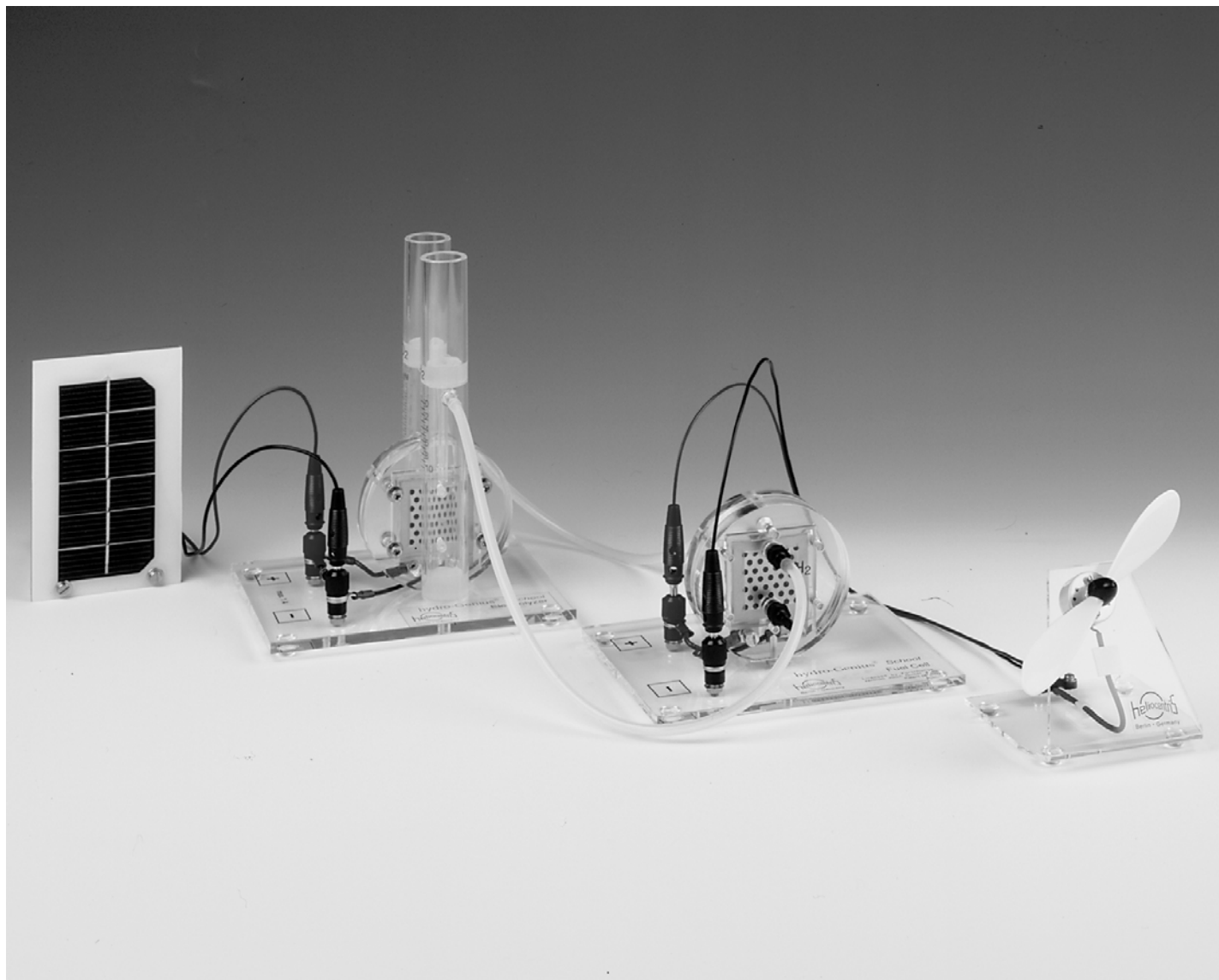


Bedienungsanleitung



für die Experimentiermodelle

hydro-Genius[®] School

Basis, Demo, Komplett, Brennstoffzelle, Elektrolyseure



heliocentris Energiesysteme GmbH, Rudower Chaussee 29, 12489 Berlin

Bedienungsanleitung hydro-Genius[®] School, ab Baujahr 10/1999
2. Auflage
Stand 1.10.99

© heliocentris Energiesysteme GmbH, Rudower Chaussee 29, D-12489 Berlin

Alle Rechte vorbehalten. Diese Bedienungsanleitung sowie einzelne Teile derselben sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, Vervielfältigung oder Ablichtung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen ist verboten.
Komponenten von hydro-Genius[®] School sind durch Patentanmeldungen bzw. Gebrauchsmuster geschützt.

Inhalt

1. Benutzerhinweise.....	4
2. Sicherheit.....	5
- 2.1 Einführung und Sicherheitshinweise.....	5
- 2.2 Bestimmungsgemäße Verwendung.....	5
- 2.3 Gefahrenquellen.....	6
- 2.4 Zugelassene Bediener.....	8
- 2.5 Arbeitsplatz.....	8
- 2.6 Schutzausrüstungen.....	8
- 2.7 Hinweise für den Umgang mit Kalilauge.....	8
3. Technische Angaben.....	9
- 3.1 Lieferumfang (je nach Zusammenstellung).....	9
- 3.2 Notwendige Betriebsmittel.....	9
- 3.3 Lieferbares Ergänzungszubehör.....	9
- 3.4 Übersicht.....	10
- 3.5 Anwendungsbereich und Funktionen.....	12
- 3.6 Technische Daten.....	13
4. Transport und Lagerung.....	14
- 4.1 Transport.....	14
- 4.2 Verpackung.....	14
- 4.3 Lagerung.....	14
5. Installation und Montage.....	16
- 5.1 Arbeitsplatz.....	16
- 5.2 Solarmodul.....	15
- 5.3 Alkalischer Elektrolyseur.....	16
- 5.4 PEM Elektrolyseur.....	17
- 5.5 Brennstoffzelle.....	18
- 5.6 Motor.....	18
6. Betrieb von hydro-Genius® School.....	20
- 6.1 Vorbereitung zur Inbetriebnahme.....	19
- 6.2 Sicherheitsvorkehrungen für den Betrieb.....	21
- 6.3 Empfohlene Betriebsweisen.....	22
- 6.4 Unzulässige Betriebsweisen.....	23
- 6.5 Inbetriebnahme.....	24
- 6.6 Mögliche Funktionsstörungen.....	25
- 6.7 Außerbetriebnahme.....	26
- 6.8 Außerbetriebnahme im Notfall.....	26
7. Wartung und Instandhaltung.....	27
- 7.1 Sicherheitsvorkehrungen.....	27
- 7.2 Reinigung.....	27
- 7.3 Wartung.....	27
- Nachfüllen von Wasser.....	26
- Austausch der Kalilauge.....	27
8. Garantie und Reklamationen.....	28

1. Benutzerhinweise

Die Bedienungsanleitung für hydro-Genius® School gliedert sich in 8 Abschnitte. Das Griffregister am rechten Seitenrand erleichtert die gezielte Suche.

In der Anleitung wurden folgende Symbole zur Kennzeichnung von Gefahren und Hinweisen verwendet:



Gefährliche Situation
(Schwere Verletzungen
möglich)



Schutzbrille tragen



Gefahr durch ätzende
Substanzen



Schutzhandschuhe
tragen



Gefahr durch Hitze



kein offenes Feuer



Gefahr durch rotierende
Teile



Rauchverbot



Explosionsgefahr



nicht berühren



Anwendertipps

verwendete Formeln:

H₂ = Wasserstoff

O₂ = Sauerstoff

KOH = Kalilauge

2.1 Einführung und Sicherheitshinweise

hydro-Genius® School ist mit Schutzvorrichtungen ausgerüstet.

Bei Fehlbedienung oder Missbrauch drohen dennoch Gefahren für

- die Gesundheit des Bedieners
- die Anlage und andere Sachwerte.

Alle Personen, die mit dem Aufstellen, Bedienen und Warten der Anlage zu tun haben, müssen

- diese Bedienungsanleitung lesen und genau beachten
- für ihre Tätigkeit ausgebildet / eingewiesen sein.

In dieser Bedienungsanleitung werden folgende Symbole und Signalwörter verwendet:



Warnung!

bezeichnet eine möglicherweise gefährliche Situation. Bei Nichtbeachten des Hinweises können schwere Verletzungen auftreten.



Wichtig!

bezeichnet Anwendungstipps und andere nützliche Informationen. Diese Kennzeichnung ist nicht für Gefahrensituationen. Hier können Produkt oder Umgebung beschädigt werden.

