

9. September 2021

Kurzanleitung zum Virus-Tool

Benutzungshinweise für das Viren-Tool (Version 2) zur Schätzung der Virenlast in einem Raum

Michael Riediker, Dr.sc.nat. , Arbeits- und Umwelthygieniker, Direktor des SCOEH

Zusammenfassung

Diese Kurzanleitung erklärt die Einstellungen und Resultate des Tools und gibt praktische Tipps für dessen Verwendung.

Das Tool schätzt die Konzentration von Viren und CO₂ in einem Raum mit perfekter Durchmischung für eine oder mehrere Personen, die Viren in Form von Aerosolen emittieren. Das Tool gibt auch an, welche Virendosis daraus für die anderen Personen im Raum entsteht.

Mögliche Einstellungen für den ...

Raum:	Grösse, Aussenluftzufuhrtrate, Durchsatz von Luftreinigungsgeräten, Anzahl Personen im Raum, Anfangs-CO ₂ -Wert, Luftgeschwindigkeit
Virus-Emitter:	Maskenart, Emitter-Typ, Sprechlautstärke, körperliche Aktivität, Dauer im Raum
Empfänger:	Kritische Dosis, Maskenart, körperliche Aktivität, Anzahl Wiederholungen des Szenarios

Die wichtigsten Resultate werden in Form von Graphiken visualisiert. Sie zeigen den zeitlichen Verlauf von Virusdosis und CO₂-Werten im Raum in den ersten zwei Stunden.

Diese Kurzanleitung darf frei genutzt, geändert und weiter verbreitet werden, solange die Urheber genannt werden. Die Verwendung des Logos von SCOEH ist nur erlaubt, wenn das Dokument unverändert weitergegeben wird, oder wenn SCOEH ausdrücklich einer modifizierten Version zugestimmt hat.

Schritt 1: Tool herunterladen

Das "Viren-Tool" ist ein Tabellen-Dokument. Es kann in mehreren Sprachversionen kostenlos heruntergeladen werden¹. Diese Anleitung wurde für Version 2 erstellt.

Runterladen unter <https://scoeh.ch/de/tools>

Die ursprüngliche Version dieses Tools wurde im Wissenschaftsmagazin Aerosol and Air Quality Research publiziert. In Version 2 gibt es zusätzliche Einstellungen, Resultate und Graphiken.

Zitationsempfehlung:

Riediker, M. and Monn, C. (2020). Simulation of SARS-CoV-2 Aerosol Emissions in the Infected Population and Resulting Airborne Exposures in Different Indoor Scenarios. *Aerosol Air Qual. Res.* <https://doi.org/10.4209/aaqr.2020.08.0531>

Schritt 2: Informationen in Blatt "Indoor-Tool" eingeben

Die folgenden Erklärungen helfen bei der Definition der Eingabeinformationen, welche in den türkisfarbenen Feldern auf dem Blatt "Indoor-Tool" eingetragen werden können:

Angaben zum Raum

Raumvolumen	Das Volumen kann aus Länge * Breite * Höhe in Metern geschätzt werden. Wenn es viele geschlossene Möbel im Raum hat, sollte deren Volumen abgezogen werden.
Luftwechselrate	Diese Angabe gibt an, wie oft das Luftvolumen "erneuert" wird. Dazu teilt man die Zufuhrluft durchs Raumvolumen. Beispiel: 300 m ³ /h Zufuhr in einen Raum von 100 m ³ Volumen -> Luftwechselrate ist 3 pro Stunde.
Zufuhr von Aussenluft	Bei <i>mechanischer Lüftung</i> kann dieser Wert vom Gebäudebetreiber (Hauswart, technischer Dienst) erfragt werden. Moderne Lüftungen sind oft auf 30 m ³ pro Person und Stunde ausgelegt. Bei <i>natürlicher Lüftung über Fenster und Türen</i> kann man entweder... a) Den CO ₂ -Verlauf messen und daraus die Luftwechselrate bestimmen b) Die Luftwechselrate schätzen wie folgt: 0.1 / Stunde = Gut dichtende Fenster, Tür zu 0.3 / Stunde = Undichte Fenster, Tür zu 1.0 / Stunde = Gekippte Fenster, Tür zu 3 bis 20 / Stunde = Querlüften (Fenster und Türen voll auf) ²
Rezirkulierte Luft	Dieser zusätzliche "Luftwechsel" gibt an, wieviel Luft hocheffiziente Luftreiniger oder ähnlich reinigen (CADR: Clean Air Delivery Rate). Die Luft bleibt im Raum. Die Viren werden entfernt, nicht aber das CO ₂ .
Personen im Raum ³	Kleinkinder (vor Kindergarten) können als 1/2 Erwachsene gezählt werden, grössere Kinder als 2/3 Erwachsene. Jugendliche sollten voll gezählt werden.

