CiK SOLUTIONS

IMPROVING QUALITY

CO_2 -

Ein wichtiger Indikator für die Raumluftqualität

www.cik-solutions.com

CO_2 - Ein kurzer Überblick

Bei Kohlendioxid, Kohlenstoffdioxid oder kurz CO_2 handelt es sich um eine chemische Verbindung aus Sauerstoff und Kohlenstoff. Kohlendioxid ist ein farb- und geruchloses Gas und ist, in geringer Konzentration, ein natürlicher Bestandteil der Luft.

Ohne Kohlenstoffdioxid gäbe es keine Photosynthese, dadurch gäbe es kein Pflanzenwachstum, was bedeutet, dass es ohne Kohlenstoffdioxid keine Lebewesen auf der Erde gäbe. CO_2 ist aber nicht nur ein eigentlich wichtiges Gas für Mensch und Umwelt. Es ist außerdem ein Treibhausgas, dessen hohe Konzentration in der Atmosphäre die Temperaturen steigen lässt und zum Treibhauseffekt, beziehungsweise zur globalen Erwärmung führt.

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen natürlichem und zusätzlichem Kohlendioxid. Außer dem natürlichen Vorkommen in der Atmosphäre und in der Luft entsteht CO_2 bei der Atmung von Mensch und Tier, der Reifung von Obst und Gemüse, es wird von Vulkanen produziert und entsteht bei Verrottung. Das sogenannte zusätzliche CO_2 ist anthropogen (durch den Menschen verursacht) bedingt und wird schon seit Anbeginn der Industrialisierung der Umwelt zusätzlich zugefügt. Beispielsweise bei Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Energieträgern, wie Kohle, Gas oder Öl. Auch Autoabgase enthalten Kohlendioxid. Außerdem wird manchen Getränken CO_2 zugefügt. Im Gegensatz zu Bier und Sekt, bei denen sich Kohlenstoffdioxid bei der Gärung natürlich bildet, wird bei Limonaden und Sodawasser das CO_2 zugesetzt, um einen Erfrischungseffekt beim Konsumenten zu erzielen.

Der **CO_2-Gehalt** in der Luft wird in parts per million (Anteile pro Million), kurz **ppm**, oder in Prozent (%), beziehungsweise Volumenprozent (Vol.-%) angegeben.

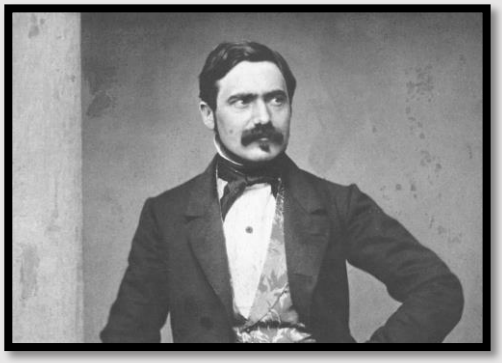
Zu Beginn der Industrialisierung lag ein durchschnittlicher Wert von 0,028 % in der Außenluft, das entspricht 280 ppm (parts per million). Dieser Wert stieg zu Beginn erst langsam und dann immer schneller an. Heute misst man in ländlichen Gebieten etwa 350 ppm, in kleinen Städten 375 ppm und in Städtezentren bis zu 440 ppm CO_2-Gehalt in der Außenluft. Dabei ist der Gehalt von Kohlenstoffdioxid in der Luft auch immer abhängig von der Tages- und Jahreszeit.

Nach China und den USA ist Europa drittgrößter Kohlendioxidproduzent. Allein Deutschland ist für 1/5 der EU-Emissionen an CO_2 verantwortlich.

Abgesehen von der zusätzlichen CO_2-Emission durch die Industrie ist es interessant, einen Blick auf den CO_2-Ausstoß des Menschen zu werfen. Dieser setzt auf ganz natürlichem Weg CO_2 frei. Eine Person atmet bei sitzender Tätigkeit im Schnitt ca. 15-20 Liter Luft pro Stunde aus und versetzt ihr dadurch mehr als die hundertfache Menge an CO_2. Pro Tag summiert sich der Ausstoß von Kohlenstoffdioxid einer einzigen Person auf die Menge, die ein Kleinwagen auf einer Strecke von zehn Kilometern ausstößt.

