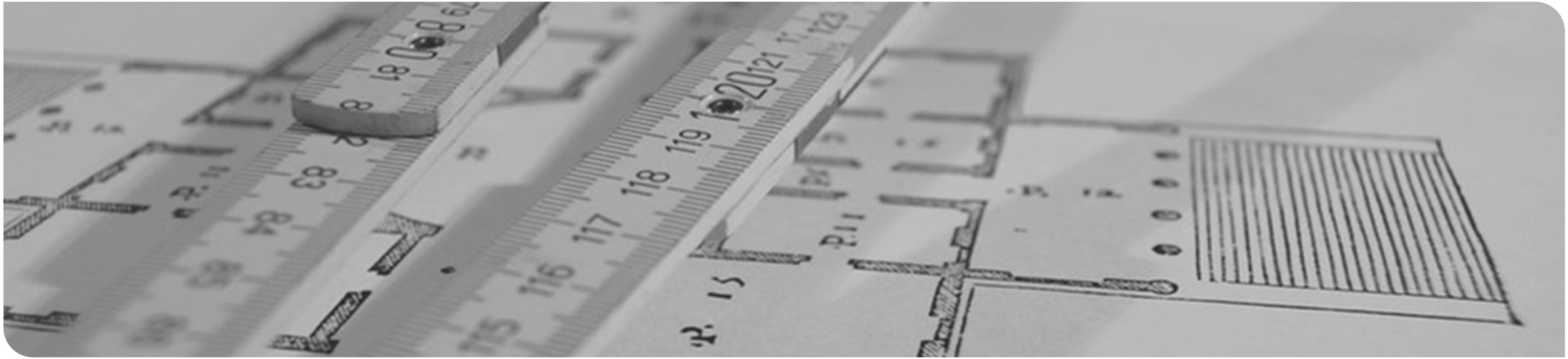
Karlsruher Institut für Technologie

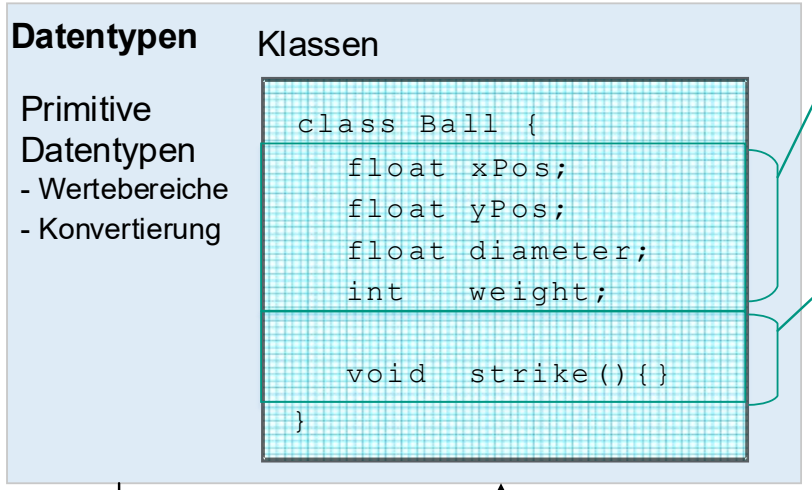
Vorlesung Programmieren

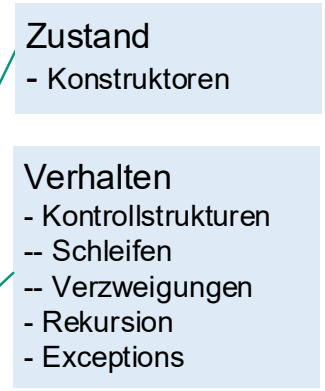
14. Best Practices

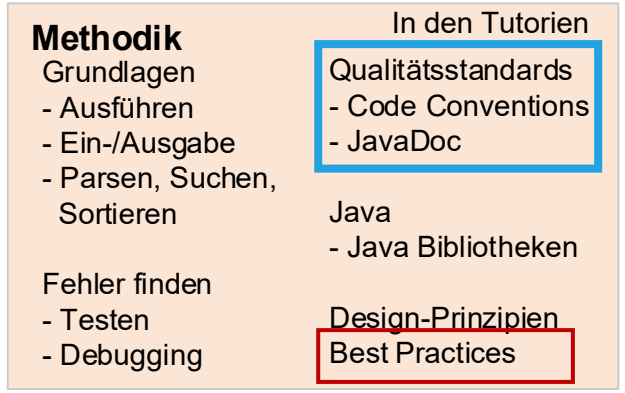
Prof. Dr.-Ing. Anne Koziolek

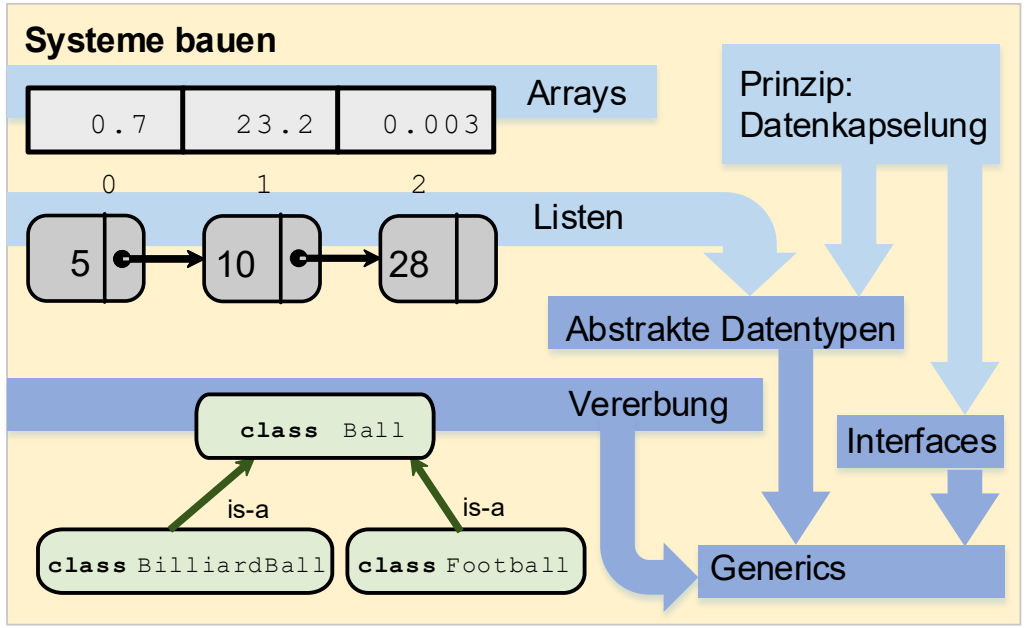


Vorlesungsüberblick: Objekt-orientiertes Programmieren in Java









Vorlesungsüberblick: Vorläufiger Semesterplan

21.10.2024	Erstsemesterbegrüßung: Einführung
23.10.2024	Organisatorisches; Ein Einfaches Programm, Objekte und Klassen
30.10.2024	Typen und Variablen
06.11.2024	Kontrollstrukturen (+Scanner)
13.11.2024	Konstruktoren und Methoden
20.11.2024	Arrays; Konvertierung, Datenkapselung, Sichtbarkeit
27.11.2024	Listen und Abstrakte Datentypen
04.12.2024	Vererbung
11.12.2024	Exceptions; Interfaces
18.12.2024	Generics; Rekursion
08.01.2025	Java-API; Objektorientierte Design-Prinzipien
