

## Arbeitsmaterial zum Einsatz von Messgeräten

### Empfehlungen für Oberschulen

<b>Hinweise zur Nutzung von Messgeräten im Schulalltag</b>	<b>3</b>
<b>Thema Oberflächentemperatur und Wärme</b>	<b>4</b>
Hinweise für Lehrkräfte zu Infrarot-Thermometer und Wärmebildkamera.....	4
Infrarot-Thermometer – Bedienungsanleitung für testo 830 T1 .....	4
Wärmebildkamera – Bedienungsanleitung für FLIR C3.....	5
Oberflächentemperatur – Arbeitsblatt „Messen“ .....	6
Oberflächentemperatur – Arbeitsblatt „Wissen“ .....	7
<b>Thema Beleuchtungsstärke und Licht</b>	<b>8</b>
Hinweise für Lehrkräfte zum Luxmeter .....	8
Luxmeter – Bedienungsanleitung für testo 540 .....	8
Luxmeter – Bedienungsanleitung für Voltcraft MS-1300 .....	9
Beleuchtung – Arbeitsblatt „Messen“ .....	10
Beleuchtung – Arbeitsblatt „Wissen“ .....	11
<b>Thema Stromverbrauch und Energiekosten</b>	<b>12</b>
Hinweise für Lehrkräfte zum Strommessgerät.....	12
Strommessgerät – Bedienungsanleitung Christ-Elektronik CLM 200.....	12
Strommessgerät – Bedienungsanleitung Voltcraft / Energy Logger 4000/1 .....	13
Stromverbrauch – Arbeitsblatt „Messen“ .....	14
Stromverbrauch – Arbeitsblatt „Wissen“ .....	15
<b>Thema Raumtemperatur</b>	<b>16</b>
Hinweise für Lehrkräfte zum digitalen Thermometer .....	16
Raumtemperatur – Bedienungsanleitung testo Datenlogger 175.....	17
Raumtemperatur – Arbeitsblatt „Messen“ .....	18
Raumtemperatur – Arbeitsblatt „Wissen“ .....	19
<b>Thema Luftqualität</b>	<b>20</b>
Hinweise für Lehrkräfte zu Luftqualität-Messgeräten.....	20
Luftqualität – Bedienungsanleitung TFA Dostmann AirCo2ntrol Observer.....	20
Luftqualität – Bedienungsanleitung Voltcraft CO-60 .....	21
Luftqualität – Bedienungsanleitung TFA Dicke-Luft-Monitor.....	22
Luftqualität – Bedienungsanleitung Dostmann AIRCO2NTROL 3000.....	23

Luftqualität – Arbeitsblatt „Messen“ .....	24
Luftqualität – Arbeitsblatt „Wissen“ .....	25
<b>Impressum und Kontakt</b>	<b>26</b>

## Hinweise zur Nutzung von Messgeräten im Schulalltag

Um ein optimales Mess- und Vermittlungsergebnis zu erreichen, empfehlen wir Lehrkräften die folgenden Hinweise zu beachten.

- **Probieren Sie das Messgerät aus.**
  - Ist die Stromversorgung gewährleistet? (Akku geladen, Netzstecker vorhanden)
  - Ist die Linse bzw. der Sensor des Messgeräts sauber?
  - Welche Messergebnisse zeigt das Gerät an?
  - Wie wird das Gerät ein- und abgeschaltet?
  
- **Legen Sie konkrete Ziele fest, die Sie mit den Schülern und Schülerinnen erreichen wollen, z.B.**
  - Nutzung des Geräts üben, um es später selbständig bedienen zu können.
  - Messreihen erstellen, um daraus Erkenntnisse abzuleiten.
  - Schnellen Aha-Effekt erzielen.
  - Bekanntes Defizit untersuchen und Lösung entwickeln.
  
- **Klären Sie mit den Schülern und Schülerinnen die Funktionsweise des Messgeräts**
  - wesentlichen Unterschiede zu bekannten analogen Messgeräten, z.B. Thermometer
  - Interpretation der Messergebnisse, z.B. in Abhängigkeit von Rahmenbedingungen
  - Korrekte Bezeichnung eines Messwerts und seiner Einheit
  - Verwendungszweck eines Messgeräts bzw. Bedeutung des Messergebnisses
  
- **Arbeiten Sie die Arbeitsblätter selbst durch, bevor Sie mit den Schülern und Schülerinnen beginnen.**
  - Wissen Sie die Antworten und können die Zusammenhänge erklären?
  - Welche Bezüge bietet der Lehrplan?
  - Welche praktischen Bezüge bieten der Klassenraum und das Schulgebäude?
  - Welche Informationen können Sie den Schülern und Schülerinnen noch geben?

**Wir wünschen Ihnen viel Erfolg!**

## Thema Oberflächentemperatur und Wärme

Jedes Objekt sendet grundsätzlich Infrarotstrahlung (Wärmestrahlung) aus. Für das menschliche Auge ist Infrarotstrahlung nicht sichtbar. Infrarot-Messgeräte können diese Strahlung aufnehmen und verarbeiten, z.B. eine Wärmebildkamera und ein Infrarot Thermometer.

### Hinweise für Lehrkräfte zu Infrarot-Thermometer und Wärmebildkamera

- Glänzende, spiegelnde Oberflächen können das Messergebnis verfälschen. Bitte vermeiden.
- Nicht in den Laserstrahl eines Infrarot-Thermometers blicken!
- Die Oberflächentemperatur kann sich stark von der Raumtemperatur unterscheiden.

### Infrarot-Thermometer – Bedienungsanleitung für testo 830 T1

Das Infrarot-Thermometer dient der berührungslosen Messung von Oberflächentemperaturen.

- Glänzende, metallische Oberflächen reflektieren so stark, dass es zu falschen Messergebnissen kommen kann. Um eine präzise Temperaturmessung zu erreichen, bitte solche Messpunkte vermeiden.
- Häufig sind Infrarot-Thermometer mit einem Laser ausgestattet. Der Laserstrahl dient lediglich dazu, einen Messpunkt zu kennzeichnen.
- Bei Veränderung der Umgebungstemperatur (z.B. Wechsel zw. Innen-/ Außenmessung) benötigt das Messgerät für die Infrarot-Messung eine Angleichzeit von etwa 15 min.



#### Temperatur messen

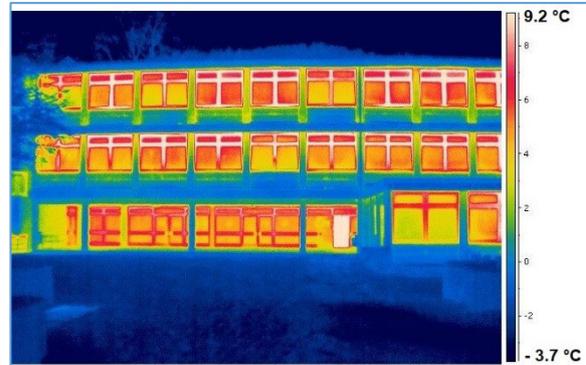
- Taste  drücken, um das Gerät einzuschalten.
- Messtaste gedrückt halten und Messobjekt mit dem Laserpunkt fixieren. Der aktuelle Messwert wird im Display angezeigt.
- Messtaste loslassen, um die Messung zu beenden.
- Taste  drücken, um den gespeicherten Minimum-/Maximum-Wert anzuzeigen.
- Taste  drücken, um das Gerät auszuschalten.



