Baden-Württemberg

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg

Koordinierungsstelle für Abschluss-prüfungen Berufsschule-Wirtschaft

Landesfachausschuss für die Ausbildungsberufe
- Elektroniker/ -in für Geräte und Systeme (FA 205/1)
- Systemelektroniker/ -in (FA 205/2)

# FA 205

# Technische Richtlinien für Unterricht und Prüfung

**Festlegung wichtiger Begriffe**
**Stand** **04. März 2016**

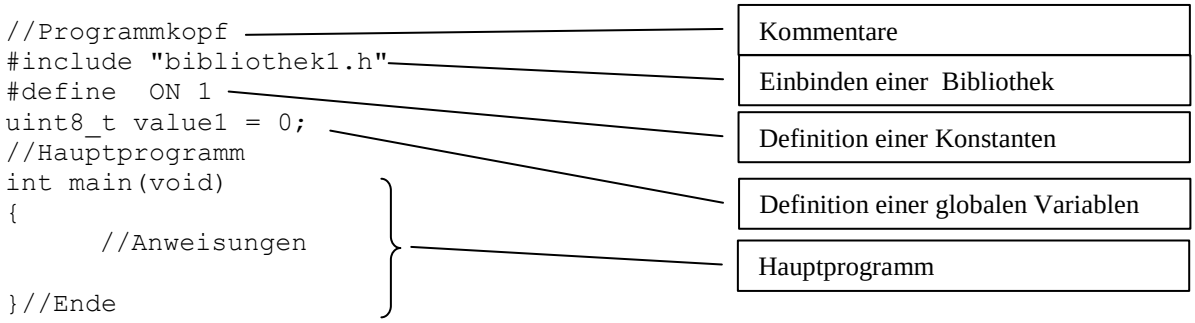


**Hinweise zur Anwendung der Technischen Richtlinien:**

- Die Technischen Richtlinien sind im Unterricht als Standards für die landeseinheitliche Abschlussprüfung einzusetzen.
- Die verwendeten Begriffe und Darstellungen stellen prinzipielle Regelungen dar. In den Aufgaben der Abschlussprüfungen können im Einzelfall Abweichungen auftreten.
- Die Technischen Richtlinien ergänzen das an der Schule eingeführte Tabellenbuch.

# 1 Übersicht der Programmiersprache C

## 1.1 Grundstruktur eines C-Programms




## 1.2 Verwendete Datentypen

| ANSII C Bezeichnung | Typdefinitionen | Größe | Wertebereich |
|---|---|---|---|
| signed char | int8_t | 1 Byte | -128...+127 |
| unsigned char | uint8_t | 1 Byte | 0...255 |
| signed int | int16_t | 2 Byte | -32768...+32767 |
| unsigned int | uint16_t | 2 Byte | 0...65535 |
| signed long | int32_t | 4 Byte | -2147483648...2147483647 |
| unsigned long | uint32_t | 4 Byte | 0...4294967295 |

Syntax:
//Variablendeklaration
<Datentyp> <Variablenname>;

Beispiel:
uint8_t value1;

## 1.3 Zahlensysteme

| Zahlensystem | Kennzeichen | Beispiel |
|---|---|---|
| Dezimal | | wert = 12; |
| Hexadezimal | 0x | wert = 0xC; |

# 1.4 Verwendete Operatoren

| Mathematische Operatoren | | |
|---|---|---|
| Operation | Beschreibung | Beispiel |
| + | Addition | value1 = 34 + 12 |
| - | Subtraktion | value1 = 34 - 12; |
| * | Multiplikation | value1 = value1 * 2; |
| / | Division | value1 = 50 / 7; ➔ 7 |
| % | Modulo Operation. Liefert den Rest einer Ganzzahl-Division | value1 = 50 % 7; ➔ 1 |
| ++ | Inkrementieren, +1 dazurechnen | value1++; |
| -- | Dekrementieren, -1 abziehen | value1 --; |
| Bitweise Operatoren | | Beispiel: uint8_t value1 = 0xF0; |
| & | UND | value2 = value1 & 0x81; ➔ 0x80 |
| \| | ODER | value2 = value1 \| 0x81; ➔ 0xF1 |
| ^ | XOR | value2 = value1 ^ 0x81; ➔ 0x71 |
| ~ | Invertierung | value2 = ~value1; ➔ 0x0F |
| << | Nach links schieben | value2 = value1 << 1; ➔ 0xE0 |
| >> | Nach rechts schieben | value2 = value1 >> 3; ➔ 0x1E |
| Logische Operatoren | | |
| == | Gleich | if (value1 == 10) |
| != | Ungleich | while (Taster != 0) |
| > | Größer | while (value1 > 100) |
| < | Kleiner | while (value1 < 100) |
| >= | Größer gleich | while (value1 >= 100) |
| <= | Kleiner gleich | while (value1 <= 100) |
| ! | NICHT | if (!Taster) |
| && | UND | while ((value1 > 10) && (value1 < 100)) |
| \|\| | ODER | while ((value1 < 10) \|\| (value2 > 100)) |

