

Verhindert das Einhalten des Sicherheitsabstandes eine Ansteckung?

6

»Wer Abstandsregeln nicht einhält, gefährdet sich und andere, denn gerade dort breitet sich das Virus verstärkt aus.«

Jens Spahn, 14.05.2020



Dieses Zitat des Bundesgesundheitsministers stammt von Mitte Mai 2020. Zu diesem Zeitpunkt war der erste Höhepunkt der Coronapandemie in Deutschland bereits überwunden, international stiegen die Zahlen jedoch weiterhin drastisch an. Vielen Menschen war nicht klar, welche Ausmaße die Pandemie noch annehmen würde.

Die Übertragungswege der Coronaviren sind nach derzeitigem Forschungsstand noch nicht vollständig geklärt. Häufig werden Bakterien und Viren jedoch durch Tröpfchen übertragen. Infizierte Personen erzeugen beim Husten oder Niesen winzige infektiöse Sekrettröpfchen, die dann von anderen Menschen aus der Umgebungsluft eingeatmet werden. Dass allerdings bereits beim Sprechen, Singen oder

Kapitel 6 | Verhindert das Einhalten des Sicherheitsabstandes eine Ansteckung?

Atmen kleinste Partikel freigesetzt werden, ist weitaus weniger bekannt. Diese sogenannten Aerosole stehen unter Verdacht, der wichtigste Übertragungsweg für das Coronavirus zu sein.

Aerosole werden als feinste Verteilung von schwebenden festen oder flüssigen Stoffen in Gasen bezeichnet. Diese kommen besonders häufig in der Luft vor, beispielsweise als Rußpartikel aus einem Autoauspuff oder als Rauch. Aerosolpartikel, auch Schwebepartikel genannt, haben einen Durchmesser von 0,1 bis 5 Mikrometer. Ein Aerosolpartikel kann also bis zu 1000 Mal kleiner als der Durchmesser eines menschlichen Haares sein. Deshalb sind die Partikel für das menschliche Auge nicht erkennbar. Erst wenn die Konzentration an Schwebepartikeln sehr groß wird, sind sie für Menschen wahrnehmbar. Dieses Phänomen ist zum Beispiel bei Rauch oder Nebel zu beobachten – der Rauch einer Zigarette ist beispielsweise für den Menschen gut sichtbar. Verteilt sich der Rauch weiter in der Raumluft, nimmt die Konzentration aufgrund des größeren Luftvolumens ab. Daher sind Aerosole dann mit dem menschlichen Auge schnell nicht mehr erkennbar. Das Beispiel des Zigarettenrauchs stellt jedoch eher eine Ausnahme dar, denn die allermeisten Aerosole sind für uns nicht sichtbar. Dazu zählen auch natürliche Bioaerosole wie Pollen oder Viren.

Die Bildung von Aerosolen und der zugehörigen Partikel kann auf verschiedenen Wegen stattfinden. Aerosolpartikel entstehen zum Beispiel bei Verbrennungen, wie der im Motor eines Autos oder bei der Erosion von Sand in Wüsten. Auch Menschen stoßen auf verschiedene Weise Aerosole aus. Die Tröpfchen, die von einer mit COVID-19 infizierten Person ausgesondert werden, können Coronaviren enthalten, welche für eine Übertragung der Krankheit verantwortlich sind.

Abbildung 6.1:
Mögliche Aerosolbildung beim Singen



Verhindert das Einhalten des Sicherheitsabstandes eine Ansteckung?

Hat sich ein Mensch infiziert, dringen die Erreger zunächst in sogenannte Wirtszellen ein, um sich dort zu vermehren. Aus einer Wirtszelle können dabei tausende Viren entstehen, die sich auf dem gleichen Weg erneut vermehren.

Beim neuartigen Coronavirus ist vor allem der Hals- und Rachenraum von Bedeutung, da die Vermehrung überwiegend dort stattfindet. Aus diesen Bereichen gelangen die Viren leicht in den Speichel und durch den Tröpfchenausstoß des Menschen schließlich in die Umgebungsluft.

Gesunde Menschen können die in der Luft befindlichen infektiösen Partikel leicht einatmen und sich anstecken, insbesondere, wenn sie sich in der Nähe der infizierten Person befinden. Die eingeatmeten Viren vermehren sich daraufhin wieder in den Wirtszellen der neu infizierten Person, so dass auch diese zum Überträger infektiöser Tröpfchen wird.

