

CO₂/Aerosol Messungen in der Historischen Stadthalle Wuppertal

Zusammenfassung der Ergebnisse

Messdatum: 02.03.2021



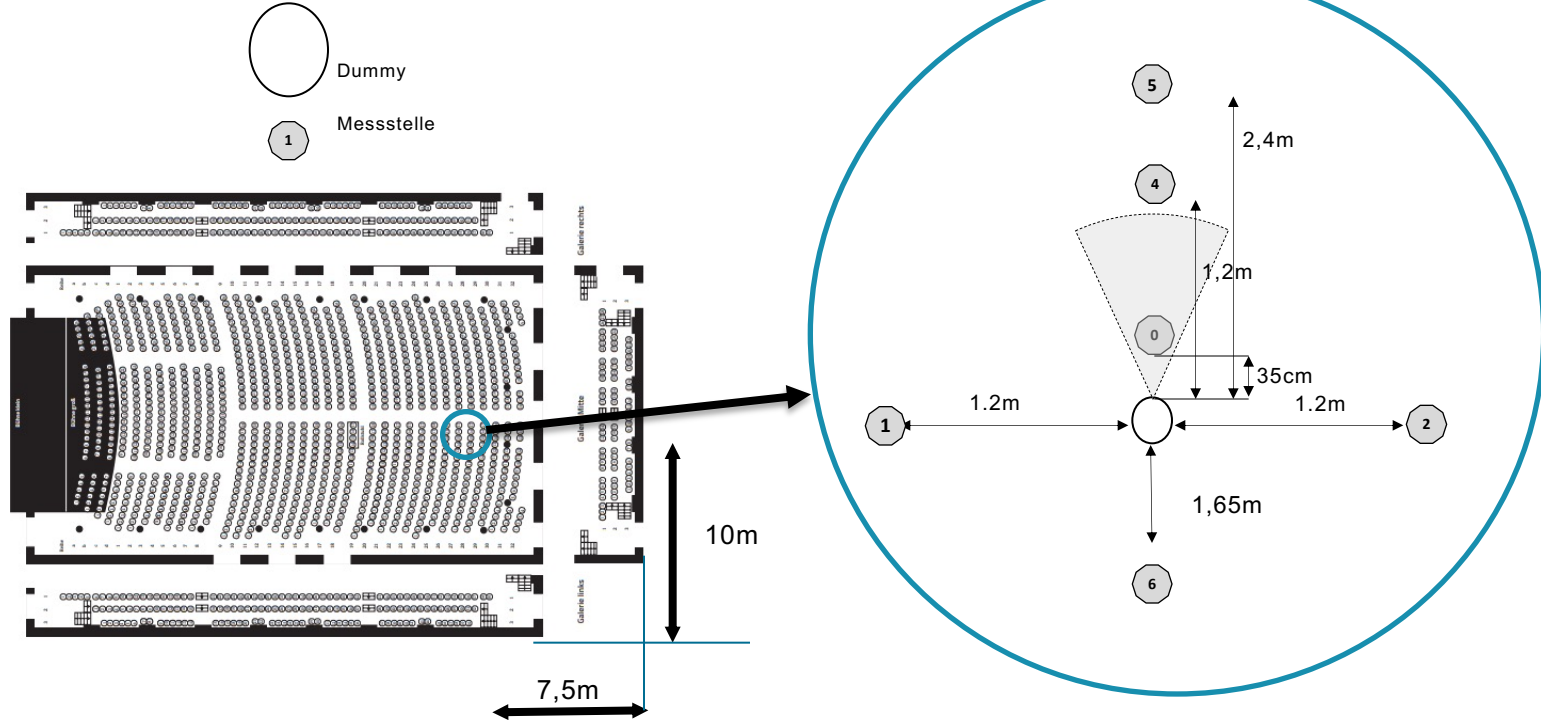
W. Schade, V. Reimer, Fraunhofer HHI M. Seipenbusch,
Parteq GmbH

