

---

# CLAB

## MESSWERTERFASSUNGSSYSTEM 003

### BENUTZERHANDBUCH



CENTRE FOR MICROCOMPUTER APPLICATIONS

<http://www.cma-science.nl>

**CLAB Benutzerhandbuch Version 2.0, April 2015**

Autor: Ewa Kedzierska

© CMA, Amsterdam, 2015

CMA,  
A.J. Ernststraat 169,  
1083 GT Amsterdam,  
Niederlande  
[info@cma-science.nl](mailto:info@cma-science.nl)  
[www.cma-science.nl](http://www.cma-science.nl)

CASIO und ClassPad sind eingetragene und geschützte Markenzeichen von  
Casio Computer Co., Ltd.

# INHALTSVERZEICHNIS

---

<b>I. EINLEITUNG</b>	<b>5</b>
1. Allgemeine Informationen	5
2. Zubehör von CLAB	5
3. Hinweise zur Verwendung dieses Handbuchs	6
<b>II. ERSTE VORBEREITUNGEN</b>	<b>7</b>
1. CLAB im Überblick	7
2. Einschaltknopf	8
3. Status-LEDs und Lautsprecher	9
3.1. Power-LED	9
3.2. Messstatus-LED	10
3.3. Lautsprecher	10
4. Stromversorgung von CLAB	10
5. Interner Speicher	13
6. Sensoreingänge	14
6.1. BT Sensorstecker	14
6.2. Automatische Sensorerkennung	15
6.3. Abtastrate	15
7. Beschleunigungssensor	15
8. Nutzungsmöglichkeiten von CLAB	16
8.2. CLAB mit einem Grafikrechner von CASIO verwenden	16
8.1. CLAB mit einem PC verwenden	16
8.3. CLAB als Einzelgerät verwenden	16
<b>III. CLAB MIT EINEM GRAFIKRECHNER VON CASIO VERWENDEN</b>	<b>17</b>
1. CLAB und ein CASIO Grafikrechner	17
2. Die Software E-CON	17
<b>IV. CLAB MIT EINEM PC UND DER SOFTWARE COACH VERWENDEN</b>	<b>18</b>
1. Versionsvoraussetzungen für die Software Coach	18
1.1 Über die Vollversion von Coach	18
1.2 Coach Lite	18
2. Installation der CLAB Treiber	19
3. Eine Messung online mit der Software Coach durchführen	19
<b>V. CLAB ALS EINZELGERÄT VERWENDEN</b>	<b>20</b>
1. Eine Messung mit CLAB als Einzelgerät durchführen	20

---

2. Eine Messung mit der Software Coach und CLAB als Einzelgerät durchführen	21
<b>VI. IM LIEFERUMFANG ENTHALTENE SENSOREN</b>	<b>23</b>
1. BT01 Temperatursensor	23
1. Tipps und Hinweise	23
2. Experimentiervorschläge	24
3. Technische Daten	24
2. BT02 Spannungssensor	25
1. Allgemeine Hinweise	25
2. Experimentiervorschläge	25
3. Technische Daten	25
<b>VII. TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN</b>	<b>26</b>
1. Hauptmerkmale	26
2. Funktionszustände und Wartung	26
3. Softwareprodukte für CLAB	27
4. Garantie	27
5. Handhabung des Akkus	27
6. Sicherheitsinformationen	27

## I. EINLEITUNG

### 1. Allgemeine Informationen

CLAB ist ein mobiles Messwerterfassungssystem, das speziell für naturwissenschaftliche und technische Unterrichtszwecke entwickelt wurde. CLAB kann in Verbindung mit jedem Grafikrechner von CASIO, auf dem die Software E-CON installiert ist, verwendet werden. Das Gerät eignet sich auch für die Benutzung als Einzelgerät oder mit einem PC, im Außenbereich und im Klassenraum. CLAB ist mit einem leistungsfähigen Prozessor ausgestattet, der eine Abtastrate von bis zu 100.000 Hz unterstützt und damit eine exakte, frequenzunabhängige Taktung ermöglicht. Der interne Flash-Speicher wird für das Speichern von Messdaten und für eine einfache Aktualisierung des Betriebssystems genutzt.

Für den Anschluss von Sensoren stehen bei CLAB drei analoge BT-Eingänge zur Verfügung, für die CMA eine Vielzahl an Sensoren anbietet. CLAB ist zusätzlich mit einem internen 3-Achsen Beschleunigungssensor ausgestattet.

### 2. Zubehör von CLAB

- USB-Ladegerät (100-240V AC, DC 5V/1A, Stromversorgung und Aufladen)
- USB-Kabel (Kommunikation mit einem PC und Verbindung zum Ladegerät)
- BT01 Temperatursensor (-40 .. 140°C)
- BT02 Spannungssensor (-10 .. 10V)
- Kurzanleitung



### **3. Hinweise zur Verwendung dieses Handbuchs**

Diese Bedienungsanleitung soll mit den Grundlagen der Benutzung von CLAB vertraut machen. In der folgenden Übersicht sind die einzelnen Kapitel dieses Handbuchs mit einer kurzen Inhaltsbeschreibung angeführt:

**II. Erste Vorbereitungen** – enthält Hinweise zur Inbetriebnahme von CLAB und gibt einen Überblick über die grundlegendsten Funktionen.

**III. CLAB mit einem CASIO Grafikrechner und der Software E-CON verwenden** – erklärt die Grundlagen zur Verwendung von CLAB mit einem Grafikrechner von CASIO.

**IV. CLAB mit einem PC und der Software Coach verwenden** – erklärt die Grundlagen zur Verwendung von CLAB mit einem PC und der Analysesoftware Coach.

**V. CLAB als Einzelgerät verwenden** – erklärt, wie CLAB bei der Messwerterfassung ohne Zusatzgeräte als Einzelgerät verwendet werden kann.

**VI. Sensoren, die im Zubehör von CLAB enthalten sind** – bietet Informationen zu den technischen Daten der beiden im Lieferumfang von CLAB enthaltenen Sensoren.

**VII. Technische Spezifikationen** – gibt einen Überblick zu den technischen Daten von CLAB und Hinweise zur sicheren Handhabung sowie Informationen zur Funktionstüchtigkeit und Wartung.

Dieses Benutzerhandbuch ist neben anderen Informationen zu CLAB auch als freier Download auf der Webseite von CMA [www.cma-science.nl](http://www.cma-science.nl) erhältlich.

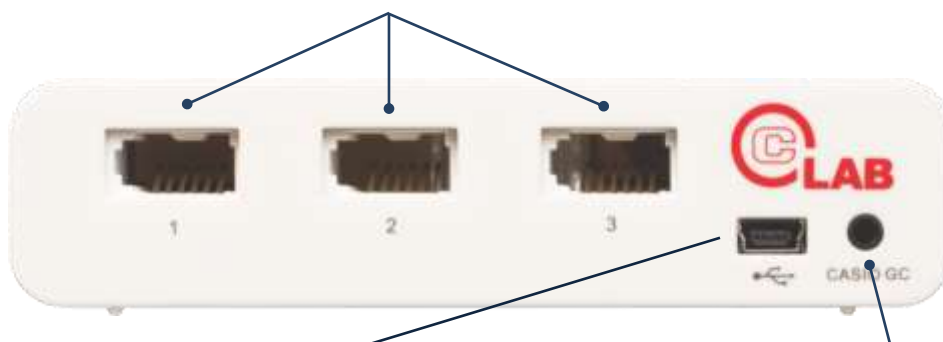
## II. ERSTE VORBEREITUNGEN

### 1. CLAB im Überblick

**Einschaltknopf**  
umgeben von 2 halbkreisförmigen **Status-LEDs**



**Analoge BT Sensoreingänge 1, 2, 3**  
zum Anschluss von CMA Sensoren



**Mini USB-Eingang**  
zum Anschluss eines USB-Kabels (Aufladen oder  
Kommunikation mit einem PC)

**3-Pin Klinkenstecker**  
zum Anschluss eines CASIO  
Grafikrechners

CLAB ist mit einem internen 3-Achsen Beschleunigungssensor und einem eingebauten Lautsprecher ausgestattet.

