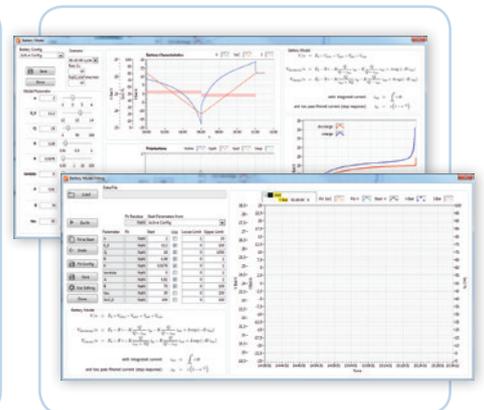


Wasserstofftechnologie für Hochschulen

Vom Experimentierkasten zur modernen Brennstoffzellenanlage



Professional

Übungs- und Demonstrationsgerät für Solar- und Wasserstofftechnik

Das Professional Trainingsystem bildet einen vollständigen Solar-Wasserstoff-Energiekreislauf ab. Über eine Solarzelle wird elektrischer Strom erzeugt, durch Elektrolyse Wasserstoff erzeugt und mit einer Brennstoffzelle, die einen Verbraucher versorgt, wieder rückverstromt.

Durch den großzügigen Wandplattenaufbau eignet sich das Professional hervorragend für Vorlesung und Praktikum. Solartechnik und Brennstoffzelle lassen sich im Detail untersuchen. Vorkonzipierte Experimente und eine umfassende Dokumentation vereinfachen die Unterrichtsvorbereitung.



Eckdaten und wichtigste Aspekte

- » Demonstrationsgerät für den Frontalunterricht
- » Geeignet für die Vermittlung von Inhalten aus Physik-, Chemie- und Techniklehrplänen
- » Grundsätzliche Funktionsweise von Brennstoffzellen und Solarzelle
- » Stromstärke und Spannung der Brennstoffzelle und Elektrolyse messen
- » Speicherung und Verwendung erneuerbarer Energien
- » Chemische Reaktionen der gesamten Energieumwandlungskette
- » Wasser zu Wasserstoff und Sauerstoff
- » Wasserstofferzeugung durch Elektrolyse per Solarmodul

inkl. Kursprogramm



Lehrmaterial mit Experimentieranleitung + CD



Solarmodul



Doppelte Brennstoffzelle



Elektrolyseur



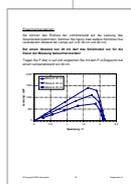
Messgerät



Verbraucher

Beispielexperimente

- » Untersuchung von Solarzellen und deren Wirkungsgrad
- » Aufstellwinkel der Solarzelle ermitteln
- » Wie viele Solarzellen versorgen ein Haus?
- » Untersuchen der Wasserelektrolyse, wie wird Wasser gespalten?
- » Untersuchung des Elektrolyseurs – nimmt der Strom zu, wenn man die Spannung erhöht?
- » Untersuchung einer Wasserstoff-Brennstoffzelle
- » Wie funktioniert der Treibhauseffekt?
- » Untersuchung des Wirkungsgrades im System
- » Elektrolyseur und Brennstoffzelle
- » Wasserstoff als Energieträger und die Speicherung
- » Kennlinie eines Elektrolyseurs und einer Wasserstoff-Brennstoffzelle
- » Der Faraday'sche Wirkungsgrad eines Elektrolyseurs



Produktionsoptionen

Professional Complete

Art.-Nr. 392 / Preis: 1.964,00 €

Darstellung von Messdaten durch Messgerät

- » Solarmodul
- » Elektrolyseur
- » Doppel-Brennstoffzelle
- » Verbraucher
- » Lehrmaterial mit Experimentieranleitung
- » Messgerät

