

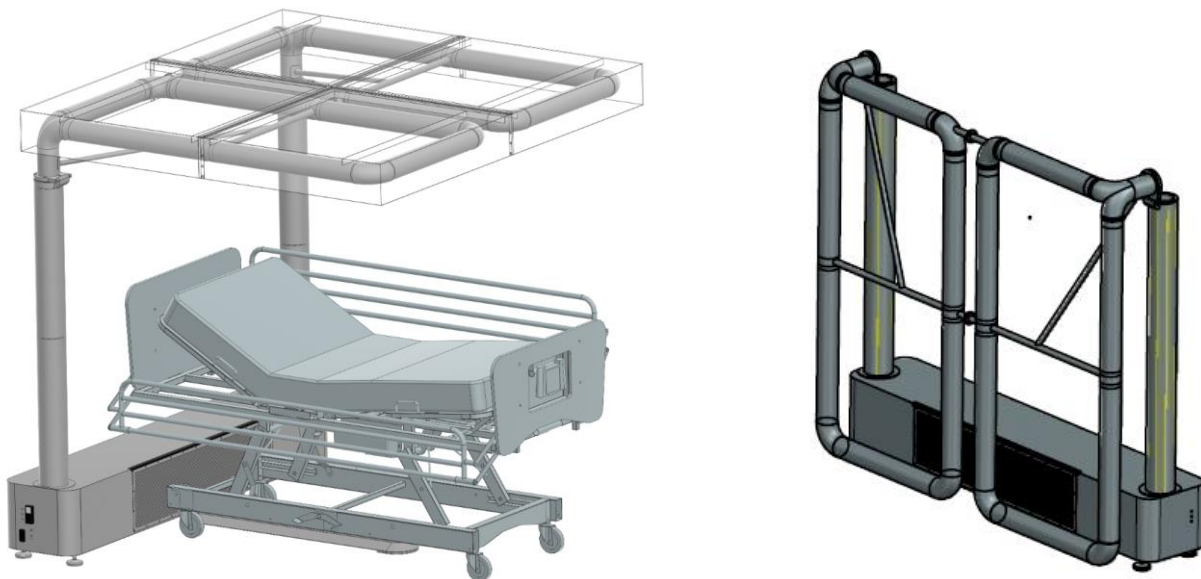
Virenschutz im Patientenzimmer

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. Orte, wo dies besonders wichtig ist, sind Patientenzimmer im Spital oder Zimmer in Pflegeheimen. Im Konzept der NanoCleanAir (NCA) 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 nach oben und Rückführung in Bodennähe eine möglichst vertikale Strömung zu erreichen und so den Luftaustausch zwischen Personen zu minimieren. Die Wirksamkeit dieses Ansatzes wurde als erstes an einer Pilotanlage in einem Klassenzimmer an der Rudolf Steiner Sonderschule in Lenzburg gezeigt.



Als nächstes wurde ein System entwickelt, das bei Spitalbetten zum Einsatz kommen soll. Dabei wird die vom Patienten ausgeatmete Luft über dem Bett in einer Art Baldachin abgesaugt, gefiltert und unter dem Bett zurückgeführt.

Das Bild links zeigt schematisch den Aufbau:

- Durch perforierte Rohre über dem Bett wird die Luft abgesaugt.
- Eine Plexiglashaube verhindert einen Luftaustausch weiter nach oben.
- In den beiden Stützen links und rechts des Bettes wird die abgesaugte Luft dem Filter und Gebläse zugeführt und unten hinter dem Bett wieder ausgeblasen.
- Das System kann einfach zusammengeklappt und so auf Rollen transportiert werden (rechte Bilder).



