



# Lüftungstechnische Maßnahmen zur Minderung des Infektionsrisikos

## Autor:

Dipl.-Ing. Stefan Mersmann,  
Geschäftsführer der bt plan GmbH,  
Essen, und Obmann des Arbeitskreises  
Wasseraufbereitung der DGfDB

Neben einem guten Wartungs- und Instandhaltungsmanagement, dem Upgrade von Filterstufen und weiteren Maßnahmen sollte auch die besondere Situation der Luftverteilung und Luftschichtung in Schwimmhallen im Bestreben zur Minderung des Infektionsrisikos berücksichtigt werden.

## Generelle Lüftungsempfehlungen

Die Empfehlung der Bundesregierung „Infektionsschutzgerechtes Lüften“<sup>1)</sup> beschreibt u. a. folgende Maßnahmen zum fachgerechten Lüften mit raumlufttechnischen Anlagen, um Gesundheitsgefährdungen durch SARS-CoV-2-Infektionen möglichst zu vermeiden bzw. gering zu halten:

1. Funktionsprüfung
2. Durchführung notwendiger Reparaturen und Instandhaltungsmaßnahmen
3. regelmäßiger Austausch von Filtern
4. Erhöhung der Außenluftzufuhr
5. Ergänzung hochabscheidender Filter und/oder
6. Ergänzung von Desinfektionsstufen (UVC-Bestrahlung) bei Anlagen mit Umluftfunktion

Weiterhin wird ausgeführt, dass:

„detaillierte Einzelfallbetrachtungen [...] unter Berücksichtigung des Gesundheitsschutzes [...] und der technischen Möglichkeiten [...] erforderlich werden“.

Zusätzlich wird darauf hingewiesen, dass:

„[...] sich noch einige Optionen zur Nachrüstung im Versuchsstadium befinden [...] die Wirksamkeit und toxikologische Unbedenklichkeit zu belegen ist und [...] sich nicht jede Anlage kurzfristig [...] nachrüsten lässt“.

Die Maßnahmenempfehlungen der Nummern 1 bis 3 entsprechen dem üblichen Instandhaltungsumfang von Lüftungsanlagen und sollten von den verantwortlichen Betreiber:innen zeitnah umsetzbar sein. Die Umsetzung der weiteren empfohlenen Maßnahmen ist in Schwimmbädern jedoch unter Umständen technisch nicht oder nur mit Einschränkungen umsetzbar.

## Außenluftanteil

In einer Vielzahl von Publikationen der vergangenen Monate<sup>2),3)</sup> wird die Erhöhung des Außenluftanteils empfohlen, um die Infektionsgefahr durch Zufuhr von Luft unbedenklicher Herkunft zu mindern.

In einer Studie von Kriegel/Hartmann<sup>4)</sup> wird u. a. der Einfluss des Außenluftanteils auf mögliche Infektionsgefahren in Schwimmhallen in verschiedenen Szenarien untersucht (siehe AB 10/2020, Seite 712 ff.). Betrachtet wurden:

- Aufenthaltsdauer in der Halle für 30 oder 60 Minuten
- Anzahl der infizierten Personen im Raum (eine infizierte Person oder vier infizierte Personen)
- leichte, mittlere und hohe Aktivität der Personen

Ergebnis:

- Bei nur einer infizierten Person ist „[...] unabhängig von dem gewählten Außenluftanteil, nicht mit einem Anstieg über der Aerosolkonzentration in einem Büroraum zu rechnen, wobei dennoch ein Infektionsrisiko besteht.“
- Bei Annahme von vier infizierten Personen „[...] steigt die Aerosolkonzentration auch bei 100 % Außenluftanteil deutlich über die Aerosolkonzentration in einem Büroraum.“
- Die „Aerosolkonzentration in unmittelbarem Ausatembereich [...]“ ist deutlich höher.

Die Autoren Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel und Anne Hartmann erläutern hierzu in einer weiteren Stellungnahme die grundlegenden Unterschiede bei der Betrachtung der Konzentrationssteigerung von Viren in kleineren Räumen im Vergleich zu Schwimmhallen:

„Es gibt in Bezug auf die Viruslast in geschlossenen Räumen zwei gegensätzliche Abläufe. Wenn ein an-

steckender Mensch sich einige Stunden in einem Raum aufhält, dann wird beim Umluftbetrieb irgendwann eine Sättigung mit Viren aufgetreten sein, die langsam ansteigt. Auf der anderen Seite beginnen die Viren nach etwa 4 bis 5 Stunden abzusterben, der Effekt der Konzentrationssteigerung wird also abgemildert.“<sup>5)</sup>

„In kleinen Räumen überwiegt die Konzentrationssteigerung die Absterbequote der Viren, hier erhalten alle bisherigen Empfehlungen zum Umluftbetrieb ihre Gültigkeit. In Schwimmhallen gibt es eine ganz andere Situation, hier kann der Zustand einer Sättigung auch in einem mehrstündigen Ablauf durch das außergewöhnlich hohe Raumvolumen nicht erreicht werden. Durch diesen Effekt sind die geringen berechneten Unterschiede zwischen dem Außenluft und dem Umluftbetrieb erklärbar.“<sup>5)</sup>

Dies ist Grund genug, um sich mit der Bedeutung des Außenluftanteils unter den speziellen Rahmenbedingungen in Schwimmhallen ausführlicher als bisher zu beschäftigen. Hier liegen im Vergleich zu anderen Gebäudetypen völlig andere Rahmenbedingungen vor:

- ganzjährig annähernd konstante Innentemperatur und Feuchte (z. B. 30–32 °C und rund 50–65 % relative Feuchte)
- in der Regel großes Raumvolumen, d. h. hohe Verdünnungseffekte in Bezug auf Indikatorwerte wie z. B. CO<sub>2</sub>-Gehalt, aber auch für ggf. virenbelastete Aerosole
- hoher spezifischer Außenluftanteil zur Feuchteminderung gemäß VDI 2089<sup>6)</sup>
- Die Luftströmungen in der Schwimmhalle unterliegen einer Vielzahl von besonderen Einflussfaktoren (u. a. Schichtenbildung direkt über der Wasseroberfläche).
- Ausbildung von Zonen mit geringem Luftwechsel trotz hohem Luftvolumenstrom und hoher Außenluftfrate
- besondere Anforderungen an Betrieb, Wartung und Instandhaltung

