

# MCLS-modular<sup>®</sup> Mikrocomputertechnik

Experimentieren mit Mikrocontrollern  
und Mikroprozessoren



**Sie sind schon überall.**

**Ohne sie funktioniert fast nichts mehr.**

**Sie übernehmen die Steuerung unserer Welt.**



**2 mm x 2 mm Silizium sind heute ausreichend,  
um einen kompletten Mikrocomputer unterzubringen!**

<b>Wachsenden Ansprüchen genügen</b>	
• MCLS-modular® .....	4
<b>Konsequente Modularität</b>	
• Immer auf dem aktuellen Stand der Technik	
• Integrated Development Environment (IDE) .....	6
<b>Das Trainingssystem MCLS-modular®</b>	
• Vollständig, einfach zu bedienen, praxisnah	
• Alles auf einen Blick .....	10
<b>Einführung in die Mikrocontrollerprogrammierung</b>	
• Grundausrüstung	
• Lernfeld 8 für Systeminformatiker .....	14
<b>Steuerungen mit Mikrocontrollern</b>	
• Entwurf und Realisierung	
• Lernfeld 8 für Systeminformatiker .....	16
<b>Programmierung der Mikrocontrollerperipherie</b>	
• On-Chip Integration	
• Lernfeld 8 für Systeminformatiker .....	18
<b>Programmierung von Datenübertragungsschnittstellen</b>	
• Serielle und parallele Schnittstellen	
• Erweiterung des Lernfelds 8 für Systeminformatiker .....	20
<b>C-Programmierung</b>	
• Hochsprachenprogrammierung	
• Lernfeld 8 für Systeminformatiker .....	22
<b>Programmieren für Elektroniker</b>	
• Programmieren mit PIC	
• Lernfeld 7 Elektroniker für Geräte und Systeme .....	24
<b>Programmierung mit 32-Bit Advanced RISC Machine Core</b>	
• ARM Architektur .....	26
<b>32-Bit Mikrocontroller</b>	
• Lernen mit den multimedialen UniTrain-I Kursen	
"Digitale Signalverarbeitung 1 und 2" .....	28
<b>Mikroprozessortechnik</b>	
• Anwendungsorientierte Versuche .....	30

# Wachsenden Ansprüchen genügen

## MCLS-modular®

Das modulare Mikrocomputerlernsystem MCLS-modular® wächst mit Ihren Ansprüchen.

### Veränderte Ausgangssituation

Der Anwendermarkt der eingebetteten Systeme boomt seit den letzten Jahren wie nie zuvor. Händeringend suchen Firmen nach qualifizierten Fachleuten.

Auch die Ausgangssituation für die Ausbildung in der Mikrocomputertechnik hat sich massiv gewandelt:

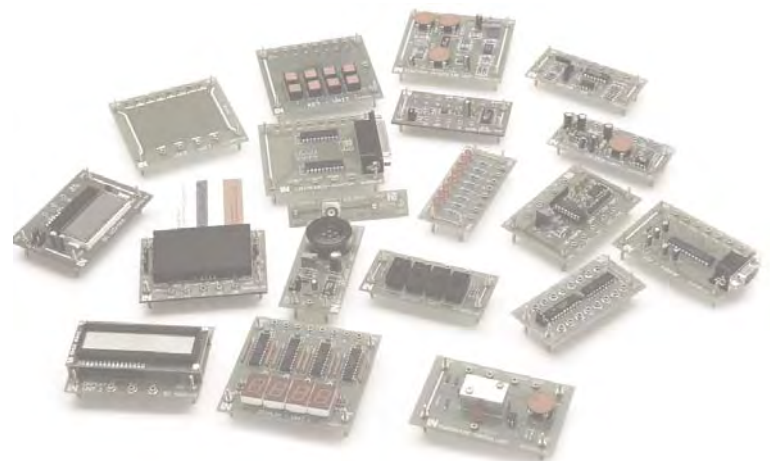
- hohe Innovationsraten
- sinkende Budgets
- steigende Anforderungen

### Konsequente Modularität

von Hard- und Software ermöglichen Ihnen auf lange Sicht eine Aktualisierung der Komponenten ohne das System vollständig austauschen zu müssen.

**Dies reduziert erheblich:**

- Anschaffungskosten
- Einarbeitungszeit und -kosten
- Personalaufwand



## Support

Sehr hohe Innovationsraten in der Mikrocontroller- und Mikroprozessortechnik ziehen ständige Aktualisierungen des Systems nach sich.

Daher ist ein wichtiger Bestandteil von MCLS-modular® der Support über das Internet.

Frühzeitige Systemalterung wird durch eine ständige Versorgung mit aktuellen Informationen entgegengewirkt.



[www.mcls-modular.de](http://www.mcls-modular.de)

### Hier finden Sie:

- Hilfesystem
- Systeminformationen
- Hardwarebeschreibungen
- Downloads



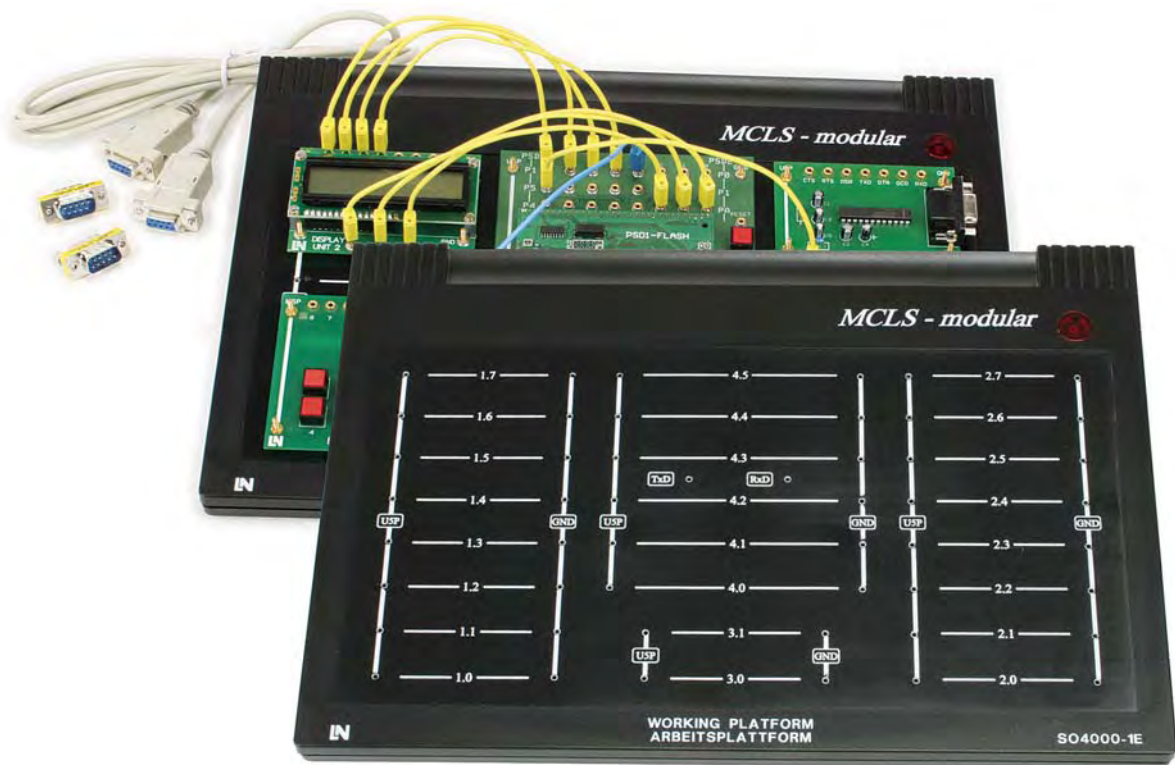
### Einfach und aktuell

- lernen durch Experimentieren, Testen und Probieren
- hohe Motivation durch nachhaltigen Lernerfolg
- übersichtlich und einfach zu bedienen
- kostengünstig
- immer auf dem aktuellen Stand der Technik

# Konsequente Modularität

## Immer auf dem aktuellen Stand der Technik

Das MCLS-modular<sup>®</sup> ist ein Mikrocontroller – Experimentier- und Lehrsystem, das permanent den Innovationszyklen der technischen Entwicklung folgt.



## Hardware

MCLS-modular<sup>®</sup> ist umfassend flexibel und offen bezüglich der Hardwarekomponenten, d. h.:

- Mikrocontroller, Mikroprozessoren und Digitale Signalprozessoren unterschiedlicher Hersteller einsetzbar (z. B. Infineon, Motorola, ATMEL, MICROCHIP, Texas Instruments)
- umfangreicher und erweiterbarer Vorrat an peripheren Hardwarekomponenten (Experimentiermodule)
- Experimentier- und Versuchsaufbauten frei konfigurierbar

- Mikrocontrollereinheiten untereinander austauschbar
- Komponenten jederzeit ersetz- oder erweiterbar
- periphere Hardwarekomponenten frei ergänzbar

## Basis-Komponenten

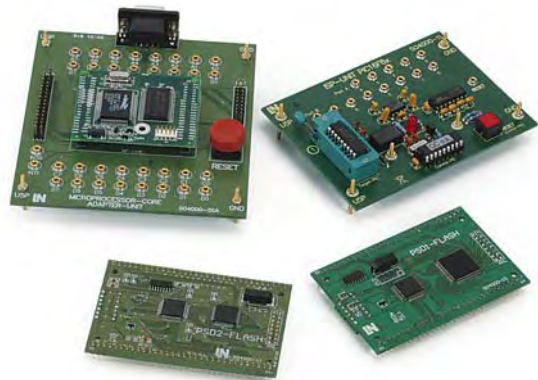
- Experimentierplattform
- Universalsteckernetzteil mit Überstromschutz
- serielles Verbindungskabel
- Satz 2 mm-Verbindungsleitungen

Geeignet für die Prozessoren von:  
**Infineon, Motorola, ATMEL, MICROCHIP**  
 und Texas Instruments

## Mikrocomputermodule

### speziell für die Grundlagenausbildung:

- 8051 Controller mit 256 kByte Flash on Board für Assembler und C-Programmierung (C515C)
- PIC 16F8x-Controllerboard zum Programmieren, Flashen und Testen des Klassikers PIC 16F84
- moderner 8-Bit Controller mit Motorola-kompatiblen Befehlssatz (68HC11)
- moderner 16-Bit Mikroprozessor mit Z80-kompatiblen Befehlssatz für Assembler und C (256 kByte Flash, 128 kByte RAM) und weitere

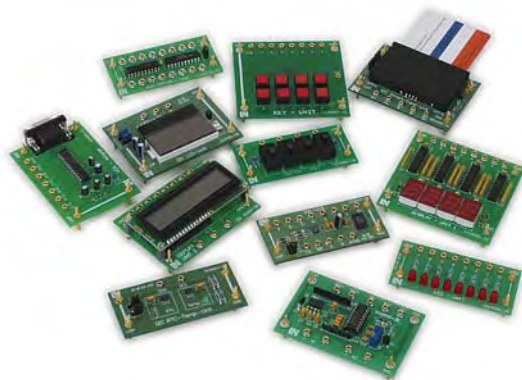


## 32-Bit Controller-Board

- modernste Technologie auf Basis von 32-Bit Advanced-Risc-Machine
- C-Programmierung
- JTAG-Programmierschnittstelle
- High-End-Applikationen bis zur Digitalen Signalverarbeitung
- CODECS on Board

## Experimentiermodule

- Basismodule wie Schalter, Tasten und LED
- Anzeigemodule wie 7-Segmentanzeigen und LCD
- Wandler und Sensoren wie AD, DA und Temperatur
- I<sup>2</sup>C-Module wie LCD-Display und Smartcard
- Schnittstellenmodule seriell und parallel
- Anwendungsmodelle wie Ampelsteuerung
- Schrittmotorsteuerung

