

Bericht Feldversuch Raumluft-Reinigungsgerät Durrer Krantz VIRUSPROTECT Durrer-Technik AG

**Verteiler
Personen**

Pascal Nick

Matthias Zbinden

Homepage Durrer-Technik AG

Firma

Durrer-Technik AG

Durrer-Technik AG

Öffentlicher Zugang

Überarbeitung

Datum

Verfasser

Bemerkungen

Mai 2021

PN/MZb

Erstellt und Freigabe

Ersteller:



Matthias Zbinden

Dipl. Techniker HF Gebäudetechnik

Ersteller:



Pascal Nick

Dipl. Techniker HF Gebäudetechnik

Inhaltverzeichnis

1	Einleitung und Zieldefinition	3
2	Schalldruckpegel	4
3	CO ₂ -Konzentration	4
4	Partikel-Konzentration.....	7
5	Raumluftströmung und Behaglichkeit	8
6	Umfrage Lernende.....	9
7	Abschluss.....	10

1 Einleitung und Zieldefinition

Der Durrer Krantz VIRUSPROTECT ist ein mobiles Raumluft-Reinigungsgerät zur hochwirksamen Reinigung unserer Raumluft vor Corona-Viren (auch SARS-CoV-2 genannt), vor weiteren luftgetragenen Viren und Mikroorganismen wie Bakterien, Sporen, Allergenen, Keimen, Pilzsporen etc. Herzstück des Durrer Krantz VIRUSPROTECT ist die hochwirksame antivirale Beschichtung der Filtergehäuse und Filtermedien. Viren wie die Corona-Viren und andere Mikroorganismen werden in den Filterstufen sicher zurückgehalten. Die Beschichtung der Filtermedien und Oberflächen neutralisieren den Corona-Erreger und viele andere pathogene Mikroorganismen zu 99.995%. Die passive Neutralisierung des Durrer Krantz VIRUSPROTECT verursacht keine unerwünschten Nebenwirkungen wie durch UV-C-Sterilisation, Ozon oder den hohen Energieverbrauch bei thermischen Verfahren. Einsatzgebiet des Durrer Krantz VIRUSPROTECT sind: Klassenräume, Schulen, Aufenthaltsbereiche, Wartebereiche, öffentliche Einrichtungen und Behörden, Kliniken und Arztpraxen, Grossraumbüros und Besprechungsräume, Gastronomie und Restaurants.

Ziel des Feldversuches

Wie wirkt sich der Einsatz des Durrer Krantz VIRUSPROTECT unter Real-Bedingungen im Schulbetrieb aus? Welchen Einfluss übt das Raumluft-Reinigungsgerät auf die Partikelbelastung im Raum und wie wird dessen Betrieb bei den Schülern wahrgenommen? Gibt es signifikante Unterschiede im Bereich Partikel-Reduktion im Vergleich zu einer mechanischen Lüftungsanlage oder Stosslüften über Fenster?

Diesen Fragen ist die Durrer-Technik AG in Zusammenarbeit mit dem suissetec Zentralschweiz und dem Institut für Gebäudetechnik und Energie der Hochschule Luzern (HSLU) in einem Feldversuch auf den Grund gegangen. In einem Schulzimmer im Bildungszentrum suissetec Zentralschweiz in Luzern wurden zwei Raumluft-Reinigungsgeräte durch die Durrer-Technik AG installiert. Während dem überbetrieblichen Kurs der Gebäudetechnikplaner Heizung, wurden diese im realen Betrieb getestet und geprüft.

Dabei wurden im Schulbetrieb aber auch ausserhalb der Unterrichtszeiten mit Hilfe von Dummies in folgenden Bereichen Messungen durchgeführt:

- Schalldruckpegel
- CO₂-Konzentration
- Partikel-Konzentration
- Raumluftströmung und Behaglichkeit
- Umfrage bei den Lernenden zum allgemeinen Wohlbefinden

Um den Einfluss der unterschiedlichen Lüftungskonzepte zu ermitteln, werden drei verschiedene Varianten während dem Schulbetrieb mit 11 Personen im Raum betrachtet:

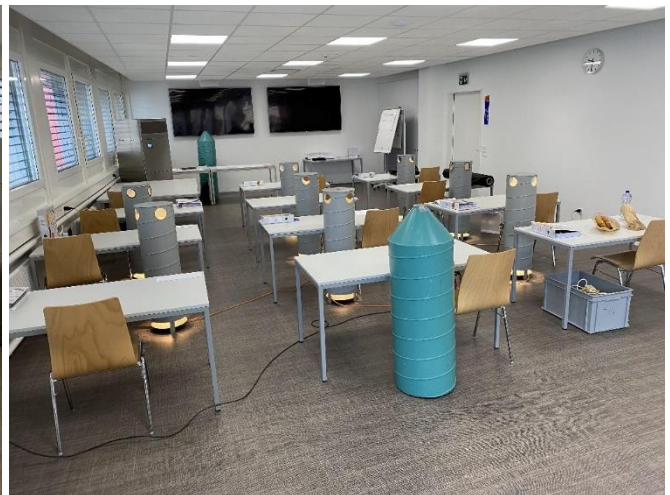
Tag 1: Betrieb mit mechanischer Raumlüftung (1'000 m³/h), ohne Raumluft-Reinigungsgerät

