DTHG-PRÜFREGLEMENT

Zur Lüftung von Spielstätten bei

Pandemie- und Normalbetrieb

Teil 1: Öffentliche Räume

der fachverband
DTHG
Deutsche Theatertechnische Gesellschaft

Autoren:
Külpmann, Rüdiger. Berlin
Sell, Achim. Berlin
Brunner, Arnold. Pfäffikon, Schweiz
Korrespondenzadresse: lueftung@dthg.de
DTHG e.V. Geschäftsstelle, Am Hof 28, 50667 Köln

Gültig ab: Juni 2023

ISBN: 978-3-9821879-1-4

INHALT:

1. Vorwort
2. Anwendungsbereich
3. Prüfmethode
3.1. Allgemeine Beschreibung
3.2. Beurteilungskriterien, Annahmen und Bedingungen
3.2.1. Wirksamer personenbezogener Volumenstrom (V_{wP})
3.2.1.1. Berechnungsansatz
3.2.1.2. Annahmen
3.2.2. Personenbezogener Mindestluftstrom (V_{min})
3.2.2.1. Literaturwerte
3.2.3. Annahmen und Gültigkeitsbedingungen
3.2.4. Anlagen mit Umluftanteil
3.2.5. Foyer mit Fensterlüftung und Überströmkonzept
3.3. Personenbezogener Luftstrom bei Normalbetrieb
4. Prüfverfahren und Ergebnisse
4.1. Verfahren
4.2. Ergebnis: Bedingungen erfüllt
4.3. Ergebnis: Bedingungen nicht erfüllt
4.4. Ergebnis: Personenbezogener Luftstrom bei Normalbetrieb
5. Zertifikat
5.1. Herausgeber
5.2. Form und Inhalt
5.3. Gültigkeit und Verantwortlichkeiten
5.4. Kosten
6. Literatur
7. Anhang 1: Zertifikat (Muster)

Änderungen

Kapitel	Art der Änderung	Datum
Titel, 1, 3.2.2.1, 3.2.4, 5.4, 7	Redaktionell: Erläuterung, Präzisierung	Febr. 22
3.2.5, 3.3, 4.4	Neufassung	Febr. 22
3.2.4, 5.3	Änderung	Febr. 22
7. Anhang 1: Zertifikat (Muster)	Visuelle Überarbeitung & Ergänzung „Online-Badge“	Febr. 22
2.,3.2.2, 3.2.4,3.2.5, 6	Redaktionell: Präzisierung, Ergänzung	Sept. 22
7. Anhang: Zertifikat (Muster)	Aktualisierung	Sept. 22
3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.2.2.1,3.2.4, 6	Redaktionell: Präzisierung, Ergänzung	Nov. 22
3.2.3	Redaktionell: Ergänzung	Juni 23

1. VORWORT

In der Corona-Pandemie hat sich die Erkenntnis für die Notwendigkeit einer stetigen Belüftung von Aufenthaltsräumen sehr stark entwickelt. Das gilt insbesondere für öffentlich genutzte Räume. Auch stellte sich heraus, dass einfache und genügend genaue Ansätze zur Bestimmung des lufthygienisch relevanten Luftstromes für eine Person im geschlossenen Raum noch nicht existierten.

Von dieser Situation sind auch Spielstätten betroffen. Im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsvorhabens wurde daher Anfang 2021 von der DTHG ein Gesamtkonzept zur Feststellung und Zertifizierung der lufthygienischen Qualität eines Raumlüftungskonzeptes entwickelt. Es berücksichtigt besonders die spezifischen Belange in Spielstätten, ermöglicht grundsätzlich aber auch die Anwendung auf alle mechanisch gelüfteten Räume.

Ein Kernstück des Gesamtkonzeptes ist das Reglement Nr. 1, in dem Berechnungs- und pandemiegerechte Vergleichsgrößen für öffentlich genutzte Räume in Spielstätten beschrieben sind. Die gemachten Erfahrungen mit der ersten Ausgabe von März 2021 zeigten zum einen die gute Anwendbarkeit und zum anderen einen sehr sinnvollen Ergänzungsbedarf des Reglements, nämlich die Bestimmung des lufthygienischen Potentials der Raumlüftung auch bei Normalbetrieb.

