

# Hardwarenahe Programmierung

Prof. Dr. rer. nat. Peter Gerwinski

14. November 2019

# Hardwarenahe Programmierung

<https://gitlab.cvh-server.de/pgerwinski/hp>

## 1 Einführung

## 2 Einführung in C

...

### 2.12 Strukturen

### 2.13 Dateien und Fehlerbehandlung

### 2.14 Parameter des Hauptprogramms

### 2.15 String-Operationen

## 3 Bibliotheken

## 4 Hardwarenahe Programmierung

### 4.1 Bit-Operationen

### 4.2 I/O-Ports

### 4.3 Interrupts

...

## 5 Algorithmen

...

## 2.14 Parameter des Hauptprogramms

```
#include <stdio.h>
```

```
int main (int argc, char **argv)
{
    printf ("argc=_=%d\n", argc);
    for (int i = 0; i < argc; i++)
        printf ("argv[%d]_=%s\n", i, argv[i]);
    return 0;
}
```

## 2.14 Parameter des Hauptprogramms

```
#include <stdio.h>
```

```
int main (int argc, char **argv)
{
    printf ("argc=_=%d\n", argc);
    for (int i = 0; *argv; i++, argv++)
        printf ("argv[%d]_=%s\n", i, *argv);
    return 0;
}
```

## 2.15 String-Operationen

```
#include <stdio.h>
```

```
#include <string.h>
```

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    char hello[] = "Hello,_world!\n";
```

```
    printf ("%s\n", hello);
```

```
    printf ("%zd\n", strlen (hello));
```

```
    printf ("%s\n", hello + 7);
```

```
    printf ("%zd\n", strlen (hello + 7));
```

```
    hello[5] = 0;
```

```
    printf ("%s\n", hello);
```

```
    printf ("%zd\n", strlen (hello));
```

```
    return 0;
```

```
}
```

## 2.15 String-Operationen

```
#include <stdio.h>
```

```
#include <string.h>
```

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    char *anton = "Anton";
```

```
    char *zacharias = "Zacharias";
```

```
    printf ("%d\n", strcmp (anton, zacharias));
```

```
    printf ("%d\n", strcmp (zacharias, anton));
```

```
    printf ("%d\n", strcmp (anton, anton));
```

```
    char buffer[100] = "Huber_";
```

```
    strcat (buffer, anton);
```

```
    printf ("%s\n", buffer);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

strcat() prüft nicht die Länge!  
Gefahr: Überschreiben von Speicher

## 2.15 String-Operationen

```
#include <stdio.h>
```

```
#include <string.h>
```

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    char *anton = "Anton";
```

```
    char *zacharias = "Zacharias";
```

```
    printf ("%d\n", strcmp (anton, zacharias));
```

```
    printf ("%d\n", strcmp (zacharias, anton));
```

```
    printf ("%d\n", strcmp (anton, anton));
```

```
    char buffer[100] = "Huber_";
```

```
    strcat (buffer, anton, 100);
```

```
    printf ("%s\n", buffer);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

strcat() prüft nicht die Länge!  
Gefahr: Überschreiben von Speicher

strncat() prüft die Länge.

## 2.15 String-Operationen

```
#include <stdio.h>
```

```
#include <string.h>
```

sprintf() prüft nicht die Länge!  
Gefahr: Überschreiben von Speicher

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    char buffer[100] = "";
```

```
    sprintf (buffer, "Die_Antwort_lautet:%d", 42);
```

```
    printf ("%s\n", buffer);
```

```
    char *answer = strstr (buffer, "Antwort");
```

```
    printf ("%s\n", answer);
```

```
    printf ("found_at:%zd\n", answer - buffer);
```

```
    return 0;
```

```
}
```



## 2.15 String-Operationen

```
#include <stdio.h>
```

```
#include <string.h>
```

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    char buffer[100] = "";
```

```
    snprintf (buffer, 100, "Die_Antwort_lautet:_%d", 42);
```

```
    printf ("%s\n", buffer);
```

```
    char *answer = strstr (buffer, "Antwort");
```

```
    printf ("%s\n", answer);
```

```
    printf ("found_at:_%zd\n", answer - buffer);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

sprintf() prüft nicht die Länge!

Gefahr: Überschreiben von Speicher

snprintf() prüft die Länge.

## 2 Einführung in C

Sprachelemente weitgehend komplett

Es fehlen:

- Ergänzungen (z. B. ternärer Operator, **union**, **unsigned**, **volatile**)
- Bibliotheksfunktionen (z. B. **malloc()**)

—> werden eingeführt, wenn wir sie brauchen

- Konzepte (z. B. rekursive Datenstrukturen, Klassen selbst bauen)

—> werden eingeführt, wenn wir sie brauchen, oder:

—> Literatur

(z. B. Wikibooks: C-Programmierung,  
Dokumentation zu Compiler und Bibliotheken)

- Praxiserfahrung

—> Übung und Praktikum: nur Einstieg

—> selbständig arbeiten

## 4 Hardwarenahe Programmierung

### 4.1 Bit-Operationen

#### 4.1.1 Zahlensysteme

Basis	Name	Beispiel	Anwendung
2	Binärsystem	1 0000 0011	Bit-Operationen
8	Oktalsystem	0403	Dateizugriffsrechte (Unix)
10	Dezimalsystem	259	Alltag
16	Hexadezimalsystem	0x103	Bit-Operationen
256	(keiner gebräuchlich)	0.0.1.3	IP-Adressen (IPv4)

- Computer rechnen im Binärsystem.
- Für viele Anwendungen (z. B. I/O-Ports, Grafik, ...) ist es notwendig, Bits in Zahlen einzeln ansprechen zu können.

