

MIT CONNECTED SENSORS GEGEN COVID-19

SENSORIK ZUR RAUM- LUFTÜBERWACHUNG

CO₂-Ampeln sind ein wichtiges, schnell umsetzbares Element zum Schutz gegen Covid-19 – eine langfristige, durchdachte Lösung erfordert jedoch einen ganzheitlichen Ansatz.

Von Katharina Dausinger



Gerade in geschlossenen Räumen mit Platz für viele Menschen werden immer häufiger CO₂-Ampeln gefordert, die vor zu hoher CO₂- und damit auch Aero-sol-Konzentration warnen sollen. (Bild: Shutterstock)

Durch Covid-19 ist die Qualität der Innenraumlufte in unseren Fokus gerückt. Bereits vor der Pandemie haben wir etwa 90 Prozent unserer Zeit in Gebäuden verbracht, zuhause, in der Schule oder in der Arbeit. Der Lockdown gegen die Ausbreitung des Virus hat dies nochmal verstärkt. Eine schnell umsetzbare und empfohlene Methode, um das Ansteckungsrisiko in Gebäuden zu überwachen, sind sogenannte CO₂-Ampeln. Sie geben einen Alarm aus, sobald ein definierter Grenzwert überschritten wird. Der CO₂-Gehalt in der Luft korreliert mit den Aerosolen, über die der SARS-CoV-2 Virus übertragen werden kann. Damit steht eine hilfreiche und schnell umsetzbare Schutzmaßnahme zur Verfügung.

Mit Hilfe eines holistischen „Connected Sensor“-Systems können Informationen zur Innenraumluftequalität nicht nur einen Alarm auslösen, sondern in einer Cloud gesammelt, ausgewertet und analysiert werden. So können öffentliche Einrichtungen wie Schulen oder Universitäten, aber auch Einkaufszentren und Fitnessstudios für eine optimale Qualität der Innenraumlufte sorgen und damit unsere Gesundheit schützen sowie Wohlbefinden, Fitness und Produktivität steigern. Gleichzeitig kann eine bedarfsgerechte Lüftung die Energieeffizienz deutlich erhöhen und einen wichtigen Beitrag zum Umweltschutz leisten.

CO₂-MESSUNG UND COVID-19

Wissenschaftler haben gezeigt, dass wir beim Ausatmen Aerosole freisetzen, auf denen sich der SARS-CoV-2 Virus befinden kann. Ein von mehreren Forschern verfasster Beitrag zur Aerosolübertragung von SARS-CoV-2 [1] verweist darauf, dass schlecht oder nicht belüftete Innenräume die Wahrscheinlichkeit einer Übertragung von Corona-Viren durch Aerosole deutlich erhöhen können. Hier dient die Messung der CO₂-Konzentration als guter Indikator, da diese mit der der Aerosole korreliert (Bild 1). Es wäre natürlich auch möglich, Aerosole in der Luft direkt zu messen. Aber

entsprechende Messgeräte sind aktuell noch sehr komplex und teuer. Die CO₂-Messung ist daher ein Schlüsselparameter für die Reduzierung des Ansteckungsrisikos mit SARS-CoV-2. Gerade in geschlossenen Räumen wie Klassenzimmern, Büros oder Tagungsräumen, in denen sich oft viele Menschen befinden, werden immer häufiger CO₂-Ampeln gefordert, die vor zu hoher CO₂- und damit auch Aerosolkonzen-

Anzeige



tration warnen sollen. Mit der Installation von CO₂-Ampeln in Klassenzimmern und Büros soll die Ausbreitung des Virus eingeschränkt werden. Zeigt die Ampel gelb oder sogar rot, müssen Gegenmaßnahmen getroffen werden, wie zum Beispiel die Fenster zu öffnen. Eine professionellere Lösung sind intelligente Lüftungsanlagen, die von CO₂-

Sensoren gesteuert werden. Die Messergebnisse der Sensoren definieren, wann und wie lange gelüftet werden muss, um definierte Grenzwerte nicht zu überschreiten. Dies wird vor allem in den kälteren Jahreszeiten wichtig werden, wenn Fenster aufgrund der kalten Außentemperaturen nicht mehr über einen längeren Zeitraum geöffnet werden können. Ein weiterer positiver Nebeneffekt dieser Lösung ist, dass die Lüftungsanlage nur so viel Frischluft zuführt, wie tatsächlich benötigt wird. Kombiniert mit moderner Gebäudesystemtechnik leisten CO₂-Sensoren somit auch einen signifikanten Beitrag zur Energieeffizienz.

