

# CO<sub>2</sub>-Gassensoren



**In dieser Unterrichtseinheit beantworten wir folgende Fragen:**

- Wie sind CO<sub>2</sub>-Gassensoren aufgebaut?  
...Seiten: 2 – 7
- Wie funktionieren CO<sub>2</sub>-Gassensoren?  
...Seiten: 8 – 19
- Messungen mit CO<sub>2</sub>-Gassensoren: Welche Stoffe setzen CO<sub>2</sub> frei?  
...Seiten: 20 – 21



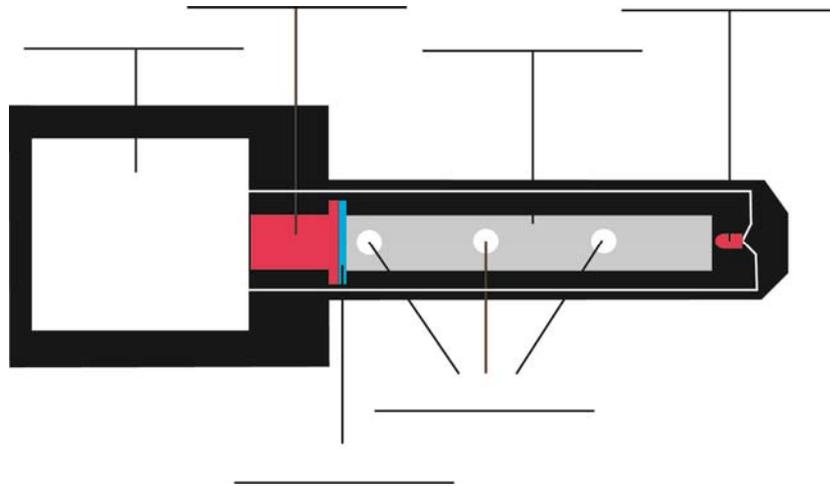
## Wie sind CO<sub>2</sub>-Gassensoren aufgebaut?



„Hallo,  
ich bin Sarah und habe mich mit dem  
Aufbau und der Funktionsweise von  
CO<sub>2</sub>-Gassensoren beschäftigt.  
Mit diesen kann man die CO<sub>2</sub>-  
Konzentration im Klassenzimmer mes-  
sen.“

Im ersten Teil dieses Arbeitshefts erkläre  
ich dir, aus welchen Bauteilen ein CO<sub>2</sub>-  
Sensor aufgebaut ist.“

## Aufbau eines CO<sub>2</sub>-Gassensors:

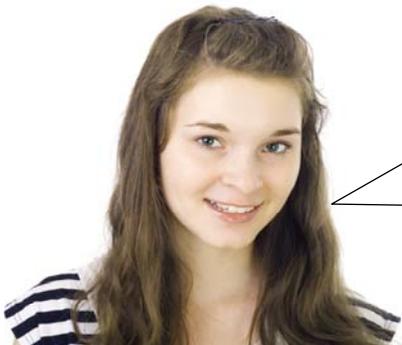


CO<sub>2</sub>-Gassensoren bestehen hauptsächlich aus:

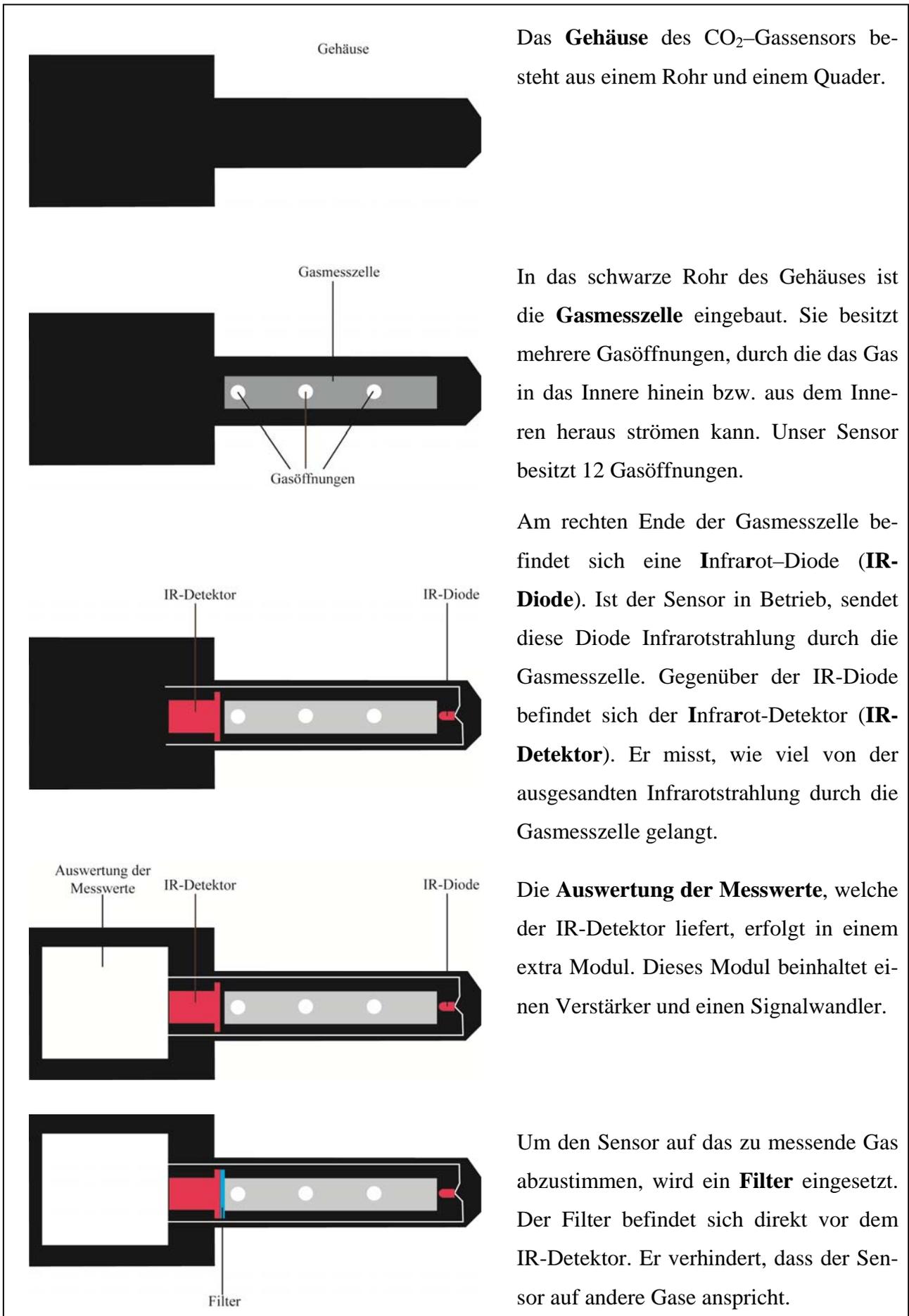
1. einem Gehäuse (im Bild schwarz dargestellt)
2. einer Gasmesszelle mit mehreren Öffnungen (im Bild grau dargestellt)
3. einer Infrarot-Diode (IR-Diode; im Bild rechts - rot dargestellt)
4. einem Infrarot-Detektor (IR-Detektor; im Bild links - rot dargestellt)
5. einer Messauswertung (im Bild weiß dargestellt) und
6. einem Licht-Filter (im Bild blau dargestellt).

