

Raumlftmonitoring

DICKE LUFT – NEIN DANKE!

Ideale Balance zwischen
Lufthygiene und Energieeffizienz



Optimierung der Raumlftqualität
und Steigerung der Energieeffizienz



Stand: 11.04.2019
Angaben trotz sorgfältiger Ausarbeitung ohne Gewähr
© Copyright and related rights by AFRISO-EURO-INDEX

150
JAHRE
 AFRISO

AFRISO-EURO-INDEX GmbH
Reichshofstraße 7a
AT - 6890 Lustenau
T +43 / (0)55 77 / 8 32 55
F +43 / (0)55 77 / 8 63 22
office@afriso.at - www.afriso.at

Technik für Mensch und Umwelt

Abgasanalysesysteme • Gasmess- und Warnsysteme • Füllstandmess- und Regelgeräte • Heizungszubehör
Heizungsregelungen • Lecküberwachungssysteme • Manometervollsortiment • Thermometer • Thermostate

„Bei Maßnahmen zur weiteren Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden sollte den klimatischen und lokalen Bedingungen sowie dem Innenraumklima und der Kosteneffizienz Rechnung getragen werden.“

(Zitat aus der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – EPBD recast)

Raumlufthttp://www.afriso.at/monitoring

(CO₂-, Temperatur- und Feuchteüberwachung)

Kontrolle und Optimierung der Raumlufthttp://www.afriso.at/qualität und Energieeffizienz

Inhalt	Seite
A Raumlufthttp://www.afriso.at/monitoring – kurze Zusammenfassung	3
B Raumlufthttp://www.afriso.at/monitoring – Beschreibung der Kriterien - Formulierung der Problematik - Die wichtigsten lufthygienisch relevanten Parameter - Studien zum Einfluss von CO ₂ auf kognitive Fähigkeiten - Lüftungsqualität - Abdeckung gesetzlicher Vorgaben	4
C Aspekte für das Raumlufthttp://www.afriso.at/monitoring - Ziel - Nachhaltigkeit - Kosten/Nutzen - Produkte zur Kontrolle und Optimierung der Raumlufthttp://www.afriso.at/qualität und Energieeffizienz	10
D Raumlufthttp://www.afriso.at/sensor Afriso CAPBs sens AQ36 - Beschreibung, technische Details	12
E Tipps, Maßnahmen	12
F Wissenswertes über Kohlendioxid CO₂	13

Ausarbeitung: Johann Kegele, Elektrotechniker, Experte für Gasmess- und Warngeräte
Erstfassung 2008 – aktualisierte Fassung 11.04.2019

Quellenverzeichnis: Bewertung der Innenraumlufthttp://www.afriso.at/, CO₂ als Lüftungsparameter – BMLFUW, 2017-11
 Grenzwerteverordnung 2018 – GKV 2018
 Richtlinie 2010/31/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden
 (*Energy Performance of Buildings Directive – EPBD recast*)
 US-Studie – Green buildings and cognitive function, 2015 - ehp.1510037
 US-Studie – Is CO₂ an Indoor Pollutant?, 2012 - ehp.1104789
 OIB-Richtlinie 3 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz 2015
 (bautechnische Vorschrift für Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz in Österreich)
 Wegweiser für eine gesunde Raumlufthttp://www.afriso.at/ – BMLFUW, 2017-07
 Lüftung am Arbeitsplatz, Merkblatt M910 - AUVA
 Weltgesundheitsreport 2002 - WHO
 Development of WHO Guidelines for Indoor Air Quality
 Ottawa-Charta zur Gesundheitsförderung
 Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa
 Wikipedia, die freie Enzyklopädie
 Werksunterlagen, Bilder und Grafiken - AFRISO-EURO-INDEX GmbH, Lustenau

A Raumluf-Monitoring - kurze Zusammenfassung



Vitalität ohne gesunde Raumluf ist undenkbar, nur ausreichende Frischluftzufuhr sichert Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit. Dabei gilt es, die ideale Balance zwischen gesunder Raumlufqualität und geringem Energieeinsatz bzw. Lüftungsverlust zu erzielen!

Energiesparende Bauweise und gesunde Raumlufqualität sollen keine Gegensätze sein. Immer wichtiger werden deshalb die Überwachung der Raumlufthygiene und energieeffiziente Lüftungsmaßnahmen. Was für den Anwender ein gesundheitsförderliches Raumklima bewirkt, unterstützt auch effektiven Energieeinsatz bei Heizung, Klimatisierung und Lüftung.

Ein guter Gesundheitszustand ist eine wesentliche Bedingung für soziale, ökonomische und persönliche Entwicklung und ein entscheidender Bestandteil der Lebensqualität. Für Gesundheit, Wohlbefinden sowie beste Konzentrations- und Leistungsfähigkeit ist ein gesundheitsverträgliches Raumklima von größter Bedeutung. Nicht nur in der Schule und am Arbeitsplatz, besonders bei Freizeit und Erholung zählt die Raumlufthygiene zu den wichtigsten Faktoren für mehr Vitalität.

Die Energieeffizienz von Gebäuden wird durch optimale Gebäudeisolierung erhöht. Durch hochwirksame Gebäudedämmung und Abdichtungen erfolgt jedoch oft nur noch geringer Luftaustausch. Wie Messungen zeigen, erreicht die Raumlufqualität bei unzureichender Lüftung sehr rasch bedrohliche Werte.

So wie der vom Menschen verunreinigte Luftanteil in Räumen steigt, erhöhen sich auch die Konzentrationen von Luftschadstoffen aus den Baumaterialien und Einrichtungsgegenständen (z.B. Kohlendioxid, Gerüche, Allergene, Biozide, Tabakrauch, Formaldehyd, flüchtige organische Verbindungen, usw.). Oft sind schon kleinste Mengen an Schadstoffen gefährlich. Schlechte Raumluf kann sogar zu dauerhaften Gesundheitsschäden führen. Luft ist bekanntlich das wichtigste Lebensmittel, deshalb ist besonders auf gute Luftqualität in Aufenthaltsräumen zu achten.

Die Empfindlichkeit von Menschen gegenüber Luftschadstoffen ist individuell sehr verschieden. Aufenthalt in Räumen mit erhöhter CO₂-Konzentration verringert etwa die kognitive Leistungsfähigkeit. Manche Personen reagieren schon auf geringste Mengen von Schadstoffen mit Unbehagen, Befindlichkeitsstörungen wie z. B. Beeinträchtigungen der Atemwege, Kopfschmerzen, Müdigkeit, Schlafstörungen oder auch Allergien. Diese Symptome sind Warnsignale für die Gefährdung der Gesundheit und können auch Vorboten krankhafter Veränderungen sein.

Besonders in der Heiz- und Kühlsaison gilt es, die optimale Balance zwischen idealer Raumlufthygiene und geringem Energieeinsatz zu erreichen!

Die Überwachung von Luftqualitäts-Parameter unterstützt effektive Lüftungsmaßnahmen und dient zusätzlich der Optimierung des persönlichen Wohlbefindens, fördert das Leistungsvermögen sowie die Vitalität.

Die Kontrolle des Raumklimas sichert effektive, energiesparende Lüftung, Klimatisierung und Heizung. Ebenso lassen sich Rückschlüsse auf die Wirksamkeit automatischer Lüftungssysteme oder der Gebäudedämmung ziehen. Auch belastende Situationen durch ungünstige Luftfeuchtigkeits- und Temperaturwerte (Schimmelpilzgefahr) werden erkennbar. So können auch Gebäudeschäden verhindert werden.



