

CO₂-Gassensoren



In dieser Unterrichtseinheit beantworten wir folgende Fragen:

- Wie sind CO₂-Gassensoren aufgebaut?
...Seiten: 1 – 5
- Wie funktionieren CO₂-Gassensoren?
...Seiten: 6 – 16
- Messungen mit CO₂-Gassensoren: Welche Stoffe setzen CO₂ frei?
...Seiten: 17 – 19



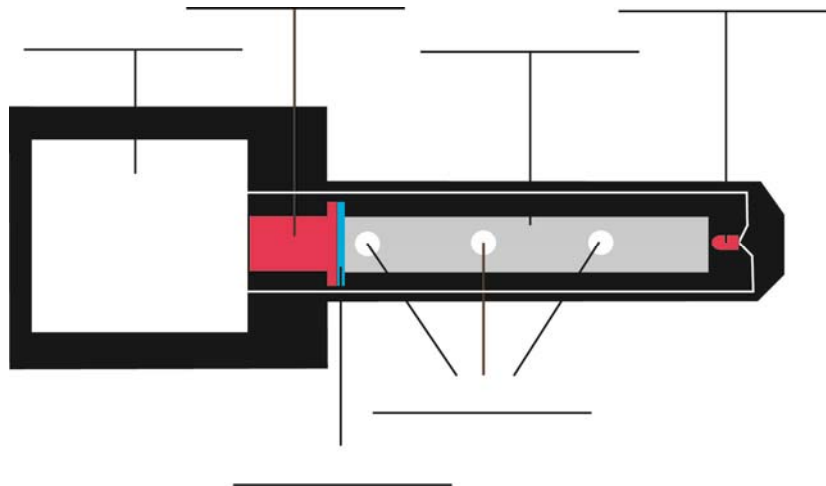
Wie sind CO₂-Gassensoren aufgebaut?



„Hallo,
ich bin Sarah und habe mich mit dem
Aufbau und der Funktionsweise von
CO₂-Gassensoren beschäftigt.

Im ersten Teil dieses Arbeitshefts erkläre
ich dir, aus welchen Bauteilen ein CO₂-
Sensor aufgebaut ist.“

Aufbau eines CO₂-Gassensors:

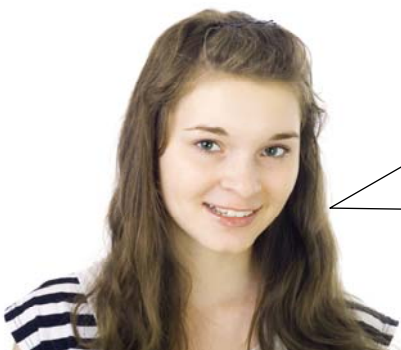


CO₂-Gassensoren bestehen hauptsächlich aus:

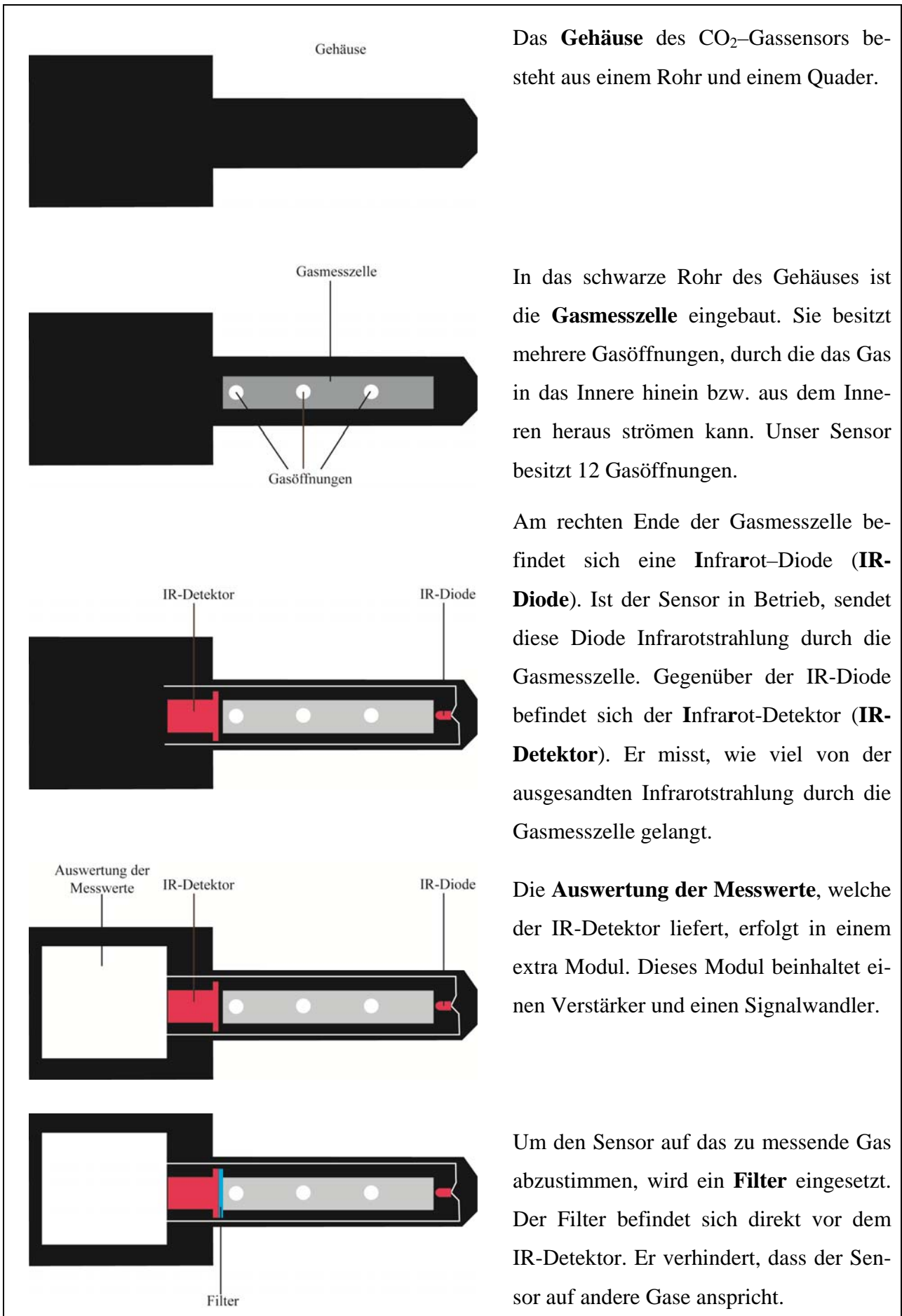
1. einem Gehäuse (im Bild schwarz dargestellt)
2. einer Gasmesszelle mit mehreren Öffnungen (im Bild grau dargestellt)
3. einer Infrarot-Diode (IR-Diode; im Bild rechts - rot dargestellt)
4. einem Infrarot-Detektor (IR-Detektor; im Bild links - rot dargestellt)
5. einer Messauswertung (im Bild weiß dargestellt)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



Das **Gehäuse** des CO₂-Gassensors besteht aus einem Rohr und einem Quader.

In das schwarze Rohr des Gehäuses ist die **Gasmesszelle** eingebaut. Sie besitzt mehrere Gasöffnungen, durch die das Gas in das Innere hinein bzw. aus dem Inneren heraus strömen kann. Unser Sensor besitzt 12 Gasöffnungen.

Am rechten Ende der Gasmesszelle befindet sich eine **Infrarot-Diode (IR-Diode)**. Ist der Sensor in Betrieb, sendet diese Diode Infrarotstrahlung durch die Gasmesszelle. Gegenüber der IR-Diode befindet sich der **Infrarot-Detektor (IR-Detektor)**. Er misst, wie viel von der ausgesandten Infrarotstrahlung durch die Gasmesszelle gelangt.

Die **Auswertung der Messwerte**, welche der IR-Detektor liefert, erfolgt in einem extra Modul. Dieses Modul beinhaltet einen Verstärker und einen Signalwandler.

Um den Sensor auf das zu messende Gas abzustimmen, wird ein **Filter** eingesetzt. Der Filter befindet sich direkt vor dem IR-Detektor. Er verhindert, dass der Sensor auf andere Gase anspricht.







2. Aufgabe

Notiere zu jedem Bauteil je einen Einfall, der dir dazu durch den Kopf geht.

Beispiel: IR-Diode → (wie eine) Lampe

3. Aufgabe

Ordne den einzelnen Bauteilen die richtige Bezeichnung zu.