Der Ausstoß von Tröpfchen und Aerosolen erfolgt beim Menschen auf verschiedenen Wegen. Husten und Niesen sind Schutzreflexe, bei denen Schleim oder Fremdkörper durch explosionsartiges Luftausstoßen aus dem Körper entfernt werden. Die hohe Geschwindigkeit der Luft sorgt dafür, dass insgesamt viel Speichel mitgezogen wird, sodass vermehrt größere Tröpfchen ausgestoßen werden. Beim Singen, Sprechen oder Atmen wird ein deutlich langsamerer Luftstrom erzeugt, der weniger Flüssigkeit mitreißt. Die freiwerdenden Partikel sind daher deutlich kleiner. Bei der Atmung durch die Nase können durch deren Filterfunktion zudem größere Partikel zurückgehalten werden. Um eine Ansteckung zu vermeiden, sollte das Einatmen infektiöser Partikel durch geeignete Schutzmaßnahmen vermieden werden. Hierzu wird die Einhaltung eines Abstands von mindestens 1,5 Metern zu anderen Menschen empfohlen, da sichtbare Tröpfchen in diesem Bereich zu Boden sinken sollten. Verschiedene Größen der Tröpfchen sorgen allerdings dafür, dass diese sich in einigen ihrer Eigenschaften unterscheiden. Die Auswirkungen der Größenunterschiede auf die Flugweite und somit auch auf die Verbreitung der Viren kann anhand eines einfachen Modellexperiments überprüft werden.

Kapitel 6 | Verhindert das Einhalten des Sicherheitsabstandes eine Ansteckung?

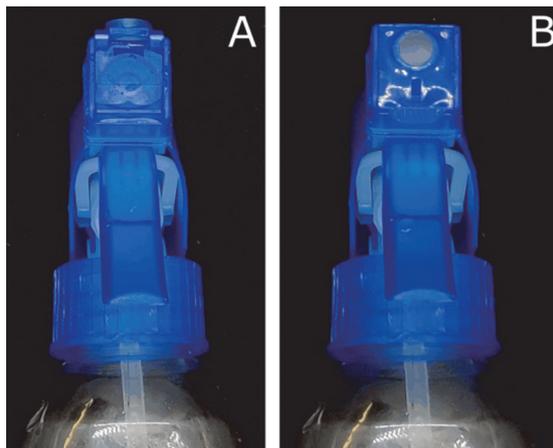
DO IT YOURSELF**Experiment: Tröpfchenausstoß**

In diesem Experiment wird das Ausstoßen von Tröpfchen und Aerosolen verschiedener Größen durch einen Menschen beim Reden oder Husten simuliert. Beachte, dass es sich hierbei lediglich um ein Modell-experiment handelt. Dies bedeutet, dass Beobachtetes nicht eins zu eins auf die Realität übertragen werden kann. Das Experiment dient lediglich der Verdeutlichung des Verhaltens ausgederter Tropfen beziehungsweise Aerosole sowie der Darstellung ihrer Verbreitung.

Was Du benötigst:

- ▶ Chininhaltiges Tonic Water
- ▶ UV-Lampe/Schwarzlicht-Lampe
- ▶ Eine leere Sprühflasche mit größenverstellbarem Zerstäuber

Abbildung 6.2:
Einstellung des Sprühkopfs
A Einstellung für kleinere Tropfen
B Einstellung für größere Tropfen



Der Sprühaufsatz der leeren Flasche sollte zwei mögliche Einstellungen haben, um sowohl Husten als auch Niesen gut simulieren zu können (Abb. 6.2): Eine Einstellung, die kleine Tropfen sprüht und eine, die größere Tropfen oder Schaum spritzt.

**Durchführung:**

Spüle die Sprühflasche zunächst gründlich mit Wasser aus und befreie auch den Sprühaufsatz und den dazugehörigen Schlauch von möglichen Rückständen. Nachdem die Flasche und der Sprühaufsatz getrocknet sind, kann die Sprühflasche zu circa einem Drittel mit dem chininhaltigen Tonic-Water befüllt werden. Am besten eignen sich zuckerfreie Sorten, da diese nicht kleben.

Experiment: Tröpfchenausstoß

Stelle die Sprühflasche an einen festen Platz auf einer glatten und leicht zu säubernden Oberfläche. Die Fläche sollte möglichst groß und gerade sein, um die Verteilung der Tröpfchen nachvollziehen zu können. Führe den Versuch in einem abgedunkelten Raum durch. Andernfalls wird es schwer, die Tropfen unter dem UV-Licht zu erkennen.

