HAW Hamburg
Fakultät TI
Technik und Informatik

Programmiermethodik 1
Programmiertechnik

Interfaces und Vererbung

Änderungshistorie

- 22.05.2015
  - Klassendiagramm Vermögenswert korrigiert
  - value -> wert

Wiederholung

- Arrays
  - Erzeugung und Elementzugriff
  - Traversierung von Arrays
  - Variable Parameteranzahl bei Methoden
  - Mehrdimensionale Arrays
  - Kopieren von Arrays

Ausblick für heute

Use Cases

- Ich möchte einen Vertrag für eine Menge von Klassen festlegen (was bieten die Klassen an), ohne mich bereits auf die Implementierung festzulegen.
- Ein Klasse soll all das bieten, was eine andere Klasse bereits bietet
  - und etwas zusätzliches.

Agenda

- Einführung
- Dynamisches Binden
- Arbeiten mit Interfaces
- Vererbung: Einführung

Einführung

Schnittstellen

- bisher
  - erforderliche Funktionalität direkt implementiert (Klassen)
  - keine Trennung zwischen Schnittstelle und Implementierung
- besser: Trennung von Schnittstelle und Implementierung
  - Reduktion der Abhängigkeiten zwischen Modulen
  - Komplexitätsreduktion durch: "divide et impera!"
  - Module leichter einzeln entwerfen, implementieren, austauschen, erweitern, testen, korrigieren, ...
  - Code besser überblicken und leichter verstehen
  - unerwartete "Seiteneffekte" vermeiden
  - ...

Schnittstellen

- Schnittstelle (engl. interface) einer Klasse:
  - öffentliche Objektvariablen (Konstanten)
  - Signaturen der öffentlichen Methoden (Methodenköpfe)
- vgl. dazu: Implementierung: alles andere
- umgangssprachlich:
  - Schnittstelle beschreibt, was eine Klasse bietet (öffentlich)
  - Implementierung legt fest, wie sie das bewerkstelligt (intern)
- Anwender muss nur die Schnittstelle einer Klasse kennen, um sie zu verwenden

Schnittstellen

- Analogie: Klassen und Geschäftsleben

Java	Geschäftsleben
Klassendefinition	Anbieter, Lieferant
Anwendung einer Klasse	Kunde
Schnittstelle	Vertrag, vereinbarte Leistungen
Implementierung	Betriebsmittel, interne Maßnahmen, Geschäftsgeheimnisse

Idee

- Datenkapselung
  - Schnittstelle beschreibt, was eine Klasse bietet
  - Implementierung legt fest, wie sie das bewerkstelligt
- Interface ist ein Java-Sprachmittel, mit dem eine Schnittstelle ohne Implementierung definiert werden kann!
- Syntax:

```
public interface <Interface-Name> {
        public <Ergebnistyp> <Methodenname1>(<Parameterliste>);
        public <Ergebnistyp> <Methodenname2>(<Parameterliste>);
        …
}
```

Beispiel: Vermögenswerte

- viele, komplett unterschiedliche Dinge *(Klassen!)* können einen Vermögenswert darstellen:
  - Aktiendepots
  - Grundstücke
  - Girokonto-Geldbestände
  - ...
- Welche Eigenschaften benötige ich, um die Verwendung als Vermögenswert zu ermöglichen?
  - zum Beispiel für die Berechnung des Gesamtvermögens

Beispiel: Vermögenswerte


```java
/**
 * Dieses Interface bietet die öffentliche Schnittstelle für einen
 * Vermögenswert.
 */
public interface Vermoegenswert {
  /**
   * Aufwählungstyp für die Risikoklassen.
   */
  public static enum Risiko {
    NIEDRIG, MITTEL, HOCH
  }

  /**
   * Beschreibung des Vermögenswerts.
   */
  public String getName();

  /**
   * Aktueller Wert in EUR-
   */
  public double getEuroWert();

  /**
   * Einschätzung des Risikos.
   */
  public Risiko getRisko();
}
```

Eigenschaften

- Interface-Definition ähnlich wie Klassendefinition
  - eigene Datei
  - aber mit reserviertem Wort `interface` statt `class`
- abstrakte Zusicherung (Vertrag), die von mindestens einer "konkreten" Klasse implementiert werden muss
- kennt keine konkreten Objekte, keine Objektvariablen, sondern nur abstrakte Methoden
- in der Definition fehlen daher …
  - Rümpfe der `public`-Methoden, statt dessen nur „;“
  - andere als `public`-Methoden
  - Konstruktoren
  - Objektvariablen

Übung: Interfaces

- Entwerfen Sie ein Interface für Vögel (`Vogel`). Ein Vogel kann fliegen (`flieg`) und singen (`sing`).

