Programmieren

Sammlung gegliedert nach Modul

Fabian Suter, 10. Juni 2024

https://github.com/FabianSuter/Programmieren.git

1 ProgC

1.1 Wichtige Kurzbefehle

`cd "Path"`	Pfad anwählen
`cd ..`	um eine Ebene nach oben (zurück)
`mkdir "Ordnername"`	Ordner erstellen
`rmkdir "Ordnername"`	Ordner löschen
`rm -rf *`	Alles innerhalb vom aktuellen Ordner löschen
`rm "Datei"`	Datei löschen
`mv "Name alt" "Name neu"`	Datei umbenennen
`cp "Datei alt" "Datei neu"`	Datei kopieren und benennen
`clang -Wall -o "Outputname" "Inputdatei"`	clang-Compiler mit Warnungen
`clang -Wall -o "Outputname" "Inputdatei" -lm`	-lm für Mathebibliothek
`ls`	Listet alle Files im akt. Verzeichnis auf
`ls -l`	Inkl. Informationen wie Grösse u.a.
`ls -a`	Inkl. versteckten Dateien
`ls -al`	Beide Varianten

1.2 Zahlensysteme

$2^0 = 1$	$2^1 = 2$	$2^2 = 4$	$2^3 = 8$	$2^4 = 16$	$2^5 = 32$	$2^6 = 64$	$2^7 = 128$

Grösse	**Abk.**	**Genauer Wert**	**Näherung**
Kilobyte	kB	$2^{10} = 1024$ Bytes	10^3 Bytes
Megabyte	MB	$2^{20} = 1\,048\,576$ Bytes	10^6 Bytes
Gigabyte	GB	$2^{30} = 1\,073\,741\,824$ Bytes	10^9 Bytes
Terabyte	TB	$2^{40} = 1\,099\,511\,627\,776$ Bytes	10^12 Bytes

Oktal	3 Bits	X_8	X_O	X_q	X_oct	$0X$
Hex	4 Bits	X_16	X_h	XH	X_hex	0xX

Hexadezimal															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

ASCII (7-Bit) Ordnet gängigen Schriftzeichen einen Zahlenwert zu, um diese in einem Digitalrechner präsentieren zu können. Die Tabelle ist wichtig, um für geg. Schriftzeichen den in der Maschine repräsentierten Zahlenwert zu ermitteln (und umgekehrt).
Nachfolger: Unicode (8-, 16-, 32-Bit)

1.3 Datentypen

1.3.1 Datentypen

Typ	*Anz. Bytes*	*Bereich*	*printf*	*Spezielles*
Ganze Zahlen				
byte	1	$0 \dots +255$		
short	2	$-2^{15} \dots +2^{15}-1$	`%d; %i`	Hex: `%x; %X`
int	4	$-2^{31} \dots +2^{31}-1$	`%d`	Hex: `%x; %X`
long	8	$-2^{63} \dots +2^{63}-1$	`%ld; %li`	Hex: `%x; %X`
Dezimalzahlen			(Expon.: `%e`)	
float	4	$1.2E-38 \dots 3.4E+38$	`%f`	6 Dez.stellen
double	8	$2.3E-308 \dots 1.7E+308$	`%lf`	15 Dez.stellen
Spezial				
char	1	Einzelne Buchstaben	`%c`	
boolean	1	True / False		
string		Zeichenkette; Text	`%s`	
Vorzeichen, Versch.				
unsigned char	1	$0 \dots +255$	`%c`	
signed char	1	-128 ... +127	`%c`	
unsigned int	4	$0 \dots +2^{32}-1$	`%u`	
short int	2	$-2^{15} \dots +2^{15}-1$	`%hd`	
unsigned short int	2	$0 \dots +2^{16}-1$	`%hu`	
long int	4	$-2^{31} \dots +2^{31}-1$	`%ld`	
unsigned long int	4	$0 \dots +2^{32}-1$	`%lu`	
long long int	8	$-2^{63} \dots +2^{63}-1$	`%lld`	
unsigned long long int	8	$0 \dots +2^{64}-1$	`%llu`	
long double	16	$3.3E-4932 \dots 1.1E+4932$	`%Lf`	18 Dez.stellen