CO_2 als Indikator für die Raumluftqualität

Aufgrund des Klimawandels und jüngster Vorkommnisse ist CO_2 seit einigen Jahren vor allem in der Politik ein heikles und viel diskutiertes Thema. Aber CO_2 ist sich nicht nur im Freien in der Erdatmosphäre, sondern auch in Gebäuden und Innenräumen vorhanden. Es ist wichtig, CO_2 nicht nur als großen Faktor des Treibhauseffektes, der globalen Erwärmung oder bekannten Skandalen zu betrachten, sondern den Blick auch auf eine andere Ebene, den Alltag, zu richten und dem Thema CO_2 in Innenräumen ausreichend Beachtung zu schenken. Denn auch in diesem alltäglichen Bereich gilt es, die Werte zu überwachen und zu kontrollieren, denn sie sind ein ausschlaggebender Faktor für die Energieeffizienz in Gebäuden, die Sicherheit aber auch die menschliche Gesundheit. Schließlich hält sich ein durchschnittlicher Mensch aus den industrialisierten Staaten Europas, egal ob bei der Arbeit oder im Privaten, in Gebäuden, genauer gesagt, in Innenräumen, auf. Sowohl in privaten Wohn- und Aufenthaltsräumen wie auch in öffentlichen Gebäuden, wie Schulen, Kitas, Krankenhäusern, Bibliotheken, Gaststätten, Fitnessstudios, Sporthallen, oder in anderen Veranstaltungsräumen, am Arbeitsplatz und in Büroräumen. Eines haben alle diese Gebäude und Innenräume gemeinsam. Überall wo sich Menschen aufhalten, wird geatmet und damit CO_2 ausgestoßen.



Max von Pettenkofer machte aus der Hygiene eine Wissenschaft und gilt somit als erster Hygieniker Deutschlands. Bereits in der Mitte des 19. Jahrhunderts beschäftigte er sich mit der Qualität der Raumluft und machte eine zu hohe Kohlenstoffdioxidkonzentration als eine der Faktoren für niedrige Luftqualität in Innenräumen aus. Lange Zeit galt die sogenannte Pettenkoferzahl, 1.000 ppm (0,1 %), als Indikator und Grenzwert für gute Raumluftqualität. Noch heute dient sie als wichtige Zielgröße. Denn ab dieser Menge können bereits Merkmale von Unwohlsein durch zu viel CO_2-Konzentration in der Luft, wie Kopfschmerzen, Konzentrationsschwäche und Müdigkeit auftreten.

Je nach Anzahl, der in den Räumen befindlichen Personen kann die Raumluftqualität erheblich und rapide abnehmen. Der eigentliche Sauerstoffgehalt in der Luft beträgt im Normalfall 21 %, der von CO_2 deutlich weniger, etwa 0,04 %. (400 ppm) Schon allein durch eine einzige Person kann der CO_2-Gehalt in der Luft innerhalb von 45 Minuten von der genannten Menge auf 1.000 ppm ansteigen. Der Kohlendioxidgehalt in der Luft würde damit durch lediglich eine Person auf die von Max von Pettenkofer empfohlene Maximalmenge von 1.000 ppm ansteigen.

Bereits ab einer Menge von 1.000 ppm empfinden 20 % der Menschen die Raumluft als unbefriedigend. Lange Zeit galt die sogenannte Pettenkofer-Zahl als Zielgröße und Maßstab für ausreichende Raumluftqualität. Heute unterscheidet man jedoch etwas differenzierter: Die

Europäische Norm EN 13779 bewertet die Konzentration von CO_2 in Innenräumen in vier Qualitätsstufen (siehe Tabelle 1). Als hygienisch inakzeptabel gilt die Raumluftqualität ab 2.000 ppm.

Die Menge des CO_2-Gehalts in Innenräumen hängt von verschiedenen Faktoren ab. Man unterscheidet dabei zwischen biotischen und abiotischen Faktoren. Im Grunde hängen die CO_2-Konzentration und die damit eng verbundene Raumluftqualität von folgenden Umständen ab:

- Raumbelegung,
- Raumgröße,
- Belüftungssituation,
- Zeitdauer der Raumnutzung,
- Anzahl der Personen,
- Aktivität der Nutzer.

