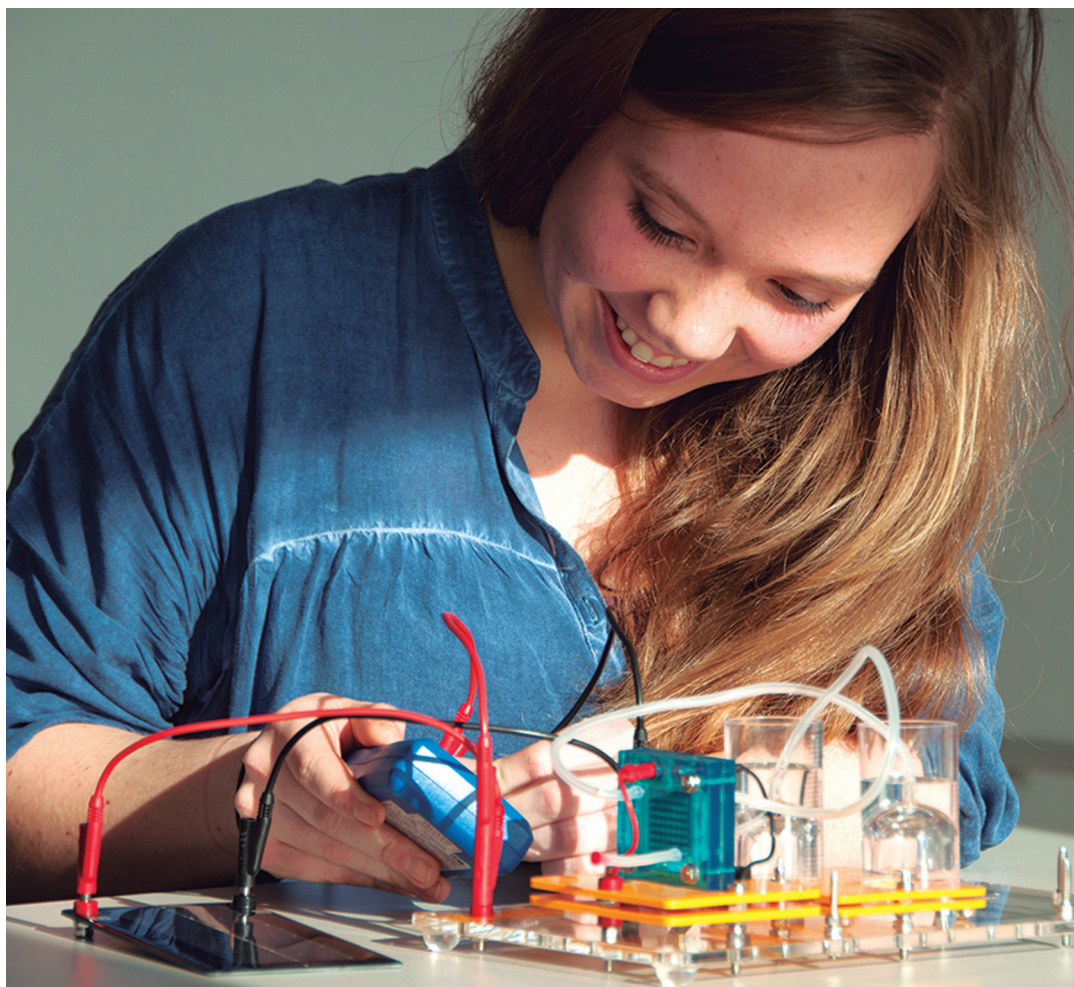


leXsolar-H₂ Ready-to-go

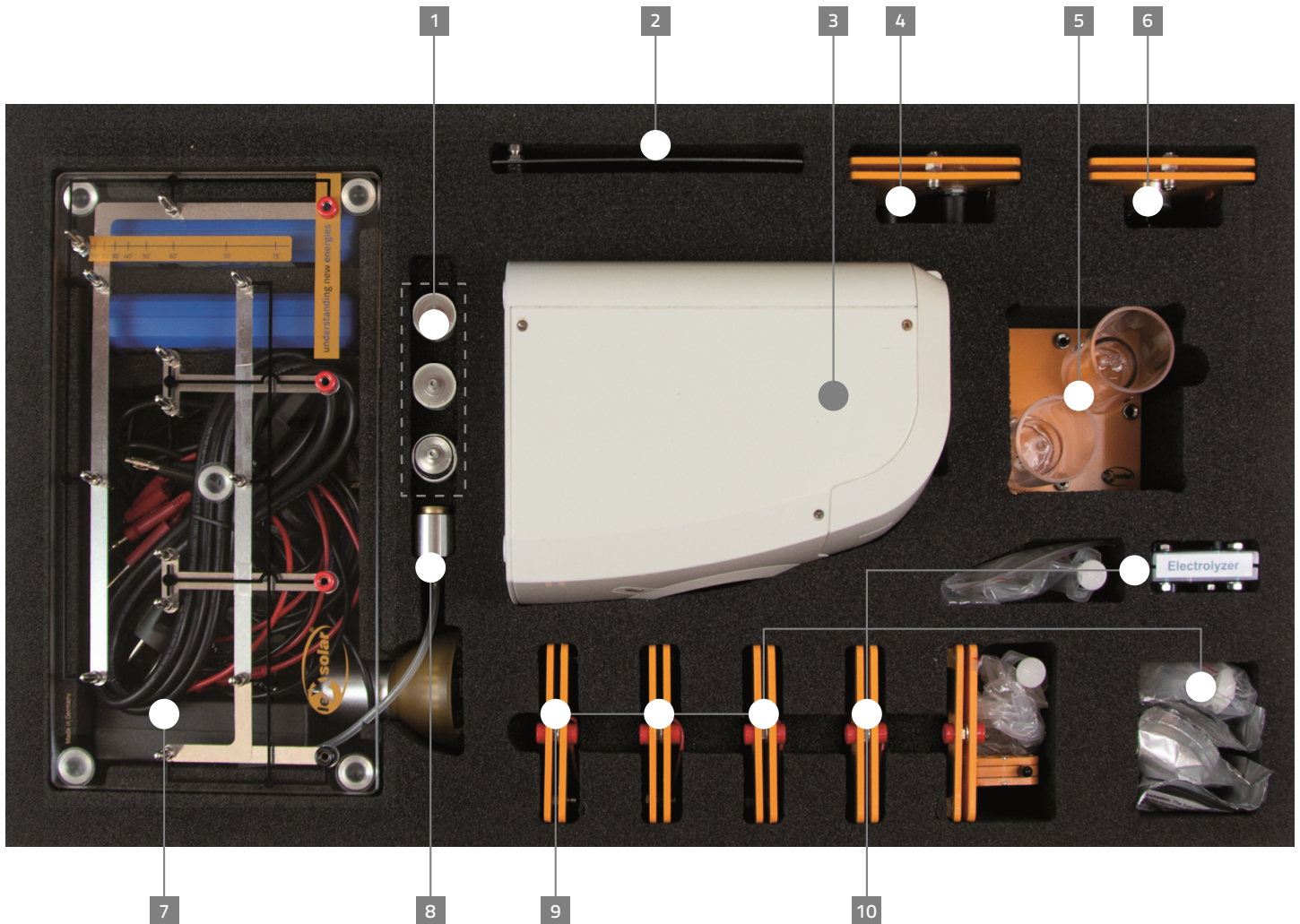


Anleitungsheft



www.lexsolar.de/feedback

Layout diagram leXsolar-H₂ Ready-to-go 2.0
 Item-No.1219
 Bestückungsplan leXsolar-H₂ Ready-to-go 2.0
 Art.-Nr.1219

