

CO₂ - Messung mit der Zweistrahltechnologie

Modernes, wartungsfreies Raummanagement

Dipl.-Ing. Claudia Zeller, Produktmanagerin

Abb.1: Unser Schulraum kann aufgrund der CO₂-Konzentration im Teillastbetrieb, z.B. in den Pausen, von 100% Luftmenge auf 80% Luftmenge reduziert werden

AUSGANGSLAGE

Die seit Juli 2010 gültige EU-Gebäude-richtlinie EPBD im Verbund mit der in Kraft getretenen EN 15232 zur Energieeffizienz von Gebäuden hat weitreichende Folgen für die künftige Gebäudetechnik in ganz Europa:

- ▶ Auf Grund immer besserer Dämmung erhöht sich die Luftdichtheit von Gebäuden.
- ▶ Zugleich steigen so aber auch die CO₂-Konzentrationen in den Räumen beträchtlich.
- ▶ Dadurch werden bedarfsgeregelte Lüftungsanlagen sowohl im Wohnungsbau als auch im kommerziellen Bau unentbehrlich.
- ▶ Für effiziente Lüftung ist eine präzise Messung der Luftqualität unabdingbar
- ▶ Nur hochwertige und langzeitstabile Sensoren mit reproduzierbaren Messgrößen können Lüftungsanlagen zielgenau zu steuern.

Insbesondere in Niedrigenergiegebäuden und Passivhäusern sind deshalb mechanische Lüftungsanlagen absolut notwendig, um kontraproduktive Wirkungen der immens verbesserten Gebäudedämmung zu verhindern. Dies gelingt durch ausgeklügelte Lüftungsregelungen, die durch hochwertige Sensoren jederzeit für genügend frische Luft und eine reduzierte Schadstoffbelastung sorgen. Auch in der Arbeitswelt sorgt heutzutage ein effektives

Raummanagement für effektive Leistung, denn nur wer sich in seinem Büro wohlfühlt, der arbeitet besser.

Ein wesentlicher Indikator für ein angenehmes Raumklima ist neben der Temperatur und der relativen Feuchte auch die Luftqualität. Entscheidend für letztere ist

WAS IST CO₂?

Kohlendioxid (CO₂) ist ein gasförmiger Bestandteil der Erdatmosphäre. Der Anteil in natürlicher Umgebungsluft beträgt etwa 0,04%, was 400 ppm (parts per million, Millionsten) entspricht. Mit jedem Atemzug wird von Menschen Sauerstoff (O₂)

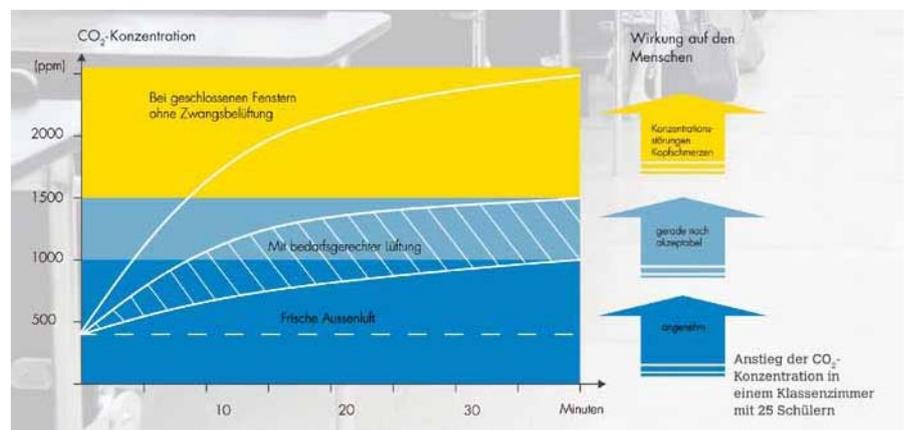


Abb.2: CO₂-Konzentration

der Anteil an Kohlendioxid (CO₂). Steigt ihre Konzentration an, sinkt die Aufmerksamkeit der im Raum anwesenden Personen. Unzufriedenheit, fehlerhaftes Handeln und sogar vermehrte Krankheitstage sind die Folge. Die CO₂-Konzentration zu messen, ist daher ein Muss. Vor allem in Räumen mit unterschiedlicher Raumbelastung wie Besprechungszimmern oder Theatersälen, steigert eine bessere Luftqualität die Sicherheit, das Wohlbefinden und die Effizienz eklatant.