## 2. Einschaltknopf

Der Einschaltknopf von **CLAB** besitzt mehrere Funktionen:

- **CLAB** ein- und ausschalten.
- **CLAB** auf den Werkzustand zurücksetzen. Verwenden Sie diese Funktion, wenn **CLAB** nicht mehr auf Eingaben reagiert. Beachten Sie bitte, dass Daten und Messeinstellungen eventuell nicht gespeichert werden.
- Steuerung der Messwerterfassung.

Funktionsumfang des Einschaltknopfs im Detail:

Status von CLAB	EINSCHALTKNOPF	AKTION
AUS	Drücken	Schaltet <b>CLAB</b> ein Die linke LED blinkt zunächst rot und wechselt im Bereitschaftsmodus auf grün.
EIN	2 Sekunden lang gedrückt halten	Schaltet <b>CLAB</b> aus Den Einschaltknopf drücken bis die linke LED rot leuchtet. Beim Loslassen schaltet sich das Gerät aus.
EIN	6 Sekunden lang gedrückt halten	<b>CLAB</b> auf den Werkzustand zurücksetzen (falls das Gerät nicht mehr reagiert). Den Einschaltknopf drücken bis die linke LED rot leuchtet (2s) und anschließend blinkt (6s). Beim Loslassen startet <b>CLAB</b> neu.
EIN Triggerbereitschaft	Drücken	Startet die Messwertaufzeichnung per manuellem Trigger. Den Einschaltknopf drücken wenn die rechte LED blau blinkt.
EIN Messwertaufzeichnung	Drücken	Beendet die Messwertaufzeichnung. Einschaltknopf drücken wenn die rechte LED grün blinkt.
EIN Messbereitschaft	Drücken	Startet die Messwertaufzeichnung oder zeichnet einen einzelnen Messwert auf (bei der Verwendung von <b>CLAB</b> als Einzelgerät*). Den Einschaltknopf drücken, wenn die rechte LED blau leuchtet.



### 3. Status-LEDs und Lautsprecher

Zwei halbkreisförmige, um den Einschaltknopf positionierte mehrfarbige LEDs zeigen zusammen mit den Signaltönen des eingebauten Lautsprechers den aktuellen Betriebszustand von CLAB an.



Linke **Power-LED**  
zeigt Ein/Aus und den Batteriestatus an

Rechte **Messtatus-LED**  
zeigt eine aktive Messungen an

#### 3.1. Power-LED

Die Linke Power LED zeigt den Zustand Ein/Aus und den Batteriestatus an:

POWER-LED	STATUS VON CLAB
AUS	CLAB ist ausgeschaltet und wird nicht geladen
EIN, leuchtet zusammen mit der rechten LED Die Farbe der LEDs hängt vom Ladezustand des Akkus ab: Orange: Akku wird geladen Grün: Akku ist voll geladen	CLAB ist ausgeschaltet und wird geladen (Stromversorgung per USB Verbindung oder USB-Netzteil)
EIN Die Farbe der LED hängt vom Ladezustand des Akkus ab: Grün: Akku ist voll geladen (Akku ist zwischen 80% und 100% aufgeladen) Blau: Akku ist teilweise geladen (Akku ist zwischen 20% und 80% aufgeladen) Rot: Akku ist leer (Akku ist weniger als 20% geladen. Aufladen ist notwendig)	CLAB ist eingeschaltet (keine Stromversorgung per USB Verbindung oder USB-Netzteil) Achtung: eine externe Stromversorgung könnte bei diesem Zustand eine fehlerhafte Anzeige des Ladezustands des Akkus verursachen

### 3.2. Messstatus-LED

Die rechte Messstatus-LED zeigt Informationen zum Status der aktuellen Messwerterfassung an:

MESSTATUS LED	STATUS VON CLAB
AUS	Messwerte werden nicht aufgezeichnet
EIN LED blau	Bereitschaft zur Messwertaufzeichnung
EIN LED blinkt blau	Triggerbereitschaft Die Datenaufzeichnung startet automatisch, wenn die Triggerbedingungen erfüllt sind. Drücken Sie den Einschaltknopf, wenn Sie die Messwertaufzeichnung manuell starten wollen.
EIN LED blinkt grün	Messwerte werden aufgezeichnet
Rot	Fehlfunktion

### 3.3. Lautsprecher

Der eingebaute Lautsprecher erzeugt aufgrund bestimmter Ereignisse unterschiedliche Schallsignale.

LAUTSPRECHER	STATUS VON CLAB
Ton 1	Ein
Ton 2	Messwerterfassung beginnt
Ton 3	Messwerterfassung ist beendet
Ton 4	Count-down Schallsignal (ertönt n mal)

## 4. Stromversorgung von CLAB

CLAB wird von einem wiederaufladbaren Akku (Lithium-Ionen, 3,7V, 1200mAh), der sich im internen Batteriefach befindet, mit Strom versorgt. Im Auslieferungszustand ist der Akku nur teilweise geladen.

Die Power-LED von CLAB zeigt im eingeschalteten Zustand den aktuellen Ladezustand des Akkus an (siehe dazu Kapitel 3 "Status-LEDs und Lautsprecher"). Beachten Sie bitte: Wenn CLAB per USB Verbindung mit Strom versorgt wird, leuchtet die Power-LED fast immer grün.

CLAB warnt Sie mit einer rot leuchtenden Power-LED vor zu geringem Ladezustand des Akkus (< 20% der Akkukapazität). Beachten Sie bitte, dass sich CLAB bei gefährlich niedrigem Ladezustand jederzeit von selbst abschalten kann.

Stellen Sie über das USB-Kabel mit einem PC oder über das USB-Ladegerät eine Stromversorgung her, um Datenverlust zu vermeiden. Ein vollständiger Ladezyklus benötigt etwa 4 Stunden (90% der Akkukapazität werden in 3 Stunden erreicht).



Rückseite von CLAB mit dem wiederaufladbaren Akku im internen Batteriefach.

Die durchschnittliche Akkulaufzeit von CLAB beträgt bei voll geladenem Akku minimal 4 (bei Verwendung von 3 Sensoren) bis zu maximal 8 Stunden. Da der Strombedarf von der Art der verwendeten Sensoren und von den Messeinstellungen abhängt, kann diese Zeit variieren. Schalten Sie zur Verlängerung der Betriebszeit CLAB vorübergehend aus, wenn Sie gerade keine Messung vornehmen. CLAB besitzt eine automatische Abschaltfunktion, wenn Sie länger als 10 Minuten untätig sind. Dabei speichert CLAB den momentanen Betriebszustand ab und ist beim neuerlichen Einschalten sofort einsatzbereit.