2.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

hydro-Genius® School ist ein Experimentier- und Vorführmodell zur Wasserstofftechnologie und deren Komponenten. Es ist ausschließlich für Experimente und Vorführungen zu verwenden und gemäß dieser Bedienungsanleitung zu betreiben.

hydro-Genius® School ist in zwei unterschiedlichen Elektrolyseurvarianten lieferbar. Zum einen kann es mit einem alkalischen Elektrolyseur ausgestattet sein, zum anderen ist es mit einem PEM-Elektrolyseur verfügbar, bei dem destilliertes Wasser ohne Notwendigkeit eines separaten Elektrolyten direkt zu Wasserstoff und Sauerstoff zersetzt wird.

Die beiliegenden Experimentieranleitungen beschreiben im Detail die Verfahrensweise bei den Experimenten und enthalten zusätzliche Sicherheitshinweise. Sie sind als Teil dieser Bedienungsanleitung zu behandeln.



hydro-Genius® School darf nicht verwendet werden für:

- die Erzeugung von Nutzenergie, z.B. für den Betrieb elektrischer Geräte oder Anlagen,
- zur Erzeugung von Wasserstoff für andere als die in den Experimentieranleitungen beschriebenen Zwecke,
- die Speicherung oder das Auffangen von Wasserstoff in mehr als geringfügigen Mengen (mehr als ca. 20 ml)

Eigenmächtige Umbauten und Veränderungen des Modells sind aus Sicherheitsgründen verboten. Die in dieser Bedienungsanleitung vorgeschriebenen Betriebs- und Wartungsbedingungen müssen eingehalten werden.

2.3 Gefahrenquellen

a) nur bei alkalischem Elektrolyseur

Gefahrenquelle ↓↓ Mögliche Folgen	Schutzmaßnahmen
<p>6 %ige Kalilauge im alkalischen Elektrolyseur</p> <p>↓↓</p> <p>R 35 Verursacht schwere Verätzungen</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Kontakt mit Haut und Augen vermeiden • Tragen Sie Schutzbrille und Handschuhe während des Umganges mit der Lauge (z.B. bei Umfülltätigkeiten). • Eventuelle Rückstände auf der Anlage können Sie mit einem Lappen oder Tuch beseitigen. (Handschuhe tragen, Lappen danach gut spülen) 

b) für alle Komponenten

Gefahrenquelle ↓ Mögliche Folgen	Schutzmaßnahmen
Entstehung von Wasserstoff ↓ Explosionsgefahr 	<ul style="list-style-type: none"> • Vermeiden Sie Umgang mit offenem Feuer in der Nähe des Modells. • Es herrscht Rauchverbot. 
heiße Lichtquelle ↓ Verbrennungsgefahr Überhitzung der Anlage 	<ul style="list-style-type: none"> • Berühren Sie nicht die Lichtquelle bei Betrieb und unmittelbar nach dem Betrieb. • Der Mindestabstand der Lampe beträgt : a) zur Solarzelle: 30 cm b) zu allen anderen Flächen: 80 cm 
Bei sehr starker Lichteinstrahlung kann sich die Oberfläche des Solarmoduls stark aufheizen ↓ Verbrennungen bei Hautkontakt und beim Anfassen 	<p>Vor Berührung des Solarmoduls Lichtquelle entfernen und Solarmodul abkühlen lassen.</p> 
rotierender Propeller ↓ - Augenverletzungen - lange Haare können erfasst werden 	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherheitsabstand von 30 cm vom Gesicht zum Propeller einhalten

2.4 Zugelassene Bediener

Mit der Anlage dürfen Sie nur arbeiten, wenn Sie

- die Bedienungsanleitung gelesen haben,
- vom Betreiber in die Bedienung eingewiesen wurden,
- über die von der Anlage ausgehenden Gefahren unterrichtet wurden.

hydro-Genius[®] School darf nur von ausgebildeten Lehrpersonen oder von Schülern und Lernenden unter Aufsicht von Lehrpersonen benutzt werden. Als Lehrer müssen Sie einen sachgemäßen Umgang gewährleisten. Sie haben die Pflicht, auf mögliche Gefahren hinzuweisen. Legen Sie beim Experimentieren die mitgelieferten Experimentieranleitungen aus, um ein „Herumspielen“ am Modell zu vermeiden.

Treffen Sie Maßnahmen, die verhindern, dass Unbefugte die Anlage installieren, benutzen oder warten. Wenn hydro-Genius[®] School an Dritte weitergegeben wird, müssen Sie die Bedienungsanleitung ebenfalls weitergeben.

2.5 Arbeitsplatz

Das Modell muss standsicher und auf einer stabilen, waagerechten und festen Unterlage aufgestellt werden. Die Umgebungstemperatur sollte zwischen 10°C und 35°C liegen. Für den Betrieb der Lampe benötigen Sie einen 230 V Netzanschluss.

2.6 Schutzausrüstungen

Tragen Sie beim Einfüllen und Austauschen von Chemikalien immer Schutzbrille und Schutzhandschuhe.

2.7 Hinweise für den Umgang mit Kalilauge (nur bei alkalischem Elektrolyseur)

Erste-Hilfe-Maßnahmen

- Allgemeine Hinweise:
Verunreinigte Kleidungsstücke unverzüglich entfernen
- Nach Einatmen:
Bei Bewusstlosigkeit Lagerung und Transport in stabiler Seitenlage
- Nach Hautkontakt:
Sofort mit Wasser und Seife abwaschen und gut nachspülen
- Nach Augenkontakt:
Unverzüglich Auge bei geöffnetem Lidspalt mehrere Minuten unter fließendem Wasser abspülen und Arzt konsultieren.
- Nach Verschlucken:
Reichlich Wasser nachtrinken und Frischluftzufuhr. Unverzüglich Arzt hinzuziehen

Angaben zur Entsorgung

Wassergefährdungsklasse 1: schwach wassergefährdend. Nicht unverdünnt bzw. in größeren Mengen in das Grundwasser, in Gewässer oder in die Kanalisation gelangen lassen. Darf nicht unverdünnt bzw. unneutralisiert ins Abwasser bzw. in den Vorfluter gelangen.

Darf nicht zusammen mit dem Hausmüll entsorgt werden.

Entsorgen Sie leere Chemikalienflaschen gemäß den geltenden Vorschriften.

3.1 Lieferumfang (je nach Zusammenstellung)

hydro-Genius® School Basis	Elektrolyseur (PEM oder alkalisch) Brennstoffzelle
hydro-Genius® School Demo	Solarmodul Elektrolyseur (PEM oder alkalisch) Brennstoffzelle Motor
hydro-Genius® School Komplett	Solarmodul Elektrolyseur (PEM oder alkalisch) Brennstoffzelle Motor Leuchte mit Leuchtmittel Handbuch zur Solar-Wasserstoff-Technologie Kursbuch (3-bändig)
Solarmodul	mit Kabeln und Steckern, Haltewinkel, Haltestift für Stativmontage
Elektrolyseur (alkalisch)	Elektrolyseureinheit mit 2 Gasspeichern Auffangschale für Kalilauge Zubehörtüte: 2 Aufsätze mit Gasspeicher- Elektrolyseur-Verbindung, 2 Verbindungsschläuche zum Gasverbraucher, 2 Schlauchklemmen, Spritze mit Schlauch
PEM-Elektrolyseur	Elektrolyseureinheit mit 2 Gasspeichern Zubehörtüte: 2 Aufsätze für Gasspeicher, 2 Verbindungsschläuche zum Gasverbraucher, 2 Schlauchklemmen
Brennstoffzelle	Brennstoffzelleneinheit 2 Gasschläuche
Motor	Motorhalter Elektromotor mit Kabel und Steckern Propeller
Dokumentation:	Bedienungsanleitung Experimentieranleitungen

