

# LEYBOLD®

MESSEN, STEUERN, REGELN  
& AUTOMATISIEREN



REGELUNGSTECHNIK - AUTOMATISIERUNGSTECHNIK -  
INDUSTRIE 4.0



# VORTEILE DER LEYBOLD LÖSUNGEN

## TPS-SYSTEM

Leicht zu bewegen und aufzubauen. Klein genug zum Transport, groß genug für überzeugende Experimente.

## DIGITALISIERTE PROZESSE

Moderne Regelungs- und Automatisierungssysteme sind digitalisierte Prozesse basierend auf Microcontrollern und Software.

## MODULAR

Einfach zu kombinierende Prozesse und damit unübertroffen anpassbar an individuelle Fragestellungen. TPS-Geräte können zu ausgedehnten, komplexen Gesamtaufbauten zusammengestellt werden.

## ERWEITERBAR

Kombination von technischen und elektronischen Teilprozessen (Regelstrecken und Analogsimulationen) erhöhen die Anforderungen der Auszubildenden und Studenten an die Modellprozesse und Ablaufsteuerungen. Anlagen können bis Industrie 4.0 erweitert werden.

## RECHNERUNTERSTÜTZUNG

Professionelle Software wie „TIA Portal“, „WinFACT“, „LabVIEW™“, „ESPIAL“ oder „MATLAB®“ ermöglichen die Programmierung und Optimierung von Steuerungs- und Regelproblemen. Für die Auswertung und Optimierung von Regelsystemen stehen Ihnen die Systeme der CASSY-Familie (Sensor-CASSY 2, Profi-CASSY und CASSY Lab 2) zur Verfügung.

## PLUG & PLAY

Elektronische Handbücher mit vorbereiteten Messdateien oder Lösungsvorschlägen sind Teil der Ausstattungen. Keine mühsamen Kalibrierungen und Vorabgleiche.

# WORUM GEHT ES?

Der Katalog beschreibt Ausstattungen, Versuche und Geräte zur Regelungstechnik und Automatisierung. Vor dem Aufkommen informationsverarbeitender Systeme wurde die Regelungstechnik häufig im Dreiklang *Messen Steuern Regeln* zusammengefasst. Heute bilden diese Themen die notwendige Voraussetzung, um schließlich den Anforderungen unter dem Titel Industrie 4.0 gerecht zu werden.

Frühe Steuerungen in Form von festverdrahteten Relais- und Schützschaltungen steigerten schon gegen Ende des 19. Jahrhunderts die Produktivität an den Fließbändern der amerikanischen Schlachthöfe und in der aufkommenden Automobilindustrie.

Relais- und Schützsteuerungen werden in Abgrenzung zu modernen Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) auch Verbindungsprogrammierte Steuerungen (VPS) genannt. Ihr theoretischer Hintergrund ist einfach. Aufgrund der Festverdrahtung sind alle Lösungen individuell auf eine spezielle Anwendung festgelegt.

Erst die Entwicklung speicherprogrammierter Steuerungen im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts brachte den Durchbruch zum massenhaften Einsatz von Steuerungen praktisch in der gesamten Industrieproduktion. Die Regelungstechnik ist im Gegensatz zur Steuerungstechnik stark von Theorie durchsetzt.

Automatisch ablaufende Folge- und Festwertregelungen zur Störungskompensation sind heute in vielen Bereichen des täglichen Lebensstandard. Sie erfordern neben den üblichen Systemauswertungen - z. B. durch Sprungantworten - auch spezifische Maßnahmen und Optimierungen.

Für eine leichtere Orientierung ist der Katalog in folgende Unterkapitel gegliedert:

- Messtechnik & Sensoren
- Didaktische Regelungstechnik
- Angewandte Regelungstechnik
- Industrielle Regelungstechnik
- Steuerungstechnik
- Automatisierungstechnik
- Prozessautomatisierung
- Hydraulik
- Pneumatik
- Industrie 4.0

Die Ausstattungen enthalten ganz unterschiedliche Lehrsysteme vom Stecksystem über Multimedia-Kurse bis zu Experimentierplatten und Anlagensimulationen. Zusätzlich zu den speziell entwickelten, didaktischen Geräten stehen besonders im Bereich Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) speziell aufbereitete Trainingspakete auf der Basis industrieller Komponenten zur Verfügung.

# LERNFELDER

BERUFE	LERNFELDER										
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Elektroniker für Automatisierungstechnik	■		■	■	■	■		■	■	■	■
Elektroniker für Betriebstechnik	■		■	■	■	■			■		
Elektroniker für Gebäude- & Infrastruktursysteme	■		■	■	■	■					
Elektroniker für Geräte & Systeme	■			■	■		■	■			
Elektroniker für Informations- & Systemtechnik	■			■							
Elektroniker für Maschinen- & Antriebstechnik	■		■					■			■
Mechatroniker	■	■			■		■		■		

■ Für dieses Lernfeld finden Sie im Katalog relevante Ausstattungen.

# KAPITELÜBERSICHT

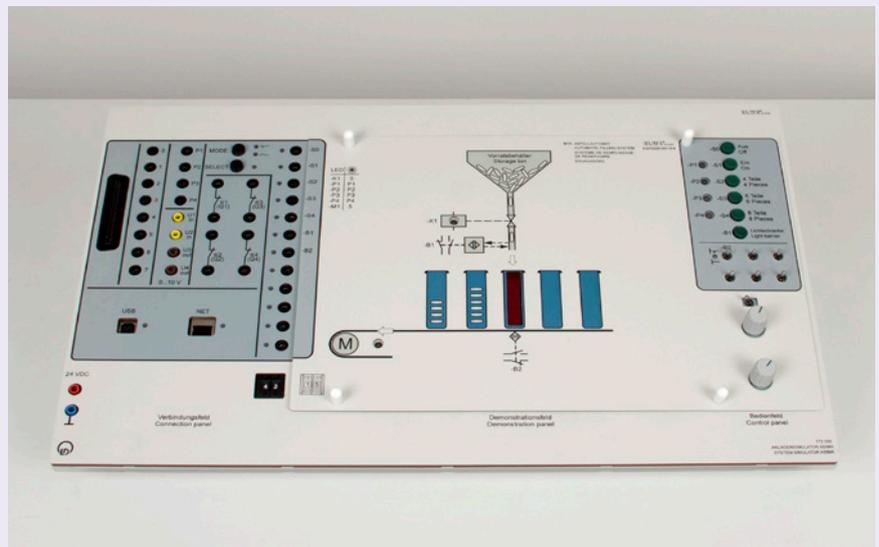
<b>LEYBOLD-LÖSUNGEN AUF EINEN BLICK</b>	SEITE 6 - 19
HIGHLIGHT-PRODUKTE	
COM3LAB MULTIMEDIA	
TPS –TRAINING PLATTEN SYSTEM	
STE – STECKSYSTEM ELEKTRIK	
CASSY – COMPUTERUNTERSTÜTZTES MESSEN & AUSWERTEN	
DOCUMENT CENTER	
INDUSTRIE 4.0	
<b>E6.1 MESSTECHNIK &amp; SENSOREN</b>	SEITE 21 - 24
E6.1.1 MESSEN ELEKTRISCHER GRÖSSEN	
E6.1.2 MESSEN NICHELEKTRISCHER GRÖSSEN	
E6.1.3 COM3LAB-MULTIMEDIA: MESSTECHNIK	
<b>E6.2 DIDAKTISCHE REGELUNGSTECHNIK</b>	SEITE 25 - 30
E6.2.1 REGELUNGSTECHNIK MIT CASSY	
E6.2.2 COM3LAB-MULTIMEDIA: REGELUNGSTECHNIK	
<b>E6.3 ANGEWANDTE REGELUNGSTECHNIK</b>	SEITE 31 - 48
E6.3.1 REGELUNG TECHNISCHER STRECKEN	
E6.3.2 SERVO-REGELUNG	
E6.3.3 VERFAHRENSTECHNIK	
E6.3.4 SYSTEME & KOMPONENTEN DER REGELUNGSTECHNIK	
E6.3.5 TECHNISCHE PROZESSE MIT GROSSMODELLEN	
<b>E6.4 INDUSTRIELLE REGELUNGSTECHNIK</b>	SEITE 49 - 60
E6.4.1 INDUSTRIELLE REGLER & STRECKEN	
E6.4.2 PRAXISNAHE TRAININGSSYSTEME	
<b>E6.5 STEUERUNGSTECHNIK</b>	SEITE 61 - 70
E6.5.1 GRUNDLAGEN DER STEUERUNGSTECHNIK	
E6.5.2 INDUSTRIELLE STEUERUNGEN	
<b>E6.6 AUTOMATISIERUNGSTECHNIK</b>	SEITE 71 - 78
E6.6.1 COM3LAB-MULTIMEDIA: AUTOMATISIERUNG	
E6.6.2 KLEINSTEUERUNGEN & PROZESSVISUALISIERUNG	
E6.6.3 SPS & PROZESSVISUALISIERUNG	
E6.6.4 INDUSTRIELLE BUSSYSTEME	
<b>E6.7 PROZESSAUTOMATISIERUNG</b>	SEITE 79 - 92
E6.7.1 ANLAGENSIMULATION	
E6.7.2 MECHATRONIK	
E6.7.3 CHEMISCHE VERFAHRENSTECHNIK	
<b>E6.8 HYDRAULIK</b>	SEITE 93 - 96
E6.8.1 DIDAKTISCHE HYDRAULIK	
<b>E6.9 INDUSTRIE 4.0</b>	SEITE 97 - 99

# HIGHLIGHT PRODUKTE

## ASIMA II

773 050

Der Anlagensimulator ASIMA II ist die optimale Ergänzung für die SPS S7-1516. Insgesamt stehen 33 verschiedene Anlagen zur Verfügung. Das Versuchsspektrum reicht von der Erprobung von SPS-Funktionen bis zur komplexen Anlage mit Regelung und ermöglicht einen universellen Einsatz von ASIMA in der Ausbildung. Im Lieferumfang ist der COM3LAB Kurs ASIMA enthalten.

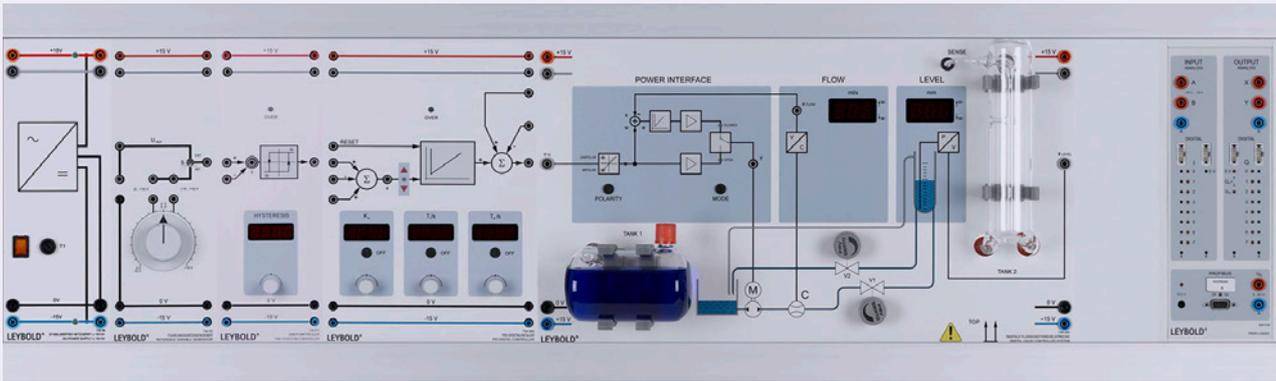


## MECHATRONIK & INDUSTRIE 4.0

E6.7.2 & E6.9

Von den Grundlagen bis zu einer industriellen Fertigungsanlage kann ein durchgehendes Lernkonzept aufgebaut werden. Mechatronische Modelle helfen dem Auszubildenden einen Übergang zur realen Industrieanlage zu schaffen. Dieses bildet die Voraussetzung für den Betrieb, Wartung und Instandsetzung von komplexen Fertigungsanlagen.





## REGELUNG VON DURCHFLUSS & FÜLLSTAND

### E6.3.1.2

Die Flüssigkeitsregelstrecke besteht hauptsächlich aus Pumpe sowie Vorrats- und Messtank. Durch zwei Ventile lassen sich Zulauf und Ablauf der Flüssigkeit beeinflussen. Das Gerät enthält einen Flügelrad-Durchflussmesser mit unterlager-tem Durchflussregler.

Ein Tauchrohr mit Drucksensor erfasst den Füllstand im Messtank und setzt diesen in ein elektrisches Signal um. Die Messgrößen für Durchfluss und Füllstand werden auf 7-Segment-Anzeigen dargestellt. Die digitale Flüssigkeitsregelstrecke zeichnet sich durch geringen Platzbedarf aus. Sie wird komplett mit allen Sensoren und Betriebsmitteln geliefert und erfordert nur wenig Zubehör.

## DOPPELROTOR-MIMO-SYSTEM

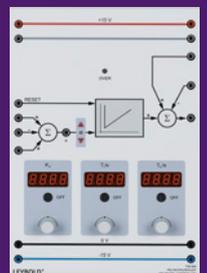
### E6.3.5

Das Doppelrotorsystem veranschaulicht die Prinzipien eines nichtlinearen MIMO (Multiple Input, Multiple Output)-Systems mit signifikanter Kreuzkopplung. Das System verhält sich wie ein Hubschrauber mit fest eingestellten Anstellwinkeln der Rotorblätter, bei dem die aerodynamischen Kräfte durch Variieren der Drehzahlen an beiden Motoren gesteuert werden. Es tritt eine deutliche Kreuzkopplung zwischen beiden Achsen auf, da jeder Rotor Einfluss auf beide Winkelpositionen ausübt. Mit der Advantech PCI-Karte entsteht eine beeindruckende Entwicklungsumgebung für die digitale Steuerung. Der Benutzer wird durch den Design-Prozess geführt und erlernt die Identifikation des Systems mittels phänomenologischer Prozessmodelle, Dynamikanalyse, diskreter Modelle, Controller-Design, Controller-Tests auf dem Modell, Controller Implementation in Echtzeit-Anwendungen, Implementierung verschiedener Steuerungsstrategien und Datenvisualisierung.



## PID-DIGITALREGLER NET

734 064N

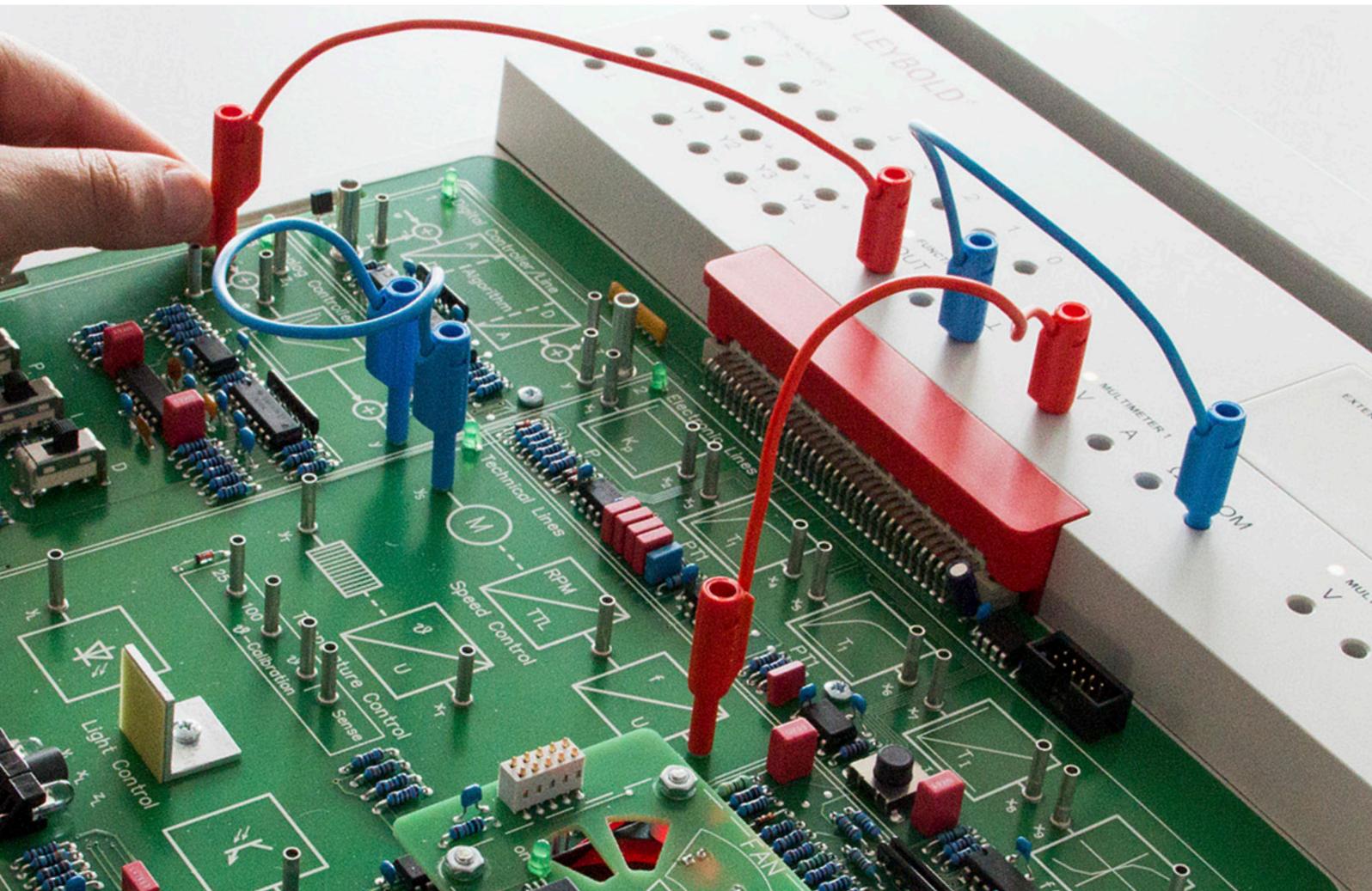


Netzwerkfähiger Digitalregler in 32 Bit Architektur zur Einbindung in das LeyLab-Netz. Als Regler für stetige Prozesse wird der Digitalregler z. B. als P-, PI-, PD- oder PID-Regler konfiguriert. Mit Eingangssummierpunkt für zwei Führungsgrößen und eine Regelgröße, Messpunkt für Regeldifferenz, Tendenzanzeige der Regeldifferenz mit drei LED. P-, I- und D-Anteil einzeln abschaltbar.

Mit Ausgangssummierpunkt zum Addieren bzw. Subtrahieren von zwei externen und einer internen Störgrößen. Die interne Störgröße kann über das Netz geschaltet werden. Wahl der Reglerparameter über Tasten und Drehgeber.

Der Integrator arbeitet mit einer Anti-Wind-Up-Begrenzung. Der Differentiator nutzt einen adaptiven Glättungsalgorithmus zur Reduzierung des Quantisierungsrauschens und verfügt über einen internen Anstiegsbegrenzer.

# COM3LAB MULTIMEDIA



## MASTER UNIT

Die Master Unit ist kompatibel zu allen Kursen und umfasst zwei digitale Multimeter, einen Funktionsgenerator, ein digitales Speicheroszilloskop und einen Digitalanalysator.

Durch einfaches Wechseln der Kursplatine in der Master Unit wird ein völlig neues Themengebiet erschlossen.

## THEORIE & PRAXIS OPTIMAL KOMBINIEREN

COM3LAB Multimedia kombiniert interaktive Lernsoftware mit realer Hardware und wird in Schulen, Universitäten oder Industriebetrieben zur Ausbildung in vielfältigen Bereichen der Elektrotechnik und Elektronik eingesetzt.

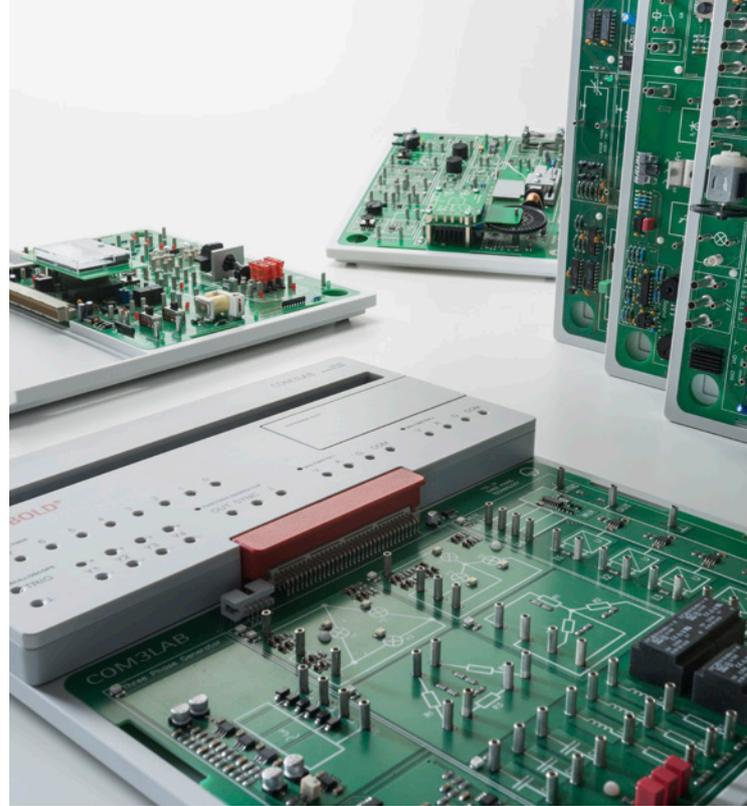
Auch die COM3LAB Kurse zu den Themen Messen, Steuern und Regeln setzen die modernen Methoden des Blended Learning um. Sie bieten einen flexiblen Einsatz im Unterricht, da sie sowohl zur Präsentation, zum handlungsorientierten Selbststudium oder für Projektarbeit in Teams geeignet sind.

# COM3LAB KURS: AUTOMATISIERUNGS- & BUSTECHNIK

Dieser Kurs vermittelt das grundlegende Wissen über Speicher-programmierbare Steuerungen (SPS) und zeigt deren Vernetzung inklusive Sensoren und Aktoren anhand des PROFIBUS.

Mit vielen Beispielen, Erläuterungen, Übungen und praktischen Aufgaben werden Grundlagen und Funktionsweisen der SPS und des PROFIBUS anschaulich dargestellt.

Die kompakte und komplexe Hardware dieses Kurses ermöglicht eine praxisierechte Vermittlung der Lerninhalte. Die Möglichkeit weitere externe Profibus-Komponenten anzuschließen, bietet umfangreiche Mittel, die Abläufe in der Bus- und Automatisierungstechnik realitätsgetreu und ohne großen Aufwand darzustellen.



# COM3LAB KURSE: REGELUNGSTECHNIK I & II

Mit diesen Kursen wird die Regelungstechnik praxisnah an vielen Beispielen vermittelt. Wichtige Lernziele, wie z. B. Fuzzy Control, Stabilitätsuntersuchung nach Nyquist oder Regleroptimierungen, können ohne Aufwand an Strecken, Reglern und Messequipment erreicht werden.

Das Kennenlernen der verschiedenen Regler dominiert im Kurs Regelungstechnik I. Schritt für Schritt werden Analyse und Berechnungen von Regelstrecken erarbeitet.

Der Kurs Regelungstechnik II befasst sich mit komplexen Regelungssystemen und ihrem Verhalten.



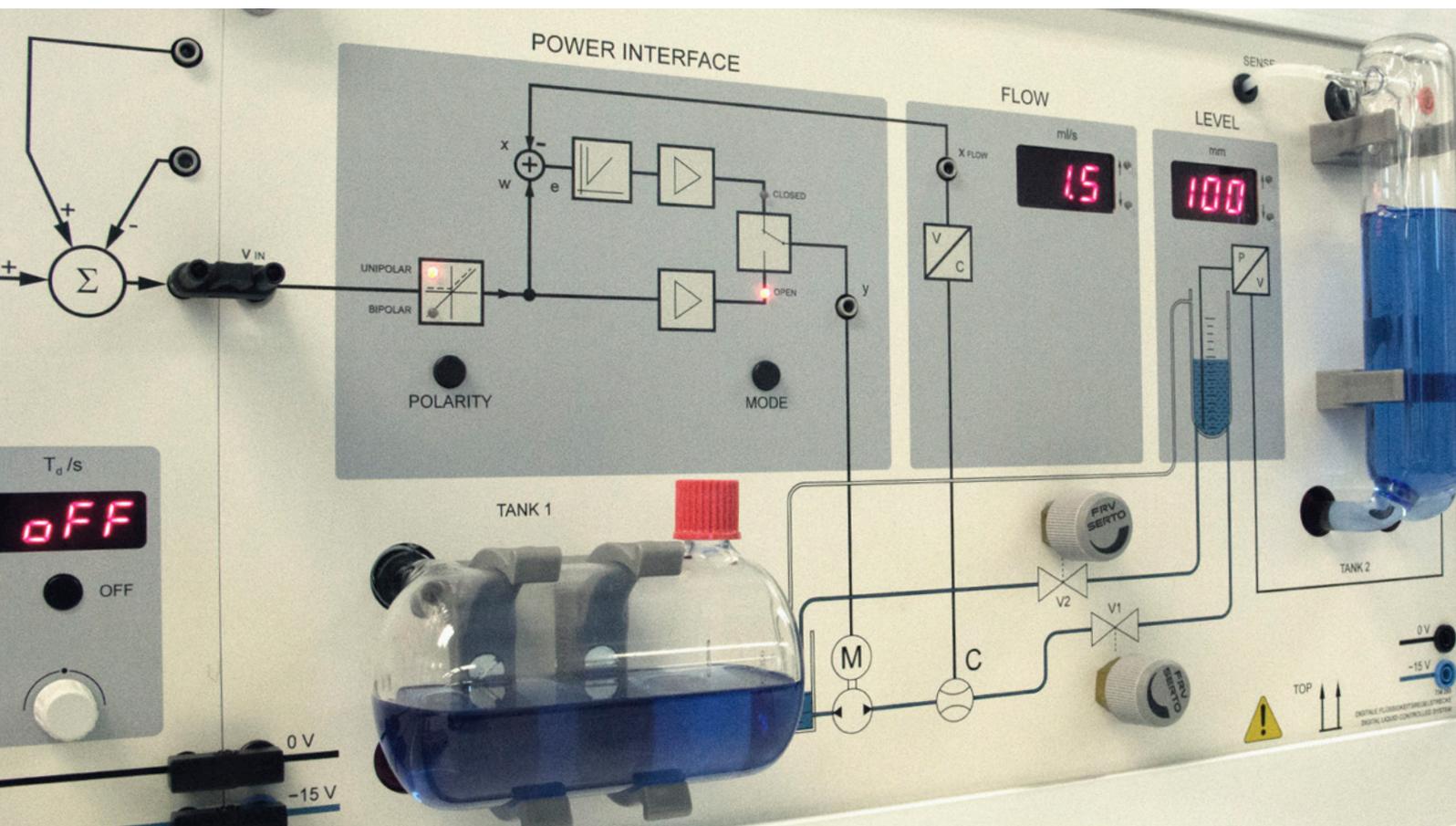
## COM3LAB KURS: OPERATIONSVERSTÄRKER

Dieser Kurs gibt einen Einblick in die Welt der Operationsverstärker. Von der Standardschaltung bis hin zur Realisierung eines Funktionsgenerators werden alle wichtigen Themengebiete abgehandelt. Dieser Kurs bildet die Grundlage für die Kurse der Regelungstechnik.

## COM3LAB KURS: SENSORIK

Hier wird das grundlegende Wissen über das Messen nicht elektrischer Größen vermittelt. Anhand von vielen Beispielen, Erläuterungen, Übungen und praktischen Aufgaben werden die Grundlagen und die Funktionsweisen der Sensoren und der zugehörigen Messschaltungen anschaulich dargestellt.

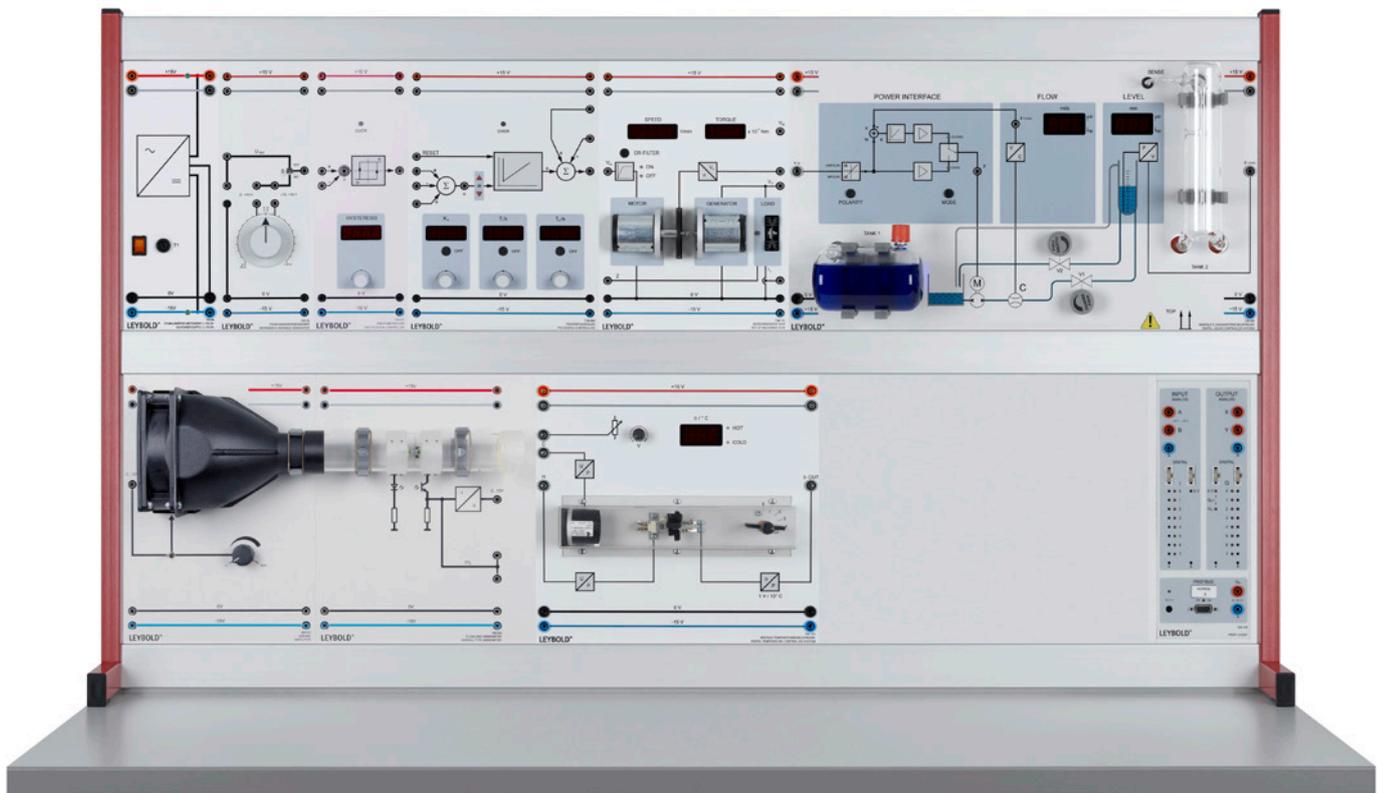
# TRAININGSPLATTEN SYSTEM – TPS



Die LEYBOLD Experimentierplatten sind der Kern eines erfolgreichen Lernsystems. Die damit zusammengestellten Ausstattungen zeichnen sich durch ihre übersichtliche Gliederung aus. Mit TPS-Ausstattungen lassen sich alle notwendigen Lernfelder im jeweiligen Themengebiet erarbeiten.

## DAS MODULARE LEHRPLATTEN-SYSTEM FÜR DEN SCHÜLER- & DEMONSTRATIONSVERSUCH

- Einsatz von Originalkomponenten
- Versuchsliteratur zur Unterrichtsvorbereitung & Versuchsdurchführung
- Übersichtliche Frontansichten
- Kratz- & Abriebfest



Der didaktisch aufbereitete farbige Druck unterstützt das Verständnis für den Auszubildenden und Studenten. Durch die hochwertige Einbrennung ist das Panell kratz- und abriebfest. Der konsequente Einsatz von 4-mm-Sicherheitsbuchsen, Kabeln und Brückensteckern ermöglicht die sichere Durchführung von Versuchen. Unterstützt durch umfassende Experimentieranleitungen haben die Auszubildenden und Studenten vielfältige Möglichkeiten, neues Wissen und Fähigkeiten zu erlernen und gleichzeitig bereits erworbenes Wissen zu festigen.

Das bewährte TPS-Experimentierplattensystem ist ebenso hervorragend geeignet, um komplexe Versuche durch die Lehrkraft zu demonstrieren. Die zusätzlich einsetzbaren Technologien TPS.NET und CASSY eröffnen die Option alle Versuche auch computerunterstützt durchführen zu können. Somit ist eine Brücke zwischen klassischer Lernerfahrung und neuer Technologie gegeben.



Durch das modulare Konzept können Techniklabore mit dem TPS-System schnell und einfach umgerüstet oder erweitert werden.



## STECKSYSTEM STE

Das LEYBOLD-Stecksystem ist ein bewährtes Experimentierprogramm für die Elektrik und Elektronik. Das umfangreiche Versuchsprogramm schließt neben den Grundlagen auch weiterführende Themen ein, z. B. aus Nachrichten-, Informations-, Steuerungs- und Regelungstechnik sowie aus der Kfz-Elektronik.

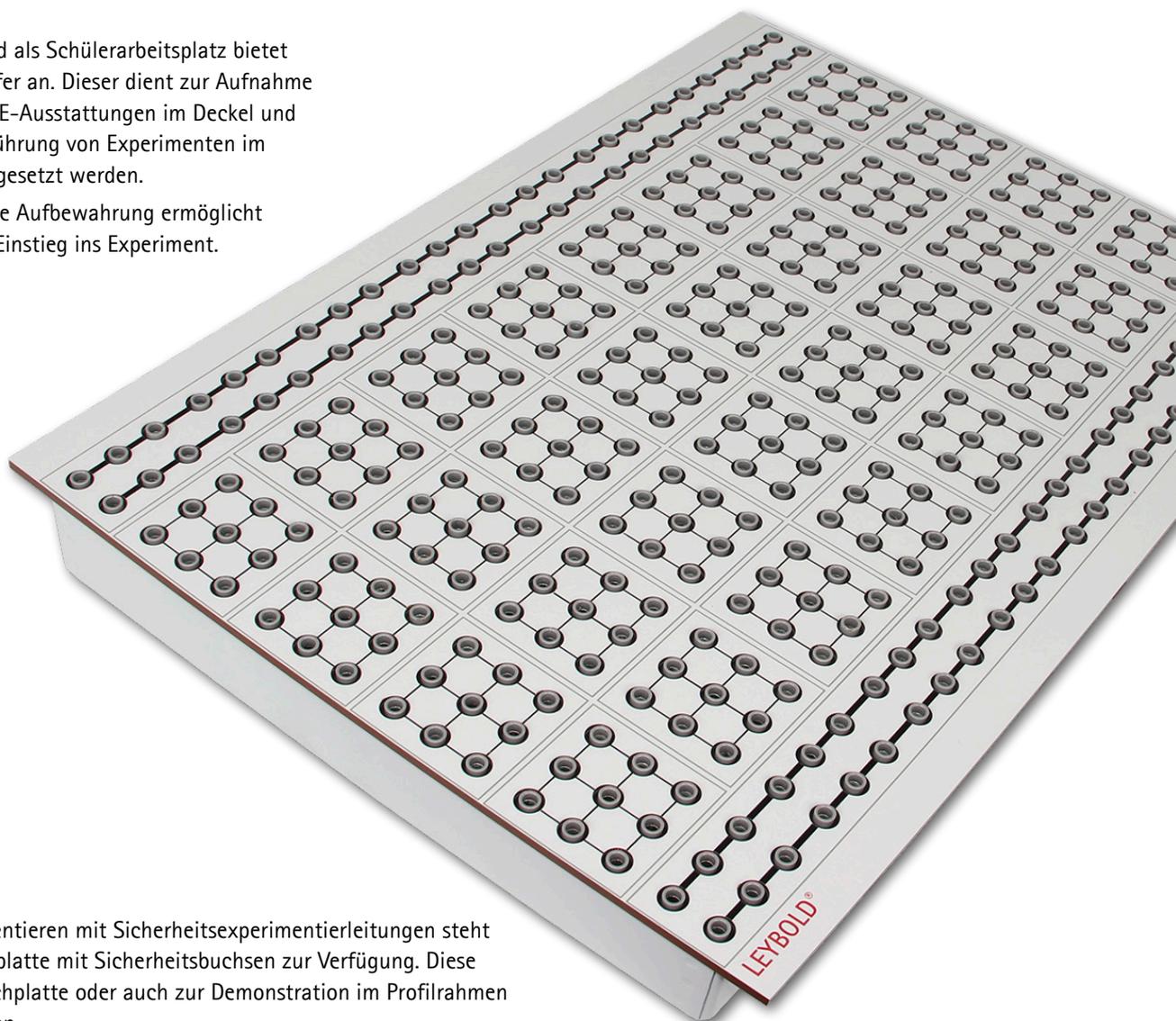
Zur Durchführung der Versuche stehen Versuchsbeschreibungen für Schüler und begleitende Lehrerinformationen zur Verfügung.

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.

Damit eignet sich dieses System ideal, um die elektronische Grundlage der Regelungstechnik bereitzustellen.

Zur Lagerung und als Schülerarbeitsplatz bietet sich der STE-Koffer an. Dieser dient zur Aufnahme verschiedener STE-Ausstattungen im Deckel und kann zur Durchführung von Experimenten im Klassenraum eingesetzt werden.

Die übersichtliche Aufbewahrung ermöglicht einen schnellen Einstieg ins Experiment.

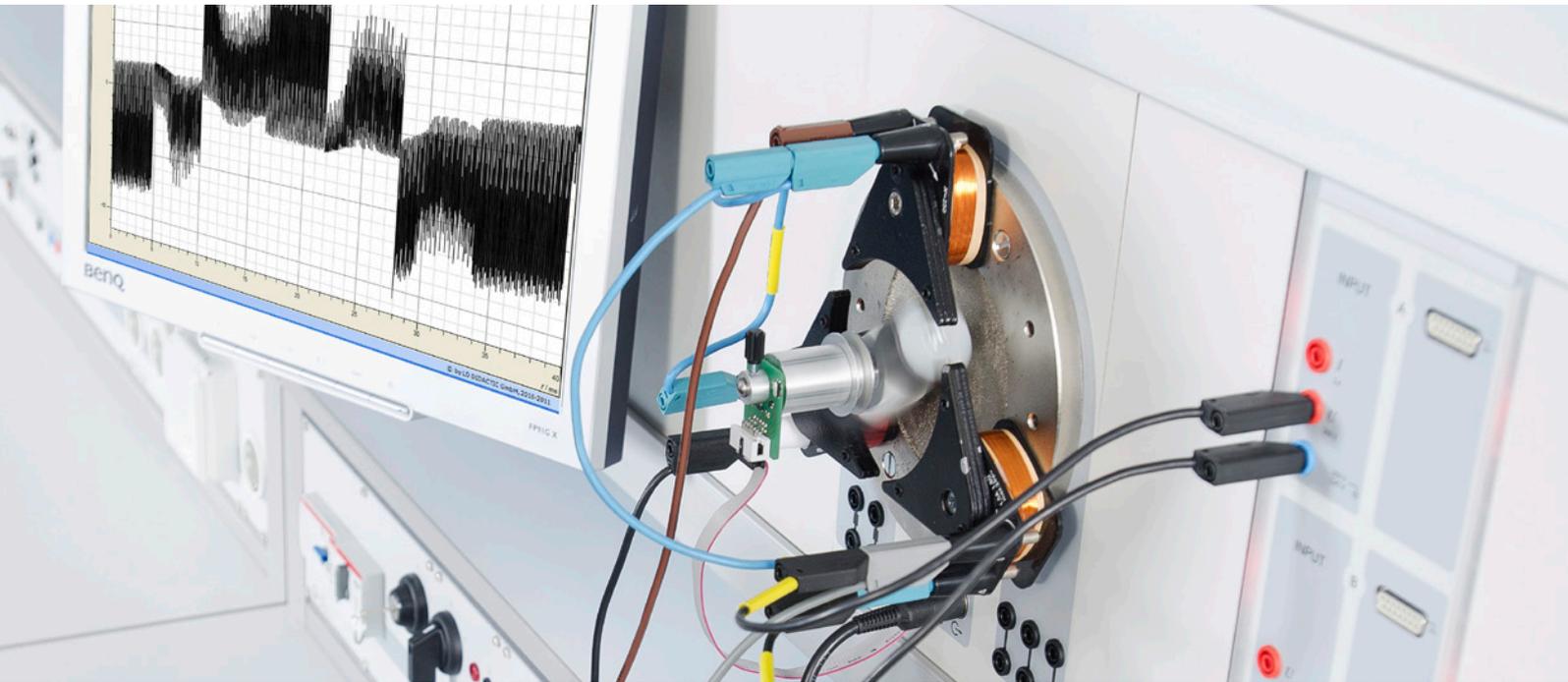


Für das Experimentieren mit Sicherheitsexperimentierleitungen steht eine Rastersteckplatte mit Sicherheitsbuchsen zur Verfügung. Diese kann auf der Tischplatte oder auch zur Demonstration im Profilrahmen verwendet werden.