### 4.1.1 Zahlensysteme

000	<b>0</b>	0000	<b>0</b>	1000	<b>8</b>
001	<b>1</b>	0001	<b>1</b>	1001	<b>9</b>
010	<b>2</b>	0010	<b>2</b>	1010	<b>A</b>
011	<b>3</b>	0011	<b>3</b>	1011	<b>B</b>
100	<b>4</b>	0100	<b>4</b>	1100	<b>C</b>
101	<b>5</b>	0101	<b>5</b>	1101	<b>D</b>
110	<b>6</b>	0110	<b>6</b>	1110	<b>E</b>
111	<b>7</b>	0111	<b>7</b>	1111	<b>F</b>

- Oktal- und Hexadezimalzahlen lassen sich ziffernweise in Binär-Zahlen umrechnen.
- Hexadezimalzahlen sind eine Kurzschreibweise für Binärzahlen, gruppiert zu jeweils 4 Bits.
- Oktalzahlen sind eine Kurzschreibweise für Binärzahlen, gruppiert zu jeweils 3 Bits.
- Trotz Taschenrechner u. ä. lohnt es sich, die o. a. Umrechnungstabelle **auswendig** zu kennen.

## 4.1.2 Bit-Operationen in C

C-Operator	Verknüpfung	Anwendung
<code>&amp;</code>	Und	Bits gezielt löschen
<code> </code>	Oder	Bits gezielt setzen
<code>^</code>	Exklusiv-Oder	Bits gezielt invertieren
<code>~</code>	Nicht	Alle Bits invertieren
<code>&lt;&lt;</code>	Verschiebung nach links	Maske generieren
<code>&gt;&gt;</code>	Verschiebung nach rechts	Bits isolieren

Numerierung der Bits: von rechts ab 0

Bit Nr. 3 auf 1 setzen: `a |= 1 << 3;`

Bit Nr. 4 auf 0 setzen: `a &= ~(1 << 4);`

Bit Nr. 0 invertieren: `a ^= 1 << 0;`

Abfrage, ob Bit Nr. 1 gesetzt ist: `if (a & (1 << 1))`

## 4.1.2 Bit-Operationen in C

C-Datentypen für Bit-Operationen:

**#include** <stdint.h>

	8 Bit	16 Bit	32 Bit	64 Bit
mit Vorzeichen	int8_t	int16_t	int32_t	int64_t
ohne Vorzeichen	uint8_t	uint16_t	uint32_t	uint64_t

Ausgabe:

**#include** <stdio.h>

**#include** <stdint.h>

**#include** <inttypes.h>

...

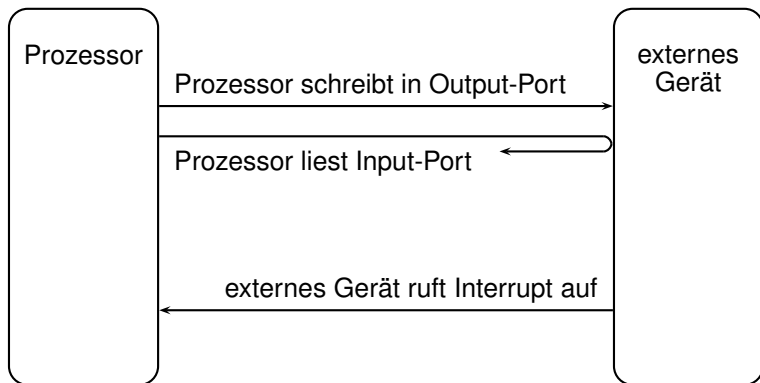
uint64\_t x = 42;

printf ("Die\_Antwort\_lautet:\_% " PRIu64 "\n", x);

## 4.2 I/O-Ports

## 4.3 Interrupts

Kommunikation mit externen Geräten



## 4.2 I/O-Ports

In Output-Port schreiben = Aktoren ansteuern

Beispiel: LED

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

```
...
```

```
DDRC = 0x70;    binär: 0111 0000
```

```
PORTC = 0x40;   binär: 0100 0000
```

Herstellerspezifisch!

**DDR** = Data Direction Register

Bit = 1 für Output-Port

Bit = 0 für Input-Port

*Details: siehe Datenblatt und Schaltplan*



## 4.2 I/O-Ports

Aus Input-Port lesen = Sensoren abfragen

Beispiel: Taster

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

```
...
```

```
DDRC = 0xfd;          binär: 1111 1101
```

```
while ((PINC & 0x02) == 0) binär: 0000 0010
```

```
; /* just wait */
```

Herstellerspezifisch!

DDR = Data Direction Register

Bit = 1 für Output-Port

Bit = 0 für Input-Port

*Details: siehe Datenblatt und Schaltplan*

Praktikumsaufgabe: Druckknopfampel

# Hardwarenahe Programmierung

<https://gitlab.cvh-server.de/pgerwinski/hp>

## 1 Einführung

## 2 Einführung in C

...

### 2.12 Strukturen

### 2.13 Dateien und Fehlerbehandlung

### 2.14 Parameter des Hauptprogramms

### 2.15 String-Operationen

## 3 Bibliotheken

## 4 Hardwarenahe Programmierung

### 4.1 Bit-Operationen

### 4.2 I/O-Ports

### 4.3 Interrupts

### 4.4 volatile-Variable

...

## 5 Algorithmen

...