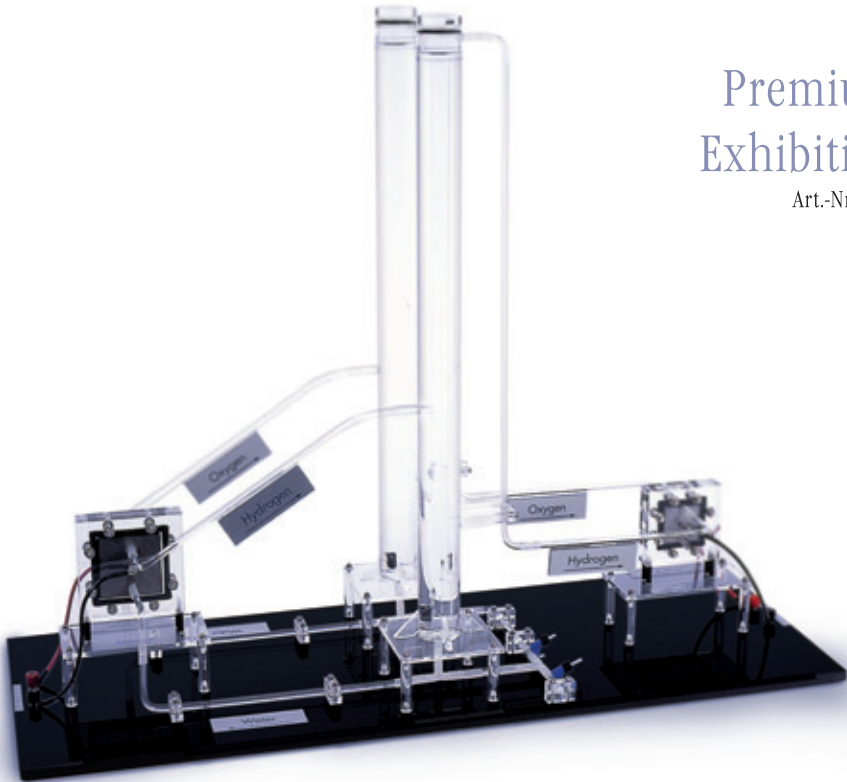


# Bedienungsanleitung



Premium  
Exhibition

Art.-Nr. 1908



# Brennstoffzelle



# Inhalt

---

Einleitung	4
Bestimmungsgemäße Verwendung	5
Allgemeine Sicherheitshinweise	6
Geräte und Material	8
Funktion des Premium Exhibition	9
Inbetriebnahme	10
Demonstrationsbetrieb	11
Technische Daten	13
Fehlerquellen	14
Wartung	14

---

---

h-tec  
Wasserstoff-Energie-Systeme GmbH

Lindenstrasse 48a  
23558 Lübeck

Telefon	+49 (0) 451-49 89 5-0
Telefax	+49 (0) 451-49 89 5-15
e-mail	info@h-tec.com
website	www.h-tec.com

---

Schwindende Ressourcen, eine steigende Umweltbelastung und ein stetig wachsender Energiebedarf führen derzeit zu einem Umdenken in der Energiewirtschaft. Automobilindustrie und Mineralölkonzerne investieren verstärkt in die Wasserstofftechnologie, denn sie kann einen Ausweg bieten: Ihr Einsatz ermöglicht eine effiziente Energieversorgung bei größtmöglicher Schonung aller natürlichen Ressourcen.

Besonders für Jugendliche ist es wichtig, diese Technologie jetzt kennenzulernen, denn sie werden voraussichtlich den größten Teil ihres Lebens mit ihr verbringen. Das Premium Exhibition bietet auf einfache Art und Weise die Möglichkeit, die Funktionsweise der Brennstoffzelle Schritt für Schritt zu veranschaulichen.

