

Einführung in die Programmierung

Wintersemester 2020/21

Kapitel 3: Kontrollstrukturen

M.Sc. Roman Kalkreuth

Lehrstuhl für Algorithm Engineering (LS11)

Fakultät für Informatik

Kapitel 3: Kontrollstrukturen


Inhalt

- Wiederholungen
 - **while**
 - **do-while**
 - **for**
- Auswahl (Verzweigungen)
 - **if-then-else**
 - **switch-case-default**

Steuerung des Programmablaufes

- Bisher: Linearer Ablauf des Programms

```
Anweisung;  
Anweisung;  
Anweisung;  
...  
Anweisung;
```



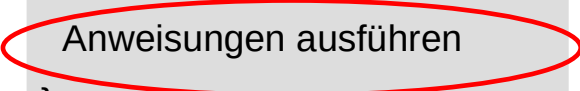
- Oder bedingt etwas zusätzlich:

```
Anweisung;  
if ( Bedingung ) Anweisung;  
Anweisung;
```

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Die while-Schleife

```
while ( Bedingung erfüllt ) { ← Schleifenkopf  
  Anweisungen ausführen ← Schleifenrumpf  
}
```



Solange die Bedingung erfüllt ist, werden die Anweisungen zwischen den geschweiften Klammern {} ausgeführt.

Danach wird hinter dem Schleifenrumpf fortgefahren.

Falls Rumpf nur eine Anweisung enthält, können Klammern {} entfallen.

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Die while-Schleife

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    int x = 0;
    while (x < 10) {
        cout << x << " ";
        x = x + 1;
    }
    cout << endl;
    return 0;
}
```

Ausgabe:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Die while-Schleife

Achtung:

Im Schleifenrumpf sollte eine **Veränderung** vorkommen, die den Wahrheitswert der Bedingung im Schleifenkopf beeinflusst!

⇒ Ansonsten: **Endlosschleife!**



```
int k = 0, x = 1;
while (k < 10) {
    x = x + 1;
}
```

Bedingung **k < 10**
wird niemals **false**

```
int k = 0, x = 1;
while (true) {
    x = x + 1;
}
```

Bedingung immer
true, niemals **false**

```
int k = 0, x = 1;
while ( 5 ) {
    x = x + 1;
}
```

Bedingung interpretiert
als Konstante **true**

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Die `while`-Schleife

Ausgabe des druckbaren Standardzeichensatzes von C++ in 16er-Blöcken

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    unsigned char c = 32;
    while (c <= 127) {
        cout << c;
        c = c + 1;
        if (c % 16 == 0)
            cout << endl;
    }
    return 0;
}
```

Veränderung

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Die `do/while`-Schleife

```
do {
    Anweisungen ausführen
} while ( Bedingung erfüllt );
```

Schleifenrumpf

Schleifenfuß

Der Rechner tritt **auf jeden Fall** in den Schleifenrumpf ein, d.h. die Anweisungen zwischen den geschweiften Klammern `{}` werden ausgeführt.

Erst danach wird die Bedingung **zum ersten Mal** geprüft.

Solange Bedingung erfüllt ist, wird der Schleifenrumpf ausgeführt.

Danach wird hinter dem Schleifenfuß fortgefahren.

Falls der Rumpf nur eine Anweisung enthält, können Klammern `{}` entfallen.

