

# Richtiges Bilanzieren



Ralph Schelle

---

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	5
2	Versuchsdurchführung .....	5
2.1	Datenblatt Fahrzeug mit reversibler PEM-Brennstoffzelle .....	6
2.2	Datenblatt Fahrzeug mit Kondensator .....	7
2.3	Datenblatt Fahrzeug mit Druckluftmotor und Druckluftspeicher .....	9



## **1 Einleitung**

Zur Beurteilung von Energie erzeugenden oder Energie wandelnden Anlagen sind Bilanzierungen hilfreich. Oft liegen in der Praxis jedoch nur unzureichende Unterlagen und Messvorrichtungen zur Verfügung.

Aufgabe des Untersuchenden ist es, mit eingeschränkten Mitteln zu einem wissenschaftlich belastbaren Ergebnis zu kommen.

## **2 Versuchsdurchführung**

Im Versuch werden 3 Modellautos zur Verfügung gestellt. Angetrieben werden diese durch

1. PEM Brennstoffzelle
2. Kondensator Typ Gold-Cap
3. Druckluft

### **Aufgabe:**

- Jedes Fahrzeug muss eine ebene Strecke von 0,8 m zurücklegen.
- Der Energiebedarf des Fahrzeuges (in Wh) muss hierbei ermittelt werden.

## 2.1 Fahrzeug mit reversibler PEM-Brennstoffzelle

Das mittels Elektromotor betriebene Fahrzeug trägt eine reversible Brennstoffzelle. Diese kann sowohl als Elektrolysemodul als auch als Brennstoffzelle verwendet werden.

Laden:

- Füllen Sie beide Kunststoffbehälter bis zur oberen Markierung mit destilliertem Wasser
- Öffnen Sie die oberen Verschlusskappen an der PEM-Zelle. Nun strömt Wasser in die Zelle. Setzen Sie die Verschlusskappen wieder auf, wenn die Luft in der Brennstoffzelle verdrängt ist.
- Betreiben Sie die Zelle als Elektrolyseur: Hierzu muss diese mit einem Netzteil betrieben werden.
  - Maximale Spannung: 4V
  - Ladedauer und Intensität (Strom) gemäß eigener Entscheidung
- Netzteilzuleitungen nach erfolgter Ladung entfernen. Betreiben Sie die Zelle nun als Brennstoffzelle. Das Fahrzeug fährt, wenn sich eine ausreichende Menge an Gas im Vorratsbehälter befindet und wenn der elektrische Antriebsmotor mittels eines Kippschalters am Heck des Fahrzeuges eingeschaltet wurde.

**Anforderung:** Fahrzeug muss eine Strecke von 0,8m zurücklegen; Ermittlung des hierfür notwendigen Energiebedarfes (Wh).

Bilanzieren Sie den Energiebedarf **wissenschaftlich korrekt**.

**Messgeräte:** Zollstab, Netzteil, Stoppuhr, Multimeter, Leistungsmessgerät

**Formeln:**

Leistung = Spannung • Strom

$$P = U \cdot I$$

Elektrische Arbeit = Spannung • Strom • Zeit

$$W = U \cdot I \cdot t$$

## 2.2 Datenblatt Fahrzeug mit Kondensator

Das mittels Elektromotor betriebene Fahrzeug ist mit einem Kondensator des Typs „Gold-Cap“ ausgestattet. Es verfügt über eine Ladeschutzschaltung und eine Vorrichtung, mit dessen Hilfe der Kondensator schnell entladen werden kann.

Die Kapazität des Kondensators beträgt 100 F (Farad).

Laden:

- Der Kondensator kann geladen werden, indem ein Netzteil polrichtig mit den Buchsen des Ladeeingangs verbunden wird. Die maximale Eingangsspannung darf 2,5V betragen. Zu hohe Spannung führt zu einer Explosion des Kondensators.
  - Die Spannung des zur Verfügung gestellten Netzteils kann von 0...2.5V justiert werden.
  - Der Maximalstrom des Netzteils kann von 0...3A justiert werden. Zur Einstellung des Maximalstromes Netzteil kurzschließen (Leitung zwischen + und -). Regulierung mittels des Strom-Potentiometers.
- Ladedauer und Intensität gemäß eigener Entscheidung
- Der Kondensator kann auch durch das Einschalten eines Lastwiderstandes gezielt wieder entladen werden
- Die Spannung am Kondensator entspricht NICHT der Spannung am Ladeingang. Die Spannung am Kondensator kann an speziellen Buchsen gemessen werden.



