

Trainingssysteme für Erneuerbare Energien

Praxis- und projektorientiert
Handlungskompetenzen erwerben



Qualifikation durch Qualität

Unerschöpflich, nachhaltig, real – Die Zukunft ist grün

Die Energiewende hin zu erneuerbaren Energien, weg von Kohle, Öl und Atomkraft gewinnt an Fahrt. Heute ist die Technik so weit fortgeschritten, dass Solarenergie, Windkraft, Wasserstoff und Biomasse als umweltfreundliche Energieträger nutzbar sind. Damit sich der Trend fortsetzen kann, werden weltweit gut ausgebildete technische Fachkräfte gesucht.

Sonnige Aussichten mit Photovoltaik

- Abu Dhabi kündigt an, es werde rund zwei Milliarden US-Dollar in Technologie zur Herstellung von Photovoltaik-Dünnschichtmodulen in Masdar investieren
- Im Silicon Valley entsteht mit einer Nennleistung von 25 Megawatt das größte Solarstrom-Kraftwerk der USA
- In Deutschland sind bereits 5 GW installierte Photovoltaik-Leistung realisiert. Diese Leistung entspricht der von 5 modernen Kraftwerksblöcken. Bis 2020 soll die Leistung schrittweise auf 40 GW erhöht werden



Saubere Zukunft mit Windenergie

- Prognose für Deutschland: Im Jahr 2030 werden 25 % des Stroms durch Windkraft erzeugt
- Eine 3,0 MW Windenergieanlage spart jährlich 13.000 Barrel Öl oder 10.000 Tonnen CO₂ ein



Lucas-Nülle

Brennstoffzelle – Langzeitspeicher für Energie

- Anwendung in emissionsfreien Fahrzeugen
- Verbreitung als Notstromversorgung
- Anwendung als Blockheizkraftwerk



Lucas-Nülle Trainingssysteme - Garant für eine erfolgreiche Zukunft

Technologien verändern sich heutzutage rasant. Verbunden damit steigen die Anforderungen an die Ausbildung. Lucas-Nülle hat die passenden Trainingssysteme, die der komplexer werdenden Ausbildungswelt Rechnung tragen. Im Bereich Erneuerbare Energien sind das:

- UniTrain-I „Photovoltaik“
- Experimentierplattensystem „Photovoltaik Advanced“
- UniTrain-I „Brennstoffzellentechnik“
- Experimentierplattensystem „Brennstoffzellentechnik Advanced“
- Experimentierplattensystem „Kleinwindkraftanlagen“
- Experimentierplattensystem „Windkraftanlagen mit doppeltgespeisten Asynchrongeneratoren“



Photovoltaik

Sonnige Aussichten mit dem Photovoltaik-Kurs

In Zeiten von rapide ansteigenden Energiekosten und verstärktem Umweltbewusstsein stellt die Photovoltaik eine sehr interessante Alternative zur herkömmlichen Energieerzeugung dar. Mit dem Photovoltaik-Kurs können Sie nicht nur die Grundlagen von Solarzellen kennen lernen und untersuchen, sondern auch ein Photovoltaiksystem im Direkt- oder Speicherbetrieb simulieren.



UniTrain
SYSTEM

Lerninhalte

- Funktionsprinzip und Wirkungsweise der Solarzelle kennen lernen
- Kennlinienaufnahme eines Solarmoduls
- Die Abhängigkeiten des Stromes bzw. der Spannung eines Solarmodules von Temperatur, Bestrahlungsstärke und Einfallswinkel erklären
- Reihen-, Parallel- und andere Verschaltungsarten von Solarzellen kennen lernen
- Herstellverfahren von Solarzellen kennen lernen
- Verschiedene Typen von Solarzellen erklären
- Aufbau eines Solarakkus kennen lernen
- Verschiedene Arten von Solaranlagen kennen lernen
- Aufbau eines Inselnetzes mit Solarakku

Multimediakurs unterstützt das Experiment

Was ist eine Solarzelle

Aufbau einer PV-Zelle

PV-Zellen gehören zu den Halbleiterelementen. Diese wandeln durch die Zählung von Licht oder Wärme elektrisch Energie.

Die nachfolgende Grafik zeigt den schematischen Aufbau einer PV-Zelle.

1. Rückseiten Metallkontakt:
Dient als Anschlusskontakt der über die seine Spannung an die PV-Zelle abgegriffen.

2. p-Halbleiterschicht:
In der Halbleiterschicht werden Fremdatome eingebracht, die weniger freie Elektronen (Cobaltatome oder Löcher) in dem Halbleiterschicht. Solche Halbleiterschichten sind als p-Halbleiterschicht bezeichnet.

3. n-Halbleiterschicht:
In der Halbleiterschicht werden Fremdatome eingebracht, die mehr Elektronen haben (Phosphor). Solche Halbleiterschichten bezeichnet man als n-Halbleiterschicht.

