

Aerosolen auf der Spur

Wie verbreiten sich infektiöse Aerosole in Supermärkten, Flugzeugen und anderen Innenräumen, in denen viele Menschen aufeinandertreffen? Dies untersuchen Forscherinnen und Forscher aus 15 Fraunhofer-Instituten sowie -Einrichtungen im Projekt »AVATOR«.

Rechtzeitig zum Sommer sind die Inzidenzen gesunken, allerorts sind Lockerungen spürbar. Viele Menschen nutzen dies, um endlich einmal wieder in den Flieger zu steigen und Urlaub in anderen Gefilden zu genießen. Doch zwingt die Delta-Variante zu erneuter Vorsicht in der Corona-Pandemie. Abstandhalten und Maskentragen sind daher nach wie vor angesagt. Während die Ansteckungsgefahr im Außenbereich recht gering ist, können sich die infektiösen Aerosole in Innenräumen leicht ansammeln und zu Ansteckungen führen. Wie verbreiten sich diese Aerosole, und wie hoch ist das Ansteckungsrisiko in Flugzeugen, Supermärkten, Klassenräumen und Co?

Simulationskette statt einzelner Simulationen

Dies untersuchen Forscherinnen und Forscher aus insgesamt 15 Fraunhofer-Instituten und -Einrichtungen unter der Federführung des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP im Projekt AVATOR, kurz für »Anti-Virus-Aerosol: Testing, Operation, Reduction«. »Wir simulieren und analysieren, wie sich die Viren in Innenräumen ausbreiten und auf welche Weise man die Raumluft effektiv reinigen kann«, sagt Prof. Dr. Gunnar Grün, stellvertretender Leiter des Fraunhofer IBP und Gesamtprojektleiter. Das Besondere: Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten nicht mit einer einzigen Simulationsmethode, sondern erstellen an den beteiligten Instituten Simulationen durch unterschiedliche Verfahren und Detaillierungsgrade über lange Zeiträume. Dies fängt an beim unmittelbaren Nahfeld einer infizierten Person – demzufolge nahe am Mund – bis hin zum Fernfeld, also großen Räumlichkeiten. Wie viele Viren gelangen bei verschiedenen Maskentypen in die Raumluft? Wie verhält sich die Luftströmung in der Nähe einer Person, und in welchem Maße verteilen sich eventuell ausgeatmete Viren im Laufe der Zeit im gesamten Raum? »Wir erstellen unterschiedlich skalierte Simulationen, die wir je nach Fragestellung zu einer Simulationskette zusammensetzen können«, konkretisiert Grün.

So widmet sich beispielsweise das Fraunhofer ITWM in der Nahsimulation insbesondere der Frage, wie sich die Aerosolkonzentration in der nahen Umgebung einer infizierten Person ändert, wenn sie verschiedene Masken trägt. Die experimentellen Validierungsdaten zum Strömungsfeld ermittelten Expertenteams mittels Laserlichtschnitt- und Schlierenmesstechnik am Fraunhofer EMI. Der Part des Fraunhofer IBP wiederum liegt in der großräumigen Simulation über lange Zeiträume, etwa in Flugzeugkabinen oder Produktionshallen. Um die Simulationen zu validieren, gleichen die Forschungsteams sie mit Messdaten aus der IBP-eigenen Flugzeugkabine ab, in der sich die auftretenden Raumluftströmungen optimal untersuchen lassen. »In unseren Simulationen am Fraunhofer IBP betrachten wir den gesamten Tagesablauf. Die Simulation kann daher natürlich nicht annähernd so genau sein wie die der anderen Institute, die sie auf ein paar Minuten beschränken. Genau hier liegt jedoch der große Vorteil der Simulationskette: Die Simulationen ergänzen sich auf sinnvolle Weise. Da sich die Übergänge zwischen den Simulationen verknüpfen lassen, kann man das erhaltene Bild gewinnbringend erweitern«, sagt Grün.

Agentensimulation berücksichtigt Bewegung

Noch einmal komplizierter wird die Situation, wenn sich die Menschen nicht nur unbewegt in den Räumlichkeiten aufhalten, sondern in ihnen umherlaufen. Auch dies haben die Fraunhofer-Forscherinnen und -Forscher in ihren Berechnungen berücksichtigt – mit einem Agentenwerkzeug, das Fraunhofer Singapur entwickelt hat. Wer läuft wo lang? Auf wen trifft dabei die Person? Das Fraunhofer IGD und das Fraunhofer EMI wiederum liefern die entsprechenden Raumströmungssimulationen.

Welche Luftverwirbelungen treten durch die Bewegung auf? Um dies für alle Begegnungen zu simulieren, fehlt schlicht die Rechenkapazität. Deshalb wählt Fraunhofer Austria mit Methoden des Maschinellen Lernens repräsentative Situationen aus, die dann an die Strömungssimulation weitergereicht werden. Durch diesen zielgerichteten Einsatz von Künstlicher Intelligenz wird die agentenbasierte Strömungssimulation erst handhabbar. Wie sich die Aerosole in einem Supermarkt verteilen, in dem sich verschiedene Menschen bewegen, hat das Konsortium bereits beispielhaft berechnet. Natürlich lässt sich das Modell auch auf Flugzeuge, Klassenzimmer und andere Räume übertragen.

Aus den Simulationen lässt sich für konkrete Räume ableiten, wie sich die Aerosole verteilen. Wie viele Viren atmet beispielsweise eine Person im Flugzeug ein, wenn ein Infizierter eine Reihe weiter vorne sitzt? Anhand zweier Risikomodelle, die gemeinsam vom Fraunhofer IFF und Fraunhofer ITEM evaluiert werden, kann das jeweilige Infektionsrisiko bewertet und der Einfluss verschiedener Schutzmaßnahmen eingeschätzt werden. »Durch Verknüpfung der verschiedenen Modelle können wir so sehr gut erkennen, dass bereits das Tragen von FFP2-Masken in einer Flugzeugkabine die Exposition um mehr als 95 Prozent senkt und damit auch das Infektionsrisiko«, nennt Grün beispielhaft eines der Ergebnisse. Das exakte Risiko hängt natürlich von verschiedenen Faktoren ab: Dem genauen Abstand zur infizierten Person etwa, der Anzahl infektiöser Viren sowie der Aufenthaltsdauer im Innenraum. Aus den Daten der Risikobewertung wiederum leiten die Projektbeteiligten sinnvolle Hygienemaßnahmen ab und prüfen ihre Wirksamkeit. Technologien der Raumlufthereinigung sowie der Validierung ihrer Wirksamkeit stehen daher ebenso im Fokus der Entwicklungen im Projekt AVATOR.

Hintergrundinformation

Das Projekt AVATOR wurde mit Mitteln aus dem Sofortprogramm »Anti-Corona« der Fraunhofer-Gesellschaft gefördert. Das Projektkonsortium besteht aus den Fraunhofer-Instituten:

- Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP
- Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI
- Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM
- Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT
- Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF
- Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP
- Fraunhofer-Institut für Mikrotechnik und Mikrosysteme IMM
- Fraunhofer-Institut für Toxikologie und Experimentelle Medizin ITEM
- Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF
- Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM
- Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD
- Fraunhofer Singapur
- Fraunhofer Austria
- Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM
- Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB

Originalpublikation:

https://www.ibp.fraunhofer.de/de/presse-medien/presseinformationen/pi_2021-07_ae...