

# U4 Grundlagen der C-Programmierung

- Makros
- Enums und Typedefs
- Deklaration und Definition
- Compileroptimierungen

# 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;
```

# 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 Enums

- Der Enum-Typ (engl. Enumeration = Aufzählung)
  - ◆ Zuweisung eines Namens zu einem Integertyp
  - ◆ C beginnt mit 0 und 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  
};
```

# U4-2 Enums (2)

## ■ Verwendung von Enums

```
enum LED_e{  
    RED0,  
    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.

## U4-3 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;
```

# U4-4 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
- Die Funktionen der libspicboard werden in Headerdateien deklariert.

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

# U4-5 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.

# U4-5 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++;
    }
}
```

# U4-5 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  
}
```

# U4-5 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).
- ◆ Debuggen; der Wert wird nicht wegoptimiert.