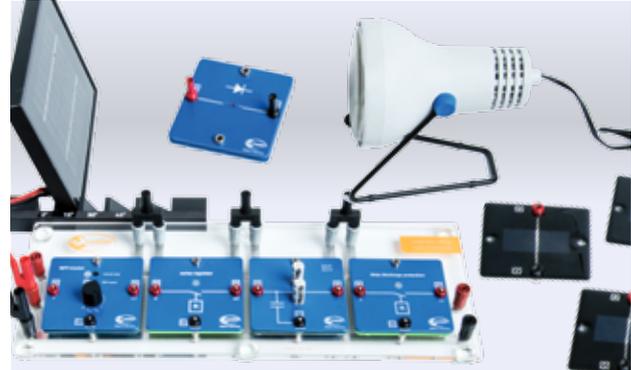
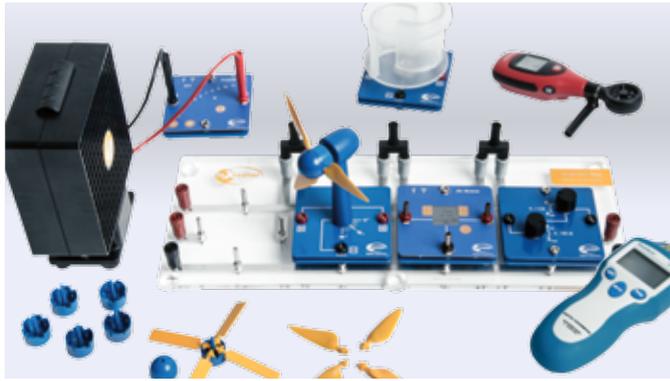


Stromspeicherung | Windenergie | Solarenergie | EMobility

4E-Serie

Katalog 2019

# Schulungssysteme Erneuerbare Energien



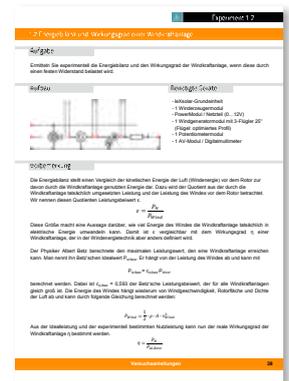
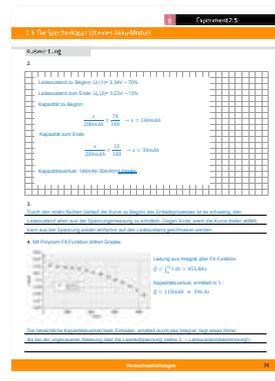
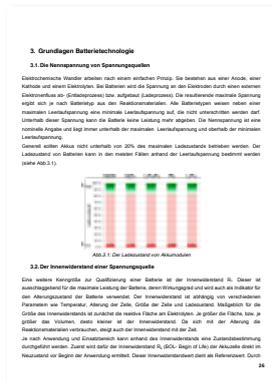
# 4E-Serie

In Zusammenarbeit mit lexsolar entwickelten wir 2011 eine neue Produktlinie für den Einsatz an Hochschulen und Berufsschulen. Die 4E-Serie zeichnet sich durch die erweiterte Grundplatte mit 4 Steckplätzen inkl. 4 mm Sicherheitsbuchsen, den speziell für die technische Ausbildung entwickelten Experimentierbausteinen und dem neuen, abgestimmten Kursmaterial aus.

**NEUE VERSION!**

## Das Kursmaterial

Das Kursprogramm wurde für die technische Ausbildung entwickelt und beinhaltet für alle Themen jeweils einen Theorieteil zur Einführung, einen experimentellen Lehrerteil mit Musterergebnissen sowie einen Schülerteil mit vorbereiteten Arbeitsblättern.



## Die Grundplatte

Die 4E-Grundplatte ist die zentrale, einfache und übersichtliche Steckplatte für alle Versuchsaufbauten. Die hochwertige Acrylplatte mit 4 Steckplätzen und vorinstallierten Leiterbahnen minimiert die Anzahl der Messleitungen und erhöht die Übersicht des Versuchsaufbaus.