### 1. Aufgabe

Ergänze die Beschriftung in der Zeichnung.



„Jetzt kennst du zwar die einzelnen Bauteile, weißt aber noch nicht welche Funktion sie im Einzelnen haben. Dies wird dir auf den folgenden Seiten erklärt.“



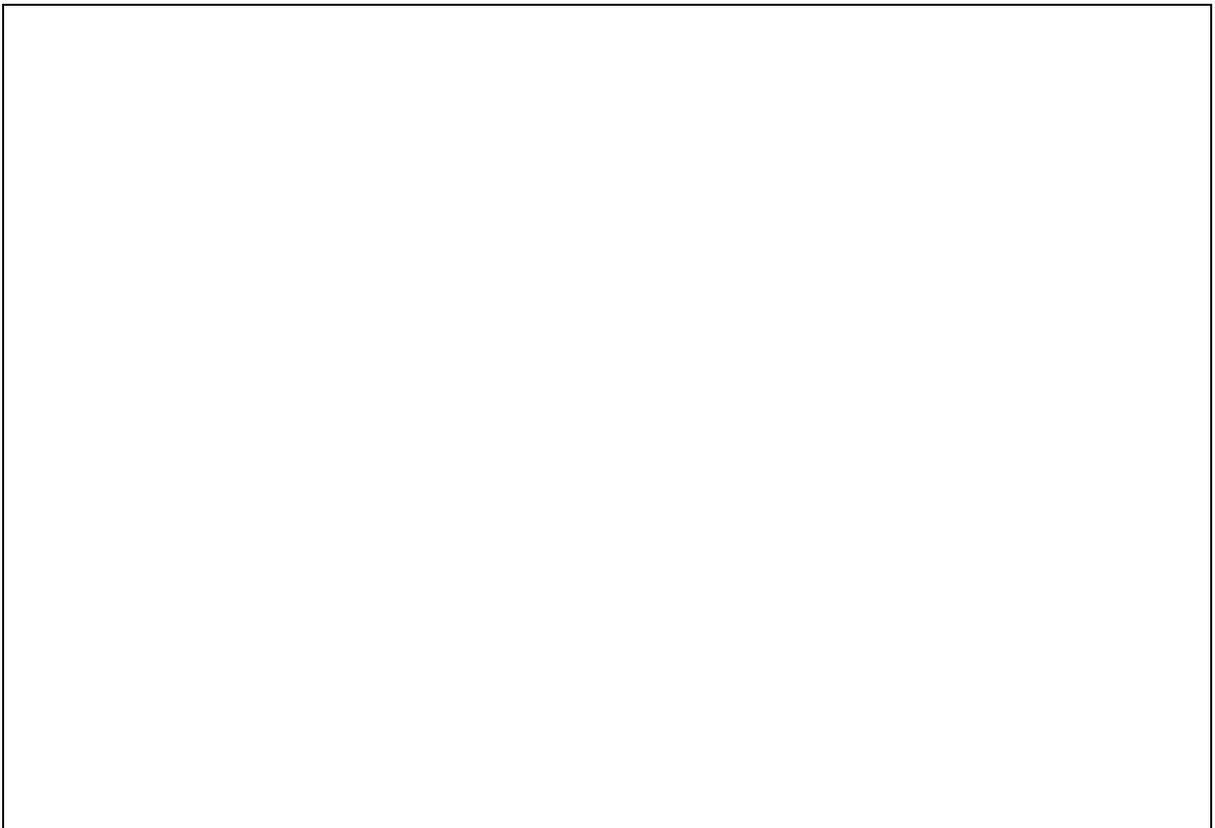
## 2. Aufgabe

Ordne den Bauteilen des Sensors je ein entsprechendes Bild aus dem Alltag zu.