## Wärmebildkamera – Bedienungsanleitung für FLIR C3

Eine Wärmebildkamera erzeugt ein Bild, auf dem die Wärme- bzw. Kälteverteilung von Objekten sichtbar wird. Die Wärmebildkamera stellt die Oberflächentemperatur von Objekten dar.

- Wärmebilder können nur dann korrekt interpretiert werden, wenn auf dem Bild eine Temperaturskala mit der entsprechenden Farbzuordnung angegeben ist!
- Wärmebilder von Gebäuden gelingen am besten, wenn der Temperaturunterschied zwischen Innenräumen und Umgebung etwa 10 bis 15 Grad Celsius (°C) beträgt.



- Ein bedeckter Herbst- oder Wintermorgen ist die ideale Zeit, um mit einer Wärmebildkamera Wärmeverluste an Außenwänden eines Gebäudes zu erkennen. Ab dem späten Vormittag kann eine starke Sonneneinstrahlung die Außenwände aufheizen und das Wärmebild verfälschen.

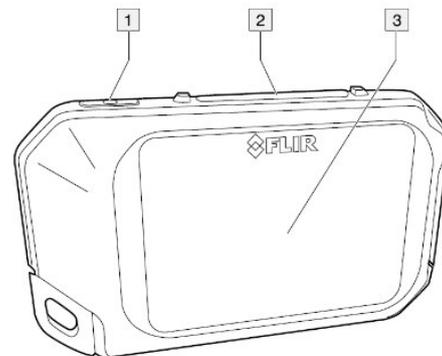
→ im Beispiel:  
warme Bereiche rot bis zu 9,2 °C,  
kalte Bereiche blau bis zu - 3,7 °C.

Die Fensterflächen strahlen mehr Wärme in die Umgebung ab als die gemauerten Bereiche.

Die Außentemperatur lag im Moment der Aufnahme bei etwa minus 3 °C.

### Wärmebilder aufnehmen

- Ein/Aus-Taste [1] drücken, um die Kamera einzuschalten.
- Ziel auswählen und Speichern-Taste [2] drücken, um ein Bild aufzunehmen.
- Kamera nach dem Einschalten über Touchscreen [3] steuern.



### Emissionsgrad einstellen

Glänzende Metalloberflächen reflektieren so stark, dass es zu falschen Messergebnissen kommen kann. Wenn solche Flächen im Bildmotiv enthalten sind, den Emissionsgrad ändern!

- Im Menü auswählen:  
Optionen / Messparameter / Emissionsgrad:  
Matt | Seidenmatt | Seidenglänzend |  
Benutzerdefinierter Wert auswählen.
- Um in den Livemodus zurückzukehren,  
Speichern-Taste [2] drücken.

### Wärmebilder auf einen PC übertragen

- Mit dem USB Micro-B-Stecker den Akku (etwa 1,5 Stunden) laden **oder** Bilder von der Kamera auf einen PC übertragen.
- Zuerst FLIR Tools aus dem Internet auf einem PC installieren: <http://support.flir.com/tools>.
- FLIR Tools starten und Kamera über USB-Kabel oder WLAN mit dem PC verbinden.
- Bilder importieren und mit FLIR Tools einen PDF-Bericht erstellen.

## Oberflächentemperatur – Arbeitsblatt „Messen“

Du kannst die Oberflächentemperatur von Gegenstände und Gebäuden messen. Verwende dafür ein Infrarot-Thermometer oder eine Wärmebildkamera.

Welche Unterschiede bestehen zwischen einem Zimmerthermometer mit Flüssigkeitsröhrchen und einem Infrarot-Thermometer?

Für welchen Zweck kannst Du das eine und das andere Messgerät verwenden?

Nenne mindestens 3 Unterschiede und für jedes Messgerät einen Verwendungszweck.

Erkläre den Unterschied zwischen der Temperatur in einem Raum und der Temperatur draußen.

Warum können sich die Temperaturen im Verlauf eines Tages ändern?

Deine Antwort:

Wie unterscheiden sich die Temperatur in einem Raum und die Temperatur einer Oberfläche?

Deine Antwort:

Miss die Oberflächentemperatur von verschiedenen Gegenständen im Raum.

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Tisch:      | <input type="checkbox"/> Fußboden:      |
| <input type="checkbox"/> Wand:       | <input type="checkbox"/> Fensterfläche: |
| <input type="checkbox"/> Heizkörper: | <input type="checkbox"/> .....          |

Warum sind die Flächen unterschiedlich warm, obwohl sie sich alle im selben Raum befinden?

Begründung:

Verwende die Wärmebildkamera, um 2 Wärmebilder von Deinem Schulgebäude aufzunehmen.

Interpretiere die beiden Aufnahmen mit Blick auf die Wärmeverteilung:

Was sagt die unterschiedliche Wärmeverteilung über die Gebäudehülle aus?

Beachte die Farbskala auf dem Bild!

- Wärmebild von der Vorderseite der Schule

Deine Interpretation:

- Wärmebild von der Rückseite der Schule

Deine Interpretation:

## Oberflächentemperatur – Arbeitsblatt „Wissen“

Im Winter sollen die Räume der Schule warm sein und im Sommer möglichst kühl. Wärme und Kühlung sollen wenig Geld kosten und wir wollen das Klima schützen. Was weißt Du über die Wärme in Deiner Schule?

<p>1) Heizwärme wird in den allermeisten Fällen durch Kraftwerke bereitgestellt.</p> <p><b>Woher kommt die Wärme für Deine Schule?</b></p> <p><b>Welches Berliner Kraftwerk kennst Du und welcher Energieträger wird dort eingesetzt?</b></p>	<p>2) In Kraftwerken werden Energieträger verbrannt, z.B. Kohle, Erdöl oder Gas. Die Wärme, die dabei entsteht, wird oft zur Beheizung von Schulen genutzt.</p> <p>Bei der Verbrennung wird auch Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) freigesetzt. CO<sub>2</sub> gefährdet unser Klima.</p> <p><b>Kann man CO<sub>2</sub> sehen und riechen? Ist CO<sub>2</sub> giftig?</b></p>
<p>3) Aus dem Heizungskeller wird die Wärme über Heizungsrohre in alle Räume der Schule transportiert.</p> <p><b>Was befindet sich in den Heizungsrohren und Heizkörpern?</b></p> <p><b>Wie verteilt sich die Wärme eines Heizkörpers im Raum? Recherchiere im Internet und erstelle eine Skizze.</b></p>	<p>4) Heizkörper werden meistens mit einem Thermostatventil geregelt.</p> <p>Die Stufen * bis 5 am Thermostatkopf zeigen an, welche Temperatur im Zimmer erreicht werden soll:</p> <p>Stufe 2 für 16 °C   Stufe 3 für 20 °C Stufe 4 für 24 °C   Stufe 5 für 28 °C</p> <p>Zum Schlafen reichen 16 °C. Zum Lesen und Schreiben sind 20 °C gut.</p> <p><b>Auf welcher Stufe muss das Thermostatventil im Klassenraum stehen?</b></p>
<p>5) Ab und zu muss frische Luft in die Räume. Öffne dafür mehrmals täglich für 5 Minuten das/die Fenster ganz weit. So wird die Raumluft schnell frisch und die meiste Wärme bleibt im Raum. Drehe beim Lüften stets das Thermostatventil auf Stufe *.</p> <p><b>Was bedeutet die Stufe *? Was würde passieren, wenn Du das Ventil auf Stufe 5 drehst?</b></p>	<p>6) Heizkörper geben ihre Wärme an die Luft in einem Raum ab. Die warme Luft soll sich gleichmäßig im ganzen Raum verteilen.</p> <p><b>Welche Ursachen kann es haben, dass sich ein Raum nicht optimal aufwärmt? Nenne mind. 3 Ursachen.</b></p>
<p><b>Wie kann Wärme in Deiner Schule klimabewusst genutzt werden?</b></p>	

## Thema Beleuchtungsstärke und Licht

Ein Luxmeter misst die Helligkeit/Beleuchtungsstärke an einem bestimmten Messpunkt. Luxmeter werden beispielsweise eingesetzt, um die Beleuchtungsstärke an Arbeitsplätzen oder Straßenbeleuchtungen zu messen.

