

PHYSIK

CHEMIE  
BIOLOGIE

TECHNIK



LD DIDACTIC

# E-MOBILITÄT

## DIE MOBILITÄT VON MORGEN IST ELEKTRISCH



KFZ

- GRUNDLAGEN DER HOCHVOLTTECHNIK
- HOCHVOLT-BATTERIEN & ELEKTRISCHE MASCHINEN
- DIDAKTISCHE HOCHVOLT- & ORIGINAL SYSTEMTRAINER

**LEYBOLD®**



## GENERATION E - WIE „ELEKTRISCH“ eVolution für die eMobilität

Die Zulassungszahlen reiner Elektroautos nehmen stetig zu und das weltweit. Zwar werden auch im Jahr 2030 noch 3 von 4 Neufahrzeugen von einem konventionellen Antrieb bewegt, aber zumindest unterstützt von E-Maschinen, Leistungselektronik und Batterien, z. B. im 48-V-Bordnetz.

Die Ausbildung der Kfz-Berufe hat sich bereits heute diesen neuen Herausforderungen gestellt und profitiert von den LEYBOLD®-Lehrmitteln für die Elektromobilität.

Von den Grundlagen der Kfz-Elektrik basierend auf dem bewährten Stecksystem über zahlreiche Themen im Lehrplattensystem bis hin zu Kompakttrainern bietet die LD DIDACTIC Lösungen für die Demonstration sowie den praktischen Einsatz im Unterricht. Konventionell oder auch digital.

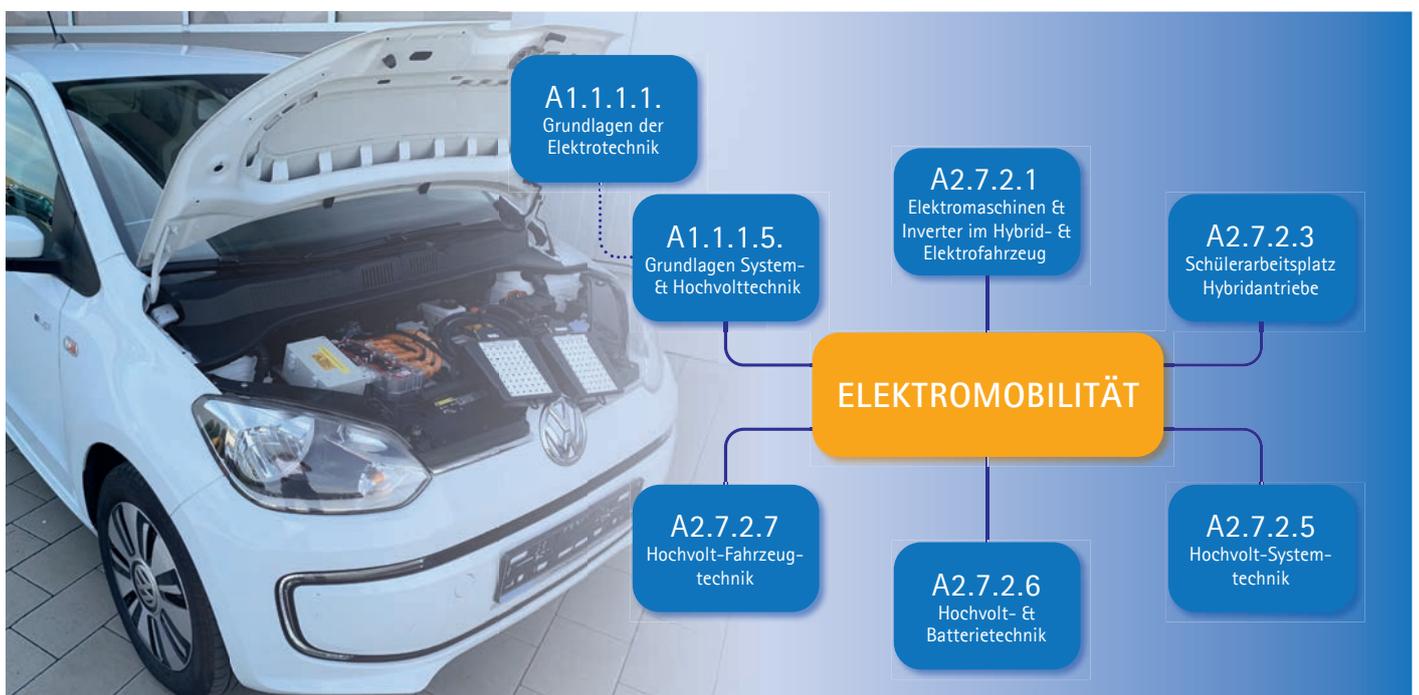
Die Sicherheit steht bei allen hier vorgestellten Konzepten natürlich im Vordergrund. Ungefährliche Kleinspannung und spezielle Hochvoltssysteme im Niederspannungsbereich garantieren den gefahrlosen Umgang mit unseren Hochvolt-Lehrsystemen.

