**COVID-19: Studie zu Partikelverbreitung im Klassenzimmer**

**Trotz Fensterlüftung kann es zu hohen Aerosolkonzentrationen im Klassenzimmer kommen**

Während einer Unterrichtstunde reichern sich trotz Lüftung über die Fenster potenziell infektiöse Aerosolpartikel in teils sehr hohen Konzentrationen im Klassenraum an. Zu diesem Ergebnis kommt eine Studie des Raumluftexperten WOLF GmbH, die mit Unterstützung durch die TU-Berlin durchgeführt wurde. „Die luftgetragenen Partikel breiten sich schnell im Raum aus und können im Hinblick auf Fensterlüftung nur mit regelmäßiger Stoßlüftung effektiv reduziert werden“, sagt Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel, Leiter des Hermann-Rietschel-Instituts. „Dies würde bei angemessener Durchführung den Unterricht in mehrfacher Hinsicht beeinflussen." Im direkten Vergleich zur alltagstypischen Variante der untersuchten Fensterlüftung kann dies durch ein Lüftungsgerät verhindert und gleichzeitig eine deutliche Senkung der Partikelkonzentration gegenüber gekipptem Fenster erzielt werden.

**Studie zeigt Vorteile der maschinellen Lüftung im Vergleich zur Fensterlüftung**

Konkret wurde das Ausbreitungsverhalten von Aerosolen in einem typischen Klassenzimmer (ca. 60 m²), an einem Vormittag im Sommer bei einer Außentemperatur von ca. 20 °C untersucht. In dem Raum befinden sich eine Lehrkraft und 24 Schüler\*innen, von denen eine Person das Corona-Virus in sich trägt. So wie es von führenden Wissenschaftlern empfohlen wird, sah die Simulation dauerhaft gekippte Fenster sowie nach 20 Minuten für fünf Minuten komplett geöffnete Fenster vor. Bei einer Emission von 50 Aerosolpartikeln pro Sekunde – verursacht allein durch Nasenatmung, beim Sprechen, Niesen und Husten sind deutlich höhere Werte anzunehmen – sind bereits nach fünf Minuten Partikel einer infizierten Person im gesamten Raum vorhanden. In der Simulation wurde mit einem fiktiven Gas gerechnet, welches ideal der Luftbewegung folgt und somit die Ausbreitung luftgetragener Partikel (Aerosole) abbildet. Je weiter entfernt die Partikelemission von einem gekippten Fenster stattfindet, desto größer wird das kontaminierte Raumvolumen, welches mehr als 900 infizierte Partikel pro m³ beinhalten kann. Sobald alle Fenster komplett geöffnet werden, herrscht in den fünf Minuten zwar ein derart großer Luftwechsel (LW 15/h), dass die Partikelkonzentration bis unter 100 Partikel/m³ sinkt und somit das Ansteckungsrisiko auf ein Minimum reduziert wird. Anschließend steigt die Partikelkonzentration allerdings wieder im selben Muster an. „Es zeigt sich, dass die Lüftung über gekippte Fenster nur einen geringen Luftaustausch zulässt und der Effekt komplett geöffneter Fenster effektiver ist“, erläutert Prof. Dr. Ing. Kriegel.

Bei den Ergebnissen dieser Simulation ist allerdings zu berücksichtigen, dass jegliche kleine Änderungen der Randbedingungen z.B. Windstille, Jahreszeit oder geringe Temperaturdifferenz zwischen Außen- und Raumtemperatur einen großen Einfluss auf den Verlauf der Partikelkonzentration haben, sodass auch höhere Belastungen möglich sind. Zudem sind in einigen Klassenzimmern die Fenster vor allem in den oberen Stockwerken aus Sicherheitsgründen nicht ohne Aufsichtsperson vollständig zu öffnen.

Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es noch keine gesicherten Erkenntnisse darüber, wie hoch genau die Konzentration an virushaltigen Partikeln sein muss, damit sich eine Person über die Atemwege ansteckt. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass das Infektionsrisiko mit der Partikelkonzentration proportional ansteigt.

