A decorative image in the top left corner showing a string of red beads on a thin wire, with a metal spring-like component at the end. The background is a blue surface with a white grid pattern.

29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

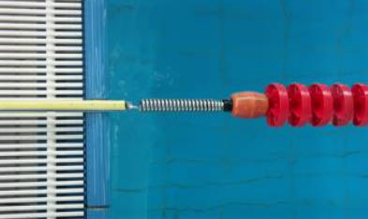
**Stefan Mersmann**  
bt plan GmbH, Essen

# Auswirkung der Pandemiesituation auf Betrieb, Überwachung und Neuplanung von Lüftungsanlagen in Schwimmbädern mit Maßnahmenempfehlungen für den Betreiber

**Dipl.-Ing. Stefan Mersmann**

Geschäftsführer btplan GmbH

Obmann Arbeitskreis Wasseraufbereitung der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen  
Seminarreferent DGfBW, HDT-Essen, Forum-Institut, etc.

A decorative image in the top left corner shows a string of red beads with a metal spring and a wooden bead at the end, set against a blue background.

29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

Die in dieser Präsentation enthaltenen Datengrundlagen, Ausarbeitungen, Zeichnungen, Berechnungen, textlichen Ausführungen, Fotos, Bilder, etc. sind gem. Gesetz zum Schutze des Urheberrechtes geschützt.

Die Inhalte der Präsentation sind dem Empfänger zur Nutzung im Rahmen der Veranstaltung anvertraut.

## Aufgaben von Lüftungsanlagen in Schwimmbädern (nach VDI 2089)

29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen





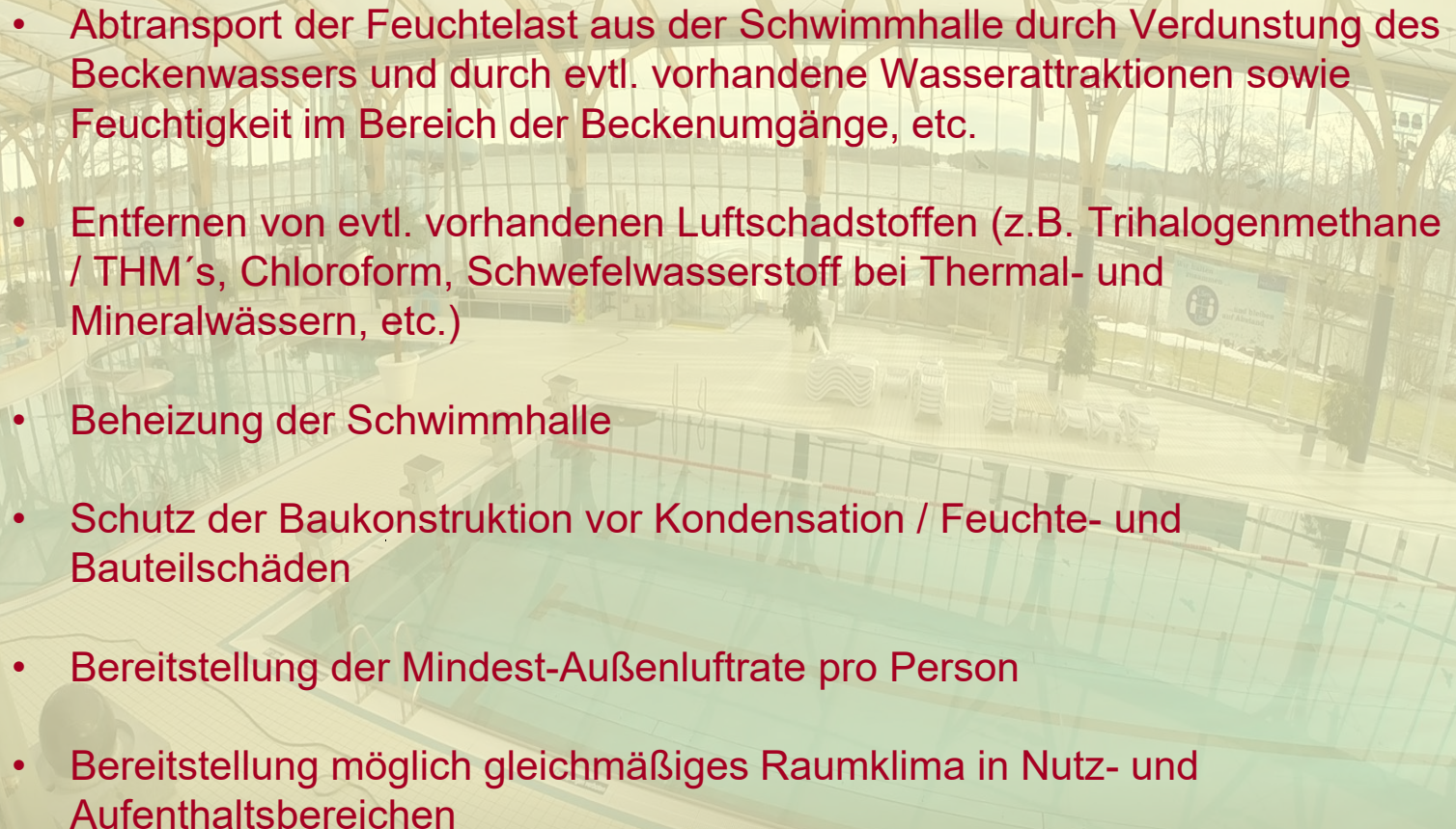
29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Aufgaben von Lüftungsanlagen in Schwimmbädern (nach VDI 2089)

- 
- Abtransport der Feuchtelast aus der Schwimmhalle durch Verdunstung des Beckenwassers und durch evtl. vorhandene Wasserattraktionen sowie Feuchtigkeit im Bereich der Beckenumgänge, etc.
  - Entfernen von evtl. vorhandenen Luftschadstoffen (z.B. Trihalogenmethane / THM's, Chloroform, Schwefelwasserstoff bei Thermal- und Mineralwässern, etc.)
  - Beheizung der Schwimmhalle
  - Schutz der Baukonstruktion vor Kondensation / Feuchte- und Bauteilschäden
  - Bereitstellung der Mindest-Außenluftquote pro Person
  - Bereitstellung möglich gleichmäßiges Raumklima in Nutz- und Aufenthaltsbereichen

29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Regelwerke, Richtlinien und Veröffentlichungen für Planung und Betrieb von Lüftungsanlagen in Schwimmbädern (Auszug)

- VDI 2089-1; Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern, Hallenbäder
- VDI 6022-1 ff; Raumluftechnik, Raumlufqualität, Hygieneanforderungen an Raumluftechnische Anlagen
- DGfdB R 64.02 Instandhaltung baulicher und technischer Anlagen in Bädern
- DGfdB Fachbericht; Pandemieplan Bäder
- Kriegel /Hartmann, Herrmann-Rietschel-Institut; Übertragungsweg Aerosole, Untersuchungsbericht Schwimmbäder (A.B. 10/2020)
- Kaluza / Fiedler (INCO / Krantz GmbH); Luftführung in Schwimmhallen in Zeiten von Corona (A.B. 10/2020)
- Umweltbundesamt; Risiko einer Übertragung von SARS-CoV-2 in Innenräumen... 12.08.2020
- BTGA Praxisleitfaden Planung und Betrieb von RLT-Anlagen bei erhöhten Infektionsschutzanforderungen, 1/2021
- und weitere...