## Das Zubehör

Das **PowerModul** ist ein kompaktes, robustes und intuitiv zu bedienendes Stromversorgungsgerät für Experimente. Die Spannung kann mit Touchfeldern von 0 bis 12V in 0,5V Schritten verändert werden.

Mit dem **AV-Modul** können Ströme und Spannungen gemessen werden, sodass es zwei herkömmliche Multimeter vollständig ersetzt.



### Der EMobility-Koffer (Seiten 4 und 5)

Experimente mit dem EMobility-Koffer veranschaulichen die Grundlagen verschiedener Speichertechnologien (Kondensator, Batterien, Wasserstoff) und verschiedener Batterietypen (LiPo, LiFePo, NiMH, Pb).



### Der Wind-Koffer (Seiten 6 und 7)

Der Windkoffer vermittelt den künftigen Experten das Grundwissen für diese Form der Energiegewinnung, darunter etwa Einflussgrößen wie Windgeschwindigkeit, Flügelprofil und -anordnung.

### Der PV-Koffer (Seiten 8 und 9)

Aus den Experimenten mit dem PV-Koffer können die Schüler und Studenten entscheidende Faktoren für die Nutzung der Solarenergie herleiten. Dazu zählt die Verschattung einzelner Zellen oder der Aufbau einer kompletten Inselstromversorgung.



### Der Smart-Grid-Koffer (Seiten 10 und 11)

Der Smart-Grid-Koffer beinhaltet und verbindet einzelne Kernkomponenten aus EMobility-, Wind- und PV-Koffer. Zusätzliche Netzmodule und Smart-Meter-Instrumente erweitern den Aufbau zum Smart-Grid im Labormaßstab. Die Schüler und Studenten lernen anschaulich die elektrotechnischen Herausforderungen des Netzbetriebs volatiler Erzeuger und Verbraucher.

### Der Solarthermie-Koffer (Seiten 12 und 13)

Ortsunabhängig und ohne weiteres Zubehör ist der Solarthermie-Koffer sofort einsetzbar, um ein Grundverständnis für solarthermische Energieumwandlung zu vermitteln. Dank der umfangreichen Ausstattung mit dem Solarkollektor als wichtigstem Element bietet er nahezu die gesamte Palette experimenteller Möglichkeiten.



### Der EMobility-Instructor (Seiten 14 und 15)

Mit dem EMobility Instructor können sich Schüler und Studenten umfangreiches Wissen über moderne E-Mobility-Systeme und deren zugrundeliegende Konzepte und Komponenten am fahrenden Experimentierstand aneignen.

# EMobility-Koffer

Das erste praktische Lernsystem zur zentralen Herausforderung erneuerbarer Energien. Beinhaltet theoretische Grundlagen und praktische Versuche mit fünf verschiedenen Batterietechnologien + Wasserstoff- und Kondensatorstechnologie.

**Kondensatormodul**  
Dynamische Speichertechnologie mit hohen Lade- und Entladezyklen

**Ladereglermodul**  
Laderegler mit programmierbaren CC-/CV-Ladekurven für alle Speichermodule (NiMH/NiZn/Pb/LiFe/LiPo).