Tag 2: Betrieb ohne mechanische Raumlüftung, mit zwei Raumluft-Reinigungsgeräten (jedes auf Stufe 2 bei 500 m³/h) und Fensterlüftung nach CO₂

Tag 3: Betrieb ohne mechanische Raumlüftung und ohne Raumluft-Reinigungsgeräte, nur mit Fensterlüftung



Platzierung der beiden VIRUSPROTECT im Schulzimmer



Anordnung der 10 Dummies im Schulzimmer

In der Planung und Auslegung von Lüftungsanlagen für geschlossene Räume mit Personenbelegung hat sich in den letzten Jahrzehnten wenig verändert. Wichtigste Kriterien sind die Aussenluftversorgung bezogen auf die Personenbelegung, die Einhaltung behaglicher Temperatur und Feuchte-Anforderungen, minimale Geräusch-Emissionen, möglichst keine Zugerscheinungen und zudem sollte die Lüftungsanlage energieeffizient sein. Bei der erforderlichen Filtrierung der Aussenluft beschränkte man sich meist auf Grob- und Feinstaubfilter – eher zum Schutz der mechanischen Komponenten als zum Wohle der Menschen im Raum. Das funktioniert einwandfrei - bis heute. Mit der Bekämpfung von Krankheitserregern, die von Menschen verursacht und übertragen werden, hat man sich meist nur in Gebäuden des Gesundheitswesens beschäftigt. Und nebenbei bemerkt werden heute immer noch viele Räumlichkeiten in unterschiedlichen Nutzungen über eine konventionelle und in der Regel ungenügende Fensterlüftung belüftet. Viren können sich über Aerosole in der Raumluft verbreiten und auf diesem Weg von Mensch zu Mensch übertragen werden.

2 Schalldruckpegel

Über die durchgeführte Schallmessung im Raum mit Nachhallzeit und überlagernden Nebengeräuschen (Strassenlärm, Schallquellen Gebäudeintern etc.) konnten die Schallwerte gemäss Herstellerangaben plausibilisiert und bestätigt werden. Dabei wurden folgende Messwerte festgehalten:

	Messung	Herstellerangaben	Differenz
Stufe 1 bei 250 m ³ /h	31 dB(A)	30 dB(A)	+1 dB(A)
Stufe 2 bei 500 m ³ /h	36 dB(A)	36 dB(A)	0 dB(A)
Stufe 3 bei 750 m ³ /h	40 dB(A)	42 dB(A)	-2 dB(A)
Stufe 4 bei 1000 m ³ /h	46 dB(A)	48 dB(A)	-2 dB(A)

Die Messungen in der Praxis und aus der Umfrage zeigen zudem, dass die gemessenen und die empfundenen Geräusch-Emissionen deckungsgleich sind. Je Stufe erhöht sich der bewertete Schalldruckpegel um 5 dB(A). Auf der höchsten Stufe 4 sind die Lüftungsgeräusche bei geschlossenen Fenstern deutlich wahrnehmbar. Auf den Stufen 1 und 2 sind die Geräusche praktisch nicht feststellbar und somit ideal für einen Dauerbetrieb in Innenräumen mit Personenbelegung.

3 CO₂-Konzentration

Es ist bekannt, dass sich das Corona-Virus als Aerosol in unbelüfteten, geschlossenen Räumen, auf mehrere Personen gleichzeitig verbreiten kann. Verschiedene wissenschaftliche Studien stellen eine interessante Korrelation zwischen CO₂-Konzentration und anzunehmender Aerosol-Konzentration fest. Der Mensch selbst ist die wesentliche Quelle von CO₂ und Aerosolen. Für geschlossene Räume ist dieser Zusammenhang plausibel und kann mit CO₂-Messgeräten einfach überprüft werden.

Gemäss den geltenden Normen, Richtlinien und Empfehlungen des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) müssen Räume mit Personenbelegung grundsätzlich belüftet werden, um die schädigende Wirkung von zu hohen CO₂-Konzentrationen in der Raumluft zu verhindern. Dies geschieht in der Praxis durch eine mechanische Belüftung, oder durch natürliche Fensterlüftung. Da das Lüften eines Raumes immer auch Energie in Form von Strom und Wärme benötigt, wird der Aussenluftanteil so gering wie nötig gehalten. Eine Steigerung der Luftwechselrate mit erhöhten Frischluftanteil kann jedoch eine zusätzliche Risikoverminderung bewirken.

