HSLU Hochschule Luzern

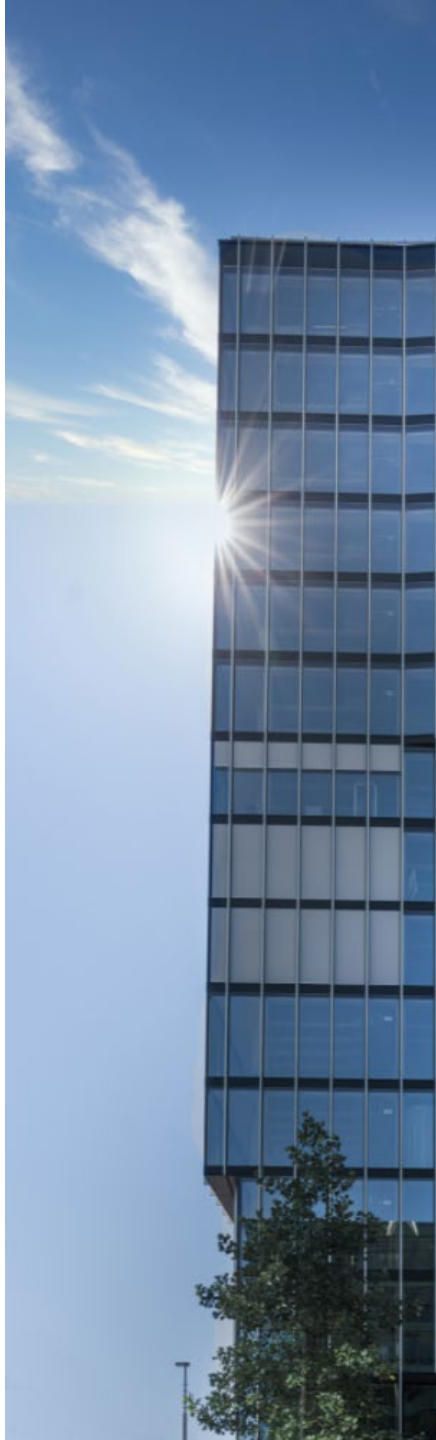
Objektorientierte Programmierung

Schnittstellen

Abstraktion, Modularisierung und Interfaces

Roland Gisler

FH Zentralschweiz



Inhalt

- Abstraktion
- Modularisierung
- Abstrakte Klassen
- Interfaces
- JavaDoc

Lernziele

- Sie verstehen den Vorgang der Abstraktion besser.
- Sie verstehen die grundlegende Idee der Modularisierung.
- Sie beherrschen den Entwurf von abstrakten Klassen.
- Sie sind in der Lage Schnittstellen (Interfaces) zu definieren.
- Sie können Schnittstellen einsetzen (implementieren).
- Sie können für ausgewählte Elemente eine Javadoc schreiben.