In den durchsichtigen Gehäusen der Steckelemente sind die elektrischen und elektronischen Bauteile gebrauchsfertig montiert und gegen mechanische Beschädigungen von außen geschützt. Durch das transparente Unterteil ist das Originalbauteil sichtbar.

# CASSY – COMPUTERUNTERSTÜTZTES MESSEN & AUSWERTEN



Das modulare CASSY-System ermöglicht das computerunterstützte Messen und Auswerten für alle Ausbildungsniveaus bis hin zur Hochschule.

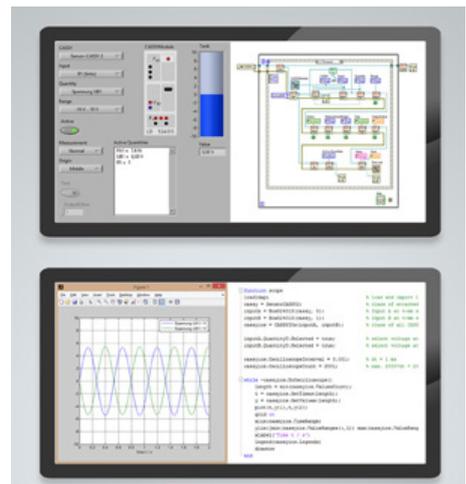
Da dieses System sowohl messen, steuern als auch regeln kann, ist es das richtige Werkzeug um Mess-, Steuer- und Regelungsaufgaben mit Hilfe von Softwareinsatz und PC zu lösen.

## DAS CASSY-SYSTEM UMFASST:

1. Interface zur Messdatenaufnahme
2. Umfangreiches Sensoren-Angebot zur Ermittlung elektrischer und nichtelektrischer Größen
3. CASSY Lab 2: Die zu allen Geräten und Sensoren passende, intuitiv bedienbare Software zum Messen und Auswerten

## SOFTWARE (AUSWAHL)

- CASSY Lab 2
- WinFACT
- MATLAB™
- LabVIEW™
- LEYLAB



# SENSOR-CASSY 2

## INTERFACE ZUR MESSDATENAUFNAHME

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

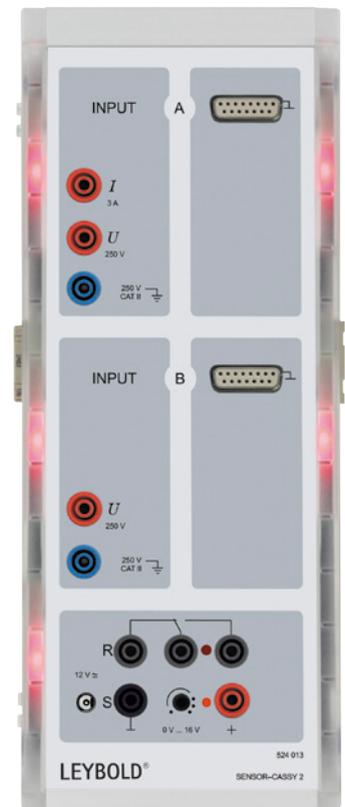
## PLUG & PLAY

automatische Erkennung und Einstellung von Sensor-CASSY 2 und Sensorboxen

## KOMPATIBEL

zu allen CASSY-Sensorboxen und Sensoren

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



# PROFI-CASSY

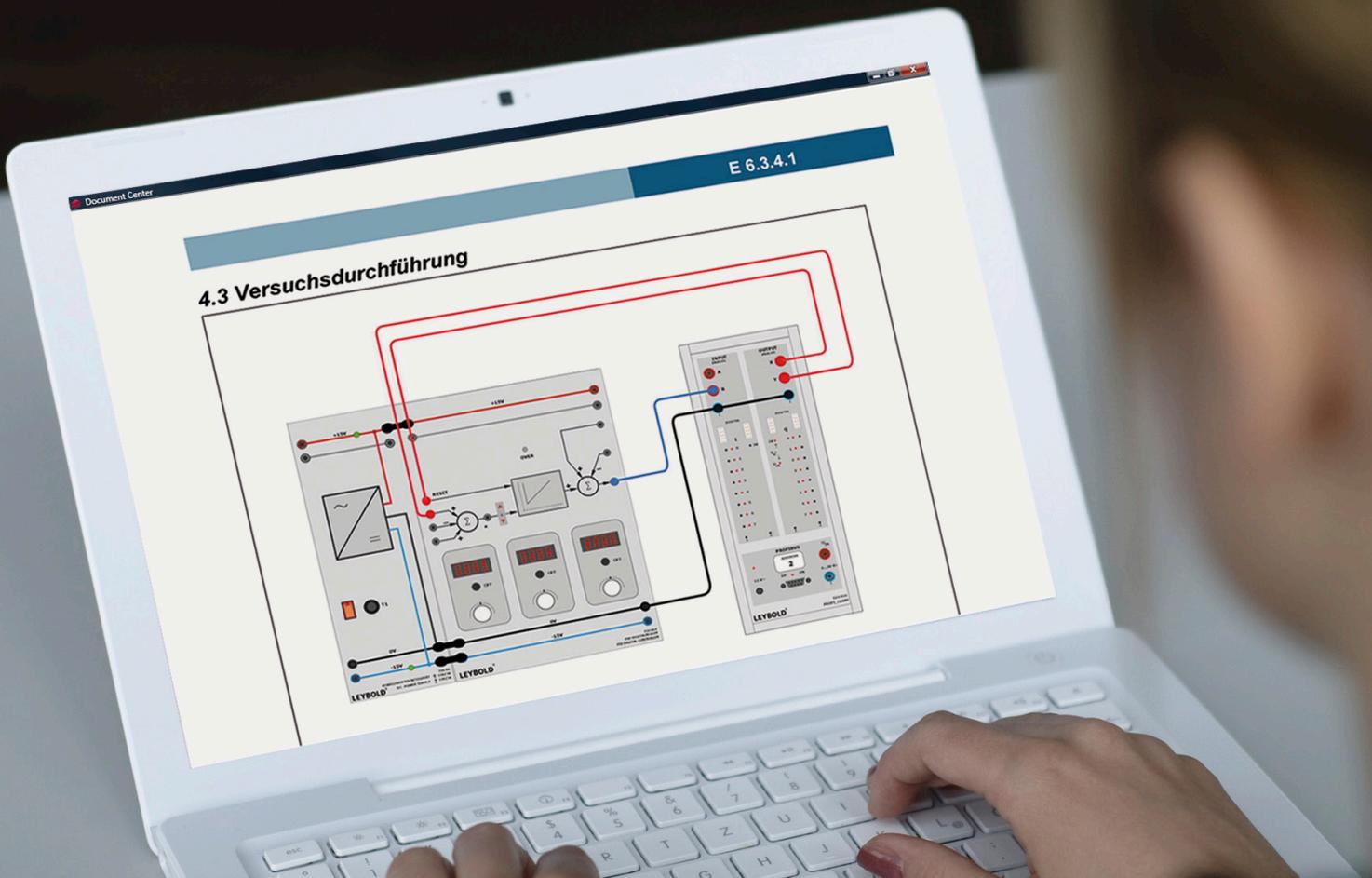
## INTERFACE FÜR ALLE BEREICHE DER ELEKTROTECHNIK

- zum Anschluss an den USB-Port eines Computers
- mikrocontrollergesteuert mit CASSY-Betriebssystem (jederzeit bequem über Software für Leistungserweiterungen aktualisierbar)
- variabel aufstellbar als Tisch-, Pult- oder Demogerät (auch im CPS/TPS-Experimentierahmen)

Weitere Informationen zu Produkten & Ausstattungen finden Sie unter:

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

# DOCUMENT CENTER



## DIE ELEKTRONISCHE LEYBOLD-BIBLIOTHEK

- Anzeige und Verwaltung von Schülerversuchsliteratur, Anleitungen für Demonstrationsversuche oder Gebrauchsanweisungen in einem Programm
- Automatische Aktualisierung aller Dokumente durch kostenlose Online-Updates
- Komfortable fehlertolerante Schlagwort- und Katalognummernsuche

# DAS SUCHEN HAT EIN ENDE

Das zeitaufwändige Suchen nach Versuchsanleitungen in Ordnern hat ein Ende! Mit dem neuen kostenfreien Document Center sparen Sie wertvolle Zeit bei der Unterrichtsvorbereitung. Mit dem Document Center haben Sie digitalen Zugriff auf alle technischen Dokumente, die wir in Form von umfangreichen Literaturpaketen (teilweise kostenpflichtig) zur Verfügung stellen.

Nach einmaliger Installation halten sich die Dokumente danach auf Wunsch automatisch auf dem aktuellen Stand. Die Literaturpakete werden übersichtlich in einem Inhaltsverzeichnis dargestellt, das Sie strukturiert zum Zieldokument führt. Je mehr Literaturpakete Sie installiert haben, um so mehr Einträge umfasst das Inhaltsverzeichnis.

Mit der komfortablen, fehlertoleranten Suchfunktion finden Sie schnell das richtige Dokument. Je mehr Literaturpakete Sie installiert haben, umso leistungsfähiger wird die Suchfunktion.

# VERSUCHE INTERAKTIV DURCHFÜHREN & DIGITAL PROTOKOLLIEREN

Literaturpakete können neben den Dokumenten auch Anwendungsdaten enthalten. So ist zum Beispiel das Laden von Einstellungen und Beispielen in CASSY Lab 2 mit nur einem Mausklick aus einer in einem Literaturpaket enthaltenen Versuchsbeschreibung möglich.

Sind von einem Literaturpaket Schüler- und Lehrerversionen installiert, dann ist ein Wechsel zwischen den Versionen durch nur einen Mausklick möglich. Schülerdokumente können im Document Center ausgefüllt und als Protokoll gespeichert oder ausgedruckt werden.

**PS 1.4.2.1** Lehrerversion

**Durchführung**

- Den Wagen zum Regelgerät stellen und diesen beschleunigen.
- Regelgerät einschalten und Wagen freigeben.  
*Hinweis: Es ist wichtig, dass der Wagen nach Erreichen des Zielwertes nicht mehr bewegt wird. Die ersten Zielwerte wurden nicht erreicht.*
- Regelgerät ausschalten, sobald der Wagen steht.

**Überlegungen**

- Beschleunigungswerte, die bei der Fahrt gemischt werden konnte. Gegenwärtig: Wiederholung des Versuchs mit ausgeschaltetem Regelgerät.  
*Der Wagen wird immer schneller.*
- Den Regelwertes aus der Anordnung nehmen und die Wippen des zwischen den Markierungen eingelenken. Dieses Ergebnis mit der gemischten Beschleunigung vergleichen.  
*Die in 0.1.4 zurückgelegten Wegstrecken werden immer größer. Dieses Ergebnis stimmt mit der gemischten Beschleunigung überein.*

**Auswertung**

Moniergeschwindigkeiten  $v_m$  zwischen den Markierungen 2 und 4, 14 und 16 und zwei Markierungen am Ende des Regelwertbereichs beschreiben

Markierung	Weg $s$ / cm	Ziel $f$ / s	Geschwindigkeit $v$ / cm/s
2/4	0,4	0,2	2,0
14/16	3,0	0,2	15,0
30/32	9,1	0,2	45,5

**Text files ergänzen:**  
Bei einem bspw. folgenden Wagen werden die in gleichen Zeitintervallen zurückgelegten Wegstrecken immer größer.  
Daraus folgt, dass die jeweiligen Moniergeschwindigkeiten auch immer größer werden.  
Eine derartige Bewegung wird beschleunigte Bewegung genannt.

Lehrerversion

**PS 1.4.2.1** Schülerversion

**Durchführung**

- Den Wagen zum Regelgerät stellen und diesen beschleunigen.
- Regelgerät einschalten und Wagen freigeben.
- Regelgerät ausschalten, sobald der Wagen steht.

**Überlegungen**

- Beschleunigungswerte, die bei der Fahrt gemischt werden konnte. Gegenwärtig: Wiederholung des Versuchs mit ausgeschaltetem Regelgerät.
- Den Regelwertes aus der Anordnung nehmen und die Wippen des zwischen den Markierungen eingelenken. Dieses Ergebnis mit der gemischten Beschleunigung vergleichen.

**Auswertung**

Moniergeschwindigkeiten  $v_m$  zwischen den Markierungen 2 und 4, 14 und 16 und zwei Markierungen am Ende des Regelwertbereichs beschreiben

Markierung	Weg $s$ / cm	Ziel $f$ / s	Geschwindigkeit $v$ / cm/s
2/4		0,2	
14/16		0,2	
/		0,2	

**Text files ergänzen:**  
Bei einem bspw. folgenden Wagen werden die in gleichen Zeitintervallen zurückgelegten Wegstrecken immer größer.  
Daraus folgt, dass die jeweiligen Moniergeschwindigkeiten auch immer größer werden.  
Eine derartige Bewegung wird beschleunigte Bewegung genannt.

Schülerversion



# LEYBOLD®



## INDUSTRIE 4.0 – FÜR AUS- & WEITERBILDUNG

Der Wandel der industriellen Welt und Ihre fortschreitende Digitalisierung stellen zunehmende Anforderungen an Facharbeiter und Ingenieure.

Bereits in der Ausbildung sind heute hierfür die Grundlagen zu legen. Daher sind auch wir – als Entwickler und Produzenten von Lehrsystemen mit langjähriger Erfahrung – gefordert, diese Themen für die Ausbildung didaktisch und methodisch anschaulich aufzubereiten.

Mit starken Partnern wie

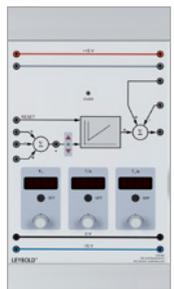
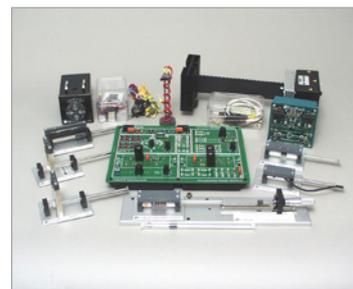
- Siemens
- Bosch Rexroth

ist es uns gelungen, die original Komponenten der Industriehersteller mithilfe unseres TPS-Systems aufzubereiten. Somit werden diese Produkte für den Ausbildungsalltag verständlich und anwenderfreundlich.

Das LEYBOLD Konzept setzt auf Modularität, sodass die Ausbildung und das didaktische Konzept – sowohl von der komplexen Anlage bis hin zu den Grundlagen, wie auch umgekehrt funktioniert.

Mit LEYBOLD Systemen Industrie 4.0 ausbilden:

- FEEDBACK Sensorik Grundlagen
- LEYBOLD COM3LAB als Multimediaunterstützung
- LEYBOLD Regelungstechnik, denn es geht nicht nur ums Steuern
- Siemens SPS als Industrie-Steuerung
- LEYBOLD ASIMA die kompakte, flexible universale Anlagensimulation
- Kompletanlage Industrie 4.0



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

# LEYBOLD VORTEILE AUF EINEN BLICK

- fundierte Inhalte
- praxisrelevante Experimente
- anschauliche Unterrichtsmaterialien zur Präsentation
- Dokumentation mit Lösungen
- flexibler Einsatz im Unterricht
- Zeitersparnis durch Komplettaufbau
- Standardmessgeräte oder voll digitalisiert mit Rechneinsatz





## E6.1 MESSTECHNIK & SENSOREN

- E6.1.1 MESSEN ELEKTRISCHER GRÖSSEN
  - E6.1.1.1 GLEICHSTROMTECHNIK
  - E6.1.1.2 WECHSELSTROMTECHNIK
  - E6.1.1.3 ELEKTRONISCHE MESSGERÄTESCHALTUNGEN
  
- E6.1.2 MESSEN NICHELEKTRISCHER GRÖSSEN
  - E6.1.2.1 SENSOREN & WANDLER
  
- E6.1.3 COM3LAB-MULTIMEDIA: MESSTECHNIK
  - E6.1.3.1 GRUNDLAGEN DER ELEKTROTECHNIK
  - E6.1.3.2 MESS- & SENSORTECHNIK
  - E 6.1.3.3 OPERATIONSVERSTÄRKER

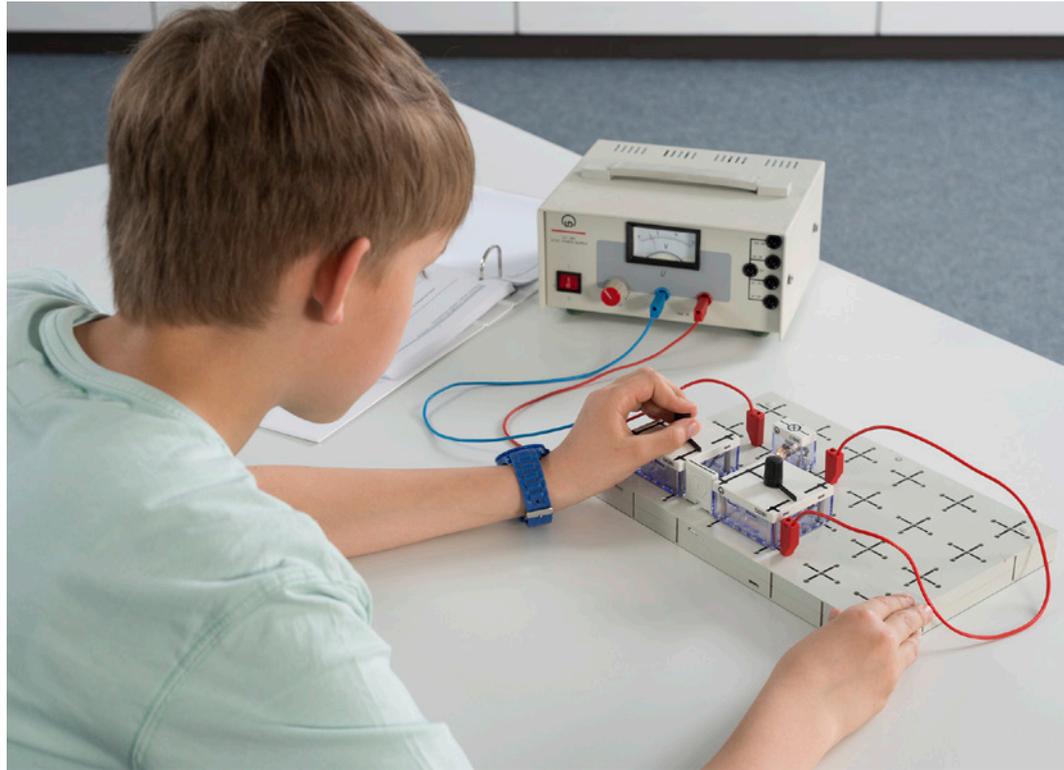
### E6.1.1

#### MESSEN ELEKTRISCHER GRÖSSEN

E6.1.1.1  
Gleichstromtechnik

E6.1.1.2  
Wechselstromtechnik

E6.1.1.3  
Elektronische Messgeräteschaltungen



Gleichstromtechnik (E6.1.1.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.1.1.1	E6.1.1.2	E6.1.1.3
727 512	Grundausrüstung T 2.2, STE	1		
576 74	Rastersteckplatte DIN A4, STE	1	1	1
521 485	AC/DC-Netzgerät 0...12 V/3 A	1	1	1
685 44ET4	Batterie 1,5 V (Mignon), Satz 4	1	1	
531 120	Vielfach-Messgerät LDanalog 20 (Multimeter)	2	2	
LDS 00001	Handstoppuhr, digital	1		
501 48	Brückenstecker STE 2/19, Satz 10	1	1	1
500 421	Experimentierkabel 19 A, 50 cm, rot	3	3	
500 424	Experimentierkabel 19 A, 50 cm, schwarz	3	3	
565 621	LIT: Gleichstromschaltungen T 2.2	1		
727 513	Grundausrüstung T 2.3		1	
726 962	Funktionsgenerator 200 kHz		1	1*
562 791	Steckernetzgerät (Netzteil) 12 V AC		1	1*
575 214	Oszilloskop 30MHz, analog, zweikanalig		1	1
575 24	Messkabel BNC/4-mm-Stecker		1	1
565 631L	LIT: Wechselstromtechnik T 2.3 (Lehrer)		1	
565 631S	LIT: Wechselstromtechnik T 2.3 (Schüler)		1	
727 531N	Grundausrüstung T 6.1.1			1
727 649N	Ergänzungsausrüstung T 6.1.11			1
531 2741	Digital-Multimeter 3315			1
501 532	Experimentierkabel 19 A, Satz 30			1
565 711L	LIT: Diskrete Bauelemente und Grundsaltungen der Elektronik T 6.1.1 (Lehrer)			1
565 711S	LIT: Diskrete Bauelemente und Grundsaltungen der Elektronik T 6.1.1 (Schüler)			1
565 851	LIT: Elektronische Messgeräteschaltungen T 6.1.11			1

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.1.1.1	E6.1.1.2	E6.1.1.3
726 88	AC/DC-Konstanter			1*
531 282	Multimeter Metrahit Pro			1*
531 57	Vielfach-Messgerät METRAport 3A			1*
727 510N	Komplettausstattung GL/WS/EL			1*

\* zusätzlich empfohlen

#### Gleichstromtechnik

Die Themen reichen vom Aufbau einfacher Stromkreise über das Ohmsche und die Kirchhoffschen Gesetze bis zur Messung der Kennlinien nichtlinearer Widerstände. Eingeschlossen sind Versuche zur Gleichstrommesstechnik und zum Lastverhalten von Spannungsquellen.

#### Wechselstromtechnik

Die Inhalte reichen von der Erzeugung und Darstellung der Kennwerte von Wechselstrom bis zur Messtechnik und schließen den Umgang mit dem Oszilloskop ein. Die Messungen werden an Wechselstromkreisen mit ohmschen, kapazitiven und induktiven Elementen durchgeführt.

#### Elektronische Messgeräteschaltungen

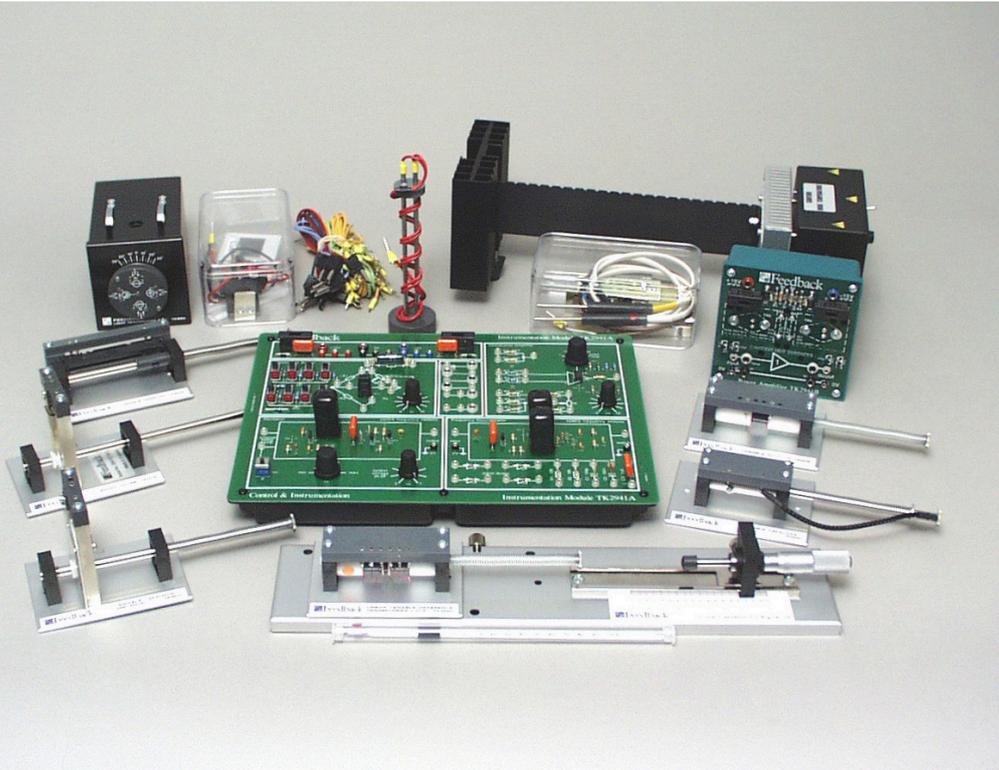
Grundausrüstung zum Aufbau und der messtechnischen Untersuchung von Baugruppen elektronischer Spannungsmessgeräte. Themen sind der frequenzkompensierte Eingangsteiler mit Schutzbeschaltung, der hochohmige Eingangsverstärker, Messverstärker für Gleich- und Wechselspannung sowie Präzisionsgleichrichter.

E6.1.2

MESSEN NICHELEKTRISCHER  
GRÖSSEN

E6.1.2.1

Sensoren & Wandler



Sensoren & Wandler (E6.1.2.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.1.2.1
TK2 942-1	Komplettsset Messumformer	1

**Sensoren & Wandler**

Kraft und Temperatur sind bekannte Beispiele für nichtelektrische Größen, die zur Weiterverarbeitung in elektrischen Steuerungen oder Regelungen umgewandelt werden müssen. Die Komponenten dieses Lehrsystems sind echte Industriesensoren. Der innere Aufbau der Sensoren bleibt in diesem Ausbildungsmodul dem Anwender verborgen. Dafür sind die Sensoren auf den speziellen Anwendungsfall optimiert.

**System**

Viele technische Anwendungen und Systeme hängen von genauen Messungen und von der Überwachung ab. Wandler sind essentielle Bestandteile des Messvorgangs, aus diesem Grund stellt ein Studium der unterschiedlichen Arten von Wandlern, wie sie funktionieren und wie ihre Ausgabesignale verarbeitet werden können, Grundwissen für Ingenieure dar.

**Funktionen**

Der TK2942-001 Wandlersatz führt Lernende durch über 28 ausgezeichnete, praxisnahe Aufgaben in die Konzepte und das Verständnis von gebräuchlichen Wandlergeräten und gebräuchliche Signalkonditionierungsmethoden ein. Er besteht aus dem Messpaket TK2941M, dem elektromechanischen Wandlersatz TK2941E, dem Wärmewandlersatz TK2941H, dem Lichtwandlersatz TK2941L, der Stromversorgung 01-100 und enthält alle Kabel und Zubehörteile.

**Themen**

- Elektromechanische Wandler nutzen veränderliche Widerstände
- Wheatstone-Brücke
- Verstärker
- Eintauchtiefe & Widerstandsgröße
- Wegaufnehmer
- Dehnung
- Elektromechanische Wandler
- Verwendung unterschiedlicher Kapazitäten
- Variable Fläche & Abstand
- Verwendung eines Oszillators & Diskriminators bei FM-Systemen
- Elektromechanische Wandler nutzen veränderliche Induktivität
- Elektromagnetische Induktivität
- Variabler Induktivitätswandler
- Gegeninduktivitätswandler
- Linearer variabler Differentialwandler
- Wandlerschaltung
- Lichtwandler
- Wesen des Lichts
- Fotowiderstand
- Halbleiterfotodiode
- Fototransistor
- Spektralempfindlichkeit
- Wärmewandler

## E6.1.3

### COM3LAB-MULTIMEDIA: MESSTECHNIK

#### E6.1.3.1

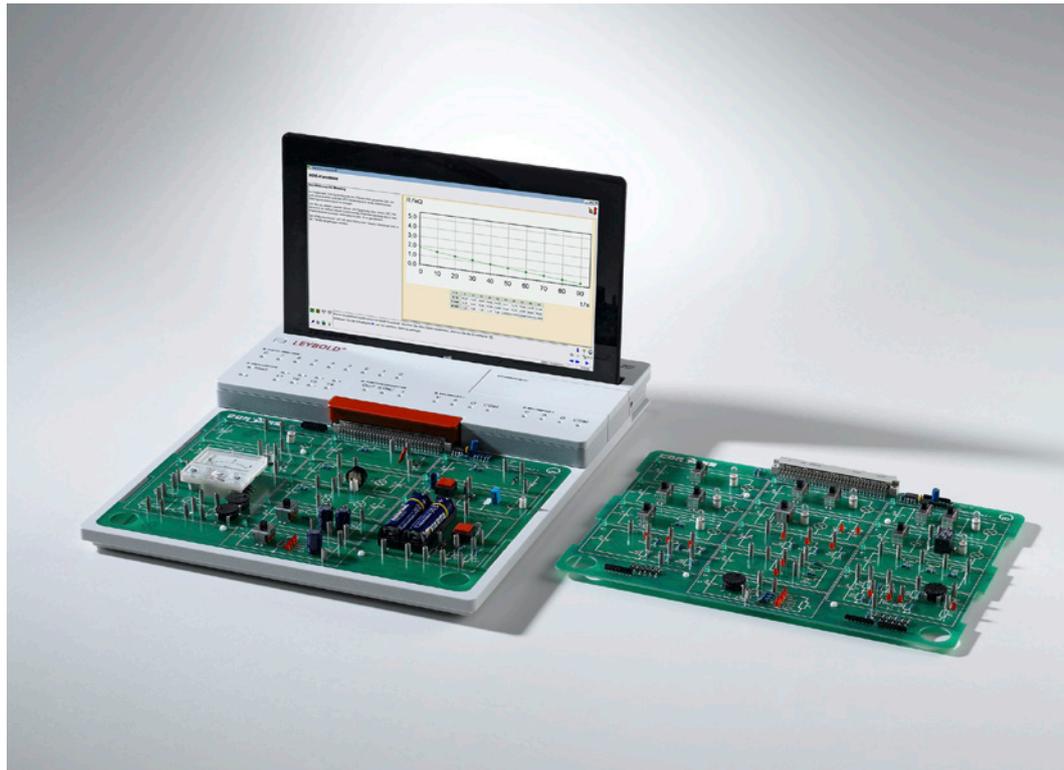
##### Grundlagen der Elektrotechnik

#### E6.1.3.2

##### Operationsverstärker

#### E6.1.3.3

##### Mess- & Sensortechnik



Grundlagen der Elektrotechnik (E6.1.3.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.1.3.1	E6.1.3.2	E6.1.3.3
700 1101	COM3LAB Kurs: Gleichstromtechnik I	1		
700 1201	COM3LAB Kurs: Gleichstromtechnik II	1		
700 1301	COM3LAB Kurs: Wechselstromtechnik I	1		
700 1401	COM3LAB Kurs: Wechselstromtechnik II	1		
700 1501	COM3LAB Kurs: Elektronische Bauelemente I	1		
700 1601	COM3LAB Kurs: Elektronische Bauelemente II	1		
700 9101	COM3LAB Kurs: Protoboard II	1		
700 9102	COM3LAB: Protoboard II Zubehör	1		
700 020	COM3LAB: Master Unit	1	1	1
700 022	Satz Sicherheitskabel (2 mm, 16 Stk., 6 x 30 cm & 10 x 15 cm)	1	1	1
688 129	Netzkabel mit Schuko-Stecker und Kaltgerätesteckdose	1	1	1
700 00CBT	DVD: COM3LAB Software	1	1	1
700 027	COM3LAB: Koffer	1*	1*	1*
700 8101	COM3LAB Kurs: Operationsverstärker		1	
700 8401	COM3LAB Kurs: Sensorik			1
700 8402	COM3LAB: Sensorik Zubehör			1
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10			

\* zusätzlich empfohlen

### Grundlagen der Elektrotechnik

Die COM3LAB-Kurse führen in die Grundlagen der Elektrotechnik ein. Sie machen vertraut mit der Messung von Strom und Spannung in Gleich- und Wechselstromschaltungen. Der Umgang mit Funktionsgenerator, Multimetern und Oszilloskop wird trainiert.

### Operationsverstärker

Dieser Kurs gibt Ihnen einen Einblick in die Welt der Operationsverstärker. Von der Standardschaltung bis hin zur Realisierung eines Funktionsgenerators werden alle wichtigen Themengebiete abgehandelt. Zudem bildet der Kurs die Grundlage für die Regelungstechnik.

### Mess- und Sensortechnik

Der COM3LAB-Kurs Sensorik baut auf den Kurs Operationsverstärker auf und legt den Schwerpunkt auf das Thema Messen nicht-elektrischer Größen. Der Theorie-Teil wird durch Grafiken, Animationen und Zwischentests aufgelockert. Das zentrale Anliegen dieser Multimedia-Ausstattung aber sind reale Experimente und besonders der Umgang mit echten Sensoren und Auswerteschaltungen. Der Sensorik-Kurs ist sehr kompakt aufgebaut und benötigt trotz der Fülle an Experimenten nur wenig Platz.

Versuche werden mit COM3LAB CBT betrieben und ausgewertet.



## E6.2 DIDAKTISCHE REGELUNGSTECHNIK

### E6.2.1 REGELUNGSTECHNIK MIT CASSY

E6.2.1.1 HELBIGKEITSREGELUNG

E6.2.1.2 SPANNUNGSREGELUNG

### E6.2.2 COM3LAB-MULTIMEDIA: REGELUNGSTECHNIK

E6.2.2.1 GRUNDLAGEN DER REGELUNGSTECHNIK

E6.2.2.2 REGELUNGSTECHNIK FÜR FORTGESCHRITTENE

E6.2.2.3 MESS- & REGELUNGSTECHNISCHE GRUNDLAGEN

E6.2.2.4 REGELUNG DIDAKTISCHER STRECKEN

## E6.2.1

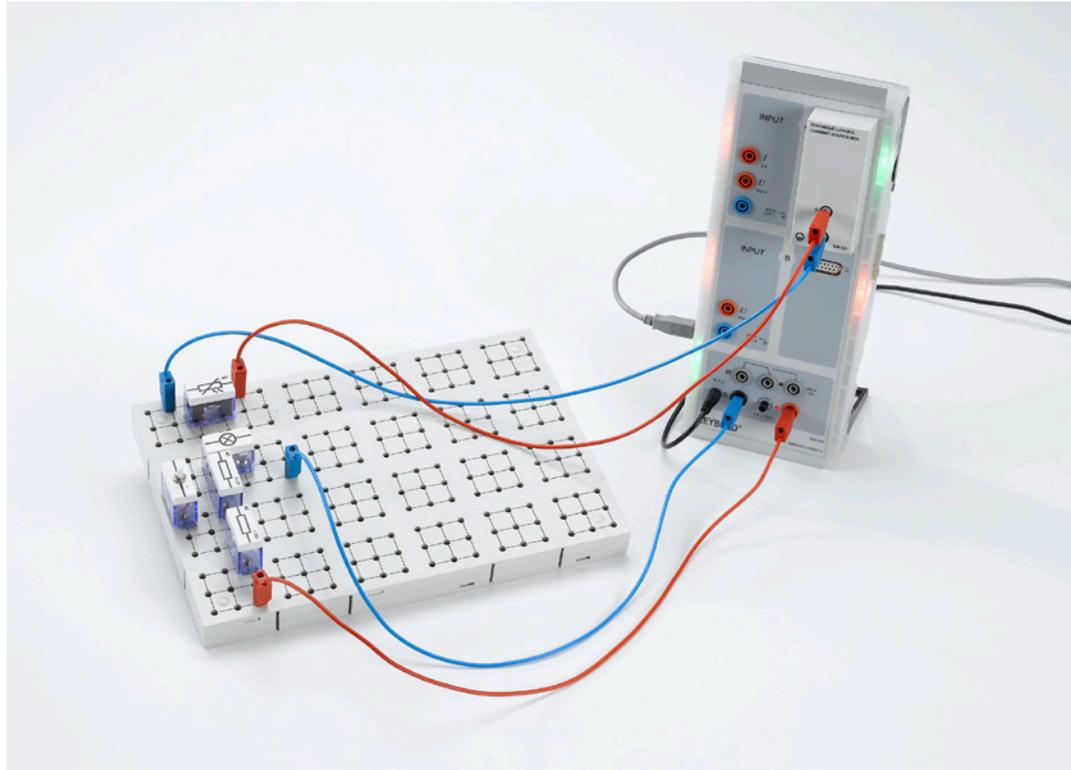
### REGELUNGSTECHNIK MIT CASSY

#### E6.2.1.1

#### Helligkeitsregelung

#### E6.2.1.2

#### Spannungsregelung



Helligkeitsregelung mit CASSY (E6.2.1.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.2.1.1	E6.2.1.2
576 74	Rastersteckplatte DIN A4, STE	1	1
579 05	Schraubfassung E10, seitlich, STE 2/19	1	
505 10	Glühlampe 3,8 V/0,27 W, E10, Satz 10	1	1
579 13	Kippschalter STE 2/19	1	1
578 02	Fotowiderstand LDR 05, STE 2/19	1	
577 20	Widerstand 10 Ohm, STE 2/19	1	
577 23	Widerstand 20 Ohm, STE 2/19	1	
577 28	Widerstand 47 Ohm, STE 2/19	1	
577 32	Widerstand 100 Ohm, STE 2/19	1	
524 013	Sensor-CASSY 2	1	1
524 220	CASSY Lab 2	1	1
524 031	Stromquellen-Box	1	
501 46	Experimentierkabel 19 A, 100 cm, rot/blau, Paar	2	2
579 43	Motor und Tachogenerator, STE 4/19/50		2
307 641ET5	Kunststoffschlauch, 6 mm Ø, 5 m		1
579 06	Schraubfassung E10, oben, STE 2/19		3
501 48	Brückenstecker STE 2/19, Satz 10		1
524 011USB	Power-CASSY USB		1
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10		

#### Helligkeitsregelung

Gegenstand der Versuche ist die computerunterstützte Realisierung von Regelkreisen. Mit PID- und Zweipunktregler wird die Leistung einer Glühlampe geregelt, deren Helligkeit mit einem Photowiderstand gemessen wird.

#### Spannungsregelung

Die Ausstattung beschreibt die computerunterstützte Realisierung von Regelkreisen. Mit PID- und Zweipunktregler wird ein Generator geregelt, der unabhängig von seiner Belastung konstante Spannung liefert.

Versuche werden mit dem CASSY Lab 2 betrieben und ausgewertet.