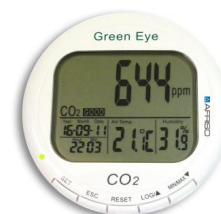
CAPBs[®]
sens AQ36
CO₂-Sensor
gemäß
EN 50543
inkl. rel.
Feuchte,
Temperatur

 Bluetooth[®]

CO₂ ist ein idealer Indikator für die Güte der Raumluf und den damit verbundenen Befindlichkeitsstörungen oder Leistungsreduktionen!

Afriso CAPBs[®] sens AQ36 zur professionellen Kontrolle und Dokumentation der Raumlufthygiene bei Wohnbau, Arbeitsräumen und öffentlichen Einrichtungen

Raumlufmonitor **SenseLife** zur Kontrolle der Luftgüte bei häuslicher Verwendung in Innenräumen



Raumlufmonitor
Afriso SenseLife
CO₂, °C, rel. Feuchte

Frischluf tanken - wenn die Lufthygiene in Räumen nur schwer optimiert werden kann, ist zum Ausgleich schädlicher Folgen geringer Luftqualität jedenfalls ausreichende Schonzeit an frischer Luft anzuraten.

B Raumluf-Monitoring - Beschreibung der Kriterien

Energieeinsparung und Ressourcenschutz sind eine aktuelle Notwendigkeit. Im Sinne der Energieeffizienz von Gebäuden werden deshalb Energieverluste durch dichte Gebäudehüllen gesenkt. Durch hochwirksame Gebäudedämmung und Abdichtungen erfolgt jedoch nur noch sehr geringer natürlicher Luftaustausch.

Die rasch zunehmende Kohlendioxid- und Schadstoffbelastung in Räumen verschlechtert die Lufthygiene. Auch die Luftfeuchtigkeit und Raumtemperatur liegen sehr häufig außerhalb der Idealwerte.

Formulierung der Problematik

Den größten Teil ihres Lebens verbringen die Menschen in Innenräumen. Wie Messungen sehr deutlich zeigen, sind sie dort jedoch sehr häufig miserabler Luftqualität ausgesetzt. Sogar der MAK-Wert von CO₂ (maximale Arbeitsplatzkonzentration) wird bei alltäglichen Menschenansammlungen oft überschritten.

Ein Erwachsener atmet je nach Art seiner Aktivität zwischen ca. 15 und 100 Liter CO₂ pro Stunde aus, zusätzlich entstehen Ausdünstungen und Gerüche. So wird die Raumlufgüte durch die Nutzer selbst wesentlich beeinflusst.

Schadstoffe aus den Baumaterialien und Einrichtungsgegenständen (Sick Building Syndrom – SBS, z.B. krebserzeugendes und mutagenes Formaldehyd) sowie ungünstige Temperatur- und Luftfeuchtigkeitswerte belasten das Raumklima zusätzlich.

Schlechte Innenluft führt zu signifikanten Leistungs- und Befindlichkeitsstörungen wie verminderte kognitive Performance, Müdigkeit, Kopfschmerzen, Trockenheitsgefühl oder Reizung der Nase, Rachen und Augen. Nicht selten werden Asthma, Erkältungen oder weitere Krankheiten durch schlechte Lufthygiene ausgelöst bzw. negativ beeinflusst (Multiple Chemical Sensitivity - MCS).

Beispiele für den Schadstoffcocktail in Innenräumen und die Wirkung auf den Menschen	
CO₂ (Kohlenstoffdioxid) Quellen: Menschen, Haustiere, Abgase, Verbrennungsprodukte	Indikator für vom Menschen verunreinigte Raumluf , Beeinträchtigung der kognitiven Leistungsfähigkeit, narkotische Wirkung
Allergene Quellen: Hausstaub, Schimmelpilzsporen, Pflanzen, Tierepithelien, Baumaterialien, Latex	Schleimhaut- und Bindehautentzündung, Schnupfen, allergisches Asthma
Gerüche Quellen: Möbel und Fussbodenlacke, Körpergeruch, Naturstoffe, Abflussrohre, undichte Gebäude, Duftöle	Geruchsbelästigung, Befindlichkeitsstörungen möglich, Stressfaktor
Biozide (PCP, Lindan, Pyrethroide) Quellen: Holzschutzmittel, Schädlingsbekämpfung, Lacke, Teppiche, Elektroverdampfer („Gelsenstecker“)	Kopfschmerzen, Übelkeit, Schädigung des Nervensystems, bei PCP u. U. auch Leberkrebs
Formaldehyd Quellen: Tabakrauch, Spanplatten und Holzwerkstoffe, Dispersionskleber, Lacke, Desinfektionsmittel	Reizung der Augen und der Atemwege, Unwohlsein, Kopfschmerzen, krebserzeugend und mutagen!
Tabakrauch Quellen: Zigaretten, Zigarren, Pfeifen	Herz- Kreislauf- und Atemwegserkrankungen, Lungenkrebs, Asthma
VOC (Flüchtige Organische Verbindungen) Quellen: Lösungsmittel, Farben, Lacke, Kleber, Ausgleichsmassen, Gewerbebetriebe	Geruchsbelästigung, Reizung des Atmungstraktes, Beeinträchtigung des Nervensystems, Befindlichkeitsstörungen, zum Teil krebserzeugend!
Schimmelpilzsporen und -toxine, Bakterien Quellen: Schimmelbildung an Bauteilen, in Klimaanlageanlagen und Luftbefeuchtern	Allergien, Reizungen, Geruchsbelästigung, Infektionen

Nur mit ausreichender Frischluftversorgung können miserable Lufthygiene oder gesundheitsschädliche Schadstoffkonzentrationen vermieden werden!

Die wichtigsten lufthygienisch relevanten Parameter

Temperatur

Der Idealtemperaturbereich variiert je nach Nutzung des Raumes. Eine falsch gewählte Temperatur führt zu mehr Energieverbrauch und beeinflusst die Luftfeuchtigkeit sowie das Wachstum von Krankheitserregern. Je höher die Temperatur, desto höher steigt die Konzentration von ausgasenden Stoffen aus Gebrauchsgegenständen, Möbeln und Bausubstanzen.

Luftfeuchtigkeit

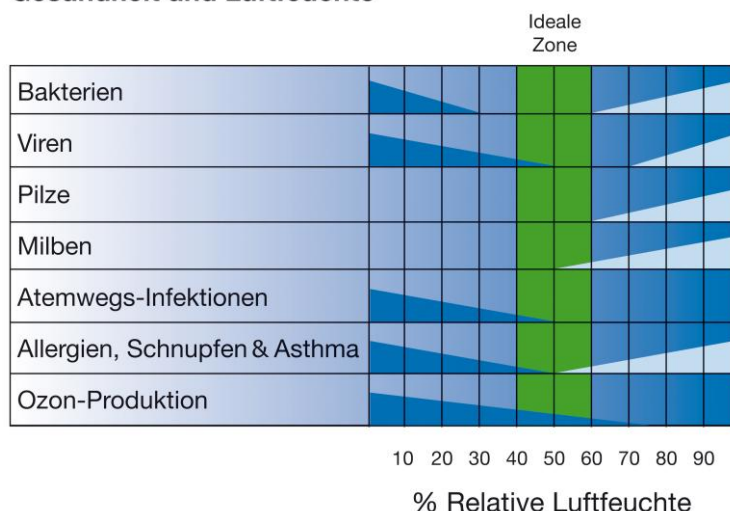
Optimale Werte liegen je nach Raumtemperatur zwischen 40 % und 60 % rel. Feuchte.

