

# ERNEUERBARE ENERGIEN

eCO<sub>2</sub>Train

# HYBRIDSYSTEM MIT ERNEUERBAREN ENERGIEN

Die kontinuierliche Versorgung mit elektrischer Energie wird in einem Hybridsystem aus unterschiedlichen Energiequellen gewährleistet. Es werden hauptsächlich Photovoltaik-Hybridanlagen eingesetzt. Ein Energiespeicher stellt die bedarfsgerechte Versorgung der Verbraucher sicher und gleicht Schwankungen aus. Dabei handelt es sich überwiegend um tageszeitabhängige und wetterbedingte Schwankungen der Solarenergie, die Auswirkungen auf die Energieerzeugung haben.



Ein Photovoltaik-Hybridssystem kann mit anderen Energiequellen wie Windkraftanlagen, Wasserkraftwerken und/oder Dieselgeneratoren ergänzt werden. Das kann in Regionen mit weniger intensiver Sonneneinstrahlung sinnvoll sein, um die Schwankungen im Tages- bzw. Jahresverlauf aufgrund einer falsch dimensionierten Photovoltaikanlage auszugleichen. In sonnenreichen Regionen kann ein Hybridsystem die Versorgungssicherheit und -unabhängigkeit erhöhen.

**Ein Hybridsystem kann unterschiedlich ausgeführt sein:**

- **Netzparallel**
  - Eigenverbrauch optimiert zur Erhöhung der Autarkie
  - Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) um bei Netzausfall die Versorgungssicherheit zu gewährleisten
- **Inselnetz**
  - Photovoltaikanlage mit Energiespeicher zur Lastversorgung
  - MicroGrid aus Batterie, PV und Windkraftanlage

## DAS ERWEITERBARE PHOTOVOLTAIK-HYBRIDSYSTEM



+ Kleinwindkraftanlage 370W, inkl. Präsentationsmast

+ Solarmodule

Das Trainingssystem ermöglicht den realitätsnahen Aufbau eines Photovoltaik-Hybridsystems durch den Einsatz industrieller Komponenten. Die fehlergeschützten Anschlüsse und Sicherheitsverbindungen vermittelt die Funktionsweise des Systems in einer sicheren Umgebung. Komplexe Energieflüsse innerhalb des Hybridsystems werden mit Hilfe von SCADA anschaulich visualisiert und ausgewertet. Die Betriebsweisen Inselnetz, Netzparallelbetrieb und unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) werden mit dem kompakten Trainingssystem abgebildet. Die Versuche im Labor werden mit Hilfe einer Solarfeld-Emulation durchgeführt. Somit werden reproduzierbare Ergebnisse auch ohne Sonne sichergestellt.

Das Trainingssystem ist kombinierbar mit dem Trainingssystem für Windkraftanlagen und Solarpumpensystem zum MicroGrid. Optional kann das System um reale PV- und Windkraftanlagen erweitert werden um das Trainingssystem außerhalb des Labors einzusetzen.

### Lerninhalte

- Parametrieren der Ladekennlinie für den Akkumulator
- Wirkungsgrade der Systemkomponenten
- Funktionsweise eines Wechselrichters
- Dimensionierung der Systemkomponenten
- Aufbau und Parametrieren der Komponenten
- Betrachtung verschiedener Betriebsweisen: Inselnetz, Netzparallelbetrieb und USV
- Komplexe Energieflüsse mit SCADA auswerten
- Erweiterbar um die Kleinwindkraftanlage zum MicroGrid
- Erweiterbar mit dem Solarpumpensystem

## DER HYBRID-WECHSELRICHTER



+ AC

+ PV + Batterie

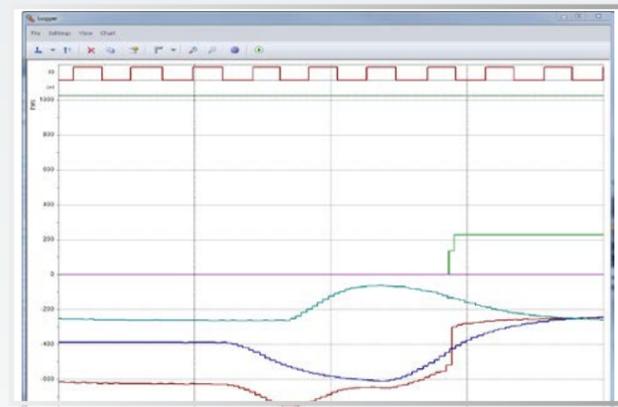
Der Hybrid-Wechselrichter versorgt die angeschlossene Last über den Akkumulator, die PV-Anlage oder das Energienetz. Der Akkumulator kann über einen integrierten AC-Laderegler und/oder einen MPPT-Solarladeregler mit der IUoU-Ladekennlinie aufgeladen werden. Der Hybrid-Wechselrichter schützt den Akkumulator vor Überlast, Über- und Tiefentladung. Ein Display sowie LEDs informieren über den Betriebs- und Ladezustand.