4. Kontaktfinger:
Die Kontaktfinger bilden mit dem Rückseiten Metallkontakt die Anschlüsse, an denen die PV-Zelle angeschlossen wird.

5. Antireflexschicht:
Die Antireflexschicht soll die PV-Zelle zum einen schützen und zum anderen verhindern, dass Licht reflektiert wird.

Entstehung von Hot-Spots

Vordere PV-Module über seine gesamte Fläche gleichmäßig abgeleitet, reduziert sich nur die Leistung des Moduls, ist aber nicht weiter. Anders sieht das bei einer Teilbeschattung aus, wenn z.B. nur eine einzelne PV-Zelle des Moduls abgedeckt wird.

Anhand des vereinfachten Ersatzschaltbildes einer PV-Zelle lässt sich die Problemursache leichter erklären. Das Ersatzschaltbild einer Zelle besteht aus einer Parallelverbindung von Stromquelle und Diode.

Da eine abgedeckte PV-Zelle keinen Strom erzeugt, verschaltet sich die Stromquelle und es bildet sich die Diode über. Sind nun mehrere PV-Zellen, die bei einem Modul abgedeckt, in Reihe geschaltet, befindet sich die Diode der abgedeckten PV-Zelle in Sperrrichtung. Das hat zur Folge, dass die gesamte Spannung des Moduls über der Diode abfallen kann. Überträgt diese Spannung die Sperrspannung der Diode, würde diese zerstört werden. In die Spannung werden als die Sperrspannung, wird in der Diode eine Verdichtungsenergie, die zur Folge hat, dass sich die Zelle aufheizt und dadurch das Modul Schaden nehmen kann. Diesen Effekt nennt man Hot-Spot.

Ihre Vorteile

- Vermittlung von Kenntnissen und Know-how mit dem UniTrain-Multimediakurs
- Grundausstattung zum Betrieb
- PC-gestützte Auswertung der Messdaten
- System arbeitet mit 12 V
- System unterstützt Fehlersimulation

Photovoltaik Advanced



Projektarbeiten mit Industriekomponenten

Das Trainingssystem ermöglicht die realitätsnahe Simulation des Sonnenverlaufs. Auch ohne Sonne im Labor lassen sich die Versuche mit Hilfe von Emulatoren praxisgerecht durchführen.

Die Vermittlung von Kenntnissen, Know-how und die PC-gestützte Auswertung der Messdaten wird durch den Multimediakurs Photovoltaik Advanced ermöglicht.



Versuchsbeispiel „Photovoltaik Advanced“ EPH 2

Lerninhalte

Untersuchung von Solarmodulen

- Optimale Ausrichtung von Solarmodulen erproben
- Kennlinienaufnahme von Solarmodulen
- Untersuchung des Verhaltens bei Abschattung
- Untersuchung der Wirkungsweise von Bypassdioden
- Verschaltungsarten von Solarmodulen kennen lernen

Aufbau von PV-Anlagen im Inselbetrieb

- Installation von PV-Anlagen
- Aufbau und Test einer Insel-PV-Anlage im Direktbetrieb

- Aufbau und Test einer Insel-PV-Anlage im Speicherbetrieb
- Aufbau und Test einer Insel-PV-Anlage zur Erzeugung von 230 V Wechselspannung

Aufbau von PV-Anlagen im Netzparallelbetrieb

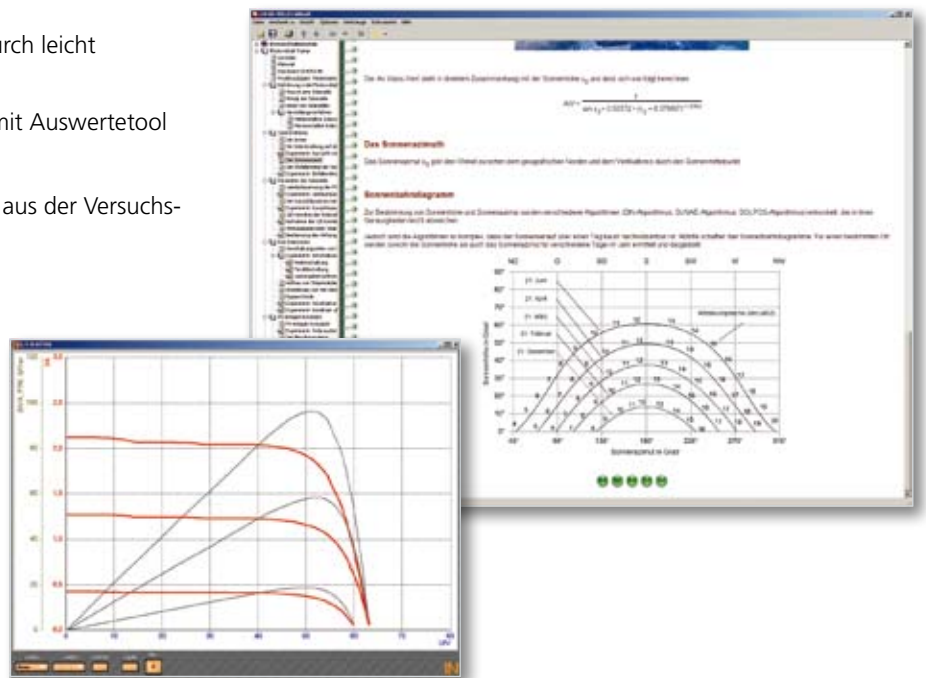
- Installation, Aufbau und Test einer PV-Anlagen mit Netzeinspeisung
- Messung der erzeugten Energie einer PV-Anlage
- Bestimmung des Wirkungsgrades des Netz-Wechselrichters
- Untersuchung des Verhaltens einer PV-Anlage bei Netzausfall

