

OurAir Antivirale
Luftreinigungs-
systeme
Simulation und
Wirknachweis

Januar 2021

Mehr Informationen unter
ourair.mann-hummel.com

OurAir Anti-virale Luftreinigungssysteme Saubere Luft ist existenziell

Im Kampf gegen das Sars-COVID-19 Virus, aber auch zur Reduzierung anderer luftgetragener Schadstoffe, ist es wichtig, die Aerosolkonzentrationen in geschlossenen Räumen zu minimieren. Dies wird erreicht durch den Einsatz von HEPA H13*- und H14*-Filtertechnik in Belüftungsanlagen oder in mobilen Luftreinigern. Im vorliegenden Bericht wird die Effektivität von mobilen Geräten genauer analysiert.

Für die Dimensionierung von Raumluftreinigern in größeren Räumen ist zu empfehlen, die Aerosol- bzw. Partikelkonzentration im Raum zunächst zu simulieren. Basierend auf der Simulation können die Anzahl und Größe sowie die bestmögliche Positionierung der Geräte im Raum ermittelt werden.

VALIDIERUNG DER SIMULATIONSERGEBNISSE DURCH KIT

Die Genauigkeit der Simulationsergebnisse von MANN+HUMMEL wurde durch verschiedene Test Set-ups am Karlsruher Institut für

Technologie (KIT) ermittelt. Beispiel Studie in einem Klassenzimmer **ab Seite 3**

PARTIKEL-SIMULATION

Um die Verteilung von Aerosolen in einem Raum exakt zu visualisieren, ist ein komplexes Simulationsmodell erforderlich. Indikator im Modell ist das Verhalten der Partikelkonzentration im Raum. Dieser Indikator wird auch verwendet, um die Reduzierung der Partikel beim Betrieb eines Raumluftreinigers aufzuzeigen.

Ab Seite 8

ANDERE SIMULATIONSMETHODEN

Einfachere Methoden veranschaulichen die Ausbreitung von sauberer Luft ohne Berücksichtigung der Partikelbewegung in jedem Detail. Diese Simulationen sind schneller und weniger aufwendig, geben aber dennoch ein recht gutes Bild über die Verteilung der sauberen Luft. **Ab Seite 12**



OurAir SQ 2500

- Für Räume bis 200 m²
- Mit HEPA H14*-Filtern, die > 99,995% der Viren, Bakterien und andere Mikro-Organismen einfangen
- Leiser Betrieb bei hohem Volumenstrom (1.250 m³/h bei 50 dB(A))
- Geringer Energieverbrauch durch innovative ePTFE Filtermedien



OurAir TK 850

- Für Räume bis 70 m²
- Mit HEPA H14*-Filtern, die > 99,995% der Viren, Bakterien und andere Mikro-Organismen einfangen
- Geringer Energieverbrauch durch innovative ePTFE Filtermedien
- Mit leichtrollenden Rädern für einfache Positionierung

* gemäß ISO 29463 und EN 1822

KIT Studie in einem Klassenzimmer Reduzierung der Aerosolbelastung mit dem OurAir SQ 2500