### LERNFELDER / LERNZIELE

- **Lernfeld 11S:**  
Vernetzte Antriebs-, Komfort- und Sicherheitssysteme diagnostizieren und instand setzen
- **Lernfeld 12S:**  
Fahrzeuge für Sicherheitsprüfungen und Abnahmen vorbereiten
- **Lernfeld 13S:**  
Komponenten an Hybrid- und Elektrofahrzeugen prüfen und instand setzen

Das Ziel aller Ausbildungssysteme bildet das Realfahrzeug, an dem das Erlernte in die alltägliche Werkstattpraxis umgesetzt werden kann.

Elektrofahrzeuge, wie z. B. VW e-up, mit didaktischen Umbauten können auf Anfrage angeboten werden.



## A1.1.1.1 GRUNDLAGEN DER ELEKTROTECHNIK

In unserer Stecksystem-Ausstattung werden die Grundkenntnisse der Elektrik, Elektronik sowie Digitaltechnik speziell im Hinblick auf Kfz-typische Anwendungen vermittelt. Die Sammlungen sind praxisbezogen zusammengestellt und werden beispielsweise von Volkswagen zur Weiterbildung eingesetzt.

### *Kraftfahrzeuge*

Das Stecksystem stellt einen idealen Einstieg in die Themengebiete dar. Ferner zeichnet es sich aus durch:

- konventionelle elektronische Bauteile in durchsichtigen Gehäusen,
- Kfz-typische Bauteile in durchsichtigen Gehäusen,
- besonders robuste Ausführung und
- schaltplan-gleiche Aufbauten auf der Rastersteckplatte mit
- ISO-konformer Symboldarstellung der Komponenten.

Dabei werden elektronische Bauteile und Kfz-Sensoren und -Geber untersucht sowie deren Anwendung in einer kompletten Schaltung.

### *Hybrid- und Elektrofahrzeuge*

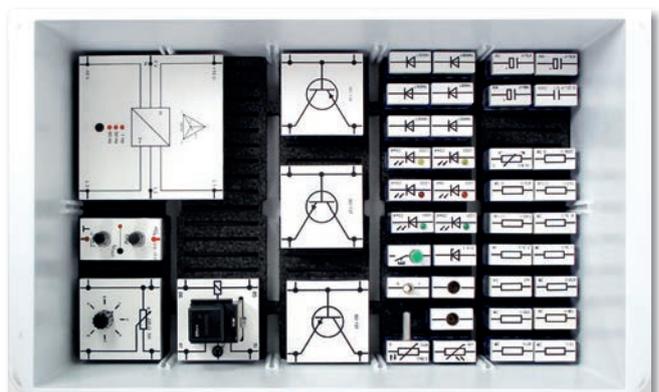
Zusätzlich können Grundlagen der System- und Hochvolttechnik im Bereich Elektromobilität vermittelt werden. Der DC/DC-Wandler oder das Hochvolt-Batteriemanagement (HV-BMS) sowie besondere Schutzmaßnahmen des IT-Netzes eines eigensicheren Elektrofahrzeuges werden eingehend untersucht.

Mit der Ausstattung A1.1.1.1 werden folgende Themen abgedeckt:

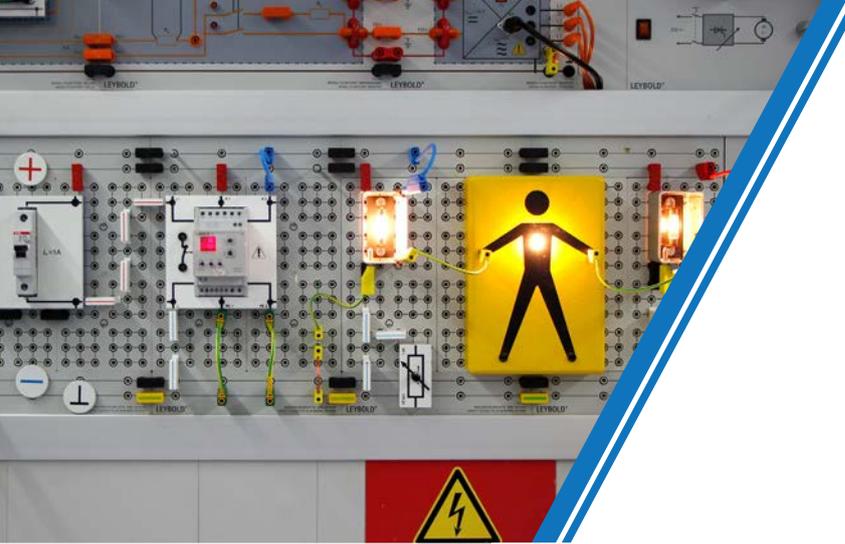
- der elektrische Stromkreis,
- der ohmsche Widerstand,
- Strom- und Spannungsquellen,
- der Kondensator,
- die Spule,
- der Transformator,
- das Relais,
- spezielle Widerstände wie NTC, PTC oder LDR,
- die Diode,
- die Z-Diode,
- LEDs,
- der Transistor und
- der Thyristor.