**1er Modul**  
Batteriemodul für verschiedene AAA-Einzelzellen. Mit im Lieferumfang: NiMH, NiZn, LiFe

**3er Modul**  
Batteriemodul für die Versuche der Reihenschaltung von Einzelzellen.

**Pb-Batteriemodul**  
Zur Untersuchung der Grundeigenschaften einer Pb-Gel-Batterie.

**Reversible Brennstoffzelle**  
Die rev. Brennstoffzelle ergänzt den Koffer mit dem Thema Wasserstoffstechnologie.

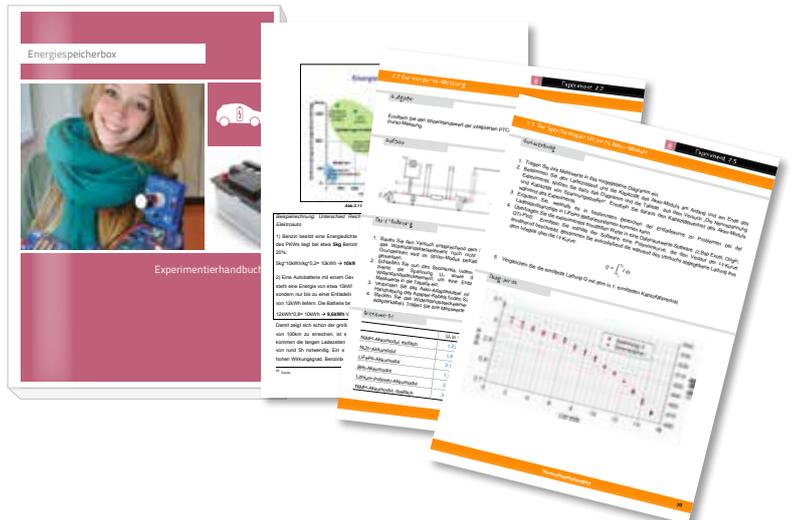
**Autochassis**  
Anschaulicher Demonstrator für den Einsatz aller Speichermodule

**Lithium-Polymermodul**  
Zur Untersuchung der Grundeigenschaften einer Li-Polymer-Einzelzelle inkl. NTC-Temperaturwiderstand

**Steckwiderstandsmodul Potentiometermodul**  
Für die einfache Kennlinienaufnahme. Übt gleichzeitig die Anwendung von Festwiderständen und Potentiometern.

## Auszug aus dem Kursprogramm EMobility (102 Seiten):

- Übersicht der verschiedenen Speichertechnologien
- Grundlagen und Einführung in die Batterietechnologie
- Nennspannung verschiedener Batterietypen
- Ladezustandsbestimmung/Ladeverhalten
- Innenwiderstandsbestimmung
- CC-/CV-Ladefahren
- U-I-Kennlinien
- Leistungs- und Energiedichte
- Wirkungsgradbestimmung
- Temperaturverhalten



## 4E EMobility-Koffer

### Inhalt:

- 1er Modul (AAA)
- NiMH-Einzelzelle
- NiZn-Einzelzelle
- LiFe-Einzelzelle
- 3er Modul (AAA)
- Pb-Gel-Batteriemodul
- Lithium-Polymermodul
- Kondensatormodul
- Ladereglermodul
- Autochassis inkl. Aufnahme
- Widerstandsteckmodule
- Grundplatte mit 4 Steckplätzen
- Rev. Brennstoffzelle
- Motormodul
- Potentiometermodul
- AV-Modul
- 1 x Digitalmultimeter
- Sicherheitsmessleitungen
- Aluminiumkoffer inkl. Schaumeinlagen
- Kursprogramm EMobility



Artikel: lx 1801    Preis: € 1.795,00

## 4E EMobility-Klassensatz

### Inhalt:

6 x EMobility-Koffer (lx 1801)



Artikel: lx 1806    Preis: € 10.195,00

# Wind-Koffer

Das komplette Windanlagen-Know-how auf engstem Raum: Das ist der 4E Wind-Koffer. Das Set ist die ideale Lösung für alle Anforderungen im experimentellen Praktikum.

**Powermodul**  
Das Power-Modul vereinfacht die Windgeschwindigkeitseinstellung des Winderzeugers.

**AV-Modul**  
Das AV-Modul misst kabellos Strom und Spannung. Der Aufbau ist damit noch übersichtlicher und verständlicher.

**Savoniusrotor**  
Mit dem Savoniusrotor werden die Grundeigenschaften von vertikalen Windanlagen untersucht.

**Windgeneratormodul**  
Das Windgeneratormodul erzeugt die elektrische Leistung. Die drehbare Aufnahme ermöglicht die Untersuchung des Einflusses der Windrichtung.

**Windgeschwindigkeits-Messgerät**

**Drehzahlmessgerät**

**Winderzeuger**  
Die Erzeugung einer laminaren Strömung ist für die Qualität der Windversuche ein entscheidender Faktor.