## E6.2.2

### COM3LAB-MULTIMEDIA: REGELUNGSTECHNIK

#### E6.2.2.1

Grundlagen der Regelungstechnik

#### E6.2.2.2

Regelungstechnik für Fortgeschrittene

Grundlagen der Regelungstechnik (E6.2.2.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.2.2.1	E6.2.2.2
700 8101	COM3LAB Kurs: Operationsverstärker	1	1
700 8201	COM3LAB Kurs: Regelungstechnik I	1	1
700 8401	COM3LAB Kurs: Sensorik	1	1
700 020	COM3LAB: Master Unit	1	1
700 022	Satz Sicherheitskabel (2 mm, 16 Stk., 6 x 30 cm & 10 x 15 cm)	1	1
700 00CBT	DVD: COM3LAB Software	1	1
700 83	COM3LAB Kurs: Regelungstechnik II		1
700 8402	COM3LAB: Sensorik Zubehör		1
700 3101	COM3LAB Kurs: Automatisierungs- und Bustechnik		1
688 129	Netzkabel mit Schuko-Stecker und Kaltgerätesteckdose		1
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10		

### Grundlagen der Regelungstechnik

Das Multimedia-Trainingspaket *Grundlagen der Regelungstechnik* enthält im Kern die Kurse zur Sensorik und Regelungstechnik I. Damit sind alle Aspekte der klassischen Regelungstechnik abgedeckt. Der zusätzlich angebotene Kurs Operationsverstärker erläutert die Funktion wichtiger elektronischer Grundsaltungen. Dieser dient dem Verständnis der Schaltungstechnik von Sensoren, Reglern, Wandlern usw.

#### Lernziele

- Verhalten von Regelkreis & Steuerkette
- Einsatz von Folge- & Festwertregelung
- Merkmale von analogen & digitalen Reglern
- uvm.

### Regelungstechnik für Fortgeschrittene

Das Multimedia-Trainingspaket *Regelungstechnik für Fortgeschrittene* enthält zusätzlich zum Paket Grundlagen der Regelungstechnik die Kurse Automatisierungs- und Bustechnik sowie Regelungstechnik II.

#### Lernziele

- Beurteilung der Stabilität von Regelkreisen
- Diskussion von regelungstechnischen Fragen im Frequenzbereich
- Integration externer Regelstrecken
- uvm.

Versuche werden mit COM3LAB CBT betrieben und ausgewertet.

### E6.2.2

#### MULTIMEDIA: REGELUNGSTECHNIK

##### E6.2.2.3

#### Mess- & Regelungstechnische Grundlagen



Mess- & Regelungstechnische Grundlagen (E6.2.2.3)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.2.2.3
33-033	ESPIAL MSR Trainer	1
93-420	ESPIAL Software Package	1
93-400	ESPIAL Interaktive Lernsoftware	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen

#### System

Dieser Trainer ermöglicht die Untersuchung von Grundlagen der Regelungstechnik mithilfe eines Servoantriebssystems, der aus einem Gleichstrommotor, verschiedenen Sensoren und Analog- und Digitalcontrollern besteht. Lernende werden auch in die Grundlagen von Wandlern und Signalverarbeitung eingeführt. Der Lehrplan ist in 24 Aufgaben unterteilt, die von einfachen Steuerungskonzepten zu fortschrittlichen Themen wie der Übertragungsfunktionsanalyse reichen.

#### Funktionen

Das Produkt verwendet ESPIAL-Software (getrennt erhältlich), bei der jede Aufgabe auf klaren Zielen, Hintergrund, Theorie und Experiment besteht. Alle erforderlichen Testinstrumente sind in der Software enthalten und umfassen eine vierkanalige Echtzeit-Datenaufzeichnung und Balkendiagrammdarstellung, Voltmeter, Frequenzzähler und Übertragungsfunktionsanalyse mit Bode- und Nyquist-Anzeigen. Das System besteht aus drei Elementen: dem mechanischen Gerät, dem elektronischen Gerät und einer Stromversorgung. Das mechanische Gerät ist als Platine mit einem Servoantrieb und Hilfelektronik aufgebaut. Es enthält einen Leistungsverstärker, der einen an eine Reihe von Wandlern antreibt. Die digitalen Encoder liegen in Stiftbauweise vor, damit ihre Funktion optisch überprüft werden kann. Ein LCD-Messgerät mit doppelter Funktion misst entweder die Spannungen oder die Rotationsgeschwindigkeit. Das elektronische Gerät besteht aus einer Platine mit Blinddiagramm auf der Vorderseite. Es enthält Verarbeitungsblöcke für Analogsignale, einen eingebetteten Controller mit USB-Schnittstelle, Analog-Digital-Wandler, PWM-Antrieb und die Instrumentendatenwandler. Ein vollständiges Blockdiagramm befindet sich auf der Vorderseite mit Zugriff über 2-mm-Buchsen, um jedes Experiment schnell zu konfigurieren und die Instrumentenblöcke anzuschließen. LEDs zeigen die Ausgangssignale der digitalen Encoder an. Ein Funktionsgeneratorblock ist mit Sinus-, Quadrat- und Dreieck-Ausgabesignalen verfügbar.

Versuche werden mit ESPIAL betrieben und ausgewertet.



## E6.2.2

### COM3LAB-MULTIMEDIA: REGELUNGSTECHNIK

#### E6.2.2.4

#### Regelung didaktischer Strecken

Regelung didaktischer Strecken (E6.2.2.4)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.2.2.4
700 8201	COM3LAB Kurs: Regelungstechnik I	1
700 83	COM3LAB Kurs: Regelungstechnik II	1
700 020	COM3LAB: Master Unit	1
700 022	Satz Sicherheitskabel (2 mm, 16 Stk., 6 x 30 cm & 10 x 15 cm)	1
688 129	Netzkabel mit Schukostecker und Kaltgerätesteckdose	1
500 851	Sicherheits-Experimentierkabel, 32 A, Satz 32	1
501 511	Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1
568 221	LIT: Grundlagen der Regelungstechnik II, BD 2	1
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1
726 86	Stabilisiertes Netzgerät $\pm 15$ V/3 A	1
734 111	Maschinensatz 10 W	1
734 121	Digitale Temperaturregelstrecke	1
734 265	Digitale Flüssigkeitsregelstrecke	1
775 680DE	LIT: E6.3.1.1 Temperaturregelung	1
775 685DE	LIT: E6.3.1.5 Drehzahl- und Spannungsregelung	1
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

In Erweiterung zu den bisherigen Versuchen werden in dieser Ausstattung reale Regelstrecken eingesetzt. Dies ermöglicht die Untersuchung unterschiedlichster Strecken, deren Parameter Zeitverhalten und Verstärkung sind.

#### Flüssigkeitsregelstrecke

In diesem Projekt wird die Füllstandsmessung verwendet, um mit einem Regelkreis eine vorwählbare Füllstandshöhe aufrecht zu erhalten. Dabei wird der Füllstand durch den digitalen Regler der COM3LAB Regelungstechnik geregelt. Das System ist sehr anschaulich und zeigt in didaktischer Form das Zusammenspiel von Soll- und Istwert an geschlossenen Regelkreisen. Füllstand und Durchfluss lassen sich beide an einem Gerät untersuchen.

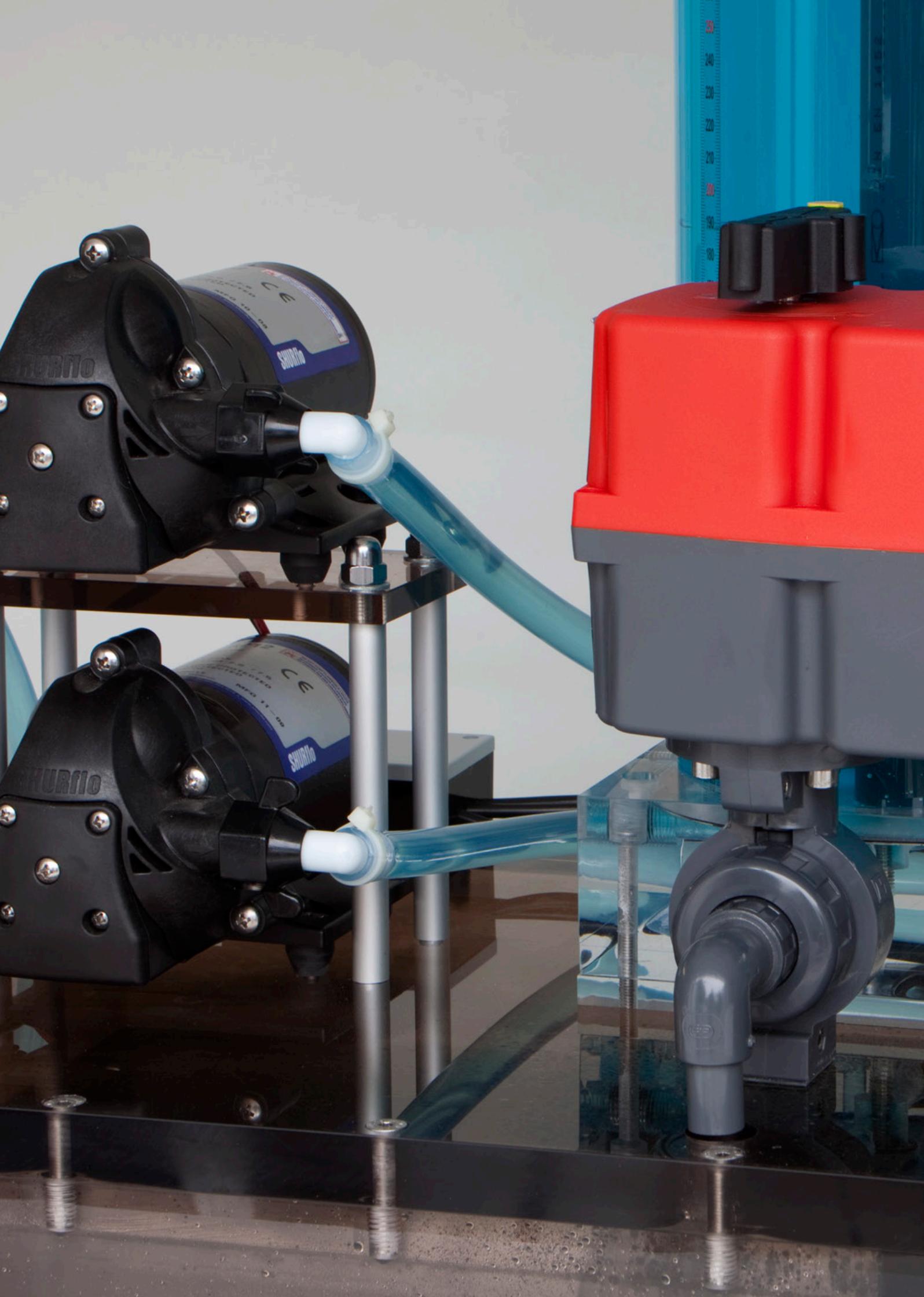
#### Temperaturregelstrecke

In Gießereien müssen genau vorgegebene Temperaturprofile für das Schmelzgut eingehalten werden. Diese Temperaturprofile werden mit der thermisch schnellen Temperaturregelstrecke eingestellt. Die gute Regeldynamik verkürzt die Messdauer. Die Temperaturstrecke kann über die COM3LAB Regelungstechnik aktiv gekühlt werden und über zuschaltbare Störgrößen kann das Regelverhalten analysiert werden.

#### Maschinensatz

Mit dem Kurs COM3LAB Regelungstechnik wird die Ausgangsspannung des Generators selbst bei Lastwechsel konstant gehalten. Der hier verwendete Maschinensatz ermöglicht eine Vielzahl von Experimenten. Mit dem virtuellen Labor von COM3LAB können die Sprungantwort der Strecke aufgenommen, die optimalen Regelparameter ermittelt oder Zeitliniendiagramme des geregelten Systems aufgenommen werden.

Versuche werden mit COM3LAB CBT betrieben und ausgewertet.





## E6.3 ANGEWANDTE REGELUNGSTECHNIK

### E6.3.1 REGELUNG TECHNISCHER STRECKEN

- E6.3.1.1 TEMPERATURREGELUNG
- E6.3.1.2 REGELUNG VON DURCHFLUSS & FÜLLSTAND
- E6.3.1.3 REGELUNG DES LUFTSTROMS
- E6.3.1.4 HELLIGKEITSREGELUNG
- E6.3.1.5 DREHZAHL- & SPANNUNGS-REGELUNG
- E6.3.1.6 KRÄNGUNGSREGELUNG

### E6.3.2 SERVO-REGELUNG

- E6.3.2.1 DC-SERVO
- E6.3.2.2 AC-SERVO
- E6.3.2.3 SCHRITTMOTOR

### E6.3.3 VERFAHRENSTECHNIK

- E6.3.3.1 KOMPAKTTRAINER: PROZESSREGELUNG
- E6.3.3.2 BLUE-BOTTLE-PROZESS

### E6.3.4 SYSTEME & KOMPONENTEN DER REGELUNGSTECHNIK

- E6.3.4.1 REGELUNG ELEKTRONISCHER STRECKEN
- E6.3.4.2 DIGITALE REGELUNG
- E6.3.4.3 FUZZY-REGELUNG
- E6.3.4.4 FREQUENZGANG & REGLERENTWURF
- E6.3.4.5 STABILITÄT & OPTIMIERUNG

### E6.3.5 TECHNISCHE PROZESSE MIT GROSSMODELLEN

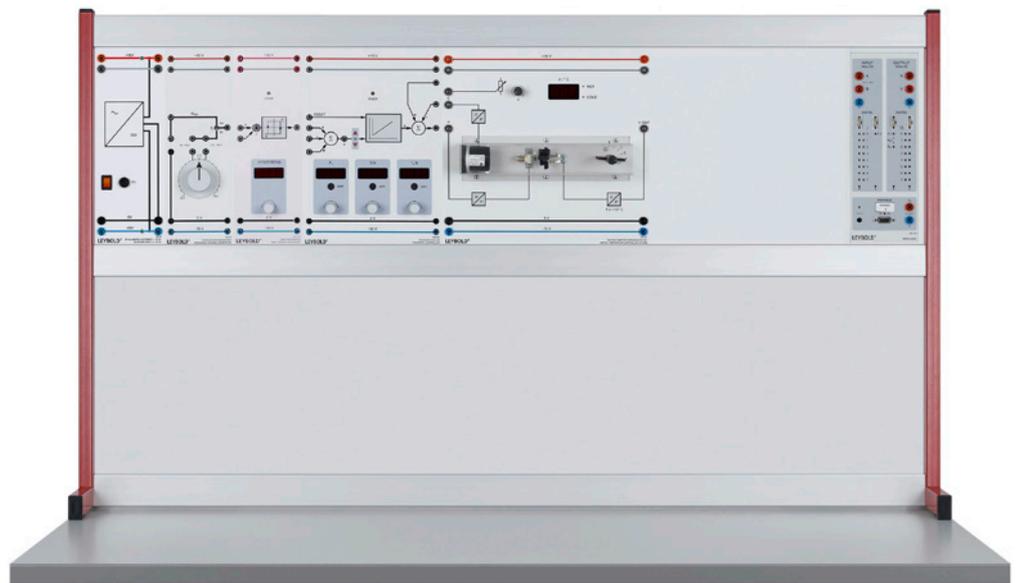
- E6.3.5.9 BALL & PLATTE
- E6.3.5.11 INVERTIERTES PENDEL
- E6.3.5.12 DOPPELROTOR-MIMO-SYSTEM
- E6.3.5.13 MODULARE SERVOSYSTEME
- E6.3.5.14 SCHWEBEN IM MAGNETFELD
- E6.3.5.15 MODULARE SERVO REGELUNG

E6.3.1

REGELUNG TECHNISCHER  
STRECKEN

E6.3.1.1

Temperaturregelung



Temperaturregelung (E6.3.1.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.3.1.1
734 064N	PID-Digitalregler Net	1
734 02	Führungsgrößengeber	1
734 121	Digitale Temperaturregelstrecke	1
734 011	Zweipunktregler	1
524 016S2	Profi-CASSY Starter 2	1
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1
726 86	Stabilisiertes Netzgerät $\pm 15$ V/3 A	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	3
500 642	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, blau	3
500 644	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, schwarz	3
734 481	WinFACT COM3LAB / CASSY Edition	1
775 680DE	LIT: E6.3.1.1 Temperaturregelung	1
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1*
734 491	WinFACT LD-Lizenz	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen

Temperaturregelung

Die Regelung der Temperatur von Wohngebäuden, Fahrzeugen oder Werkstücken ist das klassische Beispiel für Systeme mit großen Zeitkonstanten. Die Temperaturregelstrecke arbeitet sowohl mit Zweipunktreglern als auch mit PID- und Softwarereglern. Sie verfügt über eine 7-Segment-Anzeige für die aktuelle Temperatur. Als Heizquelle dient eine Halogenlampe, die den Aufheizvorgang auch sichtbar macht. Die Temperatur wird mit einem NTC-Widerstand gemessen. Zur Untersuchung des Störverhaltens stehen ein Ventilator und eine verschließbare Klappe im Heizungskanal zur Verfügung. Zwei integrierte Leistungsverstärker (für Heizung und Kühlung) ermöglichen die direkte Ansteuerung mit dem Regler, Stellglieder sind nicht erforderlich. Die Temperaturregelstrecke kann auch mit Fuzzy-Regelung betrieben werden.

Themen

- Kennlinie der Temperaturregelstrecke
- Aufnahme der Sprungantwort
- Betragsoptimum, die Ersatzregelstrecke
- Technische Regler
- Regler im Grenzbereich
- Empirische Dimensionierung von Reglern
- uvm.

Versuche werden mit dem CASSY Lab 2 und WinFACT betrieben und ausgewertet.

## E6.3.1

### REGELUNG TECHNISCHER STRECKEN

#### E6.3.1.2

#### Regelung von Durchfluss & Füllstand



Regelung von Durchfluss & Füllstand (E6.3.1.2)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.3.1.2
734 011	Zweipunktregler	1
734 02	Führungsgrößengeber	1
734 064N	PID-Digitalregler Net	1
734 265	Digitale Flüssigkeitsregelstrecke	1
524 016S2	Profi-CASSY Starter 2	1
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1
726 86	Stabilisiertes Netzgerät $\pm 15$ V/3 A	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	2
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
500 641	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, rot	3
500 642	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, blau	3
500 644	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, schwarz	3
775 681DE	LIT: E6.3.1.2 Regelung von Durchfluss und Füllstand	1
734 481	WinFACT COM3LAB / CASSY Edition	1
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen

#### Regelung von Durchfluss & Füllstand

Die Flüssigkeitsregelstrecke besteht hauptsächlich aus Pumpe sowie Vorrats- und Messtank. Durch zwei Ventile lassen sich Zulauf und Abfluss der Flüssigkeit manipulieren. Das Gerät enthält einen Flügelrad-Durchflussmesser mit unterlagertem Durchflussregler. Ein Tauchrohr mit Drucksensor erfasst den Füllstand im Messtank und setzt ihn in ein elektrisches Signal für die Füllhöhe um. Die Messgrößen für Durchfluss und Füllhöhe werden auf 7-Segment-Anzeigen dargestellt. Die digitale Flüssigkeitsregelstrecke zeichnet sich durch geringen Platzbedarf aus. Sie wird komplett mit allen Sensoren und Betriebsmitteln geliefert und erfordert nur wenig Zubehör.

#### Themen

- Reglerentwurf durch Pol-Nullstellen-Kompensation
- Bestimmung der Reglerverstärkung  $K_p$  aus einem Batch-Lauf
- Reglerentwurf durch numerische Optimierung
- Faustformelverfahren
- Digitale Flüssigkeitsregelstrecke
- Durchflussmessung
- Sprungantwort der Durchflussstrecke
- uvm.

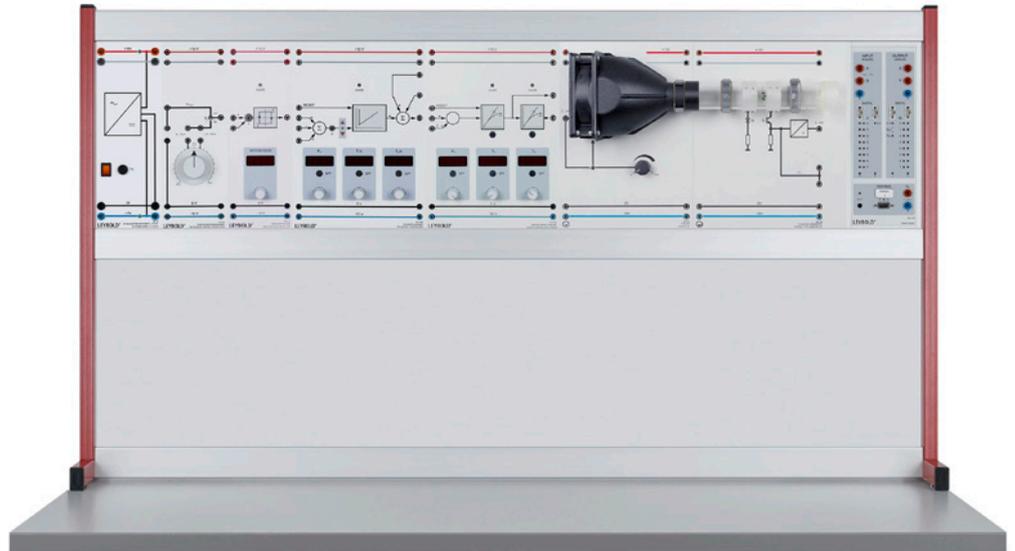
Versuche werden mit dem CASSY Lab 2 und WinFACT betrieben und ausgewertet.

## E6.3.1

### REGELUNG TECHNISCHER STRECKEN

#### E6.3.1.3

#### Regelung des Luftstroms



Regelung des Luftstroms (E6.3.1.3)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.3.1.3
734 02	Führungsgrößengeber	1
734 011	Zweipunktregler	1
734 064N	PID-Digitalregler Net	1
734 091	Digitale Regelstrecke	1
666 630	Gebälse	1
666 632	Flügelrad-Anemometer	1
524 016S2	Profi-CASSY Starter 2	1
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1
726 86	Stabilisiertes Netzgerät $\pm 15$ V/3 A	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	3
500 642	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, blau	3
500 644	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, schwarz	2
775 682DE	LIT: E6.3.1.3 Regelung des Luftstroms	1
734 481	WinFACT COM3LAB / CASSY Edition	1
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1*
734 491	WinFACT LD-Lizenz	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen

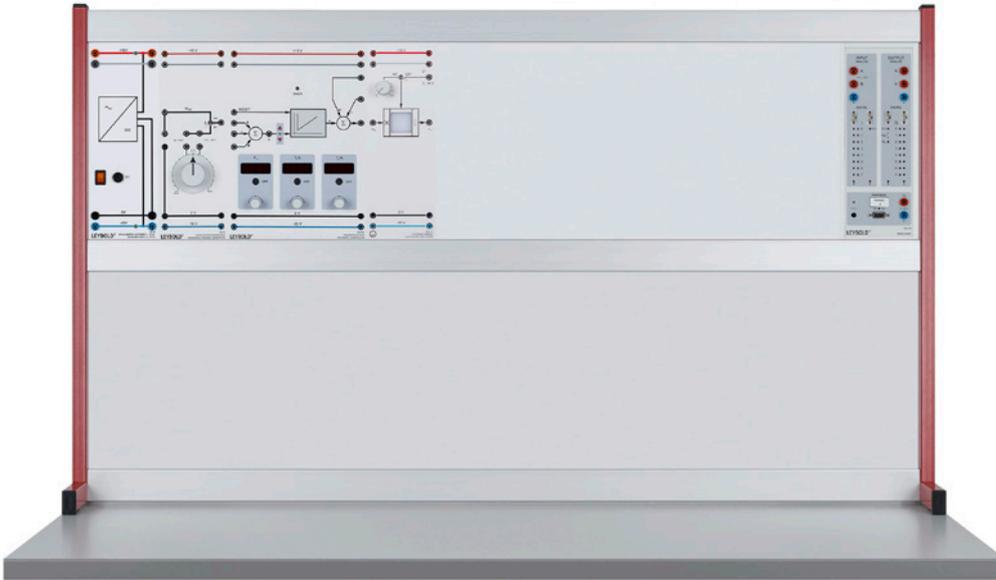
#### Regelung des Luftstroms

Die Luftstromstrecke besteht aus einem Sensor zur Messung der Strömung und einem steuerbaren Windgenerator. Der Windgenerator wird direkt angesteuert, z. B. durch den PID-Regler. Ein externer Leistungsverstärker ist dazu nicht nötig. Die Luftströmung im Messrohr wird mit einem Flügelrad-Anemometer gemessen. Die Abdeckung des Luftrohres wirkt auf die Regelstrecke wie eine externe Störgröße.

#### Themen

- Messung des Luftstroms
- Sprungantworten der Regelstrecke
- Auswertung der Sprungantwort mit der Anpassfunktion
- Bestimmung der Streckenparameter eines PT2-Gliedes
- Computerbasierte Streckenidentifikation
- Empirische Optimierung für die Luftstromstrecke
- uvm.

Versuche werden mit dem CASSY Lab 2 und WinFACT betrieben und ausgewertet.



## E6.3.1

### REGELUNG TECHNISCHER STRECKEN

#### E6.3.1.4

#### Helligkeitsregelung

Helligkeitsregelung (E6.3.1.4)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.3.1.4
734 02	Führungsgrößengeber	1
734 064N	PID-Digitalregler Net	1
734 311	Lichtregelstrecke	1
524 016S2	Profi-CASSY Starter 2	1
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1
726 86	Stabilisiertes Netzgerät $\pm 15$ V/3 A	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	3
775 683DE	LIT: E6.3.1.4 Helligkeitsregelung	1
734 481	WinFACT COM3LAB / CASSY Edition	1
500 642	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, blau	1
500 644	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, schwarz	1
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen

#### Helligkeitsregelung

Die Lichtregelstrecke enthält Lichtquellen für Nutz- und Störlicht sowie einen Fotosensor. Die LED-Lichtquellen werden direkt mit dem Regler angesteuert. Ein externes Stellglied (Leistungsverstärker) ist nicht nötig. Auf die Regelstrecke wirkt durch die Mattscheibe Raumlicht als externe Störgröße. Bedingt durch die relativ hohen Grenzfrequenzen der Optohalbleiter hat die Lichtregelstrecke ein Zeitverhalten wie ein schnelles PT1-System. Die resultierende Systemordnung ist  $n = 1$ , es gibt nur einen wesentlichen Energiespeicher. Lichtregelung ist in sicherheitskritischen Räumen vorgeschrieben, z. B. in Sportarenen oder im Krankenhaus. Ein biologisches Beispiel ist die Auf- und Abblendfunktion des Auges zur Adaption an unterschiedliche Helligkeiten (Pupille).

#### Themen

- Kennlinie der Temperaturregelstrecke
- Aufnahme der Sprungantwort
- Betragsoptimum, die Ersatzregelstrecke
- Technische Regler
- Regler im Grenzbereich
- Empirische Dimensionierung von Reglern
- uvm.

Versuche werden mit dem CASSY Lab 2 und WinFACT betrieben und ausgewertet.

## E6.3.1

### REGELUNG TECHNISCHER STRECKEN

#### E6.3.1.5

#### Drehzahl- & Spannungsregelung



Drehzahl- & Spannungsregelung (E6.3.1.5)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.3.1.5
734 02	Führungsgrößengeber	1
734 064N	PID-Digitalregler Net	1
734 111	Maschinensatz 10 W	1
524 016S2	Profi-CASSY Starter 2	1
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1
726 86	Stabilisiertes Netzgerät $\pm 15$ V/3 A	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	3
500 642	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, blau	3
500 644	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, schwarz	2
734 481	WinFACT COM3LAB / CASSY Edition	1
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1*
775 685DE	LIT: E6.3.1.5 Drehzahl- und Spannungsregelung	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen

#### Drehzahl- & Spannungsregelung

Der Maschinensatz 10 W besitzt zwei Gleichstrommaschinen mit Permanenterregung und eine elektronisch steuerbare Last. Die Maschinen sind an ihren Wellen mechanisch miteinander verbunden und bilden eine Motor-Generatoreinheit. Mit der elektronisch steuerbaren Last werden Belastungskennlinien aufgenommen und Störeingriffe bei Drehzahl- und Spannungsregelung untersucht. Antriebsmaschine und Last werden direkt aus dem vorgeschalteten Regler angesteuert. Ein externes Stellglied ist dazu nicht nötig. Durch einen zuschaltbaren Vorfilter erhält der Maschinensatz 10 W das dynamische Verhalten wie ein großer Maschinensatz.

#### Themen

- Kennlinie der Temperaturregelstrecke
- Aufnahme der Sprungantwort
- Betragsoptimum, die Ersatzregelstrecke
- Technische Regler
- Regler im Grenzbereich
- Empirische Dimensionierung von Reglern
- uvm.

Versuche werden mit dem CASSY Lab 2 und WinFACT betrieben und ausgewertet.

## E6.3.1

### REGELUNG TECHNISCHER STRECKEN

#### E6.3.1.6

#### Krängungsregelung



Krängungsregelung (E6.3.1.6)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.3.1.6
510 48	Magnete, 35 mm Ø, Paar	1
734 02	Führungsgrößengeber	1
734 064N	PID-Digitalregler Net	1
734 091	Digitale Regelstrecke	1
734 300	Krängungsregelstrecke	1
524 016S2	Profi-CASSY Starter 2	1
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1*
726 86	Stabilisiertes Netzgerät $\pm 15$ V/3 A	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	3*
500 642	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, blau	3*
500 644	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, schwarz	3*
775 690DE	LIT: E6.3.1.6 Krängungsregelung	1*
734 481	WinFACT COM3LAB / CASSY Edition	1*
309 42	Färbemittel, rot, 10 g	1
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1*
734 491	WinFACT LD-Lizenz	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen

#### Krängungsregelung

Als Krängung bezeichnet man die Rollbewegung bei Schiffen im Wellengang oder während der Beladung. Krängung tritt besonders deutlich bei Auffahren schwerer Güterzüge auf Fähren auf. Für Schienenfahrzeuge muss die Auffahrt auf die Fähre frei sein von Knickstellen der Gleise an der Grenzstelle zwischen der Fähre und dem Anleger. Derartige Regelprobleme - rund um die Lagestabilisierung - lassen sich mit dem Modell der Krängungsregelung untersuchen. Das System kann gleichermaßen mit dem PID-Digitalregler (734 064) oder einem Software-Regler auf WinFACT-Basis betrieben werden. Lageregelung durch Ballast-tanks ist ebenfalls wichtig für Luftfahrzeuge.

#### Themen

- Kennlinie der Temperaturregelstrecke
- Aufnahme der Sprungantwort
- Betragsoptimum, die Ersatzregelstrecke
- Technische Regler
- Regler im Grenzbereich
- Empirische Dimensionierung von Reglern
- uvm.

Versuche werden mit dem CASSY Lab 2 und WinFACT betrieben und ausgewertet.

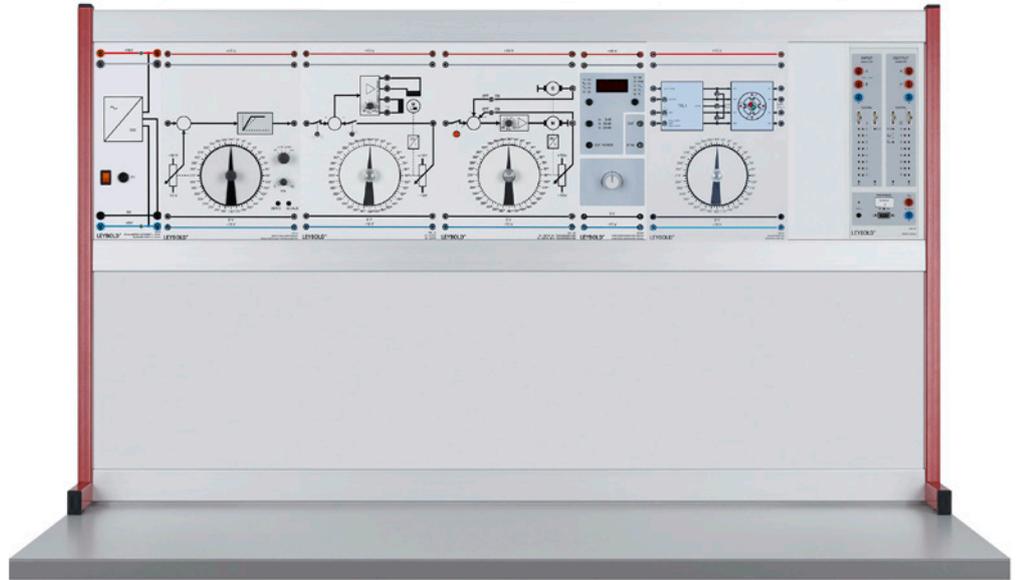
## E6.3.2

### SERVO-REGELUNG

E6.3.2.1  
DC-Servo

E6.3.2.2  
AC-Servo

E6.3.2.3  
Schrittmotor



DC-Servo (E6.3.2.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.3.2.1	E6.3.2.2	E6.3.2.3
734 10	Servo-Sollwertgeber	1	1	
734 44	DC-Servo mit Tachogenerator	1		
734 36	Massescheibe mit Bügel	1		
524 016S2	Profi-CASSY Starter 2	1		1*
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1	1	1
726 86	Stabilisiertes Netzgerät $\pm 15$ V/3 A	1	1	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1	1	1
500 641	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, rot	1		1
500 642	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, blau	1		
500 644	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, schwarz	2		1
775 325DE	LIT: E2.6.1.2 DC-Servo	1		
734 481	WinFACT COM3LAB / CASSY Edition	1	1	
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1*	1*	
734 02	Führungsgrößengeber		1	
734 45	AC-Servo		1	
524 013S	Sensor-CASSY 2 Starter		1	
500 851	Sicherheits-Experimentierkabel, 32 A, Satz 32		1	
775 330DE	LIT: E2.6.1.3 AC-Servo		1	
728 55	Schrittmotor			1
726 962	Funktionsgenerator 200 kHz			1
531 57	Vielfach-Messgerät METRAport 3A			1
775 345DE	LIT: E2.6.1.4 Schrittmotor			1
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10			

\* zusätzlich empfohlen

#### DC-Servo

Servos sind Verstellantriebe zur Übertragung von Lage oder Winkelpositionen. Am Zielort wird die aktuelle Position gemessen und mit dem Sollwert im Sinne einer Annäherung verglichen. Servos sind damit eine Anwendung der klassischen Regelungstechnik. Servos besitzen eine (kleine) antreibende Maschine und ein Folgepotentiometer. Die Beurteilung von Servos geschieht über die Auswertung der Sprungantwort. Optimierungen nach den bekannten Verfahren (ZN oder CHR) sind aber nicht möglich, da diese nur Regeln für PTn-Strecken bereitstellen. Ein DC-Servo besitzt eine Regelstrecke mit hauptsächlich integralem Verhalten. Typischerweise werden Servos daher mit P-Reglern betrieben.

#### AC-Servo

Ein Servo-Antrieb ist die konstruktive Zusammenfassung von Servomotor und Servo-Regler zu einer Baugruppe. Moderne Servomotoren werden als Synchron- oder Asynchronmotoren gefertigt. Sie haben eine schlanke Bauform mit geringen Trägheitsmomenten und sind hoch belastbar. Dadurch ergeben sich die für die Dynamik geforderten, hohen Beschleunigungen.

#### Schrittmotor

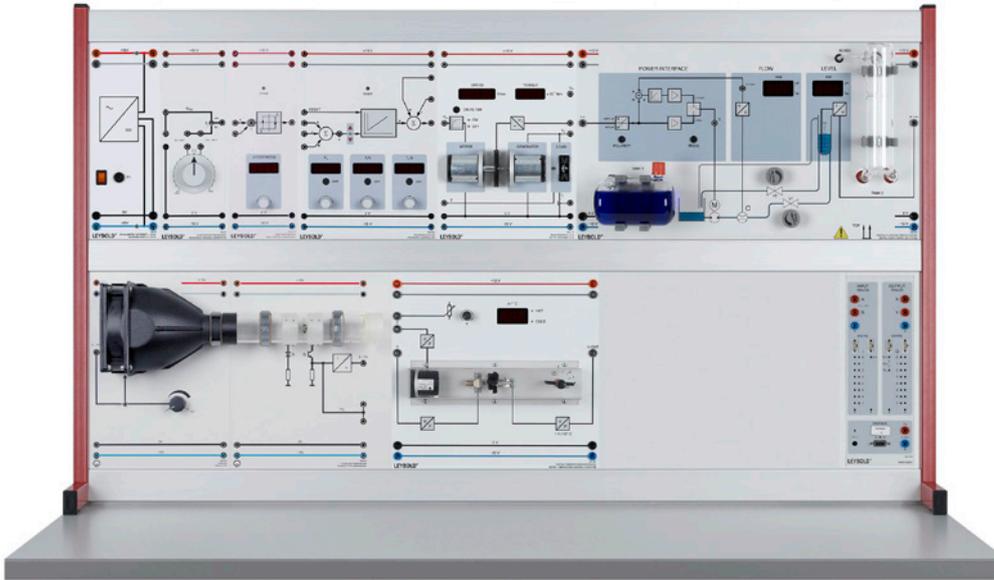
Der Schrittmotor ist ein spezieller Synchronmotor mit hoher Polpaarzahl. Der Rotor folgt dem Statorfeld in Schritten, wobei die Schrittweite von der Anzahl der Pole abhängt. Bei normaler Belastung ist die Winkelposition des Rotors exakt festgelegt. Bei Überlastung jedoch tritt Schrittverlust auf und die Information über die aktuelle Rotorposition geht verloren. Schrittmotoren können je nach Beschaltung im Halb- oder Vollschritt betrieben werden. Wegen ihrer diskontinuierlichen Arbeitsweise sind Schrittmotoren ideale Antriebe für digitale Servosysteme.

Versuche werden mit dem CASSY Lab 2 und WinFACT betrieben und ausgewertet.

E6.3.3

VERFAHRENSTECHNIK

E6.3.3.1  
Kompakttrainer:  
Prozessregelung



Kompakttrainer: Prozessregelung (E6.3.3.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.3.3.1
734 064N	PID-Digitalregler Net	1
734 02	Führungsgrößengeber	1
734 121	Digitale Temperaturregelstrecke	1
734 265	Digitale Flüssigkeitsregelstrecke	1
734 111	Maschinensatz 10 W	1
666 630	Gebälse	1
666 632	Flügelrad-Anemometer	1
734 011	Zweipunktregler	1
524 016S2	Profi-CASSY Starter 2	1
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1
726 86	Stabilisiertes Netzgerät $\pm 15$ V/3 A	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	3
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz	1
500 641	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, rot	3
500 642	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, blau	3
500 644	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, schwarz	3
775 680DE	LIT: E6.3.1.1 Temperaturregelung	1
775 682DE	LIT: E6.3.1.3 Regelung des Luftstroms	1
775 685DE	LIT: E6.3.1.5 Drehzahl- und Spannungsregelung	1
775 681DE	LIT: E6.3.1.2 Regelung von Durchfluss und Füllstand	1
734 481	WinFACT COM3LAB / CASSY Edition	1
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen

Prozessregelung

Große, verfahrenstechnische Prozesse werden aus Gründen der Übersichtlichkeit häufig in Teilprozesse gegliedert. Das ermöglicht die schrittweise Inbetriebnahme von Produktionsstätten und eine effiziente Fehlerbeseitigung im Störfall. Die Ausstattung ist aus verschiedenen Teilprozessen aufgebaut.

Jede Regelstrecke erlaubt für sich alleine bereits die Durchführung zahlreicher Experimente. Wegen des modularen Versuchsaufbaus mit Experimentierplatten lassen sich die Teilprozesse aber auch problemlos miteinander kombinieren. Integriert man zusätzlich elektronische Übertragungsglieder (aus E 6.3.4), dann entstehen weitere Totzeiten und Zeitkonstanten, die das Verhalten des gesamten Prozesses entscheidend beeinflussen.