Die Beleuchtungsstärke wird mit der Einheit Lux (lx, von lateinisch Lux, Licht) angegeben. Sie ist gleichbedeutend mit der Einheit Lumen (Lichtstrom) pro Quadratmeter (lm/m<sup>2</sup>).

### Hinweise für Lehrkräfte zum Luxmeter

- Das Messgerät von dunkler Kleidung fernhalten.
- Beleuchtungsstärke an verschiedenen Stellen in Räumen und Fluren oder auf dem Schulhof messen und dabei künstliches Licht berücksichtigen.

### Richtwerte für Beleuchtungsstärke

Raum	Beleuchtungsstärke in lux	Raum	Beleuchtungsstärke in lux
Unterrichtsraum	300	Mehrzweckräume	300
Schreib- und Lesetätigkeiten	500	Sporthalle	300
Wandtafel	500	Treppen	150
Bibliothek, Büro	500	Flure	100

### Luxmeter – Bedienungsanleitung für testo 540

#### Grundeinstellung vornehmen

- Bedientaste Ein/Aus 2 Sekunden gedrückt halten
  - Mit Taste  Grundeinstellung „Auto-off“ auswählen: **ON**
  - Mit Taste  Messgröße auswählen: **Lux**
- Mit Taste [Mode] Auswahl bestätigen

#### Anzeigemodus auswählen

- Mit Taste [Mode] auswählen:
  - Aktueller Messwert
  - **Hold** = Messwert halten
  - **Max**: Maximalwert
  - **Min**: Minimalwert



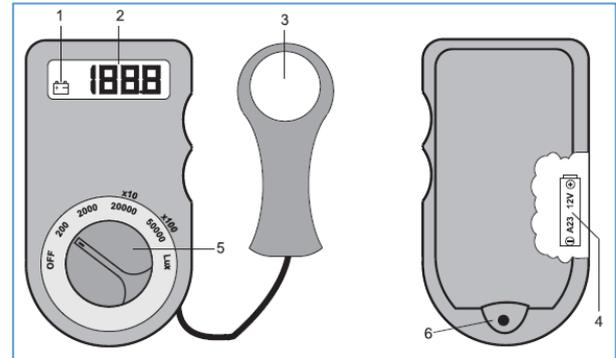
#### Gerät ausschalten

- Bedientaste Ein/Aus 2 Sekunden gedrückt halten

## Luxmeter – Bedienungsanleitung für Voltcraft MS-1300

### Bestandteile

- (1) (2) Display für Messwert und Batteriestand
- (3) Lichtsensor mit Fotodiode und Schutzkappe
- (5) Drehschalter für Ein/Ausschalten und Messbereichswahl
- Rückseite:
  - (6) Schraube für das Batteriefach (4)



### Anzeigen im Display

- Wert der gemessenen Beleuchtungsstärke
- Low-Bat-Anzeige: Hinweis zum Batteriewechsel

### Messung durchführen

- Einschalten: Drehschalter auf den gewünschten Messbereich stellen
- Schutzkappe vom Lichtsensor entfernen und Sensor ausrichten
  - das Licht soll senkrecht auf den waagrecht ausgerichteten Sensor auftreffen
  - Beschattung des Lichtsensors vermeiden
- **Ablesen des Messwerts:**
  - Messbereiche 200 Lux und 2000 Lux > Anzeigewert ist Lichtstärke in Lux.
  - Messbereich 20000 Lux > Anzeigewert mit 10 multiplizieren
  - Messbereich 50000 Lux > Anzeigewert mit 100 multiplizieren
  - Anzeige "1": gewählter Messbereich ist überlastet, nächst höheren wählen!
- Gerät ausschalten: Drehschalter auf "OFF" stellen und Schutzkappe aufsetzen

## Beleuchtung – Arbeitsblatt „Messen“

Untersuche die Beleuchtung im Klassenraum. Sind die Arbeitsplätze richtig beleuchtet?

### Richtwerte für die Beleuchtung

Raum	Beleuchtungsstärke in lux
Unterrichtsraum	300
Bibliothek, Büro	500
Schreib- und Lesetätigkeiten	500
Wandtafel	500

Raum	Beleuchtungsstärke in lux
Mehrzweckräume	300
Turnhalle	300
Treppen	150
Flure	100

Quelle: <https://www.umwelt-im-unterricht.de/>

### Beleuchtungsprotokoll

Verwende ein Luxmeter, um die Beleuchtungsstärke zu messen. Trage die Messwerte in die Tabelle ein. Vergleiche die Messwerte mit den Richtwerten. Sind alle Räume richtig beleuchtet?

<b>Raum:</b>
<b>Gibt es Deckenleuchten</b> <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
<b>Welche Lampen erkennst Du?</b> LED <input type="checkbox"/> Leuchtstoffröhren <input type="checkbox"/> Energiesparlampen <input type="checkbox"/>

<b>Datum:</b>	<b>Tageslicht:</b> sonnig <input type="checkbox"/> leicht bewölkt <input type="checkbox"/> stark bewölkt <input type="checkbox"/>
---------------	---

	Uhrzeit	Ohne elektrisches Licht	alle Lampen eingeschaltet	mit elektrischem Licht am Arbeitsplatz
<b>morgens</b>				
<b>vormittags</b>				
<b>mittags</b>				
<b>nachmittags</b>				
<b>abends</b>				

<b>Deine Tipps, um „Licht zu sparen“</b>
--

## Beleuchtung – Arbeitsblatt „Wissen“

Ein Luxmeter misst die Helligkeit/Beleuchtungsstärke an einem bestimmten Messpunkt. Luxmeter werden eingesetzt, um beispielsweise zu prüfen, ob ein Schreibtischarbeitsplatz ausreichend hell beleuchtet ist.

Die Beleuchtungsstärke wird mit der Einheit Lux (lx, von lateinisch lux, Licht) angegeben. Sie ist gleichbedeutend mit der Einheit Lumen (Lichtstrom) pro Quadratmeter ( $\text{lm}/\text{m}^2$ ).

Welche Beleuchtungsstärke benötigst Du, um eine Klassenarbeit / einen Test zu schreiben?

Welche Lampen benötigen am wenigsten Strom, um beispielsweise einen Klassenraum zu beleuchten? Recherchiere im Internet, wie diese Lampen funktionieren.

Lampen können „warmes“, „kaltes“ oder „neutrales/neutralweißes“ Licht erzeugen. Welche Wirkung kann die Lichtfarbe haben? Recherchiere im Internet.