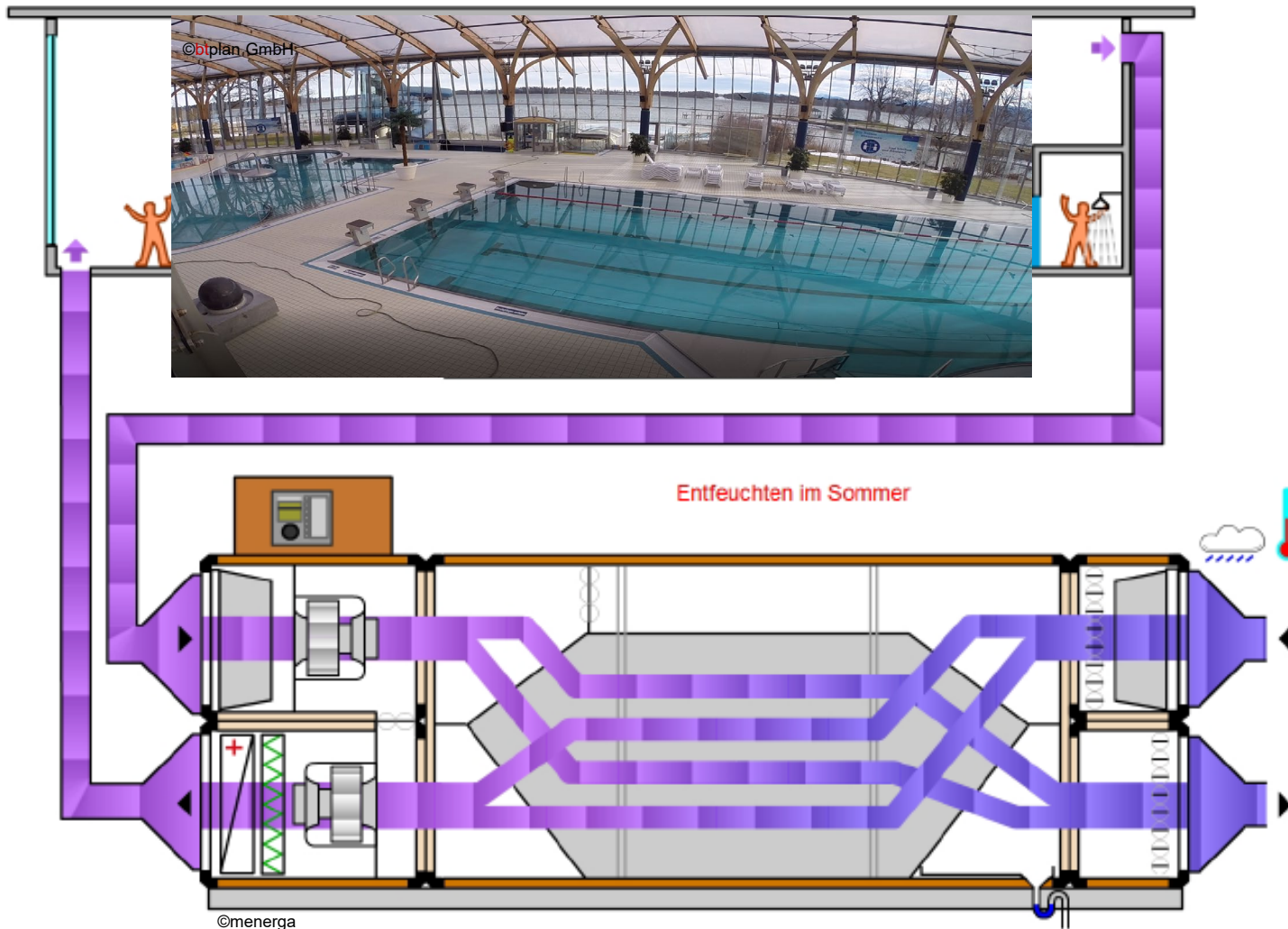
## Betriebsarten von Lüftungsanlagen in Schwimmhallen

29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen



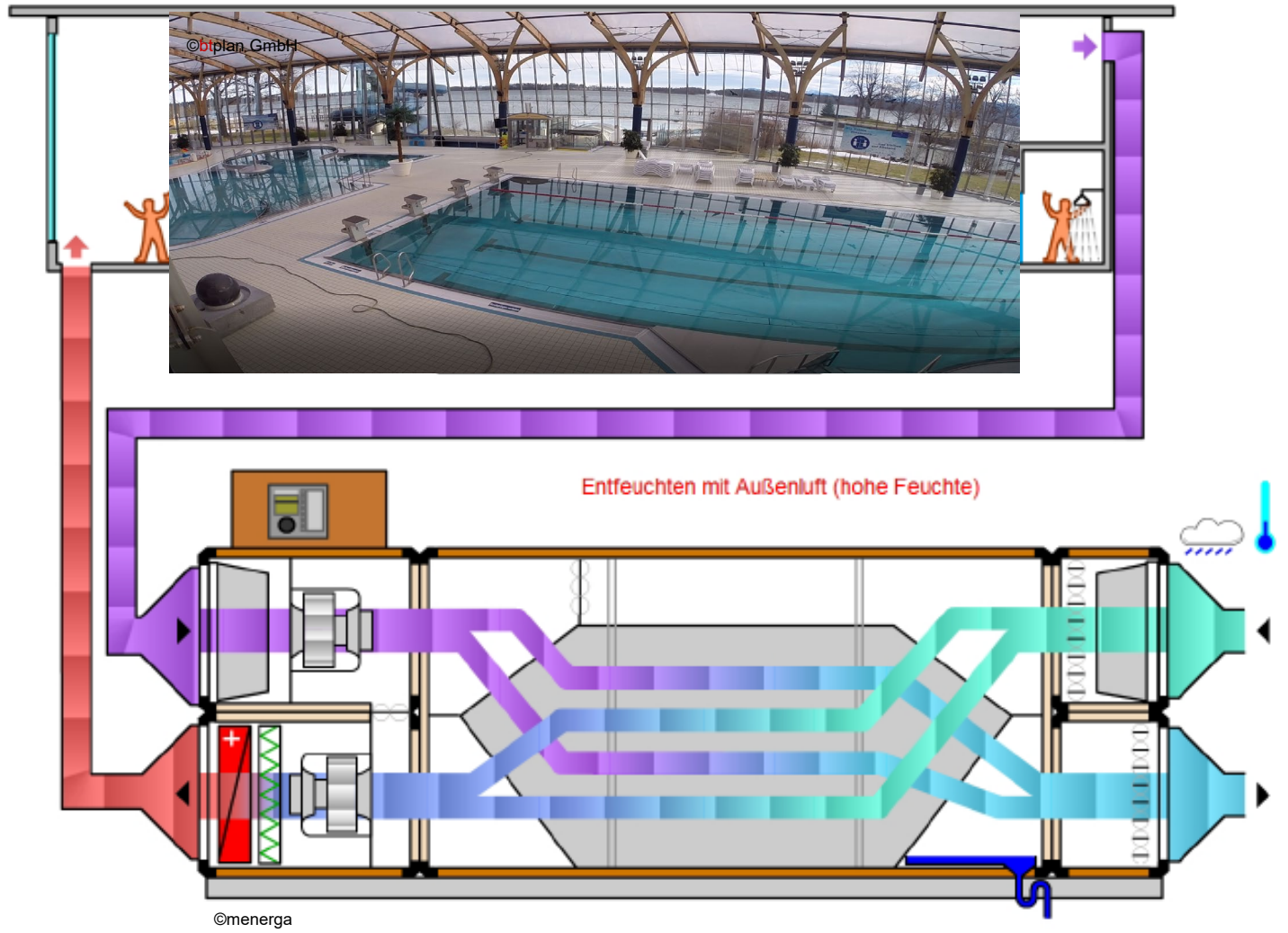
29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