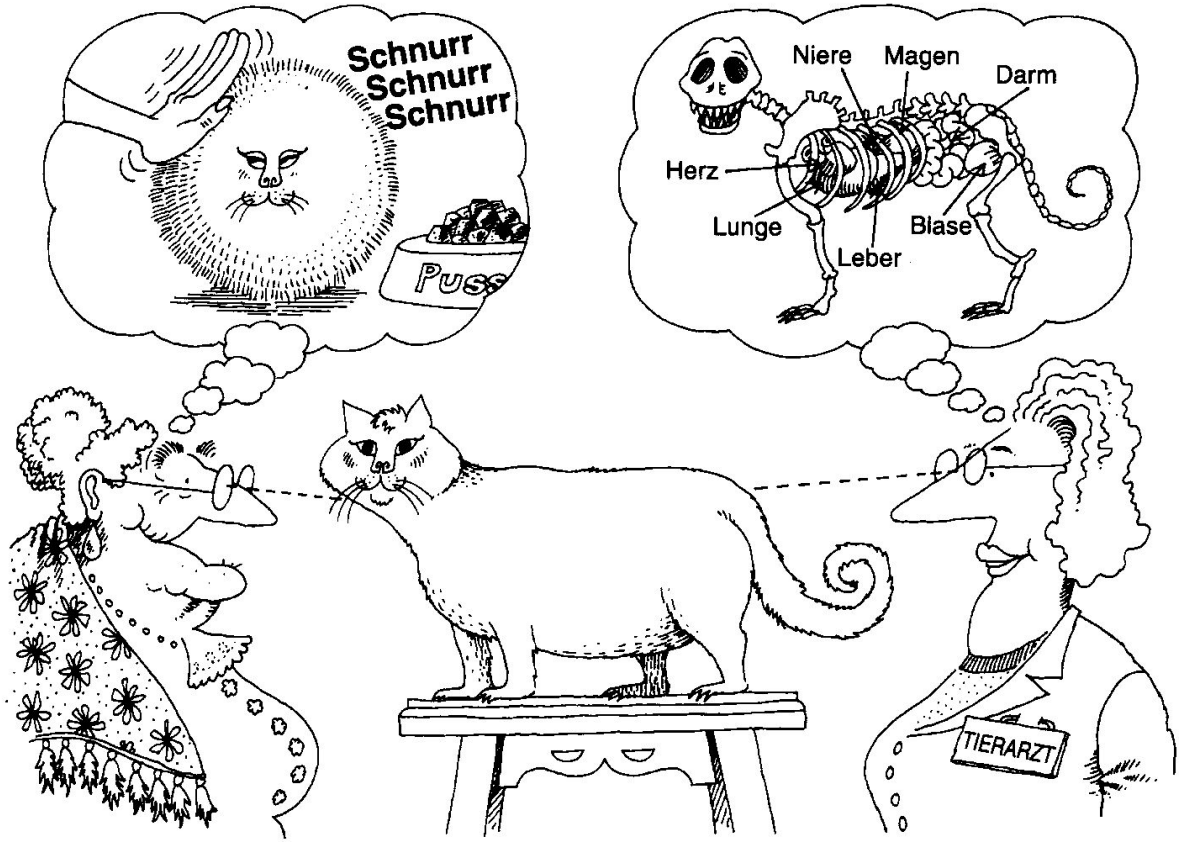
Abstraktion

Abstraktion – Vereinfachung zur Modellierung

- Einer der wesentlichsten Aspekte bei der objektorientierten Modellierung ist die Abstraktion:
  - Vereinfachung bzw. Reduktion der Realität auf das im jeweiligen Kontext unmittelbar Notwendige.
- Wenn wir direkt Klassen entwerfen, abstrahieren wir typisch aus einer «Innenperspektive»:
  - Identifikation von Attributen: Daten zur **internen** Repräsentation des Zustandes.
  - Identifikation des Verhaltens: Öffentliche als auch **private** (interne) Methoden zur Umsetzung dessen.
- In einem ersten Schritt genügt häufig die «Aussenperspektive»:
  - Nur Identifikation der Methoden (Verhalten) mit allfälligen Parametern und Rückgabewerten! ➔ **Nutzendensicht**!

Abstraktion – Abhängigkeit vom Kontext

- Abstraktion ist sehr abhängig von der Perspektive der jeweiligen Betrachter*in! ➔ Nutzendensicht versus Eigen-/Innensicht.