Zu geringe Luftfeuchte kann zu Reizungen der Atemwege und Schleimhäute führen. Höhere Werte können zur Bildung von Kondenswasser führen.

Wachstum von Schimmelpilz kann bei Feuchte-schäden in Mauerwerks- und Gebäudestrukturen auftreten, Schimmelpilzwachstum wird zunehmend in Gebäuden beobachtet, die aus energetischen Gründen aufwändig abgedichtet wurden.

Ein Zusammenhang zwischen Atemwegs-symptomen oder Allergien und dem Vor-kommen von Feuchtigkeit oder Schimmel in der Wohnung wurde in zahlreichen Studien gezeigt.

Gesundheit und Luftfeuchte



Kohlendioxid (CO₂)

Kohlendioxid gilt als die wichtigste Leitgröße für die Raumlufthygiene. Die Luftqualität und CO₂-Konzentration in Innenräumen wird durch effektive Lüftungsmaßnahmen beeinflusst.

Kohlendioxid entsteht bei der Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Brennstoffen. Lebewesen geben CO₂ als Stoffwechselprodukt mit der Ausatmung an die Umgebungsluft ab.

Ein Mensch atmet bei geringer Tätigkeit ca. 20 l/h CO₂ aus, dabei belastet er rein rechnerisch rund 20 m³ Raumluft pro Stunde bis zu einem Wert von 1.500 ppm CO₂ (1 ppm = 1 part per million).

5.000 ppm CO ₂ (0,50 Vol%) Maximale Arbeitsplatz-konzentration (MAK-Wert)	CO ₂ -Konzentrationen unter 1.000 ppm (0,1 Vol%) gelten aus hygienischer Sicht als ausreichend. Optimale kognitive Leistungsfähigkeit besteht bei CO ₂ -Werten unter 600 ppm.												
1.400 ppm CO ₂ (0,14 Vol%) Hygienegrenzwert bei Dauer-aufenthalt in Innenräumen	Ab 1.000 ppm, spätestens ab ca. 1.400 ppm (0,14 Vol%) soll bei Aufenthalt in Räumen für Frischluftzufuhr gesorgt werden. Dass dieser Lufthygiene-Richtwert in geschlossenen Räumen sehr rasch überschritten wird, zeigen folgende Näherungswerte:												
≤ 1.000 ppm CO ₂ (0,10 Vol%) Richtwert für hygienische Raumluft (Pettenkoferzahl)	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Wohnzimmer</td> <td>25 m²</td> <td>3 Personen</td> <td>< 2 Stunden</td> </tr> <tr> <td>Büro</td> <td>30 m²</td> <td>4 Personen</td> <td>< 1,5 Stunden</td> </tr> <tr> <td>Klassenzimmer</td> <td>70 m²</td> <td>20 Personen</td> <td>< 1 Stunde</td> </tr> </tbody> </table>	Wohnzimmer	25 m ²	3 Personen	< 2 Stunden	Büro	30 m ²	4 Personen	< 1,5 Stunden	Klassenzimmer	70 m ²	20 Personen	< 1 Stunde
Wohnzimmer	25 m ²	3 Personen	< 2 Stunden										
Büro	30 m ²	4 Personen	< 1,5 Stunden										
Klassenzimmer	70 m ²	20 Personen	< 1 Stunde										
≤ 800 ppm CO ₂ (0,08 Vol%) Zielwert für ideale kognitive Leistungsfähigkeit	Nur ausreichende Lüftung sichert optimale Luftqualität, gleichzeitig werden auch schädliche Bestandteile der Luft (Freisetzungen aus Baumaterialien, Einrichtungs- und Alltagsgegenständen, etc.) nach Außen abgegeben.												
~400 ppm CO ₂ (0,04 Vol%) Frische Außenluft													

1.000 ppm CO₂ als Richtwert für die max. CO₂-Konzentration in Wohn- und Aufenthaltsräumen wurden bereits 1858 vom Hygieniker Max von Pettenkofer vorgeschlagen. Diese Konzentration korreliert mit der Geruchsintensität menschlicher Ausdünstung ebenso wie etwa mit der Menge eines Teils flüchtiger organischer Verbindungen (VOC's).

Wissenschaftliche Studien zeigen einen großen Einfluss der CO₂-Konzentrationen auf die kognitive Fähigkeiten von Menschen

Harvard-Studie 2015 – “Green buildings and cognitive function”

Wissenschaftler an der Harvard Universität in Massachusetts und der Universität von New York in Syracuse berichten im Oktober 2015 in ihrer Publikation von den Auswirkungen verschiedener CO₂-Expositionsszenarien auf die geistige Leistungsfähigkeit.

Die kognitive Leistungsfähigkeit wurde bei 24 Versuchspersonen an 6 verschiedenen Arbeitstagen bei Büroarbeitsbedingungen (9.00 – 17.00 Uhr) getestet. Die Prüfung der kognitiven Leistungsfähigkeit erfolgte mittels Computer-Programm namens Strategic Management Simulation (SMS). Der SMS-Test wird von Experten verwendet, um die Auswirkungen auf die Entscheidungsfähigkeit von verschiedenen Drogen, VOCs, Stress, Überlastung, Schädeltrauma und dergleichen zu ermitteln. Die Teilnehmer werden über ca. 1,5 Stunden mit verschiedenen computergenerierten Alltagsszenarien konfrontiert, die es zu lösen gilt. Dabei werden neun Kompetenzen validiert: Aktivitätsniveau, angewandte Aktivität, fokussierte Aktivität, Aufgabenorientierung, Initiative/Krisenreaktion, Informationssuche, Informationsnutzung, Breite des Ansatzes und grundlegende Strategie.

Dabei wurde festgestellt, dass die Ergebnisse für kognitive Leistungsfähigkeit der Teilnehmer, die in Umgebungen bei max. 600 ppm CO₂ (Green+) arbeiteten, im Durchschnitt doppelt so hoch waren wie Leistungen der Teilnehmer, die bei ca. 950 ppm CO₂-Konzentration gearbeitet haben.

Die Ergebnisse für diejenigen, die in Umgebung mit ca. 750 ppm CO₂ (Green) arbeiteten waren bereits um bis zu 61 % höher als bei ca. 950 ppm CO₂ in der in Raumluft.