SKALIERUNG VON KLEINEN UND PRÄZISEN CO₂-SENSOREN NÖTIG

Bisher werden in der Gebäudeautomatisierung häufig NDIR-Sensoren (nichtdispersive Infrarot-Sensoren) eingesetzt. Sie bestehen aus einer IR-Lichtquelle, einer Probenkammer, einem Spektralfilter sowie Referenz- und Absorptions-IR-Detektoren. Aufgrund ihrer Komplexität sind sie meist relativ groß und teuer. Sie liefern zwar genaue CO₂-Messungen, lassen sich aber aufgrund ihrer Größe nur schwer integrieren und eignen sich daher nicht für den Einsatz in kleinen IoT-Geräten oder Smart-Home-Anwendungen. Sogenannte eCO₂-Sensoren führen im Gegensatz zu NDIR-Sensoren keine direkten Messungen durch. Stattdessen

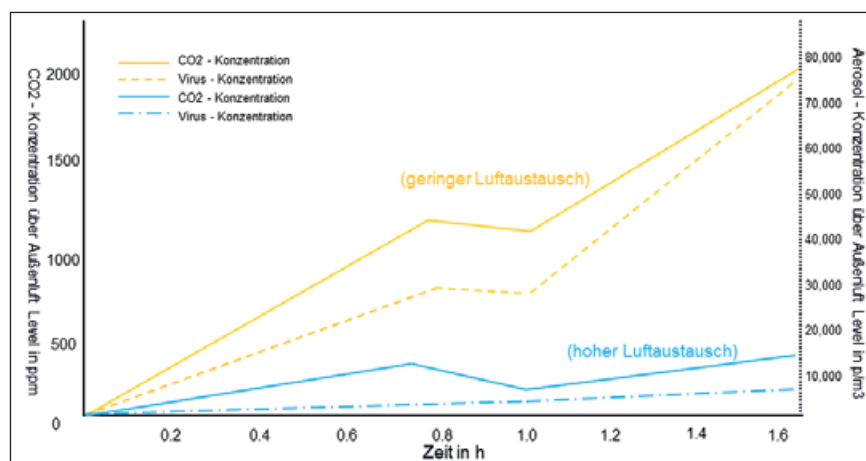


Bild 1. Die Messung der CO₂-Konzentration ist ein guter Indikator für das Ansteckungsrisiko mit Covid-19, da diese mit der der Aerosole korreliert. (Bildquelle: [2])

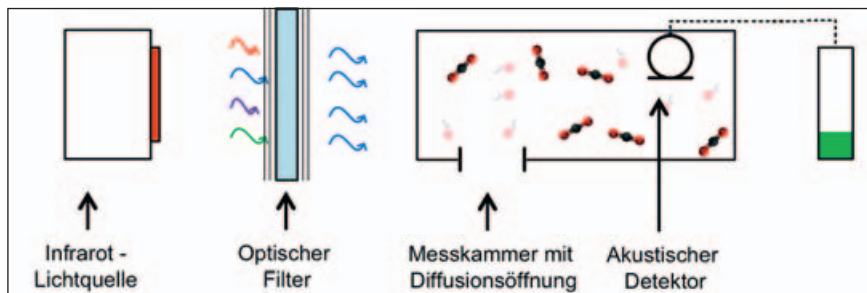


Bild 2. Das Prinzip der photoakustischen Spektroskopie (PAS). (Bild: Infineon Technologies)

berechnen sie mit Algorithmen einen äquivalenten CO_2 -Wert. Diese Sensoren liefern daher nur Richtwerte.

Wie können CO_2 -Messungen nun präzise aber gleichzeitig kosteneffizient ermöglicht werden, sodass sie für uns alle zugänglich werden? Mit diesem Ziel hat Infineon einen zuverlässigen Sensor entwickelt, der auf einer ganz neuen Technologie basiert. Dank umfangreicher Erfahrung in der MEMS-Technologie hat man einen CO_2 -Sensor auf Basis der photoakustischen Spektroskopie, kurz PAS, realisiert. Die PAS-Methode (Bild 2) basiert auf dem photoakustischen Effekt, der erstmals 1880 von Alexander Graham Bell entdeckt wurde. Die Methode beschreibt das Prinzip, dass Gasmoleküle Licht einer bestimmten Wellenlänge absorbieren und sich dadurch ausdehnen. Bei Kohlenstoffdioxid ist das beispielsweise die Wellenlänge $4,2 \mu\text{m}$. In schneller Folge wird durch eine Infrarotquelle Licht ausgestrahlt. Über einen optischen Filter gelangt nur Licht mit der Wellenlänge von $4,2 \mu\text{m}$ in die Sensorkammer. Die CO_2 -Moleküle in der Sensorkammer absorbieren die Energie. Durch schnelle Erwärmung und Abkühlung kommt es zu thermischer Ausdehnung und Kontraktion. Dies erzeugt ein Drucksignal, das mit einem hochempfindlichen akustischen Detektor wahrgenommen wird. Je höher die CO_2 -Konzentration in der Kammer, desto stärker auch das Signal. Die Signalverarbeitung erfolgt durch einen integrierten Mikrocontroller, der das Ergebnis in Echtzeit als ppm (Parts Per Million) ausgibt. Dieses innovative Prinzip ermöglicht eine signifikante Miniaturisierung des

