

U3 Grundlagen der AVR-Programmierung

- Enums und Typedefs
- Deklaration und Definition
- Compileroptimierungen
- Bitoperationen

U3-1 Enums

- Der Enum-Typ (engl. Enumeration = Aufzählung)
 - ◆ Zuweisung eines Namens zu einem Integertyp
 - ◆ C erhöht Enums automatisch um 1
 - ◆ Beispiel:

```
enum LED_e{  
    RED0    = 0,  
    YELLOW0 = 1,  
    GREEN0  = 2,  
    BLUE0   = 3,  
    RED1    = 4,  
    YELLOW1 = 5,  
    GREEN1  = 6,  
    BLUE1   = 7  
};
```

```
enum LED_e{  
    RED0 = 0,  
    YELLOW0,  
    GREEN0,  
    BLUE0,  
    RED1,  
    YELLOW1,  
    GREEN1,  
    BLUE1  
};
```

U3-1 Enums (2)

■ Verwendung von Enums

```
enum LED_e{
    RED0 = 0,
    YELLOW0,
    GREEN0,
    BLUE0,
    RED1,
    YELLOW1,
    GREEN1,
    BLUE1
};
```

```
enum LED_e meineLed;
meineLed = RED1;
meineLed++;
if(meineLed == YELLOW1){
    /* Dies wird ausgeführt */
}
```

- Achtung! C überprüft den Wertebereich von Enums nicht! `meineLed++`; kann also einen ungültigen Wert ergeben! Die Einhaltung des Wertebereichs ist Aufgabe des Programmierers.

U3-2 Typedefs

- Typedefs erlauben es, neue Variablentypen zu deklarieren
- Beispiel stdint.h der libavr:

```
typedef signed char int8_t;  
typedef unsigned char uint8_t;  
typedef signed int int16_t;  
typedef unsigned int uint16_t;  
typedef signed long int int32_t;  
typedef unsigned long int uint32_t;
```

- Dies ist auch mit Enums oder Strukturen (werden später eingeführt) möglich
- Verkürzte Schreibweise aus der led.h:

```
typedef enum {  
    RED0=0, YELLOW0=1, GREEN0=2, BLUE0=3,  
    RED1=4, YELLOW1=5, GREEN1=6, BLUE1=7  
} LED;
```

U3-3 Deklaration und Definition

- Compiler arbeiten den Quelltext von oben nach unten ab
- Deklaration
 - ◆ Das "Versprechen", dass es eine Funktion/Variable geben wird, die einen bestimmten Rückgabewert hat und bestimmte Parameter übergeben bekommt.

```
uint8_t meineFunktion(uint8_t w1, uint16_t w2);
```

- Definition
 - ◆ Die eigentliche Funktion

```
uint8_t meineFunktion(uint8_t w1, uint16_t w2) {  
    /* Hier passiert was */  
}
```

- Die Funktionen der libspicboard werden in Headerdateien deklariert.

U3-4 Optimierung durch den Compiler

- Eine CPU arbeitet nicht direkt im Speicher:
 - (1) Laden aus dem Speicher in Register
 - (2) Abarbeiten der Operationen in den Registern
 - (3) Zurückschreiben in den Speicher

- Der Compiler macht Annahmen, um den Code zu optimieren. Beispiele:
 - ◆ Variableninhalte sind beständig. Sie ändern sich nicht "von alleine".
 - ◆ Operationen, die den Zustand nicht ändern, können entfernt werden.

U3-4 Optimierung durch den Compiler (2)

- Typische Optimierungen:
 - ◆ Code wird weggelassen.
 - ◆ Die Reihenfolge des Codes wird umgestellt.
 - ◆ Für lokale Variablen wird kein Speicher reserviert; es werden stattdessen Register verwendet.
 - ◆ Wenn möglich, übernimmt der Compiler die Berechnung:
`a = 3 + 5; wird zu a = 8;`
 - ◆ Der Wertebereich wird geändert:
Statt von 0 bis 10 wird von 246 bis 256 (= 0 für `uint8_t`) gezählt und dann getestet, ob ein Überlauf stattgefunden hat.

■ Codebeispiel

```
void wait(void) {  
    uint8_t u8;  
    while(u8 < 200) {  
        u8++;  
    }  
}
```


U3-4 Code ohne Optimierung

■ Codebeispiel ohne Optimierung:

```

;void wait(void){
; uint8_t u8;
; [Prolog (Register sichern, etc)]
    rjmp while;      Springe zu while
; u8++;
addone:
    ldd  r24, Y+1;   Lade Daten aus Y+1 in Register 24
    subi r24, 0xFF; Ziehe 255 ab (addiere 1)
    std  Y+1, r24;   Schreibe Daten aus Register 24 in Y+1
; while(u8 < 200)
while:
    ldd  r24, Y+1;   Lade Daten aus Y+1 in Register 24
    cpi  r24, 0xC8;  Vergleiche Register 24 mit 200
    brcs addone;    Wenn kleiner dann springe zu addone
;[Epilog (Register wiederherstellen)]
    ret;           Kehre aus der Funktion zurück
}

```

U3-4 Code mit Optimierung

- Codebeispiel mit Optimierung:

```
; void wait(void) {  
    ret;           Kehre aus der Funktion zurück  
; }
```

- Die Schleife hat keine Auswirkung auf den Zustand.
- Lösung: Variable als volatile (engl. unbeständig) deklarieren
 - ◆ Für Variablen bedeutet dies: Sie müssen immer in den Speicher gelegt und vor und nach jeder Operation mit diesem synchronisiert werden; ihr Wertebereich darf nicht geändert werden.

■ Einsatzmöglichkeiten von volatile:

◆ Warteschleifen

```
void wait(void) {  
    volatile uint8_t u8;  
    while(u8 < 200) {  
        u8++;  
    }  
}
```

- ◆ Zugriff auf Hardware (z. B. Pins). Wird in der nächsten Tü besprochen.
- ◆ Debuggen; der Wert wird nicht wegoptimiert.

U3-5 Logische Operatoren

■ Logische Operatoren:

"nicht"

!	
f	w
w	f

"und"

&&	f	w
f	f	f
w	f	w

"oder"

	f	w
f	f	w
w	w	w

U3-5 Bit-Operatoren

Bit-Operatoren

<i>"nicht"</i>	<i>"und"</i>	<i>"oder"</i>	<i>"x-oder"</i>
~	&		^
f	f	f	f
w	w	w	w
w	f	f	f
f	f	w	w
f	w	w	f

Beispiel:

	1100	1100	1100
~	&		^
1001	1001	1001	1001
0110	1000	1101	0101

U3-5 Shift-Operatoren

➔ Bits werden im Wort verschoben

<< Links-Shift

>> Rechts-Shift

■ Beispiel:

x	1	0	0	1	1	1	0	1
x << 2	0	1	1	1	0	1	0	0
x >> 2	0	0	0	1	1	1	0	1