

---

2. Stellungnahme

# Expertenkreis Aerosole

der Landesregierung Baden-Württemberg

---

24. März 2021

---

## **Aktueller Bericht des Expertenkreises Aerosole**

**zur Vorstellung in der 47. Sitzung der erweiterten Lenkungsgruppe am 24. März 2021**

### **Antworten & Empfehlungen**

Mit Beschluss vom 15. Januar 2021 bittet der Lenkungskreis um die Bearbeitung von drei Fragekomplexen: **Virusmutationen, Aerosolen in Fahrzeugen und Belüftungskonzepten** in kulturellen Einrichtungen. Der Expertenkreis hat sich der Fragestellungen angenommen und beantwortet diese wie folgt:

#### **1. Betrachtung von Virusmutationen (insbesondere B 1.1.7) im bisherigen Untersuchungskontext und mögliche Auswirkungen auf die Empfehlungen des Expertenkreises.**

Seit Dezember 2020 ist bekannt, dass an verschiedenen Orten weltweit Varianten des SARS-CoV-2 aufgetreten sind, die sich anscheinend leichter ausbreiten und deswegen in manchen Regionen bereits den weit überwiegenden Teil aller Infektionen ausmachen. Dies betrifft **insbesondere** die als **B.1.1.7** bezeichnete (englische) Variante, die **erstmals in Proben aus Südengland von Ende September 2020** gefunden wurde. In retrospektiven Untersuchungen zeigte sich, dass sich diese Variante über die folgenden Monate in Südengland und London stark ausgebreitet hat. Während des Lock-Down in Großbritannien im November gelang es nicht, die Verbreitung der B.1.1.7-Variante einzudämmen, wohingegen die Infektionen mit dem bisher bekannten Virus abnahmen. **Untersuchungen zur Ausbreitungsrate der neuen Variante** sprechen dafür, dass diese sich **30-50% besser ausbreiten kann als das bisher bekannte Virus**. Weitere **neue Varianten mit wahrscheinlicher erhöhter Infektiosität** wurden inzwischen auch aus **Südafrika und aus Brasilien, sowie aus Kalifornien** berichtet. Ein Eintrag der neuen Varianten nach Deutschland und Baden-Württemberg über Reisende aus diesen Regionen hat stattgefunden, wobei die britische Variante 1.1.7 ungefähr 80% und die Südafrikanische Variante ca 1% aller Fälle ausmachen.

Die möglicherweise **erhöhte Infektiosität** der neuen Varianten **beruht auf Veränderungen im S-Oberflächenprotein des SARS-CoV-2**. Diese können eine **verbesserte Anheftung an Zielzellen und ein verbessertes Eindringen des Virus in die Zelle** vermitteln. Die **physikalischen Eigenschaften des Virus ändern sich** dagegen **nach aktuellem Stand** der Wissenschaft **bei keiner der neuen Varianten**. Insofern **gelten die gleichen Übertragungswege und Schutzmechanismen** wie für die bisher bekannten Varianten des SARS-CoV-2 auch für die neuen Varianten. Es ist allerdings davon auszugehen, dass **infolge der höheren Infektiosität** der Varianten eine **geringere Menge an Virus für eine Infektion hinreichend sein könnte**. Insofern ist eine **noch stringendere Einhaltung der bereits etablierten Schutzmaßnahmen erforderlich**. Wie bei den bisher bekannten Varianten sind auch bei den neuen Varianten sowohl die Konzentration der infektiösen Viren als auch die Expositionsdauer von entscheidender Bedeutung, eine kritische Konzentration oder Zeit, bei deren Unterschreiten kein Risiko bestünde, lässt sich daher auch hier nicht angeben.

#### **Schützt die Impfung auch vor den Varianten?**

Studien zeigen, dass die Impfstoffe bei der Variante B.1.1.7 (UK-Variante) effektiv schützen, jedoch einen verringerten Antikörperschutz gegen die Variante B.1.351 (Südafrika-Variante) aufweisen (Skelly et al., Wu et al.). Eine verringerte Wirkung der zellulären Immunantwort gegen die Varianten wurde jedoch nicht beobachtet (<https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.02.27.433180v1>).