Photovoltaik Advanced

Sonne im Labor

„Interactive Lab Assistant“

- Multimediale Schritt-für Schritt Anleitung
- Erläuterung physikalischer Grundlagen durch leicht verständliche Animationen
- Testen des Lernfortschritts durch Fragen mit Auswertetool
- PC-gestützte Auswertung von Messdaten
- Starten von virtuellen Messgeräten direkt aus der Versuchsanleitung heraus



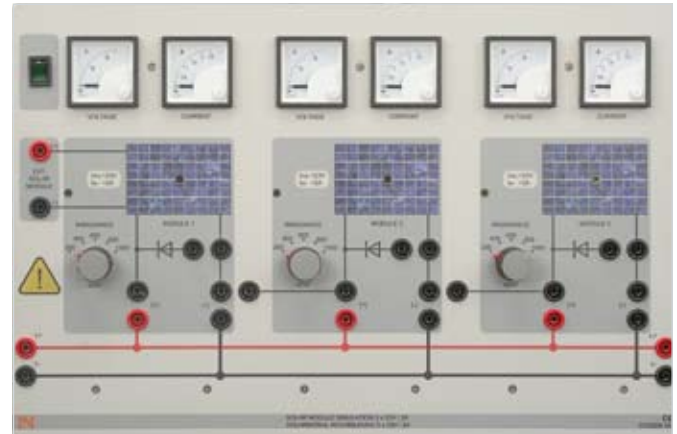
Solar-Modul mit Altituden-Emulator

- Einstellbarkeit des Sonnenwinkels in Abhängigkeit von Position (Breitengrad), Datum und Uhrzeit
- Einstellbarkeit der Neigung des Solarmoduls
- 10 W polykristallines Solarmodul
- 500 W Halogenstrahler mit Dimmer
- Realistische Emulation des Sonnengangs



Solaremulator

- Versuche auch ohne Sonne durch drei unabhängige Solaremulatoren möglich
- Lichtintensität für jeden Emulator einzeln einstellbar
- Zuschaltbare Bypassdiode enthalten
- 120 VA Leistung



Industrie-Komponenten

- Solarladeregler
- Inselwechselrichter
- Netzwechselrichter
- Einfache Inbetriebnahme und Untersuchung von industriellen Komponenten