Wenn Sie CLAB als Einzelgerät verwenden, versetzt sich CLAB bei Langzeitmessungen zwischen den einzelnen Messungen in einen Ruhezustand um die Akkulaufzeit zu verlängern (siehe dazu auch Kapitel 8.3). Die dafür notwendigen Messeinstellungen sind:

- eine Messzeit von mehr als 2 Stunden.
- eine Abtastrate von einem Messwert pro zwei Minuten oder weniger.

CLAB schaltet sich zwischen dem Erfassen von Messwerten automatisch ab. Etwa zwei Sekunden vor einer geplanten Messwerterfassung schaltet sich CLAB automatisch wieder ein und speichert die Messdaten im internen Speicher. Beachten Sie bitte, dass CLAB aus dem Ruhemodus nicht in Kombination mit dem Bewegungssensor BT55i verwendet werden kann.

Der eingebaute Akku besitzt eine Lebensdauer von etwa 300 Ladezyklen (ein Ladezyklus entspricht einer Aufladung von 100% der Akkukapazität). Laden Sie weniger als 100% auf, vergrößert sich die Anzahl der Zyklen entsprechend. Berücksichtigen Sie bitte, dass Temperaturen über 35°C die Lebensdauer des Akkus verringern. Ersatzakkus sind bei CMA separat erhältlich.

---

#### **Beachten Sie bitte:**

- *CLAB kann während des Ladevorgangs ohne Einschränkungen verwendet werden.*

- *CLAB besitzt eine Stromaufnahme von etwa 150mA. Bei gleichzeitiger Verwendung von mehreren Sensoren kann der Strombedarf wesentlich höher sein.*
- *Wenn der USB-Eingang den Strom begrenzt, wird CLAB nicht oder nur unzureichend geladen und die Ladedauer kann sich erheblich verlängern.*

### **Den Akku aufladen**

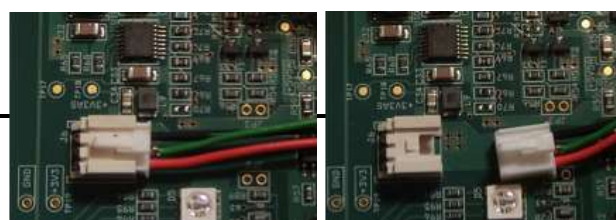
Verwenden Sie bitte nur das von CMA zugelassene und mitgelieferte USB-Kabel und USB-Ladegerät.

- Verbinden Sie das USB-Kabel mit dem Mini USB Eingang von **CLAB**.
  - Verbinden Sie das USB-Kabel mit dem USB-Ladegerät (Stromnetzteil).
- oder-
- Verbinden Sie das USB-Kabel mit dem Mini USB Eingang von **CLAB**.
  - Verbinden Sie das USB-Kabel mit einem USB Eingang eines PCs. Beachten Sie bitte, dass die Strombegrenzung eines Standard USB Eingangs die Ladedauer verlängert (Strombegrenzung 500mA für USB 2.0 und 800mA für USB 3.0).

### **Den Akku wechseln**

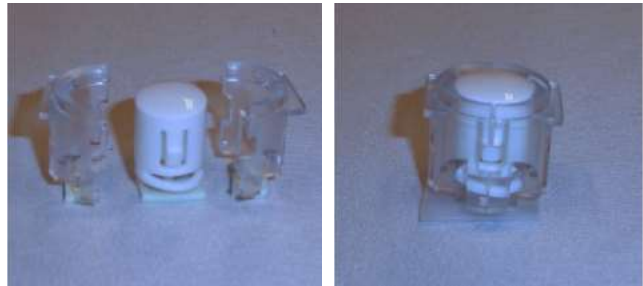
Verwenden Sie bitte **nur** die von CMA zugelassenen Akkus. Um den Austausch des Akkus so einfach wie möglich zu machen, liefert CMA zusammen mit dem Austauschakku die komplette Rückseite von **CLAB** (siehe Abbildung).

- Schalten Sie **CLAB** aus.
- Verwenden Sie zur Demontage der Rückseite einen kleinen Kreuz-Schraubendreher und entfernen Sie die Schrauben an den Seiten.
- Ziehen Sie die Rückseite von **CLAB** vorsichtig aus dem Gehäuse. Der Akku ist per Kabel mit der Platine von **CLAB** verbunden (die Platine lässt sich zusammen mit der Kunststoff-Rückseite nach außen bewegen).
- Trennen Sie den Stecker durch sanftes seitliches Drücken vorsichtig von der Platine.
- Entfernen Sie den Einschaltknopf (besteht aus 3 beweglichen Teilen) von der Kunststoff-Rückseite.
- Verbinden Sie den neuen Akku durch Einsetzen des Akkusteckers in die vorgesehene Führung mit der



Platine. Achten Sie auf die korrekte Ausrichtung.

- Platzieren Sie den Einschaltknopf auf der neuen, zum Lieferumfang des Akkus gehörenden Geräterückseite. Achten Sie auf die richtige Einbauposition.
- Setzen Sie die Platine vorsichtig in die Rückseite ein. Die Platine sollte stabil mit der Rückseite von CLAB verbunden sein.
- Führen Sie die Rückseite zusammen mit der Platine vorsichtig an den Führungsschienen ins CLAB Gehäuse und verschließen sie das Gehäuse.
- Verschrauben Sie die Rückseite wieder mit dem Gehäuse.
- Werfen Sie den alten Akku nicht in den Haushaltsmüll. Wir ersuchen Sie im Sinne eines verantwortungsbewussten Recyclings um entsprechende Rücksendung, Entsorgung oder Verwertung.



## 5. Interner Speicher

CLAB ist mit einem permanenten 2 MB Flash-, sowie einem 128 KB FRAM-Speicher ausgestattet. Das in den Flash-Speicher von CLAB geladene Betriebssystem (Firmware) kann durch eine Aktualisierung jederzeit überschrieben werden. Führen Sie auf der CMA Webseite eine Aktualisierung des Betriebssystems durch, wenn neue Funktionen von CLAB verfügbar sind. Speichern Sie die neu verfügbare Firmware auf Ihrem PC und aktualisieren Sie anschließend das Betriebssystem von CLAB. Neu verfügbare Firmware von CLAB ist auch in jeder neuen Version von Coach oder Coach Lite enthalten.

Im FRAM Speicher von CLAB befinden sich:

- Die lokale Sensoren-Bibliothek
- Der aktuelle CLAB Versuchsaufbau und gewählte Sensoreinstellungen
- Messwertdaten – im FRAM Speicher von CLAB können etwa 60.000 Messpunkte gespeichert werden. Mit Hilfe der Software Coach kann diese Zahl per zyklische Wiederholung auf etwa 500.000 erhöht werden.

CLAB speichert alle Daten im internen Speicher, auch im ausgeschalteten Zustand. Der FRAM-Speicher wird nur bei vollständiger Entladung des Akkus gelöscht, die Daten im Flash-Speicher bleiben auch in diesem Fall erhalten und werden nur bei einer Aktualisierung der Sensorenbibliothek oder der Firmware überschrieben.

### ***Das Betriebssystem aktualisieren***

Zur Aktualisierung benötigen Sie das Hilfsprogramm "**Firmware Update**" von CMA. Dieses Programm ist bereits Bestandteil der Software Coach (Coach erkennt

bei einer bestehenden Verbindung zu **CLAB** eine neu verfügbare Firmware automatisch und schlägt die Aktualisierung vor), steht aber auch zum Download auf der CMA Webseite zur Verfügung.