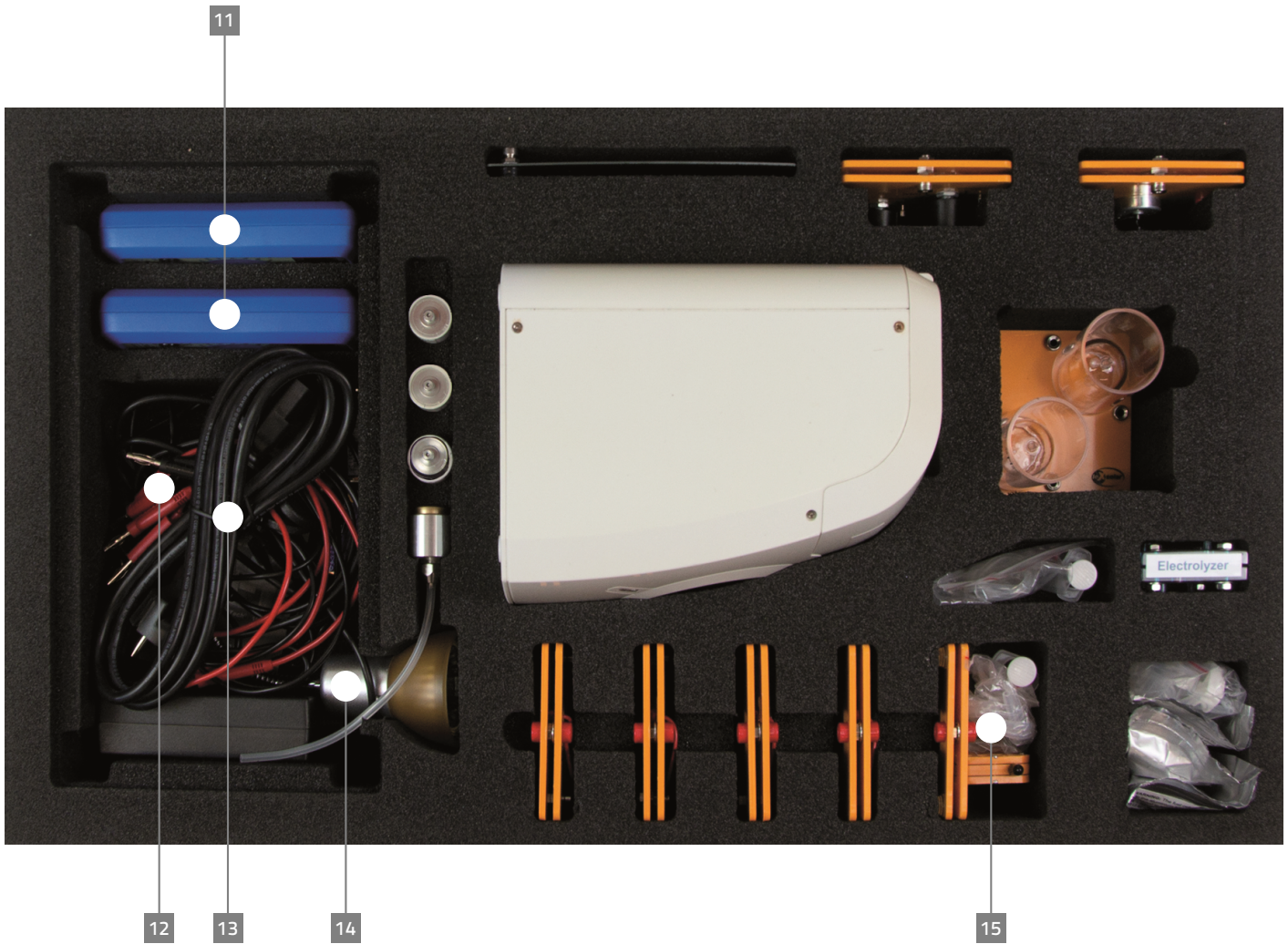


- | | |
|--|---|
| <p>1 1200-18 H2 Storage + 2optional expansions
1200-18 H2 Storage + 2optionale Erweiterung</p> <p>2 1100-31 Solar panel 2.5 V, 420 mA
1100-31 Solarmodul 2.5 V, 420 mA</p> <p>3 1200-17 H2 Charger
1200-17 H2 Charger</p> <p>4 1100-23 Potentiometer module
1100-23 Potentiometermodul</p> <p>5 1213-01 Gas storage module
1213-01 Gasspeichermodul</p> <p>6 1100-27 Motor module with
L2-02-017 Yellow propeller
1100-27 Motormodul ohne Getriebe mit
L2-02-017 Luftschraube (Propeller) gelb</p> | <p>7 1100-19 Base unit large
1100-19 Grundeinheit groß</p> <p>8 L2-06-132 Valve for H2 Storage
L2-06-132 Ventil für H2 Storage</p> <p>9 3x1218-02 PEM-Fuel cell module
3x1218-02 PEM-Brennstoffzellenmodul</p> <p>10 1218-03 Electrolyzer module 2.0
1218-03 Elektrolyseurmodul 2.0</p> |
|--|---|

Version number
 Versionsnummer

L3-03-163_28.04.2017

Layout diagram leXsolar-H₂ Ready-to-go 2.0
 Item-No.1219
 Bestückungsplan leXsolar-H₂ Ready-to-go 2.0
 Art.-Nr.1219



- 11 2xL2-06-011 Digital multimeter
2xL2-06-011 Digitalmultimeter
- 12 2xL2-06-012/013 Test lead black/red 25 cm
2xL2-06-012/013 Messleitung schwarz/rot 25 cm
- 13 L2-06-014/015 Test lead black/red 50 cm
L2-06-014/015 Messleitung schwarz/rot 50 cm
- 14 L2-04-022 Lamp with table clamp
L2-04-022 Lampe mit Tischklemme
- 15 1700-01 Ethanol fuel cell module
1700-01 Ethanol-Brennstoffzellenmodul

leXsolar-H₂ Ready-to-go

Anleitungsheft

I EINFÜHRUNG

1	Bezeichnungen der Bauteile	5
2	Hinweise zur Handhabung	8
	2.1. <i>Betrieb des Elektrolyseurs</i>	8
	2.2. <i>Betrieb der PEM-Brennstoffzelle</i>	10
	2.3. <i>Betrieb H₂-Charger und H₂-Storage</i>	11

II EXPERIMENTE


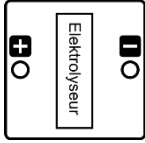
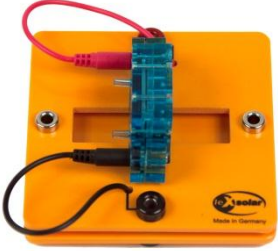
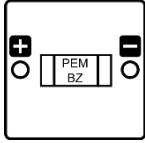

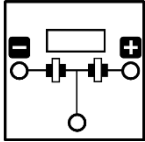
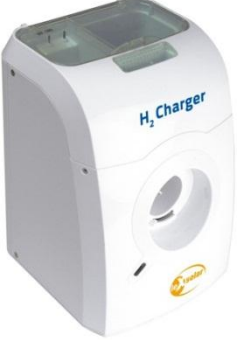


1.	Kennlinie des Solarmoduls	14
2.1	Eigenschaften eines Elektrolyseurs	16
2.2	Kennlinie des Elektrolyseurs	17
2.3	FARADAY- und Energiewirkungsgrad des Elektrolyseurs	19
2.4	Herleitung des 1. FARADAYschen Gesetzes	21
3.1	Eigenschaften einer PEM-Brennstoffzelle	24
3.2	Kennlinie der PEM-Brennstoffzelle	26
3.3	FARADAY- und Energiewirkungsgrad der PEM-Brennstoffzelle	29
3.4	Reihen- und Parallelschaltung von PEM-Brennstoffzellen	31
4.1	Funktionsweise einer Ethanol-Brennstoffzelle	34
4.2	Kennlinie einer Ethanol-Brennstoffzelle	36
4.3	Temperaturabhängigkeit der Leistung einer Ethanol-Brennstoffzelle	38
4.4	Konzentrationsabhängigkeit der Leistung einer Ethanol-Brennstoffzelle	40

Bestandteile

1 Bezeichnungen der Bauteile

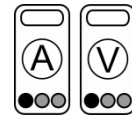
Grundausstattung von leXsolar-H ₂ Ready-to-go		
Bauteil	Bezeichnung	Symbol im Versuchsaufbau
	Grundeinheit	
	Solarmodul (2.5V, 420mA)	
	Motormodul ohne Getriebe	
	Potentiometermodul	
	Gasspeichermodul	



	<p>Elektrolyseurmodul</p>	
	<p>PEM-Brennstoffzellenmodul</p>	
	<p>Ethanol-Brennstoffzellenmodul</p>	
	<p>H₂-Charger</p>	
	<p>H₂-Storage</p>	
	<p>Stromversorgungsgerät</p>	



Messgeräte und Kabel



Lampe

2 Hinweise zur Handhabung

Bei der Durchführung der Experimente mit leXsolar-H₂ Ready-to-go sind einige Hinweise zum Umgang mit Geräten und Bauteilen zu beachten.

2.1. Betrieb des Elektrolyseurs

Spezifikationen:

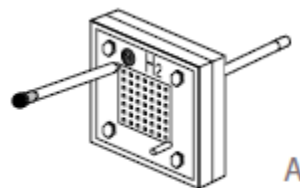
- Eingangsspannung: 1.8V ~ 3V (D.C.)
- Eingangsstrom: 0.7A
- Wasserstoffproduktionsrate: 7ml pro Minute bei 1A
- Sauerstoffproduktionsrate: 3,5ml pro Minute bei 1A

Wichtige Hinweise zur Handhabung:

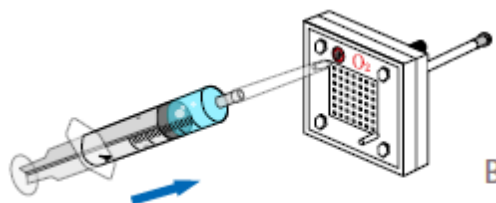
- Der Elektrolyseur sollte bei Nichtbenutzung in einem luftdichten Plastik-Beutel gelagert werden, um ihn vor Austrocknung zu schützen
- Positiver und negativer Pol des Elektrolyseurs sollten stets korrekt mit der Spannungsquelle verbunden werden, um Schäden am Elektrolyseur zu vermeiden.
- Die Membranen des Elektrolyseurs sollten nur im feuchten Zustand betrieben werden. Das destillierte Wasser muss stets auf der O₂-Seite eingefüllt werden und anschließend etwa 3min einwirken. Wenn der Elektrolyseur im trockenen Zustand an eine Spannungsquelle oder das Solarmodul angeschlossen wird, kann es zu irreparablen Beschädigungen kommen.

Gebrauchsanweisung:

1. Zum Betrieb des Elektrolyseurs sollte dieser auf einer flachen Oberfläche aufgestellt werden. Das kurze Schlauchstück wird an dem oberen Anschluss der H₂-Seite (schwarzer Anschluss) angebracht (A) und mit dem schwarzen Pin verschlossen.



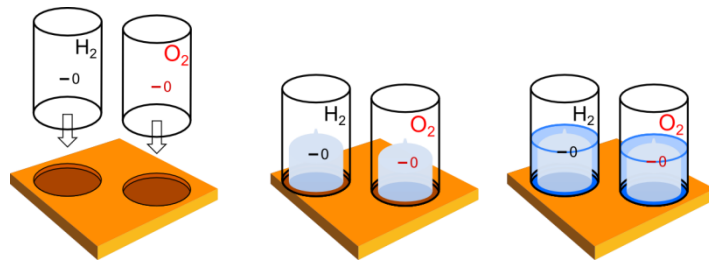
2. Nun wird die Spritze mit destilliertem Wasser befüllt und ein kurzes Schlauchstück auf die Spritze aufgesteckt. Das andere Ende des Schlauches wird mit dem oberen Anschluss auf der O₂-Seite (roter Anschluss) verbunden (B).



