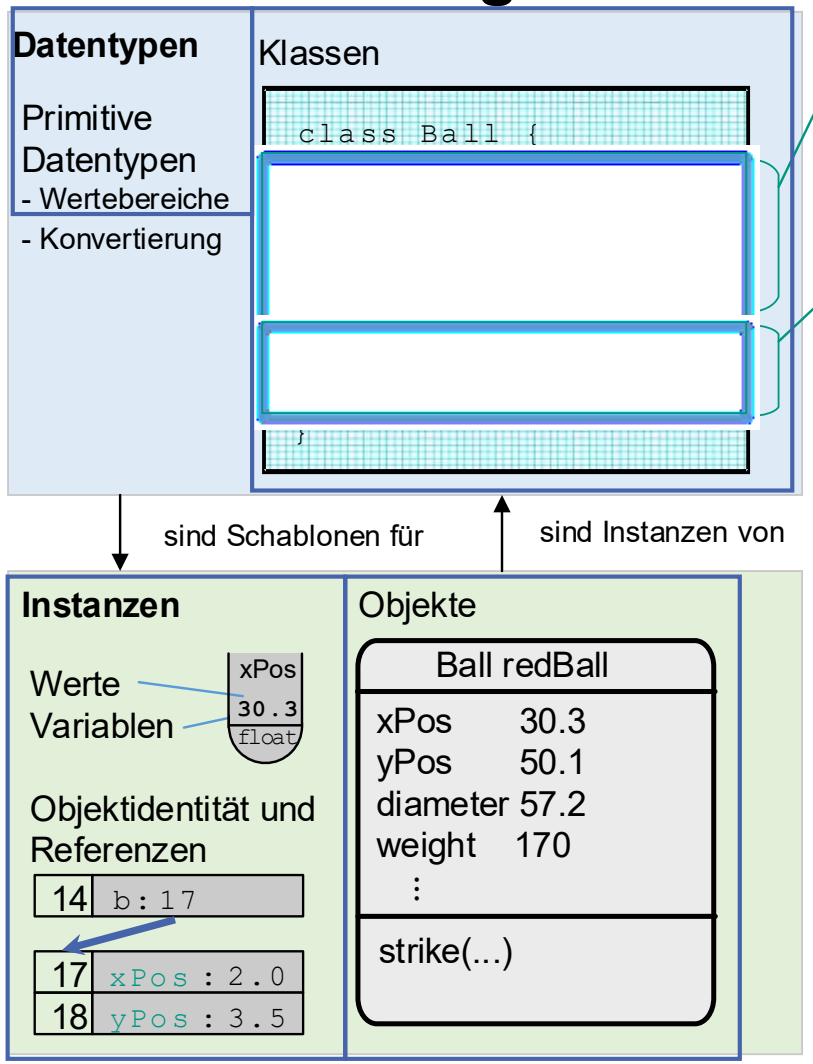
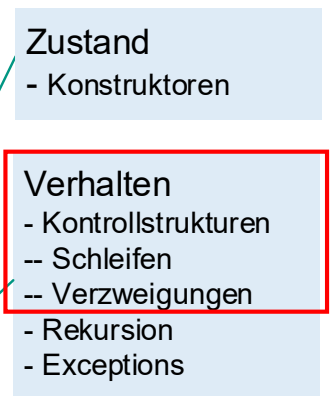
# Vorlesung Programmieren