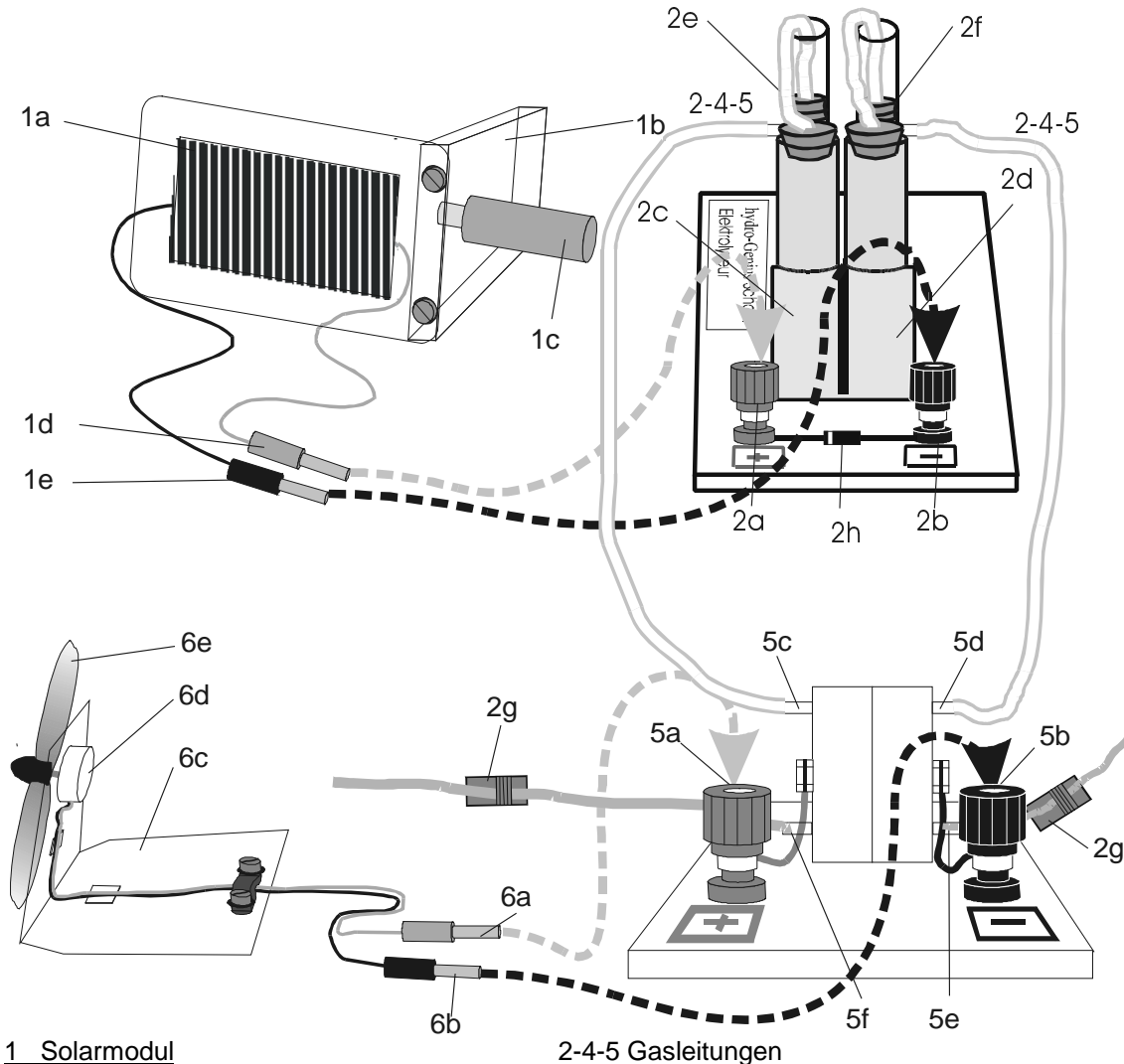
3.2 Notwendige Betriebsmittel

Destilliertes Wasser (alkal. und PEM-Elektrolyseur)

Nur für Elektrolyseur (alkalisch): Kalilauge
20 ml 6 %ig, (1 molare KOH-Lösung)Reinheit „zur Analyse“
(Kann separat bestellt werden)**3.3 Lieferbares Ergänzungszubehör**Widerstandsdekade zur Kennlinienbestimmung
WasserstoffflascheHydridspeicher
Druckminderer

3.4 Übersicht

a) School Demo mit alkalischem Elektrolyseur



1 Solarmodul

- 1a Solarmodul
- 1b Haltewinkel für Aufstellung
- 1c Haltestift für Stativmontage
- 1d Stromkabel mit Stecker für Pluspol
- 1e Stromkabel mit Stecker für Minuspol

2 Elektrolyseur

- 2a Steckbuchse Pluspol
- 2b Steckbuchse Minuspol
- 2c Halbzelle zur Sauerstofferzeugung
- 2d Halbzelle zur Wasserstofferzeugung
- 2e Gasspeicher Sauerstoff
- 2f Gasspeicher Wasserstoff
- 2g Schlauchklemmen
- 2h Diode Verpolungsschutz

2-4-5 Gasleitungen

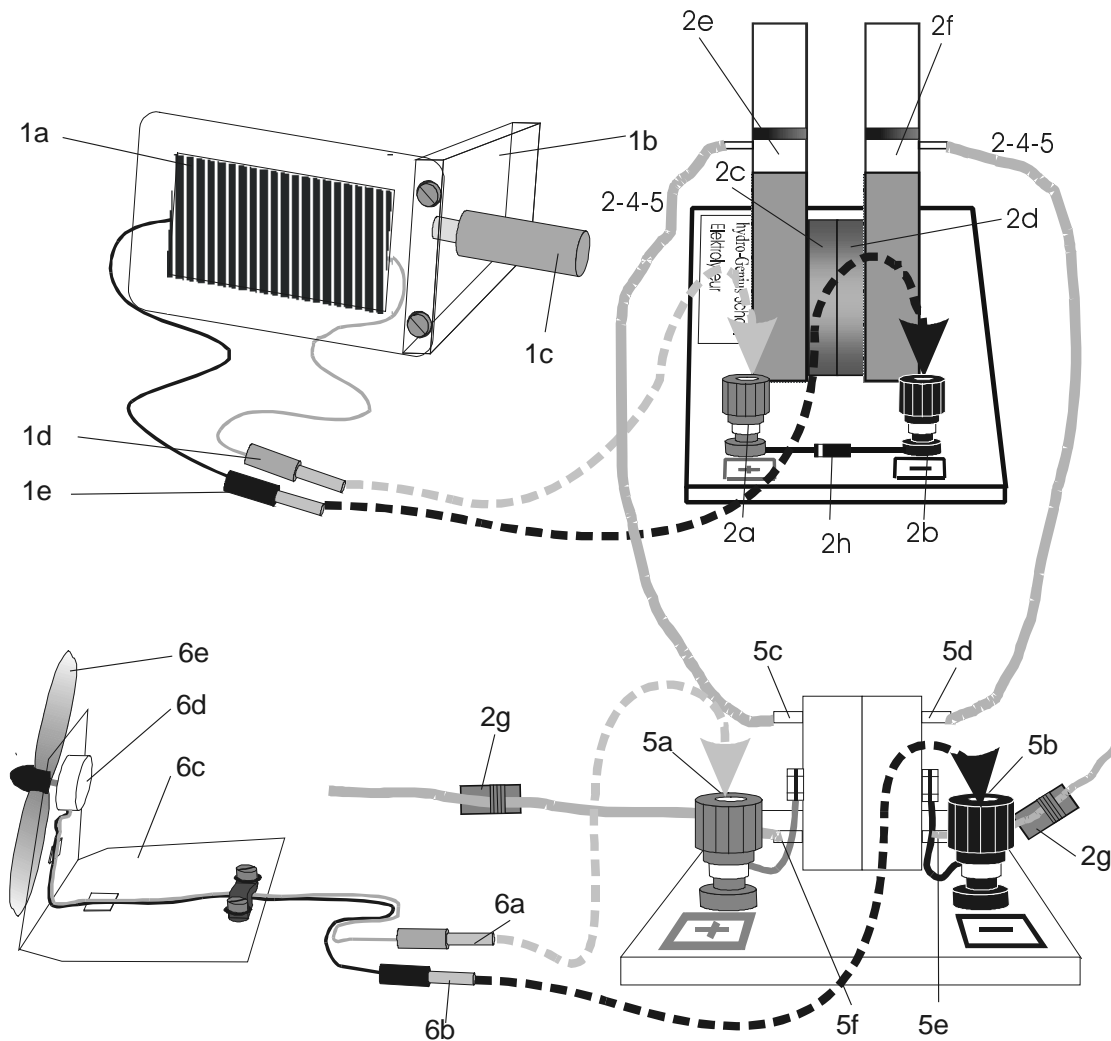
5 Brennstoffzelle

- 5a Steckbuchse Pluspol
- 5b Steckbuchse Minuspol
- 5c Einlass Sauerstoff/Luft
- 5d Einlass Wasserstoff
- 5e Auslass Wasserstoff
- 5f Auslass Sauerstoff

6 Motor

- 6a Stecker für Pluspol
- 6b Stecker für Minuspol
- 6c Motorhalter
- 6d Elektromotor
- 6e Propeller

b) School Demo mit PEM Elektrolyseur



1 Solarmodul

- 1a Solarmodul
- 1b Haltewinkel für Aufstellung
- 1c Haltestift für Stativmontage
- 1d Stromkabel mit Stecker für Pluspol
- 1e Stromkabel mit Stecker für Minuspol

2 Elektrolyseur

- 2a Steckbuchse Pluspol
- 2b Steckbuchse Minuspol
- 2c Halbzelle zur Sauerstofferzeugung
- 2d Halbzelle zur Wasserstofferzeugung
- 2e Gasspeicher Sauerstoff
- 2f Gasspeicher Wasserstoff
- 2g Schlauchklemmen
- 2h Diode Verpolungsschutz

2-4-5 Gasleitungen

5 Brennstoffzelle

- 5a Steckbuchse Pluspol
- 5b Steckbuchse Minuspol
- 5c Einlass Sauerstoff/Luft
- 5d Einlass Wasserstoff
- 5e Auslass Wasserstoff
- 5f Auslass Sauerstoff

