmhallen in den Zeiten von Corona“ (siehe AB 10/2020, Seite 704 ff.) haben wir bereits die physikalischen Grundlagen für die Luftführung in Schwimmbädern und die Bedeutung für den Infektionsschutz erläutert. Außerdem wurde über die „Luftführung abwärts“ und deren Vorteile berichtet. Nun geht es darum, diese genauer zu beleuchten und Hinweise zur Ausführung zu geben. Anhand von umgesetzten Anlagen werden Erfolge und Fallstricke dargestellt.



Fotos (wenn nicht anders angegeben): INCO

Autoren:

Dipl.-Ing. Jörn Kaluza, Geschäftsführer INCO Ingenieurbüro GmbH, Aachen, und Mitglied der DGfDB-Arbeitskreise Heizungs-, Lüftungs-, Sanitär- und Elektrotechnik (HLSE) und Energie und Ressourcen sowie Dr.-Ing. Eckehard Fiedler, Gruppenleiter Simulation und Berechnung, Krantz GmbH, Aachen

Die Basics aus Teil 1

Bei der bisherigen Luftströmung in Schwimmhallen, z. B. mit Induktionsauslässen und Luftstrahlen vor den Fassaden von unten, wird die Luft durch die Induktion der Luftstrahlen vielfach wieder angesaugt und so in der Halle verteilt: die sog. Mischlüftung. Wasserdampf ist zwar leichter als Luft, aber ein Aufkonzentrieren von Feuchte an der Decke wurde von uns in keinem Fall beobachtet. Die klassische Absaugung an der Decke erscheint daher nicht notwendig. Ort und Ausführung der Abluft im oberen

Hallenbereich haben keinen Einfluss auf die Raumluchtströmung, da die Luftkonditionen überall fast gleich sind.

Für die Luftströmung in Wassernähe gilt: Feuchte Luft ist leichter als trockene. Allerdings ist warme Luft ebenfalls leichter als kalte, und dies überwiegt in den meisten Fällen. So ist z. B. Luft mit 30 °C bei 50 % relativer Feuchte „gleich schwer“ wie Luft mit 29 °C bei 75 % relativer Feuchte. Bei mehr als 2 °C Übertemperatur der Raumluft über der Wassertemperatur stellt sich in der Regel eine stabile horizontale Temperaturschichtung

ein. Diese Schichtung reduziert auch die Verdunstung, die einen wesentlichen Anteil des Wärmebedarfs des Bades verursacht.

Die Luftführung abwärts nutzt diese Temperatur- und Dichteschichtung in Bodennähe aus, um Feuchte und Schadstoffe gezielt abzuführen. Entscheidend hierfür ist die Schicht ca. 0,5 bis max. 1,0 m von der Wasseroberfläche. Die Luftführung oberhalb dieses Bereiches muss so gestaltet sein, dass sie die Schichtung in Bodennähe nicht zerstört. Dies gelingt nur, wenn zum einen die Luft in der Halle wärmer ist als im Beckenwasser, und zum anderen, wenn die Zuluft mit wenig Induktion eingebracht wird.

Mit einer Abluft in Bodennähe können Feuchte und Schadstoffe kontrolliert abgeführt werden. Durch das Dichtegefälle „fließt die Luft wie Wasser“. Das „Fließen“ geschieht langsam, aber stetig, und oft ist die Wirkung in toten Ecken und Winkeln besser als

Ventilator-Messblenden messbar. Es stellte sich ein extrem niedriger Volumenstrom ein, der unter 20 % des Anlagen-Nennvolumenstroms lag. Dies war der Nachweis, dass die Verdunstung stark reduziert wurde. Um bei der Lufthygiene auf der sicheren Seite zu bleiben, wurde ein Mindestvolumenstrom von 30 % eingestellt. Es wurde akzeptiert, dass die Luftfeuchte im Aufenthaltsbereich sich dadurch unter 50 % einstellt.