Implementierung

- isoliertes Interface ist nutzlos!
- konkrete Klassen implementieren das Interface
  - also: definieren die Methoden des Interface
- Schlüsselwort `implements` koppelt Klasse und Interface
- Syntax:

```
public class <Klassenname> implements <Interface-Name>
{ … }
```

- Klassendefinition ansonsten "normal"

Hinweis: Ab Java 8 verschwimmt diese Trennung etwas. Dazu mehr in PM2.

Beispiel: Klasse Aktiendepot

- muss alle Methoden des Interfaces implementieren
  - beliebige zusätzliche Methoden sind aber erlaubt

Einschub: @Override ist eine Annotation wie @Test. Bedeutet: Implementieren/Überschreiben einer Methode

```java
/**
 * Repräsentation eines Vermögenswerts vom Typ Aktiendepot.
 */
public class Aktiendepot implements Vermoegenswert {

  /**
   * Name des Unternehmen
   */
  private String unternehmen;

  /**
   * Anzahl der Aktien in diesem Depot.
   */
  private int anzahlAktien;

  /**
   * Aktueller Wert einer Aktie in EUR.
   */
  private double aktuellerWert;

  /**
   * Konstruktor.
   */
  Aktiendepot(String unternehmen, int anzahlAktien, double aktuellerWert) {
    this.unternehmen = unternehmen;
    this.anzahlAktien = anzahlAktien;
    this.aktuellerWert = aktuellerWert;

  }

  @Override
  public String getName() {
    return unternehmen;
  }

  @Override
  public double getEuroWert() {
    return anzahlAktien * aktuellerWert;
  }

  @Override
  public Risiko getRisko() {
    return Risiko.HOCH;
  }
}
```

Beispiel: Klasse Grundstück


```java
/**
 * Repräsentation eines Vermögenswerts vom Typ Grundstück.
 */
public class Grundstueck implements Vermoegenswert {

  /**
   * Adresse des Grundstücks.
   */
  private String adresse;

  /**
   * Fläche in m^2.
   */
  private double flaeche;

  /**
   * Preis pro m^2 in EUR.
   */
  private double quadratmeterpreis;

  /**
   * Konstruktor.
   */
  public Grundstueck(String adresse, double flaeche, double quadratmeterpreis) {
    this.adresse = adresse;
    this.flaeche = flaeche;
    this.quadratmeterpreis = quadratmeterpreis;
  }

  @Override
  public String getName() {
    return adresse;
  }

  @Override
  public double getEuroWert() {
    return flaeche * quadratmeterpreis;
  }

  @Override
  public Risiko getRisko() {
    return Risiko.NIEDRIG;
  }

}
```

Vergleich der Implementierungen

- Die Klassen `Aktiendepot` und `Grundstück` ...
  - sind "gleichrangig"
  - implementieren beide alle Methoden des Interfaces `Vermoegenswert`
  - haben in Bezug auf den Vermögenswert ähnliche Eigenschaften
  - sind aber voneinander komplett unabhängig
  - haben unterschiedliche Objektvariablen, unterschiedliche Methodenrümpfe und ggf. zusätzliche Methoden
    - z.B. eigene Konstruktoren

Übung: Oldtimer

- Auch alte Autos können Vermögenswerte sein. Schreiben Sie eine Klasse `Oldtimer`, die `Vermoegenswert` implementiert. Der Wert eines `Oldtimers` soll sich aus dem Alter und einem Basiswert (beide im Konstruktor gesetzt) errechnen.