## 3. Aufgabe

Erstelle einen „Merkzettel“, der den Aufbau und die Bauteile des CO<sub>2</sub>-Gassensors zeigt. Benutze dazu keine erklärenden Worte, sondern nur Zeichnungen, Skizzen und Symbole.



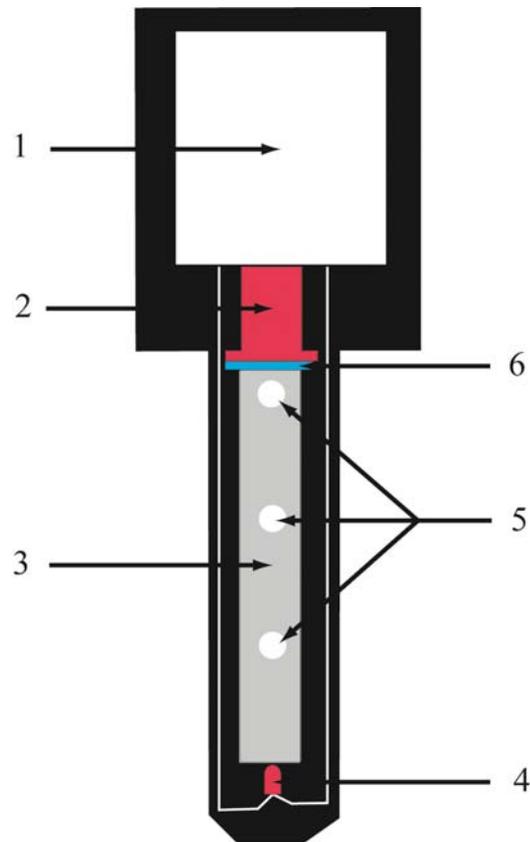
#### 4. Aufgabe

Ordne den einzelnen Bauteilen die richtige Bezeichnung zu.

Bauteile	Bezeichnung
	
	
	
	
	
	

## 5. Aufgabe

Beschrifte die Zeichnung.



„Hallo,

mein Name ist Mark und ich habe mich ebenfalls mit dem Aufbau von CO<sub>2</sub>-Sensoren beschäftigt. Nachdem Sarah euch den Aufbau des Sensors mit Bildern erklärt hat, können wir uns jetzt die einzelnen, „realen“ Bauteile des CO<sub>2</sub>-Sensors genauer anschauen.

Schaue dir nun die einzelnen Bauteile in „echt“ an. Dazu findest du in dem Umschlag mehrere Fotos. Diese zeigen den Originalaufbau eines CO<sub>2</sub>-Gassensors.

Nimm den Folienschreiber und markiere und beschrifte die IR-Diode, den IR-Detektor und die Gasmesszelle auf den Bildern.“

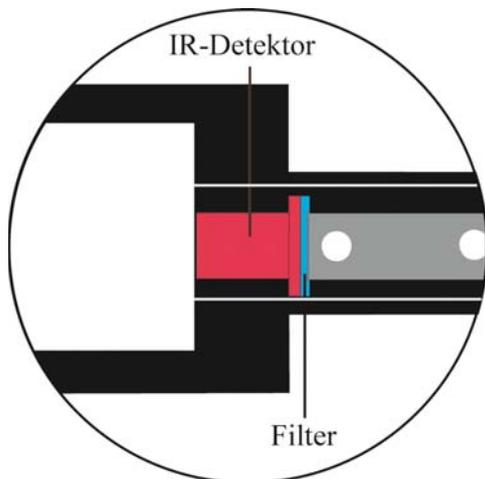
## 6. Aufgabe

Vergleiche deine Lösungen mit den Lösungen im Lösungsheft. Falls nötig, korrigiere deine Lösung.

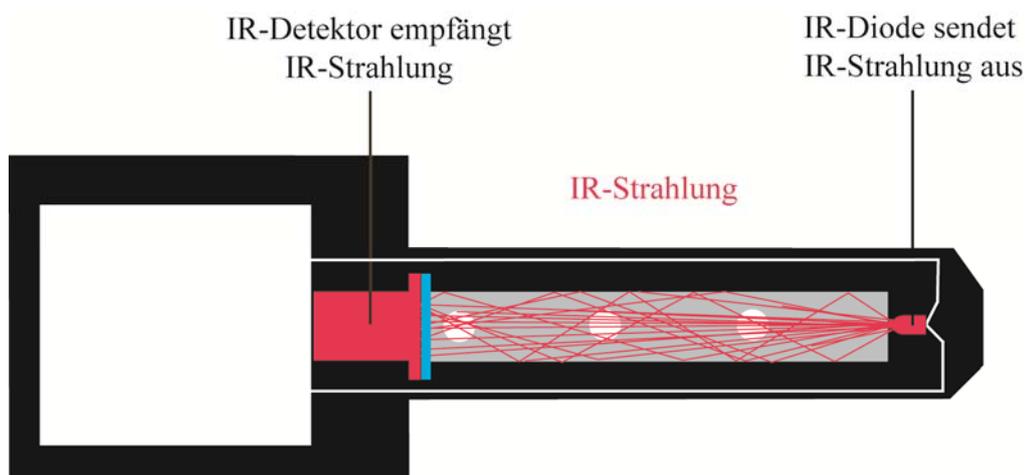
## Wie funktionieren CO<sub>2</sub>-Gassensoren?