6 Motor

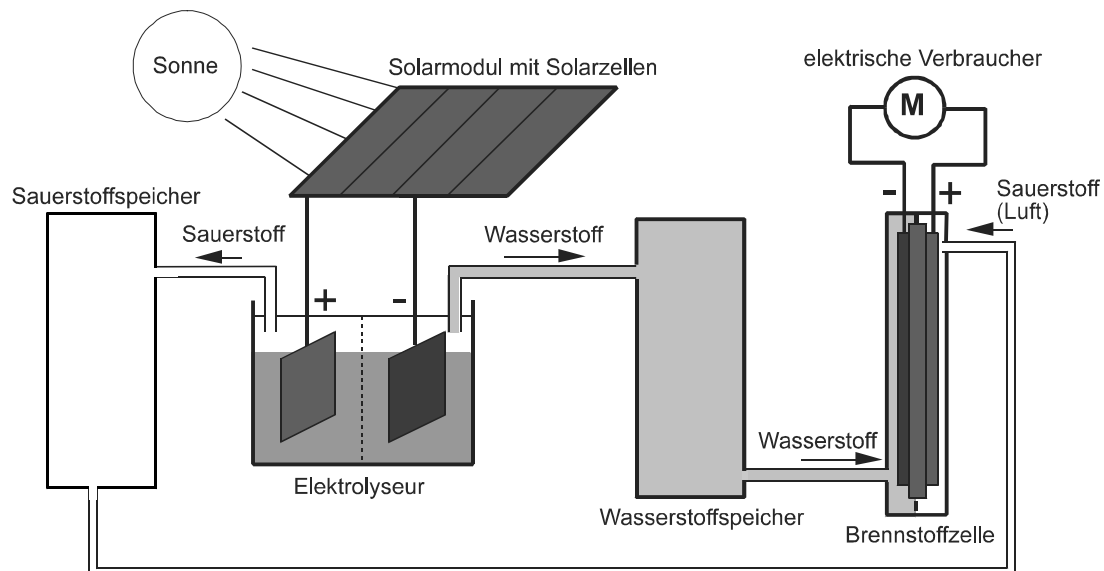
- 6a Stecker für Pluspol
- 6b Stecker für Minuspol
- 6c Motorhalter
- 6d Elektromotor
- 6e Propeller

3.5 Anwendungsbereich und Funktionen

hydro-Genius® School ist eine Solar-Wasserstoff-Anlage im Kleinformat, die speziell für Lehrzwecke entwickelt wurde. Die Komponenten sind identisch mit Solar-Wasserstoff-Anlagen zur netzunabhängigen Stromversorgung.

Und so funktioniert hydro-Genius® School:

1. Das Solarmodul wandelt Licht in Strom um.
2. Dieser Strom spaltet das Wasser im Elektrolyseur in Wasserstoff und Sauerstoff.
3. Die entstehenden Gase können im Elektrolyseur zwischengespeichert werden.
4. Wasserstoff und Sauerstoff werden in die Brennstoffzelle eingespeist. Hier werden sie direkt in Strom umgewandelt.
5. Der Strom treibt den Elektromotor an. Dieser aktiviert den Propeller.



3.6 Technische Daten

Solarmodul

Abmessung (Länge x Breite x Höhe)	96 mm x 120 mm x 80 mm
Klemmenspannung	3,5 V
Kurzschluss-Strom	245 mA
Punkt maximaler Leistung:	
Spannung	2,9 V
Strom	200 mA
Leistung	0,64 Watt

Leistungsdaten unter Standardbedingungen (bei 1000 W/m^2 und $25 \text{ }^\circ\text{C}$)

Elektrolyseur (alkalisch)

Abmessung (Länge x Breite x Höhe)	160 mm x 130 mm x 240 mm
Verbrauch an destilliertem Wasser	1 ml/10 h bei 300 mA Elektrolysestrom
Arbeitsspannung	1,6 - 2,5 V
Strom	0 - 1000 mA
Wasserstoffproduktion	max. 7 ml / min

PEM Elektrolyseur

Abmessung (Länge x Breite x Höhe)	160 mm x 130 mm x 190 mm
Verbrauch an destilliertem Wasser	1 ml/10 h bei 300 mA Elektrolysestrom
Wassermenge von der Sauerstoffseite auf die Wasserstoffseite transportiert	1 ml/ Std. bei 500 mA Elektrolysestrom
Arbeitsspannung	1,4 - 1,9 V
Strom	0 - 1000 mA
Wasserstoffproduktion	max. 7 ml / min

Brennstoffzelle

Abmessung (Länge x Breite x Höhe)	160 mm x 130 mm x 90 mm
Spannung	0,4 - 1,0 V
Strom	max. 2000 mA
Verbrauch an Wasserstoff	Max 15 ml/ min bei 2000 mA Strom

Motor

Abmessung (Länge x Breite x Höhe)	90 mm x 80 mm x 130 mm
Mindestabstand des Gesichts von Personen zum Propeller	30 cm
Betriebsspannung	0,2 V – 3 V
Stromaufnahme im Leerlauf	10 mA – 15 mA
Stromaufnahme mit Propeller	10 mA – 125 mA
Stromaufnahme maximal	250 mA
Betriebsspannung mit Brennstoffzelle	ca. 0,8 V
Stromaufnahme mit Brennstoffzelle und Propeller	Ca. 25 mA

Klimatische Bedingungen

Umgebungstemperatur	10 - 35 °C
Transport- und Lagertemperatur	10 - 35 °C Vor Frost schützen!

4.1 Transport

Im zusammengebauten und befüllten Zustand darf der hydro-Genius® School Elektrolyseur nur aufrecht stehend in einem sicheren Behälter und unter persönlicher Aufsicht befördert werden. Es ist dabei Sorge zu tragen, dass der Transportbehälter nicht kippt oder auf den Kopf gestellt wird.

Wird der Elektrolyseur ohne persönliche Begleitung transportiert, muss er unbefüllt sein. Das bedeutet, dass sich keine Chemikalien/Wasser im Modell befinden.

Schützen Sie den Transportbehälter vor Sturz, Erschütterungen und Witterungseinflüssen.

4.2 Verpackung

Aus transporttechnischen Gründen liefert heliocentris hydro-Genius® School Produkte teilweise zerlegt an.

Bei Transportschäden melden Sie sich bitte bei Ihrem Lieferanten.

4.3 Lagerung

Bewahren Sie hydro-Genius School bei längeren Stillstandszeiten an einem dunklen Ort auf.

Das Modell sollte sicher vor unbefugtem Zugriff gelagert werden.

Die 1M KOH (Elektrolyt) kann auch bei längerem Nichtgebrauch im alkalischen Elektrolyseur verbleiben.

Wird der PEM Elektrolyseur länger als 1 Monat nicht benutzt, so ist das destillierte Wasser zu entfernen. Vor dem Neustart muss eine erneute Befüllung mit destilliertem Wasser erfolgen.

Um Verschmutzungen, Verletzungen und Beschädigungen zu vermeiden, verwenden Sie zur Aufbewahrung möglichst den Originalkarton oder eine Schutzhaube.

3
technische
Daten

4
Transport /
Lagerung

Lagern Sie keine anderen Gegenstände auf dem Modell. Der Aufbewahrungsort muss trocken sein.

5. Installation und Montage

5.1 Arbeitsplatz

hydro-Genius® School muss auf einer ebenen, waagerechten, stabilen und festen Unterlage montiert und betrieben werden.

Zu Experimentierzwecken wird eine Arbeitshöhe von 75 - 85 cm empfohlen.

Das Modell benötigt eine Standfläche von ca. 1,0 m x 0,5 m.

Die Umgebungstemperatur soll im Bereich von 10°C bis 35°C liegen. Deshalb wird empfohlen, das Modell nur innen zu betreiben, um Witterungseinflüsse zu meiden.