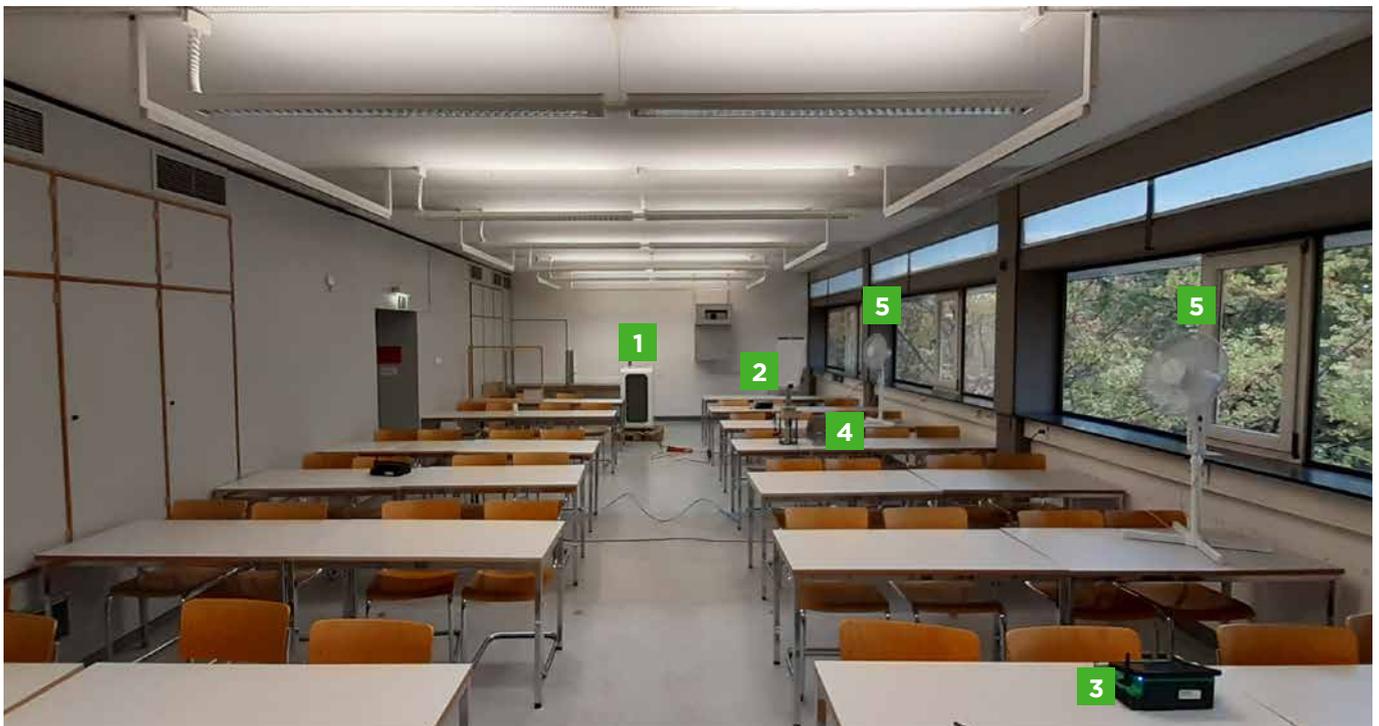


Bild: Klassenzimmer

BESCHREIBUNG DER STUDIE

Unter Leitung von Prof. Achim Dittler vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) wurden verschiedene Studien in einem Klassenzimmer und einem Seminarraum unter realen Bedingungen durchgeführt, um die Wirksamkeit von Raumluftreinigern zu testen. In dem hier beschriebenen Versuchsaufbau wurden zunächst Aerosole mit einem Aerosolgenerator für 45 Minuten in den Raum ausgeblasen. Vor Inbetriebnahme des Luftreinigers beschleunigten zwei Ventilatoren die homogene Verteilung der künstlich erzeugten Aerosole im gesamten Raum. Während des Experiments wurden zwei Partikelmessgeräte an verschiedenen Stellen im Raum platziert, um die Veränderung der Aerosolkonzentration zu prüfen. In mehreren Messreihen wurde zum einen die Reduktionswirkung des Raumluftreinigers im Allgemeinen untersucht und zum anderen wurde analysiert, ob bzw. inwieweit sich die Position des Luftreinigers auf die Effizienz der Aerosolreduktion auswirkt.

TESTAUFBAU

- 1 OurAir SQ 2500
- 2 Partikelmessgerät F1
- 3 Partikelmessgerät F2
- 4 Aerosolgenerator
- 5 2 Ventilatoren

RAUMGRÖSSE

$$V_{\text{Raum}} = 14.77 \times 6.09 \times 2.98 = 268.05 \text{ m}^3$$

KIT Studie in einem Klassenzimmer

Position 1 des Luftreinigers

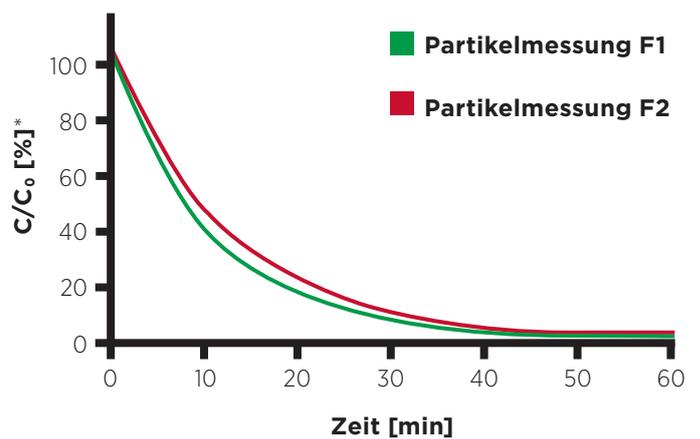


Im ersten Versuchsaufbau wurde der Luftreiniger OurAir SQ 2500 im Mittelgang der Tischreihen platziert. Nach Inbetriebnahme des Luftreinigers konnte folgendes beobachtet werden:

- Reduktion der Aerosolkonzentration ist nachweisbar an beiden Messsensoren F1 und F2
- Der Luftreiniger OurAir SQ 2500 erzeugt eine gleichmäßige Raumluftqualität. Beide Messgeräte an den unterschiedlichen Enden des Raumes zeigen ähnlich gute Reduktionseffekte (der näher am Luftreiniger positionierte Sensor F1, zeigt leicht bessere Ergebnisse).
- Schnelles Abfallen der Kurve in den ersten 10 Minuten, leichte Abflachung bis Minute 35 und asymptotischer Verlauf ab Minute 40

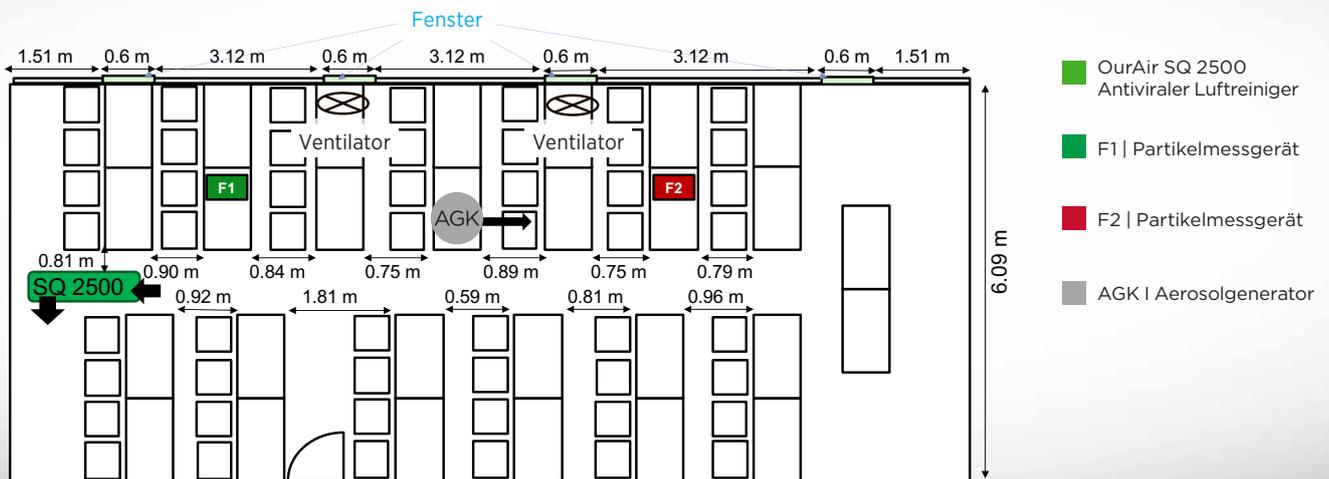
DIAGRAMM ($C_0 = 896-921 \text{ \#/cm}^3$)