CO_2 -Sensors (Bild 3) bei hoher Genauigkeit und Verlässlichkeit der Daten. Damit werden genaue CO_2 -Messungen auch für kleinere IoT-Geräte oder Covid-19-Messstationen ermöglicht.

CONNECTED-SENSOR-SYSTEM

Neue, kleine CO_2 -Sensoren und deren Integration in CO_2 -Ampeln und IoT-Geräte sind also ein probates Mittel, um das Ansteckungsrisiko zu minimieren. Allerdings muss für eine langfristige Lösung noch ein Schritt weiter gedacht werden. Durch sogenannte „Connected Sensors“ können die erfassten Daten in eine Cloud übermittelt und in übersichtlichen Dashboards dargestellt werden. Durch Analyse der Informationen können anschließend geeignete Maßnahmen abgeleitet werden. Was versteht man nun unter einem „Connected Sensor“? Im dargestellten Beispiel (Bild 4), erfasst der Xensiv-PAS- CO_2 -Sensor in Echtzeit die CO_2 -Konzentration. Diese Sensordaten werden anschließend von einem Mikrocontroller (hier PSOC6) aufbereitet und verarbeitet. Der PSOC6 bietet den Vorteil, dass er mit zwei Rechenkernen arbeitet. Das ermöglicht eine Aufteilung der Aufgaben (Partitionierung). So kann der Cortex M4-Core für die Verarbeitung der Sensordaten im Hinblick auf die Applikation genutzt werden, während der Cortex M0+ Core als Netzwerkprozessor für die Interaktion zwischen dem Applikationskern und dem WLAN-Netzwerk bzw. Router agiert. Der Netzkern kommuniziert über eine sichere Verbindung mit einem Low-Power-WLAN-Controller nach IEEE 802.11x.

Mit einem „Connected Sensor“ können zahlreiche Funktionen des Sensors über die Cloud gesteuert werden. Der größte

Vorteil besteht darin, dass der Status mehrerer installierter Sensoren zentral beobachtet und die Luftqualität über ein gesamtes Sensornetzwerk hinweg effizient gehandhabt werden kann.

Ein Anwendungsbeispiel für den effizienten Einsatz eines Connected-IoT-Sensorsystems ist das Fitnessstudio. Sind zu den Stoßzeiten viele Menschen beim Training, steigt auch schnell die CO_2 -Konzentration an. Sobald die CO_2 -Grenzwerte in bestimmten Bereichen überschritten wurden, erhält der Trainer einen Alarm auf sein Handy oder Laptop und kann entsprechend reagieren. Gerade in größeren, weitläufigen Räumen bringt dieser Ansatz einen Vorteil mit sich, da die Alarmer über-sichtlich und zentral angezeigt werden. Die Sensoren können in einem umfassenden Sensornetzwerk verbunden werden, auch über mehrere Studios hinweg. So kann der Eigentümer der Fitnesskette beispielsweise die Raumluft durch bedarfsgesteuerte Lüftungsanlagen optimal und kosteneffizient in seinen Studios verbessern. Zusätzlich können Sportler vor ihrem Training die Luftqualität in ihrem Lieblingstudio auf der Webseite prüfen. Selbstverständlich ist dieses Beispiel auch auf weitere Anwendungsfälle wie Bürogebäude, Universitäten, Hotels und Schulen übertragbar.

VERBESSERUNG DER LUFTQUALITÄT

Wir alle achten vermehrt darauf, dass wir uns gesund ernähren und

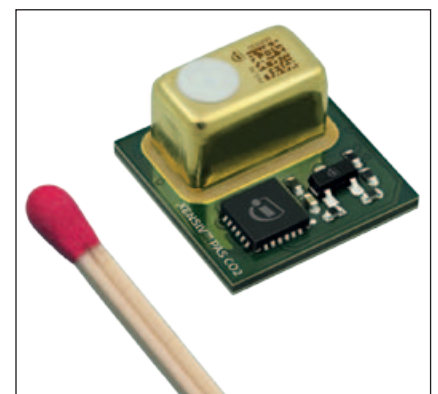


Bild 3. Die Probenkammer des Xensiv-PAS- CO_2 -Sensors wurde deutlich verkleinert. (Bild: Infineon Technologies)

