U4 3. Übungsaufgabe

- Grundlegendes zur Übung mit dem AVR-µC
- Register
- I/O-Ports
- AVR-Umgebung
- Peripherie

U4-1 Grundlegendes zur Übung mit dem AVR-µC

- Die Übungsaufgaben werden wir mit Hilfe eines Simulators testen und entwickeln
  - ➤ hierzu verwenden wir die Entwicklungsumgebung AVR Studio von Atmel
- Wer möchte, kann sein Programm auch auf echter Hardware testen
  - ➤ es wird ein **ATmega8**-basiertes Board eingesetzt
  - ➤ wurde für uns von Studenten der AGEE gebaut (**Danke!**)
- AVR Studio läuft nur unter Windows
  - ➤ Von den Linux Rechnern aus wird mit *rdesktop* (Remote Desktop) auf dem Windows Terminalserver **faui07** gearbeitet.
  - ➤ Hierzu muss jeder Student zunächst mit dem Kommando

    `/local/ciptools/bin/setsambapw`

    ein Windows-Passwort setzen.
  - ➤ **Achtung**: Passwörter werden erst zur jeweils 12. und 42. Minute jeder Stunde übernommen!

U4-2 Register beim AVR-µC

1 Überblick

- 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 ATMega8:

  `/proj/i4gdi/tools/doc/`
- 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>`)

2 Makros für Register-Zugriffe

- Makros mit aussagekräftigen Namen können den Umgang mit Registern deutlich vereinfachen
- Beispiel:
  - Makro für Register an Adresse 0x5:

```
#define REG1 (*(volatile unsigned char *)0x5)
```

  - Verwenden dieses Registers:

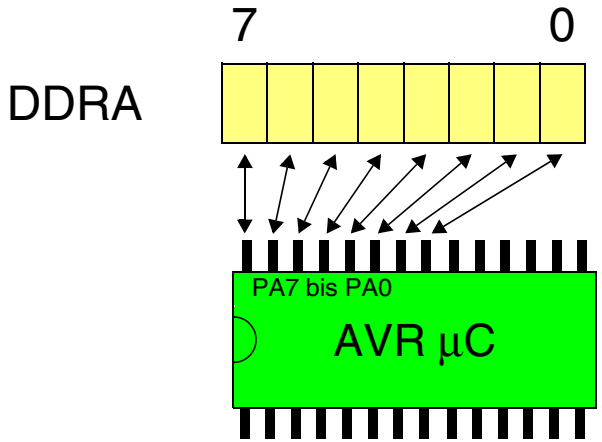
```
REG1 = 0;                /* schreibender Zugriff */
...
if (REG1 == 0x04)        /* lesender Zugriff */
    REG1 &= ~4;          /* lesender und schreibender Zugriff */
```

- Das `volatile`-Schlüsselwort wird später erläutert, im Moment ist es bei sämtlichen Zugriffen auf Hardwareregister zu verwenden.

U4-3 I/O-Ports des AVR-µC

1 Überblick

- Jeder I/O-Port des AVR-µC wird durch drei 8-bit Register gesteuert:
  - Datenrichtungsregister (`DDRx` = data direction register)
  - Datenregister (`PORTx`)
  - 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:



2 I/O-Port-Register

- **`PINx`**: Bit *i* gibt den aktuellen Wert des Pin *i* von Port *x* an (nur lesbar).
- **`DDRx`**: hier konfiguriert man ob man einen Pin von Port *x* als Ein- oder Ausgang verwenden möchte
  - 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

3 Beispiel: Aktivieren eines Ports

- Pin 3 von Port B als Ausgang konfigurieren
  und auf V_{cc} schalten:

```
DDRB |= 0x08;  /* Pin 3 von Port B als Ausgang nutzen... */

PORTB |= 0x08; /* ...und auf 1 (=high) setzen */
```

- Pin 0 von Port D als Eingang nutzen,
  pull-up-Widerstand aktivieren
  und prüfen ob ein low-Pegel anliegt:

```
DDRD &= ~0x01; /* Pin 0 von Port D als Eingang nutzen... */
PORTD|= 0x01;  /*...und den pull-up-Widerstand aktivieren*/

if ( (PIND & 0x01) == 0) { /* den Zustand auslesen */
    /* ein low Pegel liegt an, der Taster ist gedrückt */
}
```

U4-4 AVR-Umgebung

1 Compiler

- Um auf einem PC Programme für den AVR-Mikrokontroller zu erstellen, wird ein ***Cross-Compiler*** benötigt
  - Ein Cross-Compiler ist ein Compiler, der Code für Architektur generiert, die von der Architektur des Rechners, auf dem der Compiler ausgeführt wird, verschieden ist.
  - Hier: Compiler läuft auf Intel x86 und generiert Code für AVR.
  - AVR Studio + WinAVR (Windows)
  - GNU gcc (Linux)
- Wir verwenden AVR Studio

2 Windows-Terminalserver

- Verbinden mit dem Windows-Terminalserver **faui07**:
  `rdesktop -d ICIP -f faui07`
- Startet eine Windows-Terminalsitzung im Vollbildmodus
  - Wechsel zwischen Fenster- und Vollbildmodus mit **CTRL+ALT+ENTER**
- Windows-Umgebung
  - UNIX-Homeverzeichnis als Laufwerk H:
  - SPiC-Projektverzeichnis (*/proj/i4gdi/siVVNNNN*) als Laufwerk P:
  - SPiC-Vorgabenverzeichnis (*/proj/i4gdi/pub*) als Laufwerk Q:
- Struktur des Projektverzeichnisses wie gehabt
- Die Abgabe erfolgt weiterhin unter UNIX!