*Relative Partikelkonzentration



SCHEMATISCHE DARSTELLUNG

$$V_{\text{Raum}} = 14.77 \times 6.09 \times 2.98 = 268.05 \text{ m}^3$$



KIT Studie in einem Klassenzimmer

Position 2 des Luftreinigers

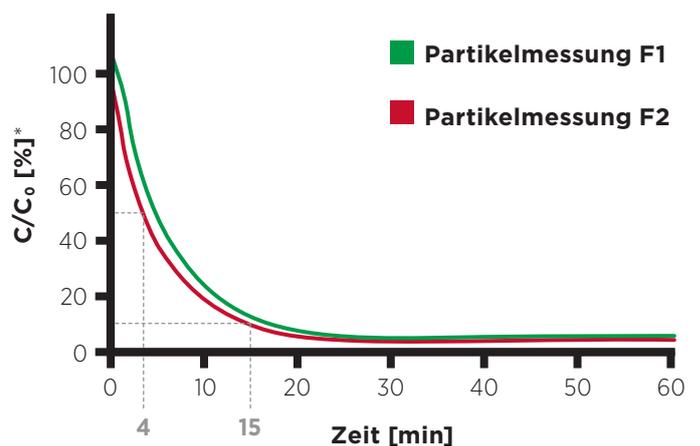


Im zweiten Versuchsaufbau wurde der OurAir SQ 2500 parallel zu den Tischreihen vorne im Raum aufgestellt. Nach Inbetriebnahme des Luftreinigers konnte folgendes beobachtet werden:

- Reduktion der Aerosolkonzentration:
50% = 4 min; 90% = 15 min
- Asymptotischer Verlauf nach 20 min
- Der Luftreiniger OurAir SQ 2500 erzeugt eine gleichmäßige Raumluftqualität. Beide Messgeräte an den unterschiedlichen Enden des Raumes zeigen ähnlich gute Reduktionseffekte (der näher am Luftreiniger positionierte Sensor F1, zeigt leicht bessere Ergebnisse).
- **Durch eine optimale Positionierung des Luftreinigers kann der Abscheidegrad des eingesetzten Geräts erheblich verbessert werden.**

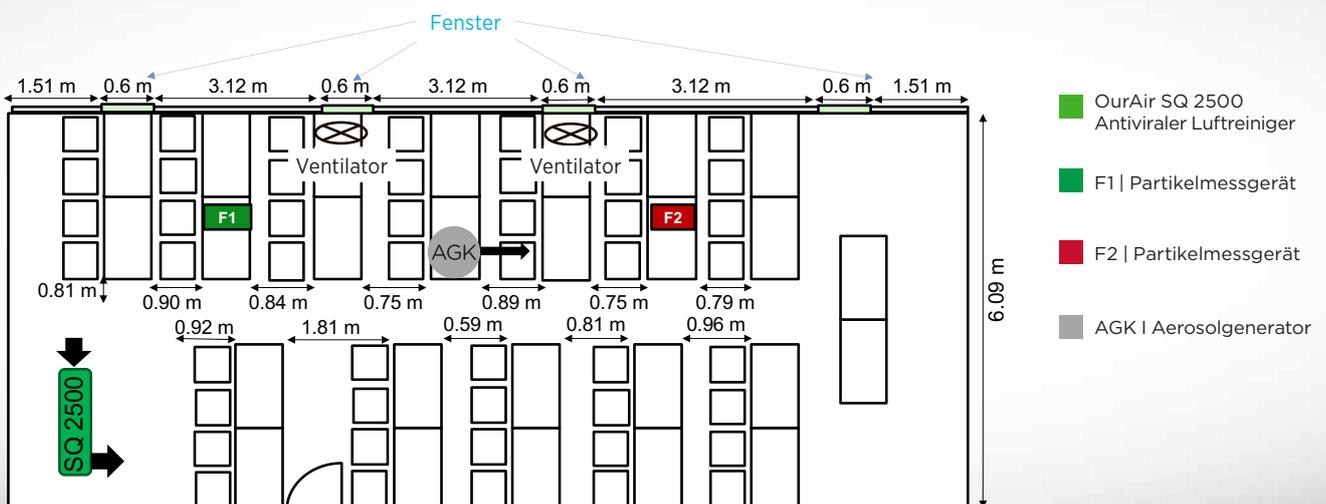
DIAGRAMM ($C_0 = 911-940 \text{ \#/cm}^3$)

*Relative Partikelkonzentration



SCHEMATISCHE DARSTELLUNG

$$V_{\text{Raum}} = 14.77 \times 6.09 \times 2.98 = 268.05 \text{ m}^3$$

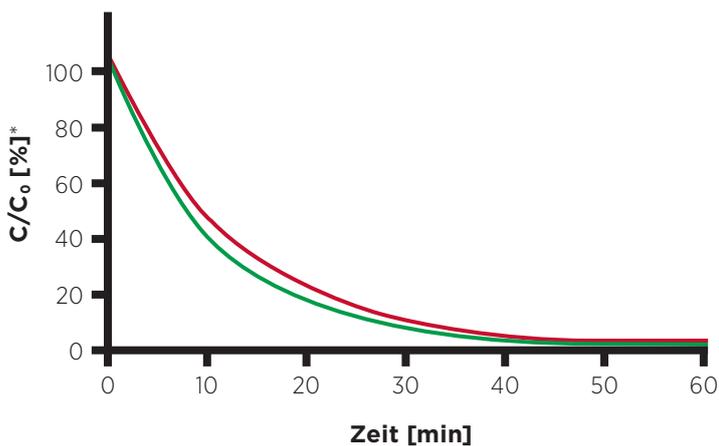


KIT Studie in einem Klassenzimmer

Unterschiedliche Positionierung des Luftreinigers im Raum

DIAGRAMMPOSITION I ($C_0 = 896-921 \text{ \#/cm}^3$)