Ihre Vorteile

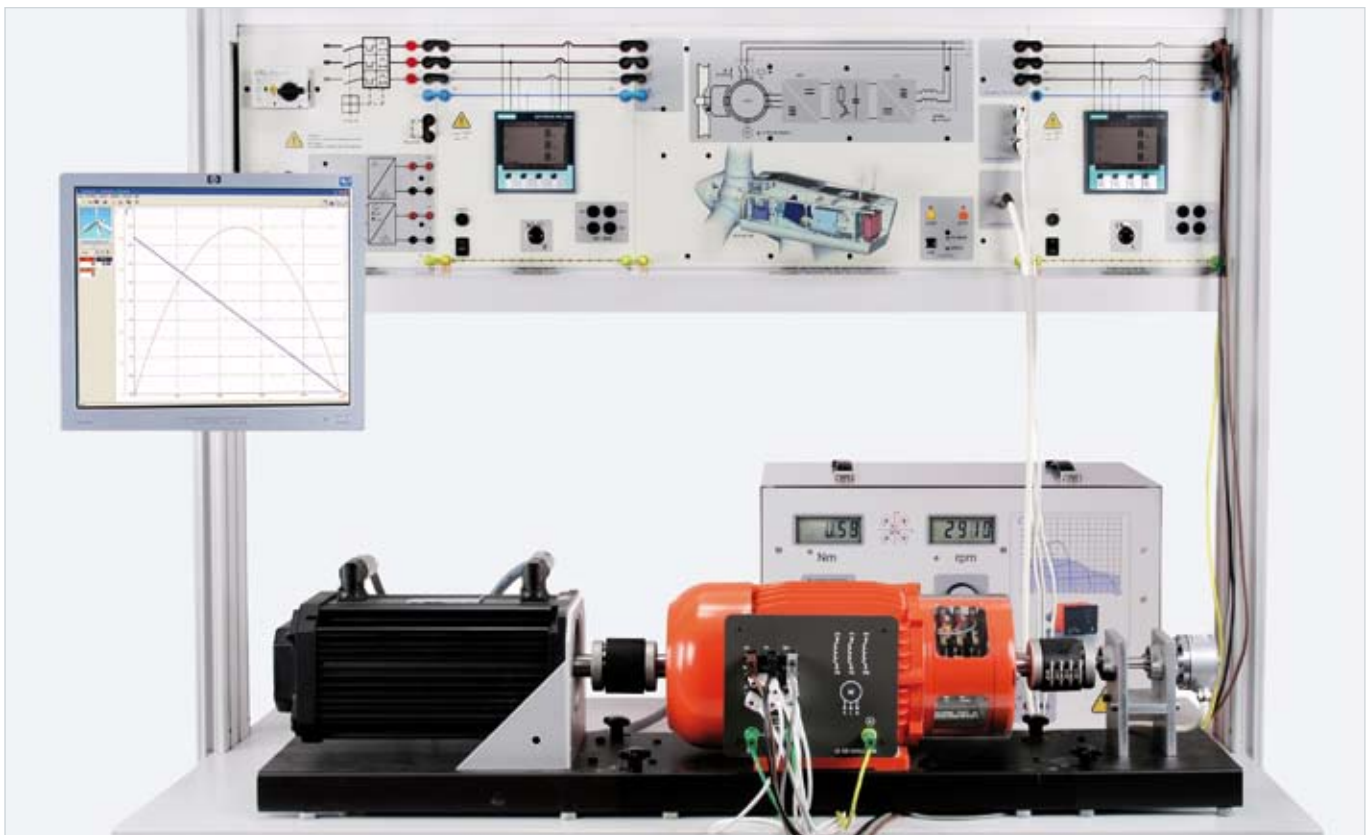
- Vermittlung von Kenntnissen mittels Multimediakurs „Interactive Lab Assistant“
- Einsatz industrieller Komponenten
- Flexible Versuchsdurchführung durch reales Solarmodul oder Solarnachbildung
- PC-unterstützte Auswertung von Messdaten

Windkraftanlagen



Doppeltgespeiste Asynchrongeneratoren (DFIG)

Die Ausstattung ermöglicht die Untersuchung moderner Windkraftanlagen mit „Doppeltgespeisten Asynchrongeneratoren“. Der Wind lässt sich realitätsnah mit dem Servo-Maschinenprüfstand und der Software „WindSim“ emulieren. Durch die PC-Anbindung ist während der Experimente eine komfortable Bedienung und Visualisierung gewährleistet. Der dazu gehörende Multimediakurs „Interactive Lab Assistant“ vermittelt die theoretischen Kenntnisse, unterstützt die Durchführung der Versuche und die Auswertung von Messdaten.



Versuchsbeispiel „Windkraftanlage“ EWG 1

Lerninhalte

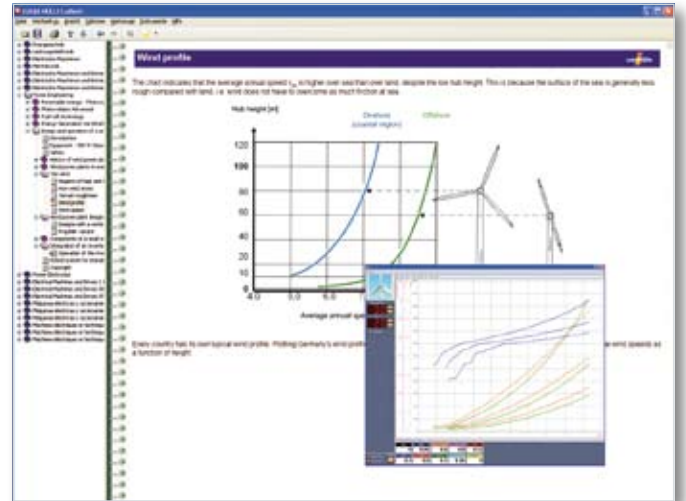
- Aufbau und Wirkungsweise moderner Windkraftanlagen verstehen
- Physikalische Grundlagen „Vom Wind zur Welle“ erarbeiten
- Verschiedene Windkraftanlagenkonzepte kennen lernen
- Aufbau und Inbetriebnahme eines doppeltgespeisten Asynchronwindgenerators
- Betrieb des Generators bei wechselnden Windstärken und Regelung der Ausgangsspannung und -frequenz
- Bestimmung von optimalen Arbeitspunkten bei wechselnden Windbedingungen
- Untersuchung des Verhaltens bei Netzfehlern „Fault-ride-through“

