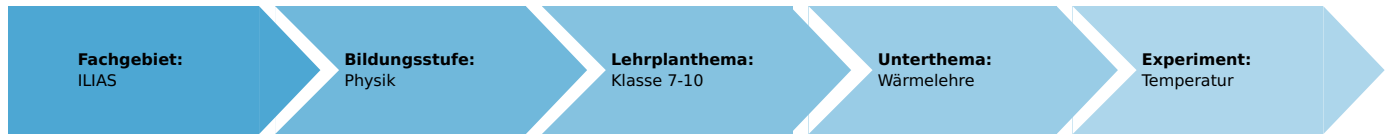


## Herstellen einer Thermometerskala (Artikelnr.: P1291400)

### Curriculare Themenzuordnung



#### Schwierigkeitsgrad



Leicht

#### Vorbereitungszeit



10 Minuten

#### Durchführungszeit



20 Minuten

#### empfohlene Gruppengröße



1 Schüler/Student

#### Zusätzlich wird benötigt:

- Streichhölzer/Feuerzeug
- Rechtwinkliges Dreieck
- Folienstift (wasserlöslich)
- Eiswürfel
- Handtuch/Küchentuch
- Hammer
- Leitungswasser

#### Versuchsvarianten:

#### Schlagwörter:

Thermometer, Temperatur

## Einführung

### Einleitung

Die Celsius-Temperaturskala basiert auf zwei Fixpunkten: Der Schmelztemperatur von Eis bei 0 °C und der Siedetemperatur von Wasser bei 100 °C.

In diesem Experiment soll anhand dieser Fixpunkte die Herstellung einer Celsius-Temperaturskala nachempfunden werden. Mit dem selbst-kalibrierten Thermometer sollen Messungen vorgenommen werden, die mit einem digitalen Thermometer verglichen werden.

### Lernziel

Es soll das Verständnis für Definition und Einteilung einer Temperaturskala anhand von Fixtemperaturen gewonnen werden.

## Material

Position	Material	Bestellnr.	Menge
1	Hafttafel mit Gestell, Demo Physik	02150-00	1
2	Achse auf Haftmagnet	02151-02	1
3	Maßstab für Demo-Tafel	02153-00	1
4	Zeiger für Demo-Tafel, 4 Stück	02154-01	1
5	Markierungspunkte für Demo-Tafel, 24 Stück	02154-02	1
6	Halter für Cobra4, magn.	02161-10	1
7	Halter für Brenner, auf Haftmagneten	02162-00	1
8	Halter für Drahtnetz, auf Haftmagneten	02163-00	1
9	Drahtnetz mit Keramik, 160 x 160 mm	33287-01	1
10	Thermometer, ungraduiert	04256-00	1
11	Laborbecher (PP), niedrig, 100 ml	36011-01	1
12	Becherglas, BORO 3.3, 250 ml, niedrige Form	46055-00	1
13	Tauchfühler, NiCr-Ni, Edelstahl, -50...400°C	13615-03	1
14	Cobra4 Mobile-Link 2 inkl. Zubehör	12620-10	1
15	Digitale Großanzeige	07157-93	1
16	Cobra 4 Sensor-Unit 2 x Temperatur, NiCr-Ni	12641-00	1
17	Butanbrenner mit Kartusche, 220 g	32180-00	1
18	Siedesteinchen, 200 g	36937-20	1
19	Cobra4 Display-Connect TX, Sender für die Benutzung des Cobra4 Mobile-Link mit Großanzeigen	12623-00	1
20	Cobra4 Display-Connect RX, Empfänger für die Benutzung des Cobra4 Mobile-Link mit Großanzeigen	12623-01	1

## Aufgaben

Einteilung der Celsius-Thermometerskala anhand von Schmelz- und Siedetemperatur.