*Relative Partikelkonzentration

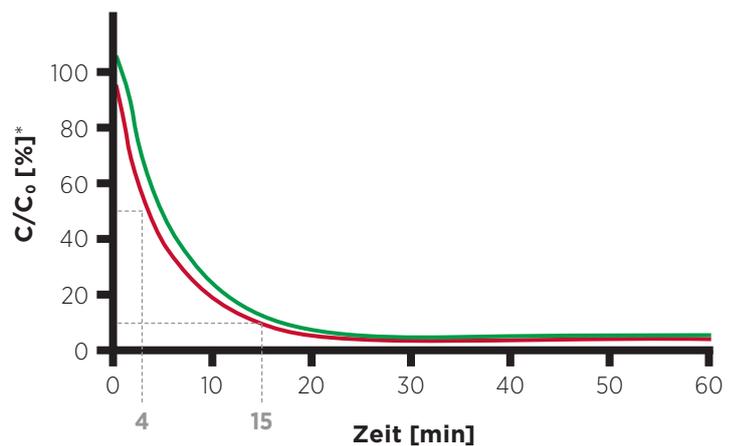


■ Partikelmessung F1

■ Partikelmessung F2

DIAGRAMM POSITION II ($C_0 = 911-940 \text{ \#/cm}^3$)

*Relative Partikelkonzentration



50% = 4 min 90% = 15 min

ZUSAMMENFASSUNG

- Unabhängig von der Positionierung wird eine wirksame Reduzierung der Aerosolkonzentration in beiden Fällen erreicht.
- Es hat sich gezeigt, dass die Position der Messgeräte von geringer Bedeutung ist. Die Reinigungseffizienz ist an allen gemessenen Stellen im Raum sehr ähnlich.
- Um eine maximale Reinigungseffizienz zu erreichen, müssen die Umwälzströme der wieder in das Gerät eintretenden Reinaluft begrenzt werden. Dies wird durch die richtige Positionierung des Luftreinigers erreicht.

FAZIT

- Die Positionierung des Luftreinigers ist entscheidend dafür, wie schnell die Konzentration abnimmt.
- Selbst bei nicht optimaler Platzierung ist der Reduktionseffekt des Luftreinigers OurAir SQ 2500 signifikant.
- Bei optimaler Aufstellung kann die Geschwindigkeit der Aerosolreduzierung erheblich gesteigert werden.
Die Aerosolkonzentration sinkt bei optimaler Platzierung fast doppelt so schnell ab.
- Für eine optimale Platzierung wird daher eine fachmännische Beratung empfohlen.

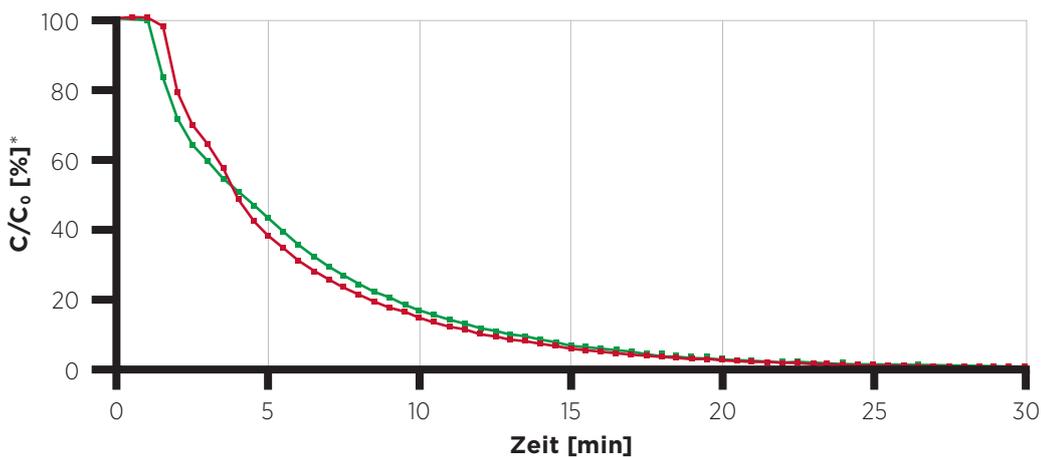
KIT Studie in einem Klassenzimmer Gegenüberstellung von Messwerten und Simulationsergebnissen

Vor Beginn der Studie wurden die Partikelverteilung im untersuchten Raum und die Reduktionswirkung des Luftreinigers mit einem aufwendigen Simulationsmodell von MANN+HUMMEL simuliert. Grafik 1 zeigt die Simulationskurven der beiden Messsensoren (kleiner systembedingter Zeitversatz der Kurve). In Grafik 2 sind die gemessenen Werte der Studie im Klassenzimmer mit einem OurAi SQ 2500 über die Simulationskurven gelegt.