Zubehör

Lampe

Art.-Nr. 314 / Preis: 45,00 €

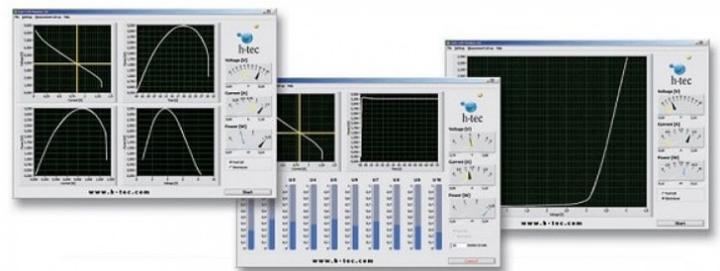
Stack Experimentierkoffer

Kompletter Experimentierkoffer bestehend aus Solarmodul, Elektrolyseur mit H₂- und O₂-Speicher, Brennstoffzellenstack, Verbraucher, Lampe und Messkarte mit Software. Der Experimentierkoffer kann für die Lehre, für Präsentationen und für erste kleine Brennstoffzellenprojekte eingesetzt werden.



Eckdaten und wichtigste Aspekte

- » Komplette Abbildung der Solar-Wasserstoffkette
- » Transparenter zerlegbarer Brennstoffzellenstack (10 Einzelzellen)
- » Messkarte mit Software erlaubt:
 - automatische Kennlinienaufnahme
 - manuelle Arbeitspunktmessung (BZ)
 - Einzelzellspannungsüberwachung (BZ) mit bis zu 10 Einzelzellen
 - automatische Kennlinienaufnahme von Elektrolyseuren



Brennstoffzellen im Unterricht

Das Buch widmet sich speziell der Brennstoffzellentechnik und führt den Leser anschaulich und leicht verständlich in diesen neuen Technologiebereich ein. Für das leichtere Verständnis ist der Inhalt in 3 Sektoren aufgeteilt: Grundlagen, Experimente, Arbeitsblätter.



Produktionen

Stack Experimentierkoffer

Art.-Nr. HAT U102 / Preis: 2.335,00 €

- » Fuel Cell Stack 10
- » Electrolyseur
- » H₂-Speicher
- » Fuel Cell Monitor Pro 4.0
- » Transportbox
- » Zubehör (magnetische Wandhalter, Lüfter, Lampe, ...)
- » Brennstoffzellen im Unterricht

Fuel Cell Automotive Trainer

NEU

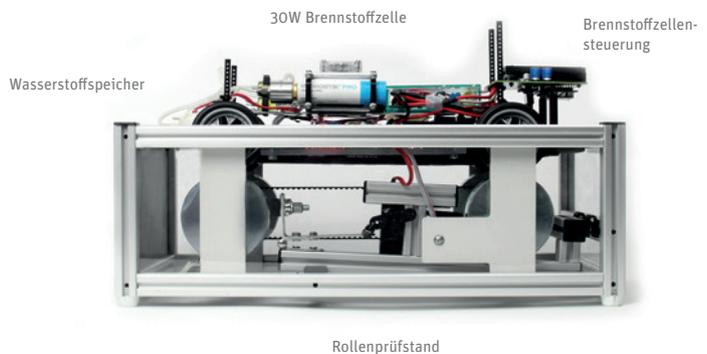
Experimentierset für die erweiterte Ausbildung an Brennstoffzellen-Hybridsystemen

Der Fuel Cell Automotive Trainer (FCAT) ist das kompakte Ausbildungssystem der nächsten Generation. Die integrierte Brennstoffzellen-Systemtechnik, die ergänzenden Zusatzsensoren, der Rollenprüfstand und die mitgelieferte Lab-View-Analyse-Software machen zusammen mit dem ausführlichen Lehrmaterial (engl.) den FCAT zum kompaktesten Lernsystem für die technische Grundausbildung.



Eckdaten des FCAT

- » Voll funktionsfähiges RC-Car mit Steuerung
- » 30 W Brennstoffzelle
- » Traktionsbatterie
- » Hybrid Management Modul
- » Rollenprüfstand für die Experimentdurchführungen
- » Wasserstoffgenerator zur Befüllung der H₂-Speicher (Hydrostiks)
- » Integrierte Messwerterfassung für Brennstoffzelle, Batterie und Motor
- » LabView-Analyse-Software
- » Lehrmaterial (engl.)



SOFTWARE



Beispielexperimente (engl.)