Das Premium Exhibition entspricht dem neuesten Stand der Technik. Die Anlage arbeitet in allen Betriebsarten konsequent umweltfreundlich, denn zur Erzeugung von Strom sind lediglich Wasserstoff und Sauerstoff bzw. Umgebungsluft notwendig. Als Nebenprodukt entsteht Wasser.

Im Folgenden sind alle zur Inbetriebnahme und zum Betrieb des Premium Exhibition notwendigen Arbeitsschritte dokumentiert.

**Lesen Sie bitte vor Inbetriebnahme des Gerätes die Bedienungsanleitung sorgfältig durch.**

Lehrreiche Stunden mit dem Premium Exhibition wünscht Ihnen Ihre

h-tec  
Wasserstoff-Energie-Systeme GmbH

## Bestimmungsgemäße Verwendung

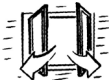


Mit dem Premium Exhibition lässt sich die Funktionsweise von PEM-Brennstoffzellen (PEM = Proton Exchange Membrane = Protonen-Austausch-Membran) und PEM-Elektrolyseuren demonstrieren und messtechnisch erfassen. Die Anlage ist ausschließlich für Lehr- und Demonstrationszwecke entwickelt worden.

**Jede andere Verwendung ist unzulässig!**

Zum Betrieb des Premium Exhibition wird deionisiertes Wasser benötigt. Dieses Wasser wird in Wasserstoff und Sauerstoff zersetzt. Bei unsachgemäßer Handhabung stellen diese Gase eine Gefahrenquelle dar.

Um Gefahren vorzubeugen, beachten Sie bei Ihren Arbeiten mit dem Premium Exhibition **unbedingt** die Allgemeinen Sicherheitshinweise.