- Partikelmessgerät F1
- Partikelmessgerät F2
- Simulation
- Messung

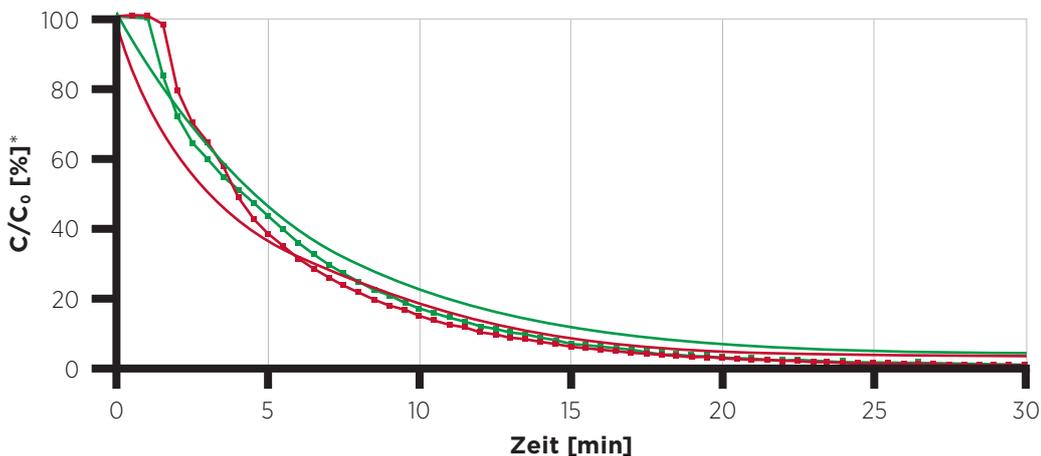
SIMULATION VOR BEGINN DER KIT STUDIE

*Relative Partikelkonzentration



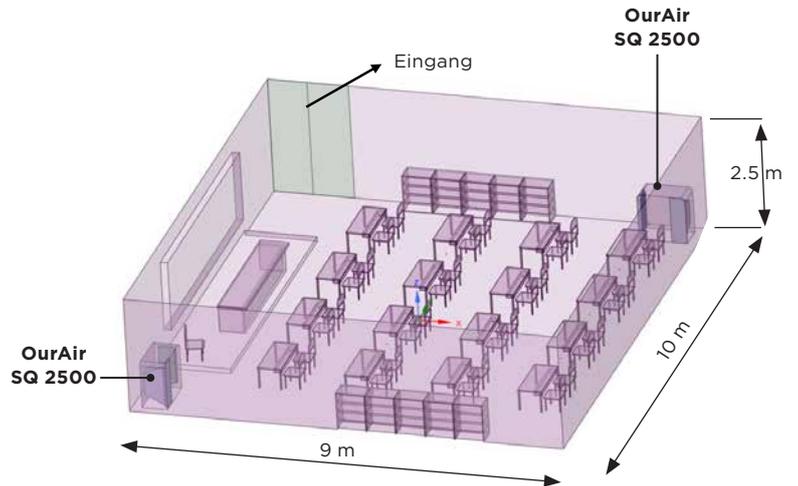
SIMULATION / MESSWERTE DER STUDIE

*Relative Partikelkonzentration



Ergebnis: Die in der Studie gemessenen Werte sind nahezu identisch mit den in der MANN+HUMMEL Simulation ermittelten Daten. Dies validiert die Gültigkeit des verwendeten Simulationsmodells.

Fallstudie Klassenzimmer Analyse durch Simulation



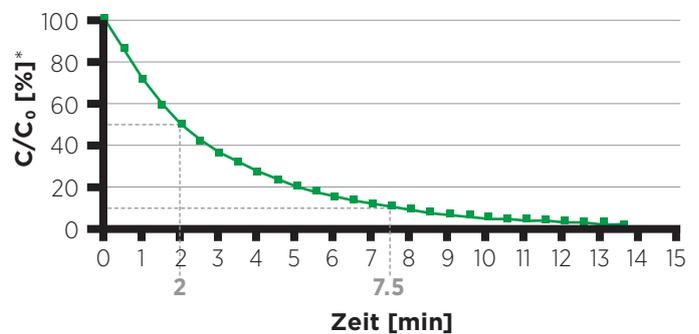
BESCHREIBUNG DER FALLSTUDIE

Um ein übertragbares Szenario der Reduktionswirkung von Luftreinigern in einem Klassenzimmer darzustellen, wurde ein durchschnittlich großes Klassenzimmer mit Standardmobiliar modelliert und simuliert. Da sich die Kinder durch den kompletten Raum bewegen, ist von großem Interesse, wie sich die Partikelkonzentration im gesamten Raum absenkt und ob es evtl. Totzonen gibt (z. B. Störeinflüsse durch Möbel). Betrachtet wird der über das Raumvolumen gemittelten Wert der relativen Partikelkonzentration.

- Bereits nach 2 min. ist die Partikelkonzentration im Raum um 50% gemindert, nach 7,5 min. um 90%. Im Weiteren nähert sich die Partikelkonzentration Null an.

VOLUMEN MITTELWERT

*Relative Partikelkonzentration



50% = 2 min. 90% = 7.5 min.

Die Simulationsbilder zeigen einen Querschnitt durch den Raum in einer Höhe von 1,30 m (Kopfhöhe der Schüler). Die relative Partikelkonzentration ist als Kontur dargestellt und zeigt die räumliche Wirkung der Luftreiniger.