„Im ersten Teil dieses Arbeitshefts hast du die einzelnen Bauteile und deren Funktion kennen gelernt. Im zweiten Teil zeige ich dir, wie der CO<sub>2</sub>-Sensor funktioniert. Bevor wir den Sensor zusammenbauen, schauen wir uns nochmals einige Bilder in der Vergrößerung an.“



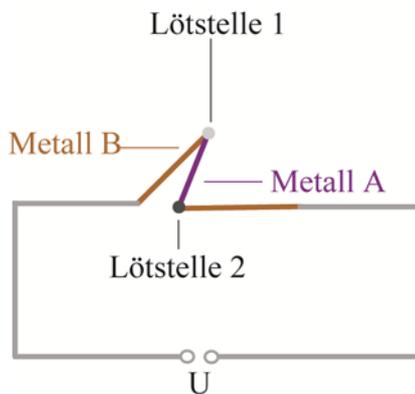
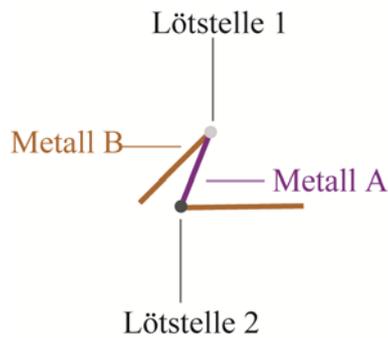
Entscheidende Bauteile des CO<sub>2</sub>-Gassensors sind der **IR-Detektor** und die **IR-Diode**. Der Detektor misst, wie viel von der ausgesandten IR-Strahlung durch die Gasmesszelle gelangt. Du kannst dir das wie im folgenden Bild gezeigt vorstellen. Die IR-Diode sendet IR-Strahlung aus. Befinden sich keine CO<sub>2</sub>-Moleküle in der Gasmesszelle, gelangt die IR-Strahlung ungehindert zum IR-Detektor.





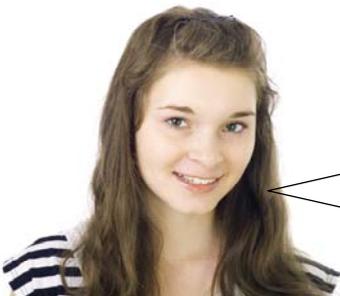
„Es existieren eine Vielzahl von IR-Detektoren, die auf verschiedenen Prinzipien basieren. Ein häufig verwendeter IR-Detektor verwendet Thermoelemente.

Der folgende Text und die folgenden Bilder beschreiben wie Thermoelemente aufgebaut sind und wie sie funktionieren.“



**Thermoelemente** bestehen aus zwei unterschiedlichen Metallen. Diese beiden Metalle werden an zwei Stellen miteinander verlötet. Entscheidend ist, dass nur eine Lötstelle der IR-Strahlung ausgesetzt wird. In unserem Beispiel wird Lötstelle 2 der IR-Strahlung ausgesetzt. Damit sie die IR-Strahlung besser absorbieren kann, wird sie geschwärzt. Die andere Lötstelle (Lötstelle 1) wird nicht bestrahlt.

Trifft die IR-Strahlung auf die Lötstelle 2, steigt deren Temperatur an. Im Vergleich zur Lötstelle 1 entsteht also ein Temperaturunterschied. Verbindet man nun die beiden freien Enden der Metalle miteinander, kann zwischen ihnen eine **temperaturabhängige Spannung  $U$**  gemessen werden. Diese Spannung steigt an, wenn der Temperaturunterschied zwischen den Lötstellen größer wird.



„Folgende zwei Dinge solltest du dir unbedingt merken:

- Erstens: Die Höhe der Spannung ist ein Anzeichen dafür, wie viel IR-Strahlung auf die bestrahlte Lötstelle trifft.
- Zweitens: Je größer der Temperaturunterschied zwischen den Lötstellen, desto höher ist die Spannung.“

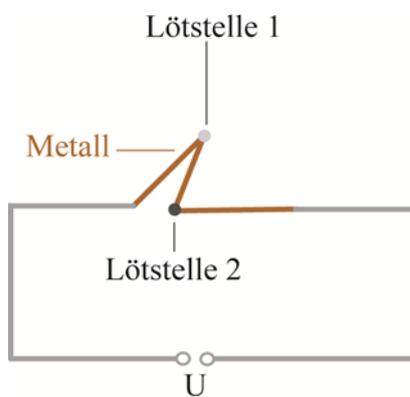
## 7. Aufgabe

Fasse die bisherigen Informationen und Erkenntnisse in einer beschrifteten **Zeichnung** zusammen. Gehe dabei auf folgende Fragen ein:

- a.) Wie ist ein Thermoelement aufgebaut?
- b.) Wie funktioniert ein Thermoelement?

