

Leitfaden zum Gebrauch von CO₂-Sensoren zur Verbesserung von Luftqualität und Infektionsschutz in Innenräumen

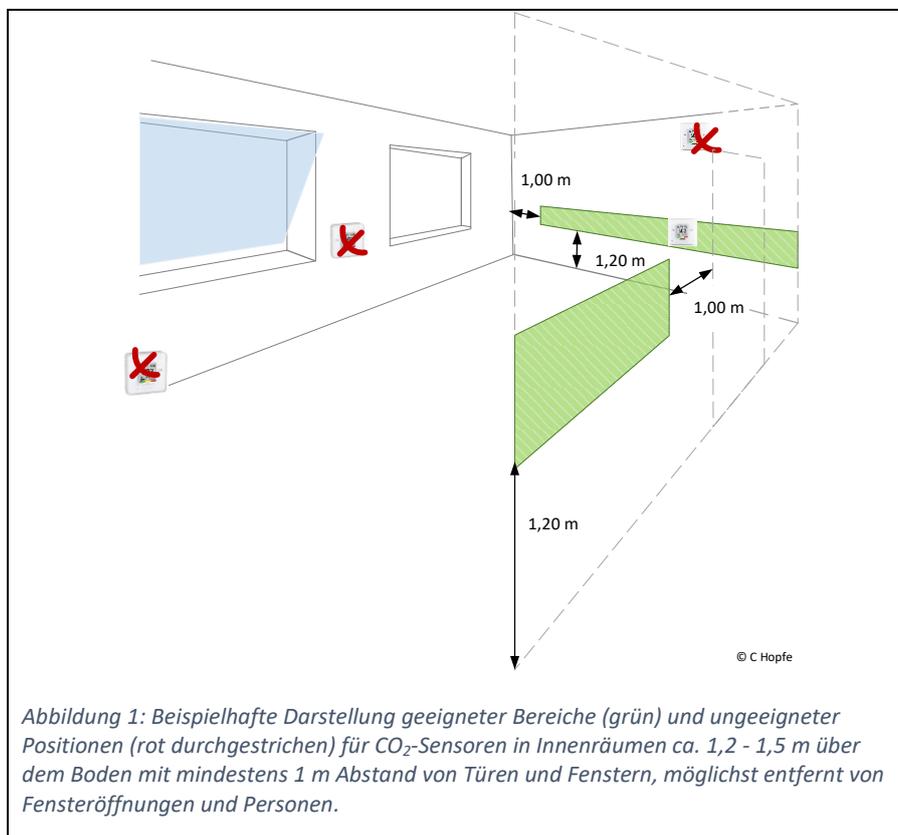
Version 1.0

Erstellt von (alphabetisch gereiht): Christina J. Hopfe, Thomas Klimach, Robert S. McLeod, Ulrich Pöschl.

Unterstützt durch (alphabetisch gereiht): Arne Bathke, Raphael Berger, Andreas Bergthaler, Thomas Czypionka, Jakob-Moritz Eberl, Ulrich Elling, Gerry Foitik, Nikolaus Forgó, Anita Gottlob, Ingomar Gutmann, Beate Jahn, Peter Klimek, Sylvia Kritzinger, Herwig Ostermann, Niki Popper, Andrea Schmidt, Barbara Schober, Stefan Thurner, Michael Wagner.

