

Weitbereichsschnüffler

LoRIS Applikationsmodul CO₂ LoRIS-AM-CO₂ als Luftgüte-Indikator

Besonders seit der Corona-Pandemie ist die Überwachung der Luftqualität am Arbeitsplatz, in Schulklassen oder anderen gemeinschaftlich genutzten Räumen in den Fokus der Öffentlichkeit gerückt. Eine erhöhte CO₂-Konzentration bedeutet nicht nur „dicke Luft“, die zu Kopfschmerzen und abnehmender Konzentrationsfähigkeit führen kann, sondern lässt begrenzt Rückschlüsse hinsichtlich der Gefährdung durch Viren zu. Mit dem LoRIS Applikationsmodul CO₂ lässt sich dies auch in weit auseinanderliegenden bzw. weiter entfernten Innenräumen überwachen.

Stromsparend, mobil und hohe Reichweite

Die Überwachung der Raumluft ermöglicht die Sicherstellung einer guten Luftqualität am Arbeitsplatz, in Besprechungsräumen, Schulen, Kantinen, Warteräumen von Arztpraxen und anderen von vielen Personen genutzten Räumen. Mittlerweile gibt es eine Menge an verschiedenen CO₂-Sensoren am Markt, wie z. B. den Bausatz Homematic IP CO₂-Sensor HmIP-SCTH230 [1], den man als Unterputzgerät in das Smart Home einbinden kann.

Das für das Experimentiersystem auf Basis der LoRIS-Base [2] vorgesehene Applikationsmodul CO₂ lässt aufgrund des stromsparenden CO₂-Sensors einen Batteriebetrieb und damit einen mobilen Einsatz zu. Selbst bei einem Messintervall von 30 Sekunden mit 8 Samples beträgt die mittlere Stromaufnahme nur etwa 40 µA. Bei längeren Messintervallen liegt diese noch deutlich darunter. Dank drei optional installierbarer LEDs (grün, gelb, rot – im Lieferumfang enthalten) ist das LoRIS-AM-CO₂ auch als CO₂-Ampel nutzbar und kann so direkt am Gerät die Luftqualität optisch anzeigen.

Durch die verwendete Funk- und Netzwerktechnologie LoRaWAN ist dieser Sensor sehr gut geeignet, in Verbindung mit der Experimentierplattform LoRIS-Base Werte zur Luftqualität auch über einen wei-

Mit einem Klick
direkt zum Bausatz



LoRIS-AM-CO₂
Artikel-Nr.
157172
Bausatz-
beschreibung
und Preis:



www.elv.com

Infos zum Bausatz LoRIS-AM-CO₂



Schwierigkeitsgrad:
leicht



Bau-/Inbetriebnahmezeit:
0,25 h



Besondere Werkzeuge:
keine



Lötterfahrung:
nein



Programmierkenntnisse:
nein



Elektrische Fachkraft:
nein

Tabelle 1

Leitwerte für Kohlendioxid (2008)		
CO ₂ -Konzentration (ppm)	Hygienische Bewertung	Empfehlungen
< 1000	Hygienisch unbedenklich	Keine weiteren Maßnahmen
1000-2000	Hygienisch auffällig	Lüftungsmaßnahme (Außenluftvolumenstrom bzw. Luftwechsel erhöhen) Lüftungsverhalten überprüfen und verbessern
> 2000	Hygienisch inakzeptabel	Belüftbarkeit des Raums prüfen und ggf. weitergehende Maßnahmen prüfen

Quelle: Umweltbundesamt (UBA)

ten Bereich zu versenden, da mit LoRaWAN Reichweiten von einigen Hundert Metern bis zu einigen Kilometern realisiert werden können. So können beispielsweise in Schulen, Behörden und großen Unternehmen an verschiedenen Orten CO₂-Sensoren installiert und zentral erfasst werden – vorausgesetzt es befindet sich ein LoRaWAN-Gateway in Reichweite.

Durch die Verarbeitung der Daten mithilfe von z. B. The Things Network [3] und einem Anbieter zur Visualisierung wie Tago.io [4] können die Werte per Smartphone oder PC überwacht und ausgewertet werden. Werden die LEDs am LoRIS Applikationsmodul CO₂ installiert, ergibt sich so eine lokale und gleichzeitig zentrale Anzeige der Luftqualität an den kontrollierten Orten. Wie die Integration in The Things Network und eine Weiterleitung der Daten funktioniert, haben wir z. B. im ELVjournal in dem Beitrag zur LoRIS-Base, der im Downloadbereich des Artikels [2] kostenlos heruntergeladen werden kann, erklärt.