Ganzzahlen können überlaufen!
Gleitpunktzahlen haben meist Rundungsfehler. Nie auf Gleichheit prüfen!
Wertebereich:
· unsigned $0 \dots (2^n-1)$ n=8 : 0...255
· signed $-2^{n-1} \dots +(2^{n-1}-1)$ n=8 : -128...+127
Stellenbreite: `%7.2f` → ␣␣␣␣.␣␣, `%4d` → ␣␣␣␣(res. immer 4 Zahlenbreiten)

1.3.2 Typumwandlung

```
float f = 41.7;
```
Implizit: Eine Kommazahl ohne `f` am Ende hat den Typ `double`

```
int x = (int) f;
```
Explizit: x hat den Wert 41, Nachkommastellen werden abgeschnitten

1.3.3 Namen

- Buchstaben a-z, A-Z
- Ziffern 0-9
- Underscore
- `alpha` ≠ `Alpha`

Das erste Zeichen darf keine Ziffer sein

Nicht als Namen erlaubt: die reservierten Schlüsselwörter

Im C90-Standard sind 32 reservierte Schlüsselwörter definiert. Sie sind stets klein geschrieben und dürfen nicht als Namen (z.B. für Variablen) verwendet werden.

`auto`	`double`	`int`	`struct`
`break`	`else`	`long`	`switch`
`case`	`enum`	`register`	`typedef`
`char`	`extern`	`return`	`union`
`const`	`float`	`short`	`unsigned`
`continue`	`for`	`signed`	`void`
`default`	`goto`	`sizeof`	`volatile`
`do`	`if`	`static`	`while`

Im C11-Standard sind die folgenden Schlüsselwörter dazugekommen:

`inline`	`_Alignof`	`_Complex`	`_Noreturn`
`restrict`	`_Atomic`	`_Generic`	`_Static_assert`
`_Alignas`	`_Bool`	`_Imaginary`	`_Thread_local`

1.3.4 Konstanten

Literale Konstanten:

- Ganzzahlige Konstanten (default: int)

```
254    035    0x3f    -34    14L    14U    14UL
dezimal  okt    hex             long   unsigned  unsigned long
```

- Zeichenkonstanten

```
'c'    '\n'    '\x4a'    '\14'    '\\'    L'a'
                ASCII hex  ASCII okt          Double Byte
```

- Gleitpunktkonstanten (default: double)

```
254.89    -13.0    3.45e23      4.65f      3.14159L
                   Exp-Schreibweise  float-Konstante  long double
```

Symbolische Konstanten:

```
//Mit #define
#define PI (3.14159)

//Mit enum
enum{
   listLength = 40;
   commLength = 30;
   dateLength = 20;
}
```

1.4 Variablen

	Lokale Variable	Globale Variable
Sichtbarkeit	Zwischen Definition und Ende des aktuellen Blocks	Zwischen Definition und Ende der aktuellen Compile-Unit; über Deklaration `extern` auch in anderen Compile-Units importierbar
Lebensdauer	Laufzeit des zugehörigen Funktionsaufrufs	Laufzeit des Programms
Automatische Initialisierung	*keine*	automatische Initialisierung mit Wert 0

1.5 Operatoren und Operanden

- unär (monadisch): hat einen einzigen Operator
  - Inkremental ++
  - De-, Referenzieren (&, *)
  - !wahrheitswert (Negation)
- binär (dyadisch): hat zwei Operanden
  - z.B. 3+4 od. a+b
- ternär (triadisch): hat drei Operanden
  - **Mini-If**: `wahrheitswert?wert1:wert2`
    (wert1 für *wahr*, wert2 für *falsch*)
    (z.B. `x?"wahr":"unwahr"`)