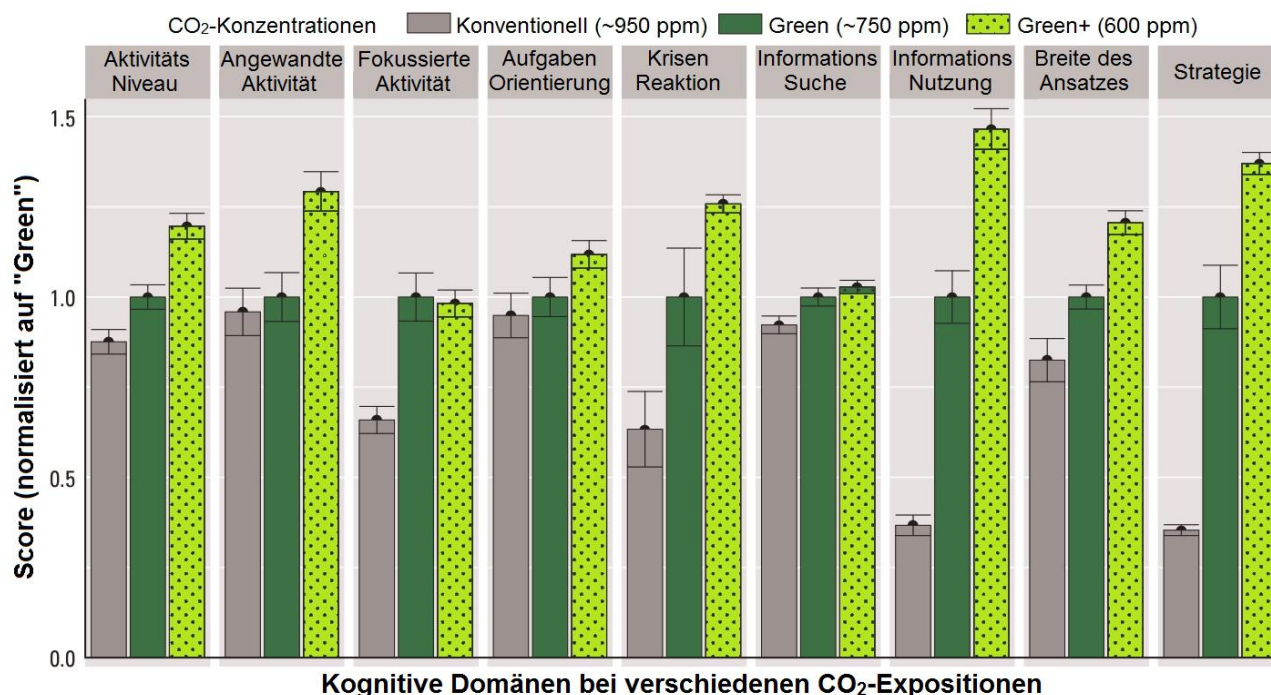


Bild: Kognitive Domänen bei verschiedenen CO₂-Expositionen, Bewertung bezogen auf „Green“ 750 ppm CO₂
 (Quelle: Associations of Cognitive Function Scores with Carbon Dioxide, Ventilation, and Volatile Organic Compound Exposures in Office Workers: A Controlled Exposure Study of Green and Conventional Office Environments - <http://ehp.niehs.nih.gov/15-10037/>)

LBNL- Studie 2012 – “Is CO₂ an Indoor Pollutant?”

Bereits 2012 haben Wissenschaftler des Indoor Environment Department, Lawrence Berkeley National Laboratory in Berkeley (LBNL) und dem Department of Psychiatry and Behavioral Science, Upstate Medical University, State University of New York in Syracuse eine Studie über die Auswirkungen von CO₂ auf die menschliche kognitive Leistungsfähigkeit veröffentlicht.

Zweiundzwanzig Teilnehmer wurden in sechs Gruppen an einem Tag in einer büroartigen Kammer unterschiedlichen CO₂-Konzentrationen bei 600, 1.000 und 2.500 ppm CO₂ bei drei 2,5-stündigen Sitzungen einem SMS-Test ausgesetzt.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die kognitive Leistungsfähigkeit der Teilnehmer, die bei Raumluft mit 600 ppm CO₂-Konzentration arbeiteten, durchschnittlich etwa 15 % höher liegen als die Leistungen bei 1.000 ppm CO₂. Die Ergebnisse der Testteilnehmer waren beim CO₂-Wert von 2.500 ppm in der in Umgebungsluft bereits mehr als die Hälfte geringer als bei 600 ppm CO₂.

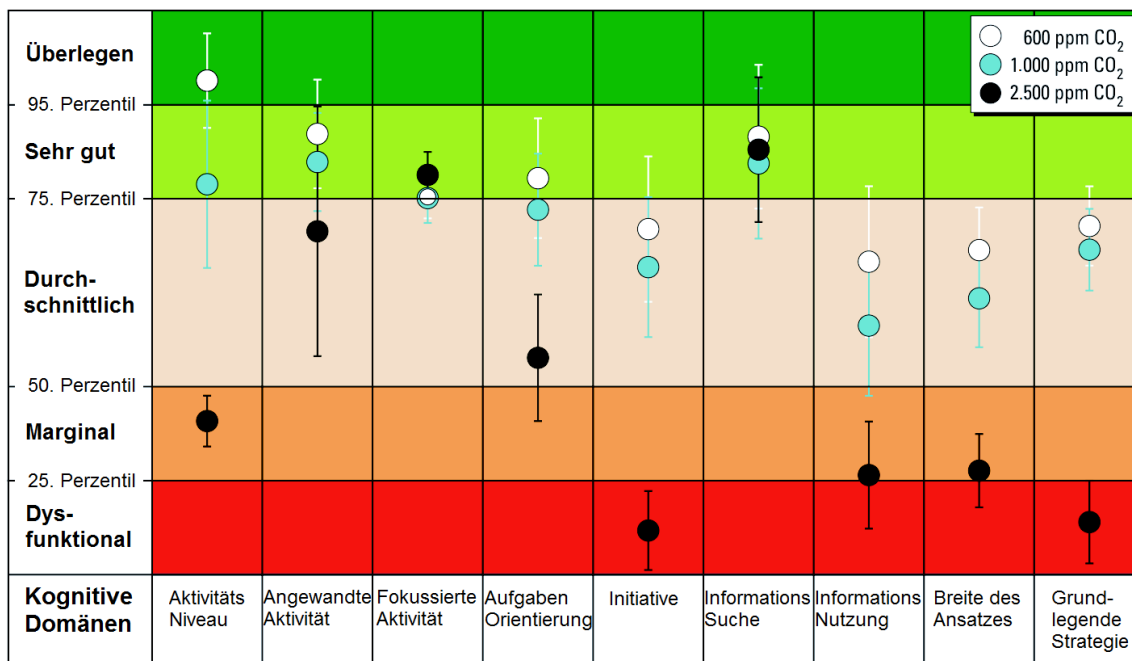


Bild: Kognitive Domänen bei verschiedenen CO₂-Expositionen (Quelle: Is CO₂ an Indoor Pollutant? Direct Effects of Low-to-Moderate CO₂ Concentrations on Human Decision-Making Performance - <http://ehp.niehs.nih.gov/1104789/>)

Raumluftkontrolle - Ideale Balance zwischen Vitalität und Energieeffizienz

Wie die jüngsten wissenschaftlichen Studienergebnisse zeigen, bestehen bei 1.000 ppm CO₂-Konzentration in der Umgebungsluft bereits signifikante Defizite bei der kognitiven Leistungsfähigkeit von Menschen.