→

Tabelle 1: Lüftungsanlagen nach VDI 2089, Grundlagen

Tabelle 2: Lüftungsanlagen nach VDI 2089, Entfeuchtung (unterer Bereich:  $\Sigma \dot{M}_x$ )

# WELCHES KASSEN SYSTEM? FÜR IHRE ANLAGE •

Betriebskosten reduzieren? Angebot erweitern? Online-Ticketing? Bargeldloser Zahlungsverkehr? Digitales Zielgruppen-Marketing? Soziale Medien? Aber mit wem? Was darf das kosten? Was hat sich bewährt? Was rechnet sich? Kann ich bestehende Technik weiter verwenden? Hunderte Optionen, dutzende Hersteller. Und natürlich hat jeder „...das perfekte System für Ihre Anlage!“ im Angebot.

## ENDLICH:

Die neutrale und herstellerunabhängige Anlaufstelle, die Sie bei der Suche und Auswahl begleitet. Wir ermöglichen es Betreibern und Planern von Bäder- und Freizeitanlagen aller Art, fundierte und richtige Entscheidungen zu treffen.

## BEDARFSANALYSE SYSTEMBERATUNG MARKTSONDIERUNG

Über zwei Dutzend Anbieter, genauso viele Philosophien, Optionen, Ideen und Lösungsansätze wollen sondiert, auf Eignung geprüft und wirtschaftlich durchgerechnet werden.

## ERFAHREN. UNABHÄNGIG.

Wir bieten 15 Jahre Branchenerfahrung in Vertrieb und Geschäftsleitung führender Systemhersteller und garantieren absolute Unabhängigkeit: keine Provisionen, keine Partnerschaften! Sparen Sie Zeit, Nerven und langfristig viel Geld durch die richtige Entscheidung für das richtige System.



Rotkreuzweg 12a  
61350 Bad Homburg  
Tel: +49 (0)6172 / 606 99 77  
Fax: +49 (0)6172 / 928 968  
eMail: info@kasagranda.com

**KOSTENFREIER QUICK CHECK ONLINE!**  
www.kasagranda.com



1		Schwimmerbecken		
Beckenbezeichnung				
Wasserfläche	A	250		m <sup>2</sup>
Wassertiefe	t	1,8-3,8		m
Wasserübergangskoeffizient unbenutztes Becken	$\beta_u$	7		m/h
Wasserübergangskoeffizient benutztes Becken	$\beta_b$	28		m/h
Wassertemperatur	$T_w$	27		°C
Lufttemperatur	$T_L$	33		°C
Sättigungsdruck bei $T_w$	$P_{D,w}$	3778		Pa
Wasserdampfdruck der Schwimmhallenluft	$P_{D,L}$	2270		Pa
spezifische Gaskonstante für Wasserdampf	$R_D$	461,52		J/kg K
verdunstender Wassermassenstrom unbenutzt	$\dot{M}_{D,B,u}$	18,9		kg/h
verdunstender Wassermassenstrom benutzt	$\dot{M}_{D,B,b}$	75,5		kg/h
Beckenbezeichnung		Großrutsche		
Wasserübergangskoeffizient benutztes Becken	$\beta_b$	50		m/h
Länge des Fließwasserstroms	$L_A$	83,0		m
mittlere Breite des Fließwasserstroms	$B_A$	0,28		m
verdunstender Wassermassenstrom Attraktion	$\dot{M}_{D,A}$	12,3		kg/h
Summe Schwimmerbecken und Rutsche		87,8		kg/h
Beckenbezeichnung		Lehrschwimmbekken		
Wasserfläche	A	100		m <sup>2</sup>
Wassertiefe	t	0,9-1,35		m
Wasserübergangskoeffizient unbenutztes Becken	$\beta_u$	7		m/h
Wasserübergangskoeffizient benutztes Becken	$\beta_b$	40,0		m/h
Wasserübergangskoeffizient Attraktionen	$\Delta\beta_{A,max}$	16,0		m/h
Wasserübergangskoeffizient Becken u. Attrakt.	$\Delta\beta_{b,ges}$	56,0		m/h
Wassertemperatur	$T_w$	30		°C
Lufttemperatur	$T_L$	33		°C
Sättigungsdruck bei $T_w$	$P_{D,w}$	4241		Pa
Wasserdampfdruck der Schwimmhallenluft	$P_{D,L}$	2270		Pa
spezifische Gaskonstante für Wasserdampf	$R_D$	461,52		J/kg K
Belüftungsstrom Attraktionen	$\dot{M}_L$	0		m <sup>3</sup> /h
Belüftungsstrom Attraktionen	$\dot{M}_L$	0		kg/h
Wasserdampfgehalt des Belüftungsstroms	$X_{D,w}$	0,031073		kg/kg
Wasserdampfgehalt der Schwimmhallenluft	$X_{D,L}$	0,0143		kg/kg
Wasserdampfaustrag des Belüftungsstroms	$\dot{M}_{D,L}$	0,0		kg/h
verdunstender Wassermassenstrom unbenutzt	$\dot{M}_{D,B,u}$	9,8		kg/h
verdunstender Wasserm. benutzt o. Attr.	$\dot{M}_{D,B,b}$	56,1		kg/h
verdunstender Wasserm. inkl. Attraktionen u. Luft	$\dot{M}_{D,B-A,b}$	78,5		kg/h

2		Anlagenbezeichnung				
		unben.	ben.	Attr.		
Schwimmerbecken		18,9	75,5	75,5	kg/h	
Großrutsche		0,0	12,3	12,3	kg/h	
Lehrschwimmbekken		9,8	56,1	78,5	kg/h	
<b>Summe</b>		<b>28,7</b>	<b>143,9</b>	<b>166,3</b>	<b>kg/h</b>	
Anlagenbezeichnung		SB	Rutsche	LSB	Summe	
Entfeuchtungsleistung		75,5	12,3	56,1	143,9	kg/h
Dichte der Luft		1,2	1,2	1,2	1,2	kg/m <sup>3</sup>
max. Wassergehalt der Raumluft		14,3	14,3	14,3	14,3	g/kg
Wassergehalt der Zuluft		9,0	9,0	9,0	9,0	g/kg
<b>Luftvolumenstrom erforderlich</b>		<b>11.869</b>	<b>1.935</b>	<b>8.821</b>	<b>20.690</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>

Wenn die Außenluftstraten von Hallenbädern anderen Gebäudetypen (z. B. Versammlungs- und Konferenzräumen) rein rechnerisch gegenübergestellt werden, ergeben sich für die Schwimmbäder sehr hohe, spezifische Werte.

