

## Untersuchungsbericht Kinosäle Alhambra Berlin-Wedding

Bearbeiterin: Dipl.-Ing. Anne Hartmann, Hermann-Rietschel-Institut, Fachgebiet Gebäude-Energie-Systeme, Technische Universität Berlin

E-Mail: [anne.hartmann@tu-berlin.de](mailto:anne.hartmann@tu-berlin.de)

Leiter des Hermann-Rietschel-Instituts: Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel

### Einleitung

Basierend auf aktuellen Erkenntnissen gelten Aerosole als ein entscheidender Übertragungsweg von SARS-CoV-2-Viren [RKI2020]. Das Hermann-Rietschel-Institut (HRI) an der Technischen Universität Berlin beschäftigt sich seit einigen Jahren mit der luftgetragenen Ausbreitung von Partikeln und Aerosolen. Eine Bewertung des Nahbereichs unmittelbar vor der Person erfolgt nicht.

### Randbedingungen und Methoden

In Kriegel [Kriegel2020] werden Methoden beschrieben, mit denen eine Berechnung der Aerosolkonzentration über der Zeit sowie der Menge der eingeatmeten Aerosole möglich ist. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Berechnungen für zwei Kinosäle des Berliner Kinos Alhambra in Wedding präsentiert.

Die Randbedingungen der untersuchten Räume sind in Tabelle 1 zu finden.

Tabelle 1: Randbedingungen der untersuchten Räume

	Raum- volumen in m <sup>3</sup>	Luft- wechsel in 1/h	Lüftungs- prinzip	Lüftungs- effektivität	maximale Personen- anzahl	zulässige Personen- anzahl mit Mindest- abstand
Saal 2	2200	5,3	Quell- lüftung	1,5	342	85
Saal 6	1050	4,3		1,5	148	35
Referenz Büro	300	1,4	Misch- lüftung	1	16	8

Das in den Kinos anzutreffende Lüftungsprinzip der Quelllüftung führt dazu, dass die verbrauchte Luft durch die Personen erwärmt wird und sich unter der Decke sammelt. Die Luft im Atembereich der Personen ist daher sauberer als die Luft bei gleichem Luftwechsel in einem Raum mit Mischlüftung. Die Ergebnisse werden daher mit der entsprechenden Lüftungseffektivität korrigiert.

Für die Betrachtungen der Kinosäle wurden drei verschiedene Parameter betrachtet:

- die Dauer des Films:
  - Kinderfilm 45 min
  - Film mit Überlänge 180 min
- die Anzahl der infizierten Personen im Raum
  - 1 Person (basierend auf aktuellen Infektionszahlen in Deutschland)
  - 10% der maximalen Personenanzahl, als kritischer Fall
- Aktivität der Personen
  - Atmen 25 Partikel/s [Hartmann2020]
  - Sprechen 300 Partikel/s [Hartmann2020]

### Ergebnis und Diskussion:

Der zu erwartende Verlauf der Aerosolkonzentration für die beiden Kinosäle sowie den maschinell belüfteten Büroraum ist in Abbildung 1 ersichtlich. Betrachtet werden dabei jeweils nur die Aerosole, die die infizierte(n) Person(en) abgibt/abgeben, da lediglich von diesen Aerosolen ein Infektionsrisiko ausgeht. Selbst im Szenario, dass 10% der maximal zulässigen Kinobesucher mit SARS-CoV-2 infiziert sind, was aufgrund der aktuell niedrigen Infektionszahlen nicht zu erwarten ist und mit den Beschränkungen des Mindestabstandes auch etwa die Hälfte der tatsächlich anwesenden Personen betreffen würde, und diese Personen nur atmen, liegt die Aerosolkonzentration in den Kinosälen immer noch deutlich unter der Konzentration im untersuchten Büroraum. Lediglich im Fall, dass die infizierten Personen durchgängig sprechen, ist dann eine höhere Aerosolkonzentration zu erwarten als in dem maschinell belüfteten Büroraum mit einer infizierten Person, die ebenfalls durchgängig spricht.

In Tabelle 2 sind zusätzlich auch die Mengen der zu verschiedenen Zeitpunkten aus der Raumluft eingeatmeten Aerosole aufgelistet. Aufgrund der aktuell noch fehlenden wissenschaftlich fundierten Ergebnisse hinsichtlich der Anzahl der zu erwartenden Viren je Aerosol sowie der kritischen Dosis an eingeatmeten Viren, bevor mit einer Infektion zu rechnen ist, ist eine Interpretation dieser Ergebnisse hinsichtlich des Infektionsgeschehens schwierig. Festhalten kann man aber, dass Personen nach einem Kinofilm von 180 min in etwa 2400-2500 Aerosole der infizierten Kinobesucher eingeatmet haben, wenn diese durchgängig gesprochen haben. Ist dieselbe Anzahl an infizierten Personen anwesend, aber sie sprechen nicht, ist mit einer deutlich geringeren Aufnahme von etwa 200 Aerosolen zu rechnen.

### Grenzen und Einschränkungen

Bei allen Betrachtungen muss beachtet werden, dass die Aerosolkonzentration im unmittelbaren Ausatemvolumenstrom der Person deutlich höher ist und die Betrachtungen für diesen Bereich nicht angewendet werden können. Auch lassen die Betrachtungen keine Aussage über die Überlebensfähigkeit der Viren in der Raumluft zu, die unter anderem von der Raumtemperatur und der Luftfeuchtigkeit abhängt.