Hinweise zur Handhabung

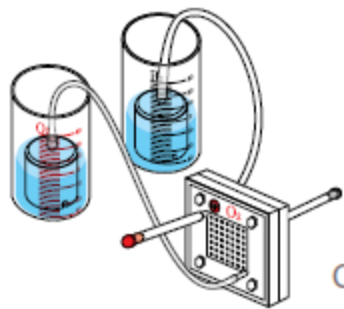
Nun wird mit Hilfe der Spritze langsam Wasser in den Elektrolyseur gepumpt, bis dieses am unteren Anschluss austritt. Die Spritze kann dann vom Schlauch abgezogen werden und das Schlauchende wird mit dem roten Pin verschlossen. Der Elektrolyseur sollte nun für 3min ruhend stehen.

3. Anschließend werden die zugehörigen Gastanks bis zur Nullmarkierung mit destilliertem Wasser aufgefüllt.



4. Je ein Gasvorratsbehälter („Glocke“) wird auf den Halterungsring am Boden des Wasserbehälters aufgesteckt, sodass die Kerben am unteren Ende der Gasbehälter innerhalb der Unterbrechungen in den Halterungsringen liegen. Überschüssiges Wasser kann anschließend mit der Spritze abgesaugt werden.

5. Anschließend werden die Gasbehälter mit Hilfe der Schläuche mit den unteren Anschlüssen des Elektrolyseurs verbunden. Der Anschluss auf der schwarzen H₂-Seite wird mit dem H₂-Gasbehälter verbunden und analog verhält es sich für den O₂-Anschluss (C).



6. Der Elektrolyseur wird anschließend auf die Modulplatte aufgebracht und mit den jeweiligen Kabeln verbunden (rotes Kabel auf O₂-Seite, schwarzes Kabel auf H₂-Seite).

7. Das Grundmodul kann nun an das Solarmodul oder eine externe Spannungsquelle angeschlossen werden, um den Elektrolyse-Vorgang zu starten.

HINWEIS: Wenn das Wasserstoff-Gas später für einen Brennstoffzellenversuch verwendet werden soll, empfiehlt es sich, eine Schlauchklemme an das Schlauchstück zwischen H₂-Seite des Elektrolyseurs und den H₂-Gasbehälter anzubringen. Diese kann nach der Gasproduktion geschlossen werden, damit beim Umstecken des Schlauches an die Brennstoffzelle kein Gas entweichen kann.

Hinweise zur Handhabung

2.2. Betrieb der PEM-Brennstoffzelle

Spezifikationen:

- Ausgangsleistung: 270mW
- Ausgangsspannung: 0,6V (DC)
- Ausgangsstromstärke: 0,45A

Wichtige Hinweise zur Handhabung:

- Die Brennstoffzelle sollte bei Nichtbenutzung in einem luftdichten Plastik-Beutel gelagert werden, um sie vor Austrocknung zu schützen.

Gebrauchsanweisung:

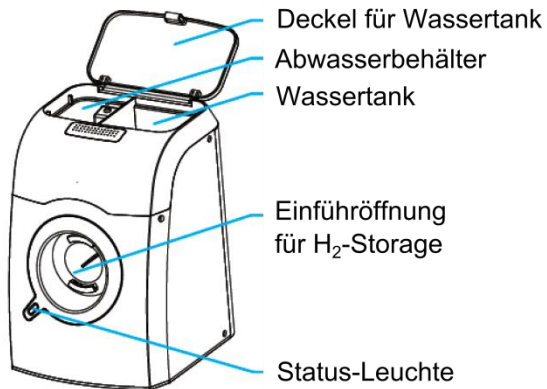
1. Um die PEM-Brennstoffzelle in Betrieb zu nehmen, ist Wasserstoff notwendig. Dieser kann aus dem Gasspeicher oder dem H₂ Storage entnommen werden.
2. Wird Wasserstoff aus dem Gasspeicher entnommen, muss zunächst die Schlauchsperrung geschlossen werden, um ein Entweichen des Wasserstoffs zu verhindern.
3. Der Schlauch vom H₂-Gasspeicher wird anschließend mit dem unteren Anschluss an der Brennstoffzelle verbunden. Die O₂-Zufuhr wird beim verwendeten Modell durch die Umgebungsluft gewährleistet.
4. Der obere Anschluss an der Brennstoffzelle wird mit einem kurzen Schlauchstück und einem Pin verschlossen.
5. Die Brennstoffzelle wird anschließend auf der Modulplatte in die passende Aussparung gesteckt und mit den Kabeln elektrisch verbunden. Dabei ist auf die richtige Polarität zu achten (rotes Kabel an roten Anschluss, analog schwarzes Kabel an schwarzen Anschluss).
6. Nun kann ein elektrischer Verbraucher an die Modulplatte angeschlossen werden (Polarität beachten!).
7. Mit Öffnen der Schlauchsperrung wird die Wasserstoffzufuhr gestartet und das Experiment kann starten.

HINWEIS: Bei quantitativen Versuchen, wie zum Beispiel die Aufnahme einer Kennlinie empfiehlt es sich, die Brennstoffzelle kurz mit Wasserstoff zu spülen. Dazu wird die Wasserstoffzufuhr gestartet (Öffnen der Schlauchsperrung oder Öffnen des Ventils bei Verwendung des H₂-Storage) und der Pin am kurzen Schlauchende wird für 1-2 Sekunden kurz entfernt und gleich wieder aufgesteckt.

Hinweise zur Handhabung

2.3. Betrieb H₂-Charger und H₂-Storage

Bezeichnungen:



Spezifikationen H₂-Charger:

- Leistung: 23W
- Eingangsspannung: 10V-19V (DC)
- Verwendung: De-ionisiertes oder destilliertes Wasser (10-40°C)
- Wasserverbrauch: ca. 20ml/h
- Wasserstoffdruck: 0-3MPaG
- Wasserstofferzeugungsrate: ca. 3l/h
- Wasserstoffreinheit: 99,99%
- Nachfüllzeit pro Kartusche: rund 4h

Hinweise zur Handhabung

Spezifikationen H₂-Storage:

- Kapazität: 10l Wasserstoff
- Speichermaterial: AB5 Metallhydrid
- Ladedruck: 3 MPa
- Arbeitstemperatur: 0-55°C

Wichtige Hinweise zur Handhabung:

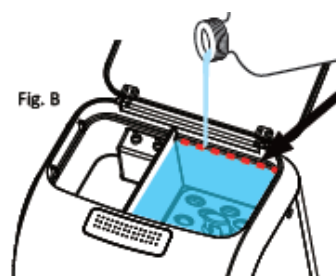
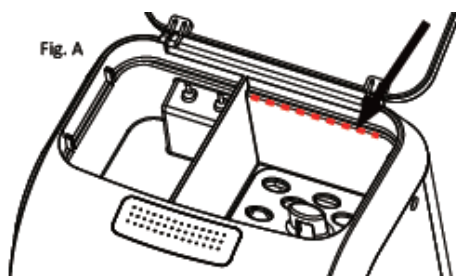
- Der H₂-Charger darf nicht auseinandergelöst werden
- H₂-Charger und H₂-Storage müssen vor offenen Flammen und großer Hitzeeinwirkung ferngehalten werden
- Der H₂-Charger sollte in aufrechter Position angewendet werden
- Der Betrieb sollte in einem gut belüfteten Raum stattfinden
- Die elektrischen Verbindungen sollten nicht mit Wasser in Berührung kommen

Status-Leuchte:

Grün	Rot	System-Status
an		H ₂ -Storage gefüllt
1 Sekunde an, 1 Sekunde aus		Warten mit dem Auffüllen von H ₂ -Storage
	an	H ₂ -Storage wird aufgefüllt
	1 Sekunde an, 3 Sekunden aus	Fügen Sie Wartungspulver hinzu
	1 Sekunde an, 1 Sekunde aus	Fügen Sie Wasser hinzu oder leeren sie den Abwasserbehälter

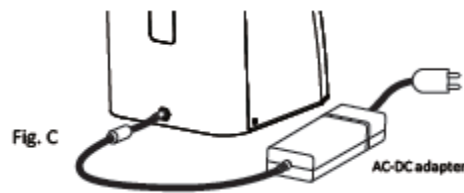
Gebrauchsanweisung:

1. Zunächst wird destilliertes oder de-ionisiertes Wasser in den Wassertank bis zum Rand aufgefüllt (im Bild durch rot markierte Linie, beziehungsweise Pfeil gekennzeichnet).

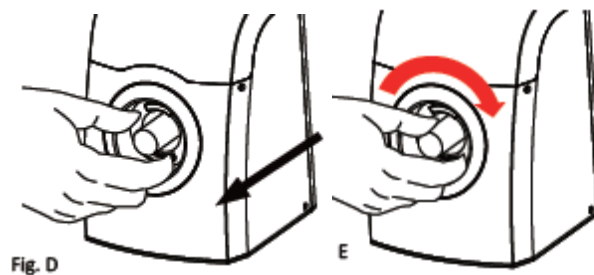


Hinweise zur Handhabung

2. Im Anschluss wird das zugehörige Netzteil an den H₂-Charger angeschlossen. Die Status-Leuchte sollte grün aufleuchten.



3. Setzen Sie den H₂-Storage in die Einführöffnung an der Vorderseite des H₂-Charger ein. Der Stick wird dazu im Uhrzeigersinn in das Gewinde eingedreht, bis er einen sicheren Halt hat. Dabei sollte nicht zu viel Kraft aufgewendet werden!



4. Während die Statusleuchte rot leuchtet, wird der H₂-Storage gefüllt. Erst wenn die der Status ein grünes Leuchten anzeigt, ist die Kartusche vollständig aufgefüllt. Der Stick kann dann durch Drehen gegen den Uhrzeigersinn wieder entfernt werden.

5. Entfernen Sie anschließend den Netzstecker vom H₂-Charger und leeren Sie den Wassertank, falls der Charger länger als eine Woche lang nicht benutzt wird. Wenn weitere Kartuschen gefüllt werden sollen, beginnen Sie wieder bei Schritt 3.

HINWEIS: Geräusche während des Ladevorgangs (Puffen oder Pfeifen) sind normal und werden durch den Säuberungsprozess hervorgerufen.