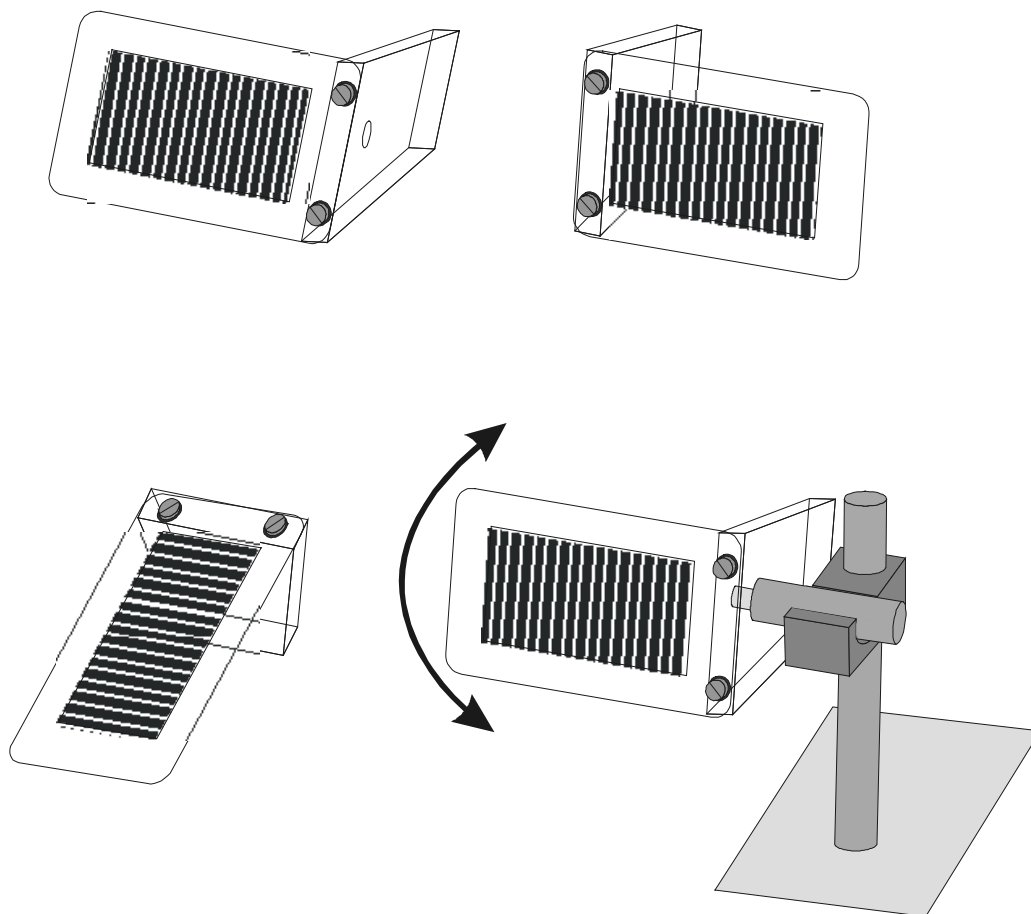
5.2 Solarmodul

Das hydro-Genius® School Solarmodul kann mit verschiedenen Lichtquellen betrieben werden:

1. Sonnenlicht
2. Halogenlampen bis 150 Watt elektrischer Leistung
3. Glühfadenlampen bis 150 Watt elektrischer Leistung

Die Lichtquelle muss eine über die Fläche der Solarzellen gleichmäßige Ausleuchtung sicherstellen.

Das Solarmodul kann in verschiedenen Winkeln auf dem Tisch aufgestellt und an einem Stativ montiert werden:



5.3 Alkalischer Elektrolyseur

Montage der Gasspeicher

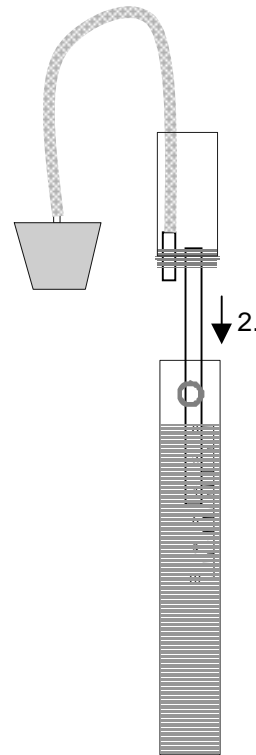
1. Füllen Sie das Gasspeicherrohr bis zur 0 ml Markierung mit destilliertem Wasser
2. Führen Sie den Verbindungsstopfen mit dem kurzen Speicherrohr in die untere Gasspeichereinheit ein.



Tipp:

Durch Anfeuchten des Rohrendes mit destilliertem Wasser erleichtern Sie das Aufschieben.

3. Wiederholen Sie die Schritte 1 und 2 für das andere Gasspeicherrohr.



Vor der Inbetriebnahme müssen die Chemikalien in den alkalischen Elektrolyseur eingefüllt werden. Sie benötigen dafür ca. 20 ml 1molare Kalilauge (KOH-Lösung).

Einfüllen der Kalilauge



Warnung !

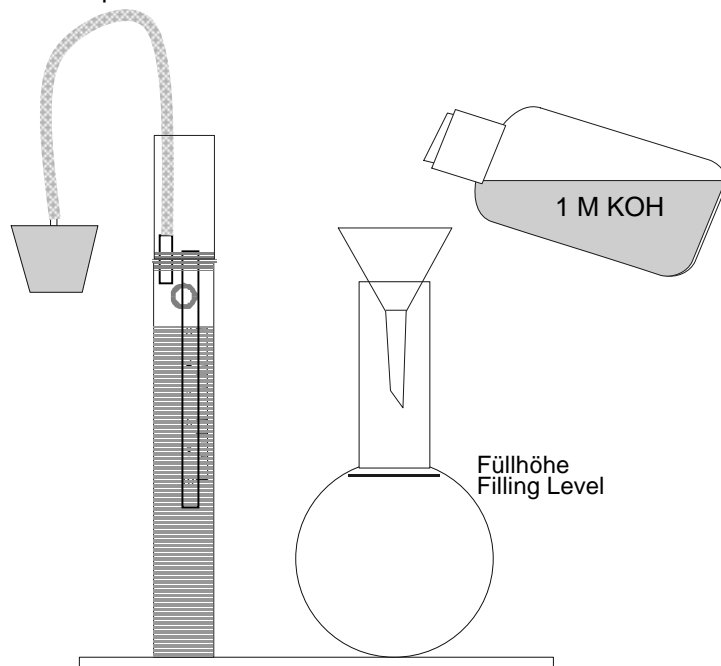
Ätzende Lauge.

Kann zu Augen- und Hautverätzungen führen.

Setzen Sie beim Einfüllen eine Schutzbrille auf und ziehen Sie Schutzhandschuhe an.

Beachten Sie die Sicherheitshinweise im Kapitel 2.3.

1. Setzen Sie den mitgelieferten Trichter in den geöffneten Elektrolyseur ein.
2. Schrauben Sie vorsichtig den Deckel der Kalilaugenflasche auf.
3. Füllen Sie langsam die Kalilauge in den Elektrolyseur, bis das Flüssigkeitsniveau die markierte Füllhöhe erreicht hat (obere Kante der Elektrolyseurkammer).
4. Wiederholen Sie Schritt 3 mit der anderen Elektrolyseurkammer
5. Setzen Sie die Stopfen wieder auf den Elektrolyseur. Stellen Sie sicher, dass die Stopfen nicht vertauscht werden.



6. Verschließen Sie die Flasche wieder sorgfältig und lagern Sie an einem für Unbefugte, insbesondere Kinder, unzugänglichen Ort.

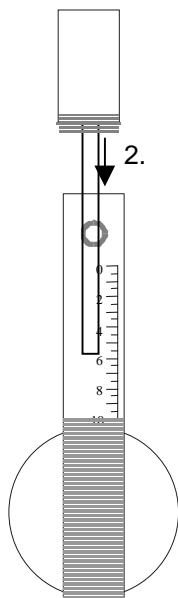


Tipp: Achten Sie darauf, dass die Stopfen den Elektrolyseur vollständig verschließen. Sind die Stopfen nicht vollständig dichtend aufgesetzt, entweicht Gas. Das kann zu Funktionsstörungen führen.

Abschließend überprüfen Sie bitte, dass beide Gasspeicher bis zur 0 ml Markierung mit destilliertem Wasser aufgefüllt sind.

5.4 PEM Elektrolyseur

Montage der Gasspeicher



1. Füllen Sie das Gasspeicherrohr mindestens bis über die 10 ml Markierung mit destilliertem Wasser.
2. Führen Sie den Verbindungsstopfen mit dem kurzen Speicherrohr in die untere Gasspeichereinheit ein.



Tipp: Durch Anfeuchten des Rohrendes mit dest. Wasser erleichtern Sie das Aufschieben.

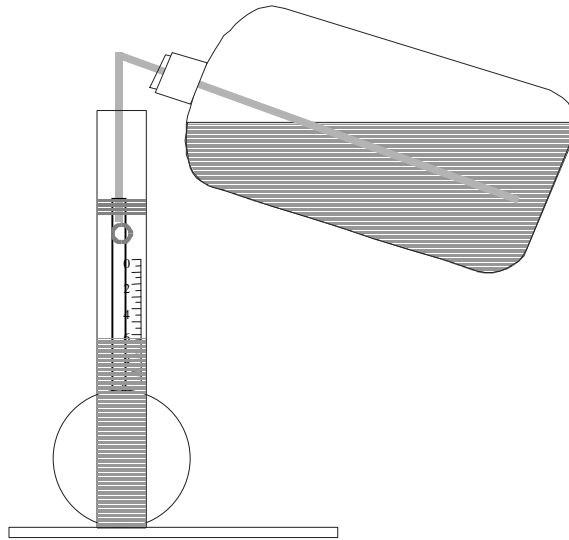
3. Wiederholen Sie die Schritte 1 bis 2 für die andere Seite des Gasspeichers. Vor der Inbetriebnahme von hydro-Genius[®] School muss der Elektrolyseur mit destilliertem Wasser befüllt werden. Sie benötigen ca. 50 ml destilliertes Wasser.