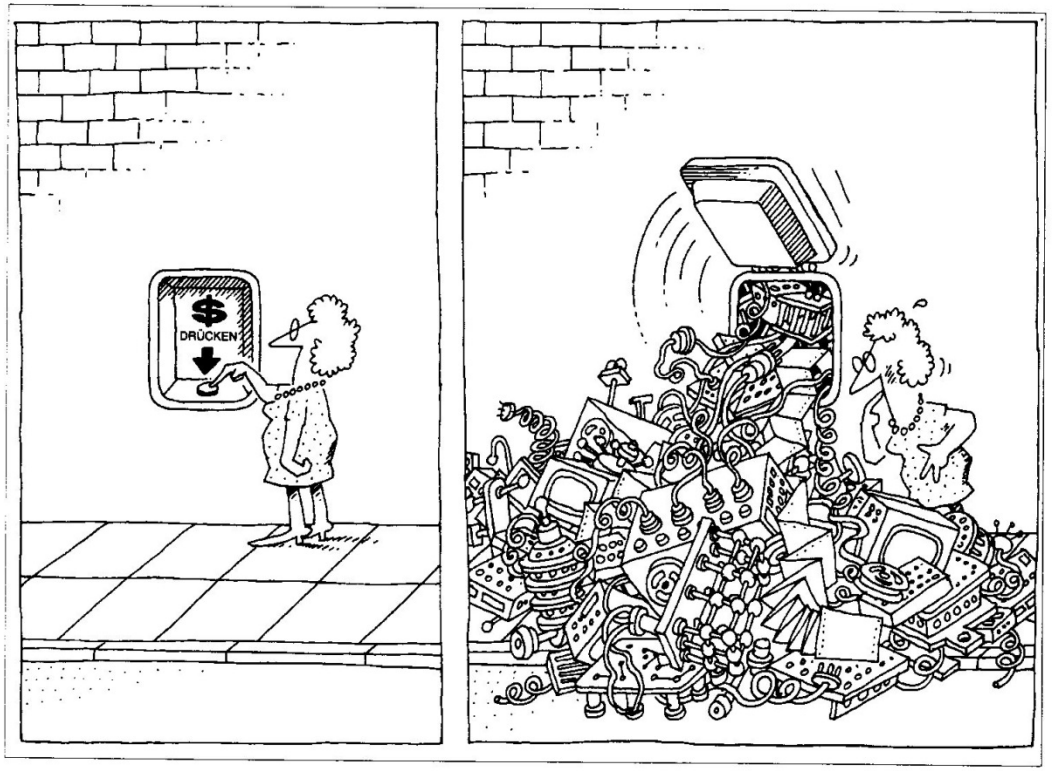


Die Abstraktion konzentriert sich auf die wesentlichen Charakteristika eines Objekts, relativ zur Perspektive des Betrachters.

Bildquelle: Objektorientierte Analyse und Design; Grady Booch

Abstraktion – Trennung zwischen WAS und WIE

- Wir können die Abstraktion zusätzlich verstärken, indem wir konsequent zwischen dem **WAS** und dem **WIE** unterscheiden.
- Beispiel: Schnittstelle für das Auslösen eines Geldbezuges
  - Hier: Einfache Taste!
- Die (hoch-)komplexe Realisation des Vorganges bleibt hinter einer vergleichsweise einfachen Schnittstelle vollständig verborgen!



Die Aufgabe des Softwareentwickler-Teams ist, die Illusion von Einfachheit zu erzeugen

Bildquelle: Objektorientierte Analyse und Design; Grady Booch

Modularisierung

Modularisierung – Definition

- Modularisierung bezeichnet die Zerlegung einer Gesamtaufgabe in Teilaufgaben und die Definition der erforderlichen Schnittstellen, so dass die entstehenden Module möglichst unabhängig voneinander bearbeitet werden können.
  [Specht, G./Beckmann, C./Amelingmeyer, J. 2002]

- „divide et impera" – **teile und herrsche**
  Ursprünglich ein Prinzip der altrömischen Aussenpolitik: Unfrieden stiften, damit sich das Volk in Untergruppen aufteilt und besser beherrschbar ist.

Modularisierung - Motivation

- Grundidee: Man macht grosse, komplexe Systeme (besser) beherrschbar, indem man sie in mehrere, kleinere Teile zerlegt:
  - Teile weisen ein klar definiertes Verhalten auf.
  - Teile haben eine überschaubare Komplexität und Grösse.
  - Teile sind möglichst gut in sich abgeschlossen.
  - Teile sind dadurch einzeln gut wiederverwendbar!
- Die Modularisierung ist neben der Abstraktion ein weiteres, sehr fundamentales Konzept in der Softwareentwicklung.
  - Bei der Objektorientierung sehr häufig genutzt, aber **nicht** automatisch gegeben!
- Verwendete Prinzipien:
  - **S**eparation **o**f **C**oncerns (SoC)
  - **S**ingle **R**esponsibility **P**rinciple (SRP)

Modularisierung - Manifestation

Je nach Abstraktionsebene (hierarchisch) und verwendeter Technologie und Programmiersprache können sich «Module» sehr unterschiedlich manifestieren:

- Auf tiefer Ebene sind es in der Objektorientierung typisch Klassen, welche Module repräsentieren. ➔ Datenkapselung
- Auf mittlerer Ebene gibt es verschiedene Technologien/Ansätze: Allgemein spricht man dort z.B. von Modulen, Komponenten, Libraries etc.
  - Nur wenige Sprachen bieten hier umfassende Ansätze an.
  - Java: «Erst» seit Version **9** wird ein eigenes Modularisierungs-system unterstützt, das sich leider nur sehr langsam durchsetzt.
- Auf höherer Ebene (Architektur) erreicht man Modularisierung z.B. durch die Implementation von [Micro-]Services.

Modularisierung - Beispiel

- Zerlegung und Strukturierung eines komplexen Gesamtsystems in verschiedene, eigenständige Einheiten (Module).
  - Deutliche Reduktion der Komplexität (in den einzelnen Modulen).
- Die Module erfüllen jeweils eine **klar abgegrenzte** Aufgabe.
- Die Module besitzen **wohldefinierte Schnittstellen**, die möglichst schmal und einfach sind.

