

Ministerium für Soziales, Gesundheit, Integration und Verbraucherschutz
Henning-von-Tresckow-Str. 2-13, Haus S,
Öffentlicher Gesundheitsdienst / Umweltbezogener Gesundheitsschutz
14467 Potsdam
Tel. 0331/866-32
<https://msgiv.brandenburg.de>

EXPERIMENT „GUTE LUFT IN SCHULEN“

HANDLUNGSANLEITUNG FÜR DIE
BENUTZUNG DES CO₂-
MESSGERÄTES C.A 1510

INHALTSVERZEICHNIS

Inhalt

Zusammenfassung	1
Einleitung	2
Welche gesundheitliche Bedeutung hat die CO ₂ -Konzentration?	3
CO ₂ -Konzentration als Indikator für eine gute Raumluft	4
Welche Lüftung ist die effektivste Lüftungsmethode?	5
Das CO ₂ -Messgerät C.A 1510 - Bedienungsanleitung	7
Der Erhebungsbogen für CO ₂ -Messungen	11
Das Lüftungsprotokoll	12
Evaluierungsbogen	14
Aufgabenstellungen für die Schüler*innen	15
Kontaktinformationen	16

Zusammenfassung

Die Qualität der Luft ist wichtig für unsere Gesundheit. Denn wir atmen diese Luft täglich ein.

Luft ohne Schadstoffe gibt es nicht – weder im Raum noch draußen. Spätestens seit dem Schweizer Arzt Paracelsus (16. Jahrhundert) ist bekannt, dass allein die Dosis das Gift macht. Darum sollten wir auf eine gute Außen- und Innenluft achten. Die Innenraumluft im Klassenzimmer können wir zum Beispiel durch regelmäßiges Lüften positiv beeinflussen. Ist eine schlechte (verbrauchte oder „dicke“) Luftqualität im Raum, können wir krank werden. Es kann zu gesundheitlichen Problemen kommen. Eine gute Luft im Klassenraum ist für die Gesundheit wichtig und wir fühlen uns wohler. Wir sind aufmerksamer und können besser dem Unterricht folgen. Gute Luft in Schulen ist schon immer wichtig und nicht erst seit dem Auftreten von SARS-CoV-2. Die Pandemie hat jedoch die Luftqualität in Klassenräumen wieder präsenter gemacht.

Das übergebene Messgerät soll auf einfache Weise - Farbwechsel des Displays- helfen, sich an das Lüften zu erinnern. Das Gerät misst hauptsächlich das Gas Kohlendioxid (CO₂). Ein Wert bis 1000 Volumen-Prozent (angegeben in der Einheit parts per million [ppm]) gilt für die Raumlufte als hygienisch unbedenklich. Ein Wert über 2000 ppm ist als hygienisch unakzeptabel eingestuft. Ab diesem Wert muss unbedingt gelüftet werden.

Das Gerät ist noch vielseitiger. Es zeigt neben der CO₂-Konzentration auch die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit an. Diese dienen ebenso als Indikatoren für die Raumluftequalität, denn sie zeigen, wie sich die Raumlufte im Klassenraum verändert, wenn viele Personen - wie Schülerinnen und Schüler, Lehrerinnen oder Lehrer oder weitere Personen - den Raum nutzen. Ihnen soll das Messgerät während des Projektes sichtbar machen, welchen Einfluss das Lüften auf die Kohlendioxid-Konzentration hat.

Das CO₂-Messgerät soll **möglichst für vier Wochen** für das Experiment benutzt werden und das Bewusstsein der Raumnutzerinnen und Raumnutzer auf eine gute Raumluftequalität lenken. Wir wünschen uns dadurch eine Art Trainingseffekt.

Bei eingeschalteter Aufzeichnung (M_REC) werden die erhobenen Messergebnisse in einem im Messgerät integrierten Datenlogger registriert und gespeichert. Diese Aufzeichnungen erlauben gemeinsam mit den ausgefüllten Messprotokollen nachträgliche Auswertungen. Diese Auswertungen würden wir gerne mit einem vom Ministerium für Soziales, Gesundheit, Integration und Verbraucherschutz (MSGIV) beauftragten Institut durchführen und die Ergebnisse mitteilen.

Die Datenerhebung dient nicht der Reglementierung!

Einleitung

Die gute Luftqualität in Innenräumen, so auch in Schulen, ist für das Wohlbefinden und für die Gesundheit der Nutzer*innen unerlässlich. Gute Innenraumluftqualität wird neben baulichen Einflüssen auch entscheidend durch das Verhalten der Nutzer*innen bestimmt. Daher erfordert die Lüftungssituation in Schulen besondere Aufmerksamkeit. Der Stoff Kohlendioxid (CO₂) gilt dabei seit langem als guter Indikator für die Luftqualität. Die CO₂-Konzentration wird als Indikator für organische Ausdünstungen durch Menschen verwendet, ohne selbst toxikologisch besonders bedeutend zu sein.

Als gesundheitlich-hygienischen Leitwert wird für Innenräume die mehr als 100 Jahren bekannte Pettenkofer-Zahl von 1000 ppm CO₂ seitens des Arbeitskreises Lüftung am Umweltbundesamt empfohlen. Betrachtet wird er hier als Mittelwert über die Dauer einer Nutzungseinheit (i.d.R. einer Unterrichtsstunde) geregelt ist. Kurzzeitig sind erhöhte CO₂-Momentanwerte von bis zu 1500 ppm CO₂ akzeptabel, wenn der **Mittelwert von 1000 ppm CO₂ während der Unterrichtseinheit** eingehalten wird (Leitwert).

Für die Überprüfung dieses CO₂-Leitwertes soll das zur Verfügung gestellte Messinstrument C.A 1510 benutzt werden. Dieses Messinstrument ist einfach händelbar, so dass dieses auch von Schüler*innen benutzt bzw. bedient werden kann.