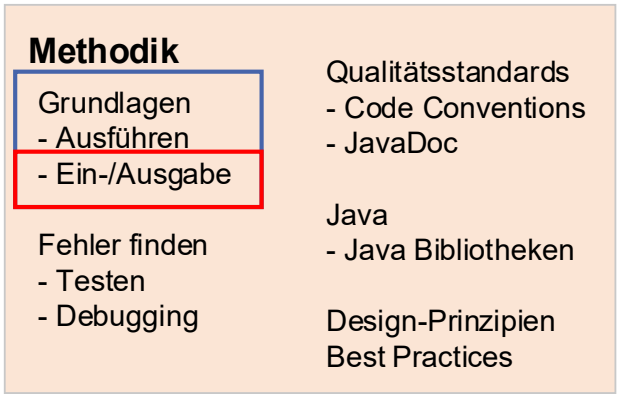
**3. Kontrollstrukturen**

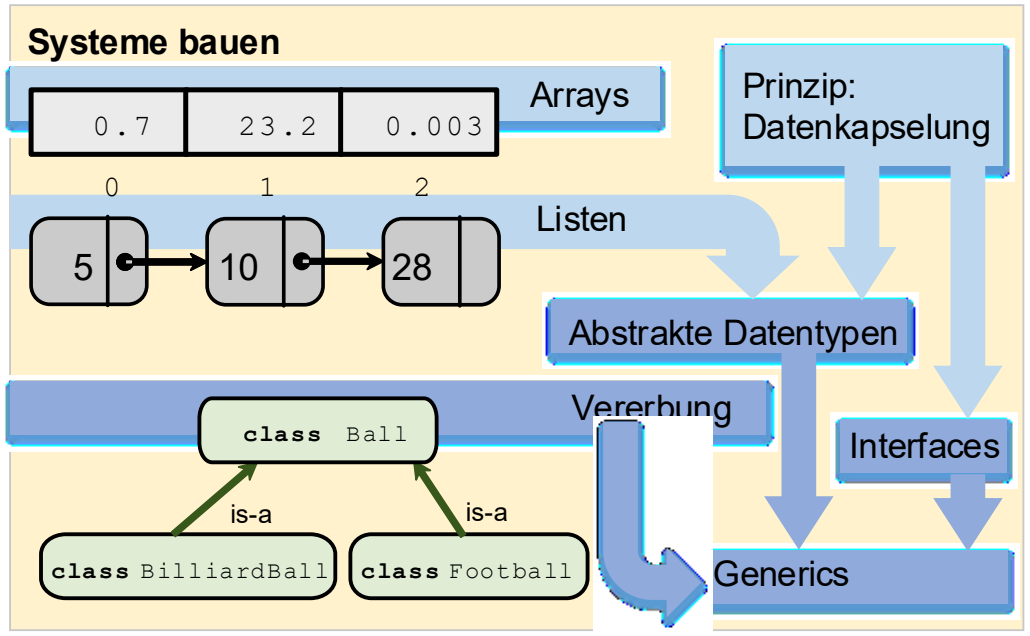
PD Dr. rer. nat. Robert Heinrich

# Vorlesungsüberblick: Objekt-orientiertes Programmieren in Java

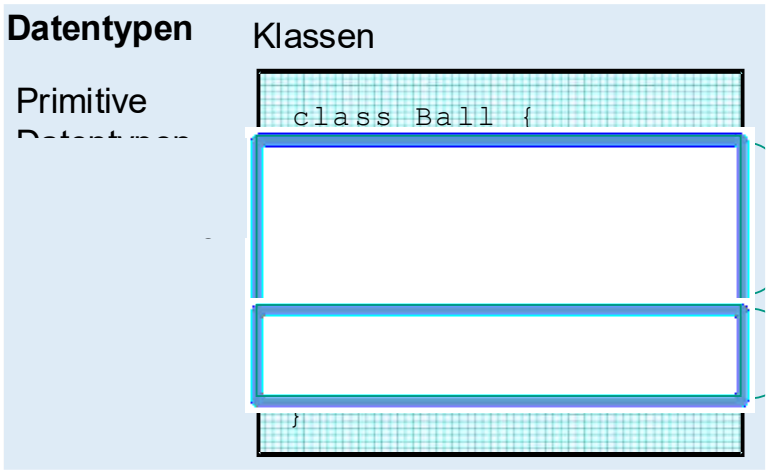


# Zusammenfassung letzte Woche

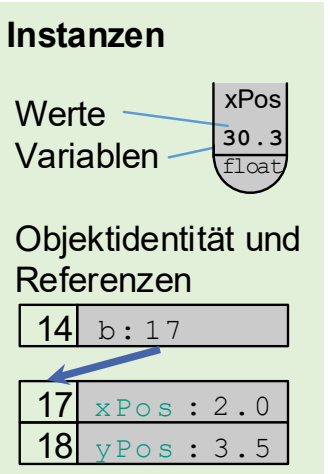



**Typen**:

- Java kennt 8 elementare Datentypen (**`int`**, **`float`**, ...)
- Klassen sind auch Datentypen
- Mit jedem Datentyp sind Operationen bzw. Methoden verbunden

**Variablen**:

- Variablen sind Namen für Speicherplätze
- Variablen können durch Zuweisung verändert werden
- Objekt-Variablen sind **Referenzen**, d.h. Speicheradressen von Objekt-Identitäten
- Der spezielle Objekt-Referenzwert **`null`** steht für „kein Objekt“



# Lernziele heute

Verhalten
- Kontrollstrukturen
-- Schleifen
-- Verzweigungen

## Kontrollstrukturen

- Sie kennen den Unterschied zwischen Ausdrücken und Anweisungen
  - Sie können Ausdrücke schreiben, die Werte berechnen
  - Sie können Anweisungen schreiben, die den Zustand Ihres Programms ändern

- Sie kennen die Kontrollfluss-Anweisungen in Java und können diese in Ihren Programmen verwenden
  - Sie können Fallunterscheidungen mit **`if`** und **`switch`** programmieren
  - Sie können Wiederholungen mit den verschiedenen Schleifen-Anweisungen **`while`**, **`do-while`** und **`for`** programmieren und kennen die Unterschiede
  - Sie können Schleifen-Ausführungen mit **`break`** und **`continue`** modifizieren

## Eingaben:

- Sie können über die Konsole Werte eingeben

**Methodik**

Grundlagen
- Ausführen
- Ein-/Ausgabe

Quelle: http://phdcomics.com

# Ausdrücke

- **Ausdrücke** (*expressions*) werden in einem Programm verwendet, um vorzunehmende Auswertungen zu beschreiben:
  - auf der rechten Seite von Zuweisungen: `x = Ausdruck;`
  - als Argumente von Methoden: `f(Ausdruck, ..., Ausdruck);`
  - als Rückgabewerte von Funktionen: `return Ausdruck;`
- **Jeder Ausdruck hat einen Typ**

| **Beispiele:** | |
|---|---|
| `(3.0 + y) * 4.0` | ist ein Ausdruck vom Typ `double` |
| `new Vector2D(1.0, 2.0)` | ist ein Ausdruck vom Typ `Vector2D` |
| `x == 2` | ist ein Ausdruck vom Typ `boolean` |

- Ausdrücke vom Typ **`boolean`** nennt man auch **Bedingungen**

# Weitere Ausdrücke in Java

- **Ausdrücke setzen sich wie folgt zusammen:**
  - `Variable (bzw. Attribut), Konstante`
  - `f(Ausdruck`$_1$`, ..., Ausdruck`$_n$`)` (Methodenaufruf)
  - `Ausdruck1` $\otimes$ `Ausdruck2` (hier bezeichnet $\otimes$ einen beliebigen binären Operator)
  - $\ominus$`Ausdruck` (hier bezeichnet $\ominus$ einen beliebigen unären Operator)
  - `new` *`Klasse`*`(...)`
  - `Variable = Ausdruck` (Zuweisung)

| **Es gibt in Java noch drei weitere Ausdrücke:** | |
|---|---|
| `_ instanceof _` | Klassen-Zugehörigkeits-Test |
| `_ ? _ : _` | Bedingter Ausdruck (wenn-dann-sonst) |
| `(`*`Typ`*`) _` | Typumwandlung (*type cast*) |

| **Beispiele:** | |
|---|---|
| `p instanceof Vector2D` | vom Typ `boolean` |
| `(x == 3 ? 5 : x+2)` | vom Typ `int` |
| `(int) 2.4` | vom Typ `int` |
| `x = y` | vom selben Typ wie x |

# Anweisungen

- **Anweisungen (statements)**
  - sind Einheiten der Ausführung („Sätze in der Programmiersprache“)
  - veranlassen eine Zustandsänderung (in der Regel, bis auf Deklaration)
- **Anweisungen in Java**
  - Deklarationen lokaler Variablen: `int x;`
  - Block-Anweisungen: `{ Anweisung1; ...; Anweisungn; }`
  - Return-Anweisungen: `return Ausdruck;` bzw. `return;`
  - Expression-Statements: Das sind ausgewählte Ausdrücke, die gleichzeitig auch als Anweisungen verwendet werden können.
    - Inkrement-/Dekrement-Operator `i++;` vs. `x = y + (i++);`
    - Zuweisungen `x = y;` vs. `x = (y = z);`
    - Methodenaufrufe `f(x,y);` vs. `x = f(x,y);`
    - new-Operator `new Vector2D();` vs. `p = new Vector2D();`
  - Control-flow-statements: heutige Vorlesung

++/-- nur direkt vor/hinter Variablen erlaubt

# Ausdruck vs. Anweisung

- Unterschiede zwischen Ausdrücken und Anweisungen:

| | Ausdruck | Anweisung |
|---|---|---|
| Typisiert | ja | nein |
| Zweck | „Berechne ...“ | „Mache ...“ |
| Effekt | liefert Wert | ändert Zustand |
| Syntax | ohne „;“ | mit „;“ |

- Ein **Ausdruck** ist immer **Teil einer Anweisung**
- Der Rumpf jeder Methode ist immer eine **Folge von Anweisungen**

# Jetzt sind Sie gefragt

- Bei welchen Java-Fragmenten handelt es sich um gültige Anweisungen?

```
1.   p = new Vector2D().shift(1.0, 2.0);
2.   (int)foo(x);
3.   x = y = z;
4.   (i++)++;
```

