

Angewandte Informatik

Hardwarenahe Programmierung

Prof. Dr. rer. nat. Peter Gerwinski

16. Oktober 2017

Angewandte Informatik

Hardwarenahe Programmierung

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

1 Einführung

- 1.1 Was ist angewandte Informatik / hardwarenahe Programmierung?
- 1.2 Programmierung in C
- 1.3 Zu dieser Lehrveranstaltung

2 Einführung in C

- 2.1 Hello, world!
- 2.2 Programme compilieren und ausführen
- 2.3 Elementare Aus- und Eingabe
- 2.4 Elementares Rechnen
- 2.5 Verzweigungen
- 2.6 Schleifen
- 2.7 Strukturierte Programmierung

...

3 Bibliotheken

...

Einführung

Programmierung in C

Etabliertes Profi-Werkzeug

- kleinster gemeinsamer Nenner für viele Plattformen
- leistungsfähig, aber gefährlich

„High-Level-Assembler“

- kein „Fallschirm“
- kompakte Schreibweise

Unix-Hintergrund

- Baukastenprinzip
- konsequente Regeln
- kein „Fallschirm“

2 Einführung in C

2.1 Hello, world!

Text ausgeben


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

```
int main (void)
```

```
{  
    printf ("Hello,_world!\n");  
    return 0;  
}
```

2.2 Programme compilieren und ausführen

```
$ gcc -Wall -O hello-1.c -o hello-1
$ ./hello-1
Hello, world!
$
```



-Wall	alle Warnungen einschalten
-O	optimieren
-O3	maximal optimieren
-Os	Codegröße optimieren
...	gcc hat <i>sehr viele</i> Optionen.

2.3 Elementare Aus- und Eingabe

Wert ausgeben

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

```
int main (void)
```

```
{
```

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

```
    return 0;
```

```
}
```

Formatspezifikation „d“: „dezimal“

Weitere Formatspezifikationen:
siehe Online-Dokumentation
(z. B. man 3 printf),
Internet-Recherche oder Literatur

2.3 Elementare Aus- und Eingabe

Wert ausgeben

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

```
int main (void)
```

```
{
```

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

```
    return 0;
```

```
}
```

printf() erwartet immer einen
String als ersten Parameter.

Weitere Parameter (z. B. Zahlen):
immer mit **Formatspezifikationen**

Formatspezifikation „d“: „dezimal“

Weitere Formatspezifikationen:
siehe Online-Dokumentation
(z. B. man 3 printf),
Internet-Recherche oder Literatur

2.3 Elementare Aus- und Eingabe

Wert ausgeben

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

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    printf ("Die_Antwort_lautet:_", 42, "\n");
```

```
    return 0;
```

```
}
```

wird nicht ausgegeben

printf() erwartet immer einen
String als ersten Parameter.

Weitere Parameter (z. B. Zahlen):
immer mit **Formatspezifikationen**

2.3 Elementare Aus- und Eingabe

Wert ausgeben

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

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    printf (42, "_lautet_die_Antwort.\n");
```

```
    return 0;
```

```
}
```

kein String, daher **Absturz**



printf() erwartet immer einen
String als ersten Parameter.



Weitere Parameter (z. B. Zahlen):
immer mit **Formatspezifikationen**

2.3 Elementare Aus- und Eingabe

Wert einlesen

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

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    double a;
```

```
    printf ("Bitte_eine_Zahl_eingeben:_");
```

```
    scanf ("%lf", &a);
```

```
    printf ("Ihre_Antwort_war:_%lf\n", a);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

Formatspezifikation „lf“:
„long floating-point“



**Die Formatspezifikation besagt,
was scanf() akzeptieren soll.**

2.3 Elementare Aus- und Eingabe

Wert einlesen

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

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    double a;
```

```
    scanf ("Bitte_eine_Zahl_eingeben:_%lf", &a);
```

```
    printf ("Ihre_Antwort_war:_%lf\n", a);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

Der Benutzer muß die Zahl als
„Bitte eine Zahl eingeben: 3.14“ eingeben,
damit scanf() sie akzeptiert.

**Die Formatspezifikation besagt,
was scanf() akzeptieren soll.**

2.4 Elementares Rechnen

Wert an Variable zuweisen

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

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    int a;
```

```
    printf ("Bitte_eine_Zahl_eingeben:_");
```

```
    scanf ("%d", &a);
```

```
    a = 2 * a;
```

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

```
    return 0;
```

```
}
```

2.5 Verzweigungen

if-Verzweigung

```
if (b != 0)
    printf ("%d\n", a / b);
```

Wahrheitswerte in C: numerisch

0 steht für *falsch* (*false*),
 $\neq 0$ steht für *wahr* (*true*).

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

2.5 Verzweigungen

if-Verzweigung