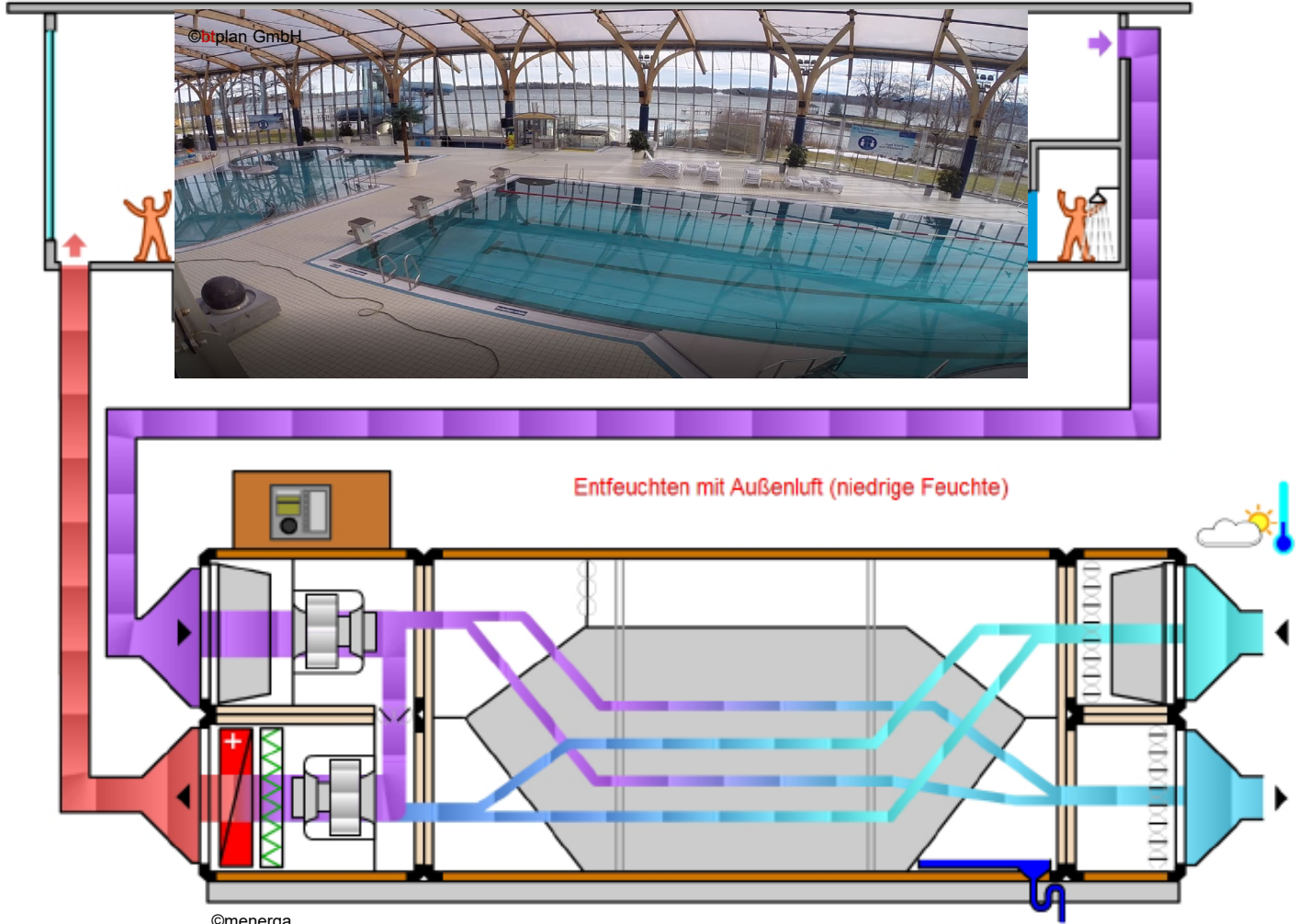
Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Betriebsarten von Lüftungsanlagen in Schwimmhallen



# Betriebsarten von Lüftungsanlagen in Schwimmhallen



29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen



29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Betrachtung des möglichen Infektionsrisikos in Schwimmhallen

Kriegel/Hartmann<sup>1</sup> haben die möglichen Aerosolkonzentration in einem Schwimmbadbesuch unter verschiedenen Szenarien untersucht:

- Aufenthaltsdauer in der Halle für 30 oder 60 Minuten
- Anzahl der infizierten Personen im Raum (1 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.“
- „Aerosolkonzentration in unmittelbarem Ausatembereich...“ ist deutlich höher.

<sup>1</sup> Kriegel /Hartmann, Herrmann-Rietschel-Institut; Übertragungsweg Aerosole, Untersuchungsbericht Schwimmbäder (A.B. 10/2020)

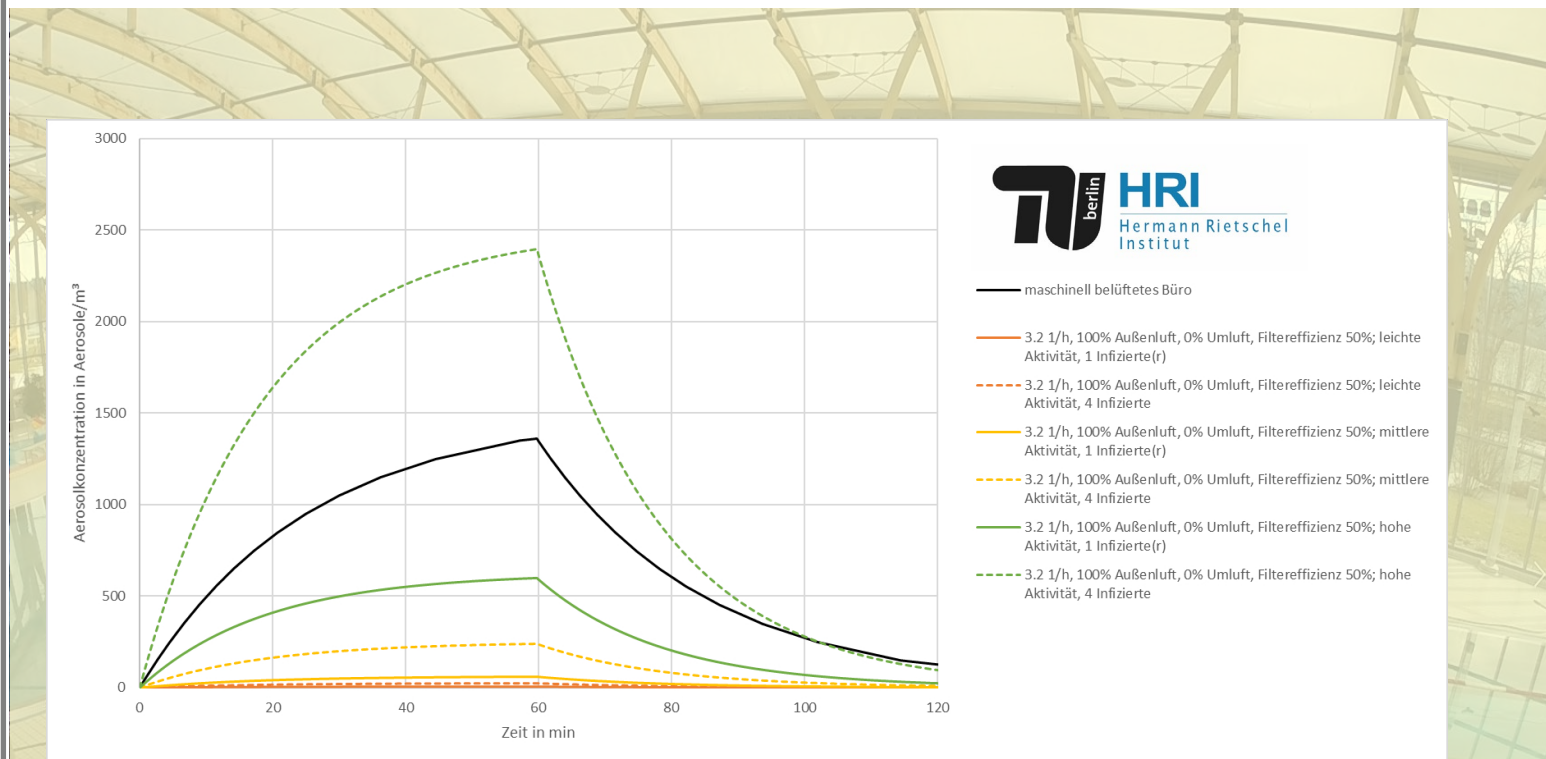
29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