# Eingaben über die Konsole

```java
import java.util.Scanner;
public class TerminalInput{
  public static void main(String[] args) {
    System.out.print("Gib etwas ein:");
    Scanner scanner = new Scanner(System.in);
    String input = scanner.nextLine();
    System.out.println("Du hast folgendes eingegeben: "+ input);
  }
}
```

```
...$javac TerminalInput.java
...$java TerminalInput
Gib etwas ein:_
```

- Vorgefertigte Klasse `Scanner`
  - Importieren mit `import java.util.Scanner;`
  - Objekt erstellen mit `new Scanner(System.in);`
  - Zeile einlesen mit `scanner.nextLine();`

# Eingaben über die Konsole

```java
import java.util.Scanner;
public class TerminalInput{
  public static void main(String[] args) {
    System.out.print("Gib etwas ein:");
    Scanner scanner = new Scanner(System.in);
    String input = scanner.nextLine();
    System.out.println("Du hast folgendes eingegeben: "+ input);
  }
}
```

```
...$javac TerminalInput.java
...$java TerminalInput
Gib etwas ein:5
Du hast folgendes eingegeben:5

...$
```

- Vorgefertigte Klasse `Scanner`
  - Importieren mit `import java.util.Scanner;`
  - Objekt erstellen mit `new Scanner(System.in);`
  - Zeile einlesen mit `scanner.nextLine();`

# Zahlen über die Konsole eingeben

```java
import java.util.Scanner;
public class TerminalInput{
  public static void main(String[] args) {
    System.out.print("Gib eine Zahl ein:");
    Scanner scanner = new Scanner(System.in);
    int myNumber = scanner.nextInt();
    System.out.println("Du hast folgendes eingegeben: "+ myNumber);
    System.out.println("Die darauf folgende Zahl ist: "+ (myNumber+1));
   }
}
```

```
...$javac TerminalInput.java
...$java TerminalInput
Gib etwas ein:8
Du hast folgendes eingegeben: 8
Die darauf folgende Zahl ist: 9
...$
```

- `scanner.nextInt();` liest einen Integer-Wert ein
- Achtung: Noch keine Fehlerbehandlung wenn keine Zahl eingegeben

(→ Vorlesung zum Thema Exceptions)

# Kontrollfluß-Anweisungen (*control-flow-statements*)

- **`if`**-Anweisung
- **`switch`**-Anweisung
- **`while`**-Anweisung / **`do-while`**-Anweisung
- **`for`**-Anweisung
- **`break`**-Anweisung
- **`continue`**-Anweisung

# Die `if`-Anweisung

- **Fallunterscheidung:** wenn-dann-Prinzip
  - Fallunterscheidung ist eine fundamentale Technik der Mathematik und des Programmierens
- `if`-Anweisung (*`if` statement*): Realisierung der Fallunterscheidung in Java

```
if (Bedingung) {
    Anweisungen
}
```

```
if (Bedingung) {
    Anweisungen₁
} else {
    Anweisungen₂
}
```

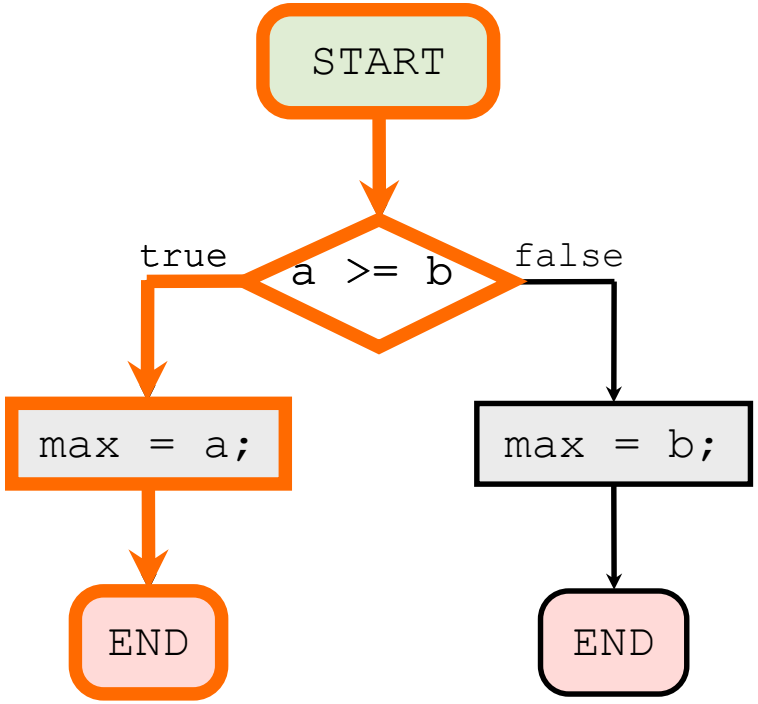
**Beispiel:**

```
int a = scanner.nextInt();
int b = scanner.nextInt();
int max = 0;
if (a >= b) {
  max = a;
} else {
  max = b;
}
```

# `if`-Anweisung: Kontrollfluss-Diagramm

Beispielanweisungen:

```
if (a >= b) {
  max = a;
} else {
  max = b;
}
```




Variablenbelegung:

```
int a = 3;
int b = 2;
```

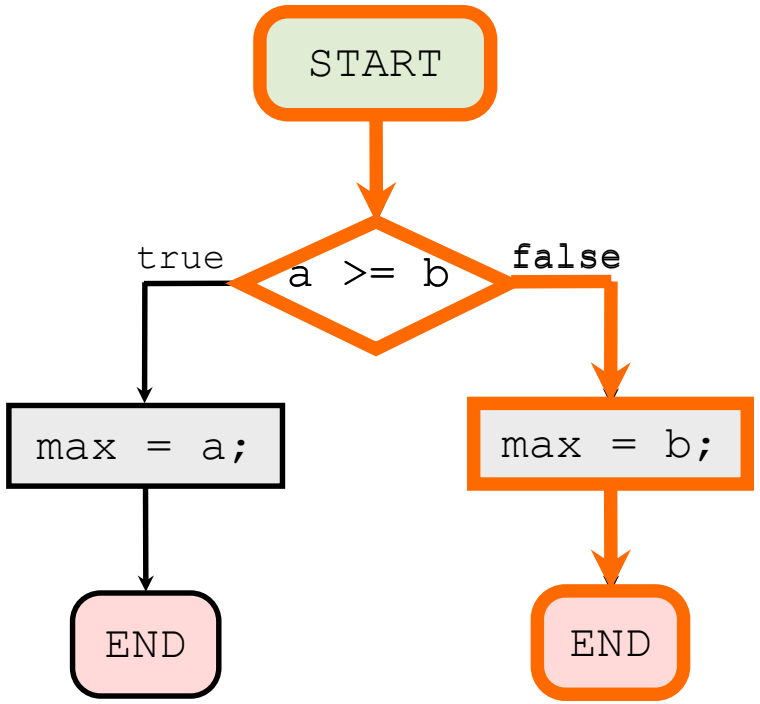
# `if`-Anweisung: Kontrollfluss-Diagramm