Wie können Schüler, Schülerinnen und Lehrkräfte „Licht sparen“?

## Thema Stromverbrauch und Energiekosten

Mit einem Strommessgerät misst man den Stromverbrauch eines elektrischen oder elektronischen Geräts. Es hilft dabei, unnötige Stromverbräuche in der Schule, zuhause oder im Büro aufzudecken. Man kann mit dem Strommessgerät die Stromkosten ermitteln.

### Hinweise für Lehrkräfte zum Strommessgerät

- Strommessgeräte werden zwischen den elektrischen Verbraucher (Geräte, Tischleuchten) und die Steckdose gesteckt und besitzen dafür einen Steckdosenstecker.
- Bitte vor Nutzung des Messgeräts Schüler und Schülerinnen zum vorsichtigen Umgang mit Strom belehren.
- Wir empfehlen, im Zusammenhang mit dem Stromverbrauch auch die Stromerzeugung zu thematisieren. Ein Besuch in einem Berliner Kraftwerk kann das Thema „Strom“ weiter vertiefen.

### Strommessgerät – Bedienungsanleitung Christ-Elektronik CLM 200

Mit diesem Messgerät kann man elektrische Geräte in zwei Betriebsarten messen: Messen der Leistung (in Watt, W) und Messen des Stromverbrauchs (in Kilowatt pro Stunde, kWh).

#### Bedienelemente

- Das Messgerät wird mit zwei Tasten bedient:  und
- Durch gleichzeitiges Drücken der beiden Taster werden die Verbrauchswerte gelöscht.



#### Betriebsart auswählen

- Leistung in Watt: auswählen durch Taster
- Stromverbrauch in kWh: auswählen durch Taster

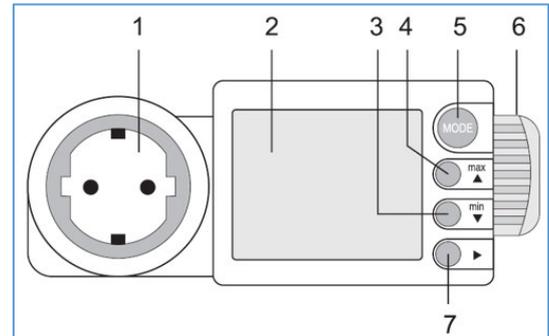
#### Messung durchführen

- Zwischenstecker des Messgeräts in die Steckdose stecken.
  - Display leuchtet auf und die zuletzt gewählte Betriebsart wird angezeigt.
- Den Stromstecker des Verbrauchers (z.B. Haushaltsgerät) in den Zwischenstecker stecken.
- Verbraucher einschalten
  - Messwert wird fortlaufend erfasst und im Display angezeigt.

## Strommessgerät – Bedienungsanleitung Voltcraft / Energy Logger 4000/1

Mit diesem Messgerät können der Stromverbrauch gemessen und die Energiekosten berechnet werden

- 1 Schutzkontakt-Steckdose (Ausgang)
- 2 Anzeige (LCD)
- 3 Minimum-Taste, „Aufwärts“-Funktion (Up)
- 4 Maximum-Taste, „Abwärts“-Funktion (Down)
- 5 MODE-Taste zur Anzeigenumschaltung
- 6 Seitlicher SDHC-Kartenschacht
- 7 „Weiter“-Taste (Einstellungen, Datenübertragung)



### Messung durchführen

- Zum Umschalten der Messwertanzeigen die Taste „MODE“ (5) oder die Pfeiltaste (7) drücken. Jedes Drücken schaltet die Anzeige weiter. Es werden folgende Werte pro Anzeige angezeigt:

1	<b>Spannung</b>	Volt	V
	<b>Strom</b>	Ampere	A
	<b>Frequenz</b>	Hertz	Hz
2	<b>Wirkleistung</b>	Watt	W
	<b>Scheinleistung:</b> Produkt aus Spannung und Strom	Voltampere	VA
	<b>Leistungsfaktor:</b> Verhältnis von Wirkleistung zur Scheinleistung	cos	$\varphi$
3	<b>Energieverbrauch</b>	Kilowattstunde	kWh
	<b>Kosten</b>	Euro	€

4	<b>Energieverbrauch pro Tag</b>	Kilowattstunde	kWh
5	<b>Betriebszeit pro Tag</b> Die Zeitanzeige erfolgt im Dezimalsystem. Dividiert man die Nachkommazahl durch 16,66 ergeben sich die Minuten.	Stunden, Minuten	h
6	<b>Kostenvorschau:</b> im Monat oder im Jahr	Monat Jahr	kWh, €
7	<b>Zeit und Datum</b>		

### Daten auf eine SDHC-Karte übertragen

- SDHC-Karte in den Kartenschacht (6) einstecken > im Display erscheint das SDHC-Kartensymbol.
- „Weiter“-Pfeiltaste (7) drücken und Datenübertragung starten. > Blinken = Datenübertragung läuft
- Abschließend SDHC-Karte entnehmen und Abdeckung schließen.

### Datenspeicher löschen

Gespeicherte Daten können nur manuell gelöscht werden.

- „MODE“-Taste (5) und „Weiter“-Taste (7) für mind. 5 Sekunden gleichzeitig drücken.
- Im Display erscheinen alle Anzeigensymbole □ alle Anzeigen werden auf Null gesetzt, Speicher „MEM“ wird gelöscht (Reset) > leerer Datenspeicher wird mit „MEM 99 %“ angezeigt.

### Software-Installation

Download unter: <https://www.conrad.de/de/energiekosten-messgeraet-voltcraft-energy-logger-4000-stromtarif-einstellbar-kostenprognose-125444.html>

## Stromverbrauch – Arbeitsblatt „Messen“

Welchen Stromverbrauch haben elektrische und elektronische Geräte in Deiner Schule?  
Verwende ein Strommessgerät und notiere die Messwerte in folgender Tabelle.

Gerät	Betriebszustand	Leistung in Watt	Stromverbrauch in kWh	Stromverbrauch in 4 Stunden
Computer	wenn man einen Text schreibt			
	Eingeschaltet, aber nicht benutzt			
	Heruntergefahren / ausgeschaltet			
Monitor	wenn man einen Text schreibt			
	Eingeschaltet, aber nicht benutzt			
IT-System (Computer, Monitor, Mouse, Tastatur)	wenn man einen Text schreibt			
	Eingeschaltet, aber nicht benutzt			
Whiteboard	wenn man darauf schreibt			
	Eingeschaltet, aber nicht benutzt			
Wasserkocher	wenn man Wasser erwärmt			
	Wenn er nicht benutzt wird			
Handy	wenn man im Internet sucht			
	Eingeschaltet, aber nicht benutzt			

<p><b>Wie hoch sind die Stromkosten für ein IT-System (Computer, Monitor, Mouse, Tastatur) pro Schuljahr?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Der Stromverbrauch wird in Watt (W) oder Kilowatt (kW) gemessen.</li> <li>→ Berücksichtige, dass ein Schuljahr durchschnittlich 200 Schultage hat. An jedem Schultag wird das IT-System etwa 4 Stunden genutzt.</li> <li>→ Rechne mit einem Preis von 30 Cent je kWh Strom. (Der Strompreis ändert sich häufig. Der Durchschnittswert der letzten fünf Jahre lag bei einem Preis von etwa 30 Ct je kWh Strom.)</li> </ul>	<p><b>Stromkosten für ein IT-System, das benutzt wird:</b></p>	<p><b>Stromkosten für ein IT-System im Standby:</b></p>
--	--	---

## Stromverbrauch – Arbeitsblatt „Wissen“

In welchem Kraftwerk wird der Strom für Deine Schule erzeugt? Welcher Energieträger wird für die Stromerzeugung verwendet? Entsteht bei der Stromerzeugung für Deine Schule CO<sub>2</sub>?

