

# Schwimmbadklimatisierung: Worauf es bei der Planung ankommt

## Planungsaspekte und Auslegungsparameter nach VDI-Richtlinie 2089

Bei dem Bau und Erhalt von Schwimmbädern stehen der kommunalen Verantwortung zur Schaffung bzw. Erhaltung kultureller Einrichtungen meist rückläufige finanzielle Möglichkeiten im öffentlichen Bereich entgegen. Einen großen Einfluss auf die Errichtung bzw. den Fortbestand hat der Energiebedarf für den Betrieb des Schwimmbads. Auch wenn aufgrund der komplexen Anlagentechnik Wechselbeziehungen zwischen Badewassertechnik und Schwimmhallenklimatisierung bestehen, ist hier ein hohes Energie- und Kosteneinsparpotential vorhanden, was eine ganzheitliche Planung für Neu- bzw. Umbau von Bestandsbädern erfordert.

Moderne Wellness- und Freizeitbäder bieten den Gästen viel mehr als nur eine Gelegenheit zum Schwimmen. Außerhalb des Beckens laden Liegebereiche zum Entspannen ein. Die damit verbundene lange Aufenthaltsdauer des Gastes auch außerhalb des Schwimmbeckens erhöht die Anforderungen an das Schwimmhallenklima. Der Besucher mit nasser Badebekleidung reagiert empfindlich auf zu niedrige Raumtemperaturen und Zugserscheinungen, da durch Wasserverdunstung dem Körper Wärme entzogen wird. Durch angepasste Luftkonditionen kann dem entgegengewirkt werden und das Wohlbefinden wird aufrecht gehalten. Aber nicht nur die Sicherstellung der richtigen Luftkonditionen (Temperatur und Feuchte) im jeweiligen Schwimmbadbereich müssen durch die Planung gewährleistet werden. Das Lüftungskonzept muss zudem Schäden am Bauwerk durch zu hohe Feuchten

(Taupunktunterschreitung) und den Abtransport von Desinfektionsprodukten, die durch das Verdunsten des Wassers in die Luft gelangen, sicherstellen. Außerdem dürfen Themen wie Betriebskostensenkung und bestmögliche Energieausnutzung in der heutigen Zeit bei der Planung nicht mehr außer Acht gelassen werden.

### Planungsaspekte

Hilfestellung hier leistet die VDI-Richtlinie 2089 „Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern“. In Blatt 1 der Richtlinie sind Empfehlungen für Auslegungswerte und praxisbezogene Hinweise für TGA-Planer bzw. Schwimmhallenbetreiber enthalten. Schwimmbadspezifische Optimierungsmöglichkeiten sowohl für Neubauten als auch Sanierung in den Bereichen Wärme, Raumluft-, Sanitär-, und Elektrotechnik können dem Blatt 2 entnommen werden. Gebäudetechnische Anlagen für Becken in

Außenbereichen bzw. Freibäder werden im Blatt 3 der VDI 2089 beschrieben.

Moderne Konzepte von Wellness- und Freizeitbädern sehen einen Mix aus unterschiedlichen Badebedürfnissen vor. So müssen Interessen rund um Sport und Spaß genauso erfüllt werden, wie der Wunsch nach Erholung und Gesundheit. Dies führt zu unterschiedlichsten Anforderungen an die verschiedenen Beckenarten in einem Schwimmbad. Im Vordergrund dabei die Wassertemperaturen, die dem Aktivitätsgrad des Badegastes angepasst sind (Tabelle 1).

Dem Wohlfühlfaktor wird mit angepassten Raumtemperaturen Rechnung getragen. Während des Badebetriebes sollte die Temperaturdifferenz zwischen Schwimmhallenluft und Beckenwassertemperatur 2 K bis 4 K betragen. Es sind max. 34°C Raumlufttemperatur anzusetzen, um einen unnötig hohen Energieaufwand zu vermeiden. Folglich werden in der Regel Raumlufttemperaturen im Schwimm- bzw. Beckenbereich zwischen 30°C und 34°C für den Badebetrieb angesetzt (Tabelle 2). Die relative Raumluftfeuchte soll im Bereich zwischen 40 und 64% liegen. Ein kurzzeitiges Über- bzw. Unterschreiten dieses Feuchtebereiches ist zulässig, wenn Schäden an der Bausubstanz ausgeschlossen sind. Dauerhaft ist dies jedoch zum Schutz von Gebäudebauteilen und aus Komfortgründen (Schwülegrenze eines unbedeckten Menschen liegt bei 14,3 g/kg trockener Luft) zu vermeiden. Eine Ausnahme bildet allerdings der Sommer. Die Grenzwerte dürfen überschritten werden, wenn der Wassergehalt der Außenluft größer als 9 g/kg trockener Luft ist.