**2. Untersuchung von Aerosolbelastungen und Infektionsrisiken in Fahrzeugen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Fahrzeugtypen des öffentlichen Personennah- und Fernverkehrs (Bus, Straßenbahn, U- bzw. S-Bahn, Zug) sowie in Fahrzeugen privater Fahrgemeinschaften. Im Bereich des ÖPNV sollen die Studie des BMVI bzw. des Deutschen Zentrums für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt zum Infektionsgeschehen und Ansteckungsrisiko sowie die Studie des Verbands Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) zum realen COVID-19-Infektionsgeschehen berücksichtigt werden.**

Fahrzeuginnenräume stellen analog zu Innenräumen von Gebäuden Luftvolumina dar, in denen sich Aerosole ausbreiten können. Daher gelten in Fahrzeuginnenräumen generell dieselben **AHA+L-Empfehlungen** wie in anderen Innenräumen auch. Das Infektionsrisiko kann durch Abstand (im ÖPNV), die **Minimierung der Anzahl (haushaltsfremder) Personen** im gleichen Raum, eine **geringe Aufenthaltsdauer** sowie durch Händewaschen (sofern möglich, z.B. in Zügen) oder alternativ Handdesinfektion, das **richtige Tragen einer möglichst wirksamen Maske**, sowie durch eine **Erhöhung der Luftwechselrate** gesenkt werden. Darüber hinaus zeigen Studien, dass die Menge an gebildeten Aerosolen die potentiell virenhaltig sein kann, vom **Verhalten der Fahrgäste abhängt (lautes Sprechen und auch Singen erhöht die Exposition signifikant im Vergleich zu bloßem Atmen und sollte daher möglichst vermieden werden.)**

Wenn die Anzahl an Personen und deren Abstand sowie das Tragen wirkungsvoller Masken vorgeschrieben sind, hängt das Infektionsrisiko maßgeblich von **Luftwechselrate** und auch der **Strömungsführung** ab. Während sich in Pkws diese Luftwechselrate durch Belüftungssystem und Fensterlüftung beeinflussen lässt, steht in vielen Fahrzeugen des ÖPNV allein das Belüftungssystem zur Steuerung zur Verfügung, da sich Fenster teilweise nicht öffnen lassen. Zu beachten ist: Die CO<sub>2</sub>-Konzentration korreliert nicht mit der Virenlast im Aerosol (s. Stellungnahme des Expertenkreises vom Dez. 2020).

Als erste und einfach umzusetzende Maßnahme sollte daher der **Umluftanteil in Fahrzeugen bestmöglich gemindert und wenn möglich auf null gesetzt** werden, das heißt also, dass dem Fahrzeuginnenraum nur Außenluft zugeführt wird. Dies ist zwar aus energetischer Sicht bzw. Komfortsicht nicht die ideale Lösung, senkt aber die Konzentration potenziell virenbeladener Aerosolpartikeln wirkungsvoll, da mit der Umluft – trotz Filterstufe – auch potentiell virenhaltige Aerosole dem Fahrgastraum zugeführt statt durch die Abluft ins Freie geleitet werden.

### **Pkws und private Fahrgemeinschaften**

Für PKWs bzw. **Fahrzeuge privater Fahrgemeinschaften** lassen sich aus wissenschaftlichen Studien weitgehend konkrete Ergebnisse ableiten:

- Durch das **geringe Volumen der Fahrgastzelle** ist die Luftwechselrate mit oder ohne Klimaanlage sehr klein, sofern die Fenster geschlossen sind.
- Über die **Klimaanlage** allein lässt sich **kein effektiver Luftaustausch** erzielen.
- Durch **Fensterlüftung** kann die Partikelkonzentration im Innenraum unter folgenden Bedingungen wirkungsvoll gesenkt werden:
  - o Fahrtgeschwindigkeit von mindestens 30 km/h
  - o Idealerweise alle **Fenster offen**
  - o Falls Letzteres aus Komfortgründen nicht möglich ist, sollten die jeweils von den Insassen weiter entfernten Fenster geöffnet werden.
  - o Die Umluftschtung sollte deaktiviert sein
- Steigt man als Person in ein Fahrzeug, dessen Innenraumluftqualität unbekannt ist, sollte man **zu Beginn der Fahrt durchlüften**.
- **Alle Passagiere** sollten möglichst **wirkungsvolle Masken korrekt tragen** und für einen maximalen Luftwechsel während der gemeinsamen Fahrt sorgen.