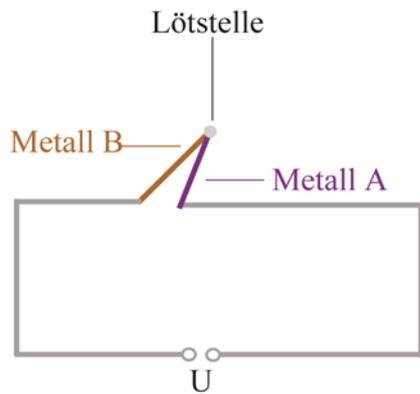
## 8. Aufgabe

Im folgenden Bild hat sich **ein** Fehler eingeschlichen. Kreise den Fehler farbig ein und zeichne neben das falsche Bild, ein fehlerfreies Bild.



## 9. Aufgabe

Im folgenden Bild hat sich **ein** Fehler eingeschlichen. Kreise den Fehler farbig ein und zeichne neben das falsche Bild, ein fehlerfreies Bild.



„Nimm den IR-Detektor aus der Schachtel und teste im folgenden Experiment, wie die Thermospannung von der Temperatur abhängt.“

# Teste die Abhängigkeit der Thermospannung von der Temperatur

## Material

- Einen IR-Detektor
- Zwei Kabel
- Zwei Krokodilklemmen
- Ein Voltmeter
- Streichhölzer



## Versuchsaufbau

- Schließe den IR-Detektor an das Voltmeter an. Nutze dazu die braunen Anschlüsse des IR-Detektors, zwei Krokodilklemmen und zwei Kabel. (Tipp 1)
- Stelle dieses Voltmeter auf den Bereich mV-. (Tipp 1)

## Versuchsdurchführung

- Dein **Finger** dient als **IR-Quelle**. Gehe mit deinem **Finger** in die Nähe des IR-Detektors und beobachte das Voltmeter, das die Höhe der Thermospannung anzeigt.

## Vermutungen

---

---

## Beobachtungen

---

---

---

---

## Versuchsdurchführung

- Zünde ein Streichholz an und gehe mit der Flamme in die Nähe des IR-Detektors.  
**ACHTUNG:** Berühre den IR-Detektor nicht.
- Beobachte das Voltmeter, das die Höhe der Thermospannung anzeigt.

## Beobachtungen

---

---

---

---

## 10. Aufgabe

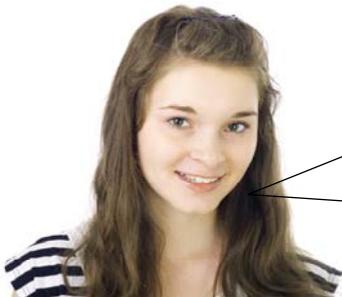
Fasse die Ergebnisse dieses Versuchs in einem Merksatz zusammen. (Tipp: Welche Rolle spielen dein Finger und das brennende Streichholz?)

