Grundlagen der Informatik – Teil 4
Objektorientierung

There is water on Mars

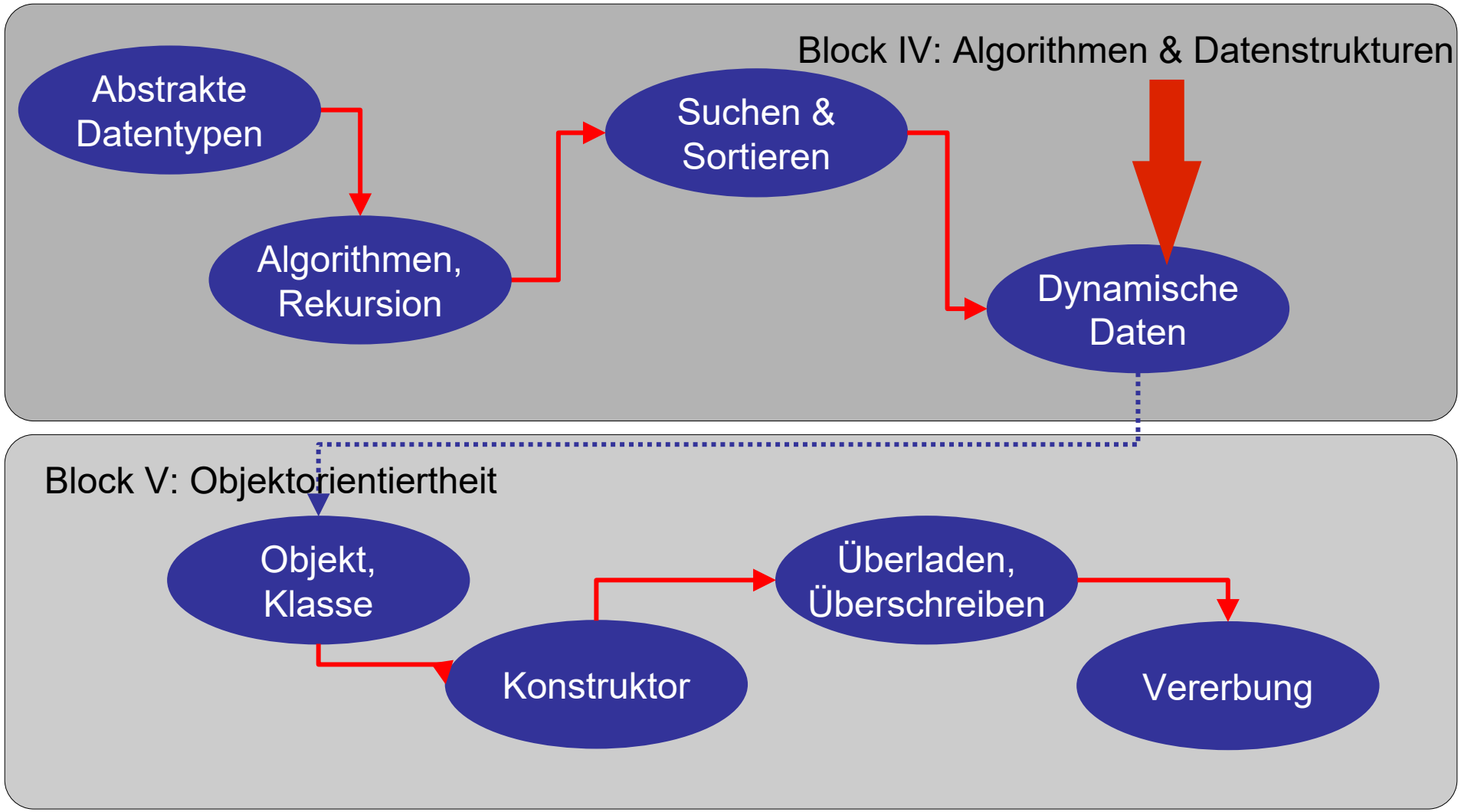
Stephan Mechler

2. Vorlesung

19.03.2024

hochschule mannheim

Zwischenstand



Progammierung – bis jetzt!

Imperative Programmierung

- Wir möchten ein Problem lösen
- Schrittweise wird dieses Problem gelöst
  - Erster Schritt
  - Nächster Schritt .... N – Schritte
  - Letzter Schritt
- Problem:

  Sicht auf die Daten, Datenkapselung nur bedingt vorhanden.
  Modellierung geschieht bei komplexen Problemen außerhalb (vor) der Programmierung.

Vision: Realitätsnahe Modellierung

- Der Algorithmus selbst steht nicht mehr vordergründig im Mittelpunkt, …
- … sondern eine „Realitätsnahe“ Modellierung

- Die Abstraktion beim Programmieren ist näher am menschlichen Denken. **Damit:**
  - Der Programmierer kann sich mehr auf die Lösung des Problems konzentrieren,
    - weil er weniger programmieren muss
    - weil er sich weniger Gedanken um Syntax-Konstrukte etc.

Objekt-Orientierung

… pimp my Objects

(Achtung! Autovergleich)

Warum?

- Das sind Autos...
- Verschiedene Autos...?
- *Gleiche Autoart in verschiedenen Farben/Typen?*
- *Autos = Klasse*

Warum?

- Das sind Fahrzeug...

- Verschiedene Fahrzeuge...?

- *Fahrzeuge = Klasse*
- *Autos sind Fahrzeuge!*

Warum?

- **Das ist ein Chevrolet Imapla '67**

- **Ein besonderes Auto...?**

- ***Imapla67 = Objekt ?***

- ***ist ein spezielles Objekt der Klasse Autos (oder der Klasse Fahrzeuge), das in der Realität ein schwarzes Auto vom Typ Imapla '67 darstellt***

- *… damit haben wir einen Ansatz* ***anders zu programmieren***
  … und ***anders zu denken***

Idee – 1

Klassen und Objekte

- Daten und nur die auf diesen Daten zulässigen Funktionalitäten bilden jeweils eine Einheit, die Klasse
- Die Klasse ist die Schablone, der Stempel – Das Objekt ist das, was "mit" bzw. "durch" die Klasse erzeugt wird

Kapselung

- Bei der Anlage von Daten und Funktionalitäten kann sehr fein modelliert werden, welche Daten nach außen sichtbar und welche Daten sogar modifizierbar sind

Vererbung

- Ähnliche Funktionalitäten müssen nicht erneut programmiert – sondern können voneinander abgeleitet werden

Erkenntnis – 2

- Bei der imperativen Programmierung kann (erstmal) jedes Unterprogramm auf jede sichtbare Variable zugreifen, …
- … und sie sogar verändern
- → **Der Zugriff auf Variablen(-inhalte) sollte "besser" kontrollierbar sein**

- Bei der imperativen Programmierung muss ähnliche Funktionalität sehr häufig erneut implementiert werden
- → **Wiederverwendbarkeit von Quellcode muss noch über Unterprogrammkonzepte (oder noch schlimmer: Copy & Paste) hinausgehen**

Schnittstellen

- Daten und Funktionalität kommunizieren ausschließlich über Schnittstellen, Methoden und freigegebene (Daten-)Felder mit der Außenwelt
- Die Außenwelt (ein verwendendes Programm) kennt nur die Schnittstellen, keine Implementierungsdetails

- Dadurch ***eigentlich*** keine Seiteneffekte möglich, …
- … aber viele objekt-orientierte Programmiersprachen sind Fortentwicklungen von imperativen Sprachen ☹
  - Gegenbeispiel: Smalltalk

Klassen und Objekte – 1

- Ok, erlernen wir das Programmier-Denken neu
- Was ist eigentlich ein Objekt?

- Duden:
  (lat.) (s.) Ziel, Gegenstand
- Brockhaus:
  Sache, Angelegenheit, Gegenstand
  abgewandelte Bedeutung in der Grammatik und Philosophie

- Dabei sind uns Klassen und Objekte nicht unbekannt
- vgl. Kapitel Abstrakte Datentypen (ADT)

Klassen und Objekte – 2

- Intuitive Vorstellung von Objekten:
  - nicht nur Gegenstände
  - nicht nur anfassbares
  - sondern alles zueinander ähnliches
- **Beispiele:** Alle Autos, alle Kunden, alle Lieferanten, alle Aufträge, alle Vorlesungen, alle Prüfungen, etc.
- Wir müssen beschreiben, welche Daten und Funktionalitäten jeweils ***alle xxx*** haben soll
  - Dies erfolgt mittels der Klasse – sozusagen der Schablone
  - Jedes einzelne Objekt wird von dieser Klasse abgeleitet, instanziert

Klassen und Objekte – 3

Wiederholung:

- Die Klassenbeschreibung entspricht unserer .class-Datei
- Das instanzierte Objekt entspricht dem mit new Operator bzw. dem Konstruktor erzeugten Objekt
- Erinnerung: 1 Klasse == 1 Datei

Wichtig:

- Wie bei jeder Modellierung gilt auch hier:
- Die Klassenbeschreibung erhebt in Bezug auf die Realität niemals Anspruch auf Vollständigkeit, …
- … sondern bildet nur (mindestens) so viel ab, wie zur Lösung des Problems notwendig ist

Klassen und Objekte – 4

Ein Objekt besteht aus drei Bestandteilen:

- **Typ des Objektes** – der Datentyp
- **Ausprägung, Wert, Zustand** – die Werte der Felder
  - Zusätzlich sind in der Klassenbeschreibung die auf diesem Objekt zulässigen Operationen definiert, …
  - … diese werden also **NICHT** im Objekt gespeichert!
- **Identität** – eine Objekt-ID, die die Unterscheidung Objekte gleichen Typs und gleicher Ausprägung trotzdem eindeutig ermöglicht
  - Die Referenz bzw. die Speicheradresse unterscheidet solche Objekte
  - Der Bezeichner **NICHT** – vgl. den Abschnitt über das Kopieren von Objekten: Zwei Bezeichner können ein und dasselbe Objekt referenzieren

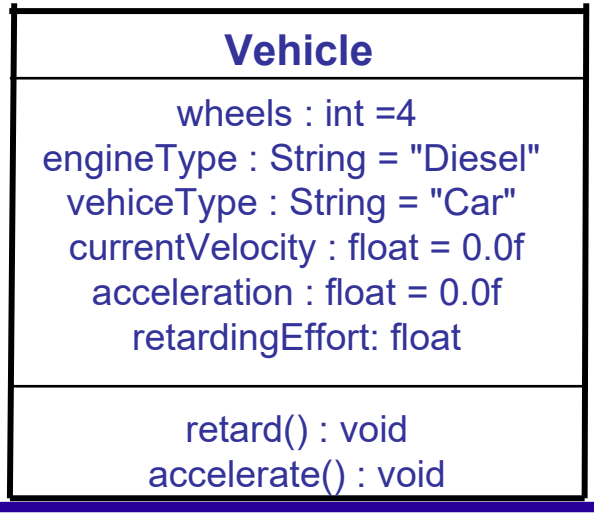
Der Autovergleich – 1

- Wie modelliert man ein Fahrzeug?
- Zustand: (Attribute, Felder)
  - Anzahl Räder (Zahl)
  - Typ: (Auto, Laster, Zug ...)
  - Antriebsart (Otto/Diesel/Sonst)
  - Beschleunigung (einfach: Gleitkomma Zahl)
  - Bremswirkung (einfach: Gleitkomma Zahl)
- Funktionalität: (Methoden)
  - beschleunigen()
  - bremsen()
- Die Methoden sollen als parameterlose Prozeduren implementiert werden, die als Seiteneffekt eine Ausgabe auf der Konsole erzeugen