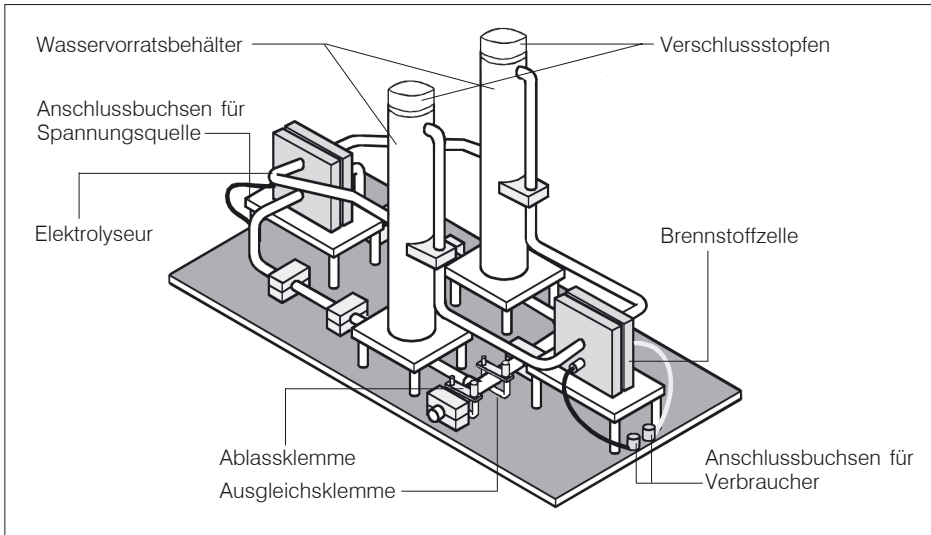
## Allgemeine Sicherheitshinweise

- Das Gerät ist nur zur gewerblichen Nutzung bestimmt (Schulen, Universitäten, Institutionen, Unternehmen).
- Das Gerät darf nur von einer sachkundigen Person in Betrieb genommen und betrieben werden.
- Die Bedienungsanleitung ist vor Inbetriebnahme zu lesen, zu beachten und nachschlagebereit zu halten.
- Tragen Sie eine Schutzbrille.
- Das Gerät ist kein Spielzeug. Das Gerät und Gase sind außerhalb der Reichweite kleiner Kinder aufzubewahren und zu betreiben.
- Anschlussklemmen dürfen, soweit nicht anders angegeben, nicht verpolt oder kurzgeschlossen werden.
- Das Gerät darf nicht leer betrieben werden. Achten Sie immer auf eine ausreichende Wassermenge im Gerät. Beachten Sie MIN-/ MAX-Markierungen für Wasserstände.
- Entfernen Sie brennbare Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten aus dem Umkreis von Brennstoffzellen und Elektrolyseuren. Die enthaltenen katalytischen Stoffe können eine Selbstentzündung auslösen.
- Aus dem Gerät können Wasserstoff und Sauerstoff austreten. Verhindern Sie, dass sich die Gase ansammeln und explosionsfähige Gemische bilden, indem Sie das Gerät nur in gut gelüfteten Räumen verwenden.
 
- Das Gerät darf nur dann in Vitrinen betrieben werden, wenn eine ausreichende Belüftung derselben unter allen Umständen sichergestellt ist. Der Betreiber hat dies durch entsprechende Messungen nachzuweisen.
- Entfernen Sie alle Stoffe, die eine Entzündung des Wasserstoffs auslösen können, aus der Nähe des Gerätes (offenes Feuer, Stoffe mit möglicher elektrostatischer Aufladung, katalytisch wirkende Stoffe).
 
- Entfernen Sie alle Stoffe, die sich bei erhöhter Sauerstoffkonzentration selbst entzünden können, aus der Umgebung des Gerätes.
- Rauchen Sie nicht.
 
- Schläuche, Stopfen und Ausgleichsbehälter dienen dem Druckausgleich. Sie dürfen nicht mit Klemmen, Klebstoff oder durch sonstige Mittel fixiert oder befestigt werden.
- Nutzen Sie zur Gasspeicherung ausschließlich die zum Gerät gehörenden Gasspeicher. Schließen Sie niemals andere Gasspeicher an.
- Das Gerät darf nur bei Raumtemperatur und Umgebungsdruck betrieben werden.
- Legen Sie niemals eine äußere Spannung an die Brennstoffzelle

## Allgemeine Sicherheitshinweise

- an. Dies führt zu deren Zerstörung. Zudem kann sich Knallgas in den Speichern bilden.
- Bei Betrieb von Solarmodulen und Leuchten ist der Mindestabstand zu beachten. Dieser beträgt zwischen h-tec Solarmodulen und den h-tec Leuchten Videolight 30 cm und Spotlight 50 cm. Bei Verwendung von Leuchten anderer Hersteller ist der dort angegebene Mindestabstand zu beachten.
  - Die Oberfläche von Solarmodulen kann sich nach längerem Betrieb stark erwärmen.
  - Informieren Sie Ihre Schüler über mögliche Gefahren und beaufsichtigen Sie die Versuchsdurchführung.
- Bei Missachtung dieser Sicherheitshinweise übernimmt h-tec keine Verantwortung für entstandene Schäden.**
-

## Das Premium Exhibition im Überblick



- Brennstoffzellenanlage bestehend aus PEM-Elektrolyseur, Wasservorratsbehältern und PEM-Brennstoffzelle auf Grundplatte.

Art.-Nr.: 1908

### Zusätzlich benötigtes Material

- Handelsübliches destilliertes (deionisiertes) Wasser (Leitwert  $< 2 \mu\text{S}/\text{cm}$ )
- Saugfähige Tücher
- Spannungsquelle 1,6 V - 2,0 V (z. B. h-tec Solarmodul Premium oder h-tec PowerSupply)
- Elektrischer Verbraucher (z.B. h-tec Fan)
- Verbindungskabel



## Funktion des Premium Exhibition

Das Premium Exhibition verfügt über zwei PEM-Zellen. Während die eine als Elektrolyseur arbeitet, übernimmt die andere die Funktion der Brennstoffzelle.