Höhere Konzentrationen sind außerdem möglich durch:

- Rauchen von Tabak,
- Kerzen,
- offene Öl- und Gasleuchten,
- offene Flammen,
- technische Anlagen, die CO_2 ausstoßen,
- Gärungsvorgänge.

CO_2 Gehalt in ppm	CO_2 in %	Qualitätsstufe
Unter 800	< 0,08 %	Hohe Raumluftqualität
800 - 1.000	0,08 - 0,1 %	Mittlere Raumluftqualität
1.000 - 1.400	0,1 - 0,14 %	Mäßige Raumluftqualität
Über 1.400	> 0,14 %	Niedrige Raumluftqualität

Tabelle 1

Mögliche Auswirkungen von CO_2 auf Arbeit und Gesundheit

Schadstoffe, wie Kohlenstoffdioxid in der Atemluft stellen eines der fünf größten Risiken für die öffentliche Gesundheit dar. Sie führen zu Beschwerden wie Unwohlsein, Konzentrationsschwäche und Produktivitätsverlust. Diese Symptome treten bereits auf, lange bevor man schlechte Luft, beziehungsweise eine zu hohe CO_2-Konzentration in der Atemluft bewusst wahrnimmt. Je nach Intensität der Nutzung eines Raumes steigt die Menge an Kohlenstoffdioxid in der Raumluft an und verschlechtert die Qualität dieser erheblich. Der menschliche Körper benötigt Sauerstoff, um richtig zu funktionieren, zu viel CO_2 in der Atemluft behindert den Körper an der Aufnahme von Sauerstoff. Hinreichende Qualität, mit Hilfe durch Überwachung von Raumluft innerhalb von Gebäuden, ist daher von großer Notwendigkeit.

Denn eine zu hohe CO_2-Konzentration kann Folgen haben. Schon ab einem Wert von 1.200 – 1.500 ppm kann sich, je nach Person und Befindlichkeiten, das allgemeine Wohlergehen enorm verschlechtern und es können Beschwerden wie Schläfrigkeit, Unaufmerksamkeit, Verringerung der Konzentration oder Kopfschmerzen auftreten, bei ansteigendem Kohlenstoffdioxidgehalt kann sich schließlich auch die Atemfrequenz und das Atemzugsvolumen erhöhen. Zu viel CO_2 in der Raumluft führt an Arbeitsplätzen, Schulen und Kitas zu höheren Fehlzeiten. Diesen lässt sich durch verstärktes Lüften und Monitoring mit Klimaanlagen oder Luftfiltern entgegenwirken. Für das Ermitteln des CO_2-Gehalts in der Luft gibt es spezielle Messgeräte, die bei Bedarf auch Alarm schlagen können. Durch einen regelmäßigen Luftaustausch in den Räumen steigt die Leistung sowohl von Arbeitnehmer*innen als auch von Schüler*innen nachweislich wieder an.

Mit dem Kohlendioxidgehalt steigt auch das Ansteckungsrisiko. Wo eine hohe CO_2-Konzentration herrscht, befinden sich besonders viele Keime. Wissenschaftler untersuchten das Ansteckungsrisiko bei einer Grippe, dabei waren 30 Personen für vier Stunden in einem Klassenraum, in welchem eine Person eine akute Grippe hatte. Das Ergebnis bestätigte eine höhere Ansteckungsgefahr bei zu hohem CO_2-Level. Bei 1.000 ppm steckten sich fünf Personen an, bei 2.000 ppm bereits zwölf und bei 3.000 ppm wurden 15 Personen angesteckt.