15.01.2025	Best Practices; Finden und Beheben von Fehlern
22.01.2025	Testen und Assertions
29.01.2025	JUnit; Parsen, Suchen, Sortieren
05.02.2025	Vom Programm zur Maschine; Ausblick auf zukünftige Lehrveranstaltungen
12.02.2025	Wrap-Up

Lernziele

- Sie kennen Best Practices für oft auftretende Entscheidungen im Entwurf von Java-Programmen
- Sie können die fünf vorgestellten Prinzipien anwenden
- Sie kennen den Einsatzzweck der Prinzipien
- Sie können gut lesbaren und gut wartbaren Code in Java schreiben

Quelle: http://phdcomics.com

Was erwartet Sie heute?

Prinzipien des guten Programmierens in Java:

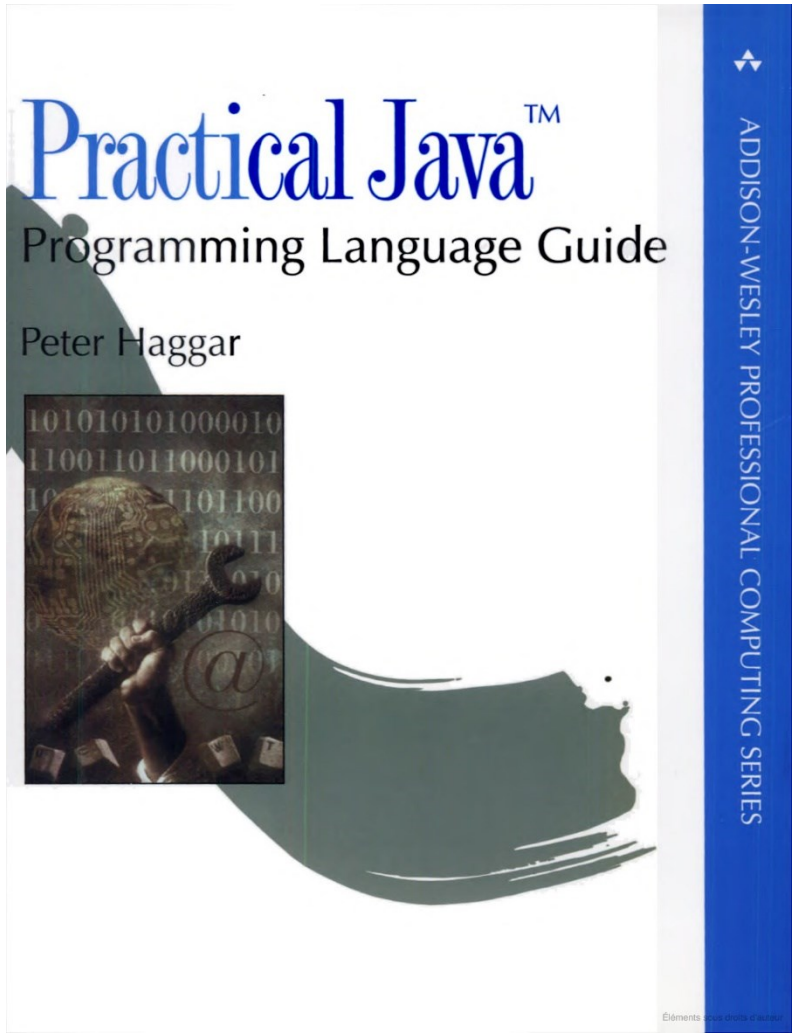
- Polymorphie vs. `instanceof`
- Unterscheidung zwischen == und `equals()`
- Standardimplementierung von `equals()` überschreiben
- Vorsicht bei der Implementierung von `equals()`
- `super.equals()` verwenden
- Vorsicht bei der Verwendung von `instanceof` in `equals()`