Für Wohn- und Bürogebäude definiert die SIA 382/1, 2014 gemäss «Klassierung der Raumluftqualität» (RAL) die Aussenluftmengen wie folgt:

Kateg.	Beschreibung	Beispiele
RAL 1	Raumluft mit hoher Luftqualität	
	Luft in Räumen mit besonderen Anforderungen an den Gehalt von Fremd- und Geruchsstoffen in der Raumluft	Labor- und Produktionsräume für empfindliche Arbeiten bzw. Güter
RAL 2	Raumluft mit mittlerer Luftqualität	
	Luft in Räumen, die dem Aufenthalt von Personen dienen und bei denen erhöhte Ansprüche gestellt werden; CO ₂ -Pegel < 1000 ppm*, Lüftrate > 30 m ³ /h-Person	Räume mit speziellen Ansprüchen an Gerüche, insbesondere für neu eintretende Personen
RAL 3	Raumluft mit mässiger Luftqualität	
	Luft in Räumen, die dem Aufenthalt von Personen dienen; CO ₂ -Pegel 1000 bis 1400 ppm*, Lüftrate 18 bis 30 m ³ /h-Person	Typische Wohn- und Büroräume
RAL 4	Raumluft mit niedriger Luftqualität	
	Luft in Räumen, in denen sich nur selten oder keine Personen aufhalten, sowie Luft in Räumen, in denen geraucht wird	Lagerräume, Korridore; alle Räume, in denen geraucht wird

Quelle: SIA 382/1, 2014

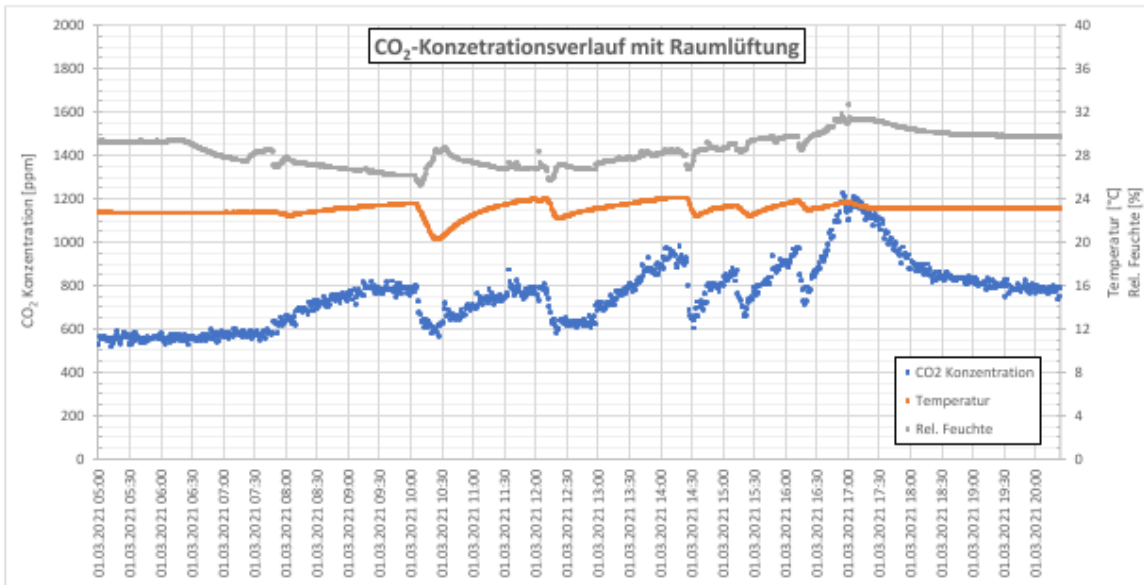
Die Luftmengen entsprechend der Kategorie RAL 3 sind definitiv zu gering um einen vernünftige Minderung der Keime bzw. luftgetragenen Viren zu erreichen. Spätestens ab der Kategorie RAL 3 sollte ergänzend mit einem Raumluft-Reinigungsgeräte gearbeitet werden.