## Betrachtung des möglichen Infektionsrisikos in Schwimmhallen

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen



<sup>1</sup> Kriegel /Hartmann, Herrmann-Rietschel-Institut; Übertragungsweg Aerosole, Untersuchungsbericht Schwimmbäder (A.B. 10/2020)



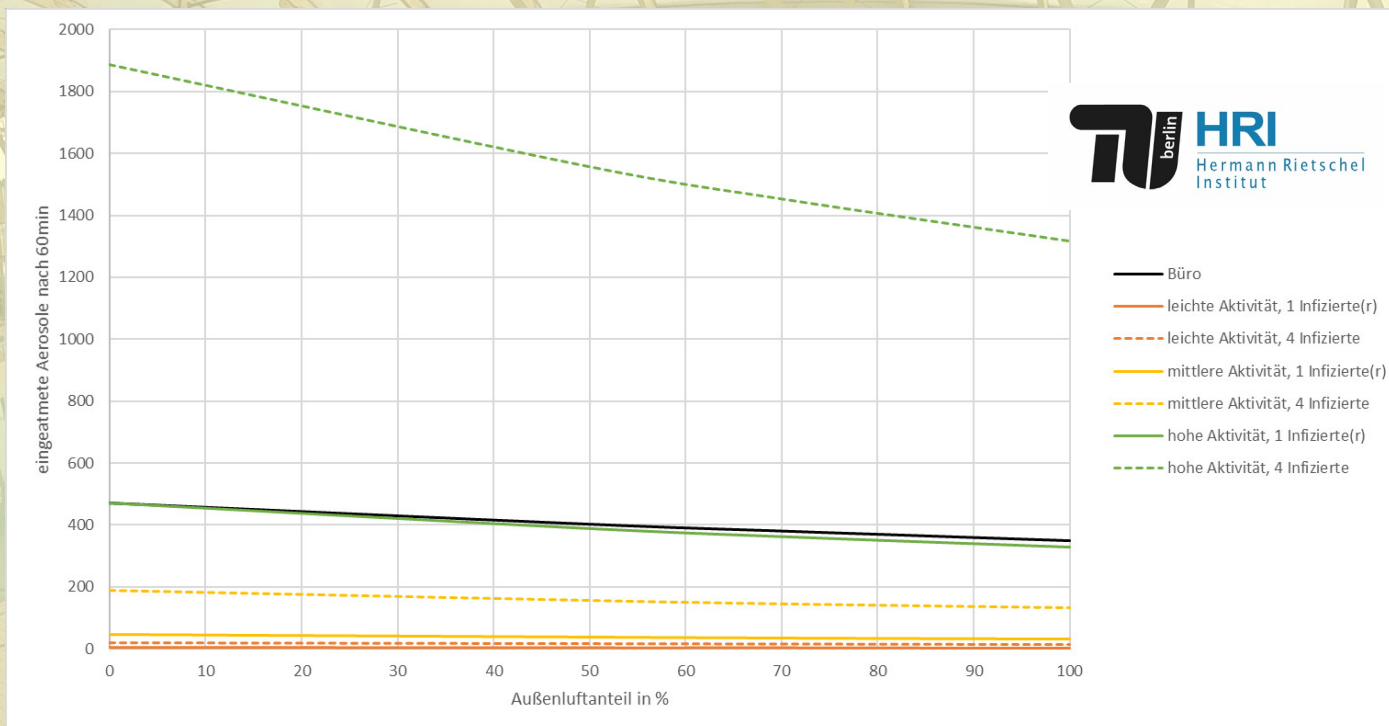
29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

## Betrachtung des möglichen Infektionsrisikos in Schwimmhallen

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen



<sup>1</sup> Kriegel /Hartmann, Herrmann-Rietschel-Institut; Übertragungsweg Aerosole, Untersuchungsbericht Schwimmbäder (A.B. 10/2020)



29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Betrachtung des möglichen Infektionsrisikos in Schwimmhallen

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

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 der Außenluft und dem Umluftbetrieb erklärbar.“

## Rahmenbedingungen im Vergleich zu anderen Gebäudetypen

29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

- Ganzjährig annähernd konstante Innentemperatur und Feuchte (z.B. 30°C - 32 °C und rd. 50-65 % rel. Feuchte)
- I.d.R. 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 gem. VDI 2089
- Die Luftströmungen in der Schwimmhalle unterliegen einer Vielzahl von besonderen Einflussfaktoren
- Es gelten besondere Anforderungen an Betrieb, Wartung und Instandhaltung



## Hoher spezifischer Aussenluftanteil zur Feuchteminderung

29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

### Lüftungsanlagen nach VDI 2089, Grundl.

Beckenbezeichnung	Schwimmerbecken		
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



## Hoher spezifischer Aussenluftanteil zur Feuchteminderung

29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

### Lüftungsanlagen nach VDI 2089, Grundl.

Beckenbezeichnung	Lehrschwimmbecken		
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 Schwimmbecken	$\dot{M}_L$	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 Wassermassenstrom benutzt o. Attr.	$\dot{M}_{D,B,b}$	56,1	kg/h
verdunstender Wasserm. inkl. Attraktionen u. Luft	$\dot{M}_{D,B,+Ab}$	78,5	kg/h

## Hoher spezifischer Aussenluftanteil zur Feuchteminderung

29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

### Lüftungsanlagen nach VDI 2089, Entfeuchtung

Anlagenbezeichnung		unben.	ben.	Attr.
Schwimmerbecken	kg/h	18,9	75,5	75,5
Großrutsche	kg/h	0,0	12,3	12,3
Lehrschwimmbecken	kg/h	9,8	56,1	78,5
<b>Summe</b>	kg/h	<b>28,7</b>	<b>143,9</b>	<b>166,3</b>

### Lüftungsanlagen nach VDI 2089 $\Sigma \dot{M}_A$

Anlagenbezeichnung		SB	Rutsche	LSB	Summe
Entfeuchtungsleistung	kg/h	75,5	12,3	56,1	143,9
Dichte der Luft	kg/m <sup>3</sup>	1,2	1,2	1,2	1,2
max. Wassergehalt der Raumluft	g/kg	14,3	14,3	14,3	14,3
Wassergehalt der Zuluft	g/kg	9,0	9,0	9,0	9,0
<b>Luftvolumenstrom erforderlich</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>	<b>11.869</b>	<b>1.935</b>	<b>8.821</b>	<b>20.690</b>



29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Spezifischer Aussenluftanteil zur Feuchteminderung

- Außenluft-Auslegungsvolumenstrom 20.690 m<sup>3</sup>/h.
- Nennbesucherzahl Mehrzweckbecken 56 Personen (DIN 19643)
- Nennbesucherzahl Lehrschwimmbecken 37 Personen
- Aufsichtskräfte 2 Personen
- max. 95 Personen in der Schwimmhalle.