Java-spezifische Praxistipps (gegenüber allgemeinen OO-Entwurfsprinzipien in Foliensatz 15)

Literaturhinweis – Weiterlesen

Peter Haggar: *Practical Java™ Programming Language Guide,* Addison-Wesley Professional, 2000

Kapitel: 5/9/10/11/13/14



Prinzip 1

Bevorzuge Polymorphie gegenüber `instanceof`

Anytime you find yourself writing code of the form "if the object is of type T1, then do something, but if it's of type T2, then do something else", slap yourself.

- Scott Meyers: *Effective C++, 55 Specific Ways to Improve Your Programs and Design,* Addison-Wesley Professional, 3. Ausgabe, 2005

`instanceof`

- `instanceof` bestimmt zur Laufzeit, zu welcher Klasse ein Objekt gehört.
- wird häufig im falschen Kontext eingesetzt.
  → kann in vielen Fällen durch Polymorphie ersetzt werden.

Beispiel für schlechten Entwurf

```
interface Employee {
  public int salary();
}
class Manager implements Employee {
  private static final int mgrSal = 40000;
  public int salary() { return mgrSal; }
}
class Programmer implements Employee {
  private static final int prgSal = 50000;
  private static final int prgBonus = 10000;
  public int salary() { return prgSal; }
  public int bonus()  { return prgBonus; }
}
```

Was passiert, wenn man eine weitere Gehaltsgruppe hinzufügen will?

```
class Payroll {
  public int calcPayroll(Employee emp){
    int money = emp.salary();
    if (emp instanceof Programmer)
          money+=((Programmer)emp).bonus();
    return money;
  }
public static void main(String args[]) {
    Payroll pr = new Payroll();
    Programmer prg = new Programmer();
    Manager mgr = new Manager();
    System.out.println("Programmer payroll: "
                    + pr.calcPayroll(prg) );
    System.out.println("Manager payroll: "
                    + pr.calcPayroll(mgr) );
  }
}
```

Beispiel für geeigneten Entwurf

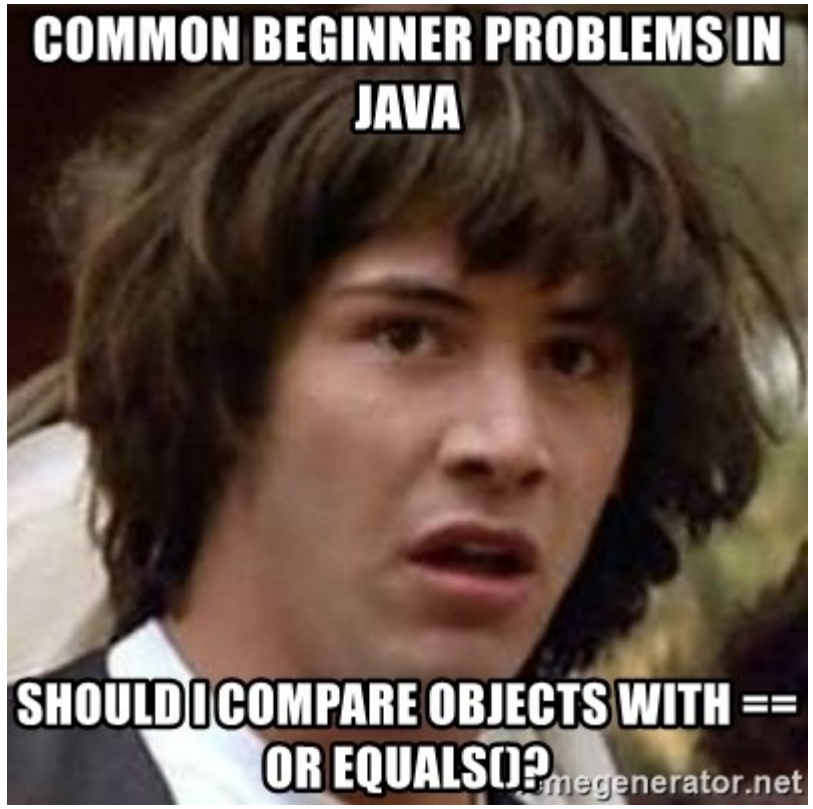
```
interface Employee {
  public int salary();
  public int bonus();
}
class Manager implements Employee {
  private static final int mgrSal = 40000;
  private static final int mgrBonus = 0;
  public int salary(){ return mgrSal; }
  public int bonus() { return mgrBonus; }
}
class Programmer implements Employee {
  private static final int prgSal = 50000;
  private static final int prgBonus = 10000;
  public int salary(){ return prgSal; }
  public int bonus() { return prgBonus; }
}
```

```
class Payroll {
  public int calcPayroll(Employee emp){
    return emp.salary() + emp.bonus();
  }

  public static void main(String args[]) {
    Payroll pr = new Payroll();
    Programmer prg = new Programmer();
    Manager mgr = new Manager();
    System.out.println("Programmer payroll: "
                       + pr.calcPayroll(prg) );
    System.out.println("Manager payroll: "
                       + pr.calcPayroll(mgr) );
  }
}
```