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Die `do/while`-Schleife

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    int x = 0;
    do {
        cout << x << " ";
        x = x + 1;
    } while (x < 10);
    cout << endl;
    return 0;
}
```

Achtung!

Der Schleifenrumpf wird bei `do/while` immer mindestens einmal durchlaufen – auch wenn die Schleifenbedingung nicht erfüllt ist.

Das ist nicht notwendigerweise das gewünschte Verhalten!

Ausgabe:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Umformulieren einer `while`-Schleife als `do/while`-Schleife

```
while (Bedingung erfüllt) {
    Anweisungen ausführen;
}
```

⇓

```
if (Bedingung erfüllt) {
    do {
        Anweisungen ausführen;
    } while (Bedingung erfüllt);
}
```

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Umformulieren einer `do/while`-Schleife als `while`-Schleife

```
do {
    Anweisungen ausführen;
} while (Bedingung erfüllt);
```



```
Anweisungen ausführen;
while (Bedingung erfüllt) {
    Anweisungen ausführen;
}
```

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Wann ist die `do/while`-Schleife sinnvoll?

Wenn wir zur Zeit der Programmerstellung wissen, dass der Schleifenrumpf **mindestens einmal** durchlaufen werden soll.



```
int n;
do {
    cout << "Anzahl Sterne (1-8): ";
    cin >> n;
} while (n < 1 || n > 8);
while (n--)
    cout << '*';
```

Verlangt Eingabe einer Zahl so lange bis der Wert zwischen 1 und 8 ist

Kurzschreibweise `n--`:
Erniedrigt `n` um 1, Wert des gesamten Ausdrucks der von `n` vor der Erniedrigung

- Exkurs: Kurzschreibweisen für Inkrement / Dekrement

<code>x = ++k;</code>	entspricht	<code>k = k + 1; x = k;</code>
<code>x = k++;</code>	entspricht	<code>x = k; k = k + 1;</code>
<code>x = --k;</code>	entspricht	<code>k = k - 1; x = k;</code>
<code>x = k--;</code>	entspricht	<code>x = k; k = k - 1;</code>

- Exkurs: Kurzschreibweisen für Inkrement / Dekrement

<code>while (--k) { Anweisung; }</code>	entspricht	<code>k = k - 1; while (k) { Anweisung; k = k - 1; }</code>
<code>while (k--) { Anweisung; }</code>	entspricht	<code>while (k) { k = k - 1; Anweisung; } k = k - 1;</code>

(analog für `++k` und `k++`)

- Exkurs: Kurzschreibweisen für Zuweisungen

<code>k += 5;</code>	entspricht	<code>k = k + 5;</code>
<code>k -= j-1;</code>	entspricht	<code>k = k - (j-1);</code>
<code>k *= i+2;</code>	entspricht	<code>k = k * (i+2);</code>
<code>k /= i*2-1;</code>	entspricht	<code>k = k / (i*2-1);</code>
<code>k %= 16;</code>	entspricht	<code>k = k % 16;</code>
<code>k = i = j = 1;</code>	entspricht	<code>k = (i = (j = 1));</code>

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Die for – Schleife

```

for ( Initialisierung; Bedingung; Veränderung ) {
    Anweisungen ausführen;
}
  
```

← Schleifenkopf

← Schleifenrumpf

Bei der **Initialisierung** wird Startwert des Schleifenzählers festgelegt.

Die **Bedingung** prüft, ob Endwert des Schleifenzählers noch nicht erreicht ist.

Mit der **Veränderung** wird die Bedingung beeinflusst.

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Die for – Schleife

```
for ( Initialisierung; Bedingung; Veränderung ) {  
    Anweisungen ausführen;  
}
```

1. Zuerst wird der Schleifenzähler initialisiert.
2. Falls Bedingung erfüllt:
 - a) Führe Anweisungen aus.
 - b) Führe Veränderung aus.
 - c) Weiter mit 2.
3. Falls Bedingung nicht erfüllt: Fahre nach Schleifenrumpf fort.

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Die for – Schleife: Beispiele

A) `for (k = 0; k < 10; k++) cout << k << ' ';`

Ausgabe:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

B) `for (k = 0; k < 10; k += 2) cout << k << ' ';`

Ausgabe:

0 2 4 6 8

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

• Die for – Schleife: Beispiele

```
C) float x;
    for (x = 0.0; x <= 3.0; x += 0.1)
        cout << x << ": " << x*x << endl;
```