In der Regel werden Schwimmhallen mit einem Luftzustand von ca. 30°C und 54% r. F. (14,3 g/kg trockener Luft =

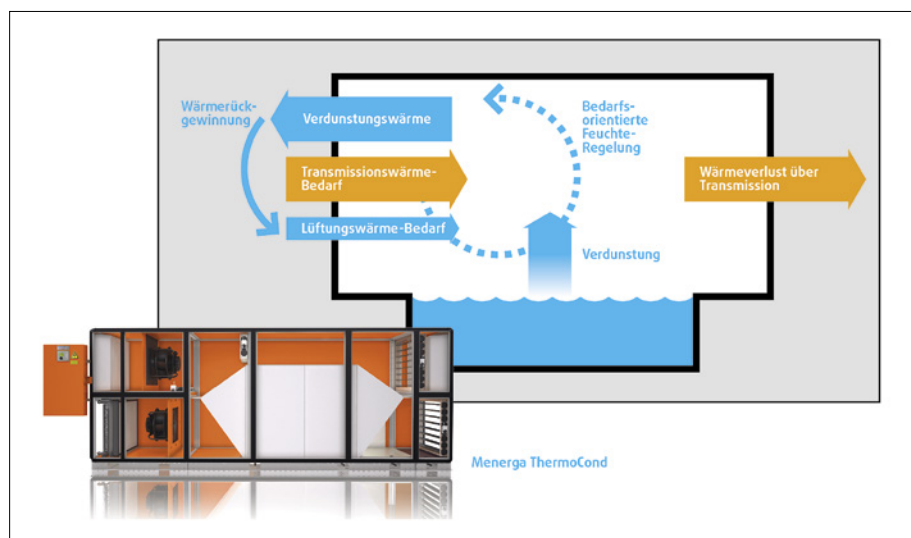


Bild 1: Prinzipdarstellung der Wärmeströme für Lüftung, Transmission und Verdunstung in einem Schwimmbad.

Schwülegrenze) betrieben. Bei schlechter Baukonstruktion oder ungenügender Isolierverglasung ist es oft erforderlich, die Raumluft bei tiefen Außentemperaturen unterhalb der Grenzwerte zu entfeuchten, wodurch ein erhöhter Energieaufwand entsteht.

### Auslegungsparameter

Die Grundlage für die Auslegung einer Lüftungsanlage in der Schwimmhalle stellt die Verdunstung des Wassers von der Beckenwasserfläche dar. Durch die Vielzahl der Wasserattraktionen wie Wasserrutschen, Sprudelbecken, usw. wird die verdunstende Wassermenge erheblich vergrößert. Wesentlich ist hierbei die Erkenntnis, dass sich die Auswirkungen bei der zeitgleichen Verwendung mehrerer Attraktionen nicht einfach addieren lässt. Vielmehr stabilisiert sich die Verdunstung bei einer steigenden Anzahl von Attraktionen in Form einer Sättigungskurve. Um dies zu berücksichtigen, werden die Attraktionen mit dem Faktor der relativen Feldverstärkung bewertet. Die Summe dieser Werte wird dann in ein Kurvendiagramm eingesetzt, aus dem sich der zusätzliche Wasserübergangskoeffizient ( $\Delta\beta A$ ) für alle Attraktionen ableiten lässt (Bild 2).

