



## **Wasserstoff und Brennstoffzellen in der beruflichen Bildung**

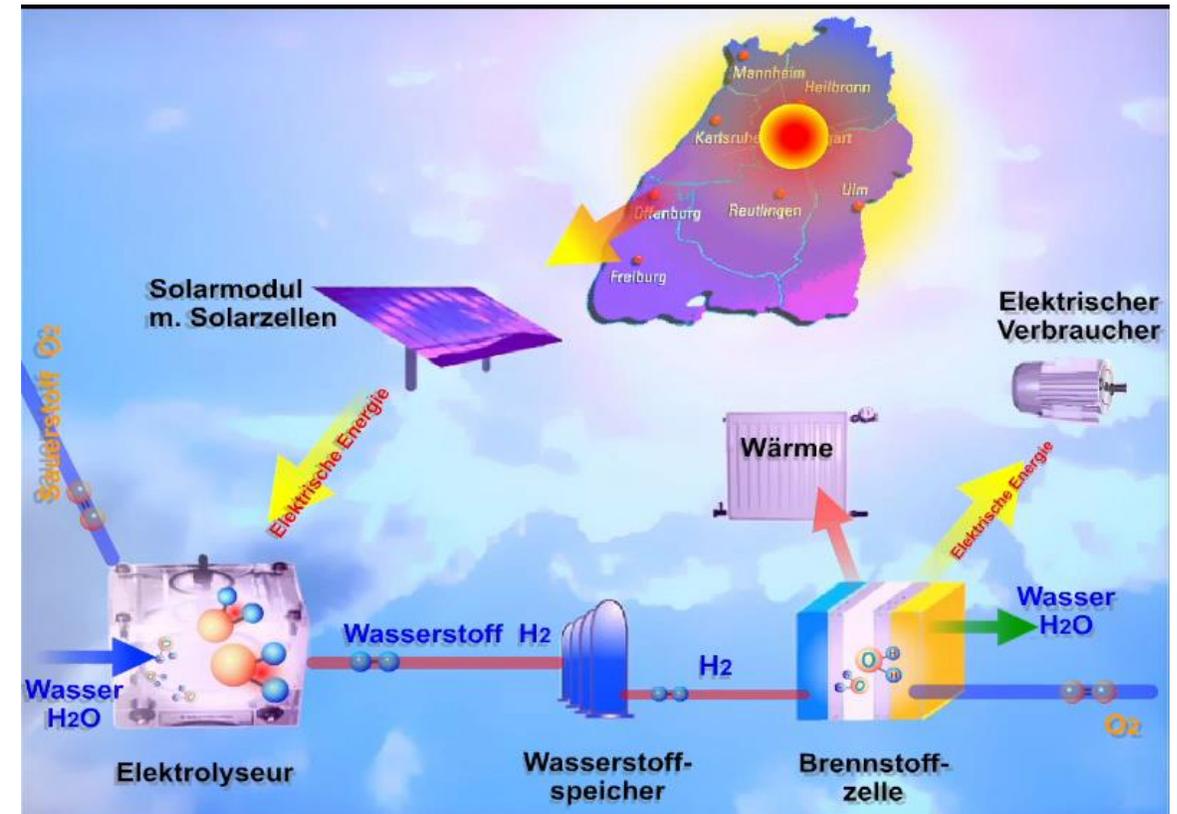
**„Was gab es bereits früher ...“**

**Fritz Staudacher, etZ Stuttgart**

- Das Projekt H<sub>2</sub>Profi
- Überblick über die entwickelten Lernunterlagen
- Vorstellung Grundlagenversuche
- Didaktisches Modell eines Brennstoffzellen BHKW
- Teilnehmendenaufbau einer Brennstoffzellen-Notstromversorgung
- Weitere Aktivitäten



- Weiterbildungskonzept für den Betrieb von stationären und mobilen Brennstoffzellenanlagen
- Projektzeitraum: 09/2003 bis 08/2006
- Vorausgehende Machbarkeitsstudie
- Wissenschaftliche Begleitung Fraunhofer IAO



- Vorinformationen zur Brennstoffzellentechnologie
- Einführungsvortrag H<sub>2</sub>-Profi
- Grundlagen zu H<sub>2</sub>-Anlagen
- Stationäre Anwendungen
- Mobile Anwendungen
- Extras

- [Vorinformationen zur Brennstoffzellentechnologie](#)
- Einführungsvortrag H<sub>2</sub>-Profi
- Dokumentation zum Einführungsvortrag

