

PHYSIK

CHEMIE  
BIOLOGIE

TECHNIK



LD DIDACTIC

# KFZ-TECHNIK



TECHNIK

- GRUNDLAGEN ELEKTR(ON)IK STECKSYSTEME
- GRUNDLAGEN ELEKTR(ON)IK COM4LAB
- KFZ-ELEKTRIK
- VERBRENNUNGSMOTOR
- FAHRERASSISTENZ- & KOMFORTSYSTEME
- FAHRWERK & ANTRIEBSSTRANG
- VERNETZUNG, DIGITALISIERUNG & DIAGNOSE
- ELEKTROMOBILITÄT

**LEYBOLD®**



# DIE BESTMÖGLICHE AUSBILDUNG MIT LEYBOLD-LÖSUNGEN FÜR DIE KFZ-TECHNIK

Mit unseren LEYBOLD-Lösungen können Sie Ihren Auszubildenden das gesamte Themenspektrum der Kfz-Ausbildung nachhaltig vermitteln. Unsere didaktischen Geräte und Lehrsysteme kombinieren Theorie und Praxis ideal und ermöglichen es Ihren Auszubildenden, die Theorie in praxisnahen Übungen sicher zu erlernen. Erhalten Sie Premium-Qualitätsprodukte, die individuell auf verschiedene Lernfelder abgestimmt sind und so ein optimal ausgestattetes Technologie- und Werkstattlabor erzielen.

Unsere Trainingssysteme sind ungefährlich und ermöglichen das Experimentieren in der Gruppe. Wir legen großen Wert auf schülerzentriertes aktives Lernen, das von der Planung über die Fehlerdiagnose bis zur Reparatur reicht. Zudem bieten wir zukunftsorientiertes Experimentieren mit digitalen Medien.

Bei LEYBOLD erhalten Sie umfassende Lösungen von Labormanagement über Produkte, Ausstattungen und Messtechnik bis hin zu Software und Literatur. In enger Zusammenarbeit mit der Automobilindustrie gewährleisten wir Praxisnähe und technologische Weiterentwicklung. Bereiten Sie Ihre Auszubildenden auf die Zukunft der Fahrzeugtechnik vor - von Elektromobilität bis autonomes Fahren.

**Wählen Sie LEYBOLD-Lösungen für exzellente Ausbildungsergebnisse.**



# INHALT

## LEYBOLD AUF EINEN BLICK

GRUNDLAGEN DER KFZ-ELEKTR(ON)IK	4
■ MIT STE – STECKSYSTEM	
■ MIT COM4LAB	
FAHRERASSISTENZSYSTEME	6
BUSTECHNOLOGIEN	7
ELEKTROMOBILITÄT	8
LEYBOLD-TRAININGSSYSTEME	10
PRAXISNAHE, DIDAKTISCHE TRAININGSSYSTEME	
KOOPERATION MIT AUDI BILDUNGSWESEN	12
SCHÜLERMESSPLATZ	14
MESS- & DIAGNOSESYSTEM CASSY	15
LEYLAB – ONLINE-PORTAL FÜR LABORMANAGEMENT	16
LAB DOCS – DIGITALE, INTERAKTIVE ANLEITUNGEN & KURSE	17
FACHRAUMPLANUNG & –EINRICHTUNG	18
SERVICE	20
LERNFELDER	23
ZU DEN AUSSTATTUNGEN:	
■ A1.1 GRUNDLAGEN ELEKTR(ON)IK STECKSYSTEME	26
■ MA GRUNDLAGEN ELEKTR(ON)IK COM4LAB	36
■ A2.1 KFZ-ELEKTRIK	42
■ A2.3 VERBRENNUNGSMOTOR	52
■ A2.4 FAHRERASSISTENZ- & KOMFORTSYSTEME	58
■ A2.5 FAHRWERK & ANTRIEBSSTRANG	64
■ A2.6 VERNETZUNG, DIGITALISIERUNG & DIAGNOSE	66
■ A2.7 ELEKTROMOBILITÄT	76
INDEX	82



# GRUNDLAGEN DER KFZ-ELEKTR(ON)IK

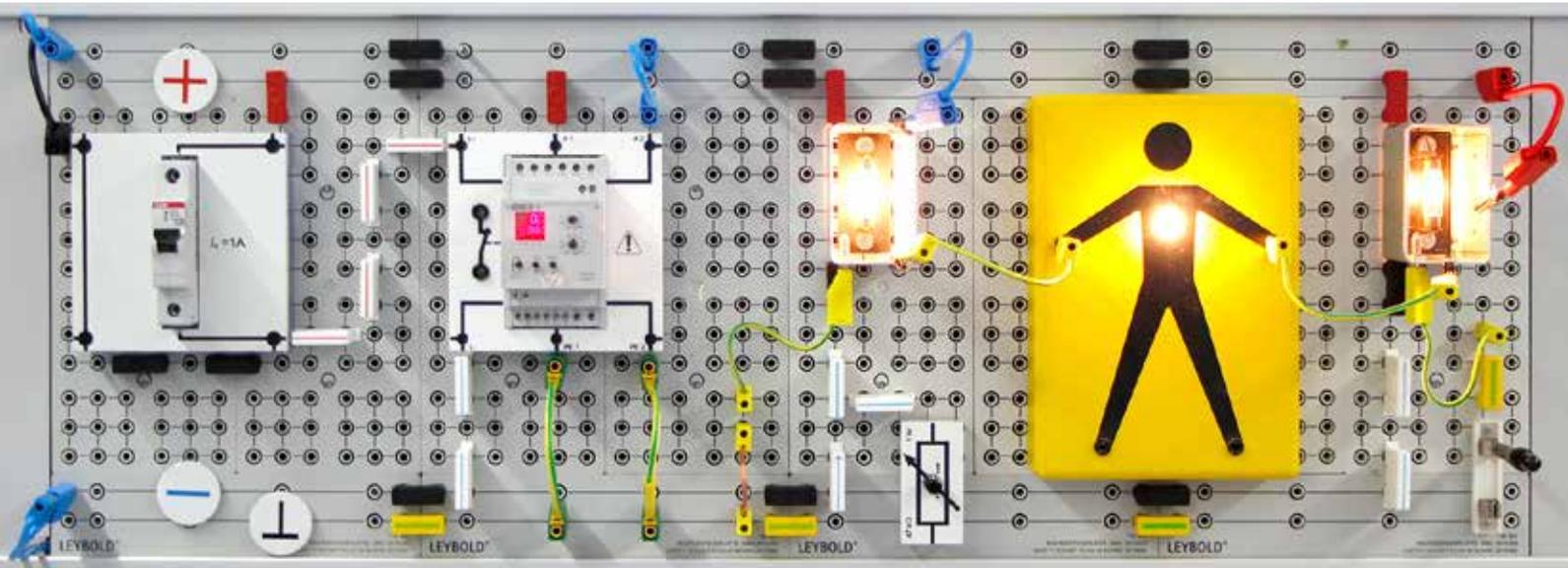
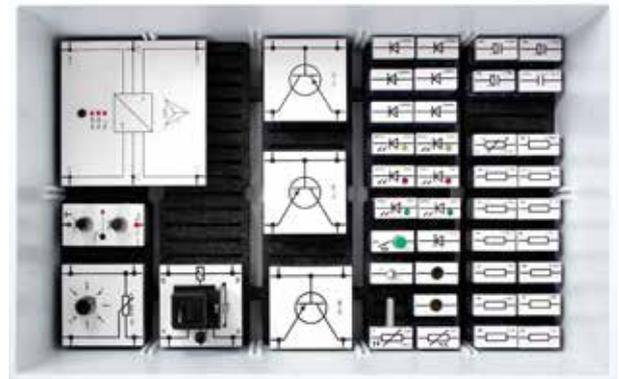
DAS MODULARE,  
KOMPATIBLE  
STECKSYSTEM  
IST DER PERFEKTE START  
IN DIE KFZ-TECHNIK  
mehr ab Seite 26

## MIT DEM STECKSYSTEM STE

Das LEYBOLD-Stecksystem ist ein bewährtes Experimentierprogramm, dessen Kernstück die Rastersteckplatte ist. Die themenspezifischen Sets in stapelbaren Kunststoffschüben bieten eine platzsparende und übersichtliche Aufbewahrung von STE-Elementen, Bauteilen und Zubehör.

Zur Durchführung der Versuche stehen digitale Versuchsbeschreibungen für die Auszubildenden und begleitende Informationen für Lehrkräfte zur Verfügung. Beim schrittweisen Aufbau der Schaltung gewährleisten Steckbefestigungen kontaktsichere Anschlüsse und hervorragenden mechanischen Halt für alle Bauteile.

Die Symbolaufdrucke auf den Steckelementen, Verbindern und Platten ergeben bei den Versuchsaufbauten schaltplanartige Ansichten. Das erleichtert den Transfer zwischen Schaltplänen in Lehrbüchern und eigenen Schaltungen sowie die Protokollierung von Versuchsaufbauten und fördert das Denken, Lernen und Experimentieren in Schaltbildern.



# MIT COM4LAB

COM4LAB ist ein komplettes Elektrotechnik-Labor im kompakten Format. Es besteht aus der Master Unit, verschiedenen Experimentierboards und interaktiven Kursen. COM4LAB verbindet praxisorientiertes Experimentieren mit den Vorteilen von interaktivem E-Learning für beste Lernergebnisse. COM4LAB erlaubt einen modernen digitalen Unterricht mit Smartphones, Tablets und Laptops jeder Art.

Die COM4LAB Kurse überzeugen durch Aktualität, Realitätsbezug und Qualität der Lerninhalte. Diese werden den Auszubildenden didaktisch über Animationen, Texte, Bilder, interaktive Elemente und Videos vermittelt. Die Auszubildenden führen die integrierten Experimente aktiv am Experimentierboard durch und erlernen die notwendigen Fähigkeiten direkt und nachhaltig. In regelmäßigen Lernkontrollen wird der Wissensstand automatisch überprüft.

Die COM4LAB Kurse sind jederzeit und von überall aus der Cloud aufrufbar. Im digitalen Unterricht können bis zu vier Auszubildende ihre Endgeräte mit einem COM4LAB Arbeitsplatz im Netzwerk verbinden. Die Kurse können von den Auszubildenden jederzeit gespeichert und von jedem beliebigen Ort weiterbearbeitet werden oder als Vorbereitung für den Unterricht bzw. Hausaufgabe zu Hause auch ohne Hardware genutzt werden.



MA3.1 Grundlagen Digitaltechnik

- KOMPAKTES, KOMPLETTES LABOR
- UMFASSENDE LEHRPLANABDECKUNG
- CLOUD-BASIERTE KURSE
- EFFIZIENTES TRAININGSSYSTEM

## UMFASSENDE LEHRPLANABDECKUNG

Mit den beiden COM4LAB-Ausstattungen [Kfz-Grundlagen Digitaltechnik](#) und [Kfz-Digitale Speicherschaltungen](#) erlernen die Auszubildenden die Digitaltechnik von Grund auf. Beide Ausstattungen der Digitaltechnik befassen sich ebenfalls ausführlich mit der Fehlersuche.



DIGITAL AUSBILDEN  
MIT DEM ERFOLGS-  
GEHEIMNIS DER  
KOMBINATION VON  
THEORIE & PRAXIS  
mehr ab Seite 36



MA3.1 - 2. Das ODER-Gatter



MA3.2 - 7. Der Zähler

# FAHRERASSISTENZSYSTEME

## ZUVERLÄSSIG ERLERNEN

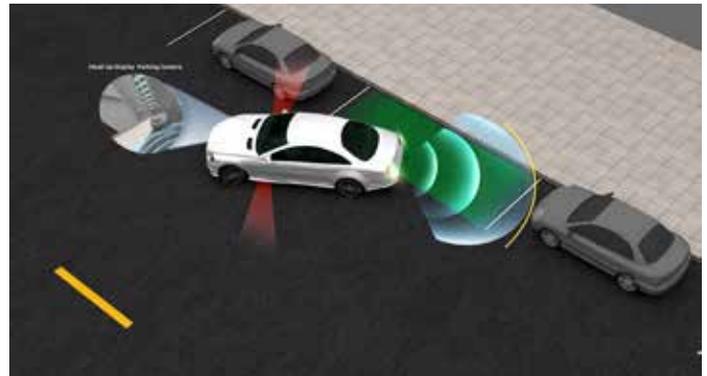
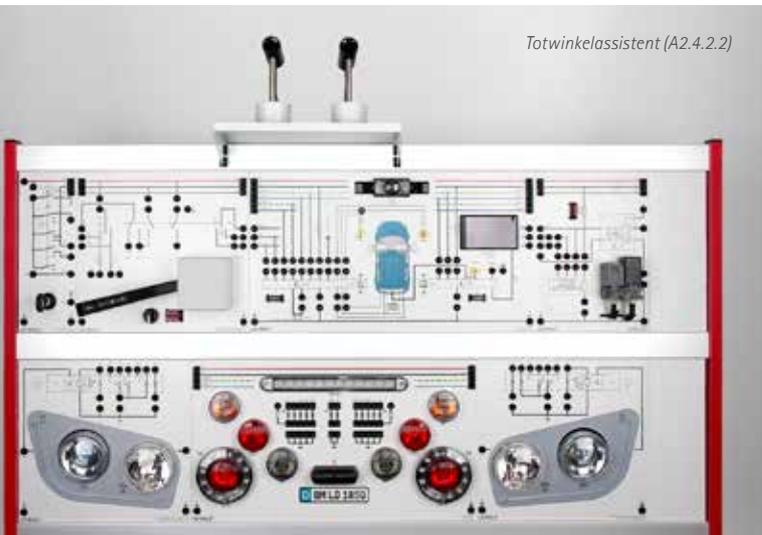
Abgedeckt werden damit fast alle Lernfelder der Kfz-Mechatroniker\*Innen. Besondere Anwendung finden die hier vorgestellten Systeme in den Lernfeldern des 3. und 4. Ausbildungsjahres und unterstützen so die Ausbilder\*Innen in der fachlichen und praxisnahen Umsetzung.

FAHRERASSISTENZ-  
SYSTEME: SICHERHEIT &  
KOMFORT AM STEUER  
ZUVERLÄSSIG ERLERNEN

mehr ab Seite 58

## VON DER EINPARKHILFE BIS HIN ZUM TOTWINKELASSISTENT

Totwinkelassistent (A2.4.2.2)



## GEZIELT AUSBILDEN MIT DEM TRAININGS PLATTEN SYSTEM – TPS

- modulares Lehrplatten-System (schnelle und einfache Erweiterung)
- Konstruktion und Design nah am Original-Fahrzeug
- übersichtliche Frontansichten
- Versuchsliteratur zur Unterrichtsvorbereitung und Versuchsdurchführung



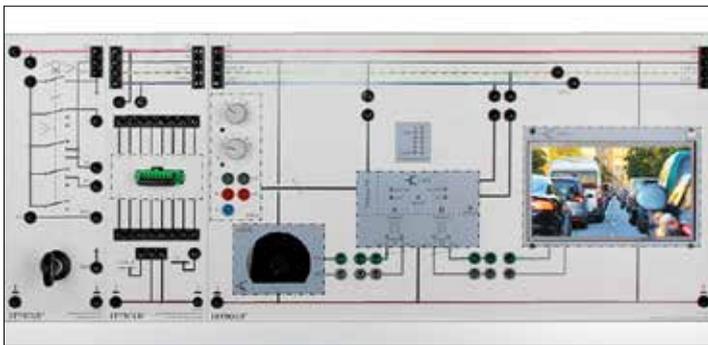
# BUSTECHNOLOGIE

## VON DER FEHLERSUCHE ZUR REPARATUR

DER WEG  
ZUR EFFIZIENTEN  
FAHRZEUGDIAGNOSE:  
DIE ENTSCHEIDENDE  
ROLLE VON  
BUSTECHNOLOGIEN  
mehr ab Seite 67

Moderne Fahrzeuge sind mit einer Vielzahl von Steuergeräten und Sensoren ausgestattet, die über ein Bussystem miteinander kommunizieren.

Ein fundiertes Verständnis der Bustechnologien ist für Auszubildende unerlässlich, um Fahrzeuge effizient zu diagnostizieren, eine gezielte Fehlersuche durchzuführen und Probleme zu beheben. Daher bietet LEYBOLD ein breites Portfolio an Lehrsystemen zu unterschiedlichen Bussystemen an.

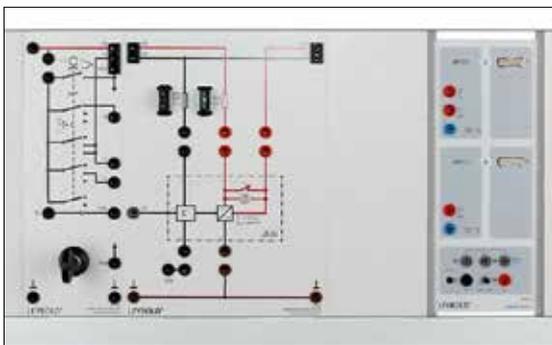


### AUTOMOTIVE ETHERNET (S. 71)

Kfz-Ethernet-Standard 100BASE-T1 für die Übertragung von Audio- als auch Videodaten in Infotainment- und automatischen Fahrerassistenzsystemen (ADAS) sowie schnelle Datenübertragung zwischen Diagnosetester und Fahrzeug.

### SENT-BUS (S. 70)

Schnittstelle zum schnellen Datenaustausch zwischen einem Sensor oder Aktor und einem Steuergerät.



### LIN-BUS (S. 73)

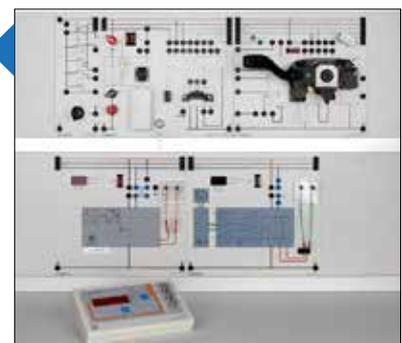
als Eindrahtbus ausgeführt, stellt Sensordaten bereit oder löst Aktoreneignisse aus, kleine Datenübertragungsrate.

### CAN-BUS / CAN-FD-BUS (S. 67 / S. 69)

serielles Bussystem zur Kommunikation zwischen verschiedenen Steuergeräten in einem Fahrzeug, bei flexibler Datenrate (FD), in der Kommunikation effizient, schnell und zunehmend in zeitkritischen Systemen im Einsatz, wie z. B. dem Antriebsstrang mit ABS/ESP.

### MOST-BUS (S. 68 / S. 72)

überträgt Audio- und Videosignale nahezu in Echtzeit und das störungsfrei über Lichtwellenleiter, wird in Multimedia-systemen eingesetzt.



LD DIDACTIC bietet verschiedene Experimentierausstattungen an, die sich mit der jeweiligen Bustechnologie befassen. Die Auszubildenden erlangen die Fähigkeit, die Kommunikation zwischen den Steuergeräten zu verstehen und zu interpretieren. Das ermöglicht eine präzisere Diagnose und Instandsetzung von Fahrzeugen. Mit den Trainingssystemen wird eine systematische Fehlersuche vermittelt und die Wartung und Reparatur der Bustechnologie geübt.

# ELEKTROMOBILITÄT

## DIE MOBILITÄT VON MORGEN IST ELEKTRISCH

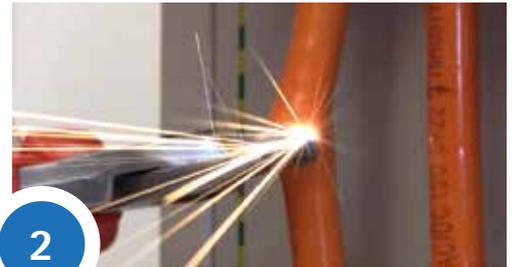


1

### REALISTISCH UNTER HOCHSPANNUNG MESSEN

- alle Trainingssysteme sind für Auszubildende & Ausbilder\*Innen ungefährlich
- Kleinspannung (24 V) oder sichere Maßnahmen bei gefährlichen Berührungsspannungen

SICHERES &  
PRAKTISCHES  
ERLERNEN  
DER WARTUNG  
VON HYBRID-  
& ELEKTRO-  
FAHRZEUGEN



2

### REALISTISCH FREISCHNEIDEN

- Trainingssysteme nutzen echte Hochspannungen von >60 V für realistische Kfz-Werkstatt-Szenarien
- sicheres Training an realen Spannungen (*die Sicherheit der Auszubildenden ist jederzeit gewährleistet*)



3

### ORIGINAL-BAUTEILE & MESSGERÄTE

- Original-Messgeräte zur Hochspannungsmessung, wie in Autowerkstätten
- Original-Elektrofahrzeugkomponenten
- gewährleisten realistische Funktionsprüfung, wie in einem echten Fahrzeug mit allen relevanten Aspekten

Hochvolt-Systemtechnik (A2.7.2.5)



Hochvolt-Batterietechnik (A2.7.2.6)



# ABDECKUNG ALLER ASPEKTE & THEMEN DER HOCHVOLTTECHNIK IN DER AUSBILDUNG



HYBRID- & ELEKTROFAHRZEUGE



TECHNIK & ASPEKTE



SYSTEM-KOMPONENTEN



HOCHVOLT-SYSTEM-KOMPONENTEN



INFRASTRUKTUR (LADESTATIONEN)

## ABDECKUNG DES GESAMTEN PROZESSES IN DER HOCHVOLTTECHNIK

Richtlinien & Vorschriften	Planung	Prüfung	Messung	Auswertung	Diagnose	Reparatur
DGUV					0,1134 A 55	



4

### FEHLERSCHALTUNGEN

- Trainingssysteme sind mit Fehlerschaltern ausgestattet
- Ausbilder\*Innen können vielfältige Aufgaben zur Fehlersuche stellen
- Fehlerschalter mit abschließbaren Abdeckungen, verhindern den Zugang und Manipulation durch Auszubildende



5

### FLEXIBLE ZELLCHEMIE

- austauschbare Batteriezellen mit verschiedenen chemischen Zusammensetzungen
- Simulation von Batterietechnologie, wenn nicht im Trainingssystem verbaut
- Batterien haben stets den erforderlichen Ladezustand für die jeweilige Aufgabe



Hochvolt-Fahrzeugtechnik (A2.7.2.7)



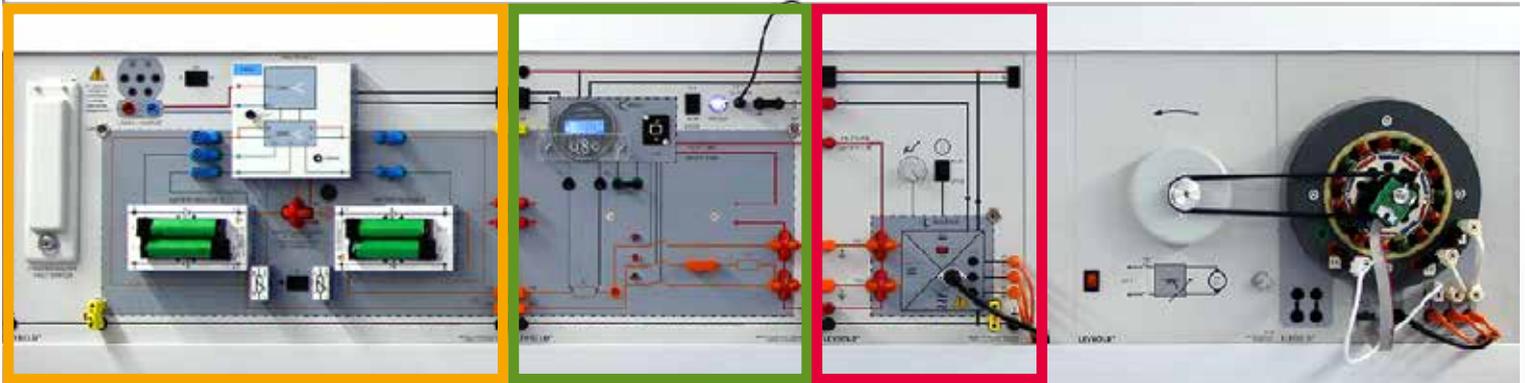
Hochvolt-Schülerarbeitsplatz (A2.7.2.8)

ELEKTROMOBILITÄT:  
VERANTWORTUNG  
ÜBERNEHMEN, DIE WELT  
BEWEGEN, NACHHALTIG  
IN DIE ZUKUNFT!

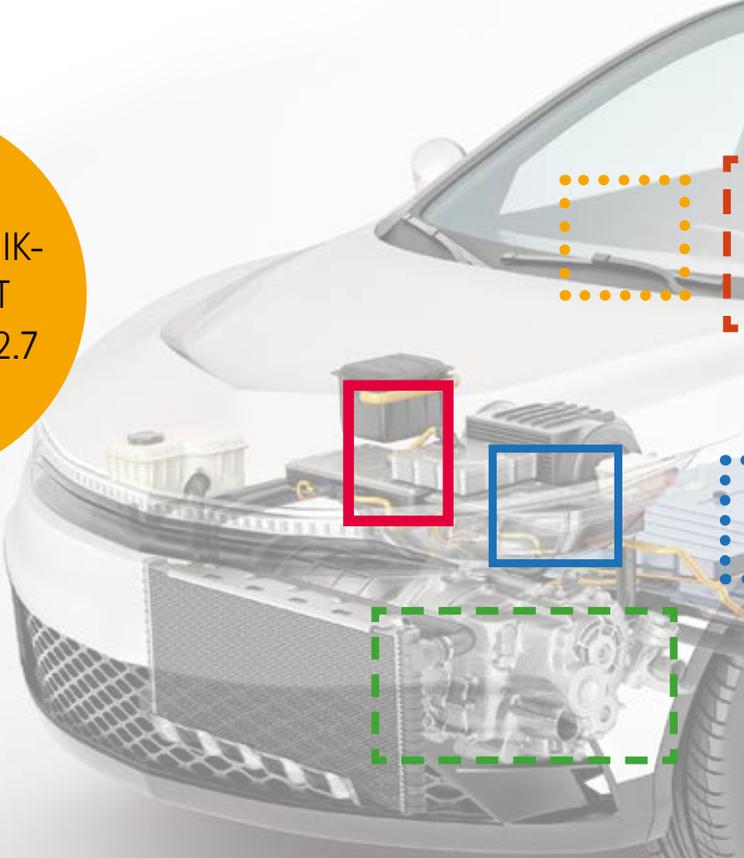
mehr ab Seite 76

# LEYBOLD-TRAININGSSYSTEME

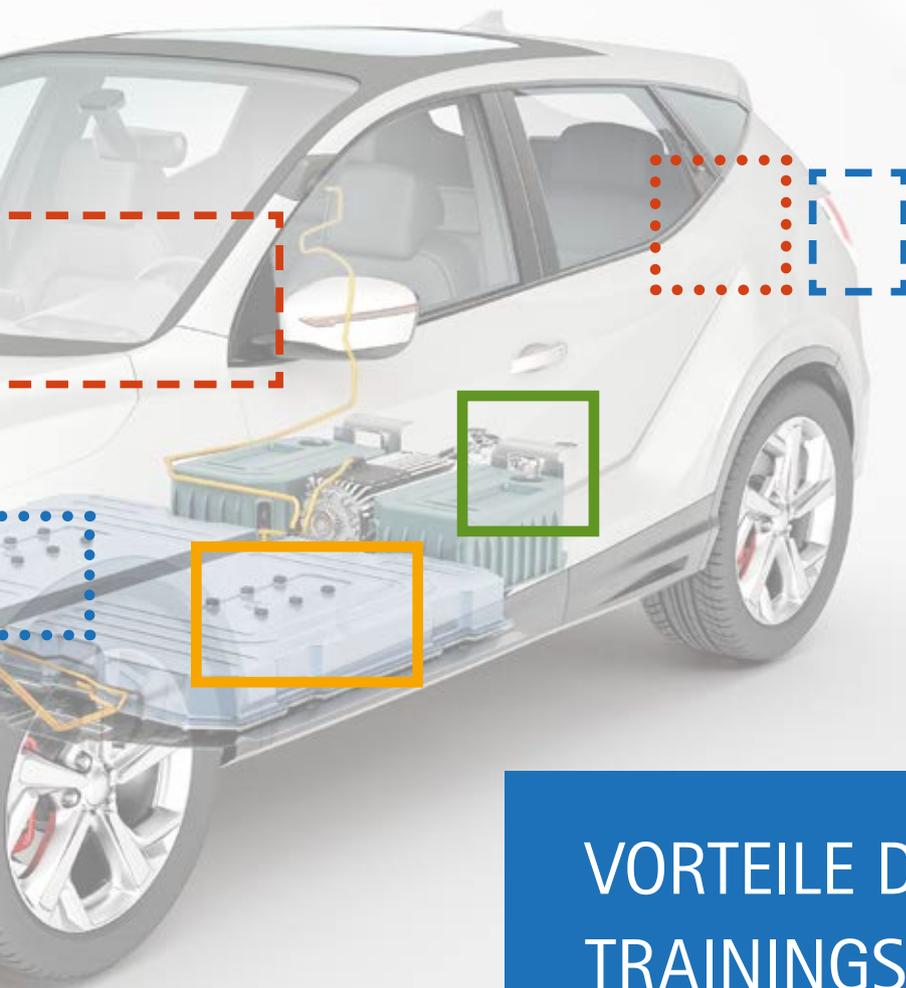
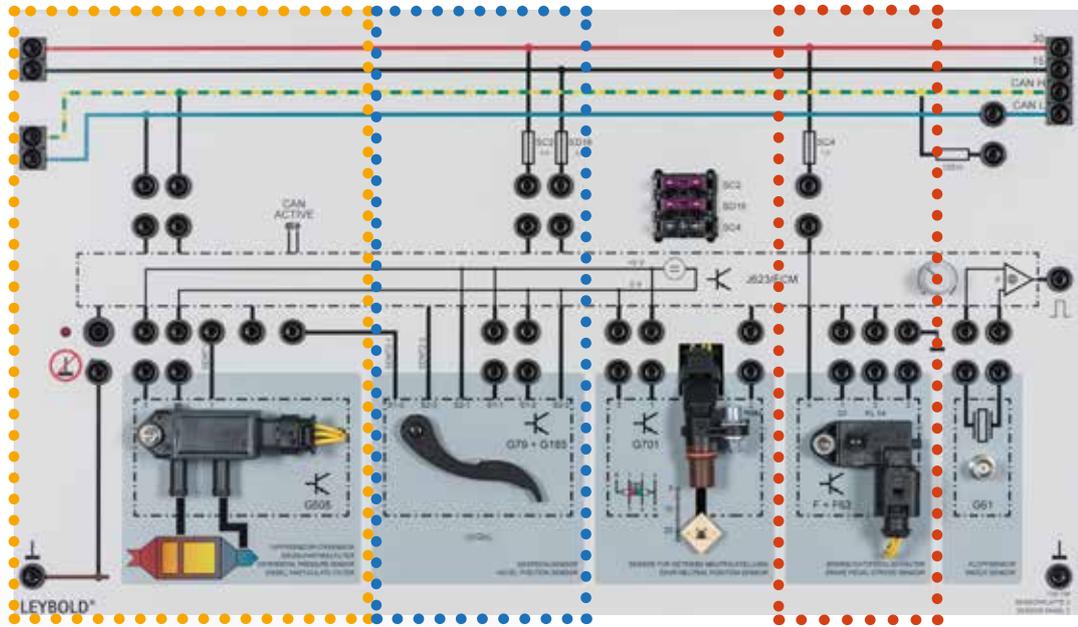
PRAXISNAH, KOMPAKT & DIDAKTISCH AUFBEREITET  
VOM LABOR ZUM FAHRZEUG



HOCHVOLT-  
BATTERIE-TECHNIK-  
MANAGEMENT  
A2.7.2.5 - A2.7.2.7  
mehr ab Seite 78



KFZ-BELEUCHTUNG  
MIT CAN-BUS  
A2.1.3.1  
mehr ab Seite 46



KFZ-SENSORIK  
A2.4.1.4  
mehr ab Seite 59

## VORTEILE DIDAKTISCHER TRAININGSSYSTEME

- praxisnah durch Original-Komponenten aus der Automobilindustrie
- Fehleraufschaltungen jederzeit reproduzierbar
- modulare Trainingssysteme, die stetig erweitert werden können
- sicher für Lehrkräfte und Auszubildende
- geschlossene Versuchsaufbauten mit allem Zubehör und Literatur

# PRAXISNAHE ENTWICKLUNG KOOPERATION MIT AUDI BILDUNGSWESEN

## ORIGINAL-KOMPONENTEN & -MESSGERÄTE FÜR BESTE LERNERGEBNISSE



### KFZ-HOCHVOLT-SYSTEMTRAINER

Mit dem AUDI 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 Original-Fahrzeugen 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 einen überschaubaren und leicht verständlichen Aufbau genommen. Anwendung und Haptik entsprechen dem realen Fahrzeug.