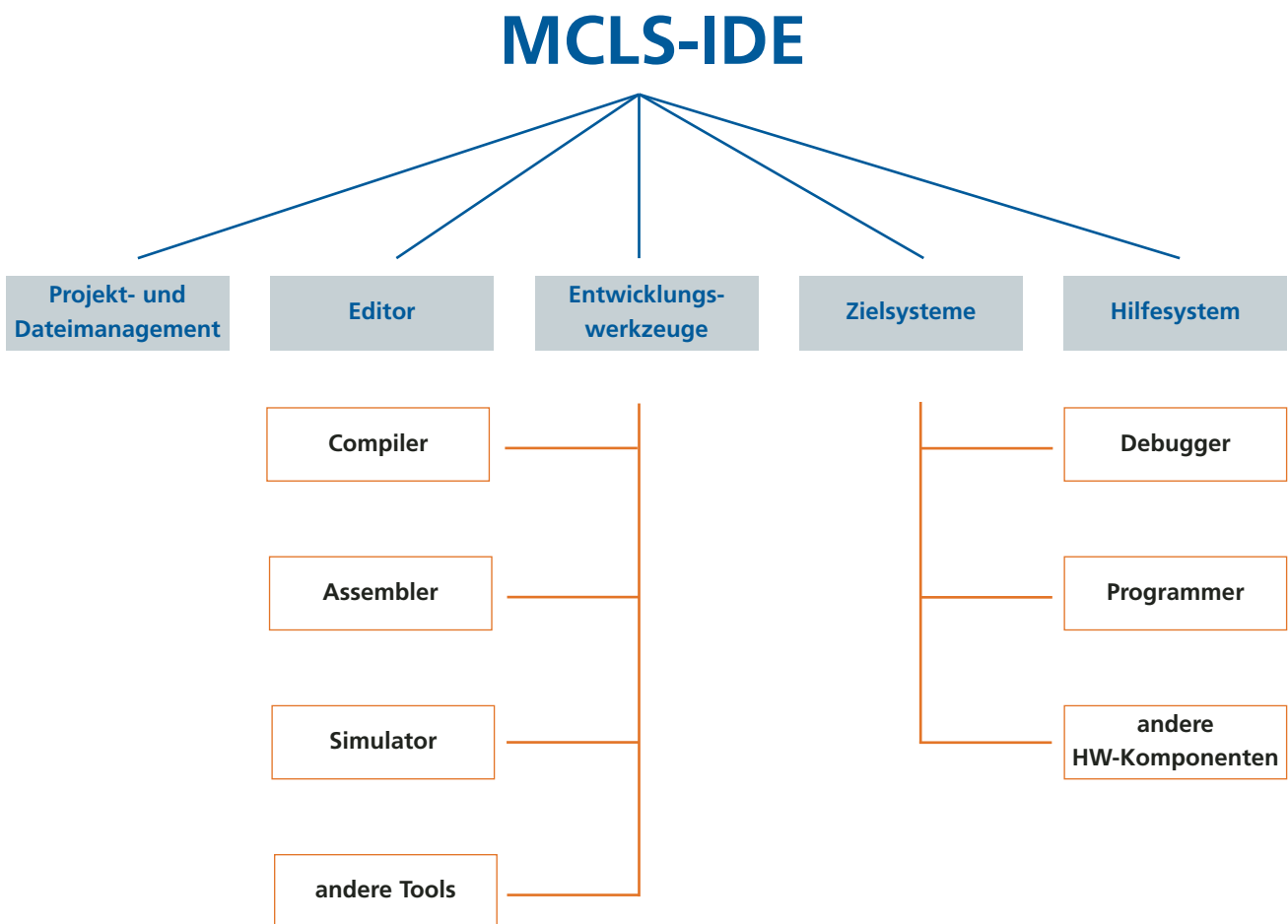


# Konsequente Modularität

## Integrated Development Environment (IDE)

Die IDE für Windows NT, 2000 und Windows XP übernimmt folgende wesentliche Aufgaben im Gesamtsystem:

- Integrationsfunktion für alle notwendigen Software-Entwicklungswerkzeuge
- Projektmanagement unter dem Gesichtspunkt verschiedener Targetsysteme
- Nutzbarkeit der modernen Bedienkonzepte von Windows NT, 2000 oder XP
- Bereitstellung von Schnittstellen für die flexible Einbindung von Entwicklungstools



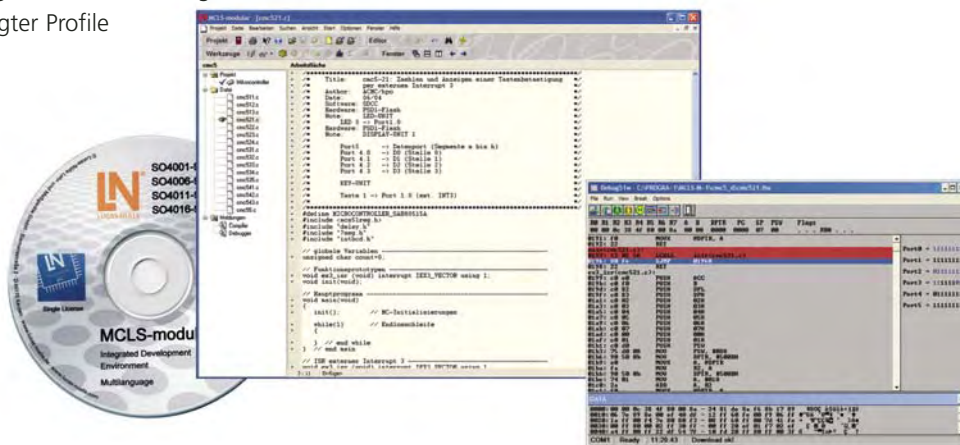
## Softwarekomponenten

MCLS-modular<sup>®</sup> ist umfassend flexibel und offen bezüglich controllerspezifischer Programmiersoftware, d. h.:

- Software unterschiedlicher Hersteller einsetzbar
- einheitliche Bedienoberfläche (IDE) für Windows NT, 2000 und Windows XP
- direkter Support über Internet
- höchste Zuverlässigkeit und Stabilität im Schulungs- und Lehrbetrieb
- systematischer, übersichtlicher und ergonomischer Versuchsaufbau
- an jedem beliebigen PC-Platz nutzbar
- Nutzung als Entwicklungsplattform möglich

## Software

- Programmiersprachen sind Assembler und C
- Bestandteile: integrierte Assembler, Debugger, Simulatoren und Compiler
- Projektmanagement
- mehrsprachige Programmunterstützung
- Nutzung vorgefertigter Profile



## Teachware

- große Auswahl an Kursen
- umfassender Theorieteil
- farbige Illustrationen
- angeleitete Experimente
- getrennter Lehrer- und Schülerteil
- Lehrerteil mit integrierten Lösungen
- Dokumentation der Messergebnisse
- Wissenstest



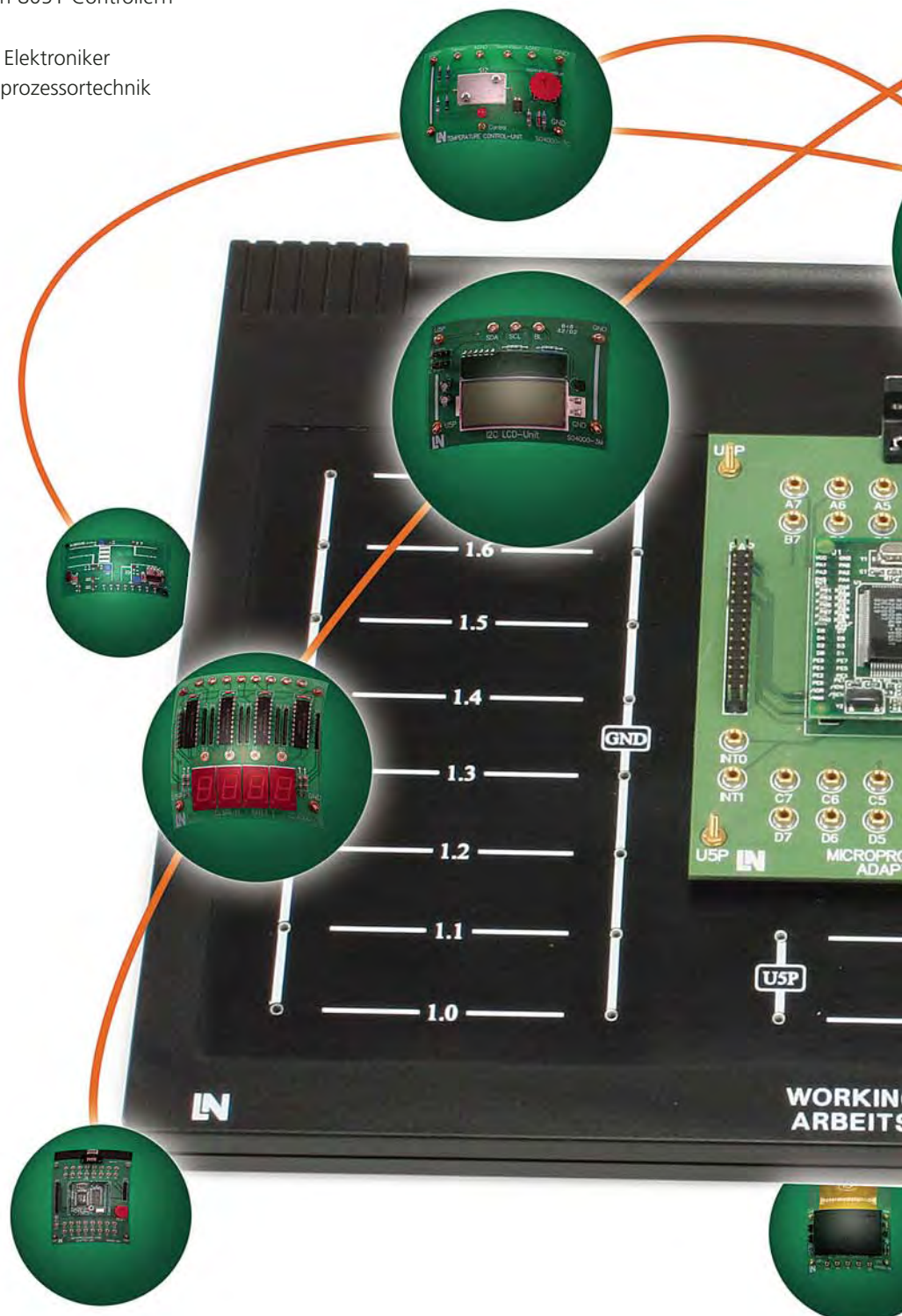
# Das Trainingssystem MCLS-modular®

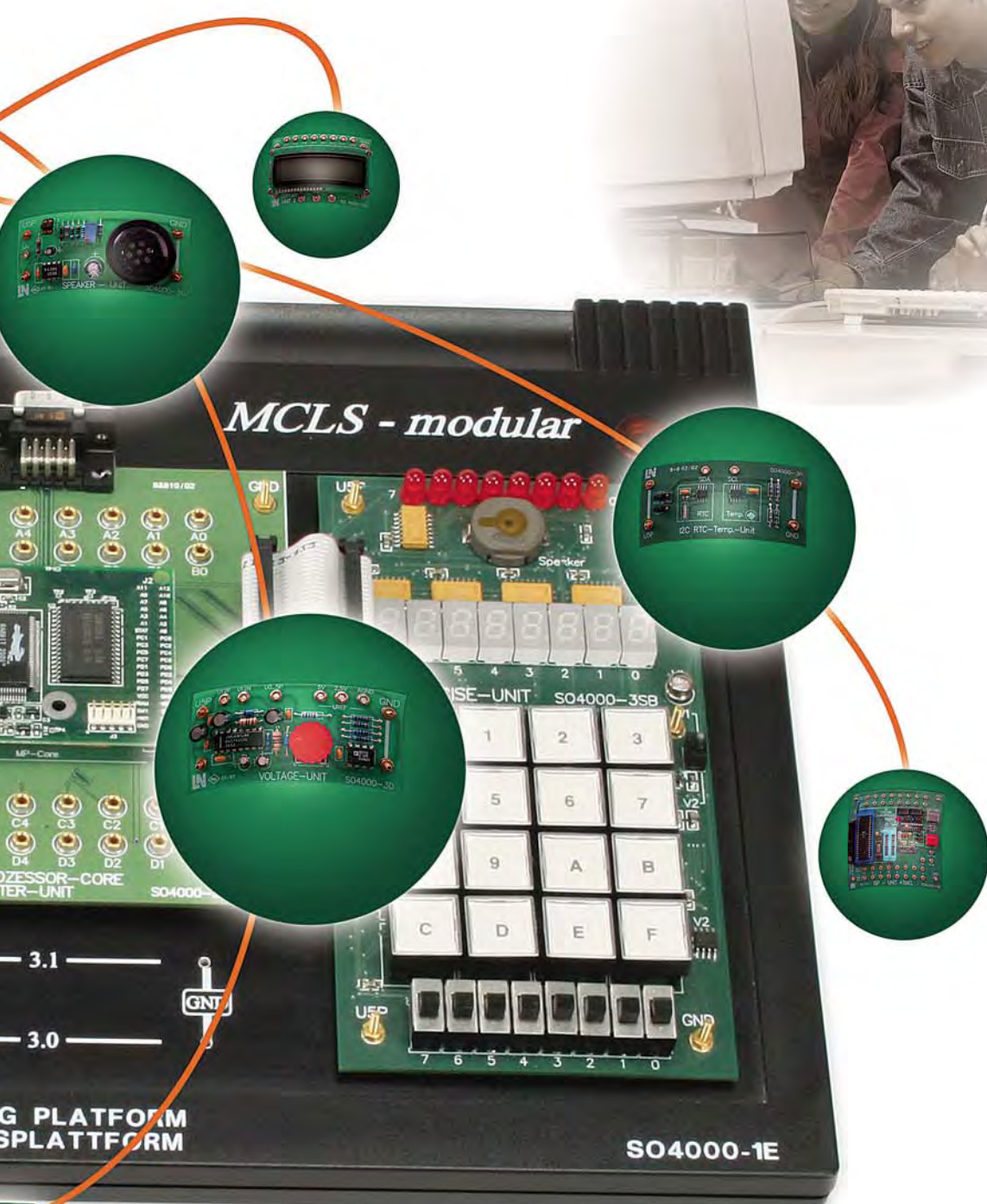
## Vollständig, einfach zu bedienen, praxisnah