Wissenschaftliche Studienergebnisse - Durchschnitt der Scores für kognitive Leistungen			
Harvard-Studie (2015)		LBNL- Studie (2012)	
CO ₂ -Konzentration der Raumluft	Exposition 9.00 – 17.00 Uhr, durchschnittliche Testergebnisse bezogen auf 950 ppm	CO ₂ -Konzentration der Raumluft	Exposition 2,5 Stunden, durchschnittliche Testergebnisse bezogen auf 1.000 ppm
< 600 ppm	~ 203 %	600 ppm	~ 114,9 %
750 ppm	~ 161 %		
950 ppm	100 %	1.000 ppm	100 %
1.400 ppm	~ 99 %	2.500 ppm	~ 53,5 %

Vitalität ohne gesunde Raumluft ist undenkbar, nur ausreichende Frischluftzufuhr sichert Wohlbefinden. Dabei gilt es, die ideale Balance zwischen gesunder Raumluftqualität und geringem Energieeinsatz bzw. Lüftungsverlust zu erzielen.

Dicke Luft – nein danke

Personen, die optimale Atmosphäre für geistige Performance und Vitalität wünschen, sollten in Innenräumen für reichliche Frischluftversorgung mit einem Zielwert möglichst unter 800 besser 600 ppm CO₂ sorgen, dies gilt speziell bei längerem Aufenthalt.

Wird bei nur mäßiger Lüftung nach üblichen Mindeststandards der Energieersparnis der Vorzug gegeben, sollten signifikante Einschränkungen der kognitiven Leistungsfähigkeit und evtl. auch erhöhtes Krankheitsrisiko für die Menschen in diesen Räumen bedacht werden.

Frischluft tanken

Wenn die Lufthygiene in Räumen nur schwer optimiert werden kann, ist zum Ausgleich schädlicher Folgen geringer Luftqualität jedenfalls ausreichende Schonzeit an frischer Luft anzuraten.

Beispiel von CO₂-Messungen in Unterrichtsräumen eines Bundesgymnasiums

Speziell im Hinblick auf ein „ideales Lernklima“, zeigt sich wie wichtig die Überwachung der Raumluftqualität und ausreichende Lüftungsmaßnahmen sind. Beispielhaft dargestellt sind folgende reale Messwerte.

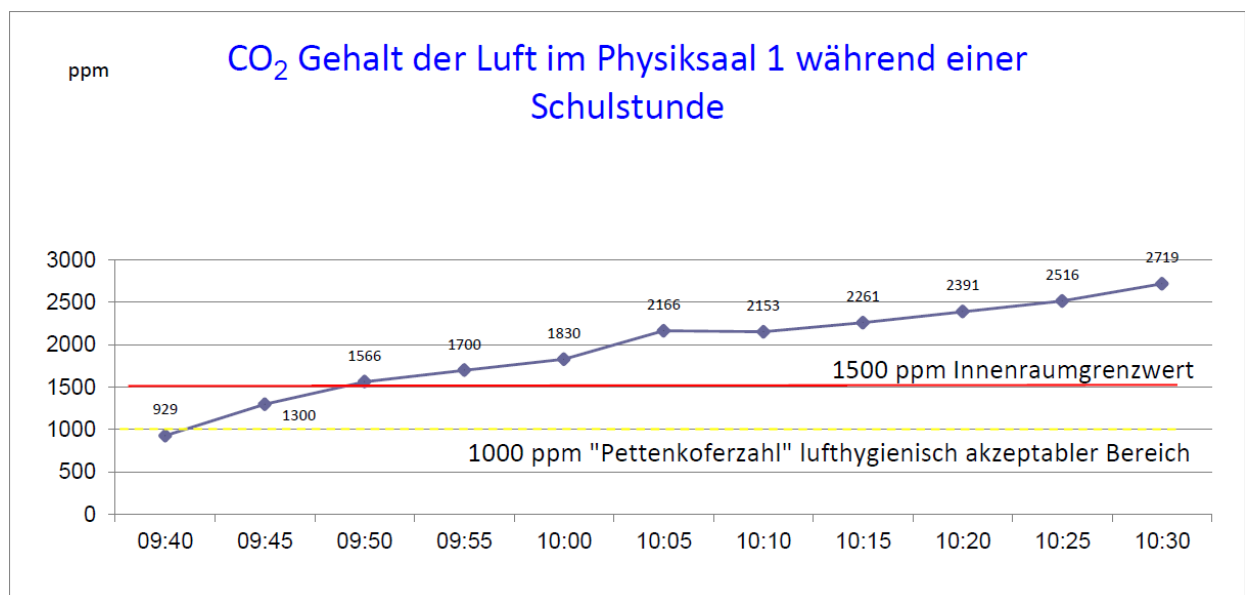
Ort: Physiksaal 1 28.01.2010 (Winter, kalt, Außentemperatur -2°C)

Raumvolumen: 9,20 x 7,90 x 3,10 = 225,30 m³

Personen: 24 SchülerInnen und 1 Lehrperson, Klasse 3e

Situation: Schulsituation 1

In der Pause wurde der PH-Saal gut gelüftet. Während der Stunde wurden die Fenster nie geöffnet.



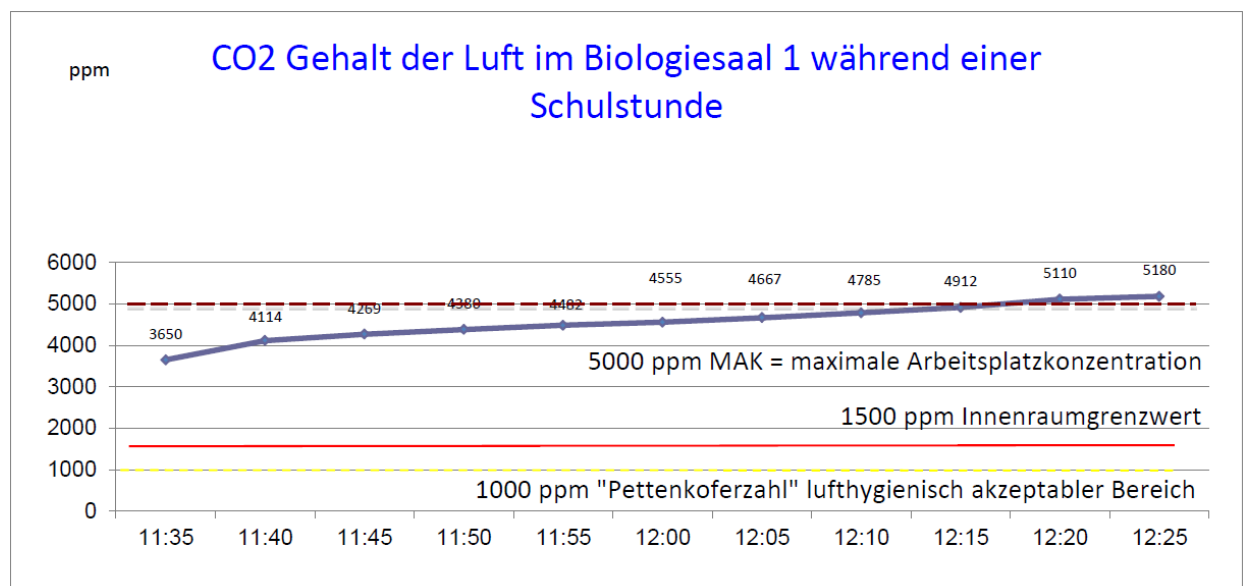
Ort: Biologieraum 1 28.01.2010 (Winter, kalt, Außentemperatur 1°C)

Raumvolumen: 9,20 x 7,90 x 3,10 = 225,30 m³

Personen: 24 SchülerInnen und 1 Lehrperson, Klasse 3e

Situation: Schulsituation 2

In der Pause wurde der BU-Saal nicht gelüftet, eine andere Klasse war davor im Raum. Die Luft war schon "verbraucht". Während der Stunde wurden die Fenster nie geöffnet.