in Kohlendioxid umgewandelt. Obwohl Kohlendioxid unsichtbar, geruchsneutral und chemisch nicht aktiv ist, macht sich ein erhöhter CO₂-Gehalt bei Menschen durch rascheres Ermüden, Konzentrationschwäche und erhöhten Fehlerhäufigkeit im menschlichen Handeln bemerkbar. In Räumen, in denen sich Menschen lange aufhalten, z.B. Wohn-, Schlaf- oder Büroräume, sowie in Räumen mit besonders vielen Menschen, z.B. Besprechungszimmer, Großraumbüros, Klassenräu-

me, Kindertagesstätten, Kinos, Theater, Krankenhäusern, Hotel, Bildungseinrichtungen oder Bahnhöfe und Flughäfen etc. werden die negativen Auswirkungen umso rascher spürbar. In genutzten Innenräumen hängt die CO₂-Konzentration im Wesentlichen von folgenden Faktoren ab:

- ▶ Anzahl der Personen im Innenraum
- ▶ Tätigkeit der Personen
- ▶ Verweildauer der Personen
- ▶ Raumvolumen
- ▶ Verbraucher im Innenraum (Kerzen, Brenner, Kamine und Öfen),
- ▶ Luftwechsel

Um entsprechende Optimierungsmaßnahmen wie zum Beispiel Erhöhung der Frischluftzufuhr einzuleiten, ist es im modernen Raummanagement unerlässlich, neben den Messgrößen relative Feuchte und Temperatur den CO₂-Gehalt zuverlässig selektiv zu messen. Die CO₂-Konzentration gilt mit Abstand als wichtigster Indikator für die Qualität von Raumluft.

WIE WIRD CO₂ GEMESSEN?

Der typische Messbereich von CO₂-Sensoren liegt zwischen 0 und 2000 ppm. Die Konzentration im Raum sollte 1500 ppm nicht überschreiten, empfohlen wird ein Grenzwert von max. 1000 ppm. Die Außenluftkonzentration liegt bei rund 350 ppm. Feldversuche haben bewiesen, dass ein niedriger CO₂-Gehalt, z.B. am Arbeitsplatz und in Schulen, zu einer besseren Konzentrationsfähigkeit führt. (Anmerkung:

eingesetzt, da CO₂ eine Leitgröße für die durch den Menschen an die Raumluft abgegebenen Körpergerüche und die ausgeatmete Luft ist.

Überwiegend wird das Verfahren der Infrarotspektroskopie angewandt, bei dem infrarotes Licht durch CO₂ gedämpft wird, so dass sich das empfangene Signal verändert. Das Messsystem besteht aus einer Lichtquelle, der Messstrecke und dem Empfänger mit Filter zur Selektion des CO₂-Anteils.

Bei der Infrarotspektroskopie unterscheidet man grob zwischen dem Einstrahl- und dem Zweistrahlmessverfahren. Wo es beim Einstrahlprinzip nur eine Messstrecke mit einem Empfänger gibt, findet beim Zweistrahlgerät das Licht den Weg über die Messstrecke zu zwei Empfängern. CO₂- Sensoren gibt es sowohl als Raumgerät und für den Ein- oder Anbau an den Luftkanal.

Raumgeräte sind mit oder ohne Anzeige erhältlich, Kanalgeräte (s.Abb.5) eignen sich für die bedarfsgeregelte Lüftung von Zonen oder großen Räumen (oder wenn der Architekt kein Raumgerät akzeptiert).

ANFORDERUNGEN AN CO₂-SENSOREN FÜR DEN HLK-BEREICH

- ▶ Punktgenaue zuverlässige Messergebnisse über lange Zeiträume
- ▶ Vermeidung von Messfehlern auch unter extremen Bedingungen
- ▶ Leichte Integrierbarkeit in neue und bestehende Regelsysteme

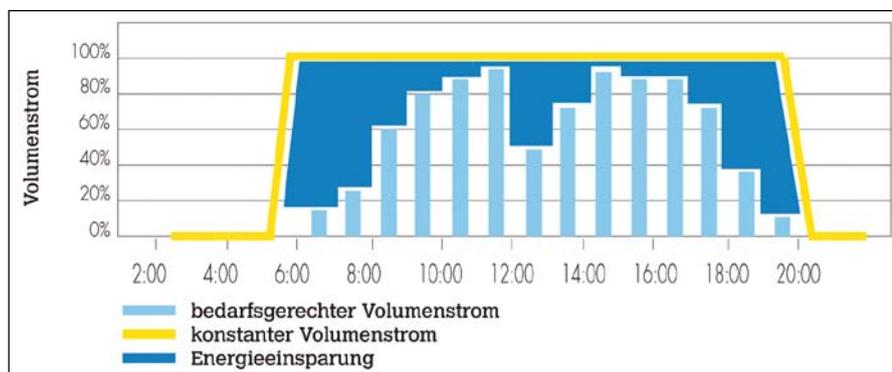


Abb.3: Volumenstrom

Der MAK-Wert (Maximale Konzentration am Arbeitsplatz) liegt bei 5000 ppm !) CO₂- Sensoren messen selektiv die CO₂-Konzentration in der Raumluft. Sie werden für die Messung der Raumluftqualität