Folgende Ausstattungen können verkettet werden:

- Temperaturregelung
- Füllstandregelung
- Durchflussregelung
- Strömungsregelung
- Drehzahlregelung

Versuche werden mit dem CASSY Lab 2 und WinFACT betrieben und ausgewertet.

E6.3.3

VERFAHRENSTECHNIK

E6.3.3.2

Blue-Bottle-Prozess



Blue-Bottle-Prozess (E6.3.3.2)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.3.3.2
524 013	Sensor-CASSY 2	1
524 220	CASSY Lab 2	1
524 069	Eintauchphotometer S	1
666 425	Profilrahmen C50, zweizeilig, für CPS	1
666 438	Woulff'sche Flasche mit Manometer, CPS	1
667 3095	Schraubkappe GL 45, mB	1
667 3107	Silikondichtung, GL 45/26, Satz 10	1
666 482	Belüftungspumpe, steuerbar, CPS	1
501 44	Experimentierkabel 19 A, 25 cm, rot/blau, Paar	1
667 7977	Kompaktwaage 440-3N, 200 g : 0,01 g	1
664 157	Uhrglas 125 mm Ø	2
666 966	Löffelspatel, 180 mm	2
666 003	Pipettierball (Peleusball)	1
665 996	Messpipette 5 ml	1
665 756	Messzylinder 500 ml, Kunststofffuß	1
604 501	PVC-Schlauch 7 mm Ø, 1 m	1
604 460	Schlauchschelle 8...12 mm	1
602 347	Laborflasche nach DIN, 500 ml, GL 45	1
673 2920	Methylenblaulösung nach Löffler, 100 ml	1
673 6800	Natriumhydroxid, Plättchen, 100 g	1
672 1100	D(+)-Glucose, 100 g	1
675 3400	Wasser, rein, 1 l	1
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

Blue-Bottle-Prozess

Der Blue-Bottle-Versuch ist ein Modellexperiment zur Veranschaulichung eines organischen Redox-Systems. Der Redox-Indikator Methylenblau wird dabei durch Luft zur farblosen Form oxidiert. Die Luft wird mit einer Pumpe in die Lösung geleitet. Durch die in der Lösung anwesende Glucose wird er wieder zur farbigen Form reduziert. Dieser Prozess ist reversibel und wird in diesem Versuch automatisiert mit einer Zwei-Punkt-Regelung durchgeführt.

Themen

- Organische Redoxreaktion und der Redox-Indikator Methylenblau kennenlernen
- Den Blue-Bottle-Versuch in einer neuen, automatisierten Variante durchführen
- Aufbau und Anwendung einer Zweipunkt-Regelung
- Photometrie mit einem Eintauchphotometer
- Kohlenhydrate wie Glucose als Reduktionsmittel verwenden

Versuche werden mit dem CASSY Lab 2 und WinFACT betrieben und ausgewertet.

## E6.3.4

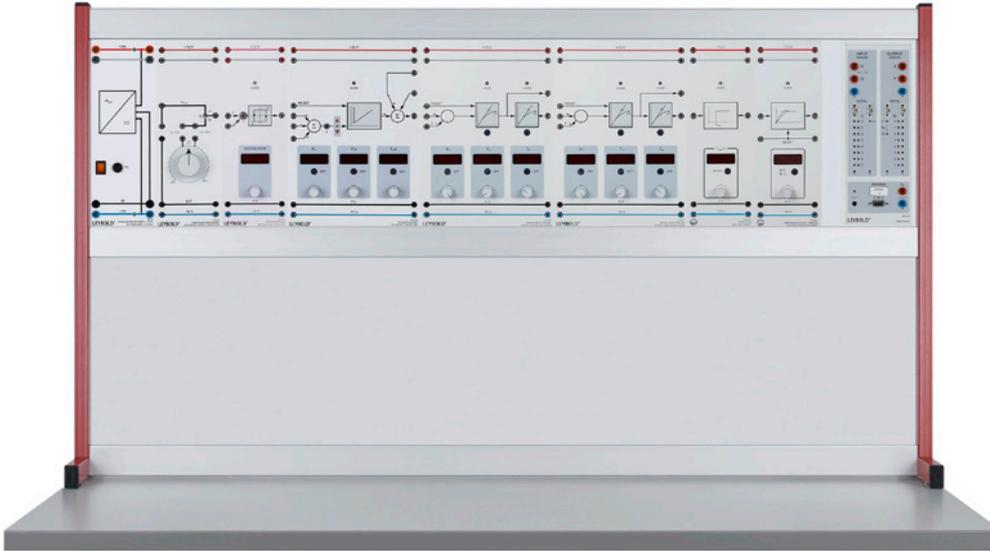
### SYSTEME & KOMPONENTEN DER REGELUNGSTECHNIK

#### E6.3.4.1

Regelung elektronischer Strecken

#### E6.3.4.2

Digitale Regelung



Regelung elektronischer Strecken (E6.3.4.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.3.4.1	E6.3.4.2
734 02	Führungsgrößengeber	1	1
734 011	Zweipunktregler	1	
734 064N	PID-Digitalregler Net	1	1
734 091	Digitale Regelstrecke	2	2
734 0891	Totzeitglied	1	
734 0951	Übertragungsglied 2. Ordnung	1	
524 016S2	Profi-CASSY Starter 2	1	1
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1	1
726 86	Stabilisiertes Netzgerät $\pm 15$ V/3 A	1	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1	3
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1	1
564 19DE	LIT: E6.3.4.1 Regelung elektronischer Strecken	1	
734 481	WinFACT COM3LAB / CASSY Edition	1	1
500 641	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, rot	3	3
500 642	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, blau	3	3
500 644	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, schwarz	3	3
734 41	Abtast-Halteglied		1
775 700DE	LIT: E6.3.4.2 Digitale Regelung		1
564 531	Regelungstechnik		1
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig		1*
734 491	WinFACT LD-Lizenz		1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10		

\* zusätzlich empfohlen

### Regelung elektronischer Strecken

Die Ausstattung erlaubt Versuche auf unterschiedlichem Niveau - von den Grundlagen bis zur Hochschule. Untersucht werden Übertragungsglieder im Zeitbereich und das Verhalten der aus ihnen gebildeten Regelkreise. Digitale Einsteller für die Reglerparameter und Streckenzeitkonstanten erlauben eine einfache, intuitive Bedienung der Geräte bei hoher Genauigkeit. Das ermöglicht schnelles, reproduzierbares und zielgerichtetes Experimentieren. Als Regler stehen stetige und unstetige Ausführungen zur Auswahl. Das Profi-CASSY-Interface unterstützt ideal die Anwendung grafischer Auswertemethoden (z. B. nach dem Tangentenverfahren) und ermöglicht Versuche mit modernen Interface-Regelungen sowie computerunterstützte Regelungstechnik.

### Themen

- Führungs- & Störverhalten
- Aufnahme & Auswertung von Sprungantworten
- Ausgangsgrößen einer Steuerkette
- Zeitverhalten von Übertragungsgliedern
- Übertragungsglied 2. Ordnung
- Verhalten des Totzeitgliedes

Versuche werden mit dem CASSY Lab 2 und WinFACT betrieben und ausgewertet.

### E6.3.4

#### SYSTEME & KOMPONENTEN DER REGELUNGSTECHNIK

##### E6.3.4.3 Fuzzy-Regelung

##### E6.3.4.4 Frequenzgang & Reglerentwurf

##### E6.3.4.5 Stabilität & Optimierung



Fuzzy-Regelung (E6.3.4.3)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.3.4.3	E6.3.4.4	E6.3.4.5
734 091	Digitale Regelstrecke	1	2	2
734 121	Digitale Temperaturregelstrecke	1		
734 111	Maschinensatz 10 W	1		
734 300	Krängungsregelstrecke	1		
734 491	WinFACT LD-Lizenz	1	1	1
775 692DE	LIT: E6.3.4.3 Fuzzy-Regelung	1		
524 016S2	Profi-CASSY Starter 2	1	1	1
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1	1	1
726 86	Stabilisiertes Netzgerät $\pm 15$ V/3 A	1	1	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1	1	1
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1	1	1
500 641	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, rot	2	2	2
500 642	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, blau	2	2	2
500 644	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, schwarz	2	2	2
510 48	Magnete, 35 mm $\varnothing$ , Paar	1		
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1*	1*	1*
734 265	Digitale Flüssigkeitsregelstrecke	1*		
666 630	Gebälse	1*		
666 632	Flügelrad-Anemometer	1*		
734 064N	PID-Digitalregler Net		1	1
734 0891	Totzeitglied		1	1
734 0951	Übertragungsglied 2. Ordnung		1	1
500 612	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm, blau		1	
775 720DE	LIT: E6.3.4.4 Frequenzgang linearer Systeme und Reglerentwurf im Frequenzbereich		1	
775 730DE	LIT: E6.3.4.5 Stabilität & Optimierung			1

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.3.4.3	E6.3.4.4	E6.3.4.5
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10			

\* zusätzlich empfohlen

#### Fuzzy-Regelung

Fuzzy-Logik ist eine Technologie zur Steuerung und Regelung technischer Systeme ohne mathematische Modellierung. Mit Fuzzy-Logik werden Regelstrategien einfach mit Elementen der Umgangssprache definiert. Zur Formulierung des regelungstechnischen Problems in Form von linguistischen (= sprachlichen) Regeln, werden physikalische Eingangsgrößen (z. B. Temperatur) fuzzifiziert, d.h. über eine Zugehörigkeitsfunktion auf unscharfe Mengen abgebildet.

#### Frequenzgang & Reglerentwurf

Die Darstellung des Frequenzgangs eines Systems erfolgt in der Regel grafisch, wobei zwischen der Darstellung in Form des Bode-Diagramms und der Nyquist-Ortskurve zu unterscheiden ist. Mit dieser Ausstattung werden Frequenzgänge realer Übertragungsglieder messtechnisch erfasst. Für eine PT3- Regelstrecke wird ein PI-Regler nach dem Kompensationsverfahren entworfen. Im Bode-Diagramm wird die Stabilität des geschlossenen Regelkreises aus der Phasenreserve für den offenen Kreis ermittelt.

#### Stabilität & Optimierung

Zu den wichtigsten Aufgaben der Regelungstechnik zählen die Stabilitätsuntersuchung und Optimierung von Regelkreisen. Das Ergebnis entscheidet über die Brauchbarkeit der Regelung für den vorgesehenen Einsatz.

Versuche werden mit dem CASSY Lab 2 und WinFACT betrieben und ausgewertet.



## E6.3.5

### TECHNISCHE PROZESSE MIT GROSSMODELLEN

#### E6.3.5.9

#### Ball & Platte

Ball & Platte (E6.3.5.9)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.3.5.9
33-052	Regelstrecke Ball auf Platte zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	1

#### Ball & Platte

Das Ball & Platte-System wird von LabVIEW™ mithilfe einer NI-Schnittstellenkarte (National Instruments NI) gesteuert und zeigt ein klassisches Steuerungsproblem beim Ausgleichen einer Kugel auf einer ebenen Oberfläche und dem Halten seiner Position. Es kann dann so programmiert werden, dass die Kugel einen kreisförmigen oder beliebigen sonstig geformten Weg auf der Platte ausführt. Die einzigartige elektromagnetische Tischsteuerung ermöglicht die Studie dieses instabilen Systems in Echtzeit mithilfe ausgefeilter Controller in NI LabVIEW. Die progressive Art der Lehraufgaben erlaubt das Studium des Problems von Grundprinzipien zu erweiterten Steuerungskonzepten. Das Produkt liefert einen sinnvollen Einblick in die Steuerungstechnik auf allen Ebenen des Bachelor-Studiums und erlaubt fortgeschrittenen Benutzern, die Kugel und Platte mit einer eigenen Strategie zu modellieren und steuern.

#### Themen

- Nicht-lineare Modellvereinfachung
- Nicht-linearer Modelltest
- Modelllinearisierung
- Anlagensteuerung
- PID-Steuerung
- Plattenausrichtung/-steuerung
- uvm.

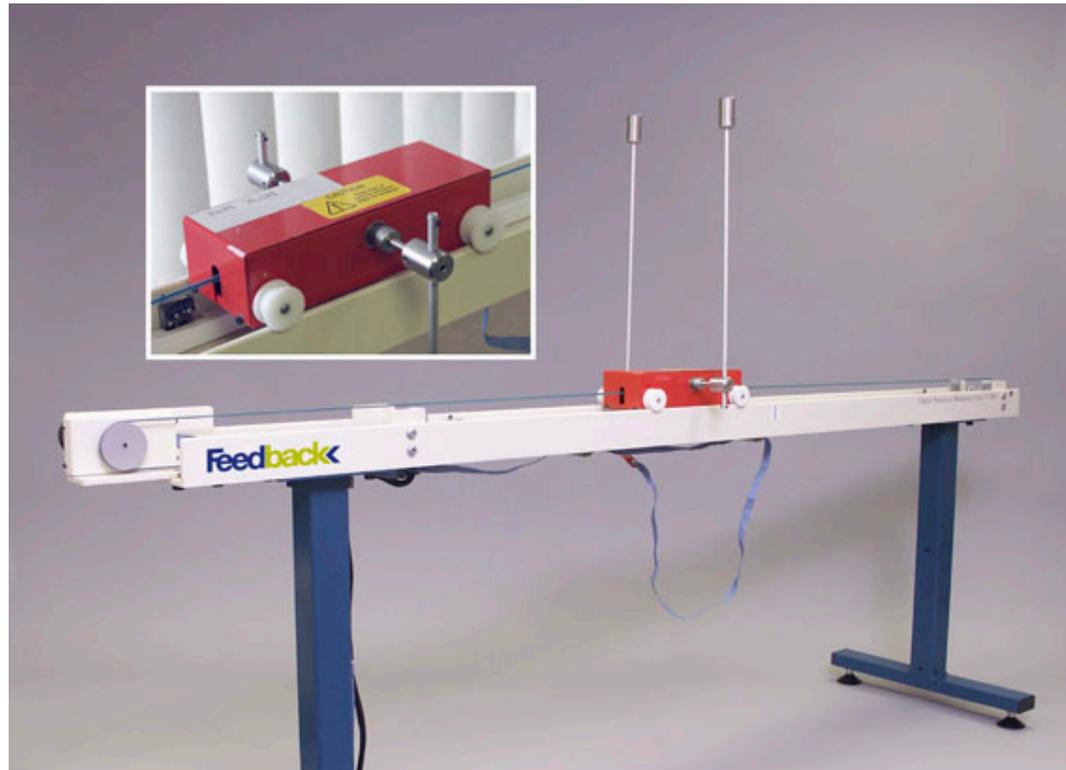
Für diesen Versuch ist eine LabVIEW™ Lizenz erforderlich. Diese ist nicht im Lieferumfang enthalten.

## E6.3.5

### TECHNISCHE PROZESSE MIT GROSSMODELLEN

#### E6.3.5.11

#### Invertiertes Pendel



Invertiertes Pendel (E6.3.5.11)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.3.5.11
33-005-PCI	Satz Digitales Pendel	1
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

#### Invertiertes Pendel

Das Digitale Pendel ist eine moderne Version eines klassischen Problems: Aufstellen und Ausbalancieren eines frei schwingenden Pendels in seiner Kehrlage bzw. Bewegen eines hängenden Pendels auf kontrollierte Weise. Der Wagen auf der Schiene muss so digital kontrolliert werden, dass das Pendel nach oben schwingt (selbst aufgerichtet) und in einer aufrecht gehaltenen Position ausbalanciert wird. Die Wagenstrecke ist begrenzt, was Einschränkungen für den Steueralgorithmus bedeutet. Im Pendelmodus wird das System verwendet, um das zweiarmige Pendel von einer Anfangsposition (ruhig hängend, mit dem Wagen in der Mitte des Bewegungsweges auf der Schiene) auf eine Endposition mit aufrechtem Pendel und dem Wagen zurück auf seiner zentralen Position zu steuern. Im Kranmodus ist das Steuerproblem, die Position des Wagens ohne übermäßige Bewegungen des Pendels zu verschieben. Dieses Problem tritt zum Beispiel auf, wenn man einen Portalkran steuert. Mithilfe von MATLAB™, den umfangreichen Schulungshandbüchern und einer Advantech PCI-Karte (die eine beeindruckende Entwicklungsumgebung für digitale Steuersysteme darstellt) wird der Benutzer durch den Designprozess mithilfe von phänomenologischen Prozessmod-

ellen, Dynamikanalyse, diskreter Modellidentifikation, Controllerdesign, Controllertests am Modell, Controllerumsetzung in Echtzeitanwendungen, Umsetzung verschiedener Steuerstrategien und Visualisierung geführt.

#### Themen

- Pendelmodell
  - Bewegungsgleichungen
  - Nicht-lineares Modell
  - Lineare Modelle
  - uvm.
- Pendelaufbausteuerung
  - Anlagensteuerung
  - PID-Steuerung
  - PID-Steuerung von Wagenmodellposition
  - uvm.

Für diesen Versuch ist eine LabVIEW™ Lizenz erforderlich. Diese ist nicht im Lieferumfang enthalten.



## E6.3.5

### TECHNISCHE PROZESSE MIT GROSSMODELLEN

#### E6.3.5.12

#### Doppelrotor-MIMO-System

Doppelrotor-MIMO-System (E6.3.5.12)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.3.5.12
33-007-PCI	Satz Zwillingsrotor MIMO zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	1

#### Doppelrotor-MIMO-System

Das Doppelrotorsystem veranschaulicht die Prinzipien eines nicht-linearen MIMO (Multiple Input, Multiple Output)-Systems mit signifikanter Kreuzkopplung. Das System verhält sich wie ein Hubschrauber mit fest eingestellten Anstellwinkeln der Rotoren, bei dem die aerodynamischen Kräfte durch Variieren der Drehzahlen an beiden Motoren gesteuert werden. Es tritt eine deutliche Kreuzkopplung zwischen beiden Achsen auf, da jeder Rotor Einfluss auf beide Winkelpositionen ausübt. Mit ausführlichen Schulungsunterlagen wird der Benutzer durch den Design-Prozess geführt und lernt die Identifikation des Systems mittels phänomenologischer Prozessmodelle, Dynamikanalyse, diskrete Modelle, Controller-Design, Controller-Tests auf dem Modell, Controller Implementation in Echtzeit-Anwendungen, Implementierung verschiedener Steuerungsstrategien und Datenvisualisierung.

#### Themen

- 1-Freiheitsgrad (FG), PID Stabilisierung & Horizontal-Regler-Nachführung
- 1-FG, PID Stabilisierung & Vertikal-Regler-Nachführung mit Schwerkraftkompensation
- 2-DOF, PID Stabilisierung & Nachführ-Regler
- Parameter-Abstimmung
- Gekoppelte Dynamikanalyse
- Dynamische Entkopplung
- uvm.

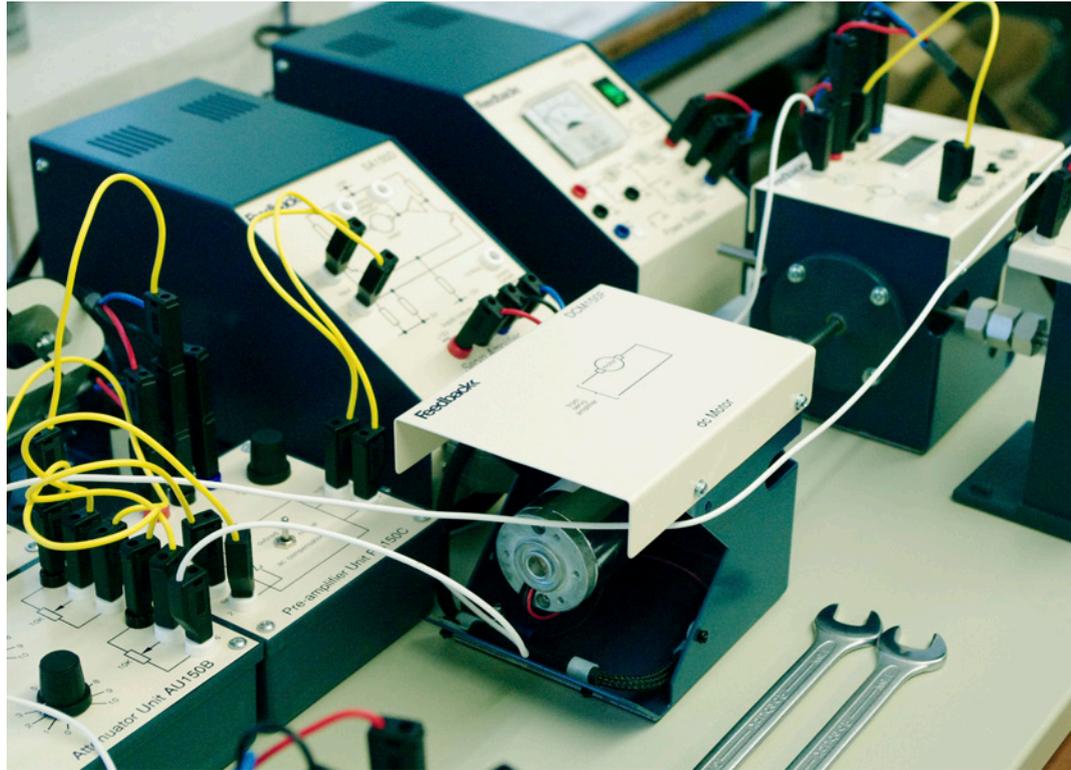
Für diesen Versuch ist eine LabVIEW™ Lizenz erforderlich. Diese ist nicht im Lieferumfang enthalten.

E6.3.5

TECHNISCHE PROZESSE  
 MIT GROSSMODELLEN

E6.3.5.13

Modulare Servosysteme



Modulare Servosysteme (E6.3.5.13)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.3.5.13
MS1 50	DC Servo System	1
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

**Modulare Servosysteme**

Das modulare Servo-System ermöglicht den Studierenden die Theorie und Praxis von automatischen Kontrollsystemen zu studieren. Es führt in moderne Schaltungen und Konstruktionstechniken ein. Das System ist modular und daher vielseitig einsetzbar. Jede Einheit ist mit einem Magnetfuß versehen, die das Gerät auf der kunststoffbeschichteten Stahlgrundplatte fixiert und das unabhängig vom Winkel, in dem die Grundplatte positioniert ist. Die einzelnen Einheiten können wie in einem Blockschaltbild angeordnet werden. Verbindungen zwischen den Einheiten werden durch 4-mm-Experimentierkabel realisiert. Das modulare Konzept des MS150-System erlaubt die Untersuchung der einzelnen Einheiten und auch durch Kombination, die Untersuchung und Leistungstests von kompletten Systemen. Zur Kursgestaltung ist eine Reihe von Handbüchern lieferbar.

**Themen**

- Operationsverstärker
- Kenngrößen des Motors
- Gleichstrom- & Fehlerkanal
- Einfache Positionssteuerung
- Positionsregelung
- Einfache Drehzahlregelung
- uvm.



## E6.3.5

### TECHNISCHE PROZESSE MIT GROSSMODELLEN

#### E6.3.5.14

#### Schweben im Magnetfeld

Schweben im Magnetfeld (E6.3.5.14)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.3.5.14
33-006-PCI	Schweben im Magnetfeld zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	1

#### Schweben im Magnetfeld

Der Klassiker eines schwebenden Magneten wird jetzt in einer neuen und innovativen Form dargestellt. Eine hohle Stahlkugel von 25 mm Durchmesser wird in der Schwebe gehalten, indem die Position optisch überwacht wird und die Zeitkonstanten des magnetischen Wechselfeldes entsprechend parametrierbar werden. Dies kann alternativ über analoge oder digitale Regler erfolgen.

Praktische Buchsen an der Gehäusetafel ermöglichen einen schnellen Wechsel von analogen Controllerverstärkungs- und Kompensationskomponenten. Das Gerät ist selbstständig im Analogmodus mit eingebauter Stromversorgung.

#### Themen

- Analoger Betrieb
  - Nicht-lineare Modelle
  - Instabile Systeme
  - Linearisierung über einen Betriebspunkt
  - uvm.
- Digitaler Betrieb
  - Nicht-lineare Modelle
  - Instabile Systeme
  - Linearisierung über einen Betriebspunkt
  - uvm.

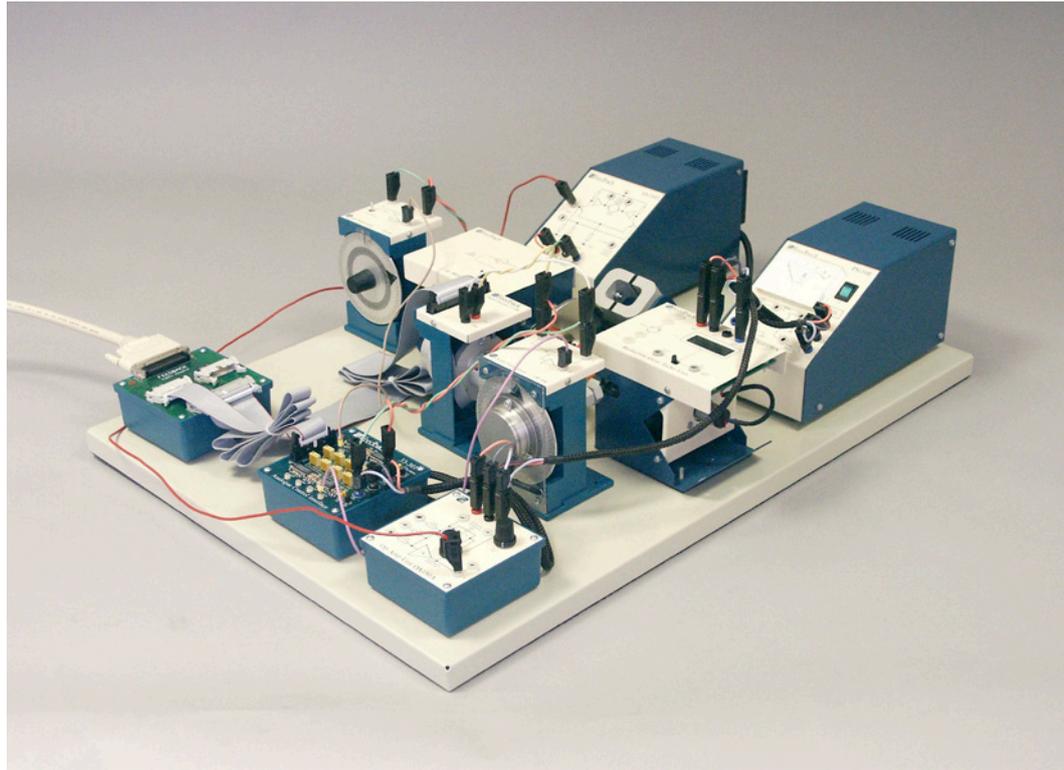
Für diesen Versuch ist eine LabVIEW™ Lizenz erforderlich. Diese ist nicht im Lieferumfang enthalten.

E6.3.5

TECHNISCHE PROZESSE  
 MIT GROSSMODELLEN

E6.3.5.15

Modulare Servo Regelung



Modulare Servo Regelung (E6.3.5.15)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.3.5.15
33-008-PCI	Servo-Steuerung	1
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

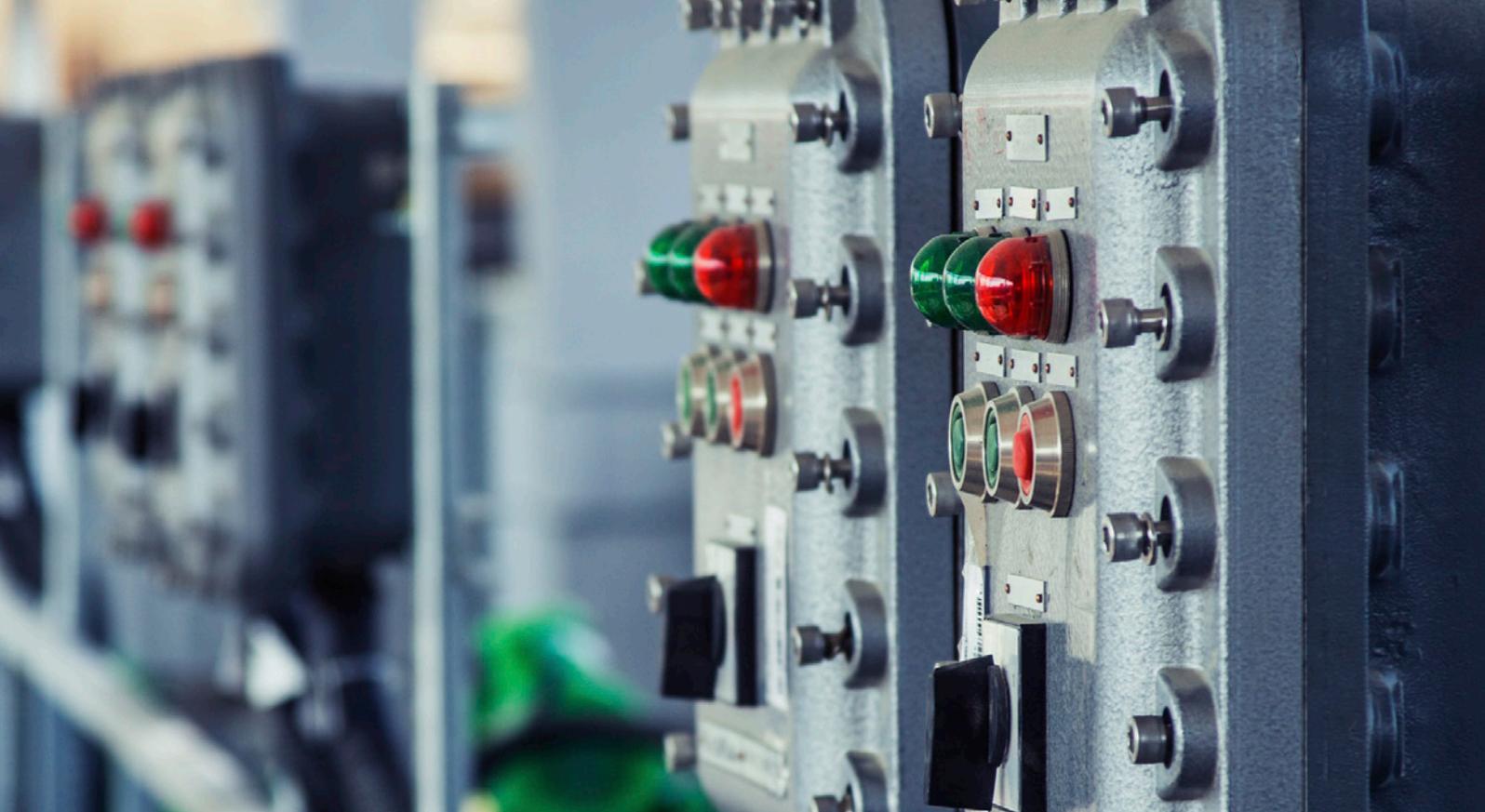
**Modulare Servo Regelung**

Die Präzisionsmodulservo-Versuchsausstattung bietet einen schnellen und direkten Weg vom Steuersystemdesign zur Hardwareumsetzung. Die Auflösung und Genauigkeit des Systems machen aus der Präzisionsmodulservo-Versuchsausstattung die ideale Wahl für das intensive Studium von digitalen linearen Servosteuerungssystemen. Neben dem Studium der Digitalsteuerung bietet die Präzisionsmodulservo-Versuchsausstattung eine umfassende Einführung in Servos, von grundlegenden Studien analoger Servos bis zur vollständigen Echtzeit-Digitalsteuerung. Es wird vollständig durch Laboraufgaben unterstützt, die darauf ausgelegt sind, Lernenden ein umfassendes Verständnis der Steuerungswege innerhalb des Geräts zu bieten.

**Themen**

- Präzisionsmodulservo (PMS)
- Test des Gleichstrommotors
- PMS-Modellidentifikation - Haftreibungskompensation, Identifikation Modell 1 & 2
- PMS-Positionssteuerung – PID-Steuerung für Motorposition, PID-Echtzeitsteuerung der Motorposition, Positionsverfolgung
- PMS-Steuerung, unter variablen Steuerungsbedingungen – Einfacher Anstiegsplanungsalgorithmus, Anstiegsplanung
- uvm.

Für diesen Versuch ist eine LabVIEW™ Lizenz erforderlich. Diese ist nicht im Lieferumfang enthalten.



## E6.4 INDUSTRIELLE REGELUNGSTECHNIK

### E6.4.1 INDUSTRIELLE REGLER & STRECKEN

E6.4.1.1 REGELN MIT INDUSTRIELLEN KOMPAKTREGLERN

E6.4.1.2 REGELUNG EINER MASCHINE 0,3

### E6.4.2 PRAXISNAHE TRAININGSSYSTEME

E6.4.2.1 VERFAHRENSMESSTECHNIK

E6.4.2.2 TEMPERATUR IM LUFTSTROM

E6.4.2.3 FÜLLSTAND & DURCHFLUSS

E6.4.2.4 VIER-TANK-SYSTEM

E6.4.2.5 WASSERTEMPERATUR

E6.4.2.6 KASKADIERTER REGELKREIS MIT FERNSTEUERUNG

E6.4.2.7 DRUCKLUFT

E6.4.2.8 VERTEILTE REGELUNG

E6.4.2.9 FEHLERDIAGNOSE

### E6.4.1

#### INDUSTRIELLE REGLER & STRECKEN

##### E6.4.1.1

##### Regeln mit industriellen Kompaktreglern



Regeln mit industriellen Kompaktreglern (E6.4.1.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.4.1.1
734 431	Kompaktregler	1
734 300	Krängungsregelstrecke	1
734 091	Digitale Regelstrecke	1
734 19	Kennlinienanpassung	1
726 86	Stabilisiertes Netzgerät $\pm 15$ V/3 A	1
524 016S2	Profi-CASSY Starter 2	1
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	2
500 592	Sicherheits-Verbindungsstecker mit Abgriff, schwarz, Satz 10	1
500 641	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, rot	2
500 642	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, blau	1
500 644	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, schwarz	2
775 750DE	LIT: E6.4.1.1 Regeln mit industriellen Kompaktreglern	1
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1*

\* zusätzlich empfohlen

#### Regeln mit industriellen Kompaktreglern

In diesem Kapitel werden Versuche mit dem in der Industrie weit verbreiteten Kompaktregler Siemens SIPART DR 19 beschrieben. Die Versuche benutzen ausschließlich den Analogeingang X und Analogausgang Y des SIPART DR 19. Für die Verwendung externer Messfühler oder der digitalen Ein- und Ausgänge wird auf die Handbücher verwiesen.

#### Themen

- Digitale Industrieregler
- SIPART DR19
- Unipolarer Reglerbetrieb
- Bipolarer Reglerbetrieb
- Kompaktregler an der elektronischen Regelstrecke
- Störungsregelung an der Krängungsregelstrecke

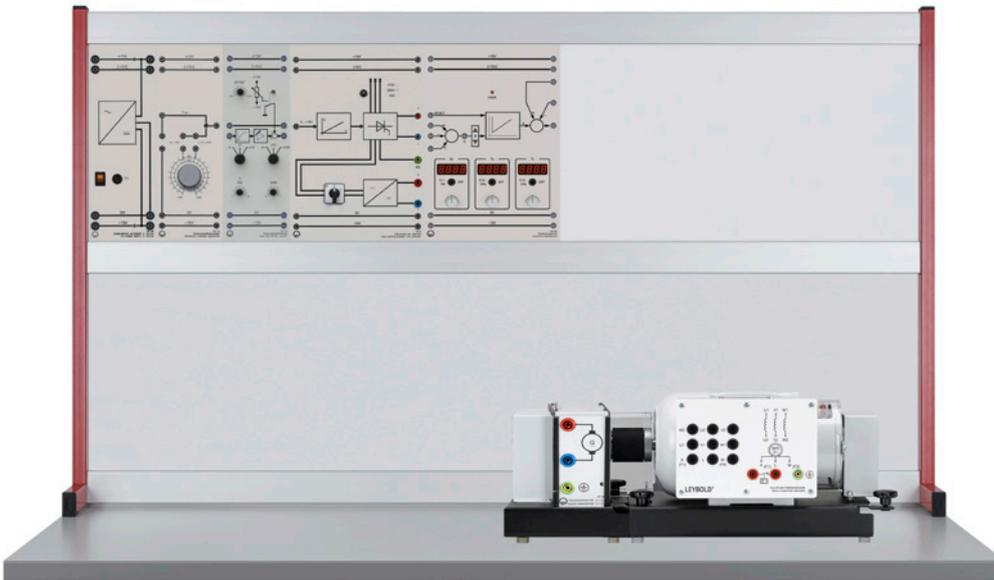
Versuche werden mit dem CASSY Lab 2 betrieben und ausgewertet.

E6.4.1

INDUSTRIELLE REGLER  
& STRECKEN

E6.4.1.2

Regelung einer Maschine 0,3



Regelung einer Maschine 0,3 (E6.4.1.2)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.4.1.2
731 86	Verbundmaschine 0,3	1
734 02	Führungsgrößengeber	1
734 19	Kennlinienanpassung	1
734 22	Stellglied 115...230 V/1 kW	1
734 064N	PID-Digitalregler Net	1
775 755DE	LIT: E6.4.1.2 Regelung einer IMA 300W	1
726 09	Profilrahmen T130, zweizeilig	1*
726 86	Stabilisiertes Netzgerät $\pm 15$ V/3 A	1*
731 06	Kupplung 0,3	1*
731 08	Kupplungsabdeckung 0,3	1*
731 07	Wellenendabdeckung 0,3	2*
731 09	Tachogenerator 0,3	1*
524 016S2	Profi-CASSY Starter 2	1*
734 481	WinFACT COM3LAB / CASSY Edition	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	3*
500 604	Sicherheits-Experimentierkabel 10 cm, schwarz	2*
500 640	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, gelb/grün	2*
500 641	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, rot	4*
500 642	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, blau	5*
531 583	Vielfach-Messgerät METRAport 40 S	1*
734 491	WinFACT LD-Lizenz	1*
	Personal Computer mit Microsoft Windows Betriebssystem (Win 7 oder neuer) erforderlich!	

\* zusätzlich empfohlen

Regelung einer Maschine 0,3

Als technische Regelstrecke arbeitet ein Gleichstrommotor im Leerlauf, der allein durch den eigenen Lüfter und die Lager- und Bürstenreibung belastet wird. Damit wird eine Drehzahlregelung im ersten Quadranten aufgebaut (aktives Beschleunigen). Bremsen erfolgt passiv über die Lüfter- und Reibungsverluste. Zusätzlich zu den Messungen wird die Simulation des Prozesses mit dem PC durchgeführt. Mit der Software WinFACT LD Edition (734 491) wird eine numerische Optimierung des Reglers nach ITAE-Kriterium durchgeführt.

Themen

- Technische Regelstrecken
- Kennlinie der Antriebsmaschine
- Sprungantwort einer Industriemaschine
- Technische Regler
- Reglerdimensionierung
- Bestimmung der Reglerparameter mit PID-Design Center
- uvm.

Versuche werden mit dem CASSY Lab 2 und WinFACT betrieben und ausgewertet.