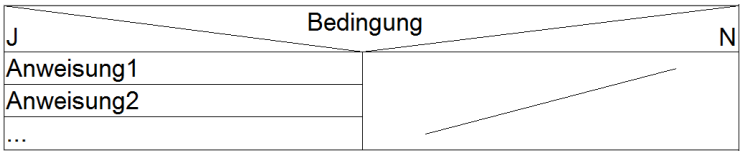
# 1.5 Kontrollstrukturen

## 1.5.1 Verzweigungen

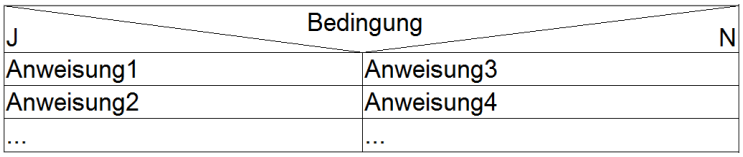
Syntax:

```
if (<Bedingung>)
{     <Anweisung1>;
      <Anweisung2>;
      ...
}
```

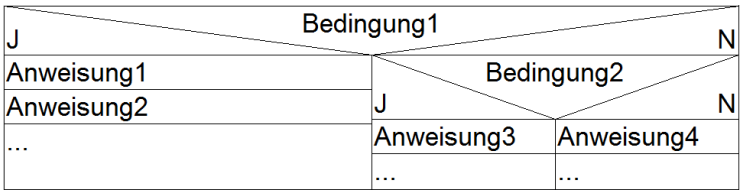
Struktogramm:




```
if (<Bedingung>)
{     <Anweisung1>;
      <Anweisung2>;
      ...
}
else
{     <Anweisung3>;
      <Anweisung4>;
      ...
}
```




```
if (<Bedingung1>)
{     <Anweisung1>;
      <Anweisung2>;
      ...
}
else if (<Bedingung2>)
{     <Anweisung3>;
      ...
}
else
{     <Anweisung4>;
      ...
}
```



Beispiele:

```
if (value1 < 100)
{     value1++;
}
```

```
if (value1 < 100)
{     value1++;
}
else
{     value1 = value2;
}
```

```
if (value1 < 100)
{     value1++;
}
else if (value1 < 200)
{     value1 = value2;
}
else
{     value1 = value3;
}
```

### 1.5.2 Fallauswahl

Syntax:

```
switch (<Vergleichswert>)
{     case <Wert1>:
            <Anw.1>;
            <Anw.2>;
            ...
            break;
      case <Wert2>:
            <Anw.3>;
            <Anw.4>;
            ...
            break;
      ...
      default:
            <Anw.5>;
            <Anw.6>;
            ...
            break;
}
```

Struktogramm:

| Vergleichswert | | |
|---|---|---|
| Wert1 | Wert2 | default |
| Anw.1 | Anw.3 | Anw.5 |
| Anw.2 | Anw.4 | Anw.6 |
| … | … | … |

Beispiel:

```
switch (value1)
{     case 1:
            value1++;
            break;
      case 2:
            value1 = value2;
            break;
      default:
            value2 = value1;
            break;
}
```