## ORIGINAL-MESSGERÄTE AUS REALEN ARBEITSUMGEBUNGEN



- Verwendung von Original-Messgeräten, die in Autowerkstätten zum Einsatz kommen
- Messungen, wie sie im Arbeitsalltag auftreten, auch Hochspannungsmessungen
- Lernen und Verstehen, der zu erwartenden und eingetretenen Messergebnisse in Echtzeit
- Vertiefung der Kenntnisse über elektronische Messungen und Schulung im Umgang mit Messgeräten



## BRINGEN SIE DIE REALE WELT IN IHR LABOR

Wir entwickeln und produzieren unsere Lehrsysteme in enger Zusammenarbeit mit der Automobilindustrie. Dies stellt sicher, dass unsere Systeme eine hohe Realitätsnähe aufweisen und kontinuierlich technologisch weiterentwickelt werden. Ein Lernen in realistischen, praxisorientierten Laboren, die zudem aktuelle Technik und Markttrends abdecken, sorgt für das bestmögliche Fachpersonal der Zukunft.

Seit 2003 arbeiten wir eng mit dem Ausbildungszentrum der AUDI AG zusammen und entwickeln Lehrsysteme, wie beispielsweise die „Trainingstafel Beleuchtung“ oder den „HV-Systemtrainer“.

# SCHÜLERMESSPLATZ

## PRAXISNAH, FLEXIBEL & MODULAR

Schülermessplätze bestehen aus einem Schülerarbeitsplatz mit Messanschluss und einer zu dem Versuchsaufbau passenden Auflagemaske. Diese Messplätze sind über zwei 38-polige Kabel untereinander sowie mit dem Ausbildungssystem der Lehrkraft verbunden – entweder in Stern- oder Reihenstrukturen.

Die Auszubildenden können an ihren Arbeitsplätzen alle Messwerte der Anlage online aufnehmen und auswerten. Des Weiteren kann die Lehrkraft system-spezifische Fehler simulieren, die an den Schülerarbeitsplätzen messtechnisch untersucht werden können.

- schneller Aufbau durch einfache Verkabelung
- kompakte Abmessungen
- bis zu 70 PINs nutzbar
- Originalwerte vom Fahrzeug oder Modell am Schülerarbeitsplatz
- kurzschlussicher zum Steuergerät
- Auflagenmasken mit Schaltplänen zu vielen verfügbaren Modellen bzw. Fahrzeugen
- Messungen mit Original-Messgeräten möglich



Hintergrund:  
Benzineinspritzung A2.3.2.1

Vordergrund:  
Schülerarbeitsplatz für Messanschluss (740 050)  
mit Auflagenmaske LH Motronik (740 052)  
und Sensor-CASSY 2 (524 013SKFZ)

*Wir bieten Ihnen regelmäßig Fortbildungen in der beruflichen Bildung an:*

**ENTDECKEN SIE UNSERE SEMINARE**  
für Ihre erfolgreiche Unterrichtsgestaltung



# DAS DIDAKTISCHE MESS- & DIAGNOSESYSTEM CASSY – DIE RICHTIGE LÖSUNG FÜR DIE KFZ-AUSBILDUNG

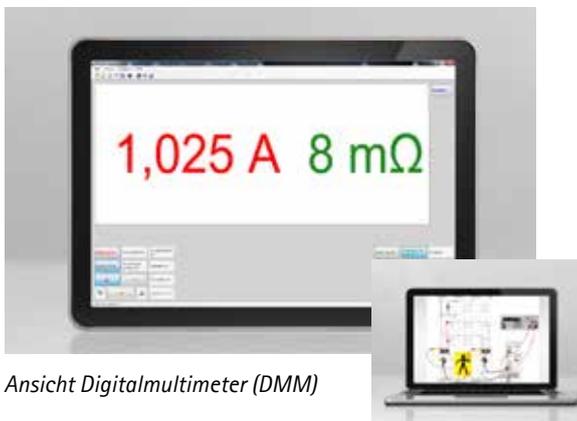
## SENSOR-CASSY 2

### INTERFACE ZUR MESSDATENAUFNAHME

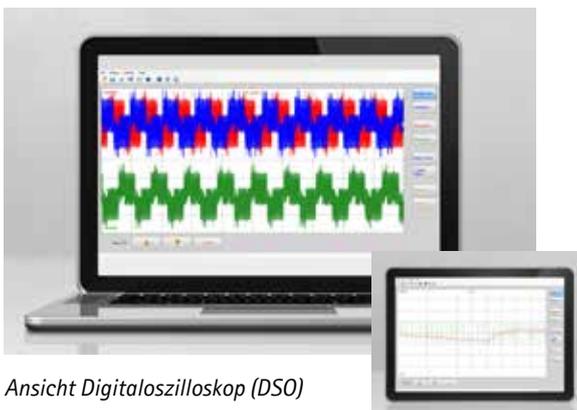
- zum Anschluss an den USB-Port eines Computers oder an ein weiteres CASSY-Modul
- gleichzeitige Messung von Spannung, Stromstärke und zwei weiteren Größen möglich
- automatische Sensorboxerkennung
- variabel aufstellbar als Tisch-, Pult- oder Demogerät (auch im CPS-/TPS-Experimentierahmen)



Sensor-CASSY 2 (524 013) bietet zwei galvanisch getrennte Spannungseingänge, einen alternativen Stromeingang und parallel dazu zwei Sensorboxeingänge. Alle Eingänge haben umschaltbare Messbereiche.



Ansicht Digitalmultimeter (DMM)



Ansicht Digitaloszilloskop (DSO)

## KFZ-DIAGNOSETESTER

### SOFTWARE ZUR MESSDATENERFASSUNG & –AUSWERTUNG

Spezielle Software passend für die Kfz-Ausbildung und aus der CASSY-Familie

- Bedienoberfläche, die einem Original-Diagnosetester nachempfunden ist
- unterstützt ausgewählte Kfz-relevante Sensoren
- geeignet für Elektromobilität
- Protokollanalyse für CAN, LIN, KM und SENT integriert
- für alle Arbeitsplätze Ihrer Schule (Einzelplatzlizenz = Schullizenz)

# LEYLAB

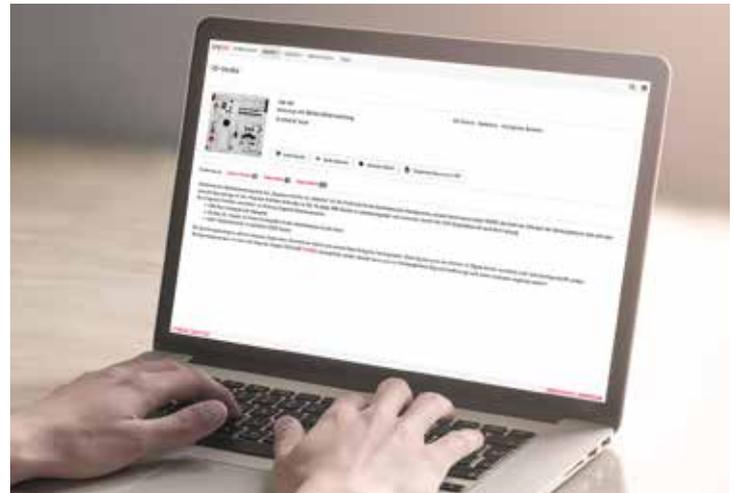
## ONLINE-PORTAL ZUR ORGANISATION & VERWALTUNG VON EXPERIMENTEN, GERÄTEN & LITERATUR



In dem Online-Portal LeyLab finden Ausbilder\*Innen alles für eine zeitsparende Unterrichtsvorbereitung. Neben der passenden Ausstattung werden auch die entsprechenden Geräte inklusive der digitalen Versuchsanleitungen mit vielen Hinweisen in der Lehrerversion schnell und übersichtlich abgebildet und gefunden. Mit einem Klick können die Ausbilder\*Innen die Anleitungen mit allen Tablets, Smartphones und PCs der Auszubildenden teilen.

### AUSSTATTUNGSSAMMLUNG

- Zugriff auf den gesamten LD-Experimentierkatalog mit allen relevanten Informationen zu jedem Experiment
- gewünschtes Experiment schnell und zuverlässig finden
- einfaches Erweitern der LD-Experimente
- eigene, neue Experimente einfach erstellen
- Sammlung von Dokumenten aller Art wie PDFs, Videos oder Links zu Webseiten

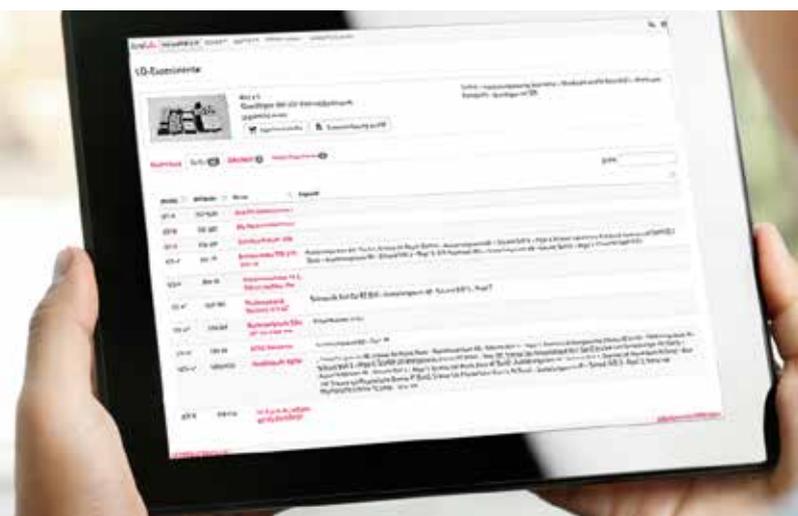


### ZENTRAL VERFÜGBARE LITERATUR

- gekaufte LD-Literatur wird unter zugehörige „Dokumente“ angezeigt
- leicht teilbar mit allen Auszubildenden
- eigene Anleitungen können eingebunden werden

### GERÄTEÜBERSICHT

- direkter Überblick über alle verfügbaren Geräte inklusive Anzahl und Lagerort
- Gebrauchsanweisung
- einfache Inventarisierung der gesamten Sammlung



- keine Installation erforderlich
- für alle Plattformen, Tablets, Smartphones, Laptops oder PCs
- jederzeit und von überall aus zugänglich
- Verwaltung von LD-Softwarelizenzen und LD-Literaturlizenzen an einem Ort

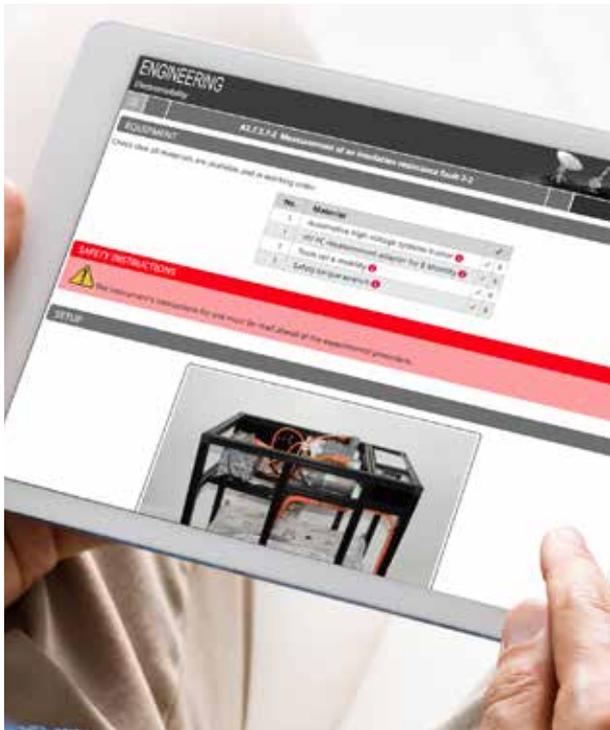
# DIGITALE ANLEITUNGEN LAB DOCS

## KOMPLETTE KURSE AM TABLET & PC DURCHARBEITEN

Die bekannten Versuchsanleitungen in Papierform sind jetzt nicht nur digital, sondern interaktiv und bearbeitbar. Antworten geben die Auszubildenden direkt am Tablet in die sogenannten Lab Docs ein. Messwerte fließen in Echtzeit in Tabellen und können unmittelbar analysiert werden. Neben Altbekanntem wie Anleitung, Aufgaben und Auswertung sind Bilder und Videos integrierbar. „Alles in Einem“ entsteht ein komplettes digitales Protokoll, das gespeichert und zur Korrektur einfach geteilt werden kann.

Für jedes Thema in der Kfz-Technik sind digitale Kurse bei der LD DIDACTIC erhältlich. Diese setzen sich aus mehreren Lab Docs zusammen, die sich auf ein bestimmtes Lernfeld konzentrieren. Der gesamte Kurs kann auf jedem Tablet, Smartphone oder PC (der Auszubildenden) aufgerufen werden - unabhängig vom Hersteller und der Softwareplattform. Alle Problemthemen wie Installationen, Updates, Gerätealter oder Mix an Herstellern sind damit passé.

Nach dem Öffnen des Kurses wird über eine Inhaltsstruktur die zu bearbeitende Aufgabe ausgewählt. Die Auszubildenden können sofort damit arbeiten.



### EXPERIMENTIERANLEITUNG EINFACH ZU BEDIENEN & FUNKTIONELL

- klar strukturierte Arbeitsblätter mit Hinweisen & Abbildungen
- Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Durchführung von Experimenten und Warnhinweisen für sicheres Experimentieren
- reale Beispielmessergebnisse & Diagramme für Auszubildende zur eigenen Kontrolle

### EINFACHE VERTEILUNG DER LITERATUR

- Teilen der Lab Docs aus LeyLab mit allen Auszubildenden
- über QR-Code vor Ort oder im Online-Unterricht
- Link per E-Mail, Lernplattform oder Online-Klassen
- PDF-Datei per E-Mail, Lernplattform oder Online-Klassen

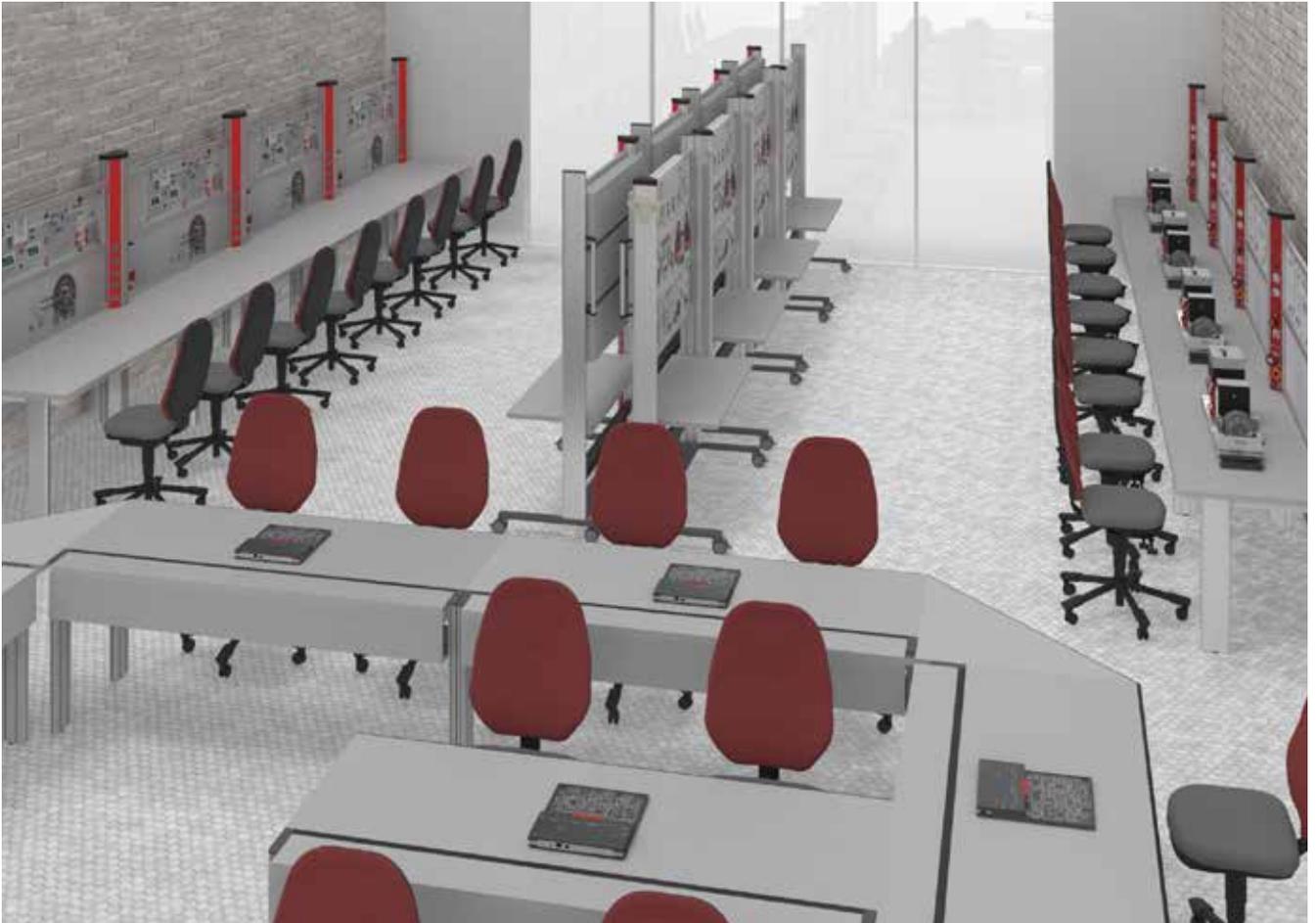
## LAB DOCS EDITOR PRO

*Digitale Versuchsanleitungen einfach anpassen oder selbst erstellen*

Um das bestmögliche Lernergebnis zu erzielen, können die digitalen Versuchsanleitungen auf das eigene didaktische und methodische Konzept angepasst werden. Das funktioniert ganz einfach mit der LEYBOLD-Software Lab Docs Editor Pro. Ohne notwendige Vorkenntnisse entstehen so auch ganz neue eigene Versuchsanleitungen.

- Erstellen von Anleitungen und Aufgaben
- Ändern & Anpassen von LD Dokumenten
- Anfertigen von Prüfungsaufgaben
- Einfügen von Bildern, Vektorgrafiken, Hyperlinks, etc.
- Einbetten von Videos und Webseiten

# FACHRAUMPLANUNG & -EINRICHTUNG



## IHR NEUER LEYBOLD-FACHRAUM

Auf Basis Ihrer Anforderungen planen wir gemeinsam mit Ihnen einen lehrplangerechten Fachraum. Unsere Raumplaner konzipieren Ihr individuelles Labor, indem Sie die gewünschten Experimentiergeräte, Möbel und Aufbewahrungslösungen auf Ihre Raumsituation zuschneiden.

Aufgrund unserer langjährigen Erfahrung sind wir Ihr verlässlicher Partner in allen Phasen der Projektplanung bis zur Umsetzung.

# ALLES AUS EINER HAND

## FACHRAUMPLANUNG

- praxisbezogene Einrichtung
- Beachtung der Sicherheitsstandards
- Erstellung von Planungsunterlagen
- Erarbeitung von Leistungstexten

## MOBILIAR

- individuelle Lösungen
- Vernetzungen der Lehrsysteme
- Aufbewahrungssysteme passend zu Geräten und Ausstattungen
- lange Nachkauf- und Ergänzungsgarantie



*A2.7.2.6 Hochvolt-Batterietechnik*



*A2.1.1.2 Drehstromgenerator*



# SERVICE



## INDIVIDUELLE BERATUNG

Sie planen eine neue Laborausstattung oder die Erweiterung Ihrer bestehenden Ausstattungen?  
Wir beraten Sie kompetent und individuell – unsere erfahrenen und geschulten Fachberater kommen gerne zu Ihnen.



## BESTANDSAUFNAHME

Sie möchten Ihre Ausstattungen den aktuellen didaktischen Anforderungen anpassen?  
Wir sichten gemeinsam mit Ihnen Ihre Ausstattungen und unterstützen Sie bei der Zusammenstellung und Umsetzung Ihrer individuellen Lehrmittelanforderungen.

# LEYBOLD®

- individuelle Beratung vor Ort
- Ausstattungsplanung & Dokumentation
- Einweisung vor Ort
- Inbetriebnahme



DIE KONTAKTINFORMATIONEN  
FÜR IHREN FACHBERATER VOR ORT  
FINDEN SIE HIER!



<https://www.ld-didactic.de/kontakt/ansprechpartner-deutschland.html>

LEYBOLD STEHT NICHT NUR FÜR  
HÖCHSTE PRODUKTQUALITÄT,  
SONDERN BIETET IHNEN IN ALLEN  
PROJEKTPHASEN PROFESSIONELLE  
SERVICELEISTUNGEN AN.

- Training
- Fortbildungen
- technischer Service nach dem Kauf



NUTZEN SIE UNSEREN RUNDUM-SORGLOS SERVICE & LASSEN SIE SICH VON UNS IHRE NEUE AUSSTATTUNG AUSPACKEN & IN BETRIEB NEHMEN.



### 1. Anlieferung

Unser Einräumservice-Team ist bei der Anlieferung bei Ihnen vor Ort und begleitet Sie.

### 3. Einräumservice

Unsere Service-Mitarbeiter\*Innen übernehmen das fachgerechte Einräumen der Geräte in die von Ihnen zugewiesenen Schränke.



### 2. Auspackservice

Die gelieferten Produkte werden von unseren Mitarbeiter\*Innen ausgepackt und mit Ihnen auf Vollständigkeit sowie Unversehrtheit geprüft.



### 4. Inventarisierung

Effiziente Inventarisierung mit LeyLab: Einfache Ordnung Ihrer Geräte und Ausstattungen! Bringen Sie Ihre Inventarliste ins digitale Zeitalter, verknüpfen Sie Geräte mit Ausstattungen und behalten Sie den Überblick. Mit interaktiven Etiketten und QR-Codes wird das Zurückräumen zum Kinderspiel. Flexibel, einfach und übersichtlich - LeyLab macht es möglich!



### 5. Entsorgung

Das Verpackungsmaterial wird nach Abschluss des Einräumservices von unseren Mitarbeiter\*Innen wieder mitgenommen und fachgerecht entsorgt. Sie müssen sich um nichts kümmern.

## ONLINE SERVICE

ALLE INFORMATIONEN  
FINDEN SIE AUCH HIER  
[WWW.LD-DIDACTIC.DE/KONTAKT](http://WWW.LD-DIDACTIC.DE/KONTAKT)

Fragen zum Thema Angebot, Bestellung, Auftrag, Rechnung & Reklamation

Jederzeit erreichbar über unser Kundenportal-Formular:



Fragen zu Geräten, Versuchen, Software & Ersatzteilen

Nutzen Sie unser Online Service Portal-Formular:



Technischer Service & Support

Online finden Sie unser Reparaturservice-Formular:



# AUFBAU DES KATALOGES

## STRUKTUR DER SEITEN

Themenbereich  
Fachgebiet

- FAHRZEUGTECHNIK
- ELEKTROMOBILITÄT

Thema

- Elektrofahrzeug

Ausstattung

- A2.7.2.1  
Elektrische Maschinen und Inverter im Hybrid- und Elektrofahrzeug

Jede Ausstattung ist gekennzeichnet mit einem A - für Automobil - und einer vierstellige Zahl

Ausstattungs-  
bild



Übersicht der Lernfelder

- LERNFELDER:  
1, 3, 6, 8, 11P, 11S, 12P, 13S, 14S

Weitere Ausstattungen

- Weiterführende Ausstattungen  
A1.1.1 auf S. 29

Ausstattungs-  
inhalt

Elektrische Maschinen und Inverter im Hybrid- und Elektrofahrzeug (A2.7.2.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.7.2.1	Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.7.2.1
062 110	ELM Spul-500 Wechselstrom	3	720 583	Schwarz-Kit-Diagonalester	1
062 111	ELM Ankerscheibe	1	578 51	Kippkühler S31 2718	1
062 181	ELM Bürstenbürste	1	577 32	Wärmeleiter 100 Ohm, S11 2/11	3
062 112	ELM Bürste	2	527 44	Wärmeleiter 1 MOhm, S11 2/18	1
062 118	ELM Magnet-Rotor	1	578 15	Kinematiker 1 µS, S11 2/10	1
062 22	ELM Zwickmotor	1	727 600	Ruffwerkzeug ELM	1
062 23	ELM Drehgeber	1*	563 16	Innerschraube Schraubendreher	1
062 26	ELM Magnetabschleifer	1	726 70	Fließbahnen T100, vierseitig	1
727 816	ELM Satz Multipolstecker 100er	1	563 21	O <sub>2</sub> 100 ml in Regelflasche	1
727 816	ELM PM-Pol-Magnetstator	1	720 382.1	Schermembranstecker, Satz S1	1
062 081	ELM Magnetpolstück	2	726 821	U1-digital, Elektromobilität	1
062 101	ELM Bestre-Spulen-Polstern	3	720 01	Kabel- und Steckerbox	1
062 201	ELM Drehflüssige Neodym	1			
062 281	ELM Kupfen-Bing mit Eisenkern	1			
062 111	ELM Magnet-Rotor 4 polig	1			
510 48	Magnete, 35 mm Ø, Paar	1			
614 011	Magnetfrüheren	1			
725 722	Klemmsystem, Überstromstromer	1			
727 812	ELM Motorlager	1			
727 86	Antriebswellen	1			
727 87	Stern-Elektro last	1			
727 811	Mischklemmsystem	1			
727 21	Kit-Motorgestalt Halbpunkt Motor	1			
727 35	Kit-Motorgestalt Halbpunkt Linker	1			
180 0136	Elektrostatoren (Austausch)	1			
124 0621	ELF-System 5	1			
124 0431	3D-A-Box	1			
124 024	Time-Box	1			
124 025	Seize-CASST 2 Starter	1			
124 022	Seize-CASST 2	1			

\*ausdrücklich empfohlen

Für die Maschinen-Grundausbildung nutzt LEYBOLD die Komponenten des modularen Elektrolehremaschinen-systems „ELM“. Zur Vermittlung der Leistungselektronikgrundlagen kommt ein moderner Inverter zur Ansteuerung der verschiedenen Maschinentypen zum Einsatz. Durch die Hand der Auszubildenden können so komplette Traktions-systeme aufgebaut werden. Dadurch werden grundlegende Kenntnisse und Begriffe vermittelt, wie z. B.

- Elektromagnetismus
- Induktion und Spannungserzeugung
- DC/DC und DC/AC-Spannungswandler
- Elektrische Maschine als Motor und Generator
- Leistungsfluss und Energieerichtung

Die elektrischen Maschinen werden transparent dargestellt und funktionsfähig aufgebaut. Der Inverter, der die Gleichspannung der Hochvolt-Batterie in eine 3-phasige Wechselspannung zur Spesung der elektrischen Maschine umwandelt, arbeitet standardmäßig auf einem Spannungsniveau von <24 V und gibt so absolute Sicherheit für Studierende und Auszubildende.

Beschreibung

des Themas und der  
Ausstattung



## NÜTZEN SIE UNSERE AUSSTATTUNGEN FÜR IHRE LERNFELDER

LERNFELD	BESCHREIBUNG
1	Fahrzeuge und Systeme nach Vorgaben warten und inspizieren
2	Einfache Baugruppen und Systeme prüfen, demontieren, austauschen und montieren
3	Funktionsstörung identifizieren und beseitigen
4	Umrüstarbeiten nach Kundenwünschen durchführen
5	Inspektionen und Zusatzarbeiten durchführen
6	Funktionsstörungen an Bordnetz-, Ladestrom- und Startsystem diagnostizieren und beheben
7	Verschleißbehaftete Baugruppen und Systeme instand setzen
8	Mechatronische Systeme des Antriebsmanagement diagnostizieren
9	Serviceaufgaben an Komfort- und Sicherheitssystemen durchführen
10	Schäden an Fahrwerks- und Bremssystemen instand setzen
11 P/N/S	Vernetzte Antriebs-, Komfort- und Sicherheitssysteme diagnostizieren und instand setzen
12 P/N/S	Fahrzeuge für Sicherheitsprüfungen und Abnahmen vorbereiten
13 P/N	Antriebskomponenten reparieren
13S	Komponenten an Hybrid- und Elektrofahrzeugen prüfen und instand setzen
14 P/N/S	Systeme und Komponenten aus-, um- und nachrüsten

*P: PKW-Technik | N: Nutzfahrzeugtechnik | S: System- & Hochvolttechnik*

# KAPITELÜBERSICHT

## AUSSTATTUNGEN NACH THEMEN

### A1 GRUNDLAGEN DER KFZ-ELEKTR(ON)IK

A1.1	GRUNDLAGEN ELEKTR(ON)IK STECKSYSTEME	26
MA	GRUNDLAGEN ELEKTR(ON)IK COM4LAB	36

### A2 FAHRZEUGTECHNIK

A2.1	KFZ-ELEKTRIK	41
A2.3	VERBRENNUNGSMOTOR	52
A2.4	FAHRERASSISTENZ- & KOMFORTSYSTEME	58
A2.5	FAHRWERK & ANTRIEBSSTRANG	64
A2.6	VERNETZUNG, DIGITALISIERUNG & DIAGNOSE	66
A2.7	ELEKTROMOBILITÄT	76



# A1 GRUNDLAGEN DER KFZ-ELEKTR(ON)IK

A1.1 GRUNDLAGEN ELEKTR(ON)IK STECKSYSTEME  
MA GRUNDLAGEN ELEKTR(ON)IK COM4LAB

### Grundlagen mit Stecksystemen STE

A1.1.1.1  
Grundlagen der Kfz-Elektrik/Elektronik

LERNFELDER:  
3, 6, 8, 11P, 11N, 11S, 13S

Weiterführende Ausstattung(en)  
A2.1.2.1 ab S. 44



Grundlagen der Kfz-Elektrik/Elektronik (A1.1.1.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A1.1.1.1
727 5201	Satz Kfz-Steckelemente I	1
738 985	Kfz-Werkstattmultimeter	2
739 007	Datenbus Analyser USB	1
501 48	Brückenstecker STE 2/19, Satz 10	2
501 46	Experimentierkabel 19 A, 100 cm, rot/blau, Paar	2
562 791	Steckernetzgerät (Netzteil) 12 V AC	1
726 501	Rastersteckplatte, SiBu, 297 mm x 200 mm	2
726 88	AC/DC-Konstanter	1
LDS 00001	Handstoppuhr, digital	1
778 810	LIT-digital: Grundlagen der Kfz-Elektr(on)ik	1

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
- schaltplan-gleichem Aufbau 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 hier eingehend untersucht.

In modernen Fahrzeugen sind elektronische Schaltungen nicht mehr wegzudenken. Daher werden zum Gesamtverständnis der Fahrzeugelektrik grundlegende Kenntnisse sowohl der Elektrik als auch der Elektronik benötigt. Nur so können im Fehlerfall diese schnell lokalisiert und beseitigt werden.

Auch im Hinblick auf die zunehmende Verbreitung von Elektrofahrzeugen ist dieses Verständnis wichtig. Sensoren, Aktoren, Antriebe, Beleuchtungseinrichtungen, Datenübertragungseinrichtungen, etc. sind in diesem Zusammenhang die wichtigen Komponenten, die in ihrer Grundfunktionalität mit dieser Ausstattung experimentell untersucht werden.