Prinzip 2

Unterscheidung zwischen == und `equals()`

- Was ist der Unterschied zwischen == und `equals()`?
- Kann ich alles mit == vergleichen?
- Wo brauche ich `equals()`?



Unterscheidung zwischen == und equals()

```
class Test {
  public static void main(String args[]) {
    int a = 10;
    int b = 10;
    System.out.println("a==b is "+ (a==b));

    Integer ia = new Integer(10);
    Integer ib = new Integer(10);
    System.out.println("ia==ib is "+(ia==ib));
  }
}
```

Programmausgabe:

```
a==b is true
ia==ib is false
```

Warum verhält sich das Programm so?

- `a` und `b` sind vom Typ `int` (**primitiver Datentyp**)
- `a` und `b` haben keine korrespondierenden Objekte

→ `a==b` liefert also den Vergleich zwischen Werten

- `ia` und `ib` sind hingegen vom Typ `Integer`, somit **Objektreferenzen**
- `ia` und `ib` zeigen auf unterschiedliche Objekte

→ `ia==ib` liefert also den Vergleich zwischen den Objektreferenzen!

`equals()`

- **Frage:** Wie vergleicht man dann die gespeicherten Werte in Objekten?

- **Antwort:** `equals()` liefert einen semantischen Vergleich!
- Da `equals()` eine Methode ist, kann sie nur zum Vergleich von Objekten, **nicht** aber zum Vergleich von primitiven Datentypen benutzt werden

Weiteres Beispiel

```
class Test {
  public static void main(String args[]) {
    int a = 10;
    float b = 10.0f;
    System.out.println("a==b is " + (a==b));

    Integer ia = new Integer(10);
    Integer ib = new Integer(10);
    Float fb = new Float(10.0f);
    System.out.println("ia.equals(ib) is " + (ia.equals(ib)));
    System.out.println("ia.equals(fb) is " + (ia.equals(fb)));
  }
}
```

Erweiternde Primitivkonvertierung (*widening primitive conversion*)

Objekte unterschiedlicher Klassen werden meistens nicht als gleich betrachtet (Ausnahme s. später).

Programmausgabe:

```
a==b is true
ia.equals(ib) is true
ia.equals(fb) is false
```

Prinzip 3

Die Standardimplementierung von `equals()` überschreiben

`equals()` überschreiben

```
class Golfball {
  private String brand;
  private String make;
  private int compression;
  public Golfball(String brd, String mk, int comp) {
    brand = brd;
    make = mk;
    compression = comp;
  }
  public String brand() { return brand; }
  public String make() { return make; }
  public int compression() { return compression; }
}
```

```
class Warehouse {
  public static void main(String args[]) {
    Golfball gb1 = new Golfball(
      "BrandX", "Professional", 100);
    Golfball gb2 = new Golfball(
      "BrandX", "Professional", 100);
    if (gb1.equals(gb2)) {
      System.out.println(
        "Ball 1 equals Ball 2");
    } else {
      System.out.println(
        "Ball 1 does not equal Ball 2"); }
  }
}
```

Zwei Golfbälle sollen genau dann gleich sein, wenn alle Attribute jeweils denselben Wert haben.