### 1.5.3 Schleifen

#### 1.5.3.1 for-Schleife (zählergesteuert)

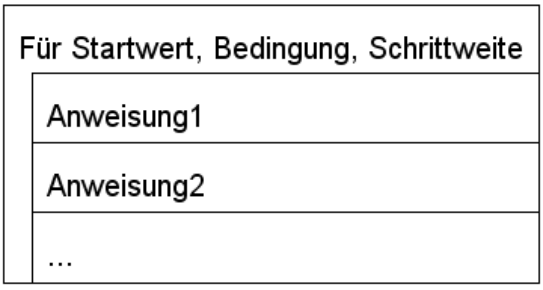
Syntax:

```
for (<Startwert>; <Bedingung>; <Schrittweite>)
{     <Anweisung1>;
      <Anweisung2>;
      ...
}
```

Beispiel:

```
int8_t i;
for (i = 0; i < 100; i++)
{     value1++;
}
```

Struktogramm:

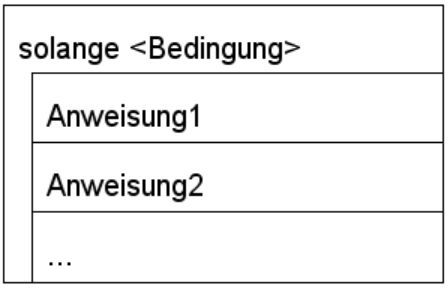


#### 1.5.3.2 while-Schleife (kopfgesteuert)

Syntax:

```
while (<Bedingung>)
{     <Anweisung1>;
      <Anweisung2>;
      ...
}
```

Struktogramm:




Beispiel:

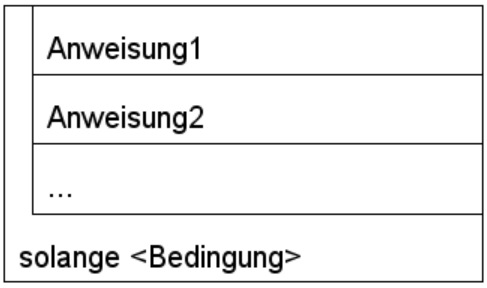
```
value1 = 0;
while (value1 < 100)
{     value1++;
}
```

#### 1.5.3.3 do-while-Schleife (fußgesteuert)

Syntax:

```
do
{     <Anweisung1>;
      <Anweisung2>;
      ...
} while (<Bedingung>);
```

Struktogramm:




Beispiel:

```
value1 = 0;
do
{     value1++;
} while (value1 < 100);
```

## 1.6 Funktionen

### 1.6.1 Deklaration von Funktionen

Syntax:

```
<Datentyp Rückgabewert> funktionsname(<Datentyp> Parameter1, ...);
```

Beispiele:

```
void pwm_init(void);                // ohne Rückgabewert, ohne Parameter
void lcd_byte(uint8_t value1);      // ohne Rückgabewert, mit einem Parameter
uint8_t adc_in1(void);              // mit Rückgabewert, ohne Parameter
```

### 1.6.2 Definition von Funktionen

Syntax:

```
<Datentyp Rückgabewert> funktionsname(<Datentyp> Parameter1, ...)
{     //Anweisungen
      return <Rückgabewert>;
}
```

Beispiel:

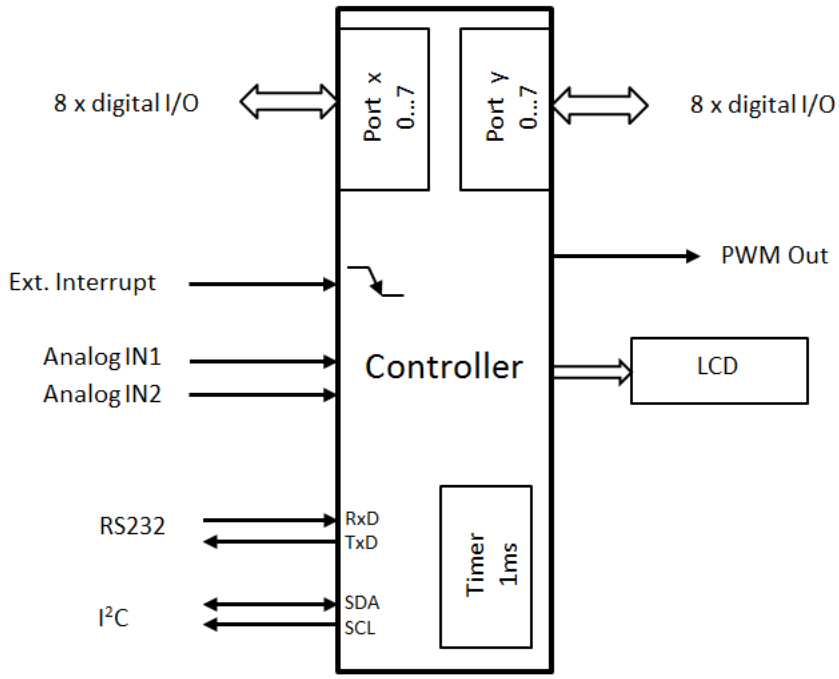
```
uint16_t addieren(uint8_t z1, uint8_t z2)
{     uint16_t ergebnis;
      ergebnis = z1 + z2;
      return ergebnis;
}
```