**Windrotorensatz**  
Der Windrotorensatz ermöglicht die Untersuchung des Rotorverhaltens bei:  
- verschiedenen Flügelprofilen (Windmühlenflügel vs. optimiertes Profil)  
- verschiedener Flügelanzahl (2, 3 oder 4 Flügel)  
- unterschiedlichem Anstellwinkel der Flügel (20°, 25°, 30°, 50° und 90°)

**Widerstandsläufer**

**Auftriebsläufer**

**Winkleinsätze**

## Auszug aus dem Kursprogramm Windenergie (85 Seiten):

- Physikalisch-Technische Grundlagen der Windenergie
- Arten verschiedener Windkraftanlagen
- Energiebilanz und Wirkungsgrad
- Drehzahl und Schnelllaufzahl
- U-I-Kennlinie
- Drehzahl und Leistung
- Leistungsabhängigkeit vom Anstellwinkel der Rotorblätter
- Vergleich von 2-, 3-, 4-Blatt-Rotor
- Untersuchung verschiedener Rotortypen



## 4E Wind-Koffer

### Inhalt:

- Winderzeugermodul
- Windgeneratormodul
- Windrotorensatz
- Savoniusrotormodul
- Windgeschwindigkeitsmesser
- Drehzahlmessgerät
- Powermodul
- Grundplatte mit 4 Steckplätzen
- Motormodul
- Potentiometermodul
- AV-Modul
- Sicherheitsmessleitungen
- Aluminiumkoffer inkl. Schaumeinlagen
- Kursprogramm Windenergie



Artikel: lx 1406 Preis: € 1.395,00

## 4E Wind-Klassensatz

### Inhalt:

6 x Wind-Koffer (lx 1406)



Artikel: lx 1416 Preis: € 7.945,00

# PV-Koffer

Das Basiswissen über die Photovoltaik findet in dem 4E PV-Koffer Platz. Und noch mehr: Der PV-Koffer enthält nicht nur die gesamten Bausteine für die Grundlagenversuche. Mit den integrierten Anwendungsmodulen (MPP-Tracker, Tiefentladeschutz...) lassen sich zusätzlich die Funktionalitäten von Komplettanlagen aus der Praxis nachvollziehen.

**Solarmodul 4,5 V mit Standfuß**  
Das Solarmodul (4,5V / 3,5Wp) wird für die Anwendungsversuche eingesetzt.

**3 x Solarzellen 400 mA**  
Mit den Einzelzellen werden die Grundlagenversuche durchgeführt.

**Diodenmodul**  
Für die Grundlagenversuche der Bypassdiode.

**MPP Tracker**  
Der MPP-Tracker ermöglicht ein sehr anschauliches Verständnis des in der Praxis so wichtigen Prinzips.

**Kondensatormodul**  
Speicherelement für die klassische Inselstromversorgung.

**DC/AC Wandler**  
Der DC/AC-Wandler zeigt den vollständigen Aufbau eines kompletten AC Off-Grid-Systems.

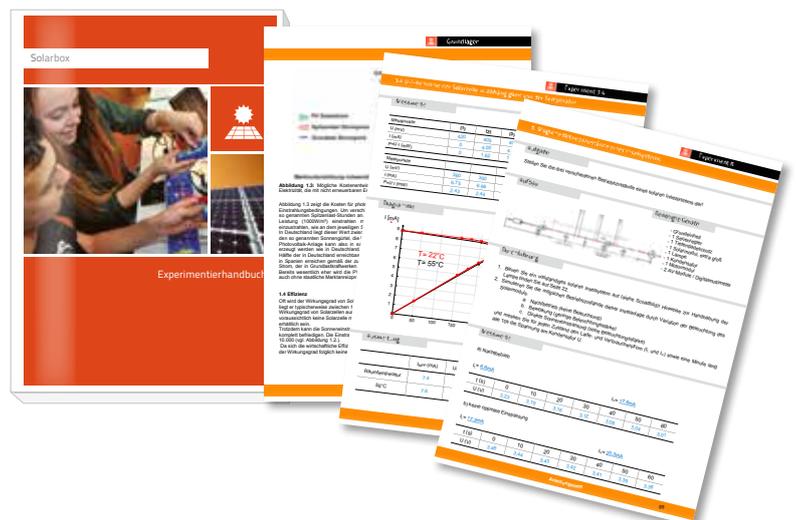
**Tiefentladeschutz**  
Der Tiefentladeschutz zeigt die Batterieschutzfunktion vor Tiefentladung.