Programmausgabe:

```
Ball 1 does not equal Ball 2
```

Implementierung der `equals()`-Methode

- Warum funktionierte `equals()` im Beispiel von Prinzip 2, jedoch hier nicht?
- Das Beispiel benutzte Objekte der `Integer`-Klasse. Diese Klasse hat ihre eigene Implementierung der `equals()`-Methode
- Golfball hat hingegen keine eigene Implementierung der `equals()`-Methode. In diesem Fall wird die Implementierung der `equals()`-Methode der Klasse `java.lang.Object` verwendet.
- Wie sieht die Implementierung der `equals()`-Methode der Klasse `java.lang.Object` aus?

```
public boolean equals(Object obj) {
    return (this == obj);
}
```

Abhilfe durch eigene Implementierung

```
class Golfball {
  // (...), wie zuvor
  public boolean equals(Object obj) {
    if (this == obj) { return true };
    if (obj != null && getClass() == obj.getClass()) {
      Golfball gb = (Golfball) obj;
      if (brand.equals(gb.brand()) &&
                make.equals(gb.make()) &&
                compression == gb.compression()) {
            return true;
      }
    }
    return false;
  }
}
```

Programmausgabe:

```
Ball 1 equals Ball 2
```

Erwartetes Verhalten

… solange die Attribute vom Typ `String` sind.

Probleme der vorherigen Implementierung

```
class Golfball {
  private StringBuffer brand;
  private StringBuffer make;
  private int compression;
  public Golfball(StringBuffer brd, StringBuffer mk, int comp) {
    brand = brd;
    make = mk;
    compression = comp;
  }
  public StringBuffer brand() { return brand; }
  public StringBuffer make() { return make; }
  public int compression() { return compression; }
  // (...), wie zuvor
}
```

Ändern des Typs der Attribute `make` und `brand` von `String` zu `StringBuffer`.

Programmausgabe:

```
Ball 1 does not equal
Ball 2
```

Problem: `equals()`-Implementierung der `StringBuffer`-Klasse

Lösungsidee 1

```
class Golfball {
  // (...), wie zuvor
  public boolean equals(Object obj) {
    if (this == obj) { return true; }
    if (obj != null && getClass() == obj.getClass()) {
      Golfball gb = (Golfball) obj;
      if (brand.toString().equals(gb.brand().toString()) &&
          make.toString().equals(gb.make().toString()) &&
          compression == gb.compression()) {
        return true;
      }
    }
    return false;
  }
}
```

Problem:
Aufrufe von `toString()` führen zur Erzeugung vieler neuer String-Objekte
→ Lösung ist sehr teuer!

- Benutzen von `String` statt `StringBuffer`
- `equals()`-Methode von Golfball wird so verändert, dass sie `StringBuffer`-Objekte zu `String`-Objekten konvertiert
  → `equals()`-Methode von `String` wird zum Vergleich verwendet

Lösungsidee 2

- Eigene Klasse My`StringBuffer` schreiben, die `equals()`-Methode enthält
- Eigene Implementierung von `equals()`-Methode verwenden
- Implementierung ist aufwendiger, jedoch sehr vorteilhaft
- Implementierung auf der nächsten Folie zeigt eine Enthaltensein-Beziehung (Komposition) zwischen `MyStringBuffer` und `StringBuffer`
- Grund: `StringBuffer` ist eine **`final class`**
  → Andere Klassen können von ihr nicht weiter erben

Lösungsidee 2: Eigene Klasse

```
class MyStringBuffer {
  private StringBuffer stringBuf;

  public MyStringBuffer(String str) {
    stringBuf = new StringBuffer(str);
  }

  public int length() {
    return stringBuf.length();
  }

  public synchronized char charAt(int index) {
    return (stringBuf.charAt(index));
  }
 // …
```

```
public boolean equals(Object obj) {
  if (this == obj) { return true; }
  if (obj != null && getClass() == obj.getClass()) {
    MyStringBuffer sb = (MyStringBuffer) obj;
    int len = length();
    if (len != sb.length()) {return false; }
    int index = 0;
    while (index != len) {
      if (charAt(index) != sb.charAt(index)) {
        return false;
      } else { index++; }
    }
    return true;
  }
  return false;
}
```

Lösungsidee 2: Beispiel Golfball

```
class Golfball {
  private MyStringBuffer brand;
  private MyStringBuffer make;
  private int compression;
  public Golfball(MyStringBuffer brd,
        MyStringBuffer mk, int comp) {
    brand = brd;
    make = mk;
    compression = comp;
  }
  public MyStringBuffer brand() {return brand;}
  public MyStringBuffer make() {return make;}
  public int compression() {
    return compression;
  }
  // …
```