Das Gerät zeigt neben der CO₂-Konzentration auch die Temperatur und die relative Luftfeuchte an. Diese Indikatoren für die Raumluftqualität zeigen, wie sich die Raumluft im Klassenraum verändert – in Abhängigkeit der Personen die im Raum aktiv sind. Anhand des Messgeräts lässt sich verdeutlichen, welchen Einfluss das Lüften auf die Kohlendioxid-Konzentration hat.

Das Gerät geht nach dem 4- wöchigen Experiment mit Erhebung der Lüftungsprotokolle in das Eigentum der Schule über. Die Lüftungsprotokolle werden eingesammelt und die gespeicherten Messdaten aus den Geräten „ausgelesen“.

WELCHE GESUNDHEITLICHE BEDEUTUNG HAT DIE CO₂-KONZENTRATION?

Welche gesundheitliche Bedeutung hat die CO₂-Konzentration?

Jeder Mensch atmet neben Stickstoff, Sauerstoff auch Kohlendioxid (CO₂) aus. Jeder Mensch atmet pro Minute etwa 8 bis 10 Liter Luft aus. Die ausgeatmete Luft enthält ca. 4 Prozent (%) CO₂. Daher wird die Raumluft mit Kohlendioxid angereichert.

CO₂ ist ein farb- und geruchloses Gas. Mit einer Konzentration um 400 ppm (parts per million) ist es ein natürlicher Bestandteil der Umgebungsluft. CO₂ entsteht bei der Verbrennung, aber auch im Organismus von Lebewesen.

Die ausgeatmete Luft enthält auch winzige Flüssigkeitströpfchen (Aerosole), die aufgrund ihrer Größe für längere Zeit in der Luft schweben können. An diese Aerosole können sich andere Stoffe wie Staub, Ausdünstungen zum Beispiel aus Möbeln oder Kosmetika oder auch biologische Stoffe wie Viren und Bakterien anlagern und im Raum verteilen.

Je mehr Menschen im Raum sind, desto schneller ist die gute Luft verbraucht.

Schlechte oder „dicke“ Raumluft macht müde. Die Schüler*innen werden unruhig, können sich nicht mehr gut auf den Unterrichtsstoff konzentrieren, fühlen sich unwohl. Sie haben vielleicht bereits Kopfschmerzen. Zudem kann auch die Konzentration an Viren und Bakterien im Raum ansteigen. Sind zu viele Viren mit einer Krankheitslast im Raum, besteht das Risiko sich anzustecken und krank zu werden.

CO₂-KONZENTRATION ALS INDIKATOR FÜR EINE GUTE RAUMLUFT

CO₂-Konzentration als Indikator für eine gute Raumluf

Die CO₂-Konzentration ist ein guter Indikator für „verbrauchte“ Luft im Raum. Steigt die Geruchsintensität der menschlichen Ausdünstungen im Raum, steigt auch die CO₂-Konzentration. Zudem zeigt die CO₂-Konzentration an, wie intensiv der Raum genutzt wird.

Die CO₂-Konzentration im Innenraum hängt im Wesentlichen davon ab

- wie viele Personen im Raum sind,
- wie groß der Raum ist, also vom Raumvolumen,
- wie aktiv die Personen im Raum sind,
- wie lange die Personen im Raum sind,
- wie gelüftet wird und frische (gute) Luft in den Raum gelangt, (wie gut die Luft ausgetauscht wird).

Deswegen haben die Fachleute einen Leitwert für „gute“ Raumluf festgelegt. Der Wert für gute Raumluf liegt bei 1000 ppm. Dieser Wert gilt als hygienisch unbedenklich (siehe Tabelle). Ab 2000 ppm gilt die CO₂-Konzentration als hygienisch unakzeptabel. Der Raum muss dringend gelüftet werden. Der Wert zwischen 1000 ppm und 2000 ppm wird als hygienisch bedenklich bzw. auffällig eingeschätzt.

Tabelle 1: Leitwerte für die CO₂-Konzentrationen in der Innenraumluf¹ in Verbindung mit Einstellung am Messgerät

CO ₂ -Konzentration in ppm	Ampelfarbe des CO ₂ -Geräts	Hygienische Bewertung nach UBA-Empfehlungen
< 1000	Grün	Hygienisch unbedenklich
1000 bis < 1700	Gelb	Hygienisch auffällig
1700 bis < 2000	Rot	Hygienisch auffällig
>2000	Rot, (ggf. mit Signal - blinken bzw. akustisch (Lautstärke einstellbar))	Hygienisch inakzeptabel

Die Raumtemperatur, die relative Luftfeuchte und die Luftbewegung geben neben einer geringen CO₂-Konzentration entscheidende Hinweise für eine gute Raumluf.

In einem Raum fühlen sich Personen wohl (behaglich), **wenn die Temperatur zwischen 20 und 23 °C** und die **Luftfeuchte zwischen 30 bis 70% relative Luftfeuchte** liegt. Ist die Luft zu trocken, trocknen die menschlichen Schleimhäute aus. Bei hoher Luftfeuchtigkeit kann es zu Schimmelbildung kommen. Für Hausstaubmilben-Allergiker sind allerdings maximal 50% relative Luftfeuchtigkeit empfehlenswert. Fachleute empfehlen für Schulen eine relative Luftfeuchte von 40 bis 60%. Die Luftbewegungen (Luftströmungen) sollten je nach Jahreszeit von 0,15 Meter pro Sekunde (m/s) (im Winter) bzw. 0,25 m/s im Sommer nicht überschreiten.

¹ UBA, Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden, 2008, S. 38, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/uba_empfehlungspapier_lueftung_unterrichtsgebaeude_final_bf.pdf

WELCHE LÜFTUNG IST DIE EFFEKTIVSTE LÜFTUNGSMETHODE?

Welche Lüftung ist die effektivste Lüftungsmethode?