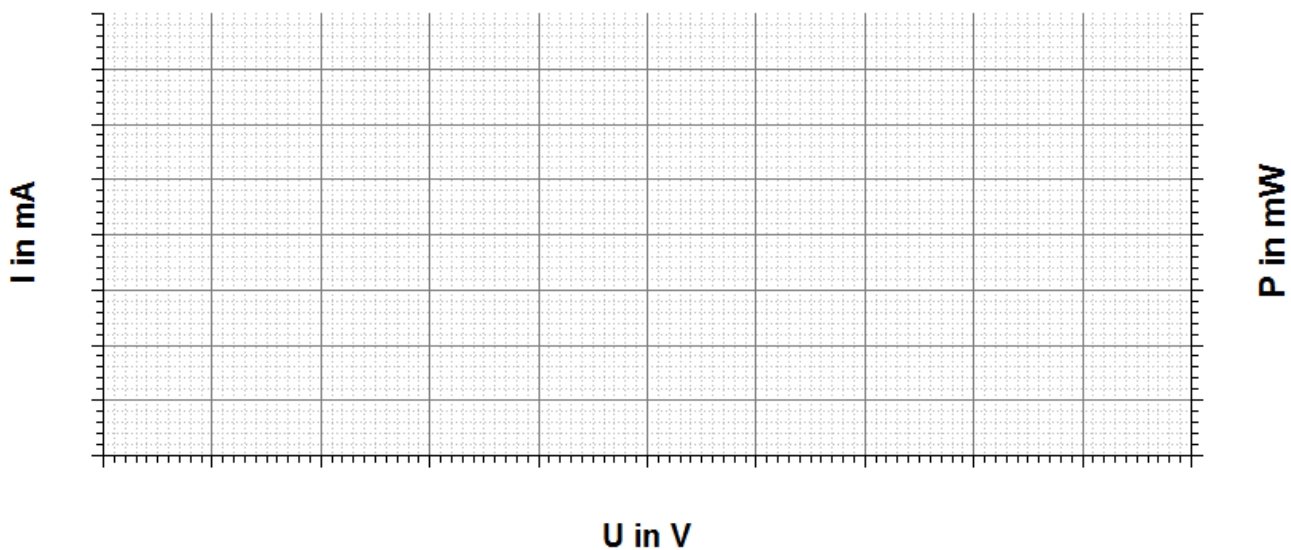
1. Kennlinie des Solarmoduls

Auswertung

1. Berechne für die jeweiligen Strom- und Spannungswerte die Leistung und trage deine Ergebnisse in die Tabelle ein.
2. Trage die Wertepaare in das zugehörige Diagramm ein.
3. Beschreibe den Verlauf der Stromstärke und der Leistung über der Spannung.

Diagramme

2.



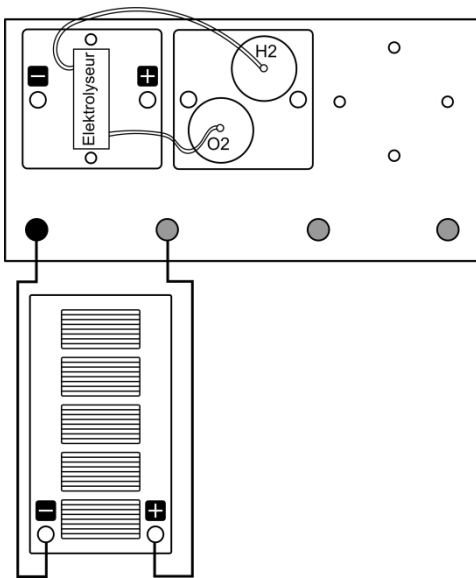
3.

2.1 Eigenschaften eines Elektrolyseurs

Aufgabe

Untersuche die Eigenschaft eines Elektrolyseurs, Wasser in seine Bestandteile zu zersetzen.

Aufbau



Benötigte Geräte

- Grundeinheit
- Elektrolyseurmodul
- Gasspeichermodul
- Schläuche
- Solarmodul
- Lampe
- Kabel
- Destilliertes Wasser

Durchführung

1. Baue den Versuch entsprechend der Versuchsanordnung auf. Positioniere die Lampe vor dem Solarmodul (Abstand etwa 30cm).
Hinweise zum Gebrauch des Elektrolyseurmoduls findest du auf Seite 8.
2. Schalte die Lampe ein.
3. Beobachte, was in den Gasspeichern passiert.
4. Notiere die Füllstände nach 15 Minuten.

Beobachtung

Produzierte Menge H_2 : _____

Produzierte Menge O_2 : _____

Auswertung

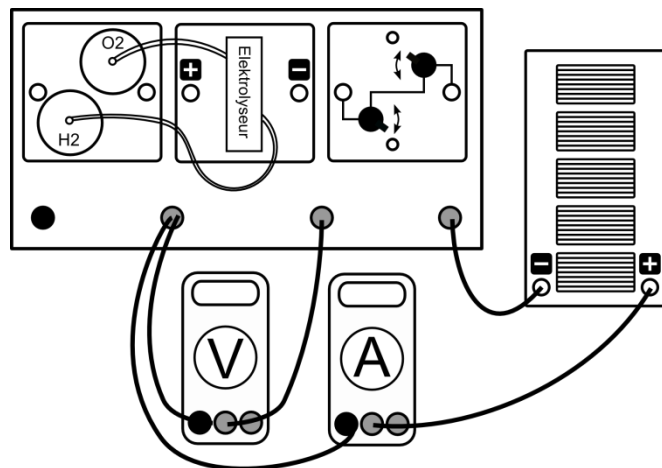
1. Wie setzt sich Wasser zusammen? Nutze dazu die gemessenen Gasmengen.

2.2 Kennlinie des Elektrolyseurs

Aufgabe

Nutze den Elektrolyseur, um Wasser zu spalten und nimm dessen U-I Kennlinie auf.

Aufbau



Benötigte Geräte

- Grundeinheit
- Elektrolyseur-Modul
- Gasspeicher-Modul
- Solarmodul
- Potentiometer-Modul
- Strommessgerät
- Spannungsmessgerät
- Kabel
- destilliertes Wasser
- Schläuche
- Lampe

Durchführung

1. Baue den Versuch entsprechend der Versuchsanordnung auf. Positioniere die Lampe vor dem Solarmodul (Abstand 30cm). Hinweise zum Gebrauch des Elektrolyseurmoduls findest du auf Seite 8.
2. Stelle das Potentiometermodul mit Hilfe der Regler auf den höchsten Widerstand.
3. Schalte nun die Lampe ein.
4. Gib dir anschließend sinnvolle Werte für die Spannung vor und miss für diese jeweils die Stromstärke! Verändere dazu zuerst den $1\text{k}\Omega$ -Widerstand und zur Feineinstellung den 100Ω -Widerstand!
5. Trage alle Messwerte in die Tabelle ein.

Messwerte

U in V	1,44	1,47	1,49	1,51	1,55	1,60	1,65	1,69	1,71
I in mA									

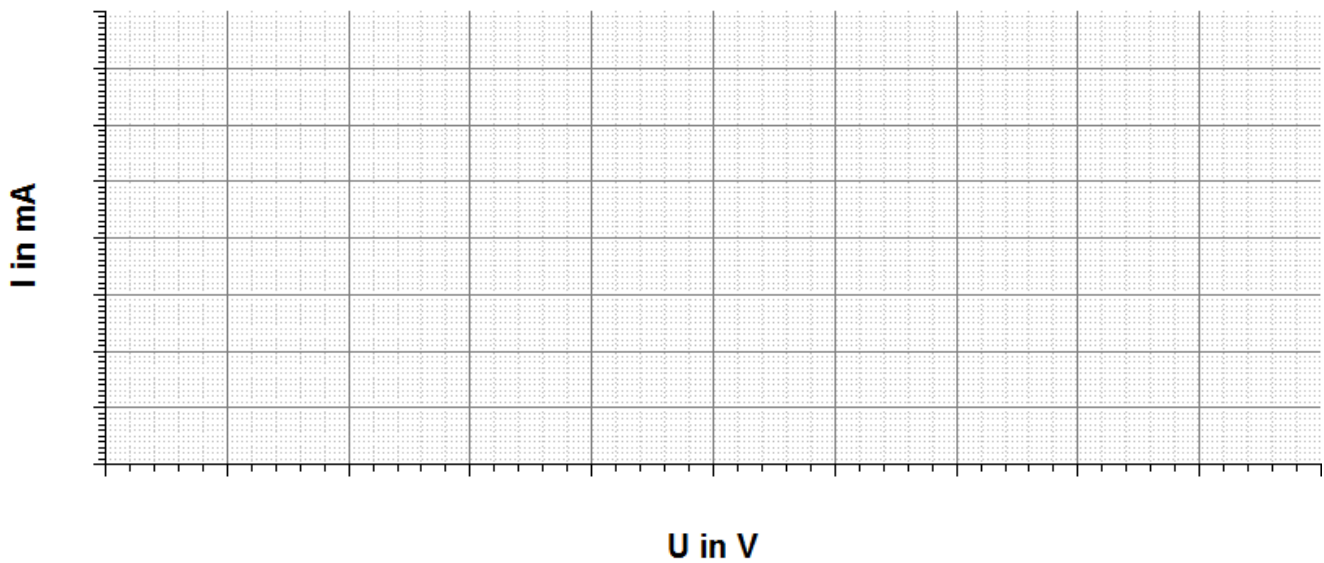
Auswertung

1. Trage deine Werte in das abgebildete Diagramm ein.
2. Interpretiere die U-I Kennlinie des Elektrolyseurs.



2.2 Kennlinie des Elektrolyseurs

Diagramme



Auswertung

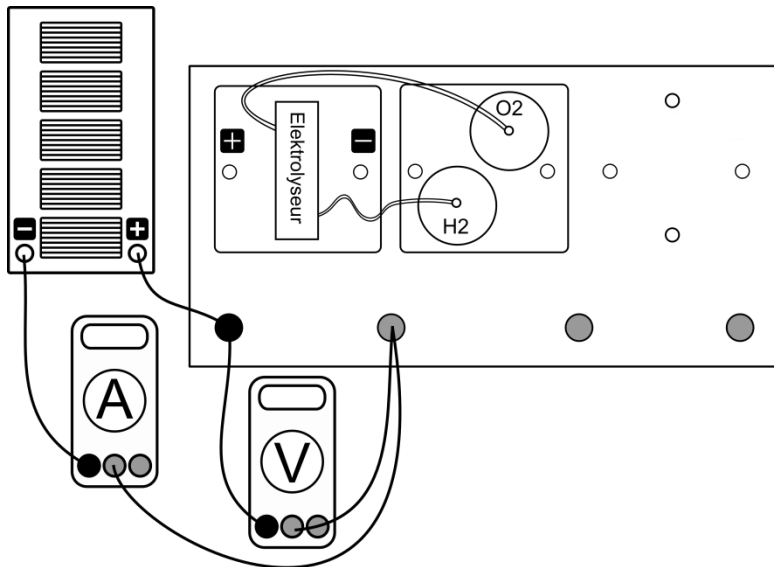
2.

