

# B

# THEMENBLATT

# A

# B

# C

# D

# E

## Bewertung von Raumluftqualität und Lüftung anhand des CO<sub>2</sub>-Pegels

Die Norm SIA 180:2014 Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumluftqualität in Gebäuden nennt als generellen Richtwert für CO<sub>2</sub> in genutzten Räumen einen Bereich von 1000 bis 2000 ppm. Daraus lässt sich ableiten, dass die Raumluftqualität in Gebäuden so beschaffen sein sollte, dass in bewohnten bzw. genutzten Räumen der CO<sub>2</sub>-Pegel die obere Limite von 2000 ppm nicht überschreitet. Dies ist vor allem auch für Gebäude mit Fensterlüftung relevant, wo die Lüftung in der Regel nicht kontinuierlich, sondern stossweise erfolgt und der CO<sub>2</sub>-Pegel daher stark schwanken kann.

Für mechanisch gelüftete Gebäude, mit glatteren Verläufen der CO<sub>2</sub>-Pegel, gilt die Norm SIA 382/1:2014 Lüftungs- und Klimaanlage – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen. Sie nennt Raumluftklassen mit den dafür notwendigen Frischluftstraten (Aussenluftvolumenströme). Als Standard für CO<sub>2</sub>-Pegel in Aufenthaltsräumen wie typischen Wohn- und Büroräumen gilt dabei ein Bereich von 1000 bis 1400 ppm bzw. eine Lüftrate von 18 bis 30 Kubikmetern pro Stunde und Person (Raumluftklasse RAL 3). Werden erhöhte Anforderungen an Aufenthaltsräume gestellt, d. h. spezielle Ansprüche an Gerüche, insbesondere für neu eintretende Personen, gilt CO<sub>2</sub>-Pegel < 1000 ppm bzw. eine Lüftrate > 30 m<sup>3</sup>/h pro Person (Raumluftklasse RAL 2).

Ergänzend dazu enthält das Merkblatt SIA 2024:2014 Raumnutzungsbedingungen für die Energie- und Gebäudetechnik die Auslegungskriterien für Lüftungsanlagen bei verschiedenen Nutzungen. Für Schulräume wird eine Lüftrate von 25 m<sup>3</sup>/h pro Person genannt, wenn eine unterstützende Fensterlüftung erfolgt. Ohne unterstützende Fensterlüftung sind es 30 m<sup>3</sup>/h.

Die in den SIA-Normen genannten Anforderungen betreffen in erster Linie die empfundene Raumluftqualität und damit lediglich den Komfort und die Hygiene. Im Rahmen von Untersuchungen des sogenannten «Sick Building Syndrome» hat man schon vor Jahrzehnten zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen an Büroarbeitsplätzen durchgeführt. Daraus zeichneten sich weitere Zusammenhänge deutlich ab: <sup>[12, 13, 14]</sup>

Je besser die Durchlüftung in Innenräumen ist,

- desto weniger häufig treten Klagen über unspezifische Symptome wie Schleimhautreizungen, Kopfschmerzen, Müdigkeit auf,
- desto weniger ist die Symptomatik bei Personen mit Atemwegserkrankungen wie Asthmatiker beeinträchtigt und
- desto besser ist die Leistungsfähigkeit

Dies wird auf die Raumluftqualität insgesamt zurückgeführt, die je nach Durchlüftung besser oder schlechter ist. <sup>[15]</sup> Neben den Belastungen durch Personen können sich auch vielfältige Ausdünstungen von Materialien, Gegenständen und Geräten in der Raumluft ansammeln. In Büroräumen und vor allem Wohnräumen sind diese relativ gesehen, d. h. im Verhältnis zum Beitrag der Belastungen durch die Belegung, von grösserer Bedeutung als in Schulräumen. <sup>[5, 10]</sup>

Angetrieben von diesen Erkenntnissen haben sich die Forscher in den vergangenen Jahren nun vermehrt den Schulzimmern zugewandt. <sup>[6, 16]</sup> Es wurden Studien durchgeführt, bei denen die intellektuellen Fähigkeiten der Schüler unter unterschiedlichen Lüftungsbedingungen und damit bei unterschiedlich stark verunreinigter Raumluft untersucht wurden. Und sie bestätigten die von Büroarbeitsplätzen bereits bekannten Befunde: Es gibt heute eindeutige Belege, dass sich die intellektuelle Leistungsfähigkeit der Schüler bei guter Durchlüftung des Schulzimmers verbessert. <sup>[1]</sup> Gute Luft verkürzte die Reaktionszeit für richtige Antworten. Zum Beispiel lösten Schülerinnen und Schüler in standardisierten Tests mehr Rechenaufgaben pro Zeiteinheit. Sie erbrachten signifikant bessere Leistungen in Addition, Zahlenvergleichen, Grammatik, Lesen und Verstehen. Die Fehlerquote hingegen blieb meist unverändert. <sup>[17, 18, 19]</sup> In den methodisch besten bisher verfügbaren wissenschaftlichen Studien betragen die Verbesserungen bis zu 15%. <sup>[1]</sup> Zudem wiesen weitere Studien auf eine bessere Atemwegsgesundheit und auf weniger Absenzen hin. Symptome wie Müdigkeit, Schleimhautreizungen und Kopfschmerzen traten seltener auf. Schülerinnen, Schüler und Lehrpersonen mit asthmatischen und allergischen Erkrankungen hatten bei guter Luft deutlich weniger Beschwerden.