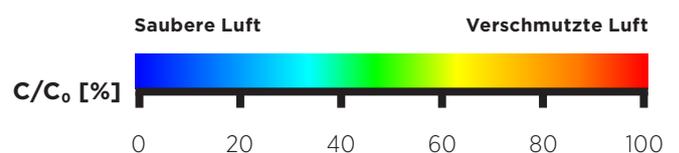
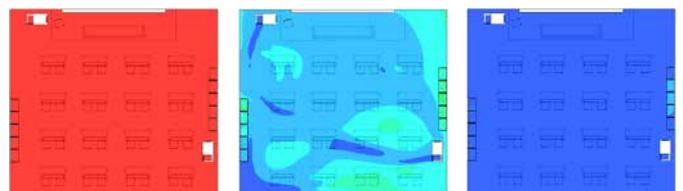
- Zu Beginn ist der Raum vollkommen und homogen mit Partikeln gefüllt
- Regale und Hindernisse können die Reinigung lokal verlangsamen (5min) und sollten bei der Positionierung der Luftreiniger beachtet werden.
- Dennoch wird auch in diesen Bereichen eine hohe Absenkung nur wenige Minuten später erzielt (10min)

PARTIKELREDUKTION

Zu Beginn

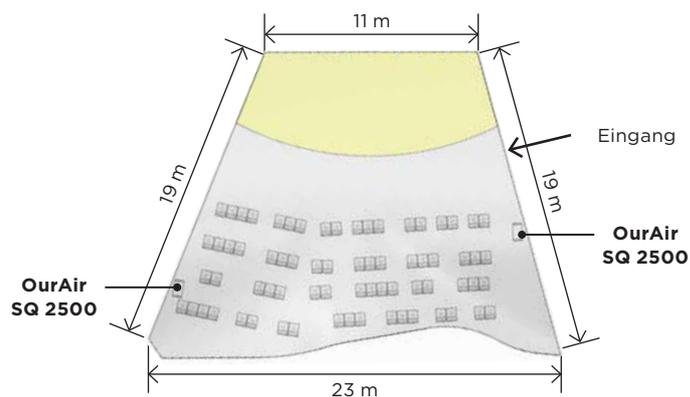
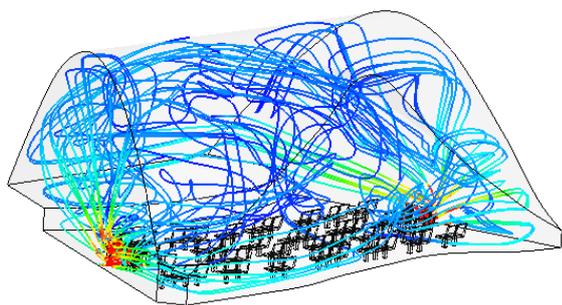
Nach 5 Minuten

Nach 10 Minuten



Fallstudie Theater

Analyse durch Simulation



BESCHREIBUNG DER FALLSTUDIE

Das Theater unter den Kuppeln, südlich von Stuttgart, Deutschland, umfasst eine Freilicht- und zwei Saal Bühnen. Der untersuchte Saal bietet auf ca. 135 m² 70 Zuschauerplätze und stellt aufgrund der besonderen Architektur mit einem Kuppeldach von 4 m – 5,70 m Höhe eine besondere Anforderung an eine wirksame Luftreinigung dar. Zwei unabhängige Simulationen wurden durchgeführt: Im ersten Simulationsmodell wurden zwei OurAir SQ 2500 an gegenüberliegenden Seitenwänden platziert (rechts auf Höhe der mittleren Zuschauerreihe/ links auf Höhe der hinteren Zuschauerreihe). In der zweiten Simulation wurden vier OurAir SQ 2500 an beiden Seitenwänden an der vorderen und hinteren Reihe positioniert. Die Luft wird jeweils seitlich auf Zuschauerhöhe in den Reiniger eingesaugt, durchläuft die Filtrationsstufen und die gereinigte Luft wird in Richtung Wand ausgeblasen. Dies hat zum einen den Vorteil, dass lokal keine hohen Strömungsgeschwindigkeiten durch ausgeblasene

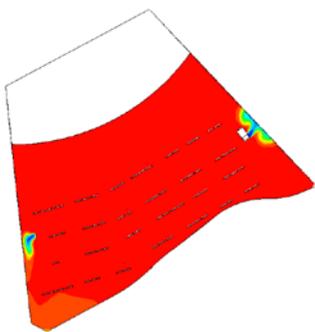
Luft auftreten, die im Publikum als störend empfunden werden, zum anderen steigt die gereinigte Luft an der Wand entlang nach oben. Da die Luftreiniger Luft auf ca. 1,50 m Höhe an beiden Wänden einsaugen, fällt die gereinigte Luft nach unten und es entsteht eine optimale Verteilung der gereinigten Luft im gesamten Raum, unabhängig ob zwei oder vier Luftreiniger eingesetzt werden.

FAZIT

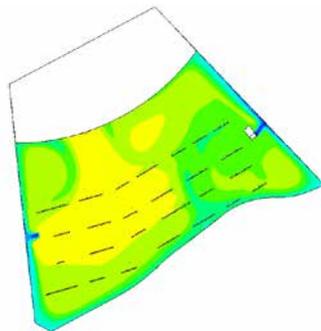
- Gleichmäßige Abreinigung der Luft auf Kopfhöhe der Zuschauer
- Keine Totzonen ohne Reinigungseffekt im Zuschauerraum
- Kontinuierliche Luftreinigung möglich vor, während und nach einer Vorstellung (ohne Unterbrechung der Luftreinigung)
- Keine lokal hohen Strömungsgeschwindigkeiten

Fallstudie Theater Analyse durch Simulation

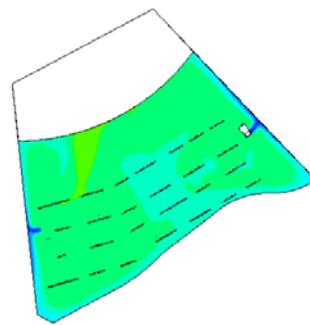
**PARTIKELKONZENTRATION
ZU BEGINN**



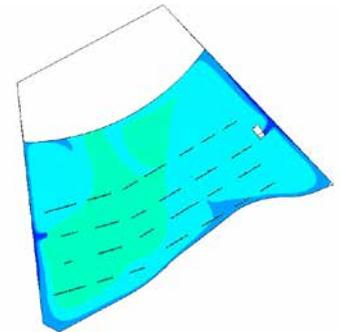
**PARTIKELKONZENTRATION
NACH 10 MINUTEN**