## 6. Sensoreingänge

**CLAB** besitzt 3 analoge BT (British Telecom) Sensoreingänge mit einem Spannungsbereich von 0 .. 5V ( $V_{IN}$ ) und -10 .. 10V ( $V_{IN_{low}}$ ) an die alle CMA Sensoren angeschlossen werden können. Sensoren werden in der Regel von **CLAB** automatisch erkannt.

CMA bietet viele zu **CLAB** kompatible Sensoren an (speziell für die analogen BT Eingänge von **CLAB** ist bei CMA ein neuer Ultraschall Bewegungssensor BT55i erhältlich). Informationen über alle verfügbaren CMA Sensoren erhalten sie auf der Webseite von CMA unter [www.cma-science.nl](http://www.cma-science.nl). **CLAB** kann auch mit allen gängigen Vernier Sensoren verwendet werden.

### 6.1. BT Sensorstecker

Grundsätzlich können alle Sensoren mit BT Steckern an den dafür vorgesehenen Eingängen von **CLAB** angeschlossen werden. Die 6 Kontakte eines BT Steckers sind folgendermaßen belegt:

Kontakt	Anschluss
1	$V_{IN}$ (Eingangsspannung)
2	Masse
3	$V_{ref}^1/I^2C^3$ Daten
4	Auto-ID <sup>2</sup> / $I^2C^3$ Zähler
5	5V DC
6	$V_{IN_{low}}$ (Niedrigspannung)



<sup>1</sup>  $V_{ref}$  - Referentielle Ausgangsspannung (Pull-Up Widerstand, 15 k $\Omega$ ) für Widerstandsmessungen.

<sup>2</sup> Auto ID (Pull-Up Widerstand, 10 k $\Omega$ , Eingang für automatische Identifikation), Sensoren mit BT Anschluss verfügen über die Möglichkeit zur automatischen Erkennung.

<sup>3</sup> Zur Kommunikation zwischen **CLAB** und lernfähigen Sensoren via  $I^2C$ .

	$V_{IN}$	$V_{IN_{low}}$ (Niedrigspannung)
Eingänge	1, 2, 3	1, 2, 3
Spannungsbereich	-10 .. 10V	0 .. 5V
Auflösung (12 bit)	4,9mV	1,2mV
Eingangsimpedanz	100k $\Omega$	100k $\Omega$

Bei der Verwendung von **CLAB** in Verbindung mit der Software Coach können alle 3 BT Eingänge gleichzeitig als Zählreferenz benutzt werden. Bestimmte CMA Sensoren sind bereits per Grundeinstellung als Zählreferenz definiert (z.B. CMA

Photozähler 0662i oder CMA Strahlungssensor 0666i). Einige andere Sensoren (z.B. CMA Herzfrequenzsensor) müssen manuell in der Software Coach 6 (im Menü Sensoreinstellungen) als Zählreferenz definiert werden.

## 6.2. Automatische Sensorerkennung

CLAB erkennt und identifiziert Sensoren automatisch, sobald sie am entsprechenden Eingang angeschlossen werden. Die meisten CMA Sensoren werden sofort von CLAB erkannt. In manchen Fällen kann CLAB den angeschlossenen Sensor nicht automatisch erkennen und identifizieren (davon sind u.U. ältere oder über den 4mm BT Adapter 0519 angeschlossene CMA Sensoren betroffen). Nicht erkannte Sensoren müssen entweder manuell konfiguriert (mit einem CASIO Grafikrechner und der Software E-CON oder einem PC und der Software Coach) oder als spezifischer Sensor neu definiert werden (auf einem CASIO Grafikrechner mit der Software E-CON).

## 6.3. Abtastrate

Durch die hohe Taktung des Prozessors von CLAB wird die gleichzeitige Verwendung von 3 Sensoren ermöglicht. Die jeweilige Abtastrate verringert sich dabei, je nachdem ob Sie gleichzeitig drei (maximale Abtastrate 40 kHz), zwei (maximale Abtastrate 60 kHz), oder nur einen Sensorkanal (maximale Abtastrate 100 kHz) verwenden.

## 7. Beschleunigungssensor

CLAB ist mit einem internen 3-Achsen Beschleunigungssensor ausgestattet. Wählen Sie aus drei Messbereichen:  $\pm 20 \text{ m/s}^2$ ,  $\pm 40 \text{ m/s}^2$  und  $\pm 80 \text{ m/s}^2$ , jeweils in x, y und z - Richtung. Der Beschleunigungssensor kann jederzeit in Kombination mit beliebigen anderen externen Sensoren verwendet werden.

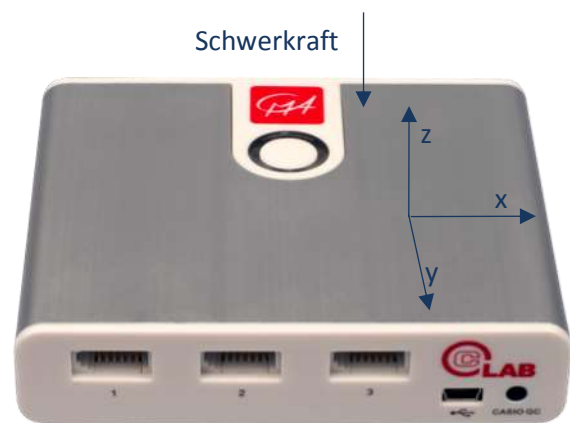
Die Orientierung der Achsen x, y und z ist auf der rechten Seite abgebildet. Bei waagrechter Positionierung sollte CLAB folgende Beschleunigungswerte anzeigen:

$$x\text{-Komponente} \approx 0 \text{ m/s}^2$$

$$y\text{-Komponente} \approx 0 \text{ m/s}^2$$

$$z\text{-Komponente} \approx -9,81 \text{ m/s}^2.$$

Exemplarische Aktivitäten zum internen Beschleunigungssensor werden mit der Software Coach bereitgestellt (Projekt "Messungen mit dem CMA CLAB" > 1. Tutorials)\*.



\* Ab Coach Version 6.7. Besuchen Sie bitte die CMA Webseite für aktuelle Updates.

## 8. Nutzungsmöglichkeiten von CLAB

Verwenden Sie CLAB auf unterschiedliche Weise:

- In Verbindung mit einem CASIO Grafikrechner zur Darstellung und Analyse der Messdaten auf dem Bildschirm des Grafikrechners.
- In Verbindung mit einem PC und der Software Coach zur Darstellung und Analyse der Messdaten auf dem Computerbildschirm.
- Als Einzelgerät zur Messwerterfassung.

### 8.2. CLAB mit einem Grafikrechner von CASIO verwenden

CLAB kann mit jedem Grafikrechner von CASIO verwendet werden, auf dem die Software E-CON installiert ist (z.B. CASIO Serie fx-CG20, Serie fx-9860GII oder ClassPad II - fx-CP400). Sobald CLAB mit dem Grafikrechner verbunden ist, kann CLAB von der Grafikrechneranwendung E-CON gesteuert und die Messwerte direkt zum Rechner übertragen werden. Sie können die Ergebnisse mit E-CON sofort analysieren. Verwenden Sie zur Verbindung ein Datenkabel mit 3-poligem Klinckenstecker (SB-62, Zubehör von CASIO, im Lieferumfang des Grafikrechners enthalten).