Es ergibt sich rechnerisch ein spezifischer Außenluftvolumenstrom je Person in Höhe von  $20.690 \text{ m}^3/\text{h} / 95 \text{ Pers} = \mathbf{218 \text{ m}^3/(\text{h}*\text{Pers})}$  im Sommerbetrieb bei **100 % Außenluftanteil**

Im Winter und in der Übergangszeit mit einem **Außenluftvolumenstrom in Höhe von 30%** des Auslegungsvolumenstroms ergibt sich rechnerisch ein spezifischer Außenluftvolumenstrom in Höhe von  $20.690 \text{ m}^3/\text{h} * 30\% / 95 \text{ Pers} = \mathbf{65 \text{ m}^3/(\text{h}*\text{Pers})}$  im Sommerbetrieb

Spezifischer Außenluftanteil **Büroraum bisher: 30 m<sup>3</sup>/(h\*Pers)**

Rechnerische Werte (nur zur Orientierung und bezogen auf das gesamte Hallenvolumen). Zusätzlich muss Einfluss der Luftströmung in der Halle mit horizontaler Grenzschicht beachtet werden!



29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Besonderheiten der Luftströmung in Schwimmhallen



- Standard-Schwimmbecken 25 m \* 10,0 m, Schwimmbahnen mit Sprunggrube
- Zuluft eintrag fassadenseitig von unten
- Abluftentnahme unter der Decke in verschiedenen Höhen
- Unsanierte Gebäudehülle

29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Besonderheiten der Luftströmung in Schwimmhallen



- Einströmung erwärmter und trockener Zuluft an der Fassade



29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Besonderheiten der Luftströmung in Schwimmhallen



- Einströmung erwärmter und trockener Zuluft an der Fassade
- Ausbildung einer horizontalen Grenzschicht, ca. 0,5 m oberhalb der Wasseroberfläche

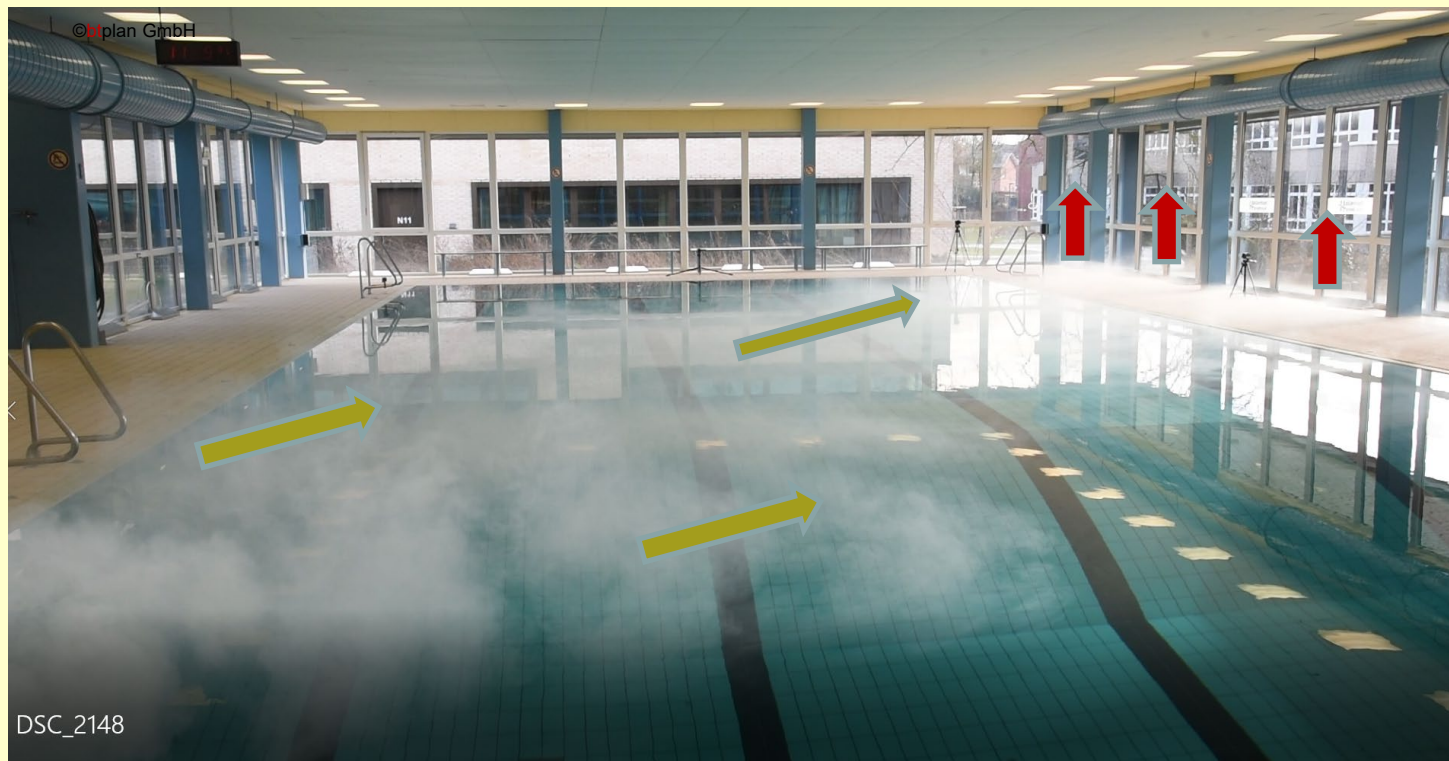
29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Besonderheiten der Luftströmung in Schwimmhallen



- Einströmung erwärmter und trockener Zuluft an der Fassade
- Ausbildung einer horizontalen Grenzschicht, ca. 0,5 m oberhalb der Wasseroberfläche
- Nachweis einer Horizontalströmung direkt über der Wasseroberfläche



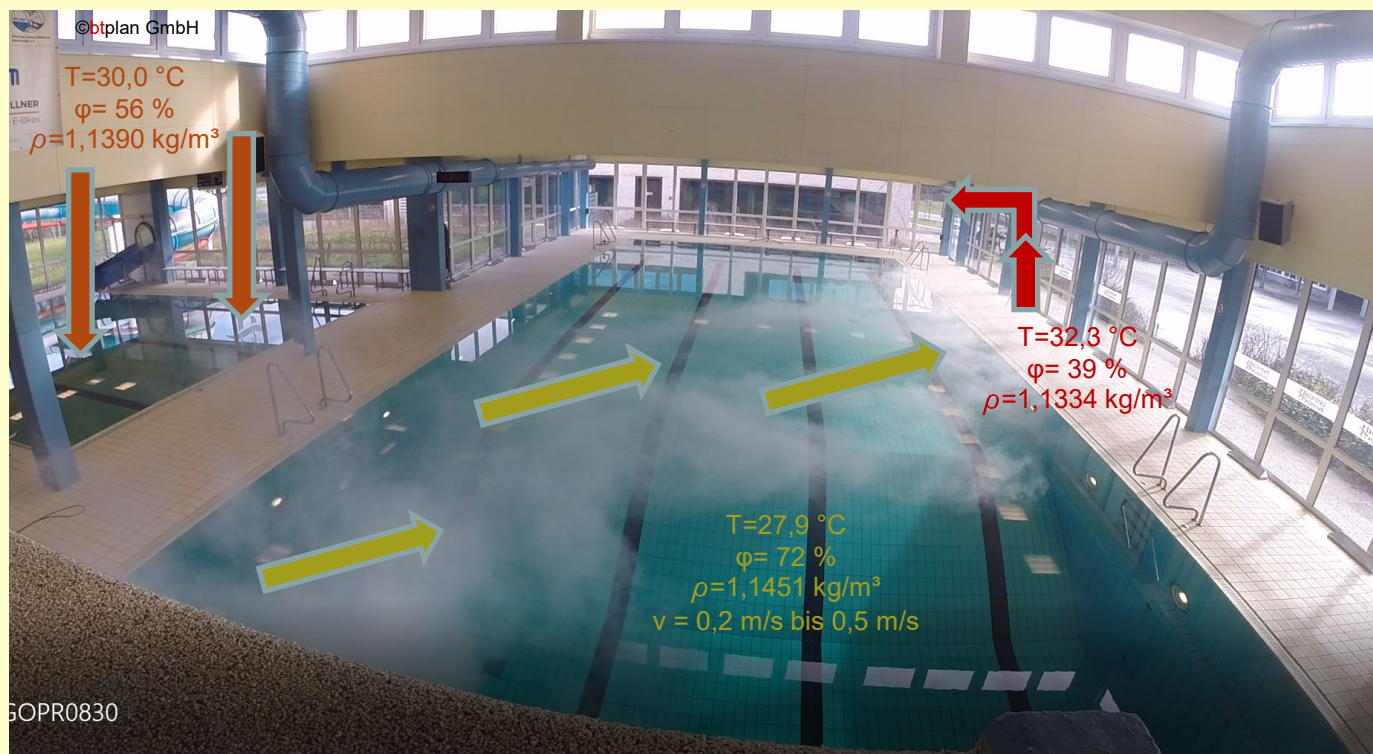
29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Besonderheiten der Luftströmung in Schwimmhallen



