

# Hardwarenahe Programmierung

Prof. Dr. rer. nat. Peter Gerwinski

22. Oktober 2018

# Hardwarenahe Programmierung

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

## 1 Einführung

## 2 Einführung in C

...

2.5 Verzweigungen

2.6 Schleifen

2.7 Seiteneffekte

2.8 Strukturierte Programmierung

2.9 Funktionen

2.10 Zeiger

2.11 Arrays und Strings

2.12 Strukturen

2.13 Dateien und Fehlerbehandlung

2.14 Parameter des Hauptprogramms

2.15 String-Operationen

## 3 Bibliotheken

...

## 2.7 Seiteneffekte

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

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    printf ("%d\n", 42);
```

```
    "\n";
```

← Ausdruck als Anweisung: Wert wird ignoriert

```
    return 0;
```

```
}
```

## 2.7 Seiteneffekte

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

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    printf ("%d\n", 42);
```

```
    "\n";
```

```
    return 0;
```

```
}
```

← Ausdruck als Anweisung: Wert wird ignoriert

## 2.7 Seiteneffekte

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

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    int a = printf ("%d\n", 42);
```

```
    printf ("%d\n", a);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

- `printf()` ist eine Funktion.
- „Haupteffekt“: Wert zurückliefern  
(hier: Anzahl der ausgegebenen Zeichen)
- *Seiteneffekt*: Ausgabe

## 2.7 Seiteneffekte bei Operatoren

Unäre Operatoren:

- Negation: `—foo`
- Funktionsaufruf: `foo ()`
- Post-Inkrement: `foo++`
- Post-Dekrement: `foo—`
- Prä-Inkrement: `++foo`
- Prä-Dekrement: `—foo`

Binäre Operatoren:

- Rechnen: `+ — * / %`
- Vergleich: `== != < > <= >=`
- Zuweisung: `= += -= *= /= %=`
- Ignorieren: `,`

rot = mit Seiteneffekt

```
int i;
```

```
i = 0;  
while (i < 10)  
{  
    printf ("%d\n", i);  
    i++;  
}
```

```
for (i = 0; i < 10; i++)  
    printf ("%d\n", i);
```

```
i = 0;  
while (i < 10)  
    printf ("%d\n", i++);
```

```
for (i = 0; i < 10; printf ("%d\n", i++));
```

## 2.8 Strukturierte Programmierung

```
i = 0;  
while (1)      fragwürdig  
{  
    if (i >= 10)  
        break;  
    printf ("%d\n", i++);  
}
```

```
i = 0;  
loop:  
if (i >= 10)   sehr fragwürdig  
    goto endloop;  
printf ("%d\n", i++);  
goto loop;  
endloop:
```

(siehe z. B.:  
<http://xkcd.com/292/>)

```
int i;  
  
i = 0;  
while (i < 10)  
{  
    printf ("%d\n", i);  
    i++;  
}
```

gut

```
for (i = 0; i < 10; i++)  
    printf ("%d\n", i);
```

```
i = 0;  
while (i < 10)  
    printf ("%d\n", i++);
```

nur, wenn  
Sie wissen,  
was Sie tun

```
for (i = 0; i < 10; printf ("%d\n", i++));
```

## 2.8 Strukturierte Programmierung

Beispiel:

Gesucht ist eine Zahl  $a$  mit der Eigenschaft  $a \cdot 1117 \bmod 65535 = 137$  sowie ihr kleinster Primfaktor  $t$ .