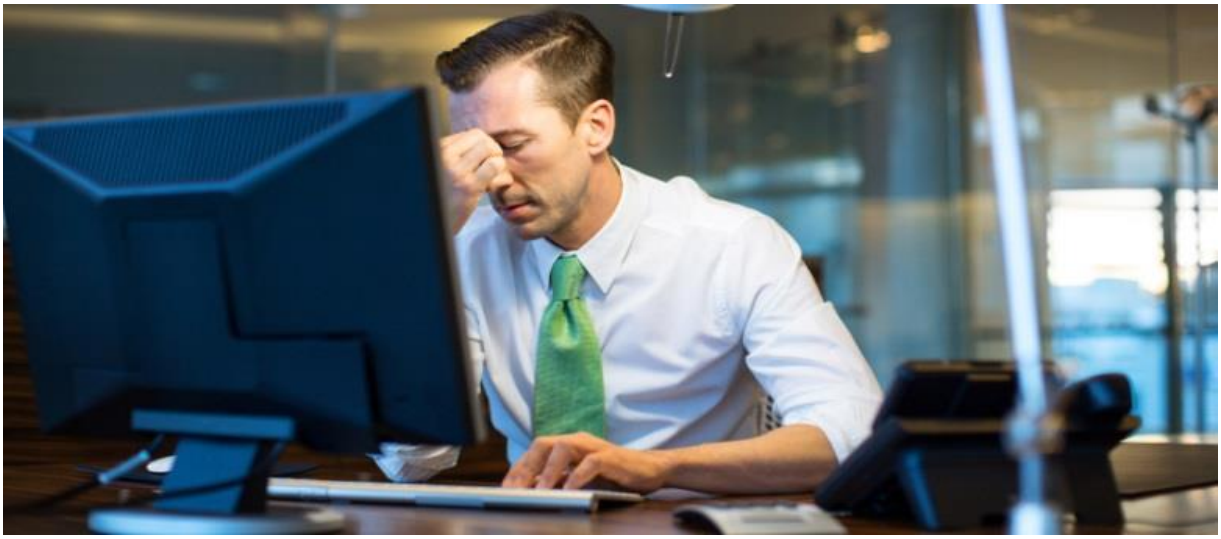
Zu viel CO_2 in der Raumluft kann aber nicht nur zu starken Kopfschmerzen, Leistungsabfall, Konzentrationsschwäche, vermehrten Ansteckungen und erhöhter Atemfrequenz führen. Eine zu hohe Konzentration kann für den Menschen durchaus gesundheitlich bedenklicher und noch gefährlicher werden. Bei über 100.000 ppm kann es zu Übelkeit und Erbrechen bis hin zu Atemnot oder gar Bewusstlosigkeit kommen. Steigt die Menge an CO_2 in der Raumluft auf über 200.000 ppm an, kann dies im schlimmsten Fall zum Tod führen. Die Auswirkungen von zu viel Kohlendioxid in der Luft waren schon früh bekannt. Bereits Bergleute waren sich möglicher Gefahren bewusst und nahmen sich zum Schutz eine Kerze mit unter Tage. Erlosch diese, war dies ein Anzeichen für ein zu hohes CO_2-Level (ca. 100.000 ppm) und die Kumpel wussten, dass sie sich in Lebensgefahr begeben würden, denn bereits diese Menge an Kohlenstoffdioxid in der Luft kann zu Bewusstlosigkeit führen.

CO_2 ist zwar nicht alleiniges Kriterium für eine gesundheitliche Bewertung, allerdings handelt es sich um einen wichtigen Indikator für die Gesamtsituation.

CO_2-Konzentrationen und mögliche Auswirkungen

CO_2-Konzentration in ppm	
200.000	Schnell eintretende Bewusstlosigkeit; Tod
100.000	Übelkeit, Bewusstlosigkeit, Erbrechen; Erlöschen einer Kerze
30.000	Atemfrequenz und Atemzugvolumen erhöhen sich
6.000	Gesundheitlich bedenklich; Belastung sollte nur kurzzeitig sein; weitere Befindlichkeitsstörungen treten auf
5.000	Max. Arbeitsplatzkonzentration; begrenzter Aufenthalt von max. 8 Stunden täglich
2.000	Die Gefahr einer Ansteckung erhöht sich
1.500	Max. Innenraumrichtwert Müdigkeit und Schläfrigkeit können einsetzen
1.000	Behaglichkeitsgrenze nach Pettenkofer lufthygienisch noch akzeptabel
600-800	Hohe Raumluftqualität
350-450	Frische, natürliche Umgebungsluft

Sick-Building-Syndrom (SBS)