Abschließend werden in der Ausstattung angewandte Schaltungen der Kfz-Elektronik aufgebaut und untersucht, wie z. B.:

- ein elektronischer Drehzahlmesser,
- ein elektronischer Spannungsregler für Drehstromgeneratoren oder
- ein Transistorsteuergerät.



## A1.1.1.5 GRUNDLAGEN SYSTEM- & HOCHVOLTTECHNIK



### Schutzmaßnahmen im HV-eigensicheren Fahrzeug

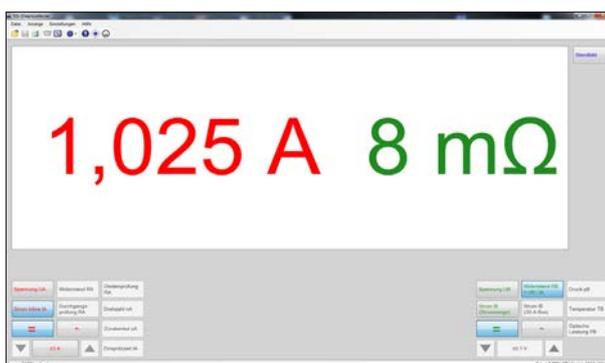
Ein Fahrzeug, das durch technische Maßnahmen einen vollständigen Berühr- und Lichtbogenschutz gegenüber dem Hochvoltsystem gewährleistet, wird „eigensicher“ genannt.

In einem IT-System (IT: frz. Isolé Terre) sind die leitfähigen Gehäuse der Betriebsmittel geerdet, die Energiequelle jedoch nicht. Die Hochvoltantriebssysteme von Elektro- und Hybridfahrzeugen sind so aufgebaut, dass beispielsweise die Gehäuse des Inverters und der E-Maschine über die Karosserie miteinander verbunden werden. Diese Verbindung stellt den Potenzialausgleich dar.

Zu den wesentlichen Merkmalen eines solchen Systems gehören die permanente Überwachung des Isolationswiderstandes und ein niederohmiger Potenzialausgleichswiderstand.

LEYBOLD® bietet zur ungefährlichen Untersuchung solcher Systeme alle erforderlichen Komponenten als Steckelemente an, die mit Kleinspannung von 24 V betrieben werden.

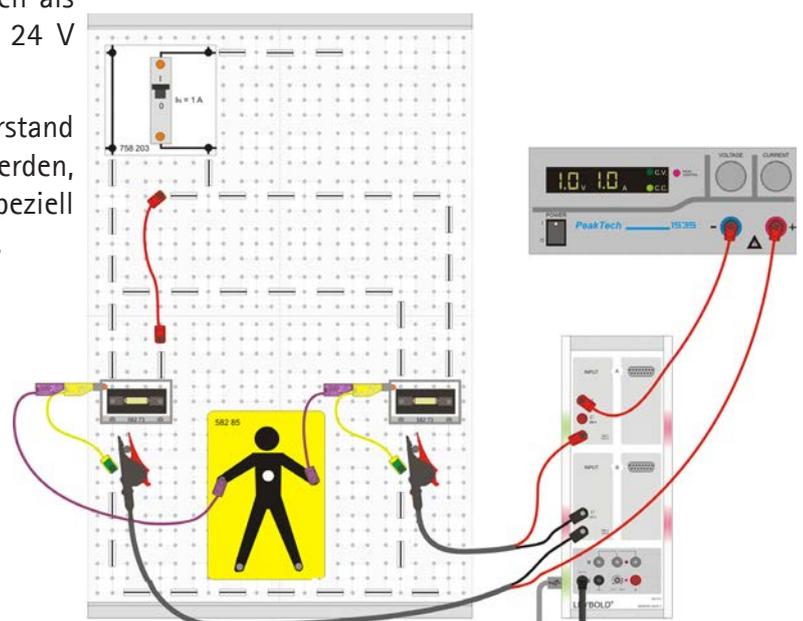
Spannungen sowie der Potenzialausgleichswiderstand können mit Sensor-CASSY 2 direkt gemessen werden, der Isolationswiderstand wird mit einem dafür speziell vorgesehenen Messgerät ermittelt und bewertet.