(Aufgaben dieses Typs treten im Kontext von Verschlüsselung auf.)

```
for (int a = 0; a < 1000000; a++)
{
    if ((a * 1117) % 65535 == 137)
    {
        for (int t = 2; t < 1000000; t++)
        {
            if (a % t == 0)
            {
                printf("a=_%d\nt=_%d\n", a, t);
                a = 2000000;
                break;
            }
            else
                continue;
        }
    }
}
```

(schlecht)

```
int N = 65535;
int p = 1117;
int q = 137;
int a = 0;
while ((a * p) % N != q)
    a++;
int t = 2;
while (a % t != 0)
    t++;
printf("a=_%d\nt=_%d\n", a, t);
```

(deutlich besser)



## 2.9 Funktionen

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

```
int answer (void)
```

```
{  
    return 42;  
}
```

```
void foo (void)
```

```
{  
    printf ("%d\n", answer ());  
}
```

```
int main (void)
```

```
{  
    foo ();  
    return 0;  
}
```

- Funktionsdeklaration:  
Typ Name ( Parameterliste )  
{  
 Anweisungen  
}
- Das Hauptprogramm ist eine gewöhnliche Funktion mit dem Namen `main()` und dem Rückgabewert `int`:  
0: Erfolg  
≠ 0: Fehler

## 2.9 Funktionen

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

```
void add_verbose (int a, int b)
{
    printf ("%d_+_%d=_%d\n", a, b, a + b);
}
```

```
int main (void)
{
    add_verbose (3, 7);
    return 0;
}
```

- Funktionsdeklaration:  
Typ Name ( Parameterliste )  
{  
    Anweisungen  
}
- Der Datentyp **void**  
steht für „nichts“  
und kann ignoriert werden.

## 2.9 Funktionen

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

```
void add_verbose (int a, int b)
{
    printf ("%d_+_%d=_%d\n", a, b, a + b);
}
```

```
int main (void)
{
    add_verbose (3, 7);
    return 0;
}
```

- Funktionsdeklaration:  
Typ Name ( Parameterliste )  
{  
    Anweisungen  
}
- Der Datentyp **void**  
steht für „nichts“  
und muß ignoriert werden.

## 2.9 Funktionen

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

```
int a, b = 3;
```

```
void foo (void)
```

```
{  
    b++;  
    static int a = 5;  
    int b = 7;  
    printf ("foo():_"  
           "a=_%d,_b=_%d\n",  
           a, b);  
    a++;  
}
```

```
int main (void)
```

```
{  
    printf ("main():_"  
           "a=_%d,_b=_%d\n",  
           a, b);  
    foo ();  
    printf ("main():_"  
           "a=_%d,_b=_%d\n",  
           a, b);  
    a = b = 12;  
    printf ("main():_"  
           "a=_%d,_b=_%d\n",  
           a, b);  
    foo ();  
    printf ("main():_"  
           "a=_%d,_b=_%d\n",  
           a, b);  
    return 0;  
}
```

# Hardwarenahe Programmierung

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

## 1 Einführung

## 2 Einführung in C

...

2.5 Verzweigungen

2.6 Schleifen

2.7 Seiteneffekte

2.8 Strukturierte Programmierung

2.9 Funktionen

2.10 Zeiger

2.11 Arrays und Strings

2.12 Strukturen

2.13 Dateien und Fehlerbehandlung

2.14 Parameter des Hauptprogramms

2.15 String-Operationen

## 3 Bibliotheken

...

## 2.10 Zeiger

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

```
void calc_answer (int *a)
```

```
{
```

```
    *a = 42;
```

```
}
```

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    int answer;
```

```
    calc_answer (&answer);
```

```
    printf ("The_answer_is_%d.\n", answer);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

## 2.10 Zeiger

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

```
void calc_answer (int *a)
```

```
{  
    *a = 42;  
}
```

- `*a` ist eine `int`.

```
int main (void)
```

```
{  
    int answer;  
    calc_answer (&answer);  
    printf ("The_answer_is_%d.\n", answer);  
    return 0;  
}
```

## 2.10 Zeiger

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

```
void calc_answer (int *a)
{
    *a = 42;
}
```

- `*a` ist eine **int**.
- unärer Operator `*`:  
Pointer-Derferenzierung

```
int main (void)
{
    int answer;
    calc_answer (&answer);
    printf ("The_answer_is_%d.\n", answer);
    return 0;
}
```



## 2.10 Zeiger

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

```
void calc_answer (int *a)
{
    *a = 42;
}
```