Mit dem MCLS-modular® wird umfassendes Wissen aus den Bereichen

- Grundlagen der Mikrocomputertechnik
- Assembler- und C-Programmierung von 8051 Controllern für Systeminformatiker
- Programmieren mit dem PIC16F84 für Elektroniker
- Grundkurs Programmierung der Mikroprozessortechnik
- Digitale Signalverarbeitung (DSP)
- C-Programmierung mit 32-Bit ARM

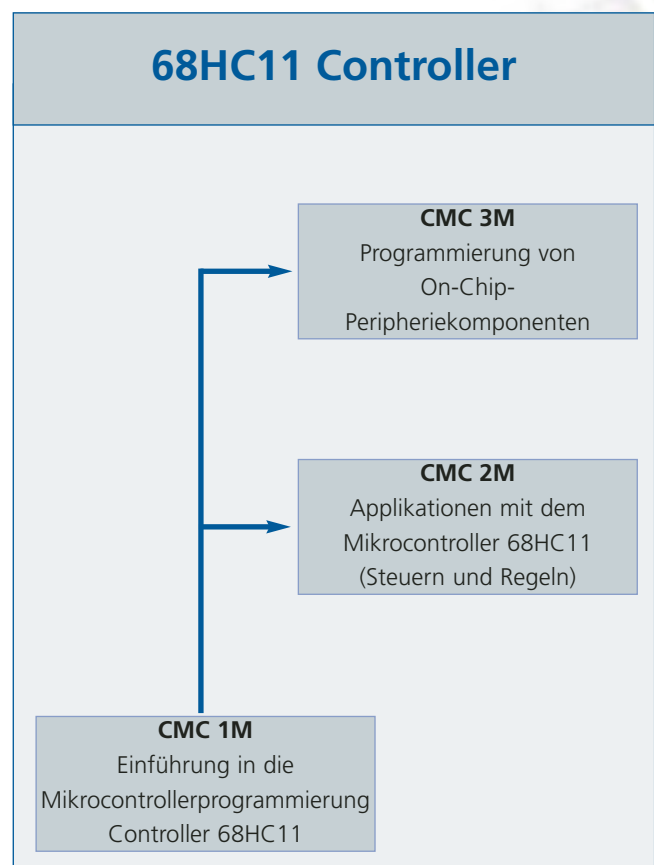
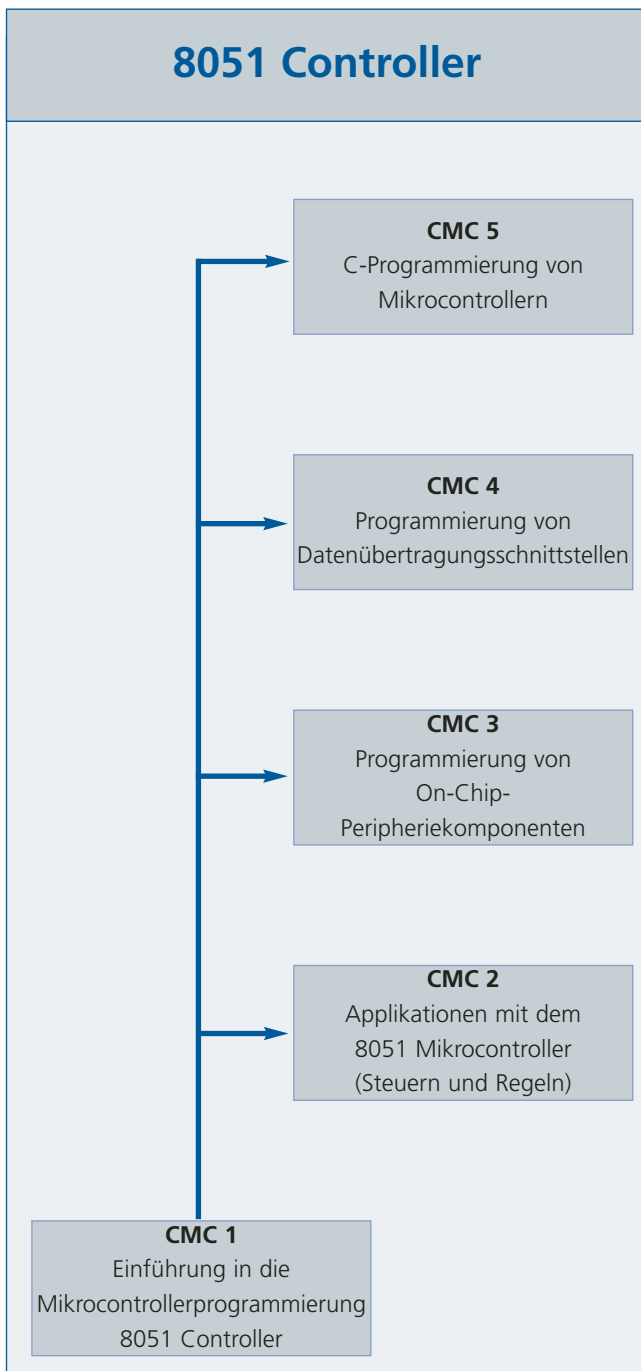
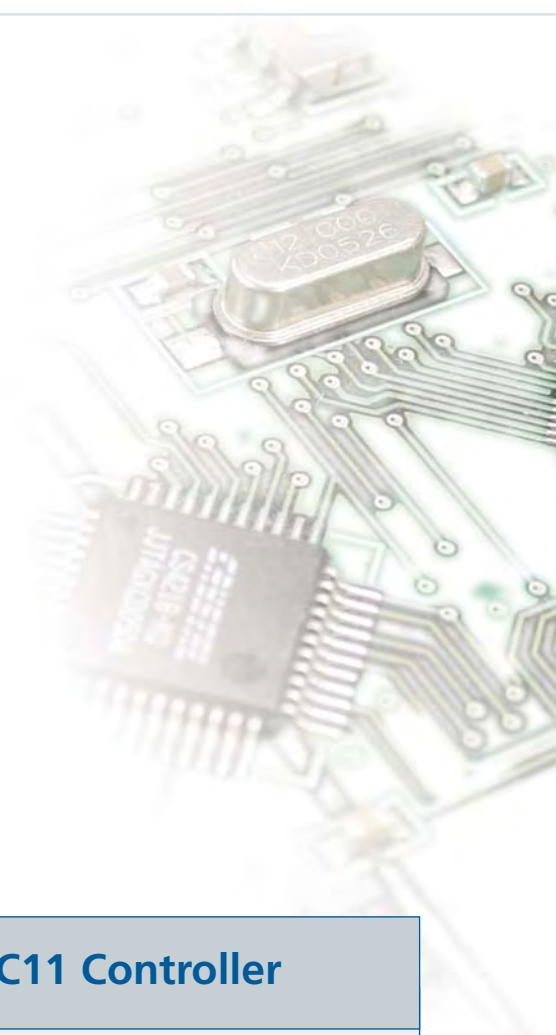
vermittelt.