1.5.1 Modulo

`%` gibt den Restwert einer Rechnung aus
`10 % 3 = 1, 20 % 7 = 6`

1.5.2 Priorität & Assoziativität

Priorität	Operatoren		Assoziativität
Priorität 1	`()` `[ ]` `-> .` `++ --` `(Typname) {}`	Funktionsaufruf Array-Index Komponentenzugriff Inkrement, Dekrement als Postfix compound literal[96]	links links links links links
Priorität 2	`! ~` `++ --` `sizeof` `+ -` `(Typname)` `* &`	Negation (logisch, bitweise) Inkrement, Dekrement als Präfix Vorzeichen (unär) cast Dereferenzierung, Adresse	rechts rechts rechts rechts rechts
Priorität 3	`* / %`	Multiplikation, Division modulo	links links
Priorität 4	`+ -`	Summe, Differenz (binär)	links
Priorität 5	`<< >>`	bitweises Schieben	links
Priorität 6	`< <=` `> >=`	Vergleich kleiner, kleiner gleich Vergleich größer, größer gleich	links links
Priorität 7	`== !=`	Gleichheit, Ungleichheit	links
Priorität 8	`&`	bitweises UND	links
Priorität 9	`^`	bitweises Exklusives-ODER	links
Priorität 10	`|`	bitweises ODER	links
Priorität 11	`&&`	logisches UND	links
Priorität 12	`||`	logisches ODER	links
Priorität 13	`?:`	bedingte Auswertung	rechts
Priorität 14	`=` `+=, -=, *=, /=, %=, &=, ^=, |=, <<=, >>=`	einfache Wertzuweisung kombinierte Zuweisungs-operatoren	rechts rechts
Priorität 15	`,`	Komma-Operator	links

Assoziativität: Reihenfolge der Operationen bei gleicher Priorität

1.5.3 Inkrementieren & Dekrementieren

Postinkrement:

```
printf("%d", i++)
//i wird zuerst geschrieben, anschliessend inkrementiert
```

Präinkrement:

```
printf("%d", ++i)
//i wird zuerst inkrementiert, anschliessend geschrieben
```

1.5.4 Logisch vs. bitweise Operatoren

|| = OR
&& = AND

Logisch:

```
signed char a = 0;    //bedeutet unwahr
signed char b = -27; //bedeutet wahr
if(a&&b){
   printf("A und B sind wahr");
}
```

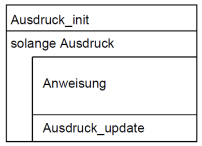
Bitweise:

```
unsigned char a = 128: // 1000'0000
unsigned char b = 16;  // 0001'0000
printf("%d\n", a | b); // 1001'0000
```

1.6 Schleifen

1.6.1 For-Schleife

```
for (Ausdruck_init; solange Ausdruck; Ausdruck_update)
  Anweisung
```

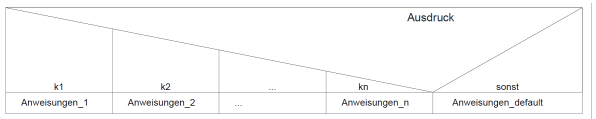


entspricht

```
Ausdruck_init;
while (solange Ausdruck)
{
  Anweisung
  Ausdruck_update
}
```

Für Zählschleifen, bzw. wenn die Anzahl Durchläufe bekannt ist

1.6.2 Switch-Schleife

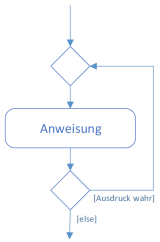



```
switch (Ausdruck)
{
  case k1:
    Anweisungen_1
    break;
  case k2:
    Anweisungen_2
    break;
  ...
```

```
...
  case kn:
    Anweisungen_n
    break;
  default:
    Anweisungen_default
    break;
}
```

Für Anwendungen, wo eine Überprüfung mehrere Cases haben kann, z.B. Abfrage eines Zustandes (Standby, Off, Idle, Run, ...)