### 8.1. CLAB mit einem PC verwenden

Verbinden Sie CLAB per USB-Kabel mit einem PC und verwenden Sie CLAB als Laborschnittstelle. Steuern Sie CLAB mit Hilfe der Software Coach bequem von Ihrem PC aus. Von CLAB aufgezeichnete und in Echtzeit an den PC übertragene Messdaten können auf dem Bildschirm verfolgt werden und stehen sofort für weitere Analysen zur Verfügung. Das USB-Kabel befindet sich im Lieferumfang von CLAB.

### 8.3. CLAB als Einzelgerät verwenden\*

Verwenden Sie CLAB als Einzelgerät, wenn Sie etwa außerhalb des Klassenzimmers oder im Freien Messwerte aufzeichnen. Messung und Datenspeicherung werden dabei von CLAB kontrolliert. Der Versuchsaufbau wird entsprechend den gewünschten Einstellungen mit Hilfe von E-CON auf einem Grafikrechner oder mit der Software Coach auf einem PC vorbereitet und auf CLAB übertragen. Nach der Messung können die gespeicherten Messdaten wieder auf den PC oder den Grafikrechner transferiert werden und stehen für weiterführende Analysen zur Verfügung.

---

\* Diese Funktion wird ab April 2015 zur Verfügung stehen. Eine Aktualisierung des Betriebssystems ist notwendig. Überprüfen Sie bitte gegebenenfalls die CMA - Webseite [www.cma-science.nl](http://www.cma-science.nl) auf das aktuellste Update für Coach.



### III. CLAB MIT EINEM GRAFIKRECHNER VON CASIO VERWENDEN

Bei dieser Verwendungsart wird **CLAB** von der Grafikrechneranwendung E-CON gesteuert und die aufgezeichneten Messdaten werden direkt zum Grafikrechner übertragen. Abhängig von den jeweiligen Messeinstellungen können Sie die Messdaten sofort verfolgen (Echtzeitmodus) oder erst nach Beendigung der Messung.

#### 1. CLAB und ein CASIO Grafikrechner

Stellen Sie sicher, dass auf Ihrem CASIO Grafikrechner die Software E-CON installiert ist (Voraussetzung für die Verwendung von **CLAB**).

##### *CLAB mit einem CASIO Grafikrechner verbinden*

Verwenden Sie zur Verbindung das Datenkabel mit 3-poligem Klinkenstecker (SB-62, im Lieferumfang des CASIO Grafikrechners enthalten).

- Verbinden Sie ein Ende des Datenkabels mit dem Grafikrechner.
- Verbinden Sie das andere Ende des Kabels mit dem 3-poligen CASIO Grafikrechner-Anschluss von **CLAB**.
- Schalten Sie **CLAB** und den CASIO Grafikrechner ein.
- Bei etwaigen Verbindungsproblemen überprüfen Sie bitte, ob die beiden Klinkenstecker vollständig in den Anschlussbuchsen eingerastet sind.



#### 2. Die Software E-CON

E-CON ist eine von CASIO entwickelte, menügesteuerte Grafikrechneranwendung. E-CON ermöglicht das Planen und Konfigurieren eines spezifischen Versuchsaufbaus sowie das Beobachten und Analysieren aufgezeichneter Messdaten. Genauere Informationen zur Software E-CON entnehmen Sie bitte dem Handbuch des jeweiligen CASIO Grafikrechners (Handbücher von CASIO finden Sie auf der CASIO Webseite unter <http://edu.casio.com/support>).

## IV. CLAB MIT EINEM PC UND DER SOFTWARE COACH VERWENDEN

Verwenden Sie CLAB mit einem PC und der Software Coach als Laborschnittstelle. Dabei bleibt CLAB mit dem PC durch ein USB-Kabel verbunden und wird von Coach gesteuert. Von CLAB aufgezeichnete und in Echtzeit an den PC übertragene Messdaten können auf dem Bildschirm verfolgt werden und stehen sofort für weitere Analysen zur Verfügung. Beachten Sie bitte, dass bei dieser Verwendungsart die Messdaten auf CLAB nicht dauerhaft gespeichert werden. Speichern Sie gemessene Daten auf Ihrem PC als Coach-Ergebnis oder -Aktivität (\*.cmr oder \*.cma Datei).

### 1. Versionsvoraussetzungen für die Software Coach

CLAB wird ab der Version 6.6 (Coach oder Coach Lite) unterstützt. Wir empfehlen Ihnen, zuerst die Software Coach auf Ihrem PC zu installieren, bevor Sie CLAB per USB-Kabel mit dem PC verbinden.

#### 1.1 Über die Vollversion von Coach<sup>1</sup>

Coach ist eine menügesteuerte Entwicklungs- und Experimentierumgebung, die speziell für mathematische und naturwissenschaftliche Zwecke programmiert wurde. Coach verfügt über vielfältige Werkzeuge und Funktionen:

- Messwerterfassung via Sensorschnittstellen
- Steuerung von Messwerterfassungssystemen
- Messungen auf Grundlage digitaler Medien (Video- und Bildanalyse)
- Modellieren dynamischer Systeme, Daten- und Prozessanalyse

Coach besitzt eine Entwicklungsumgebung, mit der das Programmieren menügesteuerter, multimedialer Experimentieraktivitäten möglich ist. Coach bietet viele vorbereitete Beispiele für Aktivitäten (\*.cma Dateien). Detaillierte Informationen zu Coach finden Sie im entsprechenden Handbuch (kann auf der CMA Webseite [www.cma-science.nl](http://www.cma-science.nl) heruntergeladen werden).

#### 1.2 Coach Lite<sup>2</sup>

Coach Lite ist eine Version mit reduziertem Funktionsumfang, die alle Messwert-erfassungssysteme von CMA unterstützt. Coach Lite bietet auch vielfältige Möglichkeiten zur Datenanalyse und eine Reihe von vorbereiteten Aktivitäten. Im Gegensatz zur Vollversion können diese Aktivitäten aber nicht verändert und aufgezeichnete Messwerte nur als Coach Ergebnis (\*.cmr Datei) gespeichert werden. Informationen zu Coach Lite finden Sie im entsprechenden Handbuch (kann auf der CMA Webseite [www.cma-science.nl](http://www.cma-science.nl) heruntergeladen werden).

---

<sup>1</sup> Ist separat zu erwerben (Lizenz zur Installation notwendig).



<sup>2</sup> Freie Software, kann auf der CMA Webseite [www.cma-science.nl](http://www.cma-science.nl) heruntergeladen werden.

## 2. Installation der CLAB Treiber

Der USB-Anschluss von CLAB verfügt über die HID<sup>3</sup> USB Norm. Die dafür benötigten Standardtreiber werden bei der ersten Verbindung von CLAB mit dem PC automatisch von Windows installiert<sup>4</sup>.

