

U4 4. Übung

- Besprechung Aufgabe 2
- Makros
- Register
- I/O-Ports

Systemnahe Programmierung in C — Übungen

© Jürgen Kleinöder, Michael Stilkerich, Moritz Strübe • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2010

U4.1
U4.fm 2010-05-27 16.20

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

U4-1 Makros (2)

- Funktionen:

```
#define POW2(a) (a * a)
[...]
a = POW2(4); // a = (4 * 4);
```

- Achtung:

```
#define ADD(a, b) a + b
[...]
a = ADD(7, 5) * 5; // a = 7 + 5 * 5 = 32
```

◆ Berechnungen bei Makros in Klammern setzen

```
#define ADD(a, b) (a + b)
[...]
a = ADD(7, 5) * 5; // a = (7 + 5) * 5 = 60
```

Systemnahe Programmierung in C — Übungen

© Jürgen Kleinöder, Michael Stilkerich, Moritz Strübe • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2010

U4.3
U4.fm 2010-05-27 16.20

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

U4-1 Makros

- Makros sind Textersetzung, welche vom Präprozessor aufgelöst werden. Dies passiert bevor der Compiler die Datei verarbeitet.
- Aufbau: `#define Suchwort Ersetzung`
 - ◆ Anweisungsende ist der Zeilenumbruch (kein Strichpunkt!)
- Ersetzung:

```
#define MEINE_KONST 7
[...]
a = b + MEINE_KONST; // a = b + 7
```

```
#define MEINE_ERSETZUNG = b + 7
[...]
a MEINE_ERSETZUNG; // a = b + 7
```

Systemnahe Programmierung in C — Übungen

© Jürgen Kleinöder, Michael Stilkerich, Moritz Strübe • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2010

U4.2
U4.fm 2010-05-27 16.20

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

U4-2 Register beim AVR-µC

- Beim AVR-µC sind die Register
 - ◆ in den Speicher eingebettet
 - ◆ am Anfang des Adressbereichs angeordnet
- Adressen sind der Dokumentation zu entnehmen
- vollständige Dokumentation für "unseren" Mikrokontroller ATmega32:

http://www4.informatik.uni-erlangen.de/Lehre/SS10/V_SPiC/Uebung/doc/mega32.pdf
- Für die Aufgaben benötigte Register sind auf den Folien erwähnt
 - ◆ Die Bibliothek (avr-libc), die wir verwenden, definiert bereits sinnvolle Makros für alle Register des AVR µC


```
(#include <avr/io.h>)
```

Systemnahe Programmierung in C — Übungen

© Jürgen Kleinöder, Michael Stilkerich, Moritz Strübe • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2010

U4.4
U4.fm 2010-05-27 16.20

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

1 Makros für Register-Zugriffe

- Makros mit aussagekräftigen Namen können den Umgang mit Registern deutlich vereinfachen
- Beispiel:
 - ◆ Makro für Register an Adresse 0x3b (PORTA beim ATmega32):

```
#define PORTA (*(volatile uint8_t *)0x3b)
```

- ◆ Verwenden dieses Registers:

```
volatile uint8_t *portPtr = &PORTA;
PORTA = 0; /* schreibender Zugriff */
...
if (PORTA == 0x04) /* lesender Zugriff */
  PORTA &= ~4; /* lesender und schreibender Zugriff */
*portPtr |= 1; /* Zugriff über Zeiger */
```

- Das **volatile**-Schlüsselwort verhindert, dass der Compiler Zugriffe auf das Register wegoptimiert.

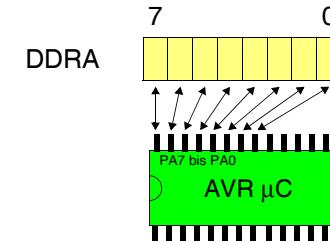
1 I/O-Port-Register

- **DDRx**: hier konfiguriert man einen Pin *i* von Port *x* als Ein- oder Ausgang
 - Bit *i* = 1 → Pin *i* als **Ausgang** verwenden
 - Bit *i* = 0 → Pin *i* als **Eingang** verwenden
- **PORTx**: Auswirkung abhängig von **DDRx**:
 - ◆ ist Pin *i* als **Ausgang** konfiguriert, so steuert Bit *i* im **PORTx** Register ob am Pin *i* ein high- oder ein low-Pegel erzeugt werden soll
 - Bit *i* = 1 → high-Pegel an Pin *i*
 - Bit *i* = 0 → low-Pegel an Pin *i*
 - ◆ ist Pin *i* als **Eingang** konfiguriert, so kann man einen internen pull-up-Widerstand aktivieren
 - Bit *i* = 1 → pull-up-Widerstand an Pin *i* (Pegel wird auf high gezogen)
 - Bit *i* = 0 → Pin *i* als tri-state konfiguriert
- **PINx**: Bit *i* gibt den aktuellen Wert des Pin *i* von Port *x* an (nur lesbar)

U4-3 I/O-Ports des AVR-μC

- Jeder I/O-Port des AVR-μC wird durch drei 8-bit Register gesteuert:
 - ◆ Datenrichtungsregister (**DDR_x** = data direction register)
 - ◆ Datenregister (**PORT_x** = port output register)
 - ◆ Port Eingabe Register (**PIN_x** = port input register, nur-lesbar)

- Jedem Anschluss-Pin ist ein Bit in jedem der 3 Register zugeordnet
 - Beispiel: DDR von Port A:



2 Beispiel: Initialisierung eines Ports

- Pin 3 von Port B (PB3) als Ausgang konfigurieren und auf V_{CC} schalten:


```
DDRB |= 0x08; /* = (1 << 3); PB3 als Ausgang nutzen... */
PORTB |= 0x08; /* ...und auf 1 (=high) setzen */
```
- Pin 2 von Port D (PD2) als Eingang nutzen, pull-up-Widerstand aktivieren und prüfen ob ein low-Pegel anliegt:


```
DDRD &= ~0x04; /* PD2 als Eingang nutzen... */
PORTD |= 0x04; /* ...und den pull-up-Widerstand aktivieren*/
if ( (PIND & 0x04) == 0) { /* den Zustand auslesen */
  /* ein low Pegel liegt an, der Taster ist gedrückt */
}
```
- Die Initialisierung der Hardware wird in der Regel **einmalig** zum Programmstart durchgeführt

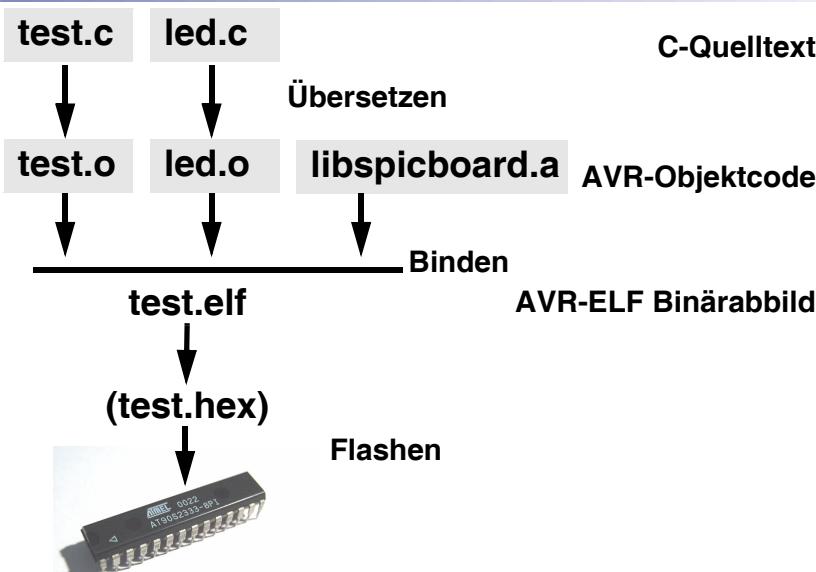
U4-4 Aufgabe 4: LED-Modul

- Das LED-Modul der SPiCboard-Bibliothek selbst implementieren
- Das eigene Modul dann mit einem Testprogramm linken
- Andere Teile der Bibliothek können für den Test benutzt werden

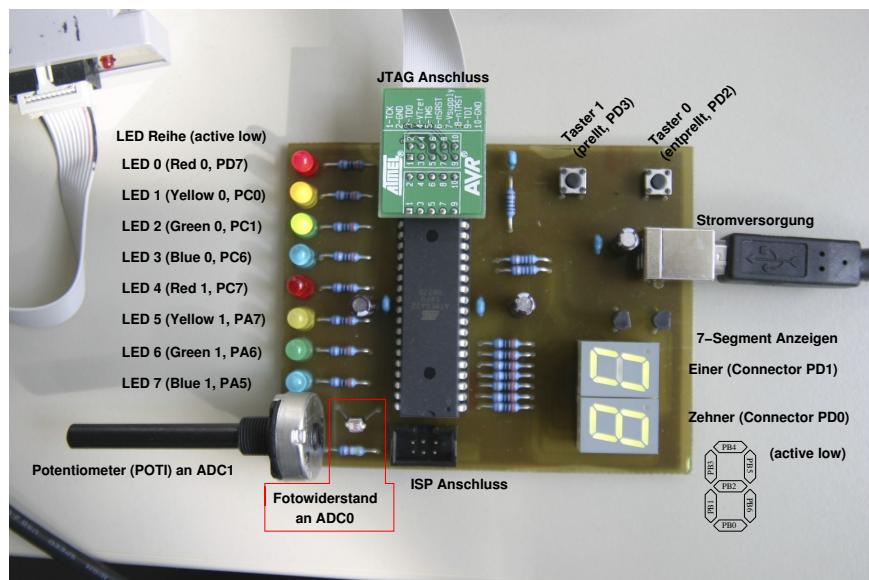
1 LEDs des SPiCboard

- Die Anschlüsse und Namen der einzelnen LEDs können dem Übersichtsbildchen entnommen werden
- Alle LEDs sind *active low*, d.h. leuchten wenn ein Low-Pegel auf dem Pin angelegt wird.
- PD7 = Port D, Pin 7

2 Toolchain



U4-4 Aufgabe 4: LED-Modul (2)



3 AVR-Studio Projekteinstellungen

- Projekt wie gehabt anlegen
 - Initiale Quelldatei: `test.c`
 - Optimierung: Os (zum Debuggen gegebenenfalls auf O0 setzen)
 - alle sonstigen Einstellungen wie bisher
- Dann weitere Quelldatei `led.c` hinzufügen
- Wenn nun übersetzt wird, wird das eigene LED-Modul verwendet
- Andere Teile der Bibliothek werden nach Bedarf hinzugebunden
- Zum Test mit der Referenzimplementierung `led.c` aus der Liste der Quelldateien löschen