## E6.4.2

### PRAXISNAHE TRAININGSSYSTEME

#### E6.4.2.1

#### Verfahrensmesstechnik



Verfahrensmesstechnik (E6.4.2.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.4.2.1
38-023	Verfahrensmesstechnik	1
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

#### Verfahrensmesstechnik

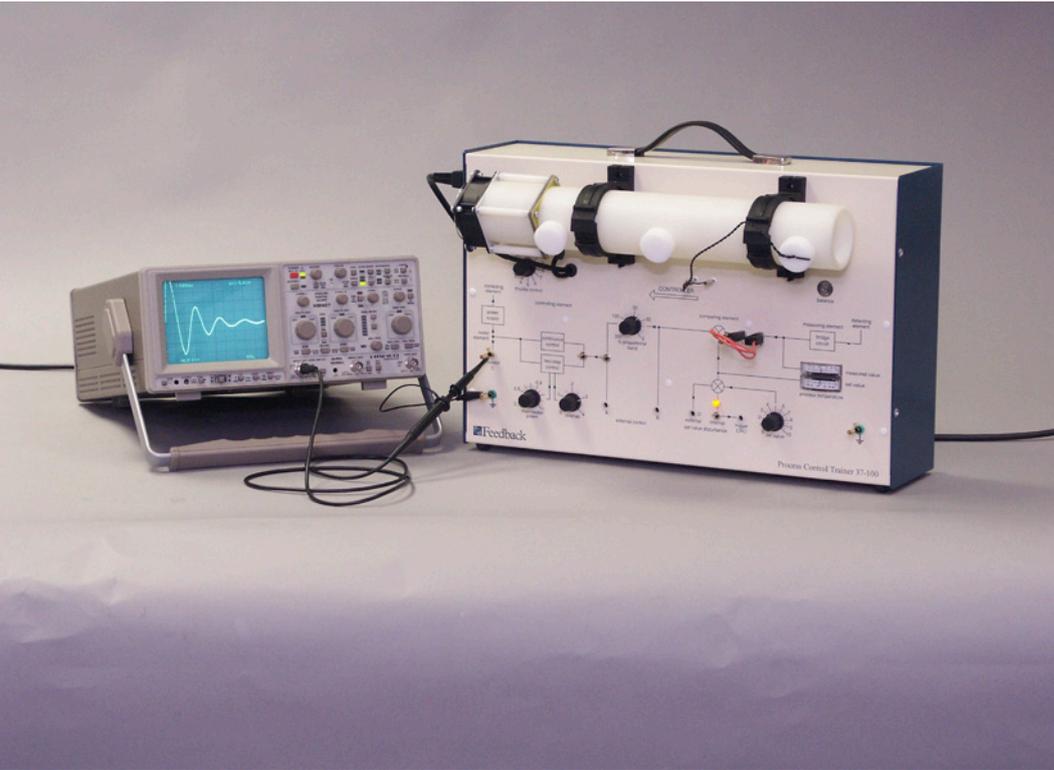
Moderne Steuergeräte und Sensoren werden immer komplexer und sind funktionell sehr leistungsfähig. Dieser Trainer ermöglicht es den Auszubildenden, die Auswahl und Nutzung solcher Geräte, wie Sensoren, Stellglieder und programmierbare Steuergeräte, wie sie in der Industrie genutzt werden, zu verstehen. Es bietet praktische Erfahrung bei der Inbetriebnahme, Kalibrierung und Verwendung. Das Gerät basiert auf einem mobilen Aufbau mit allen elektrischen Versorgungen (Wasser, Heizung, Luft) und ist somit ein in sich geschlossenes Gerät. Die gestanzte Frontplatte bietet eine Baufläche für die Befestigung der einzelnen Geräte.

#### Themen

- 4-20 mA Stromregler
- 4-20 mA programmierbares Anzeige
- Kapazitivniveausensor mit Messverstärker
- Durchflussmessung und Impulsdurchflussmesser
- Regelventil
- Druckluftregelung
- uvm.

E6.4.2  
PRAXISNAHE  
TRAININGSSYSTEME

E6.4.2.2  
Temperatur im Luftstrom



Temperatur im Luftstrom (E6.4.2.2)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.4.2.2
37-100	Prozesssteuerungstrainer	1
531 831	Joule- und Wattmeter	1*
522 561	Funktionsgenerator P	1*
PID 150Y	PID-Einheit	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen

**Prozessregelung: Temperatur im Luftstrom**

Das kompakte System vermittelt anhand einer Heizungssteuerung auf praktische und einfache Weise, welche Einflüsse reale Kenngrößen auf technische Prozesse und deren Steuerung haben. Ausgerüstet mit einem thyristorgesteuerten Heizelement, mit dem ein Luftstrom in einer Kunststoffröhre erhitzt werden kann, lassen sich die Messgrößen der eingebauten Temperaturfühler an drei Punkten erfassen. Durch das Auswerten der Temperatur lassen sich Prozesse zur Ansteuerung der Gebläsedrehzahl und der Heizleistung analysieren, verändern oder optimieren.

**Themen**

- System für die Grundlagen der Regelungstechnik
- Thyristorgesteuertes Heizelement
- Schnelle Ansprechzeiten
- Auch als Zweipunkt-Regelung einsetzbar
- Übertragungsfunktionen und Sprungantworten
- Proportionale Steuerungssysteme
- Einstellung Zweipunkt-Regelung

E6.4.2

PRAXISNAHE  
TRAININGSSYSTEME

E6.4.2.3

Füllstand & Durchfluss



Füllstand & Durchfluss (E6.4.2.3)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.4.2.3
38-001	Füllstand- und Durchfluss-Prozesssteuerung	1
93-420	ESPIAL Software Package	1*
38-002	Temperatur-Prozesssteuerung	1*
38-610	Druckluftkühler	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen

**Füllstand & Durchfluss**

Dieses Trainingssystem zur Prozesssteuerung ist der ideale Einstieg in die Steuerung und Regelung von Flüssigkeitsniveau und Durchflussraten. Das System besteht aus einem Doppelkammer-Prozesstank, der über manuelle und magnetbetätigte Ventile mit dem Vorratsbehälter verbunden ist.

Wasser wird in einem Kreislauf über Durchflussmesser und Regelventile gepumpt, die Füllstandshöhe wird in einem Tank gemessen. Das System wird mit der Software ESPIAL betrieben und analysiert.

**Themen**

- Einarbeitung und Kalibrierung von Durchfluss- und Füllstandsregelsystemen
- Ansteuerung und Kalibrierung des Reglers
- Schwimmerschalter
- Impulsübertrager
- Ein-Aus-Steuerung
- Studium der P, PI & PID Steuerung von Durchfluss- und Füllstandsregelsystemen
- Optimieren eines PID-Reglers

Versuche werden mit ESPIAL betrieben und ausgewertet.



## E6.4.2

### PRAXISNAHE TRAININGSSYSTEME

#### E6.4.2.4

#### Vier-Tank-System

Vier-Tank-System (E6.4.2.4)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.4.2.4
33-041	Kommunizierende Tanks (vorbereitet für MATLAB™) zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	1

#### Vier-Tank-System

Das gekoppelte Tanksystem ist ein Modell eines chemischen Prozesses. Sehr oft werden Tanks durch Rohre verbunden und der Füllstand und die Strömung müssen geregelt werden. Das Experiment mit den Tanks ist so ausgelegt, dass das System konfiguriert werden kann. Das gekoppelte Tanksystem besteht aus vier transparenten Tanks mit jeweils einem Drucksensor, um den Wasserstand zu messen. Die Kupplungen zwischen den Tanks können durch die Verwendung von sieben manuellen Ventilen geändert werden, um die Dynamik des Systems zu ändern. Das Wasser wird durch zwei unabhängig gesteuerte Eintauchpumpen an den Tanks bewegt. Die Störung des Systems erfolgt durch vier manuelle Ventile. Die Abflussmengen können mit einfach zu wechselnden Blendenkappen modifiziert werden. Das System kann mit MATLAB™, SIMULINK® oder NI LabVIEW™ betrieben werden.

#### Themen

- Nichtlineares Modell
- Linearisierung
- Lineare Modellsimulation
- 1 Behälter- und 2 Behälterkennzeichnung
- PID-Regelung der Wasserstände in den oberen Tanks
- PID-Regelung der Wasserstände in den unteren Tanks
- uvm.

Für diesen Versuch ist eine LabVIEW™ oder MATLAB™ Lizenz erforderlich. Diese sind nicht im Lieferumfang enthalten.

E6.4.2

PRAXISNAHE  
TRAININGSSYSTEME

E6.4.2.5

Wassertemperatur



Wassertemperatur (E6.4.2.5)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.4.2.5
38-002	Temperatur-Prozesssteuerung	1
38-610	Druckluftkühler	1*
93-420	ESPIAL Software Package	1*
38-001	Füllstand- und Durchfluss-Prozesssteuerung	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen

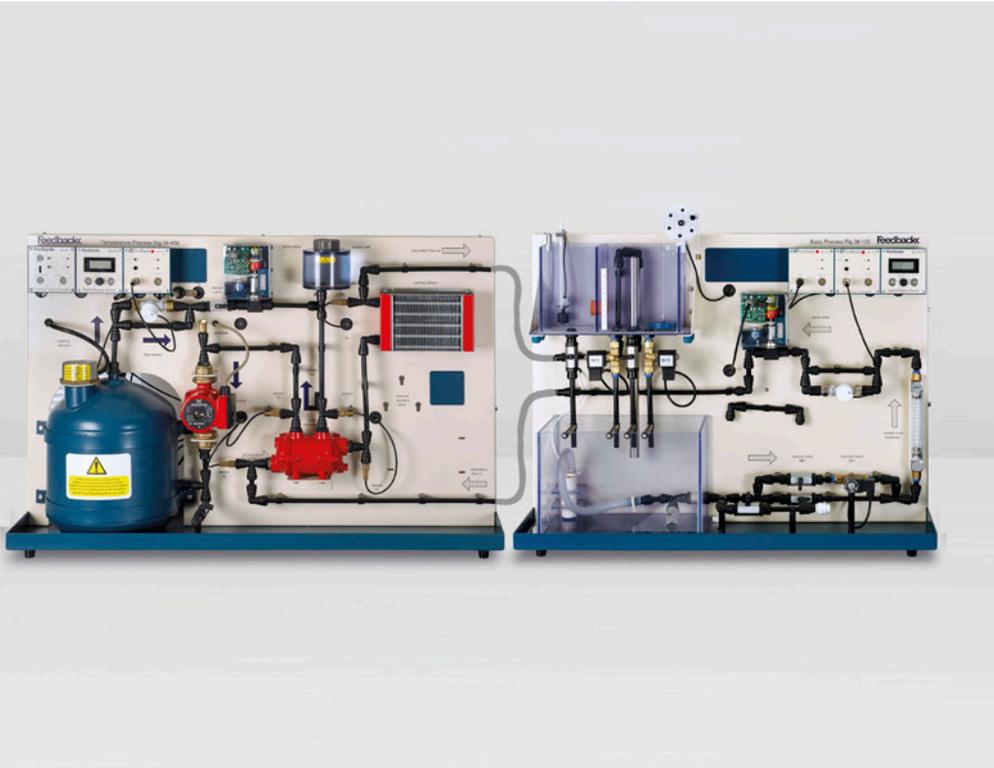
**Wassertemperatur**

Das Temperatur-Trainingsystem verwendet Wasser als Prozessflüssigkeit zur Untersuchung der Grundlagen der Prozesssteuerung unter Verwendung von Primär- und Sekundärtemperaturkreisläufen als steuerbare Prozessvariablen.

Beide Schaltkreise durchlaufen den Wärmetauscher und der Sekundärkreislauf enthält einen luftdurchströmten Kühlkörper. Die Temperatursensoren befinden sich am Ein- und Auslass des Wärmetauschers sowie an dem Auslass des Heizkörpers. Der Trainer kann mit einer Netzwasserversorgung durch das Zusatzpaket Temperatur-Zusatzinheit 38-480 ergänzt werden.

- Temperaturregelung und -kalibrierung
- Schnittstelle anpassen und kalibrieren
- Ansteuerung und Kalibrierung des Reglers
- Impulsübertrager
- Sprungantwort
- Studium der P-, PI- und PID-Regelung von Temperatur und Durchfluss

Versuche werden mit ESPIAL betrieben und ausgewertet.



E6.4.2  
PRAXISNAHE  
TRAININGSSYSTEME

E6.4.2.6  
Kaskadierter Regelkreis  
mit Fernsteuerung

Kaskadierter Regelkreis mit Fernsteuerung (E6.4.2.6)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.4.2.6
38-003	Prozesssteuerung Durchfluss/Füllstand/Temperatur	1
93-420	ESPIAL Software Package	1*
38-610	Druckluftkühler	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen

**Kaskadierter Regelkreis mit Fernsteuerung**

Das kombinierte Durchfluss-, Füllstand- und Temperatur-Prozessleitsystem ist in sich geschlossen und verfügt über alle Funktionen der einzelnen Level & Flow- und Temperatursysteme sowie der Sollwertregelung.

In diesem Trainingssystem sind die Einzeltrainer Temperatur-Prozesssteuerung 38-002 und Füllstand- und Durchfluss Prozesssteuerung zusammengefasst und für eine Ergänzung mit dem Druckluftkühler 38-610 vorbereitet. Mit dem analogen Sollwert-Eingang von 4-20 mA können verschiedene Formen der Kaskadenregelung zwischen verknüpften oder interaktiven Regelkreisen realisiert werden.

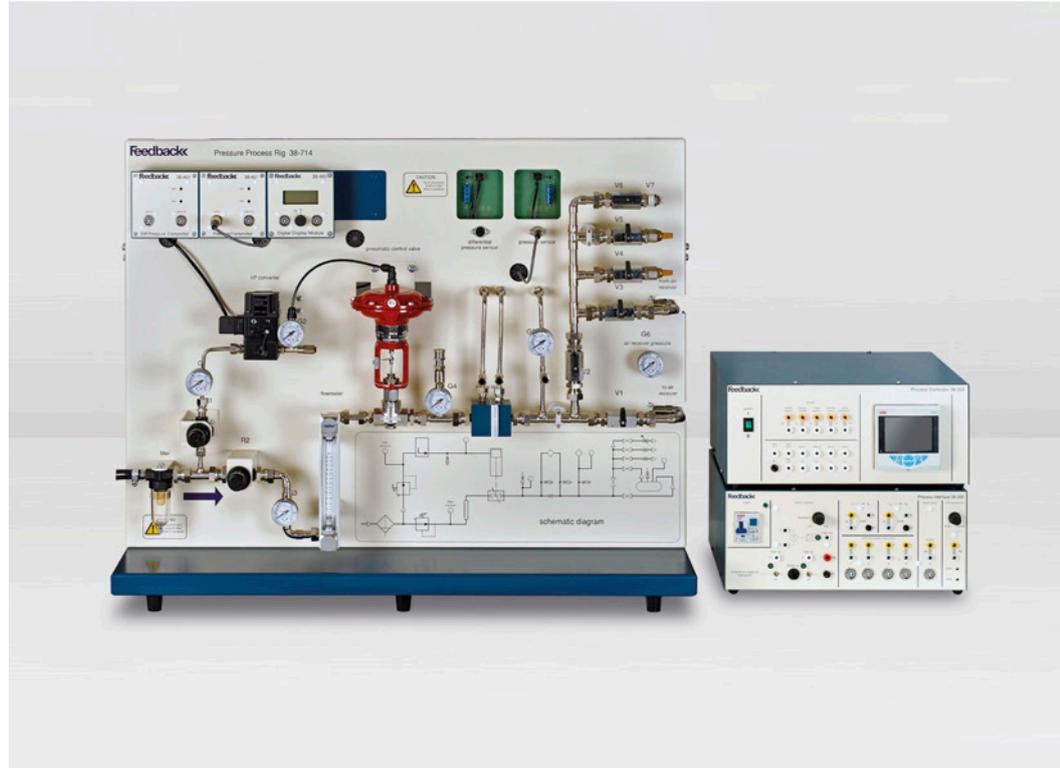
**Themen**

- Sollwert Steuerung
- Sollwert Verhältnissteuerung (dualer Kreislauf)
- P, PI und vollständige PID-Regelung mit automatischer Steuerung
- Duale Kreislauf-Kaskadensteuerung
- Industrieprozess-Steuerung
- Aufgeschaltete Steuerung
- uvm.

E6.4.2

PRAXISNAHE  
TRAININGSSYSTEME

E6.4.2.7  
Druckluft



Druckluft (E6.4.2.7)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.4.2.7
38-004	Druckluftprozesssteuerung	1
38-820-230	Druckluft-Kompressor	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen

**Druckluft**

Das Drucktrainingssystem ist ein pneumatisches Einzelkreislaufsteuerungssystem. Es ermöglicht sowohl die Untersuchung der Grundsätze der Drucksteuerung eines Prozesses, als auch die Steuerung der Durchflussraten in einem unter Druck stehenden System. Separat geregelte Zweige sorgen für Luft für den Prozessdruck und den Steuerdruck. Der Prozesszweig umfasst einen Regler, einen Durchflussmesser mit variabler Fläche, ein pneumatisch betätigtes Steuerventil, einen Blendenblock mit veränderbaren Blendenplatten sowie sowohl Differenz- als auch Messpunktdrucksensoren.

**Themen**

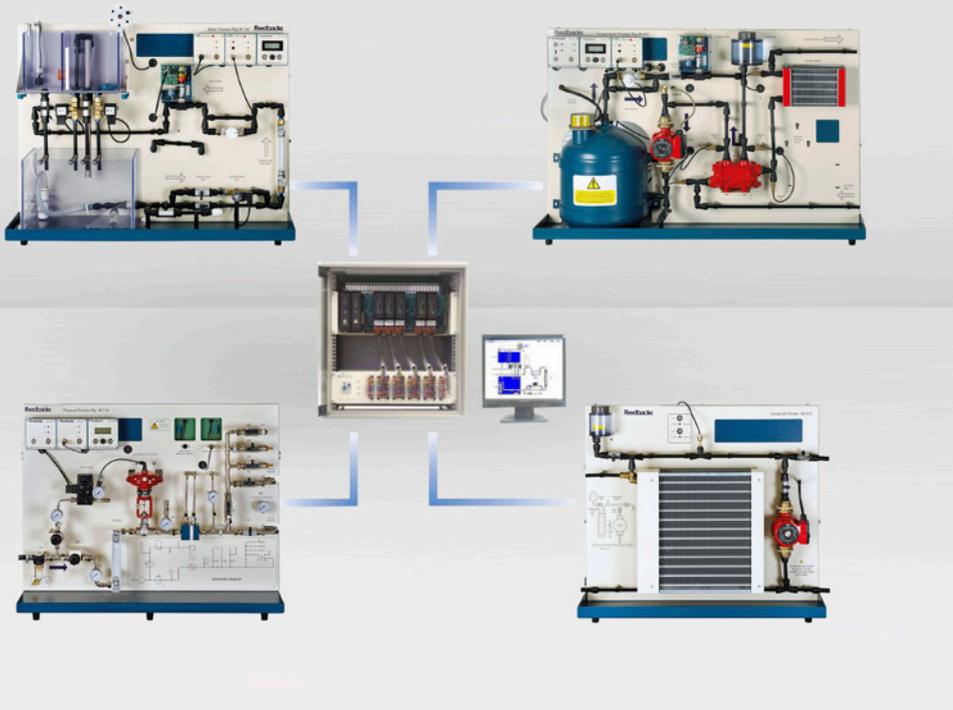
- Sicherer Niederdruckbetrieb
- Vollständige Messung der Druck- und Durchflussrate
- Differential- und Überdrucksensoren
- Stromgesteuertes (4-20 mA) pneumatisch betätigtes Steuerventil
- Standard Industriekomponenten
- Selbstabdichtende Ausgänge für Druckmesser
- uvm.

E6.4.2

PRAXISNAHE  
TRAININGSSYSTEME

E6.4.2.8

Verteilte Regelung



Verteilte Regelung (E6.4.2.8)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.4.2.8
38-009	Verbundsteuerungssystem	1
38-820-230	Druckluft-Kompressor	1
93-420	ESPIAL Software Package	1
38-820-120	PROCON COMPRESSOR 115V	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen

**Verteilte Regelung**

Das Verbundsteuerungssystem ist eine komplette Trainingslösung mit den folgenden Prozessbereichen:

- Füllstand und Durchfluss
- Temperatur
- Druck
- Druckluftkühlung

Die Prozesse können so miteinander kombiniert werden, dass ein Multiprozess oder ein Mehrkreislaufsystem erzeugt wird. Zum System gehören die Controller und Ein/Aus Module für die Überwachung und Steuerung der Prozessanlage sowie ein Computer mit der notwendigen Software.

**Themen**

- Geschlossenes System, inklusive aller Stromanschlüsse und Flüssigkeitsquellen
- Industriesteuerungsgeräte und -sensoren
- Computergesteuerte Experimente
- 4 - 20 mA Steuersignal
- Vollständig entwickelter Studienplan
- Ziele für jeden Arbeitsvorgang
- uvm.

Versuche werden mit ESPIAL betrieben und ausgewertet.

E6.4.2

PRAXISNAHE  
TRAININGSSYSTEME

E6.4.2.9  
Fehlerdiagnose



Fehlerdiagnose (E6.4.2.9)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.4.2.9
34-250	Prozesstrainer mit Fehlersimulator	1
34-252-1	Prozesstrainer SPS-Schnittstelle	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen

**Fehlerdiagnose**

Die Fehlerdiagnose ist ein Industrieprozesstrainer für die Methodik der Fehlerdiagnostik in industriellen Prozessen. Störungen werden durch den Ausbilder durch Schalter die hinter einer verdeckten und verriegelten Tür zugeschaltet. Diese Schalter können einen Stromkreis kurzschließen als auch unterbrechen. Durch Kombinationen von mehreren Fehlern entstehen komplexe Fehlerbilder, die dann nur strukturiert behoben werden können.

**Themen**

- Einführung in das System
- Methoden der Fehlersuche
- Fehleranalyse anhand von Flussdiagrammen
- Fehlersuche anhand von Schaltplänen
- Fehlererkennung durch auswechselbare Komponenten
- Einfache elektronische Fehlersuche
- uvm.



## E6.5 STEUERUNGSTECHNIK

### E6.5.1 GRUNDLAGEN DER STEUERUNGSTECHNIK

E6.5.1.1 KOMPAKTKURS DIGITALTECHNIK

E6.5.1.2 DIGITALTECHNIK

E6.5.1.3 EINGEBETTETE SYSTEME

### E6.5.2 INDUSTRIELLE STEUERUNGEN

E6.5.2.11 SCHÜTZSTEUERUNGEN MIT MODULEN 24 V

E6.5.2.12 SCHÜTZSTEUERUNGEN MIT MODULEN 230 V

E6.5.2.21 SCHÜTZSTEUERUNGEN MIT EXPERIMENTIERPLATTEN 24 V

E6.5.2.22 SCHÜTZSTEUERUNGEN MIT EXPERIMENTIERPLATTEN 230 V

E6.5.2.3 STEUERUNG MIT LOGO! 8 230 V

E6.5.2.4 FEHLERSIMULATOR: SCHÜTZSCHALTUNG

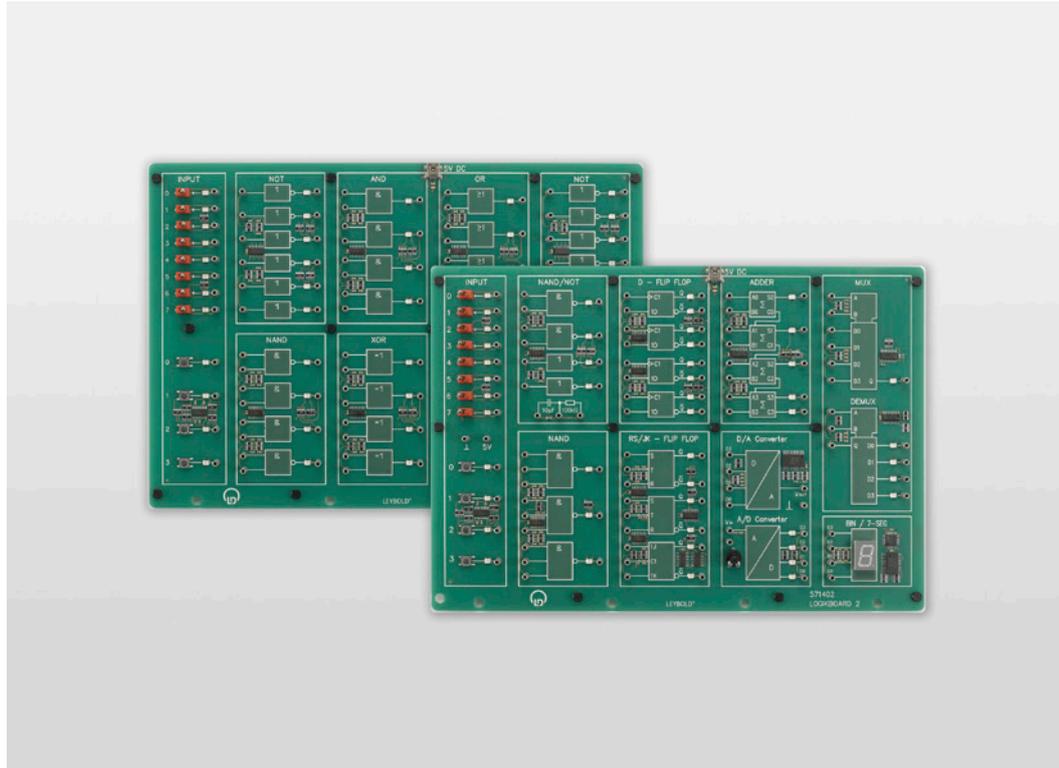
E6.5.2.5 STEUERUNG MIT ENDLAGEN- & NÄHERUNGSSCHALTERN

### E6.5.1

#### GRUNDLAGEN DER STEUERUNGSTECHNIK

##### E6.5.1.1

##### Kompaktkurs: Digitaltechnik



Kompaktkurs: Digitaltechnik (E6.5.1.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.5.1.1
571 401	Logikboard 1	1
571 402	Logikboard 2	1

#### Kompaktkurs: Digitaltechnik

Theorie und Praxis zu den Grundlagen der Steuerungstechnik werden mit zwei Ausstattungen zum Selbststudium abgedeckt.

Grundlegende Logikgatter (AND, OR, NOT, NAND, XOR) der digitalen Elektronik werden vorgestellt. Davon ausgehend werden die Gesetze logischer Verknüpfungen (Gesetz von De Morgan, Assoziativgesetz, Distributivgesetz) untersucht und Logikschaltungen mit und ohne Rückkopplung erklärt. Flip-Flop-Schaltungen, das sind Logikschaltungen mit Rückkopplung (Schaltwerke), dienen zur Speicherung von Information. Der Addierer wird als praktisches Beispiel eines Schaltnetzes (Logikschaltungen ohne Rückkopplung) untersucht. Flip-Flop-Schaltungen mit zusätzlichen Eingängen erweitern die Kenntnisse über Schaltwerke. Wichtige technische Anwendungen der digitalen Elektronik werden diskutiert (Multiplexer, Demultiplexer, Ansteuerung einer 7-Segment-Anzeige, AD/DA-Wandler). Die Schaltzustände aller Ausgänge werden jeweils mit einer LED optisch angezeigt.

#### Themen

- Logik Gatter: UND, ODER, NICHT, und XOR
- Flip-Flop
- Addieren
- AD Wandler / DA Wandler
- Multiplexer / Demultiplexer
- RS Flip-Flop
- uvm.



E6.5.1  
GRUNDLAGEN DER  
STEUERUNGSTECHNIK

E6.5.1.2  
Digitaltechnik

Digitaltechnik (E6.5.1.2)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.5.1.2
700 1701	COM3LAB Kurs: Digitaltechnik I	1
700 1801	COM3LAB Kurs: Digitaltechnik II	1
700 020	COM3LAB: Master Unit	1
700 022	Satz Sicherheitskabel (2 mm, 16 Stk., 6 x 30 cm & 10 x 15 cm)	1
700 00CBT	DVD: COM3LAB Software zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	1

COM3LAB Multimedia kombiniert interaktive Lernsoftware mit realer Hardware.

#### Digitaltechnik I

Kurs zu den Grundlagen der Digitaltechnik (Schaltwerke), bestehend aus einem Experimentierboard mit verschiedenen Logikbauteilen und Gattern.

Der Kurs untersucht die Grundlagen und Gesetzmäßigkeiten in der Digitaltechnik.

#### Themen

- TTL-UND
- TTL-ODER
- TTL-NICHT
- uvm.

#### Digitaltechnik II

Kurs zu den Grundlagen der Digitaltechnik (Schaltnetze), bestehend aus einem Experimentierboard mit verschiedenen Schaltungen. Der Kurs behandelt die Funktionsweise und den Einsatz von Flip-Flops.

#### Themen

- Flip-Flop
- RS-Flip-Flop
- RS-Flip-Flop mit Takteingang
- uvm.

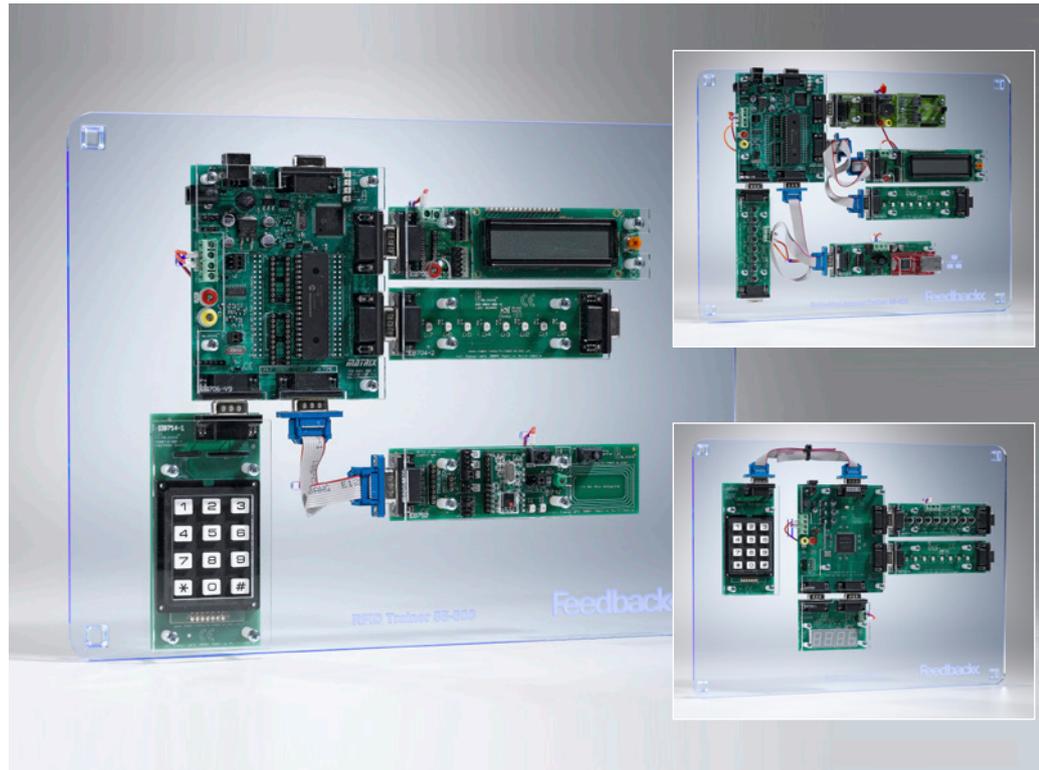
Versuche werden mit COM3LAB CBT betrieben und ausgewertet.

### E6.5.1

#### GRUNDLAGEN DER STEUERUNGSTECHNIK

##### E6.5.1.3

##### Eingebettete Systeme



Eingebettete Systeme (E6.5.1.3)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.5.1.3
55-500	RFID Trainer	1
55-600	Embedded Internet Trainer	1
55-800	FPGA Trainer	1
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

#### Eingebettete Systeme

Die Ausstattung besteht aus drei Trainern, welche verbreitet in der Regelungs- und in der Automatisierungstechnik eingesetzt werden.

Mit diesen Systemen erlernt man grundlegende Technologien für Industrie 4.0 Systeme und „Internet of Things (IoT)“.

Damit werden die Grundlagen zur Erstellung schnell reagierender Sensor- und Kommunikations-Systeme erarbeitet, die in Kleinststeuerungen oder portablen Systemen notwendig sind.

#### RFID Trainer

Der RFID-Trainer bietet einen vollständigen Kurs zur Entwicklung von RFID-Systemen. Eröffnet Lernenden, die sich mit Mikrocontrollern auskennen, einen Einblick in die Programmierung, die bei der Entwicklung von RFID-Systemen beteiligt sind. Eine RFID-Platine und vier RFID-Tags sind enthalten. Mit dieser Hardware können Lernende mehr über das Lesen und Schreiben von Transponderdaten in I-code und im Mirface-Modus erfahren.

#### Embedded Internet Trainer

Der Embedded-Internet-Trainer bietet Lernenden ein umfangreiches Verständnis über moderne digitale Kommunikationsprotokolle und die Entwicklung eingebetteter internetgestützter Systeme.

#### FPGA Trainer

Der Trainer für Field Programmable Gate Array (FPGA) bietet eine Plattform zum Erlernen der FPGA-Programmierung in VHDL oder Verilog. Der Trainer umfasst eine FPGA-Entwicklungsplatine, LED-Platinen, Schaltbretter, eine duale Schautafel mit sieben Segmenten, eine Prototypplatine, serielle D/A-Platine und eine Stromausgangsplatine.

#### Themen

##### RFID Trainer

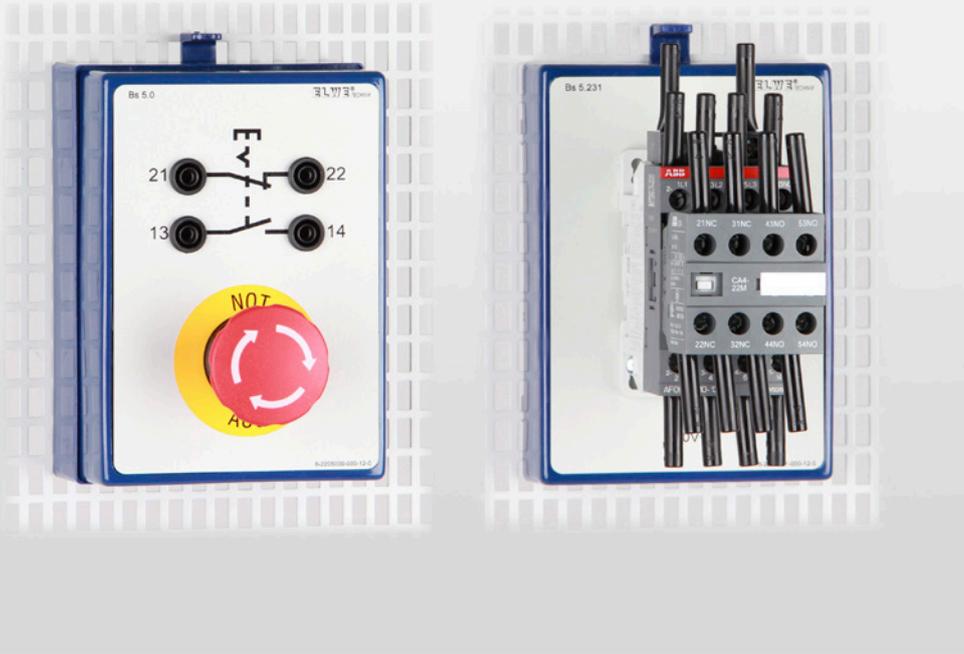
- RFID-Systeme und -Anwendungen
- Konfiguration von RFID-Lesegeräten

##### Embedded Internet Trainer

- Protokolle Ethernet, DLC, MAC, ARP, TCP, IP, UDP, ICMP, HTTP und POP3
- MAC-Paketstruktur und Nachrichtenerstellung mithilfe von Mikrocontrollern

##### FPGA Trainer

- PLD-Technologie
- Einführung in QUARTUS II
- uvm.



## E6.5.2

### INDUSTRIELLE STEUERUNGEN

E6.5.2.11  
Schützsteuerungen  
mit Modulen 24 V

E6.5.2.12  
Schützsteuerungen  
mit Modulen 230 V

Schützsteuerungen mit Modulen 24 V (E6.5.2.11)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.5.2.11	E6.5.2.12
8-2 405110-000-12-0	BS 5.110 Dreiphasen-Motor-Simulator (240/400V)	1	1
8-2 205000-000-12-0	BS 5.0 Drucktaster NOT-AUS	1	1
8-2 205027-000-12-1	BS 5.27 Multifunktionsrelais	2	2
8-2 205028-000-12-0	BS 5.28 Hilfsschütz 4Ö/4S 24 V AC	3	
8-2 205031	BS 5.31 Schaltschütz 24 V AC / DC	5	
8-2 205034-000-12-1	BS 5.34 Grenztaster	2	2
8-2 215320-000-12-0	BS 5.320 Motorschutzrelais 0,63...1,0 A	1	1
8-2 205350-000-12-0	BS 5.350 Kontrollleuchte 24 V, dreifach	1	
8-2 205381-000-12-0	BS 5.381 Tastschalter 0-1-2	3	3
8-2 215900-000-12-0	BS 5.900 Leitungsschutzschalter 4-fach	1	1
8-2 230056-000-12-0	BS 30.56 Relais 24 V DC, 2 Schließer/2 Öffner	1	1
531 192	Digital-Multimeter MX 24B	1	1
566 321L	LIT: Schütz- und Steuerschaltungen, T 9.1	1	1
566 321S	LIT: Schütz- und Steuerschaltungen, T 9.1	1	1
726 75	Dreiphasen-Anschlusseinheit mit RCD	1	1
562 793NA	Netzteil 6...24 V	1	
500 851	Sicherheits-Experimentierkabel, 32 A, Satz 32	2	1
500 852	Sicherheits-Experimentierkabel 32 A, gelb/grün, Satz 10	1	2
726 30	Montagewand L130	1	1
732 203	Käfigläufermotor Basic 400/690/0,3	1*	1*
731 07	Wellenendabdeckung 0,3	1*	1*
8-2 205228-000-12-0	BS 5.228 Hilfsschütz 230 V, 4 Ö / 4 S		3

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.5.2.11	E6.5.2.12
8-2 205231-000-12-0	BS 5.231 Schaltschütz 230 V AC		1
8-2 205351-000-12-0	BS 5.351 Kontrollleuchte 230 V, dreifach		1
726 890	DC-Hochstromnetzgerät 32/20		1

\* zusätzlich empfohlen

### Schützsteuerungen mit Modulen

Einfache Steuerschaltungen werden heute noch wirtschaftlich durch Schützschaltungen realisiert. Aber auch komplexe SPS-Steuerungen kommen nicht ohne externe Schutzmechanismen, wie Taster- und Schützverriegelung, aus. Der Themenbereich *Industrielle Steuerungen* beinhaltet verschiedene Taster, Schütze, End- und Näherungsschalter und kann durch elektrische Maschinen (E2) sinnvoll erweitert werden. Der Aufbau von Steuerstromkreisen und Laststromkreisen ist problemlos. Alle Verbindungen werden mit 4-mm-Sicherheitskabeln berührungssicher realisiert. Die umfangreiche Begleitliteratur erklärt die Wirkungsweise der einzelnen Komponenten bis hin zur Realisierung von komplexen Maschinen- und Expertenschaltungen.

Der Themenbereich *E6.5.2 Industrielle Steuerungen* bildet die Grundlage für die SPS-Ausbildung.

