

## **Mindestanforderungen an Lüftungsanlagen**

### **Allgemeines**

#### **Geltungsbereich**

Diese Richtlinie gilt für die Planung von Raumluft-, und Entfeuchtungsanlagen für ausschließlich privat genutzte Schwimmhallen.

#### **Zweck**

Diese Richtlinie enthält Praxishinweise, um für die Planung und Ausführung von Lüftungsanlagen fachliche Hinweise zu geben und gegebenenfalls auf andere Regelwerke und Normen zu verweisen.

Diese Richtlinie wurde zudem erarbeitet, um die Behaglichkeit für den Benutzer zu gewährleisten, Voraussetzungen für die Vermeidung von Bauschäden zu schaffen und einen wirtschaftlichen energieeffizienten Betrieb zu ermöglichen.

#### **Ersteller**

Diese Richtlinie wurde vom Technischen Beirat des bsw ausgearbeitet.

#### **Ergänzungen**

Weitere Stellungnahmen, die sich aus der Entwicklung des Fachgebietes ergeben, können dem bsw zur Erörterung und Berücksichtigung für eine spätere Ausgabe vorgelegt werden.

#### **Benutzerhinweise**

Die bsw-Richtlinien sind eine wichtige Erkenntnisquelle für fachgerechtes Verhalten im Normalfall. Jedoch können sie nicht alle möglichen Sonderfälle erfassen, in denen weitergehende oder einschränkende Maßnahmen geboten sein können. Dennoch bilden sie einen Maßstab für einwandfreies, technisches Verhalten.

Die bsw-Richtlinien sind Ergebnis ehrenamtlicher technisch-wissenschaftlicher Gemeinschaftsarbeit, für die keine Haftung übernommen wird. Die bsw-Richtlinien stellen sich, wie es die Praxis gezeigt hat, als "Anerkannte Regeln der Technik" dar.

Die bsw-Richtlinien werden auch beim Deutschen Informationszentrum für technische Regeln (DITR) im DIN in Berlin hinterlegt.

## Inhalt

1	Richtwerte für den Wärmeschutz von Gebäuden .....	3
1.1	Gesetzliche Vorschriften.....	3
1.2	Bemessungswerte für den Wärmeschutz .....	3
1.3	Taupunktfreiheit der Baukonstruktion.....	3
2	Bemessungswerte für Temperaturen und Luftfeuchte.....	3
2.1	Raumlufttemperatur.....	3
2.2	Raumluftfeuchte.....	4
2.3	Luftstrombemessung.....	4
2.4	Auslegungsdaten Schwimmhalle .....	5
2.5	Berechnung des Außenluftmassenstroms .....	7
2.6	Alternative, beispielhafte Berechnung der Luftmenge bei verschiedenen Schwimmhallentypen und Wassertemperaturen .....	8
2.6.1	Dimensionierung von Geräten mit Außen-/Fortluft (nach Luftmenge).....	8
2.7	Dimensionierung von Wärmepumpen-Geräten mit Umluft (nach Verdunstung).....	9
2.8	Rechengang für Wärmsprudelbecken (Whirlpool) .....	10
3	Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung .....	12
3.1	Auswahl der Wärmerückgewinnungseinrichtungen .....	12
3.2	Lüftungswärmebedarf.....	12
3.3	Erdverlegte Lüftungsleitungen.....	12
3.4	Schwimmbeckenabdeckung.....	12
3.5	Wärmedämmung der Lüftungskanäle .....	12
3.6	Luftgeschwindigkeiten .....	13
4	Sommerlicher Wärmeschutz .....	13
5	Luftführung .....	13
5.1	Einfluss Fenstergröße .....	14
5.2	Luftwechselrate.....	14
6	Lüftungsgerätekonzepte .....	14
6.1	Umluftwärmepumpe.....	14
6.2	Wärmepumpe mit Außen- und Fortluft.....	15
6.3	Rekuperator Prinzip .....	16
6.4	Kombination aus Rekuperator- und Wärmepumpenprinzip (2-stufige Wärmerückgewinnung) .....	16
7	Schallschutz bei lüftungstechnischen Anlagen .....	17
8	Brandschutz.....	17
9	Elektroinstallation .....	17

## 1 Richtwerte für den Wärmeschutz von Gebäuden

### 1.1 Gesetzliche Vorschriften

Die energierechtlichen Vorgaben, Gesetze und Regelwerke in der jeweils gültigen Fassung, und wenn anwendbar, sind zu beachten.