Windkraftanlagen

Frischer Wind im Labor

„Interactive Lab Assistant“

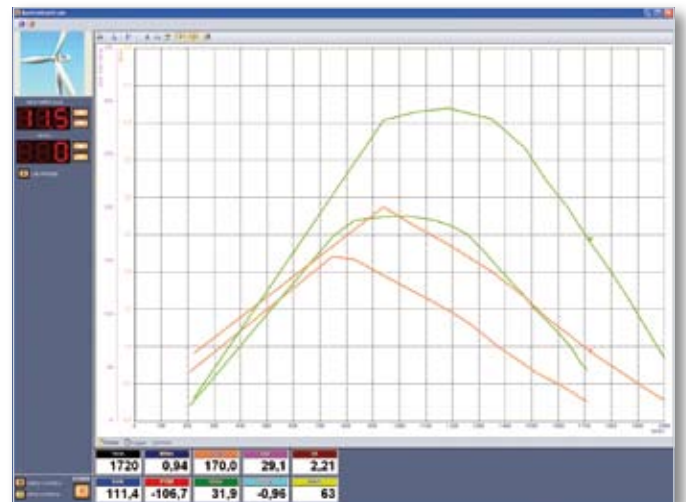
- Multimediale Schritt-für Schritt Anleitung
- Erläuterung physikalischer Grundlagen durch leicht verständliche Animationen
- Testen des Lernfortschritts durch Fragen mit Auswertetool
- PC-gestützte Auswertung von Messdaten
- Starten von virtuellen Messgeräten direkt aus der Versuchsanleitung heraus



Windemulator

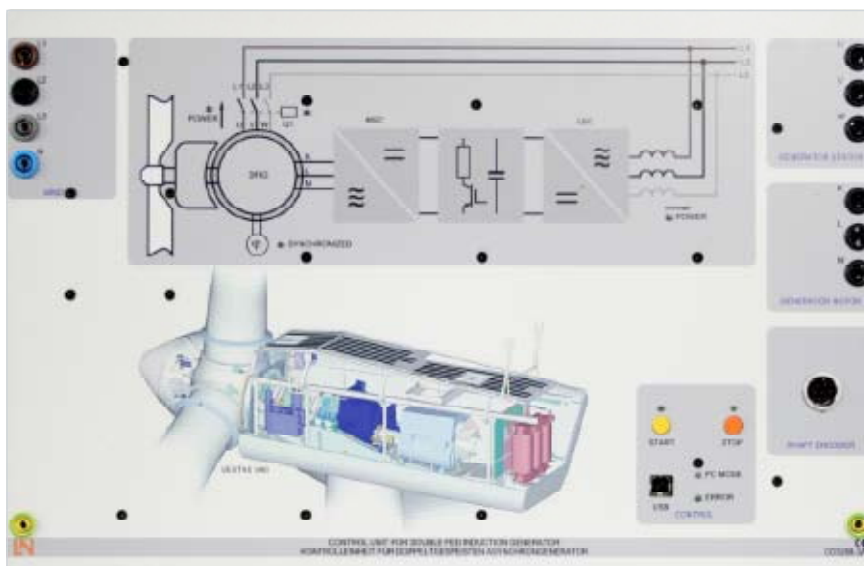
Wind und Flügelgeometrie sorgen bei realen Windkraftanlagen für den Antrieb des Generators. Im Labor übernehmen der Servo-Maschinenprüfstand und die Software WindSim die Aufgaben des Windes. So lassen sich im Labor die gleichen Verhältnisse emulieren wie bei realen Windkraftanlagen.

- Realitätsgetreue Emulation von Wind und Flügelgeometrie
- Drehzahl und -moment stellen sich in Abhängigkeit von Wind und Pitchwinkel automatisch ein
- Pitch und Windstärke unabhängig einstellbar
- Eingabe von Windprofilen möglich
- Aufzeichnung von mechanischen sowie elektrischen Werten möglich



Doppeltgespeister Asynchrongenerator mit Steuergerät

- Steuergerät mit zwei gesteuerten Wechselrichtern
- Ansteuerung des Generators im unter- und übersynchronen Betrieb
- Integrierter Leistungsschalter zur Schaltung des Generators ans Netz
- Automatische Regelung von Wirk- und Scheinleistung, Frequenz, Spannung
- Manuelle und automatische Synchronisation
- Messung und Darstellung aller Systemgrößen
- „Fault-Ride-Through“-Experimente



Ihre Vorteile

- Vermittlung von Kenntnissen und Know-how mittels Multimediakurs „Interactive Lab Assistant“
- Windkraft und mechanischer Aufbau der Windkraftanlage lassen sich detailgetreu mit dem Servo-Maschinenprüfstand emulieren
- Das mikrocontroller-gesteuerte Steuergerät für den doppeltgespeisten Asynchrongenerator ermöglicht komfortable Bedienung und Visualisierung während der Experimente
- Modernste Technologie mit „Fault-ride-through“

Kleinwindkraftanlagen

Strom für die dezentrale Versorgung

Kleinwindkraftanlagen bis 5kW Leistung werden heute für dezentrale Stromversorgungen eingesetzt. Die Anlagen erzeugen Gleichspannung. Die Energie lässt sich über Laderegler in Akkus speichern. Über Wechselrichter werden Wechselspannungen für den Betrieb von Netzverbrauchern erzeugt.