In Bildungseinrichtungen erfordert die Lüftungssituation besondere Aufmerksamkeit. Die vergleichsweise hohe Personenanzahl auf oft engem Raum macht schon allein aufgrund des von Personen ausgeatmeten Kohlendioxids (CO₂) ein regelmäßiges Lüften unerlässlich.

Es gibt mehrere Möglichkeiten zu lüften. Es kann zum Beispiel als freie Lüftung über die Fenster geschehen. Einige Schulen verfügen bereits über eine mechanische Lüftung, eine so genannte raumluftechnische Anlage oder eine Klimaanlage. Der Einfluss der Raumnutzer*innen ist bei diesen Anlagen gering. Daher wird in dieser Handlungsanleitung nur auf die freie Lüftung eingegangen.

Die CO₂-Konzentration kann am schnellsten über die so genannte **Stoßlüftung** verringert werden. Dazu werden nach ca. 20 Minuten alle Fenster geöffnet. Je größer der Temperaturunterschied zwischen drinnen und draußen ist, desto effektiver ist das Lüften. Im Winter reichen dafür ca. 3 bis 5 Minuten. An warmen Tagen dauert der Luftaustausch entsprechend länger, im Sommer ca. 10 bis 20 Minuten. Sind die Lufttemperaturen drinnen und draußen ähnlich hoch, sollten die Fenster durchgehend geöffnet bleiben. Auf eine Verschattung der Fenster sollte dabei geachtet werden.

Noch besser als Stoßlüften ist **Querlüften**. Soweit vorhanden, sollten auch die gegenüberliegenden Fenster gleichzeitig weit geöffnet werden. Wenn keine gegenüberliegenden Fenster vorhanden sind, kann auch über die Tür gelüftet werden.

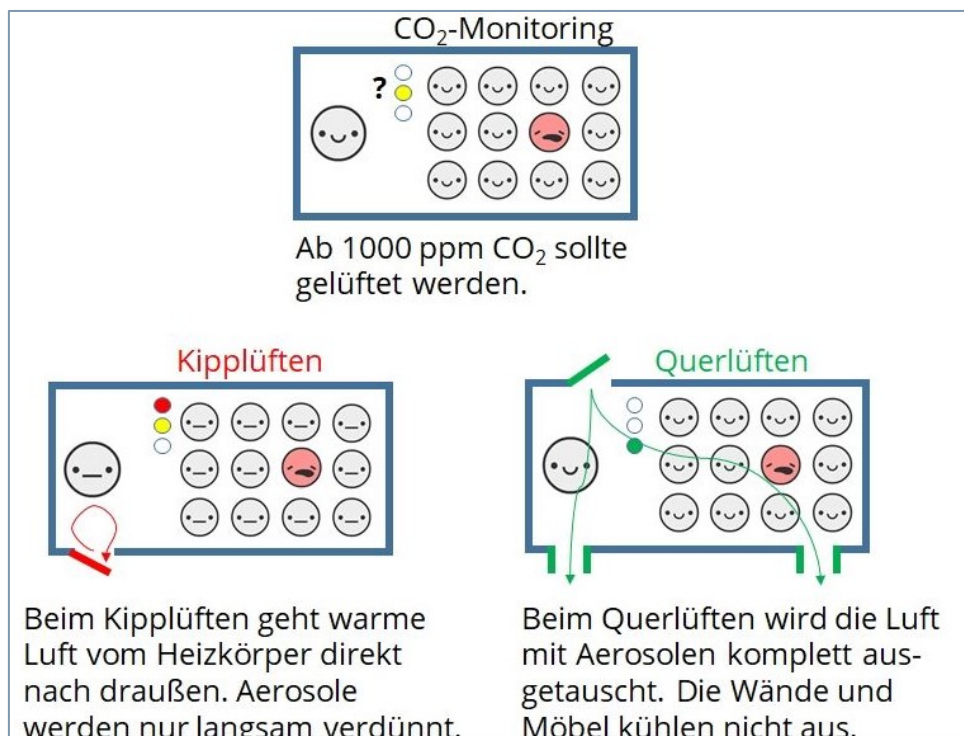


Bild 1: Lüftungsmöglichkeiten, Quelle: <https://www.umwelt-campus.de/forschung/projekte/iot-werkstatt>

Beim Stoß- und Querlüften sinkt die Raumtemperatur nur um wenige Grad ab. Sie steigt nach dem Schließen der Fenster schnell wieder an.

WELCHE LÜFTUNG IST DIE EFFEKTIVSTE LÜFTUNGSMETHODE?

Nach jeder Unterrichtsstunde von 45 Minuten sollte über die gesamte Pause gelüftet werden. Wenn möglich, sollten die Personen den Raum verlassen.