Mit dieser Bauteil-Sammlung werden folgende Themen der Elektrik und Elektronik im Kfz abgedeckt:

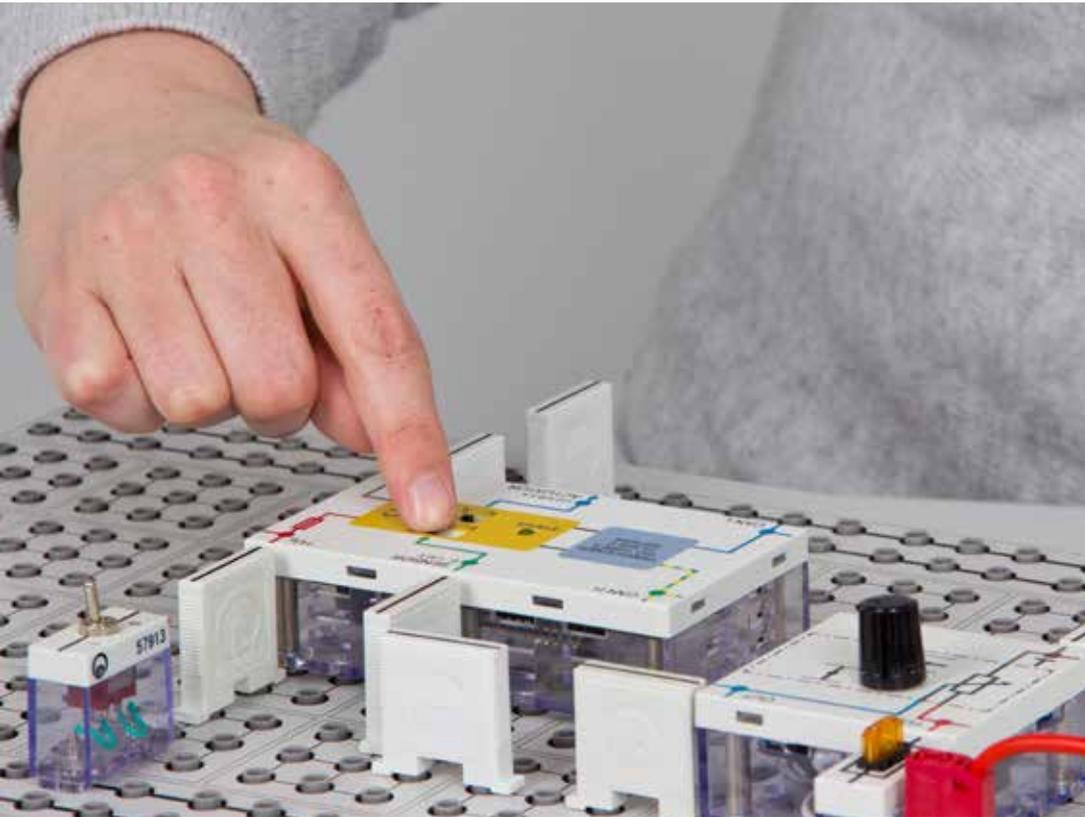
- der elektrische Stromkreis
- der ohmsche Widerstand
- Strom- und Spannungsquellen
- der Kondensator
- die Spule
- der Transformator
- das Relais
- spezielle Widerstände wie NTC, PTC oder LDR
- die Diode und die Z-Diode
- LEDs
- der Transistor und der Thyristor

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

- ein elektronischer Drehzahlmesser
- ein elektronischer Spannungsregler für Drehstromgeneratoren oder
- ein Transistorsteuergerät für kontaktgesteuerte Zündanlagen

### Grundlagen mit Stecksystemen STE

A1.1.1.2  
Sensorik im Kfz



LERNFELDER:  
3, 6, 8, 11P, 11N, 11S, 13S

Weiterführende Ausstattung(en)  
A2.4.1.4 auf S. 59

#### Sensorik im Kfz (A1.1.1.2)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A1.1.1.2
727 5185	Grundausrüstung Sensorik im Kfz, STE, Satz	1
727 5182	Sensorik im Kfz 1, STE, Satz	1
727 5183	Sensorik im Kfz 2, STE, Satz	1
727 5184	Sensorik im Kfz 3, STE, Satz	1
758 209	Saugrohrdrucksensor, digital, STE 4/50/100	1
726 501	Rastersteckplatte, SiBu, 297 mm x 200 mm	3
501 48	Brückenstecker STE 2/19, Satz 10	6
758 211	Luftmassenmesser, digital, STE 4/10/200	1
758 208	DC/DC Wandler, STE 4/50/100	1
739 271	Lambdasonde beheizt	1
666 711	Butangasbrenner	1
666 712ET3	Butangas-Stechkartusche, 190 g, Satz 3	1
300 02	Stativfuß V-förmig, klein	1
300 41	Stativstange 25 cm, 12 mm Ø	1
301 01	Leybold-Muffe	1
666 555	Universalklemme 0...80 mm	1
524 064	Drucksensor S, ± 2000 hPa	1
524 013S	Sensor-CASSY 2 Starter	1
739 589	Software: Kfz-Diagnosetester	1
739 835	Kelvin-Messleitung, Satz 2 Stück	1
524 031	Stromquellen-Box	1
375 58	Vakuum-Handpumpe	1
307 70	Schlauch 8 mm Ø, 1 m, Kunststoff	1
604 504	PVC-Schlauch 12 mm Ø, 1 m	1
580 0133	Winderzeuger 4/50/100	1
531 183	Digital-Multimeter 3340	1
726 88	AC/DC-Konstanter	1
521 536	DC-Netzgerät 2 x 0...16 V/2 x 0...5 A	1
501 45	Experimentierkabel 19 A, 50 cm, rot/blau, Paar	4
778 810	LIT-digital: Grundlagen der Kfz-Elektr(ON)ik	1

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A1.1.1.2
689 0813	Satz 12 Kfz-Sicherungen ATO	1
689 0814	Satz 2 Kfz Flachsicherungsautomaten	1
689 0815	Satz 10 Magnete	1
727 585	STE Koffer, universal	1*

\* zusätzlich empfohlen

An praxisorientierten Beispielen können mit der Grundausrüstung folgende Sensorschaltungen aufgebaut werden. Zum Beispiel Experimente zum:

- Ohmschen Gesetz
- nichtlinearen Widerstand
- Kondensator im Gleichstromkreis
- Einsatz von Induktivitäten im Gleichstromkreis

#### ■ Halbleiter

Ergänzend werden mit der Ausstattung „Sensorik im Kfz 1“ Kfz-typische Geber untersucht, u. a.:

- Hallgeber ABS
- Hallgeber-Verteilerelement
- Induktivgeber

Zusätzliche Sensoren bietet der Satz „Sensorik im Kfz 2“ an. Dazu zählen:

- der Drucksensor
- der Lagegeber
- das Drosselklappenpotentiometer sowie
- der Sonnensensor für die Klimaautomatik
- die Lambdasonde

Weitere, z. T. digitale Sensoren, bietet der Satz „Sensorik im Kfz 3“ an:

- der digitale Saugrohrdrucksensor
- der Getriebeneutralposition-Sensor und
- ein digitaler AMR-Raddrehzahlsensor

### Grundlagen mit Stecksystemen STE

A1.1.1.3  
Kompaktausrüstung Grundlagen der Kfz-Elektrik/Elektronik

LERNFELDER:  
3, 6, 8, 11P, 11N, 11S, 13S

Weiterführende Ausstattung(en)  
A2.1.2.1 ab S. 44



Kompaktausrüstung Grundlagen der Kfz-Elektrik/Elektronik (A1.1.1.3)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A1.1.1.3
727 5202	Kompaktausrüstung Grundlagen der Kfz-Elektrik/Elektronik im Koffer	1
531 183	Digital-Multimeter 3340	2
531 120	Vielfach-Messgerät LDanalog 20 (Multimeter)	1
575 302	Speicheroszilloskop 30 MHz, digital, zweikanalig	1
575 24	Messkabel BNC/4-mm-Stecker	2
LDS 00001	Handstoppuhr, digital	1

Mit dieser Ausstattung 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 und die Z-Diode
- LEDs
- der Transistor und der Thyristor

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

- ein elektronischer Drehzahlmesser
- ein elektronischer Spannungsregler für Drehstromgeneratoren oder
- ein Transistorsteuergerät für kontaktgesteuerte Zündanlagen

Zur Lagerung und als Schülerarbeitsplatz bietet sich die Ausstattung im STE-Koffer an. Dieser dient zur Aufnahme verschiedener STE-Ausstattungen im Deckel und kann zur Durchführung von Experimenten im normalen Klassenraum eingesetzt werden. Der Deckel lässt sich vom Unterteil trennen.

### Grundlagen mit Stecksystemen STE

A1.1.1.4  
Aktorik im Kfz



LERNFELDER:  
3, 6, 8, 11P, 11N, 11S, 13S

#### Aktorik im Kfz (A1.1.1.4)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A1.1.1.4
727 5186	Aktorik im Kfz 1, STE, Satz	1
727 5181	Grundsaltungen im Kfz, STE, Satz	1
582 642	Stabzündspule, STE 6/100/200	1
579 162	Simulation ABS/Ti, STE 2/50	1
578 31	Kondensator 0,1 µF, STE 2/19	1
582 641	Hybrid-Schrittmotor, STE 8/100/100	1
758 208	DC/DC Wandler, STE 4/50/100	2
758 201	CAN-Bus Knoten, STE 6/50/100	2
590 821	Spule 250 Windungen, STE 2/50	1*
590 83	Spule 500 Windungen STE 2/50	1*
590 84	Spule 1000 Windungen STE 2/50	1*
593 21	Trafokern, zerlegbar	1*
578 576	Hochleistungsleuchtdiode weiß, STE 2/19	1
578 48	Leuchtdiode rot, STE 2/19	1
578 47	Leuchtdiode gelb, STE 2/19	1
579 361	Schrittmotor-Modell STE 4/50	1
579 09	IC-Fassung 16-polig, STE 4/50	1
579 13	Kippschalter STE 2/19	3
758 210	AGR Ventil, STE 6/100/200	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
524 220	CASSY Lab 2	1
524 0431	30-A-Box	1
738 985	Kfz-Werkstattmultimeter	1
739 007	Datenbus Analyser USB	1
739 837	Satz 2 4 mm-Oszilloskop-Tastkopfadapter	1
726 501	Rastersteckplatte, SiBu, 297 mm x 200 mm	3
501 48	Brückenstecker STE 2/19, Satz 10	7
738 027	Digitales Netzgerät 1...16 V/40 A	1
688 131	Netzkabel Typ G	1*
521 210	Transformator 6/12 V, 30 W	1

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A1.1.1.4
505 22ET5	Glühlampe 12 V/6 W, E10, Edelgas, Satz 5	1
650 67	Geräteschub S33, STE	1
501 532	Experimentierkabel 19 A, Satz 30	1
727 585	STE Koffer, universal	1
778 810	LIT-digital: Grundlagen der Kfz-Elektr(on)ik	1

\* zusätzlich empfohlen

**Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe:** dieses als „EVA“ bekannte Prinzip der Datenverarbeitung beruht auf dem Zusammenspiel von Sensoren und Aktoren. Der Aktor ist als Stellglied die einzige Möglichkeit für das Steuergerät, mit dem Umfeld in Interaktion zu treten.

- das Einspritzventil
- die Stabzündspule
- der Transformator
- das Kfz-Relais
- der Gebläsemotor
- der LWR-Stellmotor
- der Schrittmotor

Besonders für den Bereich der Elektromobilität werden folgende Komponenten untersucht:

- der DC/DC-Wandler
- die Akkuzelle
- das Batteriemanagementsystem (BMS)

Diese Original-Aktoren werden im Zusammenspiel mit passenden Sensoren in praxisnahen Schaltungen untersucht. Dabei spielt auch die Art der Ansteuerung, wie z. B. analog, digital, PWM, etc. eine große Rolle. Die anschließende Datenübertragung über den CAN-Bus runden die Versuchsreihen ab.

### Grundlagen mit Stecksystemen STE

A1.1.1.5  
Grundlagen System- und Hochvolttechnik

LERNFELD:  
13S

Weiterführende Ausstattung(en)  
A2.7.2.5 ab S. 78



Grundlagen System- und Hochvolttechnik (A1.1.1.5)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A1.1.1.5
727 5187	Grundlagen HV-Sicherheit, STE, Satz	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
739 835	Kelvin-Messleitung, Satz 2 Stück	1
739 836	Milliohm Messgerät	1
739 004	DMM für Elektrofahrzeuge	1
739 949	HV-PC-Messadapter für Elektromobilität	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	4
726 501	Rastersteckplatte, SiBu, 297 mm x 200 mm	4
500 602	Sicherheits-Experimentierkabel 10 cm, blau	3
500 612	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm, blau	1
500 611	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm, rot	4
500 620	Sicherheits-Experimentierkabel 50 cm, gelb/grün	2
500 641	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, rot	2
500 642	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, blau	2
726 890	DC-Netzgerät 1...32 V/0...20 A	1
778 810	LIT-digital: Grundlagen der Kfz-Elekt(ron)ik	1
727 585	STE Koffer, universal	1*

\* zusätzlich empfohlen

#### 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 sind die leitfähigen Gehäuse der Betriebsmittel geerdet, die Energiequelle jedoch nicht. Die Hochvoltantriebssysteme von Elektro- und Hybridfahrzeugen sind so aufgebaut. So sind z. B. die Gehäuse des Inverters und der E-Maschine über die Karosserie miteinander verbunden. Diese Verbindung stellt den Potenzialausgleich dar.

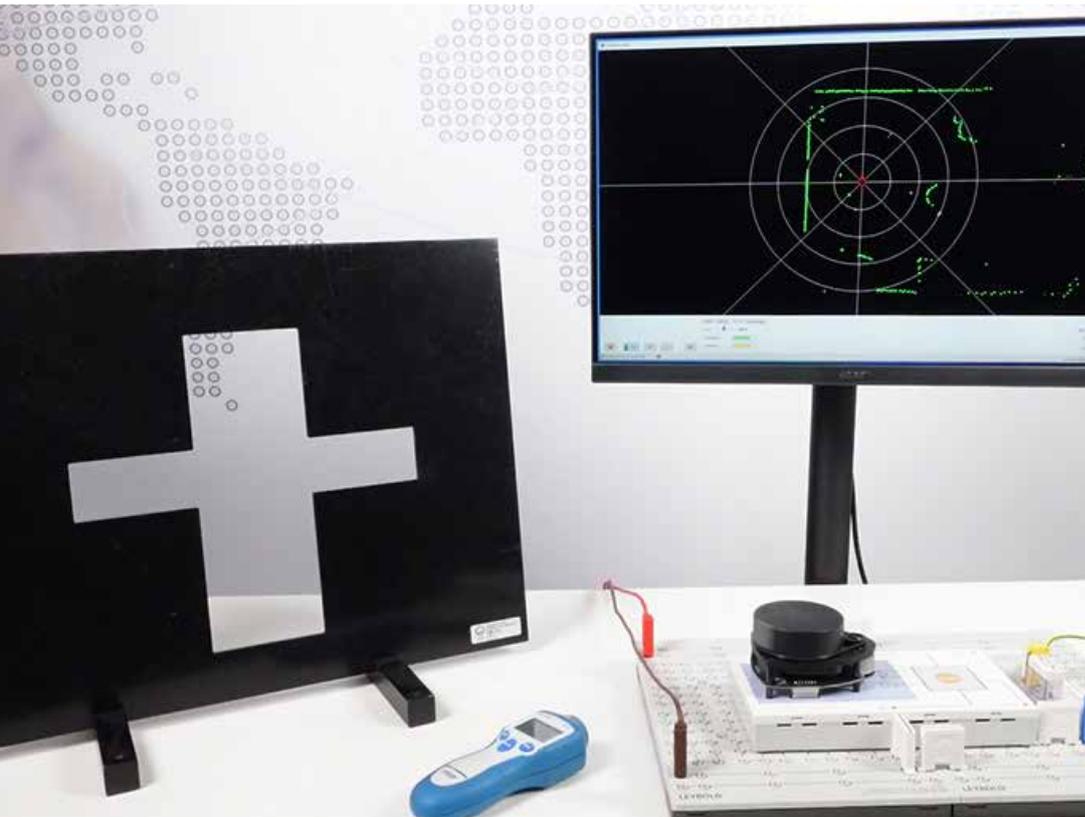
Zu den wesentlichen Merkmalen eines solchen Systems gehören die permanente Überwachung des Isolationswiderstandes und ein niederohmiger Potenzialausgleichswiderstand.

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

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

### Grundlagen mit Stecksystemen STE

A1.1.1.6  
Grundlagen Autonomes Fahren



LERNFELDER:  
3, 6, 8, 11P, 11N, 11S, 13S

Weiterführende Ausstattung(en)  
A2.4.2.1 ab S. 61

#### Grundlagen Autonomes Fahren (A1.1.1.6)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A1.1.1.6
758 212	CAN-Bus LIDAR, STE 6/100/200	1
474 4025	Infrarot-Wandlerkarte 800 - 1400 nm	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
580 0136	Drehzahlmesser-Handgerät	1
773 961	CAN-Bus-Multi-Adapter	1
311 78	Rollbandmaß	1
300 11	Sockel	1
301 339	Standfüße, Paar	1
460 28	Planspiegel 14 cm x 9 cm, mit Kugelgelenk	1
500 641	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, rot	2
500 642	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, blau	2
501 48	Brückenstecker STE 2/19, Satz 10	1
577 321	Widerstand 120 Ohm, STE 2/19	1
726 501	Rastersteckplatte, SiBu, 297 mm x 200 mm	1
726 88	AC/DC-Konstanter	1
778 810	LIT-digital: Grundlagen der Kfz-Elekt(ron)ik	1
727 585	STE Koffer, universal	1*
	System Schub	1

\* zusätzlich empfohlen

„Fahrerassistenz“ und „Autonomes Fahren“ werden die Mobilität in den nächsten Jahren verändern. Systeme, die die Bewegung des Fahrzeugs steuern – und das ohne Eingriffe des Fahrenden. So sind derartige Fahrzeuge in der Lage, selbstständig von Punkt A zu Punkt B zu manövrieren.

Dazu muss das Fahrzeug seine statische Umgebung kennen und sein dynamisches Umfeld erkennen. GPS sorgt für ersteres – das Fahrzeug weiß, wo es sich befindet. Ultraschall-, Radar- oder Lidar-Systeme sorgen ergänzend dafür, dass das Fahrzeug weiß, was in seinem direkten Wirkungsbereich passiert.

LIDAR bedeutet Light Detection And Ranging oder auch Light Imaging, Detection And Ranging und meint eine Methode zur Abstandsermittlung, aber im Gegensatz zu RADAR nicht mit Radiowellen sondern mit Licht. Die eigentliche Ermittlung der Entfernung eines Hindernisses geschieht entweder indem die Laufzeit des ausgesendeten Lichtes bis zum Eintreffen des reflektierten Lichtes gemessen wird oder indem bei der sogenannten „Triangulation“ der Winkel zwischen ausgesendetem und reflektiertem Licht über einen Fotochip erkannt wird.

Mit dieser Geräteausstattung werden folgende Themen untersucht:

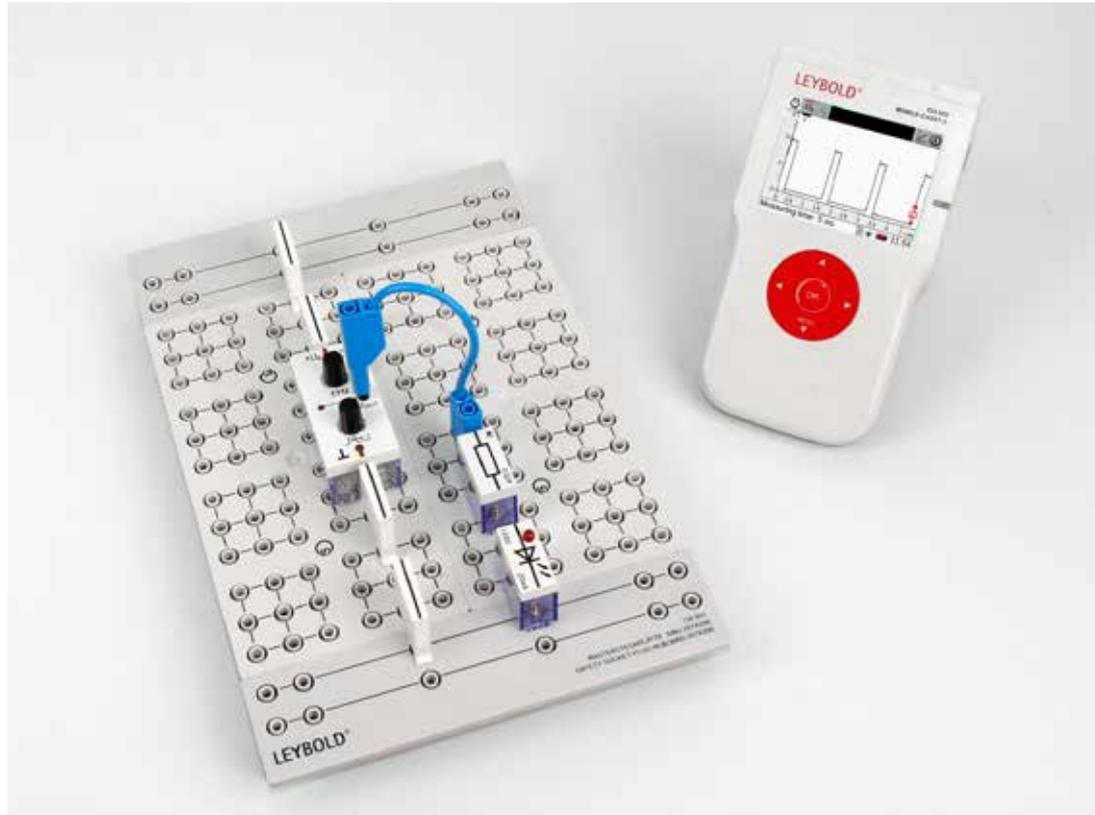
- Funktionsprinzip LIDAR
- Anwendungen von Lidar-Sensoren
- Bestimmung des Abstands
- Datenvisualisierung
- Digitale Datenübertragung mit CAN-Bus

### Grundlagen Komplettsysteme mit STE

A1.1.3.1  
Pulsweitenmodulation PWM

LERNFELDER:  
3, 6, 8, 11P, 11N, 11S, 13S

Weiterführende Ausstattung(en)  
A2.1.3.1 auf S. 46



Pulsweitenmodulation PWM (A1.1.3.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A1.1.3.1
579 163	PWM/PFM-Generator, STE 2/50	1
578 48	Leuchtdiode rot, STE 2/19	1
577 40	Widerstand 470 Ohm, STE 2/19	1
521 491	AC/DC Netzgerät 0...12 V/3 A	1
576 74	Rastersteckplatte DIN A4, STE	1
501 46	Experimentierkabel 19 A, 100 cm, rot/blau, Paar	1
500 401	Experimentierkabel 19 A, 10 cm, rot	1

Diese Ausstattung bietet eine Gerätezusammenstellung, mit der die Methode der Pulsweitenmodulation und deren Anwendung im Bereich der Kfz-Sensorik und -Aktorik im Experiment untersucht werden kann. Das Verfahren kommt einerseits zum Einsatz, um als Sensorschnittstelle Informationen zu übertragen und andererseits, um Aktoren mit Spannungen anzusteuern, die kleiner als die Versorgungsspannung sind.

- Es werden einfache Stromkreise auf Basis des Stecksystems STE aufgebaut.
- Das PWM-Schnittstellensignal eines Sensors für Positionserkennung wird mit dem Mobile-CASSY 2 WLAN aufgezeichnet und ausgewertet.
- Ein LED-Bremslicht wird als Stand- und Bremslicht mit unterschiedlicher Helligkeit betrieben.

### Grundlagen Komplettsysteme mit STE

A1.1.3.2  
Das Kfz-Relais

LERNFELDER:  
3, 6, 8, 11P, 11N, 11S, 13S

Das Kfz-Relais (A1.1.3.2)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A1.1.3.2
758 207	Kfz-Relais, STE 4/50	1
579 13	Kippschalter STE 2/19	1
579 06	Schraubfassung E10, oben, STE 2/19	1
505 22ET5	Glühlampe 12 V/6 W, E10, Edelgas, Satz 5	1
577 36	Widerstand 220 Ohm, STE 2/19	1
578 51	Diode 1N4007, STE 2/19	1
521 491	AC/DC Netzgerät 0...12 V/3 A	1
726 501	Rastersteckplatte, SiBu, 297 mm x 200 mm	1
501 46	Experimentierkabel 19 A, 100 cm, rot/blau, Paar	1
501 48	Brückenstecker STE 2/19, Satz 10	1

Das Relais ist als einer der wichtigsten elektromechanischen Energiewandler auch im modernen Fahrzeug nach wie vor unverzichtbar. Es entkoppelt Stromkreise galvanisch sehr sicher voneinander und ist in der Lage, mit kleinsten Steuerströmen selbst sehr große Lastströme im Hochvoltbereich sicher zu schalten.

Diese Ausstattung bietet eine Gerätezusammenstellung, mit der ein Standard-Kfz-Relais im Unterricht als Schülerübung mit diversen Experimenten zum Einsatz kommt.

- Es werden einfache Stromkreise mit Relais auf Basis des Stecksystems STE aufgebaut.
- Die Grundbegriffe, wie z. B. Steuer- und Laststromkreis, Arbeits- und Ruhekontakt, Löscheinrichtung oder Verpolschutz, werden erläutert.
- Mit dem Mobile-CASSY 2 WLAN werden elektrische Signale von Schaltvorgängen am Beispiel verschiedener Löscheinrichtungen aufgezeichnet und erläutert.

### Grundlagen Komplettsysteme mit STE

A1.1.3.4  
Der AMR-Radsensor

LERNFELDER:  
3, 6, 8, 11P, 11N, 11S, 13S



Der AMR-Radsensor (A1.1.3.4)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A1.1.3.4
582 6241	Kfz Radsensor AMR, STE 4/50	1
582 628	Kfz Geberrad STE 2/50	1
521 491	AC/DC Netzgerät 0...12 V/3 A	1
726 501	Rastersteckplatte, SiBu, 297 mm x 200 mm	1
501 46	Experimentierkabel 19 A, 100 cm, rot/blau, Paar	1
689 0815	Satz 10 Magnete	1*

\* zusätzlich empfohlen

In dieser Ausstattung bieten wir eine Gerätezusammenstellung an, mit der ein aktiver Radsensor auf GMR-Basis in Ein-Chip-Technologie experimentell untersucht werden kann. Der Sensor reagiert auf Magnetfelder mit einer Widerstandsänderung. In Verbindung mit dem Geberrad sendet der Sensor ein Geschwindigkeitssignal und zusätzlich ein digitales Datenpaket mit Informationen über die Drehrichtung und über den Abstand zum Geberrad.

Der Sensor besitzt eine Stromschnittstelle mit drei Pegeln; in das Steckelement ist ein Shunt-Widerstand von  $47 \Omega$  bereits integriert. Als Besonderheit sendet dieser Sensor auch bei Radstillstand ein digitales Signal aus.

- Das Datenpaket wird mit dem Mobile-CASSY 2 WLAN aufgezeichnet und ausgewertet.
- Der magnetoresistive Effekt (Änderung des elektrischen Widerstands eines Materials durch Anlegen eines äußeren Magnetfeldes) wird untersucht.
- Die Induktiv-, Hall- und AMR-Sensoren werden im Experiment verglichen.



### COM4LAB: Kfz-Elektrik

MA1.1  
Kfz-Elektrik

LERNFELDER:  
3, 6, 8, 11P, 11N, 11S, 13S

Weiterführende Ausstattung(en)  
A2.1.1.1 ab S. 41



COM4LAB: Kfz-Elektrik (MA1.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	MA1.1
700 6101	COM3LAB Kurs: Kfz - Elektrik - COM4LAB ready	1
700 6102	COM3LAB: Kfz - Elektrik Zubehör	1
700 00-00	COM4LAB: Master Unit	1
700 00-11	USB-Ladegerät 45 W Eurostecker, Typ C*	1
700 00-22	COM4LAB Satz Sicherheitskabel 2 mm, 24 St.	1
700 00CBT	DVD: COM3LAB Software	1
	zusätzlich erforderlich: PC mit Windows 7/8/10/11 64-Bit und einer freien USB-Schnittstelle	1

\* Alternativ USB-C Ladegerät mit UK-Stecker oder US-Stecker

Die Größen Spannung, Strom und Widerstand werden anhand von Grafikanimationen und Videos in verständlicher Weise erklärt und im Kapitel „Rechnen mit Größen“ ergänzend betrachtet. Messungen an realen, Kfz-relevanten Bauteilen mit analogen und digitalen Messinstrumenten führen zum Verständnis einfacher elektrischer Schaltungen.

Die Kursinhalte werden durch ausgiebige Anleitungen zur praxisnahen Fehler-suche abgerundet. Verständnisfragen und parallele Sprachausgabe garantieren die größtmögliche Lerneffizienz verglichen mit herkömmlichen Ausbildungsmethoden.

#### Themen:

- Elektrizität im Kfz: Strom - Spannung - Widerstand
- Rechnen mit Größen: Ohmsches Gesetz - Leistung
- Stromkreise und Schaltungen
- Stromkreis - Reihenschaltung- Parallelschaltung - Ersatzwiderstände

### COM4LAB: Kfz-Sensorik

MA2.1  
Kfz-Sensorik



LERNFELDER:  
3, 6, 8, 11P, 11N, 11S, 13S

Weiterführende Ausstattung(en)  
A2.4.1.4 auf S. 59

#### COM4LAB: Kfz-Sensorik (MA2.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	MA2.1
700 6201	COM3LAB Kurs: Kfz - Sensorik - COM4LAB ready	1
700 00-00	COM4LAB: Master Unit	1
700 00-11	USB-Ladegerät 45 W Eurostecker, Typ C*	1
700 00-22	COM4LAB Satz Sicherheitskabel 2 mm, 24 St.	1
700 00CBT	DVD: COM3LAB Software	1
	zusätzlich erforderlich: PC mit Windows 7/8/10/11 64-Bit und einer freien USB-Schnittstelle	1

\* Alternativ USB-C Ladegerät mit UK-Stecker oder US-Stecker

Der Kurs erläutert detailliert die Funktionsweise der elektrischen Komponenten und Sensoren in einem Kfz.

Die Kursinhalte werden durch ausgiebige Anleitungen zur praxisnahen Fehlersuche abgerundet. Verständnisfragen und parallele Sprachausgabe garantieren die größtmögliche Lerneffizienz verglichen mit herkömmlichen Ausbildungsmethoden.

#### Themen:

- Komponenten: Schalter, Widerstände, Kondensatoren, Dioden und Zener-Dioden, Relais
- Schaltpläne: Lesen von Schaltplänen in der Kfz-Technik
- Sensoren: Induktivsensor, Magnetfeldsensor
- Batterien und Akkus: Schaltung von Zellen, Akkutypen
- Zündung: Kondensatoren, Relais, Induktion, Zündspule
- Generatoren und Motoren: Gleichrichtung, Drehstromgenerator, Permanentmagnetgenerator
- Transistor im Kfz: Transistor, Überprüfung von Transistoren
- Überwachungseinrichtungen im Kfz: Verstärkerschaltungen, Anwendungsschaltungen

### COM4LAB: Kfz – Grundlagen Digitaltechnik

MA3.1  
Kfz – Grundlagen Digitaltechnik

LERNFELDER:  
3, 6, 8, 11P, 11N, 11S, 13S



COM4LAB: Kfz - Grundlagen Digitaltechnik (MA3.1)

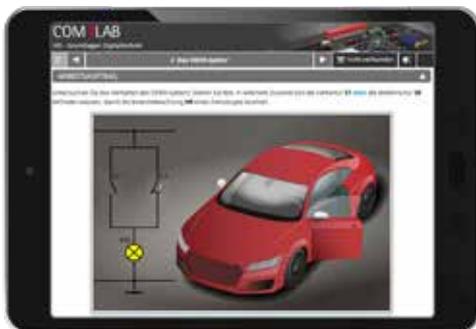
Kat.-Nr.	Bezeichnung	MA3.1
700 17-00	COM4LAB Board: Digitaltechnik I	1
700 17-30	COM4LAB Kurs: Kfz-Grundlagen Digitaltechnik	1
700 00-00	COM4LAB: Master Unit	1
700 00-11	USB-Ladegerät 45 W Eurostecker, Typ C*	1
700 00-22	COM4LAB Satz Sicherheitskabel 2 mm, 24 St.	1
	zusätzlich erforderlich: PC, Tablet oder Smartphone mit gängigem Browser	1

\* Alternativ USB-C Ladegerät mit UK-Stecker oder US-Stecker

Der COM4LAB Kurs behandelt mithilfe von Logikverknüpfungen die Grundlagen der Schaltalgebra. Die Themengebiete sind praxisnah und anwendungsbezogen auf die Kfz-Technik abgestimmt. Der Kurs besteht aus 10 Kapiteln und befasst sich ausführlich mit der Fehlersuche.