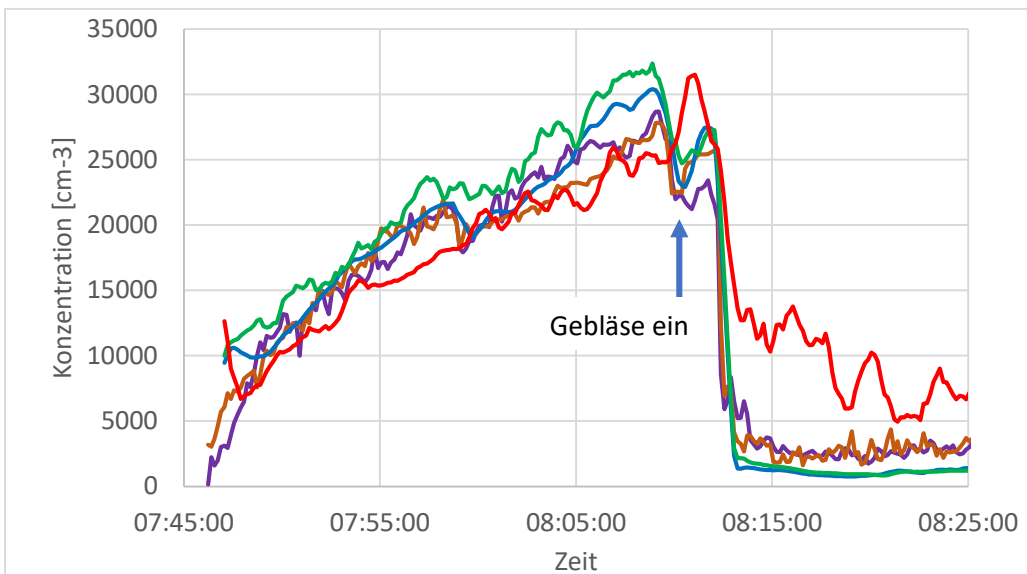
Aufbau

Über ein Radialgebläse wird die an der Decke abgesaugte Luft dem Filter zugeführt. In den beiden Stützrohren sind Schalldämpfer untergebracht, auch der Filter wirkt als Schalldämpfer. Der Druckabfall über dem Filter kann gemessen werden, um Aufschluss über die Belegung des Filters zu erhalten.

Filter

NCA verwendet keramische 'Wall-Flow'-Filter, wie sie zur Abgasreinigung von Benzinmotoren 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 ersetzt werden müssen. Experimente zeigen, dass diese Filter auch Viren hocheffizient filtern können (Rüggeberg et al., 2021¹)

Resultate von Aerosolmessungen



Die Abbildung links zeigt die Effizienz des Systems. Bei zunächst ausgeschalteter Lüftung werden durch Versprühen einer Kochsalzlösung Aerosolpartikel erzeugt. Bei dieser Messung wurden vier Sensoren in den Ecken des Baldachins platziert und einer unter dem Baldachindach (rote Kurve).

Die Partikelkonzentration steigt kontinuierlich an. Sobald das Gebläse eingeschaltet wird fällt sie aber wieder sehr schnell ab. Die

vier Sensoren in den Ecken zeigen nach wenigen Minuten vernachlässigbar kleine Konzentrationen, aber auch unter dem Baldachin ist die Reinigung sehr wirksam.

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>

Strömungssimulationen

Mittels Strömungssimulationen wurde untersucht, wieviel Aerosol den Raum unter dem Baldachin erlassen kann. Das

