

## Konsequentes CO<sub>2</sub>-Monitoring senkt Corona-Risiko

*Graham Martin, CEO und Chairman, EnOcean Alliance*

**Die Hinweise verdichten sich, dass hohe Kohlendioxidwerte in Gebäuden das Infektionsrisiko über die Luft steigern. CO<sub>2</sub>-Sensoren können eine entscheidende Rolle dabei spielen, dieses Risiko zu senken.**

Kohlendioxid wird durch die Ausatemluft von Menschen erzeugt, die sich in geschlossenen Räumen aufhalten. Jede Person in einem Gebäude atmet etwa acht Liter Luft pro Minute aus: Luft, die in engem Kontakt mit dem Lungengewebe war (1). Neben CO<sub>2</sub> in einer Konzentration von rund 40.000 ppm („parts per million“) enthält die Ausatemluft auch winzige Flüssigkeitströpfchen (Aerosole), die aufgrund ihrer geringen Größe lange Zeit in der Luft schweben können. Diese Tröpfchen enthalten auch die in der Lunge vorhandenen Viruspartikel. CO<sub>2</sub>-Sensoren können das Infektionsrisiko senken.

Übereinstimmend wird angenommen, dass die Sinkgeschwindigkeit der Aerosole in der Regel einige Meter pro Stunde beträgt. Die Abnahme der biologischen Virusinfektionsaktivität weist unter Laborbedingungen eine Halbwertszeit von etwa drei Stunden auf (2). Das heißt: Die Raumluft bleibt über lange Zeit belastet. Atmet ein gesunder Mensch diese kontaminierten Tröpfchen ein und übersteigt die Anzahl der darin enthaltenen Viruspartikel eine minimale Infektionsdosis, wird die Krankheit übertragen. Da die direkte Messung der Viruslast schwierig ist, sind drahtlose und wartungsfreie Sensoren eine ideale Möglichkeit, die CO<sub>2</sub>-Konzentration zu überwachen und so die Ansammlung verbrauchter Luft zu verhindern.

### CO<sub>2</sub>-Gehalt als Indikator für COVID-19-Übertragungsrisiko

Die Übertragung über die Luft scheint ein Hauptfaktor für die Ausbreitung des Virus zu sein. Dementsprechend kann der CO<sub>2</sub>-Gehalt in Räumen als Indikator für das Übertragungsrisiko von COVID-19 herangezogen werden.

"Da das Corona-Virus über die Luft verbreitet wird, bedeuten höhere CO<sub>2</sub>-Werte in einem Raum wahrscheinlich, dass ein höheres Übertragungsrisiko besteht, wenn sich eine infizierte Person darin befindet", schreibt die führende Aerosolwissenschaftlerin Prof. Shelly Miller in The Conversation." Einfach ausgedrückt: Je mehr Frischluft in einem Gebäude, desto besser. Das Einbringen dieser Luft senkt die Belastung, ganz gleich ob es sich nun um ein Virus oder etwas anderes handelt, und verringert die Exposition der Personen, die sich im Gebäude aufhalten."

Eine Studie aus dem Jahr 2019 über einen Tuberkuloseausbruch an der Universität Taipeh (Taiwan) liefert detaillierte Beweise. Viele Räume wurden schlecht belüftet und erreichten CO<sub>2</sub>-Werte über 3.000 ppm. Als Ingenieure die Werte auf unter 600 ppm senkten, kam der Ausbruch zum Stillstand.

## Welcher CO<sub>2</sub>-Gehalt ist sicher?

An anderer Stelle schlägt Prof. John Wenger, Direktor des „Centre for Research into Atmospheric Chemistry in UCC“, einen Richtwert von 1.000 ppm vor, wenn CO<sub>2</sub> als Indikator für COVID-19 in Klassenzimmern verwendet wird. Er argumentiert, die Übertragung auf Raumebene sei "der Schlüssel. Die Virusmenge in der Luft kann steigen, und das führt zu einer erhöhten Exposition. Wenn Sie sich längere Zeit in einem schlecht belüfteten Raum aufhalten, sind Sie selbst dann einem ziemlich hohen Risiko ausgesetzt, wenn Sie Abstand halten, da sich die Luft umherbewegt".

CO<sub>2</sub>-Messungen in Innenräumen mit einfach und kostengünstig zu installierenden Sensoren sind vielversprechend, was das großflächige Monitoring des Übertragungsrisikos von Aerosolen in Innenräumen für Covid-19 und andere Atemwegserkrankungen angeht. Hierbei scheint es sinnvoll, unterschiedliche Richtwerte für den CO<sub>2</sub>-Gehalt festzulegen. Denn je nach Umgebung und Aktivitätsart hat es sich gezeigt, dass das Infektionsrisiko um Faktor 100 oder mehr schwankt. So können Einflussgrößen wie die Zahl infizierter Menschen in einer bestimmten Region und Maßnahmen wie das Tragen von Masken oder Luftfilterung die Viruslast in der Raumluft auch bei konstantem CO<sub>2</sub>-Gehalt reduzieren. Zudem steigern Aktivitäten, wie z.B. Reden, Singen und Schreien, die Virusemission weit stärker als die CO<sub>2</sub>-Konzentration. Zufuhr von Frischluft senkt sowohl CO<sub>2</sub>-Gehalt als auch Viruslast. Dies ist nicht der Fall bei bloßer Rezirkulation der Luft, zum Beispiel durch Wärmetauscher.