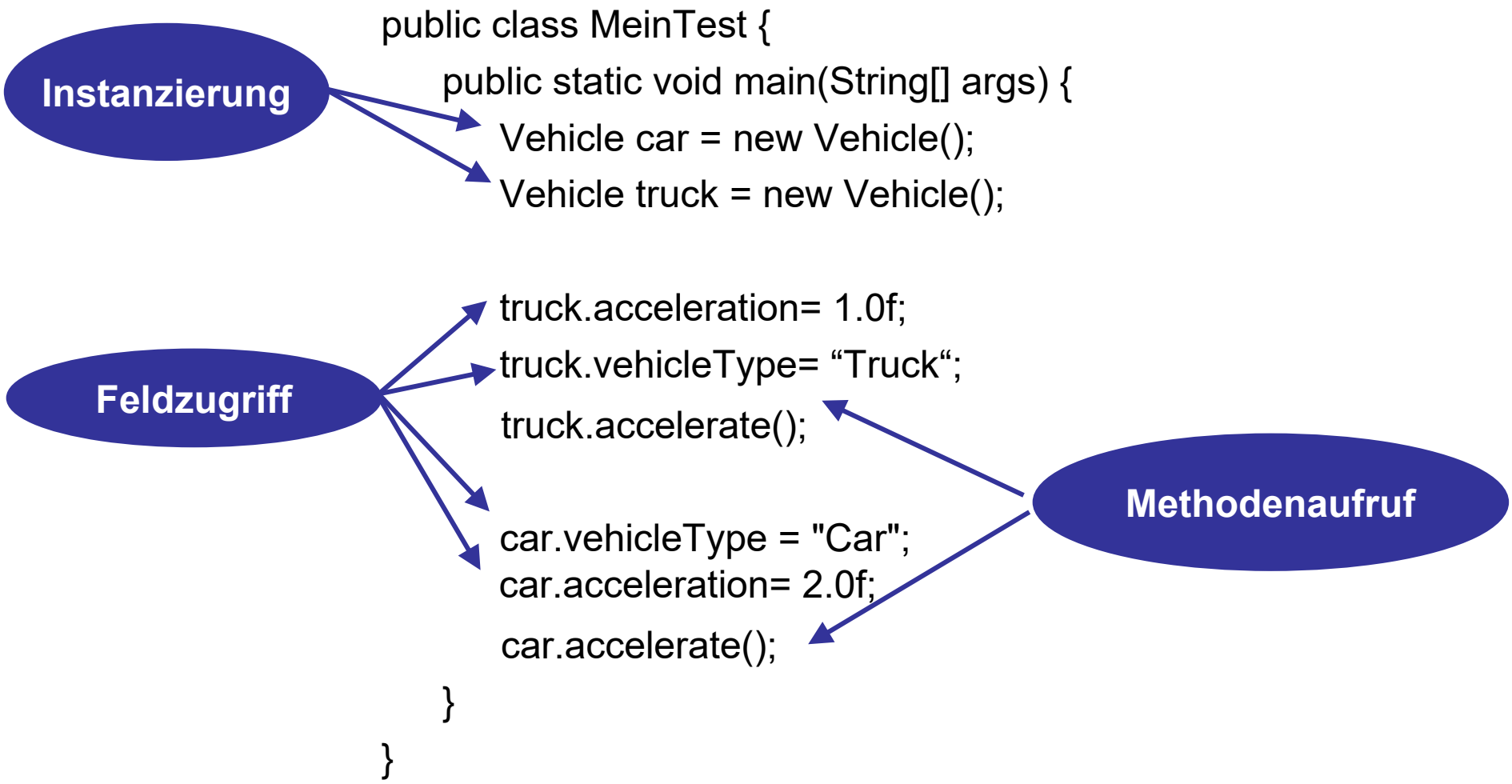
```
public class Vehicle {
    public int wheels=4;
    public String engineType = "Diesel“, vehicleType =“Car“;
    public double currentVelocity = 0.0;
    public float acceleration = 0.0f, retardingEffort;

     public void retard() {
         currentVelocity -=  retardingEffort;
     }
    public void accelerate() {
         currentVelocity +=  acceleration;
     }
}
```

Felder/ Attribute

Methoden



Auto – 3


Instanzierung
Feldzugriff
Methodenaufruf
public class MeinTest {
public static void main(String[] args) {
Vehicle car = new Vehicle();
Vehicle truck = new Vehicle();
truck.acceleration= 1.0f;
truck.vehicleType= “Truck“;
truck.accelerate();
car.vehicleType = "Car";
car.acceleration= 2.0f;
car.accelerate();
}
}

Konstruktor – 1

- Instanziert wird ein Objekt durch die Benutzung des new Operators und dem Namen der Klasse
- Die Instanzierung ähnelt dem Aufruf einer Methode
- Häufig wird man – selbst bei vorgegebenen Defaultwerten – nach der Instanzierung dem Objekt neue Feldwerte zuweisen wollen
- Dann sollte dies doch einfach schon bei der Instanzierung möglich sein
- Hierzu dient der **Konstruktor** – uns auch schon bekannt
- Funktion (!), die heißt wie die Klasse, ohne Angabe des Rückgabetyps (= Objekt dieser Klasse)
- Übergabe von Parametern ist erlaubt

Konstruktor – 2

Kennen wir Schon: ADT

```
…
    public Vehicle() {
        System.out.println("Entstehung eines neuen Fahrzeugs");
    }
…
```

Aufruf unverändert

- Oder mit Parameter(n):

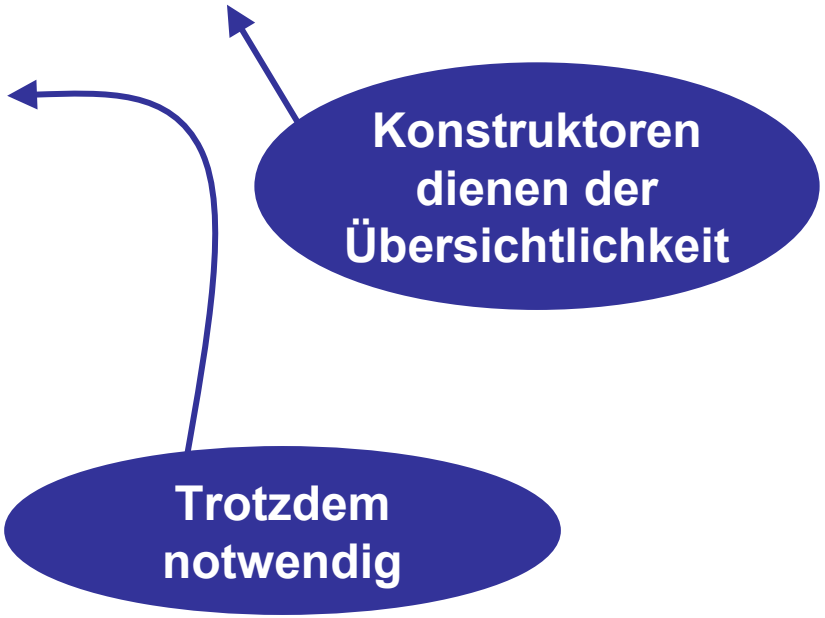
```
…
    public Vehicle(String aVehicleType, float aAccelaration) {
        vehicleType = aVehicleType;
        accelaration = aAccelaration;
    }
…
```

Aufruf anpassen!

Konstruktor – 3

- Ausgehend davon, wir hätten den zweiten Konstruktor implementiert:

```
public class MeinTest {
    public static void main(String[] args) {
        Vehicle car = new Vehicle( "Car",2.0d);
        Vehicle truck = new Vehicle( "Truck",1.0d);

        truck.retardingEffort= 1.0f;
        car.retardingEffort= 1.5f;

        truck.accelerate();
        car.accelerate();
}
}
```



Konstruktor – 4

- Nochmal **Übersichtlichkeit** – Hätten wir nicht, um u.a. Schreibarbeit zu sparen, besser folgendes implementiert?
  (Man beachte die Bezeichner der formalen Parameter)

```
public class Vehicle {
        public String vehicleType;
        …

public Vehicle(String vehicleType) {
                vehicleType = vehicleType;

        }
}
```

Funktioniert nicht !!!

Erinnerung: Sichtbarkeitsregeln

Konstruktor – 5

- Intuitiv ist klar, was gewünscht war – semantisch ist es eine (sinnlose) Selbstzuweisung
- Das Objekt ist zwar anonym –
  - es ist weder unter car noch *truck* ansprechbar, da diese Bezeichner nur in main() sichtbar sind, …
  - … trotzdem muss ja bereits eine Referenz existieren, da ansonsten ja nicht Feldern Werte zugewiesen werden könnten
- Ganz so anonym ist das Objekt nicht – es existiert ein Operator zur Ermittlung dieser Referenz: **this**

this – 1

- Also doch übersichtlich möglich:

```
public class Vehicle {
    public String vehicleType = "Vehicle";
    …

     public Vehicle(String vehicleType) {
                              this.vehicleType = vehicleType;
    }
}
```

- this verhindert hier den Namenskonflikt
- implizit war aber auch vorher schon immer this gemeint
- wir durften es nur weglassen, weil der Bezug eindeutig war

this – 2

- this ist ein Java-Schlüsselwort
- Die konsequente Angabe von this gilt als besserer Stil
- this ist in der gesamten Klasse sichtbar
- this ist nicht auf die Verwendung zum Zugriff auf Felder begrenzt – mit this können auch Methoden (dieses Objektes) aufgerufen werden
- Damit ist beispielsweise auch der folgende Konstruktor denkbar:

```
public Vehicle() {
    System.out.println("Ein neues Fahrzeug");
    this.accelerate();
}
```

Mehrere Konstruktoren – 1

- Bei dem Beispiel `car` mussten wir trotz Konstruktor noch die retardingEffort nachträglich setzen
- Bequemer wäre doch, man hätte die "Auswahl" zwischen verschiedenen Konstruktoren je nach "vorhandenen" Werten …
- … bzw. allgemeiner: nach unterschiedlichen Vorgaben, da im Konstruktor ja (offensichtlich) Methodenaufrufe möglich sind
- Aber wie bezeichnen wir dann die unterschiedlichen Konstruktoren?
- Richtig: Die Definition einer Methode besteht aus Bezeichner **und** Parameterliste, der Signatur

Mehrere Konstruktoren – 2

- Bei der Parameterliste sind allerdings nur die Datentypen und deren Reihenfolge relevant …
- … **NICHT** die Bezeichner
- Damit sind mehrere Konstruktoren mit dem Bezeichner Fahrzeug möglich, sofern sie
  - eine unterschiedliche Anzahl Parameter besitzen

  bzw. bei gleicher Parameteranzahl
  - sich in der geordneten Parameterliste die Datentypen im paarweisen Vergleich mindestens an einer Stelle unterscheiden
- Dadurch weiß dann der Compiler, welcher Konstruktor aufgerufen werden soll