Beispielanweisungen:

```
if (a >= b) {
  max = a;
} else {
  max = b;
}
```

Andere Variablenbelegung:

```
int b = 3;
int a = 2;
```




# Geschachtelte `if`-Anweisungen

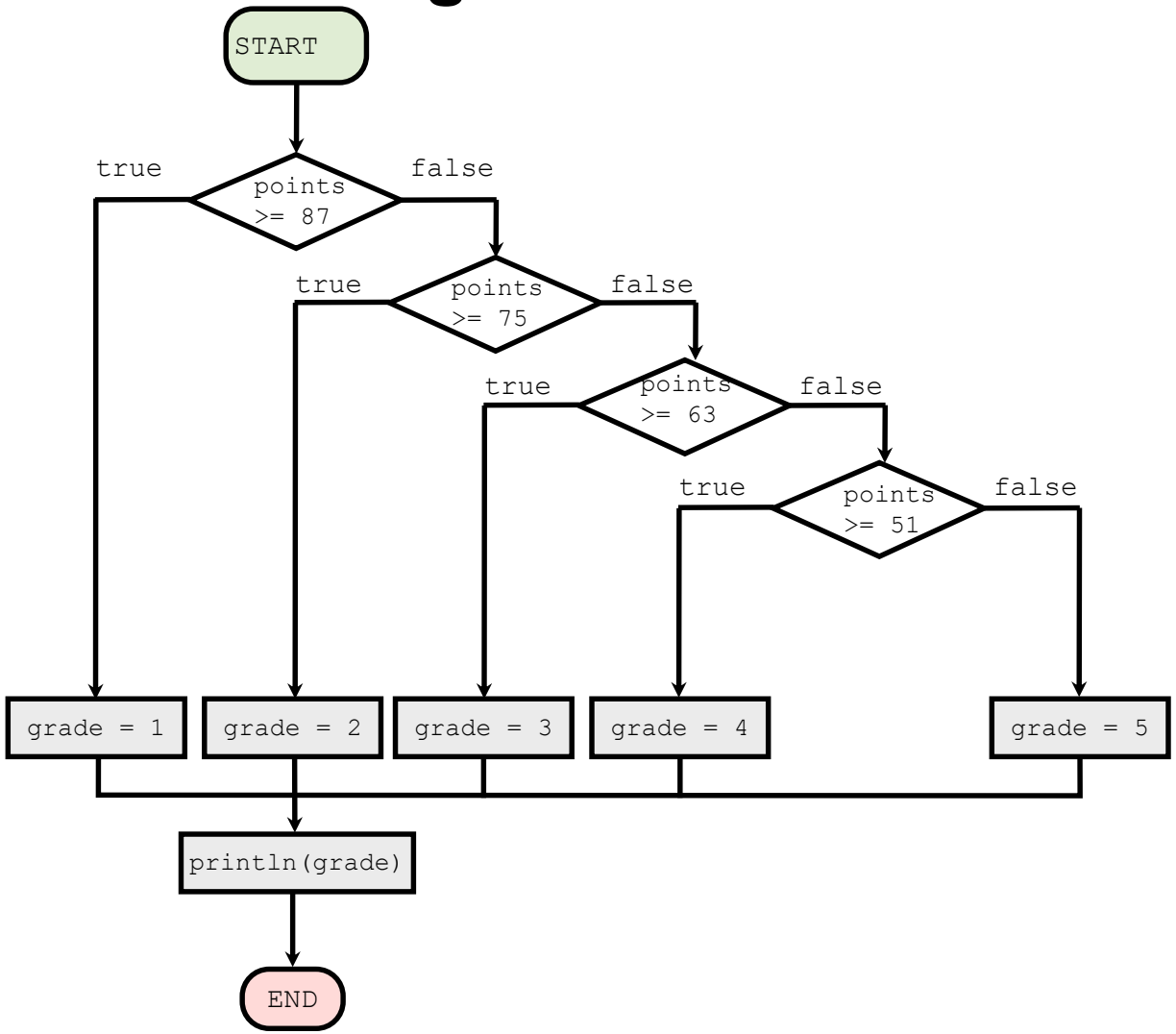
- Man kann die `if`-Anweisung auch mehrfach schachteln:

```
int points = 50;
int grade = 0;
if (points >= 87) {
  grade = 1;
} else if (points >= 75) {
  grade = 2;
} else if (points >= 63) {
  grade = 3;
} else if (points >= 51) {
  grade = 4;
} else {
  grade = 5;
}
System.out.println("Note: " + grade);
```

- Nach Möglichkeit am häufigsten auftretende Fälle zuerst behandeln
- In jedem **`else`**-Zweig gilt die Negation aller vorangegangenen Bedingungen

→ **Auf die Reihenfolge achten!**

# Geschachtelte `if`-Anweisung: Kontrollfluss



# Jetzt sind Sie gefragt: `if`-Anweisung

- Schreiben Sie ein Programm, das für zwei Integer-Eingaben `a` und `b` ausgibt, ob a größer, kleiner, oder gleich b ist.

```
Scanner scanner = new Scanner(System.in);
int a = scanner.nextInt();
int b = scanner.nextInt();
if (a > b) {
    System.out.println("a ist größer b");
} else if (a < b) {
    System.out.println("a ist kleiner b");
} else {
    System.out.println("a ist gleich b");
}
```

# Die `switch`-Anweisung

- Die `switch`-Anweisung (switch statement) realisiert eine weitere Form der Verzweigung

```
// Konstanten der Klasse
static final char NEW = 'n';
static final char OPEN = 'o';
static final char SAVE = 's';
static final char QUIT = 'q’;
...
// Innerhalb einer Methode
char command = ...;
  switch (command) {
    case NEW:  createNewFile();
    break;
    case OPEN: openFile();
    break;
    case SAVE: saveFile();
    break;
    case QUIT: exitProgram();
    break;
    default: System.out.println("Unbekanntes Kommando: " + command);
    break;
  }
```

# Die `switch`-Anweisung

- **Syntax**:

```
switch (Ausdruck) {
   case Wert_1: Anweisungen_1;
   ...
   case Wert_n: Anweisungen_n;
   default: Anweisungen;
}
```

- Ausdruck muss dabei den Typ **`char`**, **`byte`**, **`short`**, **`int`**, **`enum`** oder **`String`** haben
- Die Werte nach **`case`** müssen konstant sein (keine Variablen!)
- Ein „**`case`** Wert“ legt nur den Einstiegspunkt innerhalb des switch-Blocks fest
- Die **`break`**-Anweisung veranlasst das (sofortige) Verlassen des gesamten **`switch`**-Blocks
- Ohne **`break`** werden auch alle Anweisungen der nachfolgenden **`case`**-Blöcke abgearbeitet
- Nimmt *Ausdruck* keinen der Werte *Wert_1*, ..., *Wert _n* an, so wird der (optionale) **`default`**-Block abgearbeitet

# Die `switch`-Anweisung: Beispiel

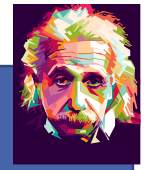
**Beispiele:**

```
int month = 5;
int days = 0;
switch (month) {
  case  1: days = 31; break;
  case  2: days = 28; break;
  case  3: days = 31; break;
  case  4: days = 30; break;
  case  5: days = 31; break;
  case  6: days = 30; break;
  case  7: days = 31; break;
  case  8: days = 31; break;
  case  9: days = 30; break;
  case 10: days = 31; break;
  case 11: days = 30; break;
  case 12: days = 31; break;
}
```

```
int month = 5;
int days = 0;
switch (month) {
  case  2: days = 28; break;
  case  4:
  case  6:
  case  9:
  case 11: days = 30; break;
  default: days = 31; break;
}
```

- Die rechte Variante ist zwar kürzer, aber schlechter lesbar. Es werden auch Monate größer 12 und kleiner 1 akzeptiert.

