

# Hybrid Renewable Energy Trainer

Windenergie, Solarenergie, Wasserstoff - Modulares System in 5 Versionen



**Heliocentris Academia International GmbH**  
Rudower Chaussee 30  
12489 Berlin, Germany

Tel. + 49 (0) 30 340 601 600  
sales@heliocentrisacademia.com  
www.heliocentrisacademia.com

# Systemübersicht

Der Hybrid Renewable Energy Trainer ist ein computergestütztes Trainingssystem für technische Hochschulen, Universitäten und wissenschaftliche Ausbildungseinrichtungen.

Er ermöglicht praxisnahe Experimente in den Bereichen Solarenergie, Windenergie sowie Wasserstoff- & Brennstoffzellentechnologie.

## Ausbildungsumfang

Die vorgesehenen Übungen eignen sich sowohl für die **Grund- als auch für die weiterführende Ausbildung** und sind unter Einhaltung aktueller Normen sicherheitsgerecht konzipiert.

## Modularer Aufbau

Das System besteht aus einzelnen Modulen, die je nach Versuchsart einfach eingesetzt oder entnommen werden können.

Sämtliche in den Modulen verbauten Komponenten entsprechen **realer Industrieausrüstung** – die Studierenden arbeiten somit mit praxisrelevanter Hardware.

## Grundaufbau

Die zentrale Arbeitsstation basiert auf einem robusten **Aluminiumrahmen** von ca. **180 cm Höhe** mit einer **110 × 60 cm großen Arbeitsfläche** und drei Tragschienen zur Aufnahme der Experimentiermodule. Das Stecksystem ermöglicht eine schnelle und einfache Umkonfiguration.

Alle Verbindungen zwischen den Modulen werden mit dem mitgelieferten Kabelsatz hergestellt, sodass jede Verbindung für die Studierenden klar sichtbar bleibt. Ein separater **statischer Lagerständer** bietet geordnete Aufbewahrung für aktuell nicht verwendete Module.

## Energiequellen-Simulatoren

**Solarsimulation** – Ein eigener Ständer beherbergt zwei monokristalline 10-W-Photovoltaikmodule zusammen mit einem regelbaren LED-Projektor zur Simulation unterschiedlicher Einstrahlungsbedingungen unter Laborbedingungen.

**Windsimulation** – Eine separate Bodeneinheit enthält eine Windturbine, die von einem 150-W-Gleichstrommotor mit variabler Drehzahlregelung angetrieben wird und verschiedene Windgeschwindigkeitsszenarien nachbildet.

## Software & Systemanforderungen

Die mitgelieferte Steuerungs- und Datenerfassungssoftware erfordert einen PC (nicht im Lieferumfang) mit folgenden Mindestanforderungen:

- Betriebssystem: **Windows 10** oder höher
- Arbeitsspeicher: mindestens **4 GB RAM**
- Prozessor: **Intel i3** oder vergleichbar

# Systemübersicht

35 praxisnahe Experimente in 3 Energiebereichen

Der Hybrid Renewable Energy Trainer umfasst **35 strukturierte Experimente** in drei Energiebereichen. Jedes Experiment ist für progressives Lernen konzipiert – von der grundlegenden Bauteilcharakterisierung bis zur vollständigen Systemintegration.

## Solarenergie-Experimente

- 01 Photovoltaikmodul
- 02 Leerlaufspannungsmessung
- 03 Kurzschlussstrom-Messung
- 04 Strom-Spannungs-Kennlinie
- 05 Tagesverlauf Modulspannung ohne Last
- 06 Tagesverlauf Modulspannung unter Last
- 07 Jahreszeitl. Verlauf Spannung ohne Last
- 08 Jahreszeitl. Verlauf Spannung unter Last
- 09 Reihenschaltung von PV-Modulen
- 10 Parallelschaltung von PV-Modulen
- 11 PV-Modul-Simulator
- 12 Verschattungseffekt auf PV-Module
- 13 Funktion der Bypass-Diode
- 14 Asymmetrieeffekt auf PV-Module
- 15 Wirkung der Sperrdiode auf PV-Module
- 16 PV-Modul-Emulator
- 17 Direkter Lastanschluss von PV-Modulen
- 18 Inselwechselrichter-Start (ohne Last)
- 19 Aufbau einer PV-Grundanlage (DC-Last)
- 20 Aufbau einer PV-Grundanlage (AC-Last)
- 21 Inselwechselrichter-Signal – DAQ-Modul
- 22 Inselwechselrichter-Signal – Energieanalyse
- 23 Vom Inselwechselrichter aufgen. Energie
- 24 Leistung & Effizienz des Inselwechselrichters
- 25 SCADA-Anwendung des Inselwechselrichters
- 26 Untersuchung des Netzwechselrichters