Auch bei der Spannungsversorgung ist man bei dem verwendeten Experimentiersystem flexibel. Man hat die Wahl zwischen einer Dauer-versorgung per USB, einem Powermodul wie dem LoRIS-Buttoncell [5] oder einer Energy-Harvesting-Lösung wie dem LoRIS-EnergyHarv [6].

Luftgüte als wichtiger Indikator

Auch vor der Corona-Pandemie war der CO₂-Wert ein wichtiger Indikator für die Luftqualität, denn eine erhöhte Konzentration von CO₂ in der Innenraumluft kann sich negativ auf den Menschen auswirken. Die „dicke Luft“ sorgt dann beispielsweise für Kopfschmerzen und nachlassende Konzentrationsfähigkeit.

In den letzten Jahren ist die Erfassung des CO₂-wertes endgültig in den Fokus der Menschen gerückt. Die Empfehlungen für eine gute Raumluft liegen zeitlich gesehen aber schon weit zurück. Bereits im 19. Jahrhundert hatte der bayerische Chemiker Max von Pettenkofer empfohlen, die CO₂-Konzentration in der Innenraumluft unter 1000 ppm (0,1 %) zu halten – die sogenannte Pettenkofer-Zahl. Dieser Wert hat noch heute Bestand – der Ausschuss für Innenraumrichtwerte des Umweltbundesamtes (UBA) sieht in den „Leitwerten für Kohlendioxid (2008)“ Werte von unter 1000 ppm als hygienisch unbedenklich an (Tabelle 1).

Werte über 1000 bis 2000 ppm CO₂-Konzentration in der Innenraumluft bewertet das Umweltbundesamt bereits als „hygienisch auffällig“, bei über 2000 ppm ist die Bewertung „hygienisch inakzeptabel“. Liest man in der „Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft“ des UBA über die „Exposition gegenüber Kohlendioxid in der Innenraumluft“ den Abschnitt „Schulen“, so wird deutlich, wie wichtig eine Messung der CO₂-Konzentration in der Innenraumluft ist: „Es wird deutlich, dass derzeit in Schulen CO₂-Konzentrationen von über 2000 ppm bis in den Bereich von 5000 ppm nicht selten sind. Die ermittelten CO₂-Konzentrationen liegen deutlich über denen der Außenluft, in einigen Fällen beträgt das Verhältnis der CO₂-Konzentrationen innen zu außen mehr als das Zehnfache.“

In Corona-Zeiten bedeutet ein erhöhter CO₂-Wert aber nicht nur „dicke Luft“ mit den bereits erwähnten negativen Folgen, sondern unter Umständen auch eine erhöhte Gefahr, sich durch virusbelastete Aerosole anzustecken. Durch regelmäßiges Lüften schlägt man also möglicherweise gleich zwei Fliegen mit einer Klappe. Erhöhte CO₂-Werte gibt es natürlich nicht nur in Schulen – die oben erwähnten Orte wie Büros und Besprechungsräume unterliegen der gleichen Gesetzmäßigkeit.

Schaltung

Die Schaltung zum LoRIS-AM-CO₂ (Bild 1) ist sehr übersichtlich. Neben den Steckverbindern J1 und J2 zum Verbinden mit den LoRIS-Modulen findet man in der Schaltung noch den CO₂-Sensor A1 vom Typ Senseair Sunrise. Die Kondensatoren C1-C3 dienen zur Spannungsstabilisierung und die Widerstände R1-R4 als Pull-ups für die Signalleitungen und den Enable-Pin des Sensors.