Das Schwimmerbecken hatte keine Beckenbeheizung mehr benötigt. Die Temperatur ist sogar ohne Beheizung über den Sollwert von 27 °C gestiegen. Ein Phänomen, das einige Irritationen verursacht hat. Dies war zu einem großen Teil der geringen Verdunstungswärme geschuldet. Das Becken wird durch die Beckenwasserpumpen, die Personen, einen Anteil Wärme aus Abgaswärmetauschern und insbesondere durch die Strahlung der Umschließungsflächen geheizt.

In weiteren Projekten konnte bestätigt werden, dass der Wärmeverbrauch immer deutlich reduziert wurde; eine Beckenwassertemperaturerhöhung über den Sollwert mit den weiterentwickelten Betriebsweisen trat nicht mehr auf.

Die Ventilatorleistung stellte sich im Betrieb bei geringer und mittlerer Besucherbelastung unter $P = 2 \text{ kWel}$ ein (30 % Volumenstrom, $P = 17 \%$ von $P_{\text{Nenn}} = 12 \text{ kW}$, Summe beider Achsen) – ein schöner Nebeneffekt.

Werden die Schadstoffe sicher abgeführt?

Mit der Schichtung und unteren Ab-saugung soll der Aufenthaltsbereich

frei von Schadstoffen gehalten werden. Aber was bedeutet dies für die Luftschicht über dem Wasser? Werden die Badegäste einer erhöhten Konzentration von Chlor-Abbauprodukten ausgesetzt? Ist der Luftwechsel durch das Absaugen an einer Stelle ausreichend, um die Schadstoffkonzentration gering zu halten? Rechnerisch werden wir dies im Verlauf des Artikels noch nachweisen.

Um die Schadstoffabfuhr in der Praxis nachzuweisen, wurden im Hallenbad Niederheid THM-Messungen durchgeführt. Dies ist aufwändig und sollte von spezialisierten und unabhängigen Laboren durchgeführt werden. Daher wurde das Bad in die THM-Messreihe verschiedener Bäder im Rahmen einer Studie der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), „Passivhaus-Konzept für Hallenbäder“, an der wir mitgearbeitet haben, aufgenommen. Die Beckenwasserqualität als Emitent wurde in allen untersuchten Bädern miterfasst und bewertet.

Die Schadstoffkonzentration in der Luft war in Niederheid insgesamt sehr niedrig. Wie zu erwarten, waren die Konzentrationen in der Aufenthaltszone durch die Luftführung abwärts deutlich niedriger als in Bodennähe. Typische Messwerte bei Badebetrieb waren:

- in einer Höhe von 20 cm über Wasser: 21 bis 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ THM und
- in einer Höhe von 1,5 m: 5 bis 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ THM.

Insgesamt waren die Werte niedriger als in Vergleichsbädern. Die THM sind hier als Indikator zu sehen, stellvertretend für alle Schadstoffe an der Wasseroberfläche und auch für Aerosole mit Coronaviren. Diese werden ebenfalls effektiv unten abgesaugt und mit der Abluft entfernt.

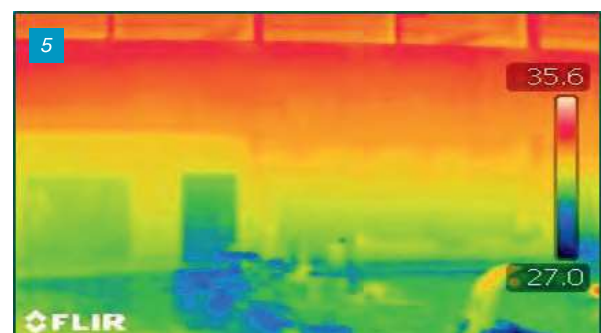
Soweit die Erfolgsmeldungen dieser Anlage, die uns selbst überrascht haben. Jetzt kommen die ersten „Niederlagen“ bzw. einzuhaltenden Randbedingungen.