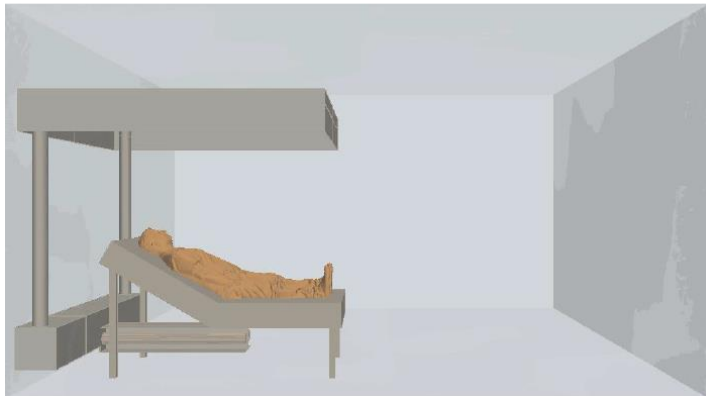
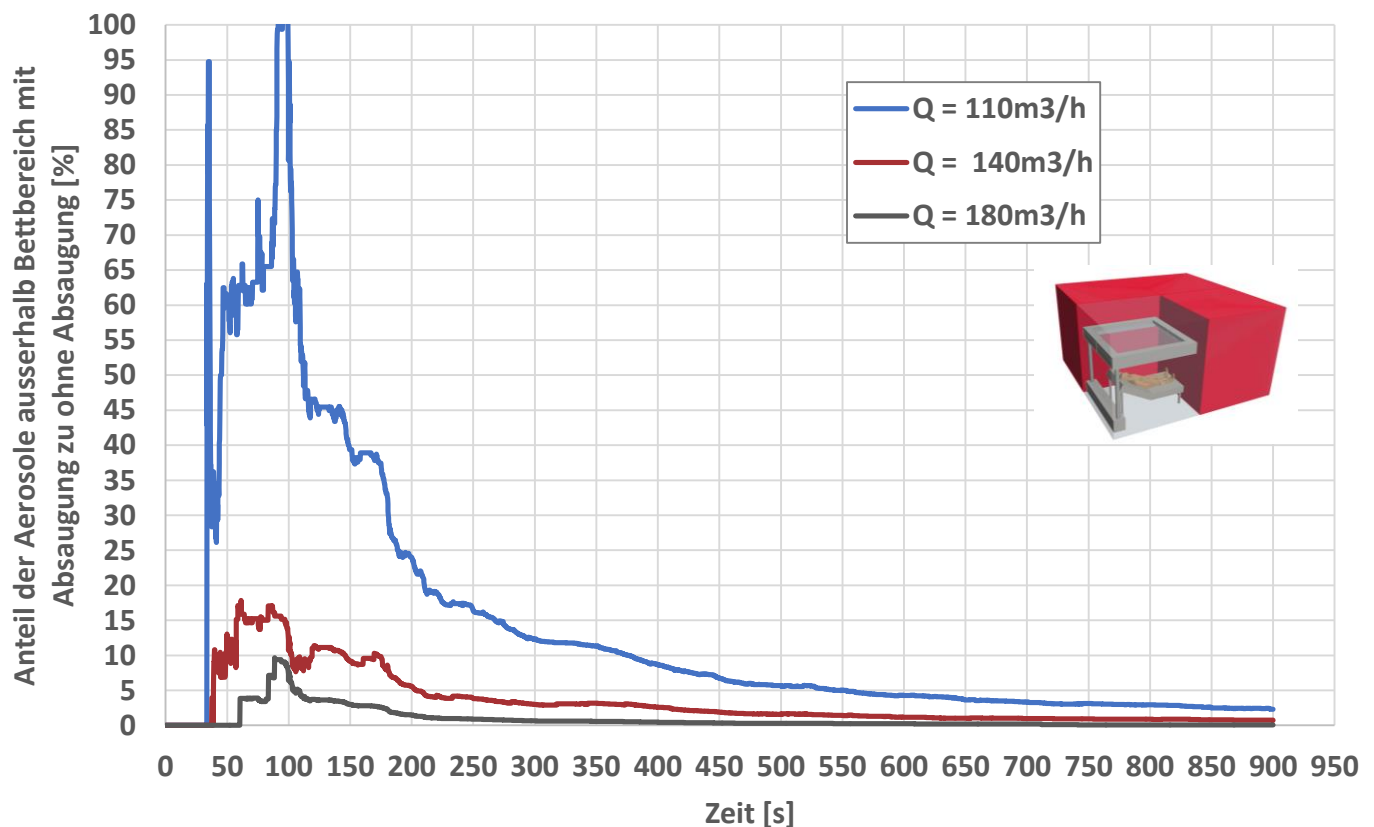


Bild links zeigt die Anordnung. Das Bett mit dem Patienten unter dem Baldachin steht in einer Ecke eines Patientenzimmers. Die Graphik unten zeigt das Verhältnis der Aerosolpartikel, die den Baldachin-Raum mit und ohne Absaugung verlassen. Die Lüftung wird zum Zeitpunkt 40s eingeschaltet, es dauert dann wenige Minuten, bis sich die Strömung aufgebaut hat, dann wird der Anteil der 'entkommenen' Aerosole sehr klein. Entkommen bedeutet, dass die Partikel in den roten Raumbereich kommen. Da die Absaugung immer eingeschaltet sein kann ist nur der Endwert von praktischer Bedeutung und der ist im Bereich von einem Prozent.

die Figur zeigt sehr schön, dass sich mit steigendem Volumenstrom das Gleichgewicht sehr viel schneller einstellt, dies ist von sehr grosser praktischer Bedeutung, da wir im klinischen Betrieb immer Störungen haben werden (Pflege, Aufsitzen des Patienten, Luftstoss von einem Nachbarbett, etc.)



Wesentliche Technische Daten

Betriebsspannung:	230V, 50Hz
Leistungsaufnahme:	2 x 26 W
Volumenstrom:	2 x 80 m ³ /h
Schallpegel im Kopfbereich:	44 dBA

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 Filtration 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