## Windenergie-Experimente

- 1 Turbinendrehzahl vs. Spannung (ohne Last)
- 2 Turbinendrehzahl vs. Spannung (unter Last)
- 3 Turbinenregler: Drehzahl vs. Spannung (ohne Last)
- 4 Turbinenregler: Drehzahl vs. Spannung (unter Last)
- 5 Untersuchung der Turbinenausgangsspannung
- 6 Turbinenspannung – DAQ-Modul
- 7 Untersuchung des Windkraftsystems

## Wasserstoff & Brennstoffzelle

- 1 BZ-Ausgangsspannung – Oszilloskop
- 2 BZ-Ausgangsspannung – Datenerfassung

## Hybrid Renewable Energy Trainer

Modulübersicht — 36 Komponenten

RES-001 – RES-007

RES-001 Mobiler Modulständer



Der mobile Modulständer ist das Herzstück aller Experimente. Die Module lassen sich einfach einsetzen und entnehmen. Eine Ablagefläche bietet Platz für Notizen und Arbeitsmaterialien.

RES-002a Windturbinenmodul



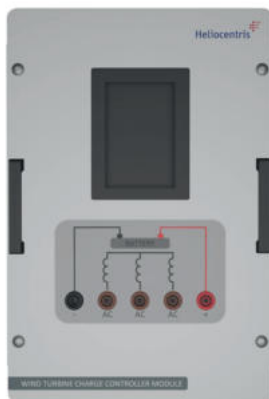
DC Motor	24V / 1400rpm
Dynamo	24V / 300W
Nenn-Windgeschwindigkeit	13m/s
Gewicht	16kg

RES-002b Windsimulatoremodul



Steuerleistung	200W
Ausgangsspannung	0-20V
Modus	Manuell / PC
Gewicht	3kg

RES-002c Windturbinen-Laderegler



Batteriespannung	12 / 24V
Spannung der Turbinenbremse	15 / 30V
Gewicht	2,6kg

RES-003 Solarmodul (verstellbarer Winkel)



VOC	2×23,8V
ISC	2×0,6A
LED-Projektor	300W / 0-36V
Gewicht	2,8kg

RES-004 Elektronisches Potentiometer



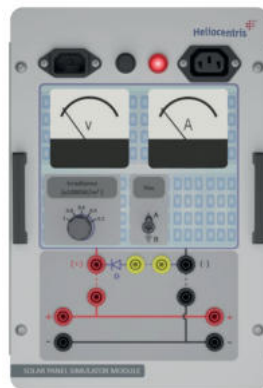
Widerstand	0-1000Ω ±1Ω
Max. Leistung	50W
Display	5" TFT
Gewicht	4,5kg

RES-005 Potentiometermodul



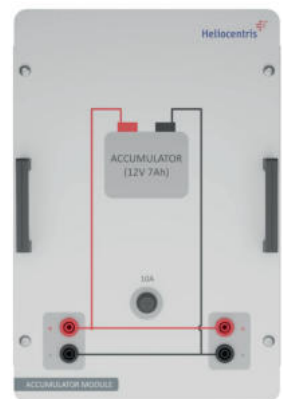
Widerstand	0-1kΩ
Max. Leistung	200W
Gewicht	3,1kg

RES-006 PV-Modul-Simulator (2 Stk.)