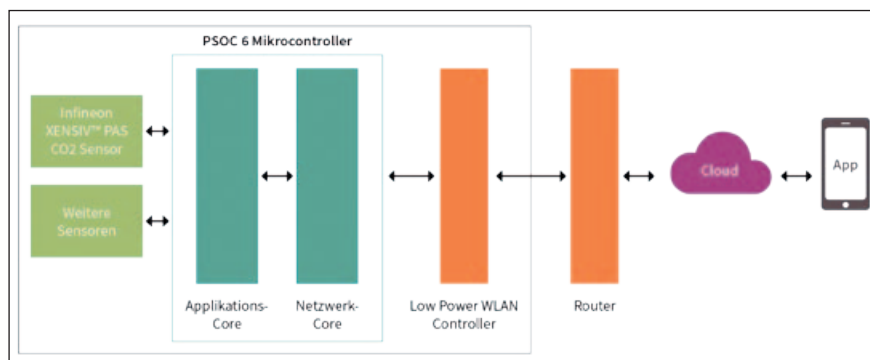


Bild 4. Prinzipschaltbild einer Connected-Sensor-IoT-Lösung. (Bild: Infineon Technologies)

ausreichend bewegen. Darum sollten wir uns auch bewusst machen, welche Luft wir atmen – und das nicht nur in Zeiten von Covid-19. Schließlich halten wir uns zu einem Großteil unserer Zeit in geschlossenen Räumen auf, wo die Luftqualität meist zwei- bis fünfmal schlechter ist als im Freien.

Zwar gilt Kohlenstoffdioxid erst ab einer Konzentration von 2,5 Vol.-% für den Menschen toxisch, doch Leistungsfähigkeit, Aufmerksamkeit und Wohlbefinden werden bereits ab einer Konzentration von 0,1 Vol.-% (1000 ppm) beeinträchtigt. Gerade in geschlossenen Räumen, in denen sich häufig viele Menschen befinden und in denen nur eingeschränkt gelüftet werden kann, können bereits schon nach wenigen Minuten Werte von 5000 ppm Kohlenstoffdioxid oder mehr auftreten. Gute Raumluftqualität sollte jedoch eine CO₂-Konzentration von 1000 ppm nicht übersteigen. Allerdings sind Werte von 1000 ppm bei heutigen Baustandards für Energieeffizienz oft schwierig zu erreichen. Hier sind präzise, kostengünstige und einfach einsetzbare Sensoren gefordert, die die CO₂-Konzentration zuverlässig messen und eine optimierte, energieeffiziente Frischluftzufuhr ermöglichen. Die neuen Sensoren schaffen die Voraussetzung für eine bedarfsgesteuerte Belüftung, mit entsprechender Energieeinsparung und Einhaltung der Normen für intelligente Gebäude.

VERFÜGBARKEIT UND AUSBLICK

Evaluierungsboards für den Xensiv-PAS-CO₂-Sensor stehen für Kunden

ab sofort zur Verfügung. Der Produktlaunch des Sensors ist für Mitte 2021 geplant. Für eine umfassende Design-in-Unterstützung wird eine komplette Reihe von Evaluierungsboards (Evaluation-Kit, Arduino-Shield2Go, Adafruit-Wingboard/Featherboard), Softwarebibliotheken und Dokumentation einschließlich Anwendungshinweisen zur Verfügung gestellt.

Um ein zuverlässiges und langfristiges CO₂-Monitoring zu ermöglichen, ist ein gesamtheitlicher Ansatz gefordert. Der neue PAS-CO₂-Sensor von Infineon schafft dafür die idealen Voraussetzungen und ermöglicht als Connected-IoT-Sensor eine effiziente Steuerung über die Cloud. MHA

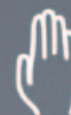
Literatur:

- [1] Li, Y., et al.: Aerosol transmission of SARS-CoV-2. medRxiv, <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.16.20067728v1.article-metrics>
- [2] Hartmann, A., Kriegel, M.: Risikobewertung von virenbeladenen Aerosolen anhand der CO₂-Konzentration. Technische Universität Berlin, Hermann-Rietschel-Institut.



KATHARINA DAUSINGER

ist Produktmanagerin im Accelerator Team für Umweltsensorik bei Infineon Technologies. Die Vision des Teams ist es, das Bewusstsein für Luftqualität in der Gesellschaft zu stärken und Luftqualitätsmessung für alle zugänglich zu machen, nach dem Motto „Measure what matters“.



...TDK Sensorik...

Beschleunigung, Weg, Drehmoment
Druck, Temperatur, Feuchte
Winkel, Position, Abstand
Strom

...von GLYN!

www.glyn.de/tdk | aap@glyn.de