- Grundlagen H<sub>2</sub>-Anlagen



## Extras

- Besonderheiten bei Direktmethanolbrennstoffzellen
- Zusammenfassung

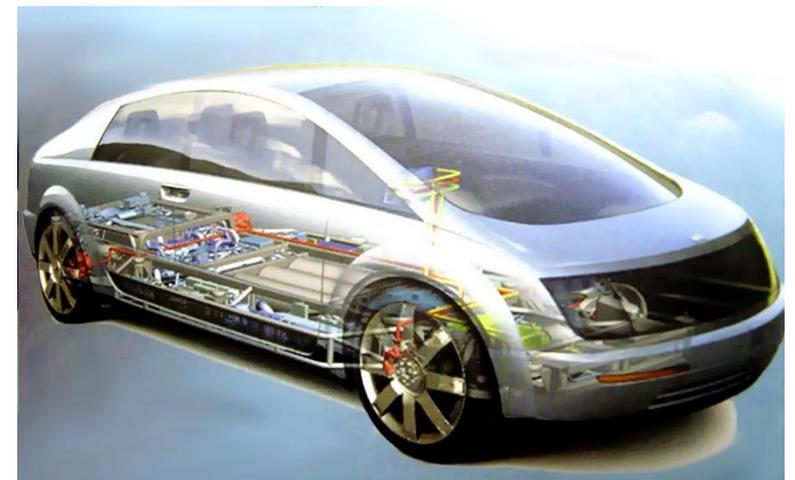
## Stationäre Brennstoffzellenanlagen

- Einführung in stationäre Anwendungen
- Funktionsprinzipien
- Komponenten einer Heizungsanlage
- Stromerzeugung mit BZ-BHKW's
- Heizungsregelung
- Inbetriebnahme von BZ-BHKW's
- Wartungsarbeiten an BZ-BHKW's
- Störungsbeseitigung an BZ-BHKW's
- BZ-BHKW – Großanlagen
- Vertiefungsmodul Praxis zu BZ-BHKW's



## Mobile Brennstoffzellenanlagen

- Einführung in mobile Anwendungen
- Kühlung und Regelung
- Leistungselektronik / -elektrik
- Regelung der Antriebseinheit
- Wasserstoffversorgung für Fahrzeuge
- Fahrzeugwartung
- Störungsbeseitigung in BZ-Fahrzeugen
- Vertiefungsmodul Praxis zu mobilen Anwendungen



## Extras

- z.B.: Direktmethanol Brennstoffzellen
- Wasserstofftankstelle
- ... und weitere Infos

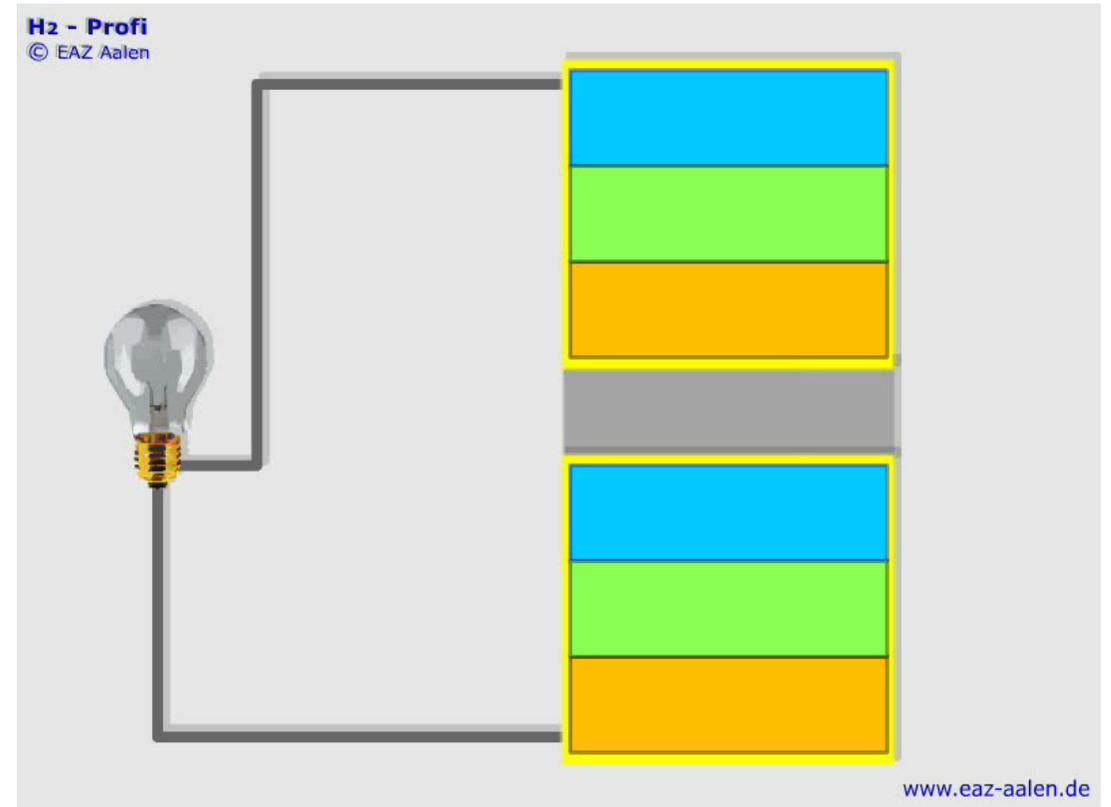


## Kleiner Einblick in die Lernunterlagen

The image displays three overlapping presentation slides from a learning material set. Each slide features a navigation bar with the following sections: Einführung, Entwicklung, BZ-Typen (highlighted in yellow), Einsatzfelder, and Überblick. The slides are:

- AFC (Alkalischer Brennstoffzelle):** Shows a diagram of an alkaline fuel cell with an anode (Kallilauge KOH) and a cathode. Inputs include H<sub>2</sub> (rein) and O<sub>2</sub> (rein). Outputs include H<sub>2</sub>O and Abluft. The electrolyte is labeled OH<sup>-</sup>. The slide footer includes 'AFC ModernLearning GmbH' and the number '12'.
- PEMFC (Protonenleitende Polymermembran):** Shows a diagram of a proton-exchange membrane fuel cell. Inputs include H<sub>2</sub> Brenngas and O<sub>2</sub> Luft. Outputs include Restbrenngas and H<sub>2</sub>O und Abluft. The electrolyte is labeled H<sup>+</sup>. The slide footer includes 'PEMFC ModernLearning GmbH' and the number '15'.
- SOFC (Oxidkeramische Brennstoffzelle SOFC (Solid Oxide Fuel Cell)):** Shows a diagram of a solid oxide fuel cell. Inputs include H<sub>2</sub> Brenngas, H<sub>2</sub>/CO-Gemisch, and O<sub>2</sub> Luft. Outputs include H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, Restbrenngas, and Abluft. The electrolyte is labeled O<sup>2-</sup>. The slide footer includes 'SOFC ModernLearning GmbH' and the number '25'. A text box on the right states: 'Die SOFC zählt zu den Hochtemperatur-Brennstoffzellen. Die Arbeitstemperatur liegt zwischen 900 °C und 1.000 °C. Aufgrund der hohen Arbeitstemperaturen kann die Zelle in einem integrierten Reformierungsprozess mit Erdgas oder Sondergasen (CO-haltige Brenngasgemische) betrieben werden. Bei der SOFC wird ein keramischer Festelektrolyt verwendet, der überwiegend aus yttriumstabilisiertem Zirkonoxid besteht. Ihr Wirkungsgrad liegt bei 55 %.' The slide footer also includes 'H<sub>2</sub>-Profi © EAZ Aalen 2004'.

## Kleiner Einblick in die Lernunterlagen



## Kleiner Einblick in die Lernunterlagen

74 Funktionsprinzipien

Lernziele Grundlagen Funktion Besonderes Ausblick

Funktionsprinzip BZH

FCU und die zugehörigen Bauteile befinden sich in einer Anlage, die zusätzlich einer herkömmlichen Heizung gleicht.

Funktionstechnische Einzelbauteile (Quelle: H2-Profi/HEA/20000\_fachinfos/21700\_content.htm)

75 Funktionsprinzipien

Lernziele Grundlagen Funktion Besonderes Ausblick

Funktionsprinzip BZH

Die einzelnen Bauteile der FCU ermöglichen jedoch den Prozess der Energiegewinnung mittels Brennstoffzellentechnologie.

Funktionstechnische Einzelbauteile (Quelle: H2-Profi/HEA/20000\_fachinfos/21700\_content.htm)

76 Funktionsprinzipien

Lernziele Grundlagen Funktion Besonderes Ausblick

Funktionsprinzip BZH

Funktionstechnische Einzelbauteile (Quelle: H2-Profi/HEA/20000\_fachinfos/21700\_content.htm)

77 Funktionsprinzipien

Lernziele Grundlagen Funktion Besonderes Ausblick

Funktionsprinzip BZH

Einigen Heizstellen gelang es, regenerativ erzeugte Wasserstoff auch herkömmliche Anlagen und BZH auch in einem Heizsystem zu integrieren.

Funktionstechnische Einzelbauteile (Quelle: H2-Profi/HEA/20000\_fachinfos/21700\_content.htm)

78 Funktionsprinzipien

Lernziele Grundlagen Funktion Besonderes Ausblick

BZH-Anlage

Wesentliche Bauteile einer BZH-Anlage sind:

- FCU mit Brennstoffzellen
- Brennstoffgasreformer
- Stromerzeuger
- Wärmehaushalt
- Wärmehaushalt

Funktionstechnische Einzelbauteile (Quelle: H2-Profi/HEA/20000\_fachinfos/21700\_content.htm)

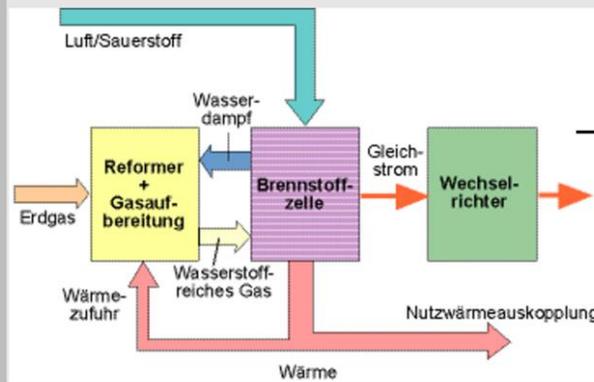
## Funktionsprinzipien



Lernziele Grundlagen Funktion Besonderes Ausblick

### Funktionsprinzip BZH

Die einzelnen Bauteile der FCU ermöglichen jedoch den Prozess der Energiegewinnung mittels Brennstoffzellentechnologie.