```
D) enum tagT { MO, DI, MI, DO, FR, SA, SO };
    tagT tag;
    int at = 0;
    for (tag = MO; tag <= FR; tag=tagT(tag+1)) at++;
    cout << "Arbeitstage: " << at << endl;
```

„böser“
cast

```
E) enum tagT { MO, DI, MI, DO, FR, SA, SO };
    int tag, at = 0;
    for (tag = MO; tag <= FR; tag++) at++;
    cout << "Arbeitstage: " << at << endl;
```

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

• Die for – Schleife:

Initialisierung, Bedingung, Veränderung sind **optional!**

```
int i = 9;
for ( ; i >= 0; i--) cout << i << " ";
```

```
int i = 10;
for ( ; --i >= 0; ) cout << i << " ";
```

```
int i = 10;
for ( ; i > 0; ) { i--; cout << i << " "; }
```

```
int i = 10;
for ( ; ; ) cout << i << " ";
```

identische
Ausgabe:
Ziffern 9 bis 0
abwärts

Endlos-
schleife!



Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Die **break** – Anweisung (Teil 1)

Alternative Beendigungen von Schleifen:

```
for (i = 0; ; ) {
    cout << i << " ";
    if (i > 9)
        break;
    i++;
}
```

Die **break** – Anweisung **unterbricht die Schleife sofort**, es wird direkt hinter dem Schleifenrumpf fortgefahren.

(Das funktioniert auch in Schleifenrumpfen von **while** und **do/while**.)

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Die **break** – Anweisung (Teil 1)

Alternative Beendigungen von Schleifen:

```
for (i = 0; i < 10; i++) {
    cout << i << ": ";
    for (j = 0; j < 10; j++) {
        if (i + j >= 5)
            break;
        cout << j << " ";
    }
    cout << endl;
}
```

Die **break** – Anweisung unterbricht **nur die aktuelle Schleife** sofort (in diesem Fall also die „innere“ for-Schleife).

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Die **break** – Anweisung (Teil 1)

Ausgabe:

```

c:\windows\System32\cmd.exe
E:\EINI>inner_break.exe
0: 0 1 2 3 4
1: 0 1 2 3
2: 0 1 2
3: 0 1
4: 0
5:
6:
7:
8:
9:
E:\EINI >

```

Die **break** – Anweisung unterbricht **nur die aktuelle Schleife** sofort.

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Die berüchtigte **goto** – Anweisung: **goto Bezeichner;**

Alternative Beendigungen von Schleifen:

```

for (i = 0; ; ) {
    cout << i << " ";
    if (i > 9) goto marke;
    i++;
}
marke: cout << "Schleife beendet!";

```



Bei der **goto** – Anweisung wird sofort **zur angegebenen Markierung** gesprungen, also direkt bei der Markierung fortgefahren.

(Das funktioniert auch in Schleifenrümpfen von **while** und **do/while**.)

Die Verwendung von goto ist niemals notwendig! Unbedingt vermeiden!

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- **Die continue – Anweisung:**

Erzwingt einen sofortigen Sprung **an das Schleifenende**.

Nur der **aktuelle** Schleifendurchlauf wird beendet, nicht die ganze Schleife (wie bei **break**).

```
for (i = 0; i < 10; i++) {
  Anweisungen ausführen;
  if (Bedingung) continue;
  Anweisungen ausführen;
}
```

(Das funktioniert auch in Schleifenrumpfen von **while** und **do/while**.)

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- **Die continue – Anweisung:**

Ermöglicht manchmal besser lesbaren / nachvollziehbaren Programmcode.
Ist niemals wirklich notwendig.