Unterlaufen der Raumluftrömung

Einige Schwimmmeister:innen sind es gewohnt, im Schwimmraum die Tür zur Umkleidekabine aufstehen zu lassen. Steht zusätzlich die Tür zur Halle auf, strömt aus der Umkleidekabine „kühlere“ Luft in die Schwimmhalle. Dadurch wird die Schichtung in der Schwimmhalle „unterlaufen“. Die kalte Luft sortiert sich nach ihrer Dichte ein und fließt zwischen Wasseroberfläche und Hallenluftströmung – mit der Wirkung, dass der Bereich „kaltfeuchter“ Luft in die Aufenthaltszone angehoben wird, z. B. 28° C, 80 %, bis



5 | Unterlaufen der Raumluftrömung im Infrarotbild



lung ins Wasser unkritisch ist, da eine Temperaturerhöhung der Beckenwasser Oberfläche durch die Beckenströmung verhindert wird.

Anders sieht es aus, wenn die Sonneneinstrahlung den Beckenumgang erwärmt. Hier war zu befürchten, dass die über dem Beckenumgang aufsteigende erwärmte Luft die Schichtung zerstört. Dies wurde jedoch nicht beobachtet.

Es gibt es viele Faktoren, die die Oberflächentemperatur begrenzen, sodass der aufsteigende Konvektionsstrom moderat ausfiel:

- Reflektion an der Verglasung bei hohem Sonnenstand
- Schräger Einfallswinkel auf den Boden bei niedrigem Sonnenstand
- Wärmespeicherung des Bodens
- Verdunstung von Laufwasser

Entscheidender ist jedoch, dass die aufsteigende Strömung zwar aus der Schichtung Luft „absaugt“, diese dadurch jedoch nicht zerstört wird. Es wird so Feuchte aus der Schichtung nach oben in die Raumluftrömung über der Schichtung abgegeben und kann nicht gezielt abgeführt werden. Die „Bremse der Verdunstung“ funktioniert jedoch weiter.

Gleiches wurde auch bei bodengleichen Zuluftgittern beobachtet, die vor der Fassade nach oben blasen. Der Induktionsstrom ist so stark, dass auch aus dem Aufenthaltsbereich „runtergesaugt“ wird. Natürlich wird auch die Schichtung stark abgesaugt, bleibt jedoch erhalten. Die Schichtung zeigte sich also deutlich robuster als angenommen.

Schichtung bei konventioneller Raumluftrömung

Die Luftschichtung entsteht nicht nur bei der Luftführung abwärts, sondern häufig auch bei konventionellen Luftführungen in Schwimmhallen. Dass der Verdunstungswärmebedarf bei steigender Hallenlufttemperatur deutlich sinkt, wurde schon sehr früh erkannt, ohne den Wirkmechanismus genauer zu beschreiben. Die Empfehlung für die Lufttemperatur in der VDI 2089 „Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern“ lautete bereits 1970: 2 bis 4 °C über Beckenwassertemperatur Übertemperatur. Dies deckt sich zu 100 % mit unseren Ergebnissen aus den Nebelversuchen und den vorgenannten Werten.

Voraussetzung ist, dass die Schichtung über dem Becken nicht „weggeblasen“ wird. Bei der Standardvariante „Lüftungsgitter unten an der Fassade“ ist häufig eine Schichtung festzustellen, wenn nicht mit dem vollen Volumenstrom betrieben wird (siehe Teil 1, AB 10/2020, Seite 704 ff.). Die Grenzschicht wird auch abgesaugt, hier jedoch durch die Induktionswirkung des nach oben gerichteten Zuluftstrahls. Auch wenn die Zuluft bodennah angeordnet ist, kann sich eine Schichtung ausbilden (siehe Abbildung 6).

Die konventionelle Luftführung mit ausgebildeter Schichtung hat schon sehr viele Elemente der Luftführung abwärts. Diese ist quasi nur eine Weiterentwicklung der konventionellen Luftführung, die versucht, folgende Nachteile zu kompensieren:

GRANUDOS

Beste Wasserqualität mit Calciumhypochlorit

Dosiersysteme für Chlorgranulat und Säure

- Rückstandsfreie Chlordosierung ohne Verstopfungen
- Geringster Eintrag von Desinfektionsnebenprodukten (Chlorate)
- Geringer Wartungsaufwand
- Geringes Gefahrenpotenzial
- Optional mit Mess- und Regetechnik für freies Chlor, pH-Wert, Redoxspannung und Temperatur



Werner Dosiertechnik
The better solution.