Funktionsprinzip Brennstoffzellenanlage  
Quelle: [http://www.hea.de/20000\\_fachinfos/21700\\_content.htm](http://www.hea.de/20000_fachinfos/21700_content.htm)

FCU für Strom- und Heizzwecke  
Quelle: Vaillant

75

H<sub>2</sub> - Profi  
© EAZ Aalen 2004

Klicken Sie, um Notizen hinzuzufügen

## Kleiner Einblick in die Lernunterlagen (Bsp. MCFC)

**HotModule Funktionsprinzip**

Kapitel 1 > Kapitel 2 > **Kapitel 3** > Kapitel 4 > Kapitel 5

Labels in diagram:

- Kalalytischer Brenner
- Gebläse
- Mischkammer
- Kessel
- Elektrischer Strom
- MCFC Zellstapel
- Dichtung
- Gasverteiler
- Abluft
- Prozessgas
- Wärmetauscher
- Startheizer
- Frischluft

© etz Stuttgart

H2Pro Workshop 27.11.2024

H<sub>2</sub> - Profi  
© EAZ Aalen 2004

## Kleiner Einblick in die Lernunterlagen

**Brennstoffzellenauto - Heliocentris**  
Wartung

5.6 Wasserstoffspeicher laden – Ausbau Tank

Start > Komponenten > Technik > Betrieb > **Wartung** > Info



**Vorgehensweise**

1. Karosserie vom Fahrzeug abnehmen
2. Alle Schalter auf „Aus“, Handventil am Druckregler schließen
3. Tank vom Kleindruckregler durch Lösen der H<sub>2</sub>-Speicherkupplung trennen
4. Arretierungsschraube rechts an der Tankhalterung lösen und Hydrikspeicher entlang der Führung entnehmen

28

H<sub>2</sub>-P  
© E

•Chassis

H<sub>2</sub>-Profil  
© EAZ Aalen 2004

## Brennstoffzellen

## Modellfahrzeug

**Kühlung und Regelung**

Lernziele > Grundlagen > BZ-Fahrzeuge > Technik > Ausblick

**Störungen des Kühlsystems**

Kenntnisse über mögliche Funktionsstörungen bei herkömmlichen Fahrzeugen helfen, die besonderen Anforderungen an Kühlsysteme bei BZ-Autos zu verstehen. Im Folgenden werden die wichtigsten Funktionsstörungen bei herkömmlichen Kühlsystemen beschrieben.



Schematischer Kühlkreislauf ... in herkömmlichen und ... in Brennstoffzellenfahrzeugen

Quelle: www.automotive.dupont.com

Quelle: Honda

43

H<sub>2</sub>-Profil  
© EAZ Aalen 2004

- Einfache Versuchsbeschreibungen ohne viel „Theorieballast“
- Auswertungen durch die Teilnehmenden
- Vergleich der Ergebnisse der verschiedenen Teams
- Hohe Motivation

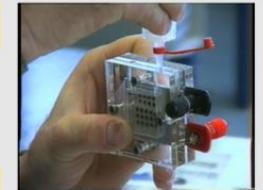
## H<sub>2</sub>-Profi - Weiterbildungskonzepte für den Betrieb von mobilen und stationären Brennstoffzellenanlagen



### Versuche

Empfohlene Reihenfolge für die Versuchsreihe:

1. Wasserelektrolyse	Druckdatei	Auswertung
2. Elektrolyseur mit Brennstoffzelle	Druckdatei	Auswertung
3. Bestimmung des Gesamtwirkungsgrades eines Systems aus Elektrolyseur und Brennstoffzelle	Druckdatei	Auswertung
4. Brennstoffzelle im Wasserstoffbetrieb	Druckdatei	Auswertung
5. Sicherheitshinweise zum Umgang mit der Methanollösung und der Direktmethanolbrennstoffzelle durchlesen !!	Druckdatei	
6. Direktmethanolbrennstoffzelle	Druckdatei	Auswertung
7. Zerlegbare Brennstoffzelle	Druckdatei	Auswertung
8. Reihenschaltung von Brennstoffzellen	Druckdatei	Auswertung
9. Parallelschaltung von Brennstoffzellen	Druckdatei	Auswertung



Wir sind Ihr kompetenter Partner

ZERTIFIZIERT

DIN EN ISO 9001:2000 und QC 100 TQM

1



H<sub>2</sub> - Profi  
© EAZ Aalen 2005

**Versuch: Zerlegbare Brennstoffzelle**

Kapitel 1   Kapitel 2   Kapitel 3   Kapitel 4   Kapitel 5

**Ziel:** In vier Versuchsreihen wird die Leistungsfähigkeit der Brennstoffzelle in Abhängigkeit von Versorgungsmedien (Luft oder O<sub>2</sub>) und der Katalysatorbeschichtung (0,3 mg/cm<sup>2</sup> oder 0,1 mg/cm<sup>2</sup> Platin) untersucht. Das Verständnis für diese Beziehungen soll anschaulich im Experiment verdeutlicht und vom Teilnehmer verstanden werden.

Die Abschlußplatte für die Wasserstoffseite immer die gleiche. Für die Sauerstoffseite müssen Sie die richtige Abschlußplatte auswählen (Umgebungsluft oder O<sub>2</sub>).