### E6.5.2

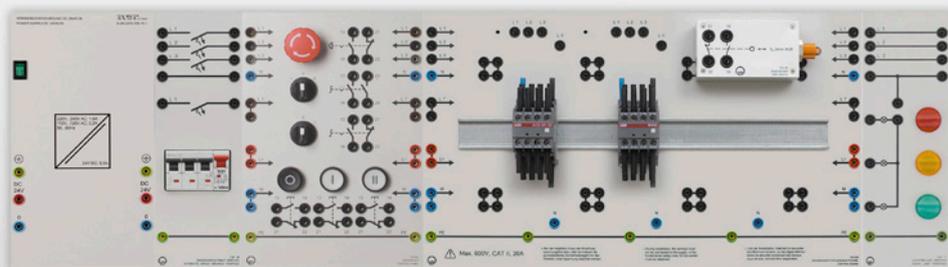
#### INDUSTRIELLE STEUERUNGEN

##### E6.5.2.21

Schützsteuerungen mit  
Experimentierplatten 24 V

##### E6.5.2.22

Schützsteuerungen mit  
Experimentierplatten 230 V



Schützsteuerungen mit Experimentierplatten 24 V (E6.5.2.21)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.5.2.21	E6.5.2.22
730 002	Bedienpult	1	1
730 004	Grundeinheit Steuerungstechnik	1	1
730 321	HILFSSCHÜTZ 24V 4S 4Ö	3	
730 331	Leistungsschütz 24V 3Pol 3S 2Ö	3	
732 151	Motorschutzrelais 0,6-1A	2	2
730 072	Multifunktionsrelais	1	1
730 37	Leuchtmelder 24 V dreifach	1	
730 93	Endtaster 1S 1Ö	1	1
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1	1
726 75	Dreiphasen-Anschlusseinheit mit RCD	1	1
562 793NA	Netzteil 6...24 V	1	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	4	4
726 890	DC-Hochstromnetzgerät 32/20	1	
500 591	Sicherheits-Verbindungsstecker, gelb/grün, Satz 10	1	1
500 851	Sicherheits-Experimentierkabel, 32 A, Satz 32	3	3
500 852	Sicherheits-Experimentierkabel 32 A, gelb/grün, Satz 10	1	1
566 321S	LIT: Schütz- und Steuerschaltungen, T 9.1	1	1
566 321L	LIT: Schütz- und Steuerschaltungen, T 9.1	1	1
648 07	Geräteschub S24-FN	1	1
732 203	Käfigläufermotor Basic 400/690/0,3	1*	1*
731 07	Wellenendabdeckung 0,3	1*	1*
730 121	Hilfsschütz 4S 4Ö		3
730 131	Leistungsschütz 3pol. 3S 2Ö		3
730 17	Leuchtmelder dreifach		1

\* zusätzlich empfohlen

#### Schützsteuerungen mit Experimentierplatten

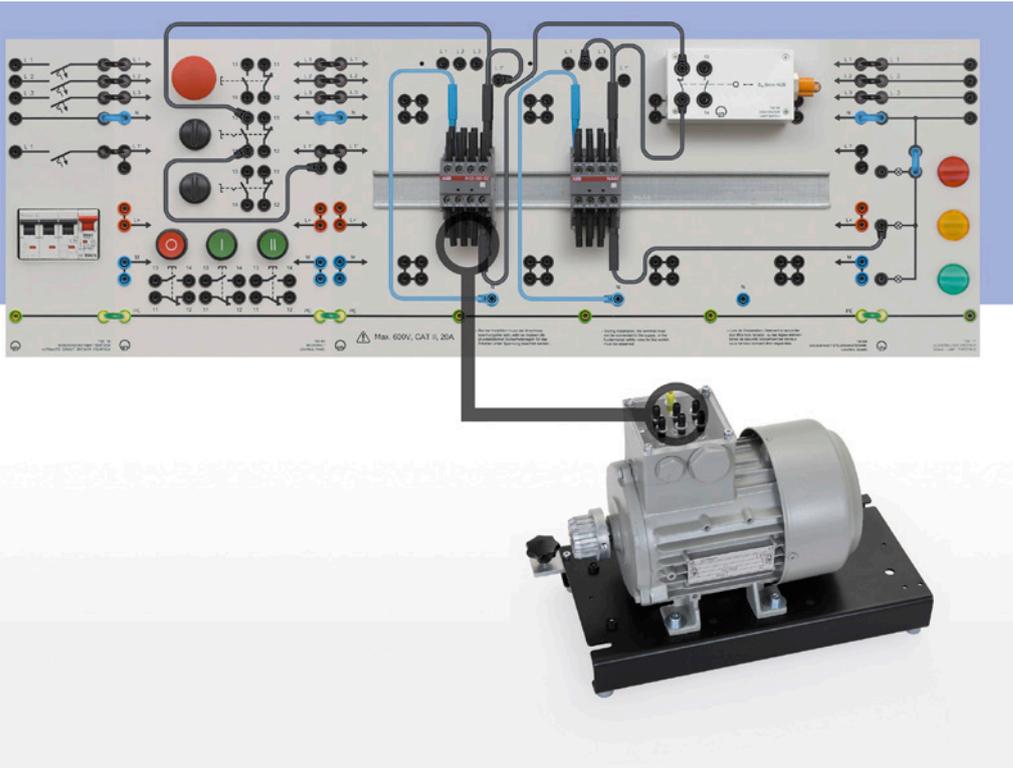
- Grundelemente der Steuerung mit Schützen
- Grundsaltungen der Steuerung mit Schützen
- Grundsaltungen der Steuerung von Maschinen

Die handelsüblichen Betriebsmittel werden an der Front der Experimentierplatten befestigt. Die Bedien- und Meldeelemente sind auf separaten Platen eingebaut.

Die Beschaltung der elektrischen Komponenten erfolgt mittels 4-mm-Sicherheitsverbindungsleitungen für Niederspannung direkt an den entsprechenden Sicherheitsbuchsen.

#### Themen

- Wirkungsweise von Schaltern
- Und-Oder-Schaltungen mit Schützen
- Motoreinschaltung mit einem Leistungsschütz
- Selbsthaltung eines Schützes
- Verriegelung von Schützen
- Verriegelung von Taster
- uvm.



### E6.5.2

#### INDUSTRIELLE STEUERUNGEN

##### E6.5.2.5

##### Steuerung mit Endlagen- & Näherungsschaltern

Steuerung mit Endlagen- & Näherungsschaltern (E6.5.2.5)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.5.2.5
730 90	Getriebe mit 2 Schaltarmen 0,1/0,3	1
731 06	Kupplung 0,3	1
731 08	Kupplungsabdeckung 0,3	1
732 203	Käfigläufermotor Basic 400/690/0,3	1
730 93	Endtaster 1S 1Ö	2
730 94	Induktiver Näherungsschalter 2-AC/DC	1
730 95	Induktiver Näherungsschalter 3-DC	1
730 97	Kapazitiver Näherungsschalter 3-DC	1
730 99	Optischer Näherungsschalter 3-DC	1
730 381	Relais 24V 1S 1Ö	1*
562 793NA	Netzteil 6...24 V	1
566 241L	LIT: Endtaster und Näherungsschalter T 9.2	1
566 241S	LIT: Endtaster und Näherungsschalter T 9.2	1

\* zusätzlich empfohlen

#### Steuerung mit Endlagen- & Näherungsschaltern

- Funktion von Endlagenschaltern
- Sensor-Prinzipien: mechanische, induktive und kapazitive Endlagenschalter
- Steuerung von Systemen mit Endlagenschaltern.
- Einsatz von Schütztechnik, Kleinststeuerung oder SPS

Endlagenschalter dienen zur Erfassung von maximalen Positionen in Anlagen. Endlagenschalter sind je nach Anwendung mit mechanischen, induktiven oder kapazitiven Sensoren ausgeführt.

Kriterien für die Auswahl sind Material, Berührungsfreiheit, Schalt-Betriebsspannungen und Umgebungsbedingungen. Das Lehrsystem hilft dem Auszubildenden/Studenten die einzelnen Endlagenschalter zu unterscheiden und in typischen Versuchen einzusetzen.

#### Themen

- Endlagen Halt
- Automatische Wendeschaltung
- Dahlander-Wendeschaltung

### E6.5.2

#### INDUSTRIELLE STEUERUNGEN

##### E6.5.2.3

Steuerung mit LOGO! 8 230 V



Steuerung mit LOGO! 8 230 V (E6.5.2.3)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.5.2.3
8-2 412890	Universal Logic Module LOGO! 8 230 RCE	1
773 090	Logo! Software	1
689 3000	RJ45 Kabel gekreuzt 2m	1
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

#### Steuerung mit LOGO! 8

- Erstellen von Programmen
- Erlernen von Logischen- und Steuerungsfunktionen
- Testen der Programme
- Einrichten von Netzwerkanbindungen

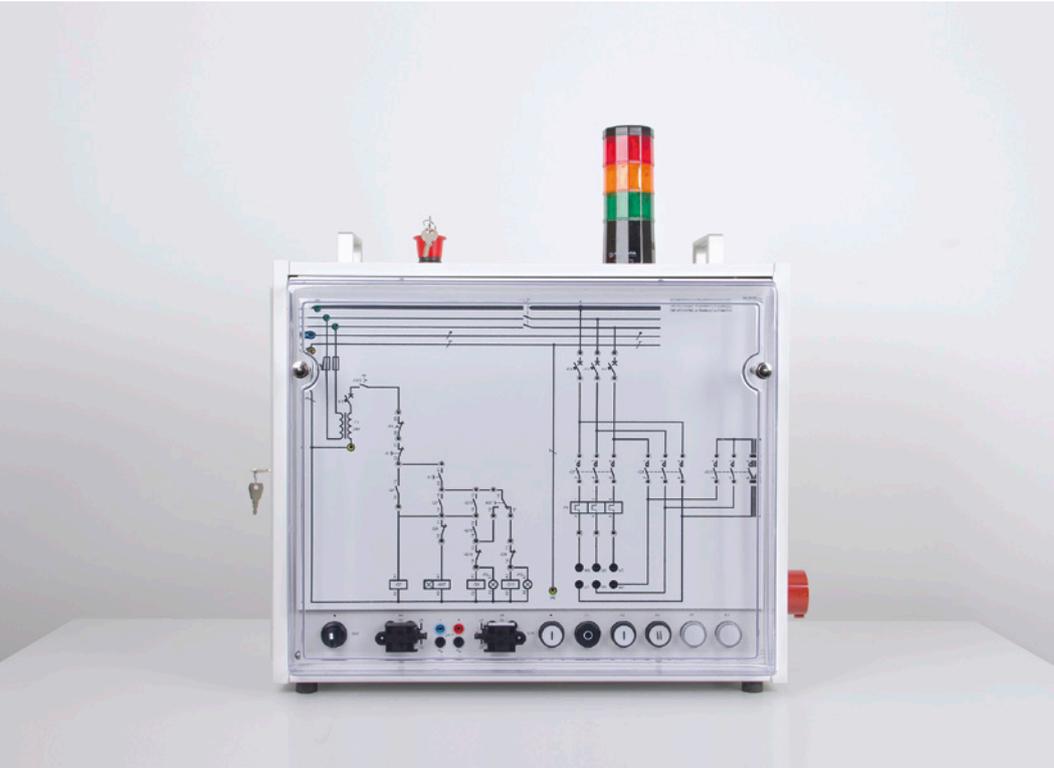
Programmieren einer Kleinsteuerung an der LOGO! 8 von Siemens. Der Auszubildende soll die wesentlichen Funktionen von Kleinsteuerungen erlernen.

Die Ausstattung ist ein Experimentierplattensystem mit allen notwendigen digitalen Ein- und Ausgängen sowie den benötigten Schnittstellen. Die Eingänge sind über 4-mm-Sicherheitsbuchsen für 230 V und über die eingebauten Schalter mit Rast- und Tastfunktion erreichbar. Die Ausgänge sind als potentialfreie Relaiskontakt ausgeführt und sind über Sicherheitsbuchsen auf der Front zugänglich. Es besteht die Möglichkeit, die Buchsen mit Brückensteckern fest auf 230 V zu legen. Das Steuergerät hat eine Ethernet-Schnittstelle, die als RJ 45 ausgeführt ist. Die Steuerspannung beträgt 230 V AC.

#### Themen

- Stern-Dreieckschaltung mit Zeitrelais
- Wendestern-Dreieck-Schaltung
- Motorwendesteuerung mit nockenbetätigtem Grenztaster
- Schleifringläufer mit Stufenanlasser
- Polumschaltbarer Motor mit getrennten Wicklungen
- Dahlanderschaltungen
- uvm.

E6.5.2  
INDUSTRIELLE STEUERUNGEN  
  
E6.5.2.4  
Fehlersimulator:  
Schützsaltungen



Fehlersimulator: Schützsaltungen (E6.5.2.4)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.5.2.4
773 030	Schützsaltungs-Fehlersimulator 0,3 kW	1
8-5 305061-000-10-0	LIT: Fehlersimulator	1
727 292	Spannungsprüfer	1
732 203	Käfigläufermotor Basic 400/690/0,3	1*
732 24	Käfigläufermotor D 0,3	1*
731 07	Wellenendabdeckung 0,3	1*
730 90	Getriebe mit 2 Schaltarmen 0,1/0,3	1*
731 06	Kupplung 0,3	1*
731 081	Kupplungsabdeckung 0,3 transparent	1*
730 93	Endtaster 1S 1Ö	2*
500 851	Sicherheits-Experimentierkabel, 32 A, Satz 32	1*
500 640	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, gelb/grün	2*

\* zusätzlich empfohlen

**Fehlersimulator: Schützsaltungen**

Fehlersuche in Schützsaltungen. Kompaktgerät mit integrierter Fehlersimulation.

**Lernziele**

- Fehlersuche in Schützsaltungen
- Funktion von Schützsaltungen

Kompaktes Gerät zur Systematischen Fehlersuche in konventionellen Schützsaltungen. Durch Vorhängen verschiedener Masken werden lediglich die Mess- und Anschlusspunkte freigegeben, die für die auf der Maske abgebildete Schaltung von Bedeutung sind. An der linken Seite des Übungsgerätes ist hinter einer verschließbaren Tür die Schalttafel für den Ausbilder untergebracht, die neben den Schutzeinrichtungen, dem Maskenwahlschalter auch die Fehlerschalter enthält.

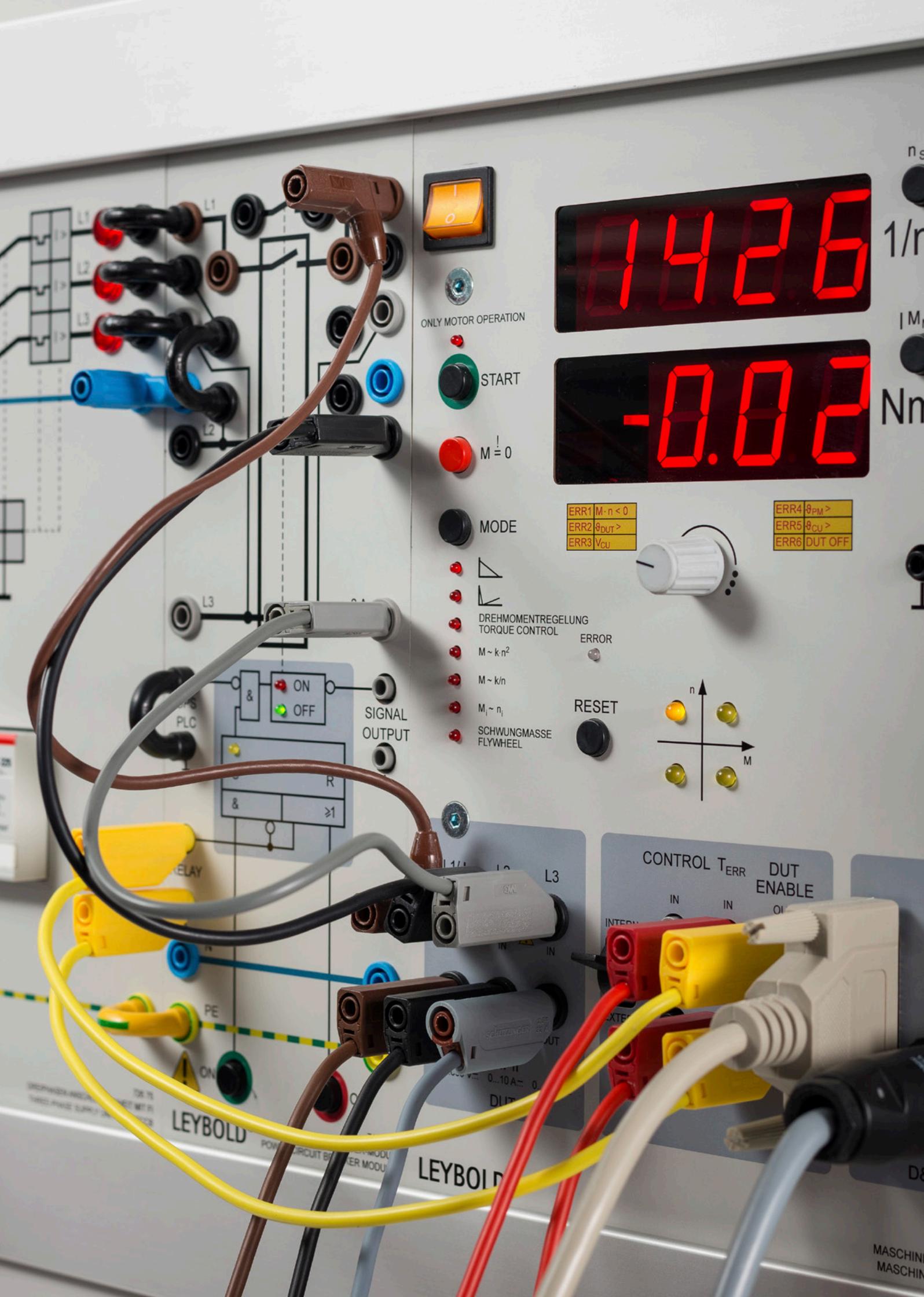
Schüler soll durch Übung eine systematische Fehlersuche mit Hilfe von Spannungs- und Durchgangsprüfer erlernen.

*Die Fehleranalyse wird in 4 Stufen durchgeführt*

- Beschreibung des Fehlers
- Vermutete Ursache
- Fehler Ermittlung durch Messung
- Beschreibung Prüfmethode

**Themen**

- Ein-Ausschaltung
- Wendeschütz-Schaltung
- Wendeschütz-Schaltung mit Grenztastern
- Automatische Stern-Dreieck-Schaltung
- Dahlander-Schaltung
- Automatische Dahlander-Wende-Schaltung
- Automatische Dahlander-Wende-Schaltung mit Grenztastern



1426

-0.02

ONLY MOTOR OPERATION



MODE

ERR1  $M \cdot n < 0$   
ERR2  $\theta_{DUT} >$   
ERR3  $V_{Cu}$

ERR4  $\theta_{PM} >$   
ERR5  $\theta_{Cu} >$   
ERR6 DUT OFF



DREHMOMENTREGELUNG  
TORQUE CONTROL

$M \sim k \cdot n^2$

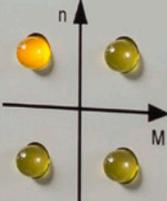
$M \sim k/n$

$M_1 \sim n_1$

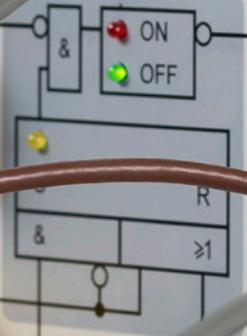
SCHWUNGMASSE  
FLYWHEEL

ERROR

RESET



SIGNAL  
OUTPUT



CONTROL T\_ERR DUT  
ENABLE

LEYBOLD

LEYBOLD

MASCHIN  
MASCHIN



## E6.6 AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

- E6.6.1 COM3LAB-MULTIMEDIA: AUTOMATISIERUNG
  - E6.6.1.1 GRUNDLAGEN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK
  - E6.6.1.2 GRUNDLAGEN DER PNEUMATIK
  
- E6.6.2 KLEINSTEUERUNGEN & PROZESSVISUALISIERUNG
  - E6.6.2.1 BASIS PAKET LOGO! 8
  - E6.6.2.11 TRAINER PAKET 6x LOGO! 8
  
- E6.6.3 SPS & PROZESSVISUALISIERUNG
  - E6.6.3.1 BASIS PAKET S7-1512C-1 PN
  - E6.6.3.11 TRAINER PAKET S7-1512C-1 PN
  - E6.6.3.2 BASIS PAKET S7-1512C-1 PN+DP
  - E6.6.3.21 TRAINER PAKET S7-1512C-1 PN+DP
  - E6.6.3.3 BASIS PAKET S7-1516 PN/DP
  - E6.6.3.31 TRAINER PAKET S7-1516 PN/DP
  
- E6.6.4 INDUSTRIELLE BUSSYSTEME
  - E6.6.4.1 ASI-BUS
  - E6.6.4.2 PROFI-BUS

### E6.6.1

#### COM3LAB-MULTIMEDIA: AUTOMATISIERUNG

##### E6.6.1.1

Grundlagen der  
Automatisierungstechnik

##### E6.6.1.2

Grundlagen der Pneumatik



Grundlagen der Automatisierungstechnik (E6.6.1.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.6.1.1	E6.6.1.2
700 3101	COM3LAB Kurs: Automatisierungs- und Bustechnik	1	1
700 020	COM3LAB: Master Unit	1	1
700 022	Satz Sicherheitskabel (2 mm, 16 Stk., 6 x 30 cm & 10 x 15 cm)	1	1
700 00CBT	DVD: COM3LAB Software	1	1
688 129	Netzkabel mit Schukostecker und Kaltgerätesteckdose	1	
728 871	Software: 5 Modelle CBS 9 (Einzelplatz)	1	
728 872	Software: 5 Modelle CBS 9 (25 Platz-Lizenz)	1	
730 4313	Busanschlussstecker RS 485	1	
524 016S2	Profi-CASSY Starter 2	1	
730 4312	Profibuskabel (Meterware)	1	
700 3501	COM3LAB Kurs: Elektropneumatik		1
700 351	COM3LAB: Pneumatik Board		1
744 902	Anschlussschlauch Kompressor		1*
744 600	Geräuscharmer Kompressor		1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10		

\* zusätzlich empfohlen

#### Automatisierungs- & Bustechnik

Der COM3LAB Kurs Automatisierungs- und Bustechnik vermittelt das grundlegende Wissen über speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) und zeigt deren Vernetzung inklusive Sensoren und Aktoren mit Hilfe des Profibusses. Anhand von vielen Beispielen, Erläuterungen, Übungen und praktischen Aufgaben werden die

Grundlagen und die Funktionsweise der SPS und des PROFIBUS anschaulich dargestellt.

#### Themen

- Grundlagen und Grundbegriffe (IEC 1131) der SPS
- Logische Verknüpfungen, Zeiten, Zähler, Zahlenverarbeitung und Programmbearbeitung
- uvm.

#### Elektropneumatik

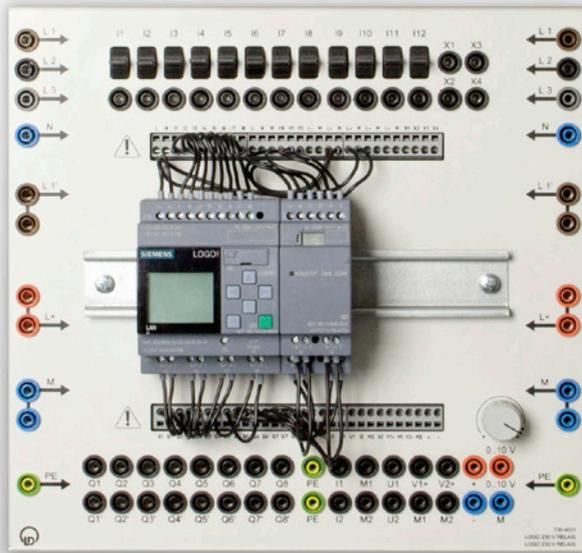
Der COM3LAB Kurs Elektropneumatik vermittelt das grundlegende Wissen über die verschiedenen Themengebiete der Pneumatik und Elektropneumatik. Anhand von vielen Beispielen, Erläuterungen, Übungen und der kompletten BIBB Standardaufgaben werden die Grundlagen und die Funktionsweisen pneumatischer und elektrischer Schaltungen anschaulich dargestellt.

Zum Experimentieren kann das COM3LAB Board entweder mit der industriellen Ventiltechnik verbunden werden oder mit dem COM3LAB Pneumatik Board (700 351). Dieses Board ist ebenfalls mit der kompletten Hardware ausgestattet, um alle BIBB-Standardaufgaben durchzuführen.

#### Themen

- Grundlagen der Pneumatik / Elektropneumatik
- Pneumatische und elektrische Schaltpläne
- uvm.

Versuche werden mit dem CASSY Lab 2 betrieben und ausgewertet.



### E6.6.2

#### KLEINSTEUERUNGEN & PROZESSVISUALISIERUNG

##### E6.6.2.1

Basis Paket LOGO! 8

##### E6.6.2.11

Trainer Paket 6x LOGO! 8

Basis Paket LOGO! 8 (E6.6.2.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.6.2.1	E6.6.2.11
773 041	LOGO! 8 12/24	1	
8-2 412470-100-10-1	Spannungsversorgung 24 V DC, 6,5 A	1	6
689 3000	RJ45 Kabel gekreuzt 2 m	1	6
773 055	HMI Touch Panel Grundfunktion	1*	6*
773 090	Logo! Software	1	
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1*	6*
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1*	6
500 591	Sicherheits-Verbindungsstecker, gelb/grün, Satz 10	1*	6*
773 050	ASIMA Anlagensimulator II	1*	6*
700 00CBT	DVD: COM3LAB Software	1*	1*
500 614	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm	24*	144*
500 611	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm	1*	6*
500 612	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm	1*	6*
773 045	LOGO! 8 12/24 TP 6 x		1
	Eine Auswahl von 12 Masken finden Sie in E6.7.1.1.	1	1

\* zusätzlich empfohlen

#### Kleinsteuerungen & Prozessvisualisierung

Für kleinere Steueraufgaben sind Kleinsteuerungen – auch Steuerrelais oder Logikmodule genannt – der ideale Einstieg in die Welt von speicherprogrammierten Steuerungen. Die Bedienung erfolgt mit dem integrierten Tastenfeld und der LCD-Anzeige. Alternativ können die Schaltprogramme auch am PC erstellt werden.

##### Grundfunktionen:

AND, OR, NOT, NANO, NOR, XOR

##### Sonderfunktionen:

Einschaltverzögerung, Ausschaltverzögerung, Stromstoßrelais, Zähler (vor- und rückwärts), Zeitschaltuhr

Die Versuche werden mit der Kleinsteuerung LOGO! 8 von Siemens durchgeführt. Das Logikmodul ist auf eine Grundplatte aufgesetzt und wird im Profilrahmen eingehängt. Der Auszubildende soll die LOGO! 8 programmieren und dabei die wesentlichen Funktionen von Kleinsteuerungen erlernen. Die Ausstattung E6.6.2.11 entspricht einem Trainerpaket von SIEMENS.

#### Themen

- Programmieren einer Kleinsteuerung
- Logische Verknüpfungen
- Timer und Schaltuhrfunktionen
- RS-Glieder
- Zählen und Frequenzen messen
- Analogwert-Verarbeitung

Versuche werden mit der SIEMENS Software LOGO! betrieben.

### E6.6.3

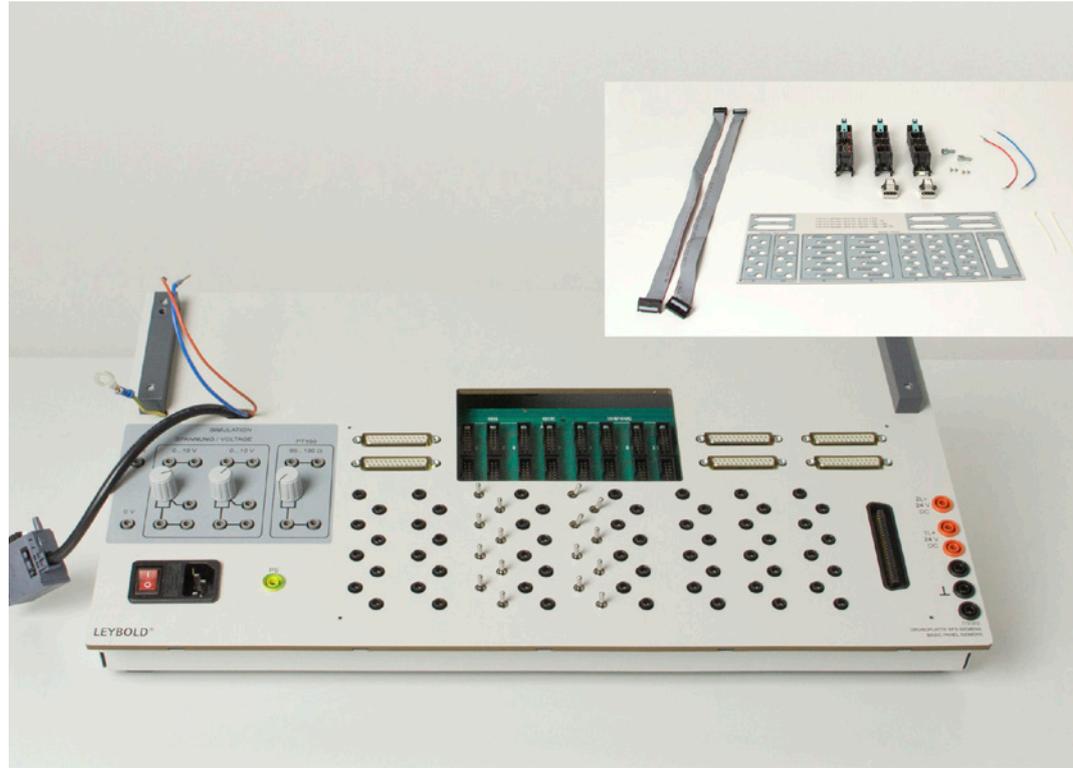
#### SPS & PROZESS-VISUALISIERUNG

##### E6.6.3.1

##### Basis Paket S7-1512C-1 PN

##### E6.6.3.11

##### Trainer Paket S7-1512C-1 PN



Basis Paket S7-1512C-1 PN (E6.6.3.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.6.3.1	E6.6.3.11
773 070	Grundplatte SPS Siemens	1	
773 073	Montagesatz SPS S7-1512	1	
773 072	Simatic SPS S7-1512C-1 PN TP		1
8-1 012027-000-10-0	Siemens HMI TP700	1*	1*
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1*	1*
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1*	1*
773 050	ASIMA Anlagensimulator II	1*	1*
700 00CBT	DVD: COM3LAB Software	1*	1*
	Eine Auswahl von 33 Masken finden Sie in E6.7.1.3.	1	1

\* zusätzlich empfohlen

#### SPS & Prozessvisualisierung

Die *Ausstattung E6.6.3.1* beinhaltet eine Grundplatte und ein Montagesatz für die Selbstmontage eines Trainerpaketes SIEMENS Simatic SPS S7-1512C-1 PN TP.

Die *Ausstattung E6.6.3.11* macht den Auszubildenden vertraut mit den wesentlichen Funktionen einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS). Das Trainer Paket zur Siemens SPS S7-1512C-1 PN enthält Montageteile und Zubehör einschließlich der benötigten SPS.

#### Lernziele

- Erstellen von Programmen
- Erlernen von Logischen- und Steuerungsfunktionen
- Testen der Programme
- Einrichten von Netzwerkanbindungen Profi-Net

#### Themen

- Programmieren einer SPS
- Programmiermethode KOP, FUP, AWL, S7-GRAPH
- Erweiterte Programmstruktur
- Logische Verknüpfungen
- Timer und Schaltuhrfunktionen
- RS-Glieder
- uvm.

Versuche werden mit dem TIA-Portal betrieben.

### E6.6.3

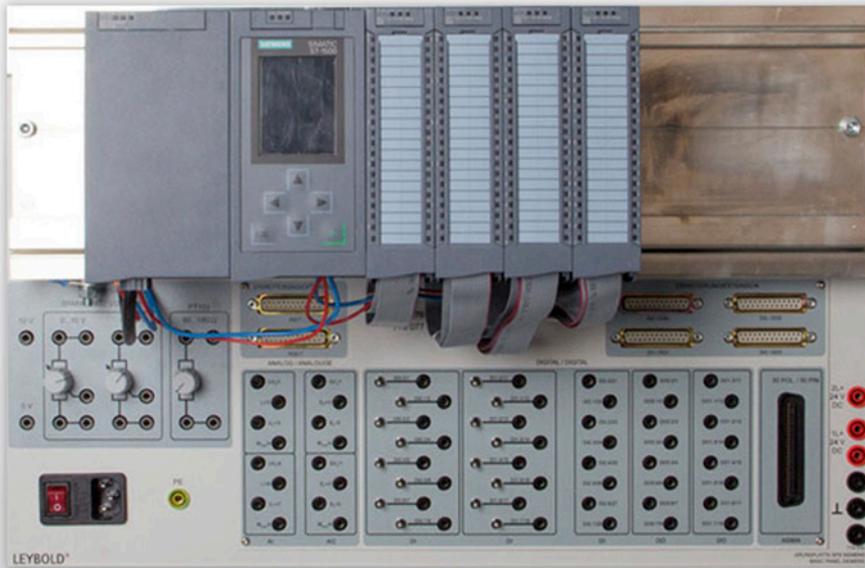
#### SPS & PROZESS-VISUALISIERUNG

##### E6.6.3.2

Basis Paket S7-1512C-1 PN+DP

##### E6.6.3.21

Trainer Paket S7-1512C-1 PN +DP



Trainer Paket S7-1512C-1 PN +DP (E6.6.3.21)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.6.3.2	E6.6.3.21
773 070	Grundplatte SPS Siemens	1	
773 073	Montagesatz SPS S7-1512	1	
773 075	Simatic SPS S7-1512C-1 PN +DP TP		1
8-1 012027-000-10-0	Siemens HMI TP700	1*	1*
773 091	Simatic Step 7 Prof. Training 1x	1*	
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1*	1*
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1*	1*
689 3000	RJ45 Kabel gekreuzt 2m	1*	
773 050	ASIMA Anlagensimulator II	1*	1*
700 00CBT	DVD: COM3LAB Software	1*	1*
	Eine Auswahl von 33 Masken finden Sie in E6.7.1.3.	1	1

\* zusätzlich empfohlen

#### SPS & Prozessvisualisierung

Die *Ausstattung E6.6.3.2* beinhaltet eine Grundplatte und ein Montagesatz für die Selbstmontage eines Trainerpaketes SIEMENS Simatic SPS S7-1512C-1 PN+DP TP.

Die *Ausstattung E6.6.3.21* macht den Auszubildenden vertraut mit den wesentlichen Funktionen einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS). Das Trainer Paket zur Siemens SPS S7-1512C-1 PN+DP enthält Montageteile und Zubehör einschließlich der benötigten SPS.

#### Lernziele

- Erstellen von Programmen
- Erlernen von Logischen- und Steuerungsfunktionen
- Testen der Programme
- Einrichten von Netzwerkanbindungen Profi-Net und Profi-Bus

#### Themen

- Programmieren einer SPS
- Programmiermethode KOP, FUP, AWL, S7-GRAPH
- Erweiterte Programmstruktur
- Logische Verknüpfungen
- Timer und Schaltuhrfunktionen
- RS-Glieder
- uvm.

Versuche werden mit dem TIA-Portal betrieben.

### E6.6.3

#### SPS & PROZESS-VISUALISIERUNG

##### E6.6.3.3

Basis Paket S7-1516 PN/DP

##### E6.6.3.31

Trainer Paket S7-1516 PN/DP



Basis Paket S7-1516 PN/DP (E6.6.3.31)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.6.3.3	E6.6.3.31
773 070	Grundplatte SPS Siemens	1	
773 078	Montagesatz SPS S7-1516	1	
773 077	Simatic S7-1516 PN/DP TP		1
8-1 012027-000-10-0	Siemens HMI TP700	1*	1*
773 091	Simatic Step 7 Prof. Training 1x	1*	
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1*	1*
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1*	1*
689 3000	RJ45 Kabel gekreuzt 2 m	1*	
773 050	ASIMA Anlagensimulator II	1*	1*
700 00CBT	DVD: COM3LAB Software	1*	1*
	Eine Auswahl von 33 Masken finden Sie in E6.7.1.3.	1	1

\* zusätzlich empfohlen

#### SPS & Prozessvisualisierung

Die *Ausstattung E6.6.3.3* beinhaltet eine Grundplatte und ein Montagesatz für die Selbstmontage eines Trainerpaketes SIEMENS Simatic SPS S7-1516-3 PN/DP TP.

Die *Ausstattung E6.6.3.31* macht den Auszubildenden vertraut mit den wesentlichen Funktionen einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS). Das Trainer Paket zur Siemens SPS S7-1516-3 PN/DP TP enthält Montageteile und Zubehör einschließlich der benötigten SPS. Diese SPS ist optimal für Projekte mit regelungstechnischen Anwendungen.

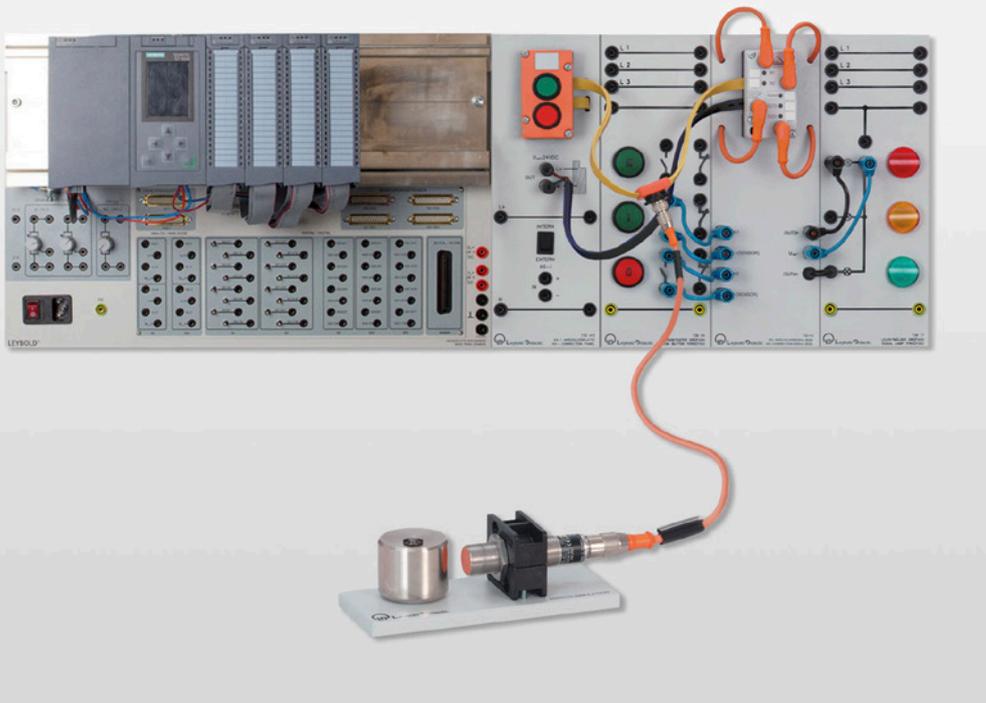
#### Lernziele

- Bedienen einer SPS
- Erstellen von Programmen
- Erlernen von logischen Funktionen und Steuerungsfunktionen
- Testen der Programme
- Einrichten von Netzwerkanbindungen Profi-Net und Profi-Bus DP

#### Themen

- Programmieren einer SPS
- Programmiermethode KOP, FUP, AWL, S7-GRAPH
- Erweiterte Programmstruktur
- Logische Verknüpfungen
- Timer und Schaltuhrfunktionen, schnelle Zähler
- Analogwert-Verarbeitung, Sollwert und Regelung
- uvm.

Versuche werden mit dem TIA-Portal betrieben.