→ Fehlerfindung erschwert



Neue `switch`-*Ausdrücke* sind ab Java 12 ebenfalls verfügbar, aber noch nicht bei der Abgabe erlaubt

# Programmieren von Schleifen

- Schleifen erlauben die wiederholte Ausführung von Anweisungen

- Die Programmierung von Schleifen erfolgt nach dem Muster:
  - Vorbereitung
  - Schleife
  - Nachbereitung

# Die `while`-Schleife

- Die **`while`**-Anweisung (*while statement*) realisiert eine sich wiederholende Ausführung.
- **Beispiel:** Berechne $\sum_{i=a}^{b} i$

```
int a = 8;

int b = 11;

int i = a;          // Vorbereitung
int sum = 0;
while (i <= b) {    // Schleife
  sum = sum + i;
  i = i + 1;
}
```

| Iteration | i | sum |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

# Die `while`-Schleife

- Die **`while`**-Anweisung (*while statement*) realisiert eine sich wiederholende Ausführung.
- **Beispiel:** Berechne $\sum_{i=a}^{b} i$

```
int a = 8;

int b = 11;

int i = a;          // Vorbereitung
int sum = 0;
while (i <= b) {    // Schleife
  sum = sum + i;
  i = i + 1;
}
```

| Iteration | i | sum |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

# Die `while`-Schleife

- Die **`while`**-Anweisung (*while statement*) realisiert eine sich wiederholende Ausführung.
- **Beispiel:** Berechne $\sum_{i=a}^{b} i$

```
int a = 8;

int b = 11;

int i = a;          // Vorbereitung
int sum = 0;
while (i <= b) {    // Schleife
  sum = sum + i;
  i = i + 1;
}
```

| Iteration | i | sum |
|---|---|---|
| - | 8 | 0 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

# Die `while`-Schleife

- Die **`while`**-Anweisung (*while statement*) realisiert eine sich wiederholende Ausführung.
- **Beispiel:** Berechne $\sum_{i=a}^{b} i$

```
int a = 8;

int b = 11;

int i = a;          // Vorbereitung
int sum = 0;
while (i <= b) {    // Schleife
  sum = sum + i;
  i = i + 1;
}
```

| Iteration | i | sum |
|---|---|---|
| - | 8 | 0 |
| 1 | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

# Die `while`-Schleife

- Die **`while`**-Anweisung (*while statement*) realisiert eine sich wiederholende Ausführung.
- **Beispiel:** Berechne $\sum_{i=a}^{b} i$

```
int a = 8;

int b = 11;

int i = a;          // Vorbereitung
int sum = 0;
while (i <= b) {    // Schleife
  sum = sum + i;
  i = i + 1;
}
```

| Iteration | i | sum |
|---|---|---|
| - | 8 | 0 |
| 1 | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

# Die `while`-Schleife

- Die **`while`**-Anweisung (*while statement*) realisiert eine sich wiederholende Ausführung.
- **Beispiel:** Berechne $\sum_{i=a}^{b} i$

```
int a = 8;

int b = 11;

int i = a;          // Vorbereitung
int sum = 0;
while (i <= b) {    // Schleife
  sum = sum + i;
  i = i + 1;
}
```

| Iteration | i | sum |
|---|---|---|
| - | 8 | 0 |
| 1 | 9 | 8 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

# Die `while`-Schleife

- Die **`while`**-Anweisung (*while statement*) realisiert eine sich wiederholende Ausführung.
- **Beispiel:** Berechne $\sum_{i=a}^{b} i$

```
int a = 8;

int b = 11;

int i = a;          // Vorbereitung
int sum = 0;
while (i <= b) {    // Schleife
  sum = sum + i;
  i = i + 1;
}
```

| Iteration | i | sum |
|---|---|---|
| - | 8 | 0 |
| 1 | 9 | 8 |
| 2 | | |
| | | |
| | | |
| | | |

# Die `while`-Schleife

- Die **`while`**-Anweisung (*while statement*) realisiert eine sich wiederholende Ausführung.
- **Beispiel:** Berechne $\sum_{i=a}^{b} i$

```
int a = 8;

int b = 11;

int i = a;          // Vorbereitung
int sum = 0;
while (i <= b) {    // Schleife
  sum = sum + i;
  i = i + 1;
}
```

| Iteration | i | sum |
|---|---|---|
| - | 8 | 0 |
| 1 | 9 | 8 |
| 2 | | |
| | | |
| | | |
| | | |

# Die `while`-Schleife

- Die **`while`**-Anweisung (*while statement*) realisiert eine sich wiederholende Ausführung.
- **Beispiel:** Berechne $\sum_{i=a}^{b} i$

```
int a = 8;

int b = 11;

int i = a;          // Vorbereitung
int sum = 0;
while (i <= b) {    // Schleife
  sum = sum + i;
  i = i + 1;
}
```

| Iteration | i | sum |
|---|---|---|
| - | 8 | 0 |
| 1 | 9 | 8 |
| 2 | 10 | 17 |
| | | |
| | | |
| | | |

# Die `while`-Schleife

- Die **`while`**-Anweisung (*while statement*) realisiert eine sich wiederholende Ausführung.
- **Beispiel:** Berechne $\sum_{i=a}^{b} i$

```
int a = 8;

int b = 11;

int i = a;          // Vorbereitung
int sum = 0;
while (i <= b) {    // Schleife
  sum = sum + i;
  i = i + 1;
}
```

| Iteration | i | sum |
|---|---|---|
| - | 8 | 0 |
| 1 | 9 | 8 |
| 2 | 10 | 17 |
| 3 | | |
| | | |
| | | |

# Die `while`-Schleife

- Die **`while`**-Anweisung (*while statement*) realisiert eine sich wiederholende Ausführung.
- **Beispiel:** Berechne $\sum_{i=a}^{b} i$

```
int a = 8;

int b = 11;

int i = a;          // Vorbereitung
int sum = 0;
while (i <= b) {    // Schleife
  sum = sum + i;
  i = i + 1;
}
```

| Iteration | i | sum |
|---|---|---|
| - | 8 | 0 |
| 1 | 9 | 8 |
| 2 | 10 | 17 |
| 3 | | |
| | | |
| | | |