**Serienregler**  
Der Serienregler schützt die Batterie gegen Überladung.

**Lampe**  
Für die Ausleuchtung des Solarmoduls.

## Auszug aus dem Kursprogramm Photovoltaik (84 Seiten):

- Photovoltaik im Spektrum der Erneuerbaren Energien
- Grundlagen der Photovoltaik
- Leistungsabhängigkeit von der Fläche
- Abschattung von Einzelzellen
- Funktionsweise einer Bypassdiode
- Komponenten einer Inselstromanlage
- Funktionsprinzip eines MPP-Trackers
- U-I-Kennlinien



## 4E PV-Koffer

### Inhalt:

- 3 x Solarmodul (0,5 V, 400 mA)
- 3 x Solarmodul (0,5 V, 800 mA)
- 1 x Solarmodul (4,5 V, 800 mA)
- 3 x Beleuchtungsmodul
- Lampe
- Diodenmodul
- LED-Modul
- Glühlampenmodul
- Shunt-Regler
- Serienregler
- Tiefentladeschutz
- Kondensatormodul
- Radio
- MPP-Tracker
- PWM-Modul
- DC/AC-Wandler
- Grundplatte mit 4 Steckplätzen
- Motormodul
- Potentiometermodul
- Powermodul
- AV-Modul
- Sicherheitsmessleitungen
- Aluminiumkoffer inkl. Schaumeinlagen
- Kursprogramm Photovoltaik



**Artikel:** lx 1118 **Preis:** € 2.195,00

## 4E PV-Klassensatz

### Inhalt:

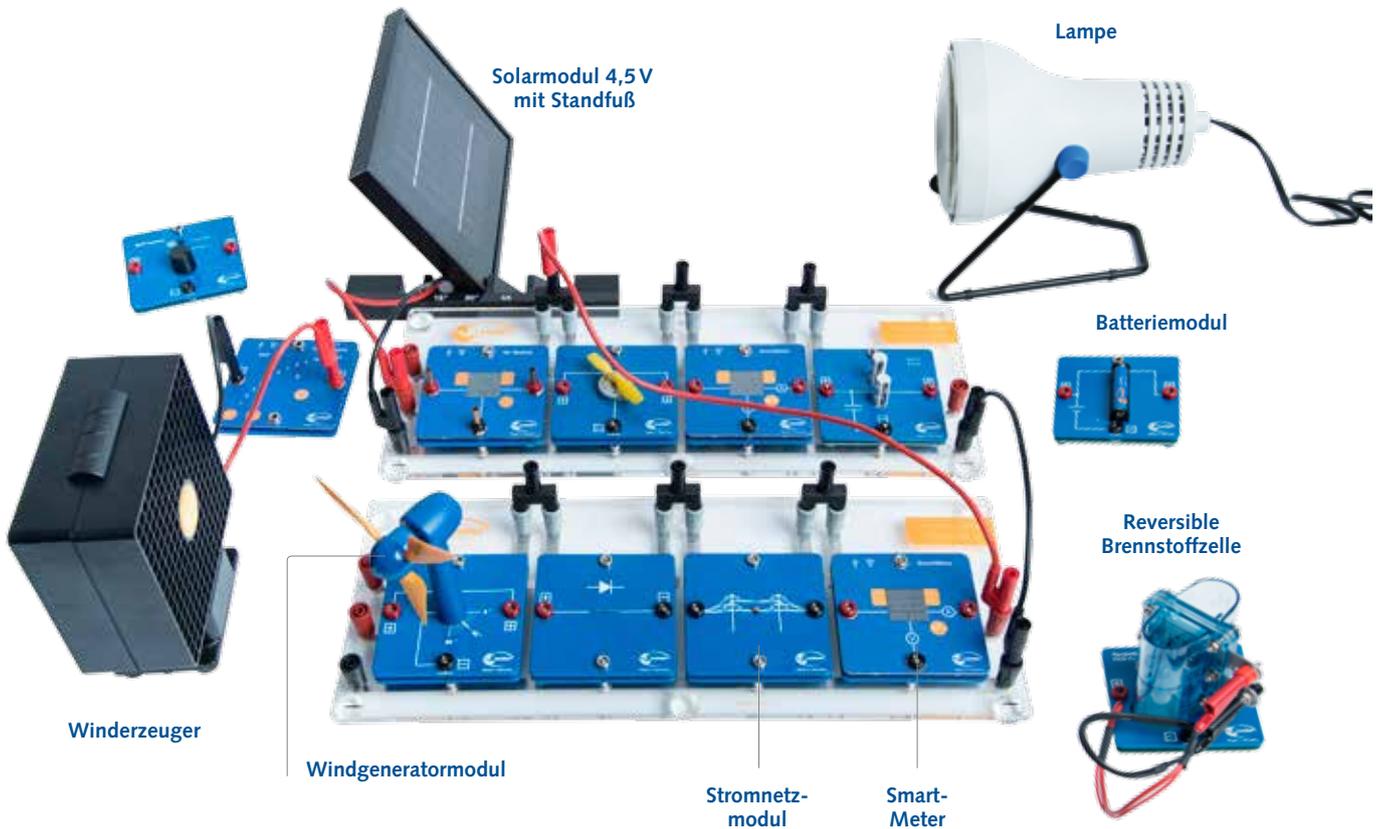
6 x PV-Koffer (lx 1118)