3 AVR Studio

- Entwicklungsumgebung von Atmel
- Simulator und Debugger für alle AVR-Mikrokontroller
- Start über das Startmenü
  Start - Alle Programme - Atmel AVR Tools - AVR Studio 4
- Anlegen eines neuen Projekts
  - Projekttyp: AVR GCC
  - Projektname: *aufgabe3*
  - *Create Initial File* und *Create Folder* aktivieren
  - Initial File: *lauflicht.c*
  - Location: *P:*
- Auswahl der Plattform *AVR Simulator* mit dem Gerät *ATMega8*

4 AVR Studio-Projekteinstellungen

- Setzen der Projekteinstellungen (*Project - Configuration Options*)
  - Frequency: *1000000* Hz
  - Optimization: *-O0*
- Compileroptionen im Bereich *Custom Options*
  - *-std=gnu99* entfernen
  - *-ansi* hinzufügen
  - *-pedantic* hinzufügen
  - *-ffreestanding* hinzufügen
- Projekteinstellungen speichern

5 Erstellen einer main()-Funktion

- Auf dem Mikrokontroller ist die *main()*-Funktion vom Typ ***void main(void);***
  - ➤ Sollte niemals zurückkehren (wohin?)
  - ➤ Rückgabetyp daher nicht sinnvoll
  - ➤ Freistehende Umgebung (*-ffreestanding*)
- Beispiel: Grüne LED einschalten

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

void main(void) {
    DDRB = 0xff;   /* alle Pins von Port B als Ausgang */
    PORTB = 0x01;  /* ...und Pin 0 auf high setzen */

    for (;;); /* Endlosschleife */
}
```

- Kompilieren des Programmes mit F7 oder *Build - Build*

6 Starten des Simulators/Debuggers

- Konfiguration des Simulators
  Debug - AVR Simulator Options - Frequency 1 MHz
- Das Programm wird zunächst beim Betreten von `main()` angehalten
  - Normal laufen lassen mit *F5* oder *Debug - Run*
  - Schrittweise abarbeiten mit
    - *F10* (step over): Funktionsaufrufe werden in einem Schritt bearbeitet
    - *F11* (step into): Bei Funktionsaufrufen wird die Funktion betreten
- Die I/O-Ansicht (rechts) gibt Einblick in die Zustände der I/O-Register
- Breakpoints erlauben, das Programm an einer bestimmen Stelle zu stoppen
  - Codezeile anklicken, dann *F9* oder *Debug - Toggle Breakpoint*
  - Programm laufen lassen (*F5*), stoppt wenn ein Breakpoint erreicht wird

U4-5 Peripherie

- Der ATMega8 läuft mit einem internen Takt von 1 MHz.
- Angeschlossene Peripherie:

	ATmega8
Taster FG-Ampel(INT0)	Port D Pin 2
LED grün	Port B Pin 0
LED gelb	Port B Pin 1
LED rot	Port B Pin 2
LED blau	Port D Pin 7
Weitere LEDs	Port D Pins 0,1,5,6
Taster S1,S2 (INT1,-)	Port D Pins 3,4

- Adressen der Port-Register im I/O-Adressbereich:

Register	Adresse
DDRB	0x37
PORTB	0x38
PINB	0x36

Register	Adresse
DDRD	0x31
PORTD	0x32
PIND	0x30

1 Taster-Details

- Den Pin, an dem der Taster angeschlossen ist, als Eingang konfigurieren
  - ➤ Entsprechendes Bit im DDR*x*-Register löschen
- Für den Taster muss der pull-up-Widerstand aktiviert werden
  - ➤ Entsprechendes Bit im PORT*x*-Register setzen
- Taster zieht den Pegel auf GND
  - ➤ Bit im PIN*x*-Register ist 0, wenn Taster gedrückt

2 HapSIM

- Simulation der Peripheriegeräte unseres Ampelboards
- Verbindet sich mit dem Simulator von AVR Studio
- Start über das Startmenü
  Start - Alle Programme - HapSIM 2.12
- Konfiguration für das Ampelboard laden
  Q:\aufgabe3\ampel-hapsim.xml
- Richtigen Mikrokontroller auswählen (ATMega8)
- Sicherstellen, dass HapSIM mit AVR Studio verbunden ist
  - *Options - AVRStudioHook* sollte aktiv sein
- Die Statuszeile sollte *Ready* anzeigen