### **Nah- und Fernverkehr des ÖPNV: Busse**

Für Busse gibt es Studien, die verschiedene Lüftungsvarianten, d.h. vor allem Lage und Form der Luftein- und -auslässe im Hinblick auf die Partikelausbreitung miteinander vergleichen. Aufgrund der hochkomplexen Strömungssituation kann **keine klare Aussage** darüber getroffen werden, ob ein bzw. welches bestehende Lüftungskonzept die Partikelkonzentration zuverlässig auf einem niedrigen Niveau hält. In einer **Studie wird gemutmaß**t, dass ein neuartiges Belüftungskonzept basierend auf dem Prinzip der Verdrängungslüftung die Aerosolpartikelkonzentration potenziell senken könnte. Tatsächlich besteht an dieser Stelle weiterer Forschungsbedarf, wie Belüftungskonzepte und deren Strömungsführung in Zukunft designt werden müssen, damit eine maximale Reduktion der Aerosolpartikelkonzentration ermöglicht wird. Es sind daher die **einleitenden Bemerkungen zu berücksichtigen: Möglichst großer Abstand, Personenanzahl mindern, Aufenthaltsdauer minimieren, Wirkungsvolle Maske richtig tragen**, Nies- und Hustenetikette beachten, auf Hygieneregeln achten, minimierte und wenn notwendig, dann **dezen**e Kommunikation mit Mitreisenden.

### **Nah- und Fernverkehr des ÖPNV: Schienenverkehr**

Da die vorgelegte Studie des **VDV** noch in einem sehr frühen Stadium ist und die ersten Ergebnisse der Literaturrecherche erst im Frühjahr 2021 erwartet werden, können Ergebnisse der Studie zum momentanen Zeitpunkt nicht in diese Bewertung einfließen.

Die Studie des **BMVi** nennt eine hohe Luftwechselrate  $> 8$ , eine weiter erhöhte Außenluftmenge reduziert die Partikelbelastung nicht signifikant. Die Betreiber der Studie weisen darauf hin, dass bei der Übertragung der Erkenntnisse auf nicht untersuchte Fahrzeuge die unterschiedlichen Klimatisierungskonzepte berücksichtigt werden müssen, so dass sich aus den Erkenntnissen keine generalisierte Aussage ableiten lässt. Zur belastbaren Bewertung der Ergebnisse für das untersuchte Fahrzeug fehlen genaue Angaben über die Versuchsdurchführung (z.B. Partikelspektrum, Quellstärke, ...), so dass man auch hier im Moment nur auf die bereits oben genannten Maßnahmen verweisen kann.

### **3. Bewertung des Belüftungsprojekts „Berliner Modell“ und der Studie „Probetrieb Bayerische Staatsoper“ im Hinblick auf schrittweise Öffnungsmöglichkeiten und ggf. Anpassungsmöglichkeiten von Mindestabständen in Innenräumen mit leistungsfähigen Lüftungsanlagen oder bei Freiluftveranstaltungen im Bereich von Kultur- und sonstigen Veranstaltungen einschließlich der Berücksichtigung von Virusmutationen.**

Zur Frage von Mindestabständen und Lüftungskonzepten in Innenräumen mit RLT-Anlagen im Bereich von Kultureinrichtungen kann nach aktuellem Stand im Wesentlichen auf fünf Quellen zurückgegriffen werden, die im Folgenden kurz zusammenfassend dargestellt werden.

Es handelt sich dabei um wissenschaftliche Untersuchungen im Zuschauerraum von Spielstätten (**Konzerthaus Dortmund**/Fraunhofer-Institut Goslar, **Bayerische Staatsoper**/TU München, **Staatstheater Nürnberg**/Universität Erlangen), um das Hygienekonzept der **Salzburger Festspiele**, das sich in der Praxis als pandemietauglich bewährt hat und um das „**Hygienekonzept für Kultureinrichtungen im Land Berlin**“ (September 2020). Darüber hinaus liefert Prof. Kriegel vom Rietschel-Institut Berlin Berechnungsgrundlagen des **Belüftungsprojekts „Berliner Modell“** (November 2020).

**Tab. 1** fasst die Empfehlungen der genannten Quellen hinsichtlich Abstand/Sitzplatzanordnung, MNS, Lüftungskonzept und Zuschauerzahl zusammen.