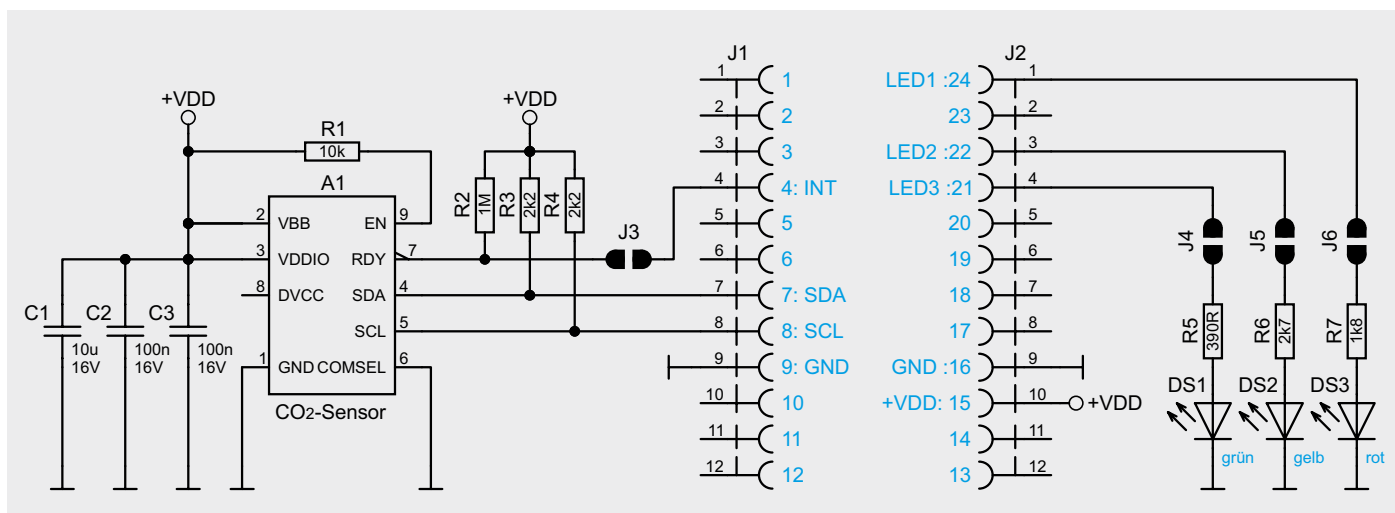


Bild 1: Schaltbild des LoRIS-AM-CO₂

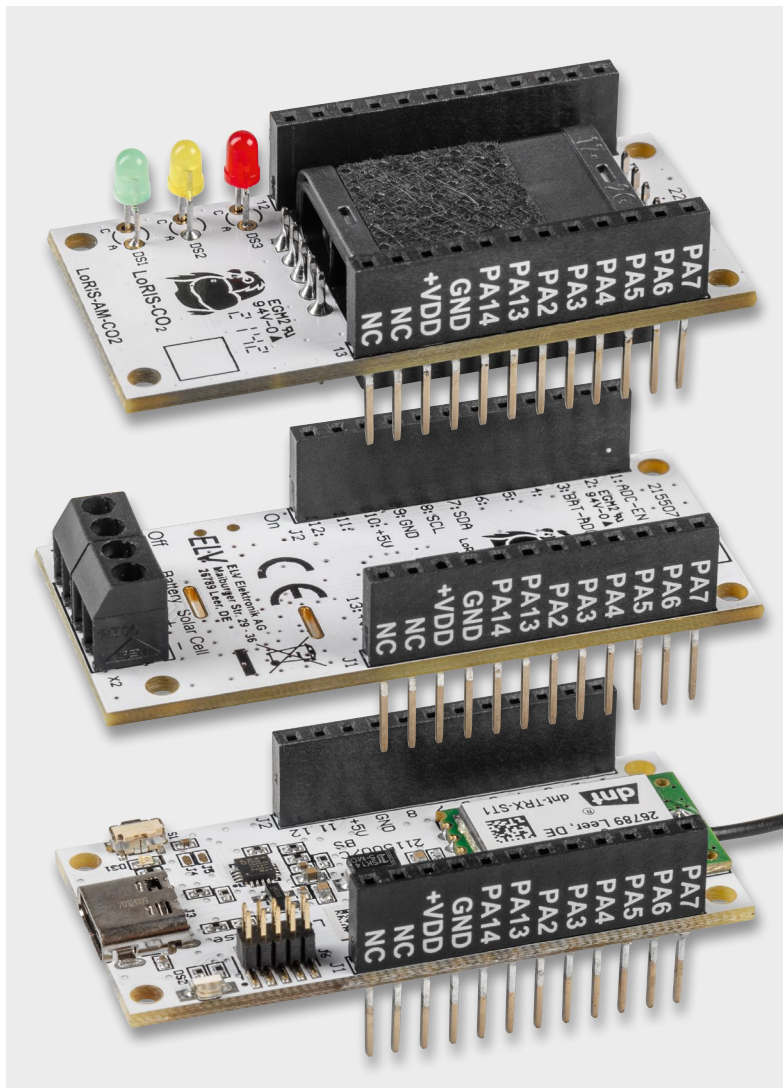
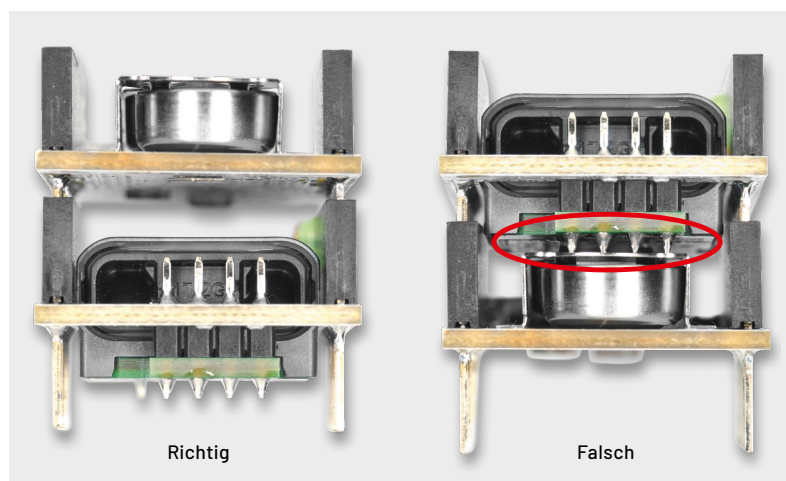