Für die Bemessung der raumlufttechnischen Anlage ist der höchste verdunstende Wassermassenstrom ( $\dot{M}_{D,O,max}$ ) anzusetzen. Dieser kann mithilfe der VDI 2089-1 auf Basis der vorgenannten Einflussfaktoren bestimmt werden. Für den Wassergehalt der Außenluft ( $x_{D,A}$ ) schlägt die VDI einen Wert von 9 g/kg trockener Luft vor, was der mittleren Außenluftfeuchte aller Klimazonen in Deutschland entspricht. Die Feuchte der Schwimmhallenluft ( $x_{D,L}$ ) soll laut Richtlinie mit 14,3 g/kg trockener Luft angesetzt werden. Hier wird von der Schwülgrenze, die nicht überschritten werden soll, ausgegangen. Setzt man eine geringere Schwimmhallenfeuchte an, führt dies zu einem größeren Außenluft-Auslegungsmassenstrom ( $\dot{M}_{A,S}$ ), was mit höherem Energieaufwand einhergeht. Der Außenluft-Auslegungsmassenstrom wird wie folgt berechnet:

$$\dot{M}_{A,S} = \frac{\dot{M}_{D,O,max}}{x_{D,L} - x_{D,A}}$$

Der oben genannte Luftmassenstrom ist gleichzeitig der maximal zu fördernde Außenluftmassenstrom. Aus energetischen und betriebswirtschaftlichen Gründen werden Schwimmhallen-Klimageräte mit Umluft und Min-

Tabelle 1: Empfohlene Beckenwassertemperaturen nach VDI-Richtlinie 2089.

Beckenart	Wassertemperatur $t_w$ in °C
Nichtschwimmerbecken, Schwimmerbecken, Springerbecken, Wellenbecken	28
Freizeitbecken	28 - 32
Planschbecken	32
Bewegungsbecken	32
Therapiebecken	36
Warmsprudelbecken	36
Becken in Schwitzbädern:	
Warmbecken	35
Kaltbecken	15

Tabelle 2: Empfohlene Raumlufttemperaturen nach VDI-Richtlinie 2089.

Raumart	Raumtemperatur $t_r$ in °C	
	min.	max.
Eingangsbereich, Nebenräume	20	
Treppenhäuser	18	
Umkleieräume	22	28
Sanitäts-, Schwimmmeister- und Personalräume	22	26
Duschräume mit zugehörigen Sanitärräumen	26	34
Schwimmhalle	30	34

destaußenluftanteil betrieben. Der Mindestaußenluftanteil im Badebetrieb nach VDI 2089 beträgt 30 % des Auslegungsmassenstromes. Durch Personenbelegung, Schadstoffkonzentration (hauptsächlich Chlor und Trihalogenmethan) der Schwimmhallenluft und Feuchtebelastung liegt der tatsächliche Außenluftanteil zwischen 30 und 100 %.

### Wärmerückgewinnung

Geht es um die Klimatisierung von Schwimmhallen, ist die Wärmerückgewinnung (WRG) aus der in der feuchten Abluft enthaltenen Wärmeenergie einer der wichtigsten Aspekte. Schließlich wirkt sich diese in erheblichem Maße auf die Betriebskosten der Schwimmhalle und deren Energieverbrauch aus. Ein großer Teil davon entfällt auf die Ausgaben für das Wiederaufheizen der nachgeführten trockenen Außenluft.

Ein immer stärker werdender Nachhaltigkeitsgedanke in der Schwimmhallenklimatisierung und strenger werdende normative Vorschriften stellen zudem hohe Anforderung an einen effizienten Betrieb von Lüftungsanlagen. Es ist im Interesse von Planern und Betreibern sich die WRG moderner Anlagen zu nutzen zu machen, da die Energieeinpa-

rung in der Regel enorm ist. Zur Klimatisierung von öffentlichen Schwimmhallen werden aus wirtschaftlichen Gründen somit oftmals Anlagen mit integrierter Wärmepumpe eingesetzt. Allerdings gibt es auch Bereiche, bei denen die Nutzung einer Wärmepumpe aus bestimmten Gründen nicht in Frage kommt oder sich nicht lohnt. Für einen wirtschaftlichen Betrieb einer Wärmepumpe sind daher entsprechende Jahreslaufzeiten wichtig.

