

Virenschutz für Innenräume

Hintergrund

Die Corona-Pandemie hat gezeigt, dass ein Grossteil der Infektionen durch Aerosolübertragung in geschlossenen Räumen stattfindet. Das Gleiche gilt für viele andere Viren (Grippe, Erkältungen). Um diesen Infektionsweg so weit wie möglich zu verhindern muss der Aerosoltransport von Person zu Person minimiert werden. Da Aerosolpartikel während langer Zeit in der Luft bleiben können und dabei durch Diffusion und Luftströmungen im ganzen Raum verteilt werden, müssen sie entfernt werden, bevor sie andere Personen erreichen. Im Konzept der NanoCleanAir (NCA) GmbH wird dies durch eine vertikale Luftströmung nach oben erreicht. Diese Strömung wird durch die thermische Konvektion durch Körperwärme unterstützt, die Strömungsrichtung muss deshalb nach oben sein.

Das NCA-Konzept

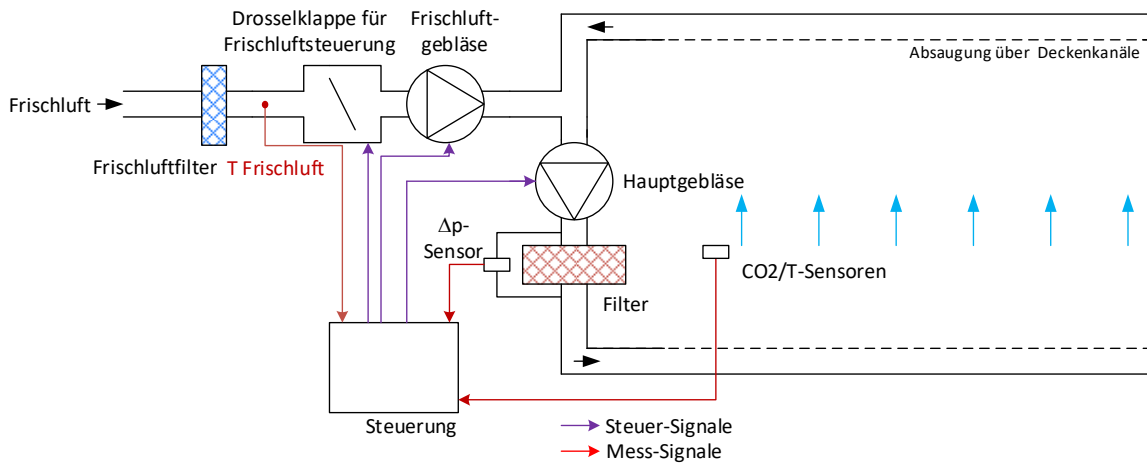
NCA mit ihren Partnern Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW), Adolphe Merkle Institut (AMI) und Combustion Flow Solutions (CFS) haben ein Konzept zum Virenschutz in Räumen entwickelt. Das Ziel ist, durch Absaugung an der Decke und Rückführung in Bodennähe eine möglichst vertikale Strömung zu erreichen und so den Luftaustausch zwischen Personen zu minimieren. Die Wirksamkeit dieses Ansatzes wurde an einer Pilotanlage in einem Klassenzimmer an der Rudolf Steiner Sonderschule in Lenzburg gezeigt.



Das Bild zeigt die Realisierung im Klassenzimmer: Durch an der Decke aufgehängte perforierte Rohre wird die Luft aus dem Raum abgesaugt, in einem Sammelkanal (über der Wandtafel) dem 'Technikschrank' (links von der Wandtafel) zugeführt. Der Schrank enthält ein Gebläse für die Absaugung, anschliessend wird die Luft gefiltert und über einen Kanal in Bodennähe (unten, hinter der Wandtafel) wieder in den Raum zurückgeführt.

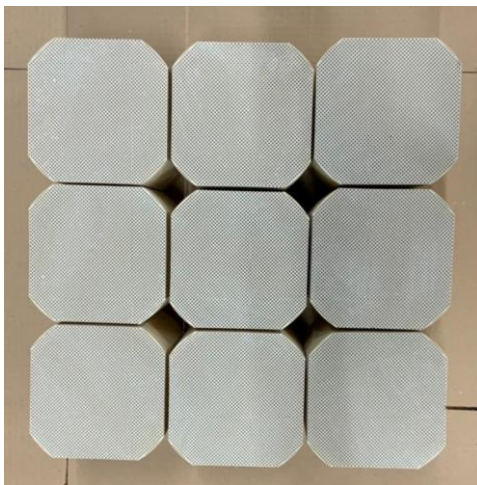
Aufbauschema

Über ein Gebläse (Hauptgebläse) wird die an der Decke abgesaugte Luft dem Filter zugeführt, der gleichzeitig auch die Rolle eines Schalldämpfers hat. Die Anlage wird über einen Bewegungsmelder aktiviert. Der Druckabfall über dem Filter wird überwacht, ist er zu gross (Filter belegt) oder zu klein (Problem mit dem Gebläse) wird eine Fehlermeldung ausgegeben. Die CO₂-Konzentration im Raum wird gemessen und zur Regelung der Frischluftzufuhr über ein weiteres Gebläse verwendet.