**Die folgenden Kurzzusammenfassungen referieren Inhalt und Wortlaut der jeweiligen Quellen, sie sind keine Aussagen des Expertenkreises und somit eindeutig von den am Ende dieses Kapitels getroffenen Bewertungen und Empfehlungen des Expertenkreises zu unterscheiden.**

Das **Hygienerahmenkonzept für Kultureinrichtungen im Land Berlin** (September 2020) formuliert als zentrales Element seines Belüftungskonzepts in Innenräumen die kontinuierliche Versorgung mit Außenluft (Frischluft), für deren Umsetzung je nach technischer Ausstattung verschiedene Maßnahmen (Reduktion des Umluftanteils und Einbau von HEPA-Filtern in den Umlufttrakt der RLT-Anlagen, Querlüftung bei geöffneten Türen und Fenstern mindestens 10 Minuten je Stunde bei natürlich zu belüftenden Räumen, CO<sub>2</sub>-Sensoren zum Lüftungsmanagement) empfohlen werden. Gemäß diesem Konzept sollen im Publikum in der Regel im Sitzen ohne MNS ein Mindestabstand zwischen fremden Personen von 1,50 m eingehalten werden. Der Abstand kann dabei auf 1m von Sitzmitte zu Sitzmitte reduziert werden, wenn durch maschinelle Belüftung eine ausreichende Außenluftzufuhr gewährleistet ist und wenn die Personen durchgehend MNS tragen. Es wird nicht spezifiziert, welcher MNS getragen werden soll.

Prof. Kriegel vom Hermann-Rietschel-Institut Berlin legt als Berechnungsgrundlage des **Belüftungsprojekts „Berliner Modell“** einen Rechner vor, mit dem das Covid-19 Infektionsrisiko durch Aerosole anhand der Eingabe von Raumvolumen, Anzahl Personen im Raum, Tragen von MNS, Aktivität und Außenluftmenge eingeschätzt werden kann.

In der **Bayerischen Staatsoper** wurden **im September und Oktober 2020** probeweise jeweils bis zu 500 Personen im Publikum zugelassen und Expertenanalysen, Zuschauerbefragungen und Visualisierung der Raumluftrichtung mittels Bühnennebel im Zuschauerraum durchgeführt. Folgende Empfehlungen werden in diesem Papier aus den Ergebnissen abgeleitet: Bei niedrigen 7-Tages-Inzidenzen (< 50/100.000 Einwohner) wird im Fall von Quelluftströmung, im Text mit „Belüftungsanlagen mit vertikalem Luftstrom“ bezeichnet, ein Abstand von Stuhlmitte zu Stuhlmitte von 1 m in einer Schachbrettanordnung als ausreichenderachtet. Bei horizontalen Luftströmen sollen weiterhin 1,50 m Abstand gelten. Als Mindeststandard wird eine Außenluftzufuhr von 60 m<sup>3</sup>/h pro Person formuliert. Zur Ermittlung der Höchstbesucherzahl für einen Veranstaltungsraum mit RLT-Anlage wird der Quotient aus der Außenluftzufuhr vor Ort (in m<sup>3</sup>/h) und der Außenluftzufuhr von 60m<sup>3</sup>/h pro Person vorgeschlagen. Es wird empfohlen, MNS am Platz bei einer Luftwechselrate < 4 dauerhaft zu tragen, bei höheren Luftwechselraten könne MNS am Platz während der Vorstellung abgelegt werden.

In einem Konzertsaal des **Konzerthauses Dortmund** wurde durch das **Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut Goslar** in Zusammenarbeit mit dem **Umweltbundesamt** und Hygieneexperten im November 2020 die räumliche Ausbreitung von Aerosolen und CO<sub>2</sub> experimentell untersucht. Hierbei wurden die Verbreitung von Aerosolen mit einem mobilen Aerosolmessgerät sowie die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen bei einem Dummy im Zuschauerraum unter verschiedenen Einflussfaktoren – mit und ohne MNS sowie unter thermischer Wirkung von umgebendem Publikum – gemessen. Die Autoren berichten, dass es mit Maske sowie mit ausreichend dimensionierter Außenluftzufuhr über die vorhandene raumluftechnische Anlage (RLT-Anlage) nahezu keine Beeinflussung durch Prüfaerosole auf allen Nachbarplätzen eines emittierenden Probanden gegeben habe (siehe auch Abb. 1). Hierzu ist von unserer Seite anzumerken, dass die Art der Maske, mit der die Messungen durchgeführt wurden, in den bislang publizierten Ergebnissen nicht beschrieben ist; anhand der fotografischen Abbildungen ist jedoch davon auszugehen, dass die Messungen mit einer OP-Maske durchgeführt wurden. Aus ihren Messergebnissen leiten die Autoren ab, dass bei einer RLT-Anlage mit komplettem Luftaustausch mit Außenluft alle 20 Minuten Aerosole in allen Bereichen effektiv abtransportiert werden können und „dass das Risiko eines Superspreading-Events damit ausgeschlossen werden könne“. Eine Besetzung des Saales mit vielen Personen störe den Raumluftransport nach oben nicht, sondern fördere diesen eher durch zusätzliche thermische Effekte. Die Autoren empfehlen eine Sitzplatzanordnung im Schachbrettmuster sowie CO<sub>2</sub>-Messungen im laufenden Betrieb.