Welche Möglichkeiten gibt es, Strom ohne CO<sub>2</sub>-Emissionen zu erzeugen? Kennst Du Beispiele für die CO<sub>2</sub>-freie Stromerzeugung in Berlin?

Welche elektrischen und elektronischen Geräte gibt es in Deiner Schule? Nenne für jedes Gerät mindestens einen Stromspartipp.

Beamer	Computer
Whiteboard	Mobiltelefon
Wasserkocher	Aquarium
Drucker	
Schul Klingel	

## Thema Raumtemperatur

Ein gesundes Raumklima ist für unser Wohlbefinden wichtig. Das Raumklima kann durch die Raumtemperatur und die Luftfeuchtigkeit im Raum bestimmt werden.

### Richtwerte

Messgeräte für die Raumtemperatur messen die Temperatur der Luft in einem Raum. Die Raumtemperatur verändert sich in Abhängigkeit von der Wärmequelle, z.B. Heizung, Personen oder Sonneneinstrahlung. Die Raumtemperatur verändert sich auch, wenn Raumwärme entweicht, z.B. durch geöffnete Fenster und Türen.

Raum	Temperatur	Raum	Temperatur
Wasch- und Duschräume	22°C	Werkräume	18°C
Unterrichtsräume, Aula	20°C	Turnhallen	17°C
Büroräume, Lehrerzimmer	20°C	Nebenräume, Flure, Toiletten	15°C
Umkleideräume	20°C	Treppenhäuser	12°C

- Hinweis: Messgeräte für die Luftfeuchtigkeit messen die relative Luftfeuchtigkeit in Prozent. Die ideale relative Luftfeuchtigkeit beträgt 30 bis 65 Prozent Luftfeuchte. Ist die Luftfeuchtigkeit zu hoch, kann sich in Innenräumen Schimmel bilden!

### Hinweise für Lehrkräfte zum digitalen Thermometer

- Thermometer, die die Raumtemperatur messen, benötigen einige Minuten Zeit für den Messvorgang.
- Um die Raumtemperatur zu erfassen, sollte sich das Messgerät (digitales oder analoges) an einem freien Ort mitten im Raum befinden, z.B. auf einer Tischplatte. (Wenn sich das Messgerät z.B. in der Nähe eines Fensters befindet, misst es primär die kühle Fensterluft. In der Nähe eines Heizkörpers würde es die Wärmeabstrahlung des Heizkörpers messen.)
- Der Datenlogger speichert die gemessene Raumtemperatur über einen längeren Zeitraum. Die Interpretation der Daten erfordert auch Kenntnisse darüber, wie der Raum während der Messung genutzt wurde.
  - z.B. Wurde der Raum häufig durch große Schülergruppen genutzt, kann eine hohe Raumtemperatur auch auf die abgestrahlte Körperwärme zurückgeführt werden. Das Thermostatventil stand möglicherweise auf der korrekten Stufe.

## Raumtemperatur – Bedienungsanleitung testo Datenlogger 175

Der Datenlogger wird zum Speichern und Auslesen von Einzelmesswerten und Messreihen verwendet. Er misst die Raumtemperatur über einen Zeitraum, z.B. mehrere Tage.

### Anzeigen im Display

1 / 2 höchster / niedrigster gespeicherter Messwert

3 Messwert

4 Einheiten

5 / 6 Messprogramm beendet / läuft

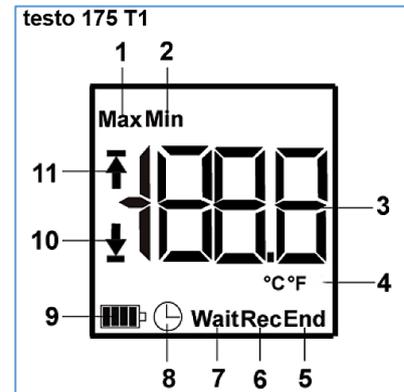
7 Warten auf Start des Messprogramms

8 Startkriterium Datum/ Uhrzeit programmiert

9 Batteriekapazität

10 / 11 unterer / oberer Alarmwert:

- **blinkt**: programmierter Alarmwert wird angezeigt
- **leuchtet**: programmierter Alarmwert wurde unterschritten



### Messung durchführen

- Taste [GO] ca. 3 Sekunden lang drücken, um das Messprogramm zu starten.
  - Das Messprogramm startet und im Display erscheint [Rec.].

#### Gerät befindet sich im Betriebszustand Wait:

- Taste [GO] drücken, um zwischen den Anzeigen oberer / unterer Alarmwert, Batteriestandzeit und letzter Messwert zu wechseln.
  - Anzeigen erscheinen in der genannten Reihenfolge im Display.

#### Gerät befindet sich im Betriebszustand Rec oder End:

- Taste [GO] drücken, um zwischen den Anzeigen höchster / niedrigster gespeicherter Messwert, oberer / unterer Alarmwert, Batteriestandzeit und letzter Messwert zu wechseln.
  - Die Anzeigen erscheinen in der genannten Reihenfolge im Display.

### Daten übertragen

Die Messwerte werden mit testo 175 gemessen, gespeichert und über USB-Kabel oder SD-Karte auf einen Computer übertragen. Die Daten können mit der Software testo Comfort ausgewertet werden. Der Datenlogger kann über die Software individuell programmiert werden.

- Software testo Comfort Software auf einem eigenen PC installieren.
- USB-Kabel an den eigenen PC anschließen.
- Schraube an der rechten Seite des Datenloggers lösen, Deckel öffnen und USB-Kabel in den Mini-USB-Anschluss schieben.
- Datenlogger konfigurieren.

Die Software ist als kostenloser registrierungspflichtiger Download im Internet erhältlich: [www.testo.com/download-center](http://www.testo.com/download-center).

## Raumtemperatur – Arbeitsblatt „Messen“

Wie verändert sich die Temperatur in Deinem Klassenraum? Verwende einen Datenlogger oder ein Thermometer und notiere die Messwerte in folgender Tabelle.

### Temperaturprotokoll

Raum:
Thermostatventile sind vorhanden: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein   werden automatisch gesteuert <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

### Tag 1

Tag 1 / Datum:		Außentemperatur morgens: °C   mittags: °C			
	Temperatur vor dem Unterricht	Temperatur nach 30 min Unterricht	Temperatur nach dem Unterricht	Sind Thermostatventile vorhanden?	Stufe der Thermostatventile
Erste Stunde					
Zweite Stunde					
Dritte Stunde					
Vierte Stunde					
Fünfte Stunde					

Tag 2 / Datum:		Außentemperatur morgens: °C   mittags: °C			
	Temperatur vor dem Unterricht	Temperatur nach 30 min Unterricht	Temperatur nach dem Unterricht	Sind Thermostatventile vorhanden?	Stufe(n) der Thermostatventile
Erste Stunde					
Zweite Stunde					
Dritte Stunde					
Vierte Stunde					
Fünfte Stunde					

Welche Temperaturveränderung stellst Du fest? Welche Ursache hat die Temperaturveränderung? Berücksichtige die verschiedenen Wärme- und Kältequellen.