Nachfolgend die CO₂-Tagesverläufe der drei im Messversuch relevanten Betriebszustände:

Tag 1: Betrieb mit mechanischer Raumlüftung*, ohne Raumlüft-Reinigungsgerät

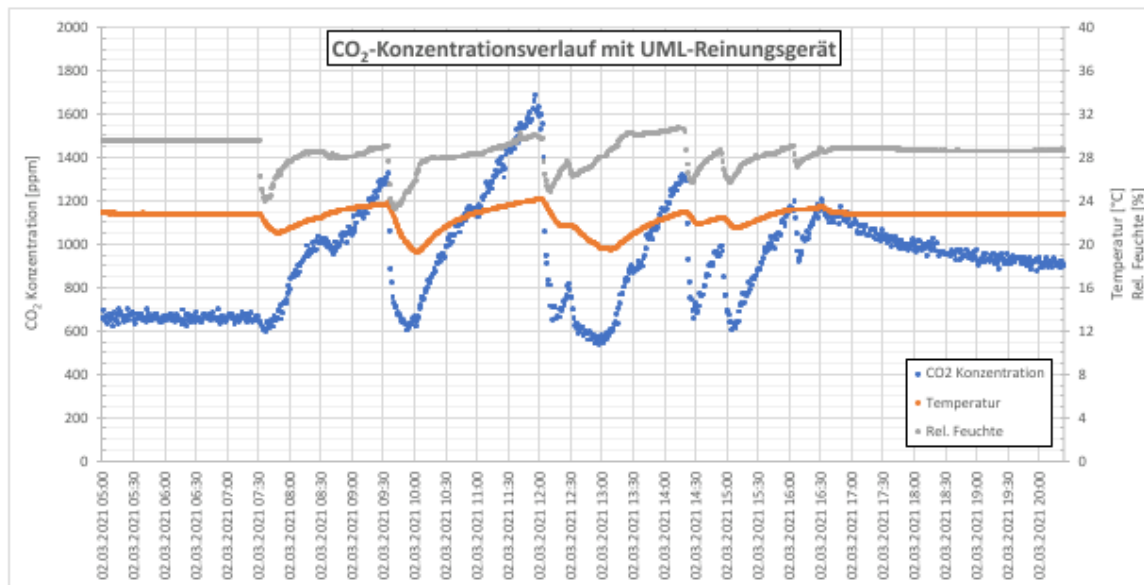
Trotz der Frischluftzufuhr durch die mechanische Raumlüftung ist durch die schnellen Temperatureinbrüche sowie das schnelle Absinken der CO₂-Konzentration eine kurze Fensterlüftung in den Pausenzeiten erkennbar. Die CO₂-Konzentration bleibt fast den ganzen Tag unter 1000 ppm, um 17 Uhr gibt es einen Peak bis 1200 ppm. Die SIA 382/1:2014 hält einen Wert von 1000 bis 1400 ppm für typische Wohn- und Büroräume für angemessen.

*Die übermäßig ansteigende CO₂-Konzentration im Raum bei einer Belegung mit 11 Personen lässt darauf schliessen, dass sich die Lüftungsanlage entweder im (Teil-)Umluft-Betrieb befindet, oder dass die Luftströmung von Zu- und Abluft im Raum nicht optimal ist (Kurzschluss). Bei korrekt ausgelegten und belüfteten Räumen ist davon auszugehen, dass die CO₂-Konzentration im Raum 1400 ppm nicht übersteigt.



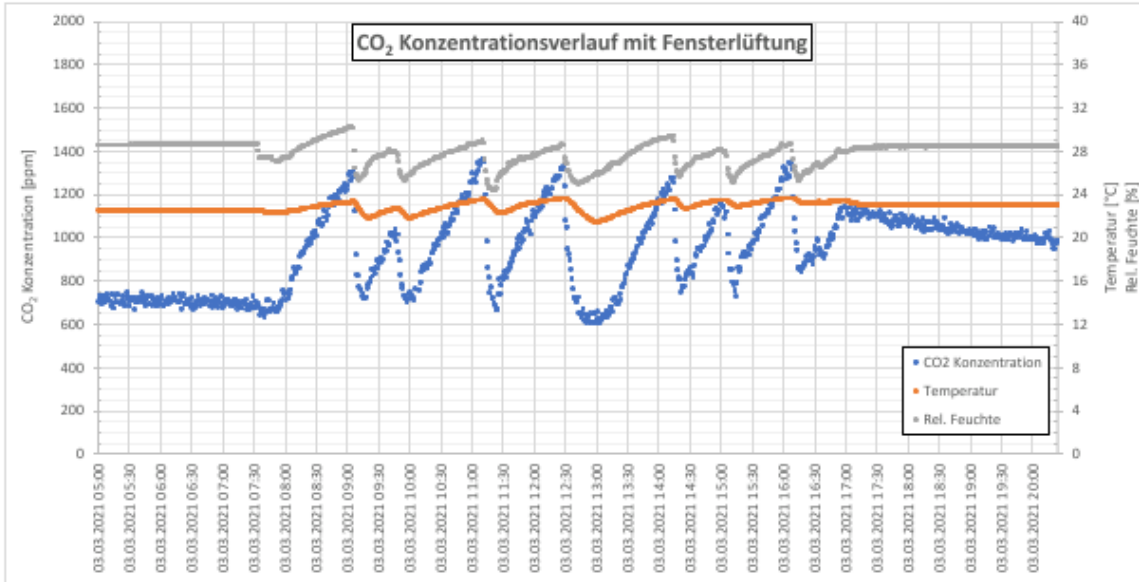
Tag 2: Betrieb ohne mechanische Raumlüftung, mit zwei Raumlüft-Reinigungsgeräten (jedes auf Stufe 2 bei 500 m³/h) und Fensterlüftung nach CO₂