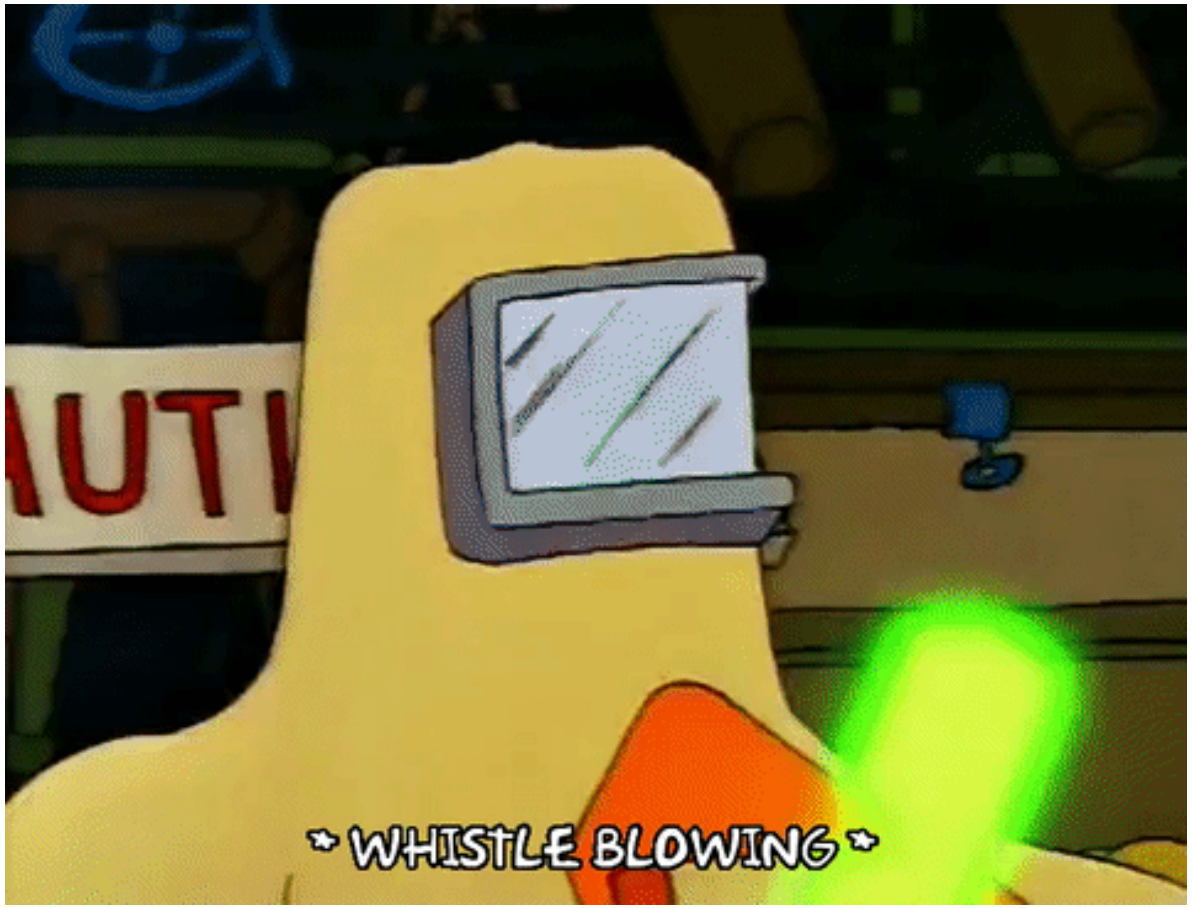
```
public boolean equals(Object obj) {
  if (this == obj) { return true; }

  if (obj != null && getClass() ==
obj.getClass()) {
     Golfball gb = (Golfball) obj;
     if (brand.equals(gb.brand()) &&
            make.equals(gb.make()) &&
            compression == gb.compression()) {
        return true;
     }
    }
    return false;
  }
}
```

Lösungsidee 3

- `equals()`-Methode zunächst nicht weiter berücksichtigen
- Eigene `compare()`-Methode implementieren, die zwei `StringBuffer`-Objekte vergleicht.
- `equals()`-Methode der `Golfball`-Klasse so verändern, dass sie statt `equals()`-Methode `compare()`-Methode verwendet.
- **Vorteile**: Implementierung weiterer Klassen nicht nötig
- **Nachteile**: `equals()`-Methode der Golfball-Klasse ruft eine `compare()`-Methode statt eine `equals()`-Methode auf.
  → Wird in Zukunft beispielsweise wieder ein `String`-Objekt benutzt, muss die Implementierung der `equals()`-Methode geändert werden.

Prinzip 4

Vorsicht bei der Implementierung von `equals()`



Wichtige Fragen bei der Implementierung

Beantworten Sie folgende Fragen, bevor Sie `equals()`-Methode neu implementieren.

Benötigt die Klasse überhaupt eine `equals()`-Methode?

- Nur wenn die Objekte der Klassen logisch miteinander verglichen werden müssen, d.h. wenn der Vergleich zweier Referenzen nicht genügt.
- Die zuvor gezeigte Implementierungen der `equals()`-Methode können nicht ohne weiteres auf alle Implementierungen angewendet werden.

Welche Objekte sollen verglichen werden?

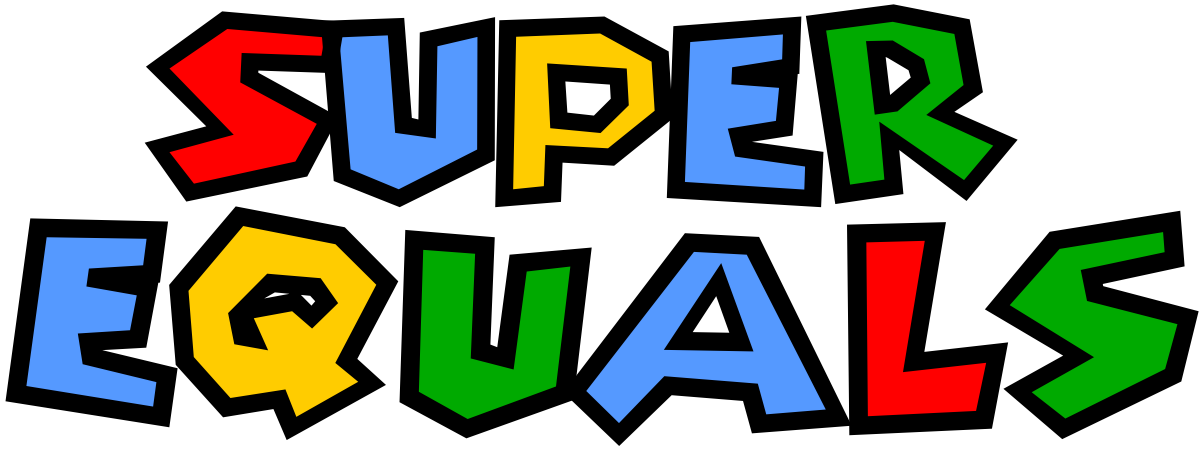
- Nur Objekte derselben Klasse?
- Objekte der Unterklassen mit Objekten der Basisklasse?

→Ihre Implementierung muss dies widerspiegeln

Prinzip 5

`super.equals()` verwenden

- Was passiert mit der `equals()`-Methode bei Vererbung?



Beispiel für fehlerhaften Code

```
class MyGolfball extends Golfball {
  public enum Construction
      {TWO_PIECE, THREE_PIECE};
  private Construction ballConstruction;

  public MyGolfball(String brd, String mk,
      int comp, Construction construction)
{
    super(brd, mk, comp);
    ballConstruction = construction;
  }

  public Construction construction() {
    return ballConstruction;
  }
 // …
```

```
  public boolean equals(Object obj) {
    if (this == obj) {
      return true;
    }
    if (obj != null && getClass() ==
                                  obj.getClass()) {
      MyGolfball gb = (MyGolfball) obj;
      if (ballConstruction == gb.construction())
        return true;
    }
    return false;
  }
}
```

Zwei Golfbälle werden bereits als gleich identifiziert, wenn nur das Attribut `ballConstruction` dieselben Werte hat

Beispiel für fehlerhaften Code

```
class Warehouse {
  public static void main(String args[]) {
    MyGolfball gb1 = new MyGolfball("BrandX", "Professional", 100, MyGolfball.TWO_PIECE);
    MyGolfball gb2 = new MyGolfball("BrandX", "Professional", 90, MyGolfball.TWO_PIECE);
    // ...
    if (gb1.equals(gb2))
      System.out.println("Ball 1 equals Ball 2");
    else
      System.out.println("Ball 1 does not equal Ball 2");
  }
}
```

Obwohl die beiden Objekte einen unterschiedlichen Wert für Kompression besitzen, liefert `equals()`:

```
Ball 1 equals Ball 2
```

Lösung

Warum verhält sich das Programm so?

- Die `equals()`-Methode von `MyGolfBall` **überschreibt** jene von `Golfball`
- Soll der Code der Basisklasse auch ausgeführt werden, muss `super.equals()` explizit aufgerufen werden:

```
public boolean equals(Object obj) {
   if (this == obj) { return true; }
   if (obj != null && getClass() == obj.getClass() && super.equals(obj)) {
      MyGolfball gb = (MyGolfball) obj;
      if (ballConstruction == gb.construction()) {
         return true;
      }
   }
   return false;
}
```

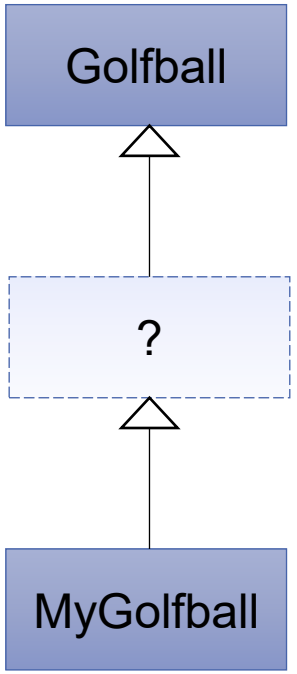
Alternative Lösung

```
public boolean equals(Object obj) {
   if (super.equals(obj)) {
      MyGolfball gb = (MyGolfball) obj;
      if (ballConstruction == gb.construction()) {
         return true;
      }
   }
   return false;
}
```

- **Vorsicht** beim Benutzen dieser Lösung!
- Hier wird die Annahme getroffen, dass die Überprüfung auf `null` und auf korrekten Typ in der `equals()`-Methode der Basisklasse geschieht
- Sie müssen also wissen, wie die `equals()`-Methode in der Basisklasse implementiert ist

Mehrere Ebenen in der Vererbungshierarchie

- Was passiert, wenn weitere Klassen in der Vererbungshierarchie zwischen den beiden Klassen `Golfball` und `MyGolfball` hinzugefügt wird?
- Da `MyGolfball` `super.equals()` aufruft, funktioniert alles fehlerfrei.