WDT Werner Dosiertechnik GmbH & Co. KG
Hettlinger Straße 17 | 86637 Wertingen
Tel. +49 (0) 8272 98697-0
www.werner-dosiertechnik.de

zontal an einem tiefen Punkt abzuziehen. Die Schichtung fließt „wie Wasser“ zu diesem Punkt. Die Nachspeisung erfolgt flächig von oben mit der notwendigen warmen und trockenen Luft.

Wie viel Störimpuls verträgt eine Schichtung?

Es gibt verschiedene Gründe, warum sich eine Schicht auflösen kann:

- zu viel Impuls nach unten
- zu viel „Induktion“, sodass die Luft der Schicht von oben weggesaugt wird
- zu viel Abluft unten, sodass die Schicht durch den Auslass abgesaugt wird

Da aber die Luftmenge vorgegeben ist, ist es gut, eine Abluft in der Raumluft oberhalb der Schichtung und eine weitere unten in der Schichtung zu haben. Dann kann man das gut steuern.

Eine Vielzahl von durchgeführten Nebeltests hat gezeigt, dass die Schichtung stabil genug ist, um dem Eindringen dynamischer Raumluftströmung bis zu einem gewissen Punkt zu widerstehen. Steigen die Raumluftgeschwindigkeiten an, wird die Schichtung zerstört. Dann wiederum werden sehr viel größere Luftströmungen für die Entfeuchtung notwendig. Mehrere Betriebszustände sind daher möglich: Es kommt vor, dass eine Anlage auf Vollast läuft und sich nach dem Ausschalten und kontrollierten Hochfahren auf sehr viel niedrigerem Niveau einpendelt.

Eine quantitative Aussage zu zulässigen Raumluftgeschwindigkeiten und zur Auslegung der Zuluftführung muss durch weiterführende Untersuchungen ermittelt werden. Berechnungen aus dem Dichteunterschied lassen vermuten, dass die zulässige maximale Raumluft-Geschwindigkeit in der Größenordnung von 0,15 m/s liegt.

Bilanz Wärme- und Stoffströme an der Wasseroberfläche

Da die Raumlufttemperatur zur Aufrechterhaltung der Schichtung mindestens 2 °C höher sein muss als die Beckenwassertemperatur, gibt es eine kontinuierliche Wärmeabgabe an das Wasser. Vereinfacht wird hier ein linearer Gradient der Feuchte und Temperatur in der Luftschicht über der Wasseroberfläche angenommen.

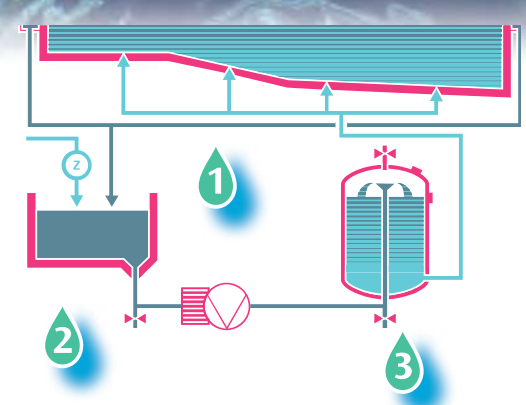
Da die Wärmemenge in der Regel niedriger sein wird als die an der Wasseroberfläche auftretende Verdunstungswärmemenge, ist diese Wärmemenge nicht verloren, sondern unterstützt die Beheizung des Beckens. Die Wassertemperatur wird durch die Beckenwasserheizung konstant gehalten. Bei der Veränderung der Raumluftströmung brauchen wir nicht separat nachzuregeln. Dennoch soll eine quantitative Abschätzung erfolgen, um ein Gefühl für die Vorgänge in der Grenzschicht der Wasseroberfläche zu bekommen. Die Wärmebilanz (siehe Abbildung 8) an der Wasseroberfläche ist:

$$Q_{\text{Verdunstung}} - (Q_{\text{Strahlung}} + Q_{\text{Konvektion}}) = Q_{\text{Heizung}}$$

Q_{Heizung} ist der Wärmestrom vom Becken an die Beckenoberfläche, unabhängig davon, wie die Wärme ins Wasser eingebracht wird. ▶



Wir reinigen und desinfizieren professionell.



Vorbeugend oder im Fall einer Verkeimung sollten Sie uns als Profis beauftragen:

- 1 Rohrleitungssystem:**
Wir desinfizieren den kompletten Wasserkreislauf.
- 2 Wasserspeicher:**
Wir reinigen und desinfizieren wirksam gemäß DIN 19643-1.
- 3 Filtermaterial:**
Wir beseitigen organische Substanzen.

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



zontale Bewegung haben wir in der Praxis nicht beobachtet. Hier wird die stehende Luftschicht als Grenzwert ohne den Strahlungsanteil betrachtet. Die „Wärmedämmeigenschaften“ einer stehenden Luftschicht horizontal von oben nach unten sind sehr gut (besser als PU Schaum):

$$\lambda_{\text{Luft}} = 0,0262 \text{ W}/(\text{°K} \times \text{m}).$$

Z. B. Luftschicht von 5 cm führt zu

$$U = 0,5 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ °C } Q_{\text{Konvektion}} \text{ min} \\ = (30-28\text{°C}) 0,5\text{W}/\text{m}^2 = 1 \text{ W}/\text{m}^2$$

Mit steigende Luftgeschwindigkeit erhöht sich der Wärmeübergang auf

$$U = 3 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ °C } Q_{\text{Konvektion}} \text{ min} = 6 \text{ W}/\text{m}^2$$

Der Wärmeübergang von der Luft an Wasser spielt also eine untergeordnete Rolle.

Q – Strahlung

Für den Strahlungsaustausch mit der Beckenoberfläche ist die Temperatur der Raumumschließungsflächen maßgebend. Die Decken bilden hierbei den größten Anteil.

Wasser ist für Strahlung im sichtbaren Frequenzbereich bekanntlich transparent. Im Frequenzbereich der Wärmestrahlung ist Wasser jedoch „schwarz“. Der Absorptionskoeffizient (= Emissionskoeffizient) von einer Wasseroberfläche ist mit > 97 % sehr hoch. Für den Absorptionskoeffizienten der Umschließungsflächen wird 0,94 angesetzt.

Der Strahlungsaustausch ist proportional zu T^4 , und damit entwickelt er sich ordentlich dynamisch. Bezugs-

punkt ist jedoch der absolute Nullpunkt (T in Kelvin). Mit ausreichender Genauigkeit kann der Strahlungsaustausch in der Nähe von 30 °C linearisiert werden:

$$U_{\text{Strahlung}} = 5,8 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ °C } Q_{\text{Strahlung}} \\ = 5,8 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K } (T_{\text{Raum}} - T_{\text{Wasser}})$$

Die Strahlungsleistung von der Decke ist stark abhängig davon, inwieweit die Zuluft die Deckentemperatur beeinflusst. Dieser Einfluss kann sehr unterschiedlich ausfallen und reicht von leichter Übertemperatur über der Raumtemperatur:

$$Q_{\text{Strahlung, min}} = 5,8 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K } (31\text{°C} - 28\text{°C}) \\ = 17,4 \text{ W}/\text{m}^2$$

bis hin zu starken Zuluft-Einfluss mit:

$$Q_{\text{Strahlung, max}} = 5,8 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K } (38\text{°C} - 28\text{°C}) \\ = 58 \text{ W}/\text{m}^2$$

Diese Wärmestrahlung kann bei geringer Beckenwasserverdunstung (guter Schichtung) $Q_{\text{Verdunstung}}$ übersteigen, d. h. die Wassertemperatur steigt.