Bildquelle: Objektorientierte Analyse und Design; Grady Booch

Modularität packt Abstraktionen in eigenständige Einheiten.

Umsetzung von Abstraktion und Modularisierung

- Auf tiefster Ebene können wir in objektorientierten Sprachen wie Java tatsächlich normale Klassen als Basis der Modularisierung betrachten.

Es gibt aber noch zwei interessante Alternativen bzw. Ergänzungen:

➔ Abstrakte Klassen

➔ Interfaces

Abstrakte Klassen

Abstrakte Klassen in Java

- In Java können wir **abstrakte Klassen** definieren!
- Diese Klassen sind «so» abstrakt, dass es **nicht** möglich ist, davon Objekte zu instanziieren, weil abstrakte Klassen (mindestens teilweise) noch über **keine** Implementation (der Methoden) verfügen!
- Abstrakte Klassen sind somit ein Mittel zwar das **WAS** (über Methodenköpfe) zu definieren, aber noch nicht das **WIE** (keine Implementation der Methodenrümpfe).
- Es ist auch möglich, zumindest einzelne **Teile** von abstrakten Klassen bereits vollständig zu implementieren:
  - Es entsteht quasi ein **Mix** zwischen **Abstrakt** und **Konkret**.
  - Analogie: Rohbau eines Hauses!

Abstrakte Klassen - Eigenschaften

- Schlüsselwort: `abstract` (ergänzend zu `class`)
  - Sowohl in Klassen- als auch Methodenköpfen möglich.
- Abstrakte Methoden erzwingen **implizit** eine abstrakte Klasse.
  - Haben keinen Methodenrumpf (body).
  - Bereits eine einzige abstrakte Methode macht auch die ganze Klasse (implizit) abstrakt.
- Von abstrakten Klassen können **keine** Objekte instanziiert werden, sie definieren aber einen validen **Typ**.
- Abstrakte Methoden legen somit primär eine **Schnittstelle** fest und erzwingen, dass diese anderorts implementiert wird.
  - Konkret: in einer Spezialisierung ➔**Vererbung** (folgt später).

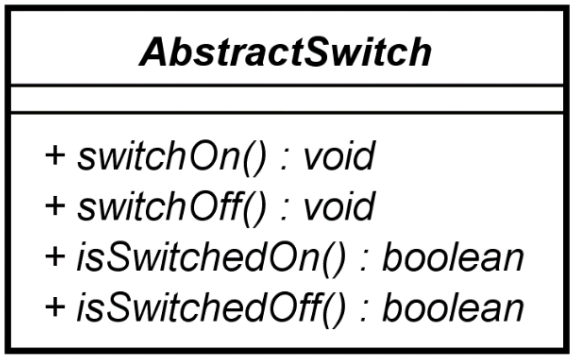
Abstrakte Klassen - Varianten

- Variante **1**: Klasse mit **mindestens** einer abstrakten Methode:
  - Führt dazu, dass die ganze Klasse **implizit** abstrakt wird, d.h. der Klassenkopf verlangt auch das Schlüsselwort `abstract`.
  - Wenn **alle** Methoden abstrakt ➔**vollständig** abstrakte Klasse.
- Variante **2**: Klasse wird im Klassenkopf abstrakt definiert:
  - Klasse ist somit **explizit** abstrakt.
  - Methoden können implementiert oder abstrakt sein.
- In beiden Fällen können Objekte dieser Klasse nur dann instanziiert werden, wenn man die abstrakten Klassen durch Spezialisierung konkretisiert:
  - Spezialisierung durch ➔**Vererbung** (folgt später) und Ergänzen der Implementation durch Überschreiben der bisher abstrakten Methoden.