Mehrere Konstruktoren – 3

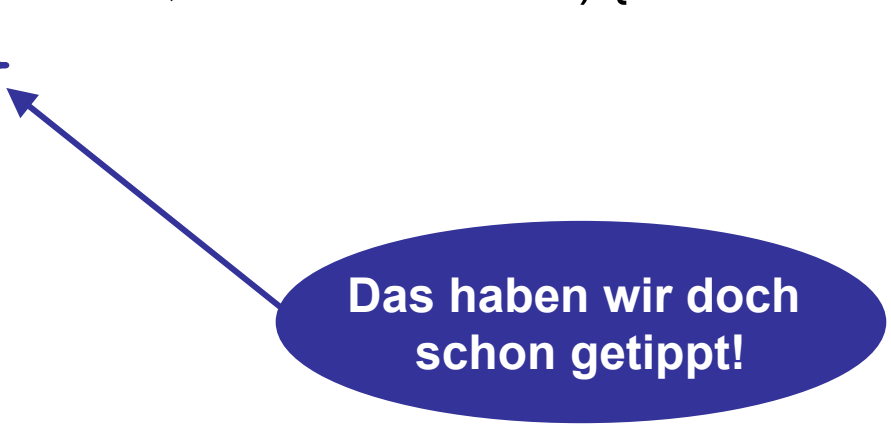
- Eine Verletzung dieser "Eindeutigkeitsregeln" wird ebenfalls vom Compiler erkannt und mit einem Syntaxfehler quittiert

Beispiele:

- Vehicle() und Vehicle(String x)
  - ok, unterschiedliche Signaturen
- Vehicle(String x) und Vehicle(int x)
  - ok, unterschiedliche Signaturen
- Vehicle(String x, int y) und Vehicle(int y, String x)
  - ok, unterschiedliche Signaturen (Reihenfolge!)
- Vehicle(String x, int y) und Vehicle(String y, int x)
  - Syntaxfehler, trotz unterschiedlicher Bezeichner identische Signaturen

Mehrere Konstruktoren – 4

```
public class Vehicle {
    … // Felder

   public Vehicle(String vehicleType) {
        this.vehicleType = vehicleType;
    }

    public Vehicle(String vehicleType,
                                    float acceleration, float retardEffort) {
        this.vehicleType = vehicleType;

       this.acceleration= acceleration;
        this.retardEffort = retardEffort;
    }

    … // Methoden
}
```



Mehrere Konstruktoren – 5

- Erste Idee:

```
…
    public Vehicle(String vehicleType,
                                        float acceleration, float retardEffort) {
      this.Vehicle(vehicleType)
      this.acceleration = acceleration;
      this.retardEffort = retardEffort;
  }
```

Funktioniert nicht !!!

- Zweite Idee:

```
…
    public Vehicle(String vehicleType,
                                        float acceleration, float retardEffort) {
      this(vehicleType);
      this.acceleration = acceleration;
      this.retardEffort = retardEffort;
  }
…
```

Konstruktoren sind besondere Methoden

this – 3

- Damit haben wir drei "Verwendungsmöglichkeiten" für this kennen gelernt:
  - this ("ohne alles") liefert eine Referenz auf das bisher anonyme Objekt (da der zur Instanzierung gewählte Bezeichner in der Klasse nicht sichtbar ist)
  - this.bezeichner für den Zugriff auf Felder und (mit einer entsprechenden Parameterliste, geklammert) für den Zugriff auf Methoden
  - this() (mit geklammerter Parameterliste) für den Zugriff auf einen Konstruktor

Vorsicht FALLE

- Für die Verwendung von this() – Aufruf eines Konstruktors – gelten die folgenden Regeln:
  - this()-Aufrufe sind nur innerhalb von Konstruktoren erlaubt
  - Mit this()-Aufrufen sind nur andere Konstruktoren innerhalb derselben Klasse erreichbar
  - Der this()-Aufruf muss die erste Anweisung in einem Konstruktor sein
  - Innerhalb eines Konstruktor-Rumpfes ist nur ein this()-Aufruf zulässig

Merke!

Ziehen wir ein Zwischenfazit:

- Modellierung von Klasse/Objekt ist realitätsnäher als die "normale" imperative Programmierung!
- Bindung von Funktionalität an die Daten
- Umso größer das Software-Projekt, umso schwerer wiegen die Vorteile

Auch die "klassische" Programmierung profitiert hiervon:

- Betrachten wir die Implementierung von (grafischen) Benutzeroberflächen

Merke!

- Imperativ: Menü darstellen, in einer "Endlosschleife" abfragen, welche Bedienelemente ausgelöst wurden, um die entsprechenden Funktionalitäten auszulösen
- Objekt-orientiert: Menü darstellen, die Bedienelemente werden in ein bestehendes Objekt zur Behandlung der Bedienoberfläche eingebettet
  - **Großer Vorteil 👍: Der Programmierer muss sich weder um die Erstellung noch um die Verwaltung der "Endlosschleife" kümmern**
  - Er legt die Ausprägung (z.B. Größe und die Beschriftung bei Knöpfen) der Bedienelemente fest
  - Er implementiert für jedes Bedienelement die Funktionalität (z.B. bei einem Knopf was geschehen soll, wenn er gedrückt wird – fertig!)

Überladen – 1

- Was tun, wenn man nicht nur maximal beschleunigen (accelerate) möchte sondern zusätzlich auch noch um eine gewisse Beschleunigung beschleunigen möchte?

- Erste Idee: acceleration merken; acceleration auf seine Wert setzen, accelerate() aufrufen dann acceleration auf alten Wert (im Hauptprogramm).
  Nicht wirklich Objektorientiert. Sehr unsauber!!

- Zweite Idee: Implementierung von
  public void accelerate2(float acceleration)

  - Lösung ist in Ordnung, aber tipp-intensiv
  - Geht es nicht *genauso* wie bei den Konstruktoren?

Überladen – 2

- Es war möglich, je nach Einsatzzweck (bei Konstruktoren: unterschiedliche Vorgaben bei der Instanzierung des Objektes) unterschiedliche Konstruktoren aufzurufen
- Damit der Compiler weiß, welche Methode er im "Zweifelsfall" aufzurufen hat, müssen die Signaturen von Methoden unterschiedlich sein
- Die Signatur besteht aus Bezeichner **UND** Datentypen der Liste der formalen Parameter gemäß ihrer Anordnung
- Das gilt allgemein für Methoden. Damit sind

  `public void accelerate()` und
  `public void accelerate(float acceleration)`

  für den Compiler unterschiedliche Methoden!

Überladen – 3

- Diesen Mechanismus bezeichnet man als Überladen (von Methoden)
- Es gelten die gleichen Regeln für die Signatur wie bereits im Abschnitt mehrere Konstruktoren angegeben
- Überladen ist fehleranfällig!
  - Erweiterung von Methoden durch zusätzliche Parameter führt ggf. zu "doppelt vorhandenem" und damit doppelt zu pflegendem Code
  - Durch die Parameterliste sollte intuitiv die Funktion dieser Methode und die Abgrenzung zu anderen Methoden mit gleichem Bezeichner klargestellt sein

- Damit ergibt sich unsere Fahrzeugklasse zu:

Überladen – 4

```
...

public void accelerate() {
      velocity +=  acceleration
 }

  public void accelerate(float acceleration) {
     if (this.acceleration=>acceleration)
           velocity +=  acceleration
     else
          System.out.print("Hups! Motorschaden");
 }
...
```

Vorsicht FALLE

- Vorsicht bei impliziter Datentypumwandlung!
- Gegeben eine Klasse MyExample mit den Methoden
  public void myMethod(int x) und
  public void myMethod(double x)
- Welche Methode wird jeweils aufgerufen, bei:
  MyExample some = new MyExample();
  - Aufruf some.myMethod(8) ?
    → public void myMethod(int x)
  - Aufruf some.myMethod(8.0) ?
    → public void myMethod(double x)
  - Aufruf some.myMethod(Math.pow(2,3)) ?
    → public void myMethod(double x)

Überladen – 5

- Wir kennen bereits überladene Methoden in Java:
  - System.out.println()
  - System.out.print()
- Wir kennen sogar einen überladenen Operator in Java
  - das Pluszeichen (+)
  - "normalerweise" die arithmetische Addition
  - ist aber wenigstens einer der beiden Parameter eine Zeichenkette, so ändert die Operation ihre Funktionalität zur Verkettung von Strings
- Viele objekt-orientierte Programmiersprachen unterstützen das Überladen von Operatoren
  - u.a. auch der "Vorgänger" C++
  - **Java nicht!**

- Betrachten wir abschließend noch Mal unsere Notation der Klasse Vehicle bis hierher:

Vehicle
wheels : int = 4 **vehicleType : String = "Vehicle"** **currentVelocity : float = 0.0f** **acceleration : float = 0.0f** **retardingEffort: float**
Vehicle(String vehicleType) : Vehicle **Vehicle(String vehicleType, float acceleration, retardingEffort): Vehicle** retard() : void accelerate() : void accelerate(float acceleration) : void

Schützen von Eigenschaften

- Die Geschwindigkeit des Trucks könnte sich mit der Zeit ändern..
- … der Bremswirkung ggf. auch.
- … aber auf keinen Fall wird sich die Anzahl der Räder eines einmal instanzierten Fahrzeugs ändern (ohne massiven Umbau, oder Unfall ...)

Idee:

- Schön wäre ein Mechanismus, der den Zugriff auf die Felder besser steuert …
- … und damit Einfluss auf die Sichtbarkeit nimmt

Modifikatoren – 1

- Dieser Mechanismus wird durch Modifikatoren geregelt
- Wir kennen bereits einen Modifikator: **public**
- Modifikatoren wirken auf
  - Felder und Methoden (betrachten wir jetzt)
  - aber auch auf Klassen! *(später …)*
- public bedeutet die Sichtbarkeit (und damit lesenden und schreibenden Zugriff für Felder) in allen verwendenden Klassen
- Ein weiterer Modifikator ist **private**:
  - Mit private deklarierte Felder und Methoden sind nur innerhalb der eigenen Klasse sichtbar
  - Weder schreibender noch lesender Zugriff
  - Felder werden damit vor dem Zugriff aus anderen Klassen geschützt
  - Methoden, die ausschließlich innerhalb der eigenen Klasse verwendet werden, sollten ebenfalls als private deklariert werden – Warum?

Modifikatoren – 2

- Schützen wir das Feld engineType:

```
public class Vehicle {
    private int wheels;
    private String engineType = "Diesel“;
    private String vehicleType = "Vehicle“;
    private double currentVelocity = 0.0;
    public float acceleration = 0.0f, retardingEffort ;

     public void retard() {
         currentVelocity -=  retardingEffort;
    }
     public void accelerate() {
         currentVelocity +=  acceleration;
    }
}
```

Modifikatoren – 3

- Betrachten wir jetzt wieder die Test-Umgebung:

```
public class MeinTest {
    public static void main(String[] args) {
        Vehicle car = new Vehicle(
                                        "Car",2.0f,1.0f);
        Vehicle truck = new Vehicle(
                                         "Truck",2.0f,1.0f);

         truck.retardingEffort=2.0f;
        // so weit, so gut, ABER:
       car.vehicleType = “Ich bin ein Zug“;
    }
}
```

indirekter Zugriff weiterhin möglich!

Syntaxfehler !!!