- Einströmung erwärmter und trockener Zuluft an der Fassade
- Ausbildung einer horizontalen Grenzschicht, ca. 0,5 m oberhalb der Wasseroberfläche
- Horizontalströmung direkt über der Wasseroberfläche,  $v = 0,2$  bis  $0,5$  m/s

29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Besonderheiten der Luftströmung in Schwimmhallen Berechnungsbeispiel nach örtlicher Bestandsaufnahme

- Der Bereich der Horizontalströmung direkt über der Wasseroberfläche mit einer durchschnittlichen Luftgeschwindigkeit von 0,35 m/s liegt im direkten Ein- Atmenbereich des Schwimmers (Ausatmung erfolgt z.Z. unter Wasser)
- Bei einer Höhe der horizontalen Grenzschicht von rd.0,5 m ergibt sich ein Volumenstrom von rd. 6.300 m<sup>3</sup>/h direkt im Aufenthalts-/Atembereich der Schwimmer
- 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 rd.1.420 m<sup>3</sup>/h).
- Bei einem angenommenen unkritischen spezifischen Außenluftanteil von rd. 88 m<sup>3</sup>/(h\*Pers)<sup>1,2</sup> sollte die Wasserfläche (250 m<sup>2</sup>) in diesem Berechnungsbeispiel bei 100% Außenluftanteil von ≤ 16 Personen benutzt werden
- Bei geringerem Außenluftanteil der Lüftungsanlage müsste die Personenzahl entsprechend reduziert werden (z.B. 50% Al. rd.10 Pers.).

<sup>1</sup>SARS-CoV-2 Arbeitsschutzregel v. 18.12.2020:Pettenkoferzahl möglichst kleiner 1.000 ppm

<sup>2</sup>Rietschel, Raumklimatechnik B1, für mittlere Belastung bei CO<sub>2</sub> 800ppm



29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Besonderheiten der Luftströmung in Schwimmhallen



- Freizeitbad mit insgesamt 520 m<sup>2</sup> Wasserfläche im Raumlufverbund einer gemeinsamen Schwimmhalle, Entfeuchtungsleistung 294 kg/h
- Zuluft eintrag vertikal an der Fassade sowie horizontal an der Empore
- 2 Stück Ablufttürme auf der Empore

29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Besonderheiten der Luftströmung in Schwimmhallen



- Ausbildung einer horizontalen Grenzschicht über der Wasserfläche



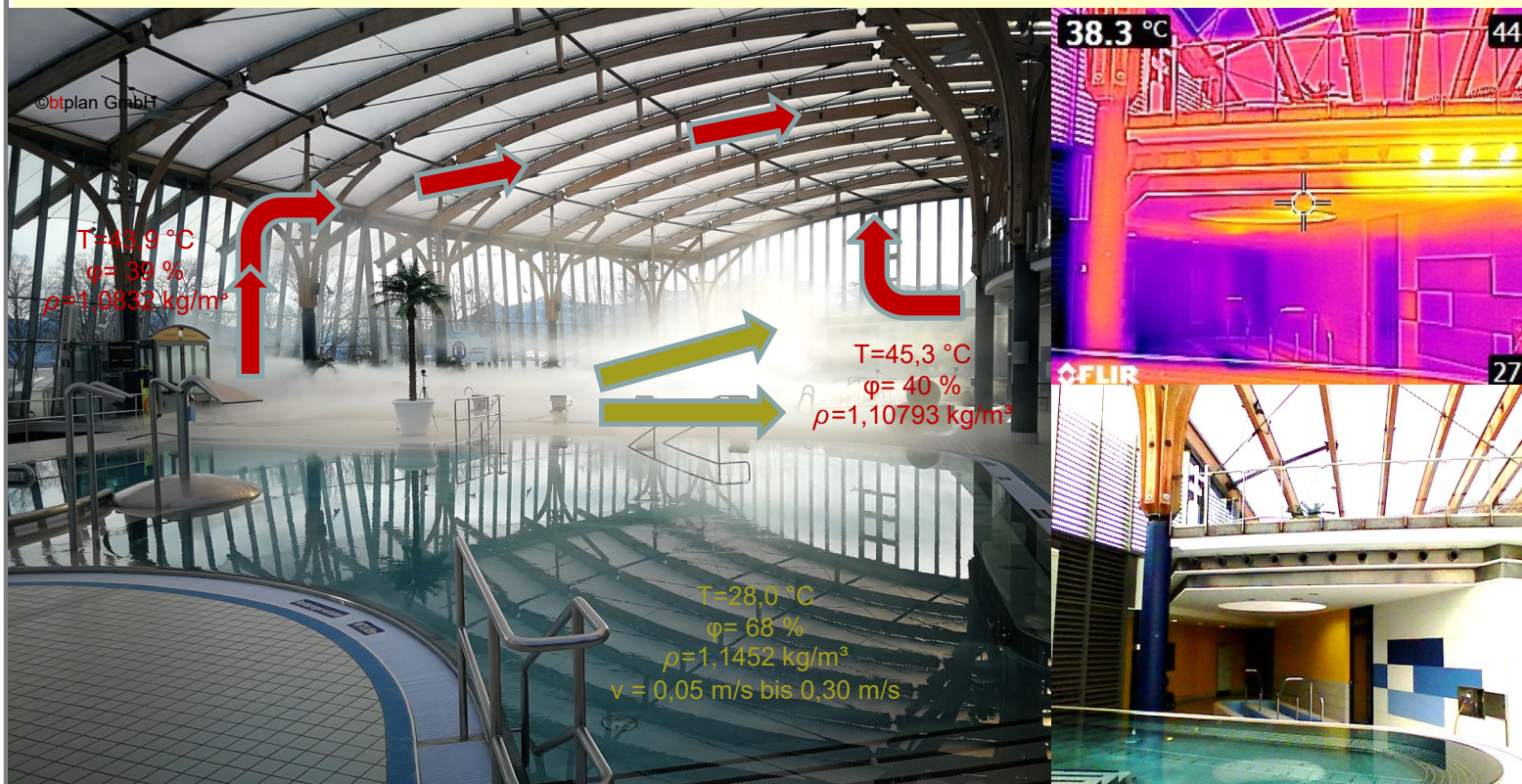
29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

## Besonderheiten der Luftströmung in Schwimmhallen

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen



- Ausbildung der horizontalen Grenzschicht variiert erheblich in Abhängigkeit der Zulufttemperatur an der Emporeseite (32 °C bis 50°C)