Die Lüftungsanlagen in Schwimmbädern werden zum Austrag der Verdunstungswassermenge der Becken im Sommerbetrieb in der Regel häufig auf einen Außenluftanteil von bis zu 100 % ausgelegt. Da Außenluft als nicht virenbelastet gilt, wird diese Betriebsweise als sicher zur Vermeidung einer möglichen Infektion von Badbesucher:innen und Personal bewertet. Ein Restrisiko, z. B. bei Missachtung der AHA-Regeln, bleibt jedoch bestehen.

Im Winterbetrieb wird nach VDI 2089 ein Mindestaußenluftanteil von 30 % (15 % bei Einhaltung der THM-Vorgaben gemäß DIN 19643) vorgegeben. Für eine Vielzahl von anderen Raumtypen wird nach allgemein anerkannten Regelwerken der Technik ein Mindestaußenluftanteil von 30 m<sup>3</sup>/h pro Person gefordert. Um hier eine bessere Vergleichbarkeit (Schwimmbad zu sonstigen Raumtypen) zu ermöglichen, werden nachfolgend der spezifische Außenluftanteil eines Schwimmbades bei Nennbesucherzahl und bei reduzierter Belegungszahl nach dem DGfdB Pandemieplan Bäder<sup>7)</sup> gegenübergestellt.

#### **Spezifischer Außenluftanteil (m<sup>3</sup>/h x Pers) bei Nennbesucherzahl**

Nachfolgend wird der Außenluft-Auslegungsvolumenstrom entsprechend Nr. 6.2.1, VDI 2089, für eine typische kommunale Schwimmhalle mit einem Schwimmerbecken mit 250 m<sup>2</sup> Wasserfläche, einem Lehrschwimmbecken mit 100 m<sup>2</sup> Wasserfläche, mit einer Rutsche und drei Wasserattraktionen (Nackenduschen) ermittelt.

Es ergibt sich ein Außenluft-Auslegungsvolumenstrom in Höhe von insgesamt 20 690 m<sup>3</sup>/h. Die Nennbesucherzahl für das Schwimmerbecken nach DIN 19643 beträgt 56 Personen und für das Lehrschwimmbecken 37 Personen. In Summe halten sich inklusive zwei Aufsichtskräften demnach maximal 95 Personen in der Schwimmhalle auf. Es ergibt sich rechnerisch ein spezifischer Außenluftvolumenstrom je Person in Höhe von

**20 690 m<sup>3</sup>/h / 95 Pers = 218 m<sup>3</sup>/(h x Pers)  
im Sommerbetrieb mit 100 % Außenluftanteil**

Im Winter und in der Übergangszeit mit einem Außenluftvolumenstrom in Höhe von 30 % des Auslegungsvolumenstroms ergibt sich ein spezifischer Außenluftvolumenstrom in Höhe von

**20 690 m<sup>3</sup>/h x 30 % / 95 Pers = 65 m<sup>3</sup>/(h x Pers)  
in der Übergangszeit/im Winterbetrieb**

Der spezifische Außenluftvolumenstrom liegt somit im Sommerbetrieb um den Faktor 7,3 und im Übergangs-/Winterbetrieb auch bei maximaler Besucherzahl um den Faktor 2,2 über dem in sonstigen Raumtypen üblichen spezifischen Außenluftanteil in Höhe von 30 m<sup>3</sup>/h für Büro-, Konferenz- und Versammlungsräume.

#### **Spezifischer Außenluftanteil m<sup>3</sup>/(h x Pers) bei reduzierter Nennbesucherzahl**

Die nach DIN 19643 vorgegebene Nennbesucherzahl wird in Schwimmhallen selten erreicht. Nach den Vorgaben des DGfdB Fachberichts Pandemieplan Bäder sollte die Besucherzahl während der aktuellen Pandemie auf maximal 75 % der Nennbesucherzahl reduziert werden. Im vorstehenden Beispiel steht dann auch im Übergangs-/Winterbetrieb ein spezifischer Außenluftvolumenstrom in Höhe von rund 87 m<sup>3</sup>/h (Faktor 2,9) zur Verfügung.

Nach den aktuellen Vorgaben für den Arbeitsschutz<sup>8)</sup> kann ein unkritischer, spezifischer Außenluftanteil in Höhe von 88 m<sup>3</sup>/h angenommen werden. Rechnerisch wird die Vorgabe des Pandemieplans Bäder zur Reduzierung der Besucherzahl auf 75 % der Nennbesucherzahl in diesem Beispiel bestätigt. Die vorstehende Berechnung soll zunächst nur als Orientierungshilfe im Vergleich zu sonst üblichen Raumtypen dienen. Entscheidend ist jedoch auch die Frage, welcher Außenluftanteil vor dem Hintergrund der speziellen Luftverteilung in Schwimmhallen wirklich im direkten Aufenthaltsbereich der Schwimmer:innen und Mitarbeiter:innen ankommt.

Für eine Bewertung zur Beurteilung von möglichen Infektionsrisiken ist zusätzlich auch die Verteilung der Luft innerhalb der Halle entscheidend.