### PRODUKT HIGHLIGHTS

- ★ Betrieb mit ungefährlicher Kleinspannung
- ★ Original Isolationswächter
- ★ Visualisierung der Körperdurchströmung
- ★ Metallkörper mit Potenzialausgleich

582 73	Soffittenleuchte 24 V/10 W, STE 2/50
582 85	Modellmensch
758 202	Isolationsüberwachung, STE 6/100
758 203	Sicherungsautomat Z 1 A, STE 4/100



## A2.7.2.1

### ELEKTROMASCHINEN & INVERTER IM HYBRID- & ELEKTROFAHRZEUG

Die Untersuchung der grundlegenden Eigenschaften von Hybrid- und Elektrofahrzeugen setzen die fundamentale Kenntnis der elektrischen Maschinen sowie der zugehörigen Leistungselektronik in Konstruktion und Arbeitsweise voraus.

Dazu zählen:

- die Gleichstrommaschinen,
- die Wechsel- und Drehfeldmaschinen,
- die Servomaschinen sowie
- die Leistungselektronik (Inverter).

Für die Maschinen-Grundausbildung nutzt LEYBOLD® die Komponenten des modularen Elektrolehrmaschinensystems „ELM“. Zur Vermittlung der Leistungselektronikgrundlagen kommt ein moderner Inverter zur Ansteuerung der verschiedenen Maschinentypen zum Einsatz. Durch die Hand des Auszubildenden können so komplette Systeme aufgebaut werden, die nicht nur die Traktion sondern auch die Rekuperation im Experiment vermitteln.

#### PRODUKT HIGHLIGHTS

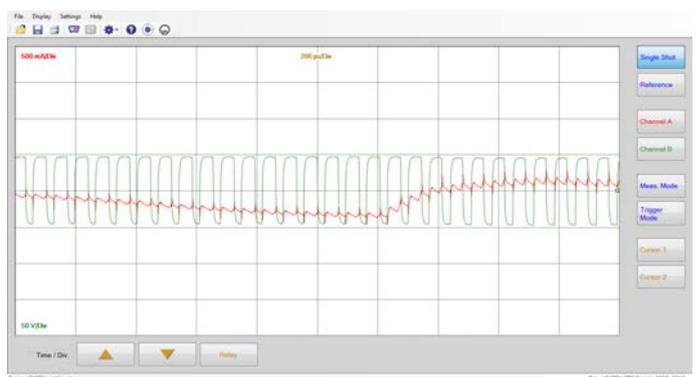
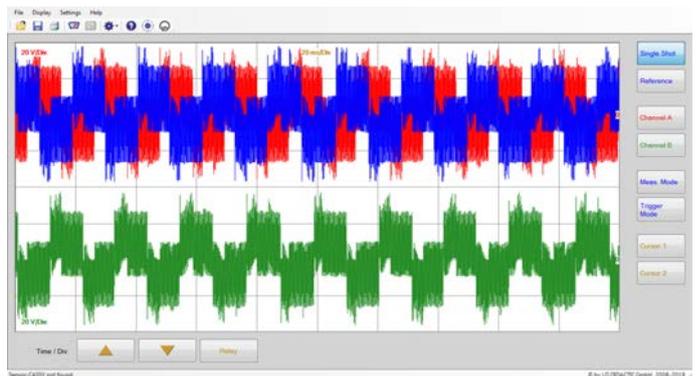
- ★ Modularer Aufbau
- ★ Betrieb mit Rotorlageensorik
- ★ Läufer mit inneren oder äußeren Magneten
- ★ Traktionsbetrieb als Motor
- ★ Rekuperationsbetrieb als Generator

725 722	Kleinspannung-Dreiphasengenerator
727 812	ELM Rotorlagegeber
727 815	ELM Satz Multipolstator/ -rotor
727 816	ELM PM Rotor-Magnete innen

Dadurch werden grundlegende Kenntnisse und Begriffe vermittelt, wie z. B.:

- Elektromagnetismus,
- Induktion & Spannungserzeugung,
- DC/DC & DC/AC Wandler,
- Elektrische Maschine als Motor & Generator und
- Leistungsfluss & Energierichtung.

Die elektrischen Maschinen werden transparent dargestellt und funktionsfähig aufgebaut. Der Inverter, der die Gleichspannung der Hochvoltbatterie in eine 3-phasige Wechselspannung zur Speisung der elektrischen Maschine umwandelt, arbeitet standardmäßig auf einem Spannungsniveau von **unter 24 Volt** und gibt so absolute Sicherheit für Schüler und Auszubildenden.