---

---

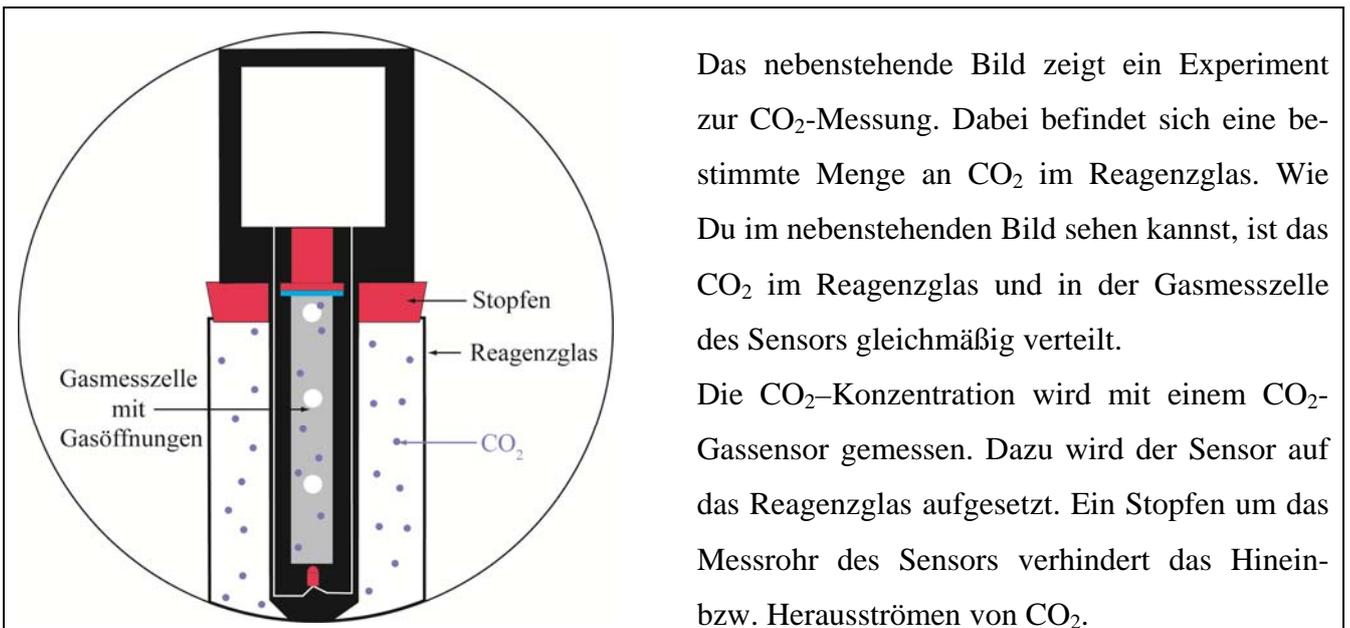
---

---



**„Wie entsteht am Thermoelement des IR-Detektors ein Temperaturunterschied?“**

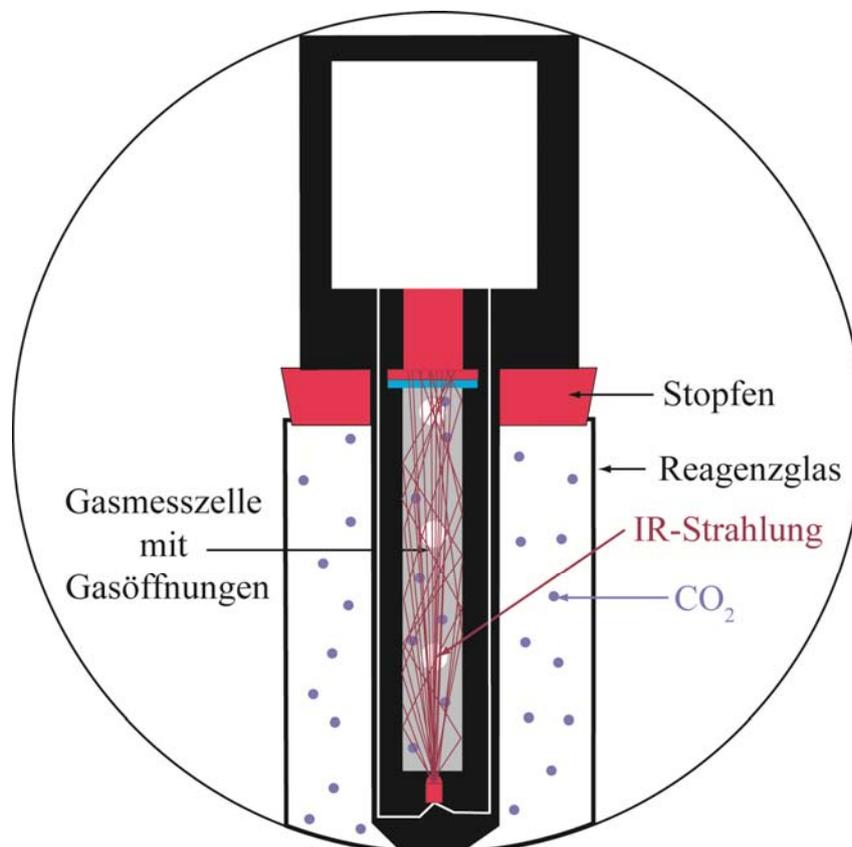
Auf den vorherigen Seiten hast du erfahren, dass Thermoelemente eine temperaturabhängige Spannung  $U$  erzeugen. Im Folgenden schauen wir uns an, wie CO<sub>2</sub>-Gassensoren dieses Prinzip für die Messung der CO<sub>2</sub>-Konzentration nutzen.“



Der IR-Detektor misst wie viel der ausgesandten IR-Strahlung durch die Gasmesszelle kommt.

**Befindet sich kein CO<sub>2</sub>** in der Gasmesszelle, gelangt die ausgesandte **IR-Strahlung vollständig** zum IR-Detektor.

**Befindet sich CO<sub>2</sub>** in der Gasmesszelle wird ein **Teil der IR-Strahlung** von den CO<sub>2</sub>-Molekülen **absorbiert**. Dadurch kommt weniger IR-Strahlung beim IR-Detektor an.



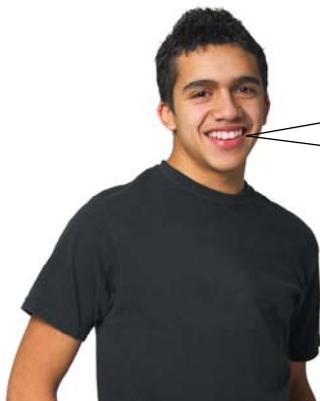
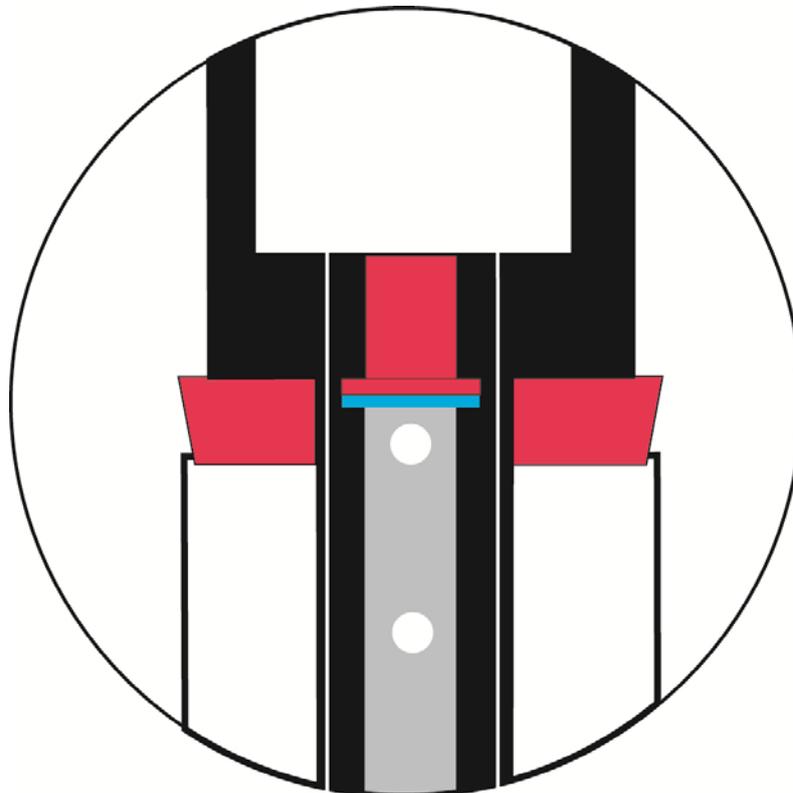
## Merke