Abdeckung gesetzlicher Vorgaben

Bei Einhaltung der Mindestvorgaben für dauernd von Menschen genutzte Innenräume ist davon auszugehen, dass unter anderem auch folgende gesetzliche Vorgaben in Hinblick auf anthropogene Emissionen erfüllt sind:

- Vorgaben laut § 26 Abs. 1, Arbeitsstättenverordnung – AstV 1998 i.d.g.F. (Auszug):
„Als Arbeitsräume dürfen nur Räume verwendet werden, denen ausreichend frische, von Verunreinigungen möglichst freie Luft zugeführt und aus denen verbrauchte Luft abgeführt wird“.
- Vorgaben laut § 22 Abs. 3, ArbeitnehmerInnenschutzgesetz – AschG 1994 i.d.g.F.:
„In Arbeitsräumen muss unter Berücksichtigung der Arbeitsvorgänge und der körperlichen Belastung der Arbeitnehmer ausreichend gesundheitlich zuträgliche Atemluft vorhanden sein und müssen raumklimatische Verhältnisse herrschen, die dem menschlichen Organismus angemessen sind.“
- Vorgaben der bautechnischen Vorschriften der Länder zur Gewährleistung eines gesunden Raumklimas bzw. für „ausreichende Lüftung“ in Hinblick auf anthropogene Emissionen.

Einem Lüftungskonzept kommt eine zentrale Bedeutung zu – nur damit kann die vor allem bei Neu- und Umbauten zu stellende Frage fachlich begründet beantwortet werden, ob in einem bestimmten Gebäude zusätzlich zur Fensterlüftung mechanische Lüftungsmaßnahmen erforderlich sind oder nicht. Ein Lüftungskonzept bietet den Nachweis, dass die dem Gebäude bzw. den einzelnen Räumen zugeführten Luftvolumina den Erfordernissen der OIB-RL 3 (als Richtwert für die Frischluftzufuhr zu Wohnräumen werden 25 m³ pro Person und Stunde genannt) bzw. den wortgleichen jeweiligen bautechnischen Regelungen der Länder entsprechen.

Als üblicher Richtwert für die Frischluftzufuhr zu Wohnräumen gilt gemäß OIB-Richtlinie 3 (bautechnische Vorschrift für Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz in Österreich) etwa 25 m³ pro Person und Stunde, was bei geringer Raumluftqualität nur ausreicht, wenn nicht geraucht wird, offene Flammen einen eigenen Abzug besitzen, keine flüchtigen Lösungsmittel von Bauprodukten oder Einrichtungsgegenständen abgegeben werden und auch auf geruchsintensive Haushalts- und Hobbychemikalien verzichtet wird.

Im Sinne der Energieeffizienz widerspricht eine ausreichend hohe Frischluftversorgung allerdings dem Ziel eines möglichst niedrigen Luftwechsels. Auf Grund von Energie- und Kostenüberlegungen sollten jedoch keine Abstriche bei der Raumluftqualität und resultierend für Behaglichkeit bzw. Gesundheitsschutz gemacht werden.

CO ₂ -Konzentration Umgebungsluft	Beschreibung der Raumluftqualität	Klassifizierung nach EN 13779 (Vorgabe Lüftungsrate je Person)	Ziel- und Richtwerte gemäß Richtlinie zur Bewertung der Raumluft, aktualisierte Fassung BMLFUW, November 2017 - Arithmetische CO ₂ -Mittelwerte, absolut -	
ca. 400 ppm	übliche Außenluft			
< 800 ppm	hoch	IDA 1 (>54 m ³ /h)	Innenräume für den dauerhaften Aufenthalt	Zielwert ≤ 800 ppm
800 – 1.000 ppm	mittel	IDA 2 (>36 - 54 m ³ /h)	Innenräume für den dauerhaften Aufenthalt bei geistiger Tätigkeit (z.B. Schule), Regeneration (Schlafraum)	Richtwert ≤ 1.000 ppm
1.000 – 1.400 ppm	mäßig	IDA 3 (>22 - 36 m ³ /h)	Allgemeiner Richtwert für Innenräume für dauerhaften Aufenthalt, keine geistige Tätigkeit (z.B. Wohn-, Gast-, Verkaufsraum)	Richtwert ≤ 1.400 ppm
> 1.400 ppm	niedrig	IDA 4 (<22 m ³ /h)	Richtwert für Innenräume mit geringer Nutzungsdauer, Aufenthalt insgesamt max. ½ Stunde / Tag (z.B. Gang, Nebenraum)	Richtwert ≤ 5.000 ppm
> 1.900 ppm	sehr niedrig, unakzeptabel			
> 5.000 ppm	MAK-Wert		Für Nutzung durch Personen nicht akzeptabel	Grenzwert > 5.000 ppm

Tabelle: Bewertung der Innenraumluft, CO₂-Ziel- und Richtwerte

C Aspekte für das Raumluf-Monitoring

- Ziel

Es gilt, die optimale Balance zwischen Raumlufthygiene und Energieeinsatz zu erzielen!

Energieökonomie, Klimaschutz, Schadstoffreduktion und Nachhaltigkeit zählen zu den aktuellen Schwerpunktthemen. Maßnahmenpakete wie z.B. hochwirksame Gebäudedämmung und Abdichtungen führen bei Gebäuden zu weniger Heiz- oder Kühlenergieeinsatz. Ohne maßvolle Lüftung erfolgt jedoch nur noch geringer natürlicher Luftaustausch in Innenräumen. Die rasch zunehmende CO₂- und Schadstoffbelastung in Räumen verschlechtert die Lufthygiene. Nicht selten liegen die Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit außerhalb der Idealwerte. Dabei steigt auch das Risiko von Gesundheitsproblemen für Bewohner.

Im selben Maß wie die Steigerung der Energieeffizienz an Bedeutung gewinnt, soll auch der Schutz der menschlichen Gesundheit beachtet werden. Gesundheit wird von den Menschen in ihrer alltäglichen Umwelt geschaffen und gelebt, dort, wo sie spielen, lernen, arbeiten und leben. Die sich verändernden Wohn-, Lebens-, Arbeits- und Freizeitbedingungen haben entscheidenden Einfluss auf die Gesundheit.

Zugunsten der Energieeffizienz sowie auch der Sicherstellung einer positiven Wirkung auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit ist eine systematische Erfassung der Umfeldeinflüsse und aktives Handeln von entscheidender Bedeutung, besonders bei Lüftungsmaßnahmen während der Heiz- und Kühlsaison.

- Nachhaltigkeit

Durch Kontrolle der Raumluf erhält **jeder Anwender** eine Information über die Lufthygiene sowie Heiz- bzw. Kühlwirkung. Die Überwachung des Raumklimas unterstützt die persönliche Vitalität wie auch kognitive Leistungsfähigkeit und optimiert die Energieeffizienz.

Für Wohlbefinden sowie beste Konzentrations- und Leistungsfähigkeit ist ein gesundheitsverträgliches Raumklima von größter Bedeutung. Nicht nur in der Schule und am Arbeitsplatz, besonders im Wohnbereich zählt die Raumlufthygiene zu den wichtigsten Faktoren für mehr Vitalität.