### 1.2 Bemessungswerte für den Wärmeschutz

Für die thermische Behaglichkeit des Badegastes sind ausreichend hohe und gleichmäßige Oberflächentemperaturen der Raumbegrenzungsflächen notwendig. Demnach sollte die mittlere Wandtemperatur gleich oder wenigstens annähernd gleich der Lufttemperatur im Raum sein (empirischer Richtwert: Differenz von 2-3K). Fensterflächen inklusive Rahmen sollen den besonderen bauphysikalischen Anforderungen entsprechen.

### 1.3 Taupunktfreiheit der Baukonstruktion

Um Bauschäden zu vermeiden, darf der Taupunkt in der Schwimmhalle an keiner Stelle in oder auf einer Wand- oder Deckenfläche erreicht werden.

Es ist zu beachten, dass diese klimatischen Belastungen dauerhaft auf die Baukonstruktion einwirken und nicht nur zeitweise.

## 2 Bemessungswerte für Temperaturen und Luftfeuchte

Die folgenden Bemessungswerte gelten für die Auslegung der technischen Anlagen, soweit vom Auftraggeber nicht ausdrücklich andere Werte gefordert werden.

Der Auftraggeber muss Abweichungen von den Werten - Temperatur, Feuchte, Luftmengen - nachweislich zugestimmt haben, anderenfalls liegt die Verantwortung bei der Planung und Ausführung.

Sind keine individuellen Temperaturen nachweislich vereinbart, sollte für die Berechnung / Planung eine Wassertemperatur von 30°C angesetzt werden.

### 2.1 Raumlufttemperatur

Dem unbekleideten Körper wird infolge Verdunstung des an ihm haftenden Wasserfilms zusätzlich Wärme entzogen. Um die Behaglichkeit zu gewähren und den Wärmeverlust zu vermindern, soll während des Badebetriebes die Raumlufttemperatur der Schwimmhalle ca. 2 K über der Beckenwassertemperatur, jedoch nicht über 34 °C, liegen.

## 2.2 Raumluftfeuchte

Die relative Feuchte der Raumluft in der Schwimmhalle muss im Bereich physiologischer Zuträglichkeit liegen. Zu hohe relative Luftfeuchte verursacht Schwüleempfinden. Die Schwülegrenze für den unbekleideten Menschen liegt bei einem Dampfteildruck von  $PD = 22,7 \text{ hPa}$  entsprechend einem Wassergehalt von  $x = 14,3 \text{ g/kg}$  trockene Luft. Ein Überschreiten dieses empirischen Wertes ist nur zulässig bei einem Wassergehalt der Außenluft von  $x > 9 \text{ g/kg}$  trockene Luft entsprechend einem Dampfteildruck  $PD = 14,4 \text{ hPa}$ , was überwiegend in der warmen Jahreszeit auftreten kann.

Zum vorbeugenden Schutz der Bauteile im Schwimmhalleninnenraum und im Hinblick auf eine behagliche Schwimmhallenatmosphäre soll die relative Raumluftfeuchte, je nach Raumtemperatur, zwischen dem empirischen Wert von 50% bis  $\leq 64\%$  liegen. Um Schäden an Bauteilen oder dem Bauwerk vorzubeugen, sind Materialien zu wählen, die vom Hersteller für die Verwendung in einer Schwimmhalle vorgesehen sind. Im Zuge der zunehmend höheren energetischen Anforderungen (z.B. Wärmedämmung), kann ein höherer Wassergehalt von bis zu 17,2 g/kg zugelassen werden. Voraussetzung hierfür ist, dass die betroffenen Umschließungsflächen und Bauteile bauphysikalisch und sachkundig bewertet werden.

## 2.3 Luftstrombemessung

Für die Auslegung der Lüftungsanlagen ist diejenige Betriebsweise des Hallenbades zugrunde zu legen, die gemittelt über eine Stunde zum höchsten verdunstenden Wassermassenstrom führt. Der wirtschaftlichen Bewertung von raumlufttechnischen Anlagen und Wärmerückgewinnungsanlagen sind Durchschnittswerte von 24h der Wasserverdunstung zugrunde zu legen.