Bei Anlegen einer Gleichspannung an den Elektrolyseur zerlegt dieser deionisiertes Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff. Das Wasser wird dem Elektrolyseur aus zwei Vorratsbehältern durch Rohre von unten her zugeführt. Während des Prozesses bildet sich auf der Kathodenseite (Minus-Pol) der Membran Wasserstoff und auf der Anodenseite (Plus-Pol) Sauerstoff.

Gase und überschüssiges Wasser werden über die beiden oberen Schläuche in die Vorratsbehälter zurückgeleitet. Vom oberen Ende der Behälter gelangen die Gase weiter zur Brennstoffzelle, in der Strom, Wärme und Wasser erzeugt werden. Die erzeugte Wärme ist so gering, dass sie kaum messbar ist. Überschüssiges Gas tritt auf der Unterseite der Brennstoffzelle ungenutzt aus. Entstehendes Wasser kondensiert an den Gehäuseplatten.

## Befüllen

Zum Befüllen des Exhibition mit Wasser gehen Sie bitte wie folgt vor:

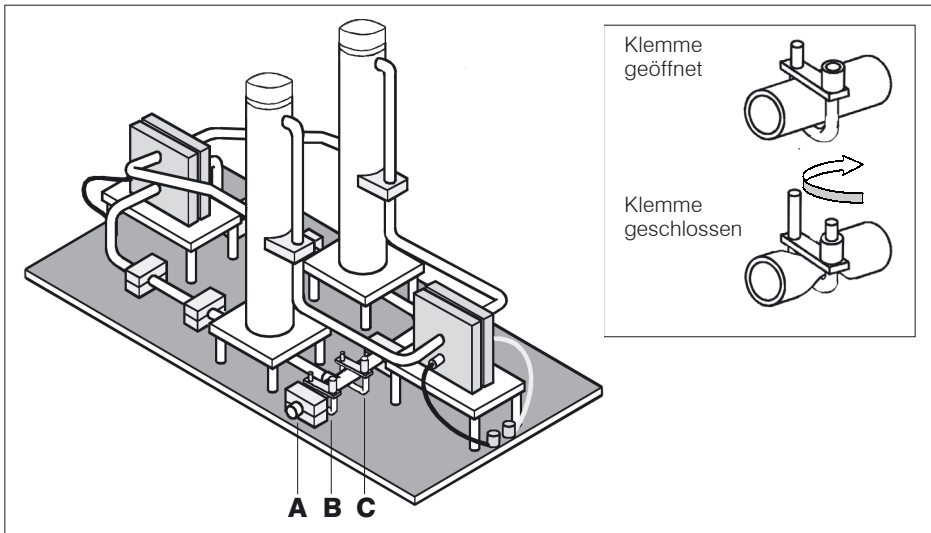
1. Schließen Sie die Ablassklemme **(B)**.
2. Öffnen Sie die Ausgleichsklemme **(C)**.
3. Entfernen Sie beide Verschlussstopfen aus den Wasservorratsbehältern.
4. Füllen Sie eine geringe Menge deionisiertes Wasser (100 - 300 ml) in einen der beiden Wasservorratsbehälter.
5. Sobald sich die Wasserspiegel in den beiden Zylindern ausgeglichen haben, schließen Sie die Ausgleichsklemme **(C)**.
6. Füllen Sie so viel deionisiertes Wasser ein, dass die Wasservorratsbehälter bis zwischen den Markie-

rungen MIN und MAX befüllt sind (ca. 1 L).

### Achtung:

Verwenden Sie nur frisches, deionisiertes Wasser (z.B. für Autobatterien).

7. Achten Sie unbedingt darauf, dass kein Wasser in die oberen Gasleitungen gelangt, da diese hierdurch verstopfen können. Dies kann ein Auslaufen des Wassers zur Folge haben.
8. Setzen Sie die Verschlussstopfen auf.
9. Öffnen Sie einmal täglich die Ausgleichsklemme **(C)** für ca. 1 Minute, damit sich unterschiedliche Wasserstände ausgleichen können.