Anfangsbedingungen: Luftführungssystem, Referenzwerte

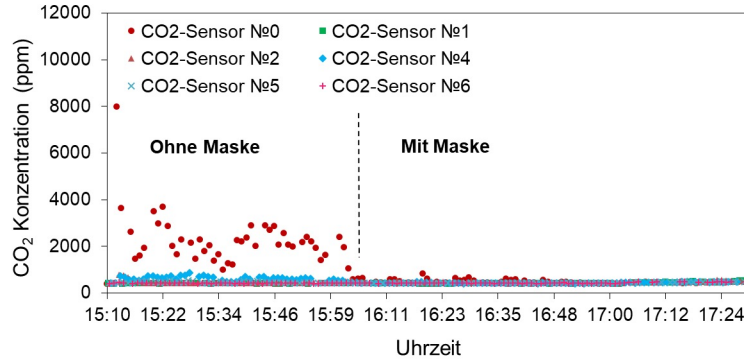
- Die Zuluft im großen Saal der Historischen Stadthalle Wuppertal wird über Lüftungseinlässe an den Seitenwänden zugeführt und über seitlich in der Decke angebrachte Auslässe abgeführt.
- Hintergrund vor Beginn der Messungen mit Dummy:
 - CO₂: 450 ppm
 - Aerosol: 100 P/cm³ (Lüftungseinlass)
- CO₂ Referenzwert direkt am Mund (35 cm):
 - Ohne Maske : 2326 ppm
 - Mit Maske : 523 ppm
- Aerosol Referenzwert direkt am Mund (35 cm):
 - Ohne Maske : 12.700 P/cm³



Meßstellen im Großen Saal



Messergebnisse Großer Saal



Messpos.	Ohne Maske			Mit Maske		
	CO ₂ (ppm)	Aerosol (P/cm ³)	Aerosoltransport /%	CO ₂ (ppm)	Aerosol (P/cm ³)	Aerosoltransport /%
Hintergrund	450	100		450		
0	2326	15.300	100.0	523	1016	6.0
1	412	205	0.7	412	151	0.3
2	450	330	1.5	441	628	3.5
4	629	12.700	82.4	425	207	0.7
5	446	4.740	30.5	418	217	0.8
6	414	188	0.6	415	185	0.6

Zusammenfassung Großer Saal

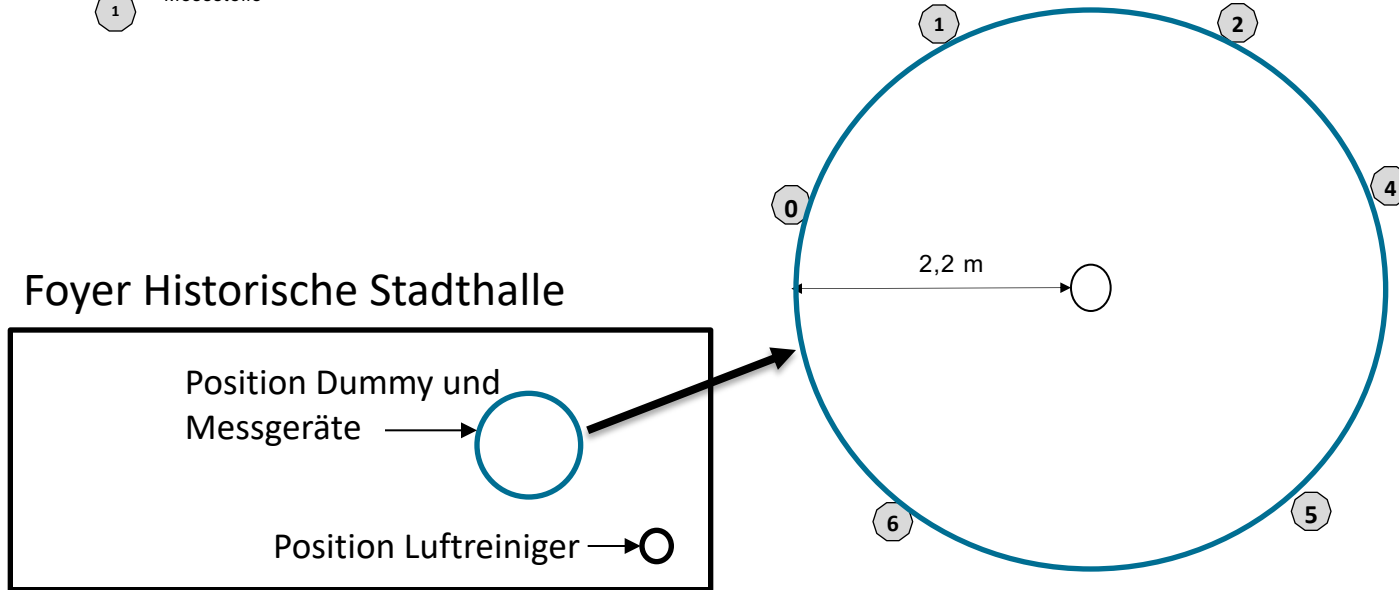
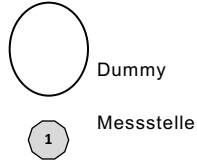
Ohne Maske:

- An Platz 4, einen Platz vor dem Dummy, wurde mit ca. 80% der an der Quelle gemessenen Aerosolkonzentration ein extrem hoher Wert gemessen bei ebenfalls erhöhter Konzentration von CO₂. An Platz 5, vor Platz 4 gelegen in Ausblasrichtung des Dummys, wurden ebenfalls mit 30 % vom Quellwert noch sehr hohe Partikelkonzentrationen festgestellt.
- Die Nachbarplätze (1 und 2) mit jeweils einem freigelassenem Platz zum Dummy zeigen dagegen mit 0,7% und 1,5 % vom Quellwert sehr geringe Werte. Die CO₂ Werte zeigen ähnliche Tendenzen
- Hinter dem Dummy wurden mit 0,6% vom Quellwert ebenfalls nur sehr geringe Aerosolkonzentrationen gemessen (Platz 6).
- Eine rechts/links Tendenz der Aerosolverteilung konnte nicht festgestellt werden

Mit Maske:

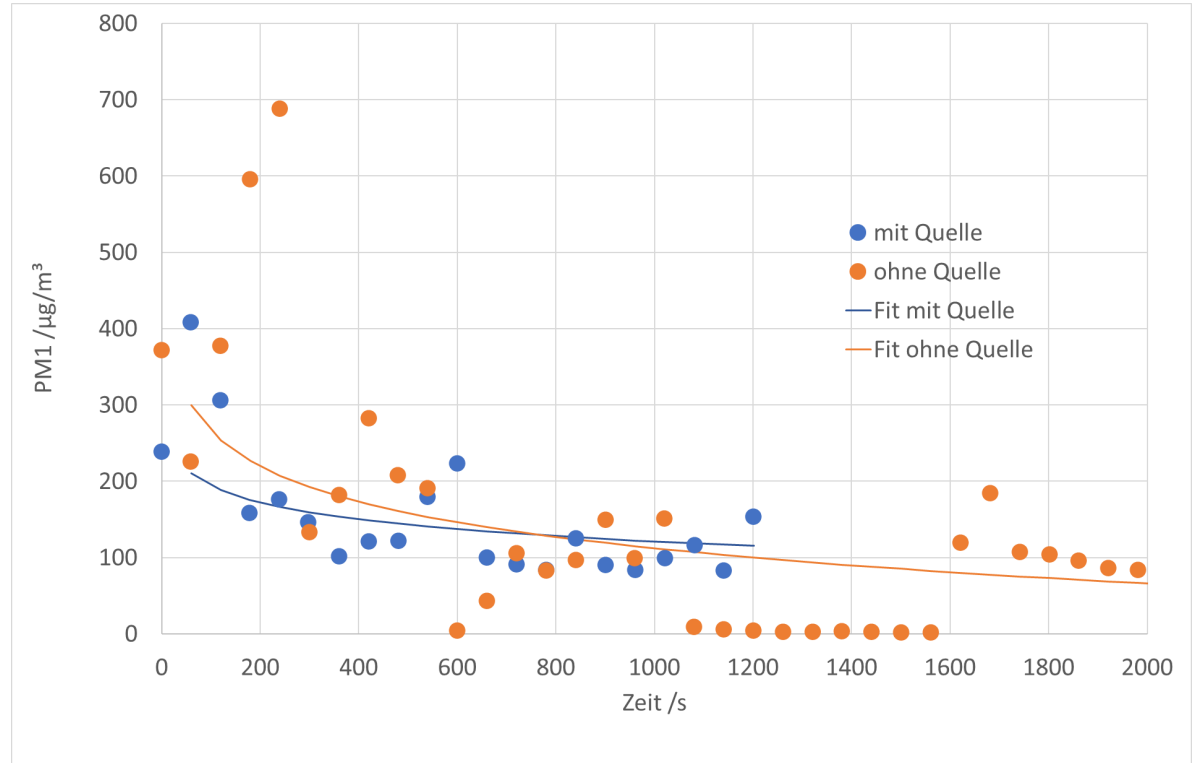
- An allen Plätzen mit Ausnahme von Platz 2, rechts des Dummies, wurden Aerosoltransporteffizienzen von kleiner 1% gemessen, zum Teil nur noch unwesentlich über der Hintergrundkonzentration.
- Die gerichtete Strömung, die ohne Maske beobachtet werden kann, wird durch die Maske in ein diffuses, ungerichtetes Ausblasen umgewandelt. Hierdurch wird eine lokal hohe Konzentration vermieden und der Abtransport des Aerosols mit der Lüftung erleichtert.