# Die `while`-Schleife

- Die **`while`**-Anweisung (*while statement*) realisiert eine sich wiederholende Ausführung.
- **Beispiel:** Berechne $\sum_{i=a}^{b} i$

```
int a = 8;

int b = 11;

int i = a;          // Vorbereitung
int sum = 0;
while (i <= b) {    // Schleife
  sum = sum + i;
  i = i + 1;
}
```

| Iteration | i | sum |
|---|---|---|
| - | 8 | 0 |
| 1 | 9 | 8 |
| 2 | 10 | 17 |
| 3 | 11 | 27 |
| | | |
| | | |

# Die `while`-Schleife

- Die **`while`**-Anweisung (*while statement*) realisiert eine sich wiederholende Ausführung.
- **Beispiel:** Berechne $\sum_{i=a}^{b} i$

```
int a = 8;

int b = 11;

int i = a;          // Vorbereitung
int sum = 0;
while (i <= b) {    // Schleife
  sum = sum + i;
  i = i + 1;
}
```

| Iteration | i | sum |
|---|---|---|
| - | 8 | 0 |
| 1 | 9 | 8 |
| 2 | 10 | 17 |
| 3 | 11 | 27 |
| 4 | | |
| | | |

# Die `while`-Schleife

- Die **`while`**-Anweisung (*while statement*) realisiert eine sich wiederholende Ausführung.
- **Beispiel:** Berechne $\sum_{i=a}^{b} i$

```
int a = 8;

int b = 11;

int i = a;          // Vorbereitung
int sum = 0;
while (i <= b) {    // Schleife
  sum = sum + i;
  i = i + 1;
}
```

| Iteration | i | sum |
|---|---|---|
| - | 8 | 0 |
| 1 | 9 | 8 |
| 2 | 10 | 17 |
| 3 | 11 | 27 |
| 4 | | |
| | | |

# Die `while`-Schleife

- Die **`while`**-Anweisung (*while statement*) realisiert eine sich wiederholende Ausführung.
- **Beispiel:** Berechne $\sum_{i=a}^{b} i$

```
int a = 8;

int b = 11;

int i = a;          // Vorbereitung
int sum = 0;
while (i <= b) {    // Schleife
  sum = sum + i;
  i = i + 1;
}
```

| Iteration | i | sum |
|---|---|---|
| - | 8 | 0 |
| 1 | 9 | 8 |
| 2 | 10 | 17 |
| 3 | 11 | 27 |
| 4 | 12 | 38 |
| | | |

# Die `while`-Schleife

- Die **`while`**-Anweisung (*while statement*) realisiert eine sich wiederholende Ausführung.
- **Beispiel:** Berechne $\sum_{i=a}^{b} i$

```
int a = 8;

int b = 11;

int i = a;          // Vorbereitung
int sum = 0;
while (i <= b) {    // Schleife
  sum = sum + i;
  i = i + 1;
}
```

| Iteration | i | sum |
|---|---|---|
| - | 8 | 0 |
| 1 | 9 | 8 |
| 2 | 10 | 17 |
| 3 | 11 | 27 |
| 4 | 12 | 38 |
| 5 | | |

# Die `while`-Schleife

- Die **`while`**-Anweisung (*while statement*) realisiert eine sich wiederholende Ausführung.
- **Beispiel:** Berechne $\sum_{i=a}^{b} i$

```
int a = 8;

int b = 11;

int i = a;          // Vorbereitung
int sum = 0;
while (i <= b) {    // Schleife
  sum = sum + i;
  i = i + 1;
}
```

| Iteration | i | sum |
|---|---|---|
| - | 8 | 0 |
| 1 | 9 | 8 |
| 2 | 10 | 17 |
| 3 | 11 | 27 |
| 4 | 12 | 38 |
| 5 | | |

→ Ergebnis: 38

# Jetzt sind Sie gefragt: `while`-Schleife

- Schreiben Sie ein Programm, das für eine Integer-Eingaben p die Zahlen von 1 bis p ausgibt
- Gewünschte Ausgabe für p = 5:

```
1 2 3 4 5
```

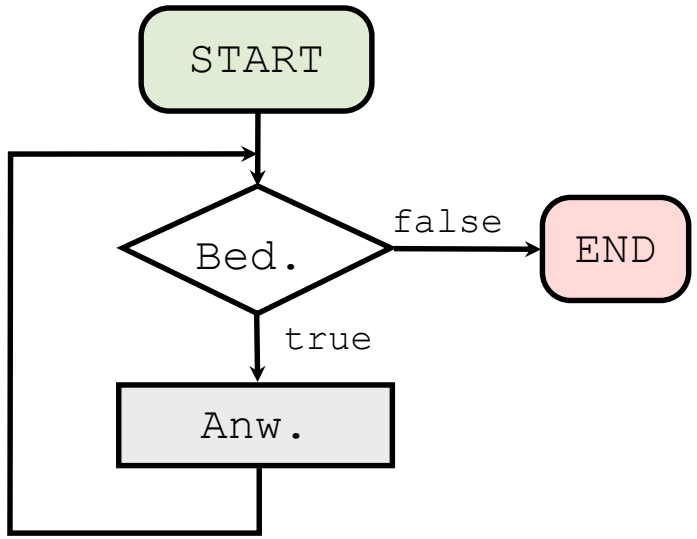
```
Scanner scanner = new Scanner(System.in);
int p = scanner.nextInt();
int i = 1; // Vorbereitung
while (i <= p){// Schleife
  System.out.print(i + " ");
  i++;
}
```

# (do-)while-Schleife: Syntax

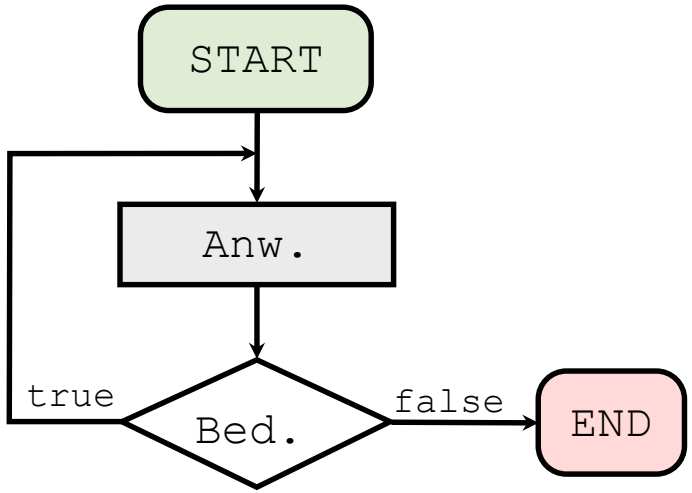
```
while (Bedingung) { Anweisungen }
do { Anweisungen } while (Bedingung);
```

- **Kontrollfluss:**

while:




do-while:



# Die `for`-Schleife

- Die **`for`**-Schleife (*for statement*) ist eine Zählschleife
- **Syntax:**

```
for (Initialisierung; Bedingung; Schritt) { Anweisungen }
```