2.3 FARADAY- und Energiewirkungsgrad des Elektrolyseurs

Aufgabe

Ermittle den FARADAY- und Energiewirkungsgrad des Elektrolyseurs.

Aufbau



Benötigte Geräte

- Grundeinheit
- Elektrolyseurmodul
- Solarmodul
- Spannungsmessgerät
- Strommessgerät
- Schläuche
- Gasspeichermodul
- Kabel
- Stoppuhr
- Destilliertes Wasser
- Lampe

Durchführung

1. Baue den Versuch entsprechend der Versuchsanordnung auf. Positioniere die Lampe vor dem Solarmodul (Abstand 30cm). Hinweise zum Gebrauch des Elektrolyseurmoduls findest du auf Seite 8.
2. Schalte die Lampe ein.
 1. Miss Stromstärke und Spannung während des Elektrolysevorgangs.
 2. Lies nach 5min das produzierte Volumen an Wasserstoff ab und notiere deine Werte in der Tabelle.

Messwerte

$t = 300s$
 $U = \underline{\hspace{2cm}}$
 $I = \underline{\hspace{2cm}}$
 $V_{H_2} = \underline{\hspace{2cm}}$

Auswertung

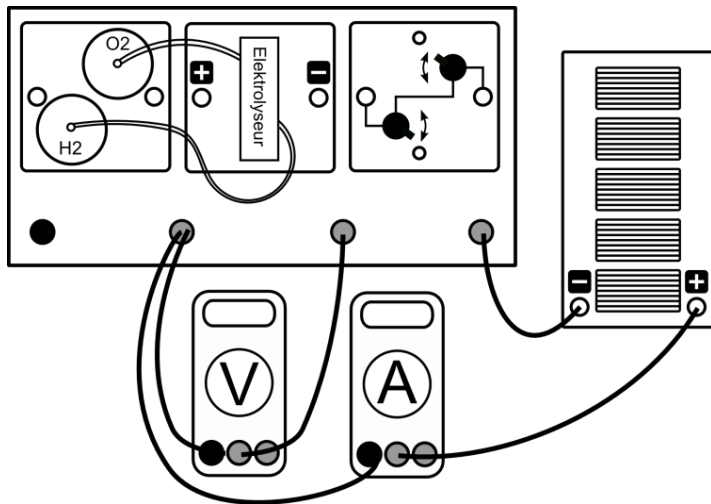
1. Berechne den FARADAY-Wirkungsgrad des Elektrolyseurs.
2. Berechne den Energiewirkungsgrad des Elektrolyseurs.

2.4 Herleitung des 1. FARADAYschen Gesetzes

Aufgabe

Leite das 1. FARADAYsche Gesetz mit Hilfe des Elektrolyseurs her.

Aufbau



Benötigte Geräte

- Grundeinheit
- Elektrolyseurmodul
- Gasspeichermodul
- Solarmodul
- Potentiometermodul
- Strommessgerät
- Spannungsmessgerät
- Lampe
- Destilliertes Wasser
- Stoppuhr
- Kabel
- Schläuche

Durchführung

1. Baue den Versuch entsprechend der Versuchsanordnung auf. Positioniere die Lampe vor dem Solarmodul (Abstand 30cm). Hinweise zum Gebrauch des Elektrolyseurmoduls findest du auf Seite 8.
2. Stelle den Widerstand am Potentiometer auf das Minimum.
3. Schalte die Lampe ein und miss die zugehörige Stromstärke. Trage deinen Wert in die Tabelle ein.
4. Nimm nun alle 150s das H₂-Volumen und die Stromstärke auf. Trage deine Werte in die Tabelle ein.
5. Entferne nun kurz den Schlauch vom Gasspeicher H₂, um den Wasserstoff entweichen zu lassen. Stecke ihn anschließend wieder auf.
6. Schalte die Lampe wieder ein und stelle mit Hilfe des Potentiometermoduls verschiedene Stromstärken ein. Miss jeweils nach 300s das produzierte H₂-Volumen und notiere alle Werte in deiner Tabelle.

Messwerte

1.Messung:

t in s	0	150	300	450	600
I in mA					
V in ml					



2.4 Herleitung des 1. FARADAYschen Gesetzes

Messwerte

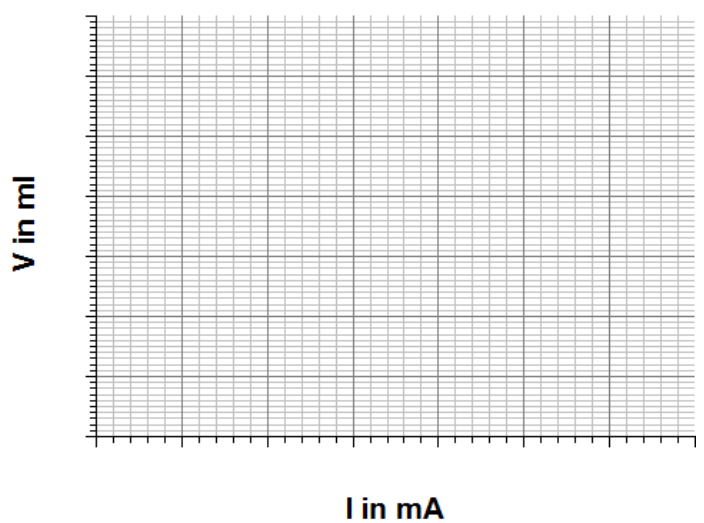
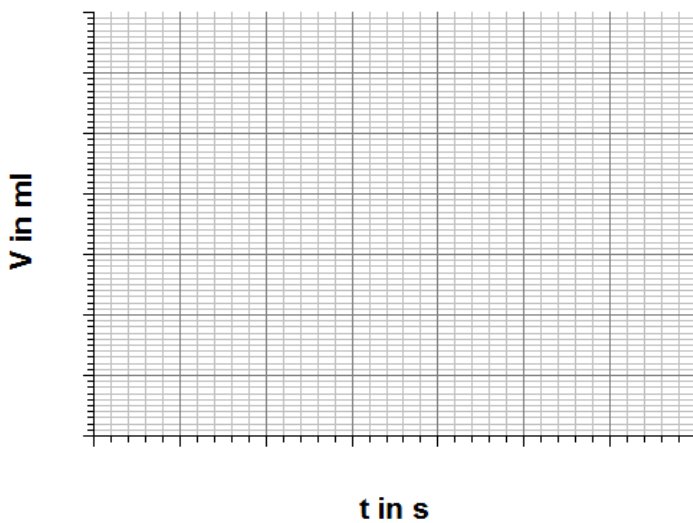
2. Messung:

t in s	300	300	300
I in mA			
V in ml			

Auswertung

1. Trage deine Messwerte in die abgebildeten Diagramme ein.
2. Welchen Zusammenhang kannst du zwischen dem Volumen des abgeschiedenen Wasserstoffs und der transportierten Ladung ableiten (1. FARADAYsches Gesetz)?
3. Berechne die im Versuch abgeschiedene Ladung Q und die molare Ladung Q_m .

Diagramme



Auswertung

1.