## Praxistipp

Bei Betrieb mit bis zu 100 % Außenluftanteil kann es bei niedrigen Außenlufttemperaturen durch den sehr geringen Wassergehalt der Außenluft auch in Schwimmbädern zu einer niedrigen relativen Luftfeuchtigkeit von unter 40 % kommen. Hierdurch wird die Gefahr des Austrocknens von Atemwegen und somit die Ansteckungsgefahr erhöht. Auch können durch zu trockene Luft erhebliche Schäden an Bauteilen (z. B. Holzleimbindern) entstehen.

Zusätzlich dürfte in vielen Lüftungsanlagen die Wärmeaustauscherleistung nicht ausreichend sein, um die Schwimmhallen auch bei niedrigen Außenlufttemperaturen und 100 % Außenluftanteil ausreichend zu beheizen. Lüftungsanlagen von Schwimmhallen sind gemäß den Vorgaben der Nr. 6.2.3, VDI 2089 auf einen Außenluftmassenstrom in Höhe von 15 % bzw. max. 30 % des maximalen Zuluftmassenstroms ausgelegt. Auch die Rekuperatoren und Heizregister der Lüftungsanlagen sowie die gesamte Peripherie (Rohrleitungen, Pumpen, Armaturen) werden üblicherweise nur auf die Erwärmung bei maximal 30 % Außenluftmassenstrom ausgelegt. Als Folge wird die Temperatur der Schwimmhalle bei sehr niedrigen Außenluft-

temperaturen und 100 % Außenluftanteil unweigerlich bis unterhalb der Behaglichkeitsgrenze absinken. Durch die dann auftretende kühle Zuluft (Zugluft) kann das Auftreten von Erkältungserkrankungen bei Badegästen und Mitarbeiter:innen begünstigt werden.

Durch den erhöhten Außenluftanteil würden auch die Druckverluste, speziell in Rekuperatoren, erheblich ansteigen, und es können Überlastungen im Bereich von Ventilatoren und Antrieben entstehen. Zusätzlich müssen Bauteil- und Bauschäden durch den Betrieb mit ungeeigneten Luftkonditionen unbedingt vermieden werden.

Der maximal vertretbare Außenluftanteil lässt sich bei einer feuchtegeführten Regelung erreichen (Vorgabe einer minimalen relativen Luftfeuchtigkeit in der Schwimmhallenabluft in Höhe von 40 %). Hierdurch werden erhöhte Infektionsanfälligkeiten durch Austrocknen der Atemwege vermieden. Bei Unterschreitung der Mindest-Solltemperatur in der Schwimmhalle muss der Außenluftanteil jedoch reduziert werden. Diese Anforderungen lassen sich mit vertretbarem Aufwand durch eine feuchtegeführte Regelung mit Überwachung einer Stütztemperatur realisieren.

## Luftverteilung innerhalb der Schwimmhalle

Aktuelle Erkenntnisse zur Luftverteilung in Schwimmhallen wurden von Kaluza/Fiedler<sup>9)</sup> im AB 10/2020 (siehe Seite 704 ff.) veröffentlicht. Auf die Bewertung möglicher Infektionsrisiken hat die Luftverteilung in Schwimmhallen einen entscheidenden Einfluss:

Maßgebend sollte hier nicht ausschließlich der Außenluftvolumenstrom sein, der der gesamten Halle über die RLT-Anlagen zugeführt wird. Bedeutsam ist hier insbesondere der Volumenstromanteil, der im direkten Auf-

enthaltbereich der Schwimmer:innen, Badegäste und Mitarbeiter:innen vorhanden ist. Von Schwimmer:innen wird nur die Luft in einem Bereich von bis zu 50 cm oberhalb der Wasseroberfläche eingeatmet. Im Bereich der Beckenumgänge kann ein Bereich von 0,5 bis 2,0 m als relevant angenommen werden.

Nebelversuche zeigen, dass die Ausbildung horizontaler Grenzschichten in vielen Bädern nicht unüblich ist. Bedeutsam ist hier die Frage, ob innerhalb der Grenzschichten dennoch ein ausreichender Luftaustausch mit Zufuhr von unbedenklicher Außenluft erfolgt.

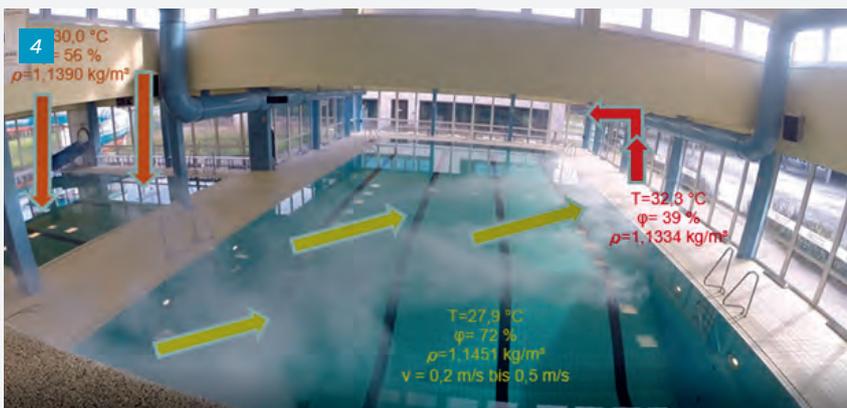


Rutsch Sicherheit auf Stein, Fliesen ...  
Tel. 041 01 - 31061 [www.supergrip.de](http://www.supergrip.de)

**SUPERGRIP**  
ANTI-RUTSCH-BEHANDLUNG



Beispiel 1: kommunale Schwimmhalle



In einer kommunalen Standard-Schwimmhalle mit einem Mehrzweckbecken (25 x 10,0 m) und einem Lehrschwimmbecken mit Rutsche wurde die Luftströmung per Nebelversuch untersucht. Der Zuluft eintrag erfolgt fassadenseitig von unten und die Abluftentnahme unter dem Hallendach (siehe Abbildung 1). Wie in vielen Bestandsbädern noch üblich, hat die Schwimmhalle eine nur teilsanierte Gebäudehülle. Der Zuluft eintrag zum Untersuchungszeitpunkt erfolgte mit rund 32 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von rund 39 %.

