

5 ANHANG

5.1 Anhang I: Arbeitsskriptum

1. Elektrolyse

Elektrischer Strom ist ein Fluss von elektrischer Ladung. In Metallen sind Elektronen die Träger des elektrischen Stromes, man spricht von metallischen Leitern. In Metallen hält sich eine bewegliche Wolke von Elektronen, das Elektronengas, zwischen den weitgehend fixen Positionen von positiven Metall-Ionen (Rumpfatomen) auf.

Wird an einem Ende des Metalldrahtes eine bestimmte Anzahl an Elektronen hineingedrückt, so schieben diese die Elektronen im Draht vor sich her und am anderen Ende des Drahtes tritt dieselbe Anzahl an Elektronen aus.

Bei Elektrolyten verhält es sich ähnlich. Hierbei wird der Stromfluss von Ionen getragen. Die elektrolytische Leitung erfolgt deshalb in erster Linie in Lösungen von Elektrolyten. Dabei treten stets Veränderungen der beteiligten Ionen auf. Diese Veränderung bezeichnet man als Elektrolyse.

2. Die Elektrolyse von Wasser

Als Beispiel für die Elektrolyse betrachten wir die Elektrolyse von Wasser (H_2O).



Dabei werden die Elektronen die sich an der Kathode befinden von den H^+ Ionen (Kationen) aufgenommen und es bildet sich Wasserstoffgas (H_2). Das übrig gebliebene Sauerstoffanion (O^{2-}) gibt an der Anode zwei Elektronen ab und es bildet sich Sauerstoffgas (O_2). Die beiden entstandenen Gase steigen als Gasbläschen an die Wasseroberfläche. Somit werden indirekt Elektronen von der Kathode zur Anode geleitet und der Stromkreis wird geschlossen.

Die Abgabe von Elektronen wird als **Oxidation** bezeichnet.

Die Aufnahme von Elektronen wird als **Reduktion** bezeichnet.

An der Anode findet somit die **Oxidation** statt.



An der Kathode findet die **Reduktion** statt.