Der Einfluss von Windstärke und mechanischem Aufbau der Windkraftanlage lassen sich detailgetreu mit dem Servo-Maschinenprüfstand und der Software „WindSim“ emulieren.



Versuchsbeispiel „Kleinwindkraftanlage“ EWG 2

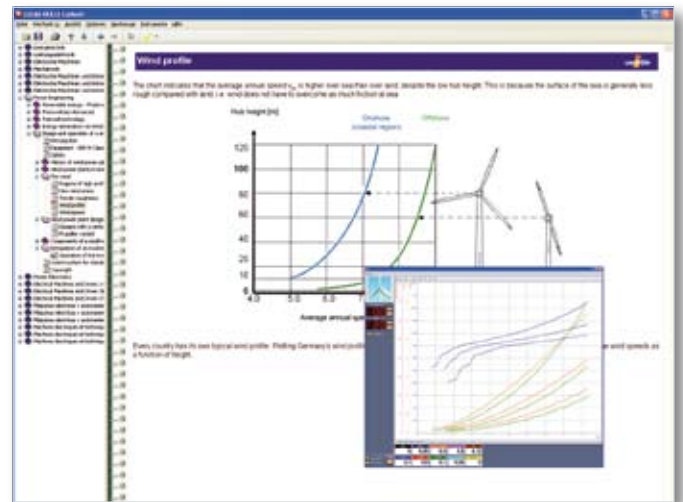
Lerninhalte

- Aufbau und Wirkungsweise moderner Kleinwindkraftanlagen verstehen
- Physikalische Grundlagen „Vom Wind zur Welle“ erarbeiten
- Verschiedene Windkraftanlagenkonzepte kennen lernen
- Aufbau und Inbetriebnahme eines Kleinwindkraftgenerators
- Betrieb mit wechselnden Windstärken im Speicherbetrieb
- Energiespeicherung, Optimierung der Anlage
- Aufbau einer Inselanlage zur Erzeugung von 230 V Wechselspannung
- Kennenlernen von Hybridsystemen zur autarken Stromversorgung mittels Windkraft und Photovoltaik

Produkteigenschaften, die überzeugen

„Interactive Lab Assistant“

- Multimediale Schritt-für Schritt Anleitung
- Erläuterung physikalischer Grundlagen durch leicht verständliche Animationen
- Testen des Lernfortschritts durch Fragen mit Auswertetool
- PC-gestützte Auswertung von Messdaten
- Starten von virtuellen Messgeräten direkt aus der Versuchsanleitung heraus



Synchrongenerator

- Windkraft und mechanischer Aufbau der Windkraftanlage lassen sich detailgetreu mit dem Servo-Maschinenprüfstand emulieren
- Das Verhalten des Generators im Labor entspricht dem der realen Anlage
- Kleinwindkraftanlage für den Betrieb im Außenbereich geeignet



Ihre Vorteile

- Vermittlung von Kenntnissen und Know-how mittels Multimediakurs „Interactive Lab Assistant“
- Windkraft und mechanischer Aufbau der Windkraftanlage lassen sich detailgetreu mit dem Servo-Maschinenprüfstand emulieren
- Das Verhalten des Generators im Labor entspricht dem der realen Anlage
- Reale Kleinwindkraftanlage für den Betrieb im Außenbereich geeignet

Brennstoffzellentechnik

Aufbau und Wirkungsweise von Brennstoffzellen

Erneuerbare Energien werden bereits heute als Lösung für die erwartete Energieknappheit im 21. Jahrhundert gehandelt. Die auf Wasserstoff basierende Brennstoffzelle ist Teil dieser Lösung. Als ergänzende Technologie wird es in künftigen Energiesystemen zur Erzeugung von sauberer Energie aus regenerativem Wasserstoff verwendet.