1.6.3 Do-While-Schleife

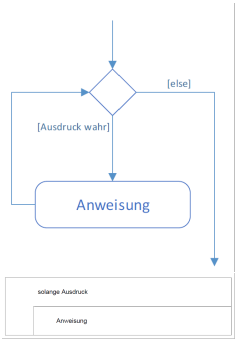



```
do
  Anweisung
while (Ausdruck);
```

hier braucht es einen Strichpunkt

Keine Zählschleife, das Programm führt min. 1 Durchlauf aus und arbeitet solange Ausdruck = true

1.6.4 While-Schleife



Für alle anderen Fälle. Spezialfall: `while(1)` ist ein konstanter Loop im Programm

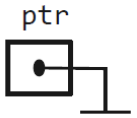
1.6.5 Sprunganweisungen

- `break`: Schleifen abbrechen, zurückhaltend einsetzen!
- `continue`: nächsten Schleifendurchgang starten, sehr zurückhaltend einsetzen!
- `return`: aus Funktion zum Aufruf springen
- `goto`: zu einer Marke springen, VERMEIDEN!

1.7 Pointer

1.7.1 Nullpointer

```
int* ptr = NULL;
```



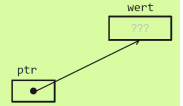
1.7.2 Ref- und Dereferenzieren

Referenzieren

- int wert;

- int* ptr;

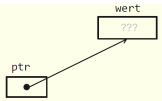
- ptr = &wert;



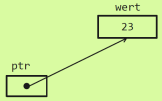
& verknüpft den Pointer mit einer Variable

Dereferenzieren

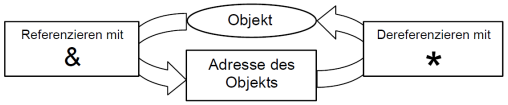
```
int wert;
int* ptr;
ptr = &wert;
```

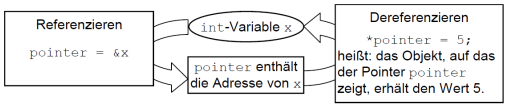



```
*ptr = 23;
```



***** liefert den Inhalt der Speicherzelle der Adr.





1.7.3 Zuweisungen

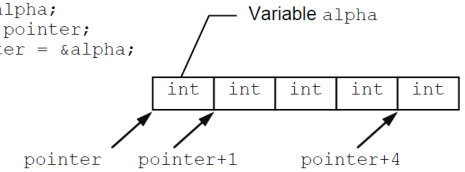
```
int     a;
double  d;
int*    pi = &a;
int*    pj;
double* pd = &d;
void*   pv;

pv = pd;    //erlaubt, da pv void-Pointer
pj = pi;    //erlaubt, gleicher Typ
pd = pi;    //nicht erlaubt, untersch. Typen
pi = pv;    //erlaubt, da pv void-Pointer
pd = (double*)pj;//erlaubt da Type-Cast
```

1.7.4 Addition, Subtraktion

Von einem Pointer können ganze Zahlen addiert oder subtrahiert werden. Der Pointer **ptr** bewegt sich bei **ptr+n** immer um **n * sizeof(Typ)** Bytes.

```
int alpha;
int* pointer;
pointer = &alpha;
```



Weitere Optionen:
Pointer funktioneren auch mit anderen Operatoren.
Vergleiche mit **==, !=, <, >, >=, etc.** funktionieren bei Pointern desselben Typs.

1.8 Arrays

Arrays arbeiten mit Array-Index. In C beginnt dieser bei 0 und endet bei $n-1$:

```
int alpha[5];  // Array "alpha" mit 5 El. vom Typ int
alpha[0] = 14; // 1. Element (Index 0) = 14
alpha[4] = 3;  // letztes Element (Index 4)
alpha[5] = 4;  // Bereichsueberschr.! -> undefined behaviour
```

Memorymap:

14	???	???	???	3
0	1	2	3	4

alpha

1.8.1 Initialisierungsvarianten

```
int a1[5] = {0, 8, 5, 1, 2};
int a2[5] = {1, 8};          //Index 1 bis 3 sind auf "0"
int a3[5] = {};              //Alle Elemente sind auf "0"
int a4[] = {12, 3, 2};       //Groesse anhand der Anz. Elemente => "[3]"
```