Die nunmehr vorliegende zweite Ausgabe des Reglements Nr. 1 ist daher um diesen Aspekt erweitert und enthält zusätzlich eine Präzisierung für die Bestimmung der lufthygienischen Leistung von Foyers mit Luftüberströmung aus einem belüfteten Nachbarraum sowie redaktionelle Änderungen.

Die Hauptziele des Reglements sind:

- ein einfaches und transparentes Verfahren vorzustellen, mit dem die lufthygienische Leistungsfähigkeit der mechanischen Raumlüftung in Pandemiezeiten, also mit verminderter Zuschauerzahl und bei Normalbetrieb beurteilt werden kann
- die Leistungsfähigkeit der Raumlüftung mittels eines Zertifikates zu dokumentieren, sodass es für Raumnutzer Vertrauen schaffend wirkt
- den Stand des Wissens und den Diskussionskonsens bedarfsweise berücksichtigen zu können.

Im Folgenden werden die Prüfmethode und das Zertifizierungskonzept beschrieben.

Vor dem Hintergrund der umfangreichen Auswirkungen der SARS-CoV-2 Pandemie auf praktisch alle gesellschaftlichen Bereiche, wird dringend empfohlen, zeitnah und dauerhaft die lufthygienische Leistungsfähigkeit für die Menschen in Spielstätten festzustellen, um in normalen aber auch in epidemischen oder gar pandemischen Zeiten den gebotenen Lüftungskomfort konkret benennen zu können.

2. ANWENDUNGSBEREICH

Das Reglement Teil 1 gilt für Räume in Spielstätten, in denen sich Publikum länger aufhält. Explizit werden Zuschauerräume und Foyers behandelt, weil hier üblicherweise Aufenthaltszeiten bestehen, die infektionsrelevant sind. Nicht betrachtet werden Eingangsbereiche, Garderoben und Erschließungsgänge, weil dort nur kurze Aufenthaltszeiten unterstellt werden. Ferner werden WC-Bereiche nicht betrachtet; auch hier sind nur kurze Aufenthaltszeiten üblich und in aller Regel werden sie ausreichend mechanisch gelüftet und ihre Nutzungsdichte ist über das hauseigene Hygienekonzept geregelt. Dieses Reglement gilt auch für Kinos.

3. PRÜFMETHODE

3.1. ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

Die Beurteilung erfolgt raumweise und auf Basis der vom Spielstätten-Betreiber mitgeteilten Werte. Benötigt werden z. B. Angaben zur Raumlüftungsmethode (mechanische Lüftung und/oder Fensterlüftung), Raumgröße und -lüftungsform (Mischlüftung, Quelllüftung) und Raumbelegung (Personenzahl). Aus diesen Werten und mit angenommenen Werten für die Raumnutzungsdauer und Lüftungseffizienz, wird ein «wirksamer personenbezogener Luftstrom V_{wP}» ermittelt und dieser mit einem «personenbezogenen Mindestluftstrom V_{min}» verglichen, der aus den Angaben der jüngeren Literatur übernommen oder abgeleitet ist.

Es soll gelten:

$$\mathbf{V_{wP} \geq V_{min}} \qquad \mathbf{(1)}$$

Beim Erreichen oder Übertreffen des Mindeststromes gilt die Raumlüftung als Infektionsrisiko minimierend und es wird ein Zertifikatblatt ausgestellt. Bei Nichterreichen des Mindeststromes werden generelle Empfehlungen für eine zeitnahe und kostengünstige Verbesserung des wirksamen personenbezogenen Lüftungsstromes gegeben.
Die Prüfmethode berücksichtigt einige praxisübliche Annahmen und lüftungstechnisch übliche Kennwerte, die nachfolgend dokumentiert sind.