- » Geschwindigkeit vs. Energieverbrauch
- » Grundlagen Brennstoffzellensysteme
- » Untersuchung eines Hybridfahrzeugs
- » Wirkungsgradbetrachtungen

Produktübersicht

Fuel Cell Automotive Trainer

Art.-Nr. FCAT30/Preis: 6.690,00 €

- » RC-Fahrzeug mit Fernsteuerung
- » 30 W Brennstoffzellensystem H-Cell 2.0
- » Wasserstoffgenerator Hydrofill Pro
- » Wasserstoffspeicher (4 x Hydrostik PRO)
- » Rollenprüfstand
- » Integrierte Messwerterfassung
- » LabView-PC-Schnittstelle
- » Kursmaterial und Bedienungsanleitung (engl.)

Fuel Cell Trainer

50 W Brennstoffzellen-Lernsystem zur Vermittlung ingenieurtechnischer Grundkenntnisse

Der Fuel Cell Trainer eignet sich ideal für die Vermittlung von ingenieurtechnischen Grundkenntnissen über die Brennstoffzelle und ihren systematischen Aufbau. Umfangreiche Experimentiermöglichkeiten sowie abgestimmtes Lehrmaterial ermöglichen eine realitätsnahe Ausbildung.

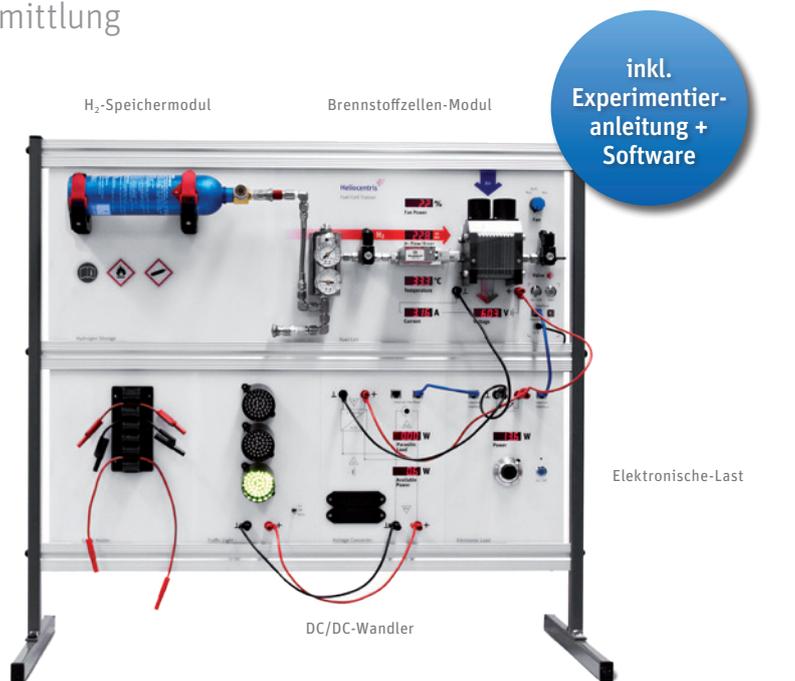
Alle Komponenten des Brennstoffzellensystems sind einzeln dargestellt und können einfach untersucht werden. Die mitgelieferte Software ermöglicht Ihren Studenten die Durchführung von Experimenten und deren Messungen.

Eckdaten und wichtigste Aspekte

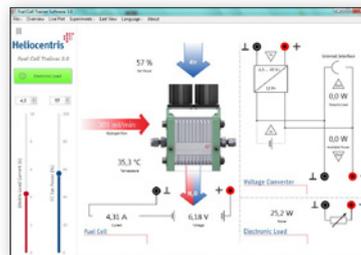
- » Abgestimmtes Lehrmaterial für Lehrer und Studenten
- » 50 W PEM-Brennstoffzelle mit modularem Systemaufbau und Erweiterungsoptionen
- » Umfangreiche Messtechnik sowie Messdatenerfassung über PC-Schnittstelle
- » Komfortable Experimentiersoftware und Messdatenerfassung
- » Integrierte Sicherheitsüberwachung auch für ungeübte Anwender