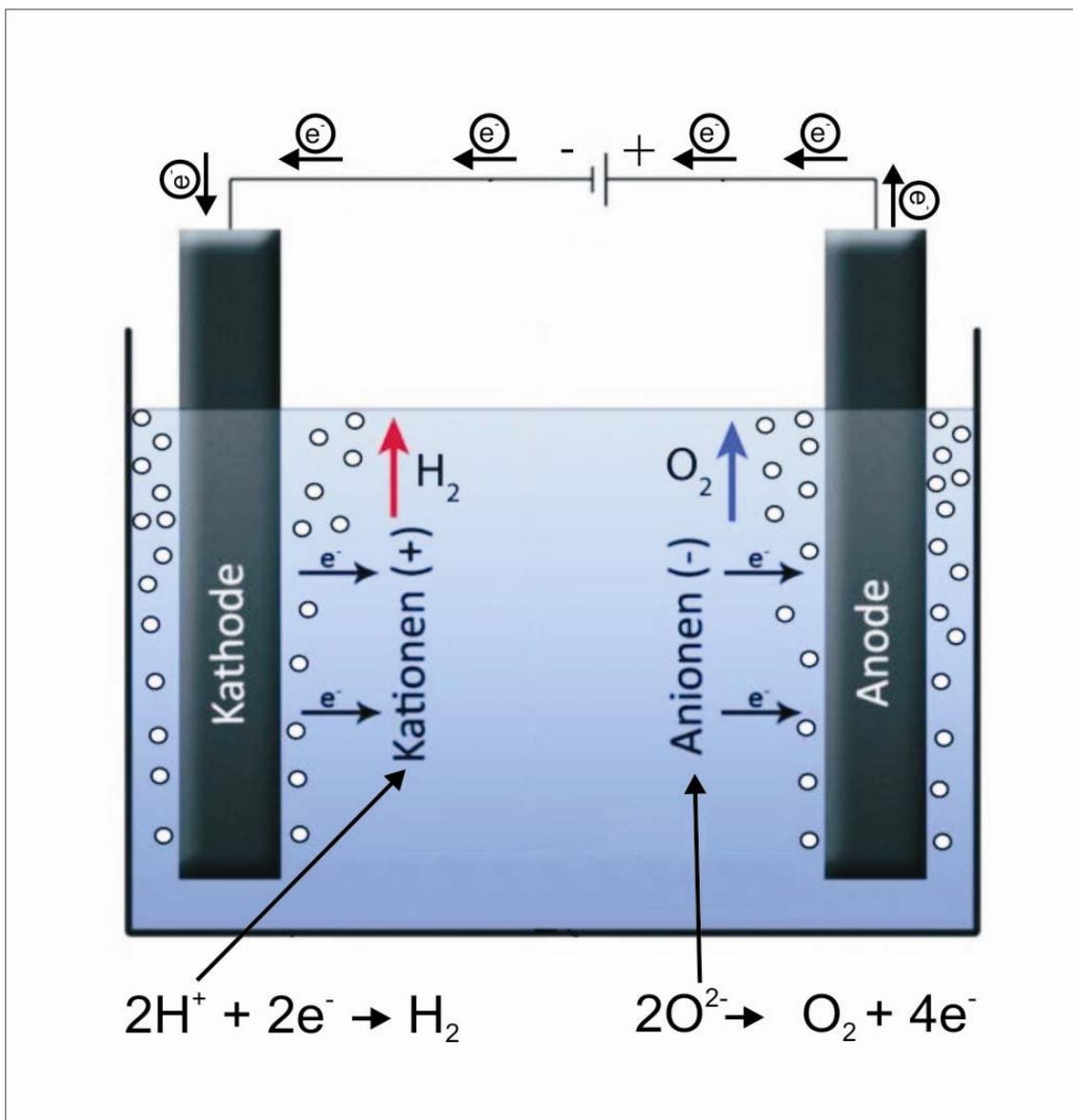


Abbildung 6 Elektrolyse von Wasser

Wenn man mit Hilfe von elektrischem Strom Wasser in seine Bestandteile zerlegen kann, so muss dieser Vorgang auch umkehrbar sein. Dies dachte sich Christian Friedrich Schönbein bereits 1838 und entwickelte das Prinzip der Brennstoffzelle.

3. Die Brennstoffzelle

Brennstoffzellen sind galvanische Elemente in denen aus gasförmigem Wasserstoff und Sauerstoff Wasser entsteht. Dabei fließt elektrischer Strom. Somit kann man die Brennstoffzelle als Stromquelle verwenden.