1.8.2 Grösse eines Arrays

`sizeof()` liefert bei Arrays die Grösse in **Bytes**
Zur Bestimmung der Anzahl Elemente kann die Grösse des Arrays durch die Grösse eines Wertes geteilt werden:

```
int main() {
  int arr[] = {4, 3, 2, 1};
  printf("arr hat %lu Elemente\n", sizeof(arr)/siezof(arr[0]));
  return 0;
}
```

1.8.3 Mehrdimensionale Arrays

Arrays können auch als Matritzen verwendet werden, wobei der erste Wert der Zeilenindex und der zweite der Spaltenindex ist.

```
int alpha[3][4] = {
                  {1, 3, 5, 7},
                  {2, 4, 6, 8},
                  {3, 5, 7, 9}
                 };
// äquivalent dazu ist die folgende Definition:
int alpha[3][4] = {1, 3, 5, 7, 2, 4, 6, 8, 3, 5, 7, 9};
```

1	3	5	7
2	4	6	8
3	5	7	9

1.8.4 char - Arrays

Ein String in C ist immer ein Array von Zeichen. (`char` - Array).
Ein String in C muss **immer** mit `\0` abgeschlossen werden und braucht eine Stelle des Arrays!

```
// Folgende Varianten sind gleichwertig:
char name[15] = {1, 2, 3, 4, 5, 0};
char name[15] = {'M', 'e', 'i' 'e', 'r', '\0'};
char name[15] = "Meier";
```

1.8.5 Array mit Schleife durchlaufen (Bsp.)

```
enum{groesse = 5};
int alpha[groesse];

for(int i = 0; i < groesse; ++i)
  printf("%d \n", alpha[i]) // keine "{}", da nur eine Zeile
```

1.8.6 Weitere Array-Regeln

- Ein Array als Ganzes kann keine Werte annehmen, nur einzelne Elemente
- Die üblichen Operatoren können nicht auf Arrays angewendet werden
- Funktionen in C können **keine** Arrays als Aufrufparameter haben!
- Wird bei einem Funktionsaufruf ein Array als Parameter übergeben, wird das Array *implizit zu einem Pointer auf das Element an Index 0 konvertiert*
- Der Name des Arrays kann als *konst. Adresse* von Index 0 des Arrays verwendet werden: `alpha[i] == *(alpha +i)`
  Achtung!
  - Der Pointer **ptr** bewegt sich bei **ptr+n** immer um **n * sizeof(Typ)** Bytes!
  - Wenn der Pointer über den Bereich hinauszeigt, ist das zwar legal, das Resultat ist aber undefiniert.
- Zuweisung eines Arrays auf einen Pointer:

```
int* ip;
int ia[5] = {-3, 6, 9, 2, 5};
ip = ia;     // ein Array wird implizit zu einem Pointer des Basis-Typs gewandelt
ip = &ia[0]; // tut dasselbe
ip = &ia;    // Achtung: tut nicht dasselbe! Führt zu einem Compiler-Fehler!
```

- Benutzung eines Pointers im Array-Stil:

```
int* ip;
int ia[5] = {-3, 6, 9, 2, 5};
ip = ia;       // ein Array wird implizit zu einem Pointer des Basis-Typs gewandelt
ia[3] = 100;   // Zuweisung des Wertes 100 auf Element an Indexposition 3
ip[4] = 200;   // Zuweisung des Wertes 200 auf Element an Indexposition 4 über Pointer
*(ip+4) = 200; // tut dasselbe, Schreibweise mit Dereferenzierungsoperator
```

1.9 Structs

Arrays enthalten mehrere Elemente desselben Datentyps. Structs können im Gegensatz auch **unterschiedliche** Datentypen enthalten.

```
#include <stdio.h>

struct Angestellter
{
   int personalnummer;
   char name[20];
   char vorname[20];
   char strasse[20];
   int hausnummer;
   int postleitzahl;
   char wohnort[20];
   float gehalt;
};

int main()
{
   struct Angestellter a1 = {20202175, "Geiger", "Stefan", "Seestrasse", 12, 8640, "Rapperswil", 100000.0};
   printf("Vorname: %s, Nachname: %s, Gehalt: %d\n", a1.vorname, a1.nachname, a1.gehalt);

   struct Angestellter* a1Ptr = &a1;
   printf("Vorname: %s, Nachname: %s, Gehalt: %d\n", (*a1Ptr).a1vorname, a1->nachname, a1->gehalt);
   return 0;
}
```

Typdeklaration

Variablendefinition mit Initialisierung

Zugriff auf einzelne Elemente

a1Ptr a1Ptr

Zugriff auf einzelne Elemente bei Pointer auf struct
(Die Variante mit Pfeiloperator ist zu bevorzugen!)