2.4 Herleitung des 1. FARADAYschen Gesetzes

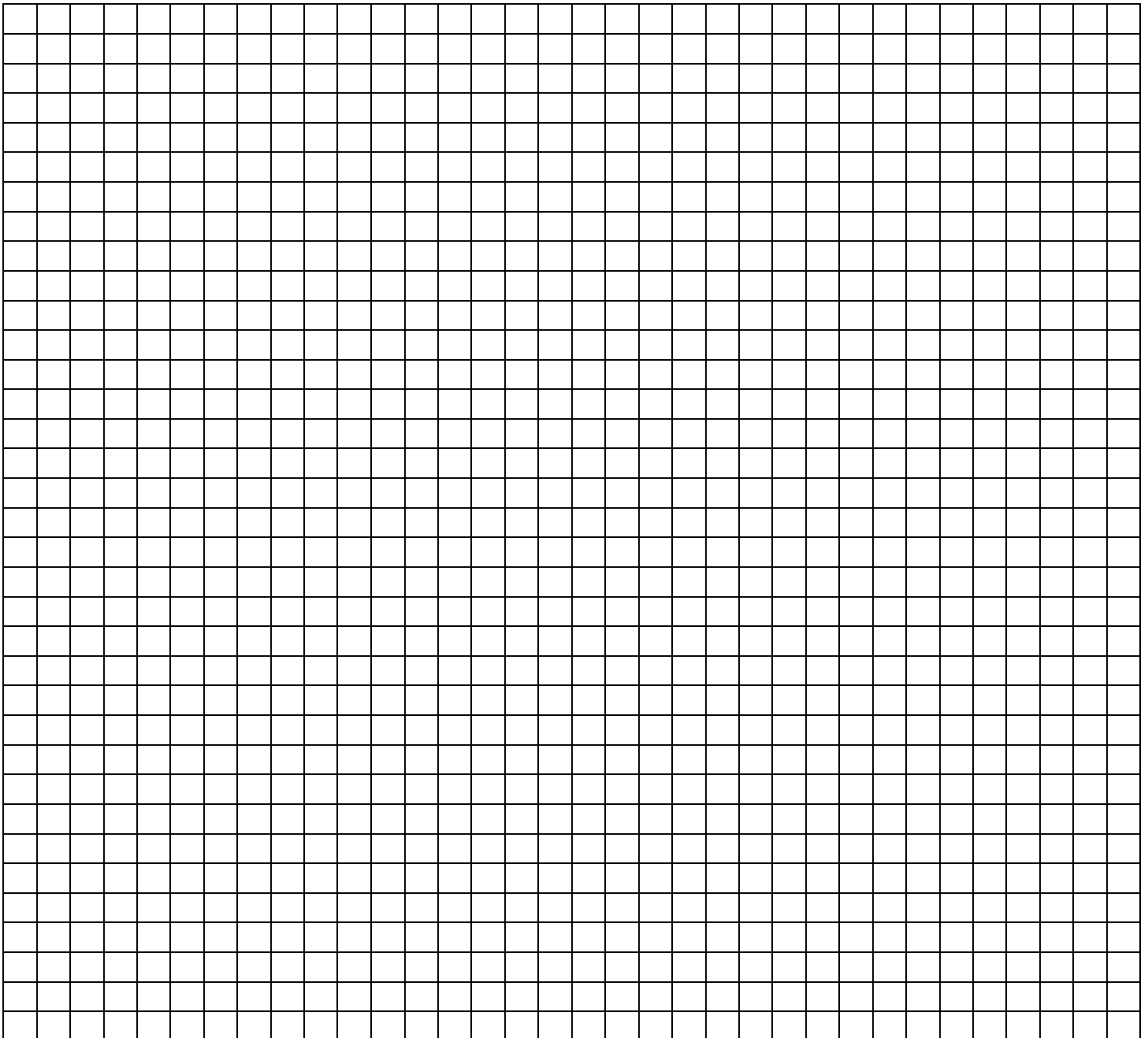
Auswertung

2. Die Ladung Q und die molare Ladung Q_m werden mit Hilfe folgender Formeln berechnet:

$$Q = I \cdot t$$

$$Q_m = Q \cdot V_m / V$$

$V_m = 24 \text{ l mol}^{-1}$ (bei 20°C , Normaldruck)

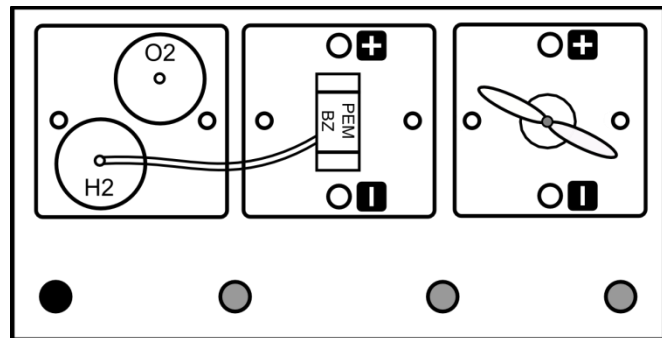


3.1 Eigenschaften einer PEM-Brennstoffzelle

Aufgabe

Treibe einen Motor mit Hilfe einer PEM-Brennstoffzelle an.

Aufbau



Benötigte Geräte

- Grundeinheit
- PEM-Brennstoffzelle
- Schläuche
- Motor-Modul
- Gasspeicher (gefüllt), alternativ H₂Storage

Durchführung

1. Baue den Versuch entsprechend der Versuchsanordnung auf. Der Gasspeicher muss vor dem Versuch gefüllt werden. Hinweise hierzu findest du im Experiment „Eigenschaften eines Elektrolyseurs“ oder auf Seite 8. Alternativ kann statt den Gasspeichern ein H₂-Storage verwendet werden.
2. Beobachte den Motor und den H₂-Verbrauch im Gasspeicher. Notiere deine Beobachtungen.
3. Entferne nun die Schläuche von der Brennstoffzelle und beobachte, was passiert.

Beobachtung

Auswertung

1. Welche Energieumwandlungen finden in dem Experiment statt?
2. Warum ist an der Brennstoffzelle nur ein Wasserstoffanschluss vorhanden, wohingegen für die Erzeugung von Strom Wasserstoff und Sauerstoff benötigt wird?
3. Wohin „verschwindet“ das Gas aus dem Gasbehälter?



3.1 Eigenschaften einer PEM-Brennstoffzelle

Auswertung

1.

2.

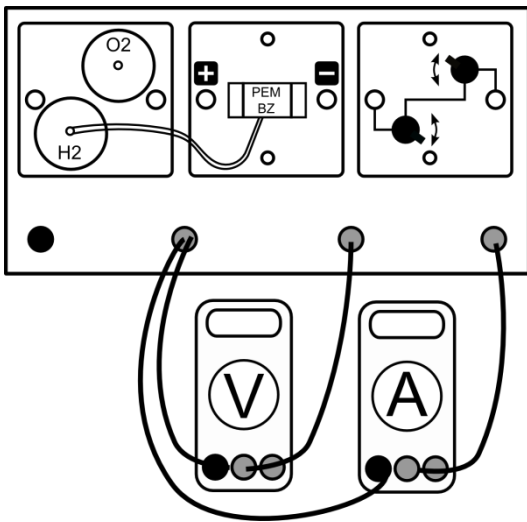
3.

3.2 Kennlinie der PEM-Brennstoffzelle

Aufgabe

Nimm die U-I-Kennlinie der PEM-Brennstoffzelle auf.

Aufbau



Benötigte Geräte

- Grundeinheit
- PEM-Brennstoffzellenmodul
- Potentiometermodul
- Spannungsmessgerät
- Strommessgerät
- Kabel
- Schläuche
- Destilliertes Wasser
- Gasspeicher (gefüllt),
alternativ H₂Storage

Durchführung

1. Baue den Versuch entsprechend der Versuchsanordnung auf. Der Gasspeicher muss vor dem Versuch gefüllt werden. Hinweise hierzu findest du im Experiment „Eigenschaften eines Elektrolyseurs“ oder auf Seite 8. Alternativ kann statt den Gasspeichern ein H₂-Storage verwendet werden.
2. Stelle das Potentiometer zunächst auf den maximalen Widerstand, indem du beide Regler auf das Maximum drehst.
3. Spüle die Brennstoffzelle vor dem Gebrauch kurz mit Wasserstoff. Hinweise dazu findest du auf Seite 10.
4. Gib Dir anschließend sinnvolle Werte für die Spannung vor und miss für diese jeweils die Stromstärke! Verändere dazu zuerst den 1kΩ-Widerstand und zur Feineinstellung den 100Ω-Widerstand!
5. Trage alle Messwerte in die Messwerttabelle ein.

Messwerte

U in V	I in mA	P in mW



3.2 Kennlinie der PEM Brennstoffzelle

Auswertung

1. Berechne für die jeweiligen Strom- und Spannungswerte die Leistung und trage deine Ergebnisse in die Tabelle ein.
2. Trage die Wertepaare in die zugehörigen Diagramme ein.
3. Beschreibe den Verlauf der U-I-Kennlinie und des P-I-Diagramms.
4. Welcher Bereich der Kennlinie sollte für den Betrieb eines Verbrauchers genutzt werden? Begründe deine Antwort.
5. Wie kann das Absinken der Spannung mit höherer Stromstärke begründet werden?

Diagramme



Auswertung

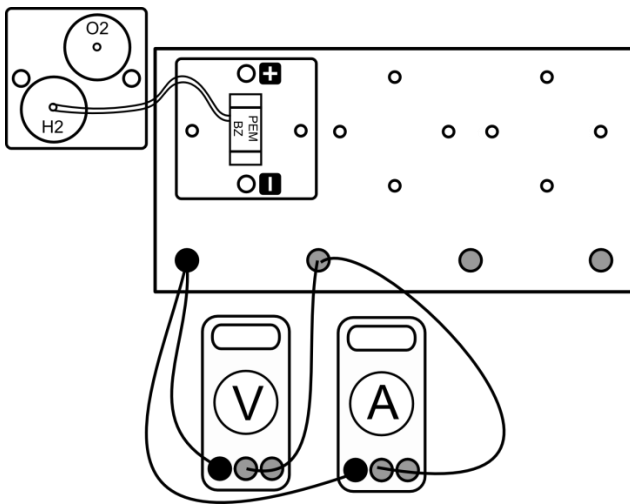
3.

3.3 FARADAY- und Energiewirkungsgrad der PEM-Brennstoffzelle

Aufgabe

Bestimme FARADAY- und Energiewirkungsgrad einer PEM-Brennstoffzelle.

Aufbau



Benötigte Geräte

- Grundeinheit
- PEM-Brennstoffzellenmodul
- Gasspeichermodul (gefüllt)
- Potentiometermodul
- Spannungsmessgerät
- Strommessgerät
- Kabel
- Schläuche
- Destilliertes Wasser

Durchführung

1. Baue den Versuch entsprechend der Versuchsanordnung auf. Der Gasspeicher muss vor dem Versuch gefüllt werden. Hinweise hierzu findest du im Experiment „Eigenschaften eines Elektrolyseurs“ oder auf Seite 8.
2. Spüle die Brennstoffzelle kurz mit Wasserstoff. Hinweise dazu findest du auf Seite 10.
3. Miss das Wasserstoffvolumen im Gasspeicher zu Beginn des Versuchs und nach 5min. Notiere dir den Wert des in dieser Zeit verbrauchten Wasserstoffs.
4. Miss Stromstärke und Spannung an der Brennstoffzelle nach 5min.

Messswerte

$t = 5\text{min}$

$U = \underline{\hspace{2cm}}$

$I = \underline{\hspace{2cm}}$

$V = \underline{\hspace{2cm}}$

Auswertung

1. Berechne den FARADAY-Wirkungsgrad der PEM-Brennstoffzelle.
2. Wodurch wird der FARADAY-Wirkungsgrad der Brennstoffzelle beeinflusst?
3. Berechne den Energiewirkungsgrad der PEM-Brennstoffzelle.