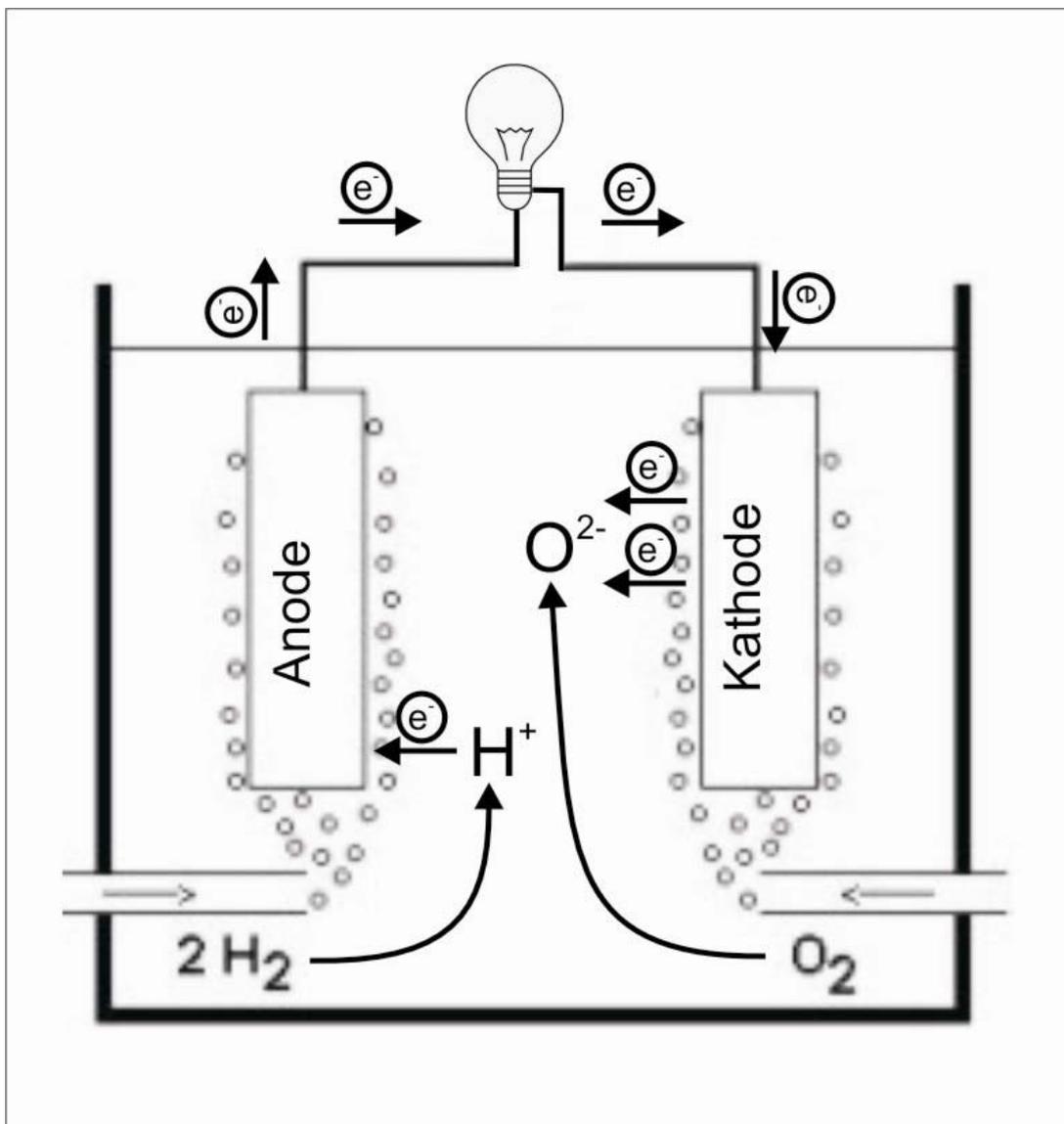


Abbildung 7 Brennstoffzelle

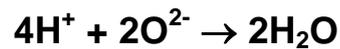
Das eingesetzte Wasserstoffgas gibt an der Anode dabei zwei Elektronen ab und wird zum H^+ Ion.



Der Sauerstoff nimmt von der Kathode zwei Elektronen auf und wird zum O^{2-} Ion

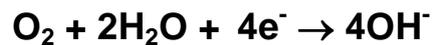
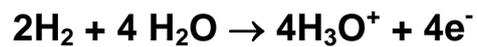


Die entstandenen H^+ - und O^{2-} - Ion reagieren zu Wassermolekülen.



Somit ist der Stromkreis wieder geschlossen.

Die vollständige Reaktionsgleichung sieht folgendermaßen aus:



5.2 Anhang II: Arbeitsanleitung Brennstoffzellenauto

1. Füllen der Apparatur mit destilliertem Wasser

1. Setzen Sie die beiden Zylinder mit der Aufschrift H_2 (schwarz) und O_2 (rot) in die vorgesehenen Positionen auf der Bodenplatte. Achten Sie darauf, dass die glockenförmigen Innenteile in den Zylindern gut festsitzen und dass die Schläuche auf den Glocken fest sitzen.
2. Setzen Sie die Brennstoffzelle in die vorgesehene Position auf der Bodenplatte.
3. Verbinden Sie den Schlauch aus dem O_2 -Zylinder mit dem unteren Zapfen der Brennstoffzelle (siehe Abb. 1).
4. Verbinden Sie den kurzen Schlauch (ca. 4 cm, mit den roten Stoppel) mit dem oberen Zapfen der Brennstoffzelle (O_2 -Seite).
5. Wiederholen Sie dies mit den Schläuchen auf der H_2 -Seite.
6. Befüllen Sie beide Zylinder mit destilliertem Wasser (H_2O) bis zur Nullmarke.
7. Befüllen Sie die Spritze mit 4 ml destilliertem Wasser.
8. Lösen Sie den roten Stoppel vom kurzen Schlauch und verbinden Sie das Schlauchende mit der Spritze (siehe Abb. 2).
9. Füllen Sie das destillierte Wasser aus der Spritze langsam in die Brennstoffzelle.
10. Lösen Sie die Spritze vom Schlauch und verschließen Sie das Schlauchende mit dem roten Stoppel.