Bild 2: Ein Stapel aus LoRIS-Modulen mit dem LoRIS-AM-CO2 (oben)

Optional bestückbar sind die LEDs DS1–DS3. R5–R7 bilden die Vorwiderstände für die LEDs zum Betrieb mit 3,3 V. Sie sind so gewählt, dass insgesamt max. 5 mA von den LEDs aufgenommen werden. Bei einer CO₂-Konzentration unter 1000 ppm leuchtet die grüne LED, die gelbe LED signalisiert einen CO₂-Wert zwischen 1000 und 2000 ppm und die rote LED zeigt eine CO₂-Konzentration von 2000 ppm und höher an.

Aufgrund der Bauhöhe des Sensors lässt sich das CO₂-Modul leider nicht auf alle LoRIS-Module (Beispiel für einen Modulstapel siehe Bild 2) aufstecken, so z. B. beim Knopfzellenmodul LoRIS-Buttoncell.



In diesem Fall muss die Reihenfolge der Module getauscht werden (Bild 3).

Beim Aufstecken sollte man grundsätzlich darauf achten, dass die Anschlüsse des Sensors keine anderen Bauteile berühren.

Hintergrundkalibrierung

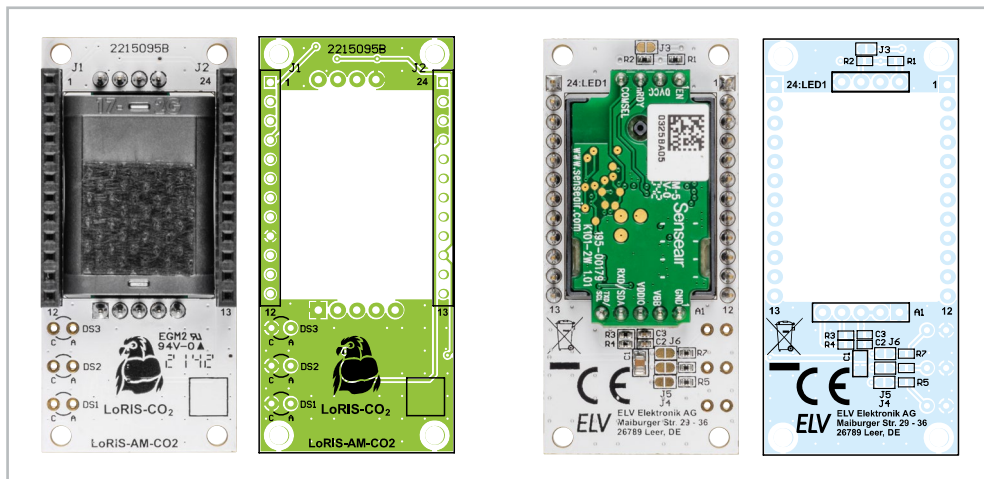
Da NDIR-CO₂-Sensoren im Allgemeinen dazu neigen, über längere Zeit immer weiter von den realen Messwerten abzuweichen, hat der in diesem Gerät verbaute Sensor einen integrierten Abgleichmechanismus. Um die CO₂-Abweichungen über längere Zeiträume zu kompensieren und auch nach längerem Einsatz noch exakt messen zu können, macht der CO₂-Sensor im Hintergrund einen automatischen Abgleich. Nähere Informationen dazu gibt der Hersteller Senseair [7].