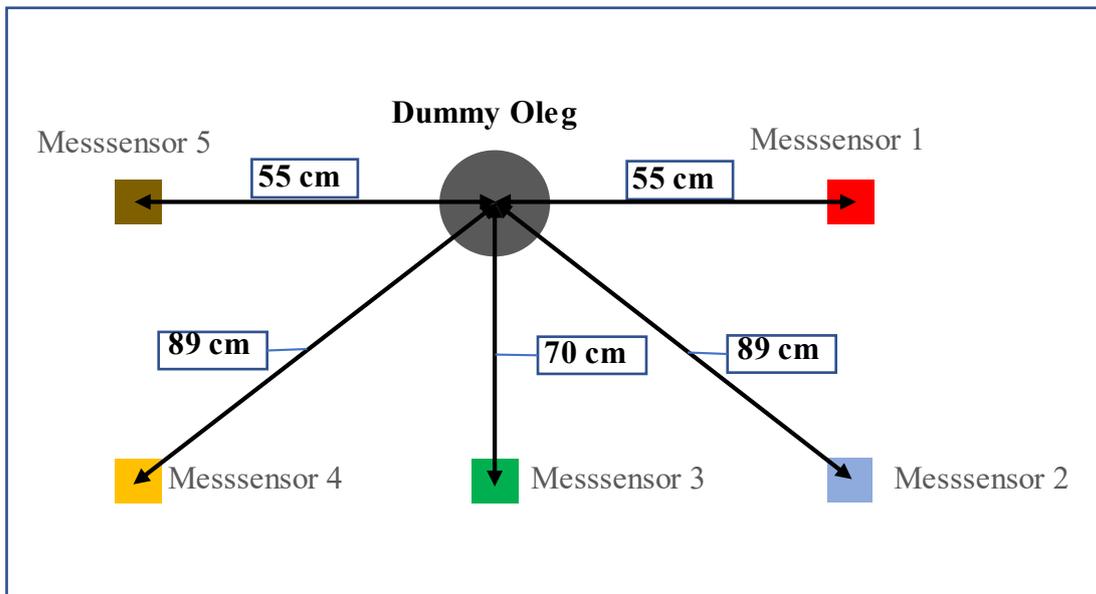


Abb. 1: Schemazeichnung mit Abständen der Untersuchung im Konzerthaus Dortmund

Im August 2020 wurden im Zuschauerraum des **Staatstheaters Nürnberg** Messungen zur Raumluftrömung und Aerosolaußbereitung (Prof. Stefan Becker, Fluidsystemdynamik und Strömungsakustik Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Dipl.-Ing. Bernd Schubert, Tintschl AG) mittels Visualisierung von Luftströmungen, Geschwindigkeitsmessungen, Konzentrationsverteilungen mittels Tracergasen und Computersimulation von Luftströmen und Aerosolaußbreitung durchgeführt. Die Autoren konnten zeigen, dass die Aerosolströmung der ausgeatmeten Luft vorrangig nach oben abtransportiert wird und einen geringen Fluidtransport zu anderen Sitzplätzen aufwies. Eine Wärmequelle als Modell für menschliche Körperwärme unterstützte bei den Messungen die Aerosolströmung nach oben. Die Autoren bewerten die Raumluftrömung als entscheidenden Faktor bei der Aerosolverteilung und empfehlen eine Optimierung der Luftauslässe unterhalb der Sitze und eine Abstimmung auf die Raumebelegung. Sie befürworten eine dichtere Menschenanzahl und gleichmäßige Verteilung im Parkett, da diese die Thermik verbessere und die Strömung nach oben stabilisiere. Der Ausbau ganzer Sitzreihen hatte auf die Abführung der Aerosole nach oben eine verschlechternde Wirkung. Es entstehen größere Querströmungen in den Sitzreihen. Da sich bei den Messungen Aerosole an der Raumdecke und in den oberen Rängen sammelten, empfehlen die Autoren, Sitzplätze in den Rängen eher nicht zu besetzen. Diese Untersuchungen werden durch Simulationen bestätigt, da hier eine höhere Aufenthaltsdauer von Aerosolen, die aus dem Parkett zugeführt werden, vorhanden ist.

