

Innenraumluft: effektiv von Viren befreien

Wie lässt sich die Luft in Innenräumen effektiv von Viren befreien? Diese Frage wird nun im Herbst wieder wichtiger, vor allem für Schulen ist eine sinnvolle Luftreinigung essenziell. Im Projekt AVATOR untersuchen und optimieren Fraunhofer-Forschende verschiedene Filter- und Luftreinigungstechnologien.

In allen deutschen Bundesländern ist die Schule wieder in vollem Gange – mit gesamter Klassenstärke. Kinder und Jugendliche sitzen dicht gedrängt in den Klassenzimmern, viele von ihnen aufgrund ihres jungen Alters ungeimpft. Um das Ansteckungsrisiko zu minimieren, fördern Landesregierungen und Kultusministerien die Anschaffung von Raumluftreinigern. Doch was können die verschiedenen Technologien zur Raumluftreinigung tatsächlich leisten? Das beleuchten Forscher*innen aus insgesamt 15 Fraunhofer-Instituten und Einrichtungen unter der Federführung des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP im Fraunhofer-Projekt AVATOR, kurz für »Anti-Virus-Aerosol: Testing, Operation, Reduction«. Sie untersuchen und optimieren dabei auch neue Reinigungstechnologien, die bisher noch nicht auf dem Markt sind.

Klassische Raumluftfilter

Die bekannteste Raumluftreinigung erfolgt durch die klassischen Raumluftfilter. Sie ziehen die Luft durch ein Filtervlies, in dem die Viren hängenbleiben, und geben die gereinigte Luft wieder in den Raum ab. Wie solche Geräte wirkungsvoll eingesetzt werden können, zeigen Simulationen des Fraunhofer EMI anhand eines Klassenraums: Mit einer sinnvoll eingestellten Luftaustauschrate und geeigneter Positionierung kann die Aerosolkonzentration nach 10 bis 15 Minuten Betrieb auf etwa die Hälfte reduziert werden. Die Simulationen zeigen auch: Die Aerosolkonzentration hängt von den konkreten Gegebenheiten ab und ist nicht für alle Positionen im Klassenraum gleich. Um die Raumluft noch besser von den beim Atmen ausgestoßenen Aerosolen – vor allem von deren Virenlast – befreien zu können, haben die Forschenden vom Fraunhofer LBF und IAP die Kunststoffe für die Vliesherstellung mit Additiven versehen. »Die Filterwirkung der Vliese beruht auf drei verschiedenen Mechanismen«, erläutert Prof. Dr. Gunnar Grün, stellvertretender Leiter des Fraunhofer IBP und Leiter des Projekts AVATOR. »Große Partikel passen nicht durch das Vlies hindurch, sie werden herausgesiebt. Etwas kleinere Partikel werden ausgebremsst, sie bleiben durch die Trägheit im Vliesmaterial hängen. Die polaren Additive wirken sich auf die Filterleistung bezüglich der kleinsten Partikel aus, welche aufgrund von Oberflächeneffekten am Filtermaterial haften.« Eben diese Oberflächeneffekte verändern die Wissenschaftler*innen durch die Additive, so dass die kleinsten Partikel effizienter herausgefiltert werden. Da die Gesamt-Filterleistung durch die am wenigsten abgeschiedene Partikelgröße bestimmt wird und dies meist sehr kleine Partikel (um die 200 µm bis 300 µm) sind, lässt sich die Effizienz durch diese Beschichtung noch einmal steigern. Zwar gibt es bereits Ansätze, die Filterleistung durch Additive zu verbessern. Doch sind die so optimierten Filtervliese auf die üblichen ölbasierten Prüf-aerosole ausgelegt. Die Aerosole, die Menschen an die Luft abgeben, sind jedoch wasserbasiert und verhalten sich daher anders. »Wir konnten insbesondere die Effizienz bei diesen Bio-Aerosolen erhöhen«, sagt Grün. Entsprechende wasserbasierte Test-aerosole generieren die Forschenden am Fraunhofer IMM auf Basis von Liposomen, zusammen mit einem Gerät zum optischen Nachweis von Viruspartikeln in Raumluft.