Bauteile	Bezeichnung
	
	
	
	
	
	



„Hallo,
mein Name ist Mark und ich habe mich ebenfalls mit dem Aufbau von CO₂-Sensoren beschäftigt. Nachdem Sarah euch den Aufbau des Sensors mit Bildern erklärt hat, können wir uns jetzt die einzelnen, „realen“ Bauteile des CO₂-Sensors genauer anschauen. Schau dir nun die einzelnen Bauteile in „echt“ an. Dazu findest du in dem Umschlag mehrere Fotos. Diese zeigen den Originalaufbau eines CO₂-Gassensors.
Nimm den Folienschreiber und markiere und beschrifte die IR-Diode, den IR-Detektor und die Gasmesszelle auf den Bildern.“

4. Aufgabe

Fasse in eigenen Worten zusammen, wie der Sensor aufgebaut ist.

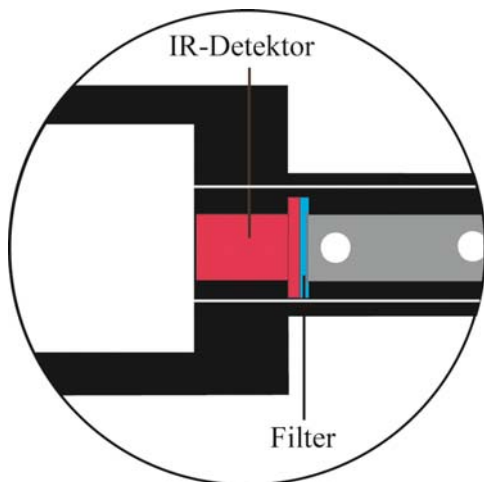
5. Aufgabe

Vergleiche deine Lösungen mit den Lösungen des Lösungsheftes. Falls nötig, korrigiere deine Lösung.

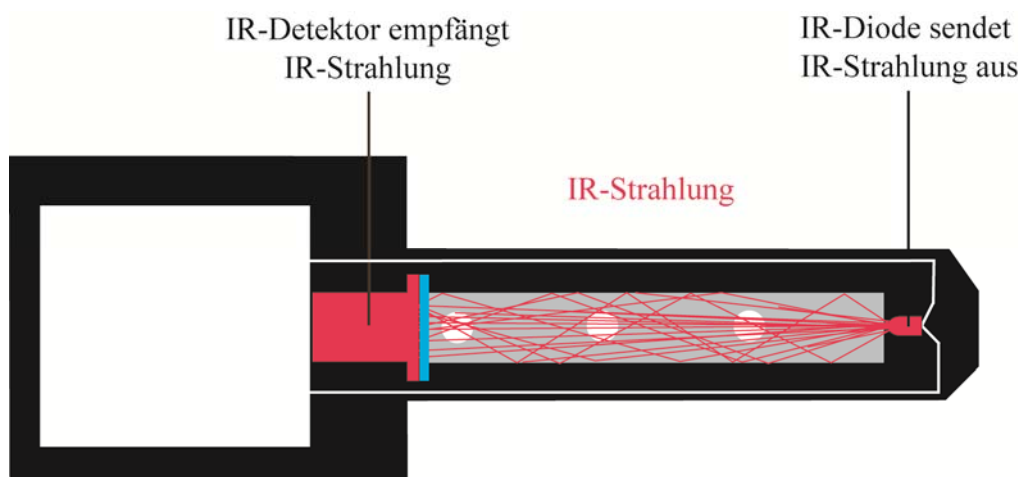
Wie funktionieren CO₂-Gassensoren?



„Im ersten Teil dieses Arbeitshefts hast du die einzelnen Bauteile und deren Funktion kennen gelernt. Im zweiten Teil zeige ich dir, wie der CO₂-Sensor funktioniert. Bevor wir den Sensor zusammenbauen, schauen wir uns nochmals einige Bilder in der Vergrößerung an.“