#### Themen:

- TTL-Bausteine  
(UND-Gatter – ODER-Gatter – NICHT-Gatter – XOR-Gatter – NAND-Gatter)
- Verknüpfung binärer Eingänge
- Binärcode
- Siebensegmentanzeige
- Multiplexer und Demultiplexer
- Fehlersimulation



MA3.1 - 2. Das ODER-Gatter

### COM4LAB: Kfz – Digitale Speicherschaltungen

MA3.2  
Kfz – Digitale Speicherschaltungen



LERNFELDER:  
3, 6, 8, 11P, 11N, 11S, 13S

#### COM4LAB: Kfz - Digitale Speicherschaltungen (MA3.2)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	MA3.1
700 18-00	COM4LAB Board: Digitaltechnik II	1
700 18-30	COM4LAB Kurs: Kfz-Digitale Speicherschaltungen	1
700 00-00	COM4LAB: Master Unit	1
700 00-11	USB-Ladegerät 45 W Eurostecker, Typ C*	1
700 00-22	COM4LAB Satz Sicherheitskabel 2 mm, 24 St. zusätzlich erforderlich: PC, Tablet oder Smartphone mit gängigem Browser	1 1

\* Alternativ USB-C Ladegerät mit UK-Stecker oder US-Stecker

Dieser COM4LAB Kurs behandelt mehrere Flipflop-Typen und unterschiedliche Flipflop-Anwendungen, wie z. B. Zähler oder Schieberegister. Der Kurs besteht aus 8 Kapiteln.

#### Themen:

- Bistabile Kippstufen  
(RS-Flipflop – RS-Flipflop mit Taktpegelsteuerung – JK-Flipflop)
- Monostabile und astabile Kippstufe
- Schmitt-Trigger
- Flipflop-Anwendungen (Zähler – Schieberegister)



MA3.2 – 7. Der Zähler



# A2

## FAHRZEUGTECHNIK

- A2.1 KFZ-ELEKTRIK
- A2.3 VERBRENNUNGSMOTOR
- A2.4 FAHRERASSISTENZ- & KOMFORTSYSTEME
- A2.5 FAHRWERK & ANTRIEBSSTRANG
- A2.6 VERNETZUNG, DIGITALISIERUNG & DIAGNOSE
- A2.7 ELEKTROMOBILITÄT

Bordnetz

A2.1.1.1  
Energieüberwachung



LERNFELDER:  
3, 6

Energieüberwachung (A2.1.1.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.1.1.1
738 031	Batterieüberwachung	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1
739 5881	LIN-Bus PC Adapter USB	1
737 9803	Kfz Diagnose-Adapter CAN+USB	1
738 04	Kfz Starterbatterie 12 V	1
738 044	AGM-Batterie 12 V	1
738 05	Verbindungsleitungen I, Satz	1
738 103	Zündstartschalter	1
738 295	Zentralelektrik	1
738 06	12 V - Bordsteckdose	1
738 043	Kfz-Batterie Anschluss-Set	1
738 963	Steuerrelais Vorglühanlage TDI	1
738 90	Parallelglühanlage	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
524 0431	30-A-Box	1
738 9991	Gleich-/Wechselstromzange	1
739 836	Milliohm Messgerät	1
726 18	Profilrahmen T130, dreizeilig	1
738 027	Digitales Netzgerät 1...16 V/40 A	1
688 131	Netzkabel Typ G	1*
738 11	Hauptlichtschalter	1
738 1661	Frontscheinwerfer re Halogen und LED	1
567 18	Draht-Wickelplatte	1
550 445	Konstantendraht (Widerstandsdraht), 1,0 mm Ø, 20 m	1
501 641	Kupplungen, rot, Satz 6	1
738 4911	Universalfehlersimulator Kfz	1
501 45	Experimentierkabel 19 A, 50 cm, rot/blau, Paar	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	2
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
738 9821	Sicherheitslaborkabel, Satz 51	5
689 0813	Satz 12 Kfz-Sicherungen ATO	1

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.1.1.1
689 0814	Satz 2 Kfz Flachsicherungsautomaten	1
775 010DE	LIT-print: Bordnetz	1
738 01	Kabel- und Steckerbox	1
500 593	Fehlersimulationsstecker schwarz, Satz 10	1
738 021	Batterieladegerät, Automatik	1
688 161	Reise-Stecker-Adapter	1*

\* zusätzlich empfohlen

Das Bordnetz beschreibt den Aufbau und die Funktion des Energie- und Datenmanagements im modernen Fahrzeug. Es bildet den Zusammenschluss von Energieversorgung und -verteilung einschließlich deren Steuerung bzw. Regelung.

Grundlagenversuche zu Spannungs-, Strom- und Widerstandsmessung einschließlich Berechnungen mithilfe der physikalisch/mathematischen Gesetze bilden den Einstieg in die Thematik.

Die Starterbatterie ist eine der wesentlichen Komponenten des Bordnetzes. Die Lehrplatte 738 031 „Batterieüberwachung“ enthält das „Diagnose-Interface für Datenbus“ mit der Funktionalität des Batterieenergie-Managements. Dieses besteht aus einer Software und dem Batteriedatenmodul (BDM), das über eine LIN-Bus-Leitung mit dem Diagnose-Interface verbunden ist und direkt am Minuspol der Fahrzeugbatterie sitzt.

Das BDM ermittelt mit einer Sensorik zur Erfassung von Batteriestrom, Batteriespannung und Temperatur den Zustand der Batterie. Daraus wird mit Hilfe einer im Steuergerät abgelegten Batteriekennlinie u. a. der Batterieladezustand und deren Verschleißzustand permanent berechnet.

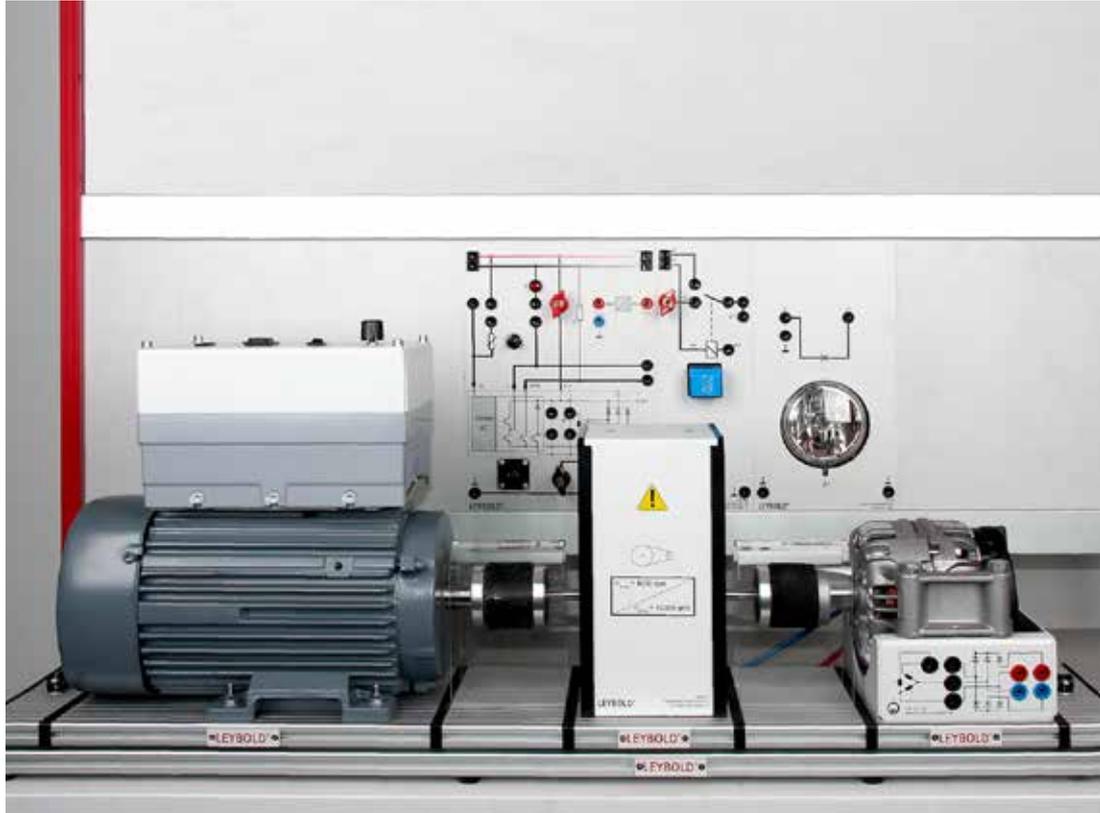
Das Ruhestrommanagement verhindert ein Absinken der Batteriespannung unter einen für die Startfähigkeit des Fahrzeugs benötigten Wert. So wird z. B. der Betrieb der Standheizung unterbunden und der Fahrende durch eine Anzeige im Kombiinstrument informiert.

Das dynamische Management verteilt im Fahrbetrieb die erzeugte Energie auf die einzelnen Verbraucher. Das ist vor allem wichtig, wenn durch die Vielzahl der Verbraucher (Sitzheizung, Lampen, Heckscheibe, etc.) die Energie nicht ausreicht, um die Nachfrage zu decken.

### Bordnetz

#### A2.1.1.2 Drehstromgenerator

LERNFELDER:  
3, 6



Drehstromgenerator (A2.1.1.2)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.1.1.2
738 7111	Kompaktgenerator	1
738 6311	Motor für Generatorversuche, 1,0 kW	1
738 6321	Riemengetriebe Kfz 1:3	1
738 963	Steuerrelais Vorglühanlage TDI	1
738 103	Zündstartschalter	1
738 18	Zusatzscheinwerfer	1
738 76	Feldsteller Generator	1
738 712	Generatorregler LIN-Bus	1
738 738	Gateway mit Batterieüberwachung	1
738 4911	Universalfehlersimulator Kfz	1
739 589	Software: Kfz-Diagnosetester	1
737 9803	Kfz Diagnose-Adapter CAN+USB	1
577 36	Widerstand 220 Ohm, STE 2/19	1
738 12	Mehrweckschalter	1
524 0135	Sensor-CASSY 2 Starter	1
524 013	Sensor-CASSY 2	1
739 5881	LIN-Bus PC Adapter USB	1
738 985	Kfz-Werkstattmultimeter	1
524 0431	30-A-Box	1
524 076	AUTO-BOX i	1
732 56	Kupplung 1,0	2
773 258	Kupplungs- und Wellenendabdeckung 1,0 transparent	2
773 115	Maschinen Grundbank 120 cm	1
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1*
738 027	Digitales Netzgerät 1...16 V/40 A	1
688 131	Netzkabel Typ G	1*
738 04	Kfz Starterbatterie 12 V	1*
738 043	Kfz-Batterie Anschluss-Set	1*
739 195	Verbindungskabel Kfz, Satz 7	1

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.1.1.2
738 05	Verbindungsleitungen I, Satz	2
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	2
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
738 9821	Sicherheitslaborkabel, Satz 51	1
501 46	Experimentierkabel 19 A, 100 cm, rot/blau, Paar	1
775 011DE	LIT-print: Drehstromgenerator	1
738 01	Kabel- und Steckerbox	1
500 593	Fehlersimulationsstecker schwarz, Satz 10	1
738 021	Batterieladegerät, Automatik	1
688 161	Reise-Stecker-Adapter	1*

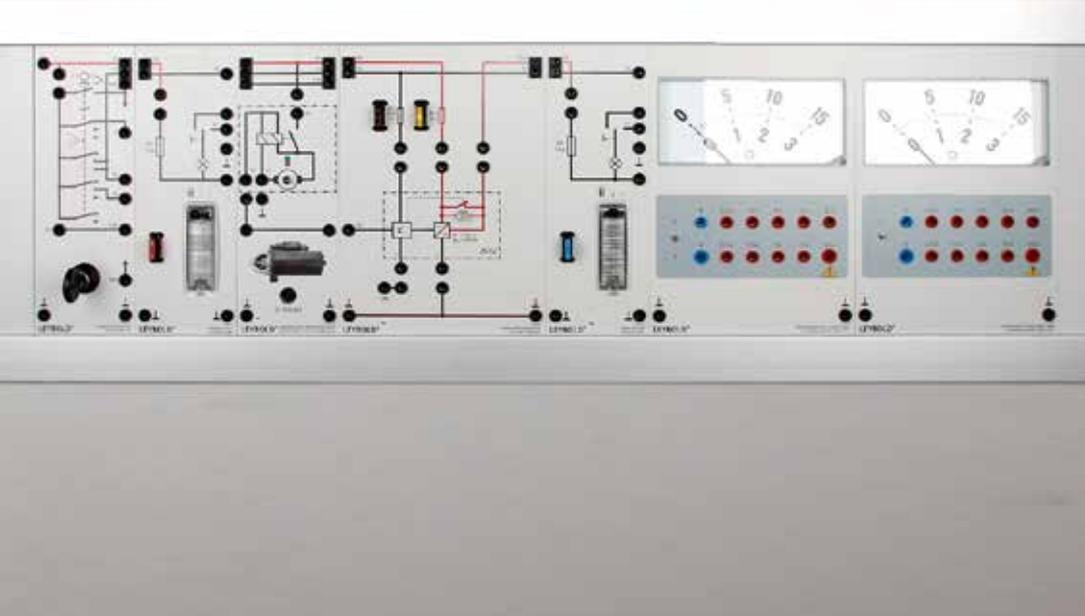
\* zusätzlich empfohlen

Der Drehstromgenerator - landläufig auch als „Lichtmaschine“ bezeichnet - ist eine als Generator betriebene Drehfeldmaschine, die mit Hilfe eines elektrischen Feldes eine drehzahlabhängige, dreiphasige Wechselspannung erzeugt. Da das Bordnetz als Gleichstromnetz konzipiert ist, muss diese Drehspannung noch gleichgerichtet werden. Zusätzlich kommt die Regelungstechnik ins Spiel: die Spannungshöhe soll unabhängig von der Motordrehzahl konstant bleiben. Dafür sorgt der hybride Multifunktionsregler.

In diesem Lehrsystem treibt ein dreiphasiger Elektromotor mit integriertem Frequenzumrichter den Kompaktgenerator an. Dabei kommt eine neuartige torsionselastische Kupplung zum Einsatz, wie sie in aktuellen Fahrzeugen verbaut wird, um die Antriebe kompakter im Motorraum anordnen zu können. Wie im Pkw auch, läuft der Generator in diesem System mit dreifacher Motordrehzahl. Dafür sorgt das zwischengeschaltete Riemengetriebe, so dass auch die Erzeugung hoher Abgabeleistungen möglich ist. Am Generator selbst sind Leistungs-Dioden auf 4-mm-Sicherheitsbuchsen zum Messen und Unterbrechen ebenso zugänglich wie die Drehstromwicklung.

## Bordnetz

A2.1.1.4  
Bordnetz von Start/Stop-Systemen



LERNFELDER:  
3, 6, 8, 11P

Bordnetz von Start/Stop-Systemen (A2.1.1.4)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.1.1.4
738 103	Zündstartschalter	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1
738 32	Spannungsstabilisator mit LIN-Bus	1
738 07	Innenleuchte	2
738 027	Digitales Netzgerät 1...16 V/40 A	1
688 131	Netzkabel Typ G	1*
738 871	Starterersatz mit Bordnetzsimulation	1
738 06	12 V - Bordsteckdose	1
727 20	Kfz-Messgerät Nullpunkt Links	2
739 5881	LIN-Bus PC Adapter USB	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
577 41	Widerstand 510 Ohm, STE 2/19	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	2
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
500 441	Experimentierkabel 19 A, 100 cm, rot	1
500 444	Experimentierkabel 19 A, 100 cm, schwarz	1
500 644	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, schwarz	2
500 641	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, rot	2
500 6181	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm, grau	2
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1

\* zusätzlich empfohlen

Das Bordnetz beschreibt den Aufbau und die Funktion des Energie- und Datenmanagements im modernen Fahrzeug. Es bildet den Zusammenschluss von Energieversorgung und -verteilung einschließlich deren Steuerung bzw. Regelung.

In dieser Experimentierreihe wird die Funktion des Spannungsstabilisators in Fahrzeugen mit Start/Stop-System untersucht.

### Beleuchtungsanlage

A2.1.2.1  
Kfz-Beleuchtung

LERNFELDER:  
1, 3, 4, 6

Weiterführende Ausstattung(en)  
A2.1.3.4 auf S. 48



Kfz-Beleuchtung (A2.1.2.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.1.2.1
738 103	Zündstartschalter	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1
738 1511	Kontrollleuchten KI	1
738 871	Starterersatz mit Bordnetzsimulation	1
738 114	Lichtsteuerung	1
738 295	Zentralelektrik	1
738 06	12 V - Bordsteckdose	1
738 11	Hauptlichtschalter	1
738 131	Lenkstockschalter mit Parklicht	1
738 190	Heckleuchten	1
738 1661	Frontscheinwerfer re Halogen und LED	1
738 1671	Frontscheinwerfer li Halogen und LED	1
738 152	Lampenüberwachung	1
739 573	Sollwertgeber Kfz	1
738 1822	Satz: Bi-Xenonscheinwerfer	1
739 195	Verbindungskabel Kfz, Satz 7	1
738 35	Normal- und Starktonhorn	1
738 373	Blinkersteuerung	1
738 372	Steuergerät Komfortblinker	1
738 38	Warnlichtschalter	1
738 361	Seitenblinker LED	2
739 760	Fahrerassistenz I	1
738 07	Innenleuchte	1*
738 075	Kofferraumleuchte	1*
738 08	Tür-Kontaktschalter	1*
738 311	Innenlichtsteuerung	1*
738 141	Nebellichtschalter	1*
738 18	Zusatzscheinwerfer	2*
738 09	Sicherungshalter	1
738 291	Relais 1S	2

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.1.2.1
738 28	Entlastungsrelais	1
738 30	Relais 1U	1
738 044	AGM-Batterie 12 V	1
738 043	Kfz-Batterie Anschluss-Set	1
537 321	Schiebewiderstand 9,5 Ohm	1
738 12	Mehrzweckschalter	1
LDS 00001	Handstoppuhr, digital	1
727 20	Kfz-Messgerät Nullpunkt Links	1
727 21	Kfz-Messgerät Nullpunkt Mitte	2
738 985	Kfz-Werkstattmultimeter	2
500 990	Adapterbuchsen, Satz 2	1
738 05	Verbindungsleitungen I, Satz	1
738 027	Digitales Netzgerät 1...16 V/40 A	1
688 131	Netzkabel Typ G	1*
726 26	Profilrahmen VT180, dreizeilig	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	7
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
738 9831	Sicherheitslaborkabel, Satz 102	1
689 0813	Satz 12 Kfz-Sicherungen ATO	1
689 0814	Satz 2 Kfz Flachsicherungsautomaten	1
775 012DE	LIT-print: Kfz-Beleuchtung	1
738 01	Kabel- und Steckerbox	1*
500 593	Fehlersimulationsstecker schwarz, Satz 10	1*
738 021	Batterieladegerät, Automatik	1*
688 161	Reise-Stecker-Adapter	1*

\* zusätzlich empfohlen

Beleuchtungsanlage

A2.1.2.2  
Ergänzung Anhänger



LERNFELDER:  
1, 3, 4, 6

Ergänzung Anhänger (A2.1.2.2)

Sehen und gesehen werden - die Fahrzeugbeleuchtung dient nicht nur dazu, dass der Fahrende die Straße besser sehen können, sondern auch dazu, dass diese besser gesehen werden. Damit ist die Beleuchtung einer der wichtigsten Bestandteile der Fahrzeugsicherheit. Aus diesem Grunde steht die Entwicklung verbesserter Beleuchtungssysteme nicht still und hat zum Einsatz von LEDs in Front- und Heckleuchten geführt. Zusätzlich werden die Systeme „automatisiert“, um die fahrende Person bei der Bedienung zu entlasten.

Zur Lichttechnik am Fahrzeug gehören definierte Aufgaben der Leuchten an der Fahrzeugfront, am Fahrzeugheck sowie im Innenraum. Auch wenn moderne Beleuchtungssysteme über Steuergeräte angesteuert werden, ist es unverzichtbar, konventionelle Schaltungen zu kennen.

Der moderne Scheinwerfer ist daher heute mehr als nur eine Lampe und eine Strahlenoptik. Er ist eine intelligente mechatronische Einheit bestehend aus Leuchtmitteln, Strahlenoptik, Elektromotoren und diversen Steuergeräten.

Bei Polyellipsoid-Scheinwerfern werden die austretenden Lichtstrahlen in einem weiteren Brennpunkt gebündelt. Wird in dessen Nähe eine Blende angeordnet, so entsteht eine exakte Hell-Dunkel-Grenze. Etwas weiter vorne kann dann das restliche Licht durch eine entsprechende Linse gleichmäßig auf die Fahrbahn verteilt werden. Bereits kurz nach dem Austritt aus dem Ellipsoid ist das Bündel von Lichtstrahlen erheblich kleiner als bei einem Paraboloid- oder Freiformreflektor. Erst jenseits der abschließenden Linse (mit kleiner Lichtaustrittsfläche) wird es wieder größer.

Unterschiedliche Beladungszustände des Fahrzeugs soll durch die Leuchtweitenregelung eine Blendung des Gegenverkehrs vermieden werden. Die Reflektoren sind vertikal schwenkbar gelagert und durch Elektromotoren verstellbar. Bei der automatischen Leuchtweitenregelung wird die Position des Aufbaus durch Niveaugeber erfasst und das Steuergerät gibt entsprechende Signale an die Elektromotoren.

Die konventionelle Blinkersteuerung braucht auf Komfortfunktionen moderner Fahrzeuge nicht zu verzichten. So ist beispielsweise das Autobahnblinken eine sinnvolle Erweiterung im Nachrüstbereich. Den Blinkerhebel einmal antippen und schon blinkt der Blinker drei Mal, ideal z. B. zum Spurwechsel. Diese Funktion lässt sich durch ein Modul in diesem System didaktisch einfach nachrüsten.

Komfortable und intelligente Steuerung der Innenbeleuchtung ist mittlerweile in allen PKW enthalten. So schaltet sich die Innenbeleuchtung z. B. direkt aus, wenn das Fahrzeug gestartet wird, wohingegen sie nach einiger Zeit langsam gedimmt ausgeht, wenn die Türen ohne Motorstart geschlossen wird. In dieser Ausstattung sind alle Komponenten inkl. einer Kofferraumbeleuchtung auf praxisorientiertem Niveau enthalten.

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.1.2.2
738 27	Anhängerbeleuchtung	1
738 251	Anhängersteckdose 13-polig	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1

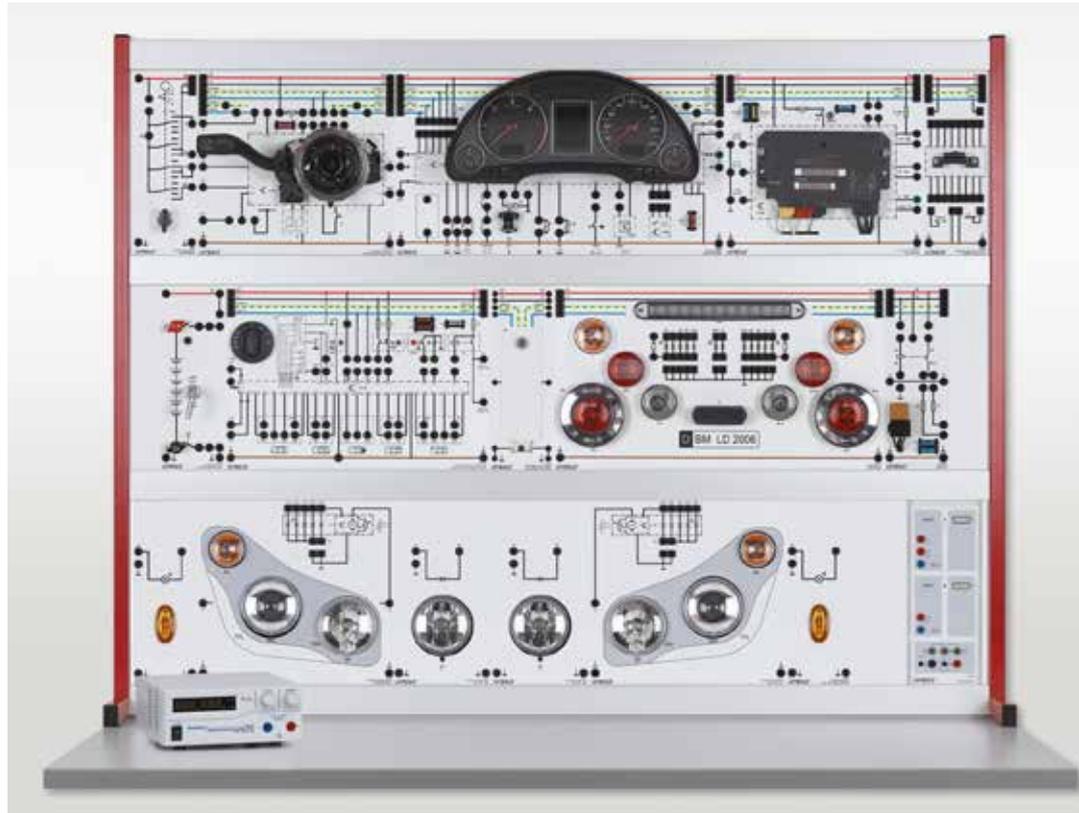
Besonders bei Anhängerbetrieb sind einige Vorschriften zu beachten. Der richtige Anschluss der Anhängersteckdose, die Überwachung der Blinkanlage sowie die automatische Abschaltung der Nebelschlussleuchte am Zugfahrzeug müssen gewährleistet sein.

### Vernetzte Beleuchtungsanlage

A2.1.3.1  
Kfz-Beleuchtung mit CAN-Bus

LERNFELDER:  
1, 3, 4, 11P, 11N, 11S

Weiterführende Ausstattung(en)  
A2.6.1.1 auf S. 67



Kfz-Beleuchtung mit CAN-Bus (A2.1.3.1)

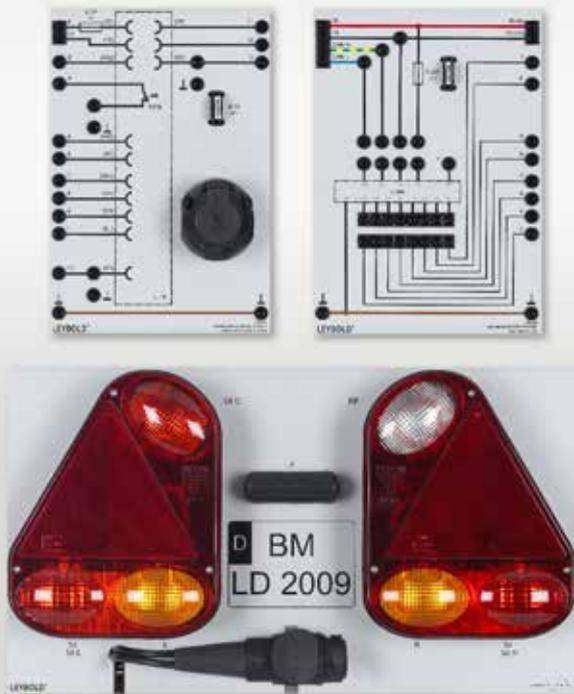
Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.1.3.1
738 1822	Satz: Bi-Xenonscheinwerfer	1
739 195	Verbindungskabel Kfz, Satz 7	1
738 111	Kfz-Beleuchtung mit CAN-Bus	1
738 1121	Kfz-Diagnose-Adapter	1
738 291	Relais 1S	2
738 06	12 V - Bordsteckdose	1
738 103	Zündstartschalter	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1
738 190	Heckleuchten	1
738 361	Seitenblinker LED	2
738 18	Zusatzscheinwerfer	2
739 760	Fahrerassistenz I	1
739 6021	Kombiinstrument	1
579 13	Kippschalter STE 2/19	1
577 79	Stellwiderstand 1 kOhm, STE 2/19	1
577 321	Widerstand 120 Ohm, STE 2/19	2
578 02	Fotowiderstand LDR 05, STE 2/19	1
578 611	Fototransistor STE 2/19	1
739 654	Lenkwinkelsensor	1*
579 163	PWM/PFM-Generator, STE 2/50	1
738 4911S	Fehlersimulator Kfz, Starter	1
738 975	Diagnoseanschluss 16-polig	1
500 593	Fehlersimulationsstecker schwarz, Satz 10	1*
737 9803	Kfz Diagnose-Adapter CAN+USB	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
773 961	CAN-Bus-Multi-Adapter	1
524 0431	30-A-Box	1
738 027	Digitales Netzgerät 1...16 V/40 A	1
688 131	Netzkabel Typ G	1*
500 990	Adapterbuchsen, Satz 2	1

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.1.3.1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	14
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	2
738 9831	Sicherheitslaborkabel, Satz 102	1
501 45	Experimentierkabel 19 A, 50 cm, rot/blau, Paar	1
689 0813	Satz 12 Kfz-Sicherungen ATO	1
689 0814	Satz 2 Kfz Flachsicherungsautomaten	1
775 013DE	LIT-print: Kfz-Beleuchtung CAN-Bus	1
738 05	Verbindungsleitungen I, Satz	1
726 256	Profilrahmen VT160, dreizeilig	1
739 5835	Fahrzeugtür FS	1*
739 5836	Fahrzeugtür BFS	1*
738 01	Kabel- und Steckerbox	1*

\* zusätzlich empfohlen

## Vernetzte Beleuchtungsanlage

A2.1.3.2  
Ergänzung Anhängersteuerung



LERNFELDER:  
1, 3, 4, 11P, 11N, 11S

### Ergänzung Anhängersteuerung (A2.1.3.2)

Mit zunehmender Datenübertragung und Vernetzung im Kfz-Bereich wird auch das Beleuchtungs- und Bordnetzmanagement im modernen Pkw von vernetzten Steuergeräten übernommen, die über CAN- und LIN-Bus miteinander austauschen.

Das Lehrsystem besteht aus einem Lenkstockschalter mit Steuereinheit, sowie dem Bordnetzsteuergerät zur Ansteuerung der Front- und Heckleuchten. Es kann um ein Komfortsteuergerät, ein Kombiinstrument mit integriertem Gateway und um ein Steuergerät zur automatischen Anhängererkennung erweitert werden.

Im Experiment können moderne Steuergerätefunktionen untersucht werden wie:

- Lampenkaltüberwachung
- Lampenwarmüberwachung
- Spurwechselblinken
- Tagesfahrlicht
- Automatisches Fahrlicht
- Automatische Umfeldbeleuchtung oder
- PWM-angesteuerte Rücklichter.

Des Weiteren können werkstattrelevante Messungen am Low-speed- und am High-speed-CAN-Datenbus durchgeführt werden. Zur Durchführung der Fehlersuche durch die Auszubildenden eignet sich dazu der abschließbare Fehlersimulator (738 585), der ergänzend zu allen nach ISO standardisierten Fehler, noch zusätzliche praxisnahe Fehler aufschalten kann oder der funkfernbedienbare Universalfehlersimulator Kfz (738 491).

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.1.3.2
738 251	Anhängersteckdose 13-polig	1
738 263	CAN Anhängersteuergerät	1
738 27	Anhängerbeleuchtung	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	3
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1

Bei CAN-Bus gesteuerten Beleuchtungsanlagen mit Bordnetzsteuergerät darf die Anhängersteckdose nicht einfach parallel zu den vorhandenen Heckleuchten angeschlossen werden. Vielmehr ist es nötig, ein entsprechendes Steuergerät zwischenzuschalten und in die CAN-Topologie einzubinden.

### Vernetzte Beleuchtungsanlage

A2.1.3.4  
LED-Scheinwerfer

LERNFELDER:  
1, 3, 4, 11P, 11N, 11S



LED-Scheinwerfer (A2.1.3.4)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.1.3.4
738 189	LED-Vollscheinwerfer	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1
739 5881	LIN-Bus PC Adapter USB	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
467 251	Kompakt-Spektrometer, Physik	1
739 580	Messgerät Datenbus	1
738 027	Digitales Netzgerät 1...16 V/40 A	1
688 131	Netzkabel Typ G	1*
500 644	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, schwarz	2
500 647	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, braun	3
500 641	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, rot	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
460 251	Faserhalter	1
500 990	Adapterbuchsen, Satz 2	1
300 11	Sockel	1
301 339	Standfüße, Paar	1
747 516	Schraubendreher, sechskant 6 mm	1
689 0813	Satz 12 Kfz-Sicherungen ATO	1
689 0814	Satz 2 Kfz Flachsicherungsautomaten	1
775 015DE	LIT-print: LED-Vollscheinwerfer	1

\* zusätzlich empfohlen

Nachdem LEDs (Lichtausstrahlende Dioden, Light Emitting Diodes) in den Heckleuchten des Fahrzeugs als „Signalleuchten“ eingesetzt wurden, können superhelle LEDs auch in Frontscheinwerfern als Hauptlicht zu Beleuchtungszwecken genutzt werden. LEDs bieten im Gegensatz zu Halogen- und Xenonstrahlern eine höhere Effizienz, längere Lebensdauer und vor allem eine größere Flexibilität in der Gestaltung der Fahrzeugfront.