Daumenregel

Sobald eine Basisklasse die `equals()`-Methode implementiert, muss die `equals()`-Methode der abgeleiteten Implementierung `super.equals()` aufrufen. (Ausnahme: Basisklasse ist `java.lang.Object`)

Prinzip 6

Vorsicht bei der Verwendung von `instanceof in equals()`

- Können Objekte der abgeleiteten Klassen mit Objekten der Basisklasse verglichen werden?

Vergleich der Objekte

Bisher wurden Objekte von Klassen in derselben Vererbungsebene miteinander verglichen.

→ Verwendung von `getClass()`

Wann können die Objekte der abgeleiteten Klassen mit den Objekten der Basisklasse verglichen werden?

- Wenn die abgeleitete Klasse nur das Verhalten der Basisklasse ändert
- Die relevanten Attribute bleiben also gleich

Wie können die Objekte der abgeleiteten Klassen mit den Objekten der Basisklasse verglichen werden?

- Die Basisklasse benutzt in der Implementierung der `equals()`-Methode `instanceof` statt `getClass()`
  - Zur Erinnerung: `getClass()` → Die Objekte der abgeleiteten Klassen sind niemals gleich mit den Objekten der Basisklasse
- Die abgeleitete Klasse darf `equals()`-Methode nicht implementieren.

Beispiel mit Beibehaltung der relevanten Attribute

```
class Golfball {
  public boolean equals(Object obj) {
    if (obj instanceof Golfball) {
    // compare brand and make
  }
}
```

```
class MyGolfball extends Golfball {
}
```

```
Golfball g =
  new Golfball("BrandX", "Professional", 100);
MyGolfball m =
  new MyGolfball("BrandX", "Professional", 100,
     MyGolfball.TWO_PIECE);
```

Falls Attribute gleich:

`g.equals(m)` liefert `true`

`m.equals(g)` liefert `true`

Symmetrie-Eigenschaft ist gegeben:

`g.equals(m) == m.equals(g)`

→ kann so implementiert werden, wenn für die Domäne sinnvoll

Beispiel mit hinzugefügten Attributen

```
class Golfball {
  public boolean equals(Object obj) {
    if (obj instanceof Golfball) {
    // compare brand and make
} } }
```

```
class MyGolfball extends Golfball {
  public boolean equals(Object obj) {
    if (super.equals(obj)) {
    // compare ball construction
} } }
```

```
Golfball g =
  new Golfball("BrandX", "Professional", 100);
MyGolfball m =
  new MyGolfball("BrandX", "Professional", 100,
     MyGolfball.TWO_PIECE);
```

Falls Attribute gleich:

`g.equals(m)` liefert **`true`**

`m.equals(g)` liefert **`false`**

Symmetrie-Eigenschaft geht verloren:

`g.equals(m) != m.equals(g)`

→ Sollte so nicht implementiert werden

Beispiel mit Beibehaltung der relevanten Attribute?

```
class Golfball {
  public boolean equals(Object obj) {
    if (obj instanceof Golfball) {
    // compare brand and make
} } }
```

```
class MyGolfball extends Golfball {
  public boolean equals(Object obj) {
    if (obj instanceof MyGolfball) {
    // compare brand and make
} } }
```

```
Golfball g =
  new Golfball("BrandX", "Professional", 100);
MyGolfball m =
  new MyGolfball("BrandX", "Professional", 100,
     MyGolfball.TWO_PIECE);
```

Falls Attribute gleich:

`g.equals(m)` liefert **`true`**

`m.equals(g)` liefert **`false`**

Symmetrie-Eigenschaft geht verloren:

`g.equals(m) != m.equals(g)`

Zwar relevante Attribute beibehalten, aber `equals(..)` anders implementiert

→ Unterklasse darf `equals(..)` nicht überschreiben

Beispiel mit *erzwungener* Beibehaltung der relevanten Attribute durch `final`

```
class Golfball {
  public final boolean equals(Object obj) {
    if (obj instanceof Golfball) {
    // compare brand and make
  }
}
```

```
class MyGolfball extends Golfball {
}
```

```
Golfball g =
  new Golfball("BrandX", "Professional", 100);
MyGolfball m =
  new MyGolfball("BrandX", "Professional", 100,
     MyGolfball.TWO_PIECE);
```

Falls Attribute gleich:

`g.equals(m)` liefert `true`

`m.equals(g)` liefert `true`

Symmetrie-Eigenschaft ist gegeben:

`g.equals(m) == m.equals(g)`

→ kann so implementiert werden,
→ garantiert, dass abgeleitete Klassen `equals` nicht überschreiben

Best Practices – Zusammenfassung

Prinzipien des guten Programmierens in Java:

- Polymorphie vs. `instanceof`
- Unterscheidung zwischen == und `equals()`
- Standardimplementierung von `equals()` überschreiben
- Vorsicht bei der Implementierung von `equals()`
- `super.equals()` verwenden
- Vorsicht bei der Verwendung von `instanceof` in `equals()`