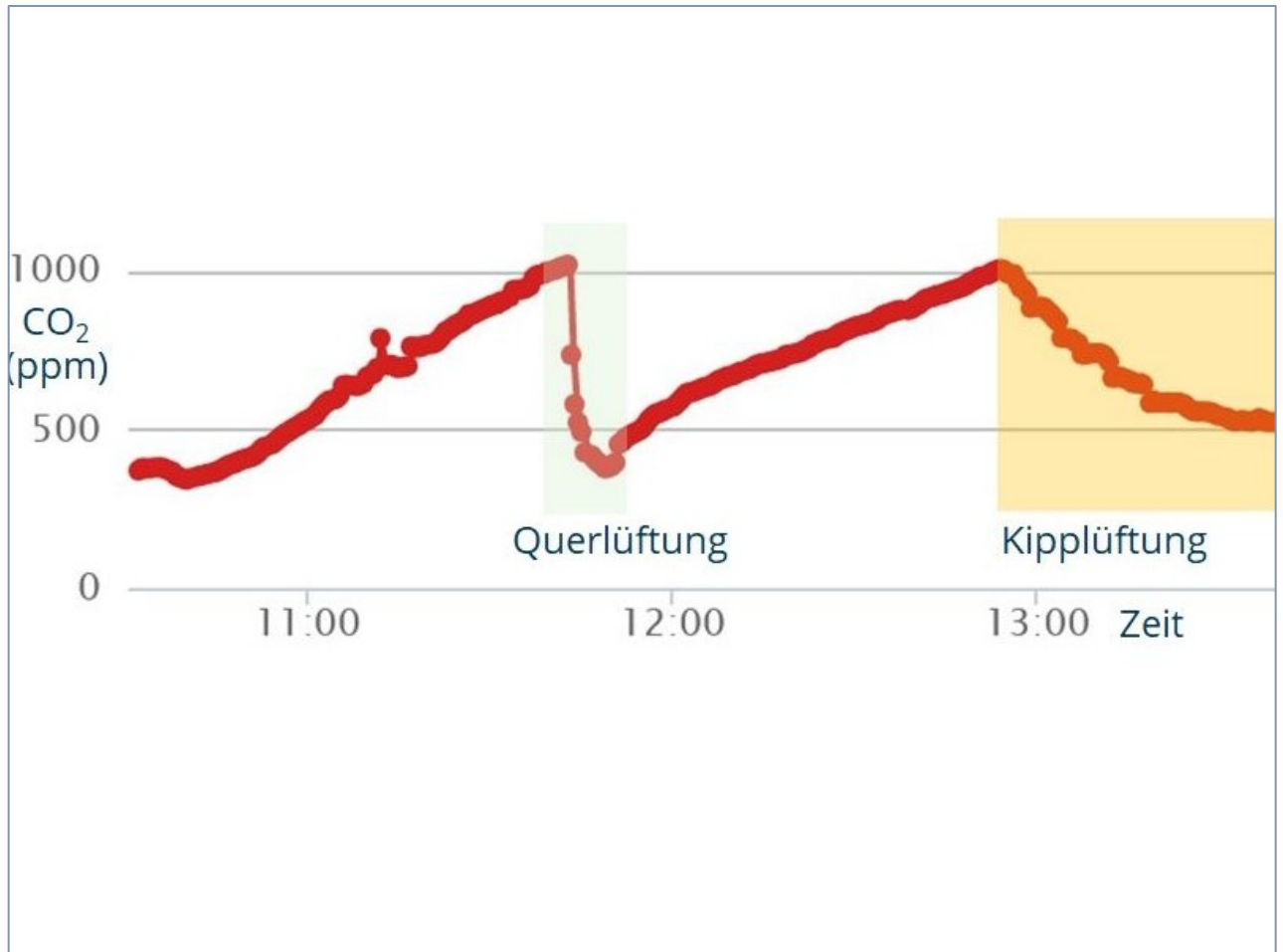


Bild 2: CO₂-Konzentration bei Quer- und Kipplüftung, Quelle: <https://www.umwelt-campus.de/forschung/projekte/iot-werkstatt>

Das CO₂-Messgerät C.A 1510 - Bedienungsanleitung

CO₂-MESSGERÄT – „DICKE-LUFT-MONITOR“ – WARUM? – WIE LANGE?

Das CO₂-Messgerät hilft dabei das Lüftungsverhalten im Klassenraum zu optimieren.

Dem Messgerät C.A 1510 ist eine Kurzanleitung beigelegt, so dass das Gerät unkompliziert in Betrieb genommen werden kann. Die deutschen Erläuterungen beginnen ab Seite 11. Hier nur Auszüge. Eine ausführliche Anleitung ist im Internet unter <https://www.chauvin-arnoux.com/sites/default/files/HLHBSPQ3.PDF> abrufbar.

CA 1510 ist ein Gerät zum Messen und Prüfen physikalischer Größen mit folgenden Funktionen:

- Messen des CO₂-Gehalts der Luft;
- Messen der Umgebungstemperatur;
- Messen der relativen Luftfeuchte.

Die Luftqualität wird vom Gerät entweder anhand des CO₂-Gehalts oder anhand einer Kombination der drei physikalischen Größen eingestuft.

Das Gerät erfüllt die Anforderungen von Erlass Nr. 2012-14 vom 5. Januar 2014 bezügl. der Evaluation von Lüftungsanlagen und der Messung von Schadstoffen im Rahmen der CO₂-Maßnahmen.

2.2. VORDERSEITE

Das Diagramm zeigt die Vorderseite des CO₂-Messgeräts C.A 1510. Oben befinden sich zwei Sensoren: ein Temperatursensor und Feuchtigkeitssensor links, ein CO₂-Sensor rechts. Darunter ist eine LCD-Anzeige zu sehen. Die Bedienungsfläche enthält folgende Tasten: Ein/Aus (grün), REC (schwarz), MODE °C/°F (schwarz), ECO (schwarz), HOLD (blau), MAX/MIN (schwarz). Ein kleiner blauer Bluetooth-Symbol-Button befindet sich rechts neben der HOLD-Taste. Ein Summer-Symbol ist ebenfalls rechts unten zu sehen.

Temperatursensor und Feuchtigkeitssensor

CO₂-Sensor

LCD-Anzeige

■ Kurz drücken: Hintergrundbeleuchtung
■ Gedrückt halten: Energiesparmodus

■ Kurz drücken: 1D- und 3D-Modus
■ Gedrückt halten: Wechseln der Temperatureinheit

Gedrückt halten: Manuelles Aufzeichnen (M_REC)

Summer

■ Kurz drücken: HOLD-Funktion
■ Gedrückt halten: Bluetooth

Ein/Aus

■ Kurz drücken: Öffnen der MIN/MAX-Funktion, Anzeige der verschiedenen Extremwerte
■ Gedrückt halten: MIN/MAX-Funktion verlassen

Auf den Tasten steht die Funktion, die mit kurzem Drücken geöffnet wird, über dem Strich, und die Funktion, die beim gedrückt Halten geöffnet wird, unter dem Strich.