ISC	2A
VOC	12-18V
Einstrahlung	5 Stufen
Gewicht	2,9kg

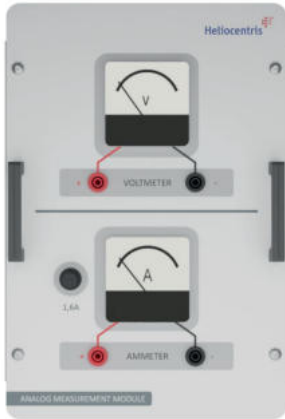
RES-007 Akkumulatormodul



Spannung	12V
Kapazität	10Ah
BMS	Integriert
Gewicht	2kg

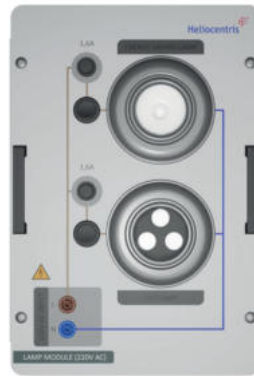
## RES-008 – RES-016

### RES-008 Analogmessung



Voltmeter	<b>0-30V</b>
Amperemeter	<b>0-5A</b>
Gewicht	<b>3kg</b>

### RES-009 Lampenmodul (220V AC)



Leuchtmittel	<b>Energiespar + LED</b>
Socket	<b>E27</b>
Betriebsspannung	<b>220V / 50Hz</b>
Gewicht	<b>2,8kg</b>

### RES-010 Lampenmodul (12V DC)



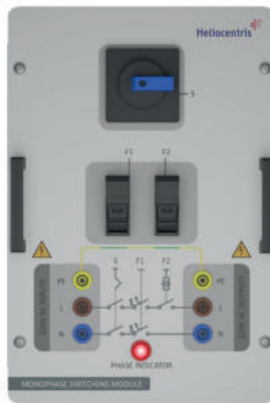
Halogen	<b>20W</b>
LED	<b>2W</b>
Betriebsspannung	<b>12VDC</b>
Gewicht	<b>2,9kg</b>

### RES-011 Isolierte Messung



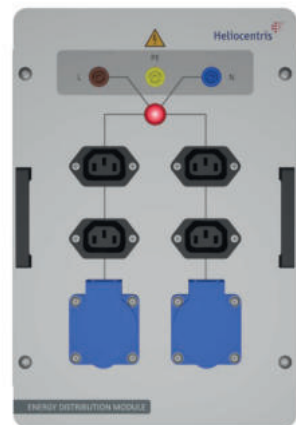
Spannungsmessbereich	<b>0-500V</b>
Strommessbereich	<b>0-5A</b>
Kanäle	<b>2</b>
Gewicht	<b>3,5kg</b>

### RES-012 Einphasen-Schaltung



LS-Schalter	<b>10A</b>
FI-Schutzschalter	<b>25A / 30mA</b>
Gewicht	<b>3kg</b>

### RES-013 Energieverteilung



Ausgang	<b>4x C14; 2x CEE 7/4</b>
Gewicht	<b>2,8kg</b>

### RES-014 Lichtquellensteuerung



Ausgangsleistung	<b>0-300W</b>
Ausgangsspannung	<b>0-36V</b>
Modus	<b>Manuell / PC</b>
Gewicht	<b>3,1kg</b>

### RES-015 AC-Energieanalysator



Spannung	<b>230V</b>
Strom	<b>5A</b>
Genauigkeit	<b>±1%</b>
Gewicht	<b>3kg</b>

### RES-016 PC-Schnittstellenmodul



PC	<b>USB</b>
Daten	<b>5x RS485 / RJ45</b>
Analogausgang	<b>LS + WS</b>
Gewicht	<b>2,7kg</b>

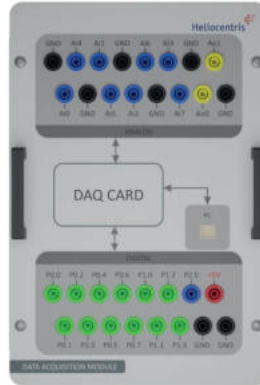
RES-017 – RES-025

**RES-017 AC/DC Messmodul**



Amperemeter	<b>0-5000mA ±4mA</b>
Voltmeter	<b>0-500V ±400mV</b>
Display	<b>5" TFT</b>
Gewicht	<b>3,2kg</b>