Filter

NCA verwendet keramische 'Wall-Flow'-Filter, wie sie zur Abgasreinigung von Verbrennungsmotoren eingesetzt werden. Solche Filter werden in grossen Stückzahlen hergestellt und sind deshalb preisgünstig, sie erreichen Effizienzen deutlich über 99%, können bei hygienisch speziell anspruchsvollen Anwendungen (Spital) einfach beheizt und so sterilisiert werden, sind einfach zu reinigen und haben deshalb eine sehr lange Lebensdauer im Gegensatz zu Faserfiltern, die gewechselt werden müssen, wenn sie belegt sind. Experimente zeigen, dass diese Filter auch Viren hocheffizient filtern können (Rüggeberg et al., 2021¹)



Diese Filter werden in quadratischen Blöcken vorgefertigt (140 x 140 x 152 mm) und haben eine innere Oberfläche von 2.46 m². Eine solche Einheit kann bis zu einem Durchsatz von etwa 90m³/h eingesetzt werden (Raumgeschwindigkeit SV max. 10 1/s, face velocity 1 cm/s). Je nach verlangtem Durchsatz können mehrere solche Blöcke zu einem grösseren Filter zusammengeklebt werden. Die Abbildung zeigt einen solchen Filterblock aus 9 Einzelfiltern, wie er im Klassenzimmer (Raumvolumen 140m³) eingesetzt wird.

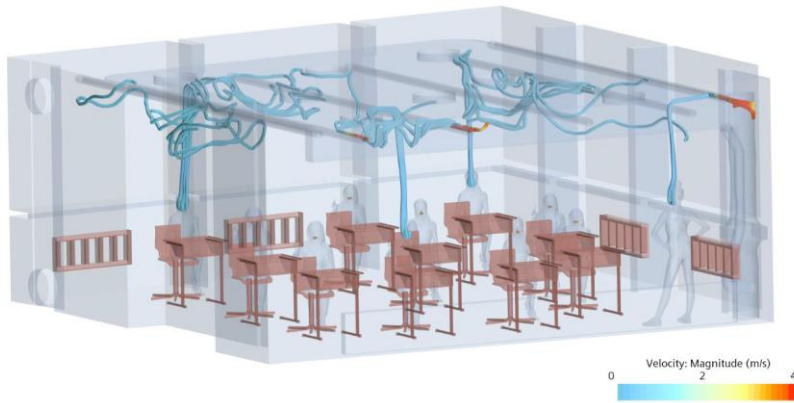
Der Druckabfall über dem Filter beträgt bei maximaler Gebläseleistung 180 Pa.

Resultate

Die Wirksamkeit wurde auf drei Arten untersucht:

- Strömungssimulationen
- Strömungsvisualisierung mittels Rauch
- Aerosolmessungen

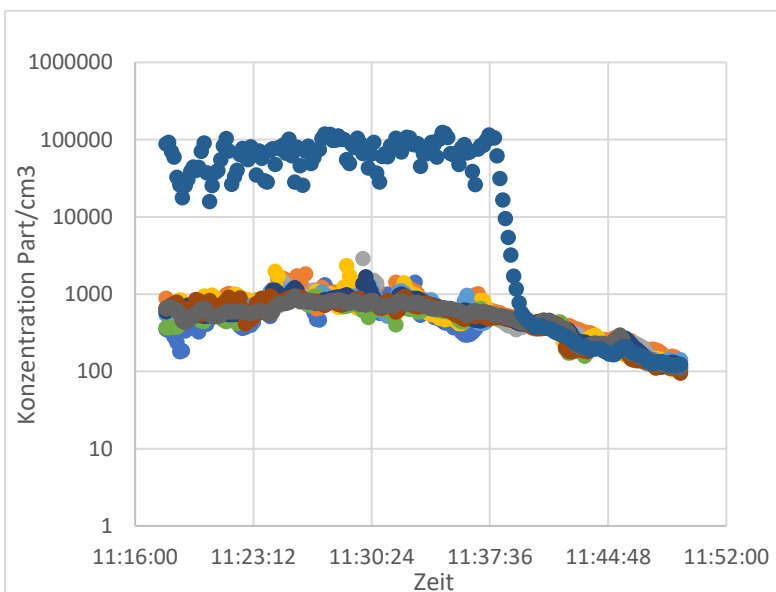
¹ Rüggeberg, T., Milosevic, A., Specht, P., Mayer, A., Frey, J., Petri-Fink, A., Burtscher, H., Rothen-Rutishauser, B. (2021). A Versatile Filter Test System to Assess Removal Efficiency for Viruses in Aerosols. *Aerosol Air Qual. Res.* 21, 210224. <https://doi.org/10.4209/aaqr.210224>