Die Strahlung wurde allerdings als unangenehm wahrgenommen (Strahlungsasymmetrie) und muss vermieden werden. Hinweise zur Befindlichkeit und Strahlungsasymmetrie werden in der DIN EN ISO 7730 „Ergonomie der thermischen Umgebung“³⁾ gegeben. Hier wird die erhöhte Strahlung von der Decke auch deutlich kritischer bewertet als z. B. erhöhte Strahlung von den Wandflächen.

Fazit Wärme- und Stoffströme


Auch wenn die Wärme- und Stoffströme nicht exakt berechnet wurden, gibt die Auseinandersetzung mit den

Gesetzmäßigkeiten doch einen guten Eindruck von dem Geschehen an der Wasseroberfläche.

Allgemein zu wenig beachtet wird der Einfluss der Wärmestrahlung, die bei den Wärmeflüssen in der Schwimmhalle dominant werden kann und fast immer größer ist als die Wärmeübertragung durch Konvektion an die Raumflächen. Auch die Unterschreitung von Taupunkttemperaturen an der Hüllfläche müsste diesbezüglich noch einmal betrachtet werden.

Zur Aufrechterhaltung der Temperaturschichtung sind geringe Wärmemengen notwendig, die in die Beheizung des Beckens eingehen und deutlich unter der Verdunstungswärme liegen. Verdunstungs- und Wärmeübergang sind aufgrund ähnlicher physikalischer Vorgänge aneinander gekoppelt und entwickeln sich proportional zueinander. Die Verdunstung ist stark von der Luftgeschwindigkeit in der Nähe der Beckenoberfläche abhängig.

Mehrere Becken-Temperaturen in einer Schwimmhalle

Werden mehrere Becken in einer Schwimmhalle mit unterschiedlicher Beckentemperatur betrieben, hat man das Problem, dass man für die Raumtemperatur und Luftfeuchte nur einen Wert vorgeben und einhalten kann. Dies ist nicht nur für den Betrieb mit Luftführung abwärts zu beachten. Insbesondere betrifft dies auch separate Schwimmhallen mit großflächigem Raumluftverbund. Stellt man hier unterschiedliche Lufttemperaturen ein, führt dies immer zu „Zugluftproblemen“ durch den starken Luftaustausch. 

Lösung bei Luftführungsproblemen am Beispiel des Freizeitbades Aquana

Bei Schwimmhallen mit Zuluft von oben und Abluft oben treten häufig Luftführungsprobleme auf wie in Teil 1 in der Oktober-Ausgabe bereits beschrieben. So gab es auch im Freizeitbad Aquana Würselen lange Zeit Probleme mit der Luftführung. Die Zuluft wird auf halber Raumhöhe mit Weitwurfdüsen eingebracht. Die Abluft wird am höchsten Punkt entnommen. Erschwerend kommt hinzu, dass eine Röhrenrutsche mit Wasserstrahl-Antrieb installiert ist, die große Mengen feucht-kalter Luft produziert. Dies hat dazu geführt, dass sich im Aufenthaltsbereich feuchte Luft angesammelt hat. Wurden die Zuluftstrahlen nach unten gerichtet, kam es zu starken Zugluft-Erscheinungen im Aufenthaltsbereich. In der Vergangenheit wurde versucht, das Problem mit Erhöhung der – ohnehin schon sehr großen – Ventilatorleistung zu bewältigen. Ohne Erfolg.

Wir haben dann einen Teil der Abluft nach unten verlegt. Hierzu wurde eine Absaugung in der Nähe des Austritts der Rutsche installiert, um die austretenden feuchtkalten Luftmassen zu erfassen. Bei der Regelung der Lüftungsanlage wurde der Volumenstrom an den Entfeuchtungsbedarf gekoppelt.