Mit dieser Ausstattung können im Unterricht folgende Themen experimentell erarbeitet werden:

- LEDs als Beleuchtungselement
- Lichtfunktionen (z. B. TFL)
- Sonderlichtfunktionen (z. B. Allwetterlicht)
- Leuchtweitenverstellung
- Beleuchtungselement LED nach ECE
- Gesetzliche Regelungen nach ECE
- Prüfen und Einstellen von Scheinwerfern
- Serviceaufträge und Fehlersuche
- Lesen von Schaltplänen und Diagnosestrategien
- Spektralanalyse von LED-Licht

## Nachrüsten von Elektrosystemen

A2.1.4.1  
Elektrosysteme 230 VAC



LERNFELDER:  
6, 12S, 14P, 14N, 14S

Elektrosysteme 230 VAC (A2.1.4.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.1.4.1
738 061	Wechselrichter 12/230 V	1
502 05	Mess-Anschlusskasten	1
505 3181	Energiesparlampe 230 V/11 W, E27	1
505 302	Halogenlampe 230 V/ 46 W, E27	2
729 13	Lampenfassung E27	2
738 06	12 V - Bordsteckdose	1
738 103	Zündstartschalter	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1
738 02	Netzteil Kfz 13,8 V/36 A	1
500 597	Kfz Sicherungsmessadapter	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
524 0431	30-A-Box	1
524 220	CASSY Lab 2	1
727 293	Isolationstester digital	1
726 19	Profilrahmen SL85, einzeilig	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1
738 9821	Sicherheitslaborkabel, Satz 51	1
738 01	Kabel- und Steckerbox	1*
500 593	Fehlersimulationsstecker schwarz, Satz 10	1*
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1*
775 014DE	LIT-print: Elektrosystemnachrüstung	1

\* zusätzlich empfohlen

Für Autofahrer\*Innen von heute ist das Kraftfahrzeug Bestandteil des normalen Alltags. Dazu gehört, dass zahlreiche Fahrzeugeigentümer\*Innen die üblichen, tragbaren Gebrauchs- und Unterhaltungsgeräte auch im Auto nutzen möchten. Automobilhersteller liefern deshalb auf Wunsch ihre Modelle bereits mit integrierter 230-V-Steckdose aus. Alternativ gibt es vielfältige Lösungen im Nachrüstsegment, die - angeschlossen an die 12 V Bordsteckdose - eine Spannung von 230 V bereitstellen.

Aus diesem Umstand ergeben sich für die Kfz-Mechatroniker ganz neue Aufgabenstellungen und Problematiken:

- Dürfen Kfz-Mechatroniker an einer solchen Anlage nachrüsten?
- Müssen Sie daran Reparaturen durchführen?
- Sind eventuell VDE-Vorschriften zu beachten?

Diese Fragen einerseits und natürlich die Technik andererseits werden in diesem Lernfeld eingehend untersucht.

- Was ist ein Wechselrichter?
- Und wie funktioniert dieser?
- Wie verhält es sich mit dem Personenschutz?
- Welche Fehler können auftreten und wie sind diese zu diagnostizieren und zu beseitigen?

### Nachrüsten von Elektrosystemen

A2.1.4.2  
Komfortsystem Richtungsblinker

LERNFELDER:  
3, 4, 9, 14P, 14N, 14S

Weiterführende Ausstattung(en)  
zu Komfortsysteme ab S. 58



Komfortsystem Richtungsblinker (A2.1.4.2)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.1.4.2
738 373	Blinkersteuerung	1
738 372	Steuergerät Komfortblinker	1
738 295	Zentralelektrik	1
738 103	Zündstartschalter	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1
738 131	Lenkstockschalter mit Parklicht	1
738 38	Warnlichtschalter	1
738 1511	Kontrollleuchten KI	1
738 36	Blinkleuchte	2
738 361	Seitenblinker LED	2
738 190	Heckleuchten	1
739 760	Fahrerassistenz I	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
738 02	Netzteil Kfz 13,8 V/36 A	1
LDS 00001	Handstoppuhr, digital	1
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	4
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
738 9821	Sicherheitslaborkabel, Satz 51	1
500 593	Fehlersimulationsstecker schwarz, Satz 10	1*
738 01	Kabel- und Steckerbox	1*
775 014DE	LIT-print: Elektrosystemnachrüstung	1

\* zusätzlich empfohlen

Das ist vor allem bei Überholvorgängen sehr angenehm: Das Ausscheren sowie das Wiedereinordnen wird durch das mehrmalige Blinken deutlich angekündigt, wie es die Straßenverkehrsordnung (STVO) in §5 verlangt. Nachfolgende Fahrzeuge werden ausreichend gewarnt und der/die überholende Fahrer\*In kann sich voll auf das Verkehrsgeschehen konzentrieren. Diese „Nachblinkfunktion“ ist ein Komfort-Detail, das vielen älteren Serien-Fahrzeugen fehlt und nun nachzurüsten ist.

Diese Nachrüstung wird in diesem Themengebiet eingehend und praxisnah untersucht:

- Wie sind die vorhandenen Blinker geschaltet?
- Wie ist der Stromlaufplan der Bedienungsanleitung zu lesen?
- Wie ist das auf das Fahrzeug zu übertragen?
- Wo ist das Nachrüstgerät anzuschließen?
- Das Modul funktioniert nicht – warum?

Um einen optimalen Praxisbezug herzustellen, wird mit der Original-Bedienungsanleitung sowie dem Original-Kabelsatz gearbeitet.

Nachrüsten von  
Elektrosystemen

A2.1.4.3  
Abbiegelicht



LERNFELDER:  
3, 4, 9, 11, 14

Abbiegelicht (A2.1.4.3)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.1.4.3
738 113N	Abbiegelicht Net	1
738 291	Relais 1S	1
738 111	Kfz-Beleuchtung mit CAN-Bus	1
738 1822	Satz: Bi-Xenonscheinwerfer	1
738 103	Zündstartschalter	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1
738 06	12 V - Bordsteckdose	1
739 6021	Kombiinstrument	1
738 190	Heckleuchten	1
739 654	Lenkwinkelsensor	1
738 18	Zusatzscheinwerfer	2
739 760	Fahrerassistenz I	1
738 361	Seitenblinker LED	2
579 163	PWM/PFM-Generator, STE 2/50	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
773 961	CAN-Bus-Multi-Adapter	1
313 12	Handstopppuhr, digital	1
738 02	Netzteil Kfz 13,8 V/36 A	1
738 9821	Sicherheitslaborkabel, Satz 51	1
739 195	Verbindungskabel Kfz, Satz 7	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	10
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	2
577 321	Widerstand 120 Ohm, STE 2/19	2
577 79	Stellwiderstand 1 kOhm, STE 2/19	1
726 256	Profilrahmen VT160, dreizeilig	1
738 01	Kabel- und Steckerbox	1
738 05	Verbindungsleitungen I, Satz	1
689 0808	Satz 5 Kfz-Minisicherungen	1
775 016DE	LIT-print: Abbiegelicht	1

Da herkömmliche Fahrzeugbeleuchtung für Geradeausfahrt konstruiert ist, werden Kurven oder Seitenstraßen beim Abbiegen schlecht ausgeleuchtet. Daher wurden Systeme entwickelt, die die Scheinwerfer in Abhängigkeit von der Lenkradstellung zunächst rein mechanisch, später dann elektrisch schwenken konnten. Dieses System ist bis heute unter dem Begriff „Dynamisches Kurvenlicht“ bekannt. Das statische Abbiegelicht ist als Ergänzung dazu ein zur Seite gerichtetes Zusatzlicht zum normalen Fahrlicht.

**Themen:**

- Zusatzsysteme/Zusatzaggregate
- Gesetzliche Vorschriften (ECE)
- Einbauanleitung und Installationsvorschriften
- Schaltpläne, Schaltzeichen, Klemmenbezeichnungen
- Leitungen, Leitungsverbindungen
- Elektrische und elektronische Bauelemente, Baugruppen und Systeme
- Elektrische und elektronische Schaltungen, Grundgrößen und Signale
- Vorschriften zur Prüfung elektrischer/elektronischer Systeme
- Vorschriften zum Prüfen und Einstellen von Scheinwerfern
- Arbeitssicherheit und Unfallverhütung im Umgang mit elektrischen Bauteilen

### Zündsysteme

#### A2.3.1.3

#### Verteilerlose Spulenzündanlage (DIS)

#### LERNFELDER:

1, 5, 8

Weiterführende Ausstattung(en)  
zur Elektromobilität ab S. 76



Verteilerlose Spulenzündanlage (DIS) (A2.3.1.3)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.3.1.3
738 5161	Universalzündmodul (UESC)	1
738 103	Zündstartschalter	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1
739 43	Universal-Verteilerantrieb	1
738 517	DIS-Zweifunken-Zündspule	1
738 518	DIS-Zündkabelsatz	1
738 515	Kurbelwellen-Sensor	1
738 441	Zündkerzenaufnahme	1
579 06	Schraubfassung E10, oben, STE 2/19	4
590 83	Spule 500 Windungen STE 2/50	2
590 84	Spule 1000 Windungen STE 2/50	2
593 21	Trafokern, zerlegbar	2
505 36	Glimmlampe 110 V, E10	4
576 74	Rastersteckplatte DIN A4, STE	1
375 58	Vakuum-Handpumpe	1
738 02	Netzteil Kfz 13,8 V/36 A	1
738 985	Kfz-Werkstattmultimeter	1
524 031	Stromquellen-Box	1
524 0431	30-A-Box	1
524 076	AUTO-BOX i	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
728 950	Schnittstellenisolator USB/USB	1
738 989	Werkstatt-OT-Geber	1
738 986	Induktiver Impulsgeber	1
775 031DE	LIT-print: Verteilerlose Zündsysteme	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	2
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
738 9821	Sicherheitslaborkabel, Satz 51	1
500 596	Sicherheitsbrückenstecker STE 2/19, Satz 10	1
501 48	Brückenstecker STE 2/19, Satz 10	1

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.3.1.3
501 46	Experimentierkabel 19 A, 100 cm, rot/blau, Paar	1
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1
738 05	Verbindungsleitungen I, Satz	1
500 593	Fehlersimulationsstecker schwarz, Satz 10	1*
738 01	Kabel- und Steckerbox	1*

\* zusätzlich empfohlen

Gemischbildung und Zündung sind die wesentlichen Merkmale, die einen Ottomotor auszeichnen. Nachdem das Luft-Kraftstoff-Gemisch gebildet wurde, muss es sicher und zum richtigen Zeitpunkt entflammt werden. Das ist die Aufgabe der Zündung.

Die Weiterentwicklung im Bereich Zündung von der konventionellen Spulenzündung (SZ) und der Transistorzündung (TZ) zur Elektronischen Zündung (EZ) und zur Vollelektronischen Zündung (VZ) vollzog sich seit 1982. Während bei der EZ die Hochspannungsverteilung noch mechanisch erfolgt, wird diese in der VZ rein elektronisch realisiert. Damit enthält letztere keine verschleißbehafteten Teile mehr. Die Zündzeitpunktverstellung geschieht elektronisch unter Berücksichtigung verschiedener Größen, wie z. B. der Motordrehzahl.

Mit den Geräten dieser Ausstattung werden die Grundlagen der DIS-Zündung untersucht. DIS bedeutet „Distributorless Ignition System“ und beschreibt ein Zündsystem ohne Verteiler.

## Zündsysteme

A2.3.1.4

Verteilerlose Spulenzündanlage (EFS)



LERNFELDER:  
1, 5, 8

Weiterführende Ausstattung(en)  
zur Elektromobilität ab S. 76

Verteilerlose Spulenzündanlage (EFS) (A2.3.1.4)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.3.1.4
738 5161	Universalzündmodul (UESC)	1
738 103	Zündstartschalter	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1
739 43	Universal-Verteilerantrieb	1
738 515	Kurbelwellen-Sensor	1
738 481	Einzelfunken-Zündsystem (EFS)	1
738 443	Stabzündspulensystem	2
579 06	Schraubfassung E10, oben, STE 2/19	4
590 83	Spule 500 Windungen STE 2/50	2
590 84	Spule 1000 Windungen STE 2/50	2
593 21	Trafokern, zerlegbar	2
505 36	Glimmlampe 110 V, E10	2
576 74	Rastersteckplatte DIN A4, STE	1
375 58	Vakuumpumpe	1
738 02	Netzteil Kfz 13,8 V/36 A	1
738 985	Kfz-Werkstattmultimeter	2
524 031	Stromquellen-Box	1
524 0431	30-A-Box	1
524 076	AUTO-BOX i	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
728 950	Schnittstellenisolator USB/USB	1
738 989	Werkstatt-OT-Geber	1
738 986	Induktiver Impulsgeber	1
775 031DE	LIT-print: Verteilerlose Zündsysteme	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	2
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
738 9821	Sicherheitslaborkabel, Satz 51	1
500 596	Sicherheitsbrückenstecker STE 2/19, Satz 10	1
501 48	Brückenstecker STE 2/19, Satz 10	1
738 05	Verbindungsleitungen I, Satz	1

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.3.1.4
501 46	Experimentierkabel 19 A, 100 cm, rot/blau, Paar	1
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1
500 593	Fehlersimulationsstecker schwarz, Satz 10	1*
738 01	Kabel- und Steckerbox	1*

\* zusätzlich empfohlen

Bei der Einzelfunken-Zündspule bilden jeweils eine Zündspule und eine Zündkerze eine kompakte Einheit. Dabei liegt eine Seite der Sekundärwicklung stets auf Masse, die andere Seite ist hingegen direkt an die Zündkerze angeschlossen.

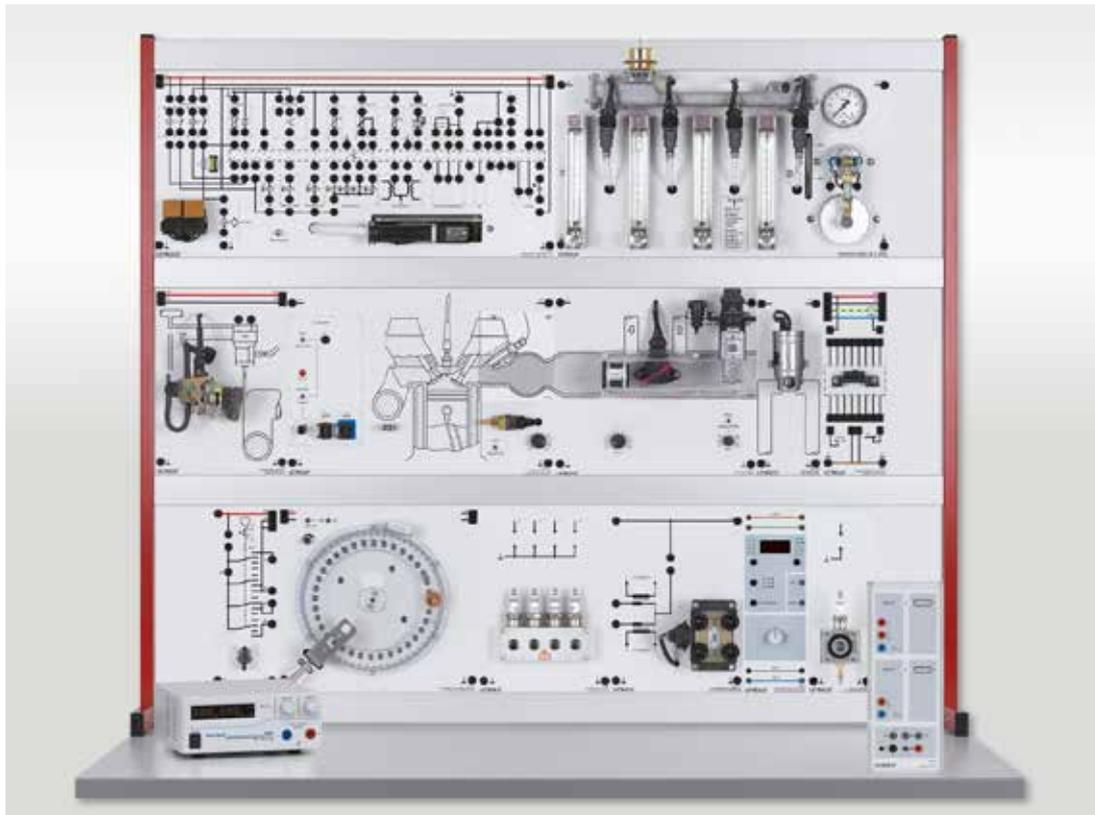
Die Kernkomponenten bilden dabei das Einzelfunkenzündsystem sowie die Stabzündspulen.

Durch das fehlende Zündkabel kann kein kapazitiver Spannungsaufnehmer mehr an die Zuleitung zur Zündkerze angeschlossen werden. Die Systemlehrplatte „Einzelfunkenzündsystem“ ist daher mit zwei Messausgängen bestückt, um das Sekundärszillogramm aufnehmen zu können.

### Gemischaubereitung Benzin

A2.3.2.1  
Benzineinspritzung

LERNFELDER:  
1, 5, 8, 11P, 11N, 11S, 12P, 12S



Benzineinspritzung (A2.3.2.1)

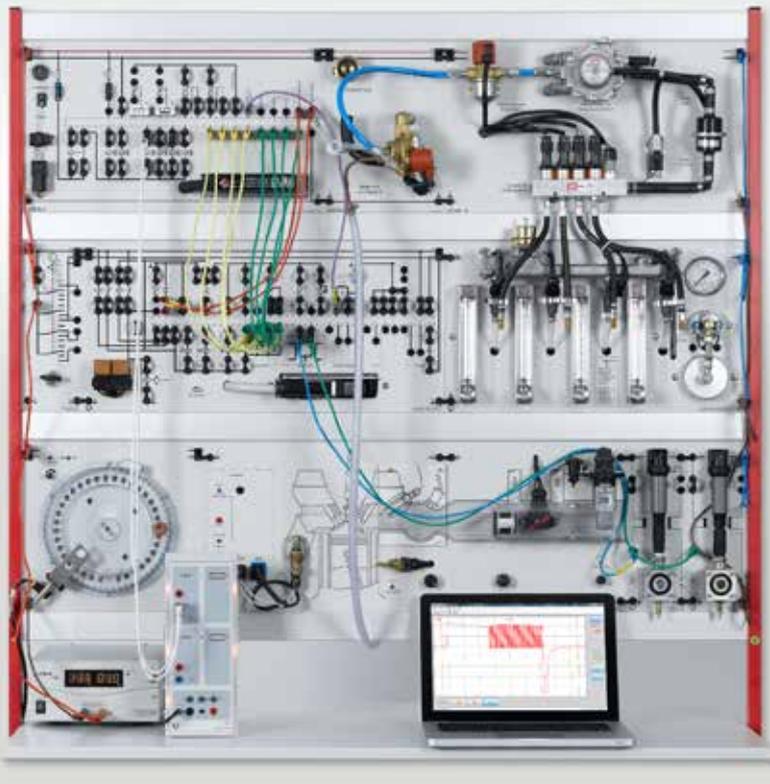
Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.3.2.1	A2.3.2.2
739 402	Motorsteuergerät Benzin	1	1
739 37	Auswerteeinheit Motronik	1	1
738 517	DIS-Zweifunken-Zündspule	1	
739 255	Elektrisches AGR-Ventil	1	
739 191	Ersatzplatte Motor	1	1
739 03	Klopfsensor	1	
739 42	Kurbelwinkelgeber	1	1
739 421	Kabel für Kurbelwinkelgeber	1	
739 271	Lambdasonde beheizt	1	1
739 253	Leerlaufsteller	1	1
739 411	Luftmassen-Messer LH-Motronik	1	1
738 431	Schwungrad mit Sensoraufnahme	1	1
738 441	Zündkerzenaufnahme	1	
738 518	DIS-Zündkabelsatz	1	
738 103	Zündstartschalter	1	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1	1
524 013S	Sensor-CASSY 2 Starter	1	1
524 076	AUTO-BOX i	1	1
738 989	Werkstatt-OT-Geber	1	1
738 986	Induktiver Impulsgeber	1	
739 589	Software: Kfz-Diagnosetester	1	1
737 9807	Kfz-Diagnoseadapter Opel USB	1	1
738 9811	Silikonöl M5 blau, 1 Liter	2	2
726 18	Profilrahmen T130, dreizeilig	1	1
738 027	Digitales Netzgerät 1...16 V/40 A	1	1
688 131	Netzkabel Typ G	1*	1*
726 962	Funktionsgenerator 200 kHz	1	
500 990	Adapterbuchsen, Satz 2	1	1
577 80	Stellwiderstand 10 kOhm, STE 2/19	1	
577 38	Widerstand 330 Ohm, STE 2/19	1	

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.3.2.1	A2.3.2.2
577 97	Widerstandsdekade 10 Ohm...11,1 kOhm, STE 4/50/100	1	
375 58	Vakuum-Handpumpe	1	1
738 442	Einzeldruckkammer	1*	
738 998	Überdruckpumpe, fußbetätigt	1*	
666 711	Butangasbrenner	1	
666 712ET3	Butangas-Stechkartusche, 190 g, Satz 3	1	
666 555	Universalklemme 0...80 mm	1*	
666 733	Gasanzünder, Piezo	1*	
300 02	Stativfuß V-förmig, klein	1*	
301 01	Leybold-Muffe	1*	
300 41	Stativstange 25 cm, 12 mm Ø	1*	
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	6	10
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1	1
739 195	Verbindungskabel Kfz, Satz 7	1	1
738 9821	Sicherheitslaborkabel, Satz 51	1	1
665 010	Trichter PP, 100 mm Ø	1*	1*
775 032DE	LIT-print: Benzineinspritzung	1	
738 05	Verbindungsleitungen I, Satz	1	1
738 01	Kabel- und Steckerbox	1*	1*
738 4911S	Fehlersimulator Kfz, Starter	1*	1*
500 593	Fehlersimulationsstecker schwarz, Satz 10	1*	1*
739 405	LPG Gas-System		1
738 443	Stabzündspulensystem		2
738 9991	Gleich-/Wechselstromzange		1
738 985	Kfz-Werkstattmultimeter		1
577 79	Stellwiderstand 1 kOhm, STE 2/19		1
577 81	Stellwiderstand 4,7 kOhm, STE 2/19		1
577 83	Stellwiderstand 100 kOhm, STE 2/19		1
739 406	LPG Zündkerzen, Satz 4 Stück		1
747 800	Werkzeugsatz Zündkerze		1

### Gemischaufbereitung Benzin

A2.3.2.2  
LPG Nachrüstsystem

LERNFELDER:  
1, 5, 8, 11P, 11N, 11S, 12P, 12S



LPG Nachrüstsystem (A2.3.2.2)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.3.2.1	A2.3.2.2
744 600	Geräuscharmer Kompressor		1
775 036DE	LIT-print: Gasantrieb		1
689 0813	Satz 12 Kfz-Sicherungen ATO		1*
689 0814	Satz 2 Kfz Flachsicherungsautomaten		1*

\* zusätzlich empfohlen

Motormanagement-Systeme haben die Aufgabe, die elektronische Einspritzung mit der ebenfalls elektronischen Zündung in einem einzigen Motorsteuergerät zu kombinieren.

Im Laufe der Zeit kamen weitere Funktionen hinzu:

- Leerlaufdrehzahlregelung
- Lambda-Regelung
- Abgasrückführung
- Klopfregelung
- Eigendiagnose

Die LH-Motronik ist im klassischen Experimentierplattenstil mit rückwärtiger Signalverkabelung aufgebaut. So gestattet dieser Aufbau die Untersuchung aller Komponenten einer Zünd- und Einspritzsteuerung mit ruhender Verteilung und Einzeleinspritzung.

Dazu gehören sensorseitig:

- der Luftmassenmesser
- das Drosselklappenpotentiometer
- die Lambdasonde
- die Motor-/Lufttemperatur
- der Klopfsensor
- der Drehzahlgeber

sowie aktorseitig:

- der Leerlaufsteller
- das Abgasrückführventil
- die DIS-Spulenzündung
- die Einspritzventile.

Die Fehlerdiagnose ist mit geeigneten Testern über die OBD-Buchse bzw. über eine Blinkcodeausgabe möglich.

Prinzipiell können alle Fahrzeuge mit Benzinmotor auf den Betrieb mit komprimiertem Erdgas (CNG) oder Flüssiggas (LPG) nachgerüstet werden. Während der Fahrt kann jederzeit von Benzin- auf Gasbetrieb oder umgekehrt umgeschaltet werden. Niedrige Treibstoffkosten und günstige Schadstoffemission sprechen für diese Umrüstung.

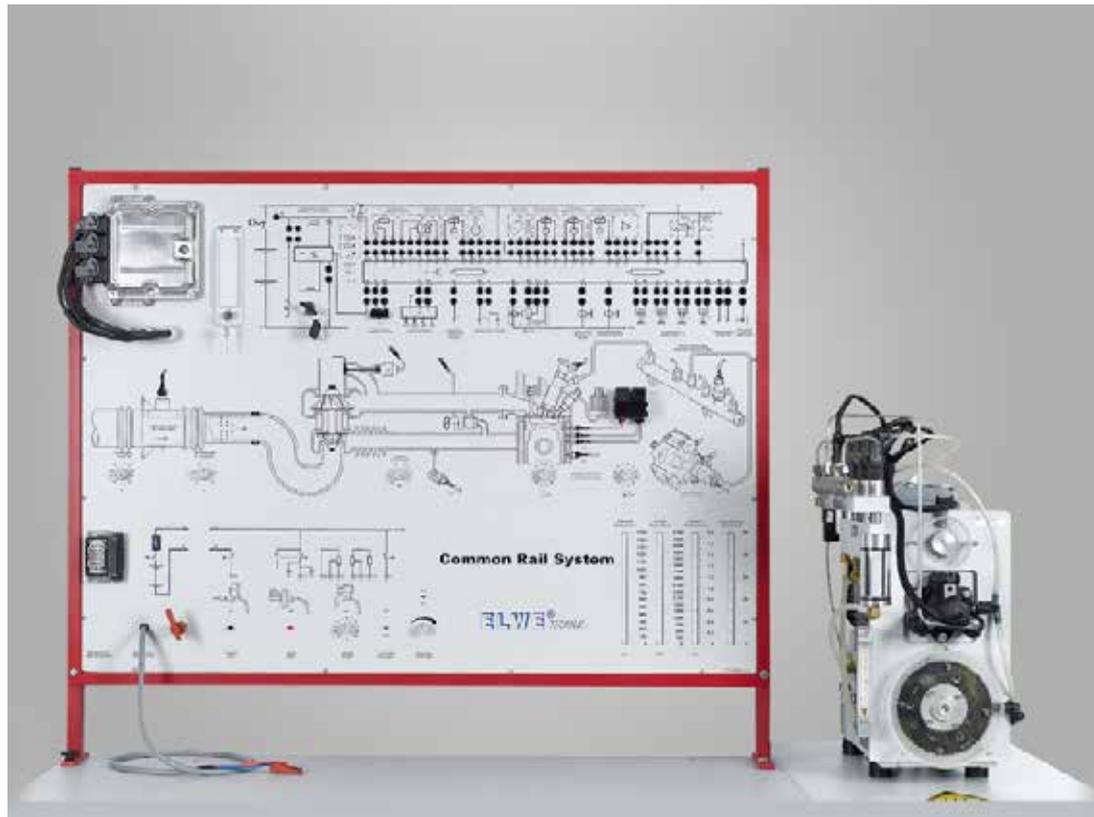
LEYBOLD bietet mit dem System A2.3.2.1 „Benzineinspritzung“ mit der LH-Motronik eine Ausstattung an, die alle Komponenten für eine Nachrüstung mit LPG enthält. Und das alles vollkommen ungefährlich. Das Flüssiggas wird durch ein ungiftiges und nicht-brennbares Ersatzgas simuliert. So ist eine Gefährdung für die Auszubildenden ausgeschlossen.

### Gemischaubereitung Diesel

A2.3.3.4  
Common Rail

LERNFELDER:  
1, 5, 8, 11P, 11N, 11S, 12P, 12S

Weiterführende Ausstattung(en)  
zur Elektromobilität ab S. 76



Common Rail (A2.3.3.4)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.3.3.4
8-1 503440-001-12-0	Experimentierstand „Common Rail“	1
8-1 503431-100-02-0	Hydraulikaggregat „Common Rail“	1
854 883	Fahrbarer Versuchsstand 1300	1
738 027	Digitales Netzgerät 1...16 V/40 A	1
688 131	Netzkabel Typ G	1*
598 141	Wechselstrom-Elektrozarge	1
738 9821	Sicherheitslaborkabel, Satz 51	1
500 990	Adapterbuchsen, Satz 2	1
775 037DE	LIT-print: Common Rail	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
524 0431	30-A-Box	1
524 076	AUTO-BOX i	1
739 004	DMM für Elektrofahrzeuge	1
739 001	Infrarot-Thermometer	1
739 008	IR-Wärmebildkamera	1

\* zusätzlich empfohlen

Dieselmotoren sind Hubkolbenmotoren mit Selbstzündung. Dazu muss der Kraftstoff in den Brennraum direkt eingespritzt werden, um dann verdichtet und auf 700° C bis 900° C erhitzt zu werden. Diese Temperatur reicht aus, um das Gemisch zu zünden. Der Bedarf an immer höheren Einspritzdrücken führte weg von der Verteilereinspritzpumpe hin zu Hochdrucksystemen wie Pumpe-Düse oder Common Rail.

Neben modernsten Dieselmotoren als Funktionsmodell bietet die LD DIDACTIC ein Dieselschnellstartsystem als Lehrplattensystem für den Einsatz im Klassenraum an.

Die Common-Rail-Technik ist das weltweit am weitesten verbreitete Diesel-Einspritzsystem in der Kfz-Produktion. Hierbei werden anstelle der zuvor verwendeten Verteilerpumpe mit aufwendiger Mechanik und den Einspritzdruck bestimmenden Einspritzdüsen eine wesentlich einfacher aufgebaute Hochdruckpumpe mit variabler Fördermenge und einem Druck bis zu 1200 bar sowie elektrisch betätigte Einspritzventile eingesetzt.

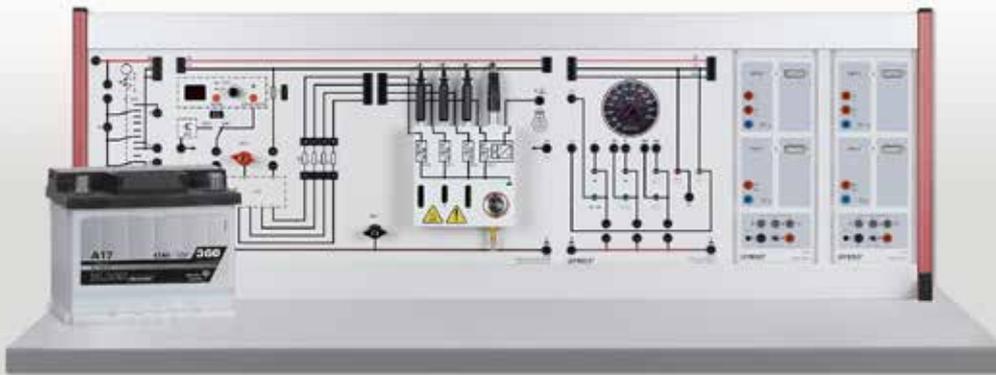
Die zum System gehörenden Teile des Aggregats werden durch einen 3~-Induktionsmotor an einem Frequenzumrichter angetrieben. Somit kann die Drehzahl stufenlos von Leerlauf bis Abregelgrenze eingestellt werden.

Das Aggregat besteht aus folgenden Original-Komponenten:

- Vorförder- und Hochdruckpumpe
- Kraftstofffilter
- Rail (Druckspeicher) mit Drucksensor und -regelventil
- 4-Einspritzdüsen (Injektoren)
- Nockenwellensensor
- Kurbelwellensensor
- Kraftstoffkühler
- Vorratstank für Dieseleratzkraftstoff
- Einspritzmengenmesser
- Schauglas zur Beobachtung des Einspritzvorgangs

### Gemischaufbereitung Diesel

A2.3.3.5  
Diesel Schnellstartsystem



LERNFELDER:  
1, 5, 8, 11P, 11N, 11S, 12P, 12S

Weiterführende Ausstattung(en)  
zur Elektromobilität ab S. 76

Diesel Schnellstartsystem (A2.3.3.5)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.3.3.5
738 103	Zündstartschalter	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1
740 306	Diesel Schnellstart-System	1
738 1511	Kontrollleuchten KI	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
524 013S	Sensor-CASSY 2 Starter	1
524 0673	NiCr-Ni-Adapter S, Typ K	1
529 676	Temperaturfühler NiCr-Ni, 1,5 mm, Typ K	1
739 580	Messgerät Datenbus	1
739 836	Milliohm Messgerät	1
313 033	Elektronische Stoppuhr P	1*
LDS 00001	Handstoppuhr, digital	1
738 044	AGM-Batterie 12 V	1
738 043	Kfz-Batterie Anschluss-Set	1
738 021	Batterieladegerät, Automatik	1
688 161	Reise-Stecker-Adapter	1*
738 05	Verbindungsleitungen I, Satz	2
726 19	Profilrahmen SL85, einzeilig	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
500 641	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, rot	4
500 617	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm, braun	4
500 421	Experimentierkabel 19 A, 50 cm, rot	1
775 038DE	LIT-print: Diesel Schnellstartsystem	1
590 011	Klemmstecker	2

\* zusätzlich empfohlen

Neben dem bekannten Vorglühen für verbesserte Starteigenschaften eines Selbstzünders sorgt ein kontrolliertes Nachglühen für eine schnelle Erwärmung des Brennraums und somit für eine Reduzierung der Abgasemission.