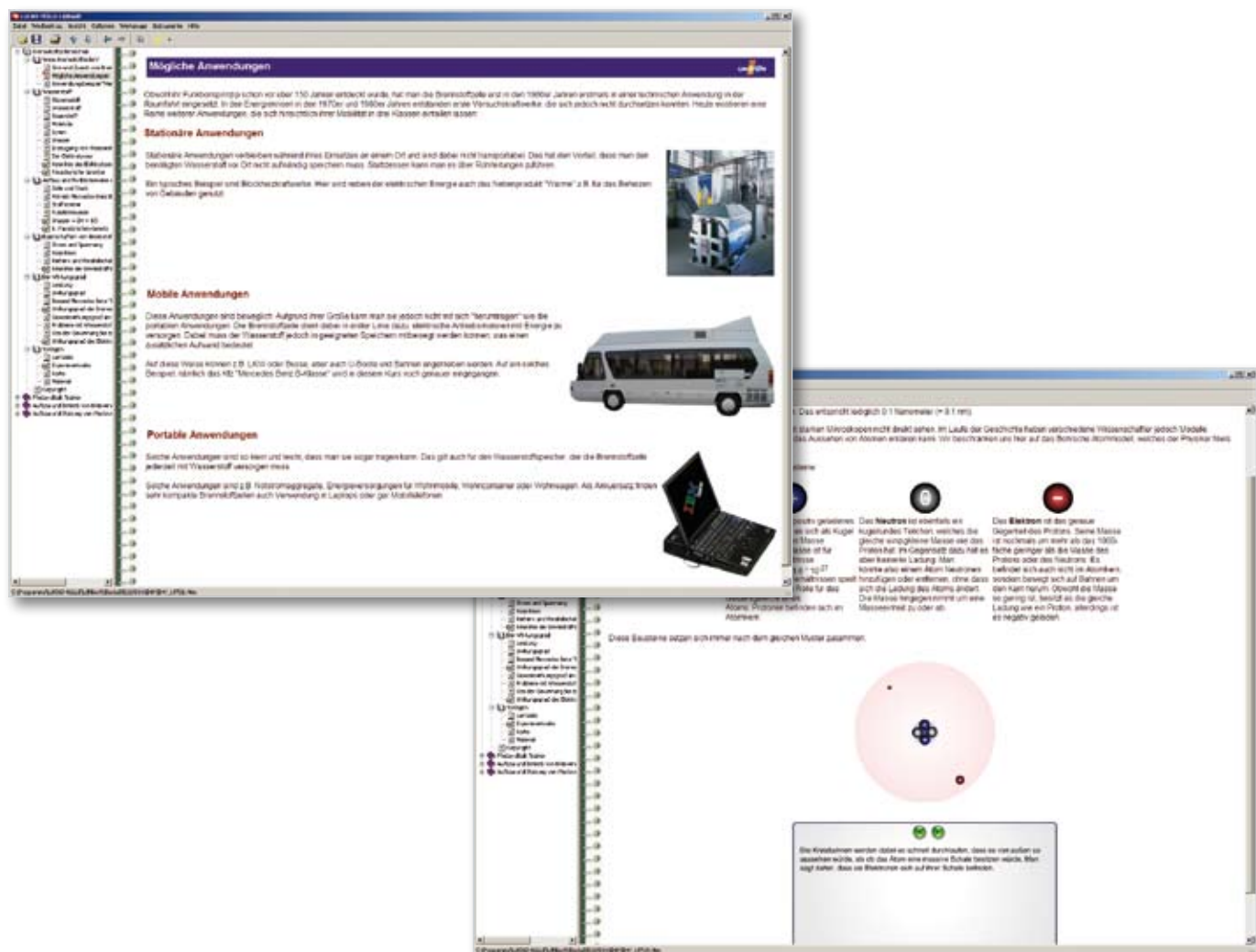


UniTrain
SYSTEM

Lerninhalte

- Funktionsprinzip und Wirkungsweise der Brennstoffzelle kennen lernen
- Kennlinienaufnahme einer Brennstoffzelle
- Die elektrochemischen Prozesse der Elektrolyse erklären können (1. und 2. Faraday'sche Gesetz)
- Faraday- und Energiewirkungsgrad einer Brennstoffzelle bestimmen
- Reihen- und Parallelschaltung von Brennstoffzellen
- Leistungsbetrachtung von Brennstoffzellen
- Funktionsprinzip und Wirkungsweise des Elektrolyseurs kennen lernen
- Aufnahme der UI-Kennlinie des Elektrolyseurs
- Faraday- und Energiewirkungsgrad eines Elektrolyseurs bestimmen

Multimediakurs unterstützt Experiment



Ihre Vorteile

- Vermittlung von Kenntnissen und Know-how mittels Multimediakurs „Interactive Lab Assistant“
- Kompaktes Gerät mit PEM Doppelbrennstoffzelle und PEM Elektrolyseur mit Gasspeicher
- Gefahrloser Umgang mit Wasserstoff
- Stromversorgung 2 V/2,5 A zur Speisung des Elektrolyseurs bereits integriert
- Vielfalt von Lasten (Lampen, Ventilator)
- Variable Last zur Kennlinienaufnahme

Brennstoffzellentechnik Advanced

Autarke Stromversorgung mit Brennstoffzelle

Die Erzeugung elektrischer Energie mit Hilfe von Brennstoffzellen entwickelt sich zunehmend zu einem bedeutenden technischen Thema mit vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten in der Elektro- und Kraftfahrzeugtechnik. Das Experimentiersystem ermöglicht bei gefahrlosem Umgang mit Wasserstoff und Brennstoffzelle viele interessante Untersuchungen und ist sowohl für Demonstrationen wie für einen Praktikumsbetrieb geeignet. Animierte Theorie, Experimentieranleitungen und Ergebnisfelder werden mit Hilfe des „Interactive Lab Assistant“ realisiert.