1.10 Strings und Speicher

Für alle Funktionen in diesem Kapitel: `#include <string.h>`
Vorsicht: Jeder Charakter im String benötigt je ein Byte, die `'\0'`-Terminierung ein zusätzliches Byte

1.10.1 Strings kopieren

```
char* strcpy(char* dest, const char* src);

char* strncpy(char* dest, const char* src, size_t n);
```

String copy

- kopiert von `src` nach `dest`, inklusive `'\0'`
  (bei `strncpy()` maximal n chars)
- return: `dest`
- `dest` muss bei `strcpy()` auf einen genügend grossen Bereich zeigen
  (Ansonsten werden Speicherbereiche nach `dest` überschrieben)

1.10.2 Strings zusammenfügen

```
char* strcat(char* dest, const char* src);

char* strncat(char* dest, const char* src, size_t n);
```

String concatenate

- hängt von `src` nach `dest` an, inklusive `'\0'`
  (bei `strncat()` maximal n chars)
  Das ursprüngliche `'\0'` von `dest` wird überschrieben
- return: `dest`
- `dest` muss bei `strcat()` auf einen genügend grossen Bereich zeigen
  (Ansonsten werden Speicherbereiche nach `dest` überschrieben)

1.10.3 Strings vergleichen

```
char* strcmp(const char* s1, const char* s2);

char* strncmp(const char* s1, const char* s2, size_t n);
```

String compare

- vergleicht die beiden Strings, auf die `s1` und `s2` zeigen,
  bei `strncmp()` nur die ersten n char's
- return:
  - < 0 : *s1 ist lexikographisch kleiner als *s2
  - $== 0$: *s1 und *s2 sind gleich
  - > 0 : *s1 ist lexikographisch grösser als *s2

1.10.4 Stringlänge bestimmen

```
size_t strlen(const char* s);
```

String length

- bestimmt die Länge des Strings s, d.h. die Anazhl char's. `'\0'` wird nicht mitgezählt
- return: Länge des Strings

1.10.5 Speicher bearbeiten

- Aufrufparams sind vom Typ `void*` statt `char*`
- Die **mem**-Funktionen arbeiten byteweise
- Das `'\0'`-Zeichen wird nicht speziell behandelt wie bei den **str**-Funktionen
- Die Bufferlänge muss als Parameter übergeben werden

```
//Speicherbereich kopieren (ohne Ueberlappung!)
void* memcpy(void* dest, const void* src, size_t n);

//Speicherbereich verschieben
void* memmove(void* dest, const void* src, size_t n);

//Speicherbereiche vergleichen
int memcmp(const void* s1, const void* s2, size_t n);

//Erstes Auftreten von Zeichen c in Bereich s suchen
void* memchr(cont void* s, int c, size_t n);

//Speicherbereich mit Wert belegen
void* memset(void* s, int c, size_t n);
```

1.11 Static

***static*-Funktionen**

- `static`-Funktionen sind nur in der Compile-Unit, in welcher sie definiert sind, sichtbar
- Alle Funktionen, welche von aussen nicht sichtbar sein müssen, sollten deshalb als `static` definiert werden
- Ein versuchter Zugriff auf statische Elemente von einer weiteren Datei ergibt einen Linkerfehler
- **Alle Funktionen *static* definieren, welche keine Schnittstelle nach aussen bilden!**