Trotz regelmässiger Fensterlüftung, die durch die schnellen Temperatureinbrüche sowie das schnelle Absinken der CO₂-Konzentration erkennbar ist, sind die CO₂-Konzentrationspitzen höher als am ersten Tag. Die CO₂-Konzentration bleibt fast den ganzen Tag unter 1400 ppm, um 12 Uhr gibt es einen Peak bis 1700 ppm. Es ist hier zu erwähnen, dass von 11:30 bis 12:00 Uhr Partikelmessungen stattfanden und aus diesem Grund eine Stunde vorher nicht gelüftet wurde. Die SIA 382/1:2014 hält einen Wert von 1000 bis 1400 ppm für typische Wohn- und Büroräume für angemessen.



Tag 3: Betrieb ohne mechanische Raumlüftung und ohne Raumluft-Reinigungsgeräte, nur mit Fensterlüftung

Die stündliche Fensterlüftung lässt sich durch die schnellen Temperatureinbrüche sowie das schnelle Absinken der CO₂-Konzentration erkennen. Die CO₂-Konzentration bleibt den ganzen unter 1400 ppm. Die SIA 382/1:2014 hält einen Wert von 1000 bis 1400 ppm für typische Wohn- und Büroräume für angemessen.



Folgerung bezüglich CO₂: Speziell in Fällen, in denen die Lüftungsanlagen ungenügend funktionieren werden in der Praxis die ursprünglich geplanten CO₂-Maximalwerte übersteigen. Die tatsächliche CO₂-Konzentration kann mit einem CO₂-Messgerät relativ einfach und kostengünstig überprüft werden.

4 Partikel-Konzentration

Während drei Schultagen wurden Partikel in der Mitte des Schulzimmers gemessen. Die Messungen wurden jeweils ab 11:30 Uhr im Schulzimmer durchgeführt, während der Unterricht normal stattfand. Es wurden die Partikel mit einer Grösse von 0.3, 0.5, 1.0 und 10 µm gemessen. Um nicht an die Messgrenzen des Partikelmessgerätes zu gelangen, sind die Messungen mit einer Verdünnungsstufe 100 durchgeführt worden. Ausserdem wird die Partikelkonzentration im Aussenbereich in Fassadennähe gemessen, die als Referenzwert für die im Schulzimmer gemessene Partikelkonzentration betrachtet wird.

