

# Kurzanleitung C++

CHRISTIAN PALUS, 11. Juni 2018

Abteilung für Angewandte Mathematik  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

## UNIX-Befehle

**Achtung:** Löschbefehle können nicht ohne Weiteres rückgängig gemacht werden.

```
$ cd dir           ins Verzeichnis dir wechseln
$ cd ..           ins übergeordnete Verzeichnis wechseln
$ ls              zeigt Inhalt des aktuellen Verzeichnisses an
$ mv datei dir/   verschiebt datei1 in das Verzeichnis dir
$ mv datei dir/dat verschiebt und ändert Namen in dat
$ cp datei dir/dat kopiert datei1 nach dir/dat
$ mkdir dir       erzeugt ein neues Verzeichnis namens dir
$ rmdir dir       löscht das (leere) Verzeichnis dir
$ rm -r dir       löscht rekursiv das Verzeichnis dir
$ touch datei     erzeugt eine leere Datei namens datei
$ ps              zeigt laufende Prozesse an
$ kill id         beendet den Prozess mit der PID id
$ time programm  misst die Laufzeit des Programms programm
$ man befehl     zeigt Hilfeseite zum Befehl befehl an
~                Abkürzung für das Home-Verzeichnis
.                Abkürzung für das aktuelle Verzeichnis
..               Abkürzung für übergeordnetes Verzeichnis
```

## Kompilieren

Übersetzen der Datei programm.cc in eine ausführbare Datei namens programm im selben Verzeichnis:

```
$ g++ -o programm programm.cc
```

Ausführen des Programms:

```
$ ./programm
```

Laufende Programme können mit der Tastenkombination Ctrl + C bzw. Strg + C abgebrochen werden.

## Kommentare

Kommentare werden beim Übersetzen des Programms durch den Compiler ignoriert.

```
// Ich bin ein einzeliger Kommentar
/* Ich bin ein Kommentar
uber mehrere Zeilen */
```

## Variablentypen

Typ	Art, Minimaler garantierter Wertebereich
bool	kann nur die Werte 0, 1 annehmen.
char	Einzelnes Zeichen, etwa 'a'
int	16 bit ganze Zahl, Bereich -32768 bis 32767
unsigned int	16 bit nicht-neg. ganze Zahl, 0 bis 65535
long int	32 bit ganze Zahl, -2,147,483,648 bis 2,147,483,647
float	32 bit Gleitkommazahl, Genauigkeit ~7 Ziffern
double	64 bit Gleitkommazahl, Genauigkeit ~15 Ziffern

Eine Variable wird deklariert durch Angabe ihres Typs und eines Namens:

```
int j; double x; unsigned int pos;
```

Wertzuweisungen erfolgen mit dem Operator =, z. B.:

```
j = 3; x = 3.141592; pos = 3;
```

## Aufbau eines Programms, Ein- und Ausgabe

C++ Programme bestehen aus Anweisungen. Eine Folge von Anweisungen, die durch geschweifte Klammern begrenzt sind, heißt Block. Die Ein- und Ausgabe von Werten kann mit Hilfe der Streams cin und cout realisiert werden.

```
// Ein- und Ausgabebibliothek einbinden
#include <iostream>
// Die main()-Funktion ist der Hauptteil eines Programms
int main()
{
    // Deklaration einer Variablen vom Typ int
    int k;
    // Textausgabe
    std::cout << "Gib dein Alter ein: ";
    // Wert einlesen und in k speichern
    std::cin >> k;
    // Ausgabe eines gespeicherten Wertes
    std::cout << "Du bist " << k << " Jahre alt!" << std::endl;
    // Rueckgabewert 0 steht fuer "normal exit"
    return 0;
}
```

## Arithmetische Operationen

Es gibt die üblichen arithmetischen Operationen:

- + Addition
- Subtraktion
- \* Multiplikation
- / Division
- % Rest bei Ganzzahldivision

Die Division zweier ganzer Zahlen wird dabei automatisch als Ganzzahldivision ohne Rest ausgeführt.

## Zuweisungs-, Inkrement-, und Dekrementoperatoren

a=b	einfache Zuweisung	++i, i++	i um 1 erhöhen
a+=b	wie a=a+b	--i, i--	i um 1 verringern
a-=b	wie a=a-b		
a*=b	wie a=a*b		
a/=b	wie a=a/b		

Der Unterschied zwischen ++i und i++ liegt im Rückgabewert des Operators: ++i gibt den um 1 erhöhten Wert zurück, während i++ noch den alten Wert von i vor der Erhöhung zurückgibt (i-- und --i analog).