Grundsätzlich ist der Verzicht auf eine Wärmepumpe dann sinnvoll, wenn überschüssige Wärme anderer Quellen vorhanden ist. Eine solche Quelle kann bspw. thermische Solarenergie oder ein Blockheizkraftwerk (BHKW) sein, dessen im Betrieb anfallende Abwärme zum Nachheizen der Zuluft zur Verfügung steht. Dazu kann ein Großteil des Elektroenergiebedarfs der Lüftungsanlage vom erzeugten Strom des BHKWs gedeckt werden.

Allgemein bietet sich der Einsatz eines BHKWs in Schwimmhallen an, wenn nahezu ganzjährig ein Bedarf an Elektroenergie für das Betreiben von Wasseraufbereitung, Lüftung und Beleuchtung sowie gleichzeitig Wärmeenergie für Lüftung, Beckenwasser und Trinkwasser benötigt wird.

Beim Einsatz von hocheffizienten, leistungsregelbaren Wärmepumpen in

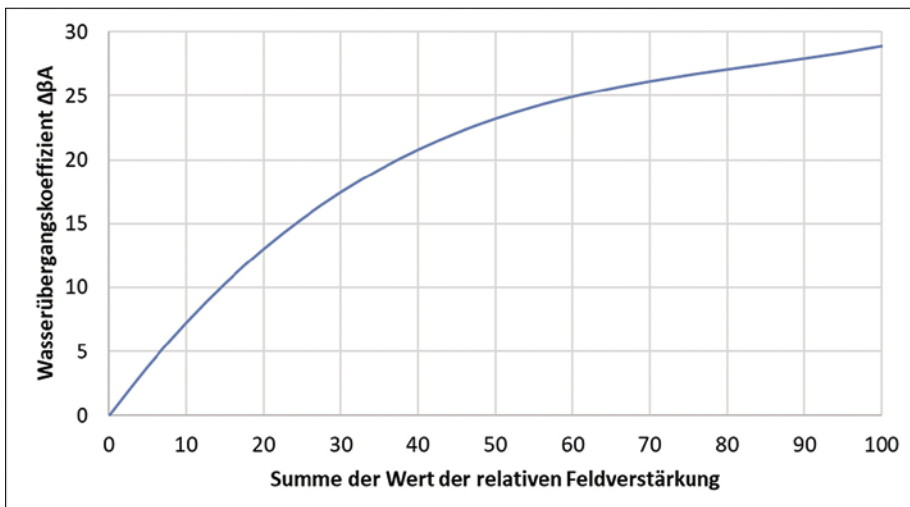


Bild 2: Diagramm zur Ermittlung des zusätzlichen Wasserübergangskoeffizienten nach VDI-Richtlinie 2089.

Schwimmbadlüftungsgeräten reduziert sich der Wärmeenergiebedarf bei Außenlufttemperaturen über 15°C auf nahezu Null, d.h. der ganzjährige Bedarf an Wärme reduziert sich entsprechend und kann bei Verwendung eines BHKWs dessen wirtschaftlichen Betrieb wesentlich mindern.

Insbesondere bei großen Projekten, bei denen ohnehin mehrere Geräte zum Ein-

satz kommen, bietet es sich an, sowohl Anlagen mit als auch ohne Wärmepumpe einzusetzen. Während Anlagen mit Wärmepumpe die Entfeuchtung im Umluftbetrieb gewährleisten und im Badebetrieb vorrangig den Mindestaußenluftanteil bereitstellen, sichern Anlagen ohne Wärmepumpe den gemäß VDI 2089 erforderlichen Außenluftvolumenstrom bei maximaler Feuchtelast. Auf diese Weise wird

der vorgeschriebene Mindestaußenluftanteil bei minimalem Energieverbrauch garantiert.

**Fazit**

An die Klimatechnik für Schwimmhallen werden höchste Ansprüche gestellt. Ganzjährig müssen Raumlufttemperatur und Raumluftfeuchte in einem engen Bereich gehalten werden. Der Schutz der Gebäudehülle und hohe Anforderungen an Komfort müssen von der Schwimmhallenklimatisierung zu gleichen Teilen berücksichtigt und gewährleistet werden. Das alles unter Berücksichtigung immer strenger werdender normativer Bestimmungen, maximaler Energieeffizienz und minimaler Betriebskosten. Mit der Richtlinie VDI 2089 erhalten Planer und Betreiber jedoch ein Regelwerk, das bei der Konzeptionierung von neuen Schwimmhallen wie auch bei der Sanierung bestehender Bäder maßgeblich unterstützt.

Autor: Tobias Lackmann, Area Sales Manager, Menerga GmbH

Bilder: Menerga

[www.menerga.com](http://www.menerga.com)

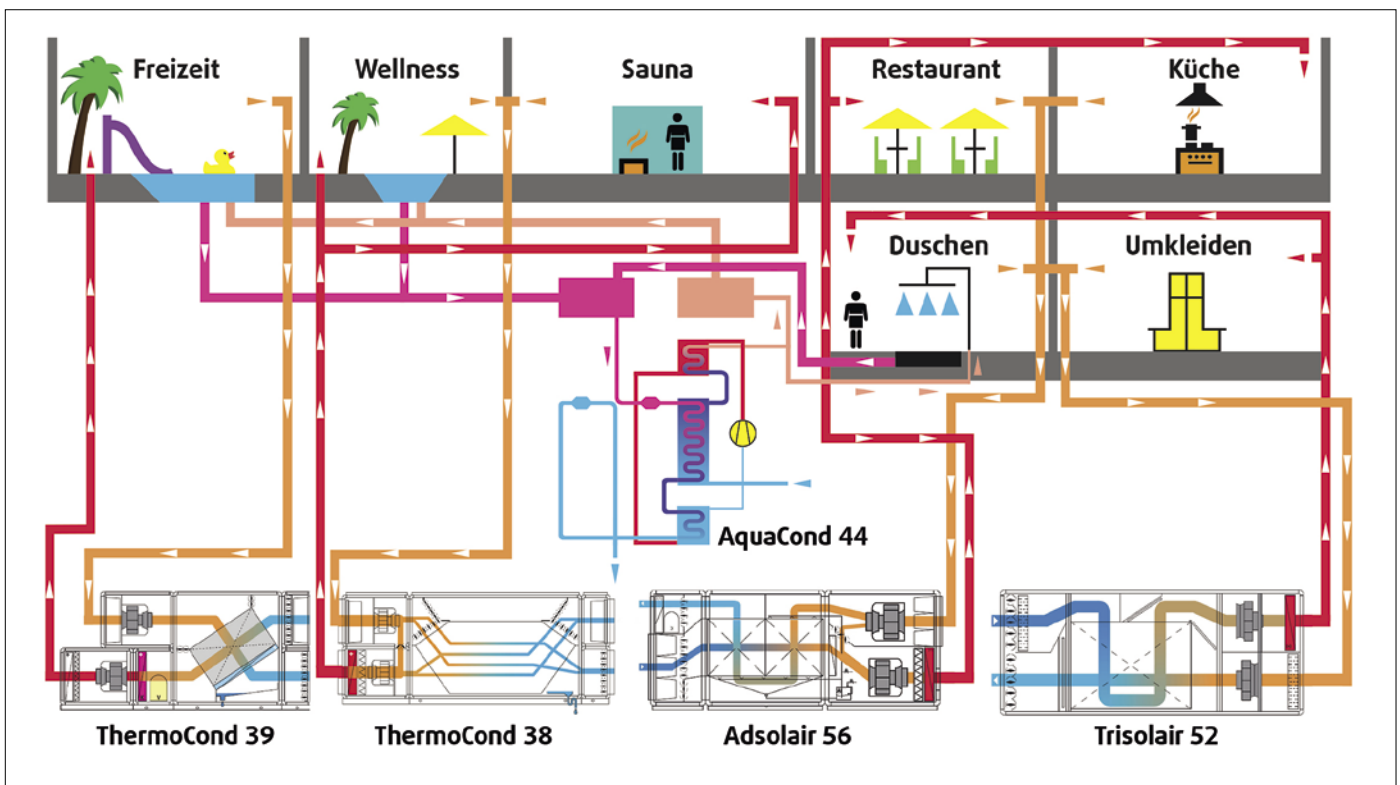


Bild 3: Prinzipschema eines öffentlichen Schwimmbads mit verschiedenen Lüftungs-/Klimageräten in Abhängigkeit der jeweils benötigten Raumluftverhältnisse.