Die Studie erhob zudem Vergleichsdaten für einen mit einem Raumlufttechnischen (RLT) Gerät des Herstellers WOLF ausgestatteten Klassenraum unter gleichen Voraussetzungen, jedoch mit permanent geschlossenen Fenstern. In diesem Szenario wurden durch das Lüftungsgerät dem Raum pro Stunde 800 m³ Frischluft über an der Decke angeordnete Ventile zugeführt und verbrauchte Luft kontinuierlich, zentral am Sockel des Lüftungsgerätes, abgeführt. Somit wird die komplette Raumluft im Klassenzimmer 4,44-mal pro Stunde ausgetauscht. Hierbei handelt es sich um ein Gerät, welches sich mit relativ wenig Aufwand nachrüsten lässt. Bei Bedarf bietet WOLF auch RLT-Geräte an, die bis zu mehrere zehntausend Kubikmeter Luft pro Stunde fördern können. Dadurch sorgt die Lüftungsanlage durchgehend für eine gleichmäßige Erneuerung der Raumluft und für eine deutliche Reduzierung der Bereiche mit hoher Partikelkonzentration. Eine Störung des Unterrichts durch Stoßlüften und damit verbundene thermische Unbehaglichkeiten sind praktisch ausgeschlossen.

**Bedenkliche CO2-Konzentrationen und hohe Energiekosten bei Fensterlüftung**

Neben den Aerosolen betrachtete die Studie auch die Entwicklung der CO2-Konzentration sowie der Temperatur im Klassenraum innerhalb einer Unterrichtsstunde. Während die Außenluft eine CO2-Konzentration von etwa 400 ppm aufweist, gelten Werte im Innenbereich bis zu 1000 ppm als unbedenklich. Bei höheren Konzentrationen nehmen jedoch Müdigkeit, Konzentrationsschwäche und Unwohlsein zu. Ab 2000 ppm beginnt der laut Umweltbundesamt hygienisch inakzeptable Bereich. Für die Simulation wurde pro Person eine CO2-Abgabe von 0,016 m³/h angenommen. Während die kontinuierliche Frischluftzufuhr des Lüftungsgerätes den CO2-Gehalt innerhalb von 45 Minuten auf maximal 950 ppm steigen lässt, wurden in dem untersuchten Szenario der Fensterlüftung bis zu 1300 ppm festgestellt.

Durch die Personen, aber auch die Gegenstände im Raum, wurde eine dauerhaft anstehende Wärmelast von 2500 W berücksichtigt. Somit steigt auch die Temperatur trotz gekippter Fenster innerhalb kurzer Zeit auf bis zu 24 °C. Werden dann für fünf Minuten die Fenster komplett geöffnet, stellt sich für die fensternahen Positionen eine hohe Unbehaglichkeit (kalter Luftzug) gepaart mit gehinderter Sicht und eingeschränkter Akustik ein.

Bei gesteigerter Aktivität im Klassenzimmer oder erhöhter Außentemperatur kann dieser Wert deutlich ansteigen. In dieser Simulation wurde durch das Lüftungsgerät lediglich Frischluft mit Außentemperatur (20 °C) zugeführt, um die Temperatur angenehm konstant zu halten. Für eine aktive Temperierung der Zuluft kann ein RLT-Gerät auch mit Heiz- oder Kühlregister ausgestattet werden.

Im Hinblick auf die bevorstehenden Herbst- und Wintermonate stellt das Lüften die Schulen vor zusätzliche Herausforderungen. Während es bei warmen Außentemperaturen eher schwerfällt, die Innentemperatur auf das angenehme Maß von 20 °C zu senken, ist in den kalten Wintermonaten zudem mit eingeschränkter Behaglichkeit und ein starker Anstieg der Energiekosten, um die Klassenräume permanent zu beheizen, zu rechnen.