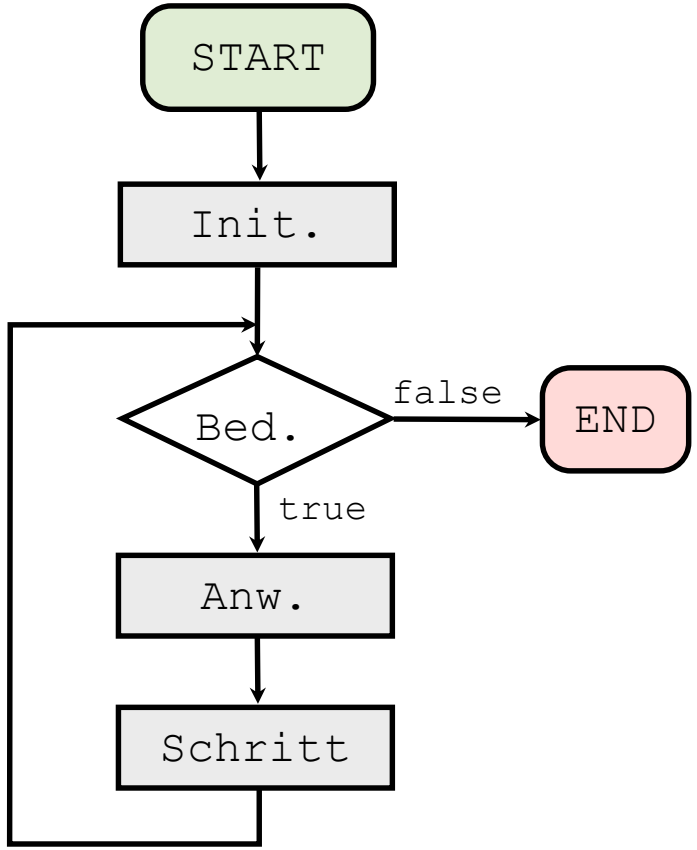
- Initialisierung ist eine Anweisung, die einmalig am Anfang der Schleife ausgeführt wird
- Vor jedem Schleifendurchlauf wird geprüft, ob Bedingung wahr ist
- Schritt ist eine Anweisung, die am Ende jedes Schleifendurchlaufs ausgeführt wird (nach den *Anweisungen*)

**Beispiel**

```
int a = 8;
int b = 11;
int sum = 0; // Vorbereitung
for (int i = a; i <= b; i++) {  // Schleife
  sum = sum + i;
}
```

# Die for-Schleife: Kontrollfluss

```
for (Initialisierung; Bedingung; Schritt) { Anweisungen }
```



# Unterschied for- und while-Schleife

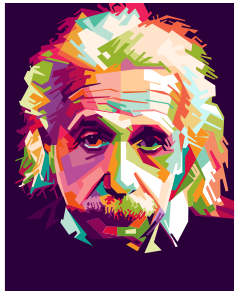
- Eigentlich:

```
for (ich weiss wie oft) {…}
while (Anzahl Wiederholungen hängt ab von Ausführung des Schleifenrumpfes) {…}
```

- In C (und dann C++ und Java) schiefgelaufen:

```
inititalisierung;
while (abbruchbedingung) {
  anweisungen_1; anweisungen_2;
}

for (initialisierung; abbruchbedingung; anweisungen_2) {
  anweisungen_1;
}
```

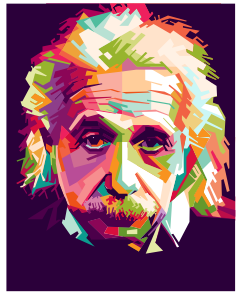


# Warum ist dieser Unterschied wichtig?

- `for (ich weiss wie oft (n-mal)) {Schleifenrumpf}`
  - Kurzform für n-mal: `Schleifenrumpf;`
    also:
    `Schleifenrumpf; Schleifenrumpf; … Schleifenrumpf;`
  - Ich weiß sicher, wie oft es ausgeführt wird, da eigentlich wie sequentielles Programm ohne Schleife.

Vorschau: Ab Java 8 verfügbar mit sog. *for-each*-Schleifen,
→ Vorlesung zu Arrays

- `while (Anzahl Wiederholungen hängt ab von Ausführung des Schleifenrumpfes) {…}`
  - Ich weiß vor Beginn der Ausführung der Schleifenrümpfe nicht unbedingt, wie oft es ausgeführt wird.
  - → Halteproblem ist unentscheidtbar (Kurt Gödel, Alan Turing)
  - Es gibt keinen Algorithmus, der entscheidet, ob ein Programm mit while-Schleifen terminiert.

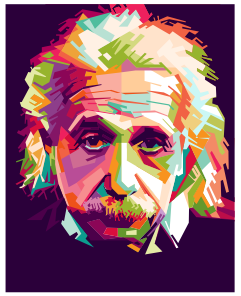


# Beispiel: Collatz-Funktion

vgl. https://de.wikipedia.org/wiki/Collatz-Problem

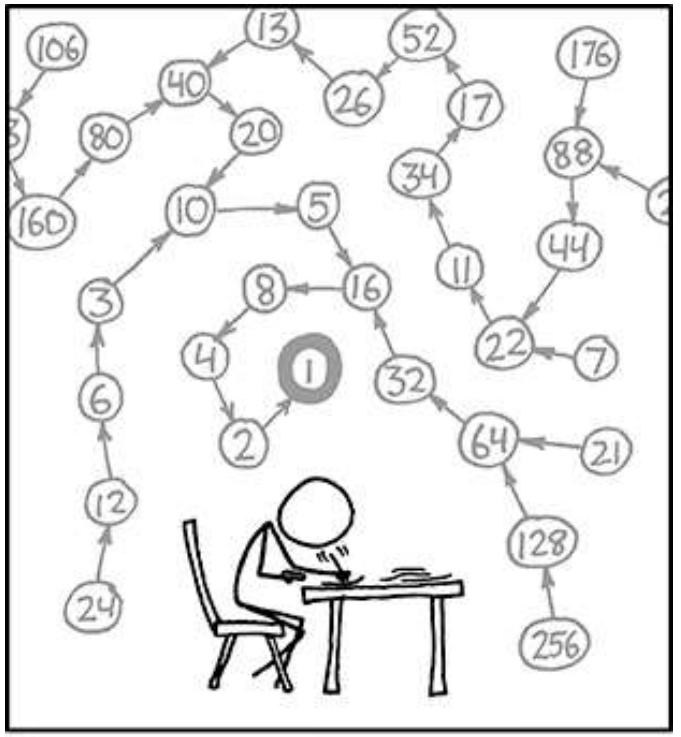
```
n = beliebige natürlich Zahl;
while (n != 1) {
        if (n%2 == 0) {
                n = n / 2;
        } else {
                n = n * 3 + 1;
        }
 }
```

→ Hier ist im Voraus unbekannt, wie häufig die Schleife ausgeführt wird



Lothar Collatz (1910-1990),

- dt. Mathematiker,
- Habilitation 1937 in Karlsruhe




THE COLLATZ CONJECTURE STATES THAT IF YOU PICK A NUMBER, AND IF IT'S EVEN DIVIDE IT BY TWO AND IF IT'S ODD MULTIPLY IT BY THREE AND ADD ONE, AND YOU REPEAT THIS PROCEDURE LONG ENOUGH, EVENTUALLY YOUR FRIENDS WILL STOP CALLING TO SEE IF YOU WANT TO HANG OUT.

