

# Untersuchungsbericht Schwimmbäder

Anne Hartmann und Martin Kriegel, Berlin

Je nach Raumsituation entstehen spezielle Raumluftrömungen mit Aerosolverteilungen. Nach aktuellen Erkenntnissen gelten Aerosole als ein entscheidender Übertragungsweg von SARS-CoV-2-Viren [RKI2020]. Das Hermann-Rietschel-Institut (HRI) der TU Berlin beschäftigt sich seit einigen Jahren mit der luftgetragenen Ausbreitung von Partikeln und Aerosolen. Eine Bewertung des Nahbereichs unmittelbar vor der Person erfolgt nicht. Der nachfolgende Fachbeitrag basiert auf dem am 27. September 2020 im Sars-CoV-2 Blog veröffentlichten Fachbericht; Download unter [https://blogs.tu-berlin.de/hri\\_sars-cov-2/wp-content/uploads/sites/154/2020/09/HRI\\_Bericht\\_Konzentrationsverlauf\\_Baeder\\_2.pdf](https://blogs.tu-berlin.de/hri_sars-cov-2/wp-content/uploads/sites/154/2020/09/HRI_Bericht_Konzentrationsverlauf_Baeder_2.pdf)

## Einleitung

Bei sinkenden Temperaturen wie im Herbst und Winter ist ein Außenluftanteil von 100% insbesondere in Schwimmbädern mit hohen Energiekosten verbunden. Schwimmen und die damit verbundene Bewegung sind wichtig für die körperliche Fitness in den kühleren Monaten. Nachfolgend wird der Einfluss maschineller Lüftung auf die Aerosolkonzentration in Schwimmbädern untersucht. Variiert werden die Parameter: Außenluftanteil, Aktivität, Anzahl Infizierter. Es werden nur die Aerosole einer infizierten Person betrachtet und die Situation des Schwimmbads mit der Situation in einem Büro gegenüber gestellt.

## 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 eine Schwimmhalle unter Anwendung verschiedener Szenarien präsentiert. Die Randbedingungen der untersuchten Szenarien sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Randbedingungen der untersuchten Räume

	Raumvolumen in m <sup>3</sup>	Luftwechsel in 1/h	Lüftungsprinzip	Lüftungs- effektivität
100% Außenluft, 0% Umluft	4500	3,2	Mischlüftung	1
50% Außenluft, 50% Umluft				
70% Außenluft, 30% Umluft				
Referenz Büro	300	1,4	Mischlüftung	1

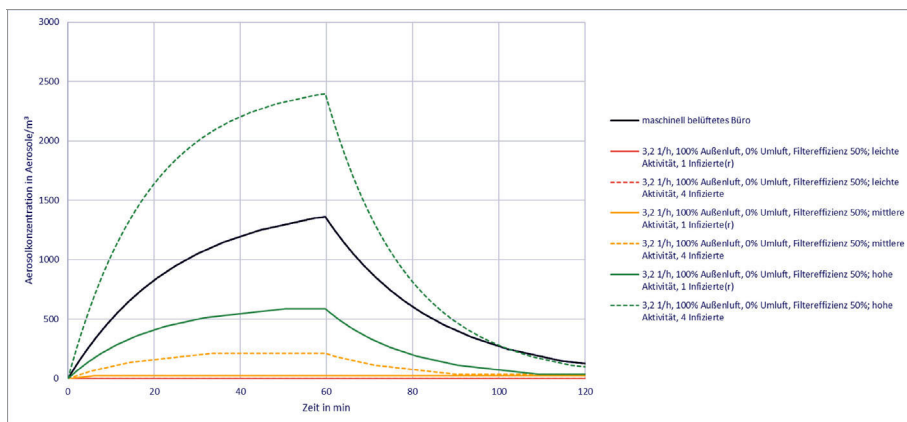
Für den Umluftanteil wird mit einer Filtereffizienz von 50% (F7-Filter bei Partikelgröße 0,3 µm) Filter gerechnet.