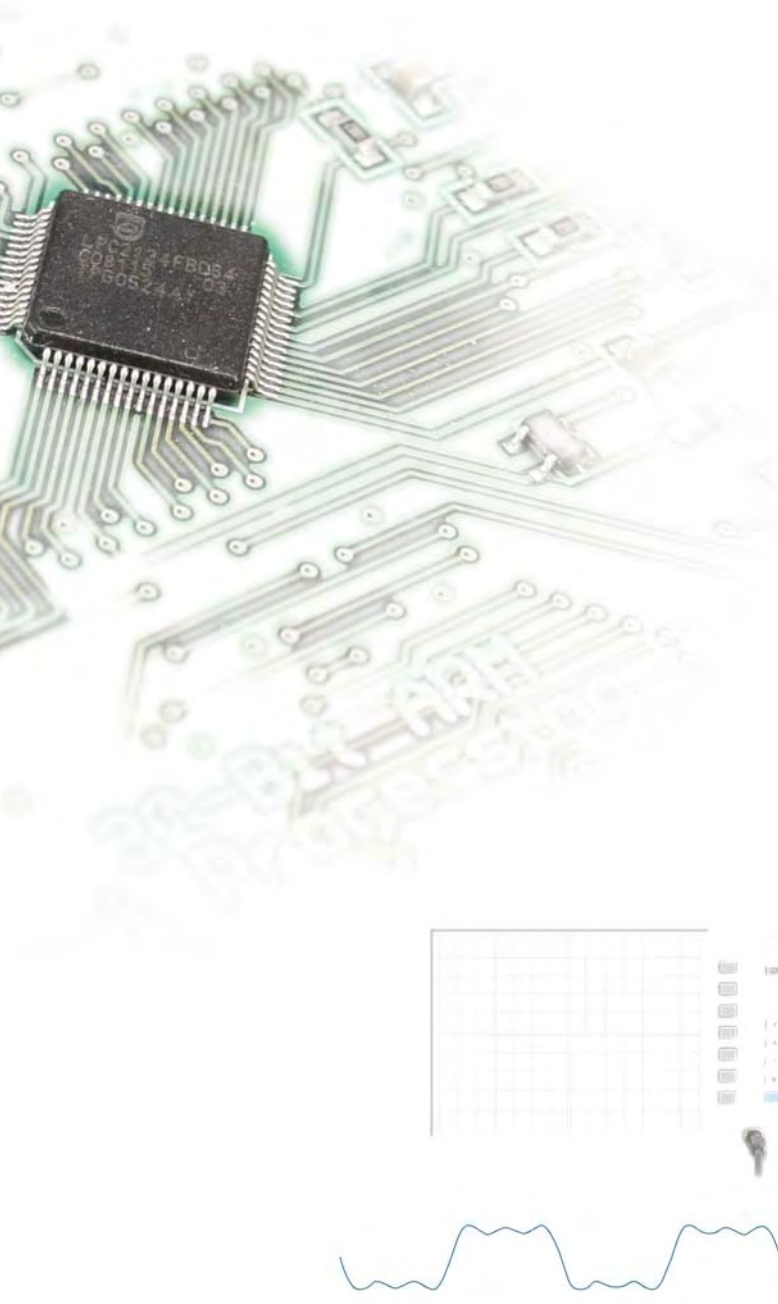




# Das Trainingssystem MCLS-modular®

Alles auf einen Blick





## DSP/32-Bit Cores

### CMD 2

Anwendungen der  
Digitalen  
Signalverarbeitung



### CMC 12

Programmierung mit  
32-Bit Advanced-RISC-  
Machine-Cores

### CMD 1

Einführung in die  
Digitale  
Signalverarbeitung

## Programmierung für Systemelektroniker

### CMC 10

Programmierung mit  
dem Mikrocontroller  
PIC16F84

## Mikroprozessor-Technik

### CMP 1

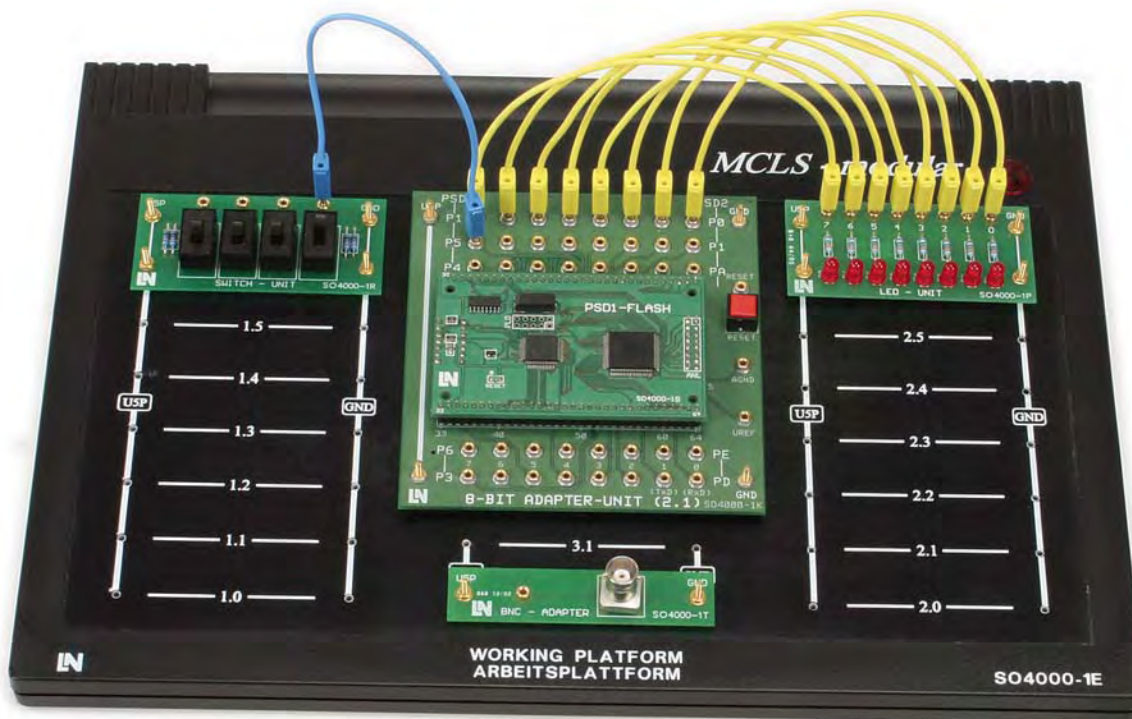
Grundkurs  
Mikroprozessortechnik

# Einführung in die Mikrocontrollerprogrammierung

## Grundausrüstung

Lernfeld 8 "Systeminformatiker"

In allen Bereichen der Elektrotechnik und Elektronik finden Mikrocontroller Anwendung. Durch ihre weite Verbreitung sind Funktionsweise und Programmierung bereits zum obligatorischen Grundwissen bei Technikern und Ingenieuren geworden – unabhängig von ihrer Ausrichtung.



Versuchsbeispiel CMC 1

## Lehr- und Versuchsinhalte

- Aufbau und Funktionsweise eines Mikrocontrollers (interne Struktur)
- Arbeitsweise eines Mikrocontrollers (Timing, ALU, I/O-Ports)
- Einführung in die Assembler-Programmierung und Entwicklungsumgebung
- Einführung in die strukturierte Programmierung am Beispiel eines Lauflichtes
- Peripherie des Mikrocontrollers (Ports, Takt, Reset)
- Speicherstruktur und Befehlsliste des Mikrocontrollers
- Testen und Finden von Fehlern in den Programmen mittels Debugger (Konfiguration, Prozedurschrittbetrieb, Einzelschrittbetrieb, Breakpoints)
- Problemanalyse: Lösungsansatz, Strukturentwurf, Programmierung und Testen

## Klare Vorteile für Sie

Mit dem Modul "Einführung in die Mikrocontrollerprogrammierung" verfügen Sie über:

- eine allgemeingültige Einführung in die Funktionsweise und Programmierung von Mikrocontrollern
- eine Grundausrüstung, die durch Ergänzung mit Ausbildungsmodulen zu einer vollständigen Ausbildungsplattform für die Mikrocomputertechnik ausgebaut werden kann
- die Möglichkeit, zwischen einem 8051 Controller oder einem Controller mit Motorola-Befehlssatz zu wählen

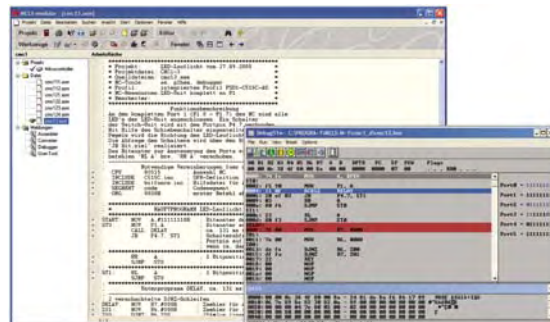
## Hardwarekomponenten der Grundausrüstung

- Arbeitsplattform mit Netzteil
- Mikrocontrollermodul mit Adaptermodul
- LED-Modul
- Schaltermodul
- Tastenmodul
- Bustreibermodul
- BNC-Adapter zum Anschließen externer Messgeräte



## Softwarekomponenten

- viersprachige Entwicklungsumgebung IDE, speziell auf die Belange der Ausbildung abgestimmt
- Bereitstellung der Entwicklungsumgebung als Einzel- und Mehrplatzlizenzen, als Netzwerklizenz für Labore mit vernetzten Rechnern oder unter der Verwendung von Hardwareschutzmodulen der Festplatten
- Bereitstellung und automatische Installation aller notwendigen Entwicklungstools



## Teachware

- farbig illustrierte Experimentieranleitung
- gebunden
- inklusive CD-ROM mit Listings zu den Versuchen sowie Schülerteil als PDF-Dokument



## Bestellhinweise

### Bezeichnung

Einführung in die Mikrocontrollerprogrammierung 8051 Controller  
Einführung in die Mikrocontrollerprogrammierung Controller 68HC11

### Artikelnr.

CMC 1  
CMC 1M

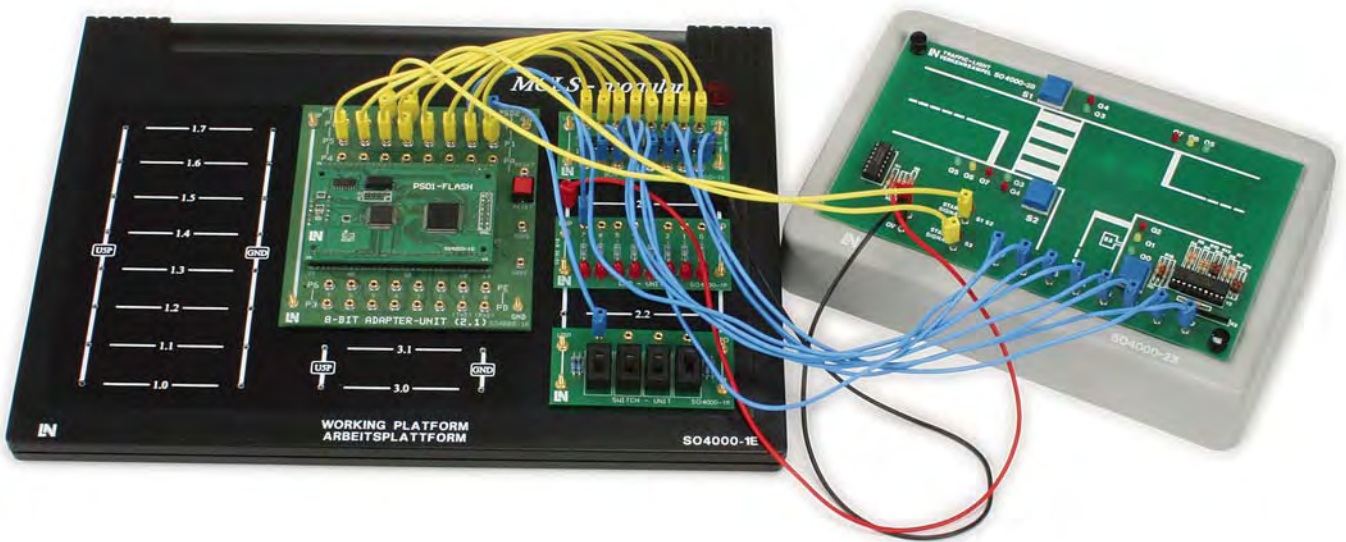
# Steuerungen mit Mikrocontrollern

## Entwurf und Realisierung

Lernfeld 8 "Systeminformatiker"

Viele Prozesse bedürfen der Steuerung oder der Regelung. Setzt man in Fertigungsprozessen SPS-Systeme ein, so steuert und regelt diese innerhalb von elektronischen Geräten meist ein Mikrocontroller.

Der Schwerpunkt der Ausbildung in diesem Modul liegt in der strukturierten Programmierung komplexer Steuerungen. Zum Testen und Visualisieren des Prozesses werden spezielle Anwendungsmodelle zur Verfügung gestellt.



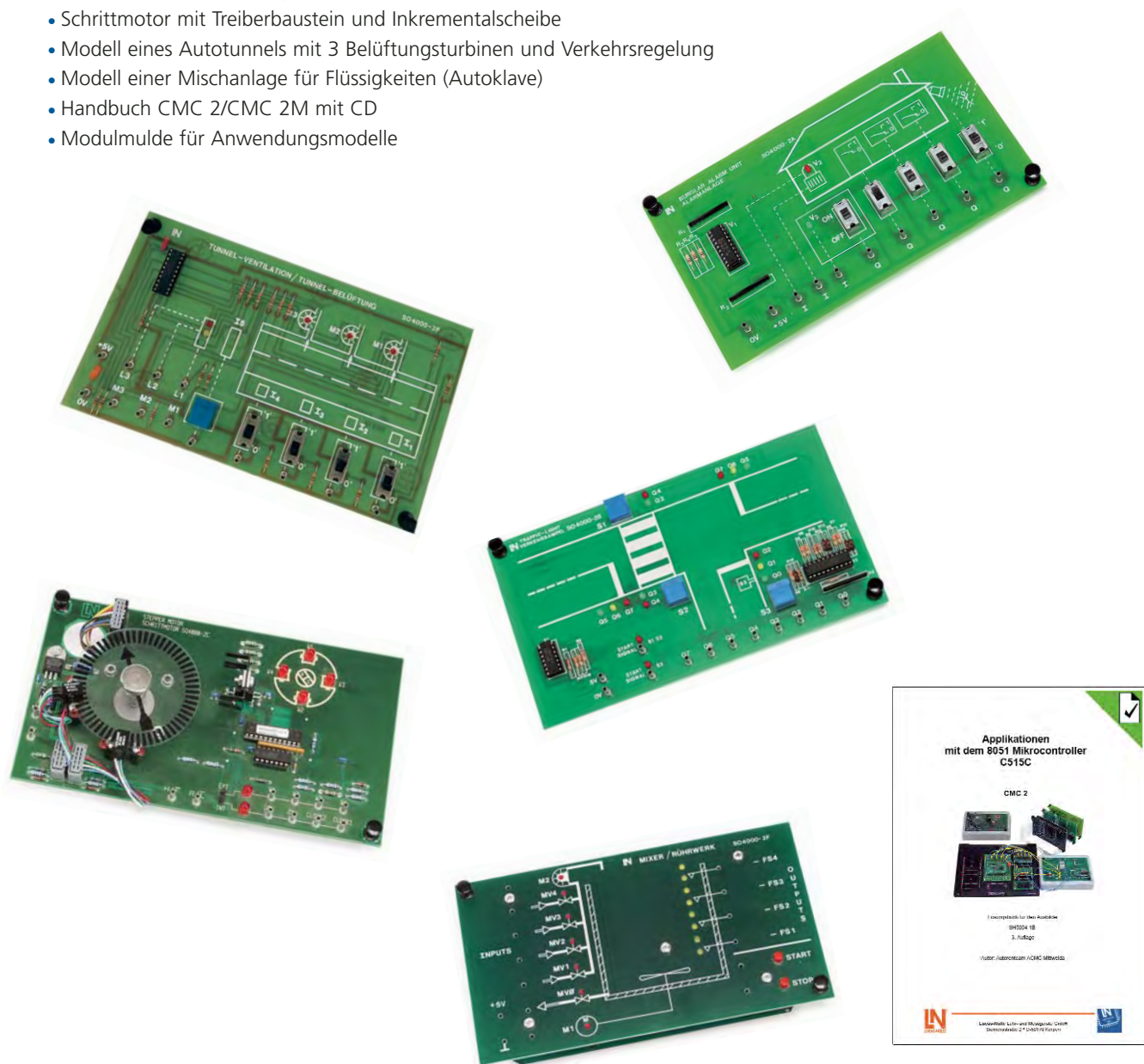
Versuchsbeispiel CMC 2

## Lehr- und Versuchsinhalte

- Einführung in die strukturierte Programmierung mit einfachen Portoperationen
- Steuerung einer Alarmanlage unter Einsatz von Unterprogrammen
- sequentielle Steuerung einer Ampelanlage mit den Schwerpunkten:
  - Werte-Tabellen
  - Interrupts
  - kontinuierliche und nach Anforderung gesteuerte Abläufe
- Steuerung eines Schrittmotors mit den Schwerpunkten:
  - kontinuierliche Abläufe
  - Werte-Tabellen
  - große Zahlen
  - 2-Byte-Register
- Steuerung einer Tunnel-Belüftungsanlage mit den Schwerpunkten:
  - Werte-Tabellen
  - Unterprogrammtechnik
- Steuerung eines Rührwerks mit den Schwerpunkten:
  - Füllstandsregelung
  - Unterprogrammtechnik mit Parameterübergabe
  - Setzen von Merker-Bits bei Tastenbetätigung