Ergebnis: Das Feuchte-Polster im Aufenthaltsbereich konnte komplett abgesaugt werden. Es stellte sich ein stabiler Zustand ohne Zugluftprobleme ein. Der Anlagen-Volumenstrom hat sich um 40 % reduziert. Die elektrische Ventilatorleistung wurde um 75 % reduziert. Die analoge Problematik bestand im Bereich des Schwimmerbeckens.

Maßnahmen:

- Die Absaugung wurde an einer Stelle nach unten verzogen.
- Die Feuchte wird im ganzen Raum auf einer Höhe abgezogen.

Komplettsanierung des Hallenbades Meerbusch

Das Hallenbad Meerbusch wurde Ende 2017 nach einer Komplettsanierung wiedereröffnet. Die Architektur wurde vom Planteam Ruhr in Gelsenkirchen ausgeführt, die TGA

Der intelligente Filter aus Deutschland

Tubularer Anschwemmfilter

Kein Platz für neue Sandfilter? Hier die neue Raumsparlösung von WTA. Der Tubulare Anschwemmfilter ist **kleiner, leichter, effizienter und ökologischer**.

Im Vergleich zu einem geschlossenem Schnellfilter sparen Sie:

- 90 % Gesamtgewicht – wichtig für Ihre Gebäudestatik
- 60 % Transportgewicht – wichtig für Ihre Kosten
- 66 % Platzeinsparung – wichtig für Sanierung und Bauablauf
- bis 95% Wassereinsparung (Bedarf für Verdünnung beachten)
- 1 µm Trenngrenze – ein Großteil Bakterien wird zurückgehalten
- geringeres Verkeimungsrisiko – Erneuerung des Filterhilfsstoffes wöchentlich nach DIN 19643

Aktuell in den **Größen 30, 60, 120 oder 200 m³/h.**

Vom eigentlichen Filter bis zum vollautomatischen Filter-System mit Kamera-Überwachung des Filterbettes, bei Bedarf mit automatischem und staubfreiem Handling des Filterhilfsstoffes, lieferbar.

Rufen Sie uns jetzt an!

T: +49 (0) 37 41 – 55 84 0

M: +49 (0) 151 64 40 08 47

oder finden Sie weitere Informationen hier:



wta-vogtland.de/anschwemmfilter

nach DIN 19624
& DIN 19643



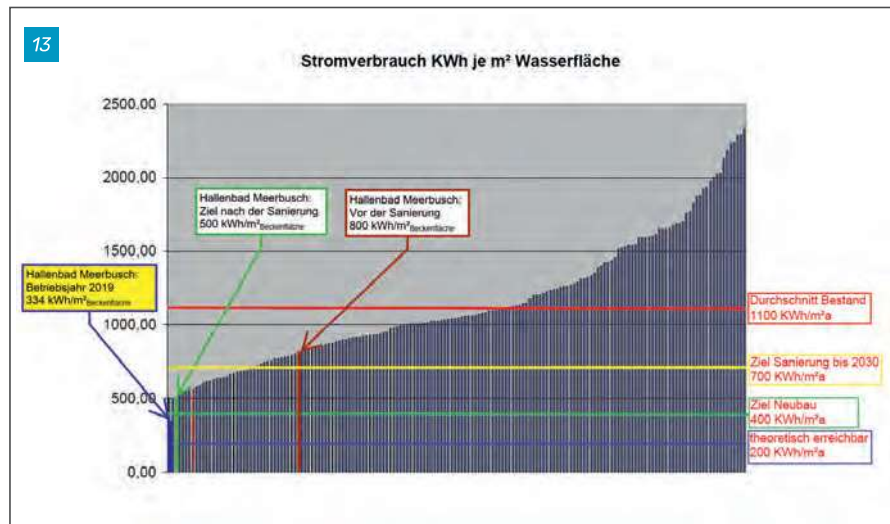
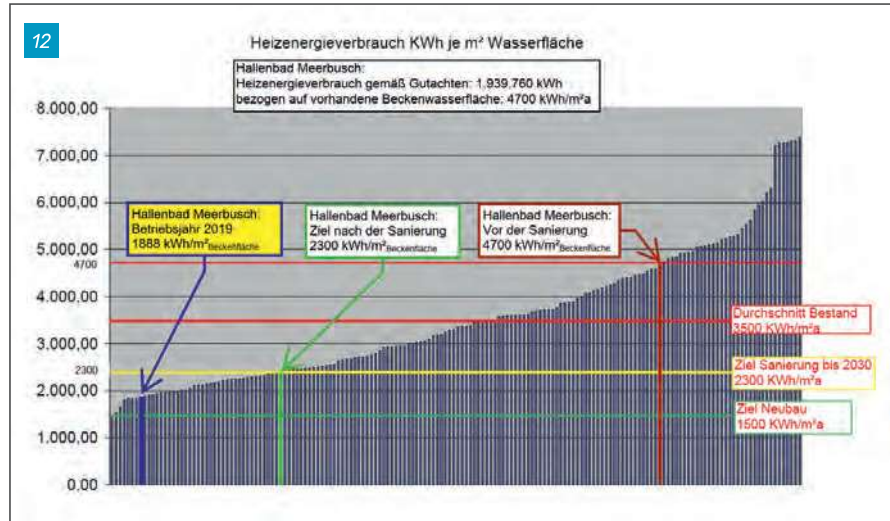
WTA
VOGTLAND
INNOVATIVE WASSERAUFBEREITUNG