***static*-Variablen**

- Globale Variablen
  - Analog zu den Funktionen: nur am Definitionsort gültig
- Lokale Variablen
  - **Achtung: Komplett andere Bedeutung desselben Schlüsselwortes!**
  - Lokale *static*-Variablen haben eine Lebensdauer wie eine globale Variable. Dadurch bleibt der Wert der lokalen Variable erhalten, auch wenn die Funktion verlassen wird.
    (→ Gleiches Verhalten wie globale Variable, abgesehen von der *Sichtbarkeit*)
  - Werden automatisch mit 0 initialisiert
  - → Kompromiss zwischen gloabler und lokaler Variable

1.12 Iterativ vs. Rekursiv

Iterativ:
$0! = 1$
$n! = 1 \cdot 2 \cdot ... \cdot (n-1) \cdot n$

```
unsigned long
faku(unsigned int n){
  unsigned long fak = 1UL;
  for(unsigned int i = 2; i <= n; ++i)
    fak = fak * i;
  return fak;
}
```

Rekursiv:
$0! = 1$
$n! =$**(n-1)!**$\cdot n$

```
unsigned long
faku(unsigned int n){
  if(n > 1)
    return n * faku(n-1);
  else
    return 1UL;
}
```

1.13 Präprozessor

`#define ALT NEU`	Ersetzt ALT durch NEU
`#include` "Datei"	Fügt Inhalt aus Datei an die aktuelle Position
`#include` <Datei>	Gleich wie oben
`#ifdef Marke ... #endif`	Prüt, ob Marke definiert ist
`#ifndef Marke ... #endif`	Prüt, ob Marke nicht definiert ist
`#error(Nachricht)`	Bricht den Compile-Vorgang ab

1.13.1 Beispiel

```
#include <stdio.h>

#ifndef __cplusplus
  #error Ich brauche keinen C++-Compiler
#endif

#ifdef __APPLE_
  #error Ich mag keine Aepfel
#endif

#ifdef __WIND32__
  #error Ich mag kein Windows
#endif

int main(){
  printf("Ich bin sehr waehlerisch\n");
  return 0;
}
```

1.14 Trivia

1.14.1 Funktionsprototypen

Funktionsprototypen legen die Schnittstelle ener Funktion fest.
Sie sind zwingend erforderlich, wenn Funktionen vor ihrer Definition aufgerufen werden.

1.14.2 Call-by-Reference vs. Call-by-Value

Call-by-Reference:	**Call-by-Value:**

An eine zu rufende Funktion werden Pointer auf Variablen übergeben, an denen Werte stehen können
`int s1 = 3;`
`int s2 = 7;`
`int summe;`
`add(&s1, &s2, &summe);`
	An eine zu rufende Funktion werden Werte übergeben
	`int summe = add(3,7);`

1.14.3 C-Compiler

Der C-Compiler überprüft den Quelltext auf syntaktische Korrektheit.
Zusätzlich übersetzt er den Quelltext in Maschinencode für eine bestimmte Zielplattform.

1.14.4 Gleitpunktzahlen

Eine Gleitpunkzahl ist ein Datentyp in Exponentialdarstellung, bestehend aus Vorzeichen, Mantisse und Exponent. Diese drei Bestandteile werden im Computer separat im Speicher binär dargestellt, gem. Standard IEEE 754. In C gibt es hierfür die Datentypen `float` und `double`.
Vorteil: sehr grosser Wertebereich von $-\infty$ bis ∞
Nachteil: Rundungsfehler treten zwangsläufig auf und sind sehr schwer abschätzbar. Sie sollten daher nie auf Gleichheit geprüft werden!

1.15 Code-Snippets

1.15.1 Array und Pointer 1

```
#include <stdio.h>

int main(){
  enum{array_size = 6};
  int test[array_size] = {1,2,3,4,5,6};
  for(int i =0; i<array_size; ++i)
    printf("Element %u: %i\n", i, test[i]);

  printf("Groesster: %d", *findAbsMax(test, array_size));
  return 0;
}
```