3.2. BEURTEILUNGSKRITERIEN, ANNAHMEN UND BEDINGUNGEN

3.2.1. WIRKSAMER PERSONENBEZOGENER VOLUMENSTROM (V_{WP})

3.2.1.1. BERECHNUNGSANSATZ

Dieser ergibt sich in erster Näherung aus dem Zuluftstrom für den Raum bei Spielbetrieb, dividiert durch die unter Pandemie-Bedingungen zulässige Personenzahl. Weiterhin werden die Lüftungseffizienz der Raumlüftungsform, das Raumluftvolumen, die Nutzungszeit und ggf. zusätzliche Luftreinigungsgeräte berücksichtigt.
Es gilt:

$$V_{wP} = (V_{ZUL} * \varepsilon_V + V_R/T_A + V_{SLG} * \eta_{SLG}) / N \qquad (2)$$

mit:

V_{wP}: wirksamer personenbezogener Volumenstrom (m^3/hP)
V_{ZUL}: Zuluftstrom von der RLT-Anlage für den Raum (m^3/h)
ε_V: Faktor für Raumlüftungseffizienz (-)
V_R: Raumvolumen (m^3)
T_A: Aufenthaltszeit der Nutzer im Raum (h)
N: zulässige Personenzahl im Raum unter Pandemie-Bedingungen (-)
V_{SLG}: Volumenstrom von im Raum betriebenen Sekundärluftreinigungsgeräten (m^3/h)
η_{SLG}: Faktor für die Wirksamkeit der Sekundärluftgeräte in der Aufenthaltszone (-)

3.2.1.2. ANNAHMEN

ε_V: Für die Raumlüftungseffizienz werden Werte aus [1] verwendet:

- Mischlüftung mit deckennahen ZUL- und ABL-Durchlässen im gleichen Raum: $\varepsilon_V = 0.8$
- Mischlüftung mit deckennahen ZUL-Durchlässen und ABL-Durchlässen in Fußbodennähe oder auf der gegenüberliegenden Raumseite (auch Querlüftung genannt): $\varepsilon_V = 1.0$
- Quelllüftung: ZUL unten (Fußboden oder Rückenlehne), ABL oben: $\varepsilon_V = 1.2$

V_R/T_A: Das Raumvolumen wird als zeitabhängig verfügbares Verdünnungspotential von Luftschadstoffen angesehen und näherungsweise mit diesem Quotienten berücksichtigt.

η_{SLG}: Sekundärluftgeräte können durch ihre vielfältigen Bauformen und individuellen Aufstellungen im Raum in ihrer Strömungsausbreitung behindert werden. Daher wird für ihre Wirksamkeit beim personenbezogenen Volumenstrom in diesem Reglement angenommen:

$\eta_{SLG} = 0.5$
Es wird auch darauf hingewiesen, dass ein Sekundärluftgerät keine Raumluft durch Außenluft erneuert, sondern Raumluft nur reinigt. Die Vermeidung des CO_2-Konzentrationsanstieges im Raum durch Nutzer ist nur durch Lufterneuerung mit Außenluft durch Fensterlüftung oder mechanische Luftzufuhr möglich.

Einbezug Künstler und Musiker

- Künstler und Musiker werden bei der Personenzahl im Zuschauerraum nicht berücksichtigt, wenn der Abluftstrom der Bühne und/oder des Orchesterbereiches über den Bühnenturm erfolgt.

- Einbezug der Künstler und Musiker in die Personenzahl des Zuschauerraums, wenn keine lüftungstechnische Bereichstrennung vorhanden ist.

Räume mit natürlicher Fensterlüftung

Wenn Räume nicht selbst an eine RLT-Anlage angeschlossen sind, ist in Gleichung (2) der Wert $V_{ZUL} = 0$. Ein wirksamer personenbezogener Volumenstrom ist dann dauerhaft nur durch den Betrieb von Sekundärluftgeräten möglich. Eine weitere Erhöhung der Luftreinigung und insbesondere Lufterneuerung (Abfuhr von CO_2) ist durch das Öffnen von Fenstern möglich. Diese Lüftungswirksamkeit hängt aber von der Öffnungsdauer und den klimatischen Verhältnissen ab. Natürliche Fensterlüftung wird in diesem Reglement zwar dringend empfohlen, jedoch nicht als dauerhafte Luftreinigungsleistung angerechnet.