```
for (i = 0; i < 10; i++) {
  Anweisungen ausführen;
  if (Bedingung) continue;
  Anweisungen ausführen;
}
```



```
for (i = 0; i < 10; i++) {
  Anweisungen ausführen;
  if (!Bedingung) {
    Anweisungen ausführen;
  }
}
```

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Umformulieren einer `for` – Schleife als `while` – Schleife:

```
for ( Initialisierung; Bedingung; Veränderung ) {  
    Anweisungen ausführen;  
}
```



```
Initialisierung;  
while ( Bedingung ) {  
    Anweisungen ausführen;  
    Veränderung;  
}
```

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Umformulieren einer `while` – Schleife als `for` – Schleife:

```
while ( Bedingung ) {  
    Anweisungen ausführen;  
}
```



```
for ( ; Bedingung; ) {  
    Anweisungen ausführen;  
}
```

Steuerung des Programmablaufes: Auswahl

- Einseitige Auswahl: `if`

```
if (Bedingung)
  Anweisung;
```

nur eine Anweisung ausführen

```
if (Bedingung) {
  Anweisung;
  Anweisung;
  ...
  Anweisung;
}
```

einen ganzen **Block** von Anweisungen ausführen

Wenn die Bedingung erfüllt ist,
dann wird die Anweisung oder der Block von Anweisungen ausgeführt,
sonst eben nicht!

Steuerung des Programmablaufes: Auswahl

- Zweiseitige Auswahl: `if else`

```
if (Bedingung)
  Anweisung1;
else
  Anweisung2;
```

wenn Bedingung erfüllt,
dann Anweisung1 ausführen,
ansonsten
Anweisung2 ausführen!

```
if (Bedingung) {
  Anweisungsblock1;
}
else {
  Anweisungsblock2;
}
```

Achtung!
Hier kein Semikolon hinter
der Klammer } erlaubt!

Steuerung des Programmablaufes: Auswahl

- Zweiseitige Auswahl: `if else`

Beispiel:

```
if (kunde.umsatz >= 100000) {
    kunde.bonus = 5000;
    kunde.skonto = 0.03;
    kunde.status = GuterKunde;
} else {
    kunde.bonus = 2000;
    kunde.skonto = 0.02;
    kunde.status = NormalerKunde;
}
```

```
enum StatusT = {
    GuterKunde,
    NormalerKunde,
    SchlechterKunde
};
struct KundeT {
    int umsatz;
    int bonus;
    float skonto;
    statusT status;
};
```

Steuerung des Programmablaufes: Auswahl

- Mehrfache Auswahl: `if else - Schachtelung (nesting)`

```
if ( Bedingung1 )
    if ( Bedingung2 )
        if ( Bedingung3 )
            Anweisung3;
        else
            Anweisung4;
```

Achtung!

`else` bezieht sich auf das **letzte** `if`!
(Egal, wie der Code formatiert wurde.)

Erfordert die gewünschte Logik einen anderen Bezug, dann **müssen**
Klammern `{}` gesetzt werden.

Empfehlung: Bei (vermeintlicher) Mehrdeutigkeit immer Klammern setzen.

Steuerung des Programmablaufes: Auswahl

- Mehrfache Auswahl: `if else` - Schachtelung (*nesting*)

```
if ( Bedingung0 )
  if ( Bedingung1 ) Anweisung1;
  else
    Anweisung2;
```

`else` bezieht sich auf **Bedingung1**

```
if ( Bedingung0 ) {
  if ( Bedingung1 ) Anweisung1;
}
else
  Anweisung2;
```

`else` bezieht sich auf **Bedingung0**

↓ äquivalent, aber ohne Klammern:

```
if ( !Bedingung0 ) Anweisung2;
else if ( Bedingung1 ) Anweisung1;
```

B0	B1	
F	F	A2
F	T	A2
T	F	-
T	T	A1

F: false
T: true

Steuerung des Programmablaufes: Auswahl

- Mehrfache Auswahl: `if else` - Schachtelung (*nesting*)

```
if ( a > b ) cout << "a > b";
if ( a < b ) cout << "a < b";
if ( a == b ) cout << "a == b";
```

ohne Schachtelung:
immer 3 Vergleiche!