## Vergleichsoperatoren und boolesche Verknüpfungen

<, >	kleiner, größer	&&	UND
<=, >=	kleiner-gleich, größer-gleich		ODER
==, !=	gleich, ungleich	!	NICHT

## Verzweigungen

Die Schlüsselwörter **if** und **else** ermöglichen Fallunterscheidungen:

```
if ( j == 3 && x < 5 ) {
    /* Anweisungen in diesem Block werden ausgefuehrt falls
    der Wert von j gleich 3 und der von x kleiner als 5 ist */
}
else {
    /* Anweisungen in diesem Block werden ausgefuehrt falls
    der if-Block NICHT ausgefuehrt wird */
}
```

## Schleifen

Die Anweisungen in einer „while“-Schleife werden solange wiederholt, bis ihre Bedingung verletzt ist. Ist die Bedingung schon vorher verletzt, so werden alle Anweisungen innerhalb des Schleifenkörpers übersprungen.

```
double zahl = 100.0;
while ( zahl > 0.5 )
{
    zahl = zahl / 10.0;
}
// Gibt 0.1 aus:
std::cout << zahl;
```

Die Anweisungen in einer „for“-Schleife werden solange wiederholt, bis eine Zählvariable eine Abbruchbedingung erfüllt. Nach jedem Durchlauf wird die Zählvariable gemäß einer Iterationsvorschrift verändert.

```
for ( int i = 1; i <= 10; i++ )
{
    // Wird 10 Mal ausgegeben:
    std::cout << "Ich bin eine for-Schleife\n";
}
```

## Unterfunktionen

Eigene Funktionen müssen oberhalb der main()-Funktion deklariert werden. Dies kann auch in einer separaten Headerdatei geschehen, wenn diese dann mit einer **#include**-Anweisung eingebunden wird. Funktionen müssen einen Rückgabewert (evtl. den leeren Typ **void**) haben und können von einem oder mehreren Parametern abhängen.

```
/* Erhaelt als Argument zwei Zahlen und
gibt deren Produkt zurueck */
double produkt( double x , double y )
{
    return x*y;
}
```

```
/* Gibt eine Fehlermeldung aus */
void fehlermeldung( int x )
{
    if ( x==1 )
    {
        std::cout << "Fehler 1 ist aufgetreten\n";
    }
    else if ( x==2 )
    {
        std::cout << "Fehler 2 ist aufgetreten\n";
    }
    else
    {
        std::cout << "Unbekannter Fehler!\n";
    }
}
```

## Rekursive Programmierung

Funktionen können auch rekursiv definiert werden:

```
/*Berechnet rekursiv die Fakultät einer natürlichen Zahl*/
unsigned int fakultaet( unsigned int k )
{
    // Rekursionsverankerung
    if ( k==1 )
    {
        return 1;
    }
    else
    {
        // Rekursiver Funktionsaufruf
        return k * fakultaet( k-1 );
    }
}
```

## Arrays

Arrays werden ähnlich wie Variablen deklariert, die Angabe ihrer Länge steht dabei in eckigen Klammern:

```
// Deklaration:
int lottozahlen[6];
```

Auch Arrays können bei der Deklaration initialisiert werden:

```
// Deklaration und Initialisierung:
int lottozahlen[6] = {3, 7, 13, 31, 37, 43};
```

Die Indizierung von Arrays beginnt in C bei 0. Der Zugriff auf einen Wert in einem Array geschieht mit eckigen Klammern:

```
std::cout << "Die Lottozahlen lauten: ";
for ( int i = 0; i < 6; ++ i )
{
    // Gibt die (i+1)-te Lottozahl aus
    std::cout << lottozahlen[i] << " ";
}
```

Außerdem können Arrays auch mehr als eine Dimension haben:

```
double matrix[3][3] = {{1,2,3},{4,5,6},{7,8,9}};
```

Mit dieser Belegung ist z.B. `matrix[0][0] = 1`, `matrix[0][1] = 3`, `matrix[0][2] = 3`, `matrix[1][0] = 4`, und so weiter.

## Strings

Zur Arbeit mit Zeichenketten bindet man die Headerdatei `string` mittels `#include <string>` ein. Strings werden durch doppelte Anführungszeichen gekennzeichnet, im Gegensatz zu konstanten Ausdrücken vom Typ `char`, welche durch einzelne Anführungszeichen gekennzeichnet werden. Auf die einzelnen Zeichen eines Strings kann zugegriffen werden wie auf die Einträge eines Arrays. Vergleichsoperatoren wie `>` und `<` beziehen sich auf die Lexikographische Reihenfolge. Mit dem Operator `+` können zwei Strings aneinandergesetzt werden.

```
std::string string1, string2, string3;
string1 = "Hallo"; string2 = ", Welt!";
string3 = string1 + string2 // "Hallo, Welt!"
string3[7] = 'Z'; // "Hallo, Zelt!"
```

## Zeiger

Zeiger sind Variablen, die als Wert die Speicheradresse einer anderen Variablen enthalten. Wichtig in diesem Zusammenhang sind die Operatoren `*` (Dereferenzierung) und `&` (Adressermittlung).

```
int i; // Variable vom Typ integer
int *zeiger1; // Zeiger auf eine Variable vom Typ int
int *zeiger2; // Noch ein Zeiger auf eine int-Variable
i = 10; // Wertzuweisung
zeiger1 = &i; // zeiger1 zeigt nun auf die Variable i
zeiger2 = zeiger1; // zeiger2 zeigt nun auch auf i
int j;
j = *zeiger1; // j hat den Wert, auf den zeiger1 zeigt
```