## 3. Eine Messung online mit der Software Coach durchführen

**Messwerte aufzeichnen, wenn CLAB mit einem PC verbunden ist<sup>5</sup>:**

- Verbinden sie CLAB per USB-Kabel mit einem PC und schalten Sie CLAB ein.
- Starten Sie die Software Coach 6 oder Coach 6 Lite und öffnen Sie eine bereits existierende Aktivität.
- Verbinden Sie einen oder mehrere Sensoren mit den Eingängen von CLAB.
- CLAB erkennt einen angeschlossenen Sensor automatisch und zeigt das Sensor-Symbol auf dem CLAB-Bildschirmbereich an. Sensoren, die CLAB nicht automatisch erkennt, müssen manuell aus der Sensorenbibliothek von Coach zur Aktivität hinzugefügt werden.
- Sie können die Messung jetzt entsprechend den vorgegebenen Rahmenbedingungen starten. Klicken Sie auf das Symbol **Einstellungen...**  um die Einstellungen für die aktuelle Messung zu bearbeiten: Typ, Messdauer, Frequenz und die Anzahl der Messungen. Ändern Sie die Werte gegebenenfalls.
- Befolgen Sie eventuelle Anweisungen der Aktivität oder starten Sie die Messung direkt durch Klicken auf den grünen **Start** Knopf.
- CLAB startet jetzt automatisch eine Messung:
  - Wurde ein Trigger für die Messung definiert, startet CLAB die Aufzeichnung, wenn der voreingestellte Triggerwert erreicht ist.
  - Beim Messtyp **Manuelle Eingabe** wird das Symbol **Manueller Start**  im Menü anstelle des Symbols **Start** angezeigt. Klicken Sie darauf, wenn Sie eine einzelne Messung aufzeichnen wollen. Ist die Option "*Diagramm mit manuell eingegebenen Daten erzeugen*" aktiviert, geben Sie die Werte nach Aufforderung per Tastatur ein.
- Die Messung ist beendet, wenn die vorgegebene Messdauer (zeitbasierte Messung) oder die entsprechende Anzahl von Messungen (Manuelle Eingabe) erreicht wurde. Klicken Sie auf den roten **Stopp** Knopf oder drücken sie **<Esc>**, wenn Sie die Messung unterbrechen oder beenden wollen.
- Verwenden Sie die Menüoption **Datei**, um ihre Ergebnisse zu speichern

---

<sup>3</sup> HID steht für "Human Interface Device".

<sup>4</sup> Die Treiberinstallation benötigt in allen Windows Versionen keine Administratorenrechte

<sup>5</sup> Dieser Ablauf trifft nicht auf ereignisbasierte Messungen zu.

(Speichern oder Speichern unter...)

## V. CLAB ALS EINZELGERÄT VERWENDEN

Bei dieser Verwendungsart kontrolliert **CLAB** die Messwertaufzeichnung und Datenspeicherung. Verwenden Sie **CLAB** als Einzelgerät, wenn Sie im Freien oder außerhalb des Klassenraums Messungen durchführen.

Der Versuchsaufbau wird auf dem **CASIO** Grafikrechner entsprechend den gewünschten Einstellungen mit Hilfe der Grafikrechneranwendung **E-CON** oder mit der Software **Coach** auf einem **PC** vorbereitet und auf **CLAB** übertragen. Nachdem die gewünschten Voreinstellungen auf **CLAB** gespeichert wurden, können Sie das Gerät vom **PC** oder Grafikrechner trennen.

Mit dem Ein/Aus Knopf von **CLAB** wird die voreingestellte Messwernerfassung gestartet oder beendet. Anhand der Farben der um den Ein/Aus Knopf angeordneten LEDs und der unterschiedlichen Schallsignale des Lautsprechers ist für den Benutzer der aktuelle Messstatus erkennbar. Aufgezeichnete Datensätze werden von **CLAB** gespeichert und nach Beendigung der Messung auf den Grafikrechner oder den **PC** transferiert. Mit der Anwendung **E-CON** oder der Software **Coach** können Ihre Messdaten analysiert und weiterverarbeitet werden.

### 1. Eine Messung mit **CLAB** als Einzelgerät durchführen

#### *Messwerte erfassen:*

- Bereiten Sie die Messung auf der Grafikrechneranwendung **E-CON** oder mit Hilfe der Software **Coach** auf einem **PC** vor.
- Übertragen Sie die Messeinstellungen auf **CLAB**. Die Messstatus-LED leuchtet blau, wenn **CLAB** zur Aufzeichnung von Messwerten bereit ist.
- Sie können die Verbindung zwischen **CLAB** und dem Grafikrechner/dem **PC** jetzt trennen. Wenn Sie noch einige Zeit bis zum Beginn der Messung benötigen, können Sie **CLAB** auch vorübergehend ausschalten. **CLAB** speichert alle nötigen Messeinstellungen im internen Speicher. Sobald **CLAB** wieder eingeschaltet wird, zeigt die rechte Messstatus-LED die Bereitschaft zum Erfassen von Messwerten an.
- Starten Sie die Messung durch Drücken des Ein/Aus Knopfs.
  - Wurde ein Trigger für die Messung definiert (die linke Power LED blinkt blau), startet **CLAB** die Aufzeichnung, wenn der voreingestellte Triggerwert erreicht ist. Drücken Sie den Ein/Aus Knopf, um einen Triggerwert und damit den Beginn der Messung manuell zu erzwingen.
  - Beim Messtyp **Manuelle Eingabe** wird durch Drücken des Ein/Aus Knopfs ein einzelner Messwert aufgezeichnet.
- Während der Messwertaufzeichnung blinkt die rechte Messstatus-LED grün. Durch Drücken des Ein/Aus Knopfs können Sie die Messung jederzeit beenden.
- Bei Langzeitmessungen versetzt sich **CLAB** zwischen den einzelnen

Messwerterfassungen selbständig in einen Ruhemodus. Für eine Langzeitmessung muss jede der folgenden Voraussetzungen erfüllt sein:

- Die Messzeit beträgt mehr als 2 Stunden.
- Die Abtastrate (Messrate) beträgt 1 Messung pro 2 Minuten oder weniger.
- Es wird nicht der Bewegungssensor BT55i verwendet.

CLAB beendet den Ruhemodus 2 Sekunden vor der geplanten Messwerterfassung automatisch und aufgezeichnete Messwerte werden nach der Messung im internen Speicher abgelegt. Durch Drücken des Ein/Aus Knopfs können Sie den Ruhemodus von CLAB auch manuell beenden. CLAB ist dann so lange im Bereitschaftszustand, bis die nächste Messung vorgenommen wurde und versetzt sich anschließend wieder automatisch in den Ruhezustand.

- Die Messung wird von CLAB beendet, wenn die vorgegebene Messdauer (zeitbasierte Messung) oder die entsprechende Anzahl von Messungen (Manuelle Eingabe) erreicht wurde.
- Eine grüne Messstatus-LED zeigt an, dass die Messwerte korrekt von CLAB gespeichert wurden. Die Messwerte bleiben selbst dann gespeichert, wenn Sie CLAB zwischendurch ausschalten. Im Speicher befindliche Messwerte werden nur dann gelöscht, wenn Sie die Messeinstellungen aktualisieren.
- Verbinden Sie CLAB wieder mit dem Grafikrechner oder dem PC um die Messdaten mit der Software E-CON oder Coach abrufen zu können.
- In manchen (seltenen) Fällen kann es vorkommen, dass CLAB nach einer vom Grafikrechner oder vom PC getrennten Messwerterfassung nicht mehr startet. Verursacht wird dieses Problem von Lesefehlern des internen Speichers von CLAB. Um einen Startvorgang ohne das Auslesen des internen Speichers zu erzwingen, drücken Sie solange den Ein/Aus Knopf, bis die linke Power LED grün leuchtet (etwa 3 bis 4 Sekunden).

## **2. Eine Messung mit der Software Coach und CLAB als Einzelgerät durchführen**

Eine für den Einzelgerätemodus von CLAB geeignete Coach Aktivität (getrennte Messwerterfassung)<sup>6</sup> besitzt in der Werkzeugleiste neben dem grünen Start-Knopf zwei zusätzliche Symbole<sup>7</sup>: "Messeinstellungen laden" (Send Settings) und "Daten übertragen" (Get Data). Sie können diese Aktivitäten sowohl für den

---

<sup>6</sup> Im offline-Betrieb ist keine bestehende Verbindung zwischen CLAB und dem PC notwendig. Alle aufgezeichneten Messwerte werden im internen Speicher von CLAB abgelegt und müssen nach Beendigung der Messung in die Software Coach transferiert werden.