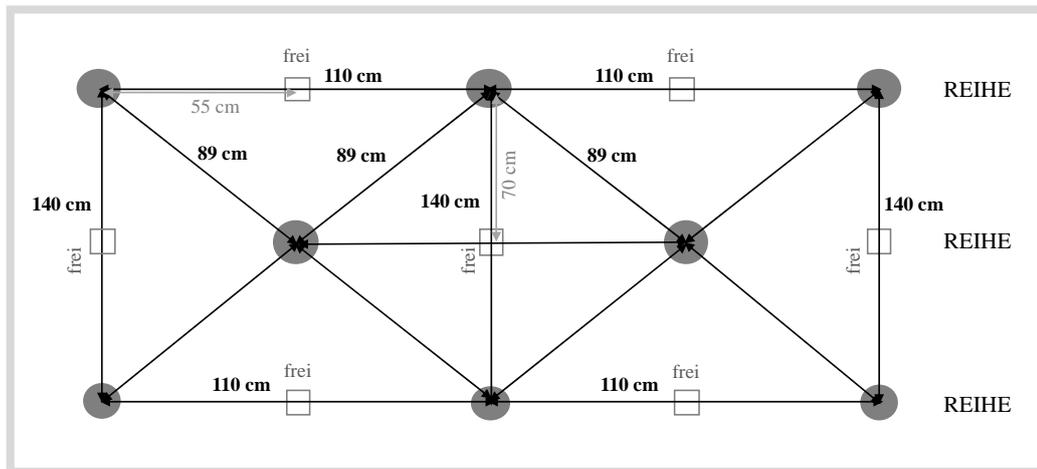
Die **Salzburger Festspiele** wurden im Juli und August 2020 (7-Tages Inzidenz < 20/100 Tsd.) nach einem differenziert ausgearbeiteten Hygienekonzept durchgeführt. Im Publikumsbereich wurden Sitzplätze im seitlichen Abstand von 1 m besetzt (Schachbrett-Anordnung). Die Besucher mussten durchgängig bis zum Sitzplatz und beim Verlassen MNS tragen, während der Vorstellung konnte der MNS abgelegt werden. Stand Sommer 2020 waren alle Arten von MNS zugelassen. Die verschiedenen Räume des Festspielhauses verfügen über RLT-Anlagen mit einer Außenluftzufuhr von 35 m<sup>3</sup>/h pro Person. Zwischen 46 Prozent und 63 Prozent der maximalen Sitzplätze wurden besetzt. Da während der Salzburger Festspiele unter den etwa 80 Tsd. Besuchern keine Ansteckungen mit dem Corona-Virus bekannt wurden, kann angenommen werden, dass Infektionsrisiken durch das Hygienekonzept ausreichend reduziert werden konnten.

**Tab.1:** Empfehlungen zu Abstand/ Sitzplatzanordnung, MNS, Lüftungskonzept und Zuschauerzahl aus den angegebenen Quellen; \* MNS und Maske wurden in den dargestellten Konzepten jeweils nicht näher spezifiziert