## Raumtemperatur – Arbeitsblatt „Wissen“

### Richtwerte für die Raumtemperatur

Raum	Temperatur
Waschräume, Toiletten	22°C
Unterrichtsräume, Aula	20°C
Büro, Lehrerzimmer	20°C
Umkleideräume	20°C

Raum	Temperatur
Werkräume	18°C
Turnhallen	17°C
Nebenräume, Flure, Toiletten	15°C
Treppenhäuser	12°C

Quelle: [www.hausmeister-infos.de](http://www.hausmeister-infos.de)

**Woher kommt die Wärme für die Beheizung Deiner Schule? Welcher Energieträger wird für diese Wärme eingesetzt?**

**Wie regeln die Thermostatventile am Heizkörper die Raumtemperatur? Erkläre die Funktionsweise eines Thermostatventils. Recherchiere dafür im Internet.**

**Für welche Zieltemperatur stehen die Zahlen am Thermostatventil? Recherchiere im Internet.**

* =	°C	1 =	°C	2 =	°C	3 =	°C	4 =	°C	5 =	°C
-----	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----

→ **Erstelle ein Plakat mit den wichtigsten Lüftungs- und Energiespartipps!**

→ **Wie wird Deine Schule beheizt?  
Plane mit Deiner Klasse und mit dem Hausmeister einen Besuch im Heizungskeller!**

### Was bedeutet „richtiges“ Lüften, wenn es draußen kühl oder kalt ist?

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Das Fenster steht den ganzen Tag auf Kipp, damit immer frische Luft herein kommt. | <input type="checkbox"/> Wenn die Fenster offen sind, muss das Heizungsventil auf Stufe 0 stehen. | <input type="checkbox"/> Lüften ist immer schlecht, weil die warme Luft aus dem Raum entweicht. |
| <input type="checkbox"/> Die Fenster werden mehrmals am Tag für 5 Minuten weit geöffnet.                   | <input type="checkbox"/> Wenn wir lüften, muss das Licht ausgeschaltet sein.                      | <input type="checkbox"/> Erst wenn die Temperatur höher als 22 °C ist, soll gelüftet werden.    |

Einen Überblick über „Richtiges Lüften“ findest Du auf dem Poster des Umweltbundesamtes: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2294/dokumente/poster\\_richtiglueften\\_uba\\_a3\\_cc.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2294/dokumente/poster_richtiglueften_uba_a3_cc.pdf)

## Thema Luftqualität

Messgeräte für die Luftqualität messen die Konzentration von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und anderen Gasen im Raum. Die folgenden Messgeräte geben die Konzentration schädlicher Gase als CO<sub>2</sub>-Äquivalente in „Anteilen pro Million“ (ppm) an. Die Abkürzung ppm steht für parts per million und ist ein Konzentrationsmaß. Das Maß gibt den Anteil einer Substanz in 1 Million Teilen der Gesamtsubstanz an. Messgeräte für die Luftqualität helfen dabei, das Lüftungsverhalten z. B. in Klassenräumen, Büros oder Wohnungen zu optimieren.

### Richtwerte

- Ein erwachsener Mensch atmet täglich 10 bis 20 Kubikmeter Luft ein. Das entspricht einer Masse von 12 bis 24 Kilogramm und ist damit deutlich mehr Masse, als man täglich isst oder trinkt. Luft – insbesondere Innenraumluft – sollte deshalb von Schadstoffen unbelastet sein und als angenehm empfunden werden.
- Mit dem CO<sub>2</sub>-Messgerät kann der CO<sub>2</sub>-Gehalt von Raumluft bestimmt werden. Eine hohe CO<sub>2</sub>-Konzentration wird als „dicke Luft“ wahrgenommen.
- Die Konzentration von CO<sub>2</sub> in der Innenraumluft von Unterrichtsräumen darf im Mittel einer Unterrichtseinheit eine Konzentration von 1.000 ppm nicht überschreiten.

Quelle: Umweltbundesamt UBA, 2009: <https://www.umweltbundesamt.de/richtig-lueften-in-schulen>

### Hinweise für Lehrkräfte zu Luftqualität-Messgeräten

- Die hier aufgeführten Messgeräte sind ausschließlich für den Innengebrauch bestimmt.
- Der Kontakt mit Feuchtigkeit muss unbedingt vermieden werden.
- Das Messgerät soll an Arbeitsplätzen für sitzende Tätigkeiten in ca. 1,5 m Höhe aufgestellt werden.
- Das Messgerät für die Luftqualität muss von einer ausreichend großen Menge Raumluft durchströmt werden. Beengte Stellplätze, Stellplätze an Fenstern oder ein Stellplatz mit sehr hoher Luftfeuchte können das Messergebnis verfälschen.

### Luftqualität – Bedienungsanleitung TFA Dostmann AirCo2ntrol Observer

Das Messgerät zeigt den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Raumluft an. Zusätzlich werden Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit angegeben.

#### Anzeige im Display

- CO<sub>2</sub>-Konzentration im Raum (in ppm und als Smiley):
  - grünes Smiley = hohe Luftqualität / CO<sub>2</sub>-Konzentration liegt unter 800 ppm.
  - rotes Smiley = geringe Luftqualität / CO<sub>2</sub>-Konzentration liegt über 1.200 ppm.
- Raumtemperatur (in °C oder °F)
- Luftfeuchtigkeit im Raum (in %)



#### Messung durchführen

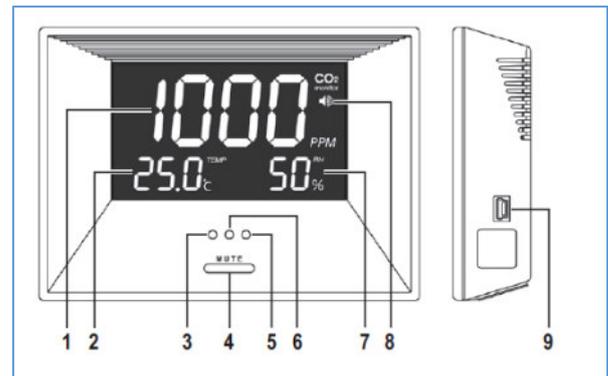
- Gerät mit dem Netzstecker am Stromnetz anschließen und Kippschalter auf „Ein“ stellen.
- Auf dem Display erscheinen aktuelle Messwerte.
- Abschließend Kippschalter auf „Aus“ stellen.

## Luftqualität – Bedienungsanleitung Voltcraft CO-60

Das Messgerät dient der stationären Messung und Überwachung der Kohlendioxid-Konzentration (CO<sub>2</sub>-Konzentration) in der Raumluft. Die Luftqualität wird durch eine Ampelanzeige dargestellt. Gleichzeitig werden die Lufttemperatur und die Luftfeuchtigkeit im Display angezeigt.