Main-Funktion zum Finden eines **betragsmässig** grössten Wertes innerhalb eines Arrays.

```
int* findAbsMax(int* arr, size_t size){
  int* max_ptr = &arr[0];
  for(size_t i = 0; i < size; ++i){
    if((arr[i] >=0 && *max_ptr >=0 && arr[i] > *max_ptr)
    || (arr[i] <=0 && *max_ptr <=0 && arr[i] < *max_ptr)
    || (arr[i] >=0 && *max_ptr <=0 && arr[i] > *max_ptr * -1)
    || (arr[i] <=0 && *max_ptr >=0 && arr[i] * -1 > *max_ptr))
      max_ptr = &arr[i];
  }
  return max_ptr;
}
```

1.15.2 Array und Pointer 2

Programm liest Wert um Wert ein und gibt sie wieder zurück. `init` in Pointer-Schreibweise, `ausgabe` in Array-Schreibweise.

```
#include <stdio.h>
enum{groesse = 3};

void init(int* alpha, int dim){ //alpha in Pointer-Schreibweise
  for(int i = 0; i < dim, ++i){
    printf("Eingabe Wert mit Index %d von arr:", i);
    scanf("%d", alpha++);
  }
}

void ausgabe(const int alpha[], int dim){ //alpha in Array-Schreibweise
  for(int i = 0; i < dim; ++i)
    printf("arr[%d] hat Wert: %d\n", i, alpha[i])
}

int main(void){
  int arr[groesse];
  init(arr, sizeof(arr)/sizeof(arr[0]));
  ausgabe(arr, sizeof(arr)/sizeof(arr[0]));
  return 0;
}
```

1.15.3 Bitweise Zahl ausgeben

Funktion gibt die Zahl bitweise aus, beginnend mit MSB
In diesem Fall 1000'0000

```
unsigned char x = 128;
for(int i = 0; i < 8; i++){
  int bitValue = 1 & x;
  printf("%d", bitValue);
  x = x >> 1;
}
return 0;
```

1.15.4 Drehmoment berechnen

Programm:

```
#include<stdio.h>
int main(){
  float kraft;
  float abstand;
  printf("Kraft F in N: ");
  scanf("%f", &kraft);
  printf("Abstand s in m: ");
  scanf("%f", &abstand);
  if(abstand < 0.0f){
    printf("Fehler: Abstand ist negativ!");
    return -1;
  }
  else{
```

```
    printf("Das Drehmoment ist: %f Nm\n", kraft*abstand);
    return 0;
  }
}
```

Ausgabe:

```
Kraft F in N: -17
Abstand s in m:  0.5
Das Drehmoment ist: -8.500 Nm
```

1.15.5 Pointer & Memorymaps

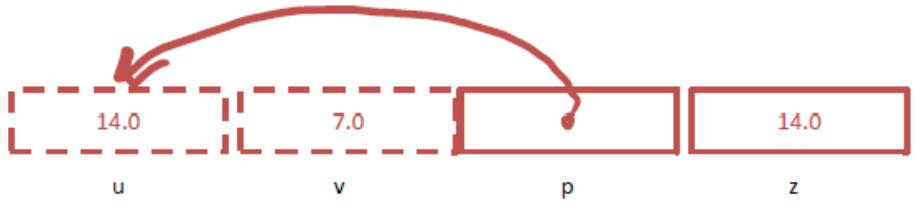
```
#include <stdio.h>
void geheim(double* p, double z){
  z  = 2.0 * z;
  *p = z;
}

int main(void){
  double u = 5.0;
  double v = 7.0;
  geheim(&u, v);
  printf("u=%f, v=%f\n", u, v);
  return 0;
}
```

Memorymap kurz vor *geheim*-Aufruf

Memorymap kurz nach *geheim*-Aufruf

Memorymap kurz vor *geheim*-Verlassen



Memorymap kurz nach *geheim*-Verlassen

Ausgabe des Programms:

```
u=␣14.0,␣v=␣7.0<newline>
```

1.15.6 Grösster gemeinsamer Teiler

```
typedef unsigned int uint;
uint func(uint m, uint n){
  uint r;
  uint h;
  do{
    if(m<n){
      h=m;
      m=n;
      n=h;
    }
    r=m%n;
    if(r!=0){
      m=n;
      n=r;
    }
  }while(r!=0);
  return n;
}
```