## Die Luft, die wir atmen

Befinden wir uns in einem Raum mit mehreren Personen, liefert die Messung des CO<sub>2</sub>-Gehalts einen Anhaltspunkt dafür, wieviel Prozent der eingeatmeten Luft aus Luft besteht, die bereits von anderen Personen ausgeatmet wurde. So bedeutet eine gemessene CO<sub>2</sub>-Konzentration von ca. 1200 ppm, dass fast 2% der Raumluft bereits mindestens einmal Lungenkontakt hatte. Damit besteht jeder 50. Atemzug, den eine Person in diesem Raum macht, aus ausgeatmeter Luft. Ein spezifisches Infektionsrisiko mit COVID-19 lässt sich daraus allerdings nicht direkt ableiten. Es hängt von verschiedenen Faktoren ab, die derzeit noch intensiv erforscht werden.<sup>(1)</sup> Nichtsdestotrotz ist die CO<sub>2</sub>-Messung eine kostengünstige Lösung, um das aktuelle Risiko durch potenziell infektiöse Aerosole einzustufen.

## Strategien zur Verringerung des Infektionsrisikos

In Umsetzung der Forschung in die Praxis hat das Umweltbundesamt einen allgemeinen Leitfaden zur gesundheitlichen Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft erarbeitet, der u.a. Hinweise zu SARS-CoV-2 enthält. Diese Hinweise sind auch für COVID-19 relevant. Demnach ist eine CO<sub>2</sub>-Konzentration von <1000 ppm hygienisch unbedenklich. Die Richtlinie stuft eine Konzentration zwischen 1000 und 2000 ppm als bedenklich und alles darüber hinaus als inakzeptabel ein. CO<sub>2</sub> ist auch in der Stellungnahme der DGHK (Deutsche Gesellschaft für das hochbegabte Kind) ein wichtiger Richtwert zur Infektionsprävention in Schulen.

Auch die Arbeitsgruppe „Lüftung“ des UBA (Umweltbundesamt) empfiehlt den Einsatz von CO<sub>2</sub>-Ampeln. Die DGVU (Unfallkasse) geht sogar noch weiter und plädiert für einen Zielwert von 700 ppm in Klassenräumen in Pandemie-Phasen. Die neuesten Erkenntnisse sind im UBA-Leitfaden "Lüftung in

Schulen" (15.10.20) zusammengefasst, der im Auftrag der KMK (Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland) erstellt wurde.

Lüften bedeutet allerdings nicht nur Luftaustausch, sondern auch Wärmeverlust im Winter. Eine nachhaltige Strategie sollte auch diesen Effekt berücksichtigen. Wo es keine moderne Klimatechnik mit Wärmetauscher gibt, hilft nur das CO<sub>2</sub>-Monitoring und eine bedarfsorientierte oder regelmäßige manuelle Belüftung. REHVA, die Vereinigung der europäischen Heizungs-, Lüftungs- und Klimaverbände, fordert die Installation von CO<sub>2</sub>-Monitoren mit Ampelanzeige in den Klassenräumen, "vor allem in Schulen, in denen die Lüftung vom Öffnen von Fenstern und/oder Gittern abhängt".

## Einbau von CO<sub>2</sub>-Sensoren

Um diesen Vorgaben zu erfüllen, müssen CO<sub>2</sub>-Sensoren zuverlässige Ergebnisse liefern und sich ohne Probleme dort anbringen lassen, wo sie benötigt werden. Im Idealfall sind sie vernetzt – etwa um Alarm auszulösen, wenn die CO<sub>2</sub>-Konzentration die "Ampel"-Schwellenwerte überschreitet, und diese Meldung an Gebäudemanagement-Netzwerke oder drahtlos an Smartphones zu senden. Wartungsfreie Funksensoren eignen sich ideal für diese Zwecke. Sie sind einfach zu installieren und leicht zu warten und nutzen die innovative Energy-Harvesting-Technologie, um Energie aus ihrer Umgebung zu gewinnen – zum Beispiel aus Bewegung, Licht oder Temperaturunterschieden. Schnell einsetzbar, ohne dass eine spezielle Installation oder Verkabelung erforderlich wären, ermöglichen solche Lösungen eine kontinuierliche Überwachung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Umgebungsluft.



Dashboards zur Überwachung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Umgebungsluft (Quelle: EnOcean GmbH)

Indem Messwerte zur weiteren Verarbeitung an einen Empfänger oder ein Gateway gesendet werden, können Alarme ausgelöst und entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden. So lässt sich beispielsweise eine Raumlüftungsanlage starten, um den CO<sub>2</sub>-Gehalt zu senken. Darüber hinaus funktionieren viele dieser CO<sub>2</sub>-Sensoren innerhalb der Ökosysteme von Funkstandards wie dem der EnOcean Alliance. Das heißt: Sie sind problemlos mit anderen Geräten wie Raumbelegungssensoren und Zugangskontrolle zu kombinieren, die integrale Bestandteile der Maßnahmen zum Schutz vor COVID-19 sind.

[www.enocean-alliance.org](http://www.enocean-alliance.org)

## Quellen

- COVID-19 Prävention: CO<sub>2</sub>-Messung und bedarfsorientierte Lüftung - <https://www.umwelt-campus.de/forschung/projekte/iot-werkstatt/ideen-zur-corona-krise>
- Modeling aerosol transport and virus exposure with numerical simulations in relation to SARS-CoV-2 transmission by inhalation indoors - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753520302630#b0125>