**Artikel:** lx 1126 **Preis:** € 12.495,00

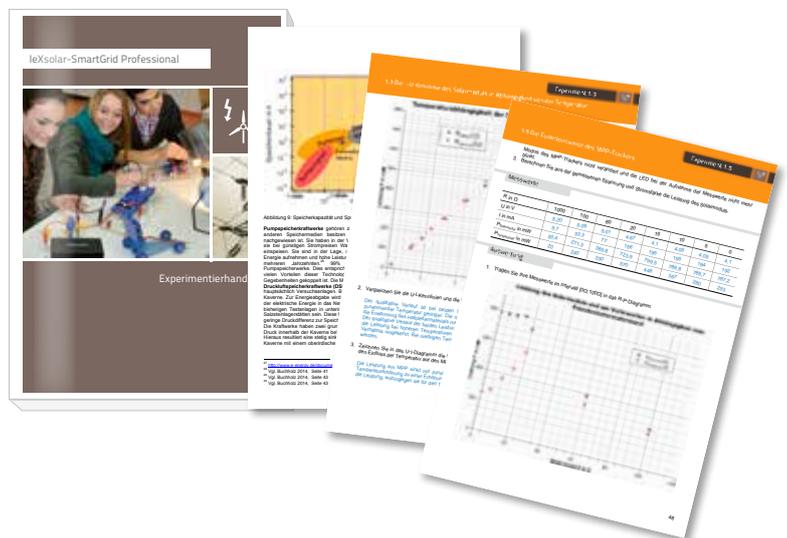
# Smart-Grid-Koffer

Der Smart-Grid-Koffer beinhaltet und verbindet einzelne Kernkomponenten aus EMobility-, Wind- und PV-Koffer. Zusätzliche Netzmodule und Smart-Meter-Instrumente erweitern den Aufbau zum Smart-Grid im Labormaßstab. Die Schüler und Studenten lernen anschaulich die elektrotechnischen Herausforderungen des Netzbetriebs volatiler Erzeuger und Verbraucher.



## Auszug aus dem Kursprogramm Smart-Grid (156 Seiten):

- Grundlagenversuche
  - U-I-Kennlinie eines Solarmoduls
  - Abhängigkeit der Leistung von der Windrichtung
  - Funktionsweise und Ladeverfahren eines LiFe-Akkus
- Smart-Grid-Versuche
  - Leistungsschwankungen einer Photovoltaikanlage
  - Leistungsschwankungen einer Windkraftanlage
  - Spannungsverhalten und Netzstabilität im Strahlennetz
  - Netzstabilität im Strahlennetz mit Photovoltaikanlage und intelligenter Trafostation
  - Leiterseilmonitoring