### E6.6.4

#### INDUSTRIELLE BUSSYSTEME

##### E6.6.4.1 ASI-Bus

ASI-Bus (E6.6.4.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.6.4.1
730 04	Drucktaster dreifach	1
730 37	Leuchtmelder 24 V dreifach	1
730 412	AS-I Anschlussmodul 2E/2A	1
730 413	AS-I Set	1
730 414	AS-I Busprüfgerät	1
730 4312	Profibuskabel (Meterware)	1
730 4101	DP/AS-i Kommunikationsbaugruppe	1
726 75	Dreiphasen-Anschlusseinheit mit RCD	1*
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1*
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1*
500 614	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm, schwarz	12*
500 611	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm, rot	3*
500 612	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm, blau	3*
773 075	Simatic SPS S7-1512C-1 PN +DP TP	1*
773 077	Simatic S7-1516 PN/DP TP	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen

#### ASI-Bus

Der Auszubildende untersucht die Anbindung von Sensoren und Aktoren mit dem AS-i Interface an die SPS. Dazu wird eine Profibus-fähige SPS benötigt, die nicht in der Ausstattung enthalten ist. Mit dem Aktor-Sensor-Interface (AS-i) benötigt man nur eine ungeschirmte Zweidrahtleitung, um alle Sensoren und Aktoren mit der Steuerung zu verbinden. Das System ist übersichtlich und Dank der Schneid-Klemm-Technik leicht zu montieren.

#### Lernziele

- Bedienen einer SPS
- Geräte mit dem TIA Portal einbinden
- Erstellen von Programmen
- Anschließen von AS-Interface Geräten
- Testen der Programme

#### Themen

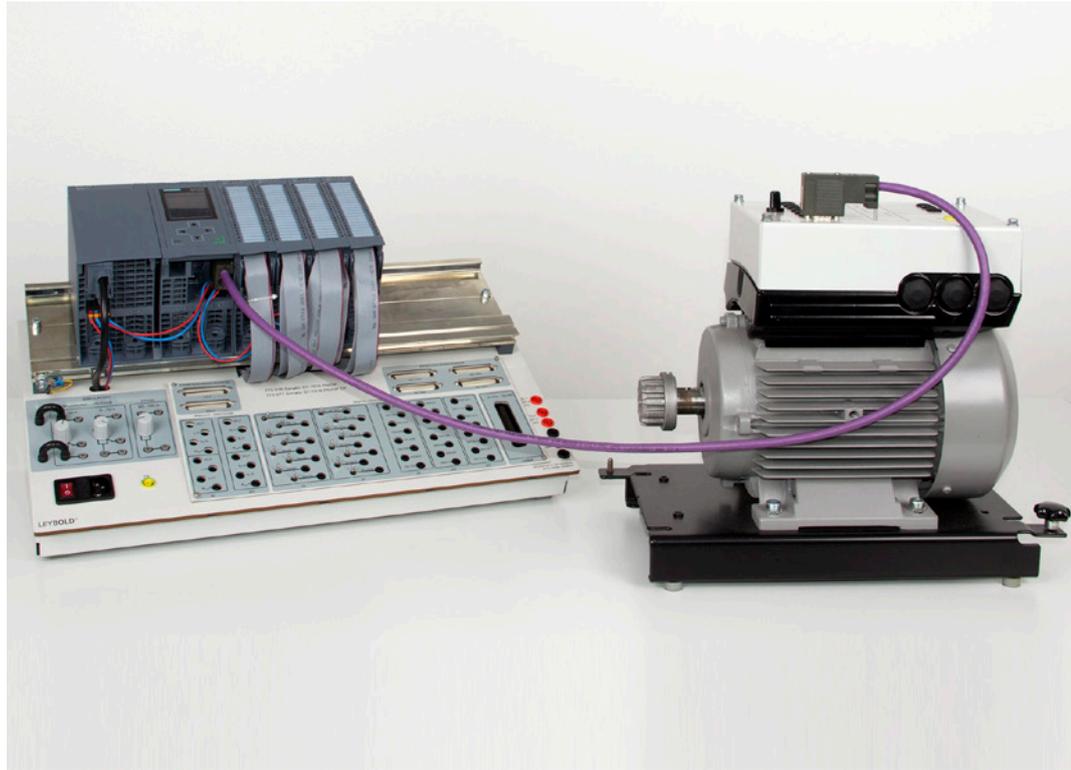
- Programmieren einer SPS
- Anbinden von AS-i Bausteinen
- Programmiermethoden KOP, FUP, AWL, S7-GRAPH

Versuche werden mit dem TIA-Portal betrieben.

### E6.6.4

#### INDUSTRIELLE BUSSYSTEME

##### E6.6.4.2 Profi-Bus



Profi-Bus (E6.6.4.2)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.6.4.2
730 90	Getriebe mit 2 Schaltarmen 0,1/0,3	1
730 93	Endtaster 1S 1Ö	2
730 95	Induktiver Näherungsschalter 3-DC	1*
730 97	Kapazitiver Näherungsschalter 3-DC	1*
732 46	Frequenzumrichtermotor 0,3	1
735 314	LCP2-Bedieneinheit	1
730 431	Profibus Verbindungskabel	1
726 75	Dreiphasen-Anschlusseinheit mit RCD	1*
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1*
500 591	Sicherheits-Verbindungsstecker, gelb/grün, Satz 10	1*
500 644	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, schwarz	12*
500 640	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, gelb/grün	2*
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1*
773 075	Simatic SPS S7-1512C-1 PN +DP TP	1*
773 077	Simatic S7-1516 PN/DP TP	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen

#### Profi-Bus

Der Auszubildende soll die Anbindung von Fremdgeräten (nicht von Siemens) über Profi-Bus an die SPS erlernen.

#### Lernziele

- Bedienen einer SPS und eines Frequenzumrichters
- Interpretationen von GSD-Dateien
- Geräte mit dem TIA Portal einbinden
- Erstellen von SPS-Programmen
- Anschließen von Profi-Bus Geräten
- Testen der Programme

#### Funktion

Das Lehrsystem besteht aus:

- SPS mit einem Profi-Bus Zugang
- Frequenzumrichter mit Profi-Bus Anschluss
- Profi-Bus Kabel
- Asynchronmaschine
- Getriebe mit Schaltarm
- Endschalter

#### Themen

- Programmieren einer SPS
- Programmiermethoden KOP, FUP, AWL, S7-GRAPH,
- Anbinden von PROFIBUS Geräten
- Erweiterte Programmstruktur

Versuche werden mit dem TIA-Portal betrieben.



## E6.7 PROZESSAUTOMATISIERUNG

### E6.7.1 ANLAGENSIMULATION

- E6.7.1.1 ASIMA FÜR KLEINSTEUERUNGEN
- E6.7.1.2 ASIMA FÜR SPS - BASICS
- E6.7.1.3 ASIMA FÜR SPS - ADVANCED
- E6.7.1.4 KLEIN- & SOFTWAREMODELLE
- E6.7.1.5 ENDLAGEN- & DREHZAHLSYSTEUE

### E6.7.2 MECHATRONIK

- E6.7.2.1 MECHATRONISCHES-KOMPAKT-MODELL FÜR DREI STATIONEN
- E6.7.2.2 MECHATRONISCHES KOMPAKT-MODELL FÜR FÜNF STATIONEN
- E6.7.2.3 ZWEIFACH-FÖRDERBAND MIT SPS
- E6.7.2.4 AUFZUGSTEUERUNG MIT SPS
- E6.7.2.5 SPS-ANWENDUNG: WASCHMASCHINE
- E6.7.2.6 SPS-ANWENDUNG: VERKEHRSSAMPEL
- E6.7.2.7 SPS-TRAINER

### E6.7.3 CHEMISCHE VERFAHRENSTECHNIK

- E6.7.3.1 BLUE-BOTTLE-PROZESS MIT SPS

### E6.7.1

#### ANLAGENSIMULATION

##### E6.7.1.1

##### ASIMA für Kleinsteuerungen



ASIMA für Kleinsteuerungen (E6.7.1.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.7.1.1
773 050	ASIMA Anlagensimulator II	1
700 00CBT	DVD: COM3LAB Software	1
8-2 412123-000-10-0	Flachbandleitung 50-polig, 700 mm	1
8-5 212641-000-10-0	LIT: Steuerung von Anlagensimulationen	1
8-2 412215-000-19-0	Maske M1 Logische Grundfunktionen	1
8-2 412216-000-19-0	Maske M2 Digitale Funktionsbausteine	1
8-2 412217-000-19-0	Maske M3 Motor EIN/AUS	1
8-2 412218-000-19-0	Maske M4 Wendeschaltung	1
8-2 412219-000-19-0	Maske M5 Stern-Dreieck-Schaltung	1
8-2 412220-000-19-0	Maske M6 Stern-Dreieck-Wendeschaltung	1
8-2 412221-000-19-0	Maske M7 Pendeltischsteuerung	1
8-2 412222-000-19-0	Maske M8 Dahlanderschaltung	1
8-2 412223-000-19-0	Maske M9 DS-Motor mit 2 Wicklungen	1
8-2 412224-000-19-0	Maske M10 DS-Motor-Selbstanlasser	1
8-2 412225-000-19-0	Maske M11 Förderbandanlage	1
8-2 412226-000-19-0	Maske M12 Blindstromkompensation	1
8-2 412227-000-19-0	Maske M13 Heizungssteuerung	1
8-2 600001-000-10-0	Aufbewahrungstasche, 410 x 320 x 10 mm, durchsichtig	2
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1*
726 75	Dreiphasen-Anschlusseinheit mit RCD	1*
562 793NA	Netzteil 6...24 V	1*
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1*
500 614	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm, schwarz	24*

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.7.1.1
500 611	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm, rot	1*
500 612	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm, blau	1*
773 041	LOGO! 8 12/24	1*
773 045	LOGO! 8 12/24 TP 6 x	1*
zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10		

\* zusätzlich empfohlen

#### ASIMA für Kleinsteuerungen

Der Anlagensimulator II (ASIMA) ist optimal für den Betrieb an der Kleinsteuerung LOGO! 8 ausgelegt. Insgesamt stellt ASIMA für Kleinsteuerungen 13 verschiedene Anwendungen (siehe Ausstattungstabelle) zur Verfügung. Das breite Versuchsspektrum reicht von der Erprobung von SPS-Funktionen bis zur Steuerung von Kleinanlagen und ermöglicht einen universellen Einsatz von ASIMA in der Ausbildung.

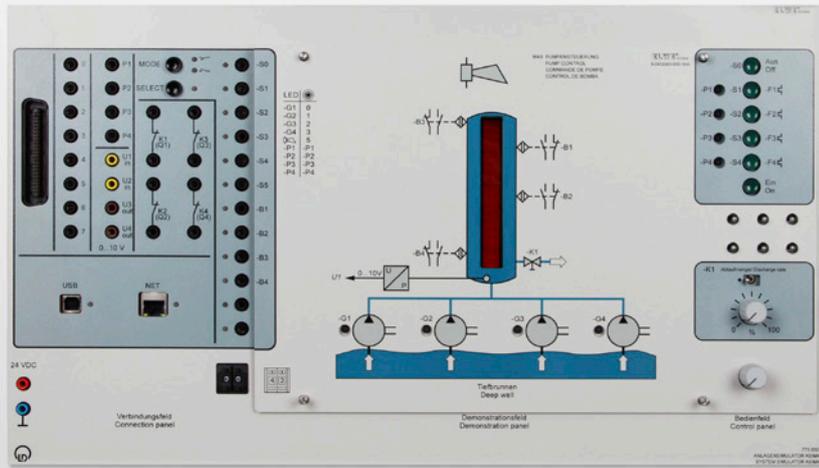
#### Lernziele

- Programmieren von einfachen Grundschaltungen
- Programmieren von Maschinenschaltungen

#### Themen

- Logische Grundfunktionen
- Digitale Funktionsbausteine
- uvm.

Versuche werden mit dem TIA-Portal betrieben.



E6.7.1  
ANLAGENSIMULATION

E6.7.1.2  
ASIMA für SPS - Basics

ASIMA für SPS - Basics (E6.7.1.2)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.7.1.2
773 050	ASIMA Anlagensimulator II	1
700 00CBT	DVD: COM3LAB Software	1
8-2 412123-000-10-0	Flachbandleitung 50-polig, 700 mm	1
8-5 212641-000-10-0	LIT: Steuerung von Anlagensimulationen	1
8-2 412215-000-19-0	Maske M1 Logische Grundfunktionen	1
8-2 412216-000-19-0	Maske M2 Digitale Funktionsbausteine	1
8-2 412217-000-19-0	Maske M3 Motor EIN/AUS	1
8-2 412218-000-19-0	Maske M4 Wendeschaltung	1
8-2 412219-000-19-0	Maske M5 Stern-Dreieck-Schaltung	1
8-2 412220-000-19-0	Maske M6 Stern-Dreieck-Wendeschaltung	1
8-2 412221-000-19-0	Maske M7 Pendeltischsteuerung	1
8-2 412222-000-19-0	Maske M8 Dahlanderschaltung	1
8-2 412223-000-19-0	Maske M9 DS-Motor mit 2 Wicklungen	1
8-2 412224-000-19-0	Maske M10 DS-Motor-Selbstanlasser	1
8-2 412225-000-19-0	Maske M11 Förderbandanlage	1
8-2 412226-000-19-0	Maske M12 Blindstromkompensation	1
8-2 412227-000-19-0	Maske M13 Heizungssteuerung	1
8-2 412228-000-19-0	Maske M14 Lauflicht	1
8-2 412229-000-19-0	Maske M15 Tablettenautomat	1
8-2 412231-000-19-0	Maske M17 Kohlemühle	1
8-2 412232-000-19-0	Maske M18 Prägemaschine	1
8-2 412234-000-19-0	Maske M20 Baustellenampel	1
8-2 412235-000-19-0	Maske M21 Ampelanlage	1
8-2 600001-000-10-0	Aufbewahrungstasche, 410 x 320 x 10 mm, durchsichtig	2

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.7.1.2
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1*
726 75	Dreiphasen-Anschlusseinheit mit RCD	1*
562 793NA	Netzteil 6...24 V	1*
500 614	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm, schwarz	30*
500 611	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm, rot	3*
500 612	Sicherheits-Experimentierkabel 25 cm, blau	3*
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1*
500 591	Sicherheits-Verbindungsstecker, gelb/grün, Satz 10	1*
773 072	Simatic SPS S7-1512C-1 PN TP	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen

ASIMA für SPS - Basics

Der Anlagensimulator II (ASIMA) ist optimal für den Betrieb an den SPS S7-1200 und S7-1512 geeignet. In der Ausstattung Basics stehen 19 verschiedene Anwendungen (siehe Ausstattungstabelle) zur Verfügung. Das breite Versuchsspektrum reicht von der Erprobung von SPS-Funktionen bis zur Steuerung von Kleinanlagen und ermöglicht den universellen Einsatz von ASIMA in der Ausbildung.

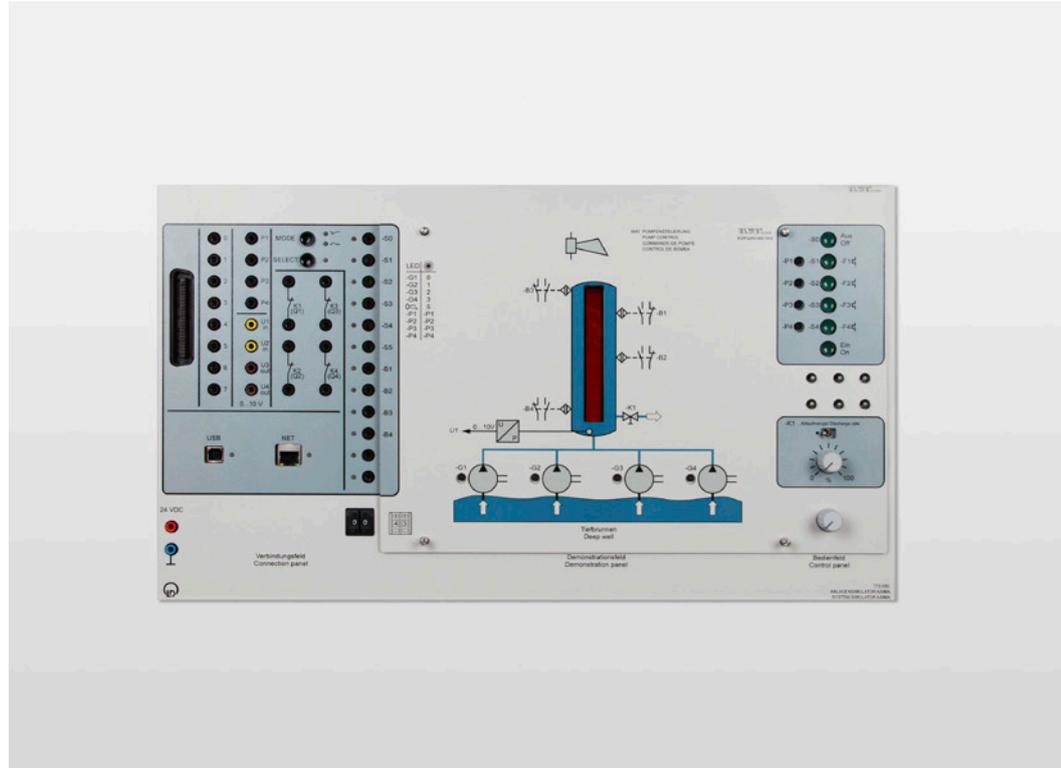
Versuche werden mit dem TIA-Portal betrieben.

### E6.7.1

#### ANLAGENSIMULATION

##### E6.7.1.3

##### ASIMA für SPS - Advanced



ASIMA für SPS - Advanced (E6.7.1.3)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.7.1.3
773 050	ASIMA Anlagensimulator II	1
700 00CBT	DVD: COM3LAB Software	1
8-2 412123-000-10-0	Flachbandleitung 50-polig, 700 mm	1
8-2 412215-000-19-0	Maske M1 Logische Grundfunktionen	1
8-2 412216-000-19-0	Maske M2 Digitale Funktionsbausteine	1
8-2 412217-000-19-0	Maske M3 Motor EIN/AUS	1
8-2 412218-000-19-0	Maske M4 Wendeschaltung	1
8-2 412219-000-19-0	Maske M5 Stern-Dreieck-Schaltung	1
8-2 412220-000-19-0	Maske M6 Stern-Dreieck-Wendeschaltung	1
8-2 412221-000-19-0	Maske M7 Pendeltischsteuerung	1
8-2 412222-000-19-0	Maske M8 Dahlanderschaltung	1
8-2 412223-000-19-0	Maske M9 DS-Motor mit 2 Wicklungen	1
8-2 412224-000-19-0	Maske M10 DS-Motor-Selbstanlasser	1
8-2 412225-000-19-0	Maske M11 Förderbandanlage	1
8-2 412226-000-19-0	Maske M12 Blindstromkompensation	1
8-2 412227-000-19-0	Maske M13 Heizungssteuerung	1
8-2 412228-000-19-0	Maske M14 Lauflicht	1
8-2 412229-000-19-0	Maske M15 Tablettenautomat	1
8-2 412230-000-19-0	Maske M16 Tankanlage	1
8-2 412231-000-19-0	Maske M17 Kohlemühle	1
8-2 412233-000-19-0	Maske M19 Lüftersteuerung	1
8-2 412234-000-19-0	Maske M20 Baustellenampel	1
8-2 412235-000-19-0	Maske M21 Ampelanlage	1
8-2 412236-000-19-0	Maske M22 Sammeltransportband	1
8-2 412237-000-19-0	Maske M23 Förderbandbeschickungsanlage	1

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.7.1.3
8-2 412232-000-19-0	Maske M18 Prägemaschine	1
8-2 412240-000-19-0	Maske M40 Silosteuerung	1
8-2 412241-000-19-0	Maske M41 Reaktor	1
8-2 412242-000-19-0	Maske M42 Lastenaufzug	1
8-2 412243-000-19-0	Maske M43 Pumpensteuerung	1
8-2 412244-000-19-0	Maske M44 Schmutzwasserpumpenanlage	1
8-2 412245-000-19-0	Maske M45 Überwachung von 3 Pumpen	1
8-2 412246-000-19-0	Maske M46 Pumpenanlage (Druck)	1
8-2 412247-000-19-0	Maske M47 Getränkeautomat	1
8-2 412248-000-19-0	Maske M48 Mischanlage	1
8-2 412249-000-19-0	Maske M49 Ablaufsteuerung	1
8-2 600001-000-10-0	Aufbewahrungstasche, 410 x 320 x 10 mm, durchsichtig	3
8-5 212641-000-10-0	LIT: Steuerung von Anlagensimulationen	1
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1*
726 75	Dreiphasen-Anschlusseinheit mit RCD	1*
562 793NA	Netzteil 6...24 V	1*
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1*
773 075	Simatic SPS S7-1512C-1 PN +DP TP	1*
773 077	Simatic S7-1516 PN/DP TP	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen



### ASIMA für SPS – Advanced

Der Anlagensimulator II (ASIMA) ist die optimale Ergänzung für die SPS S7-1516. Insgesamt stehen 33 verschiedene Anlagen zur Verfügung. Das Versuchsspektrum reicht von der Erprobung von SPS-Funktionen bis zur komplexen Anlage mit Regelung und ermöglicht einen universellen Einsatz von ASIMA in der Ausbildung.

#### Lernziele

- Programmieren von einfachen Grundschaltungen
- Programmieren von Maschinenschaltungen
- Programmieren von Kleinanlagen
- Programmieren von komplexen Anlagen und Geräten

Die Ausstattung beinhaltet das Grundgerät Anlagensimulator II (ASIMA) inkl. Aufgabensammlung auf CD. ASIMA wird über 4-mm-Sicherheitsbuchsen oder über eine 50-polige Flachbandleitung (700 mm) mit der SPS verbunden.

Zur Verfügung stehen:

- 12 digitale Eingänge, 12 digitale Ausgänge
- 2 analoge Eingänge, 2 analoge Ausgänge
- 4 Relais mit Öffnerkontakt
- Steuer- und Anzeigeelemente:
- 6 Taster, 6 Tast- Rastschalter, 33 LEDs
- 2 Potentiometer mit 0 ... 10 V DC
- 1 Balkenanzeige aus 24 Segmenten

#### Methode

Die Ausstattung ist für Auszubildenden- und Studentenversuche ausgelegt. Praxisnahe Aufgabenstellungen fordern den Lernenden auf, das jeweilige Steuerungsproblem durch eigene Programmierung zu lösen. Lösungsvorschläge werden als Datei mitgeliefert.

#### Zielgruppe

Als Zielgruppe werden Auszubildende der gewerblichen Wirtschaft und Studenten der Fachrichtung Automatisierungstechnik angesprochen. Der Kurs bietet Versuche auf mittlerem Niveau für Berufsschule und Bachelorausbildung.

Grundlagen der Programmierung von SPS sind Mindestvoraussetzung.

#### Themen

Die Themen werden durch Auflegen unterschiedlicher Masken auf das Grundgerät der ASIMA bearbeitet.

#### Zum Beispiel:

- Schmutzwasserpumpenanlage
- Überwachung von 3 Pumpen
- Pumpenanlage (Druck)
- Getränkeautomat
- Mischanlage
- Ablaufsteuerung
- uvm.

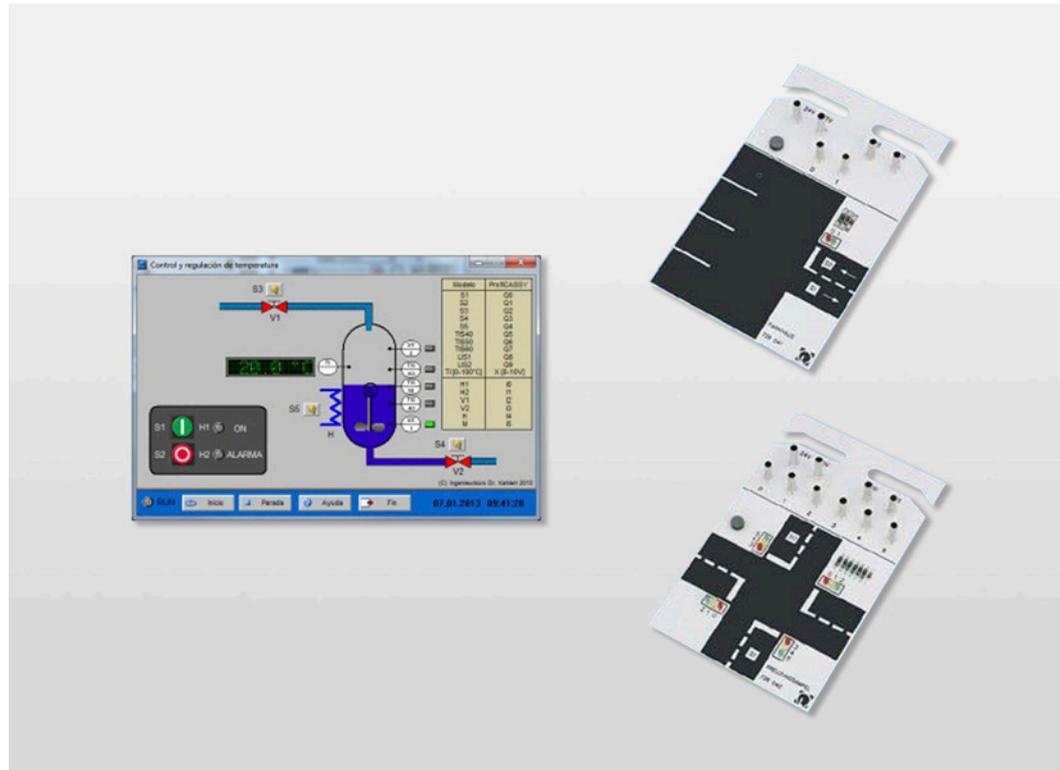
Versuche werden mit dem TIA-Portal betrieben.

### E6.7.1

#### ANLAGENSIMULATION

##### E6.7.1.4

##### Klein- & Softwaremodelle



Klein- & Softwaremodelle (E6.7.1.4)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.7.1.4
728 740	Kreuzungsampel, TM	1
728 741	Parkhaus, TM	1
728 871	Software: 5 Modelle CBS 9 (Einzelplatz)	1
730 431	Profibus Verbindungskabel	1
571 26	Adapterkabel 2-/4-mm, 30 cm, blau, Satz 5	2
524 016	Profi-CASSY	1
773 091	Simatic Step 7 Prof. Training 1x	1*
500 621	Sicherheits-Experimentierkabel 50 cm, rot	2*
500 622	Sicherheits-Experimentierkabel 50 cm, blau	2*
773 075	Simatic SPS S7-1512C-1 PN +DP TP	1*
773 077	Simatic S7-1516 PN/DP TP	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen

#### Klein- & Softwaremodelle

Die Ausstattung arbeitet mit SPS oder Kleinsteuerungen. Die zu steuernden Prozesse sind reale Kleinmodelle oder Softwaremodelle. Die Softwaremodelle werden über das Interface Profi-CASSY angeschlossen. In Verbindung mit Softwaremodellen wird aus dem Profi-CASSY ein universeller Anlagensimulator, der über PROFIBUS oder Flachbandkabel an die SPS und über USB an den PC angeschlossen wird. Der PC verfügt damit über 16 digitale bzw. 2 analoge Ein- und Ausgänge. Prozess-Simulationen existieren für verschiedene Anlagen, die als Software einfach auf dem PC installiert werden. Die Bedienelemente der simulierten Anlage werden über die PC-Maus oder die Tastatur aktiviert.

#### Lernziele

- Bedienen einer SPS
- Erstellen von Programmen
- Anschließen von Hardware und Optimierung des Programms an das Modell

#### Kleinmodelle

- Kreuzungsampel
- Parkhaus

#### Softwaremodelle

- Motorsteuerung
- Ampelsteuerung
- Füllstandsteuerung
- Speiseaufzug
- Stempelinrichtung

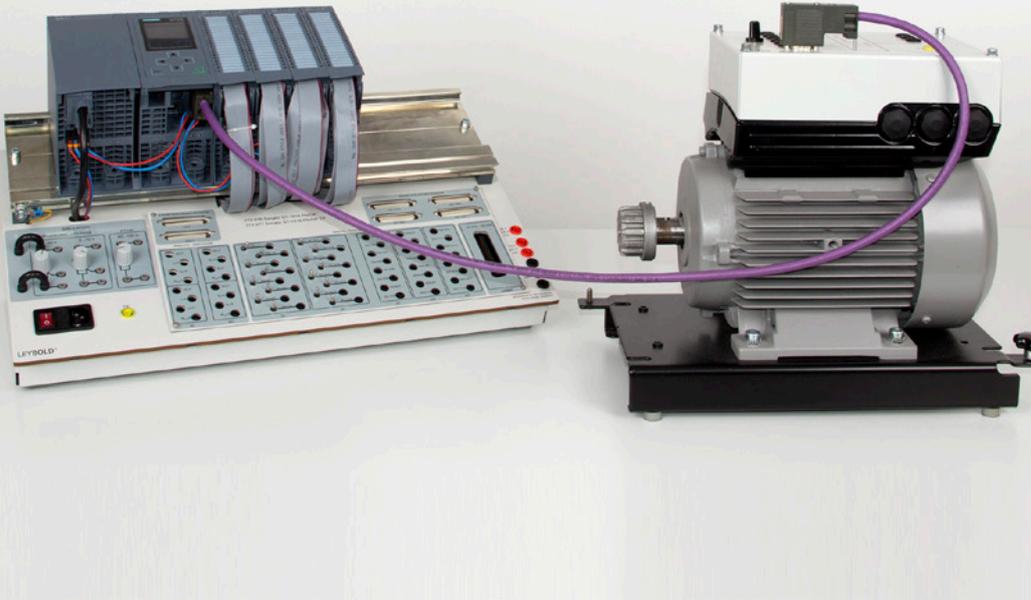
Versuche werden mit dem TIA-Portal betrieben.

### E6.7.1

#### ANLAGENSIMULATION

##### E6.7.1.5

##### Endlagen- & Drehzahlsteuerung



Endlagen- & Drehzahlsteuerung (E6.7.1.5)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.7.1.5
730 90	Getriebe mit 2 Schaltarmen 0,1/0,3	1
730 93	Endtaster 1S 1Ö	1
730 95	Induktiver Näherungsschalter 3-DC	1
730 971	Kapazitiver Endlagenschalter	1
730 002	Bedienpult	1
731 06	Kupplung 0,3	1
731 081	Kupplungsabdeckung 0,3 transparent	1
732 46	Frequenzumrichtermotor 0,3	1
735 315USB	USB/RS-485 Schnittstellenwandler	1
730 431	Profibus Verbindungskabel	1
726 75	Dreiphasen-Anschlusseinheit mit RCD	1*
562 793NA	Netzteil 6...24 V	1*
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1*
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1*
500 640	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, gelb/grün	2*
500 644	Sicherheits-Experimentierkabel 100 cm, schwarz	11*
773 075	Simatic SPS S7-1512C-1 PN +DP TP	1*
773 077	Simatic S7-1516 PN/DP TP	1*
	Personal Computer mit Microsoft Windows Betriebssystem (Win 7 oder neuer) erforderlich!	

\* zusätzlich empfohlen

#### Endlagen- & Drehzahlsteuerung

Endlagen sind Extrempositionen, die ein bewegliches Arbeitsteil innerhalb einer Maschine annehmen kann (elektrische Fensterheber, Laufkatzen von Baukränen, Werkzeugmaschinen usw.). Zur Vermeidung von Gefahren für Mensch und Maschine müssen Endlagen und Drehzahlen überwacht werden. Bei Überschreiten der zulässigen Grenzwerte werden die Prozesse durch Endlagenschalter oder direkt durch den Frequenzumrichter gestoppt.

#### Lernziele

- Bedienen einer SPS
- Anschließen von Frequenzumrichter an eine SPS und Optimierung des Programms an realem System
- Prüfen der Funktion
- Erstellen von Programmen für Maschinensteuerungen mit Frequenzumrichter
- Anfahren, Drehrichtungsänderung, Rampenverhalten, Optimierung von SPS und Frequenzumrichter
- Testen der Programme an einer Hardware

#### Themen

- Anfahrprozesse programmieren
- Automatische Drehrichtungsänderung mit Frequenzumrichtern
- Zählen von Umdrehungen bei Maschinenprozessen
- uvm.

Versuche werden mit dem TIA-Portal betrieben.

### E6.7.2

#### MECHATRONIK

##### E6.7.2.1

Mechatronisches-Kompakt-Modell für drei Stationen

##### E6.7.2.2

Mechatronisches Kompakt-Modell für fünf Stationen



Mechatronisches-Kompakt-Modell für fünf Stationen (E6.7.2.2)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.7.2.1	E6.7.2.2
8-2 412352-000-10-0	Modul FMPE: Fallmagazin mit Prüfeinrichtung	1	1
8-2 412353-000-10-0	Modul SU: Schwenkumsetzer	1	1
8-2 412361-000-10-0	Modul LAG03: Lager mit 3 Magazinen	1	
8-2 412357-000-10-0	Bedienpult BP	1	1
8-2 412362-000-10-0	Wartungseinheit mit Handventil	1	1
8-2 412358-000-10-0	Kleinteile-Sortiment ZS23 23-teilig	1	1
8-1 530025-000-10-0	PU-Schlauch 6/4 mm, transparent, 20 m	1	1
8-2 412470-100-10-1	Spannungsversorgung 24 V DC, 6,5 A	1	
744 902	Anschlussschlauch Kompressor	1	1
744 600	Geräuscharmer Kompressor	1	1
500 59	Sicherheits-Verbindungsstecker, schwarz, Satz 10	1	1
500 851	Sicherheits-Experimentierkabel, 32 A	1	1
500 852	Sicherheits-Experimentierkabel 32 A, gelb/grün, Satz 10	1	1
726 10	Profilrahmen T150, zweizeilig	1	1
773 077	Simatic S7-1516 PN/DP TP	1*	1*
8-2 412374-000-10-0	STEP7-Anwendungsprogramme f. MCS CD	1*	
8-2 412354-000-10-0	Modul MA: Messen analog		1
8-2 412366-000-10-0	Modul PPF02: Pick and Place, pneumatisch mit Winkelgreifer		1
8-2 412355-000-10-0	Modul SORT03: Sortieren in 3 Spuren		1
8-2 412991-000-10-1	Adapter PROFIBUS-DP ET200S 2 x MCS-Modul (FMZ-PE o. SORT03)		1
730 4312	Profibuskabel (Meterware)		2
730 4313	Busanschlusstecker RS 485		2

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.7.2.1	E6.7.2.2
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10		

\* zusätzlich empfohlen

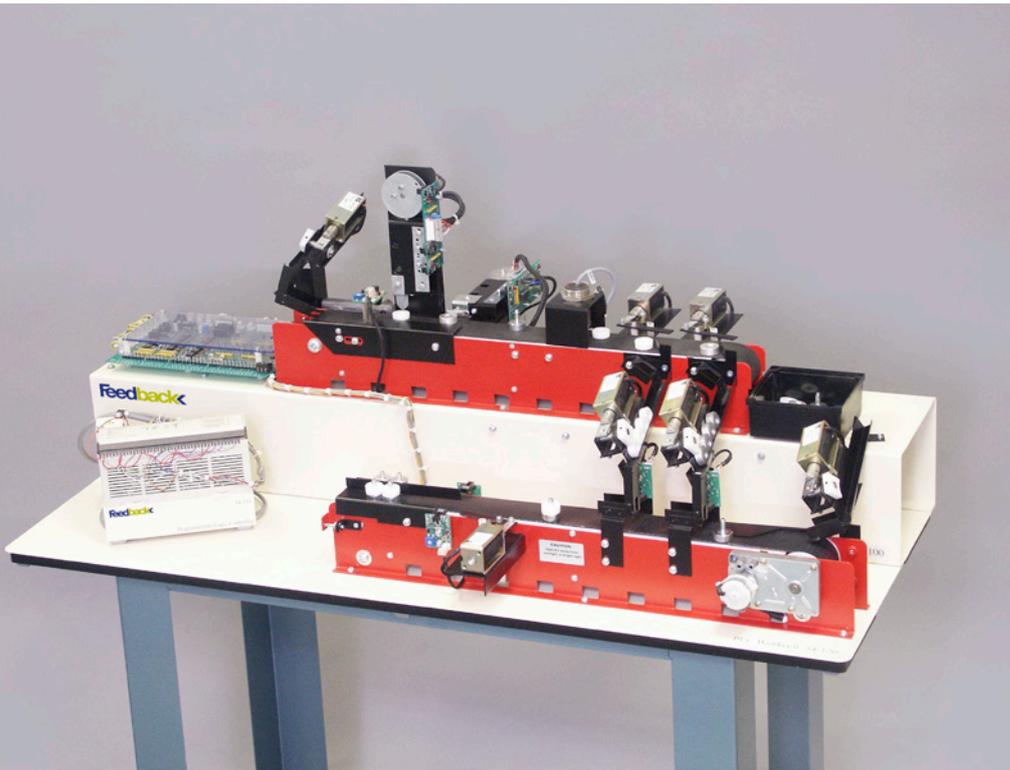
#### Mechatronisches-Kompakt-Modell

Das MCS (Mechatronik Compact System) besteht aus drei Einzelanlagen mit jeweils einer mechatronischen Grundfunktion. Durch die Verbindung der Anlagen werden das Zusammenwirken von Mechanik, Pneumatik, Elektrik und die Programmierung der SPS vermittelt.

#### Themen

- Programme für die Ablaufsteuerung
- Erstellen von Ablaufsteuerungen
- Unterschied von Hand- und Automatik-Funktionen in Programmen
- Planen der Ansteuerung von pneumatischen Ventilen
- Kollisionssicher auf einer Ablage bereitstellen
- Mikroschalter zur Positionserkennung
- uvm.

Versuche werden mit dem TIA-Portal betrieben.



E6.7.2  
MECHATRONIK  
E6.7.2.3  
Zweifach-Förderband mit SPS

Zweifach-Förderband mit SPS (E6.7.2.3)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.7.2.3
34-120-1	Zweifach Förderband SPS-Arbeitsstation	1
34-060-1	Siemens SPS, digitale I/O - vorverdrahtet	1
34-110	Durchmesser-Messeinheit	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich empfohlen

### Zweifach-Förderband mit SPS

Mit zwei kombinierten Förderanlagen lassen sich komplexe Aufgabenstellungen bearbeiten. So unter anderem die Teileauswahl durch logische Erfassung und Sensoren, induktions- und photoelektronische Sensoren, Sortierprozesse und Zusammensetzen von Einzelteilen sowie einer kompatiblen Schnittstelle für industrietaugliche SPS-Typen.

### Lernziele

- Mit zwei kombinierten Förderanlagen lassen sich komplexe Aufgabenstellungen bearbeiten.
- Teile-Auswahl durch logische Erfassung und Sensoren.
- Testen und Optimieren der Programmierung an einer Hardware.

### Themen

- Bedienen einer SPS
- Grundlagen der SPS-Programmierung
- Programmierbare Timer und Counter
- Verknüpfte Timer- und Zählerfunktionen
- Struktur von Steuerungssystemen
- Programme zur Ablaufsteuerung
- uvm.

Versuche werden mit dem TIA-Portal betrieben.

### E6.7.2

#### MECHATRONIK

##### E6.7.2.4

##### Aufzugsteuerung mit SPS



Aufzugsteuerung mit SPS (E6.7.2.4)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.7.2.4
34-150-1	Fahrstuhlsteuerung	1
34-060-1	Siemens SPS, digitale I/O - vorverdrahtet	1
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

#### Aufzugsteuerung mit SPS

Durch die vielfältigen Steuerungsmöglichkeiten wie Aufzugsgeschwindigkeit, Fahrtrichtung und Etagenankunft/-abfahrt können auch mehrfache Etagenankünfte bearbeitet werden. Damit kann eine kontinuierliche (analoge) Steuerung mit Beschleunigungsprofilen bei Berücksichtigung unterschiedlicher Kabinentragslasten in die Ausbildung aufgenommen werden. Erweiterte Steuerungen mit mehreren Aufzügen sind möglich.

Der Auszubildende / Student soll in einem realen Aufbau lernen, ein SPS-Programm für eine Anwendung zu optimieren.