Räume mit dauerhaft unterstützter Fensterlüftung

Wird durch technische Maßnahmen eine dauerhafte Lufterneuerung über geöffnete Fenster sichergestellt, ist der dauerhaft erreichte Luftstrom als V_{ZUL} anrechenbar. Beispiele für technische Möglichkeiten sind:

- Installation einer Abluftanlage in einem Fenster. Der Raum wird dadurch auf Unterdruck gebracht und die aktuell herrschende Außenluft strömt über andere Fensteröffnungen nach. Für die Raumlüftungseffizienz gilt dann in diesem Reglement: $\varepsilon_v = 0.8$.

- Überströmung von Zuluft aus einem benachbarten Raum mit mechanischer Lüftung über offen gehaltene Türen. Der fenstergelüftete Raum wird dadurch auf Überdruck gebracht und die überströmende Zuluft strömt durch den Raum über die dort geöffneten Fenster bzw. Außentüren ab. Für die Lüftungseffizienz gilt dann in diesem Reglement: $\varepsilon_v = 0.8$.

Anmerkung: Beide technischen Möglichkeiten sollten insbesondere für Foyer mit Ausschank, aber ohne dauerhafte Lüftung überlegt werden. Sie werden als relativ leicht umsetzbar und kostengünstig angesehen. Sie bedürfen aber einer sorgfältigen Planung bei Einhaltung der sicherheitstechnischen Belange.

3.2.2. PERSONENBEZOGENER MINDESTLUFTSTROM (V_{MIN})

3.2.2.1. LITERATURWERTE

Hierzu wurden speziell die Publikationen und Mitteilungen [3-5,9,10] ausgewertet. Aufgrund des hohen Detaillierungsgrades und ausführlichen Berechnungsansatzes wurden die Angaben aus [5,10] (Kriegel M. et al., TU-Berlin) als sehr geeignet erachtet und im Folgenden als Mindestluftströme zusammen mit den dort geltenden Bedingungen verwendet.

Raumart: Belegungsgrad, Aufenthaltszeit, Aktivitätsgrad	**personenbezogener Mindestluftstrom (m^3/hP)**
Zuschauerraum/Kinosaal, Studiobühne: 40% Belegung mit Maske, 2 h, II	40
Foyer mit Ausschank: ca. 50 % der Personen ohne Maske, 30 min, II	45
Foyer ohne Ausschank: Personen überwiegend mit Maske, 30 min, II	30

Tab. 1: Personenbezogener Mindestluftstrom (V_{min}) als Vergleichswert zur Beurteilung einer pandemiegerechten Lüftung von öffentlichen Räumen in Spielstätten. Basiswerte aus [5,10]. Aktivitätsgrad II: sitzen, stehen, sprechen. Maske mit ca. 50 % Rückhaltevermögen nach [5,10].

Erläuterungen:

- Bei Einhaltung der o. g. personenbezogenen Mindestluftströme und Randbedingungen verbleibt nach [5,10] das Verhältnis des Risikos (R/R_S), dass eine infizierte Person eine weitere ansteckt bei deutlich unter 1 ($R/R_S < 1$). Dabei stellt der Referenzwert R_S etwa die Infektionsgefahr dar beim Besuch eines Supermarktes mit Maske. Durch die relative Darstellung des Infektionsrisikos R/R_S ist das Verhältnis der Ansteckungsgefahr auch dann gleich, wenn sich die Infektiosität der Virenlast ändert.
- Es wird als realistisch angesehen, dass während einer Vorstellungspause ein Ausschank nur an ca. 50% der Gäste erfolgt, die dann keinen Maskenschutz tragen.

