

Programmieren

Sammlung gegliedert nach Modul

Fabian Suter, 3. Januar 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	X _H	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 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 ... +255		
short	2	-2 ¹⁵ ... + 2 ¹⁵ - 1	%d; %i	Hex: %x; %X
int	4	-2 ³¹ ... + 2 ³¹ - 1	%d	Hex: %x; %X
long	8	-2 ⁶³ ... + 2 ⁶³ - 1	%ld; %li	Hex: %x; %X
Dezimalzahlen			(Expon.: %e)	
float	4	1.2E - 38 ... 3.4E + 38	%f	6 Dez.stellen
double	8	2.3E - 308 ... 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 ... +255	%c	
signed char	1	-128 ... +127	%c	
unsigned int	4	0 ... +2 ³² - 1	%u	
short int	2	-2 ¹⁵ ... + 2 ¹⁵ - 1	%hd	
unsigned short int	2	0 ... +2 ¹⁶ - 1	%hu	
long int	4	-2 ³¹ ... + 2 ³¹ - 1	%ld	
unsigned long int	4	0 ... +2 ³² - 1	%lu	
long long int	8	-2 ⁶³ ... + 2 ⁶³ - 1	%lld	
unsigned long long int	8	0 ... +2 ⁶⁴ - 1	%llu	
long double	16	3.3E - 4932 ... 1.1E + 4932	%Lf	18 Dez.stellen

Ganzzahlen können überlaufen!

Gleitpunktzahlen haben meist Rundungsfehler. Nie auf Gleichheit prüfen!

Wertebereich:

· unsigned	0... (2 ⁿ - 1)	n=8 : 0...255
· signed	-2 ⁿ⁻¹ ... + (2 ⁿ⁻¹ - 1)	n=8 : -128...+127

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

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: Symbolische Konstanten:

- Ganzzahlige Konstanten (default: int)

```
254 035 0x3f -34 14L 14U 14UL //Mit #define
dezial okt hex long unsigned unsigned long
#define PI (3.14159)
```

- | | |
|---------------------|-------------|
| • Zeichenkonstanten | // Mit enum |
|---------------------|-------------|

```
'c'    '\n'    '\x4a'    '\14'    '\\\'    L'a'
```

ASCII hex ASCII okt Double Byte

```
enum{
    listLength = 40;
```

- Gleitpunktkonstanten (default: double)
- ```
dateLength = 20;
```

|        |       |                  |                 |             |
|--------|-------|------------------|-----------------|-------------|
| 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                                                                                                            |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Sichtbarkeit</b>                 | Zwischen Definition und Ende des aktuellen Blocks | Zwischen Definition und Ende der aktuellen Compile-Unit; über Deklaration extern auch in anderen Compile-Units importierbar |
| <b>Lebensdauer</b>                  | Laufzeit des zugehörigen Funktionsaufrufs         | Laufzeit des Programms                                                                                                      |
| <b>Automatische Initialisierung</b> | <i>keine</i>                                      | 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 Priorität & Assoziativität

| Priorität    | Operatoren                                                  | Assoziativität                                                                                                                   |
|--------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Priorität 1  | ( )<br>[ ]<br>-> .<br>++ --<br>(typename) { }               | Funktionsaufruf<br>Array-Index<br>Komponentenzugriff<br>Inkrement, Dekrement als<br>Postfix<br>compound literal <sup>68</sup>    |
| Priorität 2  | ! ~<br>++ --<br>sizeof<br>+ -<br>(typename)<br>* &          | Negation (logisch, bitweise)<br>Inkrement, Dekrement als<br>Präfix<br><br>Vorzeichen (unär)<br>cast<br>Dereferenzierung, Adresse |
| Priorität 3  | * /<br>%                                                    | Multiplikation, Division<br>modulo                                                                                               |
| Priorität 4  | + -                                                         | Summe, Differenz (binär)                                                                                                         |
| Priorität 5  | << >>                                                       | bitweises Schieben                                                                                                               |
| Priorität 6  | < <=<br>> >=                                                | Vergleich kleiner, kleiner<br>gleich<br>Vergleich größer, größer<br>gleich                                                       |
| Priorität 7  | == !=                                                       | Gleichheit, Ungleichheit                                                                                                         |
| Priorität 8  | &                                                           | bitweises UND                                                                                                                    |
| Priorität 9  | ^                                                           | bitweises Exklusives-ODER                                                                                                        |
| Priorität 10 |                                                             | bitweises ODER                                                                                                                   |
| Priorität 11 | &&                                                          | logisches UND                                                                                                                    |
| Priorität 12 |                                                             | logisches ODER                                                                                                                   |
| Priorität 13 | ?:                                                          | bedingte Auswertung                                                                                                              |
| Priorität 14 | + =, - =, * =,<br>/ =, % =, & =,<br>^ =,   =, << =,<br>>> = | einfache Wertzuweisung<br>kombinierte Zuweisungs-<br>operatoren                                                                  |
| Priorität 15 | ,                                                           | Komma-Operator                                                                                                                   |