Für die Betrachtungen einer Schwimmhalle wurden nachfolgende drei Parameter untersucht:

- die Dauer des Aufenthalts:  
a) kurzer Aufenthalt 30 min, b) normaler Aufenthalt 60 min
- die Anzahl der infizierten Personen im Raum:  
a) 1 Person (basierend auf aktuellen Infektionszahlen in Deutschland)  
b) 4 Personen (eine infizierte Gruppe)
- die Aktivität der Personen:  
a) leichte Aktivität, Atmen über Wasser 25 Partikel/s [Hartmann2020]  
b) mittlere Aktivität, Atmen teilweise über Wasser 250 Partikel/s [Hartmann2020, Buonanno2020]  
c) hohe Aktivität, Atmen teilweise über Wasser 2500 Partikel/s [Hartmann2020, Buonanno2020]

### Ergebnis und Diskussion

Der zu erwartende Verlauf der Aerosolkonzentration für die Szenarien im Schwimmbad sowie dem maschinell belüftetem 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. Im Szenario, dass eine infizierte Gruppe (4 Personen) mit hoher Aktivität schwimmt und nur ein kleiner Anteil der Aerosole ins Wasser ausgeatmet wird (z. B. Rückenschwimmen) steigt die Aerosolkonzentration auch bei 100% Außenluft deutlich über die Aerosolkonzentration in einem Büroraum. Wenn nur eine der Personen infiziert ist, ist, unabhängig von dem gewählten Außenluftanteil, nicht mit einem Anstieg über den Aerosolverlauf in einem Büroraum zu rechnen, wobei dennoch ein Infektionsrisiko besteht. Zusätzlich ist zu beachten: ein Teil der Aerosole landet im Wasser; aufgrund des dort eingesetzten Chlors sind deutlich geringere Lebensdauern zu erwarten.

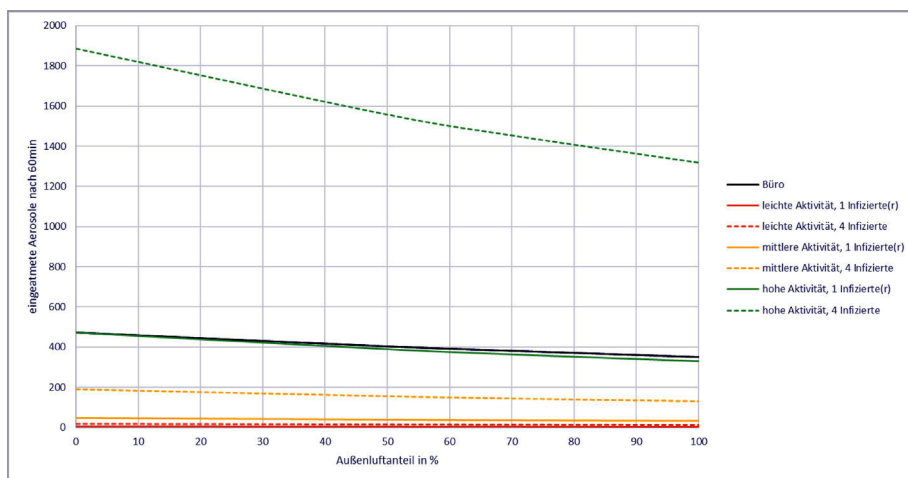


**Abbildung 1:** Verlauf der Aerosolkonzentration während eines Schwimmbadaufenthalts einer infizierten Person von 60min bei verschiedenen Aktivitätsleveln

In Abbildung 2 sind zusätzlich auch die Mengen der nach 60min Aufenthaltszeit aus der Raumluft eingeatmeten Aerosole dargestellt. Dabei wurde für sportliche Aktivität ein Atemluftbedarf von  $0,75\text{m}^3/\text{h}$  und für Büroarbeit von  $0,375\text{m}^3/\text{h}$  zugrunde gelegt. Die Zahlen werden in Tabelle 2 auch für 30min Aufenthaltszeit 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. Bei einem Aufenthalt von 60 min atmen die Schwimmbadbesucher zwischen 1 und 1557 Aerosole ein, je nach Aktivität und Außenluftanteil (50-100%).

Nachdem ein Nutzer das Schwimmbad verlassen hat, dauert es eine gewisse Zeit bis die Aerosolkonzentration wieder deutlich abgesunken ist. Je höher hierbei der Außenluftanteil, umso geringer der Anstieg der Aerosole und umso schneller sinkt deren Konzentration auch wieder ab. Eine Inaktivierung der Viren wurde aufgrund der relativ kurzen Aufenthaltszeit im Verhältnis zur Lebensdauer der Viren in der Luft - nach aktuellem Kenntnisstand etwa 3h - nicht beachtet.