Der Luftwechsel sollte unter vorrangiger Beachtung von Zugfreiheit in der Schwimmhalle  $> 4\text{-fach}/\text{h}$  betragen.

Die Bezugsfläche für die Berechnung des verdunstenden Wassermassenstroms eines Schwimm- und Badebeckens ist die nutzbare Wasserfläche, die sich aus den Nennmaßen des Beckens ergibt. Bei der Dimensionierung von Entfeuchtungsanlagen müssen nur gleichzeitig genutzte Wasserattraktionen berücksichtigt werden.

Für Sonderräume (z.B. Saunen, Fitnessräume, Wellness-Anlagen) sind separat auszulegende Raumlufttechnische Anlagen (sogenannte RLT-Anlagen) notwendig.

## 2.4 Auslegungsdaten Schwimmhalle

Der maximale Außenluftstrom wird bestimmt aus dem Außenluftzustand im Sommer. Der verdunstende Wassermassenstrom eines Beckens ist nach dem Grundgesetz des Stoffübergangs bei stationärer Verdunstung zu ermitteln.

Um möglichen Gerüchen und Aufkonzentrierungen vorzubeugen, bzw. eine gute Luftqualität sicherzustellen, ist ausreichend/zeitweise Außenluft zuzuführen.

$$\dot{M}_{D,B \ u/b} = \frac{\beta_{u,b}}{R_D * T} * (p_{D,W} - p_{D,L}) * A_B$$

$\dot{M}_{D,B \ u}$  verdunstender Wassermassenstrom eines  
unbenutzten Beckens kg/h

$\dot{M}_{D,B \ b}$  verdunstender Wassermassenstrom eines  
benutzten Beckens kg/h

$\beta_{u \ bb}$  Wasserübergangskoeffizient für unbenutztes  
bzw. benutztes Becken (Tabelle 3) m/h

RD spezifische Gaskonstante für Wasserdampf 461,52J/kg K

T arithmetisches Mittel von  
Wasser- und Lufttemperatur (Tabelle 1 und 2) K

$p_{D,W}$  Sättigungsdruck von Wasserdampf bei  
Wassertemperatur Pa

$p_{D,L}$  Wasserdampfdruck der Schwimmhallenluft Pa

$A_B$  nutzbare Wasserfläche des Beckens m<sup>2</sup>

Tabelle 1 Werte für Beckenwassertemperaturen

Beckenart	Wassertemperatur [tW °C]
Schwimmbecken	bis 32
Warmsprudelbecken (Whirlpool)	36

Tabelle 2 Werte für Raumlufttemperaturen

Becken	Raumlufttemperatur	
	min °C	max °C
Schwimmhalle	30	34
Umkleide	22	28
Duschräume	26	34

Tabelle 3 Werte für Wasserübergangskoeffizient

Becken	Wasserübergangskoeffizient	
	unbenutztes Becken $\beta_u$ m/h	benutztes Becken $\beta_b$ m/h
Schwimmbecken mit Abdeckung	0,7	--
Schwimmbecken ohne Abdeckung	7	21

Der höchste verdunstende Wassermassenstrom ( $\dot{M}_{D,B,b}$ ) ist der Bemessung der raumlufttechnischen Anlage zu Grunde zu legen.

Bei entsprechenden Betriebsbedingungen kann auch eine reduzierte Auslegung (z.B. Ruhebetrieb) mit dem Auftraggeber vereinbart werden.

Bei Schwimmbecken mit Skimmer kann erfahrungsgemäß ein Faktor ca. 0,9 auf die zuvor ermittelte Luftmenge berücksichtigt werden.

## 2.5 Berechnung des Außenluftmassenstroms

Der zu fördernde Außenluftmassenstrom (MA,S) wird durch den mittleren Wasserdampfgehalt der Außenluft im feuchtesten Sommermonat bestimmt.