Hier bieten Lüftungsgeräte insbesondere mit Blick auf die Klimaschutzziele für 2030, ein enormes Energieeinsparpotenzial. Mit effizienter Wärmerückgewinnung bei einem Wirkungsgrad von bis zu 90 Prozent entstehen ökologische sowie auch wirtschaftliche Mehrwerte gegenüber der Fensterlüftung, da verhindert wird, dass die investierte Wärme- oder Kälteenergie ungenutzt an die Umwelt abgegeben wird.

Mobile Raumluftreiniger stehen aktuell als mögliche Alternative zur Diskussion. Diese filtern bzw. deaktivieren mit verschiedenen Technologien mögliche Viren im Umluftverfahren aus der Raumluft. Ein Luftreiniger ersetzt allerdings weder die herkömmliche Fensterlüftung, noch nimmt das Gerät Einfluss auf die Qualität der Raumluft. Sowohl Temperatur, CO2-Konzentration als auch die relative Feuchtigkeit können auf diese Weise nicht reguliert oder positiv beeinflusst werden.

„Die Studie belegt sehr deutlich, dass die erforderlichen Luftwechselraten, um insbesondere in der aktuellen Situation für eine hygienische Raumluft zu sorgen, mit der empfohlenen Fensterlüftung nur mit erhöhtem Aufwand und weiteren Einbußen umzusetzen ist.

Durch den Einsatz einer Lüftungsanlage, mit einem entsprechenden Luftaustausch, kann sowohl das CO2-Niveau als auch die Aerosolbelastung auf ein vernünftiges Maß reduziert werden. Solange die Forschung zu Covid-19 noch andauert kann zusätzlich mit Stoßlüftung während der Stundenwechsel unterstützt werden“, sagt Bernhard Steppe, WOLF Geschäftsführung Vertrieb. Je mehr frische Außenluft durch ein Lüftungsgerät oder die Fensterlüftung in den Raum strömt, desto besser wird das Raumklima. Allein in den vergangenen zwölf Monaten hat die WOLF GmbH bundesweit rund 300 Bildungseinrichtungen mit hochwertigen raumlufttechnischen Geräten ausgerüstet.

**Hermann-Rietschel-Institut TU-Berlin**

Das an der TU-Berlin angesiedelte Hermann-Rietschel-Institut forscht seit Jahren im Bereich des Ausbreitungsverhaltens von luftgetragenen Verunreinigungen in Innenräumen. Mit dem Ausbruch von COVID-19, wurden unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel mögliche Übertragungswege und die Verweilzeit des Virus unter verschiedenen Bedingungen untersucht. In Zusammenarbeit mit dem Forschungsteam konnte diese Simulation umgesetzt werden.

**WOLF Unternehmensprofil:**

Die WOLF Group zählt zu den führenden Systemanbietern von Heizungs- und Lüftungssystemen.Gemeinsam mit ihrer Muttergesellschaft, der börsennotierten CENTROTEC SE, gehört sie zu den führenden Komplettanbietern für Energiesparlösungen im Bereich der Gebäudetechnik. Mit circa 2.100 Mitarbeitern an allen Standorten und 60 Vertriebspartnern in über 50 Ländern ist WOLF international aufgestellt und erwirtschaftete 2019 einen Jahresumsatz von rund 404 Mio. Euro. Das Unternehmen positioniert sich als „Experte für gesundes Raumklima“ und unterstreicht diesen Anspruch mit der klaren und verbindlichen Aussage: „WOLF – Voll auf mich eingestellt.“ Weitere Informationen unter [www.wolf.eu](http://www.wolf.eu).