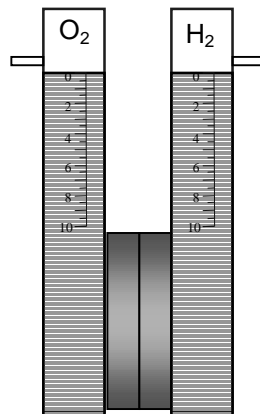
Achtung: nur destilliertes Wasser in den PEM Elektrolyseur einfüllen. Bei Verwendung anderer Flüssigkeiten (z.B. elektrolythaltig) droht Zerstörung des Elektrolyseurs.

Einfüllen von destilliertem Wasser

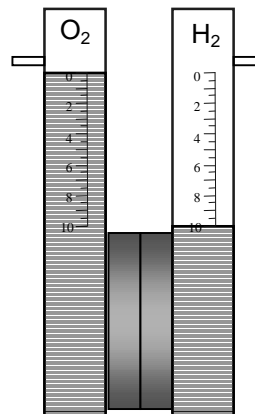
1. Benutzen Sie zur Vereinfachung eine Spritzflasche mit destilliertem Wasser.
2. Füllen Sie durch die Einführöffnungen in beiden Abdichtstopfen destilliertes Wasser ein. Bei Betrieb mit Gasspeicher (siehe Bild a)) auf beiden Seiten bis zur 0 ml Markierung. Da während des Elektrolysevorgangs Wasser in geringer Menge von der O₂-Seite auf die H₂-Seite überführt wird (bei einem Elektrolysestrom von 0,5 A ca. 1 ml/h), sollten für längeren Gebrauch (Dauerbetrieb) die beiden Seiten bis zu unterschiedlicher Höhe befüllt werden (siehe Bild b)).



a) Speicherbetrieb



b) Dauerbetrieb

**5.5 Brennstoffzelle**

Die Brennstoffzelle wird bereits fertig montiert geliefert.

5.6 Motor

Stecken Sie den Propeller vorsichtig auf die Motorachse.

6.1 Vorbereitung zur Inbetriebnahme

Für die Ausleuchtung des hydro-Genius® School **Solarmoduls** empfehlen wir, als Lichtquelle intensives Sonnenlicht oder die bei heliocentris erhältliche Leuchte mit 120 Watt Glühfadenlampe zu verwenden.

Auf diese Weise erreichen Sie eine gleichmäßige Ausleuchtung des Solarmoduls, eine ausreichende Bestrahlungsstärke und einen sicheren Betrieb.

Weitere Hinweise entnehmen Sie bitte den beigefügten Experimentanleitungen.

Die hydro-Genius® School **Elektrolyseure** können mit folgenden Stromquellen betrieben werden:

1. Solarmodul. Der maximale Strom (Kurzschluss-Strom) des Solarmoduls darf 1 Ampère nicht überschreiten. Die hydro-Genius® School Solarmodule sind optimal auf den Elektrolyseur abgestimmt.
2. Netzteil. Der Strom des Netztesiles muss auf maximal 1 Ampère begrenzt werden, da der Elektrolyseur sonst zerstört wird.



Achtung: Der Strom am Elektrolyseur darf nie 1 A übersteigen. Es droht sonst die Zerstörung des Elektrolyseurs.

Achten Sie unbedingt darauf, dass die Stromquellen polrichtig angeschlossen werden, d.h. verbinden Sie den Pluspol der Stromquelle mit dem Pluspol des hydro-Genius® School Elektrolyseurs und den Minuspol der Stromquelle mit dem Minuspol des Elektrolyseurs.

Der hydro-Genius® School Elektrolyseur ist mit einer Schutzdiode ausgerüstet, die bei Verpolung die Stromquelle kurzschließt. Bei Strömen über 1 Ampère kann es bei Verpolung zur Zerstörung der Schutzdiode kommen.

Weitere Hinweise entnehmen Sie bitte den beigefügten Experimentanleitungen.

Wasserstoff-/Sauerstoffquellen für die hydro-Genius® School **Brennstoffzelle**

a) hydro-Genius School Elektrolyseure

Am einfachsten und sichersten ist die Verwendung der hydro-Genius® School Elektrolyseure als Quelle der benötigten Gase.

Setzen Sie den Elektrolyseur in Betrieb (siehe 5.3 bzw. 5.4). Schließen Sie den Wasserstoffschlauch des Elektrolyseurs an den Wasserstoffeinlass-Stutzen (5d) der Brennstoffzelle an. Verfahren Sie analog mit Sauerstoff.

Ca. 10 – 20 Minuten nach Inbetriebnahme des Elektrolyseurs liefert die hydro-Genius® School Brennstoffzelle die volle elektrische Energie.

b) Hoffmann'scher Wasserzersetzungsapparat

Analog zum Elektrolyseur können die Gase zum Betrieb der hydro-Genius® School Brennstoffzelle in einem Hoffmann'schen Apparat erzeugt werden.

Der Betrieb des Hoffmann'schen Apparates ist nach der entsprechenden Bedienungsanleitung durchzuführen.

Der Hoffmann'sche Apparat darf ausschließlich mit Schwefelsäure (H₂SO₄) gefüllt werden.

Andere Elektrolyte können zur Zerstörung der Brennstoffzelle führen.



Es muss darauf geachtet werden, dass keine Elektrolytlösung aus dem Hoffmann'schen Apparat in die Brennstoffzelle gelangt.

Die hydro-Genius® School Brennstoffzelle arbeitet dann ordnungsgemäß, wenn der Elektrolysestrom mindestens 100 mA beträgt.

c) 1 l-Druckdosen mit Wasserstoff und Sauerstoff

Die hydro-Genius® School Brennstoffzelle lässt sich direkt aus einer Labordruckdosen mit Wasserstoff und Sauerstoff versorgen. Die Brennstoffzelle kann bei geringen Leistungsverlusten auch mit Sauerstoff aus der Umgebungsluft betrieben werden. Die Druckdosen sind mit einem Volumen von 1 Liter und einem Fülldruck von 12 bar auch bei heliocentris zu beziehen.



Verwenden Sie unbedingt einen **Druckminderer** mit einem Enddruck von maximal 0,6 bar für die Gasversorgung, da die hydro-Genius® School Brennstoffzelle nicht für einen Druckbetrieb ausgelegt ist.

Schließen Sie den am Wasserstoffeinlassstutzen (5d) der Brennstoffzelle montierten Schlauch an den Druckminderer der Druckdose an.

Um den Wasserstoffstrom zu kontrollieren und einzuregulieren, sollte der am Gasauslass (5e) der Brennstoffzelle montierte Schlauch in ein mit **destilliertem** Wasser gefülltes Becherglas eingetaucht werden (siehe auch Experimentieranleitung b1).

Regeln Sie den Wasserstoffstrom so, dass möglichst wenig Wasserstoff durch den Gasauslass entweicht. Eine Blase je 2 – 5 Sekunden ist ausreichend.

Verfahren Sie genauso für die Sauerstoffseite!



Falls das Gasangebot geringer als der Verbrauch ist, wird destilliertes Wasser aus dem Becherglas in die Brennstoffzelle gezogen. Wenn die Stromabgabe der Brennstoffzelle erhöht wird, muss der Gasstrom entsprechend nachgeregelt werden.

Nach Abschalten der Gasquelle muss der Schlauch sofort aus dem Becherglas genommen werden.

d) Druckgasflaschen

Analog zu den Druckdosen kann die hydro-Genius® School Brennstoffzelle mit gebräuchlichen Labordruckgasflaschen mit Druckminderer betrieben werden.

Die Reinheit muss bei Wasserstoff mindestens 99,9 % (Reinheit 3.0) betragen.

Beachten Sie die Bedienungsanleitungen des Druckminderers und der Druckgasflasche!!



Achtung: Die hydro-Genius® School Brennstoffzelle ist nicht für den Druckbetrieb ausgelegt. Die Dosierung des Druckminderer hat mit äußerster Vorsicht zu erfolgen, um plötzliche Druckstöße zu vermeiden.

Beachten Sie unbedingt die Sicherheitshinweise in den Abschnitten 2 und 6.

Weitere Hinweise entnehmen Sie bitte den beigegeführten Experimentieranleitungen.