### Vorteile und technische Daten

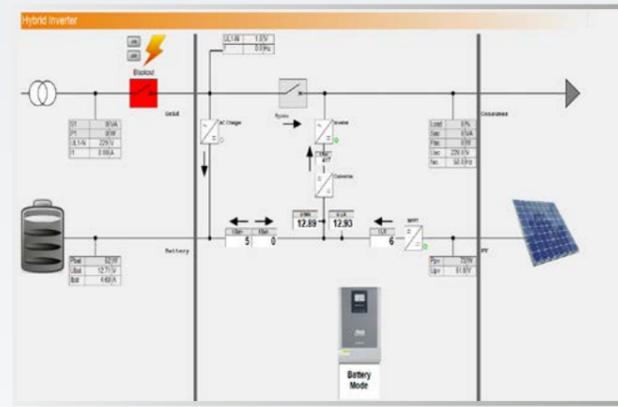
- Fehlergeschützter industrieller Hybrid-Wechselrichter
  - Verpolungs- und Überspannungsschutz des Batterieanschlusses: 30 A ATO
  - Überspannungsschutz Netzanschluss: 255 V
  - Leitungsschutzschalter: 6A
- Kompaktes System bestehend aus:
  - Wechselrichter
  - MPP-Tracker
  - Laderegler
  - Bypass zur Direktversorgung der Lasten aus dem Energienetz
- Systemspannung: 12 V
- Systemleistung: 1200 VA, 2400 VA für 5 sec.
- MPPT-Laderegler 15 V bis 80 V, max. 100 V
- Anschlüsse: 4 mm Sicherheitsbuchsen

Art.-Nr. CO3208-1U

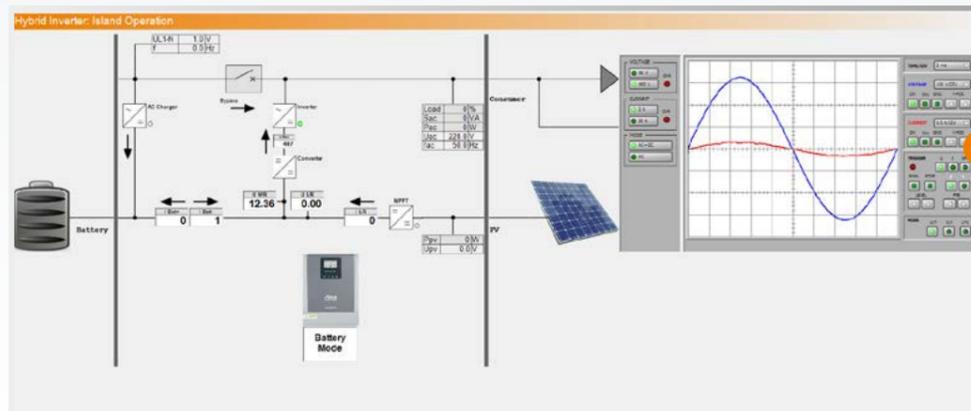
# SCADA-ANBINDUNG



Logger



SCADA



Integriertes virtuelles Instrument: Oszilloskop



Mit Hilfe von Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) werden die komplexen Energieflüsse innerhalb des kompakten Hybrid-Wechselrichters visualisiert und Systemzustände dargestellt. Das integrierte Oszilloskop ermöglicht die Analyse des Wechselrichters auf Funktionsweise und Qualität der modulierten Spannung. Der zeitliche Verlauf von Messwerten können mit dem Logger aufgezeichnet werden.

Kombiniert man das Photovoltaik-Hybridsystem mit der Kleinwindkraftanlage, können die Energieflüsse im entstandenen Microgrid mit SCADA visualisiert werden.