- ▶ Vermeidung von Nachkalibrierungen
- ▶ Hohe Langzeitstabilität und permanente Driftkompensation
- ▶ Reproduzierbare Messergebnisse
- ▶ Geringer Wartungsaufwand



P | Cabling

Ethernet M12

Leistungsstarke Geräteanschlussysteme für die industrielle Automation.

- ▶ feldkonfektionierbarer M12 Stecker
- ▶ auch verfügbar: Anschluss- und Verbindungsleitungen sowie Leiterplattenbuchsen
- ▶ geeignet für „Industrial Ethernet“
- ▶ 8-polig, X-codiert
- ▶ zukunftssicher durch hohe Leistungsklasse Cat.6_A
- ▶ hohe mechanische Festigkeit in rauer Umgebung
- ▶ IP67 geschützt

www.metz-connect.com

Members of METZ CONNECT

Verschiedene Studien („Passivhausschulstudie“ 2007; National Building Controls, Juni 2009) haben eindeutig gezeigt, dass die meisten der getesteten, von 13 Her-

Geräte besitzen eine Temperaturkompensation und eine Kalibrierung an mehreren Punkten über den gesamten Messbereich. Die Temperaturkompensation ist

terstützt somit die Einhaltung der Energie-sparverordnung 2020.

Der Vorteil für den Installateur einer bedarfsgeregelten Lüftungsanlage liegt ein-

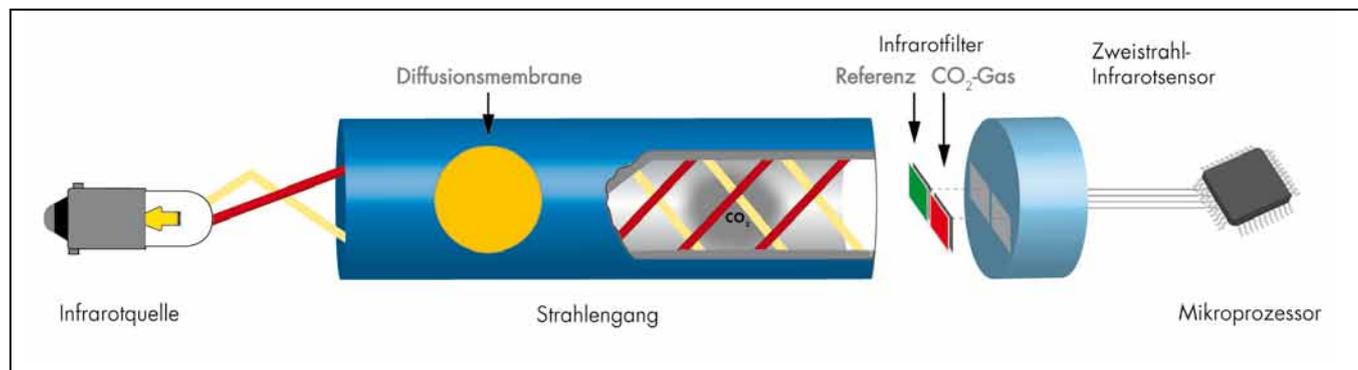


Abb.4: Zweistrahlmessprinzip: Wirkungsweise eines Zweistrahl-CO₂-Sensors

stellern angebotenen 15 CO₂-Sensoren nicht für den HLK-Bereich geeignet sind. Die Gründe hierfür waren durch Staub, Schmutz, Temperatur- und Feuchte-schwankungen bedingte Messfehler der Sensoren sowie ihre allzu rasche Alterung. So waren die bisherigen CO₂-Sensoren nicht langzeitstabil. Sie drifteten beträchtlich – und keiner der 15 getesteten Sensoren konnte die Spezifikationen auf dem Datenblatt einhalten.

Außerdem fielen hohe Kosten für häufig notwendige Nachjustierungen an. Dadurch war dann der Wartungsaufwand sehr hoch: Er betrug bis zu 80% der gesamten Lebenszykluskosten, also der Kosten über die gesamte Lebensdauer von der Beschaffung, über den Betrieb bis zur Wartung.