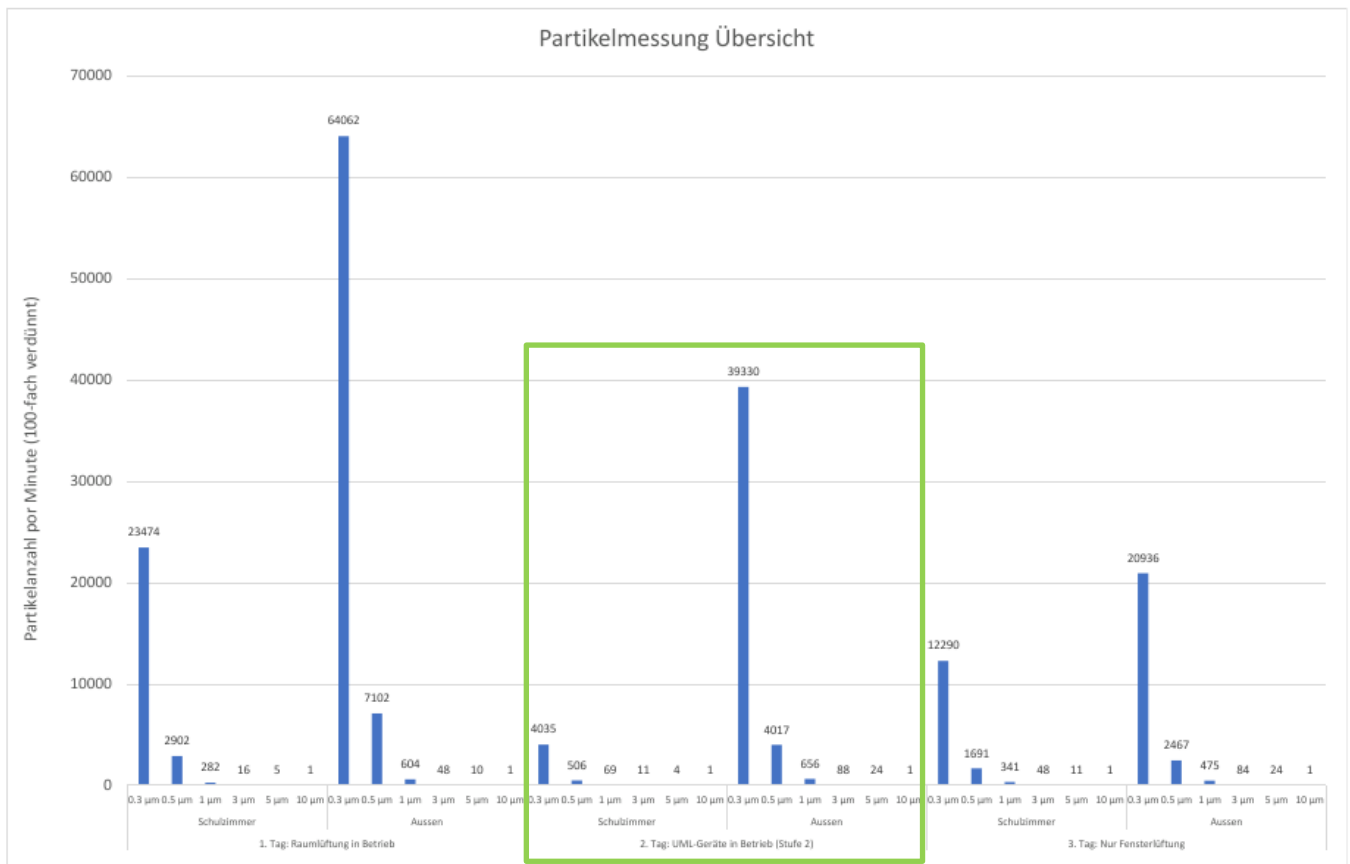
Setzt man die Partikelzählung der Grösse 0.3 µm vom Innenraum ins Verhältnis zu denen in der Aussenluft, ergibt sich die Partikelbelastung im Raum. Je kleiner der Verhältnis-Wert, umso grösser ist die Partikelbelastung im Raum. Dabei ist deutlich erkennbar, dass im Betrieb mit den Raumluft-Reinigungsgeräten eine 10mal tiefere Partikelbelastung Innen zu Aussen nachgewiesen wurde. Dies bestätigt den effizienten Abscheidegrad der Filter in den Raumluft-Reinigungsgeräten.

Messort	Zählungen Tag 1		Zählungen Tag 2		Zählungen Tag 3	
	Aussen	Innen	Aussen	Innen	Aussen	Innen
Anz. Partikel bei 0.3 µm	64'062	23'474	39'330	4'035	20'936	12'290
Verhältnis Aussen/Innen	2.7		9.8		1.7	

Tabelle 1: Übersicht Partikelzählung 0.3 µm im Raum (Innen) und in der Aussenluft (Aussen)

In den von der Hochschule Luzern durchgeführten Messungen gibt es einen signifikanten messbaren Effekt beim zusätzlichen Einsatz des Durrer Krantz VIRUSPROTECT im Vergleich zur mechanischen Lüftung oder reinen Fensterlüftung; Die effiziente Reduktion von Partikeln in der Luft. Hier zeigt sich die wirkungsvollste Methode, potenziell gefährliche Krankheitserreger wie z.B. Corona-Viren aus der Luft zu entfernen. Zum Vergleich; die Lüftungsanlage reduziert die Virenbelastung in der Raumluft circa um den Faktor 1.5 gegenüber der Fensterlüftung, was auf eine mangelhafte Funktion der Raumlüftungsanlage deuten kann.

Das Raumluft-Reinigungsgerät von Krantz entfernt bei einem 3-fachen Luftwechsel (Stufe 2 von 4) um den Faktor 5.5 bis 6 mehr Partikel als bei einer Fensterlüftung (siehe Partikelzählung Tag 2) und in diesem Fall um den Faktor 3.6 mehr Partikel als bei der mechanischen Lüftung in dem getesteten Schulraum.



Es ist für die zukünftige Planung von Raumlüftungskonzepten von hoher Bedeutung, Keimbelastungen in Form von Aerosolen effizient aus der Raumluft zu entfernen und nicht nur den CO₂-Gehalt als wichtigstes Kriterium anzusehen.