LEYBOLD hat daher das „Diesel-Schnellstartgerät“ zur didaktischen Aufbereitung der Glühvorgänge entwickelt. Zur Ansteuerung der Glühkerzen wird ein separates  $\mu\text{C}$ -gesteuertes Glühzeitsteuergerät verbaut. Dieses erhält vom Motorsteuergerät die Informationen über Zeitpunkt und Dauer des Glühvorgangs. Das Glühzeitsteuergerät steuert dann die Glühkerzen an und meldet mittels integrierter Diagnosefunktion eventuelle Störungen an das Motorsteuergerät. Um die Leistungsaufnahme während des Glühens zu minimieren, werden die Glühkerzen mit einem PWM-Signal zeitversetzt angesteuert.

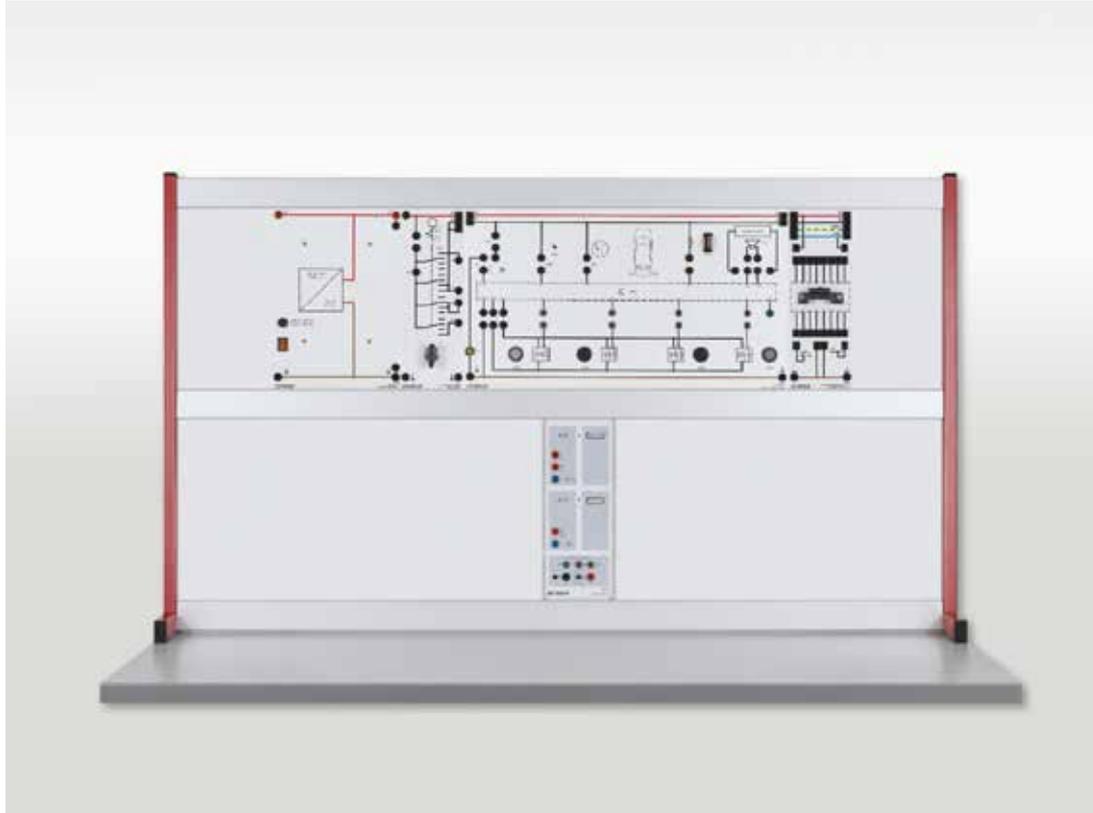
Zur Kontrolle des Brennraumdrucks werden Glühkerzen mit integriertem Drucksensor eingesetzt. Der Glühstift ist in diesem Fall beweglich gelagert und leitet die Kraft, die durch den Brennraumdruck auf den Glühstift ausgeübt wird, an eine Messmembran weiter. Das Drucksignal wird ebenfalls dem Motorsteuergerät zugeführt und dort weiterverarbeitet. So kann z. B. die Einspritzdauer der Haupteinspritzung als Korrekturmaßnahme verändert werden.

### Automatisierende Systeme

A2.4.1.2  
Einparkhilfe

LERNFELDER:  
3, 9, 11P, 11S

Weiterführende Ausstattung(en)  
zu Fahrerassistenzsysteme ab S. 61



Einparkhilfe (A2.4.1.2)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.4.1.2
739 750	Einparkhilfe	1
738 103	Zündstartschalter	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1
738 295	Zentralelektrik	1
738 06	12 V - Bordsteckdose	1
416 003	Ultraschallempfänger	2
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
738 975	Diagnoseanschluss 16-polig	1
737 9803	Kfz Diagnose-Adapter CAN+USB	1
738 02	Netzteil Kfz 13,8 V/36 A	1
300 02	Stativfuß V-förmig, klein	1
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	2
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
500 644	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, schwarz	2
500 647	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, braun	2
577 44	Widerstand 1 kOhm, STE 2/19	1
775 041DE	LIT-print: Einparkhilfe	1
500 593	Fehlersimulationsstecker schwarz, Satz 10	1*

\* zusätzlich empfohlen

Komfortsysteme zählen wie Sicherheitssysteme zur Basisausstattung moderner Kraftfahrzeuge. Im Gegensatz zu Fahrerassistenzsystemen greifen diese jedoch nicht in das Fahrgeschehen aktiv ein, sondern dienen nur der Information und dem Komfort.

Die Einparkhilfe, auch Rückfahrwarner oder Parkpilot genannt, ist ein sinnvolles Zubehör aus dem Bereich Komfortelektronik. Unübersichtliche und geschlossene Karosserieformen schränken in vielen Fahrzeugen die Sicht nach vorne und hinten ein. Die Einparkhilfe misst mittels Ultraschallsensoren zuverlässig den Abstand zu Hindernissen aller Art. Eine optische und akustische Warnung verhindert die Beschädigung am Fahrzeug oder an Fremdgegenständen.

LEYBOLD hat zum Thema Einparkhilfe eine Experimentierplatte entwickelt, bestehend aus:

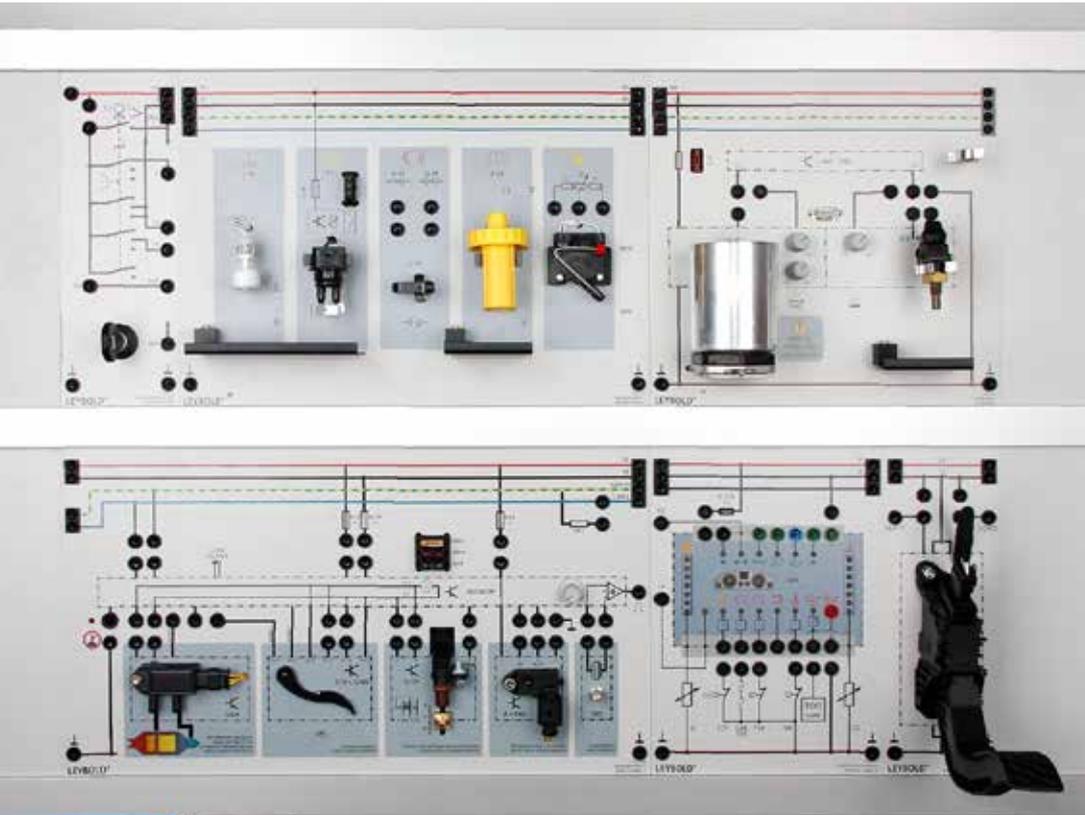
- einem Original-Steuergerät
- vier Original-Ultraschallsensoren sowie
- einem akustischen und
- optischen Melder

Durch das simulierte Einlegen des Rückwärtsganges wird die Anlage aktiviert. Im eingeschalteten Zustand senden die Sensoren, die in der Stoßstange des Fahrzeuges eingebaut sind, Ultraschallsignale aus und empfangen die reflektierten Echos. Das Steuergerät berechnet den Abstand eines Hindernisses auf den Zentimeter genau. Auf dem Display werden durch verschiedenfarbige Leuchtbalken die unterschiedlichen Entfernungszonen angezeigt oder über eine akustische Abstandswarnung mit sich ändernder Tonfolge ausgegeben.

Die Sensoranschlussleitungen sowie die Masseleitung zum Steuergerät sind über Brückenstecker geführt, so dass in einfacher Weise Spannungs- und Strommessungen durchgeführt und Unterbrechungsfehler simuliert werden können.

Automatisierende  
Systeme

A2.4.1.4  
Kfz-Sensorik



LERNFELDER:  
3, 8, 10, 11P, 11N, 11S, 13P

Weiterführende Ausstattung(en)  
MA2.1 auf S. 37

Kfz-Sensorik (A2.4.1.4)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.4.1.4
739 707	Kfz Sensoren 1	1
739 708	Kfz Sensoren 2	1
739 709	Positionsgeber mit SENT	1
738 1511	Kontrollleuchten KI	1
739 706	Ölsensor	1
738 103	Zündstartschalter	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1
738 295	Zentralelektrik	1
738 06	12 V - Bordsteckdose	1
738 12	Mehrzweckschalter	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
773 961	CAN-Bus-Multi-Adapter	1*
739 001	Infrarot-Thermometer	1
738 02	Netzteil Kfz 13,8 V/36 A	1
590 48	Tauchheizer 12 V/10 W	1
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1
738 9821	Sicherheitslaborkabel, Satz 51	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	3
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	2
739 195	Verbindungskabel Kfz, Satz 7	1
738 01	Kabel- und Steckerbox	1*
738 49115	Fehlersimulator Kfz, Starter	1*
500 593	Fehlersimulationsstecker schwarz, Satz 10	1*
739 03	Klopfsensor	1
575 24	Messkabel BNC/4-mm-Stecker	1
501 091	T-Stück BNC	1
689 0815	Satz 10 Magnete	1
775 043DE	LIT-print: Bordcomputer	1

\* zusätzlich empfohlen

Die herkömmliche Überwachung von Füllständen und Temperaturen wird durch den Einsatz moderner Steuergeräte realisiert. Strommessungen in Leiterbahnen geben beispielsweise Aufschluss über einen abgenutzten Bremsbelag.

Zudem liefern diverse Füllstandssensoren Daten, die dem Fahrenden optisch und/oder akustisch angezeigt werden.

Das Lehrsystem „Bordcomputer“ überwacht:

- den Füllstand des Kühl- und Scheibenwaschwassers,
- den Füllstand der Bremsflüssigkeit und des Motoröls,
- die Abnutzung der Bremsbeläge,
- die Temperatur des Motoröls und des Kühlwassers

Bei dem Ölsensor handelt es sich um einen kontinuierlich messenden thermischen Ölstands- und Öltemperatursensor (TOG), der mit Motoröl befüllt werden kann. Optional lassen sich die Signale über Stellwiderstände simulieren. Das erzeugte Signal kodiert die Ölinformationen in einem kombinierten PWM (Pulsweitenmodulation) und PFM (Pulsfrequenzmodulation) Signal, das z. B. mit dem Sensor-CASSY 2 aufgezeichnet werden kann.

Auch das Signal des Kühlmitteltemperatursensors kann entweder durch Eintauchen in einen mit warmen Wasser gefüllten Becher oder durch Einstellen eines Potis erzeugt werden. Zur parallelen Temperaturmessung mit einem Temperatursensor ist eine entsprechende Halterung vorhanden. Im abgekoppelten Zustand können so die reale Temperatur und der Widerstand, z. B. mit dem Sensor-CASSY 2, gemessen und als NTC-Kennlinie ausgewertet werden.

## Automatisierende Systeme

A2.4.1.5  
Klimaanlage

LERNFELDER:  
1, 2, 5, 6, 8, 11P, 11S



Klimaanlage (A2.4.1.5)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.4.1.5
39- 305-230	Trainer Kfz-Klimaanlage	1
739 001	Infrarot-Thermometer	1
739 008	IR-Wärmebildkamera	1
739 005	Manometerbrücke	1
524 0135	Sensor-CASSY 2 Starter	1*
738 9991	Gleich-/Wechselstromzange	1*
524 044	Temperatursensor S, NTC	2*
775 046DE	LIT-print: Klimaanlagentrainer	1

\* zusätzlich empfohlen

Der Trainer „Fahrzeugklimaanlage“ ermöglicht es den Lernenden herauszufinden, wie ein typisches System mithilfe des Kältemittelkreislaufes arbeitet. Durch die Verwendung von Originalkomponenten lernen die Auszubildenden Fehlersuche und Wartung an einem sicheren und leicht zugänglichen System auszuführen. Das Produkt wurde speziell unter dem Aspekt „Hands-on-Training“ entwickelt und es kann auch von Studierenden verwendet werden, um die sichere Entleerung und Wiederbefüllung vom Kältemittel durchzuführen.

Komplett mit Kompressor, Kondensator, Trockner, Expansionsventil und Verdampfer wird das Gerät mit R134a -Kältemittel vorinstalliert, ein HFC nicht ozonabbauendes Gas. Das System ist ausgestattet mit Hoch- und Niederdruck-Serviceanschlüssen, die den einfachen Anschluss eines Klimawartungsgerätes zum Entleeren und Befüllen des Kältemittels ermöglichen. Diese Anschlüsse sind typische Schnellkupplungstypen, wie sie bei modernen Fahrzeugen zu finden sind.

Die Geschwindigkeit des Motors, der den Fahrzeugmotor simuliert, ist variabel und kann mittels eines Frequenzumrichters digital eingestellt werden. Dies ermöglicht die Darstellung der Wirkung, die die Kompressordrehzahl auf die Systemleistung hat. Es ist eine 12-V-DC-Ausgangsbuchse vorhanden, die den Anschluss von Zusatzeinrichtungen, wie beispielsweise eine UV-Lecksuchlampe oder ein Sensor-CASSY 2 ermöglicht.

- Verwendung von Original-Fahrzeugkomponenten
- Geeignet sowohl für Techniker\*Innen und berufliche Ausbildung
- Tragbarer Aufbau
- Verwendet nicht ozonschädigendes HFKW-Kältemittel
- Ermöglicht praktischen Zugang zu allen Komponenten
- Simulation elektrischer und kältemittelrelevanter Fehler
- Motor mit variabler Drehzahl simuliert den Verbrennungsmotor
- Verfügbar für entweder 110-V- oder 230-V-Netzanschluss

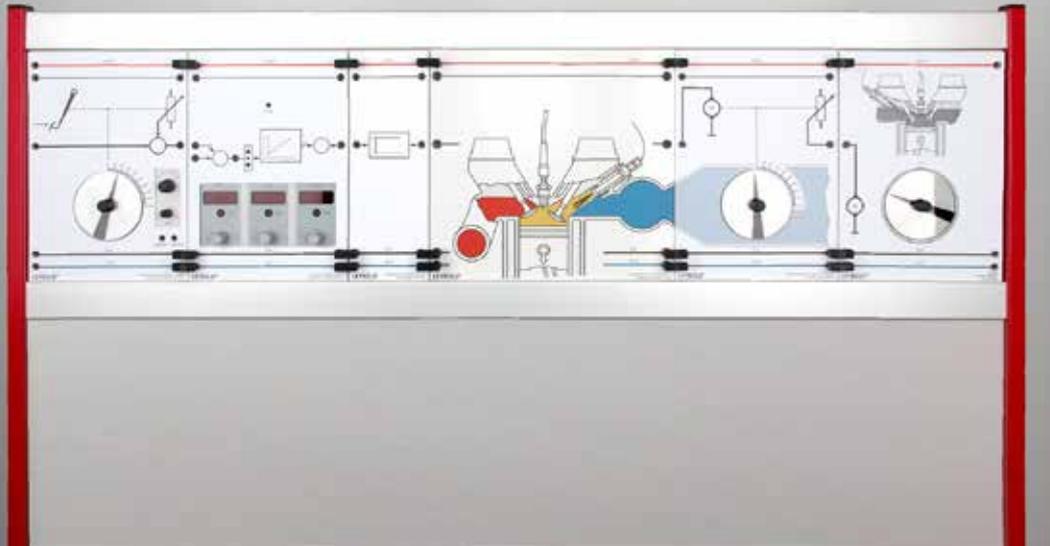
Ein Schauglas ermöglicht den Lernenden den Zustand des Kältemittels in der Hochdruckseite des Systems zu beobachten. Dies hilft bei der Diagnose von simulierten üblichen Fehlern, die von der Lehrkraft aktiviert werden können, wie zum Beispiel:

- Blockiertes TEV (thermisches Expansionsventil)
- Verstopfte Trockeneinheit
- Fehlerhafte Ventilplatte

Die Lernenden können die Auswirkung der Fehler durch die Messung der Systembrücke (mit der optionalen Manometerbrücke), die Veränderungen in der Kühlleistung, die Veränderungen der Temperaturen (z. B. mit dem Infrarotthermometer oder mit der IR-Wärmebildkamera) sowie die Veränderung des Kältemittels im Schauglas beobachten. Ein Hochdruckschalter schaltet den Kompressor im Gefahrenfall ab.

Fahrerassistenzsysteme

A2.4.2.1  
Elektronisches Gaspedal



LERNFELDER:  
3, 7, 9, 11P, 11S

Elektronisches Gaspedal (A2.4.2.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.4.2.1
734 064N	PID-Digitalregler Net	1
739 56	Zubehör Elektronisches Gaspedal	1
579 161	Simulation Steigung, STE 4/50	1
579 13	Kippschalter STE 2/19	2
734 10	Servo-Sollwertgeber	1
734 13	Leistungsverstärker	1
734 14	DC-Servo	2
727 20	Kfz-Messgerät Nullpunkt Links	1
727 21	Kfz-Messgerät Nullpunkt Mitte	1
LDS 00001	Handstoppuhr, digital	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1
726 501	Rastersteckplatte, SiBu, 297 mm x 200 mm	1
726 88	AC/DC-Konstanter	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	3
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
500 854	Sicherheitskabel, Satz 20	1
778 824	LIT-digital: Fahrerassistenz- und Komfortsysteme	1
738 01	Kabel- und Steckerbox	1
500 593	Fehlersimulationsstecker schwarz, Satz 10	1

Steuerungen und Regelungen haben seit jeher ihren festen Platz im Bereich Kfz-Technik. Was mechanisch begann, z. B. mit der Unterdruckverstellung der Zündung, wird heute weitestgehend elektrisch/elektronisch umgesetzt.

Im Rahmenlehrplan heißt es dazu im Lernfeld 7:

„[...] Sie (die Schülerinnen und Schüler) unterscheiden Steuerungen und Regelungen und ordnen fahrzeugtypische Baugruppen und Bauteile hydraulischen, pneumatischen oder elektrisch/elektronischen Systemen zu. Sie analysieren Funktionszusammenhänge und wenden grundlegende Prüf- und Messverfahren zur Untersuchung der Signal-, Stoff- und Energieflüsse an.“

Anhand des „elektronischen Gaspedals“ (Drive-by-wire) werden die Grundbegriffe der Regelungstechnik erarbeitet. Dabei werden zu folgenden Punkten Versuche durchgeführt:

- Steuern und Steuerungen
- Regeln und Regelsysteme
- Stetige und unstetige Regler
- Offene und geschlossene Regelkreise
- Verhalten von P-, PI- und PID-Regler

### Fahrerassistenzsysteme

A2.4.2.2  
Totwinkelassistent

LERNFELDER:  
3, 9, 11P, 11S



Totwinkelassistent (A2.4.2.2)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.4.2.2
739 7601	Fahrerassistenz 1	1
577 321	Widerstand 120 Ohm, STE 2/19	2
579 13	Kippschalter STE 2/19	1
579 163	PWM/PFM-Generator, STE 2/50	1
738 103	Zündstartschalter	1
738 111	Kfz-Beleuchtung mit CAN-Bus	1
738 1121	Kfz-Diagnose-Adapter	1
738 131	Lenkstockschalter mit Parklicht	1
738 1511	Kontrollleuchten KI	1
738 1661	Frontscheinwerfer re Halogen und LED	1
738 1671	Frontscheinwerfer li Halogen und LED	1
738 190	Heckleuchten	1
738 373	Blinkersteuerung	1
739 6021	Kombiinstrument	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
773 961	CAN-Bus-Multi-Adapter	1
738 027	Digitales Netzgerät 1...16 V/40 A	1
688 131	Netzkabel Typ G	1*
300 11	Socket	2
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	6
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
500 990	Adapterbuchsen, Satz 2	1
501 45	Experimentierkabel 19 A, 50 cm, rot/blau, Paar	1
738 9821	Sicherheitslaborkabel, Satz 51	1

\* zusätzlich empfohlen

**Totwinkelerkennung:** Zwei Ultraschallwandler erkennen, ob sich im Seitenbereich des Fahrzeugs ein weiteres Fahrzeug befindet und signalisiert dieses durch eine optische Warnung. Sobald die Fahrerenden durch Betätigung des Blinkerhebels beabsichtigen die Spur in Richtung des erkannten Fahrzeugs zu wechseln, erfolgt zusätzlich eine akustische Warnung.

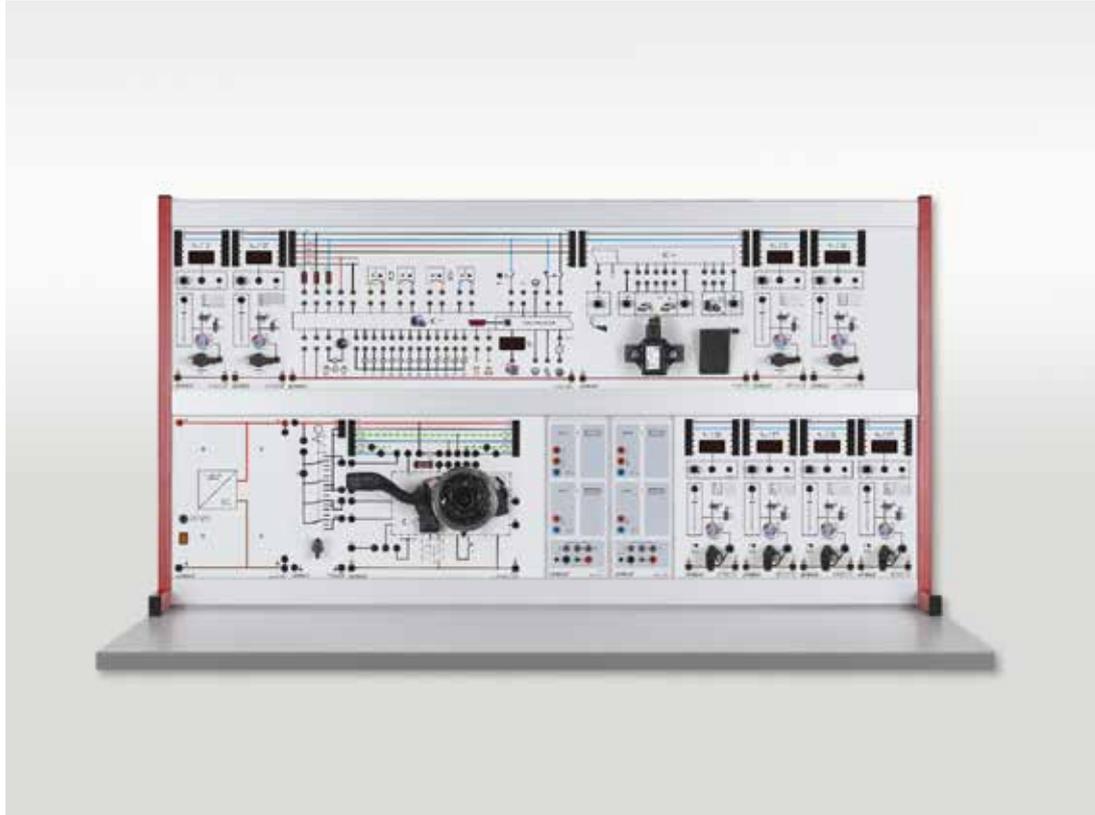
**Rückfahrkamera:** Eine integrierte Rückfahrkamera wird nach Einlegen des Rückwärtsganges aktiviert. Diese Erkennung kann lokal oder über den CAN-Bus in Verbindung mit dem Kfz-Diagnose-Adapter (738 1121) erfolgen. Das angezeigte Bild ist spiegelverkehrt und mit Abstandsmarkierungen versehen. Bei schwachem Umgebungslicht wird automatisch das infrarote Hilfslicht aktiviert. Eine zweite Kamera kann über eine Frontbuchse angeschlossen werden und als „Dashcam“ verwendet werden. Deren Bild wird seitenrichtig im Monitor angezeigt.



## Bremsanlage

A2.5.1.1  
Fahr dynamiksystem ABS/ESP

LERNFELDER:  
8, 10, 11S, 12P



Fahr dynamiksystem ABS/ESP (A2.5.1.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.5.1.1
739 650	Steuergerät ABS/ESP	1
739 6511	Sensoren ABS/ESP	1
739 6521	Radersatzplatte induktiv	4
739 6531	Radersatzplatte Hall	4
738 111-02	Lenksäulenelektronik	1
739 654	Lenkwinkelsensor	1
738 02	Netzteil Kfz 13,8 V/36 A	1
738 103	Zündstartschalter	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1
524 013	Sensor-CASSY 2	1
524 013S	Sensor-CASSY 2 Starter	1
738 985	Kfz-Werkstattmultimeter	1
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	5
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
500 595	4-mm-Abzweigbrückenstecker rot	1
739 195	Verbindungskabel Kfz, Satz 7	1
738 9821	Sicherheitslaborkabel, Satz 51	1
775 050DE	LIT-print: Fahr dynamiksystem ABS/ESP	1
738 01	Kabel- und Steckerbox	1*
500 593	Fehlersimulationsstecker schwarz, Satz 10	1*
738 4911S	Fehlersimulator Kfz, Starter	1*

\* zusätzlich empfohlen

Das Elektronische Stabilitäts-Programm (ESP) ist ein Regelsystem im Bremsensystem und im Antriebsstrang, welches das seitliche Ausbrechen des Fahrzeuges verhindert. Das ABS verhindert das Blockieren der Räder beim Bremsen, ASR vermeidet das Durchdrehen der Räder beim Antreiben. ESP gewährleistet, dass das Fahrzeug beim Lenken nicht „schiebt“ oder instabil wird.

Die dafür benötigten Größen, wie z. B. Lenkwinkel oder Gierrate und Querbewegung, können einfach simuliert werden.

ABS-Systeme erfassen kontinuierlich die Drehgeschwindigkeiten der Räder. Bei Blockiertendenz eines Rades gibt das Steuergerät die Stellbefehle an die Magnetventile und es wird eine Bremsung eingeleitet. Es folgen die Phasen Druckhalten und Druckabbau. Dadurch wird die Bremswirkung reduziert und das Rad wieder beschleunigt.

Unser Lehrsystem veranschaulicht diese Vorgänge auf didaktische Weise ohne Einsatz von gesundheitsschädlichen Hydraulikflüssigkeiten und ist somit bestens für den Einsatz im Klassenraum geeignet.

Die Signalverkabelung erfolgt in bewährter Weise auf der Rückseite, so dass die Vorderseite übersichtlich bleibt. Messwerte können mit einem Oszilloskop oder mit den Sensor-CASSY 2 aufgenommen werden.

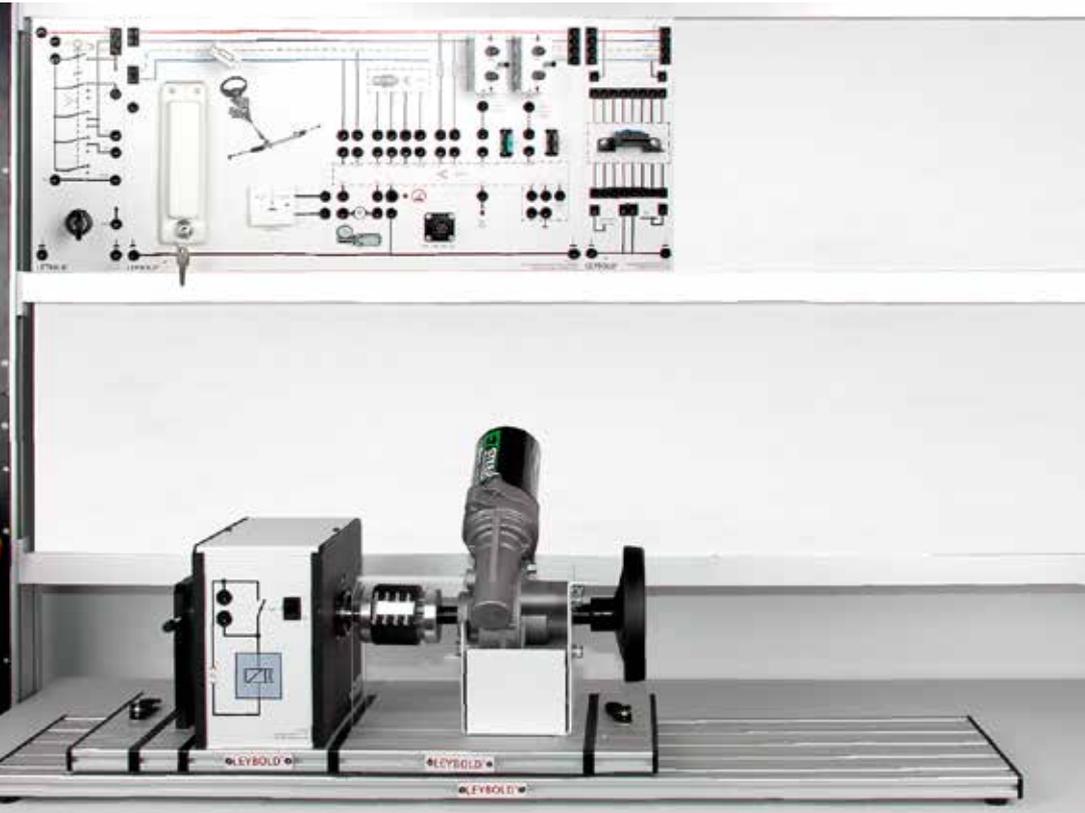
In Verbindung mit einem PC kann die Eigendiagnose durchgeführt werden, sowie typische Fahrsituationen nachgefahren werden. Dazu stehen eine Software-Eigendiagnose und Fahrsimulation zur Verfügung. Damit können dann folgende Situationen simuliert werden:

- Fahrmanöver „Schnelles Lenken und Gegenlenken“
- Fahrmanöver „Fahrspurwechsel mit Vollbremsung (Elchtest)“
- Fahrmanöver „Mehrfaches Lenken und Gegenlenken“
- Fahrmanöver „Beschleunigung/Verzögerung in enger Kurve“

Optional können an das Steuergerät weitere Schülermessplätze (740 050) angeschlossen werden. Die Auszubildenden können so an ihren Arbeitsplätzen alle Messwerte der Anlage aufnehmen und auswerten.