- `*a` ist eine **int**.
- unärer Operator `*`:  
Pointer-Derferenzierung

→ `a` ist ein Zeiger (Pointer) auf eine **int**.

```
int main (void)
{
    int answer;
    calc_answer (&answer);
    printf ("The_answer_is_%d.\n", answer);
    return 0;
}
```

## 2.10 Zeiger

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

```
void calc_answer (int *a)
{
    *a = 42;
}
```

- `*a` ist eine **int**.
- unärer Operator `*`:  
Pointer-Derferenzierung

→ `a` ist ein Zeiger (Pointer) auf eine **int**.

```
int main (void)
{
    int answer;
    calc_answer (&answer);
    printf ("The_answer_is_%d.\n", answer);
    return 0;
}
```

- unärer Operator `&`: Adresse

## 2.11 Arrays und Strings

Ein Zeiger zeigt auf eine Variable.

## 2.11 Arrays und Strings

Ein Zeiger zeigt auf eine Variable und deren Nachbarn.

## 2.11 Arrays und Strings

Ein Zeiger zeigt auf eine Variable und deren Nachbarn.

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

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    int prime[5] = { 2, 3, 5, 7, 11 };
```

```
    int *p = prime;
```

```
    for (int i = 0; i < 5; i++)
```

```
        printf ("%d\n", *(p + i));
```

```
    return 0;
```

```
}
```

## 2.11 Arrays und Strings

Ein Zeiger zeigt auf eine Variable und deren Nachbarn.

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

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    int prime[5] = { 2, 3, 5, 7, 11 };
```

```
    int *p = prime;
```

```
    for (int i = 0; i < 5; i++)
```

```
        printf ("%d\n", *(p + i));
```

```
    return 0;
```

```
}
```

- `prime` ist eine Ansammlung von fünf ganzen Zahlen.

## 2.11 Arrays und Strings

Ein Zeiger zeigt auf eine Variable und deren Nachbarn.

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

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    int prime[5] = { 2, 3, 5, 7, 11 };
```

```
    int *p = prime;
```

```
    for (int i = 0; i < 5; i++)
```

```
        printf ("%d\n", *(p + i));
```

```
    return 0;
```

```
}
```

- `prime` ist ein Array von fünf ganzen Zahlen.

## 2.11 Arrays und Strings

Ein Zeiger zeigt auf eine Variable und deren Nachbarn.

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

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    int prime[5] = { 2, 3, 5, 7, 11 };
```

```
    int *p = prime;
```

```
    for (int i = 0; i < 5; i++)
```

```
        printf ("%d\n", *(p + i));
```

```
    return 0;
```

```
}
```

- `prime` ist ein Array von fünf ganzen Zahlen.



- `prime` ist ein Zeiger auf eine `int`.



## 2.11 Arrays und Strings

Ein Zeiger zeigt auf eine Variable und deren Nachbarn.

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

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    int prime[5] = { 2, 3, 5, 7, 11 };
```

```
    int *p = prime;
```

```
    for (int i = 0; i < 5; i++)
```

```
        printf ("%d\n", *(p + i));
```

```
    return 0;
```

```
}
```

- `prime` ist ein Array von fünf ganzen Zahlen.
- `prime` ist ein Zeiger auf eine `int`.
- `p + i` ist ein Zeiger auf den `i`-ten Nachbarn von `*p`.




## 2.11 Arrays und Strings

Ein Zeiger zeigt auf eine Variable und deren Nachbarn.

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

```
int main (void)
```

```
{  
    int prime[5] = { 2, 3, 5, 7, 11 };  
    int *p = prime;  
    for (int i = 0; i < 5; i++)  
        printf ("%d\n", *(p + i));  
    return 0;  
}
```

- `prime` ist ein Array von fünf ganzen Zahlen.
- `prime` ist ein Zeiger auf eine `int`. 
- `p + i` ist ein Zeiger auf den `i`-ten Nachbarn von `*p`.
- `*(p + i)` ist der `i`-te Nachbar von `*p`.


## 2.11 Arrays und Strings

Ein Zeiger zeigt auf eine Variable und deren Nachbarn.

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