## Aufbau & Durchführung

### Bemerkung

Da die Temperatursensoren relative Temperaturveränderungen auf 0,1 °C genau anzeigen, der absolute Temperaturwert jedoch um 2,5 °C abweichen kann, müssen sie in Eiswasser auf 0 °C kalibriert werden. Auf diesen Prozess wird in der Durchführung verwiesen. Die Kalibrierung am Cobra4 Mobile-Link 2 funktioniert wie folgt:

1. Haken drücken um ins Hauptmenü zu gelangen.
2. Nullpunkt auswählen.
3. Wenn sich die Temperatursensoren in Eiswasser befinden, den jeweiligen Schieberegler auf „Ja“ stellen. Die absolute Temperatur ist kalibriert.

Wird der Cobra4 Mobile-Link 2 ausgeschaltet, geht die Kalibrierung verloren. Es wird daher empfohlen während des Experiments das Netzkabel anzuschließen, um das automatische Abschalten zu unterbinden.

### Aufbau

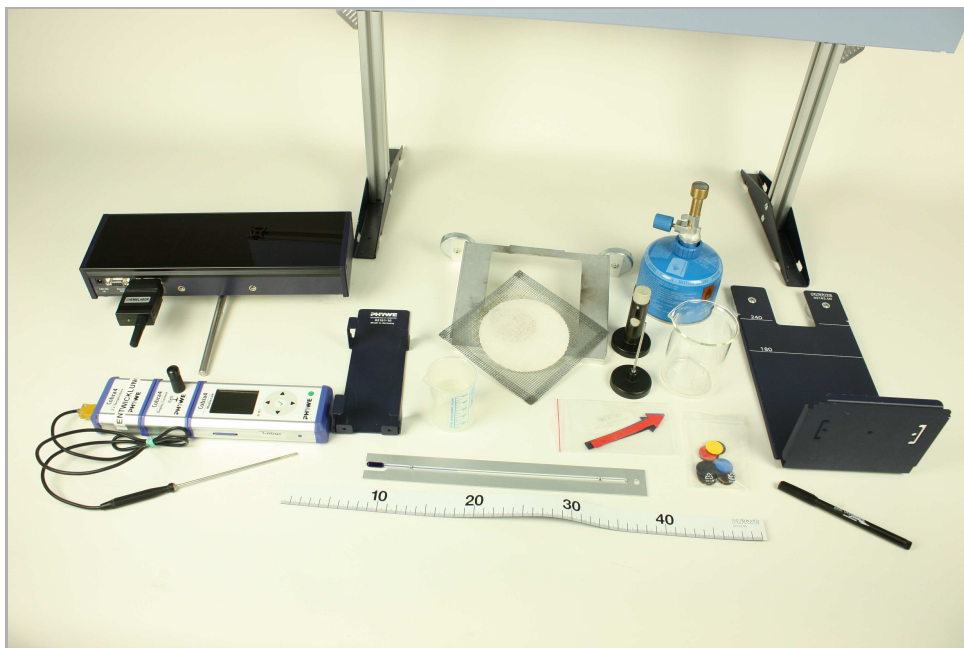


Abb. 1: Materialien

1. Den magnetischen Halter für den Butanbrenner unten auf die Demotafel setzen.
2. Drahtnetzhalter mit Drahtnetz entweder bei der 240 (Butanbrenner) oder bei der 180 (Bunsenbrenner) Markierung befestigen.
3. Auf den Cobra4 Mobile-Link 2 werden das „Display-Connect TX“ zur Großdisplayanbindung, sowie das „Sensor-Unit 2x Temperature“ gesteckt. An die Temperatureinheit wird der NiCr-Ni Temperatursensor angeschlossen.
4. Mithilfe der magnetischen Halterung den Cobra4 Mobile-Link 2 auf die Demotafel setzen.
5. Das Großdisplay wird demonstrativ oben an der Tafel befestigt. Es bleibt zunächst ausgeschaltet.
6. Nun soll Crush-Eis hergestellt werden: Die Eiswürfel in ein Küchentuch einschlagen und mit einem Hammer auf einem festen Untergrund in möglichst kleine Stücke zerkleinern.
7. Das 250 ml Becherglas bis zur 200 ml Marke mit Crush-Eis füllen. Kaltes Wasser hinzufügen, bis das Eis gerade bedeckt ist. Zwei Siedesteinchen hinzufügen.
8. Becherglas mit Eiswasser auf das Drahtnetz stellen.
9. Die Achse am Haftmagnet oberhalb des Becherglases auf die Tafel setzen.
10. Das ungraduierte Thermometer auf die Achse hängen. Die Position so weit justieren, bis es ca. 2 cm in das Eiswasser eintaucht.
11. Den Klemmhalter oberhalb des Becherglases auf die Tafel setzen und den NiCr-Ni Temperatursensor darin befestigen. Dieser wird ähnlich dem ungraduierten Thermometer positioniert.
12. Nun erfolgt die Kalibrierung im Eiswasser, wie oben beschrieben.