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

$\dot{M}_{A,S}$	Außenluft-Außenluftmassenstrom	kg/h
$\dot{M}_{D,max}$	höchster verdunstender Wassermassenstrom	kg/h
$x_{D,L}$	Wasserdampfgehalt der Schwimmhallenluft (Richtwert: Sättigungsgehalt bei Wassertemperatur)	$x_{D,L} = 0,0143 \text{ kg/kg}$
$x_{D,A}$	Wasserdampfgehalt der Außenluft im Mittel aller Klimazonen in Deutschland	$x_{D,A} = 0,009 \text{ kg/kg}$

Die Ermittlung der erforderlichen Luftmenge (VL) errechnet sich:

$$\dot{V}_L = \frac{\dot{M}_{A,S}}{\rho_{AL}}$$

$\rho_{AL}$	Dichte der Außenluft	kg/m <sup>3</sup>
$\dot{V}_L$	Zulufstrom	m <sup>3</sup> /h

Die Dichte der Außenluft ist entsprechend der jeweiligen Temperaturen und Feuchten zu berechnen, oder sie ist den Tabellen zu entnehmen. Zur Vereinfachung ist ein mittlerer Wert von 1,2 kg/m<sup>3</sup> anzusetzen.

Beispiel:

Schwimmhalle Beckenfläche 40m<sup>2</sup>

Beckenwassertemperatur 30 °C (301 K) Raumlufttemperatur 32 °C (303 K)

$$\dot{M}_{D,B,b} = \frac{21 \text{ m}/\text{h}}{461,52 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} * 302 \text{ K}} * (3783 \text{ Pa} - 2270 \text{ Pa}) * 40 \text{ m}^2 = 9,12 \text{ kg}/\text{h}$$

$$\dot{M}_{A,S} = \frac{9,12 \text{ kg}/\text{h}}{0,0143 \frac{\text{kg}}{\text{kg}} - 0,009 \text{ kg}/\text{kg}} = 1720 \text{ kg}/\text{h}$$

$$\dot{V}_L = \frac{1720 \text{ kg}/\text{h}}{1,15 \text{ kg}/\text{m}^3} = 1495 \text{ m}^3/\text{h}$$

Die Schwimmhalle ist mit einer Lüftungsanlage mit einer Außenluftleistung von mind. 1433 m<sup>3</sup>/h auszurüsten.

## 2.6 Alternative, beispielhafte Berechnung der Luftmenge bei verschiedenen Schwimmhallengrenzen und Wassertemperaturen

Die Berechnungen in den nachfolgenden Tabellen orientieren sich bis 27 °C nach der Bautenschutzwelze ( $< 64\% \text{ r.F.}$ ) sowie über 28 °C nach der Schwülegrenze.

### 2.6.1 Dimensionierung von Geräten mit Außen-/Fortluft (nach Luftmenge)

Luftmenge in [m³/h] pro m² Beckenoberfläche (bei Badebetrieb)					
Hallentyp <n. VDI 2089>					Wohnhausbad
			Kompaktgeräte (Truhengeräte)	Kanalgeräte	
Hallentyp <n. Erfahrung>			Wohnhausbad ohne Wasserattraktionen	Wohnhausbad ohne Wasserattraktionen	Wohnhausbad mit Wasserattraktionen
			Wasserübergangskoeffizient $\beta$		
Wasser- temp. [°C]	Raum- temp. [°C]	Relative Feuchte [%]	11 [m/h]	14 [m/h]	21 [m/h]
26	28	60,3	14,1	18,0	26,9
27	29	56,9	16,7	21,3	31,9
28	30	53,7	19,4	24,7	37,1
29	31	50,7	22,3	28,4	42,5
30	32	47,9	25,3	32,2	48,2
31	33	45,3	28,4	36,1	54,2
32	34	42,8	31,6	40,3	60,4
33	35	40,5	35,0	44,6	66,9
34	36	38,3	38,6	49,1	73,7

Beispiel:

**gegeben:**

Gerätetyp: = Kanalgerät

Schwimmhallengrenze: = Wohnhausbad ohne Wasserattraktionen

Beckenwasserfläche: = 35 m<sup>2</sup>

max. Wassertemperatur: = 30 °C

**gesucht:**

Luftmenge:  $35[m^2] \cdot 32,2[m^3/h]/[m^2] = \underline{1127m^3/h}$

**Hinweis zur Tabelle**
**Auslegungs-Bezugspunkte:**

Hallendifferenztemperatur $\Delta T$ :	Hallentemperatur +2 °C über der Wassertemperatur
Wassergehalt der Zuluft:	9 g/kg (in Anlehnung der VDI 2089)
max. Wassergehalt der Raumluft:	14,3 g/kg (in Anlehnung der VDI 2089)
Dichte des (Luft-)Volumenstroms:	1,15 kg/m³
Relative Hallenfeuchte:	In Anlehnung der VDI 2089 auf max. 14,3 g/kg Wassergehalt in der Raumluft begrenzt
Luftdruck:	1013,25 hPa