Beim Sick-Building-Syndrom handelt es sich um gebäudebezogene Gesundheitsstörungen, oder übersetzt um „krankmachende“ Gebäude. Es beschreibt Krankheitssymptome bei Personen, die scheinbar im Zusammenhang mit längeren und Öfteren Aufenthalten in einem bestimmten Gebäude stehen. Hauptsächlich sind davon Menschen betroffen, die in Bürogebäuden und Büroräumen tätig sind. Man spricht von einem Verdacht auf das Sick-Building-Syndrom, wenn bei mindestens 15 bis 20 % der Beschäftigten ähnliche gesundheitliche Beschwerden auftreten, die nach Verlassen des Gebäudes bald abnehmen, vor allem bei längerer Abwesenheit, dann aber wieder auftreten oder zunehmen, sobald man sich wieder in diesem Gebäude befindet. An SBS erkranken häufiger Frauen als Männer. Auch wenn keine absoluten Zahlen vorliegen, leiden Schätzungen zufolge etwa 400.000 Menschen in Deutschland an Überempfindlichkeiten, die auf das Sick-Building-Syndrom schließen lassen.

Die Ursachen und Beschwerden der Patient*innen sind zumeist unspezifisch, können also auch bei anderen Krankheitsbildern auftreten. Sie scheinen aber mit längeren Aufenthalten am Arbeitsplatz zusammenzuhängen. Diese Zusammenhänge konnten bisher jedoch nicht klar bestätigt werden. Mögliche Anzeichen des Sick-Building-Syndroms sind:

- Reizungen von Augen, Nase und Rachen,
- Dauerschnupfen,
- Hautirritationen,
- Husten,
- Schwindel,
- Kopfschmerzen,
- unspezifische Reaktionen, wie Überempfindlichkeit,
- allergieähnliche Zustände.

Beim Sick-Building-Syndrom ist nicht ganz klar, ob die Einflüsse des Gebäudes wirklich zu den oben genannten Befindlichkeitsstörungen führen, denn die Bedingungen sind vergleichsweise ungenau. Genauer gesagt: Es werden zwar Schadstoffe gemessen, die Konzentration dieser liegt jedoch innerhalb tolerierbarer Werte und es konnte bisher keine Kausalität zwischen Schadstoffen und dem Phänomen SBS festgestellt werden.

Die Ursachen des Sick-Building-Syndroms können verschiedene Gründe haben. Diese können chemischer, physikalischer, biologischer oder auch psychologischer Natur sein. Diesen kann man etwa die Beleuchtung, Baumaterialien, mikrobielle Verunreinigungen, Schimmel, Staub, den Stresspegel, flüchtige organische Verbindungen und Gase, Heizungen, Klimaanlagen, etc. unterordnen. Aber auch mangelhafte Qualität der Raumluft, ungenügender Luftaustausch, sprich eine zu hohe Konzentration von CO_2 in den Innenräumen, wie auch das Raumklima im allgemeinen können mögliche Gründe für ein auftretendes Sick-Building-Syndrom sein.

Für eine Verbesserung der Raumluftqualität, bezogen auf die Verbesserung der CO_2-Konzentration in den Innenräumen empfehlen sich unter anderem folgende leicht umzusetzende Maßnahmen:

- regelmäßiges und ausreichendes Lüften, mehrmals täglich Querlüftung,
- Raumpflegeprodukte, vor allem mit Duftstoffen, sparsam verwenden,
- Laserdrucker- und Kopierer zentral, in belüfteten Räumen aufstellen
- Türen bestenfalls geöffnet halten, Zugluft aber vermeiden,
- Zimmerpflanzen aufstellen, Keimbelastung dadurch aber nicht ausgeschlossen.

Raumluftqualität in Schulgebäuden und Klassenräumen

Verschiedenste Faktoren können Schüler*innen während des Unterrichts sowohl positiv als auch negativ beeinflussen. Einer dieser Faktoren kann zum Beispiel die angemessene Beleuchtung eines Klassenraums sein. Aber nicht nur geeignete Lichtquellen beeinflussen das Lernverhalten und die Aufnahmefähigkeit positiv, sondern auch ein angemessener Kohlenstoffdioxidgehalt in der Atemluft ist ein Faktor, um optimale Lernbedingungen zu schaffen. Diesen kann man mit Hilfe von einfachen Messgeräten aufzeichnen und auswerten.