## 4E Smart-Grid-Koffer

### Inhalt:

- 2 x Grundplatte mit 4 Steckplätzen
- 2 x Smart-Meter
- 2x Stromnetzmodul
- 1 x AV-Modul
- Winderzeuger
- Windgeneratormodul
- leXsolar-Windrotorensatz
- Lampe
- Solarmodul
- Batteriemodul LiFe
- Kondensatormodul
- Rev. Brennstoffzelle
- MPP Tracker
- Motormodul Pro
- Powermodul
- Glühlampenmodul
- Dioden-Modul
- 4 mm Sicherheitsmessleitungen
- Aluminiumkoffer inkl. Schaumeinlage
- Kursprogramm Smart-Grid



Artikel: lx 1607    Preis: € 2.295,00

## 4E Smart-Grid-Klassensatz

### Inhalt:

6 x Smart-Grid-Koffer (lx 1607)



Artikel: lx 1616    Preis: € 12.995,00

# Solarthermie-Koffer

Ortsunabhängig und ohne weiteres Zubehör ist der Solarthermie-Koffer sofort einsetzbar, um ein Grundverständnis für solarthermische Energieumwandlung zu vermitteln. Dank der umfangreichen Ausstattung mit dem Solarkollektor als wichtigstem Element bietet er nahezu die gesamte Palette experimenteller Möglichkeiten.



## Auszug aus dem Kursprogramm Solarthermie (51 Seiten):

- Grundlagenversuche
  - Absorptions- und Reflexionsvermögen unterschiedlicher Materialien
  - Konzentration von Licht mit Fresnel-Linse
  - Wärmeströmung und Wärmeschichtung
  - Wärmeleitung und Wärmedämmung
- Der Solarkollektor
  - Solarkollektor mit Pumpenumlauf
  - Variation der Durchflussgeschwindigkeit
  - Kollektorumlauf mit Wärmetauscher
  - Kollektorumlauf mit Paraffinwärmespeicher
- Der Parabolrinnenkollektor
  - Parabolrinnenkollektor mit Pumpenumlauf



---

## Solarthermie-Koffer

### Inhalt:

- Grundeinheit
- Potentiometermodul
- Solarkollektor
- Spiegelkollektor
- Absorberröhrchen
- Linsenmodul
- Absorbermodul für Linse
- Absorber S/ W
- Pumpenmodul
- Peltiermodul
- Wärmetauscher Wasser
- Wärmetauscher Paraffin
- Schläuche-Set
- Universal-Stromversorgungsgerät
- Lampengehäuse
- Leuchtmittel 120W, 12°
- 2 x Digitalmultimeter
- Laborthermometer
- Transportkoffer
- Isolierung PE 48/13
- Kühlkissen
- Temperaturmesssensor
- Sortiergummi d = 65, Marke P
- Kursprogramm Solarthermie



**Artikel:** lx 1306 **Preis:** € 1.595,00

---

## Solarthermie-Klassensatz

### Inhalt:

6 x Solarthermie-Koffer (lx 1306)

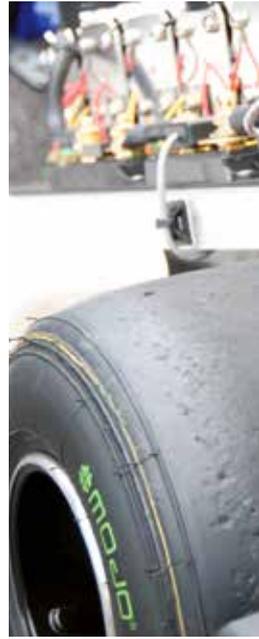


**Artikel:** lx 1316 **Preis:** € 9.045,00

## EMobility Instructor

Mit dem EMobility Instructor können sich Schüler und Studenten umfangreiches Wissen über moderne E-Mobility-Systeme und deren zugrundeliegende Konzepte und Komponenten aneignen.

Batterien und Batteriemanagementsysteme, Controller und CAN-bus oder Motoren und Antriebsstrangkonzeppte sind nur einige Themenfelder, die mit praxisorientierten Versuchen am EMobility Instructor untersucht werden können. Als Krönung eines erfolgreichen Trainingstages können die Studenten das Drehmoment eines Elektrofahrzeugs selbst erfahren – denn die Plattform des EMobility Instructors ist ein Rennkart, das in 5s auf 75km/h beschleunigt. Die Kombination hochwertiger Komponenten und Versuchsanleitungen mit großem Fahrspaß garantiert den Lernerfolg.