3.2.3. ANNAHMEN UND GÜLTIGKEITSBEDINGUNGEN

Bei dem Luftstromvergleich gelten folgende Annahmen und Gültigkeitsbedingungen:

- Die Raumnutzer halten die aktuellen AHA-Regeln ein
- Die Aufenthaltszeit darf die für den personenbezogenen Mindestluftstrom angenommene Aufenthaltsdauer nicht überschreiten
- Der Aktivitätsgrad entspricht dem eines üblichen Theaterbesuchers (II)
- Das Tragen von Masken hat eine Gesamtfiltereffizienz von ca. 50% [8]
- Nach Nutzung der Räume ist die Lüftung noch min. 1 Stunde nachlaufen zu lassen.
- In Zuschauerräumen mit Verzehr während der Vorstellung wird angenommen, dass nur für den Zeitraum des Verzehrs von den Zuschauern die Maske abgenommen wird. Dann ist ein personenbezogener Mindestvolumenstrom von 40 m^3/hP erforderlich.

3.2.4. ANLAGEN MIT UMLUFTANTEIL

Eine mögliche Viruslast im Raum wird zunächst durch das Raumluftvolumen verdünnt. Eine weitere Reduktion erfolgt beim Durchströmen durch Filter oder andere Luftreinigungsverfahren. Zur Infektionsgefahr von RLT-Anlagen mit Umluftbetrieb sind folgende Bedingungen einzuhalten:

- Eine ungereinigte Umluft ist ab Epidemiezeiten bei Vorstellungsbetrieb zu vermeiden
- der Kohlendioxidgehalt in der Abluft soll 1.000 ppm nicht überschreiten [11]
- ist dauerhafter Umluftanteil erforderlich, sind Zuluftfilter mindestens der Klasse ePM1 80% (frühere Klasse: F9) bzw. äquivalent wirkende Umluftreinigungsverfahren zu verwenden.

3.2.5. FOYER MIT FENSTERLÜFTUNG UND ÜBERSTRÖMKONZEPT

Bei diesem Konzept wird die Abluftanlage vom Zuschauerraum in der Vorstellungspause maximal reduziert, besser noch abgeschaltet. Die so entstandene überschüssige Zuluft strömt über die geöffneten Türen in das Foyer und dort über die geöffneten Fenster nach außen. Diese Betriebsweise ist so lange sinnvoll, wie sich Besucher primär im Foyer aufhalten.

In Gleichung (2) sind dann folgende Werte einzusetzen:

$$\mathbf{V_{ZUL} = V_{ZUL\text{-}S} - V_{ABL\text{-}S} + V_{ZUL\text{-}F}} \qquad \mathbf{(3)}$$

mit:

$V_{ZUL\text{-}S}$ Zuluftvolumenstrom Saal (m^3/h)

$V_{ABL\text{-}S}$ Abluftvolumenstrom Saal, der bei Überström Einstellung nicht reduzierbar ist (m^3/h)

$V_{ZUL\text{-}F}$ Zuluftstrom einer Foyer eigenen Zuluftanlage ohne den Umluftanteil (m^3/h)

Die Lüftungseffizienz ε_V in Gleichung (2) kann von $\varepsilon_V = 0.8$ auf $\varepsilon_V = 1.0$ angehoben werden, wenn eine der folgenden Bedingungen eingehalten wird, weil dann praktisch keine lüftungstechnische Verbindung mehr zum Bühnenbereich besteht:

- Während der Umstellung wird der Eiserne Vorhang heruntergelassen
- Während der Umstellung ist der Decker heruntergelassen und wird nicht in den Bühnenbereich hineingedrückt.
- Mittels einer Rauchprobe wurde nachgewiesen, dass der Überschussluftstrom vom Zuschauerraum nicht in den Bühnenbereich strömt.

3.3. PERSONENBEZOGENER LUFTSTROM BEI NORMALBETRIEB

Bei Normalbetrieb bestehen keine lufthygienisch bedingten Einschränkungen. Daher ist in Gleichung (2) für N die zulässige Personenzahl bei Vollbetrieb einzusetzen.