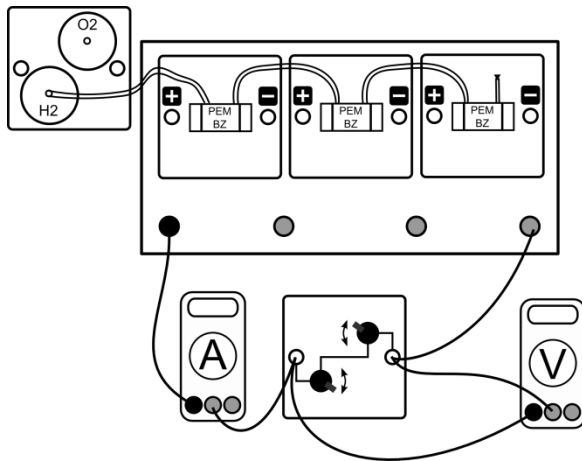
3.4 Reihen- und Parallelschaltung von PEM-Brennstoffzellen

Aufgabe

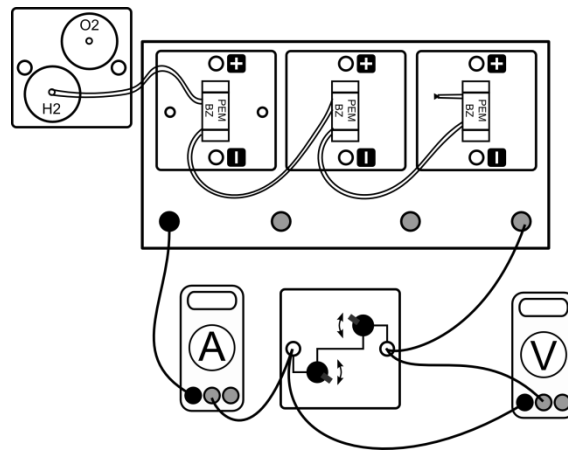
Vergleiche die Kennlinien einer Reihen- und Parallelschaltung von Brennstoffzellen.

Aufbau

a) Reihenschaltung



b) Parallelschaltung



Benötigte Geräte

- Grundeinheit
- 3x PEM-Brennstoffzellenmodul
- Gasspeichermodul (gefüllt), alternativ H₂-Storage
- Potentiometermodul
- Spannungsmessgerät
- Strommessgerät
- Kabel
- Schläuche
- Destilliertes Wasser
-

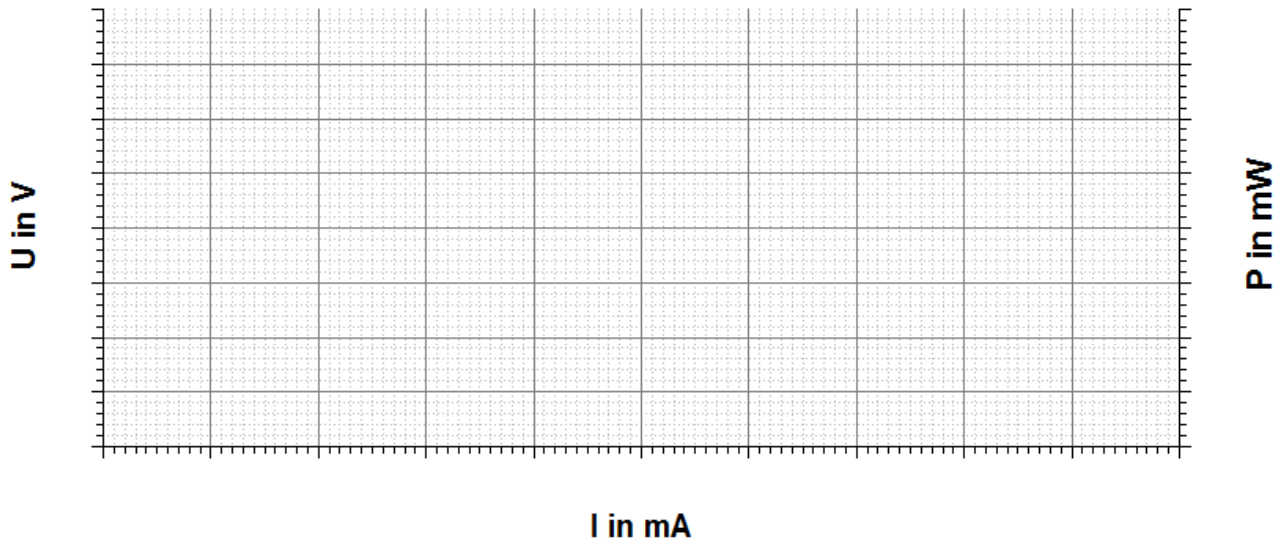
Durchführung

1. Baue den Versuch entsprechend der Versuchsanordnung auf. Beginne mit der Reihenschaltung der drei Brennstoffzellen. Der Gasspeicher muss vor dem Versuch gefüllt werden. Hinweise hierzu findest du im Experiment „Eigenschaften eines Elektrolyseurs“ oder auf Seite 8.
2. Stelle das Potentiometer zunächst auf den minimalen Widerstand, indem du beide Regler auf das Maximum drehst.
3. Spüle die Brennstoffzellen kurz mit Wasserstoff. Hinweise dazu findest du auf Seite 10.
4. Gib Dir anschließend sinnvolle Werte für die Spannung vor und miss für diese jeweils die Stromstärke! Verändere dazu zuerst den 1kΩ-Widerstand und zur Feineinstellung den 100Ω-Widerstand!
5. Trage alle Messwerte in die Messwerttabelle ein.
6. Wiederhole den Versuch für eine Parallelschaltung von drei Brennstoffzellen (Aufbau siehe Skizze).

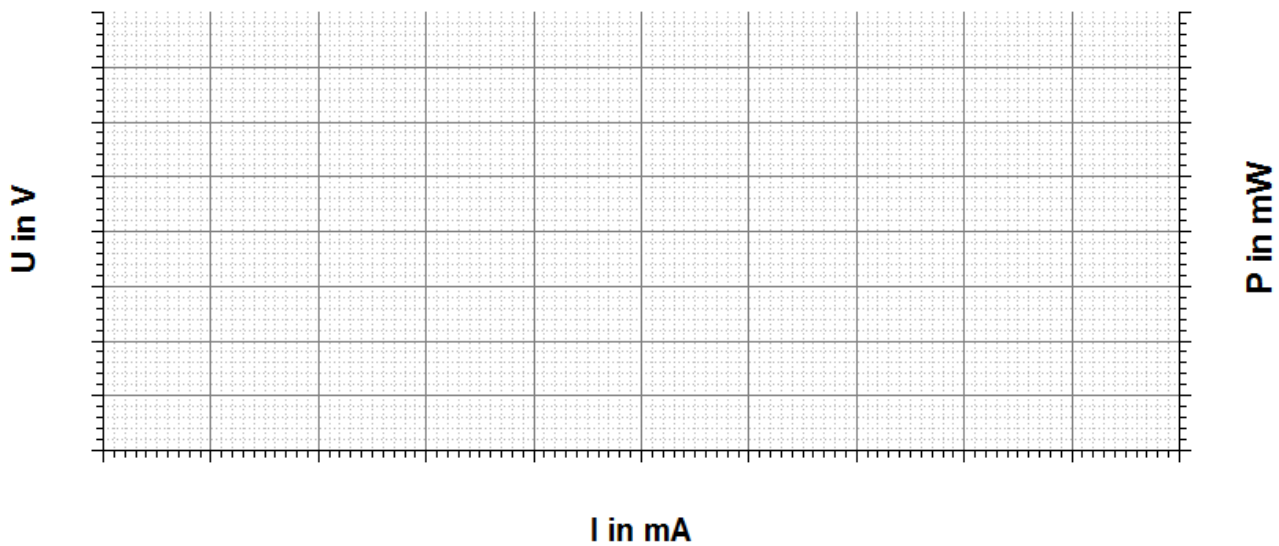
3.4 Reihen- und Parallelschaltung von PEM-Brennstoffzellen

Diagramme

a) Reihenschaltung



b) Parallelschaltung



Auswertung

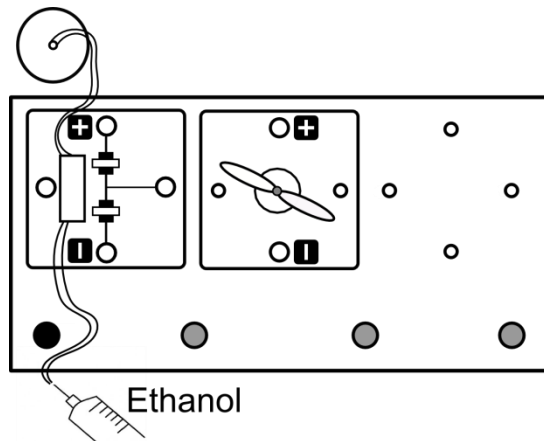
3.

4.1 Funktionsweise einer Ethanol-Brennstoffzelle

Aufgabe

Untersuche die Funktionsweise einer Ethanol-Brennstoffzelle.

Aufbau



Benötigte Geräte

- Grundeinheit
- Ethanol-Brennstoffzelle
- Motormodul
- Schläuche
- Becherglas
- Spritze
- Ethanol

Durchführung

1. Baue den Versuch entsprechend der Versuchsanordnung auf.
2. Leite durch die zwei Schläuche und die Spritze Ethanol in die Brennstoffzelle. Notiere deine Beobachtungen.
3. Wenn der Motor angelaufen ist, halte die Spritze fest in der Hand, so dass sich die Flüssigkeit erwärmen kann und zieh den Ethanol erneut durch die Brennstoffzelle. Notiere weitere Beobachtungen.

Auswertung

1. Welcher Geruch ist an der Brennstoffzelle wahrzunehmen?
2. Welche Reaktionen laufen ab? Erkläre das Prinzip dieses Reaktionstyps.