```
int main (void)
```

```
{  
    int prime[5] = { 2, 3, 5, 7, 11 };  
    int *p = prime;  
    for (int i = 0; i < 5; i++)  
        printf ("%d\n", p[i]);  
    return 0;  
}
```

- `prime` ist ein Array von fünf ganzen Zahlen.
- `prime` ist ein Zeiger auf eine `int`. 
- `p + i` ist ein Zeiger auf den `i`-ten Nachbarn von `*p`.
- `*(p + i)` ist der `i`-te Nachbar von `*p`.
- Andere Schreibweise:  
`p[i]` statt `*(p + i)`

## 2.11 Arrays und Strings

Ein Zeiger zeigt auf eine Variable und deren Nachbarn.

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

```
int main (void)
```

```
{  
    int prime[5] = { 2, 3, 5, 7, 11 };  
    for (int i = 0; i < 5; i++)  
        printf ("%d\n", prime[i]);  
    return 0;  
}
```

- `prime` ist ein Array von fünf ganzen Zahlen.
- `prime` ist ein Zeiger auf eine `int`.
- `p + i` ist ein Zeiger auf den `i`-ten Nachbarn von `*p`.
- `*(p + i)` ist der `i`-te Nachbar von `*p`.
- Andere Schreibweise:  
`p[i]` statt `*(p + i)`

## 2.11 Arrays und Strings

Ein Zeiger zeigt auf eine Variable und deren Nachbarn.

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

```
int main (void)
```

```
{  
    int prime[5] = { 2, 3, 5, 7, 11 };  
    for (int *p = prime;  
         p < prime + 5; p++)  
        printf ("%d\n", *p);  
    return 0;  
}
```

- `prime` ist ein Array von fünf ganzen Zahlen.
- `prime` ist ein Zeiger auf eine `int`.
- `p + i` ist ein Zeiger auf den `i`-ten Nachbarn von `*p`.
- `*(p + i)` ist der `i`-te Nachbar von `*p`.
- Andere Schreibweise:  
`p[i]` statt `*(p + i)`
- Zeiger-Arithmetik:  
`p++` rückt den Zeiger `p` um eine `int` weiter.

## 2.11 Arrays und Strings

Ein Zeiger zeigt auf eine Variable und deren Nachbarn.

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

```
int main (void)
```

```
{  
    int prime[6] = { 2, 3, 5, 7, 11, 0 };  
    for (int *p = prime; *p; p++)  
        printf ("%d\n", *p);  
    return 0;  
}
```

- `prime` ist ein Array von fünf ganzen Zahlen.
- `prime` ist ein Zeiger auf eine `int`.
- `p + i` ist ein Zeiger auf den `i`-ten Nachbarn von `*p`.
- `*(p + i)` ist der `i`-te Nachbar von `*p`.
- Andere Schreibweise:  
`p[i]` statt `*(p + i)`
- Zeiger-Arithmetik:  
`p++` rückt den Zeiger `p` um eine `int` weiter.

## 2.11 Arrays und Strings

Ein Zeiger zeigt auf eine Variable und deren Nachbarn.

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

```
int main (void)
```

```
{  
    int prime[] = { 2, 3, 5, 7, 11, 0 };  
    for (int *p = prime; *p; p++)  
        printf ("%d\n", *p);  
    return 0;  
}
```

- `prime` ist ein Array von fünf ganzen Zahlen.
- `prime` ist ein Zeiger auf eine `int`.
- `p + i` ist ein Zeiger auf den `i`-ten Nachbarn von `*p`.
- `*(p + i)` ist der `i`-te Nachbar von `*p`.
- Andere Schreibweise:  
`p[i]` statt `*(p + i)`
- Zeiger-Arithmetik:  
`p++` rückt den Zeiger `p` um eine `int` weiter.
- Array ohne Längenangabe:  
Compiler zählt selbst

## 2.11 Arrays und Strings

Ein Zeiger zeigt auf eine Variable und deren Nachbarn.

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