4. PRÜFVERFAHREN UND ERGEBNISSE

4.1. VERFAHREN

In einen standardisierten Fragebogen werden vom Spielstätten-Betreiber alle erforderlichen Angaben gemacht. Zudem sind das Hygienekonzept und ggf. weitere lufthygienisch relevanten Unterlagen einzureichen.
Die Angaben werden von einem Experten auf Vollständigkeit und Plausibilität geprüft. Danach erfolgt die raumweise Berechnung des wirksamen personenbezogenen Volumenstromes und des notwendigen Mindestluftstromes durch den Experten.

4.2. ERGEBNIS: BEDINGUNGEN ERFÜLLT

Führen die Angaben des Betreibers zur Raumlüftung in Verbindung mit den in diesem Prüfreglement aufgeführten weiteren Randbedingungen mindestens zur Einhaltung des personenbezogenen Mindestluftstromes erhält der Spielstätten-Betreiber ein Prüfdatenblatt und Zertifikat für den Raum.

4.3. ERGEBNIS: BEDINGUNGEN NICHT ERFÜLLT

Führen die Angaben des Betreibers zur Raumlüftung in Verbindung mit den in diesem Prüfreglement aufgeführten weiteren Randbedingungen nicht zu einer Einhaltung des personenbezogenen Mindestluftstromes, erhält der Spielstätten-Betreiber ein Prüfdatenblatt sowie allgemeine Empfehlungen zu Verbesserungsmaßnahmen. Diese können sein:

- Die Personenzahl im Raum ist zu reduzieren, bis der erforderliche Mindestluftstrom erreicht ist.
- Der Zuluftstrom ist zu erhöhen.
- Es sollten Sekundärluftgeräte nachgerüstet werden.
- Das Schutzziel soll durch geeignete organisatorische Maßnahmen sichergestellt werden.
- Dem Betreiber wird empfohlen, den Stand der Technik der RLT-Anlagen zu überprüfen.

Ein Zertifikat wird für den Raum ausgestellt, wenn Nachbesserungen vom Betreiber durchgeführt sind und eine Neubewertung der Prüfstelle zum Erreichen der Bedingungen geführt hat.

4.4. ERGEBNIS: PERSONENBEZOGENER LUFTSTROM BEI NORMALBETRIEB

Zur Erlangung einer guten Raumluftqualität strebt man bei Normalbetrieb meist 25 – 35 m3/h pro Person an.

Der nach Gleichung (2) ermittelte Wert zeigt das mit der vorhandenen Anlage erreichbare Ergebnis bei Verwendung der zulässigen Personenzahl bei Vollbetrieb für den betrachteten Raum. Er wird in diesem Reglement ausgewiesen und ist ein Hinweis für die erreichte Qualität der Lüftung im Normalbetrieb. Im Normalbetrieb muss dieser Wert keinem Mindestwert entsprechen.

5. ZERTIFIKAT

5.1. HERAUSGEBER

Das Zertifikat wird von der DTHG ausgestellt.

5.2. FORM UND INHALT

Ein Muster des Zertifikates ist im Anhang 1 abgebildet.

5.3. GÜLTIGKEIT UND VERANTWORTLICHKEITEN

Die Prüfstelle der DTHG berücksichtigt periodisch die neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse. Wenn diese eine Anpassung des Prüfreglements erfordern, wird das revidierte Reglement auf der Homepage der DTHG publiziert: https://lueftung.dthg.de/

Die Zertifizierung bescheinigt den Zustand der Lüftung zum Zeitpunkt der Erhebung. Solange die vom Betreiber angegebenen lufthygienisch relevanten Einstellungen, die regelmäßige Wartung und Instandhaltung sowie die Einhaltung vorgeschriebener Prüfintervalle gewährleistet werden, behält das Zertifikat seine Gültigkeit.
Sollten sich lufthygienisch relevante Betriebseinstellungen oder die Art des Spielbetriebes verändern, erlischt die Gültigkeit des Zertifikats und es wird dem Betreiber empfohlen, im Rahmen einer Rezertifizierung die Gültigkeit zu erneuern.