Der hydro-Genius® School **Motor** kann grundsätzlich mit verschiedenen Stromquellen betrieben werden:

1. hydro-Genius® School Brennstoffzelle
2. hydro-Genius® School Solarmodule
3. Batterie oder Akkumulator
4. Labornetzteil

Eine Stromquelle ist dann geeignet, wenn

- sie mit 4 mm Laborsteckbuchsen ausgerüstet ist
- die Versorgungsspannung maximal 3 Volt beträgt bzw. sich auf 3 Volt begrenzen lässt.

6.2 Sicherheitsvorkehrungen für den Betrieb

1. Der Lehrer ist verpflichtet, dafür zu sorgen, dass Schüler oder andere Personen das Modell nur unter Aufsicht und Anleitung bedienen.
2. Experimente mit hydro-Genius[®] School müssen unter Verwendung der beiliegenden Experimentieranleitungen durchgeführt werden.
3. Falls die verwendete Lichtquelle zu einer großen Wärmeentwicklung am Solarmodul führt, darf dieses erst berührt werden, nachdem es nach Entfernung der Lichtquelle hinreichend abgekühlt ist.
4. Gegebenenfalls sind die in der Bedienungsanleitung der verwendeten Lichtquelle angegebenen Sicherheitshinweise zu beachten. Insbesondere muss der angegebene Mindestabstand von der Lampe eingehalten werden.
5. Der Mindestabstand zwischen Gesicht und Motor soll mindestens 30 cm betragen.

6.3 Empfohlene Betriebsweisen

Es ist darauf zu achten, dass der Elektrolyseur im Betrieb nicht austrocknet.

Für die hydro-Genius[®] School Brennstoffzelle ist ein regelmäßiger Betrieb vorteilhaft. Wenn möglich, sollte die Apparatur alle 3-4 Wochen für einige Stunden betrieben werden.

Je häufiger die hydro-Genius[®] School Brennstoffzelle in Betrieb ist, desto leistungsfähiger ist sie.

Bei längeren Betriebspausen kann die Membran austrocknen. Dadurch wird die Anlaufzeit verlängert.

Um eine exakte Übereinstimmung von gemessenen Daten der Brennstoffzelle (z.B. die Kennlinie) mit den Vorgaben der Experimentalanleitungen zu gewährleisten sollte die hydro-Genius[®] School Brennstoffzelle vor den Messungen einige Zeit in Betrieb sein.

Mit den hydro-Genius[®] School Elektrolyseuren sind grundsätzlich drei unterschiedliche Betriebsweisen möglich:

- a) Speicherbetrieb
- b) Dauerbetrieb
- c) Betrieb mit Sauerstoff aus der Umgebungsluft

Beim Speicherbetrieb ist darauf zu achten, dass beide Gasspeicher vor Beginn der Versuche bis zur 0 ml Markierung aufgefüllt sind. Beim Dauerbetrieb sollte beim hydro-Genius[®] School PEM Elektrolyseur die Sauerstoffseite bis zur 0 ml und die Wasserstoffseite nur bis zur 10 ml Markierung befüllt werden, da während des Elektrolysevorgangs in geringer Menge Wasser von der Sauerstoff- auf die Wasserstoffseite transportiert wird. Wenn der Wasserstand im Gasspeicher auf der Wasserstoffseite sich der 0 ml-Markierung nähert, muss das überschüssige Wasser mit Hilfe der beigefügten Spritze nach Entfernen des oberen Speicherrohres mit Verbindungsstopfen abgesaugt werden. Etwa das gleiche Wasservolumen muss auf der Sauerstoffseite nachgefüllt werden.

Für den Betrieb mit Sauerstoff aus der Umgebungsluft ziehen Sie bitte die Sauerstoffschläuche von der Brennstoffzelle ab.

6.4 Unzulässige Betriebsweisen



1. Das Solarmodul darf durch die Strahlungsquelle nicht über 60 °C erhitzt werden.
2. Das Solarmodul darf nicht mit fokussiertem (gebündeltem) Licht beleuchtet werden.
3. Das Solarmodul darf nicht durch starke Kraftanwendung verbogen werden (Bruchgefahr für die Solarzellen)
4. Die Gasschläuche dürfen nicht zusammen gekniffen werden, weil es zum Überdruck kommen kann. Die Folge wäre ein Abspringen der Schläuche und damit eine Verletzungsgefahr.
5. Die Auslassöffnungen der Brennstoffzelle und aller anderen Rohre dürfen ebenfalls nicht verschlossen werden.
6. Die Füllhöhe in den Elektrolysezellen des alkalischen Elektrolyseurs sollte 60% nicht unterschreiten.
7. Die Gasspeicher des PEM Elektrolyseur müssen bis mindestens Oberkante Elektrolyseurgehäuse mit destilliertem Wasser gefüllt sein.
8. Die in Abschnitt 3.6 angegebenen maximalen Betriebsspannungen für die Elektrolyseure dürfen nicht überschritten werden.
9. Schließen Sie unter keinen Umständen die Brennstoffzelle an eine externe Stromquelle (z.B. Labornetzteil oder Solarmodul) an. Ein von außen erzwungener Stromfluss kann sofort zur Zerstörung der Brennstoffzelle führen.
10. Werden andere Gegenstände als der im Lieferumfang enthaltene Propeller auf die Motorachse aufgesteckt, übernimmt heliocentris keinerlei Haftung für jegliche dadurch verursachte Schäden.

6.5 Inbetriebnahme

(am Beispiel des hydro-Genius® School Demo/Komplett)



Kontrollieren Sie bei einem alkalischen Elektrolyseur vor jeder Inbetriebnahme, ob am Elektrolyseur Lauge ausgetreten ist. Die Lauge bewirkt bei Berührung ein seifiges Gefühl und macht sich ggf. durch weiße Ränder bemerkbar und (beachten Sie die Sicherheitshinweise in Abschnitt 2). Im Fall von Undichtigkeiten setzen Sie sich unverzüglich mit dem Hersteller in Verbindung.

1. Stellen Sie sicher, dass hydro-Genius® School auf einer waagerechten und stabilen Unterlage steht.
2. Stecken Sie mit Laborkabeln („Bananenstecker“) folgende Verbindungen zwischen der Stromquelle (Solarmodul oder Netzteil) und dem Elektrolyseur her:
Pluspol Stromquelle (1d) mit Pluspol des Elektrolyseurs (2a)
Minuspol Stromquelle (1e) mit Minuspol des Elektrolyseurs (2b).
3. Verbinden Sie mit den beigefügten Gasschläuchen die Wasserstoffseite des Elektrolyseurs mit der Wasserstoffseite der Brennstoffzelle. Verfahren Sie analog mit der Sauerstoffseite.
4. Beleuchten Sie das Solarmodul ausreichend oder stellen Sie am Netzteil einen Strom zwischen 150 mA und 1 A ein.
5. Jetzt sollten Sie eine deutliche Gasentwicklung im Elektrolyseur beobachten. In der Halbzelle (2c) entsteht Sauerstoff, in der anderen Halbzelle (2d) entsteht Wasserstoff.
6. Stecken Sie mit Laborkabeln („Bananenstecker“) folgende Verbindungen:
Pluspol Brennstoffzelle (5a) mit Pluspol des elektrischen Verbrauchers (6a)
Minuspol Brennstoffzelle(5b) mit Minuspol des elektrischen Verbrauchers (6b).
7. Nach 10 - 20 Minuten sollte die Brennstoffzelle ausreichend mit Gas versorgt sein und einen geeigneten Elektromotor (z.B. den hydro-Genius® School Elektromotor) antreiben können.

6.6 Mögliche Funktionsstörungen

(Kleine Störungen, die Sie selbst beheben können)

Lampe funktioniert nicht

- Ist der Netzstecker in der Stromquelle?
- Wurde die Lampe richtig fest eingeschraubt?
- Stellen Sie fest, dass die Lampe defekt ist, wechseln Sie sie aus. Eine Ersatzlampe ist bei heliocentris oder im Fachhandel erhältlich. (Typ: 230V; 120W; PAR 38; Spot 12°)


Elektrolyseur produziert kein Gas

- Ist die Verkabelung zwischen Solarmodul und Elektrolyseur korrekt (siehe Abschnitt 6.5)?

Elektrolyseur produziert zu wenig Gas (≤ 4-6 sec / Gasblase)

- Leuchten Sie das Solarmodul besser mit der Lampe aus. (Vorsicht, Verbrennungsgefahr!)

