

Einführung in die Programmierung

Wintersemester 2018/19

Prof. Dr. Günter Rudolph

Lehrstuhl für Algorithm Engineering

Fakultät für Informatik

TU Dortmund

Kapitel 3: Kontrollstrukturen

Inhalt

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

Kontrollstrukturen

Kapitel 3

Steuerung des Programmablaufes

- Bisher: Linearer Ablauf des Programms

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



- Oder bedingt etwas zusätzlich:

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

Kontrollstrukturen

Kapitel 3

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Die `while`-Schleife

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

← Schleifenkopf

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

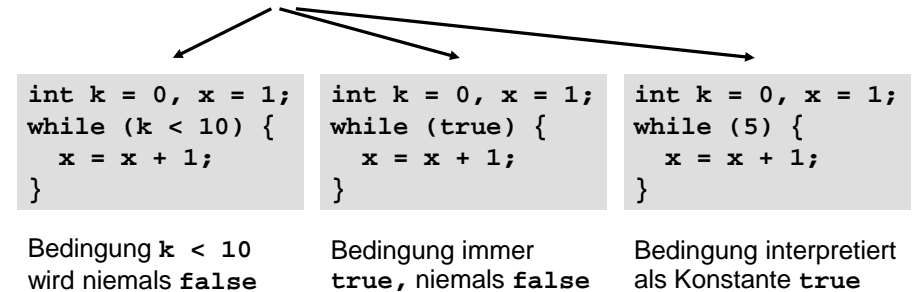
Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Die while-Schleife

Achtung:

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

⇒ Ansonsten: Endlosschleife!



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 != 0) {
        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!

Weil wir Anfangswert von `x` und Bedingung kennen, wissen wir, dass der Rumpf mindestens einmal durchlaufen wird!

Das ist nicht immer so!

Ausgabe:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Die `while`-Schleife als `do/while`-Schleife

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

⇓

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

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Die `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 muss!

⇓

```
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:
Gibt Wert von `n` (hier an Bedingung), erniedrigt dann `n` um 1

• 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

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

(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 ) { ← Schleifenkopf
    Anweisungen ausführen; ← 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;
}
```

- Zuerst wird der Schleifenzähler initialisiert.
- Falls Bedingung erfüllt:
 - Führe Anweisungen aus.
 - Führe Veränderung aus.
 - Weiter mit 2.
- 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:

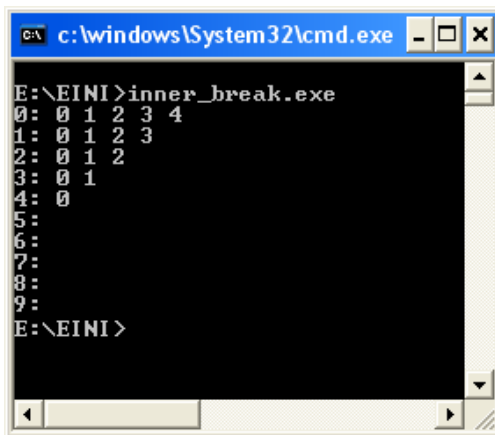
```
for (i = 0; i < 10; i++) {
    cout << i << ": ";
    for (j = 0; j < 10; j++) {
        if (i + j >= 5) break;
        cout << j << " ";
    }
    cout << endl;
}
```

Die `break` – Anweisung unterbricht **nur** die **aktuelle** Schleife sofort!

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 angegeben Markierung gesprungen!

Es wird direkt bei der Markierung fortgefahren!

Das funktioniert auch in Schleifenrumpfen 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 Schleifenrümpfen 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

- Die `for` – Schleife als `while` – Schleife:

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



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

Steuerung des Programmablaufes: Wiederholungen

- Die `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 ) Anweisung1;
else
  if ( Bedingung2 ) Anweisung2;
  else
    if ( Bedingung3 ) Anweisung3;
    else Anweisung4;
```

Achtung!
Festlegung: Das **letzte else** bezieht sich auf das **letzte if!**
Erfordert Logik einen anderen Bezug, dann 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	F: false
T	F	-	T: true
T	T	A1	

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:
blablabla blabla */
a = a + 3;
```

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

Steuerung des Programmablaufes: Auswahl

- Mehrfache Auswahl: `switch` mit „fehlenden“ `break`s`

```
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 auf ein `break` gestossen wird.

Steuerung des Programmablaufes: Auswahl

- Mehrfache Auswahl: `switch`

Beispiel: Abfrage, ob weiter gemacht werden 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);
```