5 Raumluftströmung und Behaglichkeit

Durch das individuelle Empfinden und der Anpassungsfähigkeit des menschlichen Körpers, lässt sich Behaglichkeit nicht einheitlich messen. Allerdings ist es möglich Raumzustände herzustellen, in denen sich die meisten Menschen besonders wohl fühlen. Der Mensch reagiert auf Zugluft empfindlich, weil durch sie seine Wärmeabgabe durch Konvektion und Verdunstung erhöht wird.

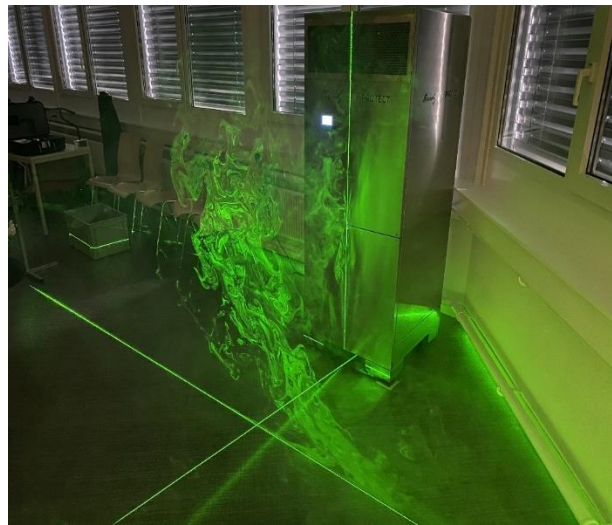
Die Rauchgasversuche in Kombination mit Visualisierung durch verschiedene Laserebenen haben aufgezeigt, dass im Nah- und Sitzbereich keine Zugscheinungen oder Verwirbelungen durch die Lufteinbringung des Durrer Krantz VIRUSPROTECT entstehen. Durch den verwendeten Breitfächerauslass im oberen Bereich der Front und den Drallauslass im Deckel des Gerätes wird der Luftstrom gleich nach dem Austritt in den Deckenbereich über 1.8 m befördert, um eine maximal tiefe Raumdurchspülung zu erreichen. Die Luftansaugung im Bodenbereich zieht die Luft jederzeit gezielt im zum Raumlft-Reinigungsgerät zurück, ohne allfällige mit Aerosolen belastete Luft wieder auf Sitz- oder Stehhöhe gelangen zu lassen.

Hierbei ist zu beachten, dass die Thermik von Fensterflächen und dort platzierten Heizkörpern gewinnbringend in Bezug zum Aufstellungsort der Geräte berücksichtigt werden sollten.

Vorteilhaft ist hier eine Aufstellung im Bereich der Fenster zu berücksichtigen, wobei die natürliche Raumwalze durch die Heizkörper und Fassade unterstützend zur Raumlftdurchströmung und Rückführung der Luft zum Durrer Krantz VIRUSPROTECT wirkt.



Thermik des Dummies (Person) ist höher als Raumlft-Strömung



Visualisierung der sehr tiefen Raumlftströmung im Nah- und Sitzbereich des VIRUSPROTECT

6 Umfrage Lernende

Zu Beginn und nach Abschluss des Feldversuches wurden den 19 Lernenden diverse Fragen zum Wohlbefinden mit und ohne Raumluft-Reinigungsgerät gestellt. Dabei waren die eigenen Empfindungen mit Schulunterricht zu COVID19 Zeiten aber auch die möglichen Störfaktoren eines Raumluft-Reinigungsgerätes im Schulunterricht Kernthema dieser Umfrage. Daraus haben sich folgenden Resultate ergeben:

Umfrageresultate vor dem Testversuch:

- Allgemein gutes Wohlbefinden bei Räumen ohne mechanische Lüftung oder Räumen mit Fensterlüftung
- Positive Einstellung zur Wirksamkeit eines Raumluft-Reinigers
- Wohlbefinden mit den aktuellen Massnahmen (Masken etc.) positiv. Jedoch eher Bedenken, dass sich die Mitschüler nicht an die Regeln halten würden

Umfrageresultate nach dem Testversuch:

- Raumluftqualität ohne mechanische Lüftung, aber mit Fensterlüftung zu 63% positiv
- Geräuschkulisse des Raumluft-Reinigers wurde zu 90% als nicht störend empfunden

● laut und störend	2
● leise und kaum wahrnehmbar	17



- Keine negativen Äusserungen zu Zuglufterscheinungen im Nah- und Sitzbereich
- Einsatz wurde zu 63% als beruhigend, 22% als eher nicht angenehm, aber notwendig, 15% als nicht notwendig empfunden

● nicht angenehm, aber notwe...	4
● überhaupt nicht notwendig	3
● beruhigend, da wenigstens di...	12