### Bedienelemente

- 1 Anzeige der CO<sub>2</sub>-Konzentration in ppm
- 2 Anzeige der Raumtemperatur in °C
- 3 Grüne LED (CO<sub>2</sub>-Konzentration < 800 ppm)
- 4 [Mute] für Stummschaltung des Warnsignals
- 5 Rote LED (CO<sub>2</sub>-Konzentration > 1.500 ppm)
- 6 Gelbe LED (CO<sub>2</sub>-Konz. 800 – 1.500 ppm)
- 7 Anzeige der Raumluftfeuchte in %
- 8 Symbol für Warnsignal ein/aus
- 9 Buchse für Anschluss der Stromversorgung



### Messung durchführen

- Messgerät entweder mit Netzteil oder USB-Kabel an eine Stromversorgung anschließen.  
→ kurzzeitig werden alle Segmente im Display und ein Signalton ausgegeben.
- Raumtemperatur und Raumluftfeuchte werden sofort angezeigt.
- Nach zwei Minuten wird die CO<sub>2</sub>-Konzentration im Raum angezeigt.

### Luftgüteanzeige in Ampelfarben

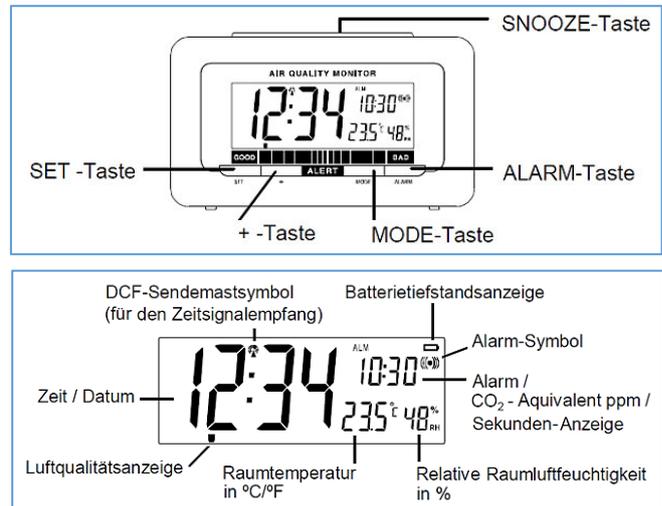
<b>Grüne LED</b>	CO <sub>2</sub> -Konzentration = unter 800 ppm > <b>Luftqualität ist gut.</b>
<b>Gelbe LED</b>	CO <sub>2</sub> -Konzentration = 800 bis 1.500 ppm > <b>Luftqualität ist mittelmäßig.</b>
<b>Rote LED</b>	CO <sub>2</sub> -Konzentration = über 1.500 ppm > <b>Luftqualität ist schlecht.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Ein Warnsignal wird ausgegeben (kann durch Drücken von „MUTE“ (4) abgeschaltet werden.)</li> <li>→ CO<sub>2</sub>-Konzentration über 3.000 ppm: „Hi“ wird im Display angezeigt.</li> </ul>

## Luftqualität – Bedienungsanleitung TFA Dicke-Luft-Monitor

**Achtung:** Das Gerät zeigt erst nach mind. 5 Tagen Dauerbetrieb am selben Standort verlässliche Messwerte an. Der Sensor muss sich zunächst auf das Referenzniveau am Standort einstellen.

### Messung durchführen

- ca. 30 Minuten nach Inbetriebnahme wird ein CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Wert angezeigt
- Das Gerät benötigt kurze Zeit, um sich auf die Bedingungen am Aufstellort einzuregeln. Zunächst wird das CO<sub>2</sub>-Referenzniveau ermittelt.
- Drücken Sie die MODE-Taste, um zwischen Luftqualität (CO<sub>2</sub>-Äquivalent ppm), Sekunden- und Alarmzeit zu wechseln.
- Der Luftgütesensor erkennt weit über 5.000 schädliche Substanzen in der Raumluft. Die gemessenen Werte werden auf CO<sub>2</sub>-Äquivalente zurückgeführt.



### Anzeige der Luftqualität (Luftqualitätsanzeige)

Die Luftqualitätsanzeige verweist auf die verschiedenen Qualitätsstufen, die auf einem Balkendiagramm am Gehäuserand zu finden sind:

Stufe	CO <sub>2</sub> -Äquivalent
<b>1 GOOD = GUT grünes Licht</b>	450 – 600 ppm
<b>2</b>	650 – 800 ppm
<b>3</b>	850 – 1000 ppm

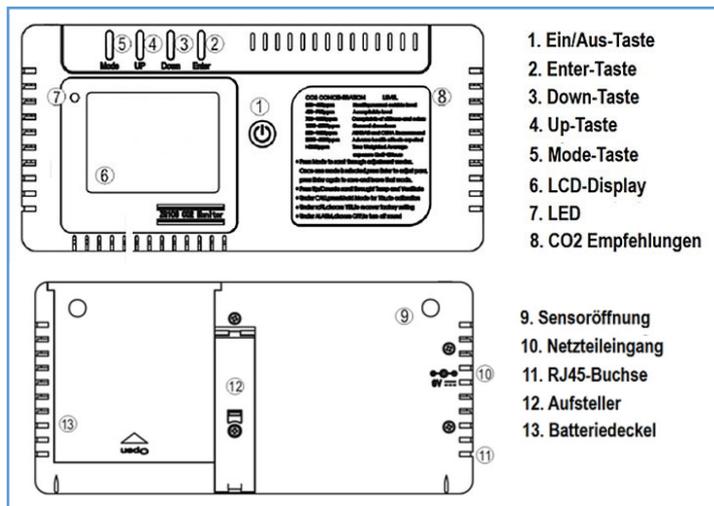
Stufe	CO <sub>2</sub> -Äquivalent
<b>4</b>	1050 – 1200 ppm
<b>5</b>	1250 – 1500 ppm
<b>6</b>	1550 – 1800 ppm

Stufe	CO <sub>2</sub> -Äquivalent
<b>7</b>	1850 – 2100 ppm
<b>8</b>	2150 – 2400 ppm
<b>9 BAD = SCHLECHT rotes Licht</b>	2450 ppm

## Luftqualität – Bedienungsanleitung Dostmann AIRCO2NTROL 3000

Das Messgerät gibt die CO<sub>2</sub>-Konzentration im Raum an und löst bei sehr hoher CO<sub>2</sub>-Konzentration (über 1.000 ppm) einen Alarm aus. Der Alarm kann abgeschaltet werden. Das Messgerät gibt auch die Raumtemperatur an.

### Bedienelemente



ALTI	Kompensation der Druckunterschiede durch die Höhe des Standortes in Bezug auf die Meereshöhe.
ALARM	Alarmsignal(Grenzwertüberschreitung) kann an- oder abgestellt werden.
OUTSIDE	Bestimmung der Outside CO <sub>2</sub> -Konzentration zum Einstellen der Belüftung.
CALI	Zum Kalibrieren des Sensors.
DATALOGGER	Zeigt die CO <sub>2</sub> -Messergebnisse der letzten 24 Stunden an.
MaxMin	Zeigt die Max-Min-Werte seit dem letzten Einschalten an.
rcFS	Zurücksetzen gemäß Werkseinstellungen (Falls das Messgerät nicht ordnungsgemäß misst).

### Datenaufnahme über eine längere Dauer / DATA LOGGER Mode

Die Datenlogger-Funktion speichert bis zu 48 Datensätze für die CO<sub>2</sub>-Konzentration und Raumtemperatur der letzten 24 Stunden.

- Mode-Taste [5] betätigen. Im Display **blinkt DATALOGGER**.
- Enter-Taste [2] drücken.  
→ letzter Datensatz (Nr. 1) des Speichers wird angezeigt.
- Up/Down-Tasten [3] [4] drücken.  
→ Alle Werte des Speichers werden nacheinander angezeigt (2 bis 48).
- Enter-Taste [2] drücken, um den Nutzermodus zu wählen.