**Pressekontakt:**

WOLF GmbH

Industriestr. 1 | D-84048 Mainburg

Melanie Waldmannstetter

Marketing & Presse

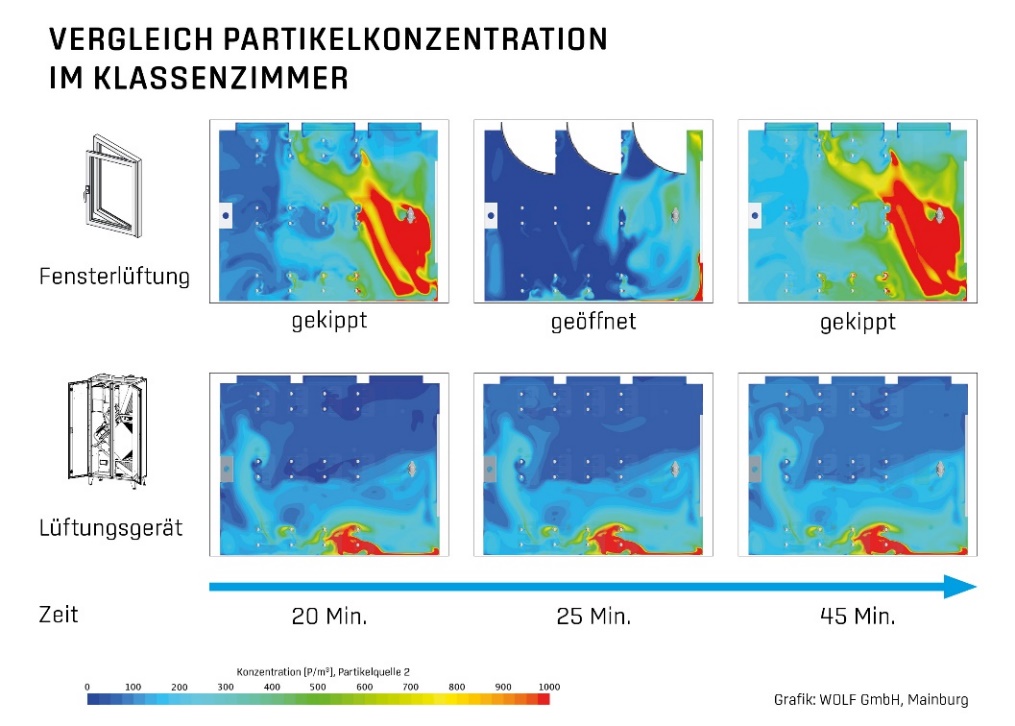
Tel: +49 (0)8751/74-1963

Melanie.Waldmannstetter@wolf.eu

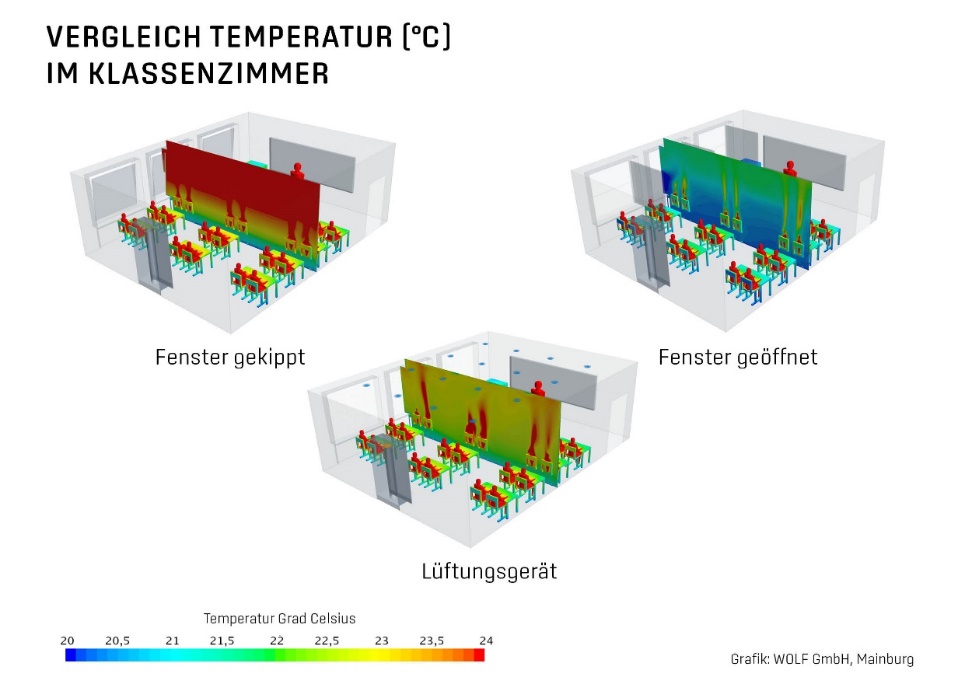
**Bildbogen**

**Trotz Fensterlüftung hohe Aerosolkonzentration im Klassenzimmer**

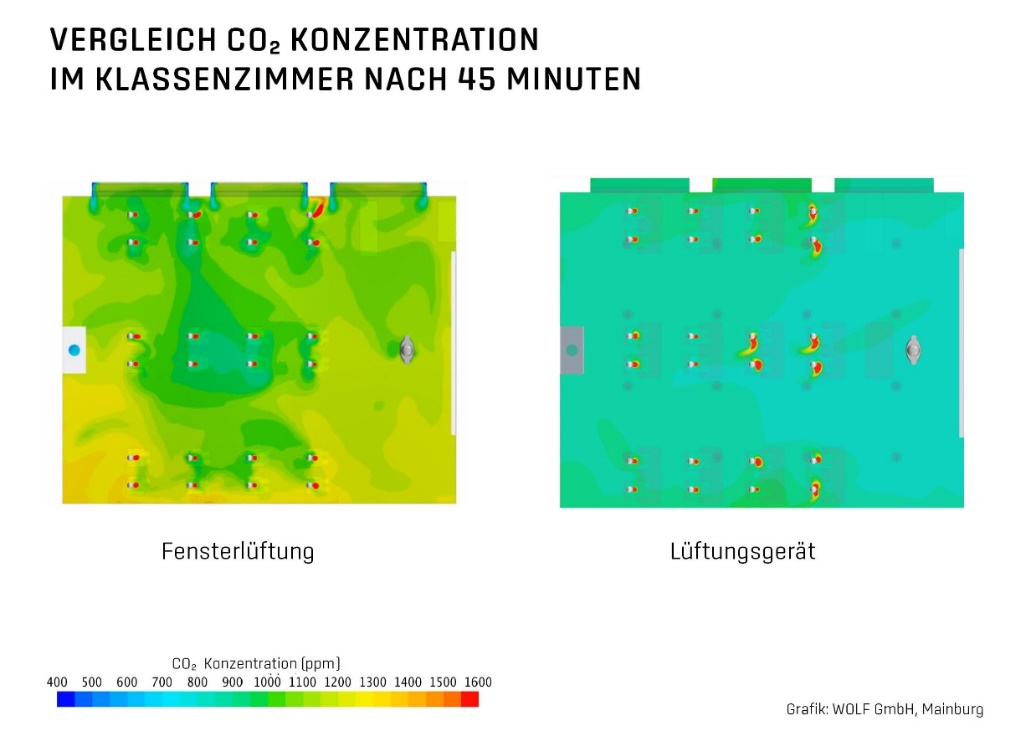
Quelle: WOLF GmbH



**BU:** Entwicklung der Partikelkonzentration einer infizierten Person (1. Reihe, an der Wand sitzend) während einer Unterrichtsstunde. Einfluss Lüftungsgerät im Vergleich zur Fensterlüftung.



**BU:** Stationärer Temperaturquerschnitt, der sich in den analysierten Lüftungsszenarien nach kurzer Zeit im Klassenzimmer einstellt.



**BU:** Darstellung der CO2-Konzentrationsverteilung auf 1,0 m Raumhöhe nach einer Unterrichtsstunde im Vergleich zwischen Fensterlüftung und Lüftungsgerät.