Damit dieser Mechanismus wirken kann, sollten Sie spätestens alle acht Tage ausreichend lüften, wobei der CO₂-Sensor Frischluft mit 400 ppm ausgesetzt sein muss, um fehlerhaften Messwerten vorzubeugen. Das Intervall, in dem dieser Abgleich erfolgt, ist standardmäßig für alle acht Tage festgelegt.

Für Räume, in denen nicht sichergestellt werden kann, dass innerhalb von acht Tagen der Sensor Frischluft ausgesetzt wird, kann das Intervall individuell angepasst oder komplett deaktiviert werden. Nach spätestens einem Jahr sollte aber eine Kalibrierung durchgeführt werden. Es bedarf dreier Kalibrierintervalle, damit neue Kalibrierwerte komplett zum Tragen kommen.

Bild 3: Bei der Kombination bestimmter Module, wie z. B. dem LoRIS-Buttoncell und dem LoRIS-AM-CO2, muss die Steckkombination beachtet werden: Links ist die richtige Anordnung mit genügend Platz zwischen den Modulen zu sehen, rechts eine nicht zulässige Kombination (die Stiftleiste des LoRIS-AM-CO2 berührt das LoRIS-Buttoncell).

Bild 4: Platinenfotos und Bestückungsdrucke des LoRIS-AM-CO2



Nachbau

Das CO₂-Modul ist bereits fertig aufgebaut, alle Bauteile sind vorbestückt (Bild 4). Optional lassen sich drei LEDs (liegen dem Bausatz bei) in den Farben Grün, Gelb und Rot bestücken, um so eine CO₂-Ampel mit diesem Modul realisieren zu können.

In Bild 5 ist der Lieferumfang des LoRIS-AM-CO₂ zu sehen, der aus dem Modul und den drei LEDs besteht. Dabei wird DS1 mit der grünen, DS2 mit der gelben und DS3 mit der roten LED bestückt.

Die Widerstände sind so gewählt, dass max. ca. 5 mA durch die LEDs fließen. Das längere Beinchen der LEDs ist die Anode (+), auf der Platine befinden sich neben den Lötspots die Buchstaben A für die Anode und C für die Kathode (Bild 6). Die Lötjumper J4 bis J6 müssen für die Verwendung der LEDs gebrückt werden (Bild 7).