### 1.6.3 Funktionsaufruf

Syntax:
```
wert = funktionsname(Parameter1, ...);
```

Beispiel:
```
uint16_t value3 = 0;
int main(void)
{     ...
      value3 = addieren(5, 123);    // Funktionsaufruf mit Rückgabewert
      ...
}
```

# 2 Blockschaltbild des Mikrocontrollers




# 3 Bibliotheken

Alle Header-Dateien der Technischen Richtlinie werden in der Datei „**controller.h**“ in ein richtlinienkonformes Projekt eingebunden.

## 3.1 Bibliothek: delay.c delay.h

**Delay**

Verzögert den Programmablauf für die angegebene Zeitdauer.

delay_ms ( uint16_t **value**); // value = 0…65535 (x 1ms)
delay_100us ( uint16_t **value** ); // value = 0…65535 (x 100µs)

# 3.2 Bibliothek: in_out.c in_out.h

**Bit Ein-/Ausgabe**

bit_init ( uint8_t **port**, uint8_t **bitnr**, uint8_t **direction** );
bit_write ( uint8_t **port**, uint8_t **bitnr**, uint8_t **value** );
uint8_t **value** = bit_read ( uint8_t **port**, uint8_t **bitnr** );

Parameterliste:
**port**: PORTx, PORTy
(8051: PORT0, PORT1,…
AVR: _PORTB_, _PORTC_, …)
**bitnr**: 0…7
**direction**: IN = 0, OUT = 1
**value**: 0/1

**Bsp.: Bit-Ein-Ausgabe**

```
#include "controller.h"
uint8_t  temp;

int main( void )
{
    bit_init( PORTx, 2, IN );       // Taster
    bit_init( PORTy, 0, OUT );   // LED

    while (1)
    {
        temp = bit_read( PORTx, 2 );
        bit_write( PORTy, 0, temp );
    }
}
```

**Byte Ein-/Ausgabe**

byte_init ( uint8_t **port**, uint8_t **direction** );
byte_write ( uint8_t **port**, uint8_t **value** );
uint8_t **value** = byte_read ( uint8_t **port** );

Parameterliste:
**value**: 0 … 255

**Pulsweitenmodulation**

Ein digitaler Ausgang (PWM Out) zur Ausgabe eines pulsweitenmodulierten Signals.

pwm_init ( ); // Initialwert für Tastgrad 50%
pwm_start ( );
pwm_stop ( );
pwm_duty_cycle ( uint8_t **value** );

Parameterliste:
**value**: 0 … 255 (entspricht Tastgrad 0…100%)
Initialwert: 127

**Bsp.: PWM**

```
#include "controller.h"

int main( void )
{
  pwm_init( );

  pwm_duty_cycle( 63 );    // Tastgrad = 25%
  pwm_start( );
  delay_ms( 5000 );
  pwm_stop( );

  while(1);
}
```

**Analog-Digital Konverter (ADC)**

Zwei analoge Eingänge, je 8 Bit Auflösung.

adc_init ( );
uint8_t **value** = adc_in1 ( );
uint8_t **value** = adc_in2 ( );

Rückgabewert:
**value**: 0 … 255

**Bsp.: ADC**

```
#include "controller.h"
uint8_t wert;

int main( void )
{
  adc_init( );
  byte_init( PORTx, OUT );

  while(1)
  {
    wert = adc_in1( );          // ADC einlesen
    byte_write( PORTx, wert );
  }
}
```

# 3.3 Bibliothek: interrupt.c interrupt.h

**Externer Interrupt**
Bei fallender Flanke am Interrupteingang wird die Interruptservice-Routine ext_interrupt_isr() aufgerufen.

ext_interrupt_init ( ext_interrupt_isr );
ext_interrupt_enable ( );
ext_interrupt_disable ( );
ext_interrupt_isr ( );

**Timer (Quelle ist Systemtakt)**
Interner Timer ruft alle 1ms die timer1ms_isr() auf.

timer1ms_init ( timer1ms_isr );
timer1ms_enable ( );
timer1ms_disable ( );
timer1ms_isr ( );

Hinweis: Beide Interrupts haben gleiche Priorität!