Zunächst wurde ein Farbnebel über die Zuluftanlage in die Halle eingebracht. In Abbildung 2 deutlich erkennbar ist die rötliche Einfärbung der Hallenluft, ausgehend von den Zuluft einlässen an der Fassade bis unter das Hallendach. In einem Bereich von ca. 50 cm Höhe oberhalb der Wasseroberfläche ist jedoch keine Einfärbung erkennbar.

Die Luftströmung direkt über der Wasseroberfläche wird mit einem zweiten Nebelgerät überprüft. Deutlich erkennbar ist auch hier die Ausbildung einer horizontalen Grenzschicht, ca. 0,5 m oberhalb der Wasseroberfläche (siehe Abbildung 3). Es erfolgt eine diagonale Überströmung der Wasseroberfläche.

Die Luftkonditionen werden zeitgleich per Temperatur- und Feuchtemessung an den verschiedenen Messstellen ermittelt. Von einer weiteren Kamera auf der Sprunganlage (siehe Abbildung 4) kann die Ursache für die Ausbildung der horizontalen Grenzschicht sichtbar gemacht werden.

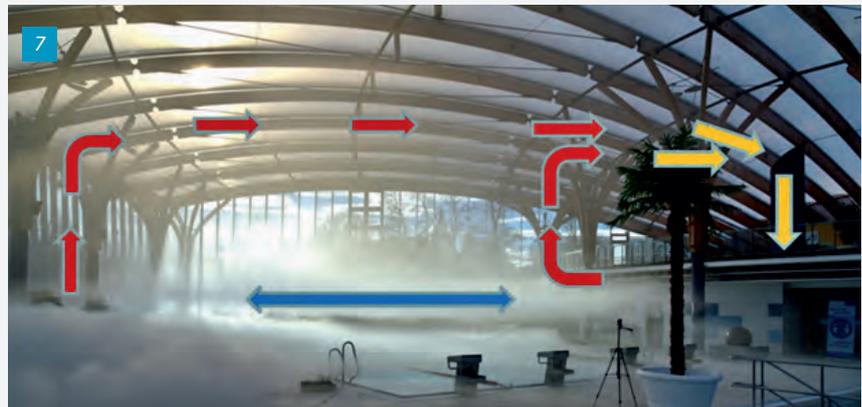
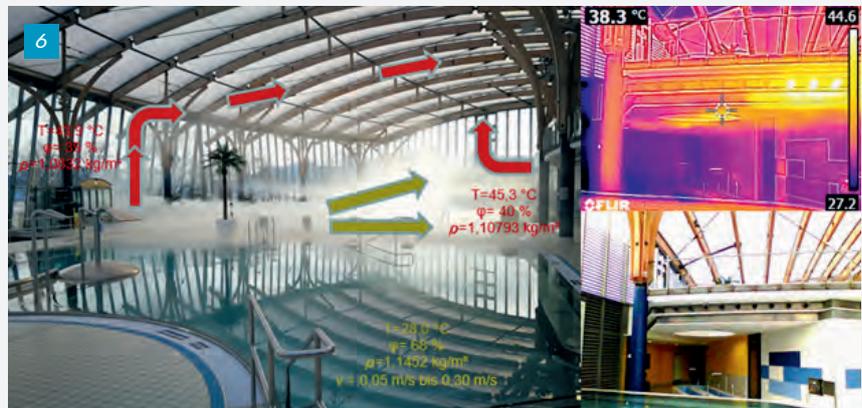
Beispiel 2: Freizeitbad

Der Feuchtegehalt der einströmenden Luft steigt von 39 auf rund 56 % im Bereich des hochliegenden Hallendaches an. Die Lufttemperatur sinkt durch Auskühlung an den kalten Oberflächen (Fassaden- und Dachkonstruktion) von 32,3 auf rund 30,0 °C ab. Hierdurch steigt die Dichte der Luft von 1,1334 auf 1,1390 kg/m<sup>3</sup> an. Die Luft fällt an der gegenüberliegenden Beckenseite bis in den Beckenumgangsbereich und strömt dann mit einer Luftgeschwindigkeit in einem Bereich von 0,2 bis 0,5 m/s diagonal über die Wasseroberfläche. Per Induktionswirkung findet hier eine wiederholte Vermischung mit der wärmeren und trockeneren Zuluft statt. Die Luftgeschwindigkeit über der Wasseroberfläche liegt mit 0,2 bis 0,5 m/s oberhalb der Behaglichkeitsgrenzen (maximal 0,2 m/s). Da sich die Schwimmer:innen im Durchschnitt jedoch auch mit einer Geschwindigkeit von rund 0,5 m/s durch das Wasser bewegen, wird dieser Effekt nicht unbedingt als störend empfunden.

Der Bereich der Horizontalströmung direkt über der Wasseroberfläche mit einer mittleren Luftgeschwindigkeit von 0,35 m/s liegt im direkten Einatembereich der Schwimmer:innen.

Bei einer Höhe der horizontalen Grenzschicht von rund 0,5 m ergibt sich ein Volumenstrom von rund 6 300 m<sup>3</sup>/h direkt im Aufenthalts-/Atembereich der Schwimmer:innen.

Der Außenluftanteil der horizontalen Grenzschicht wird per Nebelversuch bei 100 % Außenluftbetrieb der Lüftungsanlage in einer Größenordnung von ca. 15 bis 30 % abgeschätzt (Mittelwert 22,5 % entspricht rund 1 420 m<sup>3</sup>/h).



### Beispiel 3: Schulschwimmbad/Lehrschwimmbecken



#### Fazit

Bei einem unter Corona-Bedingungen angenommenen unkritischen spezifischen Außenluftanteil von rund  $88 \text{ m}^3/(\text{h} \times \text{Pers})^{(3)}$  sollte die Wasserfläche ( $250 \text{ m}^2$ ) in diesem projektspezifischen Berechnungsbeispiel bei 100 % Außenluftanteil von  $\leq 16$  Personen benutzt werden.