Modifikatoren – 4

- "indirekter Zugriff" = schreibender bzw. lesender Zugriff auf private Felder mit public Methoden außerhalb der eigenen Klasse
- Dadurch lässt sich der Zugriff auf die Felder eines Objektes sehr fein modellieren
- Man könnte z.B. ALLE Felder als private deklarieren, …
  - … für den lesenden Zugriff werden deklariert:
    public String getVelocity()
    public String getWheels()
    public String getEngineType()
  - … und für den schreibenden Zugriff:
    public void setEngineType(String name)
    public void accelerate() [**schon bekannt**]

Modifikatoren – 5

Vorteil 👍:

- Sowohl der lesende aber umso mehr der schreibende Zugriff kann sehr fein modelliert werden in Abhängigkeit von Gegebenheiten (wie z.B. anderen Feldwerten) …
- … und so den Zugriff durchführen, abweisen oder sinnvoll modifizieren

- Einige "reine" objekt-orientierten Programmiersprachen verbieten von vornherein den direkten Zugriff auf die Felder eines Objektes von außerhalb der Klasse!
- Man spricht auch von dem **Botschaftenkonzept**:
  - Alles – auch das Hauptprogramm – ist ein Objekt
  - Objekte kommunizieren ausschließlich über Methoden (den Botschaften) miteinander

Modifikatoren – 6

- Wir kennen schon weitere Modifikatoren:
  - **final**: als final deklarierte Variablen können nach der Initialisierung nicht mehr verändert werden, es sind Konstanten
  - **static**: als static deklarierte Methoden und Variablen können unabhängig von der Existenz eines Objektes der Klasse benutzt werden
- Die (Start-) Methode main() ist als static deklariert, wir mussten kein Objekt erzeugen
- Beim Modifikator final zu erkennen: Modifikatoren können bei Bedarf kombiniert werden:

```
static final int MAX_ANZAHL = 100;
```

Modifikatoren – 7

- public und private widersprechen sich in ihrer Bedeutung → können also nicht miteinander kombiniert werden!

- private erlaubt unbegrenzte Schreibzugriffe, aber eben nur aus der eigenen Klasse heraus
- Die konsequente Verwendung von ausschließlich private deklarierten Feldern und den entsprechend notwendigen getBezeichner() bzw. setBezeichner() Methoden gilt als besserer Programmierstil
- Der Unterschied von private und public hat Auswirkungen auf unsere Notation

Modifikatoren – 8

- Öffentliche Felder und Methoden (also mit public deklariert) wird ein + vorangestellt
- Privaten Feldern und Methoden (also mit private deklariert) wird ein – vorangestellt
- für MotorType, anzahlRäder und Geschwindigkeit benötigen wir Methoden für den lesenden Zugriff, da diese nicht sichtbar sind.

Vehicle	
-	**wheels : int = 4**
-	**vehicleType : String = "Vehicle"**
-	**currentVelocity : float = 0.0f**
+	**acceleration : float = 0.0f**
+	**retardingEffort: float**
+	Vehicle(String vehicleType): Vehicle
+	Vehicle(String vehicleType, float acceleration, retardingEffort): Vehicle
+	retard() : void
+	accelerate() : void
+	accelerate(float acceleration) : void

private, getters & setter– 1

- Im letzten Beispiel haben wir *currentVelocity* als *private* markiert.
- Vorteil: so kann nur noch über definierte Methoden (*accelerate* und *retard)* zugriffen werden.
- Nachteil: wir können den Wert der Geschwindigkeit außerhalb der Klasse nicht mehr auslesen
- Lösung: Wir schreiben eine eigene Funktion (*public getVelocity),* welche die akutelle Geschwindigkeit zurückliefert:

```
public float getVelocity() {
      return this.currentVelocity;
}
```

private, getters & setter– 1

- Genauso können wir eine Methode zum setzten der Geschwindikeit schreiben:

```
public void setVelocity(float velocity) {
        if (velocity<200) {
            this.currentVelocity=velocity;
         }
}
```

- Vorteil: so kann man zusätzlich Prüfungen und Programmlogik erzwingen. `currentVelocity` kann ja nicht (da *private*) direkt angesprochen werden.
- Eigentlich sind *`accelerate`* und *`retard`* vom Verhalten her auch *setter-Methoden*.
- In Java schreibt man für Methoden die einen Attribut direkt setzen: `set`***`Attributname`*** für lesen `get`***`Attributname`***

static – 1

- Betrachten wir den Modifikator static noch einmal genauer
- static deklarierte Felder und Methoden existieren bereits ohne Instanzierung – wie unser Hauptprogramm

- Ohne Instanzierung bedeutet aber auch, dass sie nur ein Mal für die Klasse existieren
- Bedeutet weiterhin – für alle Objekte dieser Klasse existieren die static deklarierten Felder oder Methoden ebenfalls nur ein Mal

- Zum Verständnis betrachten wir das folgende Beispiel:

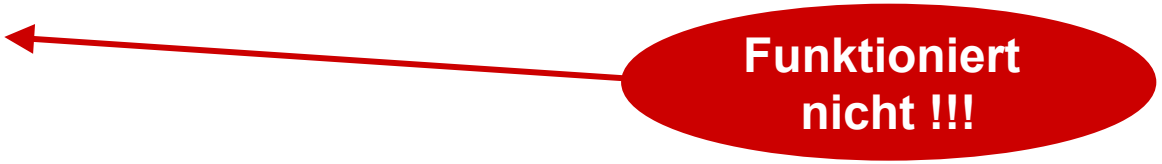
static – 2

Problem:

- Unsere Klasse Vehicle soll dahingehend erweitert werden, dass die Anzahl bisher erzeugter Fahrzeuge mitgezählt werden soll

Erste Idee:

```
public class Vehicle {
    public int count = 0;
    // weitere Felder hier …

    public void Vehicle(String vehicleType) {
        this.vehicleType = vehicleType;

        count++;
    }

    // weitere Konstruktoren und die Methoden hier …
}
```

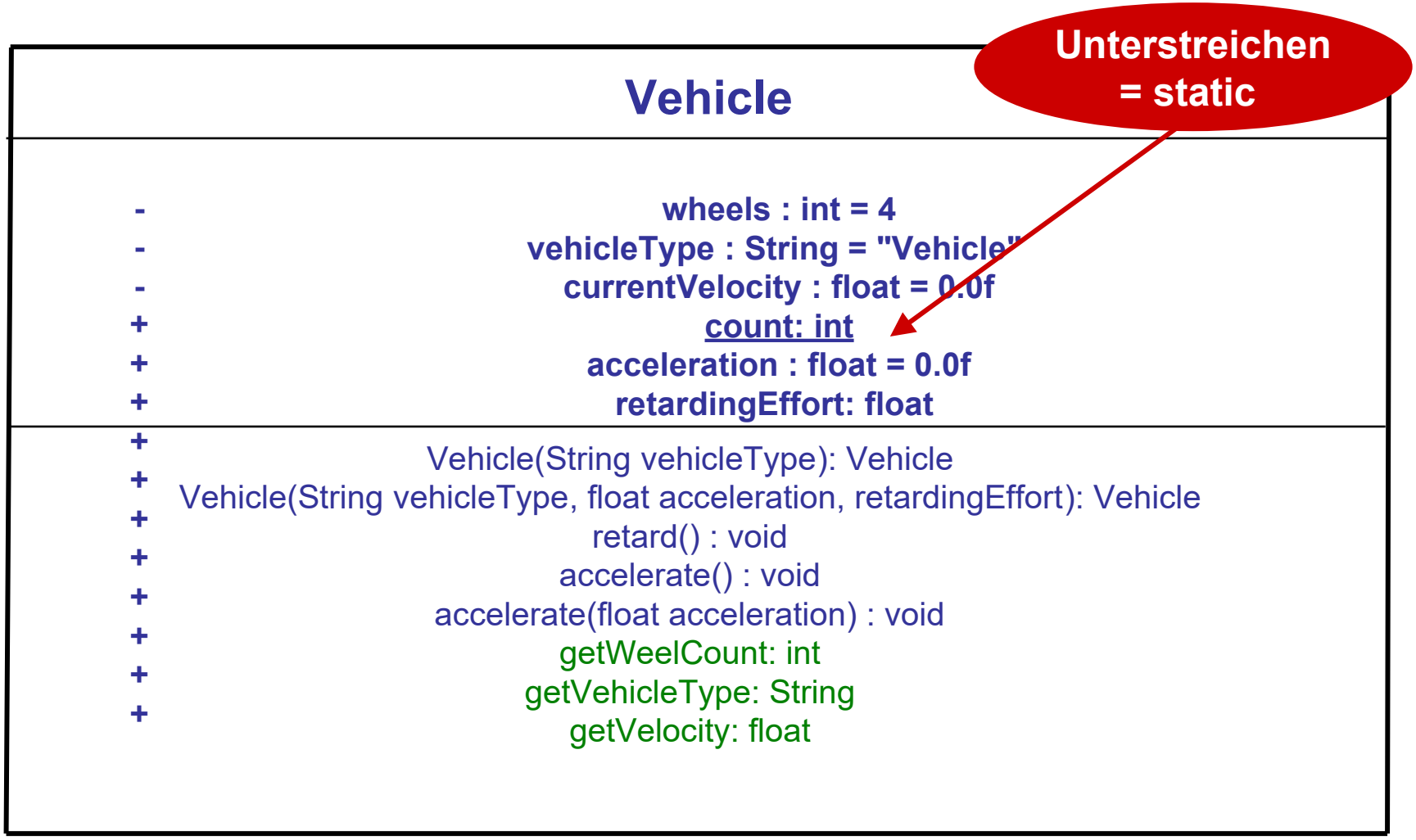


static – 3

- anzahl hat für jedes Fahrzeug den Wert 1
- Wir brauchen die Anzahl genau ein Mal – deklarieren wir sie doch als static – **zweite Idee:**

```
public class Vehicle {
    public static int count = 0;
    // weitere Felder hier …

public  Vehicle(String vehicleType) {
        this.vehicleType = vehicleType;

          count++;                                                    …
    }

    // weitere Konstruktoren und die Methoden hier …
}
```

static – im Klassendiagramm



static – 4

- Nur ein Mal vorhanden – daher spricht man bei static deklarierten …
  - … Feldern von **Klassenvariablen**
  - … Methoden von **Klassenmethoden**

- Ein Klassenmethode hat nur Zugriff (neben ihren lokalen Variablen) auf Klassenvariablen und andere Klassenmethoden
- Die Verwendung von this ist innerhalb einer Klassenmethode ebenfalls nicht erlaubt

- Zur Abgrenzung – nicht-static deklarierte …
  - … Felder bezeichnet man auch als **Instanzvariablen**
  - … Methoden bezeichnet man auch als **Instanzmethoden**

- Zur Diskussion:
  Welchen Sinn macht die Verwendung von Klassenmethoden?

- Der Zugriff auf static deklarierte Felder innerhalb der eigenen Klasse erfolgt (ohne this) durch Angabe des Bezeichners
- dito für static deklarierte Methoden
- Aber wie sieht der Zugriff von außerhalb der Klasse aus?
  - Aufgrund der Sichtbarkeitsregeln kann nicht ein Feld mit gleichem Bezeichner sowohl static und nicht-static deklariert sein
  - Also es kann nicht gleichzeitig eine Klassenvariable und Instanzvariable mit gleichem Bezeichner geben
  - Aufruf innerhalb class MeinTest

```
…
x = meinFahrzeug.anzahl;
```

- Die Warnung empfiehlt eine Klassenvariable auch "als solche" aufzurufen
- Was ist z.B. wenn gar keine Instanz der Klasse existiert – und damit über diesen "Umweg" auch nicht ansprechbar wäre?
- Klassenvariablen gehören zu der **Klasse** – andere Idee:

```
class MeinTest {
        Vehicle car = new Vehicle("Auto");
        Vehicle train = new Vehicle("Zug");

    train.acceleration = 2.0f;
    System.out.println("Anzahl bisher instanzierter Fahrzeuge: " +
                        Vehicle.anzahl);
}
```

Aufruf über den Namen der Klasse

- Klassenmethoden werden außerhalb ihrer Klasse genauso über den Bezeichner der Klasse aufgerufen …
- … sofern sie nicht zusätzlich als private deklariert wurden
- Aber das würde ja genauso gelten für eine mit private deklarierte Klassenvariable – sinnvolle Kombination:
  - Klassenvariable private
  - lesender/schreibender Zugriff auf Klassenvariablen mittels public deklarierter Klassenmethoden

- **Zur Diskussion:**
  Was passiert mit unserem Zähler anzahl, wenn ein Fahrzeug in einem Unterprogramm in der Klasse MeinTest als lokale Variable erzeugt und am Ende des Unterprogramms wieder vergessen wird?