- Generell sehr gute Rückmeldung was das Wohlbefinden und mögliche Störfaktoren angeht. Gewünscht wäre ein Verzicht auf Masken bei einem solchen Raumluft-Reinigungsgerät

7 Abschluss

Lange hat man sich die Lüftungstechnik in der Planung von alltäglichen Nutzungen wie Büro, Wohnen etc. nicht um luftgetragene und keimbelastet Partikel gekümmert. Das erstaunt nicht, denn Luft ist für unsere Sinne kaum wahrnehmbar; und noch weniger die darin möglicherweise enthaltenen Gefahren. Forscher und Virologen erkennen Gefahren in Form von Viren, können aber das Verhalten in Luftführungssystemen vielleicht nicht umfassend genug beobachten. Die Übertragung von Viren über die Raumluft, wie wir es nun kennen, macht uns verstärkt auf das Gefahrenpotential aufmerksam. Es ist also höchste Zeit zu Handeln.

Es liegt auf der Hand, dass es praktisch sehr wenige spezialisierten Experten gibt, die fundierte virologische, epidemiologische und Lüftungstechnisches Fachwissen vereinen. Die Firma Krantz als Spezialist für Luftführungssysteme, hat sich lange und intensiv Zeit genommen, mit den renommierten deutschen Forschungseinrichtungen diese Spezialgebiete zu vereinen.

Dies zeigt sich auch am Fazit von Prof. Heinrich Huber, Leiter Labor Gebäudetechnik, des Institutes für Gebäudetechnik und Energie IGE an der Hochschule Luzern:

«Bei den Untersuchungen, bei denen die HLSU die Durrer-Technik AG unterstützt hat, ging es mehrheitlich um qualitative Methoden um die Wirkung der Raumluft-Reinigungsgeräte anschaulich zu dokumentieren.

Für die Beurteilung der Wirkung der Raumluft-Reinigungsgeräte ist das Verhältnis der Partikelkonzentration zwischen der Raumluft und Aussenluft relevant. Hier zeigt sich, dass bei Betrieb dieses Verhältnis 5 bis 6-mal besser ist als bei ausgeschalteten Geräten. Diese bezieht sich auf Messungen, die eine Stunde nach einer manuellen Fensterlüftung durchgeführt wurden. Die Visualisierungen mit Rauch und Laser lassen darauf schliessen, dass die Raumluft-Reinigungsgeräte eine gute Raumdurchspülung bewirken. Die visuell beobachtete Auftriebsströmung durch Personen (resp. Dummies) wurde bis über die Kopfhöhe nicht durch den Zuluft Strahl der Raumluft-Reinigungsgeräte (bei mittlerer Betriebsstufe) gestört. Das kann so interpretiert werden, dass die Raumluft-Reinigungsgeräte keine Zugluferscheinungen verursachen.»

Für eine effiziente Bekämpfung gegen die aktuelle Bedrohung ist die Luftqualität in Innenräumen das wahrscheinlich wichtigste Kriterium. Die Lüftungsbranche muss hier rasch die entscheidenden Impulse liefern und kann als einer der wenigen Player die Zusammenhänge erkennen und Lösungen bereitstellen. Eine potenziell gefährliche Konzentration von Aerosolen mit dem Corona-Virus kann mit dem «hygienischen und minimalen» Fensterlüften nicht ausreichend abgebaut werden und sollte daher permanent mit einem CO₂-Messgerät überwacht werden.

Die Testergebnisse aus diesem Feldversuch sollen dazu beitragen, dass geeignete Mittel definiert werden, um die Ausbreitung von Krankheiten bestmöglich einzudämmen und im Idealfall zu verhindern.

Der Durrer Krantz VIRUSPROTECT erfüllt höchste Ansprüche in Bezug auf die Partikel- und Aerosolfiltrierung, Schallemissionen, Energiebedarf, Raumluftströmung, Zugfreiheit und Wartung/Filterwechsel. Zudem kommen keine potenziell gefährlichen Verfahren wie Ozon, UVC-Strahlung oder thermische Behandlung zum Einsatz.

Fazit

Neben den bisher bekannten Mitteln zur Sicherstellung der Raumluftqualität wie Fensterlüftung und mechanische Lüftung, sollten als effektivste Massnahme überhaupt korrekt eingesetzte Raumluft-Reinigungsgeräte in den Fokus rücken.

Alle Informationen zum Feldversuch und zum Krantz VIRUSPROTECT sind bei der Durrer-Technik AG erhältlich.

Herr Matthias Zbinden (zbinden@durrer-technik.ch) und Herr Pascal Nick (nick@durrer-technik.ch) stehen gerne zur Verfügung.