Bild 3: Funktionsweise der Tasten, C.A 1510, Quelle: Hersteller Chauvin Arnoux Group

DAS CO₂-MESSGERÄT C.A 1510 - BEDIENUNGSANLEITUNG

Das Gerät kann über die Funktion **M_REC** so betrieben werden, dass die CO₂-Messungen automatisch im Datenspeicher des Geräts aufgezeichnet werden. **In diesem Modus soll das Experiment über 4 Wochen stattfinden.** Nach anschließender Auswertung kann später erkannt werden, ob bei Anpassung des Lüftungsverhaltens das Gerät hilfreich war und mit Hilfe des Gerätes nach einer gewissen Zeit ein Lerneffekt aufgetreten ist.

Dazu bitten wir die Geräte in diesem Modus **M_REC** ununterbrochen über **ca. 4 Wochen** zu betreiben und auch die beigelegten Lüftungsprotokolle je Raum über diesen Zeitraum zu führen. Anschließend werden die ausgefüllten Protokolle eingesammelt und die gespeicherten Daten ausgelesen.

Eine Anleitung, über welche 3 Schritte die Geräte in den **M_REC Modus** versetzt werden, ist beigelegt. Sie ist laminiert, um vielleicht zur Sicherheit am Gerät zu verbleiben.

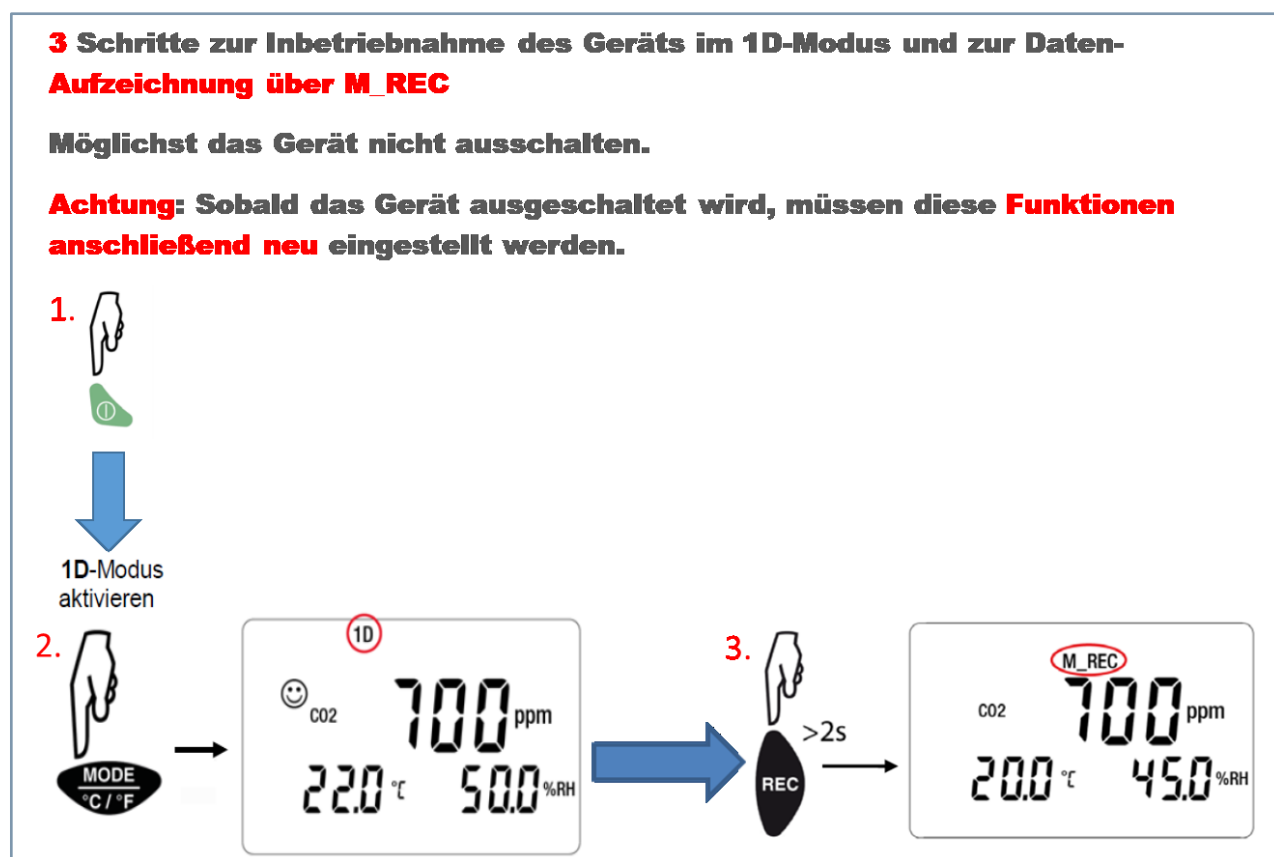
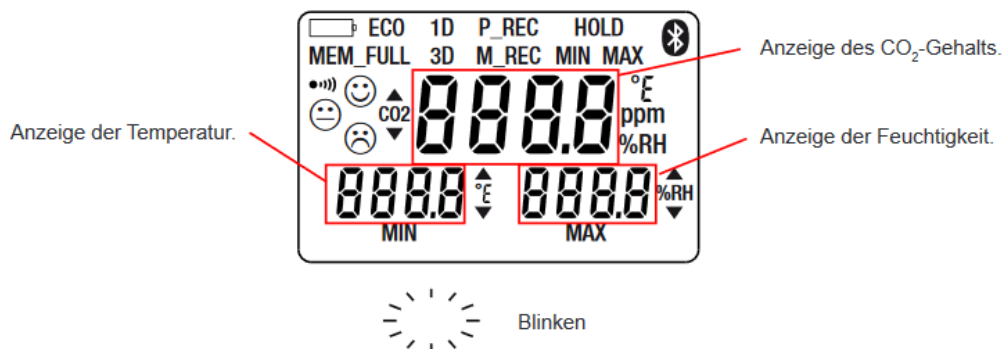