¹ Das Tool untersteht der Creatives Commons Lizenz 4.0. Es darf frei genutzt, geändert und weiter verbreitet werden, solange die Urheber genannt werden. Für Details siehe <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

² Die Effizienz von Querlüften hängt stark von der räumlichen Situation ab. Am besten geht es, wenn auf alle Seiten des Raumes Öffnungen nach Aussen entstehen (z.B. Gang mit geöffneten Fenstern).

³ Zu beachten: die Anzahl Personen im Raum hat nur einen indirekten Einfluss auf die Virenzahl. Je mehr Personen im Raum sind, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine davon infiziert ist.

Angaben zur Viren-emittierende Person

Dauer	Wie viele Minuten die Viren-emittierende Person im Raum verweilt.
Person ist...	Hier kann mit einem Pulldown-Menü ausgewählt werden, wie stark die infizierte Person Viren emittiert. Bei der Bestimmung, ob ein Raum "sicher" ist, sollte immer von einem "Super-Emitter" ausgegangen werden. Bei Delta ist ungefähr jede*r Zweite ein "Hoher Emitter" und auch "Super-Emitter" sind recht häufig geworden.
Art der Maske	Die Art der Maske kann mit dem Pulldown-Menü ausgewählt werden. Unter diesem Feld erklärt grüner Text die Maskenart. In Räumen mit Maskenpflicht, zu denen die Allgemeinheit Zugang hat, ist es oft empfehlenswert, mit "schlecht passenden Masken" zu rechnen.
Physikalischer Aktivität	Geben Sie hier die körperlichen Aktivität der Viren-emittierenden Person an. Der Anteil "ruhender" Aktivität wird dabei automatisch berechnet, sobald man angibt, wie viele % der Zeit jemand leicht oder schwer aktiv ist.
Anteile des Sprechens	Geben Sie hier an, wie viel die Viren-emittierende Person spricht. Die Anteile von "Ruhig" werden dabei automatisch berechnet, sobald man angibt, wie viele % der Zeit jemand leise oder laut spricht.

Angaben im Bereich "Resultate"

Maske der Exponierten	Hier kann mit einem Pulldown-Menü die Art der Maske ausgewählt werden, welche die exponierte Person tragen. Es können die gleichen Maskenarten gewählt werden wie bei der Viren-emittierenden Person.
Kritische Anzahl Viren	Diese Zahl bezieht sich auf die mittels PCR-Technologie bestimmte Anzahl Virenkopien. Nicht alle Kopien sind vermehrungsfähige Viren. Zudem kann nicht jedes Virus erfolgreich in eine Zelle eindringen. Bei gesunden Personen gibt es ab 300 Virenkopien ein realistisches Risiko der Ansteckung. Für Risikopersonen wird ein Wert von 30 Virenkopien empfohlen.
Wiederholungen/Tag	Diese Angabe dient der Berechnung der gesamten Dosis bei mehreren Wiederholungen eines Szenarios. Beispiel Schule: Eine Klasse hat an einem Tag sechs Stunden à 45 Minuten.

Schritt 3: Interpretation der Resultate

Viren (Blau hinterlegter Bereich)

Das Modell gibt als Resultat sowohl Virenkonzentrationen als auch Virendosen. Wozu dienen diese Werte? Wie kann man diese interpretieren?

Fernfeld	Alle Resultate auf dem Blatt "Indoor-Tool" beziehen sich auf das sogenannte "Fernfeld", also den Bereich des Raumes, der nicht in direkter Nähe der emittierenden Person ist.
Virenkonzentration	Diese Zahl sagt, wie viele Viren zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Luft schweben. Sie kann Experten wie Arbeitshygienikern wertvolle Hinweise zum Risikomanagement geben.

Virusdosis	Die Dosis gibt an, wie viele Viren insgesamt während des betrachteten Szenarios inhaliert wurden. Diese geben Auskunft über den Beitrag des Szenarios zum Ansteckungsrisiko einer Person.
Wiederholungen	Wer das gleiche Szenario mehrfach am Tag durchlebt, dessen gesamte Dosis steigt bei jeder Wiederholung. Nebst dieser "gesamten Dosis" gibt es auch Dosen aus anderen Szenarien. Beispiel: Nebst der mehrfachen Exposition in der Schule kann eine Person zusätzliche Dosen bei der Anreise, während der Verpflegung, etc. erhalten.
Graphik	Die Graphik zeigt den Verlauf der inhalierten Virusdosis in den ersten zwei Stunden. Wenn die Viren-emittierende Person den Raum vor dieser Zeit verlässt, sieht man ein Abflachen der Kurve. Dies, weil die Virenkonzentration nach dem Verlassen abfällt und man weniger Viren einatmet. Eine rote Linie zeigt die "kritische Dosis" an (welche im Feld oberhalb der Graphik definiert werden kann).

CO₂ (grün hinterlegter Bereich)

Das Modell gibt Schätzwerte für die CO₂-Werte im Raum. CO₂ kann in einem Raum dazu verwendet werden, um die Effizienz der Lüftung abzuschätzen. In Kombination mit der Virendosis kann man auch untersuchen, wie tief das CO₂ bleiben sollte, damit die Virendosis unterhalb der kritischen Dosis bleibt.