**PARTIKELKONZENTRATION
NACH 25 MINUTEN**

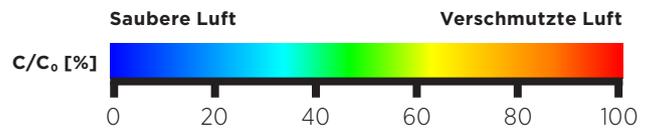


**PARTIKELKONZENTRATION
NACH 35 MINUTEN**



ANMERKUNG

Die Bühnenhöhe beträgt 1,25 m. Auch im Bereich der Bühne wird die Luft abgereinigt. Dies ist jedoch in der gezeigten Simulationsansicht nicht zu sehen, da hier ein Querschnitt bei 1,20 m gezeigt wird.



BESCHREIBUNG DES SIMULATIONSABLAUFS 1

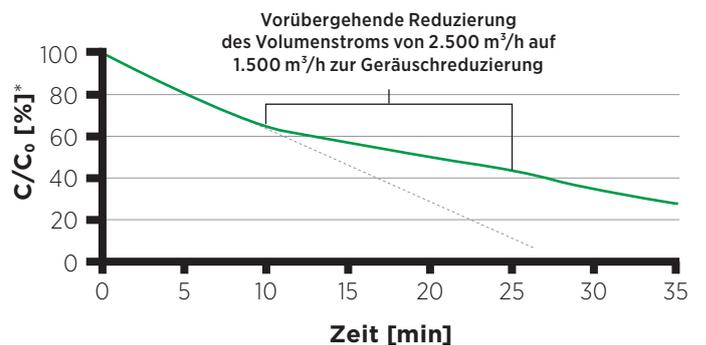
Zu Beginn der Untersuchung wurde ein Volumenstrom von 2500 m³/h je Gerät simuliert. Nach 10 min. wurde der Volumenstrom für 15 min auf 1.500 m³/h reduziert. Nach Minute 25 wurde der er wieder auf 2.500 m³/h erhöht. Durch das Absenken und Steigern des Volumenstroms wurde untersucht, inwieweit sich eine Veränderung des Volumenstroms auf die Reduktionswirkung der Aerosolkonzentration auswirkt. Da ein geringerer Luftvolumenstrom auch einen reduzierten Geräuschpegel mit sich bringt, wurde untersucht, ob ein Absenken des Volumenstroms während der Vorstellung nach einem Vollastbetrieb der Luftreiniger vor Beginn der Vorstellung und während der Pausen, sinnvoll ist.

ERGEBNISSE

- Zwei Luftreiniger OurAir SQ 2500 schaffen eine homogene Reduzierung der Aerosolkonzentration im gesamten Saal
- Auch wenn der Volumenstrom während einer Veranstaltung aus akustischen Gründen reduziert wird, läuft der Luftreinigungsprozess weiter und die Abklingkurve sinkt weiter ab, d.h. die Partikel- und Aerosolkonzentration wird

VOLUMEN MITTELWERT

*Relative Partikelkonzentration



weiter gesenkt. Dies ist als Vorteil gegenüber der Luftreinigung durch Lüftung besonders hervorzuheben, bei der ein Luftaustausch nur in bestimmten Intervallen stattfindet und die Partikel- und Aerosolkonzentration zwischen den Lüftungsintervallen wieder ansteigt.

Fallstudie Theater

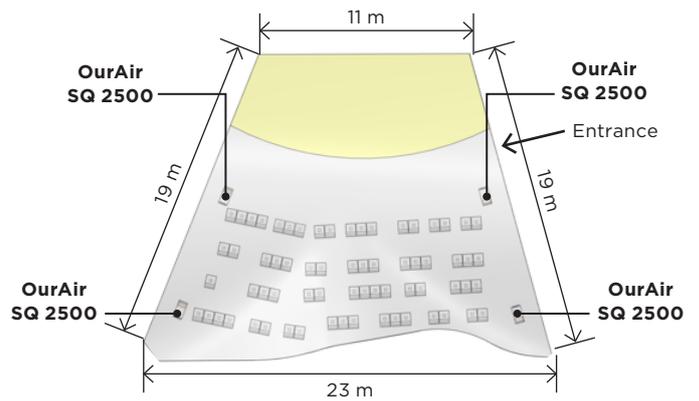
Analyse durch Simulation

SIMULATION MIT VIER SQ 2500

In einer zweiten Simulation wurden 4 SQ 2500 im Zuschauer- raum platziert. Wie erwartet, erhöht sich die Abreinigungs- geschwindigkeit aufgrund des höheren Luftdurchsatzes, der durch vier statt zwei Geräte erreicht wird. Allerdings wird die Zeit der Reinigung durch die Verdoppelung des Luftvolumen- stroms nicht halbiert.