Bild 4: Einschalten des Messgeräts CA1510 für die manuelle Aufzeichnung

DAS CO2-MESSGERÄT C.A 1510 - BEDIENUNGSANLEITUNG

Erläuterungen zu den Symbolen im Display



Symboles	Bezeichnung
MEM_FULL	Speicher voll.
1D	Überwachung des CO ₂ -Gehalts.
3D	Überschreiten der Behaglichkeitsschwellen für CO ₂ , Temperatur und Feuchtigkeit.
MAX	Höchstwert.
MIN	Mindestwert.
ECO	Betrieb im Energiesparmodus.
P_REC	Programmierte Aufzeichnung Blinkt: Aufzeichnung wird starten Leuchtet: Aufzeichnung läuft
M_REC	Manuelles Aufzeichnen.
HOLD	Messanzeige halten.
MIN MAX	MIN/MAX-Funktion: Erfassung der Mindest- und Höchstwerte.
ppm	Einheit des CO ₂ -Gehalts der Luft in Millionstel Teilen (parts-per-million).
•••••)	Summer aktiv.
Bluetooth	Bluetooth Blinkt: Verbindung wird aufgebaut. Leuchtet: Verbindung ist hergestellt.
Battery	Blinkt: Batterien sind schwach. Leuchtet: Das Gerät ist an eine externe Versorgung angeschlossen (Adapter am Stromnetz bzw. USB-Anschluss).
▲	Obergrenze ist überschritten.
▼	Untergrenze ist überschritten.
☺☹☹	Anzeige der Luftqualität und des hygrothermischen Wohlfühlbereichs.

Bild 5: Anzeige und Funktionen, Quelle: Hersteller Chauvin Arnoux Group

Soll die Funktion gewechselt werden, bitte länger als 2 Sekunden die Taste gedrückt halten. (Zum Beispiel: an ↔ aus, °C ↔ °F)

DAS CO₂-MESSGERÄT C.A 1510 - BEDIENUNGSANLEITUNG

DAS CO₂-MESSGERÄT IN BETRIEB NEHMEN

Bitte Batterien in das Gerät (sofern noch nicht bereits erledigt) einlegen und das Gerät in Betrieb nehmen und die gewünschten Einstellungen für das Experiment einstellen.

1. Einschalten 2. 1D Modus wählen 3. M_REC einstellen

Ein ununterbrochener Betrieb mit den Batterien ist möglich, besser jedoch ist die zwischenzeitliche Versorgung mit Strom vom Netz oder vom Laptop, Handy, Tablet über den USB-Anschluss (siehe Tabelle 2).

Zur Erklärung hier ist die nachfolgende Tabelle beigefügt und dokumentiert kurz die einzelnen Betriebsarten des Messgeräts.

Tabelle 2: Betriebsarten des Messgeräts C.A 1510

Messmodus	Anzeigewert	Anzeigehäufigkeit der CO ₂ -Werte	Abfragehäufigkeit der Temperatur- und Feuchtigkeitssensoren	Durchschnittliche Autonomie (Batteriebetrieb)	Signale
Handgeführt	Gemittelt über 11 aufeinanderfolgende Messungen	15-Sekunden-Takt	2-Sekundentakt	15 Tage	Keine Signale
1D und 3D	Gemittelt	Minutentakt	2-Sekundentakt	45 Tage	Visuell akustisch
ECO	Momentanwert, nicht gemittelt	10-Minuten-Takt	52-Sekunden-Takt	Ca. 1 Jahr	Keine Signale
P_REC	Gemittelt	Anwender programmiert	Anwender programmiert	45 Tage	visuell

Im handgeführten Einsatz besteht die Möglichkeit, mehrere Räume hintereinander zu prüfen. Wie in der obenstehenden Tabelle vermerkt, sind nicht alle Funktionen des Geräts aktiv.

Im Messmodus 1D und 3D sind alle Funktionen des Geräts nutzbar, auch die akustischen und visuellen Signale.

Es wird empfohlen das Gerät auf 1D-MODE zu stellen.

Der 3D-MODUS erfasst die Behaglichkeit im Raum. Sobald die Behaglichkeitsschwelle für CO₂, Temperatur oder Luftfeuchtigkeit unter- oder überschritten ist, wird dies visuell angezeigt. Ist der Summer aktiv, erfolgt ein akustisches Signal.

Die Programmierte Aufzeichnung (P_REC) muss über einen angeschlossenen PC erfolgen. Fast alle Funktionen sind inaktiv geschaltet.

Manuelle Aufzeichnungen können in allen Betriebsarten (außer P_REC) gestartet werden.

Der Erhebungsbogen für CO₂-Messungen

Notwendig für eine mögliche Auswertung des Experimentes sind das Ausfüllen der ergänzenden Bögen.

Der **Erhebungsbogen** für CO₂-Messungen ist nur einmal für jeden der beiden ausgewählten Räume für das Experiment auszufüllen. Dieses sollte am besten nach Auswahl der Räume stattfinden, ggf. kann die Hausmeisterin oder der Hausmeister behilflich sein.

Nachfolgend ist ein Beispiel angefügt.