Bildungsbereich und Arbeitsplatz – dass in Unterrichtsräumen sowie Arbeitsplätzen bereits nach kurzer Nutzungszeit extrem miserable CO₂-Werte gemessen werden, wird in zahlreichen Untersuchungen belegt. Optimale Raumlufthygiene steigert die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit (vermindertes Unfallrisiko, bessere Prüfungsergebnisse), das Risiko von Gesundheitsproblemen und Leistungsdefiziten wird reduziert. Ganz nebenbei werden bei gezielten Lüftungsmaßnahmen die Lüftungsverluste reduziert.

Gesundheit – nicht nur in Wohnungen und am Arbeitsplatz, speziell in gesundheitlich sensiblen Bereichen wie Arztpraxen, Krankenhäusern, Altersheimen, Kindergärten, Erholungsheimen, usw. hat die Raumlufthygiene einen wesentlichen Anteil am Wohlbefinden der Menschen. Ideale Luftwerte fördern Heilung und Gesundheit, gleichzeitig wird die Energieeffizienz bei Heizung und Lüftung optimiert.

Sicherheit – da bei Feuerung oder Bränden stets hohe CO₂-Konzentrationen entstehen (raumlufbetriebene Heizgeräte bei unzureichender Luftzufuhr bzw. undichte Kamine – z.B. Gasgeräte, Ethanol-Brenner, offene Kamine, Kaminöfen), eignet sich CO₂-Messung auch als Indikator von Freisetzungen CO₂-haltiger Rauch- bzw. Abgase.

Ebenso ist die Überwachung von gefährdeten Bereichen möglich (z.B. Weinkeller, Schankanlagen, Pellets- bzw. Hackgutlagerung, Gärtnereien, Getränkeindustrie, etc.) - Hinweis: stets Sicherheitsaspekte beachten.

Energie und Umwelt – Raumlufmonitoring unterstützt den idealen Energieeinsatz bei Heizung, Lüftung und Klimatisierung von Innenräumen. Energieeinsparung reduziert auch Schadstoffe, nützt der Umwelt und kann durch den Anwender rasch realisiert werden.

Gebäude – durch Überwachung des Raumklimas lassen sich Rückschlüsse auf die Wirksamkeit von Heizung, Lüftung und Klimaanlage, sowie der Dämmung ziehen. Kritische Situationen werden sofort erkannt. Gegenmaßnahmen können rasch realisiert werden, das kann Energie sparen und dient zusätzlich auch dem Werterhalt des Gebäudes.

Gesellschaft – ein gesundes Raumklima wirkt sich positiv auf die Leistungsfähigkeit und Gesundheit der Bevölkerung aus. Verbesserte Energiebilanz in privaten und öffentlich frequentierten Innenbereichen reduziert Rohstoff- und Energieeinsatz.

- Kosten / Nutzen



Der moderne und gesundheitsverträgliche Wohnbau ist ohne Berücksichtigung von Energieeffizienzmaßnahmen und Klimaschutzkriterien undenkbar.

Mehr Lebensqualität - vom Einsatz innovativer Produkte und Dienstleistungen profitieren Umwelt, Wirtschaft, Arbeitsmarkt und jede und jeder Einzelne durch geringere Energiekosten und bessere Gesundheit.

Raumklimakontrolle sichert effektive, energiesparende Lüftung, Klimatisierung und Heizung!

Die Kosten eines Raumluftmonitors sind im Vergleich zum erzielbaren Nutzen vernachlässigbar gering. Durch Kontrolle der Raumluft lassen sich Rückschlüsse auf die Effektivität von Heizungs-, Klima-, Lüftungssystemen oder der Gebäudedämmung ziehen. Fehlfunktionen oder gesundheitlich belastende Situationen durch ungünstige Luft-, Feuchtigkeits- und Temperaturwerte werden erkennbar und können sofort ohne Aufwand von jedem selbst beseitigt werden. Bei idealer Raumlüftung kann Schimmelpilzbildung verhindert werden, das spart teure Reparaturen und dient dem Werterhalt von Gebäuden.

Z.B. mit Afriso SenseLife erhalten Anwender ein äußerst erschwingliches Messinstrument mit Mehrfachfunktion. Es ist keine spezielle Montage erforderlich, eine Steckdose genügt. Kostengünstig sind ideale Luftqualität und Steigerung der Energieeffizienz in allen sensiblen Bereichen zu erzielen, z.B. in Wohnbereichen, in Klassenzimmern, Kindergärten, Altersheimen, Krankenhäusern, Tageskliniken, Sporthallen, Büroräumen, Verkaufsräumen, Wellnessbereichen, Gaststätten und vielen weiteren öffentlichen Räumen.

Fazit: Mehrfachnutzen mit Raumluft-Monitoring





Kontrolle der Raumtemperatur – ungünstigen Temperaturverhältnissen auf der Spur. Jedes eingesparte Grad Celsius bringt bei Heizung, Lüftung ca. 5 % bzw. bei Klimatisierung etwa 10 % Energiereduktion.

Kontrolle des CO₂-Gehaltes – die Messung der CO₂-Konzentration ermöglicht effiziente Lüftungsmaßnahmen bzw. Kontrolle der Wirksamkeit der Lüftung und unterstützt die Vitalität aller Raumbewohner!

Kontrolle der Luftfeuchte – die Überwachung der Luftfeuchtigkeit unterstützt energiebewusste Maßnahmen (Lüftung/Heizung), verbessert das Raumklima und dient dem Werterhalt der Gebäudesubstanz.

- Produkte zur Kontrolle und Optimierung der Raumlufthygiene und Energieeffizienz

Zur Wahl stehen portable und fix installierte Messgeräte.

			
<p>Raumluftmonitor, Messung von CO₂, °C, Feuchte, inkl. Datalogger</p>	<p>CO₂-Sensor, Netz-Steckversion, EnOcean - Funktechnologie</p>	<p>CAPBs® sens AQ36 CO₂-Sensor mit rel. Feuchte und Temperatur</p>	<p>CO₂-Messfühler auch mit °C, rel. Feuchte, Industrieausführung</p>

Der Raumluftmonitor Afriso SenseLife hat den Ursprung in der professionellen CO₂-Mess- und Klimatechnik, er wurde als erschwingliches Mehrfachmessgerät für unkomplizierte Alltagsanwendungen geschaffen. Bei Überschreiten des lufthygienischen Grenzwertes (1.500 ppm CO₂) sowie bei Überschreiten des Arbeitsplatzgrenzwertes (5.000 ppm CO₂) erfolgt Alarmgabe.

D Raumlufsensor CAPBs[®] sens AQ36

Obwohl die negativen Auswirkungen CO₂-belasteter Raumluf bereits seit Langem bekannt sind (Hygieniker Max von Pettenkofer 1858), wurde die CO₂-Messtechnik wegen der Kosten selten eingesetzt. Immer noch werden Rechenmethoden oder Faustregeln zur CO₂-Bestimmung bzw. Raumlüftung angewendet. Dabei findet die Auswirkung auf Energieeinsatz bzw. Lüftungsverluste nur geringe Berücksichtigung.

Das pfiffige AFRISO **CAPBs[®] sens AQ36** bildet mit dem universell einsetzbaren CAPBs[®] Basisgriff ein leistbares modulares Messsystem zur professionellen Messung und Dokumentation der CO₂-Konzentration, Raumtemperatur und rel. Luftfeuchtigkeit bei Wohnen, Arbeitsräumen und öffentlichen Einrichtungen.