## Ergänzung zur Grundausstattung

- Modell einer Gebäudealarmanlage
- Modell einer Verkehrsampel
- Schrittmotor mit Treiberbaustein und Inkrementalscheibe
- Modell eines Autotunnels mit 3 Belüftungsturbinen und Verkehrsregelung
- Modell einer Mischanlage für Flüssigkeiten (Autoklave)
- Handbuch CMC 2/CMC 2M mit CD
- Modulmulde für Anwendungsmodelle



## Bestellhinweise

### Bezeichnung

Applikationen mit dem 8051 Mikrocontroller  
Applikationen mit dem 68HC11 Mikrocontroller

### Artikelnr.

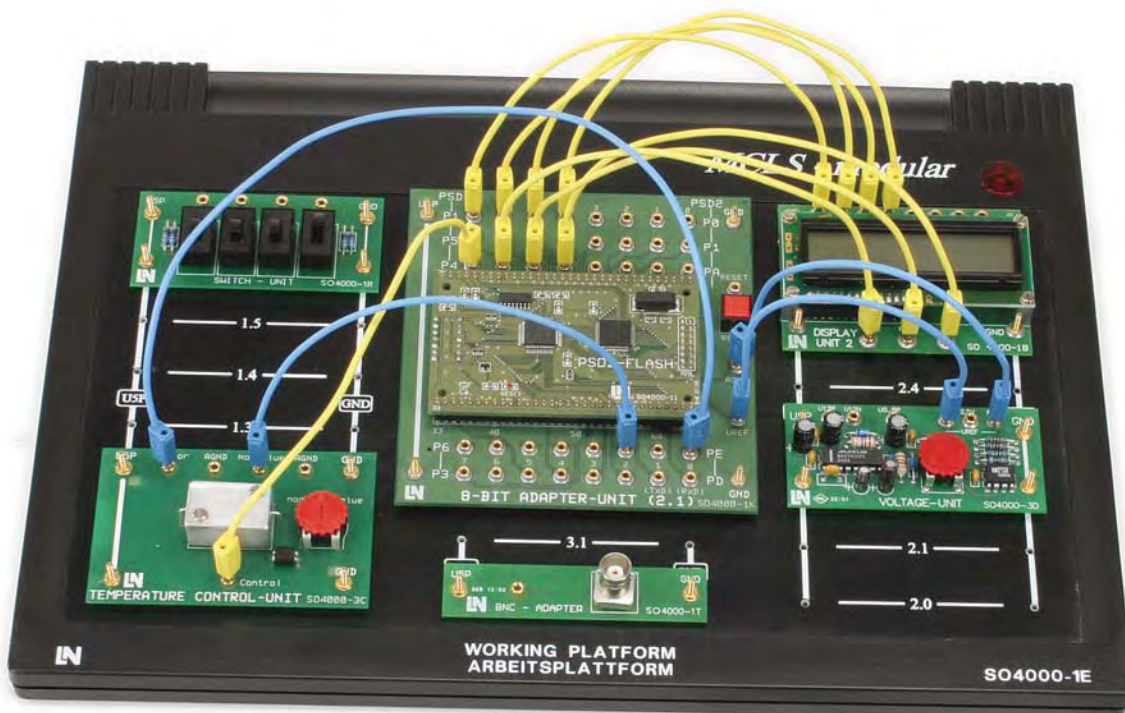
CMC 2  
CMC 2M

# Programmierung der Mikrocontrollerperipherie

## On-Chip Integration

Lernfeld 8 "Systeminformatiker"

Die Idee der On-Chip-Integration basiert neben der Erzielung einer hohen Verarbeitungsleistung auch auf einer funktionellen Integration bei geringen Systemkosten. So sind neben dem Prozessorkern und den verschiedenen Speicherelementen typische Peripheriefunktionen eines Mikrocomputersystems mit auf dem Chip integriert.



Versuchsbeispiel CMC 3

## Lehr- und Versuchsinhalte

- Einführung in die Funktion und Verwendung von Interrupts
  - was ist ein Interrupt?
  - Interruptvektor und Interruptvektortabelle
  - Ablauf einer Interruptannahme
  - Interruptfreigabe
  - Interruptprioritäten
- Timerprogrammierung
  - wichtige grundlegende Begriffe
  - Hauptkomponenten eines Timers
  - die Funktionen "Zähler" und "Zeitgeber"
  - Autoreload
  - Compare-Modus
  - Capture-Modus
- Analog-Digital-Umsetzer im Einsatz
  - Eigenschaften des On-Chip ADU
  - Parameter
  - Zeitverhältnisse

## On-Chip-Peripheriekomponenten

- Ein- und Ausgabeports
- Timer
- Analog-Digital-Umsetzer
- Kommunikationsinterface
- externe Interrupts
- WatchDogTimer
- RealTimeClock
- Stromsparfunktionen

## Ergänzung zur Grundausstattung

- 7-Segment Displayanzeige
- LC-Display
- Temperaturregelmodul mit Heizelement  
Temperatursensor und Sollwerteinstellung
- Referenzspannungsmodul
- Lautsprecherausgabemodul
- Funktionsgenerator
- Handbuch CMC 3 mit CD



## Klarer Vorteil für Sie

Da nahezu alle diese On-Chip-Komponenten interruptfähig sind, ergänzt ein programmierbares Interrupt-System die integrierten Peripheriefunktionen.

## Bestellhinweise

### Bezeichnung

Programmierung von On-Chip Peripheriekomponenten (8051 Controller)  
 Programmierung von On-Chip Peripheriekomponenten (68HC11 Controller)

### Artikelnr.

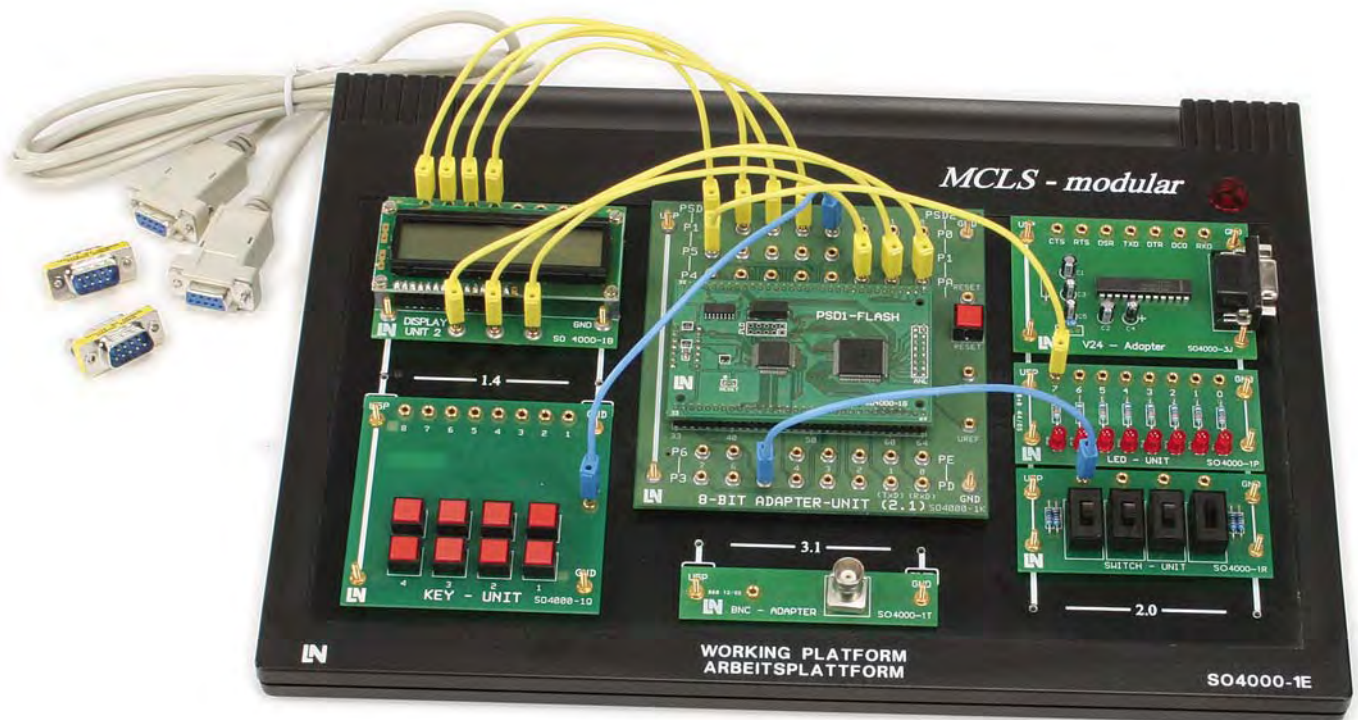
CMC 3  
 CMC 3M

# Programmierung von Datenübertragungsschnittstellen

## Serielle und parallele Schnittstellen

Erweiterung des Lernfelds 8 "Systeminformatiker"

Die Übertragung digitalisierter Informationen spielt bei der Kommunikation zwischen Computern, Steuerungen, Messgeräten, Sensoren, Aktoren und vielen anderen Geräten und Komponenten der elektronischen Gerätetechnik eine wichtige Rolle. Bei der seriellen Kommunikation gibt es sehr viele verschiedene technische Ausführungen, die insbesondere Verfahren zur Synchronisation, Signalcodierung, Steuerungsprotokolle und Sicherungsverfahren anbelangen. In diesem Modul werden einige ausgewählte Aspekte der asynchronen Datenübertragung anhand der RS232- oder V24-Schnittstelle näher betrachtet.



Versuchsbeispiel CMC 4

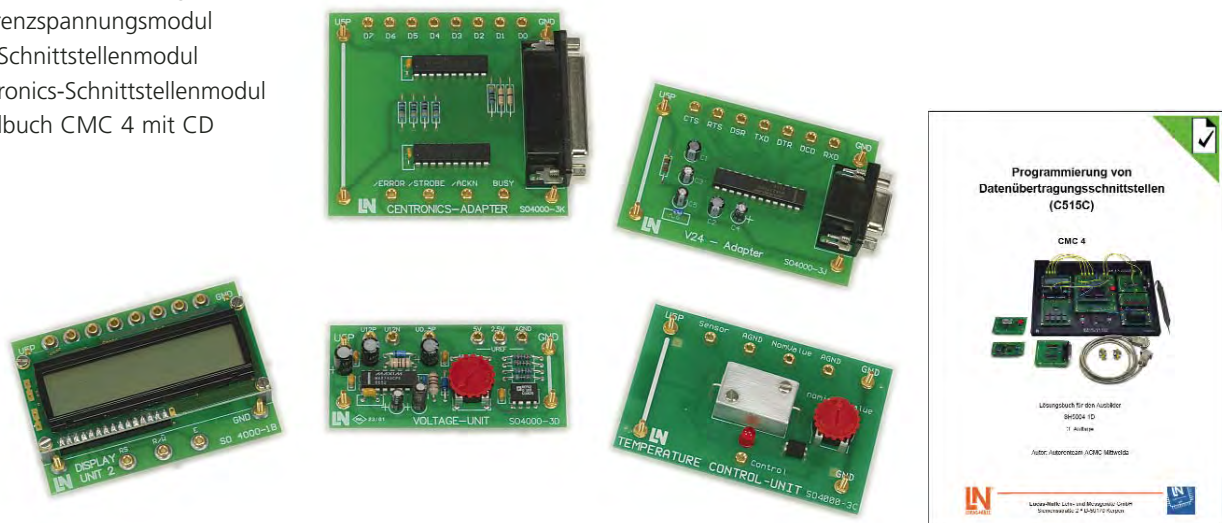
## Lehr- und Versuchsinhalte

- Datenkommunikation über das serielle Interface des Mikrocontrollers
  - Basisfunktionen einer asynchronen seriellen Schnittstelle (Parameter, Protokolle)
  - asynchrones, serielles Interface des Mikrocontrollers
  - Programmbeispiele für das serielle asynchrone Interface (On-Chip) wie das Senden von Messwerten an den PC
- serielle Kommunikation über eine V24-Schnittstelle zwischen 2 Datenendgeräten (mit und ohne Hardware-Handshake)
  - V24-Adapter
  - Software-UART
  - Programmbeispiele zum Austausch von Textnachrichten ohne Hardware-Handshake oder mit Empfangspufferkontrolle und Hardwarehandshake
- Datenausgabe an einen Drucker über eine CENTRONICS-Schnittstelle (paralleles Interface)
  - Protokoll der CENTRONICS-Schnittstelle
  - Programmbeispiele zur Ausgabe eines Textes und zur zyklischen Ausgabe von Temperaturmesswerten auf einen Drucker

Die Übertragung paralleler Daten findet man bei Peripherieschnittstellen wie IEC-Bus oder CENTRONICS-Interface und bei internen Kommunikationsinterfaces wie Prozessorbuse oder TTL-Ports. Als Beispiel für ein paralleles Kommunikationsinterface wird in diesem Modul die CENTRONICS-Schnittstelle näher betrachtet.