<sup>7</sup> Um offline-Betrieb in einer Coach Aktivität zu ermöglichen, aktivieren Sie bitte das Kontrollkästchen "Offline" im Menü Einstellungen > Aktivität einrichten.

online-Betrieb (CLAB ist während der Messung mit dem PC verbunden, siehe dazu Kapitel IV) als auch für den offline-Betrieb verwenden. Bereiten Sie CLAB für eine offline-Messung vor und rufen Sie die aufgezeichneten Messwerte anschließend vom internen Speicher von CLAB ab.

- Durch Klicken auf den grünen Start-Knopf wird eine Messung im online-Betrieb gestartet.
- Durch Klicken auf den "Send Settings"-Knopf werden Messeinstellungen und Sensorinformationen auf CLAB übertragen. Trennen Sie CLAB jetzt vom PC und führen Sie die Messung im offline-Betrieb durch. Nach der Messwernerfassung können Sie die Verbindung zwischen CLAB und dem PC wieder herstellen.
- Durch Klicken auf den "Get Data" Knopf stellt die Software Coach eine Verbindung zwischen CLAB und dem PC her und die Messwertdaten werden automatisch zur Software Coach übertragen. Beachten Sie bitte, dass Sie sich noch in der selben Aktivität (\*.cma Datei) befinden müssen. Sollten sich bei der Kommunikation zwischen CLAB und dem PC Probleme ergeben, klicken Sie in der Software Coach rechts auf das CLAB Symbol und wählen Sie "Hardware zurücksetzen".

## VI. IM LIEFERUMFANG ENTHALTENE SENSOREN

CLAB wird in der Grundausstattung mit einem Temperatur- und einem Spannungssensor von CMA ausgeliefert. Im Folgenden finden Sie Einsatzhinweise und die technischen Spezifikationen der beiden Sensoren.

### 1. BT01 Temperatursensor

Dieser Sensor eignet sich für eine Vielzahl von Anwendungen und Experimenten. Sie können beispielsweise die Temperatur von Flüssigkeiten (Wasser, Säuren mit schwacher Konzentration) und Gasen in einem Bereich von  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $+140^{\circ}\text{C}$  messen. Als Messfühler kommt ein temperatur-abhängiger NTC Widerstand ( $20\text{ k}\Omega$ ) in einem Röhrchen aus rostfreiem Stahl zum Einsatz. Per Grundeinstellung wurde der Sensor auf die Einheit Grad Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) kalibriert. Mit Hilfe der Software Coach können Messbereich und Kalibrierung des Sensors im Menü "*Sensoreinstellungen*" verändert werden. Zur automatischen Sensorerkennung ist der Temperatursensor mit einem zusätzlichen Messwiderstand ausgestattet.



### 1. Tipps und Hinweise

Verwenden Sie den Temperatursensor wie ein gewöhnliches Thermometer. Beachten Sie bitte die folgenden Richtlinien zum Gebrauch:

- Tauchen Sie den Sensor nicht in ein Medium mit einer Temperatur von mehr als  $150^{\circ}\text{C}$ . Der Sensor könnte dabei beschädigt werden.
- Halten Sie das Sensorkabel von der Wärmequelle fern.
- Halten Sie den Sensor oder Teile davon keinesfalls in eine offene Flamme oder auf eine Kochplatte.
- Tauchen Sie den Sensor nicht oberhalb des Stahlröhrchens in eine Probenflüssigkeit ein. Der Handgriff aus Kunststoff ist nicht wasserdicht.
- Reinigen Sie den Sensor nach einer Messung gründlich.
- Das Röhrchen aus rostfreiem Stahl ist gegen schwache Säuren und alkalische Lösungen grundsätzlich äußerst widerstandsfähig. Trotzdem können manche Milieus (z.B. salzhaltige Lösungen) zu bleibenden Verfärbungen der Oberfläche des Röhrchens führen. Diese sind jedoch unbedenklich und beeinträchtigen die Funktionsweise des Sensors nicht.
- Tauchen Sie den Sensor nicht in starke Säuren und Basen ein. Der Sensor könnte durch chemische Reaktionen beschädigt werden.
- Der Sensor kann bis zu 48 Stunden in einer alkalischen Lösung (z.B. NaOH)

verbleiben und zeigt nur geringe Verfärbungen. Wir empfehlen aber, den Sensor nicht in Basen mit einer Konzentration von mehr als 3M zu verwenden.

Beachten Sie bitte, dass die maximale Expositionszeit für Säuren und Basen von der Konzentration abhängt. Vermeiden Sie Expositionszeiten von mehr als 48 Stunden für Konzentrationen zwischen 1 und 3M.

**Achtung:** Von dieser Regel sind Salzsäure (HCl) und Schwefelsäure (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ausgenommen:

Säure	Maximale Expositionszeit
1M HCl	20 Minuten
2M HCl	10 Minuten
3M HCl	5 Minuten
1M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	48 Stunden
2M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20 Minuten
3M H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10 Minuten

## 2. Experimentiervorschläge

Verwenden Sie den Temperatursensor für eine Vielzahl an Experimenten:

- Beobachten der Innen- und Außentemperatur über längere Zeiträume.
- Beobachten der Temperaturentwicklung beim Gefrieren und Sieden.
- Beobachten der Temperatur bei endothermen und exothermen Reaktionen.
- Beobachten von Ereignissen mit Wärmeentwicklung.
- Untersuchen der Dämmeigenschaften unterschiedlicher Materialien.
- Untersuchen des Einflusses der Wärmestrahlung.

## 3. Technische Daten

Temperaturbereich	-40°C .. 140°C
Messelement	20kΩ NTC thermischer Widerstand; nichtlinear
Kalibrierung (Steinhart-Hart Gleichung)	$T = [K_0 + K_1 \cdot \ln(R) + K_2 \cdot (\ln(R))^3]^{-1}$ T ... Temperatur in °C, R ... gemessener Widerstand in Ω
Koeffizienten	$K_0 = 1,02119 \cdot 10^{-3}$ ; $K_1 = 2,22468 \cdot 10^{-4}$ ; $K_2 = 1,33342 \cdot 10^{-7}$
Maximale Temperatur (ohne Gefahr von Beschädigungen)	150°C
Genauigkeit	±2°C bei -40°C ±0,6 bei 30°C ±1,8°C bei 140°C
Reaktionszeit (Zeit für eine Änderung des Messwerts um 90%)	10 Sekunden (in Wasser, Umrühren erforderlich) 270 Sekunden (in ruhiger Luft) 80 Sekunden (in bewegter Luft)



## 2. BT02 Spannungssensor

Dieser Sensor wurde für allgemeine Zwecke entwickelt und besitzt einen Messbereich von -10 bis +10 Volt. Mit Hilfe der beiden 4mm Bananenstecker kann er leicht an jede Messapparatur angeschlossen werden. Beachten Sie bitte, dass der Sensor nicht mit einem Differenzeingang ausgestattet ist und sich daher im Verhalten von anderen Voltmetern unterscheiden kann.