**Abbildung 2:** Menge der eingeatmeten Aerosole nach einer Aufenthaltszeit von 60min in Abhängigkeit des Außenluftanteils

## 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 Aerosole	
	nach 30min	nach 60min
3,2 1/h, 100% Außenluft, 0% Umluft, leichte Aktivität, 1 Infizierte(r)	1	3
3,2 1/h, 100% Außenluft, 0% Umluft, leichte Aktivität, 4 Infizierte	5	13
3,2 1/h, 100% Außenluft, 0% Umluft, mittlere Aktivität, 1 Infizierte(r)	12	33
3,2 1/h, 100% Außenluft, 0% Umluft, mittlere Aktivität, 4 Infizierte	47	132
3,2 1/h, 100% Außenluft, 0% Umluft, hohe Aktivität, 1 Infizierte(r)	118	329
3,2 1/h, 100% Außenluft, 0% Umluft, hohe Aktivität, 4 Infizierte	473	1317
3,2 1/h, 50% Außenluft, 50% Umluft, leichte Aktivität, 1 Infizierte(r)	1	4
3,2 1/h, 50% Außenluft, 50% Umluft, leichte Aktivität, 4 Infizierte	5	15
3,2 1/h, 50% Außenluft, 50% Umluft, mittlere Aktivität, 1 Infizierte(r)	13	36
3,2 1/h, 50% Außenluft, 50% Umluft, mittlere Aktivität, 4 Infizierte	50	145
3,2 1/h, 50% Außenluft, 50% Umluft, hohe Aktivität, 1 Infizierte(r)	126	363
3,2 1/h, 50% Außenluft, 50% Umluft, hohe Aktivität, 4 Infizierte	504	1453
3,2 1/h, 70% Außenluft, 30% Umluft, leichte Aktivität, 1 Infizierte(r)	1	4
3,2 1/h, 70% Außenluft, 30% Umluft, leichte Aktivität, 4 Infizierte	5	16
3,2 1/h, 70% Außenluft, 30% Umluft, mittlere Aktivität, 1 Infizierte(r)	13	39
3,2 1/h, 70% Außenluft, 30% Umluft, mittlere Aktivität, 4 Infizierte	53	156
3,2 1/h, 70% Außenluft, 30% Umluft, hohe Aktivität, 1 Infizierte(r)	131	389
3,2 1/h, 70% Außenluft, 30% Umluft, hohe Aktivität, 4 Infizierte	526	1557
Büro, 100% Außenluft Sprechen, 1 Infizierte(r)	118	350

## Quellen

[Buonanno2020] Buonanno, G., Stabile, L., Morawska, L. (2020): Estimation of airborne viral emission: Quanta emission rate of SARS-CoV-2 for infection risk assessment, in: Environment International 141, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105794>

[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: 16.09.2020, 08:30Uhr

## Autoren

Anne Hartmann und Martin Kriegel (GG),  
Hermann-Rietschel-Institut der TU Berlin, Fachgebiet  
Gebäude-Energie-Systeme, [www.hri.tu-berlin.de](http://www.hri.tu-berlin.de)



## Copyright © 2020

Gesundheitstechnische Gesellschaft e.V. (GG) – Technisch-wissenschaftliche Vereinigung

Vorstand: Prof. . Dipl.-Ing. Katja Biek (V), Dipl.-Ing. Dirk Borrmann, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel, Dipl.-Ing. Gerhard Lorbeer, Prof. Dr.-Ing. Jan Mugele, Dipl.-Ing. Dietrich Wittmer (stellvertretende Vorsitzende), Dr. Klaus Rinkenburger (Schatzmeister)  
Vereinsregister: Amtsgericht Charlottenburg VR 2508 B

## IMPRESSUM

Herausgeber/ Geschäftsstelle	Gesundheitstechnische Gesellschaft e. V. (GG) – Technisch-wissenschaftliche Vereinigung Lotzestraße 26, 12205 Berlin, Fon +49(30) 81294527, Fax -28, <a href="http://www.ggberlin.de">www.ggberlin.de</a> Geschäftsführerin: Angelika Bopp, Assessorin d. HLA, <a href="mailto:gs@ggberlin.de">mailto:gs@ggberlin.de</a>
Vorsitzende	Prof. Dipl.-Ing. Katja Biek, <a href="mailto:vs@ggberlin.de">mailto:vs@ggberlin.de</a> , c/o Biek Berlin, Heerstraße 18/20, 14052 Berlin
V.i.S.d.P.	Prof. Dr.-Ing. Matthias Kloas, c/o planungsteam energie + bauen, Auguste-Viktoria-Allee 101, 13403 Berlin Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht immer die Meinung der Redaktion wieder.
Bezug:	Die GG   Nachrichten werden an Mitglieder im Rahmen ihrer Mitgliedschaft geliefert. Der Bezugspreis ist im GG-Jahresbeitrag enthalten. Die GG   Nachrichten und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der GG.