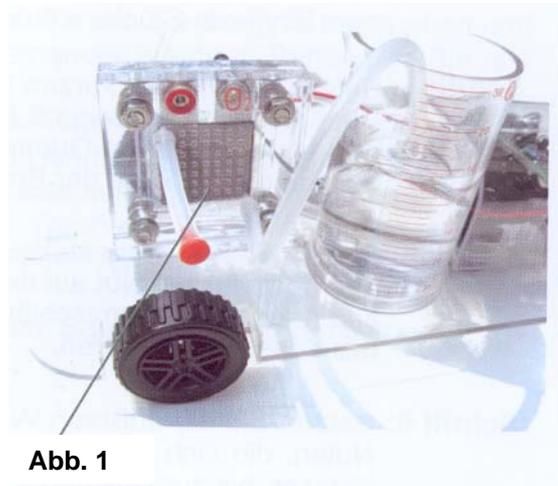


Abb. 1

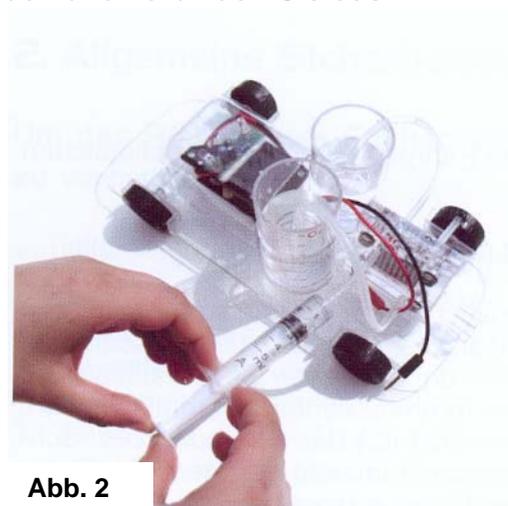


Abb. 2

2. Elektrolyse von Wasser

1. Legen Sie zwei Batterien 1,5 V in das Batteriepack. Achten Sie darauf, dass der Schiebeschalter auf OFF steht.
2. Verbinden Sie das rote Kabel des Batteriepacks mit der O₂-Seite der Brennstoffzelle. (Stecken sie den roten Stecker in die rote Buchse - siehe Abb. 3)
3. Verbinden Sie das schwarze Kabel des Batteriepacks mit der H₂ Seite der Brennstoffzelle (Stecken sie den schwarzen Stecker in die schwarze Buchse) (siehe Abb. 3)
4. Schalten Sie das Batteriepack ein, indem Sie den Schiebeschalter auf ON stellen.

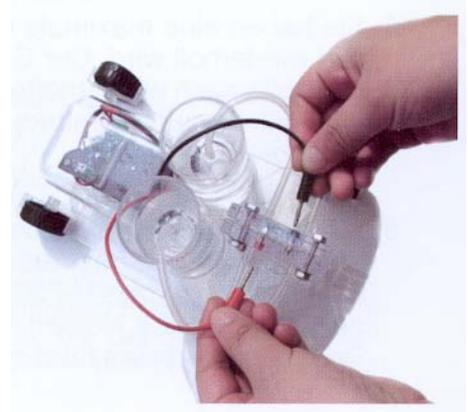


Abb. 3

5. Beobachten Sie die Gasentwicklung in den beiden Zylindern und achten Sie darauf, dass Sie den Vorgang stoppen (Schiebeschalter am Batteriepack auf OFF stellen), ehe das Gasvolumen den unteren Rand der Gasglocke erreicht hat.
6. Lesen Sie das Volumen mit Hilfe der Skala auf den Zylinder ab.

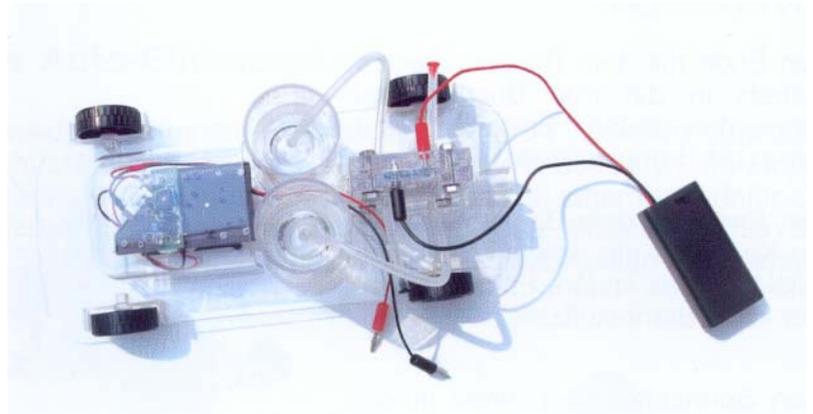


Abb. 4

7. Bei guten Lichtverhältnissen ist es möglich anstatt des Batteriepacks auch das Solarpanel zu verwenden (siehe Abb. 5).
8. Lösen Sie die Stecker (rot und schwarz) von der Brennstoffzelle.