Luftreinigung durch Plasma

So gut die Raumlufthfilter in Klassenräumen und Co. auch funktionieren: In Umgebungen wie zum Beispiel kalten und feuchten Kühlräumen oder Schlachthöfen stoßen sie an ihre Grenzen – insbesondere wenn es um Nachrüstungen geht. Um hier keinen zusätzlichen Luftwiderstand in das System einzubauen, bieten sich Reinigungsanlagen, die unter Verwendung von Niedertemperaturplasma die Luft von Viren befreien. Die Viren bleiben dabei nicht an Filtervliesen hängen, sondern werden im Plasmagerät deaktiviert und an Elektroden abgeschieden. Auch hier konnte die Fraunhofer-Forscherguppe im Projekt AVATOR Verbesserungen erzielen. »Unsere Kolleginnen und Kollegen vom Fraunhofer IPM haben auf Basis der Technologie eines Industriepartners aus dem Automobilbereich selbstreinigende Elektroden entwickelt – die übliche Abreinigung entfällt dabei«, erläutert Grün.

»Virusgrill«: Übertemperatursterilisation

Raumlufthfilter und Plasma entfernen die Viren aus der Raumluft. Einen gänzlich anderen Ansatz, um Ansteckungen zu vermeiden, wählen die Forschenden mit dem »Virusgrill«: Sie erhitzen die Luft auf über 90 Grad Celsius und machen die Viren somit unschädlich. Zwar verbleiben die Viren in der Luft, können sich allerdings nicht mehr vermehren – sie sind inaktiviert – und können den Menschen somit auch nichts mehr anhaben. Das Fraunhofer IFAM in Dresden konnte bereits zeigen, dass das Prinzip funktioniert. Durch die sehr hohe Wärmerückgewinnung wird ein energieeffizienter Betrieb der Luftreinigung ermöglicht und die Wärmezufuhr an den Raum minimiert. Dies ist insbesondere in Klassenzimmern, Büros und anderen nicht klimatisierten Räumen wichtig. Derzeit entwickeln die Wissenschaftler*innen die Apparatur weiter. Insbesondere die Miniaturisierung steht auf der Agenda.

Bürraumteiler

Einen Ansatz, der insbesondere in Großraumbüros zum Tragen kommt, haben Fraunhofer ICT und Fraunhofer IBP mit einem Produzenten von Schaumstoffen entwickelt. Sie nutzen schallabsorbierende Raumteiler, um die Luft von ihrer Virenlast zu befreien und die Ansteckungsgefahr zu minimieren. »Die gesamte Oberfläche des Schaumstoffs wird mit einem antimikrobiellen Silbercompound beschichtet – so können wir bei Durchströmung eine hohe Vireninaktivierung erreichen«, fasst Grün zusammen. Einen Demonstrator gibt es bereits. Dabei kommt auch die schallschluckende Funktion nicht zu kurz: Insbesondere im Bereich der menschlichen Sprache, also bei etwa 1000 bis 4000 Hertz, besteht eine hohe Schallabsorption.

Viruzid zur Raumdesinfektion

Sollen Räumlichkeiten, die nicht belegt sind, gereinigt werden, kommen Viruzide zum Einsatz. Allerdings müssen diese Gefahrstoffe üblicherweise zum Einsatzort transportiert und bis zu ihrer Verwendung gelagert werden. Die Forscher*innen des Fraunhofer IMM haben daher eine praktischere Alternative entwickelt: einen mobilen Reaktor, der das Viruzid Peroxodicarbonat aus einer harmlosen Natriumcarbonat-Lösung herstellt. Das Viruzid selbst zerfällt in ebenfalls harmlose Produkte. Der Reaktor funktioniert bereits, am Fraunhofer ITEM werden derzeit die Toxizitätsversuche durchgeführt – also untersucht, wie intensiv die Wirkung des Viruzids auf Mikroorganismen ist und ob eine kritische Belastung für Mensch und Umwelt aus der Anwendung resultiert.

Validierung der Technologien mit Virusnachweis

Seien es klassische Raumlufthfilter, seien es Virusgrill oder Raumteiler: Die Reinigungstechnologien müssen genauestens auf ihre Effizienz überprüft werden. Mit dieser Validierung beschäftigen sich drei Fraunhofer-Institute: das Fraunhofer ITEM, das Fraunhofer IBP und das Fraunhofer IGB. Dort

werden für Menschen ungefährliche, nicht pathogene Viren vernebelt, die den SARS-CoV-2-Viren allerdings hinsichtlich Größe, umhüllender Struktur und RNA-Strang ähneln. Diese sogenannten Surrogatviren werden skaliert produziert und gereinigt, als Testaerosole formuliert und als solche für die verschiedenen Reinigungstechnologien vernebelt. Um zu überprüfen, wie effektiv die neuen Inaktivierungsverfahren sind, analysieren die Forscher*innen die Infektiosität und vergleichen die Gesamtzahl der Viren vor und nach der Inaktivierung.

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 Singapore
- Fraunhofer Austria
- Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM
- Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB