U4 4. Übung

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

U4-1 Makros

- Makros sind Textersetzungen, welche vom Präprozessor aufgelöst werden. Dies Passiert bevor der Compiler die Datein 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
```

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
```


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>`)

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)
```

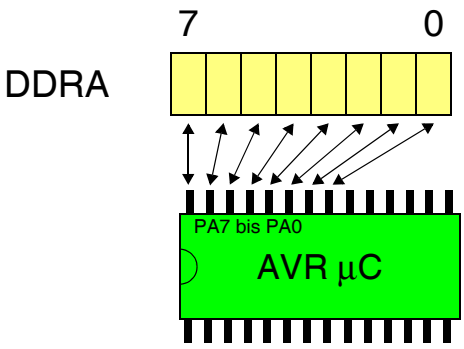
  - Verwenden dieses Registers:

```
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.

U4-3 I/O-Ports des AVR-µC

- Jeder I/O-Port des AVR-µC wird durch drei 8-bit Register gesteuert:
  - Datenrichtungsregister (`DDRx` = data direction register)
  - Datenregister (`PORTx` = port output register)
  - Port Eingabe Register (`PINx` = port input register, nur-lesbar)
- Jedem Anschluss-Pin ist ein Bit in jedem der 3 Register zugeordnet
  - ➤ Beispiel: DDR von Port A:



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 DDR*x*:
  - ◆ ist Pin *i* als **Ausgang** konfiguriert, so steuert Bit *i* im PORT*x* 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)

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

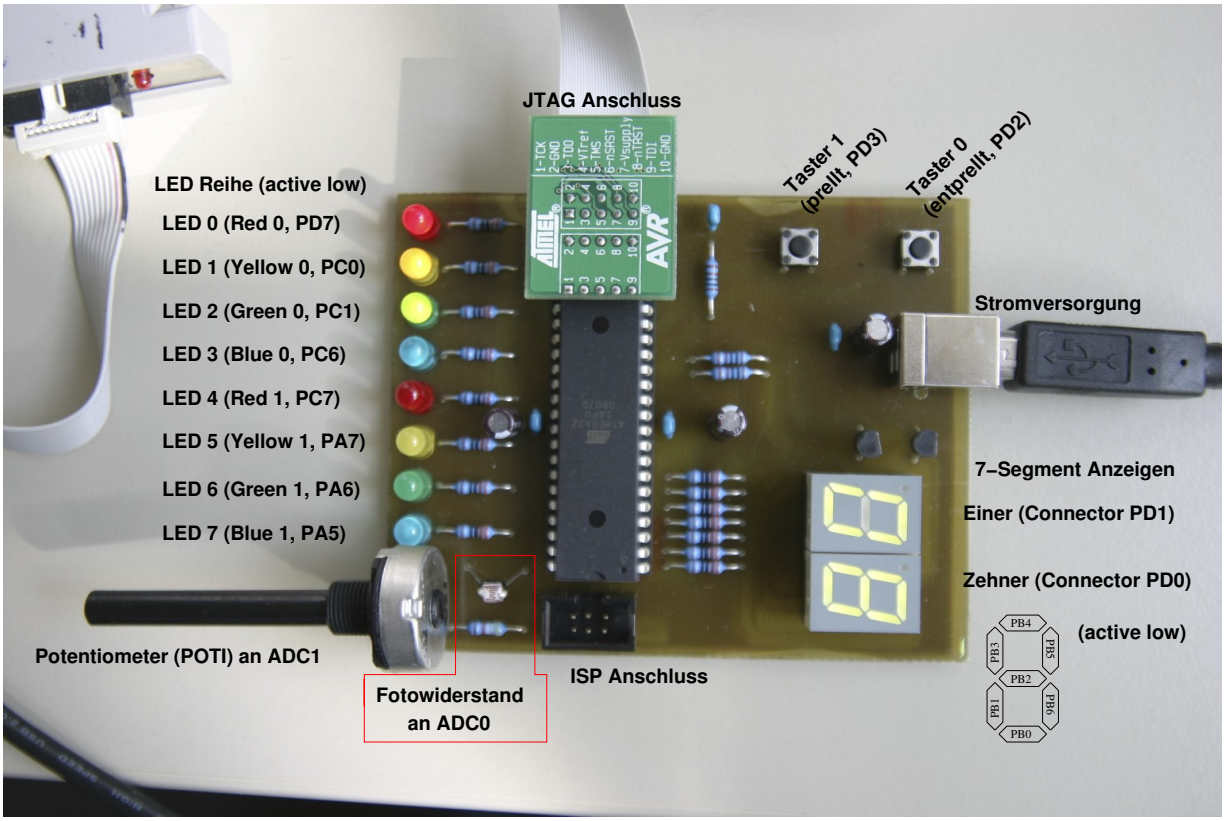
U4-4 Aufgabe 4: LED-Modul

- 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

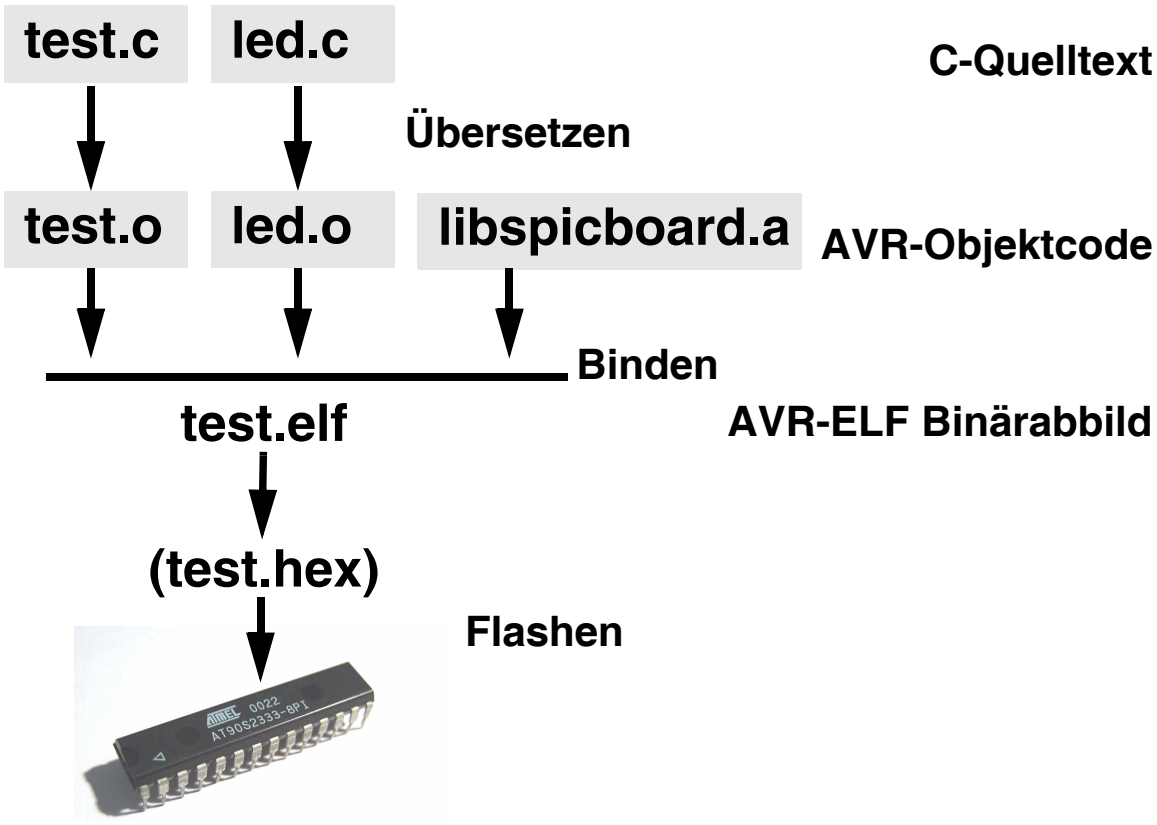
1 LEDs des SPiCboard

- 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

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



2 Toolchain



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