- Aus semantischer Sicht wäre die Ausgabe der Anzahl der bisher instanzierten Fahrzeuge ein guter Kandidat für eine Klassenmethode

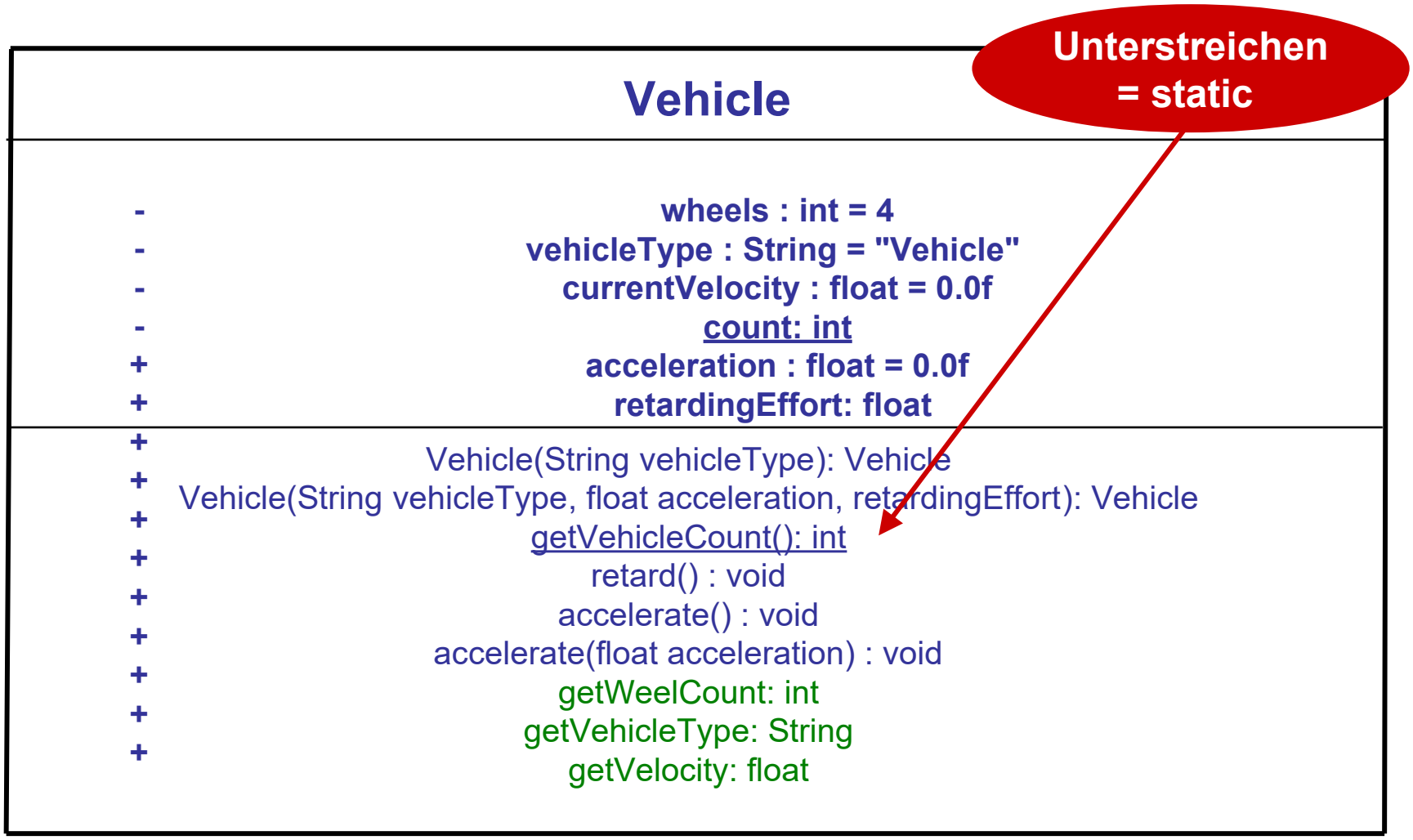
Beispiel:

```
public static int getVehicleCount() {
    System.out.print("Anzahl bisher instanzierter Fahrzeuge: "
+ anzahl);
    return anzahl;
}
```

Aufruf:

- über die Instanzvariable:
  meinAuto.getVehicleCount();
- oder (besser:) über den Klassenbezeichner:
  Vehicle.getVehicleCount();

static – im Klassendiagramm



Destruktor – 1

- Offensichtlich zählt der Zähler anzahl nur hoch – aber nicht wieder runter
- Schöner wäre es, wenn anzahl nur die Anzahl "zur Zeit existenter" Fahrzeuge wiedergeben würde
- Wann wäre der geeignete "Punkt", die Anzahl wieder zu verringern?
  - Am Ende der Sichtbarkeit
  - Dazu benötigen wir ein Gegenstück zum Konstruktor – den **Destruktor**
- Der Destruktor wird in der Objekt-Orientierung
  - neben der Information über das Erlöschen der Sichtbarkeit einer Objektinstanz an die Klasse
  - zum (Speicher-)Aufräumen für das Objekt am Ende seiner Sichtbarkeit benutzt

Destruktor – 2

- (Speicher-)Aufräumen ist in Java ja nicht nötig
- Daher **kennt Java auch keinen Destruktor** im Sinne der Objekt-Orientierung!
- In der Literatur wird **(fälschlicherweise)** häufig als Destruktor ein Mechanismus angegeben, der aber erst am Ende der Lebensdauer des Objektes aufgerufen wird
- Um den zu verstehen, müssen wir vorher noch ein anderes objekt-orientiertes Konzept studieren
- Auf jeden Fall gilt für Java:
  - Ende der Lebensdauer = Zeitpunkt der Zerstörung des Objektes durch den Garbage Collector (GC) in Java damit
  - Ende der Lebensdauer ≠ Ende der Sichtbarkeit – bzw.: Der GC wird vielleicht erst am Ende des Programms ausgelöst!

- Unser eigentliches Problem wäre damit immer noch nicht gelöst – da evtl. nicht mehr zugreifbare Fahrzeug-Objekte trotzdem noch nicht vom GC freigegeben wurden

Ein Motorrad …

- *Das ist ein Fahrzeug*
- *Außerdem ist es eine* ***Motorrad***
- *Das* ***Motorrad*** *ist ein* Fahrzeug ***(Vehicle)****, und hat viele "Eigenschaften" mit* ***Vehicle*** gemein…
- *… aber in anderen "Eigenschaften" unterscheidet sie sich von anderen Fahrzeugen.*

Vererbung – 1

- Auch eine Harley hat einen Motor, eine Farbe, kann beschleunigen und bremsen…
- … die Harley ist außerdem geringfügig "anders" als ein Vehicle. (z.B. nur zwei Räder!)
- Trotzdem wäre es doch schön wenn wir nicht alles neu programmieren müssten
- Dazu kennt die Objekt-Orientierung ein Konzept, um eine Klasse aus einer anderen, bestehenden Klasse abzuleiten – die Vererbung
- Dabei überträgt die so genannte Basisklasse (in unserem Beispiel die Klasse Vehicle) *erstmal* alle Felder und Methoden an die so genannte Spezialisierung (in unserem Beispiel die Klasse Motorrad)
- Mit einer Einschränkung: private deklarierte Felder und Methoden! *später …*

Vererbung – 2

- Gegeben sei die folgende Vehicle-Klasse:

```
public class Vehicle {

    // Felder
    public String vehicleType
    public static int anzahl = 0;
    // .... weitere Felder
    // Konstruktoren
    public Vehicle() {
        anzahl++;
    }
    public Vehicle(String vehicleType) {
        this.vehicleType = vehicleType;

        anzahl++;
    }
```

Vererbung – 3

```
public Vehicle(String vehicleType, boolean honk) {
      this(vehicleType);
      if (honk) {
            this.hupen();
      }
 }

 // Methoden
 public void hupen() {
              System.out.println(“Tutut");
 }
```

Vererbung – 4

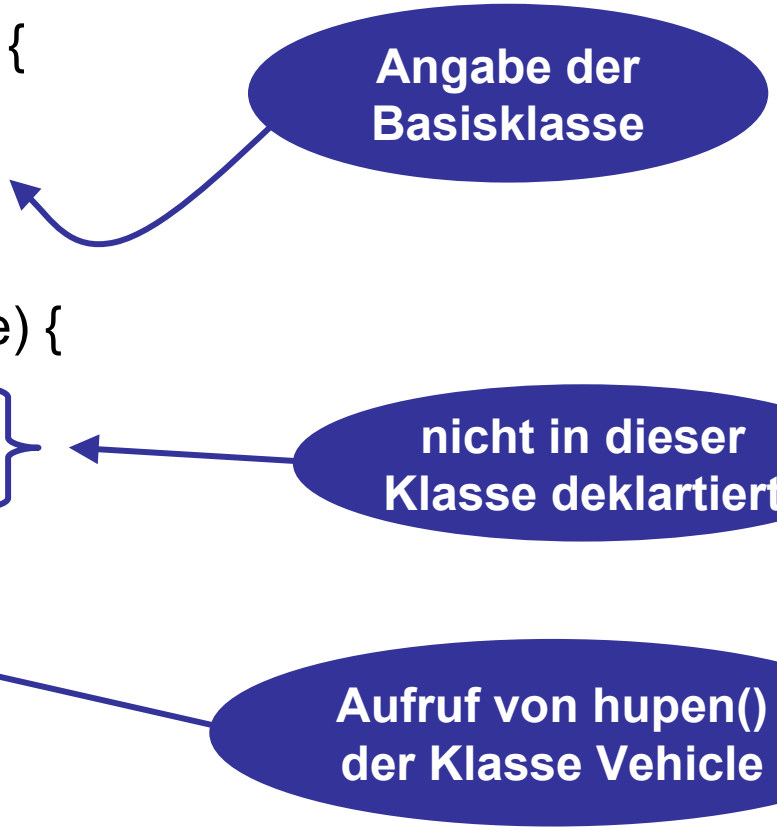
```
    public void bremsen(float toVelocity) {

        while (toVelocity>velocity) {
            velocity=velocity-retardEffort;
        }
        System.out.println("Speed:"+velocity);
    }
}
```

- Weiterhin wichtig: Konstruktoren werden nicht vererbt!
- Sie müssen also bei Bedarf für jede Klasse neu implementiert werden
- Weiter im Beispiel – Ein Motorrad sei ein Fahrzeug, der aber
  - zusätzlich eine Farbe besitzt und diese mit printFarbe() Ausgeben kann
  - sich durch eine Beschleunigung von 0.5 auszeichnet

Vererbung – 5

- Lösen wir das Problem schrittweise:

```
public class Motorbike extends Vehicle {
        String color="";
         int wheels=2;
        vehicleType=  "Motorrad";
        // Konstruktor
        public Motorbike(String eingineType) {
                this.acceleration = 0.5f;
                this.engineType= eingineType;
                this.hupen();
        }
        // Methode
        public void printColor() {
                System.out.println(this.color);
        }
}
```



Vererbung – 5

- Fügen wir zusätzlich eine andere Methode für „hupen“ ein

```
        // Methoden
        public void hupen() {
                System.out.println(“Moep Moep");
        }
}
```