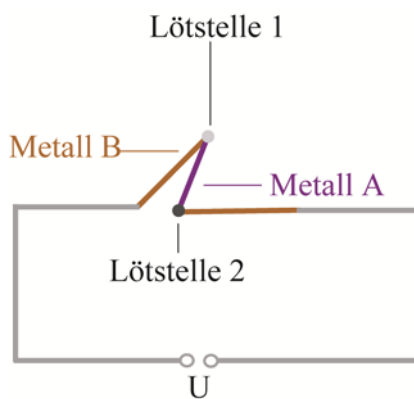
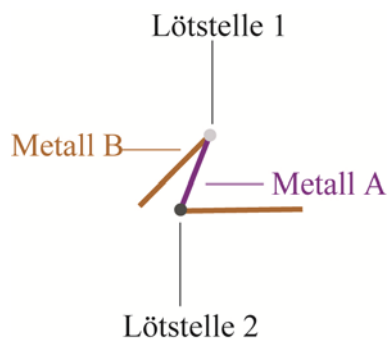
Entscheidende Bauteile des CO₂-Gassensors sind der **IR-Detektor** und die **IR-Diode**. Der Detektor misst, wie viel von der ausgesandten IR-Strahlung durch die Gasmesszelle gelangt. Du kannst dir das wie im folgenden Bild gezeigt vorstellen. Die IR-Diode sendet IR-Strahlung aus. Befinden sich keine CO₂-Moleküle in der Gasmesszelle, gelangt die IR-Strahlung ungehindert zum IR-Detektor.





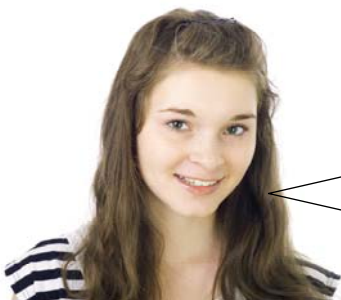
„Es existieren eine Vielzahl von IR-Detektoren, die auf verschiedenen Prinzipien basieren. Ein häufig verwendeter IR-Detektor verwendet Thermoelemente.

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.“

6. Aufgabe

Fasse die bisherigen Informationen und Erkenntnisse in eigenen Worten zusammen. Gehe dabei auf folgende Fragen ein:

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



„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

- SchlieÙe 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

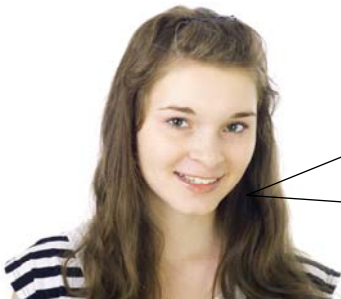
Versuchsdurchführung

- 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

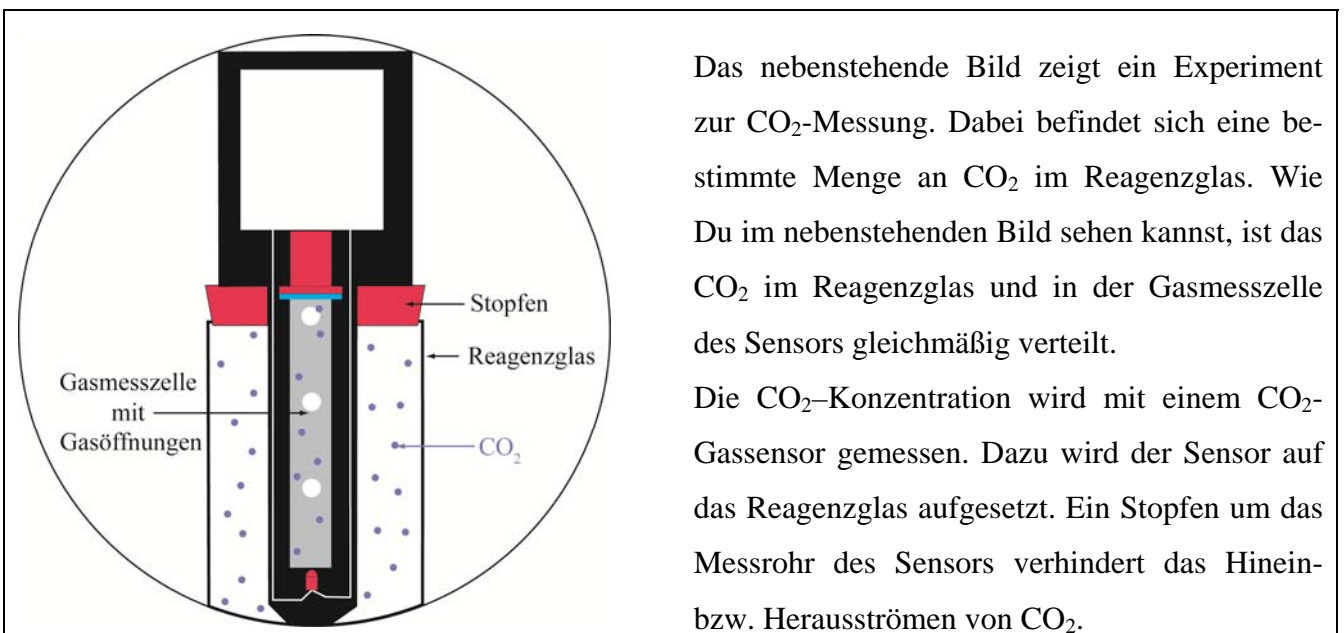
7. Aufgabe

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?“

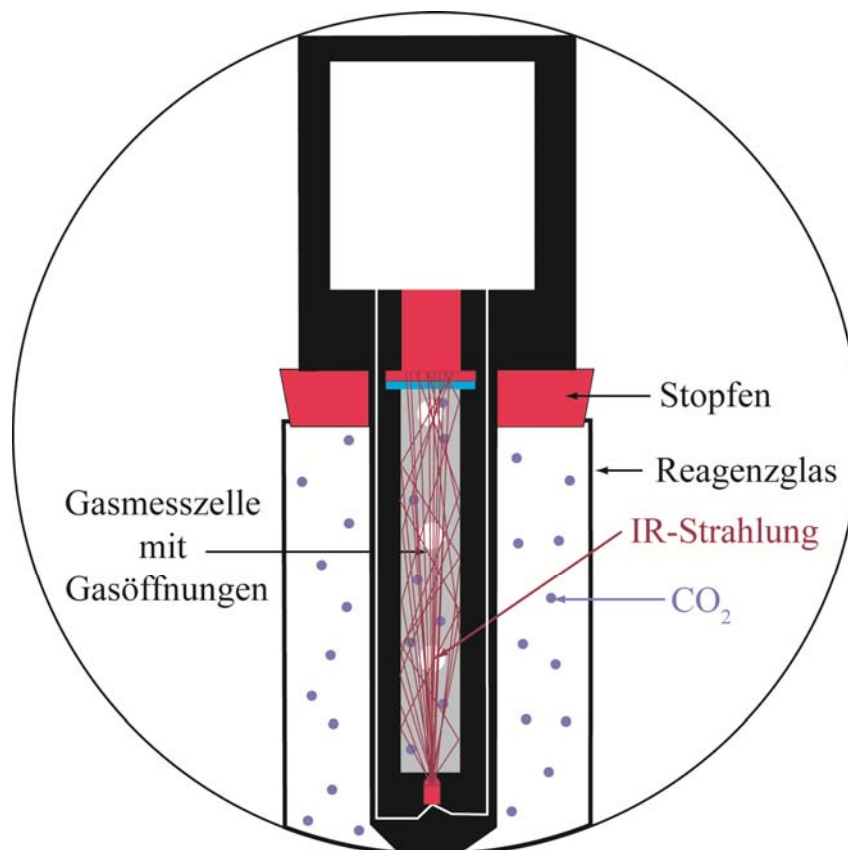
Auf den vorherigen Seiten hast du erfahren, dass Thermoelemente eine temperaturabhängige Spannung U erzeugen. Im Folgenden schauen wir uns an, wie CO₂-Gassensoren dieses Prinzip für die Messung der CO₂-Konzentration nutzen.“



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

Befindet sich kein CO₂ in der Gasmesszelle, gelangt die ausgesandte **IR-Strahlung vollständig** zum IR-Detektor.

Befindet sich CO₂ in der Gasmesszelle wird ein **Teil der IR-Strahlung** von den CO₂-Molekülen **absorbiert**. Dadurch kommt weniger IR-Strahlung beim IR-Detektor an.



Merke

- Je größer die CO_2 -Konzentration in der Gasmesszelle ist, desto weniger IR-Strahlung kommt zum IR-Detektor.
- Je kleiner die CO_2 -Konzentration in der Gasmesszelle ist, desto mehr IR-Strahlung kommt zum IR-Detektor.