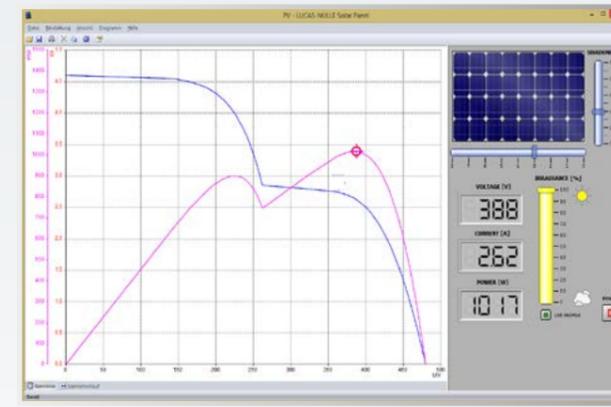
## Funktionen der Software

- Didaktisches SCADA für den Einsatz
- Anzeige der Messwerte und Zustände in Echtzeit
- Aufnahme von Diagrammen der Messwerte über die Zeit
- Bearbeitung, Analyse und Export der Diagramme
- Um beliebig viele individuell mit dem SCADA Designer erstellte Projekte erweiterbar

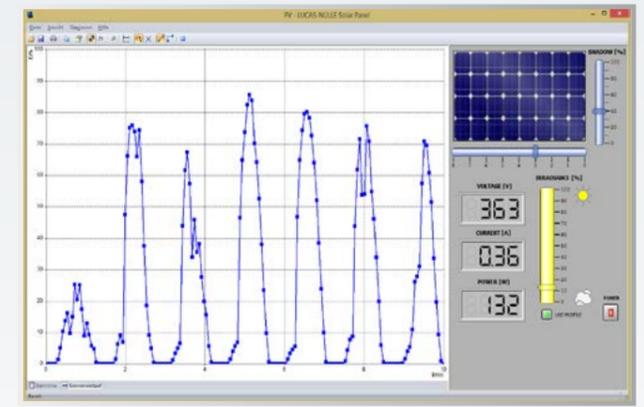
Art.-Nr. SO4001-3F (SCADA Designer)

Art.-Nr. SO4001-3H (SCADA Viewer)

# SOLARFELD NACHBILDUNG 80 V



PV Emulator mit Verschattung



Wochenverlauf der Einstrahlung



Die Solarfeld-Nachbildung emuliert das Verhalten eines Solarfeldes realitätsnah. Zusammen mit dem angeschlossenen, industriellen Hybrid-Wechselrichter agieren sie wie ein reales Solarfeld. Das ermöglicht im Labor zu jeder Zeit reproduzierbare Ergebnisse durch gezieltes Einstellen von Arbeitspunkten. Über die mitgelieferte Software können dabei alle Aspekte eines Solarfeldes berücksichtigt werden. Neben der Einstellung der Bestrahlungsstärke zwischen 0% ... 100%, können Teilverschattungen im Solarfeld realisiert werden und es lassen sich zeitliche Verläufe wie den Tagesverlauf hinterlegen. Dabei wird der aktuelle Arbeitspunkt des MPPT-Ladereglers grafisch auf der PV-Kennlinie in der Software der Solarfeld Nachbildung angezeigt.

## Vorteile

- Reproduzierbare Ergebnisse
- Anzeige des Arbeitspunktes auf der PV-Kennlinie
- Teilverschattung im Solarfeld
- Zeitliche Verläufe der Bestrahlungsstärke

Art.-Nr. CO3208-1V

## SOLARMODULE MIT JUSTIERBAREM NEIGUNGSWINKEL



Die Solarmodule eignen sich sowohl zur Präsentation im Labor als auch zur Nutzung im Freien. Mit Hilfe des justierbaren Neigungswinkels kann der Einstrahlwinkel der Sonne auf die Module angepasst werden. Die Module können seriell oder parallel angeschlossen und die Solarenergie in einem Akku gespeichert werden.

