



Prof. Dr. Dr. h.c. Eberhard Bodenschatz
Tel. +49 5515176300
Mobil: +49 1604789244
Fax: +49 5515176302
Email: eberhard.bodenschatz@ds.mpg.de

Göttingen, 17.01.2020

Ergänzung und Korrektur

Analyse der Raumlufreinigung und deren Einfluss auf das Ansteckungsrisiko durch SARS-CoV-2 in Klassenräumen

Sehr geehrter Herr Minister,
Lieber Herr Tonne,

Ich habe mit unserer Applikation HEADS (aerosol.ds.mpg.de) das Ansteckungsrisiko einer Klasse mit **30 bzw. 15 Schülern und einer ansteckenden Lehrkraft** in einem typischen Klassenraum unter der Annahme einer guten Mischung der Luft (was in einem Klassenzimmer nachweislich gut gegeben ist) als Funktion der Aerosolaustauschrate und des Tragens von MNS berechnet¹. In den graphischen Darstellungen wird gezeigt, wie die zu erwartende Ansteckung der Zahl der Schüler mit und ohne MNS von der Aerosolaustauschrate abhängt.

Das Ergebnis ist:

1. Halbierung der Klasse von 30 auf 15 Schüler hilft viel.
2. **Reiner realistischer Aerosolaustausch** (Lüften Filtern) ohne das Tragen von Mund Nasen Schutz (MNS) ist **nicht** ausreichend, um Ansteckungen zu vermeiden. Ohne MNS, bei 30 Kindern ist zu erwarten, dass 2 Kinder nach 4h und 5 Kinder nach 3Tagen sogar noch bei einem Aerosolaustausch von 30/Stunde (ein typ. Luftwechsler macht einen ca. 2-6fachen Wechsel) erkranken. Bei 15 Kindern ist ein Luftwechsel von mind. 27/Stunde notwendig, um keine Erkrankungen zu erwarten.

¹ Unterricht 4 Stunden, wird an 3 Tagen wiederholt (3 Tage wegen typ. unerkannter Covid-19 Erkrankungszeit), 15 Kinder gesund 15 Jahre alt (10% lautes Sprechen, sonst Atmend), Lehrkraft 50 Jahre alt (60% lautes Sprechen, sonst Atmend, 75%tile), Klasse 180m³, Luft rein bei Beginn, virale Last 10⁸ Viren pro Liter Atemflüssigkeit, Dosis 200 (neue Mutanten), Setzen/Deaktivierung 0.64 hr⁻¹, Verdunstungsfaktor 5.7, Deposition in Lunge 60%, MNS Material 95% (typ. für medizinische Masken, FFP2/3 besser), Leckage Einatmen 20%, Ausatmen 30% bzw. Leckage Einatmen 50%, Ausatmen 60%)

-
3. **Das Tragen von guten Masken und Aerosolaustausch von 6fach pro Stunde** (Lüften Filtern) ist mindestens notwendig, um bei einer Klassengröße von 15 Personen bei Dichtigkeit am Gesicht typisch für gute FFP2 Masken² nach 4 Stunden und 3 Tagen Wiederholung keine Ansteckung zu bekommen. Bei 4 Stunden ohne Wiederholung ist bei einem Aerosolaustausch von 2fach pro Stunde keine Ansteckung zu erwarten.

Ein 8facher Aerosolaustausch pro Stunde (Lüften Filtern) ist mindestens notwendig, falls die Dichtigkeit der Maske am Gesicht, dem einer typischen medizinischen Maske entspricht,³. Bei 3 Tageswiederholung ist jedoch noch zu erwarten, dass sich eine Person anstecken. (Die Annahme von 4h und 3 Tage Wiederholung ist jedoch relativ unwahrscheinlich).

Das Tragen von Stoffmasken ist nicht zu empfehlen, da die Filtration so gering ist, dass ein unrealistischer Aerosolwechsel $> 30/h$ notwendig wäre, um nach 4 Stunden keine Ansteckung zu erwarten⁴.

Diese Aussagen sind für gute Durchmischung der Aerosole im Raum. Um dies zu gewährleisten ist ein Abstand von mindestens 1.5m zwischen den Personen sicher notwendig. Trennwände verbessern dies. Diese Abschätzung kann von jeder Person auf <https://aerosol.ds.mpg.de> nachvollzogen werden. Das Dreitagesrisiko in Prozent ergibt sich nach $(1 - (1 - \text{Einzelrisiko}/100)^3) * 100$.

Als Fazit ist festzustellen:

Die Anzahl der Schüler in der Klasse sollte bei einer typischen Raumgröße etwa 15 Schüler betragen. Der MNS muss permanent getragen werden. Ein ständiger Aerosolwechsel von mindestens 4 (besser 6 oder ideal 8) mal pro Stunde ist zu empfehlen, um einigermaßen sicher zu sein in Bezug auf Coronainfektionen in Klassensituationen. Dies ist meiner Einschätzung nach nicht mit intermittierendem Lüften, sondern nur mit technisch unterstützter Raumluftbehandlung (Ventilator im Fenster und/oder Aerosolreiniger) zu erreichen.

Mit freundlichen Grüßen

Ihr



Prof. Dr. Eberhard Bodenschatz
Wissenschaftlicher Direktor MPIDS
Professor der Physik, Georg-August-Universität, Göttingen
Assoc. Prof. of Physics, Cornell University (USA)
Assoc. Prof. Sibley School of Mechanical and Aerospace Engineering, Cornell University (USA)

² Leckage Einatmen 20%, Ausatmen 30%, Filtration $> 95\%$

³ Leckage Einatmen 50%, Ausatmen 60%, Filtration $> 95\%$

⁴ Leckage Einatmen 50%, Ausatmen 60%; Filtration Einatmen 50%, Ausatmen 60%