### Anzeigen im LCD-Display



### Max-Min-Wert-Anzeige

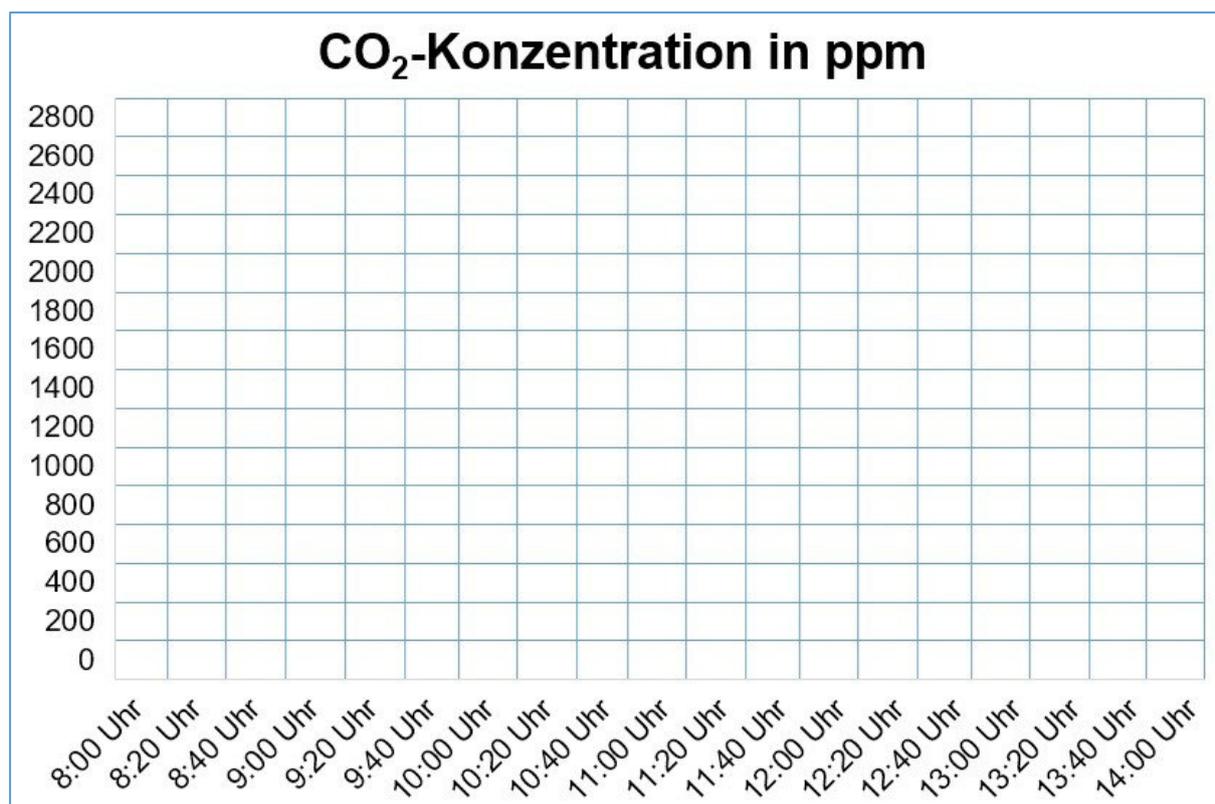
Das Messgerät verfügt über eine Max-Min-Anzeige, welche die Extrema seit dem letzten Anschalten angibt.

- Mode-Taste [5] drücken. Im Display **blinkt MAX MIN**.
- Enter-Taste [2] drücken.  
→ MAX- und MIN-Wert wird abwechselnd angezeigt.
- Löschen: Up/Down-Taste [3] [4] betätigen  
→ im Display blinkt "CLR" (für clear)
- Mit Enter [2] Löschen bestätigen und in den Nutzermodus (User-Mode) wechseln.

## Luftqualität – Arbeitsblatt „Messen“

Miss alle 20 Minuten die Luftqualität im Klassenraum. Trag die Messwerte mit einem Punkt in das Diagramm ein. Verbinde zum Schluss die Punkte. Welche Schlussfolgerung kannst Du ziehen, um im Klassenraum eine hohe Luftqualität zu haben?

Raum:	Personenzahl:	Anzahl der Fenster, die geöffnet werden:
-------	---------------	--



Miss die Luftqualität und die Raumtemperatur während einer Unterrichtsstunde. Trag die Messwerte in die Tabelle ein. Wie ändern sich die Raumtemperatur und die Luftqualität im Klassenraum? Ist es optimal für Deine Klasse, alle 20 Minuten zu lüften?

Messreihe	Vor dem Unterricht	Nach 20 Minuten Unterricht	Während des Lüftens	Nach 20 Minuten Unterricht	Während des Lüftens (Pause)
CO <sub>2</sub> -Konzentration in ppm					
Raumtemperatur in °C					

Wie soll der Klassenraum künftig gelüftet werden?

## Luftqualität – Arbeitsblatt „Wissen“

### Richtwert für CO<sub>2</sub>-Konzentration

Die Konzentration von CO<sub>2</sub> in der Raumluft von Unterrichtsräumen sollte 1.000 ppm nicht überschreiten.

Quelle: Umweltbundesamt UBA 2020 (PDF): [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/dokumente/umweltbundesamt\\_lueften\\_in\\_schulen\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/dokumente/umweltbundesamt_lueften_in_schulen_0.pdf)

<p>Wann wird Luft als „dicke Luft“ bezeichnet? Warum ändert sich die Luftqualität im Klassenraum?</p>	
<p>Aus welchen Bestandteilen setzt sich Raumluft zusammen? Recherchiere im Internet.</p>	
<p>Berechne mit einer Berechnungshilfe, wie oft verschiedene Räume der Schule gelüftet werden müssen. Verwende die Berechnungshilfe auf folgender Internetseite: <a href="https://www.simaria.ch/de/simaria">https://www.simaria.ch/de/simaria</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassenraum:</li> <li>• Kunstraum:</li> <li>• Sporthalle:</li> <li>• Computerraum:</li> </ul>	
<p>Welche Wirkung hat CO<sub>2</sub> auf Lebewesen? Recherchiere auch im Internet.</p>	
<p><b>Mensch</b></p>	<p><b>Bäume</b></p>
<p><b>Fische</b></p>	<p><b>Säugetiere</b></p>

## **Impressum und Kontakt**

Das „Arbeitsmaterial zum Einsatz von Messgeräten in Schulen“ ist ein Angebot der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin und wurde gemeinsam mit der Berliner Energieagentur GmbH realisiert.

Die vorliegende Publikation sowie Hinweise zu Projekten und Beteiligungsmöglichkeiten im Bereich Klimabildung finden sich auf der Internetseite der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin unter: <https://www.berlin.de/sen/uvk/klimaschutz/klimaschutz-in-der-umsetzung/klimaschutz-und-bildung/>

### **Herausgeber und Kontakt**

Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin  
Öffentlichkeitsarbeit  
Am Köllnischen Park 3  
10179 Berlin

### **Ansprechpartnerin**

Corina Conrad-Beck  
E-Mail: [corina.conrad-beck@senuvk.berlin.de](mailto:corina.conrad-beck@senuvk.berlin.de)

### **Bildnachweis**

Abbildungen und Fotos: Gerätehersteller