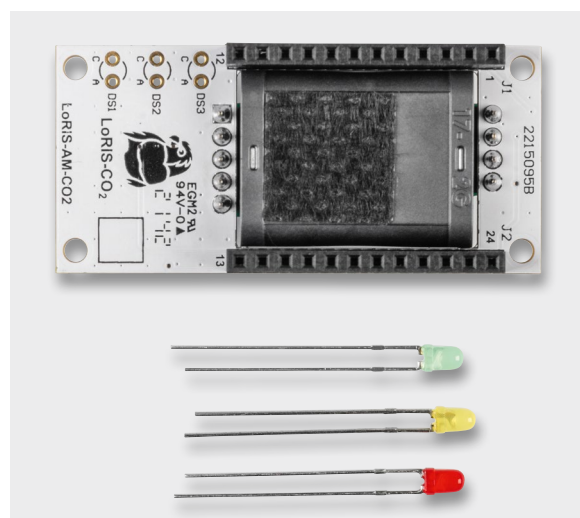


Bild 5: Lieferumfang des Bausatzes

Widerstände:	
390 Ω/SMD/0402	R5
1,8 kΩ/SMD/0402	R7
2,2 kΩ/SMD/0402	R3, R4
2,7 kΩ/SMD/0402	R6
10 kΩ/SMD/0402	R1
1 MΩ/SMD/0402	R2
Kondensatoren:	
100 nF/16 V/SMD/0402	C2, C3
10 µF/16 V/SMD/0805	C1
Halbleiter:	
LED/grün/THT/3 mm	DS1
LED/gelb/THT/3 mm	DS2
LED/rot/THT/3 mm	DS3
Sonstiges:	
Buchsenleiste, 1x 12-polig, 10 mm Pinlänge, gerade, bedruckt, Pin 1-12, für LoRIS	J1
Buchsenleiste, 1x 12-polig, 10 mm Pinlänge, gerade, bedruckt, Pin 13-24, für LoRIS	J2
CO ₂ -Sensor mit Stiftleisten:	
1x 4-polig und 5,5-mm-Stifte	
1x 5-polig und 5,5-mm-Stifte	A1

Stückliste

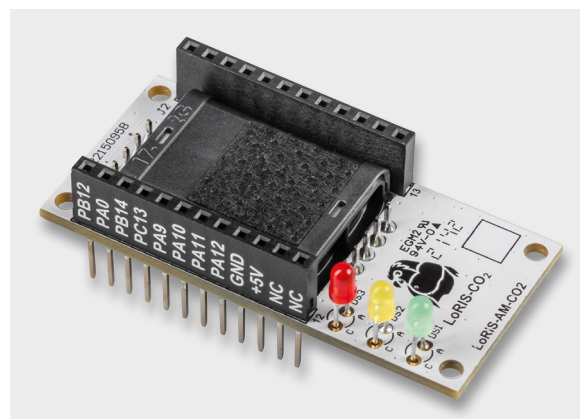
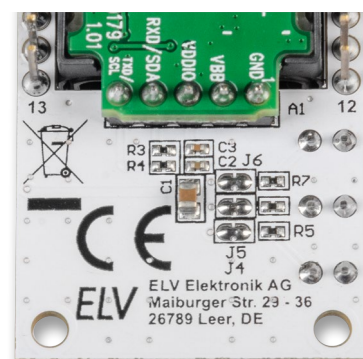


Bild 6: LoRIS-AM-CO2 mit bestückten LEDs

Bild 7: Werden die LEDs bestückt, müssen die Lötjumper J4 bis J6 gebrückt werden.



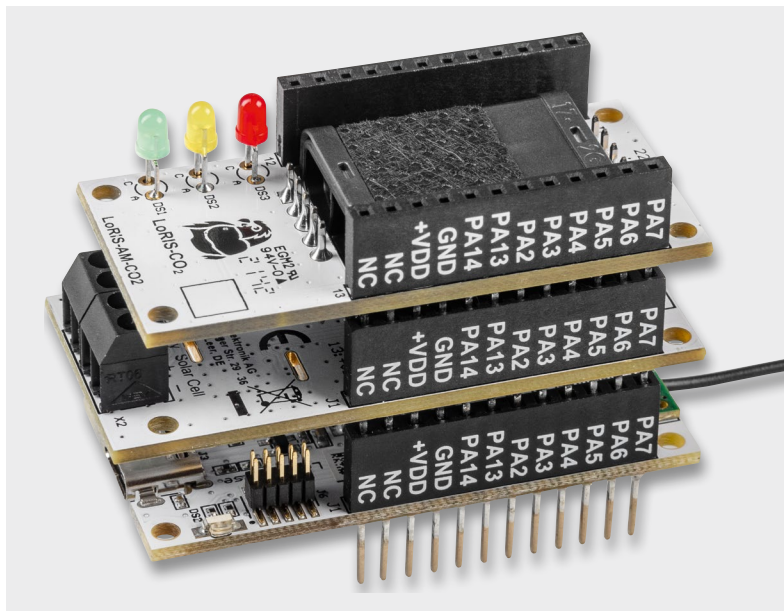


Bild 8: Das LoRIS-AM-CO2 mit bestückten LEDs in Kombination mit anderen LoRIS-Modulen

Anwendungsbeispiel

In Bild 8 ist das fertig bestückte Modul in Kombination mit anderen LoRIS-Modulen zu sehen.

Neben der offensichtlichen Nutzung zur Raumluftüberwachung in Gebäuden, bei der die CO₂-Konzentration möglichst nicht zu hoch werden sollte, gibt es auch einen Anwendungsfall, der genau andersherum gelagert ist. Hierbei soll die CO₂-Konzentration nicht zu niedrig werden.