---

Assoziativität: Reihenfolge der Operationen bei gleicher Priorität

### 1.5.2 Inkrementieren & Dekrementieren

Postinkrement:

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

## Präinkrement:

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

### 1.5.3 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

- **for**-Schleife: Für Zählschleifen, bzw. wenn die Anzahl Durchläufe bekannt ist
- **do...while**-Schleife: Keine Zählschleife, min. 1 Durchlauf
- **while**-Schleife: In allen anderen Fällen

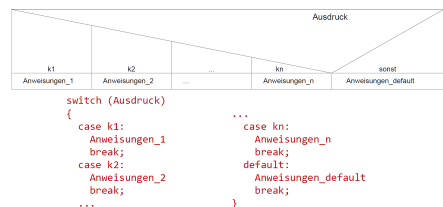
### 1.6.1 For-Schleife

for (Ausdruck\_init; solange Ausdruck; Ausdruck\_update)  
Anweisung



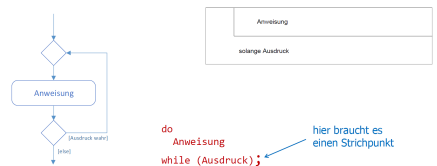
For-Schleife

### 1.6.2 Switch-Schleife



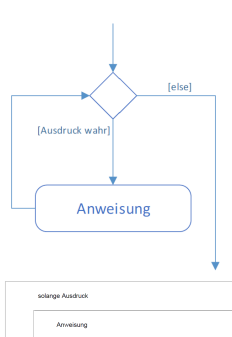
Switch-Schleife

### 1.6.3 Do-While-Schleife



Do-While-Schleife

### 1.6.4 While-Schleife



While-Schleife

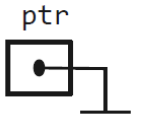
### 1.6.5 Sprunganweisungen

- **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

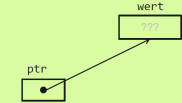
- int wert;



- int\* ptr;



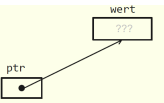
- ptr = &wert;



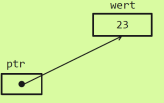
& verknüpft den Pointer mit einer Variable

#### Dereferenzieren

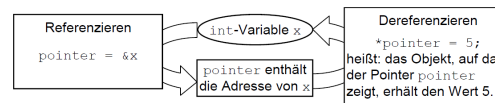
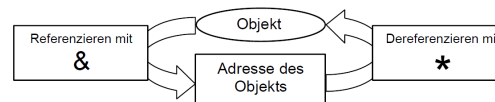
```
int wert;
int* ptr;
ptr = &wert;
```



```
*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

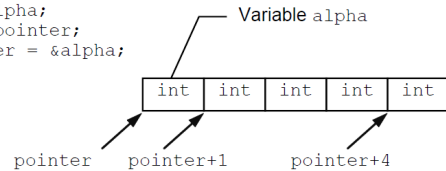
```

```
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 = α
```



#### Weitere Optionen:

Pointer funktionieren 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)/sizeof(arr[0]));
 return 0;
}
```

### 1.8.3 Mehrdimensionale Arrays

Arrays können auch als Matrizen 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 Strings und Speicher

Für alle Funktionen in diesem Kapitel: `#include <string.h>`

### 1.9.1 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)

### 1.9.2 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)

### 1.9.3 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`

### 1.9.4 Stringlänge bestimmen

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

#### String length

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

### 1.9.5 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(const void* s, int c, size_t n);

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

## 1.10 Code-Snippets

### 1.10.1 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;
}

```

### 1.10.2 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;
}

```

### 1.10.3 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;

```