Erhebungsbogen für CO ₂ -Messungen		
1. Schule, Anschrift (Stempel)		
Grundschule „Kohlendioxid“ Musterstr. 1, 00007 Entenhausen		
2. Unterrichtsraum	Raum Nr.: 0.01	Etage: Erdgeschoss
Raummaße	Länge (m): 15	
	Breite (m): 15	
	Höhe (m): 3	
3. Lüftungsmöglichkeiten	Fensterlüftung	<input checked="" type="checkbox"/>
	RLT ¹ -Anlage	<input type="checkbox"/>
	Fenster + RLT	<input type="checkbox"/>
Anzahl der zu öffnenden Fenster: 5		
davon voll zu öffnen: 5		
davon kippbar: 5		
Sind die Fenster abschließbar (verhindert Drehfunktion)?		
JA <input type="checkbox"/> NEIN <input checked="" type="checkbox"/>		
Wenn ja, wie wird diese Möglichkeit genutzt?		
<input type="checkbox"/> werden dennoch nicht abgeschlossen		
<input type="checkbox"/> sind abgeschlossen / wer hat den Schlüssel?:		
Gibt es eine Querlüftungsmöglichkeit?	JA, über Fenster	<input type="checkbox"/>
	JA, über die Tür	<input checked="" type="checkbox"/>
	NEIN	<input type="checkbox"/>
Sind die Fensterbänke frei geräumt?	JA	<input checked="" type="checkbox"/>
	NEIN	<input type="checkbox"/>
Anmerkung: _____		
¹ Raumluftechnische Anlage		

Das Lüftungsprotokoll

Das **Lüftungsprotokoll** soll die Aktivitäten im jeweiligen Raum erfassen. Dazu ist es wichtig, dass auf jedem Lüftungsprotokoll der Name und Ort der Schule sowie die Raum-Nr. angegeben wird. Auch der Tag der Erfassung (Datum) muss notiert werden. Diese Angaben erleichtern später die Zuordnung der über das Messgerät aufgezeichneten Daten.

Die Uhrzeit (von – bis) erfasst die Länge der Unterrichtseinheit.

Die Spalte „Anwesende Personen“ dokumentiert, wie viele Personen, während einer Unterrichtseinheit im Raum sind.

Der „CO₂-Messwert zu Beginn der Stunde“ gibt Auskunft, ob der CO₂-Wert unter 1000 ppm liegt, oder ob zunächst gelüftet werden sollte.

Die Spalte „Körperliche Aktivitäten der Schüler*innen lassen erkennen, was den CO₂-Wert ansteigen lässt. Wird zum Beispiel viel gesprochen, bewegen sich die Schüler*innen im Raum oder wird eine so genannte „Stillarbeit“ erledigt.

Die Spalte „Fensterstellung während des Unterrichts bzw. Pause“ verdeutlicht, wie der CO₂-Wert über das Lüftungsverhalten beeinflusst wird.

Die Erfassung „Ampelsignal [auf] rot“ signalisiert, wie häufig in den Unterrichtsablauf eingegriffen werden muss, um zu lüften.

Die Spalte „CO₂-Messwert zum Ende der Stunde“ beschreibt den Luftsituation am Ende der Stunde.

Die Spalte „Bemerkungen“ gibt Platz für weitere Informationen.

Wenn sich Personen auch während der Pausen im Raum befinden, sollten die Spalten ebenfalls ausgefüllt werden.

Es bietet sich an, eine Schülerin oder einen Schüler als so genannten Lüftungsdienst zu benennen.

DAS LÜFTUNGSPROTOKOLL

Das Beispiel verdeutlicht, wie das Lüftungsprotokoll ausgefüllt sein kann.

Lüftungsprotokoll Schule (Name und Ort):

Grundschule „Kohlendioxid“ in Entenhausen

Raum-Nr.: 0.01 Erdgeschoss

Datum: 14.04.2021

Stunde	Uhr-Zeit Beginn	Anwesen de Personen	CO ₂ -Messwert zu Beginn der Stunde [ppm] ¹	Körperliche Aktivitäten der Schüler Bitte Kreuze setzen!			Fensterstellung während des Unterrichts bzw. der Pause ² Bitte alle Fragen beantworten.				Ampel-signal auf gelb ab 1000ppm	Ampel-signal auf rot ab 1700ppm	CO ₂ -Messwert zum Ende der Stunde [ppm]	Uhrzeit Ende	Bemerkungen / zusätzliche Informationen
				leicht ³	mäßig ⁴	intensiv ⁵	Fenster geschlossen Wie viele?	Fenster gekippt Wie viele? Wie oft? Wie lange in Minuten?	Fenster weit geöffnet Wie viele? Wie oft? Wie lange in Minuten?	Quer-/ Stoß- Lüftung ⁶ Bitte „S“ für Stoßlüftung „Q“ für Querlüftung eintragen					
	(vor) Bitte Zeiten vermerken!	(Schüler*innen + Erwachsene) Beispiel 24 + 1		leicht ³	mäßig ⁴	intensiv ⁵	Fenster geschlossen Wie viele?	Fenster gekippt Wie viele? Wie oft? Wie lange in Minuten?	Fenster weit geöffnet Wie viele? Wie oft? Wie lange in Minuten?	Quer-/ Stoß- Lüftung ⁶ Bitte „S“ für Stoßlüftung „Q“ für Querlüftung eintragen	Wie oft?	Wie oft?		(bis) Bitte Zeiten vermerken!	
1. Stunde	8.00	20+2	540	X		X	2	1/1/45	2/2/5	S	2	0	980	8.45	10 Min. „Bankerücken“
Pause	8.45	15+1	980			X	0	3/1/5	2/1/5	Q	0	0	730	8.50	
2. Stunde	8.50	20+1	730	X	X		4	0	1/1/5	S	2	1	1720	9.35	Deutsch
Pause	9.35	5	1720			X	0	0	2/1/25	Q	1	1	630	10.00	

¹ Einheit ppm (aus dem Englischen parts per million – Volumenteile pro Million Volumenteile)

² Mehrfachnennungen sind möglich

³ normaler Unterricht – Lehrer/-in referiert, Schüler*innen lesen, schreiben etc.

⁴ Gruppenarbeit mit erhöhter Aktivität der Schüler*innen

⁵ Spiele mit intensiver Aktivität der Schüler*innen

⁶ Bitte "Q" für Querlüftung (Fenster auf beiden Seiten geöffnet – "Durchzug") und "S" für Stoßlüftung (weit geöffnetes Fenster auf einer Raumseite) eintragen

Evaluierungsbogen

Nach Durchführung des 4-wöchigen Experiments bitten wir die Lehrer*innen die 7 Fragen anonymisiert auf dem **Evaluierungsbogen** zu beantworten.