Bei der gesundheitlichen Bewertung von Raumluftqualität/CO<sub>2</sub> und Lüftung gibt es – im Gegensatz zu einer toxikologischen Bewertung eines einzelnen Raumluftschadstoffes – keine klare Trennlinie zwischen unschädlich und schädlich; der Übergang ist fließend. Der verfügbare Stand der wissenschaftlichen Kenntnisse zeigt aber klar, dass die Forderungen in den bestehenden Bau- und Lüftungsnormen richtig sind und unbedingt eingehalten werden sollten.

So hat der Ausschuss für Innenraumluftrichtwerte des deutschen Umweltbundesamtes nach eingehender Sichtung der wissenschaftlichen Literatur eine Empfehlung zur hygienischen Bewertung der Kohlendioxidkonzentration in Innenräumen publiziert, die sich mit dem in der SIA-Norm 180 genannten Richtwertebereich deckt: Konzentrationen unter 1000 ppm gelten als «hygienisch unbedenklich», Konzentrationen zwischen 1000 und 2000 ppm als «hygienisch auffällig» und Konzentrationen über 2000 ppm als «hygienisch inakzeptabel». <sup>[20]</sup>

Basierend auf den verfügbaren wissenschaftlichen Kenntnissen zu Raumluftqualität, Gesundheit und intellektueller Leistungsfähigkeit und unter Berücksichtigung der geltenden SIA-Normen für Raumluftqualität und Lüftung empfiehlt das Bundesamt für Gesundheit BAG:

- 1. Überschreitungen eines CO<sub>2</sub>-Pegels von 2000 ppm sind so weit wie möglich zu vermeiden.**  
Bei regelmässigen Überschreitungen sollen Sofortmassnahmen zur Verbesserung der Lüftungssituation getroffen werden.
- 2. Für gesunde Raumluft und gute Lernbedingungen soll der CO<sub>2</sub>-Pegel in Schulräumen stets unterhalb von 1400 ppm liegen.**  
Bei Schulhausneubauten und -sanierungen soll ein Lüftungskonzept umgesetzt werden, mit dem dieses Ziel erreicht werden kann.

Die Empfehlung setzt voraus, dass keine wesentlichen Schadstoffbelastungen oder Geruchsbelastungen durch Baustoffe, Einrichtungen oder Geräte bestehen. Diese Einflüsse auf die Raumluftqualität sollen primär nicht mit erhöhter Lüftung, sondern durch Massnahmen an der Quelle minimiert werden. Wo dies aber aufgrund der Nutzung nicht oder nur beschränkt möglich ist, z. B. in Werkräumen oder Computerräumen, sind entsprechend höhere Lüftungsraten zu planen.

In seiner neuen Wegleitung zur Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz (ArGV 3, Gesundheitsvorsorge) sieht das Staatssekretariat für Wirtschaft SECO vor, die Klassierung der Luftqualität gemäss Norm und die Beurteilung aus gesundheitlicher Sicht bei verschiedenen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in einer Tabelle übersichtlich zusammenzufassen.

Demnach wird die Innenraumluftqualität in belegten Räumen anhand des CO<sub>2</sub>-Gehalts wie folgt kategorisiert (Abb. 316–1):

CO <sub>2</sub> -Gehalt in der Raumluft [ppm]	Klassierung der Luftqualität nach Norm SN546382/1	Luftqualität (CO <sub>2</sub> ): Begrifflichkeit «Gesundheitsschutz»
≤ 1000	«hoch» bis «mittel» RAL 1 + RAL 2	<b>gute bis sehr gute Luftqualität<sup>1</sup></b> Hygienisch unbedenklich
> 1000–1400	«mässig» RAL 3	<b>mässige Luftqualität</b> zunehmende Häufigkeit von Symptomen wie Müdigkeit, Reizungen, Konzentrationsstörung
> 1400–2000	«niedrig» RAL 4	<b>niedrige Luftqualität</b> erhöhte Häufigkeit der oben genannten Symptome und zunehmende Leistungsbeeinträchtigung
> 2000	–	<b>hygienisch inakzeptable Luftqualität</b> Gesundheitsstörungen möglich  Handlungsbedarf bei 2000 ppm (Spitzenwert) in natürlich belüfteten Räumen: → Stoss- bzw. Querlüften → bessere Raumbelüftung prüfen  mechanisch belüftete Räume: nicht tolerierbare Konzentrationen: → technische Überprüfung der Anlage, Auslegung und Planung usw.

Abb. 316–1: Raumluftkategorisierung (RAL = Raumluftqualität) Begriffe nach Norm SN 546382/1 und Gesundheitsschutz «Pettenkofer»-Zielwert.<sup>1</sup>

Anmerkung zum «Pettenkofer»-Zielwert: Bereits vor 160 Jahren hat der deutsche Hygieniker Max von Pettenkofer den «Kohlensäuregehalt» bzw. Kohlendioxidgehalt der Raumluft bestimmt und die für eine gute Raumluftqualität notwendige Lüftung erforscht. Er untersuchte insbesondere die Lüftung in Krankenhäusern. Aus seinen Erfahrungen mit gemessenen CO<sub>2</sub>-Gehalten und Aussagen bzw. Klagen von Personen zur Qualität der Luft leitete er als Empfehlung ab, dass in Räumen für den beständigen Aufenthalt wie Wohnungen, Spitälern, Alters- und Pflegeheimen, die Luft nicht mehr als 1 Promille (1000 ppm) CO<sub>2</sub> «als Folge der Respiration und Perspiration der Menschen» enthalten solle.<sup>[21]</sup>