Beispiel 1: Vollständig abstrakte Klasse

- Eine **vollständig** abstrakte Klasse enthält **keine** Implementation:

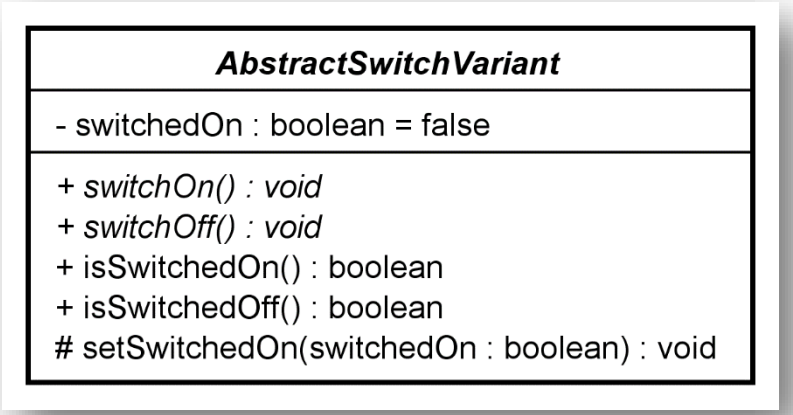
```
package ch.hslu.oop.oop06;

/**
 * Abstrakte Klasse für einen Schalter.
 */
public abstract class AbstractSwitch {

    public abstract void switchOn();

    public abstract void switchOff();

    public abstract boolean isSwitchedOn();

    public abstract boolean isSwitchedOff();
}
```



Beispiel 2: Nicht vollständig abstrakte Klasse

- Enthält auch bereits implementierte Methoden (und ggf. Attribute):

```
public abstract class AbstractSwitchVariant {

    private boolean switchedOn = false;

    public abstract void switchOn();
    public abstract void switchOff();

    public final boolean isSwitchedOn()
        return this.switchedOn;
    }

    public final boolean isSwitchedOff() {
        return !this.switchedOn;
    }

    protected final void setSwitchedOn(final boolean switchedOn) {
        this.switchedOn = switchedOn;
    }
}
```



Abstrakte Klassen - Namensgebung

- Abstrakte Klassen werden häufig auch direkt im Namen als solche markiert: Man setzt dazu den Prefix «**`Abstract`**» vor den eigentlichen Namen.
- Beispiele: **`AbstractConnection`**, **`AbstractPerson`** etc.
- Dadurch sind abstrakte Klassen schnell und einfach als solche zu erkennen.
- Bei der alphabetischen Sortierung der Klassen fallen sie dann aber leider aus dem Namenskontext.
  - Vergleiche dazu die häufige Postfix-Variante bei **➔Interfaces**.

Abstrakte Klassen - Empfehlungen

- (Teil-)Abstrakte Klassen «gut» einzusetzen ist (in Java) eine **echte** Herausforderung und sollte eher zurückhaltend und wohlüberlegt erfolgen!
- Ist eine Klasse **vollständig abstrakt** (d.h. **alle** Methoden sind abstrakt) ist wiederum ein **➔Interface** (folgt unten) sehr **häufig** die viel **bessere** Alternative.
  - ggf. in Kombination mit einer abstrakten Klasse.
- In der Regel sollte eine als abstrakt definierte Klasse auch **mindestens** eine abstrakte Methode enthalten.
- Will man «nur» die Instanziierung von Objekten verhindern, gibt es bessere Wege als die Klasse abstrakt zu definieren:
  Klasse **finalisieren** und **privaten** Konstruktor implementieren!

Interfaces

Interfaces in Java

- In Java können wir reine **Interfaces** (Schnittstellen) definieren!
- Interfaces sind vollständig abstrakt, es ist somit **nie** möglich, davon direkt Objekte zu instanziieren, weil:
  - Interfaces enthalten **ausschliesslich** Methodenköpfe.
  - Interfaces enthalten **keine** Attribute*.
  - Interfaces enthalten **keine** Implementation*.
- Interfaces beschreiben ausschliesslich das «öffentliche» Verhalten von Klassen, was man gerne auch mit einer «**Rolle**» vergleicht.
  - **Keinerlei** Aussagen oder Annahmen zur Implementation!
- Interfaces sind somit ein Mittel, ausschliesslich das **WAS** (Methodenköpfe) zu definieren.

* beides in/für Spezialfällen in Java trotzdem möglich, in der Regel aber **nicht empfohlen**.