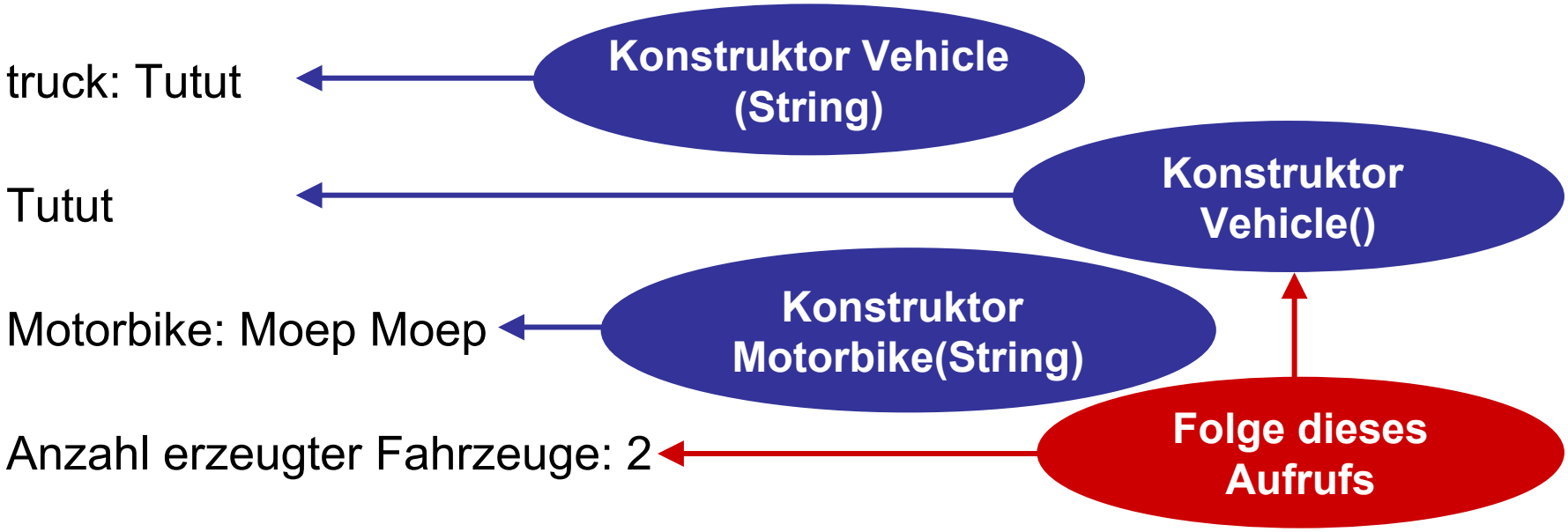
Vererbung – 6

- … und zum Testen:

```
public class MeinTest {

public static void main(String[] args) {

  Vehicle truck = new Vehicle("Diesel",1.0f,2.0f);
 Motorbike   HarleyRK = new Motorbike("gasoline engine");

  System.out.println("Anzahl erzeugte Fahrzeuge: "   + Vehicle.anzahl);
}
}
```

- Welche Ausgabe wird produziert?

Vererbung – 7



- Offensichtlich führt der Aufruf des Konstruktors für die Klasse Motorbike zum Aufruf des parameterlosen Konstruktors Vehicle
- Die Konstruktoren werden von "oben nach unten" ausgeführt, d.h. es wird zuerst der Konstruktor der Basisklasse ausgeführt und dann der Konstruktor der Subklasse
- Damit sind auch alle geerbten Felder richtig initialisiert!

Vererbung – 8

- Damit stehen jedem Objekt vom Typ Motorbike die Bezeichner für die
  - Felder acceleration oder color
    Methoden hupen(), bremsen(float toVelocity)
  - und neu: Methode printColor() zur Verfügung
- Lösen wir jetzt das zweite Problem: die Anzahl der Räder eines Motorrads
  - Erste Möglichkeit: Zuweisung wheels = 2; im Konstruktor der Klasse Motorrad
  - Zweite Möglichkeit: Deklaration des Feldes
    int wheels = 2;
    in der Klasse Motorrad

Beides funktioniert !

Überschreiben – 1

- Die Funktionsweise der ersten Möglichkeit ist klar – während die zweite eine Neuerung birgt
- Offensichtlich wird ein neues Feld **wheels** oder eine Methode **hupen()** in der Klasse *Motorbike* deklariert, dass die in der Klasse Vehicle deklarierten Attribute/Methoden **überschreibt, verdeckt**
- Dabei hätten neue Attribute sogar einen anderen Datentyp erhalten dürfen
- Wichtig: Überschreiben ≠ Überladen

Überschreiben – 2

```
public class Motorbike extends Vehicle {

        ..
        int wheels = 2;

        // Konstruktor
        public Motorbike(String vehicleType) {
              ...
              this.hupen();
        }

    public void hupen() {
                    System.out.println(“Moep Moep");
       }


}
```

überschriebenes Feld

Tutut oder MoepMoep?

überschriebene Methode

Überschreiben – 3

- Unsere Testklasse liefert jetzt folgende Ausgabe:

  Truck: Tutut
  Tutut

  Motorbike: MoepMoep

  Anzahl erzeugter Fahrzeuge: 2
- Also bereits im Konstruktor ist die in der Klasse Motorbike überschriebene Methode bekannt …
- … genauso wie in jeder Methode der Klasse Motorbike
- Zur Diskussion:
  Der Begriff Überschreiben bedeutet dann wohl, dass "das Überschriebene" aus der Sicht eines Motorbike nicht mehr erreichbar ist, oder?

super – 1

- Das Schlüsselwort **super** hat eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Schlüsselwort this
- So können mit super z.B. überschriebene Methoden angesprochen werden, d.h.
  - super ist – wie this – eine Referenz auf die aktuelle Instanz …
  - … wobei mit super genau ein Element der Instanz referenziert wird, das vom Typ der unmittelbar übergeordneten Basisklasse ist
  - In unserem Beispiel würde eine Methode der Klasse Motorbike, die auf super zugreift eine Referenz auf dieses Objekt darstellen – allerdings vom Datentyp Vehicle!

super – 2

- Angenommen wir wollen die Instanzen der Klasse „normal“ hupen lassen
- … und dieses „normale“ Hupen klingt schon eher wie das eines "Fahrzeugs"

```
public void normalHupen() {
    super.hupen();
}
```

- Liefert die gewünschte Ausgabe **Motorbike: Tutut**
- Aber die Verwendung von super ist nicht nur auf überschriebene Methoden beschränkt, genauso können
  - überschriebene Attribute und
  - Konstruktoren der Basisklasse angesprochen werden

super – 3

- Aber auch verdeckte Attribute können mittels super wieder zugreifbar gemacht werden
- In unserem Beispiel hat die Subklasse Motorbike das Attribut engineType der Klasse Vehicle überschrieben
- Semantisch wenig sinnvoll, aber dennoch möglich wäre die folgende Instanzmethode:

```
public String parentVehicleType() {
    return( super.vehicleType );
}
```

super – 4

- Der Zugriff auf verdeckte Felder erfolgt in der Praxis weitaus seltener als der Zugriff auf verdeckte Methoden
- Das liegt z.T. daran, dass man normalerweise durch das Verdecken einer Methode sie verfeinern will während durch das Überdecken eines Feldes eine komplett andere Semantik gesetzt werden soll

Beispiel:

Motorbike motorad = new Motorbike(); // Standardkonstruktor

…

System.out.println(motorad.vehicleType);

→ Zugriff auf vehicleType in Klasse **Motorbike**

→ Ausgabe: “Motorbike“

System.out.println(motorad.parentVehicleType());

→ Zugriff auf vehicleType in Klasse **Vehicle**

→ Ausgabe: **“Vehicle“**

super – 5

- Die Methoden der Basisklasse kann man mit
  super.*Methodenbezeichner(Parameterliste);*
  aufgerufen werden
- In unserem Motorrad-Beispiel könnten wir uns doch so Tipparbeit in den Konstruktoren der Klasse Motorrad sparen

- **Erste Idee:**
  Im Konstruktor der Klasse Motobike rufen wir den Konstruktor der Klasse Motobike so auf:

```
public class Motobike {
    // Felder …
    public Motobike(String color) {
        super.Vehicle(“Motobike“, 2.0f, 1.5f);
    …
```

super – 6

- Zur Erinnerung: Konstruktoren sind besondere Methoden, klappte *so* ja auch bei this nicht
- Dann versuchen wir es (genau) so:

```
public class Motobike {
        // Felder …
        public Motobike(String farbe) {
            super(“Motorbike“, 2.0f, 1.5f);
        …
```

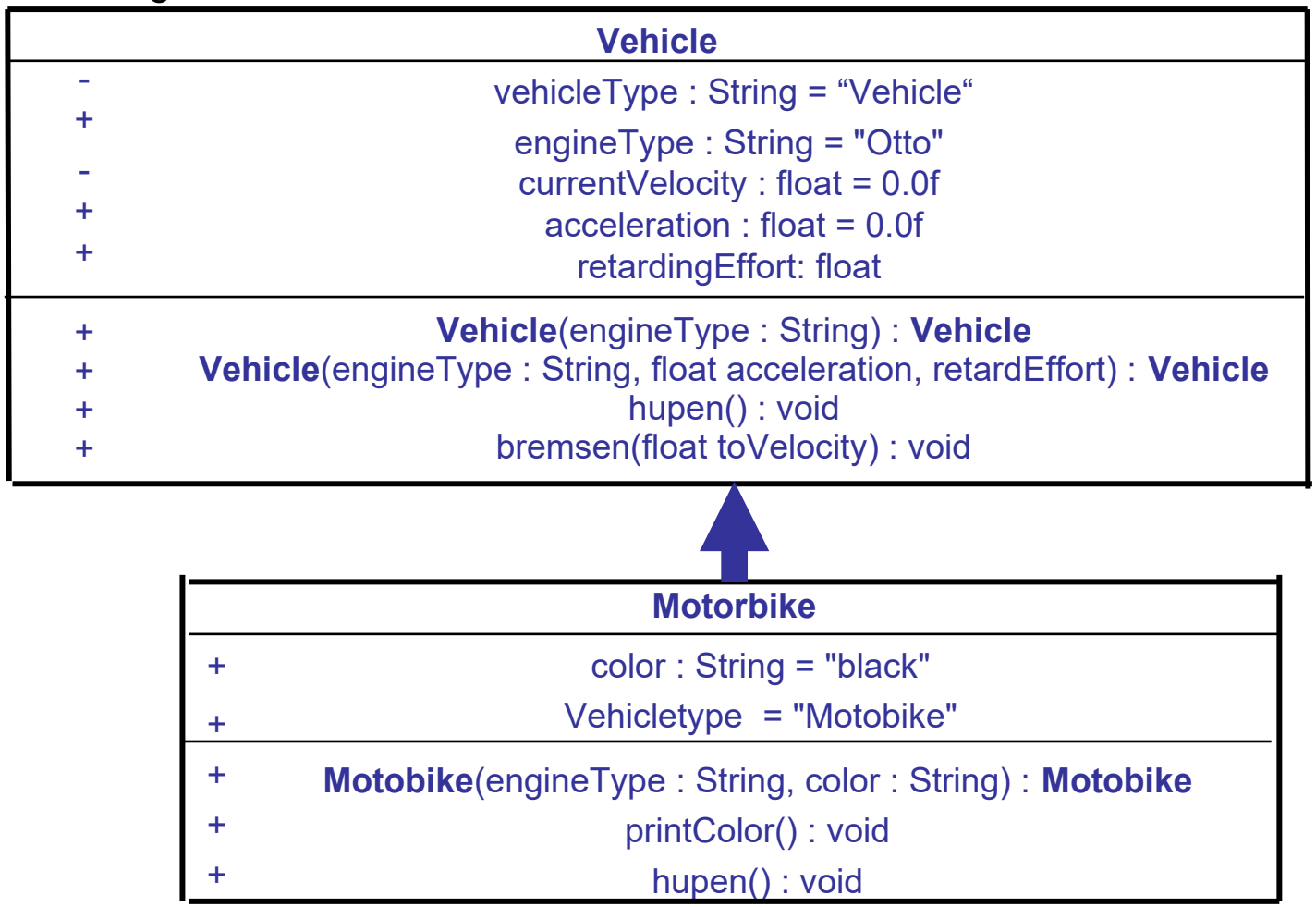
- Das funktioniert!
- Also analog zu this erfolgt der Aufruf des Konstruktors ohne die Angabe des Bezeichners – also nur durch super(*Parameterliste*);

Vorsicht FALLE!