Software

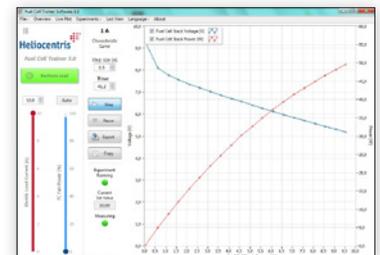
- » Aufnahme und Visualisierung von Messwerten
- » Computergestütztes Experimentieren



SOFTWARE



Systemübersicht



Kennlinien

Produktübersicht

Fuel Cell Trainer

Art.-Nr. 693 / Preis: 14.450,00 €

- | | |
|--------------------------------|---|
| » Brennstoffzellenmodul | » H ₂ Speichermodul |
| » Elektronische Last | » Lehrmaterial mit Experimentieranleitung im Ringbuchhalter |
| » Gleichspannungswandler-Modul | » Software + CD |
| » Ampel-Modul | |

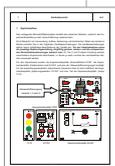
Experimente:

Grundlagenexperimente:

- » Kennlinie und Leistungskurve
- » Abhängigkeit der Leistung von Temperatur und Luftzufuhr
- » Wasserstoff-Strom-Kennlinie
- » Wirkungsgrad des Brennstoffzellenstacks

Anwendungsbezogene Experimente:

- » Systemwirkungsgrad eines Brennstoffzellensystems
- » Netzunabhängige Stromversorgung und Reichweite einer Brennstoffzelle
- » Anwendungsbeispiel Brennstoffzellenfahrzeug: Kraftstoffverbrauch und Lastprofil



Hybrid Energy Lab

1,2 kW Brennstoffzellen-Batterie-Hybridsystem

Generator-Batterie-Hybride stellen heute die Basis vieler Stromversorgungs- und Backup-Lösungen dar. Das Hybrid Energy Lab ist ein Brennstoffzellen-Batterie-Laborsystem für das Studium moderner Energiesysteme. Die eingebauten hochwertigen Industriekomponenten- und Systeme ermöglichen eine robuste und praxisnahe Experimentierführung.

Die mitgelieferte Experimentiersoftware ermöglicht den nahtlosen Vergleich theoretischer Modelle für Batterien, Brennstoffzellen und Energiemanagement mit realen Messungen.

Mit der offenen API-Schnittstelle können weitere eigene Forschungsprojekte umgesetzt werden.



Eckdaten und wichtigste Aspekte

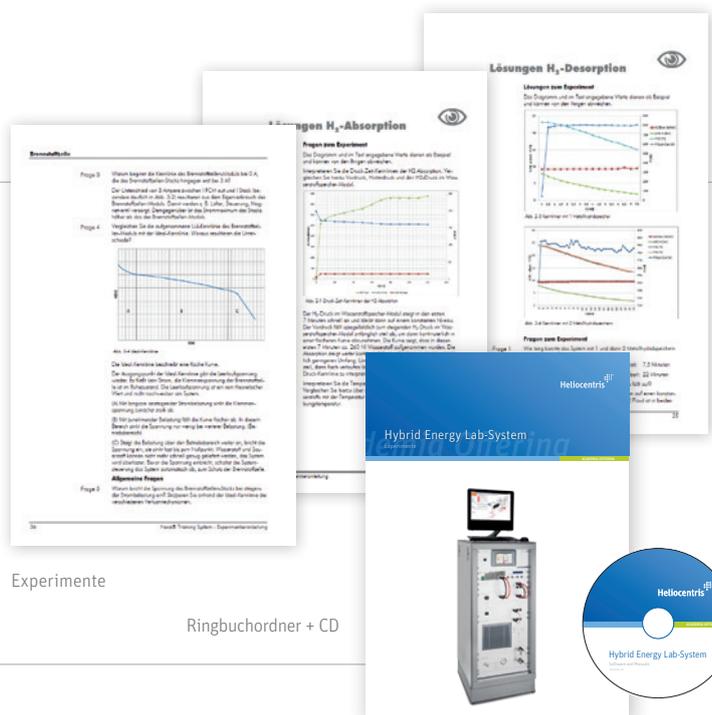
Das System bietet eine vielseitige Experimentierplattform für fortgerittenes Training bis angewandter Forschung:

- » Umfangreiche Echtzeit-Visualisierung auf Komponenten- und Systemebene (z. B. Arbeitspunkte, Energieflüsse)
- » Nahtlos integrierte, theoretische Modelle für Batterien (Ladezustand), Brennstoffzelle (Kennlinie) und Genset (Simulation)
- » IP-basierte Software-Schnittstelle zur einfachen Integration
- » Dimensionierung und Auslegung von hybriden Energiesystemen

- » Freie Last- und Quellprofile (Editor, Import)
- » Auswertung auf Basis theoretischer Modelle mittels Daten-Fitting
- » Batterie-Charakterisierung: Lade- und Entladeverhalten, Ladezustandsbestimmung
- » Automatischer Betrieb mittels integriertem Energiemanagement
- » Anwendungen: Inselstromversorgung, USV, Range Extender und Automotive Engineering

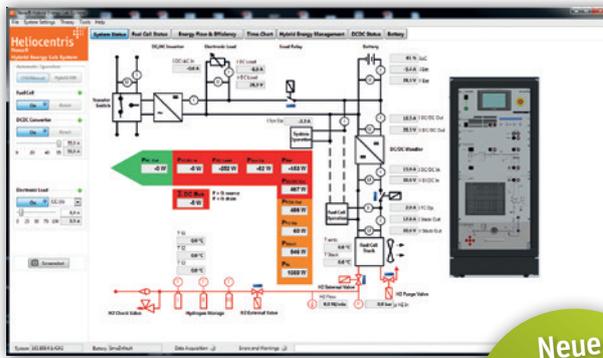
Experimentieranleitung

- » Systemauslegung für spezielle Anwendungen: Energiemanagement / hybrides System, Backup, Notstromversorgung (USV), Inselstromversorgung
- » Untersuchung des Betriebsverhaltens von: Batteriemodul, Brennstoffzellenmodul, Gleichspannungswandler
- » Bestimmung Wirkungsgrad und Energiewandlung
- » Untersuchung von Lastsprüngen bis 1,5 kW
- » Erstellung von Kennlinien der Systemkomponenten



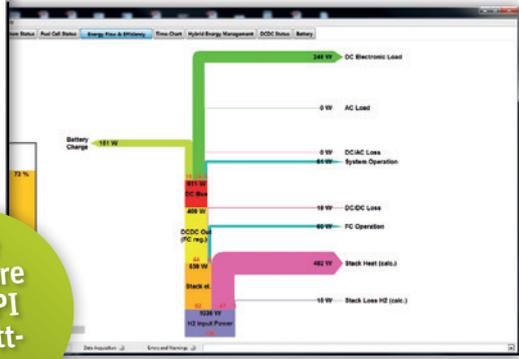
Experimente

Ringbuchordner + CD

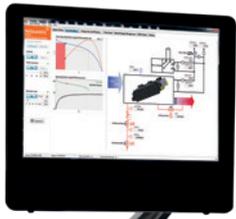


Systemübersicht –
Fließbild mit Übersicht aller Sensoren
Leistungsanzeige und Messstellen der
Einzelmodule im DC- und AC-Bus

Neue
Software
mit API
Schnitt-
stelle



Energiefluss und Wirkungsgradbetrachtung
Leistungsbilanzierung des Gesamtsystems
Echtzeit-Sankey-Diagramm