## Lenksystem

A2.5.3.2  
Elektromechanische Servolenkung



LERNFELDER:  
2, 8, 10, 11N, 11S, 12P

Elektromechanische Servolenkung (A2.5.3.2)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.5.3.2
739 5021	Elektromechanische Servolenkung	1
739 503	Last mechanisch 1 kW	1
773 110	Maschinen Grundbank 90 cm	1
732 56	Kupplung 1,0	1
579 163	PWM/PFM-Generator, STE 2/50	2
738 103	Zündstartschalter	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1
726 890	DC-Netzgerät 1...32 V/0...20 A	1
738 027	Digitales Netzgerät 1...16 V/40 A	1
688 131	Netzkabel Typ G	2*
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
524 0431	30-A-Box	1
773 961	CAN-Bus-Multi-Adapter	1*
738 985	Kfz-Werkstattmultimeter	1
LDS 00001	Handstoppuhr, digital	1
579 13	Kippschalter STE 2/19	2*
577 30	Widerstand 62 Ohm, STE 2/19	1
315 39	Wägestück 1 kg	1
738 975	Diagnoseanschluss 16-polig	1*
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	3
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
501 44	Experimentierkabel 19 A, 25 cm, rot/blau, Paar	1
738 05	Verbindungsleitungen I, Satz	1
500 600	Sicherheits-Experimentierkabel 10 cm, gelb-grün	1
500 601	Sicherheits-Experimentierkabel 10 cm, rot	3
500 620	Sicherheits-Experimentierkabel 50 cm, gelb/grün	1
500 621	Sicherheits-Experimentierkabel 50 cm, rot	1
500 641	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, rot	2
500 661	Sicherheits-Experimentierkabel 200 cm, rot	1
500 647	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, braun	2

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.5.3.2
500 644	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, schwarz	2
501 85	Adapter 4-mm-Stecker/4-mm-Buchse	2
738 01	Kabel- und Steckerbox	1*
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1
775 053DE	LIT-print: Elektrische Lenkhilfe	1
500 593	Fehlersimulationsstecker schwarz, Satz 10	1

\* zusätzlich empfohlen

Die Servolenkung: eine Komfortfunktion, welche die Lenkbewegung besonders bei langsamer Fahrt unterstützt.

Elektromechanische Servolenkungen lösen zunehmend die hydraulischen Lenksysteme ab. Einerseits bilden diese die Basis für zentrale Assistenzfunktionen. Andererseits müssen zur Reduzierung des elektrischen Stromverbrauchs eines modernen PKWs energieeffiziente Systeme eingesetzt werden.

Zu den wesentlichen Vorteilen der elektromechanischen Servolenkung gegenüber Hydrauliklenkungen zählen:

- Gewichtseinsparung durch den Wegfall des Hydrauliksystems
- Senkung der Geräusentwicklung
- Verbesserte Regeleigenschaften
- Vereinfachung des Einbaus
- Vereinfachung der Wartung
- Geringerer Energieverbrauch

Die elektromechanische Servolenkung erzeugt bei Bedarf - und nur dann - hohe Lenkunterstützkräfte aus dem 12-V-Bordnetz. Dazu kommt ein permanenterregter Gleichstromnebenschlussmotor zum Einsatz, der direkt an der Lenksäule sitzt. Als Eingangsgröße nimmt der Lenkmomentsensor das vom Fahrenden am Lenkrad aufgebrachte Handlenkmoment auf. Aus diesem Eingangswert wird unter Berücksichtigung weiterer Umgebungsgrößen eine fahrsituationsgerechte Lenkkräftunterstützung erzeugt.

### COM4LAB: Kfz-Datenbusse

MA4.1  
Datenbussysteme im Kfz

LERNFELDER:  
3, 6, 9, 11P, 11N, 11S

Weiterführende Ausstattung(en)  
zu COM4LAB ab S. 36



COM4LAB: Kfz-Datenbusse (MA4.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	MA4.1
700 6301	COM3LAB Kurs: Kfz - Datenbusse - COM4LAB ready	1
700 00-00	COM4LAB: Master Unit	1
700 00-11	USB-Ladegerät 45 W Eurostecker, Typ C*	1
700 00-22	COM4LAB Satz Sicherheitskabel 2 mm, 24 St.	1
700 00CBT	DVD: COM3LAB Software	1
	zusätzlich erforderlich: PC mit Windows 7/8/10/11 64-Bit und einer freien USB-Schnittstelle	1

\* Alternativ USB-C Ladegerät mit UK-Stecker oder US-Stecker

In diesem Kurs werden die vernetzten elektronischen Systeme in der Kfz-Technik verständlich aufbereitet und vermittelt. Das Kennenlernen der verschiedenen Bus-Systeme und ihrer Einsatzgebiete stehen dabei im Vordergrund. Handlungsorientierte Aufgaben führen zu einem umfangreichen Verständnis der Zusammenhänge im Kfz. Messtechnik sowie Fehlersuche und Fehlerbehebung runden den Lerninhalt ab.

#### Themen:

- Bus-Systeme: CAN und LIN
- Messtechnik: Signalverlauf, Protokolle, Fehleranalyse
- Weitere Anwendungen und Systemkomponenten



### Digitalisierung & Vernetzung

A2.6.1.4

Digitalisierung:

Vernetzte Kfz-Systeme

MOST-Bus Fachpraxis

LERNFELDER:

3, 6, 8, 9



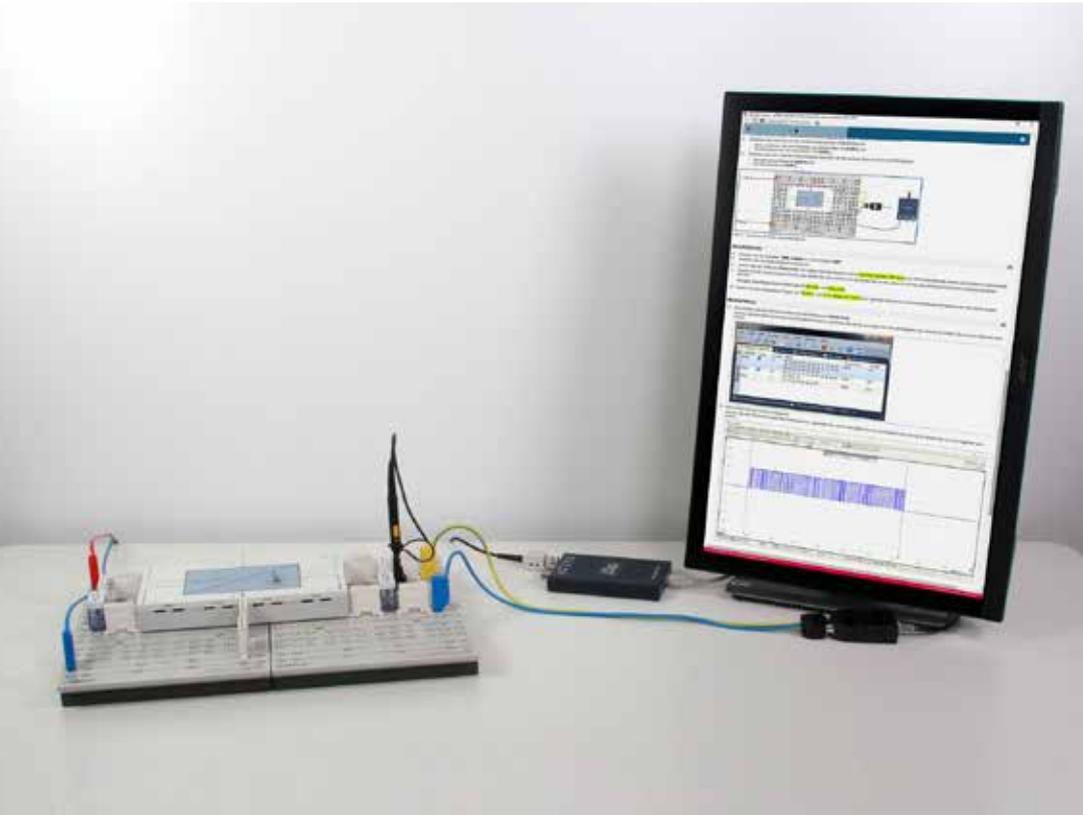
Digitalisierung: Vernetzte Kfz-Systeme MOST-Bus Fachpraxis (A2.6.1.4)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.6.1.4
740 2081	MOST Zangensatz	1
740 2082	MOST Montagesatz	1
576 74	Rastersteckplatte DIN A4, STE	1
578 486	MOST Transceiver, STE 6/50/100	1
578 485	LWL-Koppler	1
577 44	Widerstand 1 kOhm, STE 2/19	1
740 2088	LWL-Mikroskop Kfz	1
524 013	Sensor-CASSY 2	1
739 589	Software: Kfz-Diagnosetester	1
524 0512	Optischer Leistungssensor S	1
521 231	Kleinspannungsstelltrafo 3/6/9/12 V	1
501 46	Experimentierkabel 19 A, 100 cm, rot/blau, Paar	1
685 44	Batterie 1,5 V (Mignon)	2
501 48	Brückenstecker STE 2/19, Satz 10	1
775 063DE	LIT-print: Fachpraxis MOST-Bus	1

Die hier aufgeführten Geräte und Teilesätze ermöglichen die Konfektionierung von Kfz-typischen LWL (Lichtwellenleiter) durch die Auszubildenden und die Beurteilung der Ergebnisse durch die Lehrkraft. Im Gegensatz zu LWL-Reparaturkoffern, wie sie die Werkstätten einsetzen, sind hier alle „Verbrauchskomponenten“ wie LWL, Crimphülsen oder Poliereinrichtungen in hohen Stückzahlen enthalten, so dass die Übungen auch mit großen Gruppen durchgeführt werden können.

### Digitalisierung & Vernetzung

A2.6.1.9  
Digitalisierung:  
Vernetzte Kfz-Systeme  
CAN-Bus FD Gateway



LERNFELDER:  
3, 6, 9, 11P, 11N, 11S

Digitalisierung: Vernetzte Kfz-Systeme CAN-Bus FD Gateway (A2.6.1.9)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.6.1.9
773 961	CAN-Bus-Multi-Adapter	2
758 213	CAN FD-Interface, STE 6/100/200	1*
577 30	Widerstand 62 Ohm, STE 2/19	1
577 321	Widerstand 120 Ohm, STE 2/19	2*
739 007	Datenbus Analyser USB	1
739 837	Satz 2 4 mm-Oszilloskop-Tastkopfadapter	1
726 501	Rastersteckplatte, SiBu, 297 mm x 200 mm	2*
501 48	Brückenstecker STE 2/19, Satz 10	1
726 88	AC/DC-Konstanter	1
500 641	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, rot	1
500 642	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, blau	1
500 620	Sicherheits-Experimentierkabel 50 cm, gelb/grün	1
500 621	Sicherheits-Experimentierkabel 50 cm, rot	1
500 622	Sicherheits-Experimentierkabel 50 cm, blau	2
500 624	Sicherheits-Experimentierkabel 50 cm, schwarz	1
775 069DE	LIT-print: CAN FD und SENT	1
647 001	Geräteschub, niedrig	1*
647 003	Deckel zu Geräteschub	1*
	PC mit Betriebssystem Windows 7/8/10/11	1

\* zusätzlich empfohlen

„Evolution statt Revolution“ – das ist das Motto, unter dem der neue CAN-Bus FD steht. Nicht die Integration eines völlig neuen Datenbussystems stand bei der Einführung von CAN-FD im Vordergrund, sondern der Ausbau und die Verbesserung des Bewährten. Das Ergebnis war CAN-FD: Basierend auf allen bekannten Mechanismen des CAN-Bus wurden die Datenübertragungsgeschwindigkeit sowie die Datenmenge in einer Botschaft deutlich erhöht.

„FD“ – das heißt „Flexible Datenrate“ und bedeutet, dass während der Übertragung einer Botschaft die Geschwindigkeit der Datenübertragung im Datenfeld auf bis zu 8 MBps erhöht werden kann. Aber nicht nur dass: auch können nun 64 Bytes anstatt bisher nur 8 Bytes in einer Botschaft übertragen werden. Im Ergebnis bewirken diese beiden Maßnahmen, dass bei CAN-Bus FD eine längere Nachricht schneller übermittelt wird als eine deutliche kürzere Botschaft beim Standard-Motor-CAN-Bus.

Das wirkt sich besonders günstig auf die Dauer zum Flashen von Steuergeräten aus. Software-Updates des Fahrzeugs können deutlich schneller als bisher durchgeführt werden.

LEYBOLD bietet einen CAN-FD-Gerätesatz an, mit dem sich vollkommen frei CAN-FD-Botschaften definieren und übertragen lassen. Diese können auf der logischen Ebene am PC protokolliert und auf der physikalischen Ebene mit einem Oszilloskop aufgezeichnet werden. Natürlich können zum Vergleich auch Standard-CAN-Botschaften erzeugt und übertragen werden.

### Digitalisierung & Vernetzung

A2.6.1.10

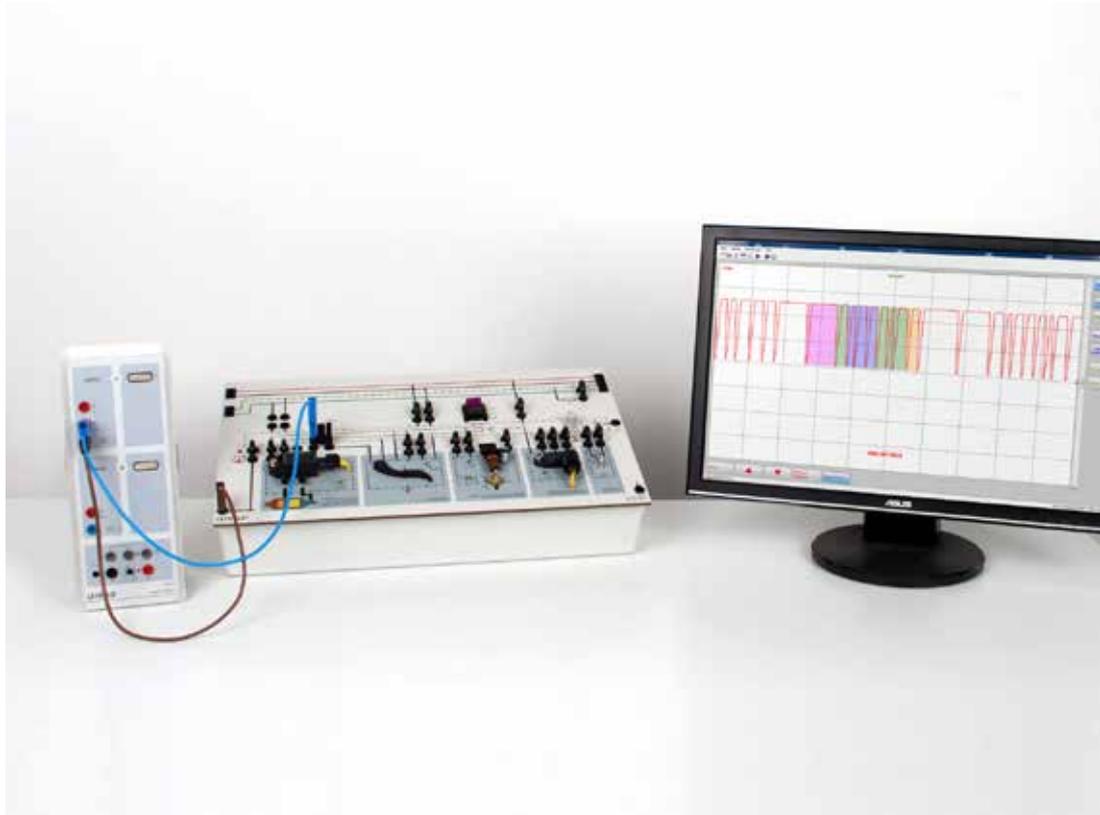
Digitalisierung:

Vernetzte Kfz-Systeme

SENT Gaspedal

LERNFELDER:

3, 6, 9, 11P, 11N, 11S



Digitalisierung: Vernetzte Kfz-Systeme SENT Gaspedal (A2.6.1.10)

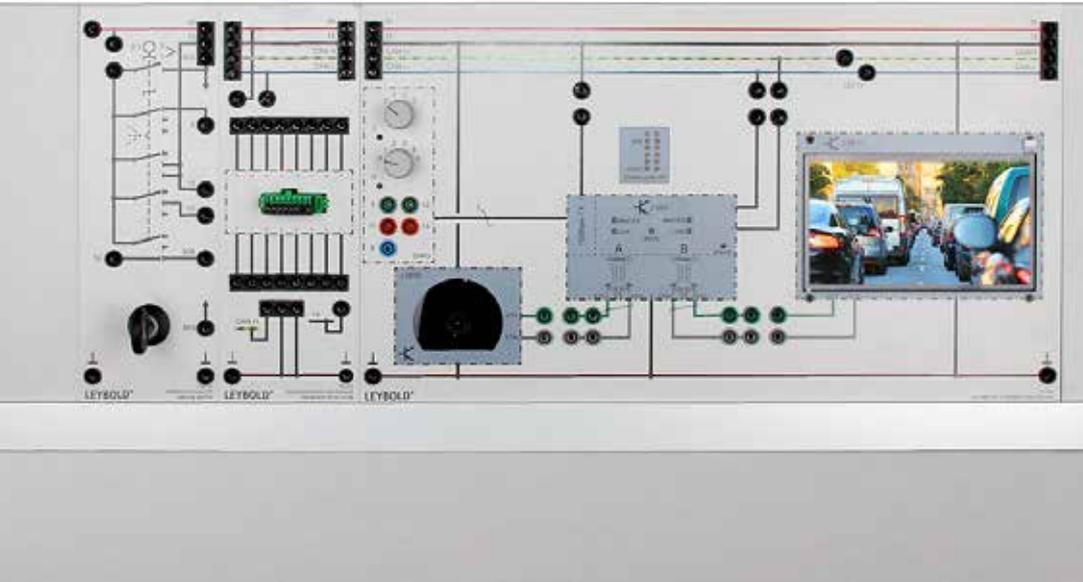
Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.6.1.10
739 708	Kfz Sensoren 2	1
739 709	Positionsgeber mit SENT	1
738 103	Zündstartschalter	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1
738 12	Mehrzweckschalter	1
524 013	Sensor-CASSY 2	1
739 589	Software: Kfz-Diagnosetester	1
773 961	CAN-Bus-Multi-Adapter	1
739 580	Messgerät Datenbus	1
738 02	Netzteil Kfz 13,8 V/36 A	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	2
500 601	Sicherheits-Experimentierkabel 10 cm, rot	1
500 641	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, rot	1
500 642	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, blau	1
307 70	Schlauch 8 mm Ø, 1 m, Kunststoff	1
604 520	Schlauchverbinder PP, gerade, 4 ... 8/8 ... 12 mm	1
375 58	Vakuum-Handpumpe	1
577 36	Widerstand 220 Ohm, STE 2/19	1
775 069DE	LIT-print: CAN FD und SENT	1
726 19	Profilrahmen SL85, einzeilig	1
	PC mit Betriebssystem Windows 7/8/10/11	1

„SENT“ – das heißt Single Edge Nibble Transmission und ist eine Schnittstelle zum schnellen Datenaustausch zwischen einem Sensor oder einem Aktor und einem Steuergerät. Standardisiert nach SAE J2716 stellt SENT seit 2007 eine Alternative zur klassischen Analog- und PWM-Schnittstelle dar. Als preiswerte Highspeedalternative zum LIN-Bus hält sie so zunehmend Einzug in alle Fahrzeugklassen.

LEYBOLD hat ein Trainingssystem entwickelt, das zwei gebräuchliche Sensoren mit SENT-Schnittstelle beinhaltet. Die Untersuchung der Signale ist praxisnah mittels Zeitliniendiagramm, aber auch theoretisch mittels Protokollanalysator, möglich.

### Digitalisierung & Vernetzung

A2.6.1.12  
Digitalisierung:  
Vernetzte Kfz-Systeme  
„Automotive Ethernet“ Umfeldkamera



LERNFELDER:  
3, 6, 9, 11P, 11N, 11S

Digitalisierung: Vernetzte Kfz-Systeme „Automotive Ethernet“ Umfeldkamera (A2.6.1.12)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.6.1.12
773 962	Automotive Ethernet Videosystem	1
773 963	Ethernet-USB Gateway	1
738 103	Zündstartschalter	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1
738 975	Diagnoseanschluss 16-polig	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	3
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
500 6181	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm, grau	2
500 617	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm, braun	2
500 611	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm, rot	1
738 02	Netzteil Kfz 13,8 V/36 A	1
778 826	LIT-digital: Kfz-Vernetzung, Digitalisierung und Diagnose	1
739 007	Datenbus Analyser USB	1
738 985	Kfz-Werkstattmultimeter	1
	PC mit Windows 7/8/10/11 64-Bit und zwei freien USB-Schnittstellen	1

Die Ausstattung stellt die Hardwarebasis für eine Sammlung von Experimenten zur Verfügung, mit denen die Thematik praxisnah untersucht werden kann. Die vorgestellten Experimente orientieren sich an den Inhalten der aktuell gültigen Rahmenlehrpläne und lassen sich darüber hinaus beliebig ergänzen.

Neben grundlegenden Versuchen wird ein besonderer Schwerpunkt auf die Fehlersuche gelegt. Gängige Fehler können aktiviert werden und müssen anhand der Tools Eigendiagnose, Digitalmultimeter (DMM) und/oder Digitaloszilloskop (DSO) erkannt werden. Gemäß dem Stand der Technik kommen die Eigendiagnose über Ethernet (DoIP) und das computergestützte DSO zum Einsatz.

Folgende Themen werden abgedeckt:

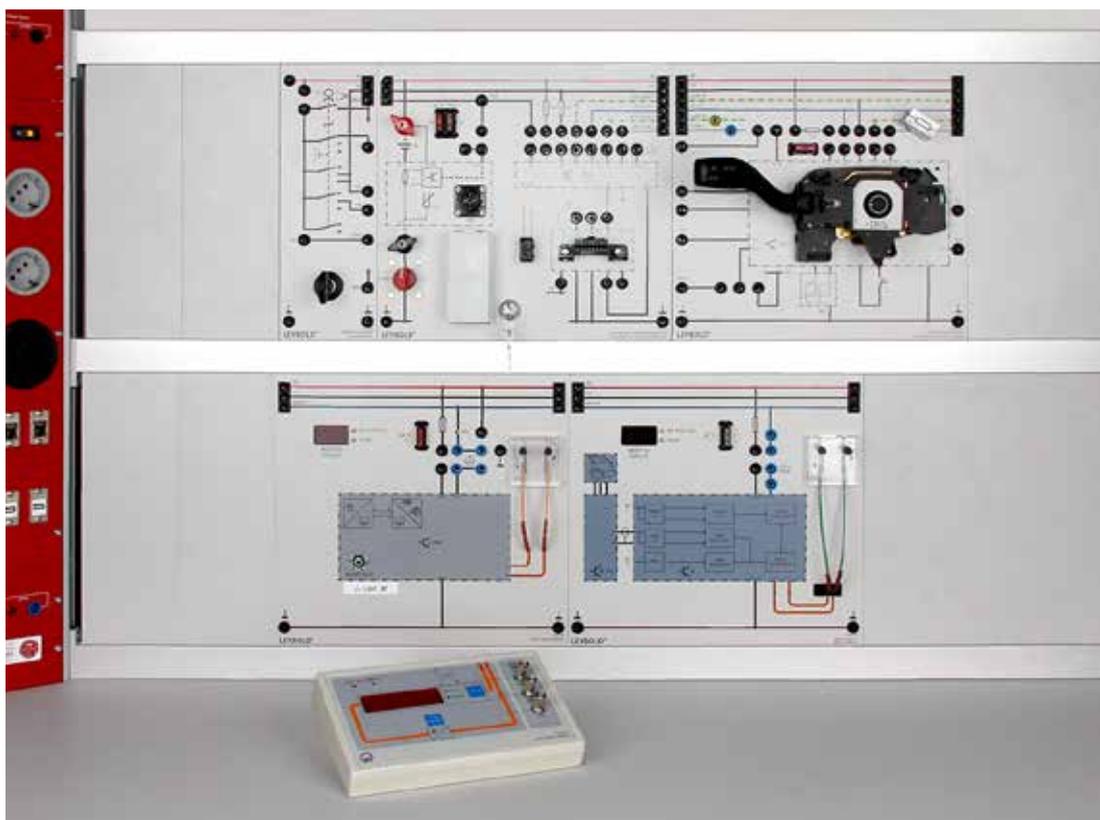
- Messung und Interpretation physikalischer Signale
- Eigendiagnose über Ethernet (DoIP)
- Monitoring und Interpretation der Netzwerkdaten

### Digitalisierung & Vernetzung

A2.6.1.13

Digitalisierung:  
Vernetzte Kfz-Systeme  
„MOST-Tiny 3G“

LERNFELDER:  
3, 6, 9, 11P, 11N, 11S



Digitalisierung: Vernetzte Kfz-Systeme „MOST-Tiny 3G“ (A2.6.1.13)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.6.1.13
740 2016	MOST Tiny 3G	1
740 2013	MOST PC USB Interface	2
738 738	Gateway mit Batterieüberwachung	1
740 2085	MOST Lichtwellenleiter Kfz 1,5 m mit Steckern	4
738 111-02	Lenksäulenelektronik	1
738 10	Zündstartschalter	1
739 006	CAN-Bus-Analyser DSO	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
737 9803	Kfz Diagnose-Adapter CAN+USB	1
577 30	Widerstand 62 Ohm, STE 2/19	1
577 44	Widerstand 1 kOhm, STE 2/19	1
577 38	Widerstand 330 Ohm, STE 2/19	1
738 02	Netzteil Kfz 13,8 V/36 A	1
738 04	Kfz Starterbatterie 12 V	1
738 9821	Sicherheitslaborkabel, Satz 51	1
738 05	Verbindungsleitungen I, Satz	1
738 043	Kfz-Batterie Anschluss-Set	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	3
500 594	4-mm-Abzweigbrückenstecker blau, Satz 10	1
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1
775 082DE	LIT-print: MOST Tiny 3G	1
775 082EN	LIT-print: MOST Tiny 3G, englisch	1
	PC mit Windows 7/8/10/11 64-Bit und zwei freien USB-Schnittstellen	1

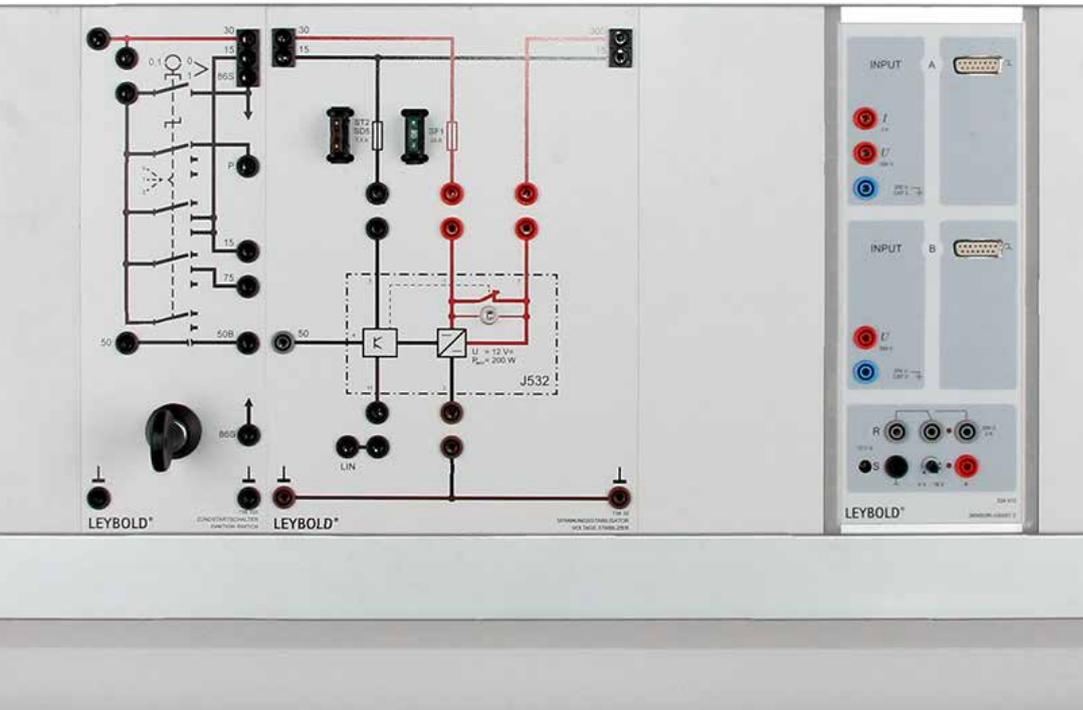
Die Ausstattung stellt die Hardwarebasis für eine Sammlung von Experimenten zur Verfügung, mit denen die Thematik praxisnah untersucht werden kann. Die vorgestellten Experimente orientieren sich an den Inhalten der aktuell gültigen Rahmenlehrpläne und lassen sich darüber hinaus beliebig ergänzen.

Folgende Themen werden abgedeckt:

- Messung und Interpretation physikalischer Signale
- Signalausbreitung in optischen Medien
- Zugriff auf Eigendiagnosedaten
- Monitoring und Interpretation der Netzwerkdaten
- Häufige Fehler in CAN, LIN und MOST-Datenbussystemen

### Digitalisierung & Vernetzung

A2.6.1.14  
Digitalisierung:  
Vernetzte Kfz-Systeme  
LIN-Bus DC/DC-Wandler



LERNFELDER:  
3, 6, 9, 11P, 11N, 11S

Digitalisierung: Vernetzte Kfz-Systeme LIN-Bus DC/DC-Wandler (A2.6.1.14)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.6.1.14
738 32	Spannungsstabilisator mit LIN-Bus	1
738 103	Zündstartschalter	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1
738 07	Innenleuchte	2
738 027	Digitales Netzgerät 1...16 V/40 A	1
688 131	Netzkabel Typ G	1*
738 871	Starterersatz mit Bordnetzsimulation	1
738 06	12 V - Bordsteckdose	1
727 20	Kfz-Messgerät Nullpunkt Links	2
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
739 5881	LIN-Bus PC Adapter USB	1
775 010DE	LIT-print: Bordnetz	1
577 41	Widerstand 510 Ohm, STE 2/19	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1
500 441	Experimentierkabel 19 A, 100 cm, rot	1
500 444	Experimentierkabel 19 A, 100 cm, schwarz	1
500 644	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, schwarz	2
500 641	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, rot	2
500 6181	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm, grau	2
689 0813	Satz 12 Kfz-Sicherungen ATO	1*
689 0814	Satz 2 Kfz Flachsicherungsautomaten	1*
738 738	Gateway mit Batterieüberwachung	1
737 9803	Kfz Diagnose-Adapter CAN+USB	1

\* zusätzlich empfohlen

Als „Subbus“ zum CAN-Datenbus ist der LIN-Bus ein Master/Slave-Eindrahtbus, dessen angeschlossene LIN-Bus-Slaves auf Anforderung des LIN-Bus-Masters Sensordaten bereitstellen oder Aktorereignisse auslösen.

Mithilfe eines aktiven LIN-Bus-PC-Adapters können komplette Kommunikationszyklen und der Datenaustausch zwischen Master und Slave im Experiment gemäß SAE 2602 untersucht werden. Dank eines Originalsteuergerätes sind die Botschaften wie in der Praxis üblich auslesbar und zu interpretieren.

Die Kfz-Diagnosetester-Software in Verbindung mit dem Sensor-CASSY 2 kann die Inhalte der LIN-Botschaften grafisch und/oder hexadezimal darstellen. So kann das aus diversen Lehrbüchern bekannte Protokoll in der Realität anschaulich untersucht werden.