DAS ZWEISTRAHL-MESSVERFAHREN

Der bislang für Wartung und aufwändige Nachjustierung nötige Aufwand entfällt bei CO₂-Sensoren mit der zukunftsweisenden Zweistrahltechnologie, bei der zwei Messkanäle benutzt werden: Einer für schnelle CO₂-Messungen und ein anderer als Referenzkanal zur ständigen Anpassung an die jeweiligen Umgebungsbedingungen und zur automatischen Nachjustierung.

Auf Grund der optimalen, durchgängig hohen und robusten Messgenauigkeit ist der CO₂-Sensor mit Zweistrahlmessverfahren für alle Anwendungen und Gebäudearten geeignet. Besonders hochwertige

nicht zu verwechseln mit der gegebenenfalls zusätzlichen Temperaturmessung, die meistens als zusätzliche Messgröße auf einem separaten Ausgang aufgeschaltet ist. Messfehler durch Staub und Schmutz in der Raumluft sowie Alterung des Messsystems werden durch das Zweistrahlverfahren nahezu eliminiert.

Nachjustierungen werden somit beinahe überflüssig und eine gute Langzeitstabilität ist gewährleistet. Ebenso verfügen die Sensoren über eine hohe Lebensdauer von 15 Jahren und mehr. Die Amortisationszeiten betragen weniger als drei Jahre. Beim Einstrahlverfahren müssen Räume alle zwei Wochen für vier bis acht Stunden kostenintensiv gelüftet werden, nur um den Drift des Sensors zu kompensieren. Nicht so beim Zweistrahl-CO₂-Sensor. Dieser stellt die Kalibrierung des Messsignals automatisch und ohne Zusatzkosten sicher, egal wann und wie oft gelüftet wird. Somit sind Zweistrahlensoren besonders geeignet für ständig belegte Gebäude wie z.B. Krankenhäuser und Flughäfen und sorgen nicht nur für ein Wohlfühlklima bei den Nutzern, sondern auch für Energieeinsparungen bis zu 60% (s.Abb.3).

Ein nicht zu vernachlässigender Punkt ist die Messgeschwindigkeit und die schnelle Reaktionszeit eines Sensors. Denn je schneller und genauer gemessen wird, umso genauer wird geregelt und umso höher ist die Energieeffizienz. Sehr schnelle Geräte besitzen Reaktionszeiten von 30s oder besser. Nur ein präziser Sensor un-

deutig in einer kurzen Inbetriebnahmezeit, da die verlässlichen Messdaten schon nach wenigen Minuten vorliegen.

Wie alle CO₂-Sensoren ist auch der Zweistrahlensensor ein optisches Messsystem und jedes optische Messsystem ist schlagempfindlich. Um die Messgenauigkeit zu erhalten, müssen sie deshalb vor Schlägen und Erschütterungen geschützt werden.

Vorgeschrieben und empfohlen werden Sensoren unter anderem in diversen Normen, z.B. EN 15232, EN 15251, EN 13779, VDI 6038 und 6040.

WIRTSCHAFTLICHKEIT

Die ausgeatmete Luft des Menschen enthält ca. 40.000 ppm CO₂, das entspricht 4 Volumen-Prozent. In der Stunde atmet eine Person ca. 15l CO₂ aus, das ergibt 0,015 m³/h Pers. Praxiserfahrungen zeigen, dass die CO₂-Konzentration in einem ungelüfteten Klassenzimmer innerhalb von 10 min die 1000ppm-Grenze übersteigt. So wie die Konzentration bei hoher Belegungsdichte steigt, sinkt sie und damit die erforderliche Außenluftmenge bei geringer oder fehlender Belegung. Unser Schulraum kann aufgrund der CO₂-Konzentration im Teillastbetrieb, z.B. in den Pausen, von 100% Luftmen-



Abb.5: Kanalgärät

ge auf 80% Luftmenge reduziert werden. Wie sich dabei die elektrische Antriebsleistung reduziert, zeigt folgende Formel:

$P_1 = P_2 \times (n_1/n_2)^3 = P_2 \times (80/100)^3 = P_2 \times 0,512$
P_1 = el. Antrieb bei 80% Volumenstrom
P_2 = el. Antrieb bei 100% Volumenstrom
n_1 = Drehzahl bei 80% Volumenstrom
n_2 = Drehzahl bei 100% Volumenstrom

Das heißt, bei einer bedarfsgeführten Reduktion der Luftmenge um 20 % reduziert sich die elektrische Antriebsleistung um fast 50 %. Mit dieser "Hebelwirkung" macht es sich schnell bezahlt, wenn man die konventionelle Lüftung mit CO₂-Sensoren ausstattet. Das heißt, in dem Beispiel Großraumbüro mit im Mittel 40 % anwesenden Personen ergibt sich eine Energieeinsparung von 20–30%. Bei Energieeko-