- Je größer die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Gasmesszelle ist, desto weniger IR-Strahlung kommt zum IR-Detektor.
- Je kleiner die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Gasmesszelle ist, desto mehr IR-Strahlung kommt zum IR-Detektor.

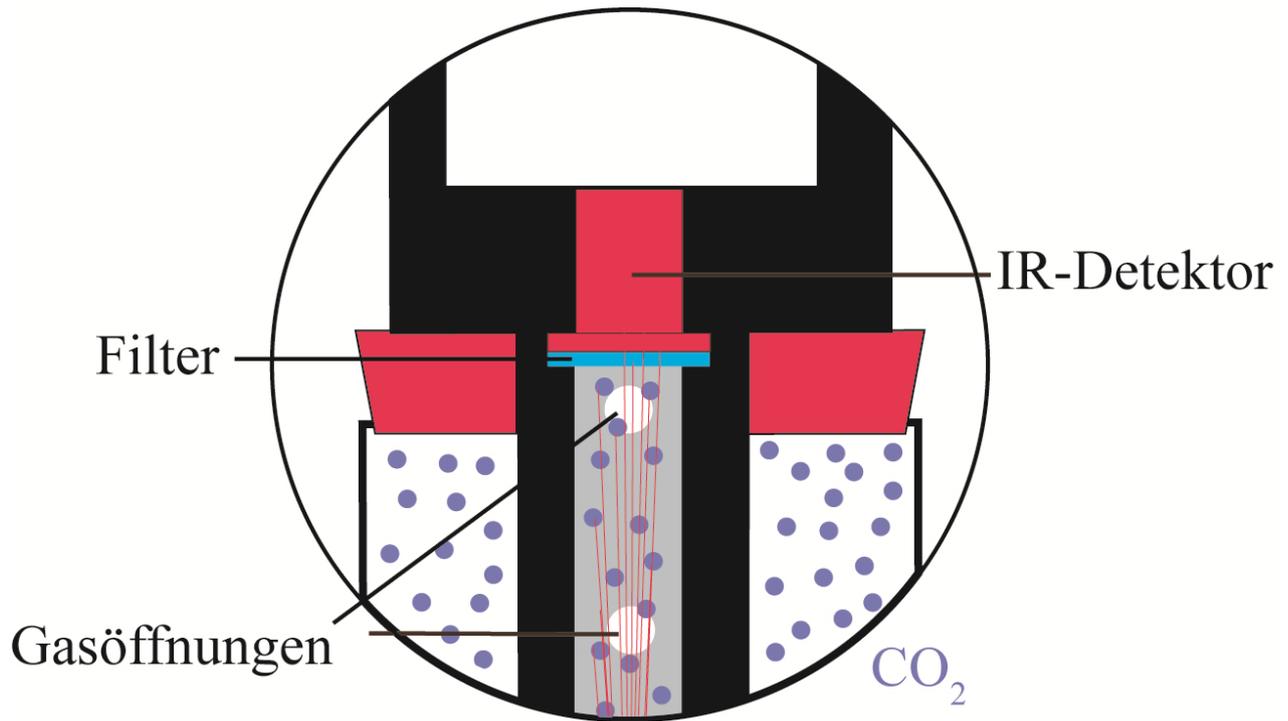
## 11. Aufgabe

Das folgende Bild ist unvollständig. Es soll die Funktionsweise eines CO<sub>2</sub>-Gassensors bei sehr hoher CO<sub>2</sub>-Konzentration verdeutlichen.

Ergänze die fehlenden CO<sub>2</sub>-Moleküle und die IR-Strahlung. Stelle auch die Absorption der IR-Strahlung dar.