Dynamische Bindung

Typen

- Interfaces sind Typen, ebenso wie Klassen
  - jedes Interface ist zulässiger Typ für Variablendeklarationen, Parameterlisten, Ergebnisrückgabe, Arrayelemente, …
- Beispiel
  - Variable `vermoegenswert` vom Typ `Vermoegenswert`:

```
Vermoegenswert vermoegenswert;
```

- Objekte des Interface gibt es nicht
  - Was könnte `vermoegenswert` überhaupt zugewiesen werden?
  - alle implementierenden Klassen sind kompatibel zum Interface!
- Beispiel: `vermoegenswert` kann ein Aktiendepot-Objekt zugewiesen werden:

```
Vermoegenswert vermoegenswert =
    new Aktiendepot("Interface AG", 100000, 3.5);
```

Methodenauswahl bei Aufruf


```
Vermoegenswert vermoegenswert = new Aktiendepot("Interface AG", 100000, 3.5);
System.out.println("Value: " + vermoegenswert.getEuroWert());
```

- Methode der Klasse `Aktiendepot` wird verwendet!

```
String auswahl = ... // z.B. "Aktien";
if (auswahl.equals("Aktien")) {
        vermoegenswert = new Aktiendepot("Interface AG", 100000, 3.5);
} else {
        vermoegenswert = new Grundstueck("Steindamm 94", 500, 2000);
}
System.out.println("Wert: " + vermoegenswert.getEuroWert());
```

- der Compiler kann vorab keine Methode auswählen!

Dynamisches Binden von Methoden

- Auswahl einer konkreten Methode fällt erst zur Laufzeit
  - der Compiler trifft keine Entscheidung
- JVM sucht pro Aufruf eine Methode des momentan zugewiesenen Objekts
- Bezeichnung: Dynamisches Binden
  - Zuordnung Methodenaufruf ↔ Methodenrumpf zur Laufzeit

Statischer Typ

- Typ einer Variablen gemäß Deklaration
- Beispiel: Statischer Typ von `vermoegenswert` ist `Vermoegenswert`
  `Vermoegenswert vermoegenswert;`
- statischer Typ bleibt immer gleich

Statischer Typ

- Für eine Variable `vermoegenswert` eines Interfacetyps gilt:
  - Der Compiler prüft, ob alle von `vermoegenswert` aufgerufenen Methoden im Interface definiert sind
  - Zur Laufzeit wird der Variablen ein Objekt einer konkreten, kompatiblen Klasse zugewiesen, die alle Interface-Methoden implementiert
    - eine passende Methode **muss** existieren!
- Der Compiler kann für einen Methodenaufruf …
  - sicherstellen, dass irgendeine passende Methode existiert
  - nicht entscheiden, welche konkrete Methode das sein wird
- Compiler kann nicht vor dem Wert `null` schützen
  - Programmabbruch mangels Objekt

Dynamischer Typ

- Typ des tatsächlich an eine Variable zugewiesenen Objekts

```
Vermoegenswert vermoegenswert = new Aktiendepot("Interface AG", 100000, 3.5);
```

- `vermoegenswert` hat den …
  - statischen Typ `Vermoegenswert` (gemäß Variablendeklaration)
  - dynamischen Typ `Aktiendepot` (das tatsächlich zugewiesene Objekt)
- Der …
  - statische Typ bleibt immer gleich
    - ist beim Übersetzen entscheidend (Compiler)
  - dynamische Typ kann sich ändern
    - ist zur Laufzeit entscheidend (JVM)

Risiken

- Erweiterung eines Interfaces betrifft alle implementierenden Klassen
- Beispiel
  - Interface-Erweiterung vergleicht zwei Vermögenswerte bzgl. des Risikos

```
public boolean hatGroesseresRisikoAls(Vermoegenswert anderer);
```

- Implementierung in allen Klassen nötig

```
public boolean hatGroesseresRisikoAls(Vermoegenswert anderer){
        return risiko.compareTo(anderer.getRisiko());
}
```

Dynamisches Binden


```
Vermoegenswert v1 = new Aktiendepot("Interface AG", 100000, 3.5);
Vermoegenswert v2 = new Grundstueck("Parkallee 345", 500, 2000);
if (v1. hatGroesseresRisikoAls(v2)) {
        ...
}
```

Der dynamische Typ von `v1` entscheidet darüber, welche Implementierung von `hatGroesseresRisikoAls()` aufgerufen wird!