Gemäß VDMA 24773 ergeben sich beim Einsatz von CO₂ Sensoren in verschiedenen Gebäudetypen folgende Einsparpotentiale:

- Hörsäle in Universitäten und Schulen: 20 – 50%
- Großraumbüros, wenn im Mittel 40% der Personen anwesend sind: 20 – 30%
- wenn im Mittel 90% der Personen anwesend sind: 3 – 5%
- Foyers, Schalterhallen, Abfertigungsbereiche von Flughäfen: 20 – 60%
- Messe- und Sporthallen: 40 – 70%
- Versammlungsstätten, Konferenzräume, Theater und Kinos: 30 – 60%
- Restaurants und Kantinen: 30 – 70%

sten von ca.1€/m²/Monat (OSCAR 2010) ergibt sich bei 15.000 m² eine jährliche Einsparung von sage und schreibe 36.000 – 54.000 €, s.Abb.3.

FAZIT

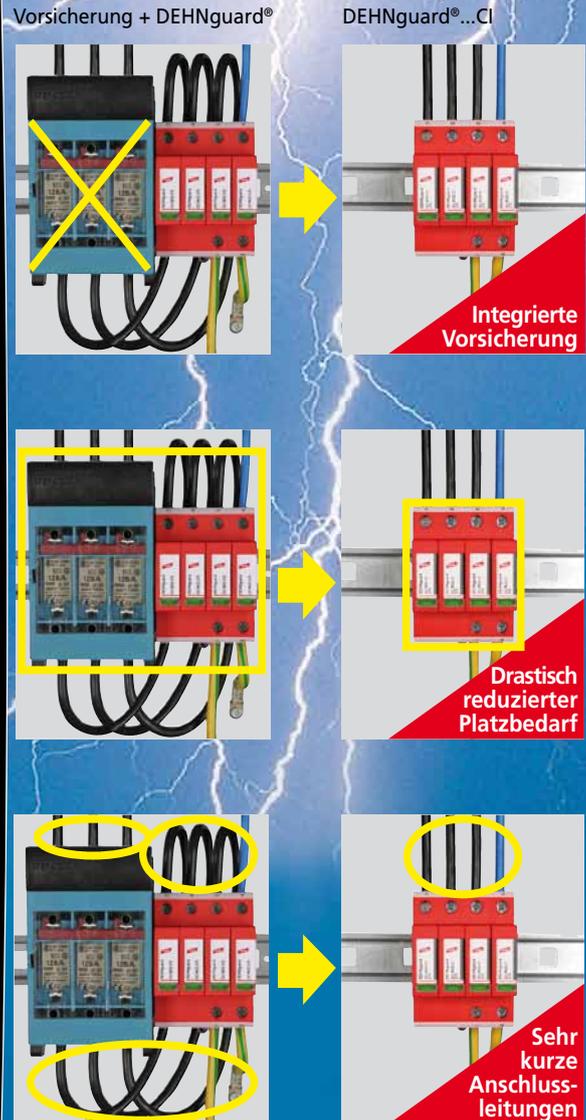
Die bedarfsgeregelte Lüftung bietet nicht nur eine angenehmere und gesündere Umgebungsluft, sondern sie spart auch Energiekosten, da nur dann gelüftet wird, wenn tatsächlich ein Lufterneuerungsbedarf vorhanden ist.

Um eine genaue und stabile Regelung zu gewährleisten, sind hochwertige Sensoren notwendig. CO₂-Sensoren mit Zweistrahltechnologie können in allen Bereichen eingesetzt werden und erfüllen alle Anforderungen an ein präzises Messsystem wie z.B. Langzeit- und Temperaturstabilität, schnelle Mess- und Reaktionszeiten und dauerhafte Zuverlässigkeit.

Autorin
 Dipl.-Ing. Claudia Zeller, Produktmanagerin
 SAUTER Deutschland Sauter-Cumululus,
 Freiburg
 Fotos / Grafiken: SAUTER
 www.sauter-cumululus.de



Platzprobleme gab es gestern...



...heute gibt es den Überspannungs-Ableiter mit integrierter Vorsicherung: **DEHNGuard®...CI**

Mehr Info: www.dehn.de/anz/2234

DEHN + SÖHNE
 Überspannungsschutz
 Blitzschutz / Erdung
 Arbeitsschutz
 Postfach 1640 · 92306 Neumarkt
 Tel.: 09181 906-1123 · Fax: 09181 906-1478
 www.dehn.de · info@dehn.de