- Die vorliegenden Empfehlungen wurden für die Erhöhung von Luftqualität und Infektionsschutz in Innenräumen erstellt, insbesondere für Klassenräume, Seminarräume und ähnliche Aufenthaltsräume. Sie können analog auch auf andere Innenräume übertragen werden, deren Lüftungsbedarf durch zeitlich begrenzte Aufenthalte von Personengruppen und deren Atmungsaktivität bestimmt wird (z.B. Büros und Warteräume).
- Verwenden Sie CO₂-Sensoren nach Möglichkeit in allen Räumen, wo sich Personengruppen aufhalten, da die CO₂-Konzentration ein Indikator für den Anteil verbrauchter Atemluft an der Raumluft und für die Belastung mit potentiell infektiösen Atemaerosolen ist.
- Versuchen Sie, die niedrigstmögliche CO₂-Konzentration in der Raumluft aufrechtzuerhalten. Je näher die Innenraum-CO₂-Konzentration am Außenluftwert liegt (ca. 420 - 450 ppm), desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, ausgeatmete Aerosole von anderen Personen einzuzatmen, und das damit verbundene Infektionsrisiko.
- Laut Arbeitsschutzregeln sollte die CO₂-Konzentration in Innenräumen einen Leitwert von 1000 ppm nicht überschreiten. Nach aktuellen Studien und Empfehlungen sollte die CO₂-Konzentration unter 800 ppm gehalten werden, um das Wohlbefinden, die Leistungsfähigkeit und den Lernerfolg zu fördern. **Wenn der Sensor über ein einstellbares Ampelsystem verfügt, sollten die Ampelstufen wie folgt eingestellt werden: < 800 ppm = grün; 800 - 1000 ppm = gelb; > 1000 ppm = rot.**
- Montieren Sie den CO₂-Sensor nicht direkt neben geöffneten Fenstern, Türen oder Zuluftöffnungen, da dies zu nicht repräsentativen Messwerten führt. Der Sensor sollte weit entfernt von der Frischluftzufuhr in Atemhöhe beim Sitzen (ca. 1,2 - 1,5 m über dem Boden) und nicht direkt im Atemluftstrom von Personen platziert sein – z.B. auf einem Schreib- bzw. Arbeitstisch in ausreichender Entfernung von dessen Benutzern (ca. 1 m Abstand) oder mittig an einer Innenwand gegenüber den Fenstern (siehe Abbildung 1).
- Überprüfen Sie vor der Verwendung eines CO₂-Sensors, ob dieser ordnungsgemäß funktioniert. Der Sensor sollte mindestens jede Minute einen neuen Messwert liefern, und seine Kalibrierung sollte regelmäßig überprüft werden. Dies kann durch vollständiges Öffnen eines Fensters und Platzieren des Sensors im Außenluftstrom erfolgen, wo er etwa 420 - 450 ppm (+/- 50 ppm) anzeigen sollte. Wenn der Sensor unter 370 ppm oder über 500 ppm anzeigt, nachdem er 15 Minuten lang frischer Außenluft ausgesetzt war, muss er möglicherweise neu kalibriert werden. Beachten Sie die Herstellerangaben zu Kalibrierung und Messgenauigkeit auch im Hinblick auf mögliche Abweichungen in höheren Lagen (Höhenkompensation). Nutzen Sie nach Möglichkeit die manuelle Kalibrierfunktion des Sensors.

- Bei natürlicher Belüftung (Fensterlüften) ist es erforderlich, während der Nutzung kontinuierlich einen CO₂-Sensor zu betreiben. Da der Lüftungserfolg und die CO₂-Konzentration in natürlich belüfteten Räumen stark von den Wetterbedingungen und dem Benutzerverhalten abhängen (Außentemperatur, Wind, Atemaktivität und Anzahl der Personen im Raum), reicht es nicht, wenn in einem Raum mit Hilfe eines Sensors ein bestimmtes Lüftungsverhalten einstudiert wird, und dieses dann ohne Sensor versucht wird beizubehalten.
- **Während der Nutzung ist kontinuierliches Fensterlüften bzw. Dauerlüftung durch Kippfenster oder spaltbreit geöffnete Drehfenster besonders gut geeignet, um die empfohlenen CO₂-Werte einzuhalten.** Die erforderliche Intensität des Dauerlüftens (Anzahl und Größe der Fensteröffnungen) kann mit CO₂-Sensoren kontrolliert werden und variiert stark mit den Temperaturunterschieden zwischen Raumluft und Außenluft.
- Wenn die empfohlenen CO₂-Konzentrationswerte überschritten werden, kann Stoßlüftung ergänzend oder alternativ zur Dauerlüftung verwendet werden. Stoßlüften ist jedoch weniger effizient als kontinuierliches Lüften und kann in Kälteperioden zu verstärkter Zugluft und Unbehaglichkeit führen. Die erforderliche Dauer und Häufigkeit des Stoßlüftens kann mit CO₂-Sensoren kontrolliert werden und variiert stark mit den jeweiligen Fensteröffnungsflächen und Temperaturunterschieden zwischen Raumluft und Außenluft.
- Nur wenn die CO₂-Konzentration nicht überprüft werden kann, empfiehlt sich das Belüftungsschema der 20-5-20-Regel. Dies bedeutet, dass der Raum alle 20 Minuten für ca. 5 Minuten durch weit geöffnete Fenster stoßgelüftet wird (ergänzend oder alternativ zu Dauerlüftung). Der Lüftungserfolg dieses Schemas hängt jedoch stark von den Wetterbedingungen ab (Außentemperatur, Wind). Die Messung der CO₂-Konzentration stellt ein wesentlich sichereres Maß für ausreichende Belüftung dar und wird daher empfohlen.
- Wenn der Raum an einen Korridor anschließt, sorgen Sie dafür, dass Innentüren grundsätzlich geschlossen bleiben, um zu vermeiden, dass möglicherweise kontaminierte Luft im gesamten Gebäude umgewälzt wird (unabhängig von der verwendeten Lüftungsmethode).