8. Aufgabe

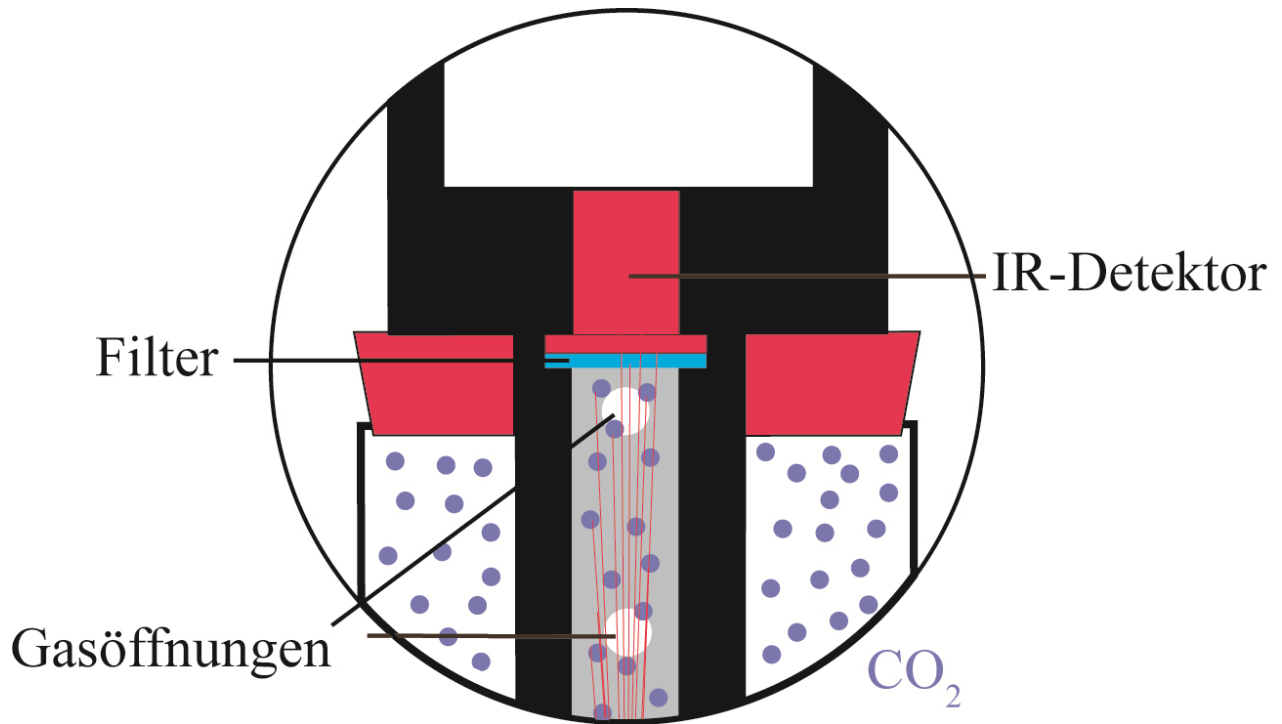
Maria und Markus haben sich gemeinsamen den folgenden Merkttext einfallen lassen. Leider waren sie sich an manchen Stellen unsicher. Die betroffenen Stellen haben sie unterstrichen.

Streiche bitte die falsche Antwortalternative der unterstrichenen Stellen durch.

- Eine hohe CO_2 -Konzentration in der Gasmesszelle führt dazu, dass mehr/weniger IR-Strahlung beim IR-Detektor ankommt.
- Dadurch werden die Thermoelemente des IR-Detektors weniger stark/stärker bestrahlt.
- Das hat zur Folge, dass die Temperaturdifferenz zwischen bestrahlten und unbestrahlten Lötstellen geringer/größer ist.
- Eine geringere Temperaturdifferenz führt zu einer kleineren/höheren Thermospannung.



„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_2 -Molekülen absorbiert wird. Schau dir das Bild genau an und markiere eine Stelle, an der die Absorption der IR-Strahlung von einem CO_2 -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 **CO₂-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 CO₂-Gassensoren: Welche Stoffe setzen CO₂ frei?

Material

- CO₂-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 CO₂ 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

Impressum:

Bianca Watzka, M.A.
watzka@ph-ludwigsburg.de

Pädagogische Hochschule Ludwigsburg
Reuteallee 46

71634 Ludwigsburg

Prof. Dr. Raimund Girwidz
girwidz@lmu.de

Ludwig-Maximilians-Universität München
LS Didaktik der Physik
Theresienstraße 37

80333 München

Weitere Informationen:

<http://www.ph-ludwigsburg.de/mnwkolleg>

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