### Batteriemanagementsystem

Das BMS schützt den Akkupack gegen Unterspannung, Überspannung, Überstrom und Überhitzung. Es enthält eine Einzelzellüberwachung und eine Balancing-Funktion.

### Akku-Pack

Der LiFE-Akkupack besteht aus 32 Einzelzellen, hat eine Nennspannung von 51,2V und eine Gesamtkapazität von 1,2kWh

### Motorcontroller

Der Motorcontroller arbeitet mit einer Rekuperationsunterstützung.

### Antriebsstrang

Der 5 kW BLDC-Motor überträgt die Kraft über einen Riemendirektantrieb.



### Dashboard

Das Dashboard erlaubt den direkten Zugriff auf alle Messwerte und ermöglicht die Steuerung des gesamten Fahrzeugs im Laborbetrieb.

### Fahrzeugplattform

Für die Aufständigung dient eine stabile Plattform mit Sicherheits-einrichtungen für den Laborbetrieb.



## Lerneinheiten und ausgewählte Versuche

### 1. Konfiguration und Kommunikation

- Konfiguration eines Motorcontrollers
- BMS Konfiguration
- Bluetooth setup

### 2. Dimensionierung eines elektrischen Fahrzeugs

- Limitierende Komponenten und Parameter des Fahrzeugs
- Berechnung und Optimierung der Reichweite

### 3. Beschleunigungsversuche

- Beschleunigungsversuche auf verschiedenen Streckenprofilen
- Elektrische Kenngrößen in Abhängigkeit der Beschleunigung

### 4. Leistungsversuche

- Leistung und elektrische Kenngrößen in Abhängigkeit der Belastung
- Analyse trapezförmiger Geschwindigkeits-Zeit-Kurven
- Effizienz in Abhängigkeit des Eingangsstroms
- Kraftstoffeffizienz
- Gesamtwirkungsgrad

### 5. Batterie und Batteriemanagementsystem (BMS)

- Eigenschaften von Lithium-Batterien
- Bestimmung wichtiger Batteriekennzahlen
- Analyse des BMS durch Laden des Akkupacks

### 6. BLDC-Motor

- Aufbau und Funktionsweise von BLDC-Motoren
- Strom-Spannungs-Kennlinie von BLDC-Motoren
- Drehmoment-Geschwindigkeits und Drehmoment-Leistungs-Kennlinie
- Effizienz

### 7. Bremsenergierückgewinnung (Rekuperation)

- Konzept der Rekuperation
- Wirkungsgrad von Rekuperation und Abhängigkeiten vom Streckenprofil

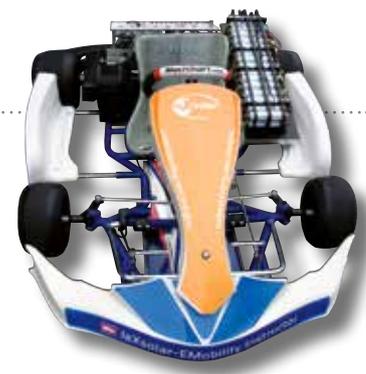
### 8. Ladeverfahren

- Sicherheitsvorkehrungen beim Laden
- Typische Ladeverfahren

Artikel: lx1804 Preis: auf Anfrage

### Inhalt:

- Fahrzeug mit Plattform
- Dashboard
- Integrierte Messwerterfassung
- Akku-Pack
- Batteriemanagementsystem (BMS)
- 5 kW BLDC Motor
- Motorcontroller
- Bremskraftsteller
- Lehr- und Experimentieranleitungen



insite education GmbH  
Barnerstraße 3a  
22765 **Hamburg**  
T: 040 - 333 103 90  
F: 040 - 333 103 91  
[info@insite-education.de](mailto:info@insite-education.de)  
[www.insite-education.de](http://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](mailto:info@insite-education.de)  
[www.insite-education.de](http://www.insite-education.de)

**insite**   
**education**