**Hinweis:** Um die Genauigkeit zu verbessern, wird jede Versuchsreihe viermal durchgeführt. Wenn Sie nicht genügend Zeit haben, führen Sie die Versuche nur zweimal durch. Sie verlieren dann jedoch etwas an Genauigkeit.

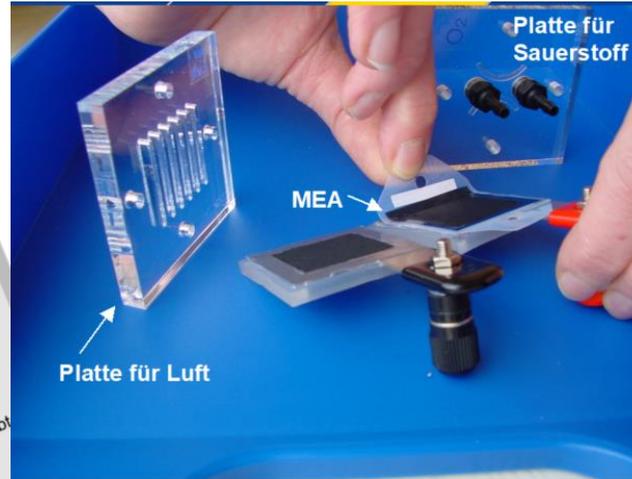


Bild: Einzelteile der zerlegbaren Brennstoffzelle

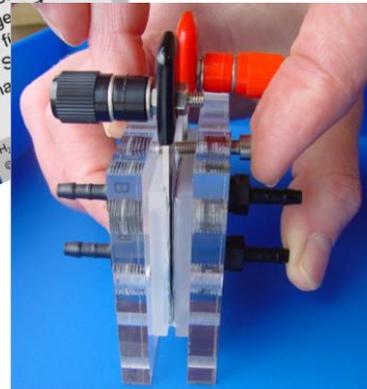
### Versuchsvorbereitung 1:

Die zerlegbare Brennstoffzelle ist mit der Membran Elektronen-Einheit (MEA, membrane electron assembly) mit einer Katalysator-Beschichtung von 0,3 mg/cm<sup>2</sup> aufzubauen. Die Versorgung mit Reaktionsgas und Brenngas soll aus dem Elektrolyseur erfolgen. Verwenden Sie die richtigen Anschlüsse für korrekten / mit den Gasen für den Aufbau der Brennstoffzelle.

R <sub>L</sub> /Ω	1. Messreihe		2. Messreihe		3. Messreihe		4. Messreihe		Mittelwert	
	U <sub>BZ1</sub> in V	I <sub>BZ1</sub> in mA	U <sub>BZ2</sub> in V	I <sub>BZ2</sub> in mA	U <sub>BZ3</sub> in V	I <sub>BZ3</sub> in mA	U <sub>BZ4</sub> in V	I <sub>BZ4</sub> in mA	U <sub>BZ</sub> in V	I <sub>BZ</sub> in mA
Open										
200 Ω										
100 Ω										
50 Ω										
10 Ω										
5 Ω										
3 Ω										
1 Ω										
Short Circuit										

**1. Messstabelle:**  
Messwerte für Kennlinie 0,3 mg/cm<sup>2</sup> Platin und Sauerstoff

Berechnen Sie die Mittelwerte:  
 $U_{BZ} = (U_{BZ1} + U_{BZ2} + U_{BZ3} + U_{BZ4}) / 4$  und  $I_{BZ} = (I_{BZ1} + I_{BZ2} + I_{BZ3} + I_{BZ4}) / 4$



### Versuchsvorbereitung 2:

Die zerlegbare Brennstoffzelle ist mit der Membran Elektronen-Einheit (MEA, membrane electron assembly) mit einer Katalysator-Beschichtung vor dem Aufbau der Brennstoffzelle. Die Versorgung mit Reaktionsgas und Brenngas soll aus dem Elektrolyseur erfolgen. Verwenden Sie die richtigen Anschlüsse für korrekten / mit den Gasen für den Aufbau der Brennstoffzelle.

Der weitere Ablauf ist identisch zum ersten Teilversuch:

Mit den Anschlußschläuchen den Wasserstoffspeicher mit der Wasserstoffseite der Brennstoffzelle und dem Sauerstoffspeicher mit der Sauerstoffseite der Brennstoffzelle verbinden.

Anschließend wird die Messbox angeschlossen. Der Plusanschluß der Brennstoffzelle (Sauerstoffseite) ist an beide Plusanschlüsse der Messbox und der Minusanschluß der Brennstoffzelle (Wasserstoffseite) an beide Minusanschlüsse der Messbox anzuschließen.

Schließen Sie das PV-Modul an den Elektrolyseur an. Achten Sie auf richtige Polarität.

Stellen Sie den Lastwiderstand an der Messbox auf 50 Ω ein. Betreiben Sie die gesamte Anlage 10-15 Minuten ohne Messwerte zu erfassen, in dem Sie das PV-Modul mit der Lichtquelle beleuchten.