Die Schätzung dieses Modells gehen von vereinfachten Annahmen aus. Auch Messgeräte haben eine Unsicherheit. Selbst gute Gerät können rasch 15% vom "echten" Wert abweichen. Beachten Sie auch, dass das Modell davon ausgeht, dass alle Personen die gleiche Aktivität haben wie die Viren-emittierende Person.

CO ₂ beim Verlassen	Diese Angabe gibt den CO ₂ -Wert im Raum zum Zeitpunkt, an dem die viren-emittierende Person den Raum verlässt.
Konzentration nach ...	Diese Angaben geben für die ersten 60 Minuten an, wie stark das CO ₂ in einem Raum mit den angegebenen Lüftungswerten und der Anzahl Personen im Raum ansteigt (in Schritten von 15 Minuten). Diese Zahlen gehen davon aus, dass die Anzahl Personen im Raum gleich bleibt.

Schritt 4: Drucken oder Speichern der Resultate

Die Tabellenblätter sind so eingerichtet, dass die Resultate auf eine Druckseite passen. Zur Dokumentation der Simulation und der vorgenommenen Einstellungen kann so rasch ein PDF- oder Papierbeleg erstellt werden. Denken Sie daran, auch das Blatt "Mehr Einstellungen und Resultate" auszudrucken, wenn Sie die Werte auf diesem Blatt angepasst haben.

Weitere Einstellungen und Resultate für Experten

Auf dem Blatt "Mehr Einstellungen & Resultate" gibt es für Experten die Möglichkeit, weitere Einstellungen vorzunehmen und Resultate herauszulesen.

Zusätzliche Resultate

Nahfeld-Resultate	In der Nähe einer Person (dem Nahfeld) ist die Aerosol-Konzentration höher. Dieser Umstand wird im Tool mit einem Zwei-Zonen-Modell berücksichtigt. Das Nahfeld ist im Tool die Zone innerhalb von 60 cm
-------------------	--

um den Kopf der emittierenden Person. Gleich wie für den Raum werden Konzentration und Dosis als Ergebnis gegeben.

Dosis für Grundtypen Für die drei Grundtypen der Aktivität (ruhig, leicht und stark körperlich aktiv) wird die Dosis angegeben. Dies erlaubt die Berechnung der Dosis, wenn eine exponierte Person eine andere Aktivität hat als die Viren-emittierende Person.

Zusätzliche Einstellungen

Mittlere Luftgeschwindigkeit im Raum: Diese Einstellung beeinflusst die Resultate im Nahfeld. Es ist eine Einstellvariante für Räume mit turbulenten Bedingungen. Auch für die Schätzungen des Nahfeldes gilt die Annahme eines gut gemischten Raumes. Das Modell ist **nicht** direkt auf Situationen mit gerichteten Luftströmungen (z.B. Ventilator bläst direkt Luft zur emittierenden Person) anwendbar.

CO₂-Wert zu Beginn Diese Einstellung beeinflusst die CO₂-Resultate auf dem Blatt "Indoor-Tool". Im Grundzustand wird davon ausgegangen, dass der CO₂-Wert zu Beginn der Umweltkonzentration entspricht (aktuell 400 ppm). Es kann jedoch vorkommen, dass der Ausgangswert höher ist. Achtung, nach einer Pause ohne Lüftung sind nicht nur die CO₂- sondern auch die Viruskonzentrationen höher. Dies wird hier nicht berücksichtigt und der Virusgehalt müsste manuell berechnet werden!

Zusätzliche Virenräger Diese Einstellung beeinflusst alle Virenzahlen auf dem Blatt "Indoor-Tool" und die Near-Field Resultate auf diesem Blatt. Mit diesen Einstellungen kann die Anwesenheit von bis zu vier Viren-emittierenden Personen simuliert werden. Die Werte der ersten infizierten Person werden vom Blatt "Indoor-Tool" übernommen. Die anderen können hier definiert werden.

Maskentyp im Nahfeld Diese Einstellung beeinflusst die Dosis im Nahfeld auf diesem Blatt. Die Dosis einer Person im Nahfeld hängt gleich wie bei Personen im Fernfeld von der Art der Maske ab. Achtung, im Nahfeld können auch grosse Aerosole ("Tröpfchen") das Virus übertragen wenn keine Masken getragen werden.

Rohdaten, Formeln und Modifikationen

Auf dem Blatt "Daten" befinden sich zahlreiche Rohdaten, Formeln und Grundeinstellungen. Diese sollten von normalen Benutzern nicht verändert werden. Entwickler sind herzlich eingeladen, das Tool weiter zu bearbeiten. Bitte dokumentieren Sie, welche Änderungen Sie vorgenommen haben. Wir sind auch dankbar für Tipps und Hinweise, wie das Tool weiter verbessert werden kann.