**RES-018 Datenerfassungsmodul**



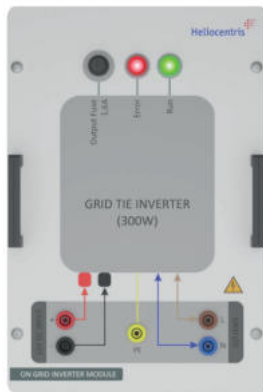
Analogeingang	<b>8× (14bit, 20kS/s)</b>
Analogausgang	<b>2× (12bit)</b>
Digital-E/A	<b>12</b>
Schnittstelle	<b>USB</b>

**RES-019 Diodenmodul**



Dioden	<b>6× Schottky</b>
Schottky-Dioden	<b>40V / 3A</b>
Gewicht	<b>2,1kg</b>

**RES-020 Netzwechselrichter**



Eingang	<b>11-32VDC</b>
MPPT	<b>15-22V</b>
Ausgang	<b>230V AC</b>
Leistung	<b>Max. 330W</b>

**RES-021 Inselwechselrichter**



Eingang	<b>12VDC</b>
Ausgang	<b>220-240V AC ±5%</b>
Leistung	<b>300W Sinus</b>
Gewicht	<b>3,5kg</b>

**RES-022 Solar-Laderegler**



System	<b>12V / 24V Auto</b>
Ladestrom	<b>10A</b>
Gewicht	<b>2,5kg</b>

**RES-023 AC-Leistungsmodul**



Hinweis **Für Netze ≠ 220V AC**

**RES-024 LCD-Monitor**



Typ	<b>LED</b>
Größe	<b>21,5 Zoll</b>
Gewicht	<b>3,5kg</b>

**RES-025 Kabelhalter**



Der Kabelhalter wird seitlich am Modulständer befestigt und bietet eine praktische Aufbewahrung für Ihre Kabel.

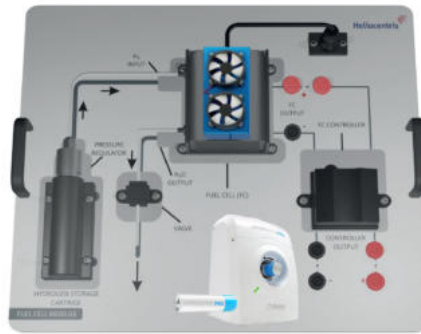
## RES-026 – RES-OSC

### RES-026 Kabelsatz (40 Stk.)



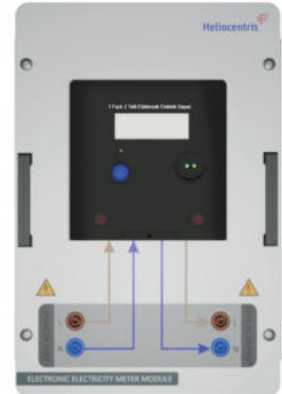
Das Kabelset umfasst 66 Teile – darunter Bananenkabel in verschiedenen Farben und Längen, Stromkabel, Ethernet- und USB-Kabel sowie Spezialkabel und ausgewähltes Zubehör für den sofortigen Einsatz in allen Experimenten.

### RES-027 Brennstoffzellenmodul



H2-Speicherdruck	<b>30 Bar</b>
Brennstoffzellen-Eingang	<b>0,4-0,55 Bar</b>
Brennstoffzellen-Ausgang	<b>14VDC</b>
Controller Ausgangsspannung	<b>11,8VDC</b>
Gewicht	<b>3kg</b>

### RES-028 Elektronischer Stromzähler



Nennspannung	<b>220/230V</b>
Referenzstrom	<b>5A</b>
Max. Strom	<b>100A</b>
Display	<b>LCD 9(6+3)</b>

### RES-029 Statischer Modulständer



Der statische Modulständer dient als Aufbewahrungsplatz für alle Module, die gerade nicht im Experiment benötigt werden.

### RES-030 Monitorhalterung



Die Monitorhalterung ermöglicht die sichere Befestigung des Bildschirms am Modulständer.