## Call-by-Value und Call-by-Reference

Je nachdem, wie eine Funktion definiert ist, werden bei ihrem Aufruf entweder nur die Werte der Parameter (call-by-value) an die Funktion übergeben oder aber deren Speicheradressen (call-by-reference). Der Unterschied besteht darin, dass im ersten Fall etwaige Veränderungen der Funktionsargumente keinen Einfluss auf den Wert der entsprechenden Parameter im Hauptprogramm haben, im zweiten Fall jedoch schon, da direkt mit dem Wert des entsprechenden Parameters im Hauptspeicher gearbeitet wird. Standardmäßig arbeitet C mit call-by-value. Eine Parameterübergabe im Sinne von call-by-reference kann mit Hilfe von Zeigern oder mit dem Adressermittlungsoperator realisiert werden:

```
// Standardfall call-by-value
void by_value( int a ) {
    a = a + 10;
}
// Call-by-reference mit Zeigern
void by_reference1( int *a ) {
    *a = *a + 10;
}
// Call-by-reference mit Adressoperator
void by_reference2( int &a, int &b ) {
    a = a + 10;
}
```

```
int main() {
    int x = 10;
    // Standardfall
    by_value( x, y ); // immernoch x==10;
    // Bei der Zeigervariante werden die Speicheradressen
    // uebergeben
    by_reference1( &x, &y ); // jetzt ist x==20;
    // Bei dieser Variante werden die Speicheradressen in der
    // Funktion ermittelt
    by_reference2( x, y ); // jetzt ist x==30;
}
```

Im obigen Beispiel ist im Aufruf der Funktion `by_reference2` nicht ersichtlich, ob die Parameterübergabe als call-by-value oder call-by-reference realisiert wird. Daher ist es häufig sinnvoll, Variablen, deren Wert sich nicht verändern soll, direkt bei der Initialisierung als Konstanten zu kennzeichnen. Dies geschieht durch Vorstellen des Schlüsselwortes `const` bei der Deklaration. Im obigen Beispiel etwa gibt der Compiler eine Fehlermeldung aus, falls `x` mittels `const int x = 10`; initialisiert wird.

## Die vector-Klasse

Ist die Größe eines Arrays bei der Übersetzung des Programms noch nicht bekannt, bzw. möchte man sie während der Laufzeit verändern, so bietet sich die `vector`-Klasse an. Ein Vektor in C++ ist ein dynamisches Array welches im Gegensatz zu den statischen Arrays keine feste Größe hat. Für die Benutzung muss die Bibliothek `<vector>` eingebunden werden. Ein leerer Vektor `v` mit Einträgen des Typs `T` wird dann deklariert durch `std::vector<T> v;`. Auf die Einträge eines nicht leeren Vektors kann genauso zugegriffen werden wie auf die Einträge eines Arrays.

```
#include <vector>
int main() {
    // Vektor mit ganzen Zahlen
    std::vector<int> quadratzahlen;
    // Vektor mit Gleitkommazahlen
    std::vector<double> w;
    /* Das Anhaengen von Werten an das Ende eines Vektors
    geschieht mit der Methode push_back(): */
    w.push_back( 3.14159 );
    w.push_back( 2.71828 );
    for ( int i = 0; i < 100; ++i ) {
        quadratzahlen.push_back( i*i );
    }
    // Gibt 9 aus:
    std::cout << quadratzahlen[ 3 ] << std::endl;
    // Gibt 3.14159 aus:
    std::cout << w[ 0 ] << std::endl;
}
```

Weitere nützliche Methoden sind:

- `v.size()` gibt die Anzahl der Elemente in `v` zurück,
- `v.back()` gibt das letzte Element in `v` zurück,
- `v.pop_back()` entfernt das letzte Element aus `v`.

## Ein- und Ausgabe von Dateien

Dateioperationen können mit der Klasse `fstream` durchgeführt werden:

```
#include <fstream>
#include <string>
int main() {
    // Deklariere eine Variable vom Typ string
    std::string stringvariable;
    // Deklariere zwei Objekte der Klasse fstream
    std::fstream datei_in, datei_out;
    // Oeffne Datei "datei1.txt" zum Lesen
    datei_in.open("datei1.txt", std::ios::in);
    // Oeffne Datei "datei2.txt" zum Schreiben
    datei_out.open("datei2.txt", std::ios::out);
    // Lese eine Zeichenkette aus der Quelldatei...
    datei_in >> stringvariable;
    // ...und schreibe sie in die Zieldatei
    datei_out << stringvariable;
    // Schliesse die Dateien
    datei_in.close(); datei_out.close();
}
```