### Vorteile

- Betrieb im Außenbereich
- Präsentation im Labor
- Optimale Ausrichtung von Solarmodulen erproben

## MICROGRID MIT KLEINWINDKRAFTANLAGE



Das Trainingssystem Photovoltaik-Hybridssystem kann um die Kleinwindkraftanlage erweitert werden, um die Aspekte der Steigerung der Versorgungssicherheit und -unabhängigkeit auf Basis von erneuerbaren Energien in einem MicroGrid zu betrachten. Es wird der Aufbau des Gesamtsystems und die Funktionsweise der parallelen Laderegler betrachtet. Dabei werden die dynamischen Veränderungen von Wind und Sonne mit einbezogen. Anhand realer Wind- und Bestrahlungsprofile werden die Energieflüsse mit Hilfe von SCADA analysiert.

### Lerninhalte

- Microgrid aus Photovoltaik Hybridssystem und Kleinwindkraftanlage
- Steigerung der Versorgungssicherheit und -unabhängigkeit
- Parallele Wind- und PV-Laderegler
- Energieflüsse mit SCADA auswerten

## ERWEITERUNG SOLAR PUMPENSYSTEM



Die Kombination des Solarpumpensystems mit dem Photovoltaik-Hybridsystem ermöglicht die Förderung von Brunnenwasser auch ohne Sonneneinstrahlung, da über das Hybridsystem zusätzlich ein Batteriespeicher zur Verfügung steht.

Neben der Förderung von Wasser können weitere AC-Verbraucher über das Hybridsystem versorgt werden. Hier gilt es die Komponenten auf die Anforderung abzustimmen und über die Parametrierung eine Priorisierung zu erzielen.

### Lerninhalte

- Aufbau des Solar Pumpensystem mit Energiespeicher
- Versorgung mit Wasser und Strom in einem System
- Priorisierung der Verbraucher

# SOLARTHERMISCHE WASSERERWÄRMUNG



## Die solarthermische Wassererwärmung

Das EES 10 Solarthermische Wassererwärmung bietet die idealen Voraussetzungen, um ein modernes und umweltfreundliches System zur Erwärmung von Wasser zu untersuchen.

Der Trainer besteht aus einem Solarkollektor, diversen Pumpen, einem Wassertank mit internem Wärmetauscher und einem optional erhältlichen Waschbecken zur Nutzung des warmen Wassers.

eCO<sub>2</sub>Train



Der Trainer EES 10 Solarthermische Wassererwärmung ist robust und mobil designt und somit ideal für den Einsatz in Schulen und Bildungseinrichtungen aller Art.

Die Schüler müssen die Schaltung und die Wasserwege verstehen und dann an der Programmierung des Solarreglers arbeiten.

## Ihre Vorteile

- Identifizierung der Komponenten einer solarthermischen Wasseranlage
- Darstellung der Bauteile, die für eine Montage notwendig sind
- Installation, Inbetriebnahme und Steuerung einer solarthermischen Wassererwärmung
- Messen der wichtigsten Systemparameter (Druck, Temperatur, Wassermenge)
- Analyse des Wirkungsgrads
- Programmierung des Solarreglers und Überwachung der Anlage

Art.-Nr. CO3610-4A

Art.-Nr. CO3610-4B – Zusatzausstattung

# SOLARTHERMISCHE WASSERERWÄRMUNG



## Lerninhalte

- Identifizierung der Komponenten einer solarthermischen Wasseranlage
- Darstellung der Bauteile, die für eine Montage notwendig sind Installation
- Inbetriebnahme und Steuerung einer solarthermischen Wassererwärmung
- Messen der wichtigsten Systemparameter (Druck, Temperatur, Wassermenge)
- Analyse des Wirkungsgrads Programmierung des Solarreglers und Überwachung der Anlage



## Lerninhalte

- Komponenten eines Warmwasserkreislaufs bestimmen und verwenden
- Regelung der Warmwassertemperatur und Funktionsweise eines Sicherheitsmischventils
- Komponenten der Kaltwasserversorgung bestimmen und verwenden (Verschmutzungsschutzventil, Zähler, Druckminderer)
- Messung der Wasserdurchflussmenge in einem Mischventil
- Messung der Wassertemperaturen (kalt und warm)
- Abwasseranschluss

Art.-Nr. CO3610-4A

Art.-Nr. CO3610-4B – Zusatzausstattung



## LUCAS-NÜLLE GMBH

Siemensstr. 2  
50170 Kerpen

Tel.: +49 2273 567-0  
Fax: +49 2273 567-69

[www.lucas-nuelle.de](http://www.lucas-nuelle.de)  
[vertrieb@lucas-nuelle.de](mailto:vertrieb@lucas-nuelle.de)