Zur Messung der Potentialdifferenz zweier Stellen eines Stromkreises stellen Sie an diesen beiden Stellen jeweils mit dem roten und schwarzen Kabel eine leitende Verbindung her. Ein positiver Spannungswert bedeutet, dass die Stelle mit dem roten Kabel ein höheres elektrisches Potential als jene mit dem schwarzen besitzt. Zur automatischen Sensorerkennung ist der Spannungssensor mit einem zusätzlichen Messwiderstand ausgestattet.

### 1. Allgemeine Hinweise

Das schwarze Kabel ist intern mit der Gehäusemasse von CLAB zusammengeschlossen. Verbinden Sie daher die schwarzen Anschlüsse bei gleichzeitiger Verwendung von mehreren Spannungssensoren immer mit derselben Stelle im Stromkreis.

### 2. Experimentiervorschläge

Verwenden Sie den Spannungssensor für eine Vielzahl an Experimenten:

- Entladekurve eines Kondensators.
- Untersuchen der Entladezeit eines Akkus.
- Untersuchen des Induktionsgesetzes von Faraday.

### 3. Technische Daten

<i>Messbereich</i>	-10 .. 10V Direkte Verbindung mit CLAB über Pin 1 (-10 .. 10 V) und Pin 2 (Masse).
<i>Kalibrierung</i>	keine $U_{\text{ein}} \text{ (V)} = U_{\text{aus}} \text{ (V)}$
<i>Auflösung (12 bit 5V A/D Konverter)</i>	4,9mV
<i>Chemische Beständigkeit</i>	keine (verwendbar nur in Luft)

## VII. TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN

### 1. Hauptmerkmale

<b>PROZESSOR</b>	PIC32MZ (512 kB SRAM)
<b>SPEICHER</b>	2 MB Flash
<b>STROMVERSORGUNG</b>	Wieder aufladbarer Akku (Li-Ion 3,7V, 1200mAh) USB-Ladegerät (100-240V AC, DC 5V/1A)
<b>STATUSINFORMATION</b>	Zwei farbige LEDs (links Anzeige von Ein/Aus und Batteriestatus, rechts Messstatus), ein eingebauter Lautsprecher
<b>ADC AUFLÖSUNG</b>	12 bit
<b>ABTAstrate</b>	Max. 100.000 Hz, bei Verwendung eines Sensorkanals Max. 60.000 Hz, bei der Verwendung von 2 Sensorkanälen Max. 40.000 Hz, bei der Verwendung von 3 Sensorkanälen
<b>SENSOREINGÄNGE</b>	3 analoge BT Sensoreingänge
<b>EINGEBAUTE SENSOREN</b>	3-Achsen Beschleunigungssensor ( $\pm 20\text{m/s}^2$ , $\pm 40\text{m/s}^2$ , $\pm 80\text{m/s}^2$ ), max. Abtastrate 400Hz
<b>GRAFIKRECHNERANSCHLUSS</b>	3-poliger Klinckenstecker für die Datenverbindung zwischen CLAB und einem CASIO Grafikrechner
<b>PC-ANSCHLUSS</b>	Mini USB-Anschluss (Datenverbindung und Stromversorgung)
<b>GRAFIKRECHNERANWENDUNG</b>	E-CON (Software von CASIO)
<b>COMPUTERSOFTWARE</b>	Coach 6 Lite (lizenzfrei) oder Coach 6 (Lizenz erforderlich)
<b>MITGELIEFERTE SENSOREN</b>	Temperatursensor und Spannungssensor

### 2. Funktionszustände und Wartung

Befolgen Sie zu ihrer eigenen Sicherheit und der ihrer Ausrüstung die folgenden Richtlinien zur Handhabung, Wartung und Reinigung von CLAB.

- CLAB wurde zur Benutzung auf einer entsprechenden Unterlage (Tisch) oder als Handgerät konzipiert.
- CLAB ist nicht wasserdicht. Treffen Sie bei Messungen im Freien Vorkehrungen, damit das Gerät nicht mit Flüssigkeiten in Berührung kommt.
- Setzen Sie CLAB nicht extremer Hitze oder Kälte aus. Achten Sie darauf, dass CLAB nicht längere Zeit intensiver Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist.
- Beachten Sie, dass der Betrieb von CLAB außerhalb der folgenden Richtwerte die Funktionstüchtigkeit beeinflussen kann:
  - Temperatur: 5° bis 40°C.
  - Relative Luftfeuchte: 0% bis 90% (nicht kondensierend)
- Versuchen Sie niemals, einen Stecker mit Gewalt in einen Anschluss zu stecken. Vergewissern Sie sich bitte, dass der Stecker in den Eingang passt und Sie den Stecker in korrekter Weise positioniert haben.

- Schalten Sie **CLAB** vor dem Reinigen aus und entfernen Sie alle angeschlossenen Sensoren und USB-Kabel. Reinigen Sie **CLAB** mit einem weichen, faserfreien Tuch (ohne Reinigungsmittel). Sprühen Sie keine Flüssigkeiten direkt auf **CLAB**.
- Verwenden Sie zum Aufladen nur das mitgelieferte USB-Ladegerät und -Kabel.
- Verwenden Sie nur Austausch-Akkupacks von CMA, die für den Betrieb von **CLAB** zugelassen sind. Gehen Sie beim Austausch behutsam vor, ziehen Sie niemals am Kabel, sondern nur an den jeweiligen Steckern.

### 3. Softwareprodukte für CLAB

- **CASIO E-CON** – Software zur Messwerterfassung für CASIO Grafikrechner.
- **CMA Coach Lite\*** für PC – PC Software zur Steuerung von **CLAB** (lizenzfrei).
- **CMA Coach\*** für PC – PC Software zur Steuerung von **CLAB** (Lizenz erforderlich), Autorenversion zur Programmierung menügesteuerter Aktivitäten, mit zusätzlicher Videoanalyse, Modellierung und grafischer Animation.

### 4. Garantie

24 Monate ab Kaufdatum, erlischt bei falscher Handhabung. Der interne Akku besitzt als Verbrauchsgegenstand eine Garantie von 12 Monaten ab Kaufdatum.

### 5. Handhabung des Akkus

- Setzen Sie den Akku nicht offenem Feuer aus und vermeiden Sie Orte mit erhöhter Wärmeentwicklung (z.B. direktes Sonnenlicht). Bei Nichtbeachtung könnte der Akku aufgrund zu starker Wärmeentwicklung Feuer fangen oder sogar explodieren.
- Sollte Flüssigkeit aus dem Akku austreten vermeiden Sie direkten Hautkontakt. Sollte Flüssigkeit ins Auge gelangen, spülen Sie das Auge gründlich mit Wasser aus und suchen Sie so rasch wie möglich einen Arzt auf (die Chemikalien im Akku könnten das Auge verletzen). Reiben Sie nicht an den Augen!
- Entsorgen Sie bitte den Akku gemäß den geltenden Landesvorschriften.

### 6. Sicherheitsinformationen

**CLAB** wurde entsprechend der CE und FCC Richtlinien entwickelt und produziert. Jede Veränderung des Produkts ohne Absprache mit dem Hersteller kann gemäß den FCC Richtlinien unter Strafe gestellt werden. Beachten Sie die Richtlinien zur sachgemäßen Entsorgung oder Wiederverwertung.

---

\* Version 6.6 oder höher



---

*Dieses Produkt wurde für den Einsatz im Unterricht entwickelt.  
Es eignet sich nicht für industrielle, medizinische oder kommerzielle Anwendungen.*

---