# Demonstrationsbetrieb

## Betrieb des Elektrolyseurs

Nach dem Befüllen mit deionisiertem Wasser kann der Elektrolyseur wie folgt betrieben werden:

1. Schließen Sie an die beiden zum Elektrolyseur gehörenden 4 mm-Buchsen die Gleichspannungsversorgung (z.B. h-tec Solarmodul Premium oder h-tec PowerSupply) an (schwarz: -, rot: +). Verwenden Sie das h-tec Solarmodul, benötigen Sie zusätzlich eine leistungsstarke Leuchte (z.B. h-tec Video-light) oder direktes Sonnenlicht.

### Achtung:

Falsche Polung oder Spannungen über 2,0 V führen zur Zerstörung des Elektrolyseurs.

Sollten Sie ein Labornetzteil einsetzen, empfehlen wir eine Spannung von 1,6 V - 2,0 V anzulegen und mit einem Multimeter zu überwachen.

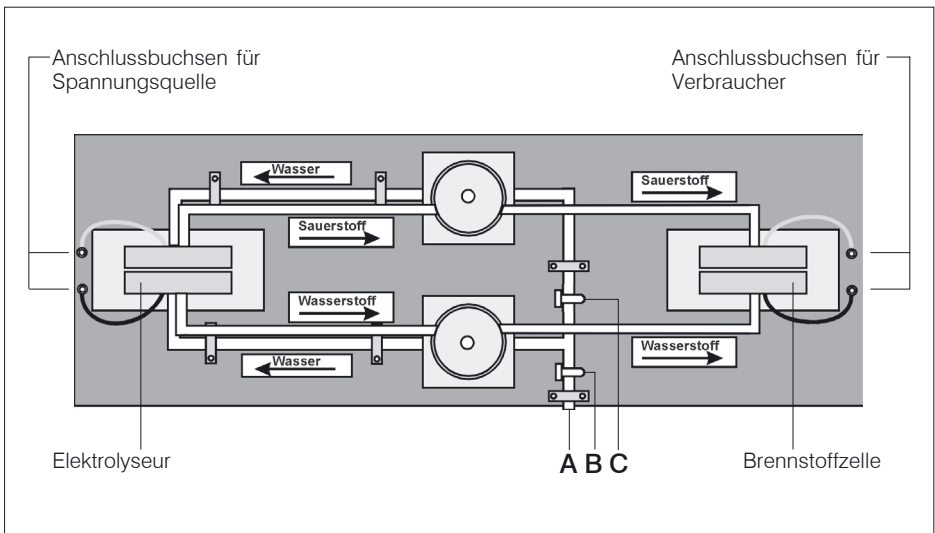
### Hinweis:

Schließen Sie die Spannung niemals an die Gehäusedurchführung des Elektrolyseurs an und verändern Sie nicht die dort befindliche Mutter. Die Verbindung ist empfindlich gegenüber mechanischer Beanspruchung.

2. Auf der elektrisch negativen Seite (Kathode) des Elektrolyseurs entsteht nun Wasserstoff, auf der elektrisch positiven Seite (Anode) Sauerstoff. Die Blasen gelangen in die Wasservorratsbehälter und sammeln sich oberhalb des Wassers.

### Achtung:

Vermeiden Sie jede Art von Feuer oder Zündquellen. Anfänglich befindet sich Luft oberhalb des Wassers. Daraus bildet sich auf der Wasserstoffseite für kurze Zeit ein explosionsfähiges Gemisch (Knallgas).



## Demonstrationsbetrieb

### Betrieb der Brennstoffzelle

Sobald sich im Elektrolysebetrieb genügend Gas gesammelt hat (nach etwa 10 Minuten), beginnt die Brennstoffzelle, Wasserstoff zu oxidieren. An den Anschlussbuchsen der Brennstoffzelle liegt jetzt die Leerlaufspannung an (schwarz: -,rot: +).