In Schulklassen ohne Ventilation beziehungsweise ohne Luftaustausch steigt die Menge an CO_2 in der Luft der Klassenräume im Laufe einer Schulstunde im Durchschnitt um 1.500 ppm. Je nach Ausgangspunkten erreichten die Werte in Schulräumen am Ende einer Unterrichtseinheit zwischen 1.900 und 3.300 ppm. Nach einer Doppelstunde sogar bis zu 2.500 ppm und nach mehreren Schulstunden, zwischen denen nicht ausreichend und angemessen gelüftet wurde, erreichten Klassenzimmer bis zu 5.000 ppm an CO_2-Gehalt, was überdurchschnittlich schlechte Werte für die Raumluftqualität sind.

Die Folgen von zu viel Kohlenstoffdioxid in den Innenräumen des Schulgebäudes sind verminderte Konzentrationsfähigkeit und Müdigkeit der Schüler*innen, bis hin zu höheren Fehlzeiten. Ein Anstieg von 1.300 - 1.400 ppm pro Unterrichtsstunde kann zu einem Anstieg von Fehlzeiten zwischen 10 - 20 % führen, da sowohl Befindlichkeitsstörungen auftreten aber ebenso ein höheres Risiko von Ansteckung besteht. Die CO_2-Konzentration steht zudem in Abhängigkeit zum Alter der Schüler*innen. Ältere Jahrgangsstufen empfinden die Situation zumeist als noch schlechter als jüngere Schüler*innen.

Eine Studie weist außerdem den Zusammenhang von Luftqualität und Leistung nach. Je geringer der Luftaustausch im Klassenraum war, desto signifikant schlechter waren die Ergebnisse eines Mathetests. Im Umkehrschluss zeigt sich jedoch auch, dass eine höhere Lüftungsrate die Leistung positiv beeinflusst und Fehlzeiten um 10 - 17 % mindert.

Bei der Lüftungsfrequenz spielt auch die Jahreszeit eine Rolle. Es wurde nachgewiesen, dass in der kühleren Jahreszeit meist große Lüftungsdefizite entstehen, da aufgrund von niedrigeren Außentemperaturen weniger gelüftet wird und die CO_2-Werte, auch durch vermehrtes Heizen, in den Innenräumen somit weiter ansteigen können.

In den über 40.000 Schulen in Deutschland wurden vor einigen Jahren vereinzelt Kohlenstoffdioxidmessungen und Analysen durchgeführt, die in den meisten Fällen eher unbefriedigend ausfielen. In München und Umgebung lag die CO_2-Konzentration während 82 % der Unterrichtszeit bei über 1.000 ppm. Der Höchstwert, welcher während der Heizperiode gemessen wurde, lag bei 5.359 ppm. In Berlin führte die CO_2-Überwachung zu ähnlichen Ergebnissen, hier lagen die Überschreitungen eines angemessenen CO_2-Levels bei 80 %, der Spitzenwert, welcher ebenfalls in der Heizperiode gemessen wurde, lag bei 6.000 ppm. Auch in Erfurt fanden Messungen von Kohlendioxid in Klassenräumen statt, welche 86 % Überschreitungen und einen Höchstwert von 4.998 ppm aufzeichneten.

Problematisch ist die Tatsache, dass die Ergebnisse der Menge an CO_2 in der Luft schlechter sind, je neuer oder besser renoviert ein Gebäude ist. Denn ein neue oder neu renovierte Gebäude sind zwar besser isoliert und erfüllen die energetischen Vorgaben, lassen jedoch weniger Zugluft durchdringen und haben dichtere Fenster, die besser schließen. Außerdem werden die Fenster zur Sicherheit oftmals so gebaut, dass sie sich nicht oder nicht ganz öffnen lassen und lediglich Kipplüftung möglich ist, damit niemand hinausstürzen kann. Einen wirkungsvollen Luftaustausch, der den CO_2-Gehalt der Luft senkt und somit die Innenraumluftqualität verbessert, kann man damit nicht erreichen.

Als Vorbild für die Überwachung von CO_2 und der somit eng verbundenen Verbesserung der Qualität der Raumluft gilt Skandinavien. Dort wurden bereits alle Schulen mit Lüftungsanlagen ausgestattet, die die CO_2-Konzentration in den Gebäuden messen und für einen angemessenen Luftaustausch sorgen.