### RES-031 Elektronisches Lastmodul



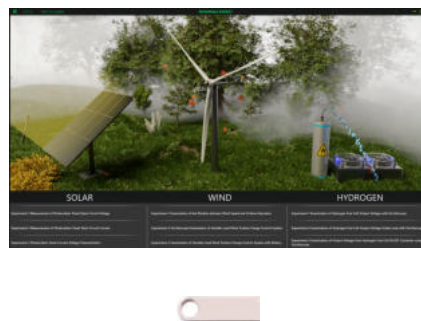
Eingangsspannung	<b>Max. 24V DC</b>
Strom	<b>1-1000mA</b>
Max. Leistung	<b>24W</b>
Gewicht	<b>3,1kg</b>

### RES-032 DC-Netzteil



Ausgangsspannung	<b>0-32VDC ±10mV</b>
Ausgangsstrom	<b>0-5,1A ±1mA</b>
Leistung	<b>0-160W</b>
Gewicht	<b>5kg</b>

### RES-SW Software



Die anschauliche Experimentiersoftware wird auf einem USB-Stick mitgeliefert und bietet eine große Auswahl an Experimenten.

### RES-OSC Oszilloskop (Owon)



Das Oszilloskop von Owon ermöglicht die präzise Darstellung und Analyse elektrischer Signale in Echtzeit.

Artikelnummer	Modul Beschreibung	2010 Solar-energie	2020 Wind-energie	2040 Solar + Wind	2000 Solar + Wind + H2-BZ	2050 Solar + H2-BZ
RES-002a	Windturbinenmodul	—	●	●	●	—
RES-002b	Windsimulatormodul	—	●	●	●	—
RES-002c	Windturbinen-Laderegler	—	●	●	●	—
RES-027	Brennstoffzellen-Modul (inkl. H2-Generator & 2x H2-Speicher)	—	—	—	●	●
RES-001	Mobiler Modulständer	●	●	●	●	●
RES-003	Solarmodul (verstellbarer Winkel)	●	—	●	●	●
RES-007	Akkumulatormodul	●	●	●	●	●
RES-009	Lampenmodul (220V AC)	●	●	●	●	●
RES-010	Lampenmodul (12V DC)	●	●	●	●	●
RES-013	Energieverteilung	●	●	●	●	●
RES-014	Lichtquellensteuerung	●	—	●	●	●
RES-016	PC-Schnittstellenmodul	●	●	●	●	●
RES-017	AC/DC-Messmodul	●	●	●	●	●
RES-019	Diodenmodul	●	—	●	●	●
RES-021	Inselwechselrichter	●	●	●	●	●
RES-022	Solar-Laderegler	●	—	●	●	●
RES-SW	Software	●	●	●	●	●
RES-025	Kabelhalter	●	●	●	●	●
RES-026	Kabelsatz (40 Stk.)	●	●	●	●	●
RES-031	Elektronisches Lastmodul	●	●	●	●	●
RES-004	Elektronisches Potentiometer	●	●	●	●	●
RES-006	PV-Modul-Simulator (2 Stk.)	●	—	●	●	●
RES-008	Analogmessung	●	●	●	●	●
RES-005	Potentiometermodul	●	●	●	●	●
RES-011	Isolierte Messung	●	●	●	●	●
RES-012	Einphasen-Schaltung	●	●	●	●	●
RES-015	AC-Energieanalysator	●	●	●	●	●
RES-018	Datenerfassungsmodul	●	●	●	●	●
RES-020	Netzwechselrichter	●	●	●	●	●
RES-023	AC-Leistungsmodul *	●	●	●	●	●
RES-028	Elektronischer Stromzähler	●	—	●	●	●
RES-032	DC-Netzteil	●	●	●	●	●
RES-029	Statischer Modulständer	—	—	●	●	●
RES-OSC	Oszilloskop (Owon)	●	●	●	●	●
RES-030	Monitorhalterung	—	—	—	●	—
RES-024	LCD-Monitor	—	—	—	●	—

● Enthalten    — Nicht enthalten

\* RES-023 AC-Leistungsmodul: Erforderlich bei Netzspannung  $\neq$  220V AC