[XKCD.COM]

# Geschachtelte Schleife

- Gesucht: Ein Programm, das für zwei Integer-Eingaben p und m dann p Zeilen auf der Konsole ausgibt, die jeweils die Zahlen von 1 bis m  enthalten.
- Gewünschte Ausgabe für p = 2 und m = 5:

```
1 2 3 4 5
1 2 3 4 5
```

- Tipp
  - Zu Beginn natürlich Werte einlesen.
  - Dann zunächst eine Schleife schreiben, die eine solche Zeile ausgibt
  - Dann überlegen: Was „drumherum“ schreiben, damit diese Zeile p-mal ausgegeben wird?

# Geschachtelte Schleife

- Gesucht: Ein Programm, das für zwei Integer-Eingaben p und m dann p Zeilen auf der Konsole ausgibt, die jeweils die Zahlen von 1 bis m enthalten.
- Gewünschte Ausgabe für p = 2 und m = 5:

```
1 2 3 4 5
1 2 3 4 5
```

```java
int p = scanner.nextInt();
int m = scanner.nextInt();

for (int i = 1; i <= p; i++){          // Vorbereitung, Bedingung, Schritt außen

  for (int j = 1; j <= m; j++){        // Vorbereitung, Bedingung, Schritt innen
    System.out.print(j + " ");         // Anweisungen innen
  }

  System.out.println("");               // Anweisungen außen

}
```

# Die break-Anweisung

- Manchmal möchte man eine Schleife verlassen, *bevor* alle Schleifendurchläufe abgearbeitet wurden
- „**break;**“ veranlasst das sofortige Verlassen der innersten Schleife

**Beispiel:** Berechne die Summe eingelesener Zahlen bis zur Eingabe „0“

```
int i, sum = 0;
while (true) {
  i = scanner.nextInt();
  if (i == 0) {
    break;
  }
  sum += i;
}
System.out.println("sum = " + sum);
```

- **break** sollte nur sparsam und gezielt eingesetzt werden, so dass der Programmcode übersichtlich und verständlich bleibt

# Die `continue`-Anweisung

- **`continue`** bricht die Ausführung der aktuellen Schleifeniteration ab und springt direkt zur nächsten Iteration
  - Die Schleifenbedingung wird dabei geprüft
  - Bei einer **`for`**-Schleife wird zuvor auch noch die *Schritt*-Anweisung ausgeführt

**Beispiel:** Zähle die Anzahl der Einsen in der Eingabe

```
int i, numOnes = 0;
while (true) {
  i = scanner.nextInt();
  if (i == 0) {
    break;
  } else if (i != 1) {
      continue;
  }
  numOnes++;
}
System.out.println("number of ones = " + numOnes);
```

# Jetzt sind Sie gefragt

- **Aufgabe:** Lese Zahlen ein, solange diese nicht negativ sind, und berechne von jeder Zahl die Quadratwurzel.

- Welche der drei angegebenen Lösungen würden Sie bevorzugen?

**Lösung 1:**

```
do {
  a = scanner.nextDouble();
  if (a >= 0) {
    System.out.println(Math.sqrt(a));
  }
} while (a >= 0);
```

**Lösung 2:**

```
while (true) {
  a = scanner.nextDouble();
  if (a < 0) {
    break;
  }
  System.out.println(Math.sqrt(a));
}
```

**Lösung 3:**

```
a = scanner.nextDouble();
while (a >= 0) {
  System.out.println(Math.sqrt(a));
  a = scanner.nextDouble();
}
```

**Wie könnte man die Schleife noch aufbauen?**

# Schleifenorganisation

- **Aufgabe:** Lese Zahlen ein, solange diese nicht negativ sind, und berechne von jeder Zahl die Quadratwurzel
- **Lösung 1:**

```
do {
  a = scanner.nextDouble();
  if (a >= 0) {
    System.out.println(Math.sqrt(a));
  }
} while (a >= 0);
```

- **Weniger gut:**
  - Redundante Kopie der Abbruchbedingung `a >= 0`

# Schleifenorganisation

- **Aufgabe:** Lese Zahlen ein, solange diese nicht negativ sind, und berechne von jeder Zahl die Quadratwurzel
- **Lösung 2**:

```
while (true) {
  a = scanner.nextDouble();
  if (a < 0) {
    break;
  }
  System.out.println(Math.sqrt(a));
}
```

- **Vorteil:** Kein redundanter Code
- **Weniger gut:**
  - `break` / Endlosschleife

# Schleifenorganisation

- **Aufgabe:** Lese Zahlen ein, solange diese nicht negativ sind, und berechne von jeder Zahl die Quadratwurzel
- **Lösung 3:**

```
a = scanner.nextDouble();
while (a >= 0) {
  System.out.println(Math.sqrt(a));
  a = scanner.nextDouble();
}
```

- **Vorteil:** Kein **`break`**
- **Weniger gut:**
  - Erste Eingabe außerhalb der Schleife, Einlesen an zwei Stellen

- Wie könnte man die Schleife noch aufbauen?

# Schleifenorganisation

- **Aufgabe:** Lese Zahlen ein, solange diese nicht negativ sind, und berechne von jeder Zahl die Quadratwurzel
- **Lösung 4:**

```
while ((a = scanner.nextDouble()) >= 0) {
  System.out.println(Math.sqrt(a));
}
```

- **Vorteil:** Kein redundanter Code und kein **`break`**
- **Weniger gut:**
  - Schwieriger zu lesen: Womöglich nicht gleich ersichtlich, dass Bedingung auch Zuweisung enthält

# Zusammenfassung

**Ausdrücke, Anweisungen:**

- Ausdrücke berechnen einen Wert
- Anweisungen ändern den Zustand des Programms

**Eingaben:**

- Klasse `Scanner` erlaubt Eingaben über die Konsole

**Kontrollfluss-Anweisungen:**

- Fallunterscheidung: **`if`**, **`switch`**
- Schleifen: **`while`**, **`do-while`**, **`for`**
  - Wiederholtes Ausführen von Anweisungen
  - Schleifen-Ausführung kann mit **`break`** und **`continue`** modifiziert werden

# Literaturhinweis - Weiterlesen

- Dietmar Ratz, Jens Scheffler, Detlef Seese und Jan Wiesenberger „Grundkurs Programmieren in Java“, 7. Auflage, 2014 (mit Java 8), Hansa-Verlag
  - Abschnitt „Anweisungen und Ablaufsteuerungen“