System PC mit Software
und Experimenten



System Steuerungsmodul

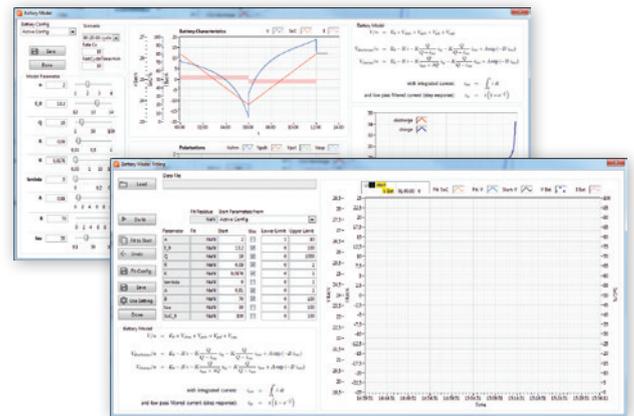
Elektronisches Lastmodul

Batteriemodul

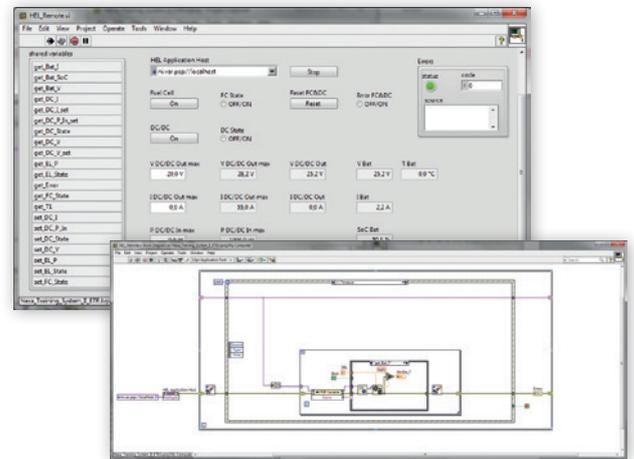
Power-Management-Modul

Brennstoffzellenmodul

H₂-Speichermodul



Batteriemodell



API-Erweiterungen

Produktübersicht

Hybrid Energy Lab System

Art.-Nr. 793 / Preis: 43.495,00 €

- » Brennstoffzellenmodul (Nennleistung: 1,2 kW)
- » Power-Management-Modul
- » Elektronisches Lastmodul
- » Batteriemodul
- » H₂-Speichermodul
- » System-Steuerungsmodul
- » Mess- und Experimentiersoftware
- » All-in-one PC inkl. Tastatur, Maus
- » Lehr- und Experimentiermaterial
- » Batteriemodule (24 V mit 7,2 Ah und 18 Ah)
- » H₂-Speichermodul (ca. 1,5 m³)

Software

Die Hybrid Energy Lab System Software, basierend auf LabView, dient der Systemsteuerung, Datenerfassung, Datenanpassung sowie für die Durchführung von Experimenten. Ein Editor zur Erstellung von Last- und Quellprofilen ist in der Software integriert. Vorprogrammierte anwendungsspezifische Profile sind abrufbar.

Zubehör

Electrolyseur 10

Doppelzelliger PEM-Elektrolyseur mit Wasservorratsbehälter und Wasserstoffspeicher, montiert auf Grundplatte, zur Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff.

Produktübersicht

Art.-Nr. HT-E205 / Preis: 175,00 €

- » H₂-Produktion 30 cm³/min
- » Elektrolysestrom 2.15 A
- » H₂-Speicher 80 cm³



Fuel Cell Stack (5- bzw. 10 Zellen)

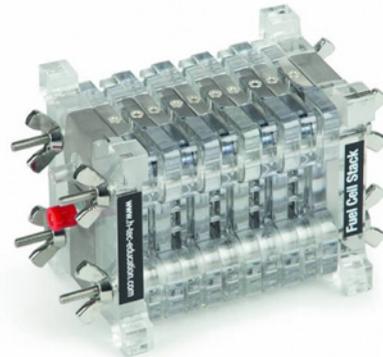
Zerlegbarer Brennstoffzellenstack (5- bzw. 10 Einzelzellen)

Produktübersicht

Art.-Nr. HT-F109 / Preis: 280,00 €

Art.-Nr. HT-F110 / Preis: 525,00 €

- » Leistung pro Zelle 200 mW
- » Total Power (5 Zellen) 1 W
- » Einzelzellspannung 0.4 - 0.96 V