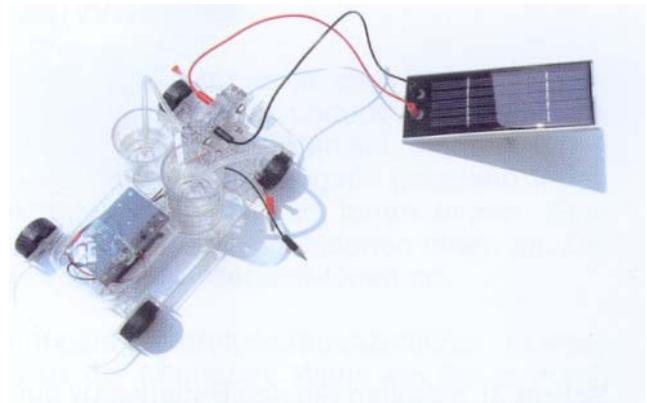


Abb. 5

3. Betrieb der Brennstoffzelle

1. Legen Sie das Batteriepack unter die Vorderräder des Autos
2. Verbinden Sie das rote Kabel des Autos mit der O₂-Seite der Brennstoffzelle (Stecken sie den roten Stecker in die rote Buchse) (siehe Abb. 6)
3. Verbinden Sie das schwarze Kabel des Autos mit der H₂-Seite der Brennstoffzelle (Stecken Sie den schwarzen Stecker in die schwarze Buchse).
4. Beobachten Sie, ob die Leuchtdioden auf der Oberseite des Autos leuchten.
5. Stoppen Sie die Zeit, wie lange das Auto fährt.
6. Notieren Sie in einer Tabelle das Wasserstoffvolumen, das Sauerstoffvolumen und die Laufzeit des Autos.
7. Nach Abschluss der Versuche leeren Sie bitte das Wasser aus der Versuchsanordnung. Bitte geben Sie die Brennstoffzelle unbedingt wieder in die Plastiktasche.

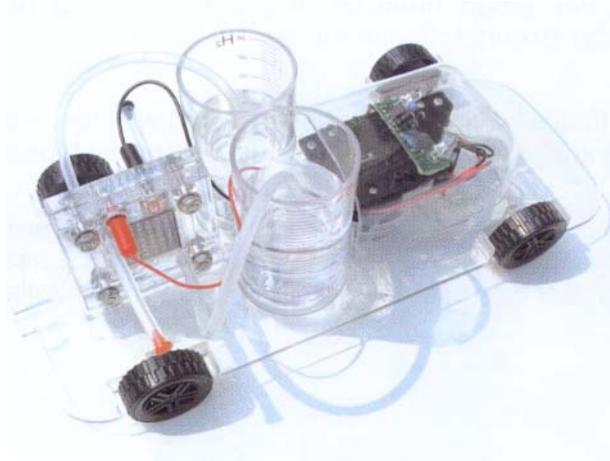


Abb. 6

5.3 Anhang III: Protokoll Brennstoffzellenexperiment

| | |
|----------------------|--|
| durchgeführt am: | |
| Ort: | |
| Beteiligte Personen: | |
| | |
| | |
| | |

1. Fragestellungen

- 1) Was versteht man unter Elektrolyse?
- 2) Was ist zur Elektrolyse von Wasser nötig?
- 3) Was geschieht bei der Elektrolyse von Wasser?
- 4) Ist die Elektrolyse von Wasser mit einer Brennstoffzelle möglich?
- 5) Ist es möglich den Vorgang der Elektrolyse umzukehren?
- 6) Was versteht man unter Brennstoffzellen?
- 7) Wozu werden Brennstoffzellen verwendet?
- 8) Aus welchen Teilen besteht eine Brennstoffzelle?
- 9) Was geschieht in einer Brennstoffzelle?

2. Theoretische Grundlagen und/ oder Hypothesenbildung: Was vermute ich, wird passieren?

3. Benötigte Ressourcen

- Arbeitsanleitung Brennstoffzelle
- Experimentierset Brennstoffzellenauto
- 250 ml Flasche mit destilliertem Wasser
- 2 Batterien 1,5 V AA

4. Zeichnung des Aufbaus des Experimentes und schriftliche Darstellung (Beschreibung) der Versuchsanordnungen

- 5. Beobachtungen und/ oder Messwerte: Alle Beobachtungen werden in der richtigen Reihenfolge (chronologisch) genau beschrieben. Sie werden noch nicht gedeutet. Messwerte werden übersichtlich mit Einheiten angegeben.**
- 6. Auswertung: Die Beobachtungen werden gedeutet. Überprüfen Sie Ihre eingangs festgehaltenen Hypothesen.**
- 7. Evaluation und Zusammenfassung: Hat sich Ihr Wissensstand durch das Experiment verändert? Wenn ja, wie? Wenn nein, warum nicht?**
- 8. Halten Sie fest, welcher Fachwortschatz (nicht in Ihrem Alltag gebräuchliche Wörter) notwendig ist, um das durchgeführte Experiment, die beobachteten Vorgänge, ... beschreiben zu können. Welche Begriffe sind immer noch unklar? Führen Sie auch diese an.**

| | |
|-------------------------------|--|
| Fragestellung bearbeitet von: | |
|-------------------------------|--|