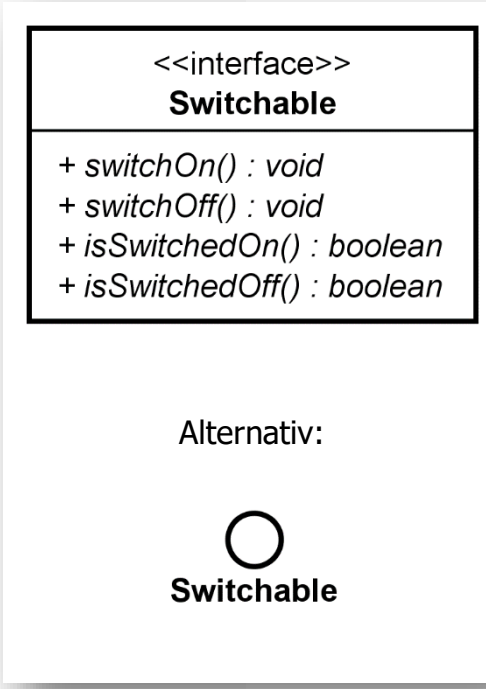
Interfaces - Eigenschaften

- Schlüsselwort: `interface` (anstatt `class`)
- Ein Java Interface spezifiziert **ausschliesslich** Methodenköpfe ohne Implementationen zu beinhalten, d.h. nur das **WAS**!
- **Interfaces definieren einen validen Typ**.
- Ein Interface enthält **keinen** Konstruktor und man kann keine Objekte von einem Interface instanziieren.
- Methoden eines Interfaces sind implizit `public` und `abstract`.
  - Die entsprechenden Schlüsselwörter können somit entfallen.
- Interfaces können von Klassen **implementiert** werden:
  - Dadurch eignet sich eine Klasse den Typ (die «Rolle» welche ein Interface beschreibt) an, und ist auch darüber ansprechbar!

Definition eines Interface - Beispiel

- Interface für einen einfachen Schalter:

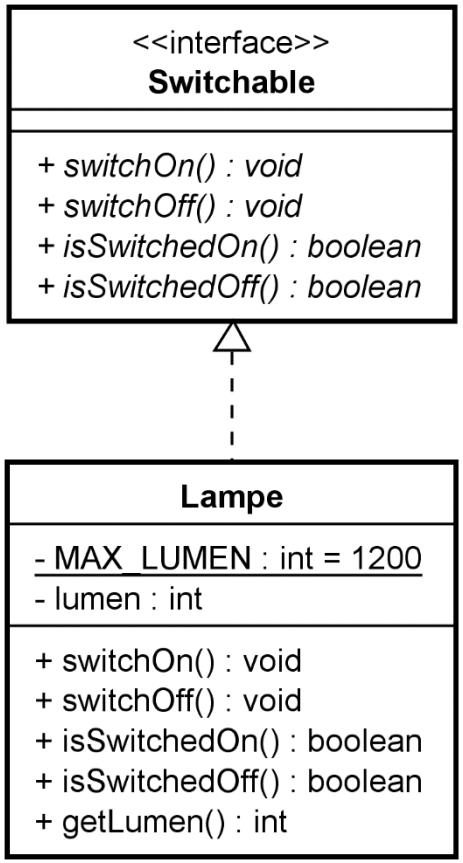
```
/**
 * Schnittstellen NIE ohne Dokumentation!!!
 * Hier nur aus Platzgründen entfallen.
 */
public interface Switchable {

    void switchOn();

    void switchOff();

    boolean isSwitchedOn();

    boolean isSwitchedOff();
}
```



Implementation von Interfaces

- Klassen können ein oder mehrere (1..n) Interfaces mit dem Schlüsselwort **`implements`** implementieren.
  - Mehrere Interfaces werden mit Komma getrennt.

```
/**
 * Modell einer Lampe mit Lichtstrom.
 */
public final class Lampe implements Switchable {

    ...

    @Override
    public void switchOn() {
        if (this.isSwitchedOff()) {
            this.lumen = MAX_LUMEN;
        }
        ...
    }
    ...
}
```



Interfaces – Ein geniales Konzept in Java!

- Interfaces dienen als Spezifikation (das WAS).
  Die Implementation einer Funktionalität (WIE) ist somit **vollständig** von deren Schnittstelle getrennt.
- Interfaces definieren aber (wie Klassen) einen eigenständigen **Typ**.
- Interfaces können somit **überall** wo Klassen (oder elementare Typen) deklariert werden, **ebenfalls** genutzt werden!
  - Lokale Variablen, Parameter, Attribute etc.
- Die Implementation eines Interface **zwingt** die Klassen zur Implementation aller darin enthaltenen Methoden.
  - Alternative: `abstract` definieren ➔abstrakte Klasse
- Oft werden Interfaces verwendet, um Teile zu separieren, die nur **lose gekoppelt** sein sollen, ohne weitere Gemeinsamkeit.