## 2.7 Dimensionierung von Wärmepumpen-Geräten mit Umluft (nach Verdunstung)

Verdunstungsmenge in [Liter/h] pro m² Beckenoberfläche (bei Badebetrieb)					
Hallentyp <n. VDI 2089>		Kompaktgeräte (Truhengeräte)		Kanalgeräte	
Hallentyp <n. Erfahrung>		Wohnhausbad ohne Wasser-attraktionen		Wohnhausbad ohne Wasser-attraktionen (Niedrige Auslegung)	Wohnhausbad mit Wasserattraktionen
Wasserübergangskoeffizient $\beta$					
Wasser-temp. [°C]	Raum-temp. [°C]	Relative Feuchte [%]	9 [m/h]	12 [m/h]	14 [m/h]
26	28	60	0,07	0,09	0,11
27	29	60	0,08	0,10	0,12
28	30	59,9	0,08	0,11	0,12
29	31	56,6	0,09	0,13	0,15
30	32	53,5	0,11	0,15	0,17
31	33	50,5	0,12	0,17	0,19
32	34	47,8	0,14	0,19	0,22
33	35	45,2	0,16	0,21	0,25
34	36	42,8	0,18	0,23	0,27
					0,41

**Beispiel:**
**gegeben:**

Gerätetyp: = Truhengerät (z. B. Wärmepumpen-Umluft-Entfeuchtungstruhe)

Schwimmbadtyp: = Wohnhausbad ohne Wasserattraktionen

Beckenwasserfläche: = 32 m<sup>2</sup>

max. Wassertemperatur: = 28 °C

**gesucht:**

$$\text{Luftmenge: } 32[m^2] \cdot 0,08[\text{Liter}/h]/[m^2] = \underline{2,56[\text{Liter}/h]}$$

**Hinweis zur Tabelle**
**Auslegungs-Bezugspunkte:**

Hallendifferenztemperatur  $\Delta T$ : Hallentemperatur +2 °C über der Wassertemperatur

Wassergehalt der Raumluft: max. 16,0 g/kg

Rel. Hallenfeuchte: Begrenzt auf max. 60 % r.F.

bzw. auf max. 16,0 g/kg Wassergehalt in der Raumluft begrenzt

Luftdruck 1013,25 hPa

**Hinweis:**

Wasser- und Luftattraktionen können bei gelegentlicher Nutzung unberücksichtigt bleiben

## 2.8 Rechengang für Warmsprudelbecken (Whirlpool)

Bei Becken mit Luftsprudeleinrichtungen ist der Wasserdampfaustrag durch den Belüftungsstrom zu berücksichtigen. Der verdunstende Wassermassenstrom der Luftsprudeleinrichtungen errechnet sich aus:

$$\dot{M}_{D,A} = \dot{M}_L * (x_{D,W} - x_{D,L})$$

$\dot{M}_{D,A}$	Wassermassenstrom	kg/h
$\dot{M}_L$	Luftmassenstrom der Sprudeleinrichtung	kg/h
$x_{D,L}$	Wasserdampfgehalt der Schwimmhalleluft	kg/kg
$x_{D,W}$	Wasserdampfgehalt des austretenden Luftstromes (Richtwert: Sättigungsgehalt bei Wassertemperatur)	kg/kg

Berechnungsbeispiel:

Das Warmsprudelbecken hat einen Lufteintrag von 1500 l/min. Dies ergibt einen Luftmassenstrom von

$$\dot{M}_L = 1500 \text{ l/min} * 0,001 \frac{\text{m}^3}{\text{l}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} * 1,15 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 103,5 \text{ kg/h.}$$

Der verdunstende Wassermassenstrom  $M_{D,A}$  des austretenden Luftmassenstromes  $M_L$ , beträgt bei einer Wassertemperatur von 36 °C und einem Wasserdampfgehalt von 0,04179 kg/kg

$$\dot{M}_{D,A} = 103,5 * \left( 0,04179 \frac{\text{kg}}{\text{kg}} - 0,0143 \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \right) = 2,85 \text{ kg/h.}$$

Daraus errechnet sich ein erforderlicher Außenluftvolumenstrom zum Austrag dieses verdunstenden Wassermassenstroms von

$$\dot{V}_L = \frac{2,85 \text{ kg/h}}{\left( 0,0143 \frac{\text{kg}}{\text{kg}} - 0,009 \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \right) * 1,15 \text{ kg/m}^3} = 468 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Dieser Außenluftvolumenstrom ist zu dem entsprechenden Strom zu addieren, der sich für die Wasserfläche des Luftsprudelbeckens nach den Abschnitten 2.3 und 2.7 ergibt.

