

# Hardwarenahe Programmierung

## Übungsaufgaben – 7. November 2022

Diese Übung enthält Punkteangaben wie in einer Klausur. Um zu „bestehen“, müssen Sie innerhalb von 80 Minuten unter Verwendung ausschließlich zugelassener Hilfsmittel 14 Punkte (von insgesamt 28) erreichen.

### Aufgabe 1: Ausgabe von Hexadezimalzahlen

Schreiben Sie eine Funktion `void print_hex (uint32_t x)`, die eine gegebene vorzeichenlose 32-Bit-Ganzzahl `x` als Hexadezimalzahl ausgibt. (Der Datentyp `uint32_t` ist mit `#include <stdint.h>` verfügbar.)

Verwenden Sie dafür *nicht* `printf()` mit der Formatspezifikation `%x` als fertige Lösung, sondern programmieren Sie die nötige Ausgabe selbst. (Für Tests ist `%x` hingegen erlaubt und sicherlich nützlich.)

Die Verwendung von `printf()` mit anderen Formatspezifikationen wie z. B. `%d` oder `%c` oder `%s` ist hingegen zulässig.

(8 Punkte)

(Hinweis für die Klausur: Abgabe auf Datenträger ist erlaubt und erwünscht, aber nicht zwingend.)

### Aufgabe 2: Länge von Strings

Strings werden in der Programmiersprache C durch Zeiger auf `char`-Variable realisiert.

Beispiel: `char *hello_world = "Hello,_world!\n"`

Die Systembibliothek stellt eine Funktion `strlen()` zur Ermittlung der Länge von Strings zur Verfügung (`#include <string.h>`).

- (a) Auf welche Weise ist die Länge eines Strings gekennzeichnet? (1 Punkt)
- (b) Wie lang ist die Beispiel-String-Konstante `"Hello,_world!\n"`, und wieviel Speicherplatz belegt sie? (2 Punkte)
- (c) Schreiben Sie eine eigene Funktion `int strlen (char *s)`, die die Länge eines Strings zurückgibt. (3 Punkte)

Wir betrachten nun die folgenden Funktionen (Datei: `aufgabe-2.c`):

```
int fun_1 (char *s)
{
    int x = 0;
    for (int i = 0; i < strlen (s); i++)
        x += s[i];
    return x;
}
```

```
int fun_2 (char *s)
{
    int i = 0, x = 0;
    int len = strlen (s);
    while (i < len)
        x += s[i++];
    return x;
}
```

- (d) Was bewirken die beiden Funktionen? (2 Punkte)
- (e) Schreiben Sie eine eigene Funktion, die dieselbe Aufgabe erledigt wie `fun_2()`, nur effizienter. (4 Punkte)

### Aufgabe 3: LED-Blinkmuster

Wir betrachten das folgende Programm für einen ATmega32-Mikro-Controller (Datei: [aufgabe-3.c](#)).

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

uint8_t counter = 1;
uint8_t leds = 0;

ISR (TIMER0_COMP_vect)
{
    if (counter == 0)
    {
        leds = (leds + 1) % 8;
        PORTC = leds << 4;
    }
    counter++;
}

void init (void)
{
    cli ();
    TCCR0 = (1 << CS01) | (1 << CS00);
    TIMSK = 1 << OCIE0;
    sei ();
    DDRC = 0x70;
}

int main (void)
{
    init ();
    while (1)
        ; /* do nothing */
    return 0;
}
```

An die Bits Nr. 4, 5 und 6 des Output-Ports C des Mikro-Controllers sind LEDs angeschlossen. Sobald das Programm läuft, blinken diese in charakteristischer Weise:

Phase	LED oben (rot)	LED Mitte (gelb)	LED unten (grün)
1	aus	aus	an
2	aus	an	aus
3	aus	an	an
4	an	aus	aus
5	an	aus	an
6	an	an	aus
7	an	an	an
8	aus	aus	aus

Jede Phase dauert etwas länger als eine halbe Sekunde. Nach 8 Phasen wiederholt sich das Schema.

Erklären Sie das Verhalten des Programms anhand des Quelltextes:

- Wieso macht das Programm überhaupt etwas, wenn doch das Hauptprogramm nach dem Initialisieren lediglich eine Endlosschleife ausführt, in der *nichts* passiert? (1 Punkt)
- Wieso wird die Zeile `PORTC = leds << 4;` überhaupt aufgerufen, wenn dies doch nur unter der Bedingung `counter == 0` passiert, wobei die Variable `counter` auf 1 initialisiert, fortwährend erhöht und nirgendwo zurückgesetzt wird? (2 Punkte)
- Wie kommt das oben beschriebene Blinkmuster zustande? (2 Punkte)
- Wieso dauert eine Phase ungefähr eine halbe Sekunde? (2 Punkte)
- Was bedeutet „`ISR (TIMER0_COMP_vect)`“? (1 Punkt)

Hinweis:

- Die Funktion `init()` sorgt dafür, daß der Timer-Interrupt Nr. 0 des Mikro-Controllers etwa 488mal pro Sekunde aufgerufen wird. Außerdem initialisiert sie die benötigten Bits an Port C als Output-Ports. Sie selbst brauchen die Funktion `init()` nicht weiter zu erklären.

*Viel Erfolg!*