www.wta-vogtland.de | info@wta-vogtland.de



12 | Heizenergieverbrauch
KWh je m² Wasserfläche

13 | Stromverbrauch KWh je m² Wasserfläche, Daten: DGfDB-Report „Kennzahlen Schwimmbäder“, Kategorie kommunale Hallenbäder (ca. 400 m² Wasserfläche)



Schwimmbäder“) eingetragen (siehe Abbildung 12).

In dem Wärmeverbrauch des Bades fließen sehr viele Faktoren ein. Die Einsparung ist jedoch so signifikant, dass diese ohne die massive Wirkung der Luftführung abwärts möglich wäre.

Die durchschnittliche elektrische Antriebsleistung für das Schwimmhallenlüftungsgerät (Zuluft und Abluft) betrug nur 2,3 kW. Dies spiegelte sich, zusammen mit anderen Stromeffizienz-Maßnahmen, in dem Gesamtstromverbrauch des Bades wider (siehe Abbildung 13).

Zusammenfassung

Moderne, hoch isolierte Glasfassaden ermöglichen auch neue und effizientere Konzepte der Luftführung in Schwimmhallen. Im vorliegenden Artikel wurde das Konzept einer „Luftführung abwärts“ genauer beleuchtet und es wurden Ausführungshinweise gegeben.

Bei der „Luftführung abwärts“ handelt es sich um eine Misch-Quelllüftung, bei der im oberen Teil der Halle die Luft gut durchmischt wird, während im unteren Teil eine Luftschichtung erhalten bleibt. Durch geeignete Wahl von Luftauslässen und Regeltemperaturen kann eine solche Schichtung auch im Betrieb erreicht werden, wodurch die Verdunstungsverluste des Bades um bis zu 80 % gesenkt werden können. Eine geregelte Abluft in Bodennähe erlaubt es, die Feuchte über dem Becken exakt zu regeln und die Abfuhr von Schadstoffen sicherzustellen. Die Raumluft im Aufenthaltsbereich hat eine geringere Feuchte und Schadstoffkonzentration.

Die Realisierung der Luftführung abwärts erfordert ein gutes Zusammenspiel aller Gewerke. Werden die Anlagen sorgfältig gebaut und in Betrieb genommen, dann lassen sich die Energiekosten eines Bades um bis zu 25 % senken.

Quellen

- 1) ASHRAE Transactions: Methods for calculation of evaporation from swimming pools and other water surfaces, 2014
- 2) Biasin, K. und Krumme, W.: Die Wasserverdunstung in einem Innesschwimmbad. In: Elektrowärme international, Heft 32 (1974); A3, A 115 und A 129
- 3) DIN EN ISO 7730: Ergonomie der thermischen Umgebung – Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit.