- Genau wie bei this() gibt es Regeln für die Verwendung von super()
  - super() darf nur in einem Konstruktor aufgerufen werden
  - super() muss die erste Anweisung im Rumpf sein – fehlt ein explizites super(), so wird implizit ein parameterloses super() aufgerufen
  - super() kann nur die Konstruktoren der direkt übergeordneten Basisklasse aufrufen
  - this() und super() dürfen nicht in einem Konstruktor stehen – ein this() verhindert sogar den impliziten super()-Aufruf

Notation Vererbung

- Vererbungsbeziehungen lassen sich auch grafisch darstellen
- Ein Pfeil zeigt von der Subklasse zur Basisklasse



Modifikatoren – 1

- Wir hatten vor dem Abschnitt über die Vererbung das Feld *currentVelocity* als private deklariert, …
- … um so jegliche Zugriffe auf dieses Feld von außerhalb der Klasse auf das Attribut zu verhindern
- private **verhindert** aber auch die Vererbung des Feldes in Klasse Motorbike

- Offensichtlich gibt es einen semantischen Unterschied zwischen einer Klasse die eine andere Klasse "nur verwendet" durch Instanzieren …
- … und Klassen die andere Klassen verwendet durch Ableitung, also durch Vererbung

Modifikatoren – 2

- Daher braucht man einen Modifikator, der
  - zwar bei der Instanzierung den Zugriff verhindert,
  - aber bei Vererbung diese Eigenschaft der Subklasse trotzdem zur Verfügung stellt
- Dieser Modifikator heißt **protected**

- Modifizieren wir noch ein Mal unsere Klasse Vehicle:

```
public class Vehicle {
        public String engineType = "Diesel";
         protected currentVelocity;
        // Weitere Felder …
```

Modifikatoren – 3

- Die Klasse **Motorbike** erbt durch das Schlüsselwort extends jetzt (trotzdem) das Feld **currentVelocity**
  - Als sei das Feld **currentVelocity** in der Klasse Vehicle public deklariert
- Die Klasse MeinTest instanziert lediglich Objekte der Klassen **Vehicle** und **Motorbike** …
  - … und hat damit keinen Zugriff auf das Feld **currentVelocity**
  - Als sei das Feld **currentVelocity** in der Klasse **Vehicle** private deklariert
  - Ggf. sind jetzt in der Klasse **Motorbike** Methoden für den Zugriff auf das Feld **currentVelocity** zu implementieren

Modifikatoren – 4

- Die gleichzeitige Verwendung von public, private und protected als Modifikator für Methoden und Felder …
  - … macht keinen Sinn
  - … und ist daher auch nicht erlaubt
- Zur Notation: Kennzeichnung von Feldern und Methoden
  - Modifikator public: +
  - Modifikator private: –
  - Modifikator protected: #

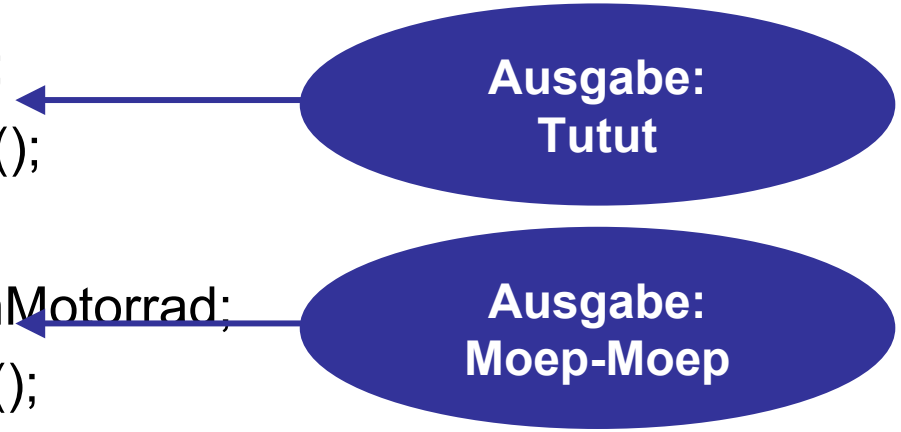
Dynamische Bindung – 1

- Vererbung bedeutet mehr als "die Ersparnis von Tipparbeit"
- Bei der Vererbung gilt folgender Grundsatz: **Jede Instanz der Subklasse ist auch eine Instanz der Basisklasse**
- Das birgt sehr mächtige Modellierungsmöglichkeiten

- Betrachten wir unsere Klasse Vehicle und die davon abgeleitete Klasse Motorrad
- Das bedeutet: Jedes Objekt vom Typ Motorbike ist gleichzeitig auch ein Objekt vom Typ Vehicle

Dynamische Bindung – 2

```
public class MeinTest {
      public static void main(String[] args) {
          Vehicle truck = new Vehicle();
           Vehicle meinMotorrad= new Motorbike();
            Vehicle irgendeinFahrzeug;

           irgendeinFahrzeug= truck;
           irgendeinFahrzeug.hupen();

           irgendeinFahrzeug = meinMotorrad;
           irgendeinFahrzeug.hupen();
      }
}
```



Dynamische Bindung – 3

```
public class MeinTest {
    public static void main(String[] args) {
        Vehicle truck = new Vehicle();
        Motorbike  meineHarley = new Motorbike();
        Vehicle irgendeinFahrzeug;
        int i = 0;

        i = … // Integerwert von der Tastatur einlesen
        if (i == 3)
                irgendeinFahrzeug = meineHarley;
        else
                irgendeinFahrzeug = truck;

        irgendeinFahrzeug.hupen();
    }
}
```

Woher weiß der Compiler das?

Tutut oder Moep-Moep

Dynamische Bindung – 4

- Je nach zugewiesenem Objekt wird entweder "Tutut" oder "Moep-Moep" ausgegeben
- Zur Übersetzungszeit kann der Compiler dies **NICHT** wissen:
  - Es hängt ja von der Benutzereingabe zur Laufzeit ab
  - Der Compiler kann also den Aufruf von irgendeinFahreug.hupen(); nicht statisch in das Programm binden (wie es bei "rein prozeduralen" Programmiersprachen üblich ist)
  - Erst zur Laufzeit erfolgt die (jeweilige) Bindung des Aufrufes an die (entsprechende) Methode – daher spricht man von **dynamischer Bindung**

Dynamische Bindung – 5

- Das Objekt irgendeinFahrzeug ist zwar mit dem Datentyp **Vehicle** deklariert, kann aber so auch *irgendwie* den Datentyp **Motorbike** annehmen
- Man spricht hier auch von Vielgestaltigkeit oder von (gr.) **Polymorphie**
- Polymorphie ist ein weiteres, sehr wichtiges Konzept objekt-orientierter Programmiersprachen
- Sinnvolle Einsatzmöglichkeiten?
  - Ein Array von Vehicle, in dem friedlich nebeneinander Truck und Motorbike gespeichert werden
  - Eine Basisklasse GeometrischeForm mit abgeleiteten Klassen Quadrat, Dreieck, Kreis – und ebenfalls gleichzeitiger Speicherung von Objekten dieser Subklassen in einem Array – z.B. für ein CAD-Programm

Vorsicht FALLE!

- Das Prinzip der dynamischen Bindung funktioniert in Java nur für (verdeckte) Methoden …
- **… nicht für (verdeckte) Felder!**

```
public class MeinTest {
    Vehicle truck = new Vehicle();
        Motobike meineMotorrad = new Motobike();
        Vehicle irgendeinFahrzeug;

    irgendeinFahrzeug = meineMotorrad; // Motorbike!
        System.out.println(irgendeinFahrzeug.vehicleType);
    …
```

Liefert die Ausgabe „Motorrad“ !!!

Merke!

- Der Prozess der Vererbung kann beliebig oft wiederholt werden
- Es können – neben der Klasse Motorbike – weitere Klassen von der Klasse Vehicle erben
- Ebenso können jetzt weitere Klassen von Motorbike erben
- Auf diese Weise entstehen – genau wie in der Genealogie – ganze Vererbungshierarchien
- Eine Mehrfachvererbung, also eine Subklasse aus zwei Basisklassen abzuleiten ist – so – nicht möglich
- Mit super kann immer nur auf die direkt übergeordnete Basisklasse – nicht auf deren Basisklassen – zugegriffen werden

Merke!

- Die Klasse Object steht als "Superklasse" an der Spitze der gesamten Klassenhierarchie
- Auch ohne die Angabe des Schlüsselworts extends ist jede selbst erstellte Klasse eine Subklasse der Klasse Object
- Damit sind alle Instanzen dieser Klasse auch Instanzen der Klasse Object
- Alle Klassen erben die Methoden von Object – die auch aufgerufen werden können
- Einige haben wir schon kennengelernt:
  - toString()
  - equals() etc.

??? Fragen

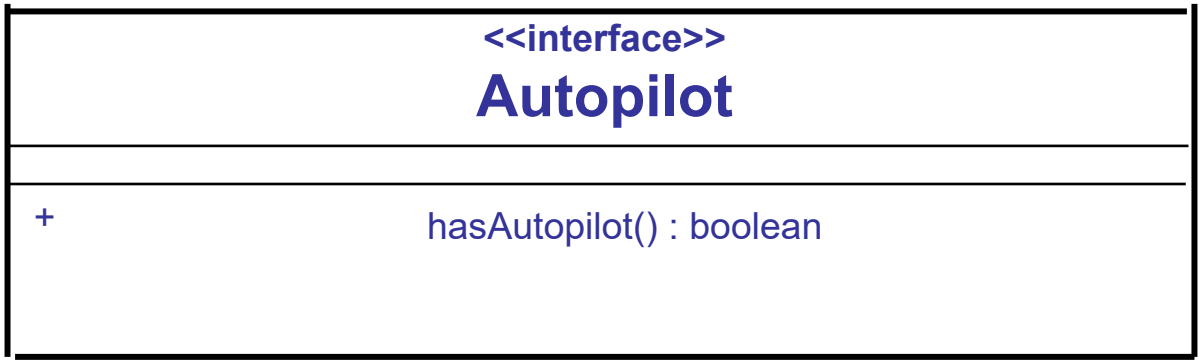
Welche Fragen gibt es?