Referenzen und weiterführende Informationen

- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAUA), ASR A3.6 Lüftung, 2018.
www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/pdf/ASR-A3-6.html
- Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Positionspapiere des Arbeitskreises Innenraumluft, 2022. www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/luft/innenraum/arbeitskreis.html
- CovEd - Verbesserte SARS-CoV-2-Raumbelüftungsprotokolle für natürlich belüftete Büro-, Seminar- und Klassenräume, 2022. www.coved.tugraz.at
- Empfehlungen und Grundregeln für den Infektionsschutz gegen die Übertragung von SARS-CoV-2/COVID-19 in Schulen, Future Operations Platform, Version 1.1, 6. Januar 2022.
futureoperationsat/fileadmin/user_upload/k_future_operations/FOP_GrundregelnSchule_2022_06_01pdf_2022.
- Exner M. et al., Stellungnahme der DGKH zu Lüftungskonzepten in Schulen als Teil eines Bündelkonzeptes unter Berücksichtigung von Wirksamkeit, Nachhaltigkeit und Kosten, Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene, 2022.
www.krankenhaushygiene.de/pdffdata/2022_07_11_Stellungnahme-Luftreinigung-COVID-V2.pdf
- Helleis F. et al., Vergleich verschiedener Lüftungsmethoden gegen die Aerosolübertragung von COVID-19 und für erhöhte Luftqualität in Klassenräumen: Fensterlüften, Abluftventilatoren, Raumluftechnik und Luftreiniger, Zenodo, 2022, doi.org/10.5281/zenodo.6049289, zenodo.org/record/6049289#.YwfpJHZBxaQ
- Helleis F. et al., Kommentar zu „Anforderungen an Lüftungskonzeptionen in Gebäuden, Teil 1: Bildungseinrichtungen. Empfehlung des Arbeitskreis Lüftung am Umweltbundesamt (2017)“, 2022.
www.ventilation-mainz.de/HelleisKlimach_Kommentar_UBA-2017-2022-09-15.pdf
- McLeod R. S. et al., A multi-layered strategy for COVID-19 infection prophylaxis in schools: a review of the evidence for masks, distancing, and ventilation, Indoor Air, Indoor Air, 32:e13142, 2022.
doi.org/10.1111/ina.13142
- Morawska L. et al., A paradigm shift to combat indoor respiratory infection - Building ventilation systems must get much better, Science, 372, 689, 2021. DOI: [10.1126/science.abg2025](https://doi.org/10.1126/science.abg2025)
- Moriske H. et al., Aktuelle Empfehlungen zur lufthygienischen Prophylaxe in Schulen während der COVID-19-Pandemie, Version 1.1, 14. Dezember 2021. www.mpic.de/5099053/schulbetriebpandemie?c=3477744
- Positionspapier zur Lüftung von Schul- und Unterrichtsräumen – SARS-CoV-2, Arbeitskreis Innenraumluft, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), 8. September 2020.
www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/luft/innenraum/arbeitskreis.html
- Rietschel, H. und Fitzner, K. (Eds.), Raumklimatetechnik: Band 2: Raumluf- und Raumkühltechnik, 16. Ausgabe. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2008.
- Saubere Luft, Initiative Gesundheit Österreich, 2022. www.igoe.at/saubere-luft/
- Tappler P. et al., Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluf: Kohlenstoffdioxid als Lüftungsparameter, Arbeitskreis Innenraumluf am Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 9. November 2017.
www.bmk.gv.at/dam/jcr:e791f304-7dcf-4783-bc5a-af25daa8afb3/Innenraumluf_Richtlinie_Teil7_CO2.pdf
- Umweltbundesamt, Kommission Innenraumlufthygiene, Stellungnahmen und Leitfäden, 2022.
www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/kommission-innenraumlufthygiene