**Bei Freizeitbädern** besteht häufig ein Raumlufverbund über den Schwimm- und Badebecken mit verschiedenen Wassertemperaturen. Bei dem untersuchten Prienavera in Prien am Chiemsee handelt es sich um ein Freizeitbad mit insgesamt  $520 \text{ m}^2$  Wasserfläche im Raumlufverbund einer gemeinsamen Schwimmhalle (siehe Abbildung 5) mit einer maximalen Entfeuchtungsleistung von  $294 \text{ kg/h}$ , Zulufteintrag vertikal an der Fassade und horizontal an der Empore sowie Abluftableitung über zwei Ablufttürme auf der Empore. Auch hier ist die Ausbildung einer horizontalen Grenzschicht über der Wasserfläche erkennbar (siehe Abbildungen 5 und 6).

Die roten Pfeile in Abbildung 6 markieren die Zuluftströmung in der Schwimmhalle mit direkter Einströmung im Bereich der Fassade

bis unter das Hallendach und dann weiter Richtung Ablufttürme auf der Empore. Auf diesem Luftweg findet eine Abnahme der Lufttemperatur bei gleichzeitiger Zunahme der Luftfeuchtigkeit statt. Ein weiterer Eintrag von Zuluft erfolgt über Weitwurfdüsen im Bereich der Empore. Das Prienavera liegt in direkter Was-

sernähe zum Chiemsee. Bei Ostwind trifft extrem kalte Luft aus den Alpen direkt auf das Gebäude. Die Zulufttemperatur muss dann auf bis zu  $50 \text{ °C}$  eingestellt werden, um ein Kälteempfinden in der Halle zu vermeiden. Die Ausbildung der horizontalen Grenzschicht ist wenig abhängig von der Zulufttemperatur an der Fassadenseite, sondern variiert erheblich in Abhängigkeit der Zulufttemperatur an der Emporen-Seite ( $32$  bis  $50 \text{ °C}$ ).

Bei hoher Zulufttemperatur an der Emporen-Seite bilden sich im Bereich der Wasserflächen teilweise mehrere horizontale Grenzschichten übereinander (siehe Abbildung 7). Die Zuluft an der Emporen-Seite steigt dichtebedingt schnell nach oben und gelangt nur zu einem sehr geringen Anteil in die Aufenthaltsbe-

## Praxistipp

Da Außenluft als virenfrei angenommen werden kann, ist hier der Betrieb mit der Filterstufe ISOePM1 50% (vormals F7) voraussichtlich ausreichend.

Bei Anlagen mit Umluftanteil ist für die Umluft eine zeitnahe Erhöhung der Filterklasse auf mindestens ISOePM1 70% (vormals F8) oder besser ISOePM1 80% (vormals F9) unter Berücksichtigung der verbleibenden externen Ventilatorpressung und der resultierenden Volumenströme zu empfehlen.

Da Coronaviren nicht isoliert auftreten, sondern an Partikel/Aerosole gebunden sind, trägt eine verbesserte Filterleistung erheblich dazu bei, die Viren über die Aerosolabscheidung in der Filterstufe zurückzuhalten.

reiche der Badegäste. Die horizontalen Grenzschichten setzen sich auch bis in den Bereich der Beckenumgänge fort. Ca. 75 % des Gesamtluftvolumenstroms gelangt nicht in die Aufenthaltsbereiche. Dennoch ist im Bereich der Grenzschichten eine Horizontalgeschwindigkeit von 0,08 bis 0,30 m/s messbar.

Auch im Bereich des Erlebnisbeckens sind horizontale Luftströmungen erkennbar. Beim Einschalten der Wasserattraktionen wirken diese wie „große Leuchtbefeuchter“ (siehe Abbildung 8). Es wird eine „Kaminwirkung“ durch die geringere Dichte der feuchten Luft erkennbar. Die Ausbildung einer horizontalen Grenzschicht über der Wasseroberfläche wird unterbrochen. Luft aus dem Aufenthaltsbereich der Badegäste wird in Richtung Abluftabsaugung transportiert.

**Bei einer Kleinschwimmhalle** mit tiefliegendem Wasserspiegel konnte vor der Sanierung der Lüftungstechnik die Bildung eines Kaltluftsees direkt über der Wasseroberfläche festgestellt werden. Zu- und Abluftführung waren hier in unmittelbarer Nähe an derselben Raumseite angeordnet, sodass kein ausreichender Luftaustausch über der Wasseroberfläche erfolgte. Bei dieser Konstellation kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Ausatemluft der Schwimmer:innen längere Zeit direkt oberhalb der Wasseroberfläche verbleibt.

Durchgängige, geschlossene horizontale Grenzschichten über der Wasseroberfläche und den Beckenumgängen können Hinweise auf einen zu geringen Luftaustausch und ggf. auch eine erhöhte Infektionsgefahr unter Corona-Bedingungen sein.

### Filter-Upgrade

Die Empfehlung der Bundesregierung „Infektionsschutzgerechtes Lüften“ sieht ein Filter-Upgrade vor.

„[...] durch Austausch von Staubfiltern der Klasse F7 mit Filtern der Klasse ISOePM1 70% (vormals F8) oder besser ISOePM1 80% (vormals F9), sofern die Anlage die entsprechenden technischen Voraussetzungen dazu bietet. Sofern technisch möglich, ist die Ausrüstung mit Hochleistungsschwebstofffiltern (HEPA-H13 oder HEPA H14) generell zu bevorzugen.“



## GEPLANTER UMBAU? ZU WENIG PLATZ?

Temporäre Hallensysteme halten Ihren Schwimmbadbetrieb am Laufen!



HTS tentiq GmbH

Hinter der Schlagmühle 1 | 63699 Kefenrod  
Tel: +49 (0) 60 49 - 95 10 0 | Fax: +49 (0) 60 49 - 95 10 20  
verkauf@hts-tentiq.com | www.hts-tentiq.de

HTS | tentiq

## Praxistipp

Da in Schwimmhallen in Abhängigkeit der Luftführung und eventueller Luftschichtung über der Wasseroberfläche oft ein hoher Volumenstromanteil mehrfach in der Halle zirkuliert, bevor dieser durch Außenluft ersetzt wird, kann jedoch auch eine UVC-Behandlung keine vollständige Sicherheit gegen mögliche Infektionsgefahren bieten. Die Ergänzung einer UVC-Behandlungsstufe sollte unter Berücksichtigung der projektspezifischen Gegebenheiten sorgfältig abgewogen werden.