## A2.7.2.3 SCHÜLERARBEITSPLATZ HYBRIDANTRIEBE



LEYBOLD® hat einen Schülerarbeitsplatz entwickelt, mit dem auf kleinstem Raum alle wesentlichen Aspekte von Hybridantrieben untersucht werden können. Der Trainer ist ausgestattet mit:

- einem PMSM als Elektromotor,
- einem Inverter sowie
- einem Zweispannungsbordnetz.

Die Steuergeräte sind über den Motor-CAN Bus vernetzt.

Alle gängigen Betriebsmodi können nachgestellt werden:

- Starten
- Elektrisches Fahren
- Boosten
- Regeneratives Bremsen

Der Schüler kann eigenständig den komplexen Sachverhalt Hybridtechnik untersuchen. Anhand von Auflagermasken lassen sich verschiedene Systeme auswählen. Der Arbeitsplatz kann an den PC angebunden werden, um dort z. B. das Energieflussdisplay darzustellen.

### PRODUKT HIGHLIGHTS

- ★ Autarke Lernumgebung
- ★ COM4LAB Kurssoftware-Unterstützung
- ★ Betrieb mit ungefährlicher Kleinspannung
- ★ Ohne weitere Geräte einsetzbar

739 9402

Arbeitsplatz Kfz Hybridantriebe

**Einführung**
1.2

**Bereiche auf dem Gerät**

Folgende Komponente befinden sich auf dem Gerät:

- Verbrennungsmotor (VM)
- Drehzahlstellung VM
- Elektromotor
- Last (Getriebe, Bremsen, Luftwiderstand, etc.)
- Lastschaltung und Einstellung (Mitte = 0!)
- Kupplungsbedienung K1
- Kupplungsbedienung K2
- CAN-Datenbusverbindung
- Taster "Zündung ein" + Start
- Taster "Bremspedal"
- USB-PC-Schnittstelle
- Wechselrichter
- Messbuchsen für Spannung und Strom
- Messbuchsen für Impulsgebersignale
- Messbuchse Masse
- Taster für Ladezustand HV-Batterie
- Messbuchsen HV-Spannung

Tools | Mer

?

▶

↺

▶

▶

▶

Bewegen Sie die Maus über das Bild, um die Gerätekomponenten zu erforschen.  
 Betätigen Sie die Schaltfläche ▶ um zur nächsten Seite zu gelangen!

## A2.7.2.5

### HOCHVOLT-SYSTEMTECHNIK

Da bislang die Elektrik im Fahrzeug weitestgehend als ungefährlich galt, müssen das Bewusstsein für berührungsgefährliche Spannungen geschärft und neue Sicherheitsmaßnahmen und Vorgehensweisen gezielt vermittelt werden.

So werden das Handwerk und der Kfz-Mechatroniker ebenso wie der Ausbilder vor neue Herausforderungen im Bereich der Elektromobilität gestellt. Problematisch ist es, unter realen Bedingungen an der Spannung arbeiten zu müssen und trotzdem maximale Sicherheit für die Auszubildenden während des Unterrichtes zu gewährleisten.

LEYBOLD® hat zu diesem Zweck einen Trainer entwickelt, an dem das Freischalten von Elektrofahrzeugen praxisnah geübt werden kann. Das Gerät ist sowohl für die Demonstration durch den Ausbilder/Lehrer als auch für die fachpraktische Übung durch den Auszubildenden/Schüler, z. B. im Lernfeld 11, geeignet. Auch technische Serviceunternehmen (z. B. ADAC), Prüfstellen (TÜV, Dekra), Rettungskräfte (Feuerwehr, THW) oder Verwerter können von diesem Ausbildungskonzept profitieren, um die Fachkräfte auf dieses innovative Segment der Automobiltechnik vorzubereiten.

Als Ergänzung wird eine private Ladestation angeboten. Mit dieser kann der Ladevorgang in den Zuständen A bis F nachvollzogen werden, da ein Original-Ladecontroller zum Einsatz kommt.

Der Hochvolttrainer ist so konstruiert, dass, der Ladevorgang jederzeit gestartet und gestoppt werden kann, ohne die Funktionsfähigkeit des Trainers zu beeinflussen.