Regelungen und Richtlinien

Festgelegte, rechtsverbindliche Regelungen für einen bestimmten oder maximalen CO_2-Wert in Innenräumen gibt es in Deutschland und Europa nicht. Dafür gibt es aber verschiedene Richt-, Orientierungs- und Zielwerte für die maximale Konzentration an Kohlenstoffdioxid, die in Innenräumen herrschen soll. In Deutschland gilt ein hygienischer Richtwert von 1.500 ppm für die Menge an CO_2 in der Raumluft. Dabei wird aber nochmals nach dem Alter der im Raum befindlichen Personen unterschieden.

Generell gilt als Richtwert, dass ab einer Konzentration von 1.000 ppm CO_2 in der Raumluft gelüftet werden sollte, ab 2.000 ppm jedoch gelüftet werden muss, um eine angemessene Qualität der Raumluft zu erreichen und zu gewährleisten. Es findet ein unzureichender Luftwechsel statt, wenn die Konzentration mehrmals täglich einen Wert von 2.000 ppm überschreitet. Ein Grenzwert für den Arbeitsplatz ist mit 5.000 ppm angegeben, der jedoch nicht erreicht werden sollte.

Andere Länder, andere Sitten, andere Raumluftrichtlinien.

Überwiegend in Skandinavien gibt es eine Reihe an Richtlinien und Empfehlungen zum CO_2-Gehalt in der Raumluft beziehungsweise zur Lüftung von Gebäuden. Diese Richtlinien enthalten unter anderem auch Vorgaben zur Höhe der CO_2-Konzentration in Innenräumen. In Finnland beispielsweise sollte der Wert an Kohlendioxid in Innenräumen bei normalen Wetterbedingungen und üblicher Nutzung nicht über 1.200 ppm ansteigen. In Norwegen und Schweden soll sich in Wohnräumen, Büros und Schulen maximal eine Menge von 1.000 ppm CO_2 in der Luft befinden. Dänemark regelt dies ebenso, schließt jedoch die Wohnräume in den Richtlinien aus. Auch in Großbritannien gibt es besondere Regelungen für die CO_2-Konzentration in Innenräumen. Hier darf die Luft (in Sitzhöhe) eine Höhe von 1.500 ppm an CO_2 nicht überschreiten. Zudem muss man jederzeit in der Lage sein, die Kohlenstoffdioxidmenge auf 1.000 ppm abzusenken.

Generell gilt: Um das Wohlbefinden zu gewährleisten und die Gesundheit nicht zu gefährden sollte durch CO_2-Monitoring den in den Räumen befindlichen Personen die Möglichkeit geboten werden, die CO_2-Werte selbst zu überprüfen. So können auf schnellem und unkompliziertem Wege, Maßnahmen ergriffen werden, um die Raumluftqualität wieder zu verbessern.

Gründe für die CO_2-Überwachung

Zu viel Kohlenstoffdioxid wird von vielen Menschen in Innenräumen und Gebäuden oftmals nur als „verbrauchte Luft“ wahrgenommen, denn nur durch Messgeräte oder andere Hilfsmittel, lässt sich das besagte Gas messen und nachweisen. Obwohl es immense Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und das Wohlbefinden hat, nimmt man eine zu hohe Konzentration in der Atemluft nicht bewusst wahr. Anzeichen können Leistungsabfall, Konzentrationsstörungen, Kopfschmerzen und weitere Symptome sein. Außerdem leiden Ergebnisse und Noten von Schüler*innen darunter und es erhöht die Fehlzeiten von Arbeitnehmer*innen und Schüler*innen immens. Messungen, die weltweit an den verschiedensten Orten durchgeführt wurden, ergaben Werte in Gebäuden und Innenräumen von unter 1.000 ppm bis hin zu CO_2-Levels über 6.000 ppm. Die meisten davon liegen offensichtlich deutlich über dem empfohlenen Höchstwert von 1.400 ppm in Innenräumen.