Beispiel einer Strömungssimulation, das zeigt, dass eine gute Vertikalströmung erreicht wird



Für die Aerosolmessungen wurde auf einem Pult eine Quelle (Salzpartikel durch Versprühen einer Salzlösung) installiert und auf jedem Pult einen Sensor, der die Partikelkonzentration misst. Es wurden Messungen im leeren Klassenzimmer gemacht, wobei die Körperwärme durch Heizplatten simuliert wurde, wie im Bild links zu sehen, aber auch während des Unterrichts. Die Resultate sind sehr ähnlich



Beispiel einer Messung während des Unterrichts. Die blaue Kurve zeigt die Partikelkonzentration an der Quelle, die anderen diejenige an den einzelnen Pulten. Es zeigt sich, dass die Konzentration an den Pulten um etwa 2 Größenordnungen kleiner ist und dass diese Reduktion bei allen Pulten erreicht wird.

Anwendungen

Die Prinzipien dieser Lösung, also hocheffiziente Reinigung der Atemluft von allen partikulären Bestandteilen durch Nanofiltration und permanente Rezirkulation sowie Gewährleistung einer laminaren Vertikalströmung, die selbst Ansteckung von Nachbarn vermeidet, sind allgemeingültig und können in ähnlicher Form in Wartezimmern von Arztpraxen, in Restaurants oder Besprechungsräumen eingesetzt werden. Auch die Nebenbedingungen wie die Einhaltung eines äusserst niedrigen Geräuschpegels mit 40 dB(A) und die Regelung der CO₂-Konzentration wurden dabei gelöst. Die wichtigsten Elemente dieser Lösung wurden in Patenten verankert und die Fertigung und Beschaffung der Kernelemente wie der Nanofilter, der Absaugrohre und der Elemente zur Strömungsführung abgesichert. Da die Filter leicht zu reinigen sind, ergeben sich kaum Wartungskosten und es kann von langer Lebensdauer ausgegangen werden. Wir kennen keine Wettbewerbssysteme, die auch nur in die Nähe der Schutzeffizienz dieses Systems kommen und empfehlen den Einbau in bestehenden Räumen ebenso wie die Berücksichtigung dieser Konzeption bei Neuplanungen, wofür wir gerne Beratung anbieten sowie die Auslegung und Beschaffung der besonderen Elemente.

Bitte orientieren Sie sich auf unserer Homepage www.nanocleanair.ch oder kontaktieren Sie uns für ein unverbindliches Beratungsgespräch.

NanoCleanAir: Wir sind eine Ingenieur-Gruppe, die sich seit langem mit ultrafeinen Partikeln in der Atemluft befasst, deren messtechnische Erfassung, effiziente Filterung und Vermeidung ihrer schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit der Menschen und auf das Klima. Wir haben zusammen mit SUVA und BAFU in den späten 90er Jahren die Basis für die Einführung des Russ-Partikelfilters geschaffen, der heute weltweit Stand der Technik für alle Verbrennungsmotoren ist, Millionen vorzeitiger Todesfälle verhindert und einen grossen Beitrag zur Minderung der Auswirkungen des Global Warming leistet.

Anfang 2020 haben wir uns entschlossen, unser Know-how zu bündeln, um mit der neugegründeten NanoCleanAir GmbH und Partnern in Forschung und Industrie effiziente Massnahmen gegen die Ansteckungsgefahr durch luftgetragene Bioaerosole, insbesondere durch Viren, zu entwickeln, die ja eine ähnliche Grösse wie die Russpartikel aufweisen. BAFU-UTF hat unsere Arbeiten unterstützt, sodass wir mit Hilfe von Schweizer Virologen der Universitäten Bern und Fribourg den Beweis für die Richtigkeit unseres Ansatzes führen konnten, um daran anschliessend technische Lösungen für alle wichtigen Hotspots zu entwickeln.

Saubere Atemluft

Frei von Viren und Nanopartikeln

Analyse, Filtration und
Technologieentwicklung

NanoCleanAir GmbH

Fohrhölzlistrasse 14 b
CH-5443 Niederrohrdorf
+41 56 4966414

a.mayer@nanocleanair.ch
www.nanocleanair.ch