Sonstige Wasserattraktionen sind in diesem Zusammenhang zu vernachlässigen.

### 3 Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung

#### 3.1 Auswahl der Wärmerückgewinnungseinrichtungen

Die einzusetzenden Anlagen zur Wärmerückgewinnung sind unter Berücksichtigung der Auswirkung auf die Umwelt und nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten auszuwählen.

#### 3.2 Lüftungswärmebedarf

Im Falle, dass die Erwärmung der Schwimmhalle über die RLT erfolgt, ist eine Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 durchzuführen, so dass eine fachgerechte Leistungsbemessung der Wärmeleistung für die RLT erfolgen kann. Die Leistung des Wärmeerzeugers ist entsprechend zu berücksichtigen.

#### 3.3 Erdverlegte Lüftungsleitungen

Aus energetischer Sicht kann die Verlegung der Außenluftleitung (sofern baulich möglich) im Erdreich zur Vorerwärmung bzw. Vorkühlung beitragen.

Im Falle von Zu- und Abluftleitungen sind Dämmmaßnahmen zu ergreifen.

#### 3.4 Schwimmbeckenabdeckung

Eine Abdeckung der Wasseroberfläche reduziert die Verdunstung und damit den Wärmeentzug des Beckenwassers. Der Gesamtenergiebedarf der Lüftungsanlage kann damit reduziert werden.

#### 3.5 Wärmedämmung der Lüftungskanäle

Die Lüftungskanäle müssen bei unterschiedlichen Temperaturbereichen wärmegedämmt sein. Isolierstoffkanäle sind zulässig. Bei der Auswahl der Materialien für Wärmedämmung und deren äußerem Schutz sind zu berücksichtigen:

- Wärmeleitfähigkeit
- Materialfestigkeit
- Chemische Beständigkeit
- Mechanische Beanspruchung.

Die einzusetzenden Energieträger, Wärmerückgewinnungs- und Wärmeschutzeinrichtungen sind unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf die Umwelt und nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten auszuwählen.

### 3.6 Luftgeschwindigkeiten

#### Empfohlene Luftgeschwindigkeiten

Kanal	3 .. 5 m/s
Gitter	1,5 .. 2 m/s
Bodenschlitzschiene	max. 3 m/s (entspr. max 85 m <sup>3</sup> /h je lfm und Schlitz mit 8 mm Breite)

Bei Weitwurfauslässen sind höhere Geschwindigkeiten möglich.

## 4 Sommerlicher Wärmeschutz

Eine Überhitzung der Schwimmhalle durch solaren Wärmeeintrag ist durch bauliche Maßnahmen (z.B. Verschattung) zu verhindern.

In Sonderfällen ist ggf. eine Kühlung durch die Lüftungsanlage möglich.

## 5 Luftführung

Bezeichnung der Luftströme:	Außenluft	(Frischluft)	AUL	grün
	Fortluft	(Luft ins Freie)	FOL	braun
	Zuluft	(Luft in Schwimmhalle)	ZUL	blau
	Abluft	(Luft aus Schwimmhalle)	ABL	gelb

Es ist sicherzustellen, dass feuchte Fortluft, die aus der Schwimmhalle ins Freie geblasen wird, nicht mit der Außenluft angesaugt wird und so angeordnet wird, dass keine Gebäudeschäden durch Feuchtigkeit entstehen. Bei der Positionierung der Außenluftansaugung ist außerdem darauf zu achten, dass keine Schadstoffe angesaugt werden.

Bei Anordnung der Außen- und Fortluft ist die Hauptwindrichtung zu beachten.

Die Zuluft sollte aus Gründen der Behaglichkeit und zur Kondensatvermeidung vorzugsweise und gleichmäßig entlang der Fenster eingebracht werden. Im Fall eines hinreichend geringen U-Werts (UW) der gesamten Fensteranlage ist dies nicht erforderlich.