Um eine angemessene Raumluftqualität zu gewährleisten, sollten CO_2-Überwachungen in Gebäuden und Innenräumen in Betracht gezogen werden, sowohl in Büroräumen, Klassenzimmern, Kitas, Krankenhäusern, Fitnessstudios und anderen öffentlichen Gebäuden, wie auch in privaten Wohnräumen und -häusern. Für CO_2-Messungen in Gebäuden und Innenräumen gibt es verschiedenste Möglichkeiten. Für die Messungen und zusätzlich automatischen Luftwechsel bei zu hohem CO_2-Gehalt in der Raumluft empfehlen sich Lüftungsanlagen oder -automatiken. Aber es geht auch einfacher, kostengünstiger und rentabler: Verschiedene Messgeräte wie Datenlogger sind handlich und lassen sich oft ganz einfach wie ein Thermometer an einer Wand befestigen. Sie messen verschiedene Parameter in der Raumluft, wie CO_2 aber auch Temperatur und Luftfeuchtigkeit kontinuierlich, schlagen gegebenenfalls Alarm und zeigen die Qualität der Atemluft in den Gebäuden an. Neueste Techniken ermöglichen das Ablesen der Messungen und die Auswertung der Daten mit mobilen Endgeräten. Die Ergebnisse und anschauliche Diagramme lassen sich bei Bedarf schnell und unkompliziert downloaden. Mit Hilfe der Messgeräte lassen sich zu hohe oder gar schädliche Konzentrationen von CO_2 und anderen Faktoren in der Luft schnell erkennen und eröffnen den Personen, die sich in den Gebäuden und Räumen befinden somit die Möglichkeit zu handeln, und Symptomen von unzureichender Raumluftqualität entsprechend entgegenzuwirken.

Nicht nur in öffentlichen und privaten Gebäuden und Innenräumen macht es Sinn, CO_2-Werte zu überwachen. Ein kontinuierliches Monitoring empfiehlt sich überall dort, wo die Überwachung von CO_2 nützlich, hilfreich oder nötig ist, zum Beispiel in Tiefgaragen, Tunnels, Gewächshäusern, Lagern, Inkubatoren, etc.

Literaturverzeichnis

Bischof, Wolfgang; Bullinger-Naber, Monika; Kruppa, Boris, et al.: Expositionen und gesundheitliche Beeinträchtigungen in Bürogebäuden. Ergebnisse des ProKlimA-Projektes. Stuttgart 2004.

Bundesgesundheitsbelehrung, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz: Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft. Berlin 2008.

Damberger Bernhard; Greml Andreas; Hutter, et al.: Bewertung der Innenraumluft. Kohlenstoffdioxid als Lüftungsparameter. Wien 2017.

Helmer, Jan Peter: Raumluftqualität CO2 – Grenzwerte.<https://helmertech.wordpress.com/willkommen/information/raumluftqualitaet-co2-grenzwerte/> (10.04.2019)

Merkel, Broder J.; Hoyer, Mandy: CO2 – der Atem unserer Erde. Freiberg.

Nachtigall, Detlef: Luftqualität im Klassenraum - "schlechte Luft" während des Unterrichts. Hamburg 2007. <http://luftqualitaet-schule.blogspot.com/2007/11/luftqualitt-im-klassenraum-schlechte.html>(10.04.2019)

Oehler, Stefan: Das Konzept der „ganzheitlichen Sanierung“ für die Gebäude der Zukunft. Wiesbaden 2018.

Straff, Wolfgang: Krank durch krankmachende Räume? (Sick Building Syndrom, SBS und Multiple Chemische Sensivität, MCS). UBA 2017.

Witthauer, Jürgen; Horn, Herwarth; Bischof, Wolfgang: Raumluftqualität: Belastung, Bewertung, Beeinflussung. Karlsruhe 1993.

Bildquellen

Titelseite: iStock, Urheber: oneinchpunch, Bild-ID: #527046822

Seite 3: Franz Hanfstaengl creator QS:P170,Q647812 (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Max_von_Pettenkofer2.jpg), „Max von Pettenkofer2“, bearbeitet, https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/legalcode

Seite 5: Fotolia, Urheber: kasto, Bild-ID: #67844411

Seite 7: iStock, Urheber alvarez, Bild-ID: #4760902

Seite 9: iStock, Urheber: monkeybusinessimages, Bild-ID: #515273342

Seite 11: iStock, Urheber: seraficus, Bild-ID: #118435672