Interfaces - Namensgebung

- Es gibt sehr verschiedene Konzepte zur Namensgebung von Schnittstellen, keines davon ist aber absolut verbindlich.
  - Empfehlung: Einheitlichkeit ist in einem Projekt wichtiger als die jeweils konkrete Konvention!
- Variante **1**: «**able**»-Postfix an (fachlichen) Namen anhängen.
  - Beispiele: **Iterable**, **Printable**, **Serializable**
- Variante **2**: «**Interface**»-Postfix an fachlichen Namen anhängen.
  - Beispiele: **PrintInterface**, **EventInterface**, etc.
- Variante **3**: Man verwendet **direkt** den fachlichen Namen.
  - Beispiel: **Iterator**, **Order** (➔ Implementationen müssen dann einen spezifischeren Namen bekommen).
- Variante **4**: «**I**»-Prefix vor den fachlichen Namen (C# entlehnt).

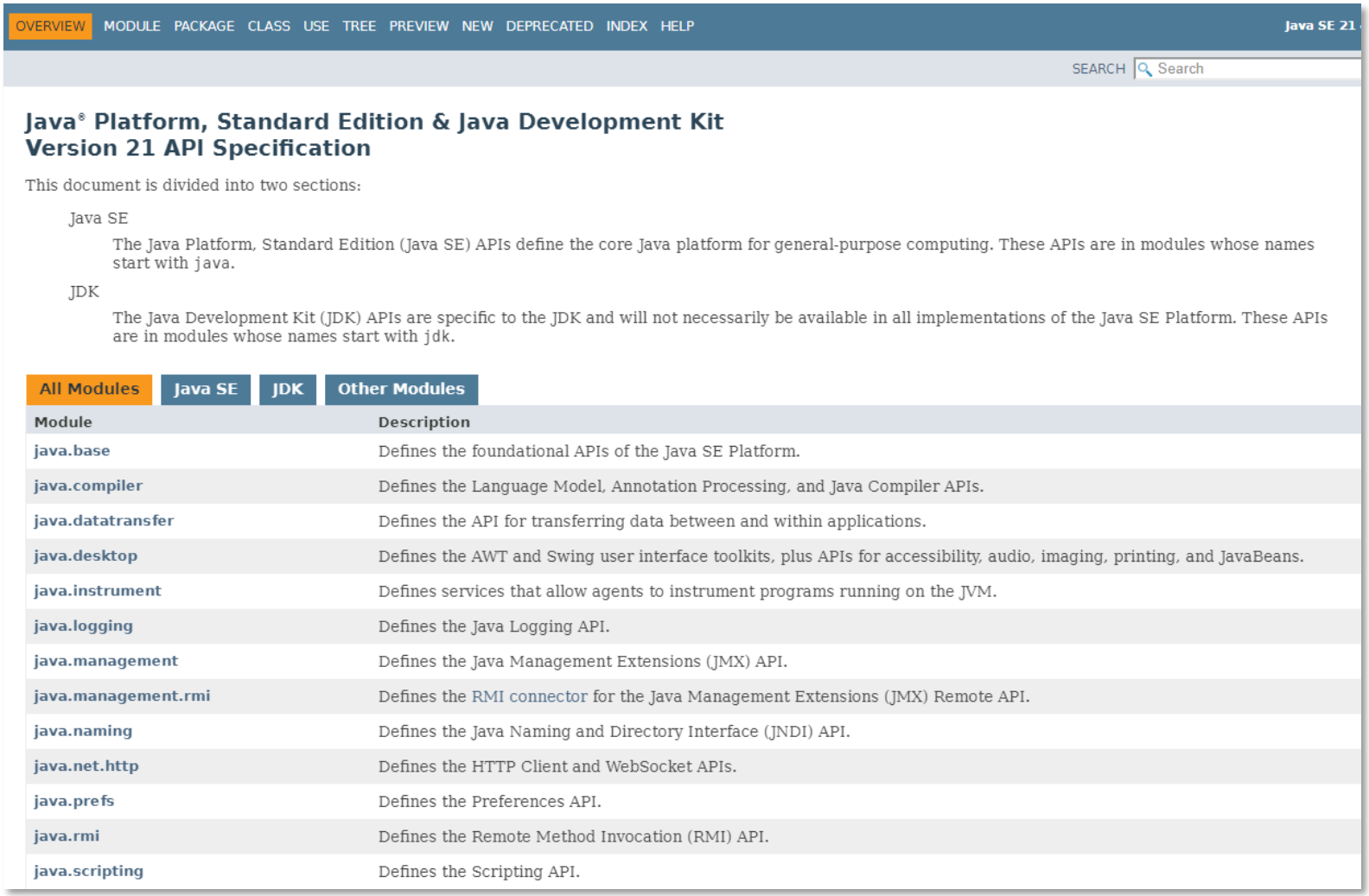
Interface - Empfehlungen

- Interfaces sind ein **sehr elegantes Konzept** und extrem nützlich zur Entkopplung von Implementationsklassen (➔Polymorphie).
- Im ersten Schritt provoziert die saubere Definition und die notwendige Dokumentation eines Interfaces zwar zusätzlichen Aufwand, dieser zahlt sich aber sehr schnell aus.
- Es gibt sogar den konsequenten Ansatz «Design by Interfaces».
- Darum: **Nutzen Sie Interfaces!**
  Erstellen Sie lieber ein Interface zu viel als zu wenig. Sie schaffen damit die Möglichkeit, verschiedene Implementationen mit minimalen Codeänderungen austauschen zu können.

JavaDoc

JavaDoc – Java API

- Bekanntestes Beispiel: Dokumentation zu Java selber!



https://docs.oracle.com/en/java/javase/17/docs/api/index.html

JavaDoc – Was soll/kann man dokumentieren?

- Folgende Elemente können dokumentiert werden:
  - Packages, Interfaces, Klassen, Methoden und Attribute.
- Es ist selten sinnvoll, absolut alles zu dokumentieren!
  - Kundenorientiert dokumentieren ➔ für die Nutzer*in.
- Absolut Pflicht: **Interfaces und deren Methoden**
  - Interfaces beschreiben den «Vertrag» und stellen, da sie mehrfach Implementiert werden können, Multiplikatoren dar!
- **Öffentliche Klassen und Methoden** (die von Dritten verwendet werden können) sind in der Regel auch zu dokumentieren.
- Potenziell weniger Sinn macht es, z.B. für private Attribute in privaten Klassen – aber es ist **nie** verboten!