	Abstand/ Sitzplatzanordnung	MNS	Lüftungskonzept (RLT-Anlage)	Zuschauerzahl
<b>Hygienerahmenkonzept für Kultureinrichtungen im Land Berlin</b> (September 2020)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1m Abstand (Sitzplatzmitte zu Sitzplatzmitte) bei maschineller Belüftung und permanentem Tragen v on MNS* am Sitzplatz</li> <li>• saalspezifische Sitzplatzanordnung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• permanentes Tragen v on MNS*, auch am Sitzplatz, empfohlen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuierliche Außenluftzufuhr</li> <li>• Umlufanteil reduzieren</li> <li>• HEPA-Filter</li> <li>• Belüftung 45 Min. vor Beginn der Veranstaltung</li> <li>• Aufenthaltsdauer max. 60 Min.</li> <li>• 10 Min. Quer- oder Stoßlüften pro Stunde</li> <li>• CO2 Messungen während Vorstellungen</li> </ul>	<p>Rechner Belüftungsprojekt „Berliner Modell“ Das Hermann-Rietschel-Institut der TU Berlin bietet einen Online-Rechner an, mit dem das Infektionsrisiko für verschiedene Anwendungen berechnet werden kann: <a href="https://hri-pira.github.io/">https://hri-pira.github.io/</a>**</p>
<b>Bayerische Staatsoper</b> (Dezember 2020)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei Lüftungsanlage mit vertikalem Luftstrom: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1m radial bei 7-Tages-Inzidenz &lt; 35 je 100 Tsd. Einwohner</li> <li>- 1,50m radial bei 7-Tages-Inzidenz &gt; 35 je 100 Tsd.</li> </ul> </li> <li>• Bei Lüftungsanlage mit horizontalem Luftstrom 1,50m radial</li> <li>• Schachbrett-Anordnung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohne MNS* am Sitzplatz während der Vorstellung</li> <li>• MNS* beim Aufsuchen und Verlassen des Platzes und im gesamten Bereich des Gebäudes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luftwechsel 60m<sup>3</sup>/h pro Person</li> <li>• Luftaustausch mit Außenluft alle 15 Minuten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quotient aus Außenluftzufuhr m<sup>3</sup>/h vor Ort und Außenluftzufuhr v on 60m<sup>3</sup>/h pro Person</li> <li>• der Hygieneabstand muss eingehalten werden, hierdurch kann sich die gemäß Lüftungskonzept errechnete Zuschauerzahl verringern</li> </ul>
<b>Konzerthaus Dortmund</b> (Januar 2021)	Schachbrett-Anordnung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohne Maske* am Sitzplatz während der Vorstellung</li> <li>• Maske* im Eingangsbereich und bis Sitzplatz eingenommen wird</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Außenluftzufuhr, kompletter Luftaustausch mit Außenluft alle 20 Minuten</li> <li>• Keine Umluft</li> <li>• Querlüftung in Pausen durch Türenöffnung</li> <li>• CO2 Messungen während Vorstellungen</li> </ul>	Besetzung des Konzerthauses mit vielen Personen empfohlen
<b>Salzburger Festspiele</b> (Juli 2020)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seitlicher Abstand v on 1m (Körpermitte zu Körpermitte)</li> <li>• Schachbrett-Anordnung</li> <li>• saalspezifische Platzbesetzung (z.B. erste sieben Reihen im Parterre gesperrt)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohne MNS* am Sitzplatz während der Vorstellung</li> <li>• MNS* durchgängig bis zum Sitzplatz und beim Verlassen des Gebäudes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Außenluftstrom 35m<sup>3</sup>/h pro Person</li> <li>• Außenluftzufuhr, keine Umluft</li> </ul>	<p>Durchführung bei einer vorliegenden 7-Tages Inzidenz &lt;20/100 Tsd.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Großes Festspielhaus 1000 v on möglichen 2177 Sitzplätzen besetzt</li> <li>• Haus für Mozart 850 v on möglichen 1495 Sitzplätzen besetzt</li> <li>• Felsenreitschule 890 v on möglichen 1412 Sitzplätzen besetzt</li> </ul>
<b>Staatstheater Nürnberg</b> (Oktober 2020)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dichtere Menschenanzahl im Parkett befürwortet</li> <li>• Ränge eher freilassen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MNS wurden in den Simulationen berücksichtigt. Er verringert den Ausbreitungsradius im Vergleich ohne MNS bei gleicher Zeitdauer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raumströmung im Saal</li> <li>• Luftauslässe unter Sitzen abstimmen</li> <li>• Lufttemperatur bei Raumbelüftung in der Zuströmung mit hohen negativen Temperaturgradient zur Abluftöffnung, so dass warme Luft aufsteigen kann.</li> </ul>	

Die oben dargestellten wissenschaftlichen Untersuchungen wurden in Sälen durchgeführt, die eine **Luftzufuhr in den Sitzreihen** haben und entsprechend nach dem **Quelllüftungsprinzip** funktionieren. Dies ist üblich in großen Häusern, bei Neben Bühnen oder kleinen Spielstätten sind solche raumluftechnischen Vorrichtungen nicht notwendigerweise vorhanden.

Hinsichtlich der **Sitzabstände zwischen Zuschauern und der Sitzplatzanordnung** in Räumen mit RLT-Anlagen liegen die in Tabelle 1 (Spalte 2) dargestellten Ergebnisse und Empfehlungen vor. Diese kommen – unter Annahme einer 7-Tages-Inzidenz < 35 je 100 Tsd. Einwohner – mehrheitlich zu einem Sitzabstand von 1 m zwischen den Zuschauern. Bei Annahme einer üblichen Sitzbreite von 50 cm würde dies bedeuten, dass jeder zweite Platz in einer Zuschauerreihe besetzt werden kann. Die Empfehlung einer Sitzplatzanordnung im Schachbrettmuster, die aus den Untersuchungsergebnissen im Konzerthaus Dortmund von den Autoren abgeleitet wurde, ist in Abb. 2 mit genauen Angaben der Abstände zwischen den jeweiligen Sitzplatznachbarn dargestellt. Hierbei wird in alle Richtungen – seitlich mit 1,10 m, nach vorne mit 1,40 m, diagonal mit 0,89 m – der sonst geltende **Mindest-Abstand von 1,5 Metern** zwischen Personen unterschritten.