Eine gleichmäßige Durchströmung des gesamten Schwimmhallenvolumens unter Beachtung der Behaglichkeit ist sicherzustellen.

Abgekofferte Bereiche (z.B. abgehängte Decken) sind in die Durchströmung einzubeziehen. Bauphysikalische Belange sind zu beachten.

Hinweis:

Trotz ausreichender Luftführung und Wärmedämmung kann es bei tieferen Außentemperaturen zu lokalen Kondensatbildungen an Fenstern/Glasflächen kommen.

Bei der Ausbildung der Zuluftgitter, z. B. bei Bodenverlegung, ist auf die Spaltmaße (maximal 8 mm) zu achten. Beckenwasser- und Reinigungswassereintrag in die Luftkanäle ist durch konstruktive Maßnahmen zu vermeiden oder abzuführen.

### 5.1 Einfluss Fenstergröße

Bei hohen / großen Fensterflächen sind erfahrungsgemäß ca. 60-80 m<sup>3</sup>/h pro lfm erforderlich.

Dieser Wertebereich gilt unter der Voraussetzung idealer/geringer U-Werte. Bei schlechteren U-Werten sowie älteren Fenster-/Glasflächen sind die Werte deutlich zu erhöhen.

Sofern erforderlich, ist der Volumenstrom der Anlage dahingehend anzupassen.

### 5.2 Luftwechselrate

Die Luftwechselrate sollte ca. das 4-fache - unabhängig der Berechnung nach Entfeuchtungsleistung - nicht unterschreiten.

## 6 Lüftungsgerätekonzepte

Typische Entfeuchtungsprinzipien/Gerätetechniken zur Luftaufbereitung in Schwimmhallen werden im Folgenden dargestellt:

### 6.1 Umluftwärmepumpe

Bei dieser Entfeuchtungsmethode wird die Hallenluft durch einen Ventilator angesaugt und über den Verdampfer eines geschlossenen Kältekreislaufs geführt (Bild 1). Die durchströmende Luft am Verdampfer wird dabei so weit abgekühlt, bis der Taupunkt unterschritten und somit Feuchtigkeit ausgeschieden wird. Die bei diesem Prozess entzogene Wärmeenergie im Verdampfer wird - über den Kältekreislauf - wieder im Kondensator auf die nun trockenere Zuluft übertragen.

Zur Verbesserung der Luftqualität bzw. zur Erhöhung der Entfeuchtungsleistung kann dieses Prinzip durch Beimischung einer kleinen anteiligen Menge an zusätzlicher Außenluft ergänzt werden (Bild 2). Ein zusätzlicher Fortluftluftventilator fördert hierbei „verbrauchte“ Schwimmhallenluft direkt nach außen. Des Weiteren wird im

Gegenzug einer kleinen Menge an Frischluft vor dem Kondensator zur Nacherwärmung angesaugt und damit dem gesamten umgewälzten Luftstrom beigemischt.

Es ist zu berücksichtigen, dass es bei Einsatz von Umluftwärmepumpengeräten zu einer unkontrollierten Erwärmung der Schwimmhalle kommen kann.

Bei Einsatz von Umluftwärmepumpengeräten wird der Einsatz einer Beckenabdeckung empfohlen.

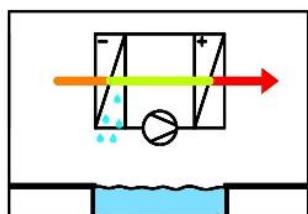


Bild 1

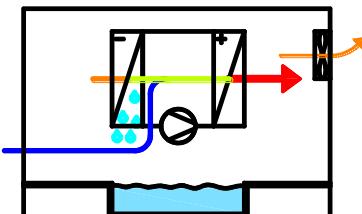


Bild 2

## 6.2 Wärmepumpe mit Außen- und Fortluft

Wie bei der vorherigen Methode geschieht die Wärmerückgewinnung mit Hilfe des Wärmepumpenprinzips (Bild 3). Die Außenluftbeimischung, die bis zu 100% des gesamten geförderten Luftvolumenstroms betragen kann, findet hier jedoch in einer dem Verdampfer nachgeschalteten Mischkammer statt. Der Schwimmhallenabluft wird hierbei über den Verdampfer Energie entzogen, bevor sie ins Freie gefördert wird, gleichzeitig wird über die Mischkammer von außen Frischluft nachgesaugt und über den Kondensator geführt, um die zuvor entzogene Energie zur Erwärmung wieder zu nutzen.