**Abb. 1: Kondensator und Ladebuchsen**



**Abb. 2: Schalter zum Entladen des Kondensators**



**Abb. 3: Buchsen zur Überprüfung der Kondensatorspannung**

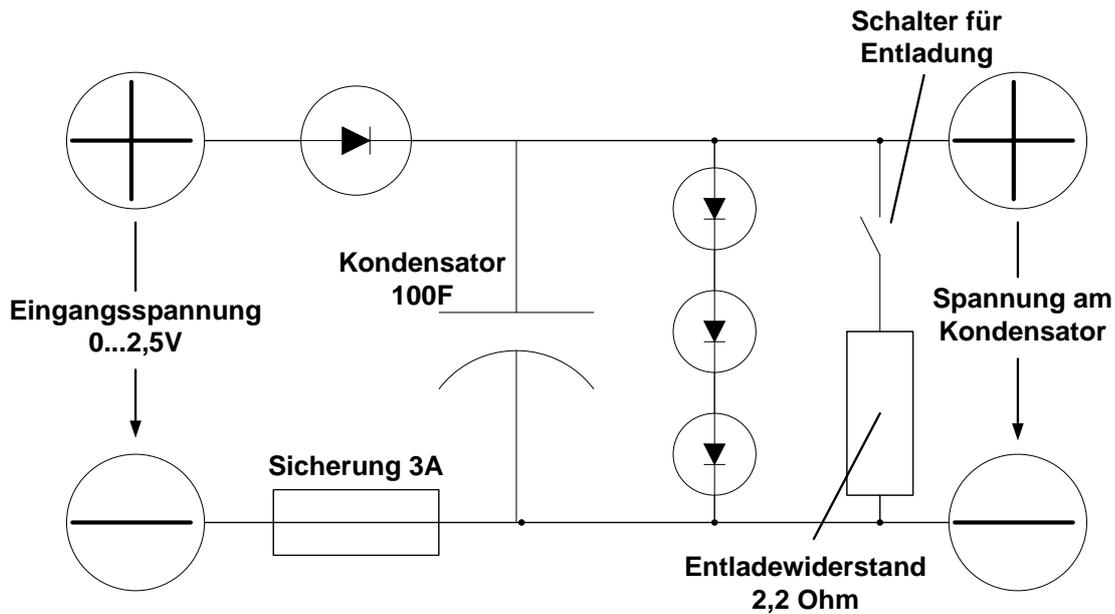


Abb. 4: Innenschaltbild der Lade/Entladeschaltung

**Anforderung:** Fahrzeug muss eine Strecke von 0,8m zurücklegen; Ermittlung des Energiebedarfes (Wh).

Bilanzieren Sie den Energiebedarf **wissenschaftlich korrekt**.

**Messgeräte:** Zollstab, Netzteil, Multimeter, Leistungsmessgerät, Stoppuhr

**Formeln:**

Leistung (Watt) = Spannung • Strom

$$P = U \cdot I$$

Elektrische Arbeit (in Wh) = Spannung • Strom • Zeit

$$W = U \cdot I \cdot t$$

Elektrische Kapazität (C) wird in Farad gemessen; 1 Farad entspricht 1 As/ 1 V

## 2.3 Datenblatt Fahrzeug mit Druckluftmotor und Druckluftspeicher

Das mittels Druckluftmotormotor betriebene Fahrzeug trägt einen Druckluftspeicher.

Laden:

- Schwarzer Hahn, befindlich in der spiralförmigen Kompressorleitung, muss geschlossen sein (Hahn steht quer)
- Kompressor einschalten.
  - Der Druck des Speichers wird angezeigt (linkes Druckmessgerät).
  - Die Höhe des Drucks im Kompressorspeicher wird durch die Bediener eigenhändig festgelegt. Bei Erreichen des gewünschten Drucks (siehe Druckanzeige links) Kompressor abschalten.
  - Wird der Kompressor nicht manuell abgeschaltet, so schaltet dieser bei 8 bar automatisch aus.
  - Der Druck in der abgehenden Druckluftleitung (=Leitung für Verbraucher) kann mittels eines Drehrades über der rechten Druckanzeige justiert werden.
- Spiralförmige Kompressorleitung mit Druckluftspeicher am Fahrzeug verbinden.
  - Der schwarze Hahn am Druckluftmotor (siehe Abb. 8) muss hierzu geschlossen werden; Hahn muss querstehen
  - Schwarzen Hahn in der spiralförmigen Leitung (siehe Abb. 5) öffnen. Nun wird der Druckluftspeicher am Fahrzeug geladen.
  - Nach Ladevorgang (keine Druckluftgeräusche mehr hörbar) schwarzen Hahn in der spiralförmigen Leitung (siehe Abb. 5) schließen.
  - Spiralförmige Druckluftleitung vom Druckluftspeicher am Fahrzeug trennen
  - Das Fahrzeug ist nun einsatzbereit



**Abb. 5: Absperrhahn**



**Abb. 6: Druckluftanzeigen**  
**Links: Druck im Speicher**  
**Rechts: Druck in der abgehenden Leitung**



**Abb. 7: Drehknopf zum Justieren des Drucks in der abgehenden Leitung**



**Abb. 8: Absperrhahn vor dem Druckluftmotor**

- Durch Öffnen des Hahns am Druckluftmotor (siehe Abb. 8) startet das Fahrzeug.

**Anforderung:**

Fahrzeug muss eine Strecke von 0,8m zurücklegen; Ermittlung des Energiebedarfes (Wh).

Bilanzieren Sie den Energiebedarf **wissenschaftlich korrekt**.

**Messgeräte:** Zollstab, Druckluftanzeigen, Leistungsmessgerät