727 293	Isolationstester digital
739 947	Kfz-Hochvolttrainer
739 948	Elektrofahrzeug Ladesäule
739 949	HV-PC-Messadapter für Elektromobilität



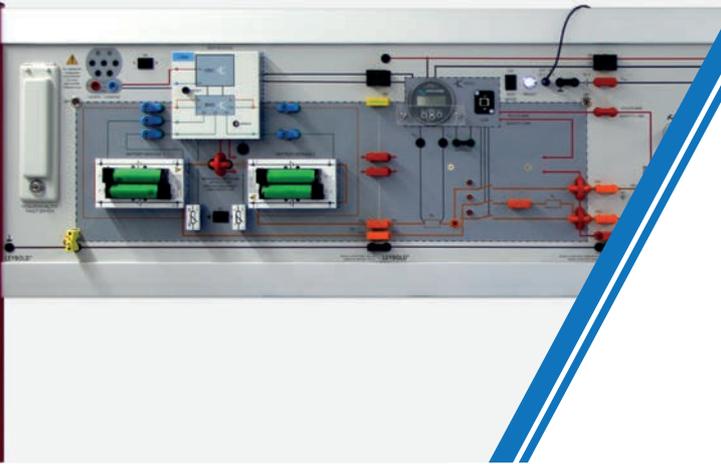
#### PRODUKT HIGHLIGHTS

- ★ Betrieb mit Niederspannung
- ★ Zusätzlicher Personenschutz
- ★ Ohne wartungsintensive Akkus
- ★ Metallkörper mit Potenzialausgleich
- ★ Geeignet für die Ausbildungsstufen 1 bis 3



Elektrofahrzeug Ladesäule

## A2.7.2.6 HOCHVOLT- & BATTERIETECHNIK



### HOCHVOLT-BATTERIE SICHER ERLERNEN

Viele Entwicklungen gibt es in Bezug auf die Hochvolt-Batterie, die oftmals noch der Schwachpunkt eines Elektrofahrzeugs ist. Unzulängliche Reichweiten durch zu geringe Kapazitäten und zu lange Ladezeiten durch suboptimale Zellen sind hier die Hauptursachen.

Um das zu verstehen, sieht der Lehrplan des Kfz-Hochvolt-Technikers in der Ausbildung die Behandlung der Hochvolt-Komponente „Hochvolt-Batterie“ vor. Systembedingt ist hier aber das Gefahrenpotenzial durch die hohen Spannungen von bis zu 800 V besonders groß.

Daher bietet LEYBOLD® den Hochvolt-Batterietrainer als Ergänzung zu dem Hochvolttrainer an. Modelliert und transformiert auf unkritische Spannungen von 24 V kann der Auszubildende alle Kenntnisse in diesem Bereich erwerben. Der Clou: Durch die separaten Zellblöcke können diese ausgetauscht werden und somit unterschiedliche Zellchemien, wie z. B. Lithium-Ionen-Zellen oder Lithium-Eisenphosphat-Zellen, untersucht werden.

### PRODUKT HIGHLIGHTS

- ★ Eigensicherheit auf 24-Volt-Basis
- ★ Ergänzung zum System Elektrolehrrmaschinen sowie Hochvolttrainer
- ★ Betrieb mit unterschiedlichen Zellchemiestrukturen
- ★ Einsatz von Lilo- oder LiFe-Zellen im selben System sowie zukünftiger neuer Zellen
- ★ Integrierte Fehlerschaltbox

739 952	Modell HV-Batterie „Zellen“
739 954	STE BMS Lilo
739 958	Modell HV-Batterie „Überwachung“
739 959	Modell HV-Batterie „Inverter“

Das System enthält:

- Einzel austauschbare Zellblöcke
- Austauschbare Batteriemanagementeinheiten
- Hauptschütz mit Schaltlogik
- Überwachung durch eine Sicherheitslinie
- Servicedisconnect wahlweise zwischen den Zellblöcken oder im Hauptschütz
- Batteriedatenerfassung
- Zelltemperatursimulation
- Fehlerschalter, z. B. zur Simulation defekter Zellen
- Bordnetzladeinfrastruktur
- Optionale Isolationsüberwachung

Als Ergänzung steht eine Invertereinheit zur Verfügung, die in Kombination mit dem System „Elektrolehrrmaschine“ den Aufbau eines kompletten Traktionsantriebs ermöglicht. Die Erfassung des Motorsystems mit Traktions- und Rekuperationsbetrieb inklusive der Signale des Rotorlagegebers sind mit dem Sensor-CAS-SY 2 problemlos möglich.

Im Komplettsystem kann zusätzlich das Freischalten eines Elektrofahrzeugs durchgeführt werden. Alle erforderlichen Komponenten sind bereits integriert und können so zur fachpraktischen Arbeit genutzt werden.