#### Lernziele

- Durch die vielfältigen Steuerungsmöglichkeiten wie Aufzugsgeschwindigkeit, Fahrtrichtung und Etagenankunft/-abfahrt können auch mehrfache Etagenankünfte bearbeitet werden.
- Eine kontinuierliche (analoge) Steuerung mit Beschleunigungsprofilen unter Berücksichtigung verschiedener Kabinentragslasten wird diskutiert.
- Erweiterte Steuerungen mit mehreren Aufzügen sind möglich.

#### Funktion

- Voll funktionsfähiges Modell eines Aufzugs mit vier Etagen
- Etagerfassung und visuelle Anzeige der Fahrtrichtung
- Motorisierte Kabinentüren
- Stopfunktion zum Anhalten auf der gewünschten Etage
- Auf/Ab-Tasten auf jeder Etage
- Simulation der Aufzugskabinenbelastung mit unterschiedlichen Gewichten
- Frontplatten-Handscharer zum Testen und zur Fehlerbeseitigung
- Integrierte Steuerung der Servomotoren
- Interface für die meisten gängigen SPS
- Analoge Ein- und Ausgänge verfügbar

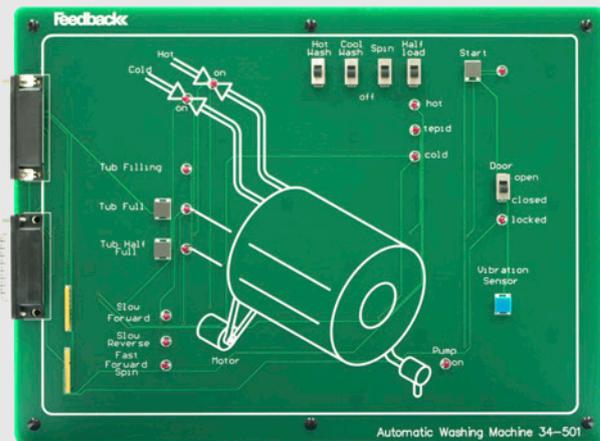
#### Themen

- Grundlagen der Logik
- Grundlagen der SPS-Programmierung
- Schaltbare Fehler
- Entwicklung in Ladder Logic
- Einfache und erweiterte sequentielle Steuerung
- Bedienen einer SPS
- uvm.

Versuche werden mit dem TIA-Portal betrieben.

E6.7.2  
MECHATRONIK

E6.7.2.5  
SPS-Anwendung:  
Waschmaschine



SPS-Anwendung: Waschmaschine (E6.7.2.5)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.7.2.5
34-501	Modell Waschmaschine	1
34-060-1	Siemens SPS, digitale I/O - vorverdrahtet	1
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

SPS-Anwendung: Waschmaschine

Leicht verständlich und trotzdem praxisrelevant - das ist das Merkmal dieses Modells für die Grundlagen mit Prozesskontrolle und Steuerung.

Funktion

- Veranschaulicht die Ablaufsteuerung
- Bedingte Prozessbedingungen sind einstellbar
- Verwendung von Interrupts
- Grundlagen der Logik
- Grundlagen der SPS-Programmierung
- Entwicklung von Ladder Logics Programmen
- Programmierbare Timer

Themen

- Grundlagen der Digitaltechnik
- Grundlagen der SPS Programmierung
- Entwickeln von Programmen in AWL
- Programmieren von Zeitgliedern

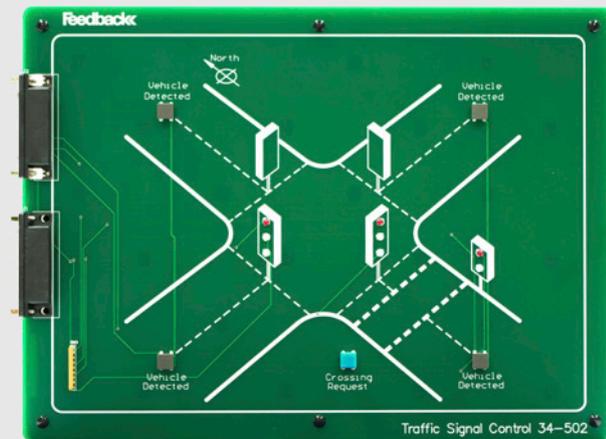
Versuche werden mit dem TIA-Portal betrieben.

E6.7.2

MECHATRONIK

E6.7.2.6

SPS-Anwendung:  
 Verkehrsampel



SPS-Anwendung: Verkehrsampel (E6.7.2.6)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.7.2.6
34-502	Modell Ampelsteuerung	1
34-060-1	Siemens SPS, digitale I/O - vorverdrahtet	1
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

SPS-Anwendung: Verkehrsampel

Zur Erarbeitung und Vertiefung von Programmier Techniken (Konstanten, Variablen, Blockstrukturen etc.) und Verwendung von SPS-Bausteinen (Merker, Zeitmodule und weitere Funktionen) wurde diese einfache Anwendung entwickelt.

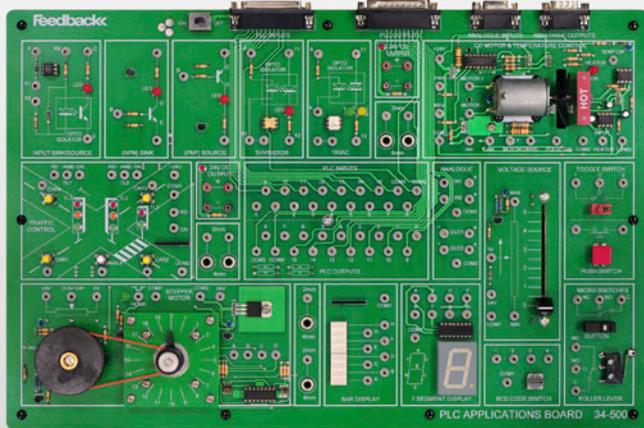
Funktion

- Zeitliche Steuerung
- Unterbrechungssteuerung
- Einfaches Verständnis des Ablaufs
- Programmierbare Zähler
- Festlegung von Ursprungsbedingungen
- Zeitbasierte Steuerungskontrolle
- Verwendung von Interrupts und Not-Aus

Themen

- Programmzähler
- Erstellen der Startbedingungen
- Zeitgesteuerte Abläufe
- Unterbrechungen und Not- Aus Halt

Versuche werden mit dem TIA-Portal betrieben.



E6.7.2  
MECHATRONIK  
E6.7.2.7  
SPS Trainer

SPS Trainer (E6.7.2.7)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.7.2.7
34-500	SPS Trainer	1
34-060-1	Siemens SPS, digitale I/O - vorverdrahtet	1
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

### SPS Trainer

Der SPS Trainer ermöglicht den Einstieg in der Welt der Speicherprogrammierbaren Steuerung, um damit SPS-Hardware und die Softwareprogrammierung zu verstehen und anzuwenden. Die Hardware des SPS Trainers befindet sich auf einer Leiterkarte im A3-Format mit einer übersichtlichen Aufteilung der Komponenten und Modellen (Ampelanlage, Schrittmotor) für die Programmierung.

### Funktion

- Umfangreiche Programmierbeispiele
- Externe Schnittstelle als D-Typ
- 2 mm Onboard-Verbinder
- Erweiterbar mit analogen Schnittstellen und Bedienoberflächen

### Themen

- Laden und Installation von Programmen
- Auswahl von Ein- und Ausgängen sowie der zugehörigen Datenverarbeitung
- Umsetzung einfacher Anweisungen
- Logische Funktionen wie AND, OR, INV
- Register, Verwendung von Timern und Countern
- uvm.

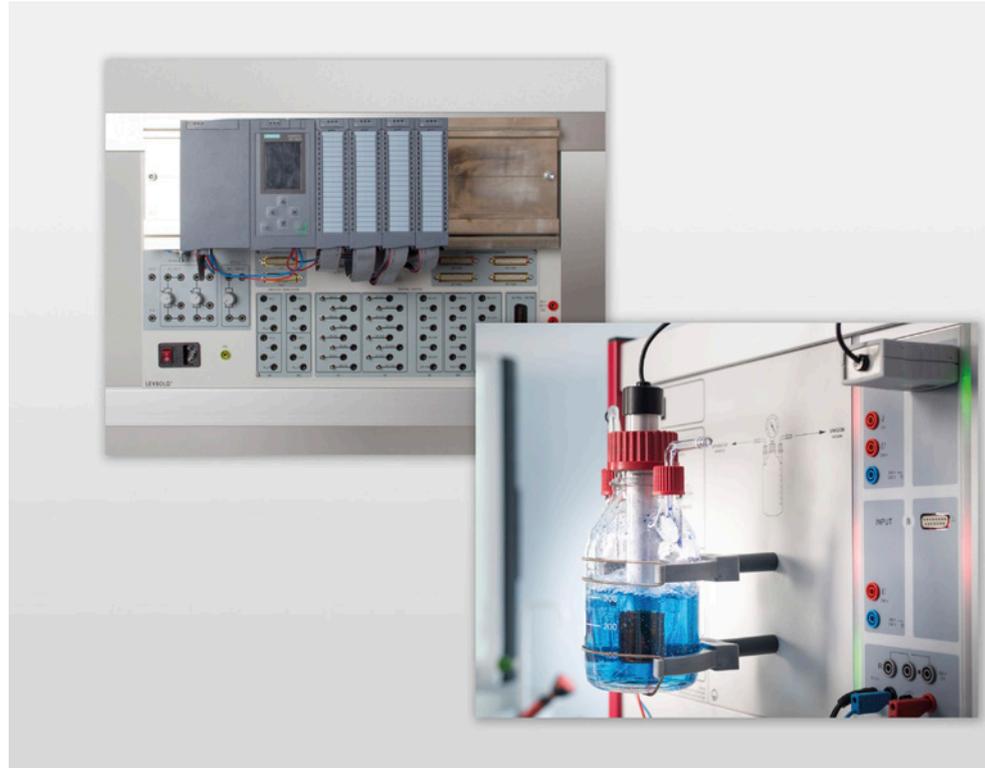
Versuche werden mit dem TIA-Portal betrieben.

### E6.7.3

#### CHEMISCHE VERFAHRENSTECHNIK

##### E6.7.3.1

##### Blue-Bottle-Prozess mit SPS



Blue-Bottle-Prozess mit SPS (E6.7.3.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.7.3.1
524 013	Sensor-CASSY 2	1
524 220	CASSY Lab 2	1
524 069	Eintauchphotometer S	1
666 425	Profilrahmen C50, zweizeilig, für CPS	1
666 438	Woulff'sche Flasche mit Manometer, CPS	1
667 3095	Schraubkappe GL 45, mB	1
667 3107	Silikondichtung, GL 45/26, Satz 10	1
666 482	Belüftungspumpe, steuerbar, CPS	1
501 44	Experimentierkabel 19 A, 25 cm, rot/blau, Paar	1
667 7977	Kompaktwaage 440-3N, 200 g : 0,01 g	1
664 157	Uhrglas 125 mm Ø	2
666 966	Löffel spatel, 180 mm	2
666 003	Pipettierball (Peleusball)	1
665 996	Messpipette 5 ml	1
665 756	Messzylinder 500 ml, Kunststofffuß	1
604 501	PVC-Schlauch 7 mm Ø, 1 m	1
604 460	Schlauchschelle 8...12 mm	1
602 347	Laborflasche nach DIN, 500 ml, GL 45	1
673 2920	Methylenblaulösung nach Löffler, 100 ml	1
673 6800	Natriumhydroxid, Plätzchen, 100 g	1
672 1100	D(+)-Glucose, 100 g	1
675 3400	Wasser, rein, 1 l	1
500 441	Experimentierkabel 19 A, 100 cm, rot	8
500 442	Experimentierkabel 19 A, 100 cm, blau	8

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.7.3.1
773 072	Simatic SPS S7-1512C-1 PN TP	1*
773 075	Simatic SPS S7-1512C-1 PN +DP TP	1*
773 077	Simatic S7-1516 PN/DP TP	1*
	zusätzlich erforderlich: 1 PC mit Windows 7/8/10	

\* zusätzlich erforderlich

#### Blue-Bottle-Prozess mit SPS

Diese Ausstattung behandelt eine regelungstechnische Aufgabenstellung aus der chemischen Verfahrenstechnik. Als Lösung wird eine Zwei-Punkt-Regelung eingesetzt.

Die chemische Verfahrenstechnik untersucht Stoffwandlungen, die durch chemische Reaktionen hervorgerufen werden. Die Reaktion liefert als Ergebnis neue Stoffe mit geänderten Eigenschaften. Die chemische Verfahrenstechnik beginnt mit Laborversuchen und endet bei großtechnischen Anlagen der chemischen Massenproduktion.

Der Blue-Bottle-Prozess ist ein Modellexperiment zur Veranschaulichung eines organischen Redox-Systems. Der Redox-Indikator Methylenblau wird dabei durch Luft zur farblosen Form oxidiert. Die Luft wird mit einer Pumpe in die Lösung eingeleitet. Durch die in der Lösung anwesende Glucose wird er wieder zur farbigen Form reduziert.

Versuche werden mit dem TIA-Portal betrieben.



## E6.8 HYDRAULIK

### E6.8.1 DIDAKTISCHE HYDRAULIK

E6.8.1.1 KOMPLETTAUSSTATTUNG

E6.8.1.2 GRUNDAUSSTATTUNG

E6.8.1.3 ERGÄNZUNGSAUSSTATTUNG

E6.8.1.4 ELEKTRO-HYDRAULIK ERGÄNZUNGSAUSSTATTUNG

## E6.8.1

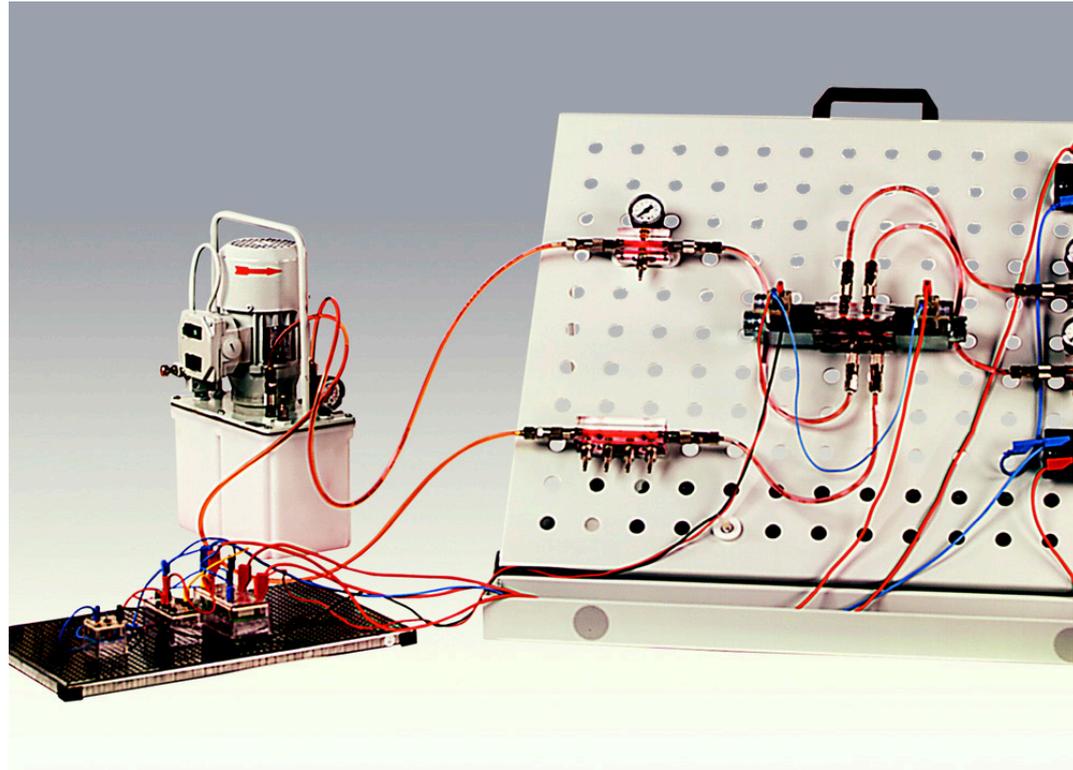
### DIDAKTISCHE HYDRAULIK

#### E6.8.1.1

#### Komplettausstattung

#### E6.8.1.2

#### Grundausrüstung



Komplettausstattung (E6.8.1.1)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.8.1.1	E6.8.1.2
500 422	Experimentierkabel 19 A, 50 cm, blau	3	
500 441	Experimentierkabel 19 A, 100 cm, rot	10	
500 442	Experimentierkabel 19 A, 100 cm, blau	10	
562 793NA	Netzteil 6...24 V	1	
8-5 336021-000-10-0	LIT: Anleitung Elektro-Hydraulik KSS	1	
8-2 236023-000-10-0	KSS 4/2-Wegeventil, magnetbetätigt	1	
8-2 236025-000-10-0	KSS 4/3-Wegeventil, magnetbetätigt	1	
8-2 236029-000-10-0	KSS Druckschalter	1	
8-2 237081-000-10-0	Grenztaster mit Rollenhebel,	1	
8-2 632057-000-10-0	Elektro-Anschlußadapter, 2 Buchsen, gelbe LED	1	
8-2 636005-100-10-0	Hydraulik-Aggregat 8/1,0 für Klarsichtgeräte	1	1
8-2 436001-000-10-0	Hydraulik-Experimentierkoffer	1	1
8-2 632005-000-10-0	Satz Kunststoffadapter, 25 Stück	2	2
8-2 636003-000-10-0	Schlauch mit Schnellverschlußkupplungen 520 mm	11	11
8-2 636004-000-10-0	Schlauch mit Schnellverschlußkupplungen NW 3 x 350 mm	4	4
8-2 636008-000-10-0	Schlauch mit Schnellverschlußkupplungen 1000 mm	3	2
8-2 636016-000-10-0	6-L-Kanister mit rotem Hydraulik-Öl, inkl. Einfüllstutzen	1	1
8-2 236038-000-10-0	KSS Zylinder, doppelwirkend, 100 mm Hub	1	1
8-2 236002-000-10-0	KSS Rückschlagventil	1	1
8-2 236003-000-10-0	KSS Druckbegrenzungsventil (Kugelsitz-Ventil)	1	1
8-2 236004-000-10-0	KSS 4/2-Wegeventil, handbetätigt	1	1
8-2 236005-000-10-0	KSS Drossel	1	1

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.8.1.1	E6.8.1.2
8-2 236006-000-10-0	KSS Manometer, 0...10 bar	3	3
8-2 236007-000-10-0	KSS Verteiler, 6-fach	2	2
8-2 236020-000-10-0	KSS Differenzdruckventil	1	1
8-5 336001-000-10-0	LIT: Anleitung Hydraulik mit Klarsicht-komponenten	1	1
8-2 236009-000-10-0	KSS Zylinder, einfachwirkend	1	
8-2 236008-000-10-0	KSS Druckbegrenzungsventil (Kolben-Ventil)	1	
8-2 236010-000-10-0	KSS Druckminderventil	1	
8-2 236011-000-10-0	KSS Drossel-Rückschlagventil	1	
8-2 236013-000-10-0	KSS Rückschlagventil, entsperbar	1	
8-2 236015-000-10-0	KSS 2-Wege-Stromregelventil	1	
8-2 236012-000-10-0	KSS Sperrventil	1	
8-2 236014-000-10-0	KSS Verteiler, 4-fach	1	
8-2 047107-000-10-0	SB Steckelement Diode 1N4007, 1000 V, 1 A, Silizium	4	
8-2 044421-000-10-0	SB Steckelement „Elko 2200 µF“, 40 V	1	
8-2 044451-000-10-0	SB Steckelement „Elko 4700 µF“, 40 V	1	
8-2 049010-000-10-0	SB Steckelement Fassung E10	3	
8-5 950240-300-10-0	Glühlampe E 10, 24 V, 80 mA, 1,9 W	3	
8-2 100110-000-00-0	Aufbewahrungsbox, RAL 7035 lichtgrau	1	
8-2 100010-000-10-0	Basisrasterplatte, Edelstahl	1	
500 401	Experimentierkabel 19 A, 10 cm, rot	14	
500 404	Experimentierkabel 19 A, 10 cm, schwarz	13	
500 402	Experimentierkabel 19 A, 10 cm, blau	5	
500 411	Experimentierkabel 19 A, 25 cm, rot	6	



Grundausrüstung (E6.8.1.2)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.8.1.1	E6.8.1.2
500 414	Experimentierkabel 19 A, 25 cm, schwarz	27	
500 412	Experimentierkabel 19 A, 25 cm, blau	3	
500 421	Experimentierkabel 19 A, 50 cm, rot	3	
500 424	Experimentierkabel 19 A, 50 cm, schwarz	6	

Die *Ausrüstung E6.8.1.2* ist Teil des Komplettsystems. Als Einzelsystem bietet es die Grundlagen der manuell betätigten Module und Ventile. Es führt den Auszubildenden in die Hydraulik und deren Grundprinzipien ein.

#### Lernziele

- Grundlagen der Hydraulik
- Hydraulische Bauelemente mit Sonderfunktionen
- Grundsicherungen der Hydraulik

#### Didaktische Hydraulik

Hydraulikelemente von ELWE-Technik werden mit rot eingefärbtem Hydrauliköl betrieben. Durch die weiße Grundplatte wird der Kontrast erhöht. Ein maximaler Betriebsdruck von 10 bar (1 MPa) ermöglicht gefahrloses Experimentieren. Die transparenten Verbindungsschläuche und die zusätzlich eingeleiteten Luftblasen lassen den Lernenden die Strömungswege vollständig verfolgen: vom Druckanschluss der Pumpe bis zum Tankanschluss. Das Lehrsystem vermittelt die Grundlagen der Hydraulik in drei Stufen. Die Elektrohydraulik ist auf sichere 24 V Gleichspannung ausgelegt. Damit sind auch einfache Steuerungen mit LOGO! und SPS realisierbar.

Das Lehrsystem arbeitet mit hydraulischen Klarsichtkomponenten. Mit dem Komplettsystem werden Grundlagen und weiterführende Themen der Hydraulik vermittelt.

#### Themen

- Hydraulikaggregat
- Druckbegrenzung
- Wegeventile
- Zylinder
- Stromregelventil
- Druckregelventil
- Kenngrößen eines Ventil-Betätigungsmagneten
- Signalspeicherung durch elektrische Selbsthaltung

## E6.8.1

### DIDAKTISCHE HYDRAULIK

E6.8.1.3  
Ergänzungsausrüstung

E6.8.1.4  
Elektro-Hydraulik  
Ergänzungsausrüstung



Elektro-Hydraulik Ergänzungsausrüstung (E6.8.1.4)

Kat.-Nr.	Bezeichnung	E6.8.1.3	E6.8.1.4
8-2 236009-000-10-0	KSS Zylinder, einfachwirkend	1	
8-2 236008-000-10-0	KSS Druckbegrenzungsventil (Kolben-Ventil)	1	
8-2 236010-000-10-0	KSS Druckminderventil	1	
8-2 236011-000-10-0	KSS Drossel-Rückschlagventil	1	
8-2 236013-000-10-0	KSS Rückschlagventil, entsperrbar	1	
8-2 236015-000-10-0	KSS 2-Wege-Stromregelventil	1	
8-2 236012-000-10-0	KSS Sperrventil	1	
8-2 236014-000-10-0	KSS Verteiler, 4-fach	1	
8-2 236023-000-10-0	KSS 4/2-Wegeventil, magnetbetätigt		1
8-2 236025-000-10-0	KSS 4/3-Wegeventil, magnetbetätigt		1
8-2 236029-000-10-0	KSS Druckschalter		1
8-2 237081-000-10-0	Grenztaster mit Rollenhebel,		2
8-2 632057-000-10-0	Elektro-Anschlußadapter, 2 Buchsen, gelbe LED		3

#### Ergänzungsausrüstung

Die *Ausrüstung E6.8.1.3* ist Teil des Komplettsystems. Als System bietet es die Erweiterungsmodule der manuell betätigten Hydraulik für die Grundausrüstung.

#### Elektro-Hydraulik Ergänzungsausrüstung

Die *Ausrüstung E6.8.1.4* ist Teil des Komplettsystems. Als System bietet es die Erweiterungsmodule der elektrobetätigten Hydraulik für die Grundausrüstung.

Das Lehrsystem arbeitet mit hydraulischen Klarsichtkomponenten. Mit dem Aufbaukurs werden weiterführende Themen der Hydraulik vermittelt.

#### Lernziel

- Hydraulische Bauelemente mit Sonderfunktionen



## E6.9 AUTOMATISATIONSSYSTEME FÜR INDUSTRIE 4.0

Rexroth

Der Wandel in Gesellschaft und Wirtschaft durch die Digitalisierung wird das berufliche Umfeld in vielen Bereichen dramatisch verändern.

Hier ist besonders die Aus- und Weiterbildung gefordert, Schulungskonzepte anzubieten, die Auszubildende und Facharbeiter befähigen, diesen Fortschritt offensiv zu begleiten und voranzutreiben. Die LD DIDACTIC bietet mit der Produktionsanlage 4.0i das perfekte experimentelle Lehr- und Lernumfeld für ein solches Konzept an.

Eine Anlage entlang der Fertigungskette kann im Rahmen der Aus- und Weiterbildung folgende Themen perfekt abbilden:

- Materialzuführung
- Prozessintegration
- Prozessoptimierung
- Wartung und Instandhaltung
- Lagerwirtschaft

Die Möglichkeiten der Digitalisierung werden ganze Unternehmensstrukturen verändern und zu ganz neuen Arbeitsanforderungen führen. Diese können mit der neuen Produktionsanlage 4.0i handlungsorientiert erklärt, erprobt, erfahren und eingeübt werden.

## PRODUKTIONSANLAGE 4.0i

Die modulare Produktionsanlage wurde für die schulische Umsetzung einer Industrie 4.0 in Anwendung entwickelt. Die Anlage aus drei Einzelstationen thematisiert die Montage von Würfeln von der Entnahme aus einem Magazin über die Bearbeitung bis hin zum Lager. Komplett vernetzt und programmierbar über Bussysteme überzeugt die Produktionsanlage zudem mit einem umfassenden Sicherheitskonzept.

Das gesamte System wird als 3.0 Anlage vollständig montiert, installiert und programmiert ausgeliefert. Die 4.0 Anlage bildet die Erweiterung zu diesem Industrie Konzept und ist Teil der Ausbildung. (Beschreibung liegt den mitgelieferten Unterlagen bei.)



## MIT TRAININGSSYSTEMEN ZUKUNFTSGERECHT AUSBILDEN

Eine Besonderheit der Produktionsanlage 4.0i sind die modularen Trainingseinheiten. Sie sind passgenau auf die Qualifikationsstufen von Industrie- und Bildungseinrichtungen abgestimmt. Rund um Pneumatik und Automation können hier alle industrierelevanten Technologien und Prozesse praktisch erlernt und „begriffen“ werden.

## AN SERIENKOMPONENTEN PRAXIS ERLEBEN

Dieses Trainingssystem der Mechatronik vermittelt:

- Die Anlage ist ohne 4.0i Erweiterung komplett vormontiert, konfiguriert und programmiert.
- Das Erweitern einer bereits bestehenden Anlage ist Teil des Lehrinhalts.
- Einsteigern und Fortgeschrittenen ein fundiertes und praxisorientiertes Wissen anhand industrieller Serienkomponenten.
- Industriesteuerungen mit international standardisierten Programmiersprachen und offenen Schnittstellen sind bereit für Industrie 4.0-Technologie wie Open Core Engineering.
- Die Produktionsanlage 4.0i ist ein modulares System, dass von einzelnen Baugruppen über die Arbeitstation bis hin zur ganzen Anlage gewählt werden kann.

**PRODUKTIONSANLAGE 4.0i**  
**774 490**

Sie möchten weitere Informationen und ein individuelles Angebot zu diesem Produkt? Dann schreiben Sie uns eine E-Mail an:

[angebot@ld-didactic.de](mailto:angebot@ld-didactic.de)



Concepted for  
Industry  
**4.0 i** 

Die modulare Produktionsanlage 4.0i besteht aus drei flexibel austausch- und erweiterbaren Stationen: *Magazin, Bearbeitung & Einlagerung* zur Realisierung eines kompletten Automatisierungsprozesses.

#### IHRE VORTEILE MIT PRODUKTIONSANLAGE 4.0i:

##### Original-Serienkomponenten aus der Industrie

- Gleichstrommotoren
- Servomotoren
- Steuerungstechnik: Relais, SPS, Motion-Control, CNC
- Lineartechnik
- Pneumatische Antriebe
- Sensorik und RFID
- Kartesischer Roboter bzw. 3-Achs-CNC
- Standard-Maschinenbedienpult
- Feldbus und Ethernet-Kommunikation

#### MODULARES, SKALIERBARES TRAININGSSYSTEM – VON DER EINZELBAUGRUPPE BIS ZUR GESAMTANLAGE

##### Industrie 4.0 integriert

- HMI – Human Machine Interface
- RFID – Radio Frequency Identification

#### Vielfältige Programmierung

- SPS-Programmierung (nach IEC 61131-3):
  - Anweisungsliste (AWL)
  - Strukturierter Text (ST)
  - Ablaufsprache (AS)
  - Funktionsbausteinsprache (FBS, FUP)
  - Kontaktplan (KOP)
  - Continuous Function Chart Editor (CFC)
- Open Core Engineering bietet weitere Möglichkeiten der Programmierung
  - Java (APP)
  - C/C++
  - C#
  - Microsoft Excel, Powerpoint
  - MATLAB™/SIMULINK®
  - und weitere

#### Weitere Vorteile

- Bedienung mit Smart Devices über WLAN möglich, z. B. Tablet, Smartphone etc.
- Die Umstellung einer konventionell gesteuerten Teilanlage in eine CNC gesteuerte Anlage ist ohne Hardwareänderungen möglich. Hierzu müssen nur Firmware und Programme angepasst werden. Eine kostenfreie CNC-Software unterstützt die Programmierung.
- Erweiterung durch unterschiedliche SPS-Systeme möglich.

# TECHNISCHER SERVICE NACH DEM KAUF

Sollten Sie technische Fragen zu einem Gerät oder einer Ausstattung haben: Unser Serviceteam steht Ihnen telefonisch unter 02233 604-430 und per E-Mail unter [service@ld-didactic.de](mailto:service@ld-didactic.de) zur Verfügung.

## ERSATZTEILSERVICE

Selbstverständlich erhalten Sie bei uns Ersatzteile für Ihre Ausstattungen.

## REPARATURSERVICE

Sollten Sie trotz unseres hohen Qualitätsanspruchs einen Defekt Ihres LEYBOLD-Produktes feststellen, werden wir diesen selbstverständlich schnellstmöglich reparieren. Wenn Sie dieses nach dem Gespräch mit unserem Technischen Service nicht wieder in Betrieb setzen können, bietet Ihnen unser „Vor Ort-Service“ schnelle und einfache Hilfe. Unsere Servicetechniker kommen zu Ihnen, um vor Ort eine technische Lösung zu finden. Alternativ können Sie uns Ihr Gerät selbstverständlich auch auf dem Postweg zur Reparatur zusenden.

## REPARATURGARANTIE FÜR MINDESTENS 10 JAHRE

Unsere Produkte stehen für hohe Qualität und Lebensdauer. Sollte Ihr Gerät viele Jahre nach dem Kauf defekt sein, können wir dieses in der Regel immer noch reparieren. Wir gewährleisten eine Reparaturlösung für alle Geräte von 10 Jahren nach dem Kauf – für den Großteil unseres Sortiments auch noch weitaus länger.

INDIVIDUELLE  
BERATUNG

VOR ORT

TECHNISCHER  
SERVICE

NACH DEM KAUF

EINWEISUNG

VOR ORT







<b>E6.1 MESSTECHNIK &amp; SENSOREN</b>	
E6.1.1.1 Gleichstromtechnik.....	22
E6.1.1.2 Wechselstromtechnik.....	22
E6.1.1.3 Elektronische Messgeräteschaltungen.....	22
E6.1.2.1 Sensoren & Wandler.....	23
E6.1.3.1 Grundlagen der Elektrotechnik.....	24
E6.1.3.2 Mess- & Sensortechnik.....	24
E6.1.3.3 Operationsverstärker.....	24
<b>E6.2 DIDAKTISCHE REGELUNGSTECHNIK</b>	
E6.2.1.1 Helligkeitsregelung.....	26
E6.2.1.2 Spannungsregelung.....	26
E6.2.2.1 Grundlagen der Regelungstechnik.....	27
E6.2.2.2 Regelungstechnik für Fortgeschrittene.....	27
E6.2.2.3 Mess- & Regelungstechnische Grundlagen.....	28
E6.2.2.4 Regelung didaktischer Strecken.....	29
<b>E6.3 ANGEWANDTE REGELUNGSTECHNIK</b>	
E6.3.1.1 Temperaturregelung.....	32
E6.3.1.2 Regelung von Durchfluss & Füllstand.....	33
E6.3.1.3 Regelung des Luftstroms.....	34
E6.3.1.4 Helligkeitsregelung.....	35
E6.3.1.5 Drehzahl- & Spannungsregelung.....	36
E6.3.1.6 Krängungsregelung.....	37
E6.3.2.1 DC-Servo.....	38
E6.3.2.2 AC-Servo.....	38
E6.3.2.3 Schrittmotor.....	38
E6.3.3.1 Kompakttrainer: Prozessregelung.....	39
E6.3.3.2 Blue-Bottle-Prozess.....	40
E6.3.4.1 Regelung elektronischer Strecken.....	41
E6.3.4.2 Digitale Regelung.....	41
E6.3.4.3 Fuzzy-Regelung.....	42
E6.3.4.4 Frequenzgang & Reglerentwurf.....	42
E6.3.4.5 Stabilität & Optimierung.....	42
E6.3.5.9 Ball & Platte.....	43
E6.3.5.11 Invertiertes Pendel.....	44
E6.3.5.12 Doppelrotor-MIMO-System.....	45
E6.3.5.13 Modulare Servosysteme.....	46
E6.3.5.14 Schweben im Magnetfeld.....	47
E6.3.5.15 Modulare Servo Regelung.....	48
<b>E6.4 INDUSTRIELLE REGELUNGSTECHNIK</b>	
E6.4.1.1 Regeln mit industriellen Kompaktreglern.....	50
E6.4.1.2 Regelung einer Maschine 0,3.....	51
E6.4.2.1 Verfahrensmesstechnik.....	52
E6.4.2.2 Temperatur im Luftstrom.....	53
E6.4.2.3 Füllstand & Durchfluss.....	54
E6.4.2.4 Vier-Tank-System.....	55
E6.4.2.5 Wassertemperatur.....	56
E6.4.2.6 Kaskadierter Regelkreis mit Fernsteuerung.....	57
E6.4.2.7 Druckluft.....	58
E6.4.2.8 Verteilte Regelung.....	59
E6.4.2.9 Fehlerdiagnose.....	60
<b>E6.5 STEUERUNGSTECHNIK</b>	
E6.5.1.1 Kompaktkurs: Digitaltechnik.....	62
E6.5.1.2 Digitaltechnik.....	63
E6.5.1.3 Eingebettete Systeme.....	64
E6.5.2.11 Schützsteuerungen mit Modulen 24 V.....	65
E6.5.2.12 Schützsteuerungen mit Modulen 230 V.....	65
E6.5.2.21 Schützsteuerungen mit Experimentierplatten 24 V.....	66
E6.5.2.22 Schützsteuerungen mit Experimentierplatten 230 V.....	66
E6.5.2.3 Steuerung mit LOGO! 8 230 V.....	68
E6.5.2.4 Fehlersimulator: Schützsicherungen.....	69
E6.5.2.5 Steuerung mit Endlagen- & Näherungsschaltern.....	67
<b>E6.6 AUTOMATISIERUNGSTECHNIK</b>	
E6.6.1.1 Grundlagen der Automatisierungstechnik.....	72
E6.6.1.2 Grundlagen der Pneumatik.....	72
E6.6.2.1 Basis Paket LOGO! 8.....	73
E6.6.2.11 Trainer Paket 6x LOGO! 8.....	73
E6.6.3.1 Basis Paket S7-1512C-1 PN.....	74
E6.6.3.11 Trainer Paket S7-1512C-1 PN.....	74
E6.6.3.2 Basis Paket S7-1512C-1 PN+DP.....	75
E6.6.3.21 Trainer Paket S7-1512C-1 PN +DP.....	75
E6.6.3.3 Basis Paket S7-1516 PN/DP.....	76
E6.6.3.31 Trainer Paket S7-1516 PN/DP.....	76
E6.6.4.1 ASI- Bus.....	77
E6.6.4.2 Profi-Bus.....	78
<b>E6.7 PROZESSAUTOMATISIERUNG</b>	
E6.7.1.1 ASIMA für Kleinststeuerungen.....	80
E6.7.1.2 ASIMA für SPS - Basics.....	81
E6.7.1.3 ASIMA für SPS - Advanced.....	82
E6.7.1.4 Klein- & Softwaremodelle.....	84
E6.7.1.5 Endlagen- & Drehzahlsteuerung.....	85
E6.7.2.1 Mechatronisches-Kompakt-Modell für drei Stationen.....	86
E6.7.2.2 Mechatronisches Kompakt-Modell für fünf Stationen.....	86
E6.7.2.3 Zweifach-Förderband mit SPS.....	87
E6.7.2.4 Aufzugsteuerung mit SPS.....	88
E6.7.2.5 SPS-Anwendung: Waschmaschine.....	89
E6.7.2.6 SPS-Anwendung: Verkehrsampel.....	90
E6.7.2.7 SPS Trainer.....	91
E6.7.3.1 Blue-Bottle-Prozess mit SPS.....	92
<b>E6.8 HYDRAULIK</b>	
E6.8.1.1 Komplettausstattung.....	94
E6.8.1.2 Grundausrüstung.....	94
E6.8.1.3 Ergänzungsausstattung.....	96
E6.8.1.4 Elektro-Hydraulik Ergänzungsausstattung.....	96
<b>E6.9 INDUSTRIE 4.0</b>	98

PHYSIK

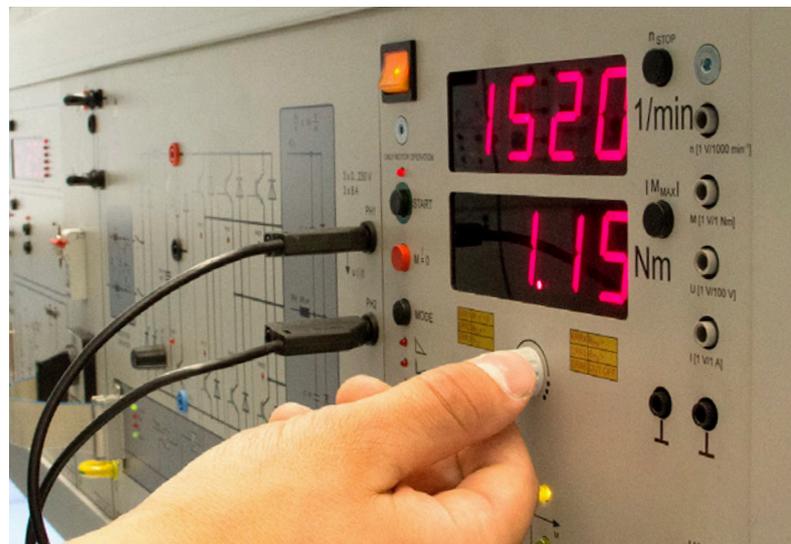
CHEMIE  
BIOLOGIE

TECHNIK



# KONTAKT

LD DIDACTIC GmbH  
Leyboldstr. 1  
D-50354 Hürth  
Tel.: +49 2233 604 0  
Fax: +49 2233 604 222  
E-Mail: [info@ld-didactic.de](mailto:info@ld-didactic.de)  
[www.ld-didactic.de](http://www.ld-didactic.de)



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

BRANDS OF THE LD DIDACTIC GROUP

LEYBOLD® Feedback ELWE® TECHNİK