Übung: Dynamisches Binden

- Was ist die Konsolenausgabe durch die folgenden Anweisungen?
- Was ist der statische, was der dynamische Typ von `ausgabe`?

```
ISelbstausgabe ausgabe = null;
ausgabe.ausgeben();
ausgabe = new A();
ausgabe.ausgeben();
ausgabe = new B();
ausgabe.ausgeben();
```

```
/**
 * Interface für Klassen, die Informationen über sich ausgeben können.
 */
public interface ISelbstausgabe {

  /**
   * Gibt Informationen über sich auf der Konsole aus.
   */
  public void ausgeben();

}
```

```
/**
 * Kann von sich sagen, dass es ein "A" ist.
 */
public class A implements ISelbstausgabe {

  @Override
  public void ausgeben() {
    System.out.println("Ich bin ein A.");
  }

}
```

```
/**
 * Kann von sich sagen, dass es ein "B" ist.
 */
public class B implements ISelbstausgabe {

  @Override
  public void ausgeben() {
    System.out.println("Ich bin ein B.");
  }

}
```

Arbeiten mit Interfaces

Statische Variablen

- öffentliche statische Konstanten sind als Variablen in Interfaces zulässig
  - keine anderen!
- wenn nicht angegeben: Compiler ergänzt automatisch Modifier

```
public static final
```

- Initialisierung ist Pflicht!
- Beispiel: Interface-Erweiterung

```
public interface Vermoegenswert {
        public static final double MIN_VALUE = 1000.0;
        ...
}
```

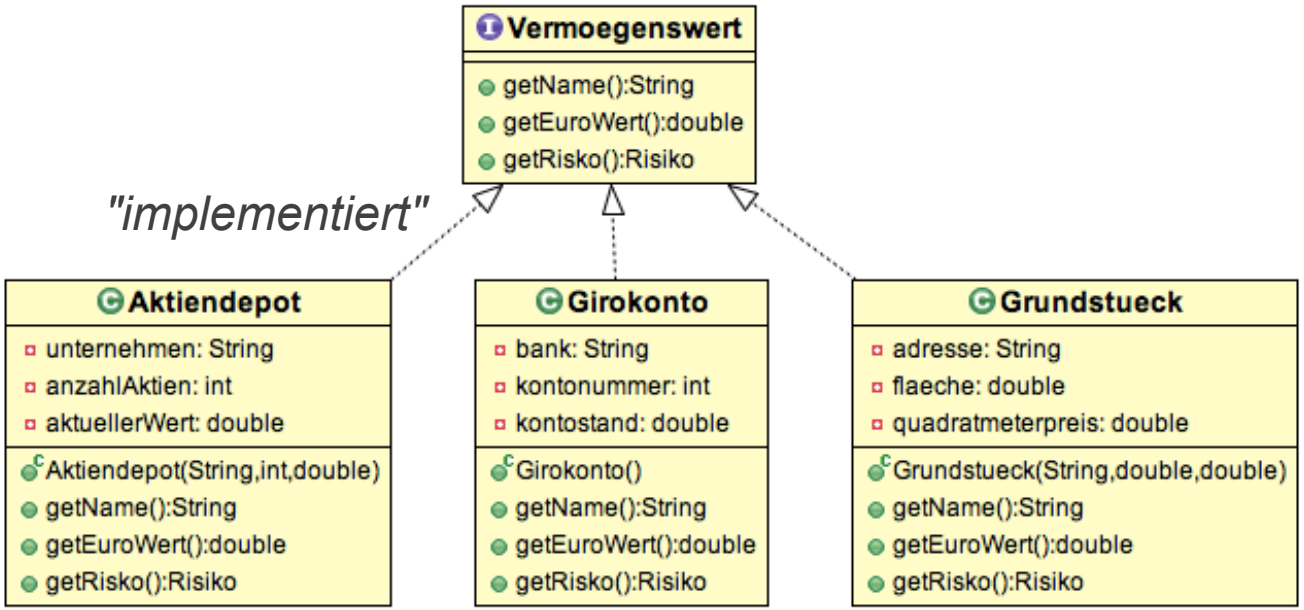
Einsatz von Interfaces

- Entwicklung und Modifikation von Interface-Implementierungen ist ohne Rücksicht auf andere Klassen zum gleichen Interface möglich
- Beispiel: neue Implementierung durch Klasse `Girokonto`

```java
/**
 * Ein Girokonto ist auch ein Vermögenswert.
 */
public class Girokonto implements Vermoegenswert {
  /**
   * Name der Bank.
   */
  private String bank;

  /**
   * ID (Kontonummer).
   */
  private int kontonummer;

  /**
   * EUR-Betrag.
   */
  private double kontostand;

  @Override
  public String getName() {
    return bank + "(" + kontonummer + ")";
  }

  @Override
  public double getEuroWert() {
    return kontostand;
  }

  @Override
  public Risiko getRisko() {
    return Risiko.NIEDRIG;
  }

}
```