JavaDoc – Quellcode (Beispiel)

```java
/**
 * Returns a string representation of the object. In general, the
 * {@code toString} method returns a string that
 * "textually represents" this object. The res
 * be a concise but informative representation
 * person to read.
 * It is recommended that all subclasses overr
 * <p>
 * The {@code toString} method for class {@code Object}
 * returns a string consisting of the name of the class of which the
 * object is an instance, the at-sign character `{@code @}', and
 * the unsigned hexadecimal representation of the hash code of the
 * object. In other words, this method returns a string equal to the
 * value of:
 * <blockquote><pre>
 * getClass().getName() + '@' + Integer.toHexS
 * </pre></blockquote>
 *
 * @return a string representation of the obje
 */
public String toString() {
    return getClass().getName() + "@" + Integer.toHexString(hashCode());
}
```

Markierung für Javadoc

Javadoc-Kommentare unterscheiden sich von «normalen» Inline-Kommentarblöcken durch den **Doppelstern** am Anfang des Blocks!

Javadoc-Tags

Zur Auszeichnung von Attributen, Klassen, Parametern, Rückgabe-werten etc. gibt es spezielle Javadoc-Tags mit dem **@**-Zeichen!

JavaDoc – Empfehlung / Regeln

- Einfache Regel: Dokumentieren Sie das, was Sie selber zum schnelleren Verständnis des Codes (Interface/Klasse/Methode etc.) lesen möchten, wenn dieser von Dritten wäre!
- Achten Sie auf **kurze**, **prägnante** Kommentare. **Keine** Romane! Bringen Sie es sprichwörtlichen **auf den Punkt**.
- «Erster-Satz-und-Punkt»-Regel:
  Achten Sie darauf, dass der erste Satz eines Kommentarblocks immer kurz und prägnant ist und mit einem Punkt abschliesst!
  - Erster Satz wird von der JavaDoc z.B. in Kurzübersichten und Verzeichnissen einzeln extrahiert.
  - Nebeneffekt: Man konzentriert sich auf das Wesentliche.
- Verzichten Sie wenn möglich auf HTML-Fragmente.

Zusammenfassung

- Begriffe Abstraktion und Modularisierung vertieft.
- Abstrakte Klassen als verstärkte Abstraktion.
- Interfaces als Abstraktion von Rollen.
- Implementation (Verwendung) von Interfaces.
- Sinn und Zweck der JavaDoc.

Fragen?