**Evaluierung des Projektes „Einführung von CO₂-Sensoren“
Pilotprojekt „Gute Luft in Schulen“ - Gemeinsames Projekt des AWO
Bezirksverbandes Potsdam/Ministerium für Soziales, Gesundheit, Integration und
Verbraucherschutz (MSGIV) - Fragebogen für Lehrer**

¶

¶

Bitte kreuzen Sie die entsprechenden Antworten an

¶

1. → Hat sich nach Ihrer Kenntnis das Lüftungsverhalten in Ihrer Schule geändert?.....¶

¶

Ja → Nein → ¶

¶

2. → Wie ist Ihr Eindruck, hat die Einführung von CO₂-Ampeln zu positiven Auswirkungen auf die Unterrichtssituation der Lehrer und Schüler geführt (höhere Konzentrationsfähigkeit, Rückgang von Befindlichkeitsstörungen, niedrigerer Geräuschpegel)?¶

¶

Ja → Nein → ¶

¶

3. → Hielten Sie Ihren persönlichen zusätzlichen Arbeitsaufwand für vertretbar?¶

¶

Ja → Nein → ¶

¶

4. → In welcher Schulform sind Sie tätig?.....¶

¶

Grundschule → weiterführende Schule → ¶

¶

5. → War die Ampel im Allgemeinen gut zu bedienen?¶

¶

Ja → Nein → ¶

¶

6. → Gab es durch die Ampel Störungen während des Unterrichts?¶

¶

Ja → Nein → ¶

¶

7. → Welche CO₂-Ampel würden Sie im Unterricht bevorzugen?¶

¶

nur optisches Signal → → mit Zahlenwerten → → wie Ampel im Projekt → ¶

Weitere Bemerkungen:¶

¶

¶

¶

¶

¶

¶

Antwortbogen an → Fax: → → 0331/27548-5322¶

→ → Oder → E-Mail: → → regine.baeker@msgiv.brandenburg.de¶

¶

¶

Aufgabenstellungen für die Schüler*innen

Ergänzend zum technischen Ablauf des Experiments hier ein Angebot, wie auch die Schüler*innen aktiv mit einbezogen werden können.

Die nachfolgenden Fragestellungen sind dem Papier von Berliner Impulse „Messgeräteverleih für Schulen, Bedienungsanleitungen und Aufgabenstellungen“ für Berliner Schulen entnommen.

https://www.berliner-e-agentur.de/sites/default/files/2018-11/180612_messgeraeteverleih_bedienung_und_aufgaben.pdf:

Fragestellungen / Aufgaben für die Grundschule

- Wann wird Luft als „dicke Luft“ (schlechte Luft) bezeichnet? Welche Ursachen hat „dicke Luft“, zum Beispiel im Klassenraum?
- Wie kann die Luftqualität in Räumen verbessert werden?
- Aufgabe: Die Schülerinnen und Schüler öffnen die Fenster unterschiedlich weit (z. B. Kippstellung einzelner Fenster; weite Öffnung mehrerer Fenster und beobachten die Veränderung der Luftqualität. Warum ändert sich die Luftqualität? Welche Lüftungsart ist am wirkungsvollsten?
- Schülerinnen und Schüler stellen die Messwerte für die Luftqualität eines Klassenraums (CO₂-Gehalt, Temperatur, Luftfeuchtigkeit) zu unterschiedlichen Zeitpunkten (z. B. vor dem Unterricht, nach 30 Minuten Unterricht, nach dem Unterricht) grafisch dar → Wann muss gelüftet werden?
- Welchen Einfluss hat das Lüften auf die Raumtemperatur? Wie beeinflusst das Lüften den Heizwärmeverbrauch? → Wie lüftet man energiesparend?
- Erstellen eines Plakates mit den wichtigsten Lüftungs- und Energiespartipps.
- Die Klasse benennt eine Schülerin oder einen Schüler als Lüftungsdienst.

Fragestellungen / Aufgaben für die Oberschule

- Messung von CO₂-Gehalt, Temperatur und Luftfeuchtigkeit des Klassenraums unter verschiedenen Lüftungsbedingungen → Auswertung: Welche Lüftungsart ist am besten geeignet, um eine hohe Luftqualität bei geringem Wärmeverlust zu erreichen?
- Die Schülerinnen und Schüler ermitteln, zu welchen Zeitpunkten gelüftet werden muss, um bei hoher Luftqualität zu lernen. → Wie oft und wie lange muss gelüftet werden?
- Lüftungswettbewerb mit mehreren Klassen: In den Klassenräumen werden über mehrere Tage CO₂-Messgeräte aufgestellt. Nach mindestens fünf Tagen können die Schülerinnen und Schüler ablesen, in welchem Raum die Luftqualität am besten war.
- Während der Messdauer werden die Schülerinnen und Schüler für energiebewusstes Lüften motiviert.

Weitere Aufgabenstellungen

- <https://www.umwelt-im-unterricht.de/unterrichtsvorschlaege/frische-luft-gegen-die-muedigkeit/>
- <https://www.umwelt-im-unterricht.de/unterrichtsvorschlaege/frische-luft-ohne-energieverschwendung/>
- <https://www.umwelt-im-unterricht.de/hintergrund/raumluft-gesundheit-und-energieeffizienz/>

Kontaktinformationen

Ministerium für Soziales, Gesundheit, Integration und Verbraucherschutz
Henning-von-Tresckow-Str. 2-13, Haus S,
Öffentlicher Gesundheitsdienst / Umweltbezogener Gesundheitsschutz
14467 Potsdam
Tel. 0331/866-32
<https://msgiv.brandenburg.de>

Stand: März 2021