**Abb.2:** Schemazeichnung mit Abständen zwischen den Zuschauern des aus der Dortmunder Studie empfohlenen Schachbrettmusters

## Bewertung der Studien und Empfehlungen des Expertenkreises

Ausgehend von den dargestellten Ergebnissen und Erfahrungen werden **aus Sicht des Expertenkreises folgende Maßnahmen für Kultureinrichtungen mit Publikum in Innenräumen mit RLT-Anlagen als sinnvoll bewertet und das folgende weitere Procedere vorgeschlagen, sollte eine Öffnung in Erwägung gezogen werden:**

- Die Säle sollten nach dem **Prinzip der Quell-Lüftung** betrieben werden. Der **Betrieb von RLT-Anlagen sollte durchgängig mit Außenluftzufuhr** erfolgen. Eine Außenluftzufuhr von 50 - 75 m<sup>3</sup>/h pro Person erscheint ausreichend. Darüber hinaus sollten die Raumluftströmung im Saal hinsichtlich vertikaler und horizontaler Luftströme sowie Auslässe unter den Sitzen am jeweiligen Ort optimiert werden. Ziel sollte hierbei sein, Aerosolströme der Personen im Zuschauerraum nach oben abzuleiten.
- Zur Erhöhung der Sicherheit schlagen wir **zusätzlich vor, durchgängig auf den Wegen innerhalb des Gebäudes und auch am Sitzplatz während der Vorstellung FFP2-Masken zu tragen.** FFP2-Masken erhöhen – korrekt getragen - den Eigenschutz und (so sie kein Ausatem-Ventil aufweisen) den Fremdschutz generell und insbesondere auch im Vergleich zu anderen medizinischen Masken und Alltagsmasken (wir verweisen hier auf unsere Ausführungen in der Stellungnahme des Expertenkreises „Aerosole“). Es ist anzunehmen, dass die aktuelle bundesweite Verordnung zum Tragen von FFP2-Masken in öffentlichen Verkehrsmitteln und in Geschäften die Akzeptanz erhöht, FFP2-Masken auch während Veranstaltungen zu tragen. Da im Sitzen keine erhöhte Atemtätigkeit erforderlich ist, die durch das Tragen

einer FFP2-Maske erschwert wäre, erscheint die Maßnahme aus unserer Sicht zumutbar.

- Der Expertenkreis kann den in den Studien vorgeschlagenen Mindestabständen der Sitzplätze nicht generell folgen, da der Lüftungseinfluss in diesen nur teilweise berücksichtigt wurde. **Deshalb regt der Expertenkreis an, die Erkenntnisse aus den bisher bekannten Studien bezüglich ihrer Übertragbarkeit auf andere Räumlichkeiten in einer gesonderten Studie zu überprüfen.** Hierbei sollen zusätzlich raumluftechnische Kriterien wie vor allem die Art der Luftausbringung in den Saal (in solchen Sälen häufig – aber nicht immer - nach dem Quellluftprinzip), der Einfluss durch die Reduktion von Personen und damit Wärmelasten auf mögliche Auftriebsströmungen (die bei der Auslegung der Lüftung Eingang finden und erforderlich für deren Funktion sind) sowie die Lüftungseffektivität Eingang in die Bewertung finden. Es soll angestrebt werden, unter Definition lüftungstechnischer Voraussetzungen Kategorien zu bilden, nach denen mit einer geeigneten Sitzplatzbesetzung das Infektionsrisiko möglichst geringgehalten werden kann.

## Freiluftveranstaltungen

Für Freiluftveranstaltungen gelten die **AHA-Regeln**. Zur Gefährdung von Personen durch potenziell infektiöse Aerosole im Freien verweisen wir auf unsere Ausführungen in der Stellungnahme des Expertenkreises (Zusammenfassung, Seite 1):

- **Einhaltung großer Abstände** zu anderen Menschen – z.B. durch Wegführungen / Zonierungen
- **Aufenthaltsdauer in der Nähe von Menschen reduzieren** – z.B. durch Zugangs- und Aufenthaltskonzepte
- Wo **Abstände nicht eingehalten** werden können, empfiehlt sich das **korrekte Tragen einer möglichst wirksamen Maske**