Sog. HEPA-Filter (HEPA = High-Efficiency Particulate Air) wurden bisher überwiegend in der Intensivmedizin, zur Belüftung von OP-Räumen sowie in der Pharmazie und Reinraumtechnik angewendet.

Ein Upgrade der Filterklassen hat in der Regel einen erheblichen Anstieg des Druckverlustes zu Folge. Nachfolgend werden beispielhaft Werte des jeweiligen Anstiegs der Anfangsdruckdifferenz angegeben:

- Austausch F7 auf ISOePM1 80% (vormals F9):  
+ 30 Pa Anfangsdruckdifferenz
- Austausch F7 auf HEPA-H13:  
+ 155 Pa Anfangsdruckdifferenz
- Austausch F7 auf HEPA-H14:  
+ 190 Pa Anfangsdruckdifferenz

Der Enddruckverlust von bisher üblichen Filtern liegt bei rund 200 Pa. Der Anfangsdruckverlust von HEPA-H13 oder HEPA-H14-Filtern liegt somit in Größenordnung der bisher üblichen Enddruckdifferenz von F7-Filtern. Ein Filter-Upgrade von F7 auf ISOePM1 80% (vormals F9) ist somit in vielen Fällen voraussichtlich noch realisierbar. Bei einem Upgrade von F7 auf HEPA-H13 oder H14 dürfte in einer hohen Anzahl von Fällen der Volumenstrom soweit absinken, dass eine ausreichende Beheizung, Entfeuchtung und gleichmäßige Luftverteilung konventioneller Anlagen nicht mehr gegeben ist.

Aktuelle Studien<sup>10)</sup> zeigen jedoch auch, dass: „[...] Aerosole wirksam mit rund 90 % Abscheidegrad durch Feinfilter Qualität ISO ePM1 50% (ehem. F7) abgeschieden werden. Damit kann auch für heute übliche Filterstufen eine signifikante Reduktionswirkung auf Viren festgehalten werden.“

Es kann angenommen werden, dass der erzielte Abscheidegrad im Wesentlichen auf der Rückhaltung der Aerosole durch das jeweilige Filtersystem beruht. Die Aerosole trocknen im Filtersystem ab und die Viren werden inaktiv.

### Ergänzung UVC-Strahler

Durch Bestrahlung von Luft mit UVC-Licht können Bakterien, Viren und Keime deaktiviert bzw. um mehrere log-Stufen reduziert werden<sup>11)</sup>. Zur Ergänzung der UVC-Strahler müssen jedoch geeignete Luftbehandlungskammern innerhalb der Lüftungskanalnetze oder innerhalb der Lüftungszentralgeräte vorhanden sein. Hierbei hat sich die Kombinationswirkung aus leistungsfähiger Luftfiltration und UVC-Strahlung als wirksam erwiesen. Die Luftfilter sollten vor der UVC-Stufe verbaut werden, da die Effizienz von UVC-Strahlern durch Verunreinigungen gemindert werden kann. Der Betrieb von UVC-Strahlern in Lüftungsanlagen für Schwimmhallen ist aufgrund der hohen Luftvolumenströme in Bestandsanlagen mit erhöhten Stromkosten verbunden (Orientierungswert bis zu 5 kWel pro 10 000 m<sup>3</sup>/h).

### Wartung, Instandhaltung und Betrieb

Unabhängig von weiteren Maßnahmen ist eine fachgerechte Wartung und Instandhaltung der Lüftungszentralgeräte, Kanalnetze und Bauteile von hoher Bedeutung zur Minderung des Infektionsrisikos. Bei der fachlichen Begutachtung von bestehenden Lüftungsanlagen in Schwimmbädern konnten immer wieder bisher unbekannte Mängel und Fehlfunktionen festgestellt werden. Hier ist insbesondere die Funktionskontrolle der Geräte, Ventilatoren, Bauteile, Filter, Klappen und Regelung von Bedeutung. Bekannte Mängel sollen zeitnah abgearbeitet werden, um das Infektionsrisiko auf das unvermeid-

liche Minimum zu reduzieren. Hilfestellung hierbei kann u.a. die auch der aktuelle BTGA-Praxisleitfaden bieten<sup>11)</sup>.

### BAFA Förderung

Das Bundesamt für Wirtschaft- und Ausfuhrkontrolle (BAFA) bietet aktuell ein Förderprogramm zu Umbauten an raumlufttechnischen Anlagen an. Unter definierten Förderbedingungen werden u. a. folgende Maßnahmen gefördert:

- Umluftvermeidung
- Reduzierung des Umluftanteils
- Maßnahmen zur Wärmerückgewinnung aus der Abluft
- Ergänzung einer zweiten Filterstufe
- Erwerb und Einbau von Anlagenkomponenten
- Konzepterstellung durch qualifizierte Dienstleistungsunternehmen
- Beratungs- und Planungsleistungen

		JA	NEIN
<b>A</b>	<b>Erhöhung der Außenluftmenge</b>		
A.1	Lassen Luftleitungsnetz und Einbaukomponenten eine Erhöhung der Luftmenge zu?	A.2	E.1; F.2 bis F.5
A.2	Besitzt die Ventilator-Motorkombination die notwendige Leistungsreserve?	A.3	E.2; F.2 bis F.5
A.3	Erlaubt die vorhandene Dimensionierung der thermodynamischen Komponenten eine Erhöhung der Luftmenge?	A.4	E.1; F.2 bis F.5
A.4	Können die Behaglichkeitsanforderungen im Aufenthaltsbereich weiter eingehalten werden?	E.0	F.1
<b>B</b>	<b>Anlage mit Umluft</b>		
B.1	Ist Umluftanteil vorhanden?	B.2	E.0
B.2	Kann der Umluftanteil zu 100 % abgeschaltet werden?	E.0	E.3
B.3	Besitzt die Ventilator-Motorkombination die notwendige Leistungsreserve?	E.0	E.2; F.2 bis F.5
<b>C</b>	<b>Anlage mit WRG</b>		
C.1	Ist die WRG ein KVS-System?	E.0	C.2
C.2	Ist die WRG ein Platten-/Kreuzstromwärmeüberträger?	C.3	C.6
C.3	Ist die korrekte Druckdifferenz ZUL/ABL gegeben? Anordnung der Ventilatoren beachten, siehe Anhang 1.		E.3; E.4
C.4	Ist die Abdichtung in Ordnung?	E.0	C.5
C.5	Kann die Abdichtung instandgesetzt werden?	E.0	E.3; E.4
C.6	Ist die WRG ein Wärmerohr?	C.7	C.9
C.7	Ist die Abdichtung in Ordnung?	E.0	C.8
C.8	Kann die Abdichtung instandgesetzt werden?	E.0	E.3; E.4