## Elektrolyse mit Brennstoffzelle

Kapitel 1   Kapitel 2   **Kapitel 3**   Kapitel 4   Kapitel 5

Bild: Gesamtaufbau des Versuchs

**Empfehlung:** Versuch Wasserelektrolyse möglichst vor diesem Versuch durchführen

**Ziel:** Mit dem selbst erzeugten Wasserstoff und Sauerstoff wird eine Brennstoffzelle betrieben. Die Funktionsweise der Brennstoffzelle und deren Zusammenhang zwischen Stromstärke, erzeugter Spannung und dem Gasverbrauch wird ermittelt

**1. Hinweis:** Lesen Sie vor Beginn die beiliegenden Sicherheitshinweise aufmerksam durch und geben Sie durch Ihre Unterschrift in der Liste Ihr Ausbilder vorlegt, dass Sie die Sicherheitshinweise verstanden haben und einhalten.

**2. Hinweis:** Am sinnvollsten Drücken Sie diese Anleitung vor der Versuchsdurchführung aus und arbeiten Sie gemeinsam mit einem Partner.

H<sub>2</sub> - Prof  
© EAZ Aalen 2004

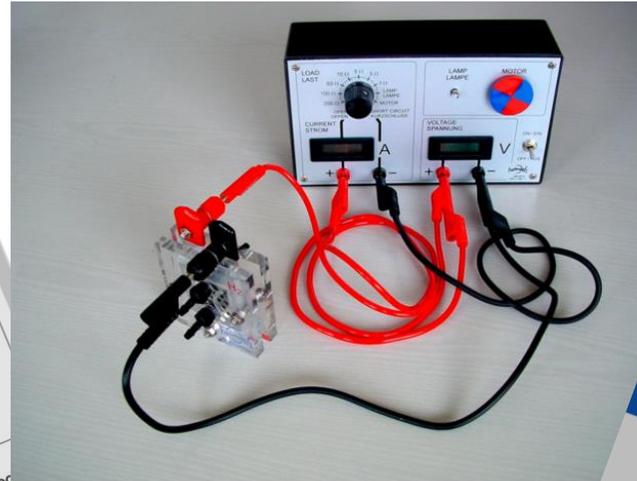


Bild: Elektrischer Anschluß der Brennstoffzelle an Messbox (Schlauchverbindungen wurden zur besseren Übersicht auf diesem Bild weggelassen)

### Versuchsvorbereitung:

Anschließend wird die Messbox angeschlossen. Der Plusanschluß der Brennstoffzelle (Sauerstoffseite) ist an beide Plusgänge der Messbox und der Minusanschluß der Brennstoffzelle (Wasserstoffseite) an beide Minuseingänge der Messbox anzuschließen.

... Lastwiderstand ... 50 Ω ein.

## Reihenschaltung von zwei Brennstoffzellen

Kapitel 1   Kapitel 2   **Kapitel 3**   Kapitel 4   Kapitel 5

**Ziel:** Mit dem selbst erzeugten Wasserstoff und Sauerstoff wird eine Reihenschaltung von zwei Brennstoffzellen betrieben. Die Funktionsweise der Brennstoffzellen in Reihenschaltungen und deren Kennlinie wird ermittelt.

**Hinweis:** Am sinnvollsten Drücken Sie diese Anleitung vor der Versuchsdurchführung aus und arbeiten Sie gemeinsam mit einem Partner.

**Empfehlung:** Versuch Wasserelektrolyse und Elektrolyse mit Brennstoffzelle möglichst vor diesem Versuch durchführen

H<sub>2</sub> - Prof  
© EAZ Aalen 2004

- HP 300 von heliocentris
- Wesentliche Baugruppen eines BZ-BHKW offen präsentiert
- Verschiedene Betriebsarten
  - stromgeführt
  - wärmegeführt
- Computergestützte Steuerung und Visualisierung

## Klein-BHKW Heliocentris HP 300 Einführung

1.1 Anlagenübersicht

Einführung Anfahren Belastung Herunterfahren Betriebsarten Störungen

(1) Luftverdichter mit Ansaugfilter  
(2) Wasserstoff-Durchflussmesser  
(3) Wasserstoff-Einspeisung  
(4) Abluftausgang  
(5) Wasserabscheider  
(6) Ablassventil für Produktwasser  
(7) Kühlwasserpumpe  
(8) NOT-Aus  
(9) Kühler  
(10) Verteilerventil  
(11) Befüll- u. Entlüftungseinrichtung  
(12) Nutzwärmetauscher  
(13) Brennstoffzellenstapel  
(14) Kühlwasser-Durchflussmesser  
(15) Umwälzpumpe  
(16) Filter  
(17) Heizkörper  
(18) Wechselrichter mit Anschlusskabel