UML: Darstellung der Zusammenhänge

- UML-Darstellung
  - Interface
  - implementierende Klassen



Konvertierung: Widening

- Ausweitung, Up-Cast, Aufwärtsanpassung:
- von der abgeleiteten Klasse zur Basisklasse
- Beispiel

```
Vermögenswert vermoegenswert = new Aktiendepot( ... );
```

- ohne expliziten Type-Cast möglich
  - Erinnerung: impliziter Typ-Cast `int → double`

Konvertierung: Narrowing

- Verengung, Down-Cast, Abwärtsanpassung
- von der Basisklasse zu einer abgeleiteten Klasse
- Beispiel

```
Vermoegenswert vermoegenswert = ...
Aktiendepot aktienDepot = (Aktiendepot) vermoegenswert;
```

  - `vermoegenswert` muss vom Typ `Aktiendepot` sein!
- nur mit explizitem Type-Cast möglich
  - Erinnerung: expliziter Typ-Cast `double → int`

Datenkapselung und Schnittstellen

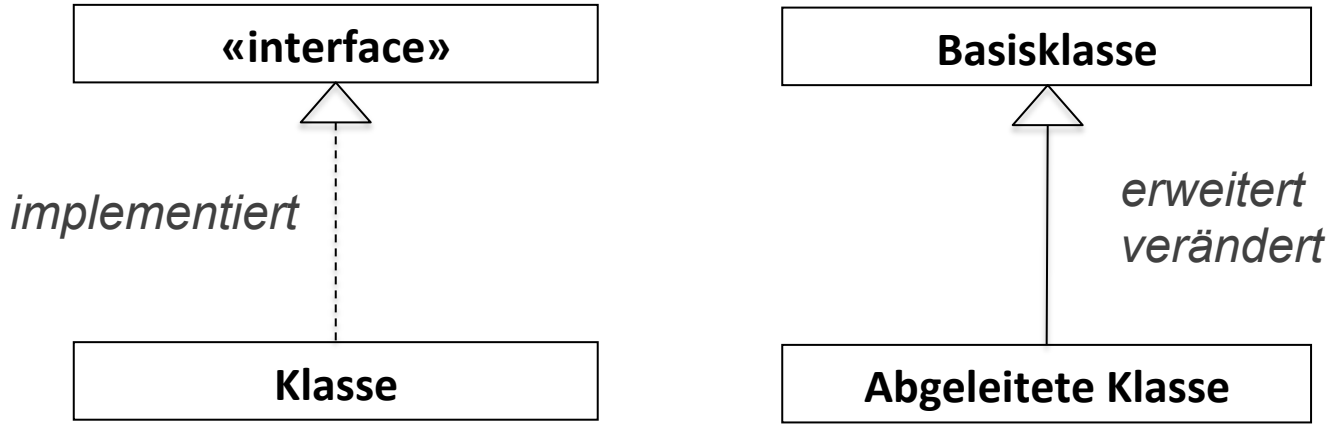
- sinnvolle Reihenfolge von Codeabschnitten in Klassendefinitionen

Codeabschnitt	Rolle
Konstanten	Schnittstelle (public|private static final)
Variablen	Implementierung (private)
Default-Konstruktor Weitere Konstruktoren	Schnittstelle (public)
Setter und weitere ändernde Methoden	Schnittstelle (public)
Getter und weitere Auskunftsmethoden	Schnittstelle (public)
Haupt-Methoden	Schnittstelle (public)
Hilfsmethoden	Implementierung (private)

Vererbung: Einführung

UML: Beziehungen zwischen Klassen und Interfaces

- Interfaces isolieren gleiche Eigenschaften unabhängiger Klassen
- abgeleitete Klassen "erben" die Eigenschaften von Basisklassen und erweitern oder verändern diese Eigenschaften



Beispiel: Zähler

- Ein Zähler hat einen Zählerstand (ganze, nicht-negative Zahl), dieser kann
  - weitergezählt,
  - abgelesen und
  - auf 0 zurückgestellt

  werden.