```
if (b != 0)
    printf ("%d\n", a / b);
else
    printf ("Division_durch_0?!?\n");
```

Wahrheitswerte in C: numerisch

0 steht für *falsch* (*false*),
≠ 0 steht für *wahr* (*true*).

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

2.5 Verzweigungen

if-Verzweigung

```
if (b != 0)
    printf ("%d\n", a / b);
else
    printf ("Division_durch_0?!?\n");
```

```
if (b == 0)
    printf ("Division_durch_0?!?\n");
else
{
    if (b == 1)
        printf ("Division_durch_1_ist_langweilig.\n");
    else
        printf ("%d\n", a / b);
}
```

Wahrheitswerte in C: numerisch

0 steht für *falsch (false)*,
≠ 0 steht für *wahr (true)*.

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

2.5 Verzweigungen

if-Verzweigung

```
if (b != 0)
    printf ("%d\n", a / b);
else
    printf ("Division_durch_0?!?\n");
```

```
if (b == 0)
    printf ("Division_durch_0?!?\n");
else
    if (b == 1)
        printf ("Division_durch_1_ist_langweilig.\n");
    else
        printf ("%d\n", a / b);
```

Wahrheitswerte in C: numerisch

0 steht für *falsch (false)*,
 $\neq 0$ steht für *wahr (true)*.

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


2.5 Verzweigungen

if-Verzweigung

```
if (b != 0)
    printf ("%d\n", a / b);
else
    printf ("Division_durch_0?!?\n");
```

```
if (b == 0)
    printf ("Division_durch_0?!?\n");
else if (b == 1)
    printf ("Division_durch_1_ist_langweilig.\n");
else
    printf ("%d\n", a / b);
```

Wahrheitswerte in C: numerisch

0 steht für *falsch* (*false*),
≠ 0 steht für *wahr* (*true*).

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

2.6 Schleifen

while-Schleife

```
a = 1;
while (a <= 10)
{
    printf ("%d\n", a);
    a = a + 1;
}
```

for-Schleife

```
for (a = 1; a <= 10; a = a + 1)
    printf ("%d\n", a);
```

do-while-Schleife

```
a = 1;
do
{
    printf ("%d\n", a);
    a = a + 1;
}
while (a <= 10);
```

2.7 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++));
```

Angewandte Informatik

Hardwarenahe Programmierung

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

1 Einführung

2 Einführung in C

...

2.5 Verzweigungen

2.6 Schleifen

2.7 Strukturierte Programmierung

2.8 Seiteneffekte

2.9 Funktionen

2.10 Zeiger

2.11 Arrays und Strings

2.12 Strukturen

...

3 Bibliotheken

...

2.8 Seiteneffekte

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

```
int main (void)  
{  
    printf ("%d\n", 42);  
    "\n";  
    return 0;  
}
```

2.8 Seiteneffekte

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

```
int main (void)
```

```
{
```

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

```
    "\n";
```

← Ausdruck als Anweisung: Wert wird ignoriert

```
    return 0;
```

```
}
```

2.8 Seiteneffekte

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

```
int main (void)
```

```
{
```

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

```
    "\n";
```

```
    return 0;
```

```
}
```

← Ausdruck als Anweisung: Wert wird ignoriert

2.8 Seiteneffekte

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

```
int main (void)
```

```
{  
    int a = printf ("%d\n", 42);  
    printf ("%d\n", a);  
    return 0;  
}
```


2.8 Seiteneffekte

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

```
int main (void)
```

```
{  
    int a = printf ("%d\n", 42);  
    printf ("%d\n", a);  
    return 0;  
}
```

```
$ gcc -Wall -O side-effects-1.c -o side-effects-1
```

```
$ ./side-effects-1
```

```
42
```

```
3
```

```
$
```

2.8 Seiteneffekte

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

```
int main (void)
```

```
{
```

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

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

```
    return 0;
```

```
}
```

- `printf()` ist eine Funktion.

2.8 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)

2.8 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

2.8 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: `,`

2.8 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

2.8 Seiteneffekte bei Operatoren

Unäre Operatoren:

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

```
int i;
```

```
i = 0;
```

```
while (i < 10)
```

```
{
```

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

```
    i++;
```

```
}
```

Binäre Operatoren:

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

rot = mit Seiteneffekt

2.8 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);
```


2.8 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++);
```

2.8 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++));
```

2.9 Funktionen

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

```
int answer (void)
```

```
{
```

```
    return 42;
```

```
}
```

```
void foo (void)
```

```
{
```

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

```
}
```

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    foo ();
```

```
    return 0;
```

```
}
```

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
}

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
}

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;  
}
```


Angewandte Informatik

Hardwarenahe Programmierung

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

1 Einführung

2 Einführung in C

...

2.5 Verzweigungen

2.6 Schleifen

2.7 Strukturierte Programmierung

2.8 Seiteneffekte

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

...