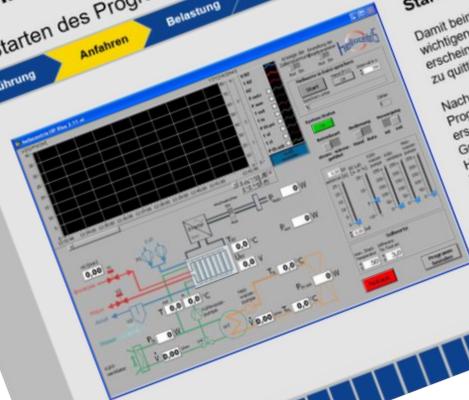
2

H<sub>2</sub>-Profi  
© EAZ Aalen 2004



## Klein-BHKW Heliocentris HP 300 Anfahren der Anlage

2.6 Starten des Programms

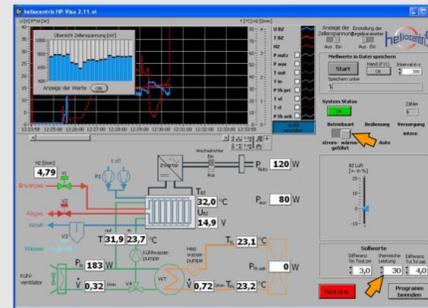


**Start von HP-Visu**  
Damit beim Anfahren der Anlage keine wichtigen Schritte ausgelassen werden, erscheinen zur Unterstützung einzeln erscheinende Bildschirmdialoge, zu quatternde Bildschirmdialoge.  
Nachdem der PC eingeschaltet und das Programm HP-Visu 2.x gestartet wurde, erscheint die nebenstehend abgebildete Handbetriebsmodus.  
Die Zeitachse des Diagramms läuft sofort mit einer Taktrate von 5 Sek. an. Nacheinander sind nun die im Folgenden erläuterten Meldungen abzuwarten.

## Klein-BHKW Heliocentris HP 300 Betriebsarten

### 5.7 Wärmegeführter Betrieb

Einführung > Anfahren > Belastung > Herunterfahren > **Betriebsarten** > Störungen



### Thermische Leistung hat Vorrang

- Wird aktiviert, sobald in das Eingabefeld „thermische Leistung“ ein Wert > 0 eingegeben wird.
- Die Einhaltung der thermischen Nutzleistung wird von der Heizwasserpumpe geregelt.
- Der Laststrom wird automatisch nachgefahren.

## Klein-BHKW Heliocentris HP 300 Anfahren der Anlage

### 2.14 Abführung von Restwasserstoff

Einführung > **Anfahren** > Belastung > Herunterfahren > Betriebsarten > Störungen



### Gasaustritt

Wenn der Brennstoffzellenstapel durch (automatisches) Betätigen des Ventils am Abgasanschluss mit Wasserstoff gespült wird, fällt ein stark wasserstoffhaltiges Gasgemisch an, das über einen am Ventil angeschlossenen Schlauch durch eine Raumöffnung, z. B. ein offenes Fenster, ins Freie abgeleitet wird.

- Herstellung der elektrischen Verdrahtung
- Herstellung der Rohre für den Wasserstoff aus Edelstahl
- Prüfung der Dichtigkeit
- Umbau der Brennstoffzelleneinheit zur Integration in das 19-Zoll Rack
- Inbetriebnahme



## Check-Learn-Do Nexa Fuel Cell Power Modul im Projektrahmen H<sub>2</sub>-Profi

Einführung → Installation → Inbetriebnahme → Fehler/Lecksuche → Versuche

### Step by Step Tutorial zu Aufbau und Inbetriebnahme einer leistungsfähigen Brennstoffzellenstromversorgung auf Basis des „Nexa Fuel Cell Power Modul“

H<sub>2</sub>-Profi  
© EAZ Aalen 2004

## Nexa Fuel Cell Power Modul Inbetriebnahme

3.5 Verbindung der Komponenten III

Einführung → Installation → **Inbetriebnahme** → Fehler/Lecksuche → Versuche

Einstecken der Hochstromleitung...

...bis der Stecker einrastet

### Hochstromanschlüsse

Zuerst wird die Minus-Leitung (schwarze Isolation) und danach die Plus-Leitung (rote Isolation) eingesteckt. Die Steckbuchsen sind gegen unbeabsichtigtes Lösen gesichert. Beim Einstecken ist ein Einrastgeräusch zu hören, der Stecker kann jetzt nicht mehr aus der Buchse herausgezogen werden. Zum Lösen muss der Stecker so weit eingedrückt werden, bis ein erneutes Knacksen zu hören ist. Dann lässt sich wieder herausziehen.

Dieselbe Prozedur

...am 2.

57

## Nexa Fuel Cell Power Modul Inbetriebnahme

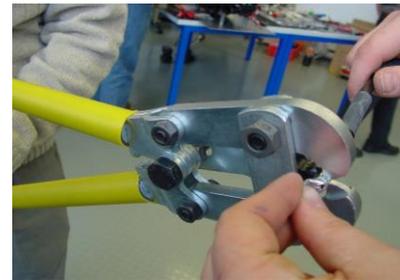
3.17 Dichtheitsprüfung: 3. Schritt (IV)

Einführung → Installation → **Inbetriebnahme** → Fehler/Lecksuche → Versuche

### Prüfvorgang

Der Sensor des Gasspürgerätes wird an allen Wasserstoff führenden Leitungen entlang geführt. Besondere Aufmerksamkeit ist den Ventilen, Steckverbindungen und Übergängen zu widmen. Werden an den Übergängen usw. Leckagen festgestellt, ist zuerst entsprechend den Hinweisen in der Aufbauanleitung den der Verbindung zu prüfen und gegebenenfalls nachzuziehen. Nach dem Rücksetzen des Gasspürgerätes laut Anleitung sind diese Stellen erneut zu überprüfen.