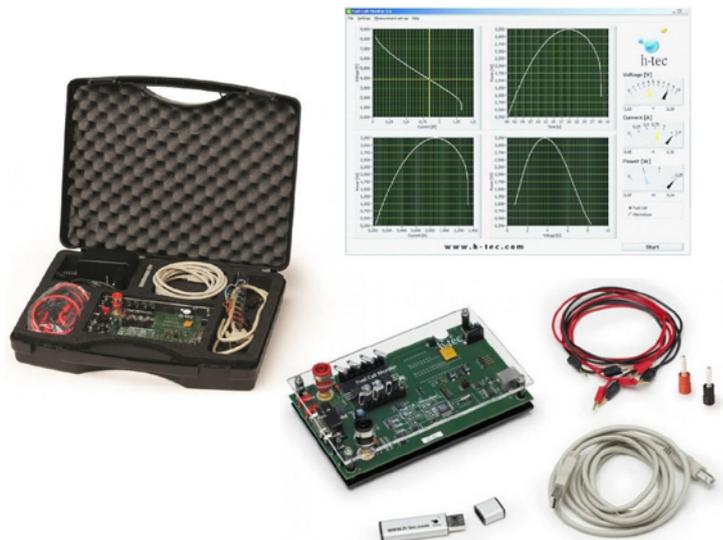
Fuel Cell Monitor 4.0

Messdatenerfassung mit eingebautem Lastmodul (Brennstoffzellenmodus), max. Leistung 10 W

Produktübersicht

Art.-Nr. HAT-U104 / Preis: 900,00 €

- » Eingangsspannung 0 - 10 V
- » Ausgangsspannung 0 - 10 V
- » Eingangsstrom 0-5 A
- » max. Elektrolysestrom 5 A
- » Einzelzellüberwachung (bis zu 10 Zellen)
- » Software- Adapter für Einzelspannungsmessung
- » Elektrolyse-Modus
- » Transportkoffer
- » max. Leistung 10 W



Zubehör

HydroFill Pro

Wasserstoffgenerator zur einfachen Befüllung der HydroStickPro-Wasserstoffspeicher.



Produktübersicht

Art.-Nr. FCH-020 / Preis: 849,00 €

- » H₂-Produktion: ca. 3 l/h
- » Ausgangsdruck: 0-3 bar
- » Bedienungsanleitung (engl.)

HydrostickPro

Wasserstoffspeicher für den einfachen und sicheren Einsatz.



Produktübersicht

Art.-Nr. LWH-022 / Preis: 39,00 €

- » H₂-Kapazität: ca. 10 NI
- » Nenndruck: ca. 3 bar
- » Bedienungsanleitung (engl.)

Druckminderer-Aufsatz

Druckminderer-Aufsatz für die Brennstoffzellen-Anwendung in Verbindung mit den Hydrostick Pro Speichern



Produktübersicht

Art.-Nr. FCH-020 / Preis: 99,00 €

- » Eingangsdruck ca. 3 bar
- » Ausgangsdruck ca. 600 mBar

20 W PEM-Brennstoffzellensystem

20 W Brennstoffzellenstack mit Überwachungselektronik, Lüfter und Magnetventil



Produktübersicht

Art.-Nr. FSC-B20 / Preis: 599,00 €

- » Anzahl der Zellen: 13
- » Nennspannung: 7,8 V
- » Nennstrom: 2,8 A
- » Bedienungsanleitung (engl.)

Brennstoffzellensysteme im kW Bereich

100 W – 300 W Plattform

100 W – 300 W Brennstoffzellen-Stackplattform inklusive Anschluss-Stecker, Überwachungselektronik, Lüfter und Magnetventilen



Produktübersicht

Art.-Nr. FCS-C100 / Preis: 1.705,00 €

Art.-Nr. FCS-C200 / Preis: 2.275,00 €

Art.-Nr. FCS-C300 / Preis: 2.775,00 €

- » Anzahl der Zellen: 20 / 40 / 60
- » Nennspannung: 12 V / 24 V / 36 V
- » Nennstrom: 8,3 A
- » Bedienungsanleitung (engl.)

500 W – 1000 W Plattform

500 W – 1000 W Brennstoffzellen-Stackplattform inklusive Anschluss-Stecker, Überwachungselektronik, Lüfter und Magnetventilen



Produktübersicht

Art.-Nr. FCS-C500 / Preis: 3.130,00 €

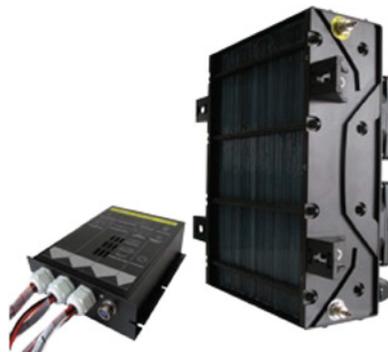
Art.-Nr. FCS-C1000 / Preis: 4.230,00 €

- » Anzahl der Zellen: 24 / 48
- » Nennspannung: 14,4 V / 28,8 V
- » Nennstrom: 35 A
- » Bedienungsanleitung (engl.)