CAPBs[®] sens AQ36 - Raumluf-Sensor für Kohlendioxid CO₂, Temperatur und Luftfeuchte, mit Bluetooth und kostenlosem App zur Verwendung mit Smartphone, Tablet-PC oder AFRISO-BlueLine Messgeräten

CO₂- Messung:
 0 ... 10.000ppm (1 Vol%);
 Genauigkeit +/- 3 % rdg +70 ppm
 NDIR-CO₂-Sensor (Nicht Dispersive Infrarot Messung)
 bis zu 15 Jahre Lebensdauer
Temperatur, Luftfeuchte:
 -40 ... 125°C, 0 ... 100 % rel. Feuchte
Betriebstemperatur:
 0 ... 50 °C

Gehäuse:
 Kunststoff blau, 200 x 42 x 35 mm
Versorgung:
 Batterien 2 x AAA
Konformität:
 EN 50543 - Messung von CO₂ in Innenraumluf



Ein Messsystem zur professionellen Kontrolle und Dokumentation des CO₂-Raumklimas

Überall sofort einsetzbar, keine aufwändige Installation ist erforderlich, ein Smartphone oder Tablet mit App genügt.

E Tipps, Maßnahmen

Temperatur	Wohntemperatur 20 – 22°C, ungenutzte Räume kühler, jedes zusätzliche °Celsius benötigt ca. 5 % Energieeinsatz bei Heizung oder Klimatisierung
CO₂-Wert < 800 ppm	Zielwert, ideale Werte für die Raumlufthygiene, keine Beeinträchtigung der Vitalität - keine Maßnahmen erforderlich - optimal für kognitive Leistungsfähigkeit ist CO ₂ -Wert unter 600 ppm
CO₂-Wert > 1.000 ppm	Hygienerichtwert überschritten, feinfühlig Menschen verspüren bereits Unbehagen, Zunahme von Konzentrations- und Leistungsdefiziten - Lüftung dringend empfohlen
CO₂-Wert > 1.400 ppm	Hygienegrenzwert überschritten, deutliche Zunahme von Konzentrations- und Leistungsdefiziten, Richtwert für Innenräume mit geringer Nutzungsdauer, Aufenthalt insgesamt max. ½ Stunde / Tag (z.B. Gang, Nebenraum) - Lüften notwendig, unakzeptabel bei längerem Aufenthalt!
CO₂-Wert > 5.000 ppm	Gefahr - maximal zulässige Arbeitsplatzkonzentration überschritten (MAK-Wert) - sofort lüften, Bereich meiden!
rel. Feuchte < 40 %	Luft zu trocken - Luftbefeuchtung empfohlen (z.B. Pflanzen, nasse Wäsche, Luftbefeuchter)
rel. Feuchte > 60 %	Luft zu feucht - soweit möglich Lufttrocknung empfohlen (Verursacher beseitigen, heizen,...)
Selektive Lüftung	Wechselweise kann auch kontrolliert zwischen verschiedenen Räumen eine Luftvermischung erfolgen, z.B. feuchte Badezimmerluft > Diele < Wohnzimmer. Bei verbrauchter Luft jedoch stets für ausreichende Frischluft sorgen. Während der Lüftung bei geöffnetem Fenster Heizung/Klima ausschalten.

F Wissenswertes über Kohlendioxid (CO₂)

Kohlendioxid ist eine chemische Verbindung aus Kohlenstoff und Sauerstoff. CO₂ entsteht bei der Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Substanzen, ebenso auch als Stoffwechselprodukt im Organismus von Lebewesen. Das CO₂ wird dabei über den Atem abgegeben.

Kohlendioxid ist mit einer Konzentration von ca. 0,04 % ein natürlicher Bestandteil der Umgebungsluft. CO₂ ist ein farb- und geruchloses Gas, schwerer als Umgebungsluft.

In Umgebungsluft gelten CO₂-Werte unter 0,1 % (1.000 ppm) als lufthygienisch akzeptabel, die Grenzwerte für Innenräume liegen bei CO₂-Konzentrationen von 0,12 bis 0,15 Vol% (1.200 ... 1.500 ppm). Die maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK-Wert) beträgt 0,5 % (5.000 ppm).



Kohlendioxid ist allgegenwärtig, das Gas tritt im Alltag höchst unterschiedlich in Erscheinung. CO₂ dient als Kohlenstofflieferant für die Pflanzenwelt, es ist auch prickelnd im Mineralwasser oder überaus anregend im Sekt genauso anzutreffen wie als Kältemittel in Kühlanlagen, Gärgas und als Abgas bei Verbrennungsprozessen.

Obwohl natürlicher Bestandteil der Atemluft, beeinträchtigt CO₂ in hohen Konzentrationen signifikant den Organismus und ist zuletzt auch als Klimafeind bekannt geworden.

CO₂-Messgeräte portabel und stationär

Ob positive wie negative Erscheinungen des CO₂, immer sollen die CO₂-Konzentrationen sicher und genau bei den unterschiedlichsten Situationen und Prozessen überwacht werden.

Typische Anwendungen für CO₂-Messungen

Lüftungs- und Klimatechnik, Raumlufthygiene

Intelligenter Einsatz sorgt bei Lüftung und Klimatisierung für Energieersparnis und optimalen, behaglichen Raumlufthofort in Schul- und Konferenzräumen, Büros, Wohnungen, bei Niedrigenergiehäusern, Arztpraxen, Krankenhäusern, Altersheimen, Kindergärten, Erholungsheimen, Wellnessbereichen, u.v.a.m.

Kohlendioxid gilt als die wichtigste Leitgröße für die Lufthygiene. CO₂-unterstützte Regelung der Raumlufthof optimiert die Gebäude-Energieeffizienz und Vitalität der Menschen.

Sicherheit, Prozessüberwachung

Persönliche Sicherheit bei CO₂-Bedrohung unterschiedlichster Gefahrenmomente und wirtschaftliche Prozesssteuerung, z.B. bei Produktion und Lagerung von CO₂, bei Schankanlagen, Kühl- und Gefrieranlagen, in Weinkellern, Prozessen in der Pflanzen- und Lebensmittelindustrie, Biogas, Hackschnitzzellager, klinischen Anwendungen, industrieller Fertigung, Ladedocks, Garagen, Tunnels, etc.

Biologische Prozesse

Ökonomische Resultate werden mit CO₂-Steuerung bzw. -überwachung in Gewächshäusern, Pilzfarmen, Brutkästen, Molkereien, bei Lagerung und Transport von Nahrungsmitteln, etc. erzielt.

Umwelt, Meteorologie

Bei Umweltmessungen und meteorologischen Untersuchungen wird weltweit der CO₂-Gehalt der Umgebungsluft bis in große Höhen gemessen.

Als Spezialist für Gasmess- und Warnsysteme bietet AFRISO-EURO-INDEX eine reichhaltige Produktpalette von CO₂-Messgeräten an. Ob Anwendungen in der Gebäudetechnik, im Anlagenbau, in der Sicherheitstechnik, bei Mess- und Regeltechnik, in unterschiedlichsten industriellen Anwendungen oder Technologie für Erstausrüster, die Sensortechnologie ermöglicht überall wirtschaftliche Lösungen!



Notizen