Beobachtungen



4.1 Funktionsweise einer Ethanol-Brennstoffzelle

Auswertung

1.

2.

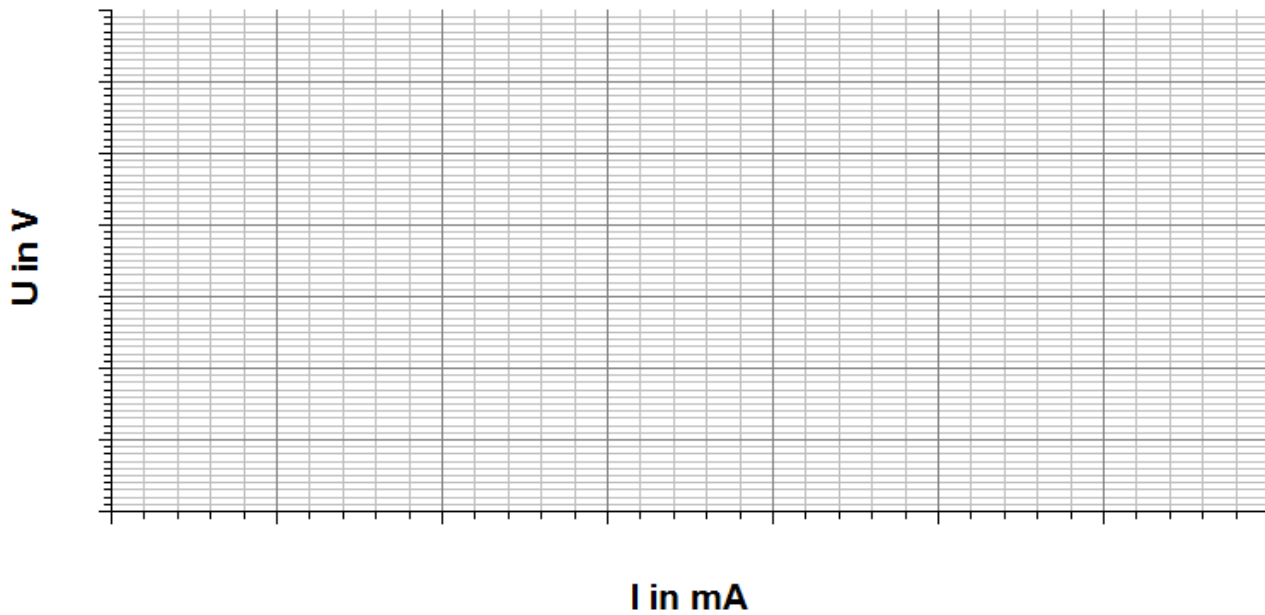


4.2 Kennlinie einer Ethanol-Brennstoffzelle

Auswertung

1. Zeichne deine Messwerte in das zugehörige Diagramm.
2. Wodurch kommt es zu Schwankungen bei den Messwerten?

Diagramm



Auswertung

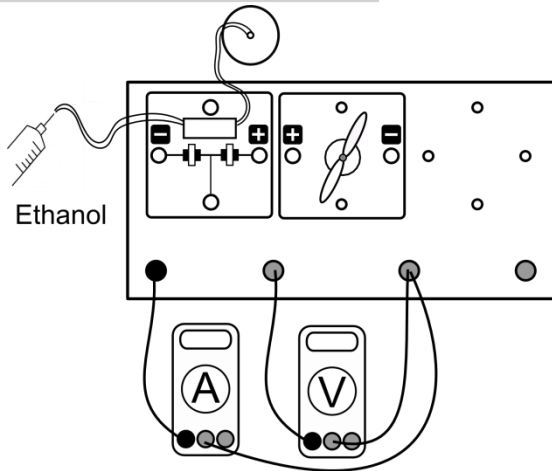
2.

4.3 Temperaturabhängigkeit der Leistung einer Ethanol-Brennstoffzelle

Aufgabe

Untersuche den Sachverhalt, dass der Motor bei höheren Temperaturen schneller läuft.

Aufbau



Benötigte Geräte

- Grundeinheit
- Ethanolbrennstoffzelle
- Motormodul
- 2 Schläuche
- Ethanol-Lösung (15%)
- Strommessgerät
- Spannungsmessgerät
- Becherglas

Durchführung

1. Baue den Versuch nach obiger Versuchsanordnung auf.
2. Leite durch die zwei Schläuche und die Spritze Ethanol in die Brennstoffzelle.
3. Miss zunächst Spannung und Stromstärke bei Raumtemperatur. Notiere die Messwerte und die Motorbewegung in der Tabelle.
4. Um höhere, bzw. niedrigere Temperaturen zu erhalten, fülle die 15%ige Ethanol-Lösung in ein Reagenzglas und kühle bzw. erwärme dieses, indem du in ein Becherglas eine Mischung aus Eis und Wasser bzw. heißes Leitungswasser füllst.
5. Miss für jede Temperatur Spannung und Stromstärke. Notiere alle Werte in der Tabelle.

Messwerte

T in °C	Motorbewegung	U in mV	I in mA	P in mW

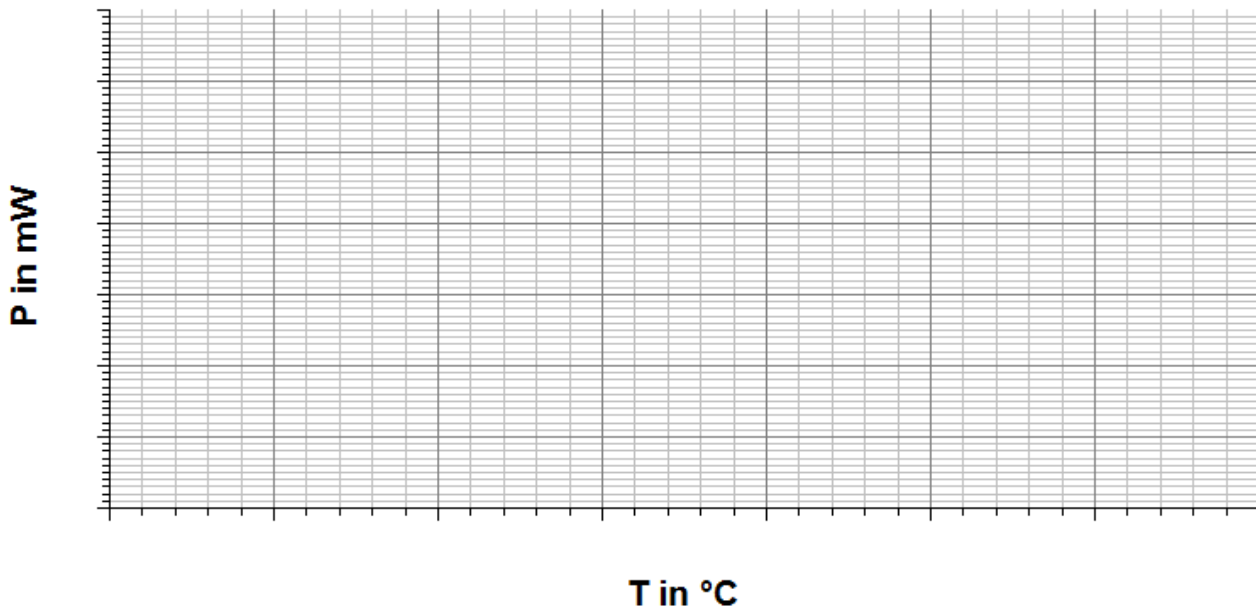


4.3 Temperaturabhängigkeit der Leistung einer Ethanol-Brennstoffzelle

Auswertung

1. Berechne die jeweilige Leistung der Brennstoffzelle und trage deine Werte in die Tabelle ein.
2. Stelle die Leistung in Abhängigkeit von der Temperatur grafisch dar.
3. Was kann aus dem Diagramm abgelesen werden? Gibt es eine Temperatur bei der die Leistung ein Maximum erreicht? Ab welcher Temperatur beginnt der Motor zu arbeiten?

Diagramm



Auswertung

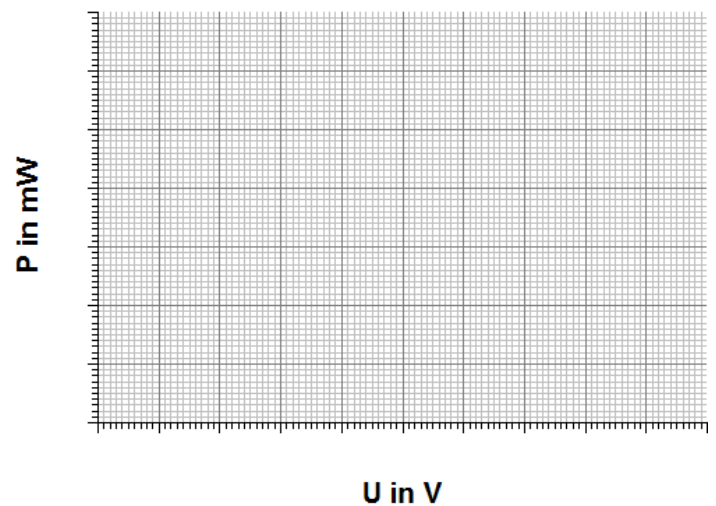
3.

4.4 Konzentrationsabhängigkeit der Leistung einer Ethanol-Brennstoffzelle

Auswertung

1. Berechne für alle Messpunkte die Leistung der Brennstoffzelle und trage deine Werte in die Tabelle ein.
2. Trage deine Messwerte in die abgebildeten Diagramme ein
3. Was können die Kurven interpretiert werden?

Diagramme



Auswertung

3.

leXsolar GmbH
Strehleener Straße 12-14
01069 Dresden / Germany

Telefon: +49 (0) 351 - 47 96 56 0
Fax: +49 (0) 351 - 47 96 56 - 111
E-Mail: info@lexsolar.de
Web: www.lexsolar.de