```
if ( a > b ) cout << "a > b";
else
  if ( a < b ) cout << "a < b";
  else cout << "a == b";
```

mit Schachtelung:
1 oder 2 Vergleiche!

⇒ Effizienzsteigerung: Schnelleres Programm!

Steuerung des Programmablaufes: Auswahl

- Mehrfache Auswahl: `switch`

```
switch (Ausdruck) {  
    case c1: Anweisungen_1; break;  
    case c2: Anweisungen_2; break;  
  
    ...  
  
    case cn: Anweisungen_n; break;  
    default: Anweisungen;  
}
```

Der Ausdruck muss einen **abzählbaren Datentyp** ergeben:
`char`, `short`, `int`, `long`, `enum`, `bool` (`false < true`)

Konstanten `c1` bis `cn` müssen **paarweise verschieden** sein.

Ist `Ausdruck == Wert` einer Konstanten, dann werden Anweisungen bis `break` ausgeführt; sonst Anweisungen von `default`.

Steuerung des Programmablaufes: Auswahl

- Mehrfache Auswahl: `switch` ohne `default`

```
switch (Ausdruck) {  
    case c1: Anweisungen_1; break;  
    case c2: Anweisungen_2; break;  
  
    ...  
  
    case cn: Anweisungen_n; break;  
}
```

`default` – Zweig kann entfallen ⇒

besser: `default` mit leerer Anweisung

noch besser: `default` mit leerer Anweisung und Kommentar

Weglassen nur selten sinnvoll, z.B. bei `enum` (alle Werte werden unterschieden).
Oder bei `bool` (nur 2 Werte), wo `if`-Anweisungen einfacher wären.

Steuerung des Programmablaufes: Auswahl

- Mehrfache Auswahl: `switch` ohne `default`

```
switch (Ausdruck) {
  case c1: Anweisungen_1; break;
  case c2: Anweisungen_2; break;
  ...
  case cn: Anweisungen_n; break;
  default: ; // leere Anweisung
}
```

leere Anweisung Kommentar

Exkurs: Kommentare

Ein Kommentar im Programmtext

- dient der Kommentierung / Erklärung / Beschreibung des Programmcodes
- wird vom Compiler ignoriert

Nur in C++:

```
int a = 1; // Kommentar
a = a + 3;
```

ignoriert wird ab `//` bis zum Ende der Zeile

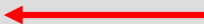
In C und C++:

```
int a = 1; /* Kommentar:
blabla blabla */
a = a + 3;
```

ignoriert werden alle Zeichen
zwischen `/*` und `*/`, auch über mehrere
Zeilen

Steuerung des Programmablaufes: Auswahl

- Mehrfache Auswahl: `switch` mit „fehlenden“ `breaks`

```
switch (Ausdruck) {  
  case c1:  
  case c2: Anweisungen_2; break;  
  case c3: Anweisungen_3;   
  case c4: Anweisungen_4; break;  
  case c5: Anweisungen_5; break;  
  default: Anweisungen;  
}
```

`break` führt zum Verlassen der `switch` – Anweisung!

Fehlt am Ende eines `case`-Zweiges ein `break`, dann werden Anweisungen der nachfolgenden `case`-Zweige ausgeführt bis ein `break` kommt.

Steuerung des Programmablaufes: Auswahl

- Mehrfache Auswahl: `switch`

Beispiel: Abfrage, ob Programm weiterlaufen soll; Eingabe nur j, J, n oder N

```
char c; // einzulesendes Zeichen  
bool OK; // true, falls Eingabe in {j,J,n,N}  
bool weiter; // true, falls weiter gemacht wird  
do {  
  cin >> c;  
  switch (c) {  
    case 'j':  
    case 'J': OK = weiter = true; break;  
    case 'n':  
    case 'N': OK = true; weiter = false; break;  
    default : OK = false;  
  }  
} while (!OK);
```