```
int main (void)
```

```
{  
    int prime[] = { 2, 3, 5, 7, 11, 0 };  
    for (int *p = prime; *p; p++)  
        printf ("%d\n", *p);  
    return 0;  
}
```

**Die Länge des Arrays  
ist *nicht* veränderlich!**

- `prime` ist ein Array von fünf ganzen Zahlen.
- `prime` ist ein Zeiger auf eine `int`.
- `p + i` ist ein Zeiger auf den `i`-ten Nachbarn von `*p`.
- `*(p + i)` ist der `i`-te Nachbar von `*p`.
- Andere Schreibweise:  
`p[i]` statt `*(p + i)`
- Zeiger-Arithmetik:  
`p++` rückt den Zeiger `p` um eine `int` weiter.
- Array ohne explizite Längenangabe:  
Compiler zählt selbst



## 2.11 Arrays und Strings

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

```
int main (void)
```

```
{
```

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

```
    for (char *p = hello; *p; p++)
```

```
        printf ("%d", *p);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

## 2.11 Arrays und Strings

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

```
int main (void)
```

```
{
```

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

```
    for (char *p = hello; *p; p++)
```

```
        printf ("%d", *p);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

- Ein **char** ist eine kleinere **int**.

## 2.11 Arrays und Strings

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

```
int main (void)
```

```
{
```

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

```
    for (char *p = hello; *p; p++)
```

```
        printf ("%d", *p);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

- Ein **char** ist eine kleinere **int**.
- Ein „String“ in C ist ein Array von **chars**.

## 2.11 Arrays und Strings

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

```
int main (void)
```

```
{
```

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

```
    for (char *p = hello; *p; p++)
```

```
        printf ("%d", *p);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

- Ein **char** ist eine kleinere **int**.
- Ein „String“ in C ist ein Array von **chars**, also ein Zeiger auf **chars**.

## 2.11 Arrays und Strings

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

```
int main (void)
```

```
{
```

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

```
    for (char *p = hello; *p; p++)
```

```
        printf ("%d", *p);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

- Ein **char** ist eine kleinere **int**.
- Ein „String“ in C ist ein Array von **chars**, also ein Zeiger auf **chars**  
also ein Zeiger auf (kleinere) Integer.

## 2.11 Arrays und Strings

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

```
int main (void)
```

```
{
```

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

```
    for (char *p = hello; *p; p++)
```

```
        printf ("%d", *p);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

- Ein **char** ist eine kleinere **int**.
- Ein „String“ in C ist ein Array von **chars**, also ein Zeiger auf **chars** also ein Zeiger auf (kleinere) Integer.
- Der letzte **char** muß 0 sein. Er kennzeichnet das Ende des Strings.

## 2.11 Arrays und Strings

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

```
int main (void)
```

```
{
```

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

```
    for (char *p = hello; *p; p++)
```

```
        printf ("%c", *p);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

- Ein **char** ist eine kleinere **int**.
- Ein „String“ in C ist ein Array von **chars**, also ein Zeiger auf **chars** also ein Zeiger auf (kleinere) Integer.
- Der letzte **char** muß 0 sein. Er kennzeichnet das Ende des Strings.
- Die Formatspezifikation entscheidet über die Ausgabe:
  - %d** dezimal
  - %c** Zeichen
  - %x** hexadezimal

## 2.11 Arrays und Strings

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

```
int main (void)
{
    char hello[] = "Hello, _world!\n";
    printf ("%s", hello);
    return 0;
}
```

- Ein **char** ist eine kleinere **int**.
- Ein „String“ in C ist ein Array von **chars**, also ein Zeiger auf **chars** also ein Zeiger auf (kleinere) Integer.
- Der letzte **char** muß 0 sein. Er kennzeichnet das Ende des Strings.
- Die Formatspezifikation entscheidet über die Ausgabe:  