Sollte kein chininhaltiges Tonic Water zur Verfügung stehen, kann das Experiment auch mit Wasser durchgeführt werden. Zur besseren Sichtbarkeit der Tropfenverteilung kann ein großes Stück Pappe unter die Sprühflasche gelegt werden.

Wähle zunächst die grobe Einstellung des Sprühaufsatzes, so dass größere Tropfen versprüht werden. Halte die UV-Lampe direkt neben den Sprühaufsatz. Sprühe jetzt fünfmal mit der Flasche. Beobachte dabei die Größe, die Verteilung und die Flugweite beziehungsweise Schwebezeit der Tropfen. Schau bitte nicht direkt in das Licht der UV-Lampe!

Ändere die Einstellung des Sprühaufsatzes nun so, dass kleinere Tropfen versprüht werden und wiederhole das Experiment.

Im Anschluss kann die besprühte Fläche mit der UV-Lampe genauer untersucht werden. Starte am Punkt, an dem die Flasche stand und verfolge die Tropfen entlang der Sprührichtung. Achte auch hierbei besonders auf die Größe, die Verteilung und die Flugweite der Tropfen.

Beobachtungen:

Mit der groben Einstellung werden vermehrt größere Tröpfchen ausgestoßen, welche schnell zu Boden fallen. Sie fliegen recht gebündelt nach vorne und fallen dann herunter, wobei die größten Tropfen zuerst absinken. Bei Verwendung der feineren Einstellung werden wesentlich kleinere Tropfen versprüht, die sich weitläufiger im Raum verteilen. Diese sinken erst später zu Boden, allerdings fallen auch hier die größten Tropfen zuerst herunter (Abbildung 6.3).

Bei der anschließenden Betrachtung der Verteilung auf der besprühten Fläche zeigt sich ein ähnliches Bild. Die größeren Tropfen legen nur eine kurze Distanz zurück und sammeln sich hauptsächlich in direkter Umgebung des Sprühkopfes. Kleinere Tropfen schweben länger in der Luft und legen eine größere Distanz zurück. Auch die Verteilung in der Breite ist abhängig von der Tropfengröße. Je größer die Tropfen, desto kleiner ist die Fläche, auf der sie landen. Je kleiner die Tropfen, desto großflächiger ist die Verteilung auf der Fläche (Abbildung 6.4).

Kapitel 6 | Verhindert das Einhalten des Sicherheitsabstandes eine Ansteckung?

Abbildung 6.3:
A Sprühen kleinerer Tropfen
Tonic Water unter UV-Licht
B Sprühen größerer Tropfen
Tonic Water unter UV-Licht

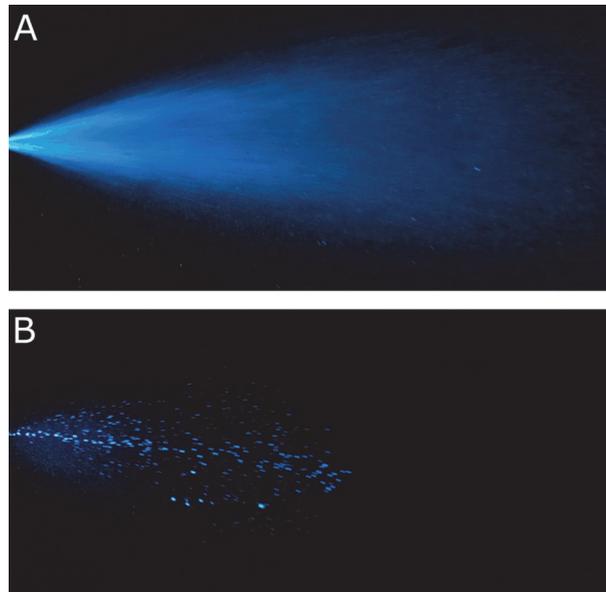
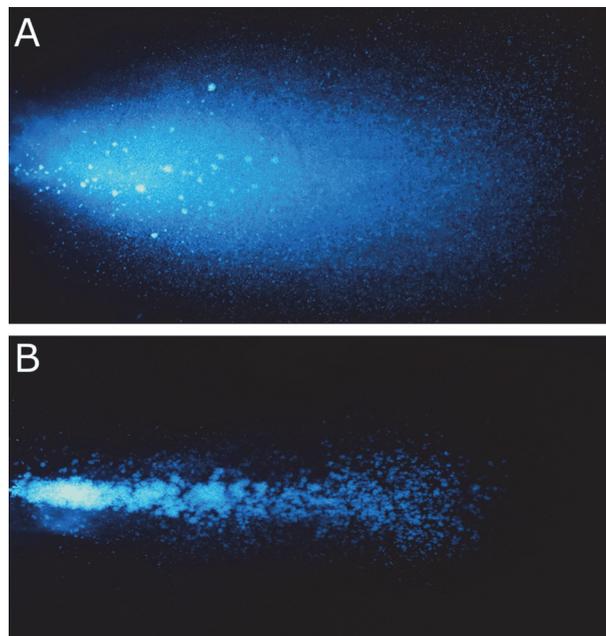