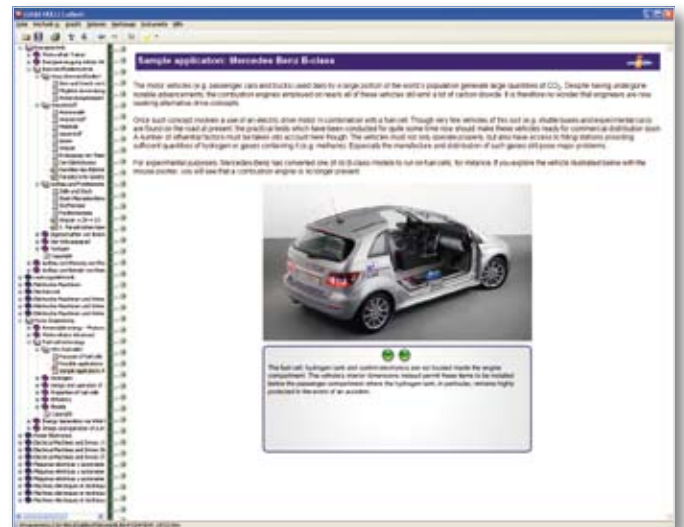
Versuchsbeispiel „50 VA-Brennstoffzellen-Stack mit Verbrauchern“ EHY1

Lerninhalte

- Aufbau und Funktionsweise einer Brennstoffzelle
- Aufbau und Funktionsweise eines Elektrolyseurs
- Aufbau und Funktionsweise eines Metallhydridspeichers
- Thermodynamik der Brennstoffzelle
- Kennlinie und Leistungskurve der Brennstoffzelle
- Wirkungsgrad
- Notwendige Komponenten für eine autonome Stromversorgung
- Leistungselektronik und Spannungswandlung

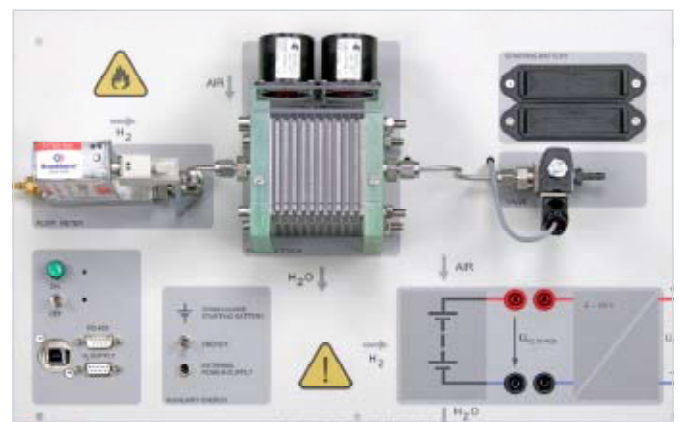
„Interactive Lab Assistant“

- Multimediale Schritt-für Schritt Anleitung
- Erläuterung physikalischer Grundlagen durch leicht verständliche Animationen
- Testen des Lernfortschritts durch Fragen mit Auswertetool
- PC-gestützte Auswertung von Messdaten
- Starten von virtuellen Messgeräten direkt aus der Versuchsanleitung heraus



Brennstoffzellen-Stack

- 50 VA-Stack
- Durchflussmesser für Wasserstoffzufuhr
- Lüfter mit variabler Drehzahl zur Belüftung der Brennstoffzelle
- Messung aller relevanten Größen



50 VA-Brennstoffzellen-Stack

Ihre Vorteile

- Vermittlung von Kenntnissen und Know-how mittels Multimediakurs „Interactive Lab Assistant“
- Einfacher Einstieg in das Thema Brennstoffzelle
- Gefahrloses Experimentieren mit Wasserstoff
- 50 VA-Brennstoffzellen-Stack
- Anschluss für Wasserstoff-Druckspeicher
- Leistungsstarker Elektrolyseur
- Vielfalt von Lasten
- Variable Last zur Kennlinienaufnahme

Lucas-Nülle Lehr- und Meßgeräte GmbH

Siemensstraße 2 · D-50170 Kerpen-Sindorf
Telefon: +49 2273 567-0 · Fax: +49 2273 567-69
www.lucas-nuelle.de · vertrieb@lucas-nuelle.de



Weitere Informationen finden Sie auch in unserem Energietechnik-Katalog.



LN[®]
LUCAS-NÜLLE