

## Das Infektionsrisiko von SARS-CoV-2 ist stark reduziert durch Antigen-Point-of-Care-Tests und Maskierung

Gholamhossein Bagheri<sup>1</sup>, Eberhard Bodenschatz<sup>1</sup>, und Simone Scheithauer<sup>2</sup>

- (1) Labor für Fluidphysik, Musterbildung und Biokomplexität, Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation, Göttingen, Deutschland
- (2) Institut für Krankenhaushygiene und Infektiologie der Universitätsmedizin Göttingen, Deutschland

In der nördlichen Hemisphäre konnte die SARS-CoV-2-Pandemie in einigen Ländern zumindest vorübergehend erfolgreich eingedämmt werden, obwohl die aktuellen Varianten, die Anlass zur Sorge geben, infektiöser sind. Für das Beispiel Deutschland fiel die Veränderung hin zu einer Verlangsamung der Infektionsrate mit einem Anstieg der Temperatur und der Sonnenscheindauer zusammen, aber auch mit einer massiven Einführung von Antigen-Schnelltests, d.h. AG-PoC (Antigen Point of Care) als Teil der nationalen Teststrategie mit einem kostenlosen Test pro Woche für jeden Bürger. Die groß angelegte Einführung von Ag-PoC-Tests erfolgte parallel zu einer gleichbleibenden Impfquote und einer Fortsetzung anderer Maßnahmen des öffentlichen Gesundheitswesens wie soziale Distanzierung, Maskentragen, Kontaktverfolgung und Quarantäne. Der Zweck dieser Betrachtung ist es, das Infektionsrisiko bei Personen zu bewerten, die durch AG-PoC negativ getestet wurden. Das Funktionsprinzip des AG-PoC-Tests besteht darin, Infektionsketten zu unterbrechen, indem asymptomatische oder präsymptomatische infizierte Personen identifiziert werden, wobei die Einleitung der Quarantäne von Personen, die durch AG-PoC positiv getestet wurden, zusätzlich zur Kontaktverfolgung vorausgesetzt wird. Aufgrund der geringeren Sensitivität von AG-PoC ist das diagnostische Intervall im Vergleich zum Goldstandard der PCR verkürzt. Allerdings korreliert das diagnostische Fenster mit der Phase der höchsten Infektiosität. Ein Problem, das in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen ist, ist die Nachweisgrenze (LOD) der kommerziell erhältlichen Ag-PoC-Kits. Die Literaturübersicht gibt einen Bereich für die LOD von  $10^4$  bis  $10^6$  viralen Kopien/ml Ausatemflüssigkeit an [siehe z. B. 1]. Während die typische Viruslast für die Alpha-Variante  $10^{8,5}$  beträgt [2]. Dies deutet darauf hin, dass mit AG-PoC und der Anwendung von Quarantäne auf identifizierte Personen die Viruslast in der Allgemeinbevölkerung um einen Faktor von bis zu 10.000 oder mehr für die Delta-Variante reduziert wird. Es ist anzumerken, dass ähnliche Effekte auch für geimpfte Individuen im Falle einer Infektion zu erwarten sind, wobei die Spannweite für die Viruslast noch nicht bekannt ist.

**Tabelle.** Obere Schranke für das individuelle Infektionsrisiko in Prozent nach 1 Stunde für Nahfeld- und Fernfeld-Exposition. Nahfeld betrachtet einen nur atmenden Anfälligen in der Ausatemungswolke eines sprechenden Infektiösen. *Fernfeld* betrachtet ein Klassenzimmer mit 30 Schülern und einer sprechenden infektiösen Lehrkraft.

Szenario	Virale Belastung [Kopien/mL]		
	$10^4$	$10^6$	$10^8$
<b>Nahfeld</b>			
Keine Maskierung bei 1,5 m	0.30%	26%	99.99%
Suszeptible Person trägt OP-Maske bei 1,5 m	0.01%	1.2%	71%
Suszeptible Person trägt FFP2-Maske bei 1,5 m	0.0008%	0.08%	8%
Beide Personen tragen OP-Maske in nächster Nähe	0.001%	0.1%	10%
Beide Personen tragen FF2-Maske in nächster Nähe	0.00001%	0.001%	0.13%
<b>Fernfeld</b>			
Schule, 180m3, Lehrkraft ansteckend, Schüler 15y	0.0014%	0.14%	13%
Schule, 180m3, Lehrkraft ansteckend, Schüler 15y, 4 ACH	0.0008%	0.08%	7%