### LERNFELDER / LERNZIELE

- Vernetzte Antriebs-, Komfort- und Sicherheitssysteme diagnostizieren und instand setzen
- Fahrzeuge für Sicherheitsprüfungen und Abnahmen vorbereiten
- Komponenten an Hybrid- und Elektrofahrzeugen prüfen und instand setzen

## A2.7.2.7

### HOCHVOLT-FAHRZEUGTECHNIK



Mit dem Hochvolt-Systemtrainer ist es möglich, Isolationsfehler in den HV-Leitungen und -Komponenten zu simulieren. Dadurch kann gezielt die systematische Fehlersuche trainiert und verbessert werden. Im Gegensatz zum Fahrzeug sind alle verbauten HV-Komponenten leicht zugänglich. Im Fehlerfall liegt nur eine erkennbare HV-Spannung an, deren Strombelastbarkeit sehr gering ist.

Das System schafft einen Überblick über alle verbauten HV-Komponenten, die aus Originalfahrzeugen stammen. Die erforderlichen Arbeiten zum Freischalten können, identisch zum Fahrzeug, unter einfacheren Bedingungen ausgeführt werden.

Mit dem Systemtrainer wird der HV-Fahrzeugtechnik die abschreckende Komplexität durch den überschaubaren und leicht verständlichen Aufbau genommen. Anwendung und Haptik entsprechen dem realen Fahrzeug.

#### Ausstattung:

- HV-Bordnetz
- Zwei Verbraucher (PTC-Heizer und Klimakompressor) zur Fehlersimulation
- E-Maschinenanschluss mit Messmöglichkeiten an offenen Leitungsenden
- Ladesteckdose
- Diverse 4-mm-Sicherheitsmessbuchsen

#### Weitere Komponenten:

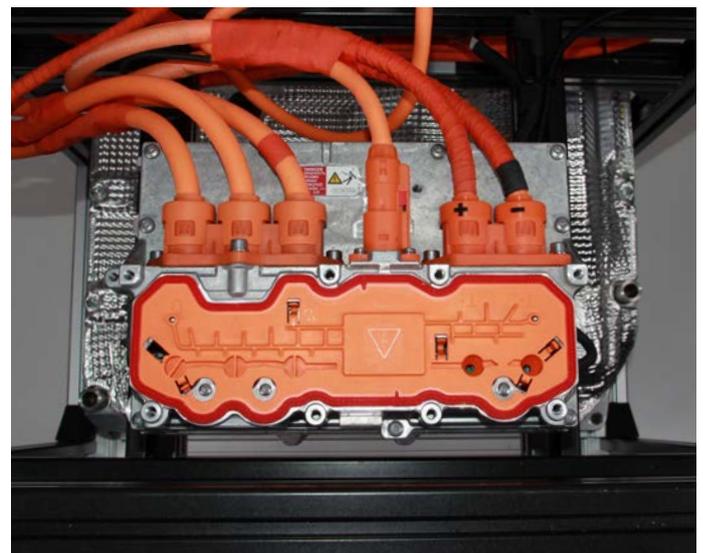
- Leistungselektronik
- Ladegerät
- HV-Batteriegehäuse

Die Inbetriebnahme des Systems ist mittels Zündschlüssel möglich, die Außerbetriebnahme der Anlage erfolgt durch den Service-Disconnect.

#### PRODUKT HIGHLIGHTS

- ★ Fahrbarer Kompakttrainer
- ★ Schaltbox zur Simulation von Fehlern
- ★ Hochvoltbatteriegehäuse mit Netzteil
- ★ Potenzialausgleichleitungen
- ★ Mechanische Arbeiten gemäß Reparaturleitfaden

739 965	Monitorhalter
739 966	Werkzeugsatz E-Mobility
739 967	VDE Drehmomentschlüssel





Interaktive Tafeln, PCs, Tablets und Smartphones haben Einzug in die Schulen genommen. Um all diese Endgeräte in den Unterricht einzubeziehen, hat die LD DIDACTIC eine neue, im HTML-Format und damit über jeden Browser nutzbare, Versuchsliteratur namens Lab Docs entwickelt.

### *Was genau sind eigentlich Lab Docs?*

Lab Docs sind digitale und interaktive Versuchsanleitungen. Die Schüler\*innen bzw. Auszubildenden können direkt ihre Antworten im Lab Doc eingeben, Messwerte erfassen, diese auswerten und grafisch darstellen. Alle Lab Docs stehen auch als PDF mit angepasstem Layout zum Ausdrucken zur Verfügung.

### *Der Lab Docs Editor*

Um Lehrkräften die Möglichkeit zu geben, gekaufte Lab Docs zu bearbeiten oder eigene Lab Docs zu erstellen, hat die LD DIDACTIC den Lab Docs Editor entwickelt. Aus der Zusammenarbeit mit fachkundigen Autoren entstand ein bedienerfreundliches Tool mit dem interaktive Versuchsanleitungen verändert bzw. erstellt werden können.