CO₂ wird teilweise in Gewächshäusern zur Düngung verwendet, denn viele Pflanzen wachsen schneller, wenn die CO₂-Konzentration leicht erhöht wird. Dieser Effekt und die Konzentration hängen natürlich von der Pflanzenart ab, für Gemüsepflanzen liegt ein optimaler Wert bei ca. 600 bis 1200 ppm. Eine zu hohe CO₂-Konzentration hat aber wiederum einen negativen Effekt auf das Pflanzenwachstum.

Flashen der Firmware

Für den Betrieb des LoRIS-AM-CO2 muss die Firmware auf der LoRIS-Base angepasst werden, damit das LoRIS-AM-CO2 entsprechend ausgelesen werden kann. Die Firmware ist im Downloadbereich der LoRIS-Base [2] erhältlich.

Tabelle 3

Bytes zur CO₂-Konzentration in der Uplink-Payload des LoRIS-AM-CO2

Byte n	Value ID	0x08
Byte n+1	CO ₂ -Konzentration [High Byte]	0-10.000 (in ppm CO ₂ -Konzentration) 0x7FFF Unknown 0x7FFE Overflow
Byte n+2	CO ₂ -Konzentration [Low Byte]	0x7FFD SensorError 0x7FFC CalibrationError

Tabelle 4

Downlink-Payload

	Parameter	Beschreibung	Default
Byte 0	Device ID	0x08	
Byte 1	Zeitintervall	0-255 (in Minuten)	5 Minuten
Byte 2	Kalibrierwert CO ₂ -Konzentration [High Byte]	0-10.000 (in ppm CO ₂ -Konzentration)	400 ppm
Byte 3	Kalibrierwert CO ₂ -Konzentration [Low Byte]	Kalibrierwert für automatische Kalibrierung	
Byte 4	Kalibrierintervall [High Byte]	1-65.534 (in Stunden)	
Byte 5	Kalibrierintervall [Low Byte]	0 oder 65.535: automatisch Kalibrierung deaktiviert Intervall für automatisch Kalibrierung	192 Stunden

LoRIS-Header

Tabelle 2

Byte 0	Reserved	TX_Reason
Byte 1		Reserved
Byte 2		Reserved
Byte 3		Supply Voltage [High Byte]
Byte 4		Supply Voltage [Low Byte]

Mit dem LoRIS-Flasher-Tool, das unter [2] heruntergeladen werden kann, muss nun die Firmware auf die LoRIS-Base aufgespielt werden. Eine Schritt-für-Schritt-Anleitung für den Flashvorgang findet man in der Downloaddatei des LoRIS-Flasher-Tools.

Nach dem erfolgreichen Flashen der Firmware wird die USB-Spannungszufuhr von der LoRIS-Base getrennt und wieder neu eingesteckt, um die neue Firmware zu aktivieren. Das Modul nimmt danach den Betrieb mit der geänderten Firmware auf.

Auswerten der Payload/Einstellungen

Den Payload-Parser zur Auswertung der Daten im The Things Network (TTN) findet man ebenfalls im Downloadbereich der LoRIS-Base [2]. Das Vorgehen zur Einbindung in das TTN ist in dem Grundlagenbeitrag zur LoRIS-Base beschrieben [2].

Uplink

Im Uplink wird immer der LoRIS-Header mit dem TX-Reason und der Betriebsspannung gefolgt von den Daten des Applikationsmoduls gesendet (Tabelle 2). Beim LoRIS-AM-CO2 folgt danach in der Payload die CO₂-Konzentration (Tabelle 3). Die mit dem Payload-Parser decodierten Daten sind an einem Beispiel in Bild 9 zu sehen.

Downlink

Um das Messintervall und die CO₂-Kalibrierung per Downlink zum LoRIS-Applikationsmodul zu übertragen, werden im Bereich Applications bei TTN unter End-Device Messaging Downlink im Feld FPort der Wert 10 und der zu sendende Payload eingetragen. Die zu sendenden Daten (Payload) bestehen aus insgesamt 6 Byte (Tabelle 4).