Abbildung 6.4:
Verteilung der gesprühten
Tropfen unter UV-Licht
A Kleinere Tropfen
B Größere Tropfen



Experiment: Tröpfchenausstoß

Erklärung:

Größere Tropfen sinken aufgrund ihres Gewichts schneller zu Boden, während kleinere, leichte Tropfen länger in der Luft schweben und sich dort weitläufiger verteilen. Hierbei gilt: Je kleiner die Tropfen, desto länger bleiben sie in der Umgebungsluft und können sich dort großflächiger verteilen.

Mit den verschiedenen Sprühaufsätzen kann der Aerosol-Ausstoß eines Menschen simuliert werden. Der gröbere Aufsatz bildet den Prozess des Hustens ab, wobei vermehrt größere Tropfen ausgeworfen werden. Mit dem feineren Aufsatz kann das Niesen simuliert werden, wobei der Mensch überwiegend kleinere Tropfen, die Tröpfchen, ausstößt. Da beim Sprühen mit Druck gearbeitet wird, kann das Sprechen leider nicht dargestellt werden, da die Tropfen dabei wesentlich langsamer ausgestoßen werden. Gleiches gilt für das Atmen. Aufgrund des geringeren Drucks bei der Freisetzung der Aerosole sind diese nur winzig klein. Die Ergebnisse des Experiments zeigen eine Größenabhängigkeit bei der Verteilung der Tropfen (Tröpfchen), aus der sich schließen lässt, dass Aerosole, die beim Sprechen und Atmen in die Umgebungsluft gelangen, dort besonders lange verbleiben und weite Strecken zurücklegen können.

Die Tröpfchen des Tonic Waters leuchten beim Anstrahlen mit der UV-Lampe hellblau auf. Diesen Effekt kann man ebenso beim Besuch einer Diskothek beobachten, wenn weiße Kleidung in bestimmtem Licht aufleuchtet. Ultraviolettstrahlung (auch UV-Licht oder Schwarzlicht) ist kurzwellige und energiereiche elektromagnetische Strahlung, die für das menschliche Auge nicht sichtbar ist. Fällt UV-Licht auf bestimmte Stoffe, werden diese zum Leuchten angeregt. Dieses Phänomen wird als Fluoreszenz bezeichnet (vergleiche Abbildung 6.5).

Abbildung 6.5:
Tonic Water unter UV-Licht



Tatsächlich kommt es bei der Gefährdung durch die von Menschen ausgesonderten Tropfen und Aerosole auf die Größe an. Große Tropfen, die sehr schnell auf den Boden fallen, stellen keine akute Gefahr für Mitmenschen dar, solange der erforderliche Mindestabstand gewahrt wird. Wird der entsprechende Abstand nicht eingehalten, können Menschen in direkter Nähe durch virusbelastete Tröpfchen infiziert werden. Da jedoch bereits beim Sprechen winzig kleine Tröpf-

Kapitel 6 | Verhindert das Einhalten des Sicherheitsabstandes eine Ansteckung?

chen ausgestoßen werden, ist die Einhaltung des Mindestabstands allein nicht ausreichend. Die kleineren Tröpfchen legen in der Luft wesentlich längere Strecken zurück und verteilen sich feiner. Kleinste Aerosolpartikel, die von Menschen beim Atmen freigesetzt werden, halten sich besonders lange in der Luft, bevor sie zu Boden fallen. Infektiöse Viren, die eine COVID-19 erkrankte Person auf diesem Wege aussondert, können über mehrere Stunden in der Umgebungsluft verbleiben. Sie bergen aufgrund ihrer langen Infektiosität und der Fähigkeit, große Distanzen zurückzulegen, eine akute Gefahr. Aerosole sind deshalb maßgeblich an der Verbreitung des Virus beteiligt.