Mit diesem leicht verständlichen Programm ist die Erstellung dieser Versuchsanleitungen einfach und schnell.

Mit dem Lab Docs Editor können Sie:

- Aufgaben bearbeiten & löschen
- Text & Antwortfelder hinzufügen
- Interaktive Diagramme & Tabellen einbinden & anpassen
- Bilder, Vektorgrafiken, Hyperlinks, etc. einfügen
- Materiallisten anfertigen & erzeugen
- Formeln erstellen

### *LeyLab - Zentrales Management von Versuchsanleitungen & Geräten*

LeyLab ist ein Online-Portal zur zentralen Verwaltung von Versuchsanleitungen, Experimenten und Geräten. Mit LeyLab können alle Geräte einer Schule (Abteilung) inventarisiert werden. Ist die Sammlung inventarisiert, werden zu einem Versuch alle erforderlichen Geräte mit Angabe des Bestandes und des Lagerortes aufgeführt. Auch die erstellten oder gekauften Lab Docs finden in LeyLab ihr zu Hause. Die Versuchsanleitungen können in LeyLab über einen QR-Code oder Link an den Klassenverband ganz leicht verteilt werden. Ein großer Vorteil ist, dass von überall auf die Versuchsliteratur- und Gerätesammlung zugegriffen werden kann.

## DIGITALE ARBEITSGERÄTE



Die Verwaltungsvereinbarung zum DigitalPakt Schule wurde von den Ländern und vom Bund unterzeichnet. Neben der Förderung von IT-Infrastrukturen oder auch WLAN sind digitale Arbeitsgeräte laut der Verwaltungsvereinbarung zum DigitalPakt förderfähig (§3 Abs. 1 Nr. 5 Verwaltungsvereinbarung DigitalPakt Schule 2019 bis 2024). Explizit wird in diesem Zusammenhang die berufsbezogene Bildung erwähnt.

### *Doch was genau sind „digitale Arbeitsgeräte“?*

Die förderfähigen Investitionen werden teilweise in den Förderbekanntmachungen der einzelnen Bundesländer spezifiziert. So führt z. B. das Land Nordrhein-Westfalen unter anderem digitale Messwerterfassungssysteme oder das Land Bayern programmierbare Steuerungen/Fertigungen, Versuchsanlagen und Laborgeräte als Beispiele für digitale Arbeitsgeräte an.

### *Lassen Sie sich jetzt von uns beraten, wie Sie die Medienkonzepte Ihrer Schule gestalten können.*



Sensor-CASSY 2 mit WLAN-Adapter

### *Intuitive Messgeräte für höchste Messanforderungen*

#### **Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition**

Für den Bereich „Elektromobilität“ können zur Darstellung von 3-phasigen Spannungen zwei Sensor-CASSYs verbunden werden. Ebenso ist eine Hochvoltwarnung im DMM-Betrieb vorhanden, die im Display erscheint, sobald die angezeigte Spannung 25 V AC oder 60 V DC überschreitet. Mit Hilfe der integrierten Spannungsquelle im Sensor-CASSY 2 kann eine Messung des Potentialausgleichwiderstandes nach der Vier-Leiter-Methode („Kelvin“-Messung) durchgeführt werden.

#### **Software: Kfz-Diagnosetester**

Die Sensor-CASSY 2 Kfz-Edition enthält eigens eine auf den Kfz-Bereich abgestimmte Diagnosesoftware, die einem Original-Diagnosetester nachempfunden ist. Implementiert sind Digitalmultimeter (DMM) und Digitalspeicheroszilloskop (DSO) mit Anpassung zur Messung von Spannung und Strom sowie Widerstand, Temperatur, Druck, Einspritzdauer oder Zündwinkel über entsprechende Sensorboxen. Zusätzlich stehen Funktionen zur Datenprotokollanalyse von CAN-, LIN-, SENT Fast Channel, SENT Slow Channel und KMI-Daten zur Verfügung inkl. einer Triggerfunktion auf eine ID (CAN- und LIN-Bus).

524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition
524 013W	Sensor-CASSY 2 WLAN
739 589	Software: Kfz-Diagnosetester



LD DIDACTIC GmbH  
Leyboldstrasse 1  
50354 Hürth  
Deutschland

Tel.: +49 2233 604 0  
Fax: +49 2233 604 222  
E-Mail: [info@ld-didactic.de](mailto:info@ld-didactic.de)

[WWW.LD-DIDACTIC.DE](http://WWW.LD-DIDACTIC.DE)  
[WWW.LEYBOLD-SHOP.DE](http://WWW.LEYBOLD-SHOP.DE)