# Teilnehmendenaufbau einer Brennstoffzellen-Notstromversorgung





MAX-TAUT-SCHULE  
Berufsbildungszentrum - Versorgungstechnik

Modern Learning

BAXI INNOTECH

EnBW

e-on Ruhrgas

EWE

HEXIS

MVV

Vaillant

Verbundnetz Gas AG

SW

callux (n)g

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

fuelcellknowhow.com/index.php?id=736

Das Projekt  
Die Partner  
Die Zielgruppen  
→ Blended Learning  
Die Zuhause-Projekte  
Info's zu BZH  
Netzwerk FC CHP  
etz-Stuttgart  
→ Erlebnistage  
→ Aktuelles  
Flyer  
Glossar  
→ Historie

Netzwerk FC CHP

In jedem Partnerland des Projekts FC CHP soll ein Netzwerk entstehen, das in einem angemessenen Verhältnis zur Größe und zur klimatischen Lage des Landes sowie zum aktuellen Interesse an BZH steht. Es sollen Einrichtungen der beruflichen Bildung zusammen arbeiten, um auf den Aus- und Weiterbildungsbedarf für Brennstoffzellen-Heizgeräte zu reagieren. Die Netzwerkpartner nutzen für Angebote und Werbemaßnahmen die Projektwebseite sowie ihren eigenen Internetauftritt. In Sachen Kapazitäten und Qualifikationen unterstützen sich die Partner (bei Bedarf auch länderübergreifend) gegenseitig.

Den Partnern im Netzwerk wird das Projekt Know-how zur Verfügung gestellt, welches aus

- technisch-fachlichem Wissen und Können
- seminarbezogenen Gestaltungsaktivitäten
- ausstattungsmäßigen Empfehlungen und Hinweisen

besteht.

Das FC CHP-Netzwerk in Deutschland kann in Kürze der Karte rechts entnommen werden.

Stuttgart

- Erstausbildung
- Weiterbildung

In Zusammenarbeit mit der  
Arbeitsgruppe Callux-Marktpartner:

Elektro Technologie Zentrum (etz)  
Stuttgart

Handwerkskammer Osnabrück-  
Emsland

Heinz-Piast-Institut (Hannover)

Max-Taut-Schule (Berlin)

ModernLearning GmbH (Berlin)

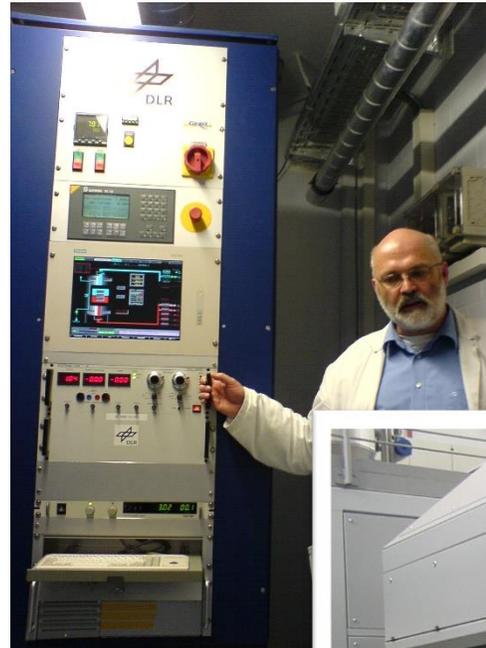
Weiterbildungszentrum Brennstoffzelle  
Ulm (WBZU)

unter der Leitung von:  
Prof. Dr. Manfred Hoppe  
Forschungsgruppe Praxisnahe  
Berufsbildung (FPB)  
Universität Bremen



Hands on  
Hydrogen

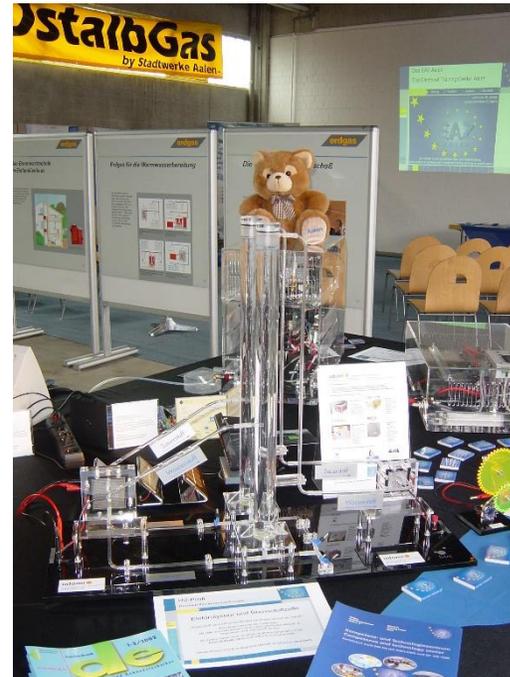
# Weitere Aktivitäten Exkursionen zu Live-Anlagen



# Weitere Aktivitäten Ausstellungen in Schulen z. B. Dinkelsbühl



# Weitere Aktivitäten Ausstellungen z. B. mit Energieversorgern



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

## Kontakt



**Elektro Technologie Zentrum**

Krefelder Straße 12

70376 Stuttgart