Abb. 2: Aufbau

## Durchführung

1. Zunächst wird der Nullpunkt der Temperaturskala festgelegt. Dazu das Eiswasser so lange umrühren, bis sich die Flüssigkeitssäule im ungraduierten Thermometer nicht mehr ändert. Mit einem Folienstift die Höhe der Flüssigkeitssäule zunächst auf der Metallplatte, dann demonstrativ auf der Tafel markieren und mit einem blauen magnetischen Pfeil kennzeichnen.
2. Den Brenner zünden und das Eiswasser ein bis zwei Minuten erhitzen. Es soll zunächst demonstriert werden wie sich die Temperatur verändert, solange noch Eis im Wasser schwimmt. Brenner abschalten, umrühren und Flüssigkeitssäule beobachten.
3. Eiswasser nun weiter erhitzen, dabei Flüssigkeitssäule beobachten.
4. Wasser einige Minuten sieden lassen, bis sich die Flüssigkeitssäule nicht mehr verändert.
5. Diese Höhe der Flüssigkeitssäule als Siedetemperatur 100 °C mit dem Folienstift kennzeichnen und mit einem roten Pfeil markieren.
6. Brenner ausschalten.
7. Mithilfe des magnetischen Lineals die Strecke zwischen Null- und Siedepunkt auf der Tafel ausmessen und in 10 gleiche Teile einteilen. Diese auf der Tafel einzeichnen und mit den runden Markern versehen. Hierauf kann die entsprechende Temperatur geschrieben werden.
8. Die digitale Großanzeige einschalten. Nun soll die selbst kalibrierte Temperaturskala mit dem digitalen Thermometer verglichen werden.
9. Durch Beimischen von kaltem Wasser Wasserbäder unterschiedlicher Temperaturen erzeugen.
10. Messwerte an der selbst kalibrierten Skala und am digitalen Thermometer notieren und miteinander vergleichen.

## Beobachtungen & Auswertung

### Beobachtungen

1. Im Eiswasser: Die Flüssigkeitssäule im Eiswasser verändert sich unter Erwärmung nicht, solange genügend Eis vorhanden ist. Bei wenigen verbleibenden Eisstücken steigt die Flüssigkeitssäule langsam
2. Im erwärmenden Wasser: Die Flüssigkeitssäule steigt an.
3. Im siedenden Wasser: Die Flüssigkeitssäule allmählich erreicht ein Maximum und steigt nicht weiter an.

### Auswertung

Das schmelzende Eis hält das Wasser trotz Erwärmung zunächst bei 0 °C. Siedet das Wasser, hat es seine maximale Temperatur von 100 °C erreicht.

Der Vergleich der gemessenen Temperaturen der Wasserbäder könnte wie folgt aussehen:

Selbst-kalibriertes Thermometer	NiCr-Ni Tauchfühler
80 °C	81,0 °C
60 °C	60,8 °C
40 °C	40,6 °C