**Bsp.: externer Interrupt**

```
#include "controller.h"
uint8_t  wert = 0;

int main( void )
{
  ext_interrupt_init( ext_interrupt_isr );
  byte_init( PORTx, OUT );

  ext_interrupt_enable( );
  while(1);          // Endlos
}

void ext_interrupt_isr( void )
{
  byte_write( PORTx, wert++ );
}
```

# 3.4 Bibliothek: lcd.c lcd.h

**LC-Display**

Funktionen zur Ansteuerung eines Textdisplays.

lcd_init ( );
lcd_clear ( );
lcd_setcursor ( uint8_t **row**, uint8_t **column** );
lcd_print ( uint8_t **text[ ]** ); // Bsp.: “Hallo Welt!“
lcd_char ( uint8_t **ascii** ); // ‘A’, ‘B’, ‘:’, ‘?’, ….
lcd_byte ( uint8_t **byte** ); // 0 … 255
lcd_int ( uint16_t **word** ); // 0 … 65535

Parameterliste:
**row**: 1, 2, … (Zeile)
**column**: 1, 2, … (Spalte)
**text [ ]**: Zeichenkette ('\0'-terminiert)
**ascii**: Einzelnes Zeichen auf dem Display darstellen.
**byte**: 8-Bit Zahl wird als 3-stellige Zahl (ohne führende Nullen) auf Display dargestellt.
**word**: 16-Bit Zahl (5-stellige Darstellung)

**Bsp.: LCD**

```
#include "controller.h"
uint8_t meinText[ ] = "Hallo Welt!";

int main( void )
{
  lcd_init();
  lcd_setcursor( 1,1 );
  lcd_print( meinText );
  lcd_setcursor( 2,1 );
  lcd_byte( 155 );
  lcd_char ( ‘V’ );

  while(1);          // Endlos
}
```

# 3.5 Bibliothek: communication.c communication.h

**RS232**

Funktionen zur seriellen Kommunikation.

```
rs232_init ( );
        // 9600 Baud, 1 Startbit, 8 Datenbit, 1 Stoppbit
uint8_t value = rs232_get ( );
        // Liefert \0, wenn kein Zeichen empfangen
rs232_put ( uint8_t value );
        // Ausgabe eines Bytes
rs232_print ( uint8_t text[ ] );
        // Ausgabe eines Strings
```

Parameterliste:
**value**: Byte (8 Bit)
**text [ ]**: Zeichenkette ('\0'-terminiert)

**Bsp.: RS232**

```
#include "controller.h"
uint8_t  meinText[ ] = “Controller sind toll!”;

int main( void )
{
  rs232_init( );

  rs232_print( meinText );
  rs232_print( “…aber klar!\n” );

  // Warten bis Zeichen != '\0'
  while (rs232_get( ) == '\0');
  // Ein Zeichen senden
  rs232_put( 'A' );

  while(1);         // Endlos
}
```

**I2C-Bussystem**

Funktionen zur Kommunikation mit I2C-Bus Komponenten.

```
i2c_init ( );
i2c_start ( );
i2c_stop ( );
uint8_t ack    = i2c_write ( uint8_t value );
uint8_t value = i2c_read ( uint8_t ack );
```

Parameterliste:
**ack**: ACK = 0, NACK = 1
**value**: Byte (8 Bit)

**Bsp.: I2C**

```
#include "controller.h"
#define ADDR_R   0x41
#define ADDR_W  0x40

uint8_t  wert;

int main( void )
{
  i2c_init( );
  i2c_start( );
  i2c_write( ADDR_R );
  wert = i2c_read( NACK );
  i2c_stop( );

  while(1);         // Endlos
}
```