## Ergänzung zur Grundausrüstung

- LC-Display
- Temperaturregelmodul mit Heizelement, Temperatursensor und Sollwerteneinstellung
- Referenzspannungsmodul
- V24-Schnittstellenmodul
- Centronics-Schnittstellenmodul
- Handbuch CMC 4 mit CD



## Klarer Vorteil für Sie

Durch ein Nullmodemkabel-Set können zwei Mikrocontrollersysteme miteinander gekoppelt werden und die Messdaten austauschen.

## Bestellhinweise

### Bezeichnung

Programmierung von Datenübertragungsschnittstellen

### Artikelnr.

CMC 4

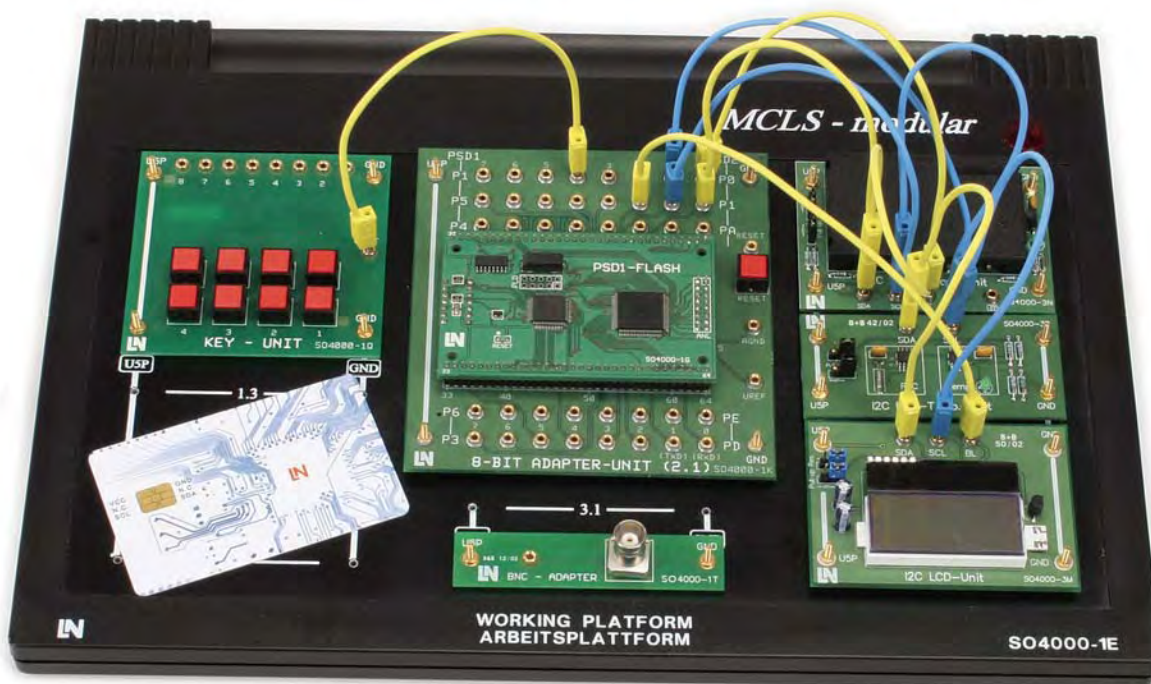
# C-Programmierung

## Hochsprachenprogrammierung

Lernfeld 8 "Systeminformatiker"

Höhere Programmiersprachen bieten bei der Programmentwicklung für Mikrocontroller eine Reihe von Vorteilen. Wesentliche Gründe für deren Einsatz sind die höhere Abstraktionsebene, die relativ einfache Portierbarkeit des Codes auf verschiedene Zielsysteme sowie das Softwaremanagement, bei dem mehrere Entwickler Teilaufgaben eines großen Projekts bearbeiten.

Von den höheren Programmiersprachen kommt C in Verbindung mit Mikrocontrollern am häufigsten zum Einsatz, weil diese Sprache einerseits weite Verbreitung in anderen Systemen gefunden hat, andererseits C der Hardware am nächsten steht. Nach oben hin ist C zu C++ kompatibel, da viele Compiler Maschinencode aus beiden Varianten generieren. Somit ist objekt-orientiertes Programmdesign möglich.



Versuchsbeispiel CMC 5

### Lehr- und Versuchsinhalte

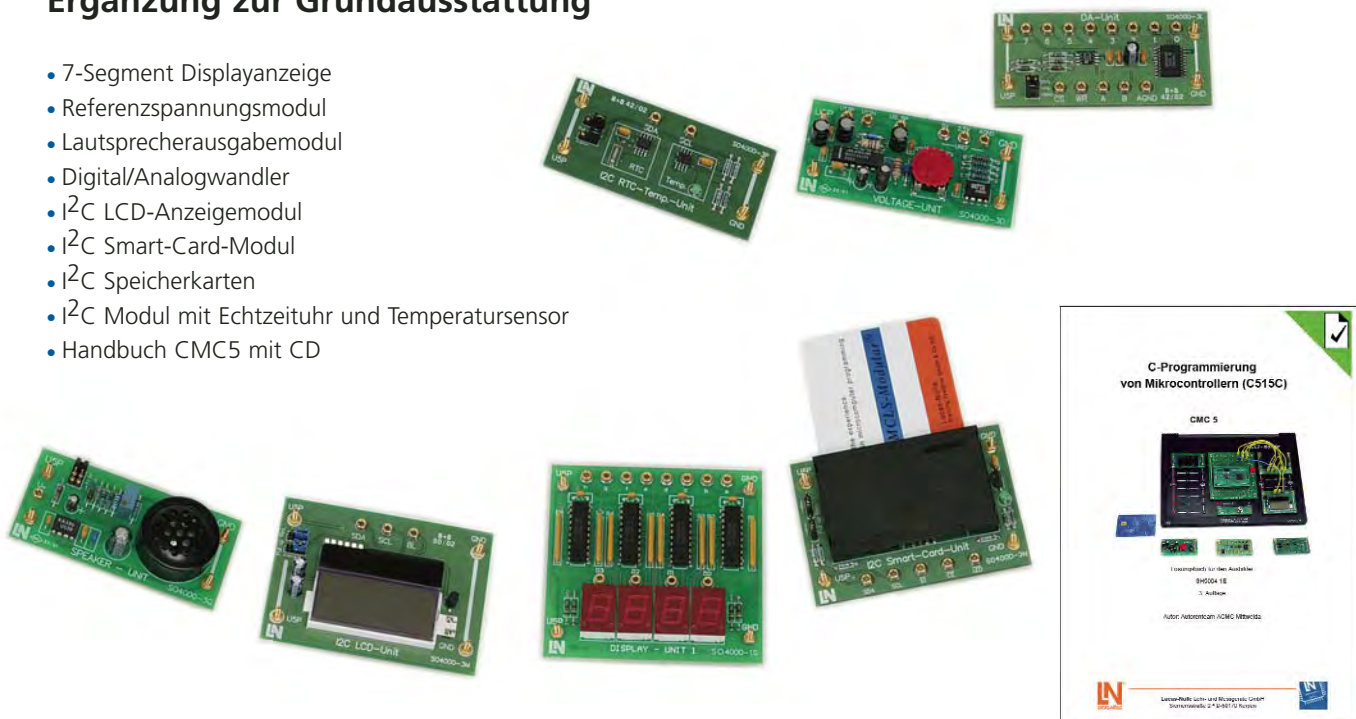
- Einführung in die Programmiersprache C
- Besonderheiten der C-Programmierung von "Embedded Systems"
- Nutzung und Bedienung des C-Compilers
- Nutzung von Funktionsbibliotheken
- Grundstruktur eines C-Programms
  - Verwendung von Ports und Pins
  - Ein-/Ausgabeoperationen
  - Verzweigungen
  - Unterprogramme
- Interrupts, externe Interrupts, Timer
  - Zählen von Ereignissen
  - Anzeigen
  - Ausgabe von Frequenzen
  - Messen von Frequenzen
- I<sup>2</sup>C-Bus
  - Funktionsweise und Steuerung des I<sup>2</sup>C-Bus
  - Nutzen von Funktionsbibliotheken
  - Steuerung eines LCD-Displays
  - Nutzung des ADU
- Einbindung komplexer Peripherie
  - Temperaturmessung mit I<sup>2</sup>C-Tempersensoren
  - Einbinden einer Echtzeituhr (RTC)
  - Datenspeicherung auf Chipkarten

Das Versuchsmodul ermöglicht eine praxisorientierte Einarbeitung in die Programmiersprache C, insbesondere in C für Embedded Systems mit Mikrocontrollern. Als Zielsystem für die in den Übungen zu realisierenden Programmlösungen kommt ein 8051 Controller zum Einsatz.

Die Auszubildenden erlernen die Grundlagen der Programmiersprache C im praktischen Experiment bei der Umsetzung moderner und praxisrelevanter Peripherieprogrammierung.

## Ergänzung zur Grundausrüstung

- 7-Segment Displayanzeige
- Referenzspannungsmodul
- Lautsprecherabgabemodul
- Digital/Analogwandler
- I<sup>2</sup>C LCD-Anzeigemodul
- I<sup>2</sup>C Smart-Card-Modul
- I<sup>2</sup>C Speicherkarten
- I<sup>2</sup>C Modul mit Echtzeituhr und Temperatursensor
- Handbuch CMC5 mit CD



## Klare Vorteile für Sie

Alle genutzten Software-Entwicklungstools, z. B. Compiler, werden für diesen Versuchscomplex einfach über Softwaremodule in die integrierte Entwicklungsumgebung eingebunden. Die zusätzliche Beschaffung von Software ist nicht notwendig!

## Bestellhinweise

### Bezeichnung

C-Programmierung von Mikrocontrollern

### Artikelnr.

CMC 5

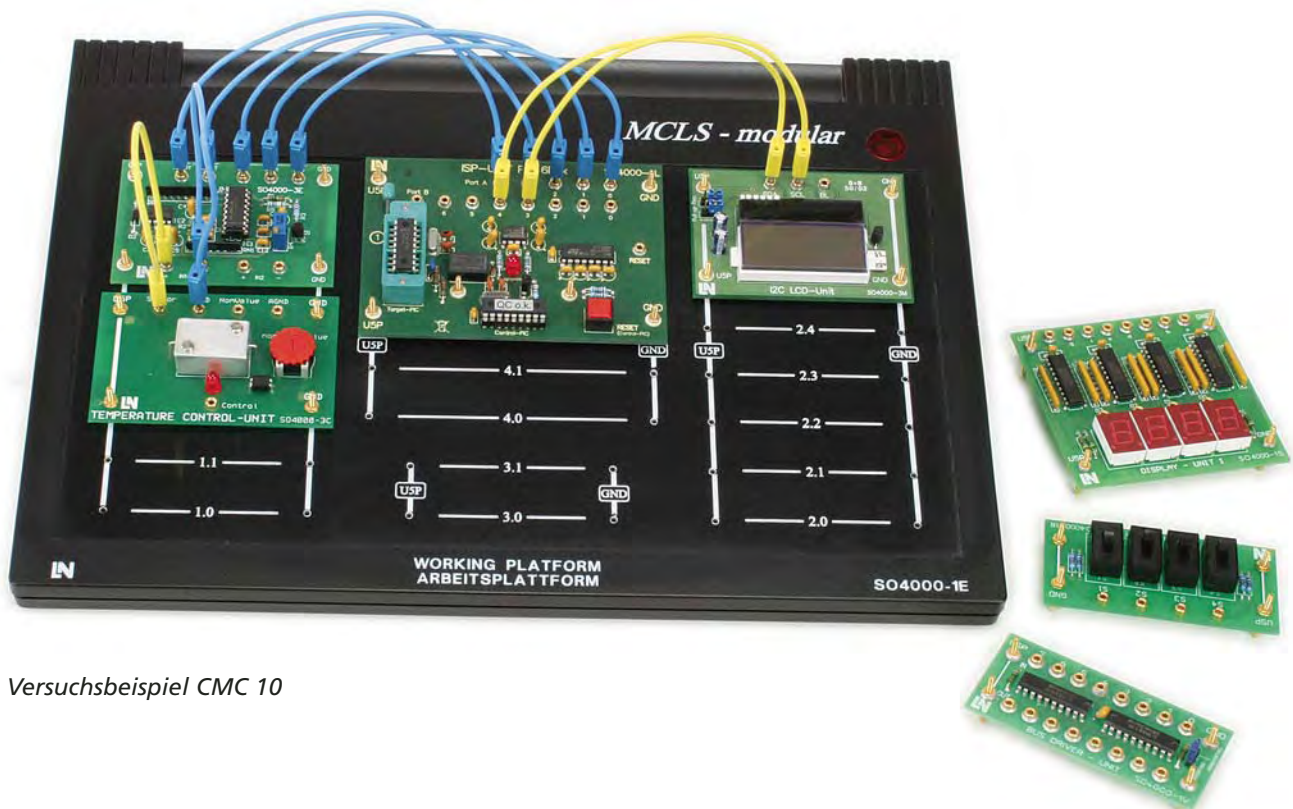
# Programmieren für Elektroniker

## Programmieren mit PIC

Lernfeld 7 "Elektroniker für Geräte und Systeme"

Elektroniker treffen heute in ihrer beruflichen Praxis permanent auf Controller oder Prozessoren. Diese Bauelemente substituieren mit ihrer Flexibilität und Leistungsfähigkeit mehr und mehr bisher übliche diskrete Schaltungen.

Der Versuchskomplex ist inhaltlich auf Auszubildende der Elektroberufe Elektroniker für Geräte und Systeme und Systemelektroniker zugeschnitten. Die Auszubildenden lernen anhand von Mikrocontrollerapplikationen mit dem PIC16F84A die Hard- und Software von Baugruppen zu konfigurieren.



Versuchsbeispiel CMC 10

### Lehr- und Versuchsinhalte

- Einführung in den Mikrorechner
- Einführung in die Entwicklungsumgebung
- Arbeiten mit einem Simulator
- Aufbau und Funktionsweise eines Mikrocontrollers (interne Struktur)
- Speicherstruktur und Befehlsliste des Mikrocontrollers
- Programmierung eines Mikrocontrollers
- parallele E/A-Ports
- Messen analoger Werte und Wandlung in digitale Werte
- Ausgabe von Werten (LED-Zeile/LCD-Display)
- der I<sup>2</sup>C-Bus
- Ausgabe von Werten auf ein I<sup>2</sup>C-Display
- integrierte fachpraktische Übung
- Analyse und Strukturentwurf
- angeleitete Implementierung
- Aufbau, Inbetriebnahme und Test
- integrierte Wissenstests

## Komplettausstattung "Programmieren mit PIC"

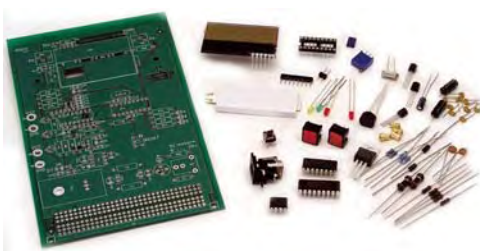
- Arbeitsplattform mit Netzteil
- Mikrocontrollermodul mit Programmerfunktion
- LED-Modul
- Schaltermodul
- Bustreibermodul
- AD-Wandlermodul 14-Bit mit SPI-Schnittstelle
- Temperaturregelmodul mit Heizelement, Temperatursensor und Sollwerteneinstellung
- I<sup>2</sup>C LCD-Anzeigemodul
- Bauteilsatz und Leiterkarte
- Handbuch CMC 10 mit CD
- IDE auf CD

## Teachware

- farbig illustrierte Experimentieranleitung
- gebunden
- inklusive CD-ROM mit Listings zu den Versuchen sowie Schülerteil als PDF-Dokument

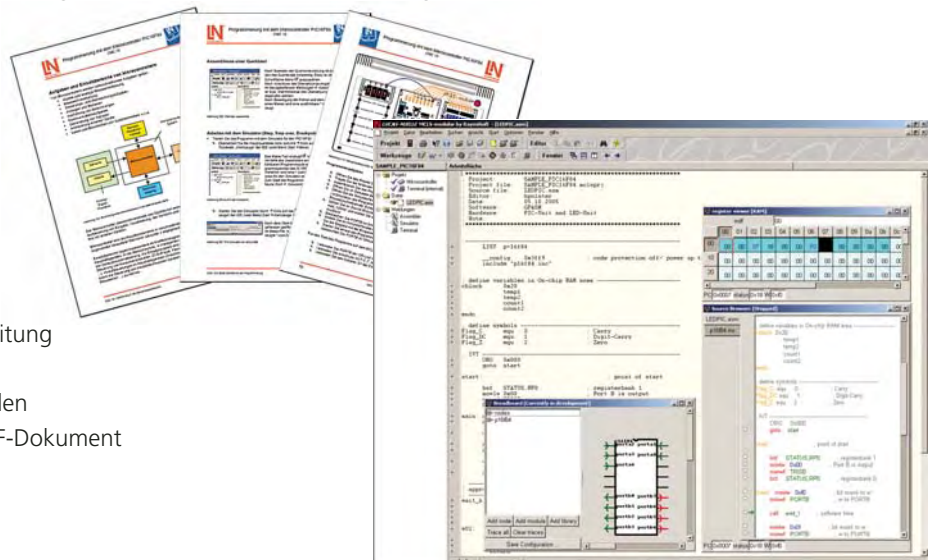
## Projektarbeit

Die fachpraktische Übung besteht aus Aufbau und Inbetriebnahme eines elektronischen Thermometers. Alle notwendigen Hardwarekomponenten wurden zusammengestellt und durch eine Anleitung ergänzt.



## Softwarekomponenten

- viersprachige Entwicklungsumgebung IDE, speziell auf die Belange der Ausbildung abgestimmt
- Bereitstellung der Entwicklungsumgebung als Einzel- oder Mehrplatzlizenz, als Netzwerklizenz für Labore mit vernetzten Rechnern oder unter der Verwendung von Hardware-schutzmodulen der Festplatten
- Bereitstellung und automatische Installation aller notwendigen Entwicklungstools wie Editor, Assembler, Simulator und Programmer



Aufbau:

- Mikrocontroller PIC16F84
- Visualisierung über 3 LEDs und eine I<sup>2</sup>C-LCD-Anzeige
- 2 Tasten als Eingabemöglichkeit
- Messung der Umgebungstemperatur mit analogem Temperatursensor
- 14-Bit AD-Wandler und SPI-Schnittstelle
- Spannungsversorgung über Steckernetzteil oder Labornetzgerät
- optionale VG-Leiste ermöglicht die Integration in Kartenslots des 19"-Formats

## Bestellhinweise

### Bezeichnung

Programmierung mit dem Mikrocontroller PIC16F84

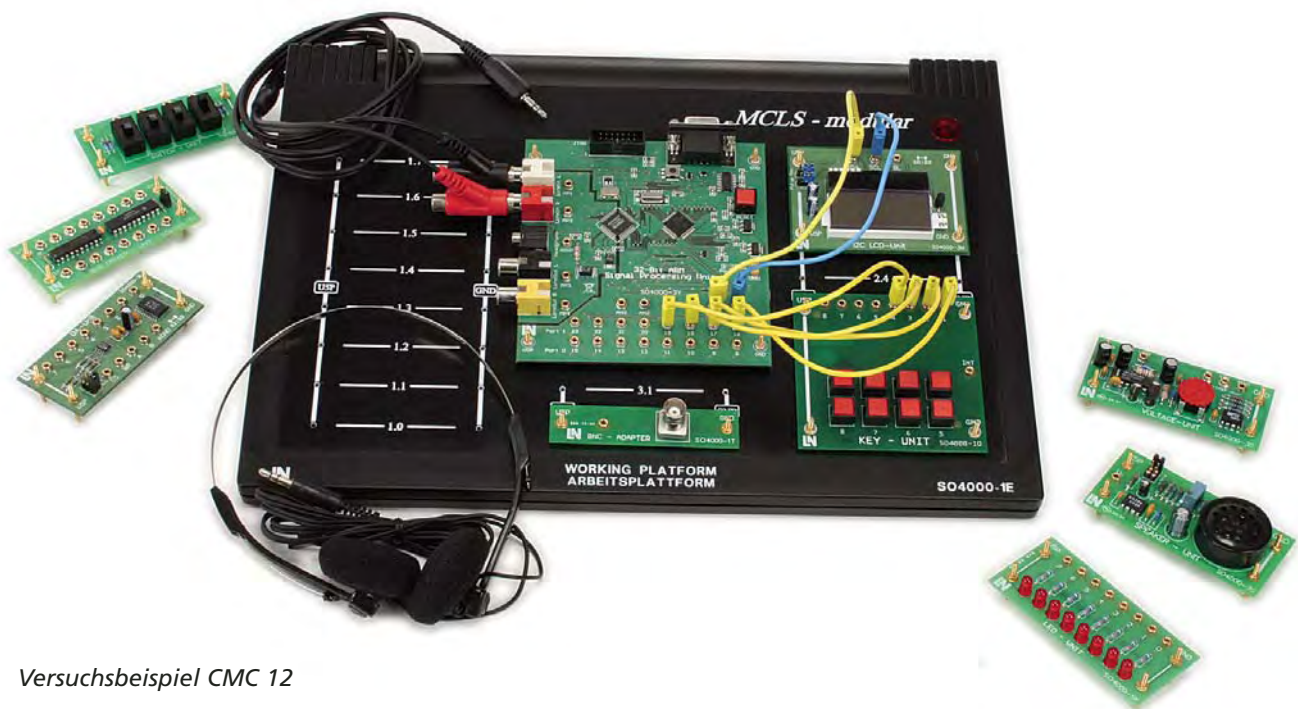
### Artikelnr.

CMC 10

# Programmierung mit 32-Bit Advanced RISC Machine Core

## ARM-Architektur

Das Lehrsystem für Mikrocomputertechnik bietet eine fundierte Ausbildung im Bereich 32-Bit Mikrocontroller mit ARM-Core. Bestens geeignet ist das System für die Hochschulausbildung in den Fachbereichen Elektrotechnik, Kommunikationstechnik, Mikrosystemtechnik und Mechatronik.

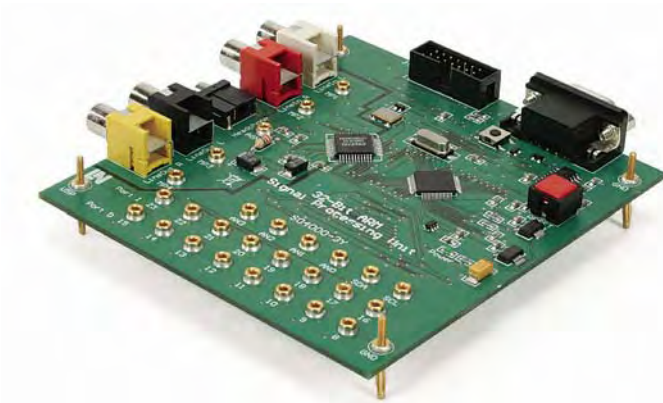


Versuchsbeispiel CMC 12

## Lehr- und Versuchsinhalte

- Einführung in die C-Programmierung für embedded Systems
- ARM-Architektur
- einfache Ein- und Ausgabeoperationen
- Unterprogrammtechnik
- Timerprogrammierung
- Interruptsteuerung
- Nutzung der On-Chip Peripherie
- CODEC-Einbindung
- Realisierung von komplexen Berechnungsalgorithmen

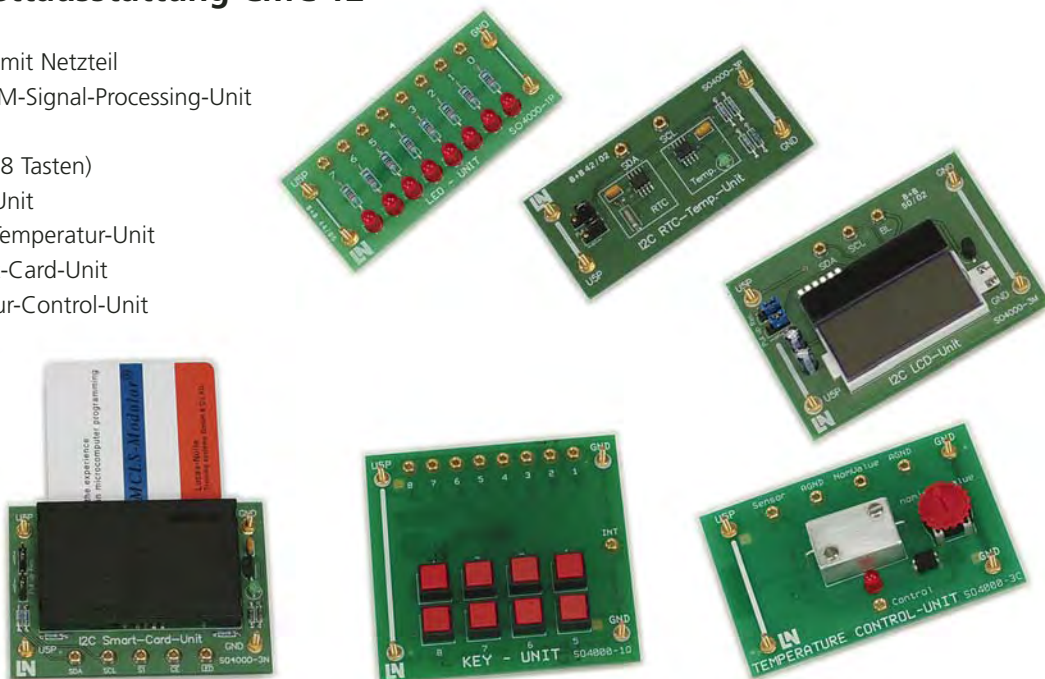
## 32-Bit ARM-Signal-Processing-Unit



- 32-Bit Mikrocontroller: ARM7TDMI-STM LPC2124
- Speicher (On-Chip): 16 kB SRAM/256kB Flash
- 18 digitale IO-Pins
- 4-Kanal 10-Bit ADU
- 2x UART
- I<sub>C</sub> bis 400 kbit/s
- 2x SPI
- Takt: extern 12MHz, mit interner PLL bis 60MHz
- 16-Bit Audio-CODEC CS4218KQ
- Samplerate 8 kHz bis 48 kHz
- Stereo-Kopfhörerausgang
- serielles Interface zur ISP-Programmierung
- JTAG-Interface für Debugging

## Komplettausstattung CMC 12

- Plattform mit Netzteil
- 32-Bit ARM-Signal-Processing-Unit
- LED-Unit
- Key-Unit (8 Tasten)
- I<sup>2</sup>C LCD-Unit
- I<sup>2</sup>C RTC-Temperatur-Unit
- I<sup>2</sup>C Smart-Card-Unit
- Temperatur-Control-Unit



## Bestellhinweise

### Bezeichnung

Programmierung mit 32-Bit Advanced RISC Machine Cores

### Artikelnr.

CMC 12

# 32-Bit Mikrocontroller

## Lernen mit den multimedialen UniTrain-I Kursen

### "Digitale Signalverarbeitung 1 und 2"

Mit der Digitalen Signalverarbeitung erreicht man in vielen technischen Prozessen innovative Lösungsansätze. Hierfür stehen neben Digitalen Signalprozessoren (DSP) auch äußerst leistungsfähige Mikrocontroller mit Support zur Verfügung. Sie bilden durch zahlreiche Applikationsfelder eine vorteilhafte Alternative zu herkömmlichen DSPs.

In Kombination mit dem multimedialen Experimentier- und Trainingssystem UniTrain-I werden Sie mittels einer klar strukturierten Lernsoftware mit Hilfe von Texten, Grafiken, Animationen und Wissenstest durch angeleitete Experimente geführt. Zusätzlich dient das UniTrain-I Interface als Mess- und Prüfinstrument.



Versuchsbeispiel CMD 1/CMD 2

### Lehr- und Versuchsinhalte

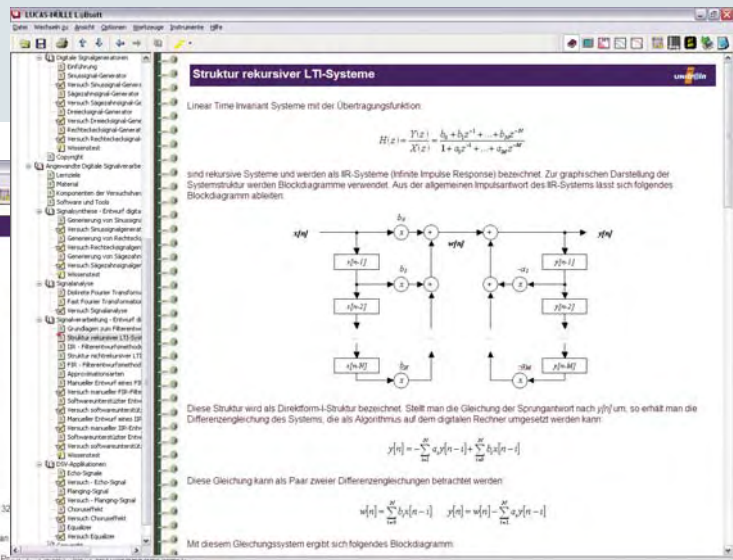
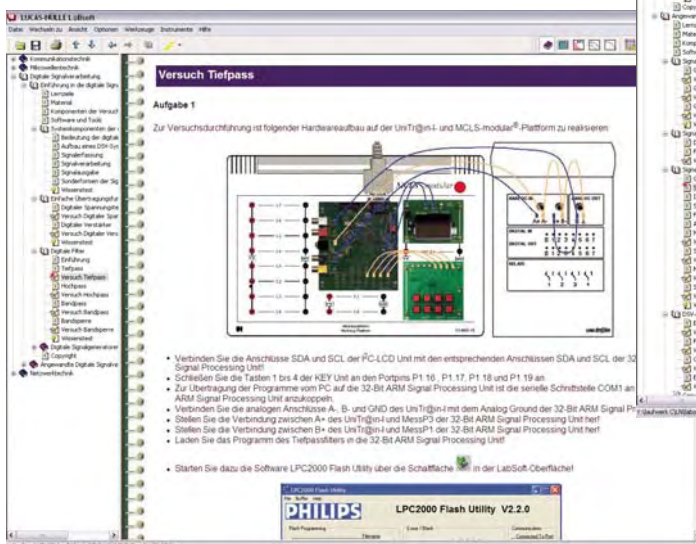
- Einführung in die Digitale Signalverarbeitung
  - Bedeutung der Digitalen Signalverarbeitung
  - Systemkomponenten der Digitalen Signalverarbeitung
  - einfache Übertragungsfunktionen
  - Digitale Filter
  - Digitale Signalgeneratoren
- Angewandte Digitale Signalverarbeitung
  - Entwurf Digitaler Filter
  - Entwurf Digitaler Signalgeneratoren
  - diskrete Fourier-Transformation
  - ausgewählte Applikationen der Digitalen Signalverarbeitung

## Ergänzungs-ausstattung zu CMC 12

- UniTrain-I Interface
- Kurse zur Digitalen Signalverarbeitung

## Klare Vorteile für Sie

- Integration von kognitiven und haptischen Lerninhalten
- starker Theorie-/Praxisbezug
- schnelle Erfolgserlebnisse durch strukturierte Kursführung
- Gliederung in
  - Lernziele/-inhalte
  - Hardwarebeschreibung
  - Softwarebeschreibung
  - Grundlagenwissen
  - Experiment
  - Wissenstest
- als Demonstrationssystem auch gut in der beruflichen Bildung einsetzbar



umfassender Theorie-teil

Versuchsaufbau

## Bestellhinweise

**Bezeichnung**  
 Einführung in die Digitale Signalverarbeitung  
 Anwendungen der Digitalen Signalverarbeitung

**Artikelnr.**  
 CMD 1  
 CMD 2

# Mikroprozessortechnik

## Anwendungsorientierte Versuche

Neben Mikrocontrollern finden auch Mikroprozessoren ihre Anwendung in industriellen Applikationen. Die ehemals klassischen Prozessoren wie 8085, 8086, Z80, 68000 leben in diesen modernen, industriegerechten Prozessoren als Derivate weiter. Moderne Prozessoren aus dem Bereich der Personalcomputer sind inzwischen hoch spezialisiert und finden in industriellen Geräten kaum noch Verwendung.



Versuchsbeispiel CMP 1

### Lehr- und Versuchsinhalte

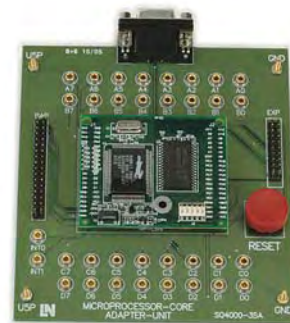
- Registersatz
- Befehlssatz
- Flags
- Adressierungsarten
- Stackfunktion
- Unterprogrammtechnik
- Interruptsystem
- Busfunktionen

### Klare Vorteile für Sie

- Kennenlernen elementarer Funktionskomponenten durch einfache Programmierübungen
- hoher Praxisbezug durch anwendungsorientierte Versuche wie das Erfassen, Auswerten und Anzeigen von Messwerten
- Arbeiten in Assembler: stellt unmittelbar Zusammenhang zwischen Mikroprozessor-Funktionalität und Programmwirkung her

## Komplettausstattung

- Arbeitsplattform mit Netzteil
- 16-Bit Mikroprozessormodul
- Experimentiermodul
- Bus-Analyser-Unit
- Handbuch CMP 1 mit CD
- IDE auf CD



## Prozessor

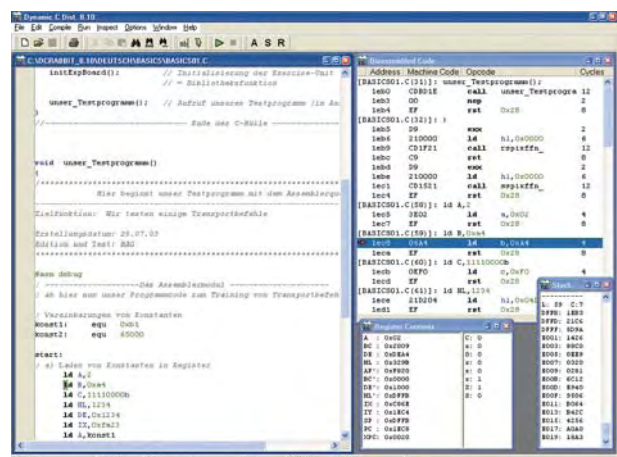
- Z-80 Derivat
- 4 verschiedene Interruptprioritäten
- weiterer RAM oder FLASH direkt an Prozessor anschließbar
- Kaltstart möglich
- 40 parallele I/O-Kanäle (mit seriellen Ports geteilt), einige Kanäle können durch Timer gesteuert werden
- 4 serielle Ports mit hohen Baudraten (1/32 vom Prozessortakt)
- integrierte Uhr, durch Batterie gepuffert
- verschiedene Timer und Counter (insgesamt 6) zur Interrupt-, Baudraten- und Pulserzeugung

## Softwareumgebung

Für die Durchführung der Versuche ist neben der Versuchshardware auch der Einsatz von Software-Entwicklungswerkzeugen notwendig. Zum Einsatz kommt eine professionelle C-Entwicklungsumgebung.

In diesem Werkzeug sind alle notwendigen Komponenten zur Programmentwicklung integriert:

- Editor
- Compiler
- Assembler
- Debugger
- Hilfefunktion



## Bestellhinweise

### Bezeichnung

Grundkurs Mikroprozessortechnik

### Artikelnr.

CMP 1

## Lucas-Nülle Lehr- und Meßgeräte GmbH

Siemensstraße 2 · D-50170 Kerpen-Sindorf  
Telefon: 02273 567-0 · Fax: 02273 567-69  
[www.lucas-nuelle.de](http://www.lucas-nuelle.de) · [vertrieb@lucas-nuelle.de](mailto:vertrieb@lucas-nuelle.de)

[www.mcls-modular.de](http://www.mcls-modular.de)