Die Verantwortung für den Betrieb der RLT-Anlagen gemäß den Angaben im Prüfbericht obliegen dem Betreiber, da sie auf einer Selbstdeklaration beruhen. Die Angaben können vor Ort stichprobenweise kostenpflichtig überprüft werden.

5.4. KOSTEN

Die Durchführung einer Prüfung erfolgt zum Selbstkostenpreis. Die Kosten wurden von der DTHG ermittelt.

6. LITERATUR

[1]: Praxishandbuch der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) – Band 2. Beuth-Verlag (2013). ISBN 978-3-410-23965-9

[2]: VDI 3803, Blatt 4: Raumlufttechnik – Geräteanforderungen Luftfiltersysteme. (Gründruck 2021-04). Beuth Verlag Berlin.

[3]: Müller, D. et al: Vereinfachte Abschätzung des Infektionsrisikos durch aerosolgebundene Viren in belüfteten Räumen, White Paper, RWTH-EBC 2020-003, (2020-08). DOI: 10.18154/RWTH-2020-08332

[4]: Kriegel, M.; Buchholz, U.; Gastmeier, P.; Bischoff, P.; Abdelgawad, I. Hartmann, A.; Predicted Infection Risk for Aerosol Transmission of SARS-CoV-2; PrePrint 10.1101/2020.10.08.20209106

[5]: Kriegel, M., Hartmann A.: Covid-19 Ansteckung über Aerosolpartikel – Vergleichende Bewertung von Innenräumen hinsichtlich des situationsbedingten R-Wertes. TU-Berlin, (2021-02). DOI: http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-11387

[6]: Moriske, H.-J., et al: Eckpunkte zur Durchführung von Kulturveranstaltungen (Theater, Konzerthäuser, Kinos) unter Pandemiebedingungen. (2021-03). https://www.umweltbundesamt.de/dokument/eckpunkte-zur-durchfuehrung-von

[7]: BAuA, Hrsg: Infektionsschutzgerechtes Lüften – Hinweise und Maßnahmen in Zeiten der SARS-CoV-2-Epidemie.(2020). https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Fokus/Lueftung.html

[8]: Schumann, L. et al: Experimentelle Untersuchung der Leckage und Abscheideleistung von typischen Mund-Nasen-Schutz und Mund-Nasen-Bedeckungen zum Schutz vor luftgetragenen Krankheitserregern. PrePrint 10.1429/depositonce-10857

[9]: Hartmann, A.: Mitteilung Infektionsrisikoberechnung Theater-Foyer. TU-Berlin (2021-03), unveröffentlicht.

[10]: Hartmann, A. Gastmeier P , Kriegel, M.: Praktische Anwendung von vereinfachten Prognosemodellen zur Einschätzung des Infektionsrisikos über Aerosol bei SARS-CoV-2 und der Effektivität von nichtmedizinischen Präventionsmaßnahmen. (2022-01) https://www.ggberlin.de/public/GGN_01-2022_praxisempfehlungen_hri-tub_charite.pdf

[11]: Kopic, Claudia; Brandt, Stefan; Kriegel, Martin (2022). Übertragung von Kontaminationen durch Umluftbetrieb sowie Leckagen in zentralen und dezentralen Lüftungsanlagen. HLH Heizung, Lüftung, Klima. Vol. 73 (2022), iss. 3, pp. 34–38. https://doi.org/10.37544/1436-5103-2022-03-34.

7. ANHANG 1: ZERTIFIKAT (MUSTER)

Abb. 1: Zertifikat mit Übersicht der geprüften öffentlichen Räume

Abb. 2: Raumbezogenes Zertifikat

Abb. 3: Aufkleber zur Ergänzung

Abb. 4: Raumbezogener Aufkleber zur Ergänzung

Abb. 5: Online-Badge zur Ergänzung