Beispiel: Zähler


```java
/**
 * Basisklasse für einen Zähler.
 */
public class Zaehler {
  /**
   * Aktueller Wert.
   */
  protected int wert = 0;

  /**
   * Wert um 1 erhöhen.
   */
  public void erhoehen() {
    wert++;
  }

  /**
   * Getter.
   */
  public int getWert() {
    return wert;
  }

  /**
   * Zähler auf 0 zurücksetzen.
   */
  public void reset() {
    wert = 0;
  }
}
```

```java
Zaehler zaehler = new Zaehler();
for (int i = 0; i < 10; i++) {
  zaehler.erhoehen();
  System.out.print(String.format("%d ", zaehler.getWert()));
}
System.out.println();
```

Ausgabe:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Erweitern der Funktionalität

- Annahme
  - neue Art von Zähler gefordert
  - kann zusätzlich einen Zählerstand speichern
  - Klasse `Zaehler` ist "ausgeliefert" und kann nicht mehr verändert werden

- neue Klasse `SpeicherZaehler` mit Methoden zum
  - speichern aktuellen Zählerstand

    `speichern()`
  - zurücksetzen auf zuletzt gespeicherten Stand
    - 0, wenn vorher kein Speichern erfolgte

      `wiederherstellen()`

Erste Lösungsideen

- Code von `Zaehler` kopieren und erweitern
  - Ergebnis: zwei isolierte Klassen ohne Bezug
  - Problem: mögliche Fehler im Code von `Zaehler` auch in `SpeicherZaehler`
    - muss zweimal identisch korrigiert werden
- gemeinsames Interface für `Zaehler` und `SpeicherZaehler`
  - jetzt: Verwandtschaft im Code dokumentiert
  - aber: keine Hilfe bei Fehlerkorrektur, nur Zusatzaufwand + Aufwand für Interface
- neues Konzept notwendig!

Vererbung

- neues Konzept
  - Ableitung (engl. *derivation*) oder Vererbung (engl. *inheritance*)
- eine neue Klasse wird an eine vorhandene Klasse gebunden und "erbt" deren Objektvariablen und Methoden
- neue Klasse kann weiteren Code hinzufügen oder den geerbten Code verändern
- Bezeichnungen:
  - vorhandene Klasse = Basisklasse (*base class, super class*)
  - neue Klasse = abgeleitete Klasse (*derived class*)
- im Beispiel:
  - Basisklasse: `Zaehler`
  - abgeleitete Klasse: `SpeicherZaehler`

Ableiten konkreter Klassen

- Definition einer abgeleiteten Klasse ist reduziert auf die Unterschiede zur Basisklasse
- Schlüsselwort `extends` koppelt abgeleitete Klasse und Basisklasse
- Syntax:

```
public class <Name der abgeleiteten Klasse> extends <Basisklassenname>{
 …
}
```

- "normale" Klassendefinition der abgeleiteten Klasse für die zusätzlichen/veränderten Variablen und Methoden
- Ableitung ist asymmetrisch:
  - abgeleitete Klasse kennt ihre Basisklasse (siehe Syntax)
  - Basisklasse weiß nichts von abgeleiteten Klassen

Klasse SpeicherZaehler


```
/**
 * Erweiterte Version des Zaehlers, die sich einen Wert sp
und diesen
 * wiederherstellen kann.
 */
public class SpeicherZaehler extends Zaehler {

  /**
   * Speichert einen Zaehlerwert
   */
  private int speicher = 0;

  /**
   * Merkt sich den aktuellen Wert.
   */
  public void speichern() {
    speicher = wert;
  }

  /**
   * Setzt den Wert auf den gespeicherten Wert zurück.
   */
  public void wiederherstellen() {
    wert = speicher;
  }

}
```

Vergleich der Klassenbestandteile

Klasse	`Zaehler`	`SpeicherZaehler`
Konstruktor	automatisch	automatisch
Objektvariablen	# wert:int	(← ererbt ??)
		- speicher:int
Methoden	+ erhoehen():void	← ererbt
	+ getWert():int	← ererbt
	+ reset():void	← ererbt
		+ speichern():void
		+ wiederherstellen():void

Übung: Hund

- Schreiben Sie ein Interface `Tier`. Jedes Tier kann ein Geräusch machen.
- Implementieren Sie eine Klasse `Hund`, der bekanntlich ein `Tier` ist.
- Schreiben Sie außerdem eine Klasse `Rettungshund`. Ein `Rettungshund` kann alles, was ein normaler `Hund` kann, und außerdem Menschen retten.

Zusammenfassung

- Einführung
- Dynamisches Binden
- Arbeiten mit Interfaces
- Vererbung: Einführung