Auszug aus dem BTGA-Praxisleitfaden



### Praxistipp

- ☑ Bei der Beurteilung von eventuellen Infektionsgefahren in Schwimmhallen sollten die Besonderheiten der dortigen Luftströmungen berücksichtigt werden (z. B. Dichteunterschiede, Grenzschichtbildung etc.).
- ☑ Die Luftströmungen und ggf. stagnierenden Bereiche in Schwimmhallen sind per Nebelversuch (ggf. in Kombination mit Feuchte-, Temperatur- und Geschwindigkeitsmessungen) mit vergleichbar geringem Aufwand zu erkennen.
- ☑ Bereiche mit stagnierender Luft (insbesondere bei Becken mit tiefliegendem Wasserspiegel und unzureichender Luftführung) sollten vermieden werden.

**AntiSlide**  
Ausrutschen ist Vergangenheit!

**Nachträgliche Rutschsicherheit**  
Wir machen alles rutschsicher!

**Vom Beckenrand über den Wellnessbereich zur Umkleide und jedem rutschigen Boden -**  
Mit AntiSlide wird jede Oberfläche garantiert rutschsicher und die Optik bleibt erhalten.

**Kontaktieren Sie uns für Muster und Angebote:**  
Tel: 0721 – 915 814 92  
info@antislid.de – www.antislid.de  
Unser Dienstleistungsteam ist europaweit für Sie da!

Es wird ein Zuschuss in Höhe von 40 % der förderfähigen Ausgaben gewährt, die maximale Zuschusshöhe ist auf 100 000 € je RLT-Anlage begrenzt. Weitere Informationen zum Förderprogramm unter [www.bafa.de/rlt](http://www.bafa.de/rlt).

## Fazit

Diese Stellungnahme beschreibt Möglichkeiten und Grenzen technisch umsetzbarer Maßnahmen. Eine vollständige Sicherheit gegen Infektionsrisiken in Schwimmhallen kann es auch bei einer Optimierung der Lüftungstechnischen Anlagen nicht geben. Dennoch kann durch die beschriebenen Maßnahmen ein Beitrag geleistet werden, um das Infektionsrisiko – so weit wie technisch möglich – zu reduzieren.

## Quellen

- 1) Empfehlung der Bundesregierung „Infektionsschutzgerechtes Lüften“, 16.09.2020
- 2) P. Goldammer und H.-H. Schaper: Betrieb von Lüftungsanlagen in Hallenbädern unter Corona-Bedingungen. In: AB 08/2020, S. 548 ff. (und weitere)
- 3) S. Voß, A. Gritzki und K. Bux: Infektionsschutzgerechtes Lüften – Hinweise und Maßnahmen in Zeiten der SARS-CoV-2-Pandemie, baua: Fokus, 09/2020
- 4) M. Kriegel und A. Hartmann (Hermann-Rietschel-Institut): Übertragungsweg Aerosole: Untersuchungsbericht Schwimmbäder. In: AB 10/2020, S. 712 ff.
- 5) M. Weilandt: Hallenbäder werden gut durch den Winter kommen. In: AB 11/2020, S. 822 ff.
- 6) VDI 2089-1, 11/2010, Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern – Hallenbäder
- 7) DGfDB Fachbericht Pandemieplan Bäder (Version 3.0, Stand 02.06.2020)
- 8) BAua et al.: SARS-CoV-2 Arbeitsschutzregel vom 18.12.2020
- 9) J. Kaluza und E. Fiedler: Luftführung in Schwimmhallen in Zeiten von Corona. In: AB 10/2020, S. 704 ff.
- 10) C. Kaup: Luftdesinfektion in RLT-Anlagen mit einer Kombination aus UVC-Strahlung und mechanischer Luftfilterung, HLH 11-12/2020
- 11) BTGA Praxisleitfaden „Planung und Betrieb von RLT-Anlagen bei erhöhten Infektionsschutzanforderungen“, 01/2021



# Unsere Firmendatenbank

Nutzen Sie die Gelegenheit und machen Sie es den Entscheider:innen der Bäderbetriebe und Kommunen einfach, Ihre Firma zu wählen! Buchen Sie gleich einen „BasisPlus“-Eintrag auf [www.baederportal.com/anschriften/firmendatenbank](http://www.baederportal.com/anschriften/firmendatenbank)

## Basis

**Kostenlos**

- ☑ Kontaktdaten

## BasisPlus<sup>+</sup>

**490 € pro Jahr\***  
zzgl. gesetzlicher MwSt.

**zusätzlich zum Basis-Eintrag:**

- ☑ Internet-Adresse
- ☑ Verlinkung zur Firmen-Homepage
- ☑ Logo
- ☑ Hervorhebung des Eintrags (Rahmen)

\*Der Eintrag verlängert sich um ein weiteres Jahr, wenn er nicht sechs Wochen vor Ablauf des Vertrages gekündigt wird.



Sie interessieren sich für einen Firmeneintrag?

Ihr Ansprechpartner:

Sebastian Friedrich

☎ 0201 87969-19

✉ [s.friedrich@baederportal.com](mailto:s.friedrich@baederportal.com)



Deutsche Gesellschaft  
für das Badewesen GmbH