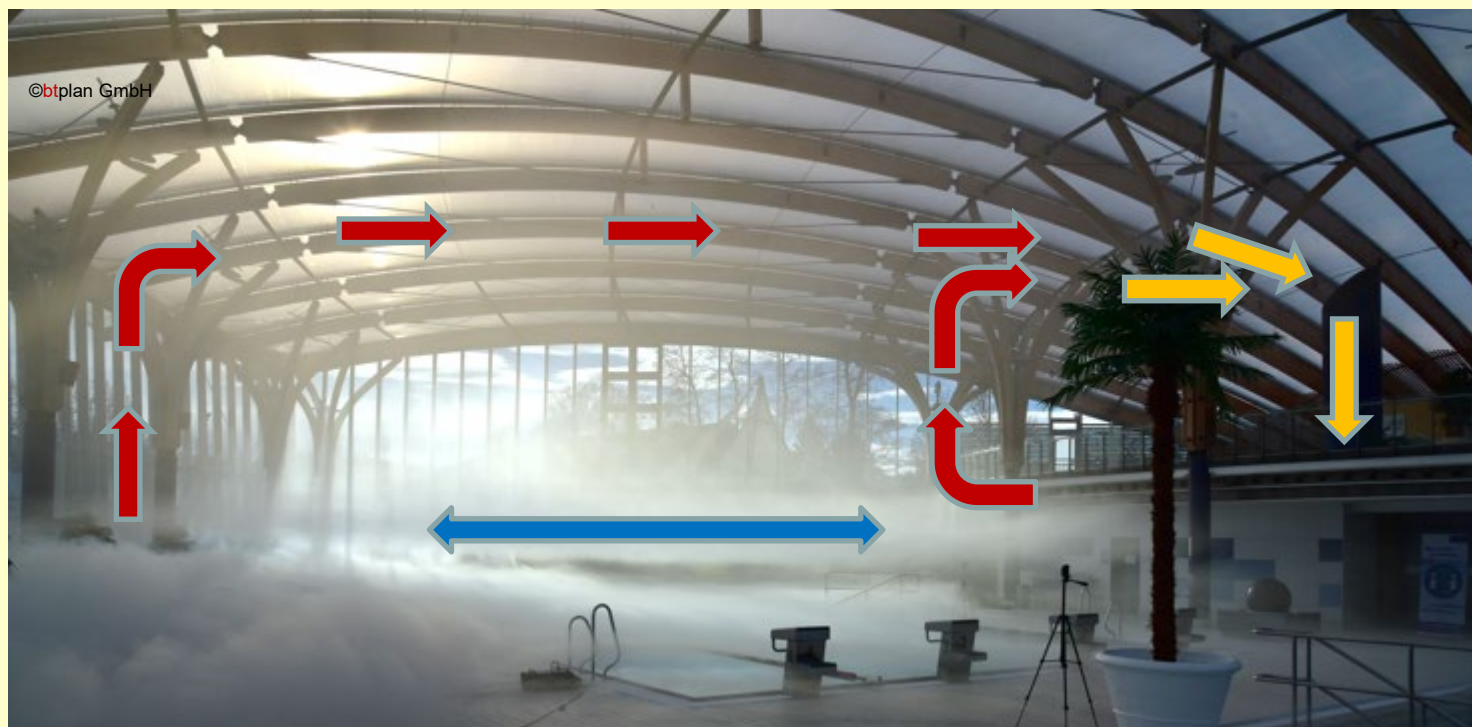
29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Besonderheiten der Luftströmung in Schwimmhallen



- Mehrere voneinander abgegrenzte Luftschichten über den Wasserflächen erkennbar (horizontale Luftströmung)
- Horizontale Grenzschicht auch in den Aufenthaltsbereichen und Beckenumgängen
- Ca.75% des Gesamtluftvolumenstroms gelangt nicht in die Aufenthaltsbereiche



29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Besonderheiten der Luftströmung in Schwimmhallen



- Wasserattraktionen wirken wie große „Luftbefeuchter“
- Es wird eine „Kaminwirkung“ durch die geringere Dichte der feuchten Luft erkennbar.
- Die Ausbildung einer horizontalen Grenzschicht über der Wasseroberfläche wird unterbrochen.

## Besonderheiten der Luftströmung in Schwimmhallen



Ausatemluft eines Schwimmers, z.B.  
T rd. 22,0 °C  
 $\phi$  rd. 80 %  
 $\rho$  rd. 1,1708 kg/m<sup>3</sup>

Luft im Einatembereich direkt über der Wasseroberfläche  
T=28,0 °C  
 $\phi$  = 70 bis 80%  
 $\rho$  rd. 1,1452 bis 1,1435 kg/m<sup>3</sup>  
v = 0,05 m/s bis 0,10 m/s

- Schulschwimmhalle mit tief liegendem Wasserspiegel, Bildung eines Kaltluftsees bei geringer Übertemperatur
- Ausatemluft verbleibt aufgrund der erhöhten Dichte direkt über der Wasseroberfläche



29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Besonderheiten der Luftströmung in Schwimmhallen



- Schulschwimmhalle mit tief liegendem Wasserspiegel, geschlossene Grenzschicht ruht bei geringer Übertemperatur über „Kaltluftsee“

29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Luftströmungen innerhalb von Schwimmhallen

- Bei der Beurteilung von evtl. Infektionsgefahren in Schwimmhallen sollten die Besonderheiten der Luftströmungen in Schwimmhallen mit berücksichtigt (z.B. Dichteunterschiede, Grenzschichtbildung, etc.) werden.



- Die Luftströmungen und ggf. stagnierende 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 tief liegendem Wasserspiegel und unzureichender Luftführung) sollten vermieden werden
- Eine völlige Sicherheit vor SARS-CoV-2-Infektionen durch eine Optimierung der Lüftungsanlagen in Schwimmhallen ist technisch nicht möglich.



29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

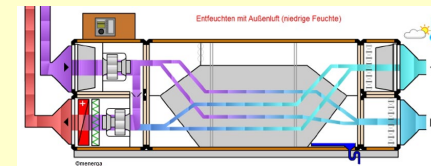
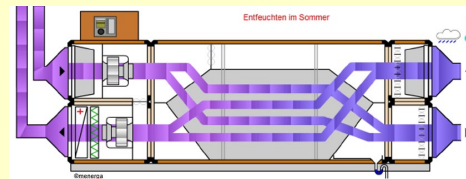
Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Empfehlungen zur Regelung des Außenluftanteils

- In vielen Lüftungszentralgeräten für die Schwimmhallenlüftung lässt sich der Außenluftanteil nur prozentual auf einen vorgegebenen Wert (z.B. 30 %) einstellen.
- 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 Solltemperatur in der Schwimmhalle muss der Außenluftanteil jedoch reduziert werden, um Zugerscheinungen zu vermeiden.
- Diese Anforderungen lassen sich mit vertretbarem Aufwand durch eine feuchtegeführte Regelung mit gleichzeitiger Überwachung der Stütztemperatur realisieren.



29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Filterupgrade



- 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 min. ISOePM1 70% (vormals F8) oder besser ISOePM1 80% (vormals F9) unter Berücksichtigung der verbleibende externe Ventilatorpressung und der resultierenden Volumenströme zu empfehlen.
- Da Corona-Viren nicht isoliert auftreten, sondern an Partikel / Aerosole gebunden sind, trägt eine verbesserte Filterleistung erheblich dazu bei, die Viren über die Aerosolabscheidung in der Filterstufe zurück zu halten.



29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

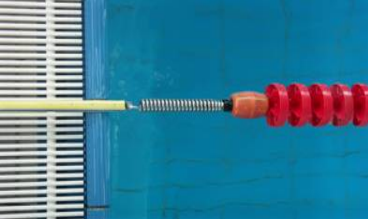
Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Wartung / Instandhaltung



- Unabhängig von weiteren Maßnahmen ist eine fachgerechte Wartung und Instandhaltung der Lüftungscentralgeräte, 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 unvermeidliche Minimum zu reduzieren.