Meßstellen im Foyer

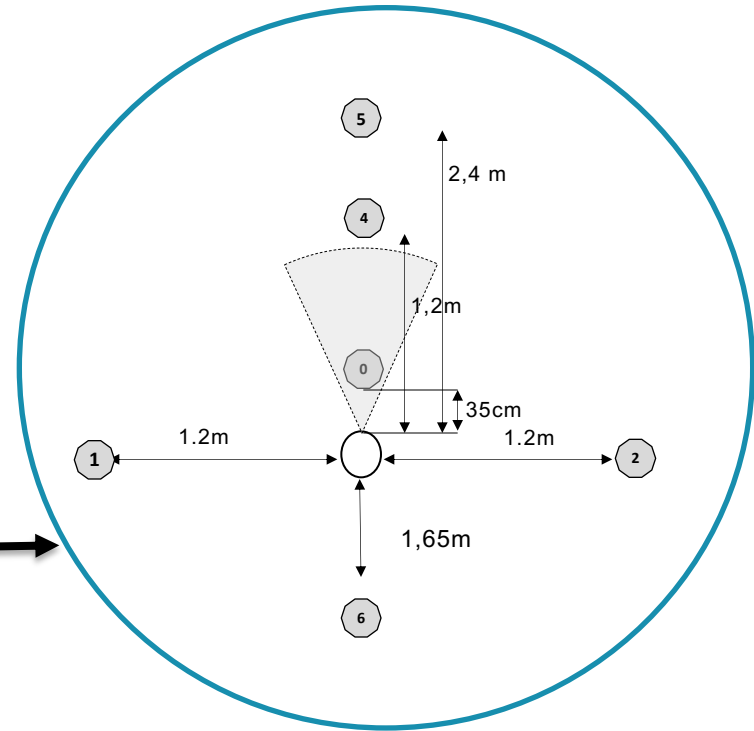
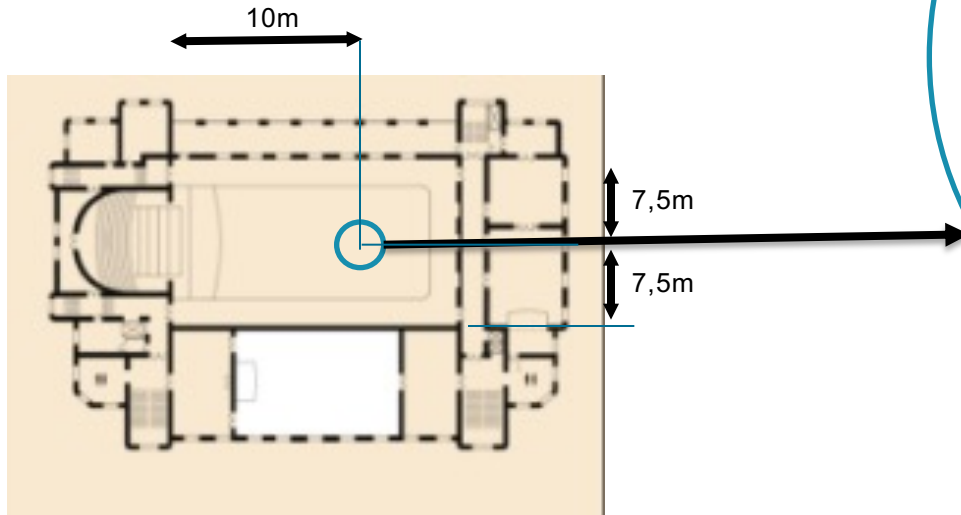
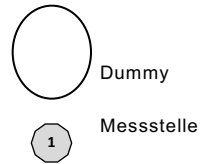