Tabelle 2: eingeatmete Aerosolmenge in den verschiedenen Szenarien

	Eingeatmete Aerosolmenge			
	nach 45min	nach 90min	nach 120min	nach 180min
Kinosaal 2, Atmen, 1 Infizierte(r)	1	3	4	6
Kinosaal 2, Atmen, 34 Infizierte	48	98	131	197
Kinosaal 2, Sprechen, 1 Infizierte(r)	17	35	47	70
Kinosaal 2, Sprechen, 34 Infizierte	579	1181	1574	2361
Kinosaal 6, Atmen, 1 Infizierte(r)	4	7	10	15
Kinosaal 6, Atmen, 15 Infizierte	54	112	149	224
Kinosaal 6, Sprechen, 1 Infizierte(r)	43	89	119	179
Kinosaal 6, Sprechen, 15 Infizierte	646	1343	1794	2691
Büro, Sprechen, 1 Infizierte(r)	351	819	1115	1685

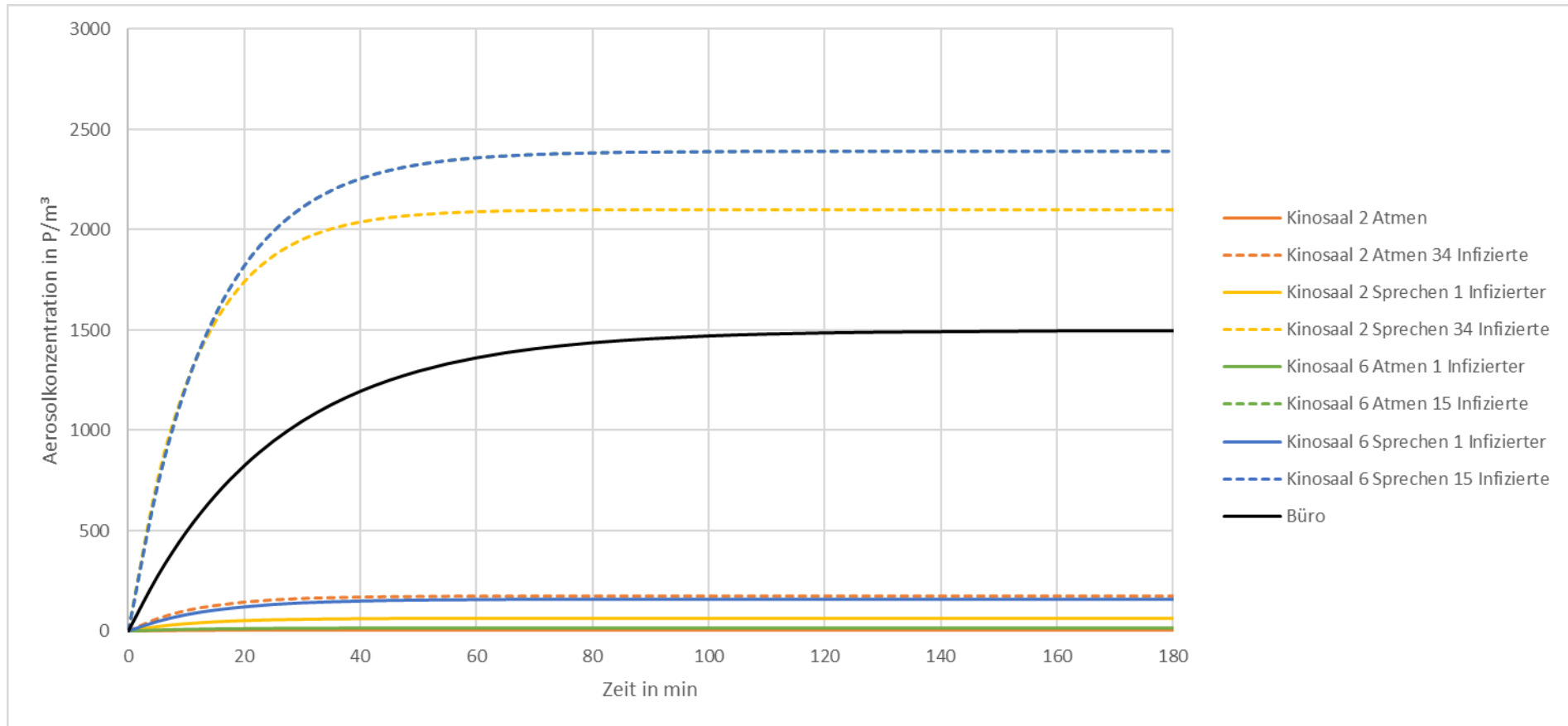


Abbildung 1: Verlauf der Aerosolkonzentration während eines Kinofilms von bis zu 180 min bei verschiedenen Anzahlen an infizierten Personen und verschiedenen Aktivitäten (Atmen, Sprechen)

Quellen:

[Hartmann2020] Hartmann, A. , Lange, J. , Rotheudt, H. , Kriegel, M. (2020): Emissionsrate und Partikelgröße von Bioaerosolen beim Atmen, Sprechen und Husten, in: Preprint, <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-10332>

[Kriegel2020] Kriegel, M., Hartmann, A. (2020): Risikobewertung von Innenräumen zu virenbeladenen Aerosolen, Preprint, <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-10343.2>

[RKI2020] Robert-Koch-Institut (2020): SARS-CoV-2 Steckbrief zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19), [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Steckbrief.html#doc13776792bodyText1](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html#doc13776792bodyText1), letzter Zugriff: 15.07.2020, 17:00Uhr