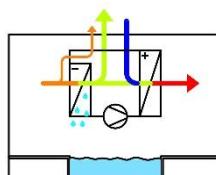


Bild 3

### 6.3 Rekuperator Prinzip

Bei diesem Prinzip (Bild 4) wird die Hallenluft durch einen Abluftventilator abgesaugt, über einen Luft-Luft-Wärmetauscher (Rekuperator) geführt und anschließend ins Freie gebracht. Mit einem Zuluftventilator wird trockene Außenluft angesaugt, gefiltert und ebenfalls über den Rekuperator geführt und mit einem Warmwasserregister nacherwärm. Die Wärmeenergie der Hallenluft wird im Rekuperator ohne Vermischung der Luftströme auf die Außenluft übertragen.

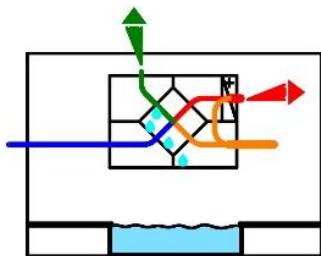


Bild 4

### 6.4 Kombination aus Rekuperator- und Wärmepumpenprinzip (2-stufige Wärmerückgewinnung)

Hier werden die Vorteile des Rekuperatorprinzips und die des Wärmepumpenprinzips zu einer hocheffizienten Anlage verknüpft (Bild 5).

Nachdem die Abluft den Rekuperator passiert hat, wird in dem nachgeschalteten Wärmepumpenverdampfer nochmals Energie zurückgewonnen. Die Außenluft wird im Rekuperator vorgewärmt und erfährt im anschließenden Wärmepumpenkondensator eine weitere Temperaturerhöhung.

Während den Nichtnutzungszeiten wird die Schwimmhallenluft vorrangig im Umluftverfahren entfeuchtet. Der Rekuperator bewirkt dann eine Vorkühlung der Luft, bevor sie in den Wärmepumpenverdampfer gelangt. Gegenüber Geräten mit reinen Umluftwärmepumpen wird dadurch eine höhere Effizienz erreicht.

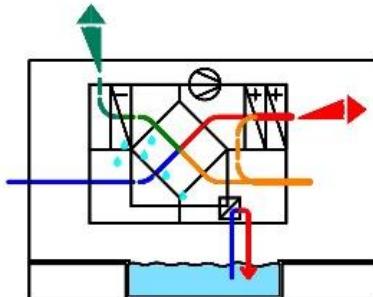


Bild 5

## 7 Schallschutz bei lüftungstechnischen Anlagen

Der A-bewertete Schalldruckpegel der Lüftungsanlage einer privaten Schwimmhalle sollte  $\leq 45$  dB (A) sein. Die Messstelle befindet sich hierbei 1 m vor dem Luftauslass (Zuluftöffnung).

Der Einbau von Schalldämpfern wird empfohlen, um den Schalldruckpegel weiter zu senken.

Die Immissionsrichtwerte (Schalldruckpegel) außerhalb des Gebäudes sind gemäß der TA Lärm oder ggf. anderer zutreffender Vorgaben einzuhalten.

Wenn eine Entfeuchtungsstruhe in der Schwimmhalle installiert / aufgestellt ist, sollte der A-bewertete Schalldruckpegel  $\leq 50$  dB (A) sein. Die Messstelle befindet sich hierbei 1 m vor dem Luftauslass (Zuluftöffnung).

## 8 Brandschutz

Die jeweils gültigen Brandschutzbestimmungen sind zu beachten.

Die M-LüAR (Muster Lüftungsanlagen Richtlinie) und die jeweils eingeführten technischen Baubestimmungen der Länder sind einzuhalten.

Wenn Lüftungskanäle Brandabschnitte queren, müssen entsprechende Brandschutzmaßnahmen getroffen werden.

## 9 Elektroinstallation

Die Elektroinstallation erfolgt gemäß den VDE-Regelwerken und insbesondere gemäß der DIN VDE 0100 Teil 702.

Bei Aufstellung von Entfeuchtungsanlagen in Schwimmhallen sind die Schutzbereiche entsprechend zu beachten.