### *Was sind die Auswirkungen davon?*

Die Tabelle zeigt eine Übersicht über das Infektionsrisiko eines Empfängers nach 1 Stunde Exposition gegenüber den virusbeladenen Aerosolen mit einem anfänglichen Nass-Tröpfchendurchmesser von  $<50\mu\text{m}$  für verschiedene Situationen, wobei die obere Grenze für das Infektionsrisiko abgeschätzt wird, wenn sich der Anfallige und der Infektiöse in unmittelbarer Nähe zueinander befinden (Nahfeld) oder wenn sich beide in einem *gut durchmischten Raum* befinden, in dem angenommen wird, dass sich die infektiösen Aerosole homogen und sofort in das gesamte Volumen des Raumes mischen (Fernfeld). Während der Nahfeld-Fall die Exposition durch die ausgeatmete Wolke der infektiösen Person berücksichtigt, gibt der Fernfeld-Fall das Risiko an, das typischerweise z. B. in einem Klassenzimmer zu erwarten ist, in dem sich eine möglicherweise infizierte Lehrkraft in einem Abstand von mehr als 1,5 m zu den Schülern befindet. Die Berechnung des Risikos folgt Bagheri et al. [2] und Nordsiek et al. [3] und verwendet die HEADS-Datenbank (Human Emission of Aerosol and Droplet Statistics), die unter [aerosol.ds.mpg.de](http://aerosol.ds.mpg.de) verfügbar ist, für die gut gemischte Klassenzimmertyp-Situation. Die Tabelle berücksichtigt auch den Effekt von Gesichtsmasken und erwartete typische Leckagen, wie in Bagheri et al. [2] beschrieben. Es wird davon ausgegangen, dass die ansteckende Person mit normaler Stimmlautstärke spricht, 35 Jahre alt ist und der Angesteckte normal atmet. In der Klassenzimmersituation befinden sich 30 unmaskierte Schüler im Alter von 15 Jahren im Raum, die normal atmen, während die unmaskierte infektiöse 35-jährige Lehrkraft 1 Stunde lang mit normaler Stimmlautstärke spricht. Für das Klassenzimmer werden der Fall von keinem Luftaustausch und ein 4-maliger Luftaustausch pro Stunde (4 Air Changes per Hour, ACH) betrachtet. Die Tabelle gibt das Infektionsrisiko für einen Suszeptiblen in Abhängigkeit von der Viruslast der Nachweisgrenze der AG-PoC-Tests (gelb schattiert) und einer typischen Viruslast des SARS-CoV-2-Virus an. Für eine Infektionswahrscheinlichkeit von 63,21 % wurde eine Dosis von 200 Virionen in die Berechnung einbezogen. Es ist zu erkennen, dass bei einer geschätzten LOD von AG-PoC-Kits die Viruslast und damit die Infektionswahrscheinlichkeit deutlich reduziert ist. Für eine Viruslast von  $10^6$  Kopien pro mL ist nur die direkte Exposition ohne Maske stark erhöht. Für die höchste hier betrachtete Viruslast, d. h.  $10^8$  Kopien pro mL, die bereits unter der mittleren Viruslast [2] der Alpha-Variante liegt, ist jede Exposition mit einem erheblichen Infektionsrisiko verbunden.

Diese Berechnungen zeigen, dass für Personen mit einem negativen AG-PoC-Test das Risiko einer Krankheitsübertragung durch Aerosole auch ohne das Tragen von Masken stark reduziert ist. Wenn die LOD bei  $10^4$  Kopien/ml oder besser läge, wäre das Tragen von Masken für die Aerosolübertragung möglicherweise gar nicht notwendig. Es muss jedoch stark betont werden, dass diese Analyse nicht die Infektion durch  $>50\mu\text{m}$  große Tröpfchen berücksichtigt, die bei kurzen Distanzen ohne Maskierung dominant werden. Es wird besonders deutlich, dass selbst umfangreiche Tests das Infektionsrisiko (zusätzlich zu Impfkampagnen) reduzieren können und den Mehrwert des Maskentragens in vielen Alltagssituationen deutlich verringern.

### **Danksagung:**

Wir danken dem BMBF für die Förderung im Rahmen des Projekts B-FAST (Bundesweites Netzwerk Angewandte Surveillance und Teststrategie) (01KX2021) innerhalb des NUM (Netzwerk Universitätsmedizin) und der Max-Planck-Gesellschaft. Die Sponsoren hatten keinen Einfluss auf das Studiendesign, die Datenerhebung und -analyse, die Entscheidung zur Veröffentlichung und die Erstellung des Manuskripts. Die Arbeit wurde von allen Autoren geschrieben und recherchiert.

### **Referenzen:**

1. Cubas-Atienzar, A., Kontogianni, K., Edwards, T., Wooding, D., Buist, K., Thompson, C., Williams, C., Patterson, E., Hughes, G., Baldwin, L., Escadafal, C., Sacks, J., & Adams, E. (2021). Nachweisgrenze in verschiedenen Matrices von neunzehn kommerziell erhältlichen

Antigen-Schnelltests zum Nachweis von SARS-CoV-2. medRxiv. DOI: 10.1101/2021.03.19.21253950

2. Bagheri, G., Thiede, B., Hejazi, B., Schlenczek, O., Bodenschatz, E. (2021) Face-masks save us from SARS-CoV-2 transmission. arXiv:2106.00375v1
3. Nordsiek F, Bodenschatz E, Bagheri G (2021) Risk assessment for airborne disease transmission by poly-pathogen aerosols. PLOS ONE 16(4): e0248004.<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248004>