Motor läuft nach 20 min nicht an

- Sind Brennstoffzelle und Motor korrekt verkabelt? (siehe Abschnitt 6.5)
- Überprüfen Sie den Sitz und die Dichtheit der Stopfen am Elektrolyseur (2g; 2h) und der Gasschläuche zur Brennstoffzelle (5).
- Entstehen Bläschen im Elektrolyseur, so kann ein Schlauch zur Brennstoffzelle defekt sein.
 Wenden Sie sich in diesem Fall an heliocentris. Bauen Sie auf keinen Fall irgendein Schlauchmaterial ein!
- Möglicherweise ist die Brennstoffzelle eingetrocknet, wenn hydro-Genius® School mehr als 2 Monate nicht in Betrieb war. Geben Sie mit der beiliegenden Spritzflasche einige Tropfen destilliertes Wasser in den Sauerstoffeinlass der Brennstoffzelle.
- Bei ununterbrochenen Betrieb kann es zu überschüssigem Wasser in der Brennstoffzelle kommen. Dieses kann von Zeit zu Zeit durch die Gasstutzen ausgeschüttet werden.

Alle anderen Störungen und Unregelmäßigkeiten können nur durch heliocentris behoben werden.

In diesem Fall möchten wir Sie bitten, Ihren Lieferanten telefonisch oder per Fax zu benachrichtigen.

Viele Fragen lassen sich bereits am Telefon klären.

Anschließend kann entschieden werden, ob Sie hydro-Genius® School oder einzelne Teile davon zur Reparatur schicken müssen.

6.7 Außerbetriebnahme

1. Ziehen Sie den Netzstecker der Leuchte.
2. Warten Sie ab, bis sich der Propeller nicht mehr dreht.
3. Lassen Sie die Lampe abkühlen.
4. Stellen Sie hydro-Genius[®] School an einen sicheren Ort.



Bewahren Sie die für die Füllung des alkalischen Elektrolyseurs verwendeten Chemikalien an einem sicheren, für Unbefugte - insbesondere Kinder - unzugängliche Ort auf.

6.8 Außerbetriebnahme im Notfall

Falls unvorhergesehene Betriebszustände eintreten sollten, verfahren Sie wie folgt:

Kunststoffteile verformen sich, weil der Mindestabstand der Lampe nicht eingehalten wurde.

1. Schalten Sie die Lampe aus.
2. Lassen Sie das Modell abkühlen, bevor Sie oder Dritte es berühren.
3. Verfahren Sie weiter, wie unter 6.7 angegeben.

Am alkalischen Elektrolyseur tritt Lauge aus, z.B. durch eine mechanische Beschädigung

1. Verhindern Sie Berührungen des Modells. Befolgen Sie die Sicherheitshinweise in Abschnitt 2.3.
2. Ziehen Sie Schutzhandschuhe an und setzen Sie eine Schutzbrille auf
3. Schalten Sie die Lampe aus bzw. entfernen Sie die externe Stromquelle vom Elektrolyseur.
4. Stellen Sie hydro-Genius[®] School in eine Wanne aus einem laugenbeständigen Material und entfernen Sie die ausgetretene Lauge durch Abspülen mit Wasser.
5. Entleeren Sie den Elektrolyseur vollständig nach der in 7.3 angegebenen Prozedur.
6. Nehmen Sie sämtliche ausgetretene Lauge auf Fußböden oder Gegenständen mit einem feuchten Lappen auf, den Sie anschließend gründlich ausspülen.

Austretender Wasserstoff entzündet sich

1. Entfernen Sie unverzüglich die Stromzuleitung zum Elektrolyseur, um die Wasserstoffproduktion zu stoppen
2. Sorgen Sie unverzüglich dafür, dass alle anwesenden Personen einen Sicherheitsabstand von mindestens 10 m zum Modell einhalten
3. Nähern Sie sich nach einer Wartezeit von mindestens 10 Minuten mit geeigneter Schutzkleidung (Schutzbrille!), um das Modell nach Abschnitt 6.7 außer Betrieb zu setzen.

Senden Sie hydro-Genius[®] School in allen hier aufgeführten Fällen vor einer erneuten Inbetriebnahme zur Funktionskontrolle an Ihren Lieferanten.

7.1 Sicherheitsvorkehrungen



Warnung !

Bei allen Wartungsaufgaben am alkalischen Elektrolyseur müssen unbedingt Schutzhandschuhe und Schutzbrille getragen werden. Es besteht Verätzungsgefahr.

Achten Sie nach Wartungsarbeiten auf die richtige Wiedermontage von Schläuchen und Kabeln.

7.2 Reinigung

Reinigen Sie hydro-Genius® School nur mit klarem Wasser oder einem speziellen Acrylglasreiniger .

Vermeiden Sie unbedingt den Kontakt mit Lösungsmitteln.

Säubern Sie den Elektrolyseur besonders vorsichtig. Er besteht aus empfindlichen Teilen, die leicht abbrechen können.

7.3 Wartung

Nachfüllen von Wasser

a) alkalischer Elektrolyseur

Wenn der Füllstand der Flüssigkeit im **alkalischen Elektrolyseur** bis auf 60 % der Höhe der Füllstandsmarke abgefallen ist, muss destilliertes Wasser nachgefüllt werden. Gehen Sie dabei wie folgt vor:

1. Setzen Sie die Schutzbrille auf.
2. Entfernen Sie die Stopfen beider Gasscheider (2e und 2f). Achtung! Es könnte sich etwas Kalilauge an den Stopfen befinden. Falls Sie ein seifiges Gefühl verspüren, Hände gründlich mit Wasser abspülen.
4. Füllen Sie destilliertes Wasser mit Hilfe der beiliegenden Spritzflasche o.ä. auf beiden Seiten bis zur Füllstandsmarkierung auf.
5. Setzen Sie die Stopfen dicht schließend auf die Gasscheider auf.

b) PEM Elektrolyseur

Wenn der Füllstand der Flüssigkeit im **PEM Elektrolyseur** bis unter die 10ml Markierung auf der O₂-Seite abgesunken ist, muss destilliertes Wasser nachgefüllt werden. Verfahren Sie, wie unter 5.4 beschrieben. Auf der H₂-Seite ist bei Bedarf der Wasserstand durch Ausgießen bis auf die 10ml Markierung zu reduzieren.

Austausch der Kalilauge (nur bei alkalischem Elektrolyseur)

Die Kalilauge muss frühestens nach einem halben Jahr ausgetauscht werden. Sie erkennen den richtigen Zeitpunkt an der Trübung der Lauge im Elektrolyseur.



Warnung !

Warnung: Ätzende Lauge! Schutzbrille und Handschuhe tragen.

Gehen Sie wie folgt vor:

1. Elektrolyseur vorbereiten

- Saugen Sie nach Entfernen des Verbindungsstutzen das destillierte Wasser aus den Gasspeicher mit Hilfe der beigefügten Spritze mit Silikonschlauch ab.
- Lösen Sie die beiden Schlauch-Stopfen Einheiten (Verbindungen zwischen Gasscheider und Gasspeicher) vom Elektrolyseur und reinigen Sie diese mit einem saugfähigen Tuch (es könnte sich Kalilauge an den Stopfen befinden).

2. Verbrauchte Kalilauge aus dem Elektrolyseur entfernen

- Gießen Sie **vorsichtig** den Inhalt des Elektrolyseurs in ein Gefäß mit ca. 3 Liter Wasser (z.B. gefüllter Wassereimer, gefüllte Spüle). Achten Sie darauf, dass es nicht zu Spritzern der Kalilauge kommt.
- Das Gefäß mit der verdünnten Kalilauge können Sie ohne Gefahr im Ausguss ablassen.
- Entfernen Sie etwaige verschüttete Reste der Kalilauge gründlich mit einem saugfähigen Tuch.

3. Betriebsbereitschaft des alkalischen Elektrolyseurs herstellen

- Füllen Sie den Elektrolyseur mit Kalilauge gemäß Abschnitt 5.3.
- Füllen Sie die Gasspeicher mit destilliertem Wasser auf gemäß Abschnitt 5.3.

8. Garantie und Reklamationen

Die Garantiezeit für hydro-Genius® School beträgt 6 Monate.

Die Garantiezeit tritt mit dem Tag der Auslieferung in Kraft und betrifft nur Schäden, die bei bestimmungsgemäßer Verwendung ohne Verschulden des Betreibers eingetreten sind.

Garantieansprüche gegenüber heliocentris können nicht geltend gemacht werden wenn:

1. der Kunde durch Fehlbedienung den Schaden herbeigeführt hat.
2. am Gerät eigenmächtig Reparaturen oder Manipulationen durchgeführt wurden.
3. der Kunde seine Aufsichtspflicht als Betreiber vernachlässigt hat und Dritte einen Schaden herbeigeführt haben.

Für Schäden, die beim Antransport zum Kunden entstehen haftet heliocentris und sorgt im Schadensfall für Ersatz.

Bei Reklamationen und Rückversand des Elektrolyseurs in Folge von Reparaturen trägt der Kunde Risiko und Kosten und hat für ordnungsgemäße und sichere Verpackung zu sorgen.

Bei allen Rückfragen wenden Sie sich bitte an:



heliocentris Energiesysteme GmbH, Rudower Chaussee 29, 12489 Berlin
Telefon: (030) 6392 6326
Fax: (030) 6392 6329
e-mail: info@heliocentris.com