### Diagnose

A2.6.2.1

Kfz-Diagnose

LERNFELDER:

3, 6, 8, 11P, 11N, 11S, 12



Kfz-Diagnose (A2.6.2.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.6.2.1
738 165	Leuchtweitenregelung	1
579 163	PWM/PFM-Generator, STE 2/50	1
738 975	Diagnoseanschluss 16-polig	1
738 103	Zündstartschalter	1
738 032	Batterieanschluss mit Schutzbeschaltung	1
738 295	Zentralelektrik	1
738 06	12 V - Bordsteckdose	1
738 11	Hauptlichtschalter	1
738 12	Mehrzweckschalter	1
524 034	Timer-Box	1
524 0135	Sensor-CASSY 2 Starter	1
737 9803	Kfz Diagnose-Adapter CAN+USB	1
739 589	Software: Kfz-Diagnostester	1
738 02	Netzteil Kfz 13,8 V/36 A	1
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1
500 411	Experimentierkabel 19 A, 25 cm, rot	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	3
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
738 9821	Sicherheitslaborkabel, Satz 51	1
775 067DE	LIT-print: Kfz-Diagnose	1
738 01	Kabel- und Steckerbox	1*
738 4911S	Fehlersimulator Kfz, Starter	1*
500 593	Fehlersimulationsstecker schwarz, Satz 10	1*

\* zusätzlich empfohlen

Der Gesetzgeber fordert bei Xenon-Lampen eine automatische Leuchtweitenregelung. Dieses Lehrsystem beinhaltet eine automatisch-dynamische Leuchtweitenregulierung zur Ausregelung von Leuchtweitenänderungen aufgrund von Neigungsänderungen der Karosserie mit integrierter Beschleunigungs-/ Bremsimulation (umschaltbar).

Es werden die Sensoreingänge

- Niveausignale von Vorder- und Hinterachse, sowie
- das Geschwindigkeitssignal erfasst.

Daraus werden Steuersignale für die Aktorausgänge

- Stellmotore der Scheinwerfer, sowie
- die Fehlfunktionsanzeige erzeugt.

Das System ist eigendiagnosefähig. Über einen Diagnoseadapter lassen sich alle verfügbaren Messwertblöcke anzeigen, sowie die Funktionen:

- Codierung
- Grundeinstellung
- Stellglieddiagnose und
- Fehlerauswertung

durchführen.

Diagnose

A2.6.2.2  
 EOBD-Diagnose



LERNFELDER:  
 3, 6, 8, 11P, 11N, 11S, 12

EOBD-Diagnose (A2.6.2.2)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.6.2.2
739 660	EOBD/OBD2 Simulator	1
737 9803	Kfz Diagnose-Adapter CAN+USB	1
562 791	Steckernetzgerät (Netzteil) 12 V AC	1
689 0808	Satz 5 Kfz-Minisicherungen	1*
775 068DE	LIT-print: EOBD-Diagnose	1

\* zusätzlich empfohlen

Reproduzierbare Fehlerzustände im Fahrzeug für die abgasrelevante OBD2/EOBD-Analyse – unmöglich? Nein, denn LEYBOLD hat einen OBD2/EOBD-Simulator zum Erlernen dieser Arbeitsabläufe entwickelt, der das Motorsteuergerät, das Steuergerät für Automatikgetriebe sowie ABS gleichzeitig simuliert.

Es können

- Variable und
- Feste Steuergerätedaten (PIDs)
- Fehlercodes (DTC) sowie
- die Fahrzeugidentnummer (VIN)

über den Diagnose-CAN-Bus auf die OBD-Schnittstelle gelegt und mit einem Diagnoseadapter ausgelesen werden.

Das Erzeugen der Fehlercodes geschieht durch Knopfdruck und wird durch Aufleuchten der MIL-Kontrollleuchte signalisiert.

### Elektrofahzeug

A2.7.2.1

Elektromaschinen und Inverter im Hybrid- und Elektrofahrzeug

LERNFELDER:

1, 3, 6, 8, 11P, 11S, 12P, 13S, 14S

Weiterführende Ausstattung(en)  
A1.1.1.1 auf S. 26



Elektromaschinen und Inverter im Hybrid- und Elektrofahrzeug (A2.7.2.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.7.2.1
563 115	ELM Spule 500 Windungen	3
563 17	ELM Zentrierscheibe	1
563 181	ELM Bürstenbrücke	1
563 13	ELM Bürste	2
563 19	ELM Magnet-Rotor	1
563 22	ELM Zweipolrotor	1
563 23	ELM Dreipolrotor	1*
563 28	ELM Magnetenrotor	1
727 815	ELM Satz Multipolstator/-rotor	1
727 816	ELM PM Rotor-Magnete innen	1
563 091	ELM Magnetpolschuh	2
563 101	ELM Breiter Spulen-Polschuh	3
563 251	ELM Drehfeldflasche Neodym	1
563 291	ELM Kupfer-Ring mit Eisenscheibe	1
563 191	ELM Magnet-Rotor 4-polig	1
510 48	Magnete, 35 mm Ø, Paar	1
514 011	Magnetfeldzeiger	1
725 722	Kleinspannung-Dreiphasengenerator	1
727 812	ELM Rotorlagegeber	1
727 88	Antriebseinheit	1
727 87	Stern-Dreieck Last	1
727 811	Maschinengrundeinheit	1
727 21	Kfz-Messgerät Nullpunkt Mitte	1
727 20	Kfz-Messgerät Nullpunkt Links	1
580 0136	Drehzahlmesser-Handgerät	1
524 0621	UIP-Sensor S	1
524 0431	30-A-Box	1
524 034	Timer-Box	1
524 0135	Sensor-CASSY 2 Starter	1
524 013	Sensor-CASSY 2	1

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.7.2.1
739 589	Software: Kfz-Diagnosetester	1
579 13	Kippschalter STE 2/19	1
577 32	Widerstand 100 Ohm, STE 2/19	3
577 44	Widerstand 1 kOhm, STE 2/19	1
578 15	Kondensator 1 µF, STE 2/19	1
727 800	Aufbewahrung ELM	1
563 16	Innensechskant-Schraubendreher	1
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1
563 31	Öl, 100 ml, in Tropfflasche	1
738 9821	Sicherheitslaborkabel, Satz 51	1
778 827	LIT-digital: Elektromobilität	1
738 01	Kabel- und Steckerbox	1

\* zusätzlich empfohlen

Für die Maschinen-Grundausbildung nutzt LEYBOLD die Komponenten des modularen Elektrolehrraschinensystems „ELM“. Zur Vermittlung der Leistungselektronikgrundlagen kommt ein moderner Inverter zur Ansteuerung der verschiedenen Maschinentypen zum Einsatz. Durch die Hand der Auszubildenden können so komplette Traktionssysteme aufgebaut werden. Dadurch werden grundlegende Kenntnisse und Begriffe vermittelt, wie z. B.

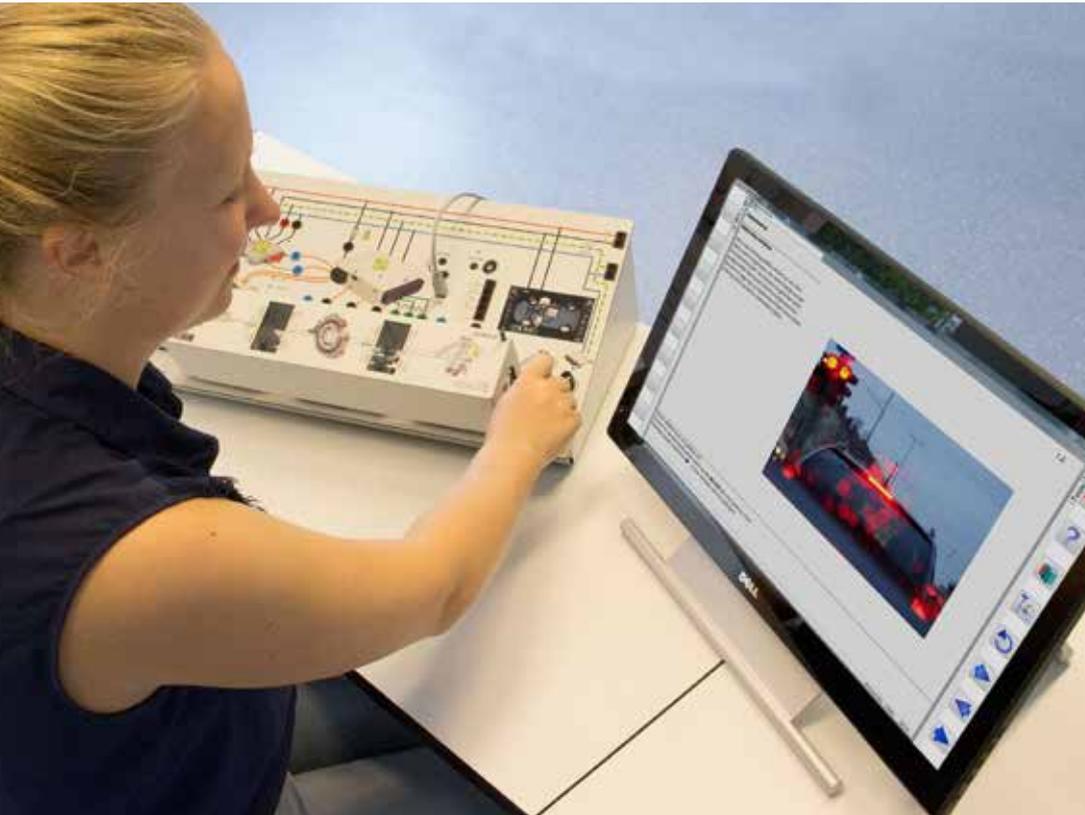
- Elektromagnetismus
- Induktion und Spannungserzeugung
- DC/DC und DC/AC-Spannungswandler
- Elektrische Maschine als Motor und Generator
- Leistungsfluss und Energierichtung

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 <24 V und gibt so absolute Sicherheit für Studierende und Auszubildende.

Elektrofahrzeug

A2.7.2.3

Schülerarbeitsplatz Hybridantriebe



LERNFELDER:

1, 3, 6, 8, 11P, 11S, 12P, 13S, 14S

Schülerarbeitsplatz Hybridantriebe (A2.7.2.3)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.7.2.3
739 9402	COM3LAB: Arbeitsplatz Kfz-Hybridantriebe	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
739 836	Milliohm Messgerät	1
738 9821	Sicherheitslaborkabel, Satz 51	1
778 827	LIT-digital: Elektromobilität	1
689 0808	Satz 5 Kfz-Minisicherungen	1

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)

Zusätzliche Kenntnisse der Energiespeichertechnik ermöglichen das Verständnis des neuen Systems elektrischer Maschinen und Leistungselektronik im Bereich der Elektromobilität.

Auch im Umgang mit den hohen Spannungen und den damit entstehenden Gefahren müssen Lehrkräfte und Lernende geschult bzw. darauf aufmerksam gemacht werden. Nur so können die Auszubildenden zukünftig zu Elektrofachkräften ausgebildet werden. Auf die Besonderheiten beim Arbeiten an HV-eigensicheren Fahrzeugen muss hingewiesen werden, ungefährliche Ausbildungssysteme von LEYBOLD bilden hierzu die Basis.

LEYBOLD hat einen Schülerarbeitsplatz entwickelt, der im Kleinen alle wesentlichen Aspekte von Hybridantrieben untersuchbar macht. 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:

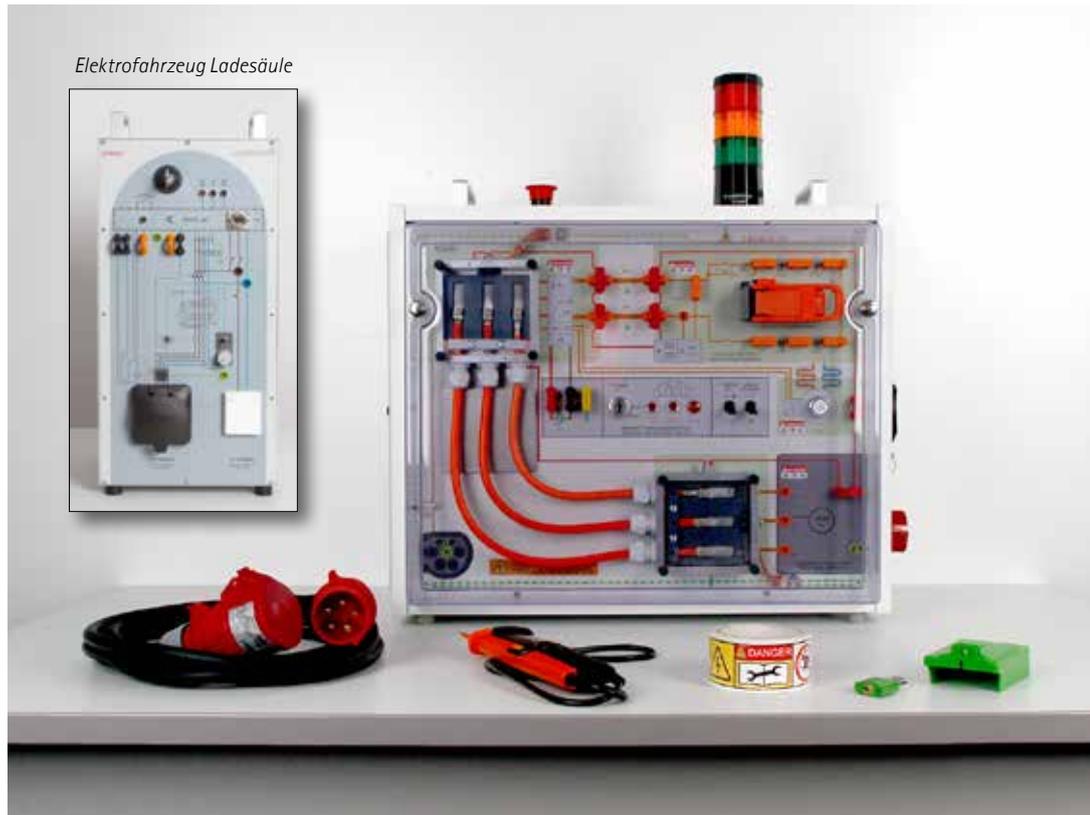
- Starten
- Elektrisches Fahren
- Boosten
- Regeneratives Bremsen

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

### Elektrofahrzeug

A2.7.2.5  
Hochvolt-Systemtechnik

LERNFELDER:  
1, 3, 6, 8, 11P, 11S, 12P, 13S, 14S



Hochvolt-Systemtechnik (A2.7.2.5)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.7.2.5
739 947	Kfz-Hochvolttrainer	1
739 968	HV-Maschinenstator 0,3	1
774 7729	Kurzschlussrotor hoher Effizienz 0,3	1
739 948	Elektrofahrzeug Ladesäule	1*
739 951	Ladekabel Mode 3, 3~	1*
727 293	Isolationstester digital	1
685 44	Batterie 1,5 V (Mignon)	8
739 004	DMM für Elektrofahrzeuge	1
739 949	HV-PC-Messadapter für Elektromobilität	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
524 013	Sensor-CASSY 2	1
739 835	Kelvin-Messleitung, Satz 2 Stück	1
739 836	Milliohm Messgerät	1
739 944	Elektrikerhandschuhe 1000 V	1
689 0816	Paar Stoffhandschuhe	1
667 6123	Schutzbrille Roma	1
689 0817	HV Werkzeugsatz	1
773 108	Kupplungs- und Wellenendabdeckung 0,3 transparent	1
773 110	Maschinen Grundbank 90 cm	1
610 210	Warnschild: Elektrische Spannung	1
689 0822	Satz 3 Sicherheitskabel 4 mm, orange, 1 m	1
500 854	Sicherheitskabel, Satz 20	1
500 595	4-mm-Abzweigbrückenstecker rot	1
739 974	Abschließbare Box für sicherheitsrelevante Komponenten (inkl. 2 Vorhängeschlossern)	1
778 827	LIT-digital: Elektromobilität	1
689 0820	Service Disconnect	1*
689 0818	HV Kabel, Satz drei Stück	1*
689 0819	HV Kabel	1*
689 0821	HV Warnkleband	1*

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.7.2.5
739 953	Prüfadapter für E-Ladestation	1
735 315USB	USB/RS-485 Schnittstellenwandler	1
577 46	Widerstand 1,5 kOhm, STE 2/19	1*
577 36	Widerstand 220 Ohm, STE 2/19	1*
578 51	Diode 1N4007, STE 2/19	1*
579 13	Kippschalter STE 2/19	1*

\* zusätzlich empfohlen

Die Ausbildungssysteme für Elektromobilität von LEYBOLD sind ideal für den Einsatz in der Ausbildung der Kraftfahrzeugmechatroniker\*Innen aller Fachrichtungen, besonders aber natürlich für die Fachrichtung „System- und Hochvolt-technik“ geeignet. Auch in der Ausbildung der Techniker\*Innen, Meister\*Innen und Ingenieur\*Innen können die Lehrsysteme hervorragend eingesetzt werden.

Da bislang die Elektrik im Fahrzeug weitestgehend als ungefährlich galt, müssen das Bewusstsein für berührunggefährliche Spannungen geschärft und neue Sicherheitsmaßnahmen und Vorgehensweisen gezielt vermittelt werden. So werden das Handwerk und Ausbilder\*Innen vor neue Herausforderungen im Bereich der Elektromobilität gestellt. Problematisch ist es, unter realen Bedingungen an der Spannung arbeiten zu müssen und trotzdem maximale Sicherheit im Unterricht 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 die Lehrkraft als auch für die fachpraktische Übung durch die Auszubildenden, 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, anhand der Ladevorgang nachvollzogen werden kann. Durch den Einsatz eines Original-Ladecontrollers, sind die Ladezustände A bis F möglich. Da in dem Hochvolttrainer keine realen Akkuzellen verbaut sind, kann der Ladevorgang jederzeit gestartet oder gestoppt werden, ohne die Funktionsfähigkeit des Trainers zu beeinflussen.

### Elektrofahrzeug

A2.7.2.6  
Hochvolt-Batterietechnik



LERNFELDER:  
1, 3, 6, 8, 11P, 11S, 12P, 13S, 14S

#### Hochvolt-Batterietechnik (A2.7.2.6)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.7.2.6
739 952	Modell HV-Batterie „Zellen“	1
739 954	STE BMS Lilo	1
739 956	STE BMS LiFe	1
739 955	STE HV-Batteriezellhalter Lilo	4
739 957	STE HV-Batteriezellhalter LiFe	4
739 958	Modell HV-Batterie „Überwachung“	1
474 346	Steckernetzteil 12 V - 2,5 A	1
739 959	Modell HV-Batterie „Inverter“	1
739 9581	Modell HV-Batterie „Isowächter“	1
727 812	ELM Rotorlagegeber	1
727 811	Maschinengrundeinheit	1
727 815	ELM Satz Multipolstator/-rotor	1
727 88	Antriebseinheit	1
524 005W2	Mobile-CASSY 2 WLAN	1
524 013S	Sensor-CASSY 2 Starter	1
524 013SKFZ	Sensor-CASSY 2 Starter, Kfz-Edition	1
739 004	DMM für Elektrofahrzeuge	1*
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1
500 591	Sicherheits-Verbindungsstecker, gelb/grün, Satz 10	1
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
500 595	4-mm-Abzweigbrückenstecker rot	1
739 981	Satz 10 unisolierte Brückenstecker 4-mm	1
739 982	Satz 10 grüne Sicherheitsbrückenstecker 4-mm	1
739 969	Potenzialausgleichband, steckbar	3
500 614	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm, schwarz	6
500 641	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, rot	6
500 642	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, blau	2
500 644	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, schwarz	6
577 86	Stellwiderstand 470 kOhm, STE 2/19	2
739 960	Ladegerät für Akku 18650; 4-fach	1
688 161	Reise-Stecker-Adapter	1

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.7.2.6
739 962	Satz 2 Lithium-Ionen-Akkus 18650	4*
739 963	Satz 2 Lithium-Eisenphosphat-Akkus 18650	4*
689 0822	Satz 3 Sicherheitskabel 4 mm, orange, 1 m	1
571 262	Adapterkabel 2-/4-mm, 30 cm, rot	3
501 30	Experimentierkabel 32 A, 100 cm, rot	1
501 31	Experimentierkabel 32 A, 100 cm, blau	1
726 890	DC-Netzgerät 1...32 V/0...20 A	1
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1
778 827	LIT-digital: Elektromobilität	1
727 813	ELM RLG Kabeladapter	1*
537 33	Schiebewiderstand 34 Ohm	3*
739 974	Abschließbare Box für sicherheitsrelevante Komponenten (inkl. 2 Vorhängeschlössern)	1

\* zusätzlich empfohlen

Der Lehrplan sieht in der Ausbildung die Behandlung der Hochvoltkomponente „Hochvoltbatterie“ vor. Systembedingt ist hier das Gefahrenpotenzial durch die hohen Spannungen von bis zu 800 V besonders groß.

Modelliert und transformiert auf unkritische 24 V können die Lernenden mit dem Trainer für Hochvolt- und Batterietechnik alle Kenntnisse in diesem Bereich erwerben. Der Clou: Durch die separaten Zellblöcke können diese ausgetauscht und somit unterschiedliche Zellchemien, wie z. B. Lithium-Ionen-Zellen oder Lithium-Eisenphosphat-Zellen, untersucht werden. Auch für zukünftige neue Zelltypen ist das System somit bereits gerüstet.

Der Umgang mit hohen Spannungen in der Elektromobilität erfordert besondere Sicherheitsmaßnahmen, die sich im sogenannten „eigensicheren Elektrofahrzeug“ wiederfinden. Dazu gehören z. B. die Pilotlinie, die Überwachung des Isolationswiderstandes oder die Verwendung eines IT-Netzes.

Auch für diese Komponenten eignet sich der Systemtrainer hervorragend. Als universelles und Markenunabhängiges System bietet es zusätzlich verschiedene Lösungen und Technologien zur Umsetzung der Überwachungsfunktionen an.

Mit dieser Ausstattung werden grundlegende Experimente zu folgenden Themen wie HV-Batterie, Pilotlinie, Hauptschütz und Batterieüberwachung behandelt.

### Elektrofahrzeug

A2.7.2.7  
Hochvolt-Fahrzeugtechnik

LERNFELDER:  
1, 3, 6, 8, 11P, 11S, 12P, 13S, 14S



Hochvolt-Fahrzeugtechnik (A2.7.2.7)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.7.2.7
739 964	Kfz-Hochvolt-Systemtrainer	1
739 965	Monitorhalter für 739964	1*
688 131	Netzkabel Typ G	1*
688 101	Netzkabel Typ B	1*
739 949	HV-PC-Messadapter für Elektromobilität	1
739 966	Werkzeugsatz E-Mobility	1
739 967	VDE Drehmomentschlüssel	1
778 827	LIT-digital: Elektromobilität	1
739 974	Abschließbare Box für sicherheitsrelevante Komponenten (inkl. 2 Vorhängeschlössern)	1
739 973	Hochvolt-Prüfadapter	1

\* zusätzlich empfohlen

Mit dem Hochvolt-Systemtrainer von AUDI 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 Original-Fahrzeug sind alle verbauten Hochvoltkomponenten 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 Original-Fahrzeugen stammen.

Die erforderlichen Arbeiten zum Freischalten können identisch zum Fahrzeug unter einfachen Bedingungen ausgeführt werden. Durch den Systemtrainer wird der HV-Fahrzeugtechnik die abschreckende Komplexität durch den überschaubaren und leicht verständlichen Aufbau genommen. Anwendung und Haptik entsprechen dem realen Fahrzeug.

Der Schwerpunkt liegt auf der Fehlersuche: Die vorgestellten Experimente orientieren sich an den Inhalten der aktuell gültigen Rahmenlehrpläne und lassen sich darüber hinaus beliebig ergänzen.

Mit dem Hochvolt-Systemtrainer ist es möglich, auf einfache Weise Isolationsfehler in den HV-Leitungen und -Komponenten zu simulieren. Dadurch kann gezielt die systematische Fehlersuche mit Original-Werkstattmessgeräten trainiert und verbessert werden.

Mit dieser Ausstattung werden folgende Themen behandelt:

- HV-Batterie und HV-Bordnetz
- Eigensicherheit durch die Pilotlinie und Potenzialausgleich
- HV-Verbraucher (elektrischer Klimakompressor und elektrische Zusatzheizung) zur Fehlersimulation
- Inverter mit HV-Messpunkten
- Messmöglichkeit und Manipulation diverser Isolationswiderstände
- E-Maschinenanschluss mit Messmöglichkeit an offenen Leitungsenden

## Elektrofahrzeug

A2.7.2.8  
Hochvolt-Schülerarbeitsplatz



LERNFELDER:  
1, 3, 6, 8, 11P, 11S, 12P, 13S, 14S

Hochvolt-Schülerarbeitsplatz (A2.7.2.8)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	A2.7.2.8
739 980	Kfz Hochvoltarbeitsplatz	1
739 949	HV-PC-Messadapter für Elektromobilität	1
739 944	Elektrikerhandschuhe 1000 V	1
667 6123	Schutzbrille Roma	1
689 0816	Paar Stoffhandschuhe	1

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)

Zusätzliche Kenntnisse der Energiespeichertechnik ermöglichen das Verständnis der neuen Systeme „elektrische Maschine“ und „Leistungselektronik“ im Bereich der Elektromobilität.

Der Schülerarbeitsplatz Hochvolttechnik vermittelt den sicheren Umgang mit HV-Fahrzeugen. Alle wesentlichen Hochvolt-Komponenten sind verbaut, teilweise mit Original-Komponenten. So wird der Praxisbezug besonders deutlich.

Mit werkstattüblichen Messgeräten können alle typischen Untersuchungen durchgeführt werden.

## GRUNDLAGEN DER KFZ-ELEKTR(ON)IK

### GRUNDLAGEN ELEKTR(ON)IK STECKSYSTEME (A1.1)

#### A1.1.1 Grundlagen mit STE

A1.1.1.1 Grundlagen der Kfz-Elektrik/Elektronik 26

A1.1.1.2 Sensorik im Kfz 27

A1.1.1.3 Kompaktausstattung Grundlagen der Kfz-Elektrik/Elektronik 28

A1.1.1.4 Aktorik im Kfz 29

A1.1.1.5 Grundlagen System- & Hochvolttechnik 30

A1.1.1.6 Grundlagen Autonomes Fahren 31

#### A1.1.3 Grundlagen Komplettsysteme mit STE

A1.1.3.1 Pulsweitenmodulation PWM 32

A1.1.3.2 Das Kfz-Relais 33

A1.1.3.4 Der AMR-Radsensor 34

### GRUNDLAGEN ELEKTR(ON)IK COM4LAB (MA)

MA1.1 Kfz-Elektrik 36

MA2.1 Kfz-Sensorik 37

MA3.1 Kfz - Grundlagen Digitaltechnik 38

MA3.2 Kfz - Digitale Speicherschaltungen 39

## FAHRZEUGTECHNIK

### KFZ-ELEKTRIK (A2.1)

#### E2.1.1 Bordnetz

A2.1.1.1 Energieüberwachung 41

A2.1.1.2 Drehstromgenerator 42

A2.1.1.4 Bordnetz von Start/Stop-Systemen 43

#### E2.1.2 Beleuchtungsanlage

A2.1.2.1 Kfz-Beleuchtung 44

A2.1.2.2 Ergänzung Anhänger 45

#### E2.1.3 Beleuchtungsanlage

A2.1.3.1 Kfz-Beleuchtung mit CAN-Bus 46

A2.1.3.2 Ergänzung Anhängersteuerung 47

A2.1.3.4 LED Scheinwerfer 48

#### E2.1.4 Nachrüsten von Elektrosystemen

A2.1.4.1 Elektrosysteme 230 VAC 49

A2.1.4.2 Komfortsystem Richtungsblinken 50

A2.1.4.3 Abbiegelicht 51

### VERBRENNUNGSMOTOR (A2.3)

#### A2.3.1 Zündsysteme

A2.3.1.3 Verteilerlose Spulenzündanlage (DIS) 52

A2.3.1.4 Verteilerlose Spulenzündanlage (EFS) 53

#### A2.3.2 Gemischaufbereitung Benzin

A2.3.2.1 Benzineinspritzung 54

A2.3.2.2 LPG Nachrüstsystem 55

#### A2.3.3 Gemischaufbereitung Diesel

A2.3.3.4 Common Rail 56

A2.3.3.5 Diesel Schnellstartsystem 57

### FAHRERASSISTENZ- & KOMFORTSYSTEME (A2.4)

#### A2.4.1 Automatisierende Systeme

A2.4.1.2 Einparkhilfe 58

A2.4.1.4 Kfz-Sensorik 59

A2.4.1.5 Klimaanlage 60

#### A2.4.2 Fahrerassistenzsysteme

A2.4.2.1 Elektronisches Gaspedal 61

A2.4.2.2 Totwinkelassistent 62

### FAHRWERK & ANTRIEBSSTRANG (A2.5)

#### A2.5.1 Bremsanlage

A2.5.1.1 Fahrdynamiksystem ABS/ESP 64

#### A2.5.3 Lenksystem

A2.5.3.2 Elektromechanische Servolenkung 65

MA4.1 Datenbussysteme im Kfz 66

### VERNETZUNG, DIGITALISIERUNG & DIAGNOSE (A2.6)

#### A2.6.1 Digitalisierung & Vernetzung

A2.6.1.1 Digitalisierung: Vernetzte Kfz-Systeme CAN-Bus Beleuchtung 67

A2.6.1.4 Digitalisierung: Vernetzte Kfz-Systeme MOST-Bus Fachpraxis 68

A2.6.1.9 Digitalisierung: Vernetzte Kfz-Systeme CAN-Bus FD Gateway 69

A2.6.1.10 Digitalisierung: Vernetzte Kfz-Systeme SENT Gaspedal 70

A2.6.1.12 Digitalisierung: Vernetzte Kfz-Systeme „Automotive Ethernet“ Umfeldkamera 71

A2.6.1.13 Digitalisierung: Vernetzte Kfz-Systeme „MOST-Tiny 3G“ 72

A2.6.1.14 Digitalisierung: Vernetzte Kfz-Systeme LIN-Bus DC/DC-Wandler 73

A2.6.2 Diagnose

A2.6.2.1 Kfz-Diagnose 74

A2.6.2.2 EOBD-Diagnose 75

ELEKTROMOBILITÄT (A2.7)

A2.7.2 Elektrofahrzeug

A2.7.2.1 Elektromaschinen & Inverter im Hybrid- und Elektrofahrzeug 76

A2.7.2.3 Schülerarbeitsplatz Hybridantriebe 77

A2.7.2.5 Hochvolt-Systemtechnik 78

A2.7.2.6 Hochvolt-Batterietechnik 79

A2.7.2.7 Hochvolt-Fahrzeugtechnik 80

A2.7.2.8 Hochvolt-Schülerarbeitsplatz 81

# ABONNIEREN SIE UNSEREN NEWSLETTER!

- direkte Information über Produktneuheiten und Trends
- Inspirationen für den Unterricht
- erlesene Auswahl an Experimenten
- aktuelle Informationen rund um Produkte und Lösungen
- exklusive Angebote und Aktionen



<https://info.ld-didactic.de/newsletter-abonnieren>



## FOLGEN SIE UNS!



Besuchen Sie unseren YouTube-Kanal und finden Videos über unsere Produkte, Lösungen, Experimente und vieles mehr.

<https://www.youtube.com/@LDdidactic>



## FOLGEN SIE UNS

<https://www.linkedin.com/company/ld-didactic-gmbh>



PHYSIK

CHEMIE  
BIOLOGIE

TECHNIK



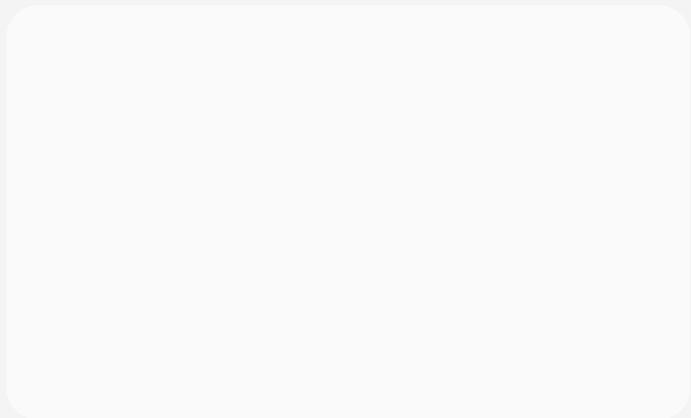
# KONTAKT

134\_0102DE\_08.2023 LD  
Technische Änderungen vorbehalten

LD DIDACTIC GmbH  
Leyboldstrasse 1  
50354 Hürth  
Deutschland

Tel.: +49 2233 604 0  
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)



BRANDS OF THE LD DIDACTIC GROUP

LEYBOLD® Feedback ELWE® TECHNIK