<b>%d</b>	dezimal	<b>%c</b>	Zeichen
<b>%x</b>	hexadezimal	<b>%s</b>	String



## 2.11 Arrays und Strings

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

```
int main (void)
{
    char *hello = "Hello, _world!\n";
    printf ("%s", hello);
    return 0;
}
```

- Ein **char** ist eine kleinere **int**.
- Ein „String“ in C ist ein Array von **chars**, also ein Zeiger auf **chars** also ein Zeiger auf (kleinere) Integer.
- Der letzte **char** muß 0 sein. Er kennzeichnet das Ende des Strings.
- Die Formatspezifikation entscheidet über die Ausgabe:  
    **%d** dezimal      **%c** Zeichen  
    **%x** hexadezimal    **%s** String

## 2.11 Arrays und Strings

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

```
int main (void)
{
    char *hello = "Hello, _world!\n";
    while (*hello)
        printf ("%c", *hello++);
    return 0;
}
```

- Ein **char** ist eine kleinere **int**.
- Ein „String“ in C ist ein Array von **chars**, also ein Zeiger auf **chars** also ein Zeiger auf (kleinere) Integer.
- Der letzte **char** muß 0 sein. Er kennzeichnet das Ende des Strings.
- Die Formatspezifikation entscheidet über die Ausgabe:

<b>%d</b> dezimal	<b>%c</b> Zeichen
<b>%x</b> hexadezimal	<b>%s</b> String

## 2.11 Arrays und Strings und Zeichen

„Alles ist Zahl.“ – Schule der Pythagoreer, 6. Jh. v. Chr.

"Hello"		{ 72, 101, 108, 108, 111, 0 }
'H'	ist nur eine andere	72
	Schreibweise für	
'a' + 4		'e'

- Welchen Zahlenwert hat '\*' im Zeichensatz?

```
printf ("%d\n", '*');
```

(normalerweise: ASCII)

- Ist **char** **ch** ein Großbuchstabe?

```
if (ch >= 'A' && ch <= 'Z')
```

...

- Groß- in Kleinbuchstaben umwandeln

```
ch += 'a' - 'A';
```

## 2.12 Strukturen

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

```
typedef struct
```

```
{
```

```
    char day, month;
```

```
    int year;
```

```
}
```

```
date;
```

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    date today = { 30, 10, 2014 };
```

```
    printf ("%d.%d.%d\n", today.day, today.month, today.year);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

## 2.12 Strukturen

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

```
typedef struct
```

```
{
```

```
    char day, month;
```

```
    int year;
```

```
}
```

```
date;
```

```
void set_date (date *d)
```

```
{
```

```
    (*d).day = 30;
```

```
    (*d).month = 10;
```

```
    (*d).year = 2014;
```

```
}
```

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    date today;
```

```
    set_date (&today);
```

```
    printf ("%d.%d.%d\n", today.day,  
            today.month, today.year);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

## 2.12 Strukturen

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

```
typedef struct
```

```
{  
    char day, month;  
    int year;  
}  
date;
```

```
void set_date (date *d)
```

```
{  
    d->day = 30;  
    d->month = 10;  
    d->year = 2014;  
}
```

foo->bar ist Abkürzung für (\*foo).bar

```
int main (void)
```

```
{  
    date today;  
    set_date (&today);  
    printf ("%d.%d.%d\n", today.day,  
            today.month, today.year);  
    return 0;  
}
```

# Hardwarenahe Programmierung

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

## 1 Einführung

## 2 Einführung in C

...

2.5 Verzweigungen

2.6 Schleifen

2.7 Seiteneffekte

2.8 Strukturierte Programmierung

2.9 Funktionen

2.10 Zeiger

2.11 Arrays und Strings

2.12 Strukturen

2.13 Dateien und Fehlerbehandlung

2.14 Parameter des Hauptprogramms

2.15 String-Operationen

## 3 Bibliotheken

...