500 W – 1000 W System-Plattform

500 W – 1000 W Brennstoffzellen-Stackplattform inklusive Anschluss-Stecker, Überwachungselektronik, Lüfter und Magnetventilen.

Plus: Temperatursensor, DC/DC-Wandler, Wasserstoffsensoren, Super-Caps, Software, LCD-Display



Produktübersicht

Art.-Nr. FCS-B500XP / Preis: 6.195,00 €

Art.-Nr. FCS-B100XP / Preis: auf Anfrage

- » Anzahl der Zellen: 24 / 48
- » Nennspannung: 14,4 V / 28,8 V
- » Nennstrom: 35 A
- » Bedienungsanleitung (engl.)

FLOX[®] Steam Reformer

NEU

zur Erzeugung von H₂ und Synthesegas...

...sind kundenspezifische Systemlösungen die in der anwendungsbezogenen Lehre und in Laboren für die Wasserstoffversorgung von Brennstoffzellen und Micro-KWK eingesetzt werden. An Hochschulen und Instituten bieten sich die Reformer optimal zum praktischen Einstieg und/oder zur Vertiefung in die Wasserstofftechnologie an.

Produktportfolio Module	 FLOX[®] Reformer Compact C1	 FLOX[®] Reformer Compact C3	 FLOX[®] Reformer Compact C5	 FLOX[®] Reformer Compact C10	 FLOX[®] Reformer Modular M50
NT-PEM	1 Nm ³ /h 78% H ₂ <2% CH ₄ 20% CO ₂ <10ppm CO η= 79%	3 Nm ³ /h 78% H ₂ <2% CH ₄ 20% CO ₂ <10ppm CO η= 81%	5 Nm ³ /h 78% H ₂ <2% CH ₄ 20% CO ₂ <10ppm CO η= 83%	10 Nm ³ /h 78% H ₂ <2% CH ₄ 20% CO ₂ <10ppm CO η= 83%	65 Nm ³ /h 10-16 bar 55% H ₂ <2% CH ₄ 6% CO ₂ 10% CO 30% H ₂ O η= 77%
HT-PEM	1 Nm ³ /h 78% H ₂ <2% CH ₄ 20% CO ₂ <1% CO η= 79%	3 Nm ³ /h 78% H ₂ <2% CH ₄ 20% CO ₂ <1% CO η= 81%	5 Nm ³ /h 78% H ₂ <2% CH ₄ 20% CO ₂ <1% CO η= 83%	10 Nm ³ /h 78% H ₂ <2% CH ₄ 20% CO ₂ <1% CO η= 83%	
SOFC	1 Nm ³ /h 78% H ₂ <2% CH ₄ 12% CO ₂ 8% CO η= 79%	3 Nm ³ /h 78% H ₂ <2% CH ₄ 12% CO ₂ 8% CO η= 81%	5 Nm ³ /h 78% H ₂ <2% CH ₄ 12% CO ₂ 8% CO η= 83%	10 Nm ³ /h 78% H ₂ <2% CH ₄ 12% CO ₂ 8% CO η= 83%	

Exklusiv gibt es folgende Zusatzoptionen

- **Instrumentierung und Lehre:**
Erweiterter Thermoelementeinsatz, Drucksensoren, Probennahme Gasanalyse
- **Plug&Play Teststand:**
Zugänglicher Teststand, Beckhoff Steuerung, Automatischer Betrieb: Aus-Standby-Teillast-Volllast, DI-Wassertank mit autom. Befüllung

insite education GmbH
Barnerstraße 3a · 22765 **Hamburg**
T: 040 - 333 103 90 · F: 040 - 333 103 91
info@insite-education.de · www.insite-education.de

insite education GmbH
Sankt-Leonhard-Straße 12 · 72764 **Reutlingen**
T: 07121 - 1072-60 · F: 07121 - 1072-99
info@insite-education.de · www.insite-education.de

insite 
education