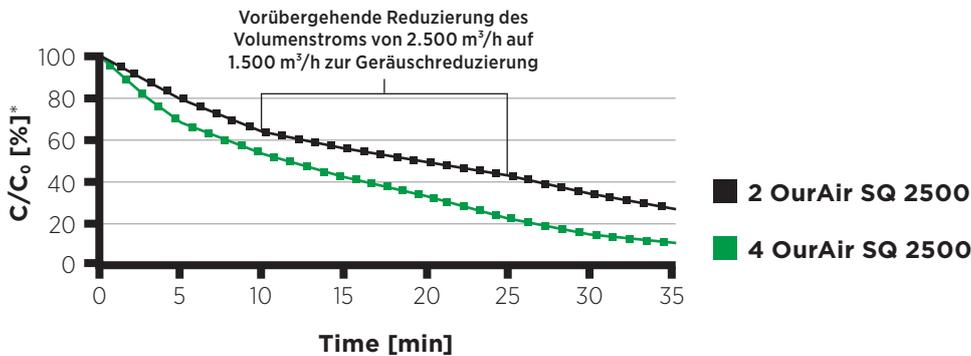
FAZIT

- Ein hoher Volumenstrom allein ist kein Indikator für die Qualität der Reinigung.
- Viel hilft nicht immer viel: Bei effizientem Einsatz kann die Anzahl der benötigten Luftreiniger minimiert und das beste Kosten-Nutzen-Verhältnis erreicht werden
- Es kommt auf die richtige Positionierung der Luftreiniger an, um eine Wirkung im gesamten Raum zu erzielen
- Die Simulationskompetenz von MANN+HUMMEL ermöglicht es, auch komplexe Anwendungen im Voraus zu beurteilen und sicherzustellen, dass die Anzahl der Geräte, die Positionierung und der Betrieb optimiert werden



VERGLEICH DER ABSINKKURVEN

*Relative Partikelkonzentration



Fallstudie Büro

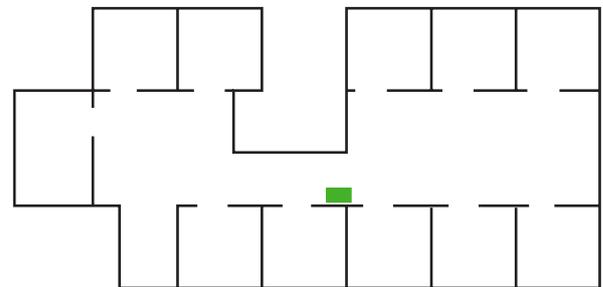
Analyse durch Simulation



FALL A: 1 OurAir SQ 2500 in Betrieb

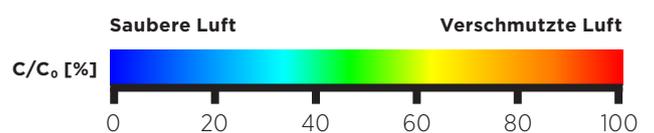
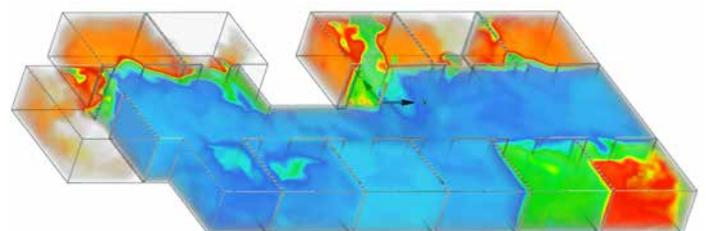
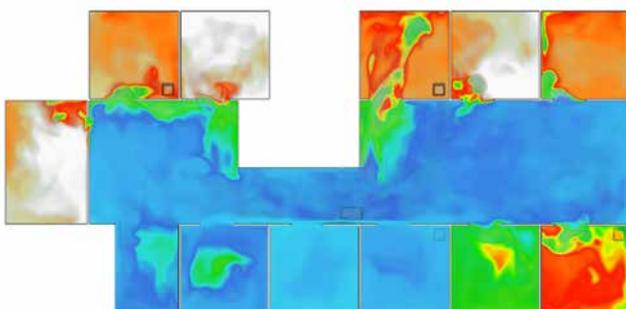
Eine angenommene Bürofläche von insgesamt 302 m² wird untersucht. Die Fläche hat einen großen Flur (128 m²), von dem 11 Einzelbüros abgehen. In einem ersten, einfachen Simulationsverfahren wird die Wirkung von einem zentral positionierten OurAir SQ 2500 mit einem Volumenstrom von 2.500 m³/h ermittelt. Die Bilder unten zeigen, dass ein Luftverteilungseffekt im Flur und in den Büros, die dem Luftreiniger am nächsten sind, erfolgt.

BÜRO FLÄCHENPLAN



■ OurAir SQ 2500

PARTIKELKONZENTRATION NACH 10 MINUTEN



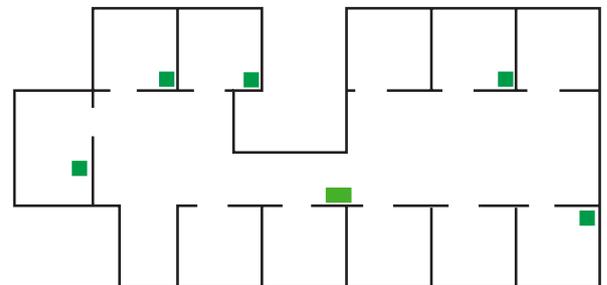
Fallstudie Büro Analyse durch Simulation



FALL B: Ein OurAir SQ 2500 und fünf OurAir TK 850 in Betrieb

Dieselbe Bürofläche wie zuvor beschrieben wird erneut untersucht. Zusätzlich zu dem zentral positionierten OurAir SQ 2500 sind in diesem Modell 5 OurAir TK 850 in Einzelbüros platziert. Diese haben jeweils einen maximalen Luftvolumenstrom von $950 \text{ m}^3/\text{h}$. Es wird eine Betriebszeit von 10 Minuten simuliert. In den Bildern unten ist zu erkennen, dass nun auch in den Räumen ein Luftverteilungseffekt eingetreten ist, die in der ersten Simulation kaum eine Veränderung zeigten.

BÜRO FLÄCHENPLAN



■ OurAir SQ 2500 ■ OurAir TK 850

PARTIKELKONZENTRATION NACH 10 MINUTEN