## Besonderheiten der Luftströmung in Schwimmhallen

29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

### BTGA-Praxisleitfaden

Planung und Betrieb  
von RLT-Anlagen  
bei erhöhten Infektions-  
schutzanforderungen

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

		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-/Kreuzstromwärmeübertrager?	C.3	C.6
C.3	Ist die korrekte Druckdifferenz ZUL/ABL gegeben? Anordnung der Ventilatoren beachten, siehe Anhang 1.	C.4	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

29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

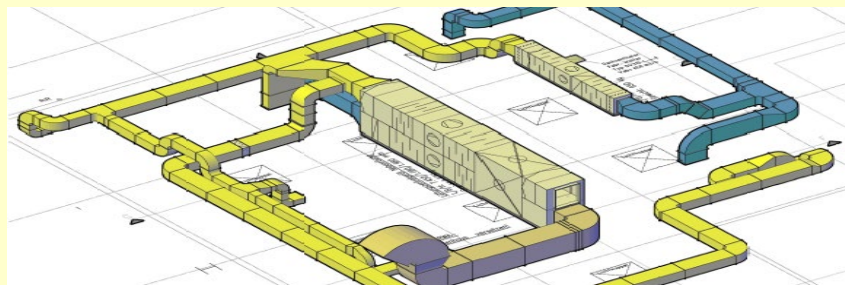
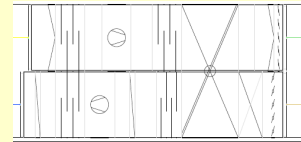
Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Maßnahmenempfehlungen Neubauplanung oder umfassende Sanierungen

- Bei Umluftbetrieb min. Filterklasse ISOePM1 80% berücksichtigen und Druckverluste bei Auslegung der Kanalnetze, Bauteile und Ventilatoren berücksichtigen.
- Auf ausreichenden Luftaustausch und Außenlufttrate in den Aufenthaltsbereichen der Schwimmhallen und über den Wasserflächen achten
- Bei Becken mit tief liegendem Wasserspiegel Luftaustausch über der Wasserfläche ggf. durch besondere Maßnahmen (z.B. Weitwurfdüsen) sicherstellen
- Als Vorbereitung auf evtl. zukünftige Anforderungen zumindest auch den Platzbedarf und Anschlussleistungen für weitere Filter- und Verfahrensstufen (z.B. UVC-Behandlung, etc.) berücksichtigen





29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

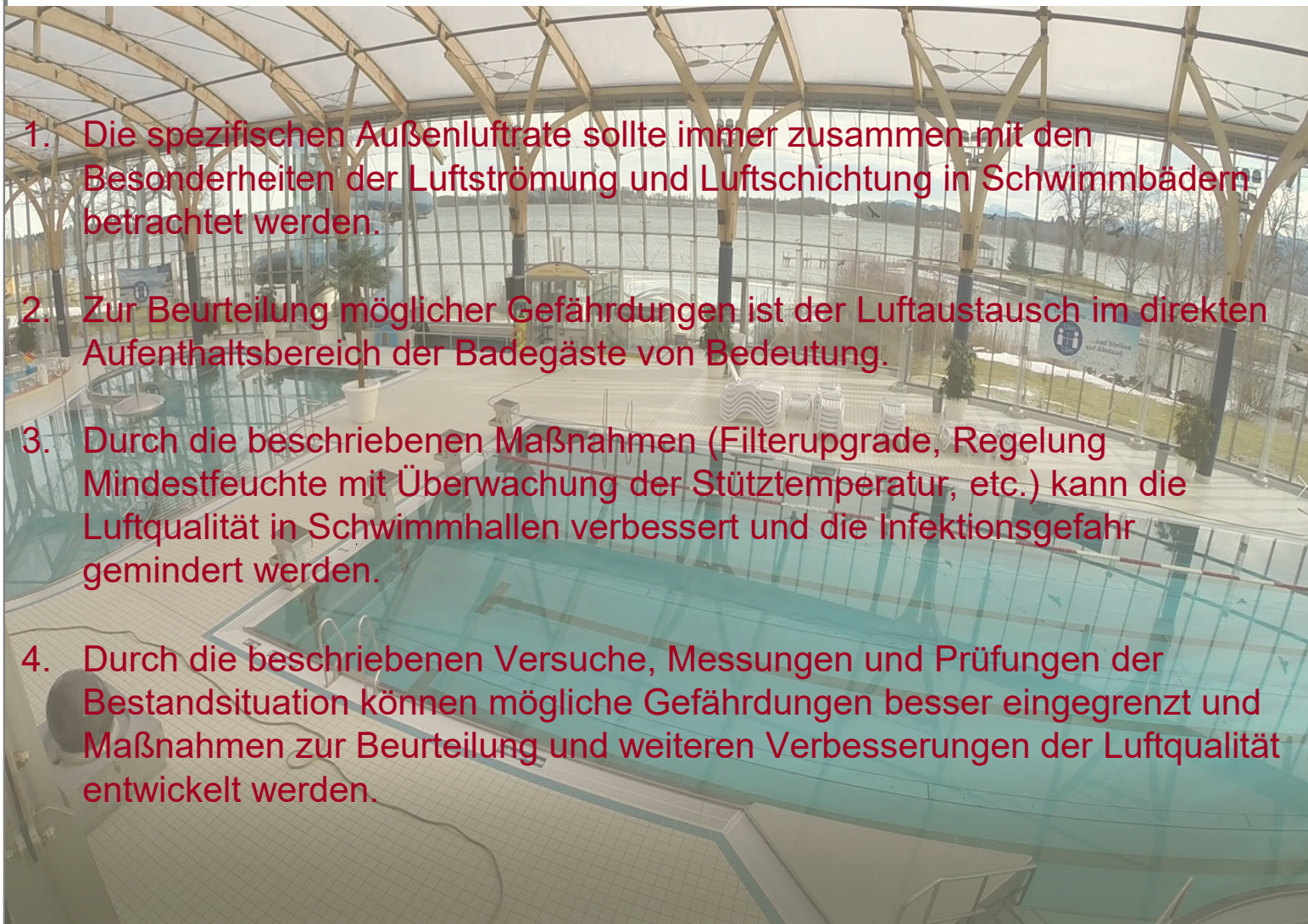
Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

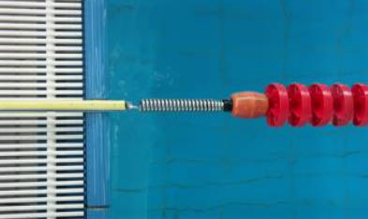
Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

## Fazit

1. Die spezifischen Außenluftfrate sollte immer zusammen mit den Besonderheiten der Luftströmung und Luftschichtung in Schwimmbädern betrachtet werden.
2. Zur Beurteilung möglicher Gefährdungen ist der Luftaustausch im direkten Aufenthaltsbereich der Badegäste von Bedeutung.
3. Durch die beschriebenen Maßnahmen (Filterupgrade, Regelung Mindestfeuchte mit Überwachung der Stütztemperatur, etc.) kann die Luftqualität in Schwimmhallen verbessert und die Infektionsgefahr gemindert werden.
4. Durch die beschriebenen Versuche, Messungen und Prüfungen der Bestandsituation können mögliche Gefährdungen besser eingegrenzt und Maßnahmen zur Beurteilung und weiteren Verbesserungen der Luftqualität entwickelt werden.



A decorative image in the top left corner shows a string of red beads with a metal spring and a wooden bead at the end, set against a blue background with a white grid pattern.

29. Wasserhygienetage  
online via WebEx  
04. bis 05.02 2021

Auswirkungen der  
Pandemiesituation auf  
Betrieb, Überwachung  
und Neuplanung von  
Lüftungsanlagen in  
Schwimmbädern

Verein für Wasser-,  
Boden- u.  
Umwelthygiene e.V. in  
Kooperation mit dem  
Umweltbundesamt

Stefan Mersmann  
bt plan GmbH, Essen

*Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !!!*