„Das folgende Bild zeigt eine Vergrößerung des IR-Detektors und der einfallenden IR-Strahlung. Es verdeutlicht, dass nicht die gesamte IR-Strahlung beim IR-Detektor ankommt, sondern ein Teil der IR-Strahlung von den CO<sub>2</sub>-Molekülen absorbiert wird. Schau dir das Bild genau an und markiere eine Stelle, an der die Absorption der IR-Strahlung von einem CO<sub>2</sub>-Molekül deutlich wird. Beschrifte deine Markierung.“



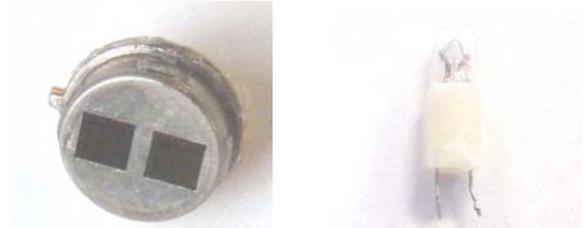
„Ergänze das vorherige Experiment um eine IR-Lampe. Diese dient als IR-Quelle.“

Teste mit Hilfe dieser IR-Lampe die Abhängigkeit der Thermospannung von der Stärke der auftreffenden IR-Strahlung.“

# Teste die Abhängigkeit der Thermospannung von der Stärke der auftreffenden IR-Strahlung

## Material

- Ein IR-Detektor
- Eine IR-Lampe
- Sechs Kabel
- Vier Krokodilklemmen
- Zwei Voltmeter
- Eine Spannungsquelle
- Ein Papierstreifen



## Versuchsaufbau

- Schließe den IR-Detektor an ein Voltmeter an. Nutze dazu die braunen Anschlüsse des IR-Detektors, zwei Krokodilklemmen und zwei Kabel. (Tipp 1)
- Stelle das Voltmeter, welches an den IR-Detektor angeschlossen ist, auf mV-. (Tipp 1)
- Die **IR-Lampe** dient als **IR-Quelle**. Schließe die IR-Lampe an eine Spannungsquelle an. Stelle eine Spannung von **4 Volt** ein. Schließe zur Kontrolle der Spannung, welche an der IR-Lampe anliegt, ein Voltmeter an. (Tipp 4)

## Versuchsdurchführung Teil 1

- Bringe die IR-Lampe vor den IR-Detektor und beobachte das Voltmeter, das die Thermospannung anzeigt.

## Beobachtungen

---

---

---

---

### Versuchsdurchführung Teil 2

- Verändere den Abstand zwischen IR-Lampe und IR-Detektor. Beobachte das Voltmeter, das die Thermospannung anzeigt und notiere deine Beobachtungen.

#### Beobachtungen

---

---

### Versuchsdurchführung Teil 3

- Halte den Abstand zwischen der IR-Lampe und dem IR-Detektor konstant.
- Verändere die Helligkeit der IR-Lampe, indem du die Spannung an der IR-Lampe verkleinerst und vergrößerst. **ACHTUNG:** Es dürfen **nicht mehr als 6 Volt** an der IR-Lampe anliegen.
- Beobachte das Voltmeter, das die Thermospannung anzeigt, und notiere deine Beobachtungen.

#### Beobachtungen

---

---

### Versuchsdurchführung Teil 4

- Halte den Abstand zwischen der IR-Lampe und dem IR-Detektor konstant.
- Der **Papierstreifen** steht für ein **CO<sub>2</sub>-Molekül**, das die IR-Strahlung absorbiert. Nimm den Papierstreifen und halte ihn zwischen IR-Lampe und IR-Detektor. Achte darauf, dass du den IR-Detektor nicht berührst. (Tipp 5)
- Beobachte das Voltmeter, das die Thermospannung anzeigt, einmal wenn du den Papierstreifen zwischen die IR-Lampe und den IR-Detektor hältst und einmal, wenn du den Papierstreifen wieder wegnimmst.

#### Beobachtungen

---

---

---



„Fasse die Ergebnisse dieser Versuche in **einem** Merksatz zusammen.“

Merksatz:

---

---

---

---

---

## Messungen mit CO<sub>2</sub>-Gassensoren: Welche Stoffe setzen CO<sub>2</sub> frei?

### Material

- CO<sub>2</sub>-Gassensor
- LabQuest
- verschließbares Gefäß
- Wasser
- Mörser und Stößel
- Reinigungstabs, Düngestäbchen, frische Hefe, Trockenhefe, Zucker, Brause, Zäpfchen, Backpulver, Essig
- Becherglas



### Versuchsdurchführung

Finde heraus, welcher dieser Stoffe am meisten CO<sub>2</sub> erzeugt und welche Messkurven ähnlich zueinander sind. Erstelle dir dazu zuerst einen Versuchsplan, aus dem hervorgeht, wie du die Versuche durchführen möchtest. (Tipp 12)

### Beobachtungen

---

---

---

---

## Ergebnisse

getesteter Stoff	Setzt der Stoff CO <sub>2</sub> frei?	Verlauf des Diagramms (Tipp 13)
Düngestäbchen		

## Zusammenfassung



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Impressum:**

Bianca Watzka, M.A.  
[watzka@ph-ludwigsburg.de](mailto:watzka@ph-ludwigsburg.de)

Pädagogische Hochschule Ludwigsburg  
Reuteallee 46

71634 Ludwigsburg

Prof. Dr. Raimund Girwidz  
[girwidz@physik.uni-muenchen.de](mailto:girwidz@physik.uni-muenchen.de)

Ludwig-Maximilians-Universität München  
Lehrstuhl für Didaktik der Physik  
Theresienstr. 37

80333 München

**Weitere Informationen:**

<http://www.ph-ludwigsburg.de/mnwkolleg>  
<http://www.didaktikonline.physik.uni-muenchen.de>

Dieses Arbeitsheft sowie einzelne Teile desselben sind urheberrechtlich geschützt. Eine Weitergabe, Vervielfältigung oder Veröffentlichung ist ohne schriftliche Zustimmung der Autoren nicht zulässig.