Applications > TEST > Live data

Time	Entity ID	Type	Data preview	Verbose stream	Export as JS
↑ 11:46:49	loris-am-co2-1	Forward uplink data message	Payload: { Concentration: 1586, Supply_Voltage: 3079, TX_Reason: "App_Cycle_Event" }	04 00 00 0C 07 08	
↑ 11:46:49	loris-am-co2-1	Successfully processed data messa...	DevAddr: 26 0B 2F 86 FCnt: 23 FPort: 10 Data rate: SF7BW125 SNR: 10 RSSI: -73		
↑ 11:41:43	loris-am-co2-1	Forward uplink data message	Payload: { Concentration: 1587, Supply_Voltage: 3077, TX_Reason: "App_Cycle_Event" }	04 00 00 0C 05 08	
↑ 11:41:43	loris-am-co2-1	Successfully processed data messa...	DevAddr: 26 0B 2F 86 FCnt: 22 FPort: 10 Data rate: SF7BW125 SNR: 7 RSSI: -66		

Bild 9: Live-Daten des LoRIS-AM-CO2 im TTS

- Byte 0 enthält die Device-ID des LoRIS Applikationsmoduls CO2, diese lautet 0x08.
 - Byte 1 enthält den Wert des einzustellenden Zeitintervalls in Minuten. Das Zeitintervall kann in einem Bereich von 0 bis 255 Minuten eingestellt werden, wobei der Wert 0 bedeutet, dass keine Intervallmessung mehr stattfindet.
 - Byte 2 und 3 enthalten die CO₂-Konzentration in ppm, mit der die Hintergrundkalibrierung erfolgen soll (default 400 ppm = 0x0190).
 - Byte 4 und 5 Byte enthalten das Zeitintervall in Stunden, mit der die Hintergrundkalibrierung erfolgen soll (default 192 h = 8 Tage = 0x00C0).
- Bitte beachten Sie, dass die Eingabe als Hexadezimalwert erfolgen muss.

Nach der Eingabe der Daten klicken Sie auf „Schedule downloadlink“. Die Nachricht wird dann in eine Warteschlange geschrieben, da Class-A-Nodes ein Empfangsfenster erst nach der Absendung von

Daten (Uplink an ein Gateway/TTS) öffnen. Dazu kann z. B. der User-Button gedrückt werden. Durch die Aussendung der Daten wird anschließend ein entsprechendes Empfangsfenster geöffnet, der Downlink wird ausgeführt und die Einstellungen werden übernommen.

Zur Visualisierung der Daten haben wir im ELVjournal 1/2022 und 2/2022 [8] ein Beispiel mit dem Anbieter Tago.io beschrieben, das entsprechend für das LoRIS-AM-CO2 übernommen werden kann. **ELV**

Technische Daten	Geräte-Kurzbezeichnung:	LoRIS-AM-CO2
	Versorgungsspannung:	3,05–3,3 V _{DC}
	Stromaufnahme:	typ. 50 µA, peak max. 130 mA
	Stromaufnahme LEDs:	5 mA
	Messbereich:	400 bis 5000 ppm CO ₂
	Genauigkeit:	± 30 ppm ± 3 % vom Messwert
	Umgebungstemperatur:	–5–35 °C
	Abmessungen (B x H x T):	55 x 26 x 19 mm
	Gewicht:	13 g

i Weitere Infos

- [1] Homematic IP CO₂-Sensor HmIP-SCTH230: Artikel-Nr. 155645 (Bausatz), Artikel-Nr. 155592 (Fertiggerät)
- [2] LoRIS-Base Experimentierplattform für LoRaWAN, LoRIS-BM-TRX1: Artikel-Nr. 156514
- [3] The Things Network: <https://www.thethingsnetwork.org/>
- [4] Visualisierung von Daten mit Tago.io: <https://tago.io/>
- [5] LoRIS-Buttoncell ARR-Bausatz Powermodul LR44 LoRIS-PM-BC: Artikel-Nr. 156745
- [6] LoRIS-EnergyHarv Powermodul Energy Harvesting LoRIS-PM-EH: Artikel-Nr. 156839
- [7] Beschreibung der Technologie zum Abgleich der CO₂-Sensoren von Senseair Sunrise: <https://senseair.com/knowledge/sensor-technology/technology/senseair-abc-algorithm/>
- [8] Einfach anzeigen - Datenweiterleitung und Visualisierung im LoRaWAN: Artikel-Nr. 252466 (Teil 1), Artikel-Nr. 252592 (Teil 2)

Alle Links finden Sie auch online unter: de.elv.com/elvjournal-links

Viele weitere Infos zum Thema LoRaWAN sowie unser gesamtes LoRIS-Sortiment finden Sie unter:

