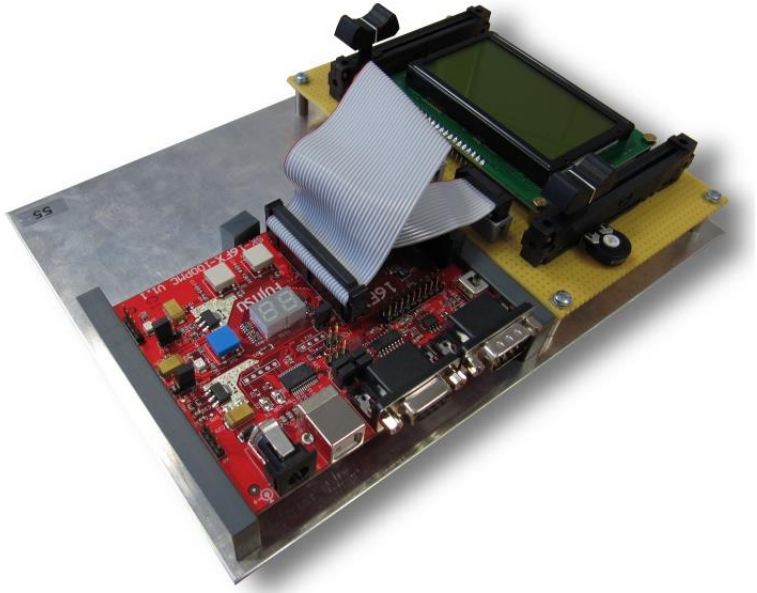
Programmierpraktikum C und C++

Embedded Systems - Einführung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT



Roland Kluge

roland.kluge@es.tu-darmstadt.de

ES Real-Time Systems Lab

Prof. Dr. rer. nat. Andy Schürr

Dept. of Electrical Engineering and Information Technology

Dept. of Computer Science (adjunct Professor)

www.es.tu-darmstadt.de

29.08.13

Entwicklungsboard

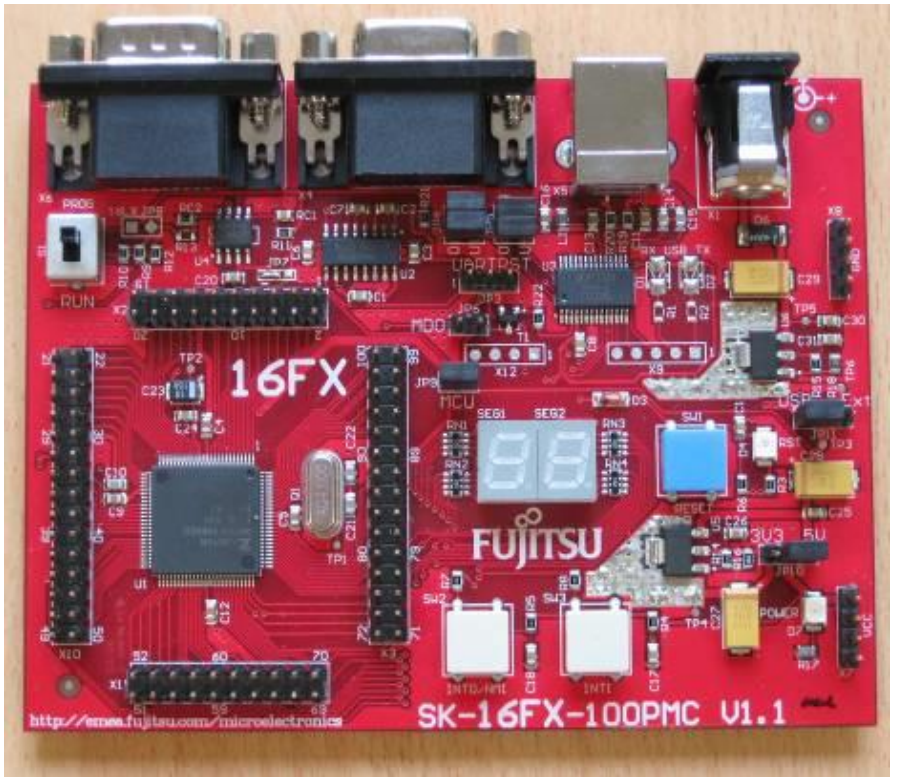
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

MB96F348HSB Mikrocontroller

- Prozessortaktung: bis 56 MHz
- RAM: 24 KiB
- Flash: 576 KiB
- 82 I/O Pins
- Analog/Digital-Wandler mit 24 Kanälen
- CAN-Controller
- ...

Starterkit SK-16FX-EUROscope

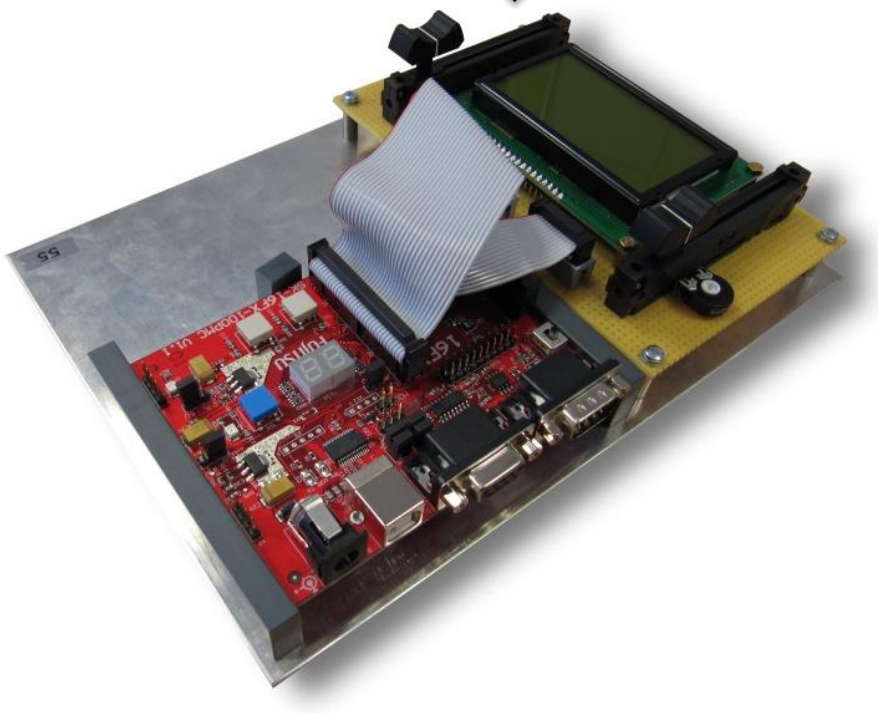
- Zwei 7-Segment-Anzeigen
- Zwei Buttons
- Stromversorgung über USB (5V)



Erweiterung am Fachgebiet

- LC-Display
  - AV128641 von Anag Vision
  - Vollgraphisch
  - 128 x 64 Pixel
  - hintergrundbeleuchtet
- Zwei Schiebepotentiometer

Eröffnet coole Anwendungsmöglichkeiten wie wir sehen werden.



C-Compiler

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

- Von Fujitsu Microelectronics Ltd.
- Unterstützt nur **ANSI C90**,
  - zusätzlich auch **einzeilige `//` Kommentare**
  - Variablendeklaration am Anfang einer Funktion (sogar Schleifenzähler)
- Compiler enthält eine interne Funktion namens **`__wait_nop()`**, die eine CPU-Instruktion zum **Warten für einen Taktzyklus** („NOP“) auslöst
- **Konstanten** werden standardmäßig im **ROM** gespeichert, nicht im RAM (RAM ist wertvoll, da nur 24 KiB zur Verfügung stehen)

Mikrocontroller: Einführung

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Keine standardisierte „Umgebung“

- Compiler kann nicht wissen, welche Komponenten angeschlossen sind
- Es gibt **keine Ausgabe** über *printf()*
- Ansteuerung externer Peripherie muss vom Entwickler selber durchgeführt werden
  - Wird zum Teil unterstützt durch fertige Bibliotheken

Mikrocontroller: Register

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Umfangreiche und flexible Hardware → erfordert Konfiguration

- Realisiert über **Register**
  - Im Controller integrierte „Variablen“ mit unterschiedlicher Größe
  - Zugriff im Code über Präprozessor-Konstanten (z.B. `PDR00`, `DDR01`,…)
  - Bedeutung unterschiedlich je nach Register
    - Ganzes oder Teil des Registers als **Zahlenwert**, z.B. als Zähler
    - Einzelne Bits als „**Schalter/Switch**“ für bestimmte Funktion, z.B. einzelnes Ausgangspin auf ***High*** oder ***Low***

Kommunikation mit Außenwelt über

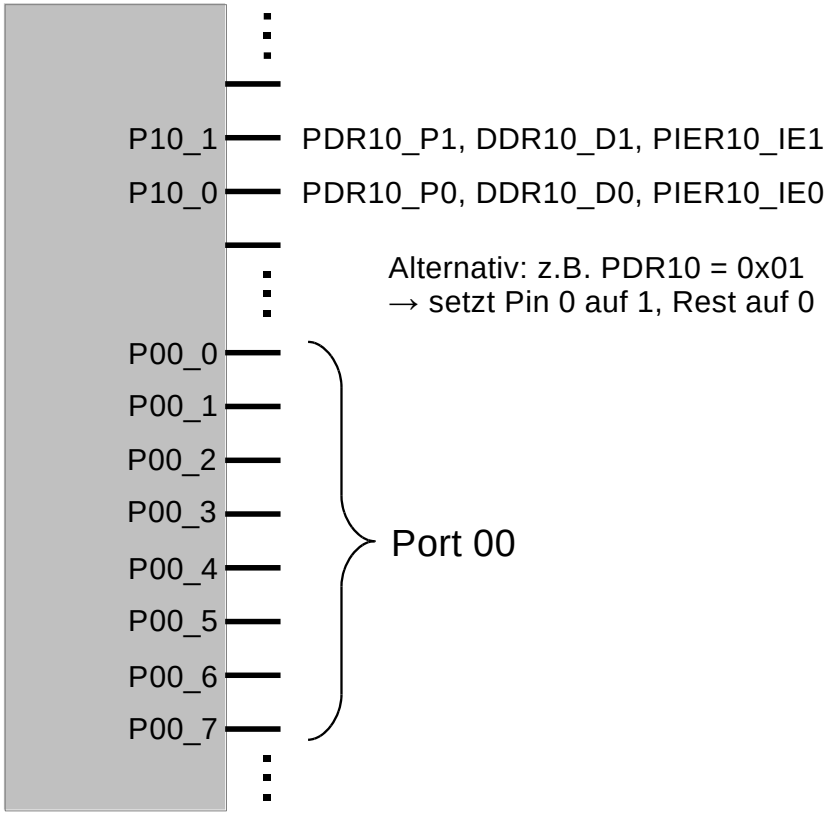
- Einzelne digitale Ein/Ausgänge
- Analoge Eingänge
- Schnittstellen, z.B.
  - USART (serielle Schnittstelle)
  - CAN (serieller Bus)

Mikrocontroller: Ports und Pins

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Digitale Ein/Ausgänge:

- Bis zu **8 Pins** zusammengefasst zu einem **Port**
- Jedes Pin hat eigene Konfiguration über mehrere Register, u.a.
  - **Port-Data-Register (PDR)**
    - Eingang: Abfrage des Zustandes
    - Ausgang: Setzen des Pegels
  - **Data-Direction-Register (DDR)**
    - Setzen auf Eingang oder Ausgang
    - 0 → Eingang, 1 → Ausgang
  - **Port-Input-Enable-Register (PIER)**
    - Bei Eingangspin den Eingang aktiv schalten



Zugriff auf Pins

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

```
/* Beispiel: Pins als Eingang */
char status;
DDR07_D0 = 0;          // Pin 0 von Port 07 als Input
PIER07_IE0 = 1;        // Pin 0 von Port 07 als Eingang aktiv

status = PDR07_P0;     // Pegel an Pin 0 von Port 07 abfragen
                       // -> Status des linken Tasters
```

```
/* Beispiel: Pins als Ausgang */
DDR00 = 0xff;  // Alle Pins von Port 00 als Output
PDR00 = 0xff;  // Alle Pins von Port 00 auf High-Pegel
               // -> Rechte 7-Segment-Anzeige komplett aus

PDR00_P7 = 0;  // Pin 7 von Port 00 auf Low-Pegel
               // -> Punkt der rechten 7-Segment-Anzeige an
```

Analog/Digital-Wandler

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

- 8 Bit oder 10 Bit Genauigkeit (wir verwenden 8 Bit)
- Verschiedene Wandlungsmodi (z.B. mehrere Eingänge sequentiell wandeln)
  - Wir verwenden **Stop Mode**: ein Kanal wird einmal pro Startsignal gewandelt
  - Start- und Endkanal erhalten bei jeder Wandlung einen identischen Wert

```
/* Beispiel */
unsigned char result;

ADCS_MD   = 3;     // ADC Stop Modus
ADCS_S10  = 1;     // 8 Bit Genauigkeit
ADER0_ADE2 = 1;    // Analoge Eingänge aktivieren: AN2 + AN3
ADER0_ADE3 = 1;    //  (ADER0: Eingänge AN0 bis AN7)

ADSR = 0x6C00 + (3 << 5) + 3;    // Start- und End-Kanal 3

ADCS_STRT = 1;              // A/D-Wandler starten
while (ADCS_INT == 0) { } // Warten bis A/D-Wandlung beendet
result = ADCRL;             // Ergebnis speichern
ADCS_INT = 0;               // Bit auf 0 für nächste Wandlung
```