Um die Spannung zu nutzen, verbinden Sie die Brennstoffzelle mit einem Verbraucher (z.B. h-tec Fan).

### Achtung:

Schließen Sie niemals eine Spannungsquelle an die Brennstoffzelle an.

Funktionsbedingt entweichen geringe Mengen Wasserstoff und Sauerstoff. Verhindern Sie, dass sich die Gase ansammeln und ein explosives Gemisch bilden können (z.B. in geschlossenen Räumen oder Vitrinen).

---

### Entleeren

Zur Entleerung des Premium Exhibition gehen Sie bitte wie folgt vor:

1. Entfernen Sie beide Verschlussstopfen aus den Wasservorratsbehältern.
2. Stecken Sie den beigefügten Schlauch auf das Ablassrohr **(A)** und lassen Sie das Wasser durch Öffnen der Ablassklemme **(B)** abfließen.
3. Setzen Sie die Verschlussstopfen nach Abfließen des Wassers wieder auf.

## Technische Daten

### Premium Exhibition

Art.-Nr.	1908
Höhe	650 mm
Breite	800 mm
Tiefe	300 mm
Gewicht	4,8 kg

zulässige Betriebs- spannung	0 bis 2,0 V=
zulässiger Strom	0 bis 5 A
H <sub>2</sub> -Produktion	43 cm <sup>3</sup> /min
O <sub>2</sub> -Produktion	21,5 cm <sup>3</sup> /min

### Brennstoffzelle

### Elektrolyseur

Elektrodenfläche	40 cm <sup>2</sup>
Leistung	10 W
Höhe	100 mm
Breite	100 mm
Tiefe	22 mm
Gewicht	300 g

Elektrodenfläche	16 cm <sup>2</sup>
Leistung	1,2 W
Höhe	80 mm
Breite	80 mm
Tiefe	22 mm
Gewicht	210 g
Betriebsspannung	0,4-0,96 V
kurzschlussfest	

## Fehlerquellen

### Der Elektrolyseur funktioniert nicht

Wenn die elektrische Verbindung zur Spannungsquelle korrekt ist, prüfen Sie ob...

- der Wasserstand in den Speichern zwischen MIN und MAX steht.
- die Leistung der Spannungsquelle ausreichend ist. Die Spannung sollte mindestens 1,6 V betragen und darf 2,0 V nicht überschreiten.
- eine für den Betrieb des h-tec Solarmodul ausreichende Lichtleistung sichergestellt ist (z.B. durch das h-tec Videolight oder durch direktes Sonnenlicht).

### Größere Mengen Wasser treten aus der Brennstoffzelle aus

Das Gerät pumpt Wasser von einem zum anderen Speicher, weil ein Wassertropfen eine Gasleitung blockiert.

Schließen Sie die Ausgleichsklemme (C), um die Speicher zu entkoppeln.

Überprüfen Sie, ob noch genug Wasser in den Speichern vorhanden ist und füllen Sie eventuell deionisiertes Wasser nach.

### Der elektrische Verbraucher Fan funktioniert nicht

Ist die elektrische Verbindung zur Brennstoffzelle korrekt, prüfen Sie, ob

- die Verschlussstopfen die Speicher korrekt verschließen.
- der Elektrolyseur Gase produziert (erkennbar an den aufsteigenden Gasbläschen in den Speichern).

Sollte der Verbraucher Fan trotz korrektem Aufbau nicht funktionieren, liegt die Ursache vermutlich an einer ausgetrockneten PEM (Protonen Austausch Membran) in der Brennstoffzelle. Sie befeuchtet sich während des Betriebs selbsttätig. Dies kann bis zu zehn Minuten in Anspruch nehmen.

Die Anlage benötigt keine Wartung. Achten Sie jedoch auf folgende Punkte:

- Wechseln Sie einmal monatlich das Wasser.

- Zur äußerlichen Reinigung des Gerätes empfehlen wir die Verwendung von feuchten Einweg-Brillenputztüchern.

## Wartung