Das klingt fast so, als gäbe es kaum eine Möglichkeit, sich vor infektiösen Aerosolen zu schützen? Dem ist aber nicht so! Um eine akute Ansteckungsgefahr darzustellen, muss ein Aerosol eine hohe Konzentration an infektiösen Viren enthalten. Die Konzentration kann jedoch durch eine ausreichende Belüftung gering gehalten werden. Geschlossene Räume können zum Beispiel durch geöffnete Fenster, Türen oder eine Lüftungsanlage mit Frischluft versorgt werden. Das Risiko einer Ansteckung wird dadurch stark reduziert. Allgemein sollten nach Möglichkeit Menschenansammlungen gemieden werden. Treffen mit Freunden oder Bekannten sollten bevorzugt draußen stattfinden. Im Freien findet eine durchgehende Umwälzung der Luft statt. Aufgrund der Luftbewegung und des großen Luftvolumens wird die Konzentration von infektiösen Viren sehr niedrig gehalten. Aerosole stellen unter freiem Himmel somit nur ein geringes Infektionsrisiko dar. Der Mindestabstand sollte dennoch eingehalten werden. Nur so kann man sich ausreichend vor einer Ansteckung schützen.

Um die Übertragung von Coronaviren und deren Verbreitung noch weiter einzudämmen, wird zudem das Tragen einer Mund-Nase-Bedeckung empfohlen. Hierbei werden verschiedene Arten von Masken unterschieden. So gibt es neben den sogenannten Alltagsmasken, welche auch als Community-Masken bezeichnet werden, spezielle Schutzmasken für den Einsatz in medizinischen Einrichtungen. Der dort häufig bestehende direkte Kontakt mit vielen verschiedenen PatientInnen erfordert besondere Schutzmaßnahmen. Medizinische Gesichtsmasken müssen daher bestimmte Anforderungen erfüllen, damit sie in diesem Bereich genutzt werden dürfen – dies wird im nächsten Kapitel genauer beleuchtet.

Verhindert das Einhalten des Sicherheitsabstandes eine Ansteckung?

Quellen:

Liu, L., Li, Y., Nielsen, P.V., Wei, J., Jensen, R.L. (2016). Short-range airborne transmission of expiratory droplets between two people. *Indoor Air*, 27, 452-462. doi: 10.1111/ina.12314

Stadnytskyi, V., Bax, C. E., Bax, A., Anfinrud, P. (2020). The airborne lifetime of small speech droplets and their potential importance in SARS-CoV-2 transmission. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(22), 11875-11877. doi: 10.1073/pnas.2006874117

Ji, Y., Qian, H., Ye, J., Zheng, X. (2017). The impact of ambient humidity on the evaporation and dispersion of exhaled breathing droplets: A numerical investigation. *Journal of Aerosol Science*, 115, 164-172. doi: 10.1016/j.jaerosci.2017.10.009

van Doremalen, N. et al (2020). Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *The New England Journal of Medicine*, 382;16. doi: 10.1056/NEJMc2004973

NDR Info (2020). Coronavirus-Update. NDR. Abgerufen von <https://www.ndr.de/nachrichten/info/coronaskript174.pdf>

Robert Koch-Institut (2020). Steckbrief zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19). Robert Koch-Institut. Abgerufen von https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html#doc13776792bodyText2

Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (o.J.). Tröpfcheninfektion – Wie werden Erreger bei einer Tröpfcheninfektion übertragen?. *Infektionsschutz.de*. Abgerufen unter <https://www.infektionsschutz.de/infektionskrankheiten/uebertragungswege/troepfcheninfektion.html>

Weikert, B., Wiese-Posselt, M., Gastmeier, P. (2018). Husten. *Stiftung Gesundheitswissen*. Abgerufen von <https://www.stiftung-gesundheitswissen.de/wissen/husten/hintergrund>

Bundesministerium für Gesundheit (2020). Bundesgesundheitsminister Jens Spahn im Interview mit dem Redaktionsnetzwerk Deutschland (RND) über Verschwörungstheorien und das Zweite Covid-19-Bevölkerungsschutz-Gesetz. *Bundesministerium für Gesundheit*. Abgerufen von <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/presse/interviews/interviews/rnd-140520.html>