Effekt eines Luftreinigers

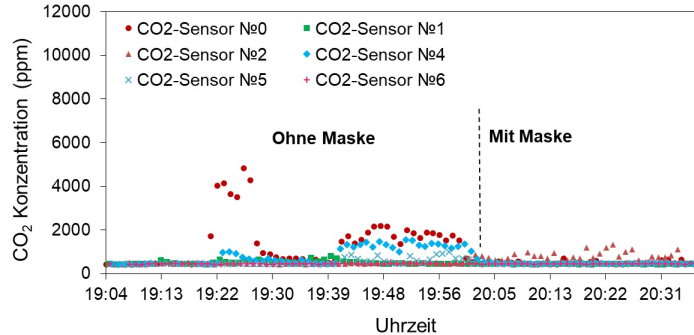
- Reduktion der Partikelbelastung bei aktiver Quelle erkennbar
- Nach Abschalten der Quelle wie zu erwarten schnelleres Absinken der Partikelkonzentration
- Zeit bis zur Halbierung der Anfangskonzentration ca. 5 Min.
- Starke Schwankungen aufgrund fehlender gerichteter Luftbewegung



Meßstellen im Mendelssohnsaal



Messergebnisse Mendelssohnsaal



Messpos.	Ohne Maske			Mit Maske		
	CO ₂ (ppm)	Aerosol (P/cm ³)	Aerosoltransport /%	CO ₂ (ppm)	Aerosol (P/cm ³)	Aerosoltransport /%
Hintergrund	450	217		450	217	
0	1348	13000	100.0	489	900	5.3
1	516	1150	7.3	453	875	5.1
2	469	2080	14.6	815	3010	21.5
4	861	6400	48.4	483	839	4.8
5	547	7200	54.6	475	1680	11.3
6	458	1480	9.9	455	577	2.8

Zusammenfassung Mendelssohnsaal

Ohne Maske:

- An den Plätzen 4 und 5, gelegen in Ausblasrichtung des Dummies, wurden mit ca. 50 % vom Quellwert sehr hohe Partikelkonzentrationen festgestellt.
- Auch auf den Nachbarplätzen (1 und 2) mit jeweils einem freigelassenem Platz zum Dummy zeigen dagegen ca. 10% vom Quellwert noch sehr hohe Aerosolkonzentrationen. Die CO₂ Werte zeigen ähnliche Tendenzen.
- Hinter dem Dummy wurden ebenfalls ca. 10% vom Quellwert gemessen (Platz 6).

Mit Maske:

- In Atemrichtung des Dummies waren zwar geringere Aerosolkonzentration feststellbar, (4,8 und 11,3%), diese sind aber immer noch deutlich zu hoch.
- Auf den Nachbarplätzen wurden rechts (Platz 1) 5% und links (Platz 2) >20% der Quellkonzentration des Aerosols gemessen. Ebenfalls deutlich zu hohe Werte.

Schlussfolgerungen

- Der große Saal ist, bei getragener Maske durch den Emitter, von seiner Belüftung her geeignet für eine effiziente Abfuhr von Aerosolen. Auf den um den Dummy herum gelegenen Plätzen wurde nur ein sehr geringes Risiko durch Aerosoltransport festgestellt.
- Der eingesetzte Luftreiniger zeigt einen Effekt bei der Reduktion der Aerosolkonzentration, obwohl er nur für Räume der halben Größe des Foyers der Alten Stadthalle ausgelegt ist. Es konnte ein Abfallen der Aerosolkonzentration auf ein Viertel des Ausgangswerts innerhalb von 10 Minuten bei laufender Quelle festgestellt werden.
- Der Mendelssohnsaal zeigte sich mit und ohne durch den Emitter getragener Maske als ungeeignet für einen sicheren Betrieb unter Pandemiebedingungen da an allen Plätzen ca. 10% oder mehr der Quellkonzentration gemessen wurde

Schlussfolgerungen

- Eine Person in Ruhe atmet etwa 2.500 Partikel/Minute aus. Bei Verdünnung auf 1% entspricht das 25 Partikel/Minute die auf Nachbarplätze gelangen. Ist jedes 10. Partikel mit einem Virus belastet, so würde der Nachbar 2.5 Viren/Minute aufnehmen, bei einer Konzertdauer von 1.5 Stunden entspricht dies etwa einer Dosis von 225 aufgenommenen Viren.
- Auf der Grundlage der vorliegenden Messergebnisse (Verdünnungen in Prozent) kann nach dem oben aufgeführten Beispiel eine Risikoabschätzung durchgeführt werden. Dieses sollte unter Einbeziehung eines Hygieneexperten erfolgen. Die von uns durchgeführte Studie liefert lediglich Messdaten zur räumlichen Verteilung kontinuierlich eingeleiteter Aerosole, aus denen eine mögliche aufgenommene Dosis abgeleitet werden kann.