Schnittstellen – 5

- Grundsätzlich wäre doch auch eine Verknüpfung von verschiedenen Klassen denkbar. Bspw. ein PickUp (Auto + Truck) oder ein Wasserflugzeug (Vehicle + Boat).
- Viele Sprachen unterstützen diese „Mehrfachvererbung), z.B. Perl, C++, Python
- Da dies unter Umständen zu unübersichtlichem Design führt, unterstützt Java nur die Einfachvererbung
- Aber mit dem „Schnittstellenkonzept“, kann eine Klasse beliebig viele Schnittstellen – man könnte sagen „Fähigkeiten“ - erben.

Schnittstellen deklarieren – 5

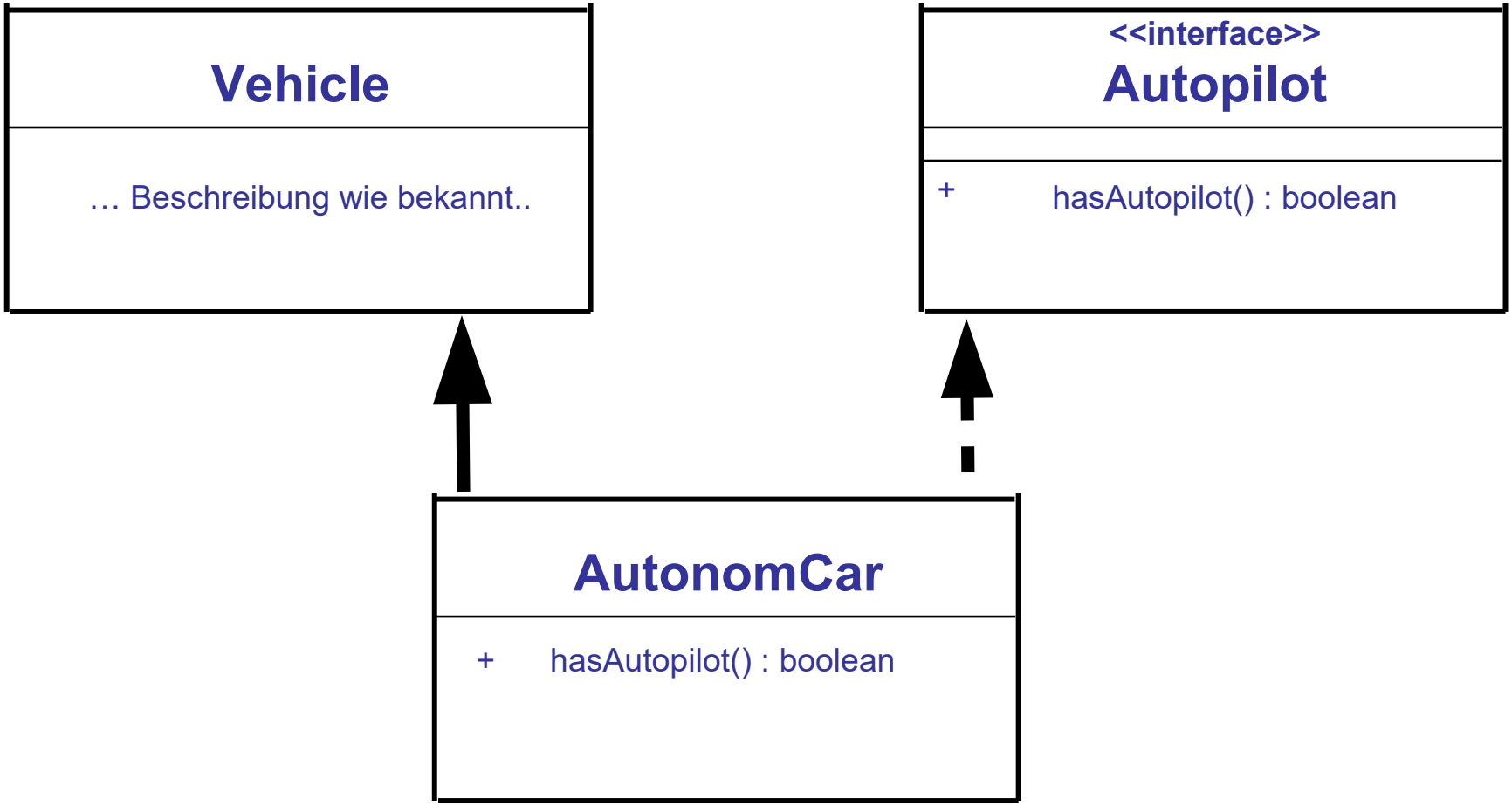
```
interface Autopilot {
    boolean hasAutopilot();
}
```



implements – 5

```
public class AutonomCar extends Vehicle
        implements Autopilot {

        @Override public booelan hasAutopilot() {
                return true;
        }

        // Override ist eine Annotation

}
```

implements – 5



??? Fragen

Welche Fragen gibt es?

Oh no …

- *Das ist ein Fahrzeug*
- *Das ist ein Motorrad!?*
- **fast Richtig – das ist ein Holz Motorrad (WoodBike)**
- *Das **WoodBike** ist ein Fahrzeug **(Vehicle)**, der eines **Motorads** in ein paar "Eigenschaften" nicht unähnlich ist …*
- *ok, zum Verständnis: das **HolzMotorrad** ist ein Motorrad, die aus einer Vererbung entstanden ist.*
- *Das wollen wir aber verhindern*

Modifikatoren für Klassen – 1

- Um ein Objekt vom Datentyp Motorrad instanzieren zu können, benötigt man lediglich die Datei Motorrad**.class**
- Mit dieser Datei ist es (bisher) auch möglich eine eigene Klasse von der Klasse Motorrad abzuleiten
- Damit könnte jemand eine Klasse WoodBike implementieren, die von Motorrad erbt und zusätzlich die Methode hupen() überschreibt:

```
public void hupen() {
        System.out.println("*knarz*");
}
```

- Auch hier liegt ein Unterschied in der Verwendung vor – zwischen "reinem Instanzieren von der Klasse" und "Verwendung mittels Ableitung der Klasse"
- Auch hier hilft ein Modifikator weiter …

Modifikatoren für Klassen – 2

- Bei Variablen hatten wir final als Modifikator kennen gelernt, der ein Überschreiben des Wertes nach der Initialisierung verhinderte
- **final** als Modifikator für eine Klasse verhindert ein "weiteres" Ableiten dieser Klasse …
- … zur Verhinderung der Klasse WoodBike (als Ableitung der Klasse Motorbike) wäre folgende Implementierung notwendig gewesen:

```
public final class Motorbike {
        // Felder …
        // Konstruktoren …
        // Methoden …
```

Merke!

- Wenn final bei Variablen und Klassen funktioniert, dann muss es doch auch eine sinnvolle Bedeutung von final für …
- … Methoden geben!

- Richtig: Mit **final** deklarierte Methoden einer Basisklasse können in den Subklassen dieser Basisklasse nicht überschrieben werden

Modifikatoren für Klassen – 3

- Es gibt sozusagen ein Gegenstück zu final: den Modifikator **abstract**
- Während final eine weitere Ableitung einer Klasse unterbindet, erzwingt abstract eine weitere Ableitung …
- … bevor ein Objekt dieser (dann abgeleiteten) Klasse instanziert werden darf
- Oder mit anderen Worten:
  Von einer mit abstract deklarierten Klasse selbst darf kein Object instanziert werden

- Zur Diskussion: Sinn?

Modifikatoren für Klassen – 5

- Von der abstrakten Klasse Auto werden nun die Klassen Cabrio, Limousine, Kombi usw. abgeleitet und
  - weitere Fähigkeiten (Felder, Methoden) ergänzt oder
  - bestehende Fähigkeiten überladen oder
  - bestehende Fähigkeiten überschrieben
- Damit stellen die Subklassen notwendige Spezialisierungen, Verfeinerungen der Ober-Klasse dar.
- Da jedes Auto ihre ureigenen Fähigkeiten besitzt, beim Cabrio etwa der "verdeckOeffnen()", ist erst die Instanzierung dieser Subklassen sinnvoll

Modifikatoren für Klassen – 4

- Man könnte z.B. eine Ober-Klasse implementieren, die sozusagen eine Grundfunktionalität festlegt
- Ebenfalls als Bezeichnung üblich: **Meta-Klasse** (Klasse zur Erzeugung von Klassen)
- Aber es ist nicht sinnvoll wirklich ein Objekt dieser Klasse zu instanzieren – z.B. weil vorher noch weitere Eigenschaften, Funktionen des Objektes spezifiziert werden müssen
- In unserem Beispiel wäre es sinnvoll, eine abstrakte Klasse Vehicles zu deklarieren – aber niemand würde von seinem Auto nur als Fahrzeug sprechen, jedes Auto hat aber bspw. Typ (Audi, BMW, Opel, VW, .. …)

Spezielle Fähigkeit?

Modifikatoren für Klassen – 5

- Von der abstrakten Klasse Auto werden nun die Klassen Cabrio, Limousine, Kombi usw. abgeleitet und
  - weitere Fähigkeiten (Felder, Methoden) ergänzt oder
  - bestehende Fähigkeiten überladen oder
  - bestehende Fähigkeiten überschrieben
- Damit stellen die Subklassen notwendige Spezialisierungen, Verfeinerungen der Ober-Klasse dar.
- Da jedes Auto ihre ureigenen Fähigkeiten besitzt, beim Cabrio etwa der "verdeckOeffnen()", ist erst die Instanzierung dieser Subklassen sinnvoll

??? Fragen

Welche Fragen gibt es?

finalize – 1

- Nach dem Abschnitt Konstruktoren hatten wir auch Destruktoren besprochen
- Java besitzt einen Mechanismus der dem Destruktor ähnlich ist – **ABER:**
  - Der Aufruf erfolgt NICHT am Ende der Sichtbarkeit, sondern am Ende der Lebensdauer,
  - damit der Speicherfreigabe durch den Garbage Collector!
- Jede Klasse darf eine Methode
  protected void finalize() { … } implementieren

finalize – 2

- Die Methode finalize() wird für jedes Objekt vom Garbage Collector aufgerufen, …
- … wenn dieses aus dem Speicher entfernt wird
- Sinn ist die Implementierung von Funktionen die beim Vernichten des Objektes aufgerufen werden sollen
  - Bei anderen Programmiersprachen sind dies z.B. explizite Freigaben von allozierten Speicherbereichen
  - Bei Java erfolgt dies automatisch und so verlor der Destruktor als solcher erheblich an Bedeutung
- Der Aufruf von finalize() erfolgt also u.U. erst zum Zeitpunkt der Terminierung des Programmes
- Durch die zwingende Deklaration mit dem Modifikator protected ist auch der explizite Aufruf aus einer "nur instanzierenden" Klasse nicht erlaubt

Bereinigen nach Ende der Sichtbarkeits– 1

- Deshalb ist finalize ist seit Java 9 „deprecated“* , da der Zeitpunkt des Aufrufs nicht gut vorhersehbar/problematisch ist.

  *Deprecated: überholt, nicht mehr empfohlen
- Der „gute“ Weg Aufgaben zu erledigen, die am Ende der Sichtbarkeit stattfinden, ist java.lang.ref.Cleaner
- Dieser ist für uns noch relativ kompliziert, der Vollständigkeit wegen folgt ein Beispiel
- Auf diesem Weg wird das Objekt am Ende der Sichtbarkeit oder durch aufrufen der Clean-Methode, wenn das Objekt nicht mehr benötigt wird.

  (https://docs.oracle.com/javase/9/docs/api/java/lang/ref/Cleaner.html)

ref.lang.Cleaner

```
import java.lang.ref.Cleaner;

public class BeispielRessourcenCleanUp  implements AutoCloseable{
    private static final Cleaner cleaner=Cleaner.create();
    private final Cleaner.Cleanable cleanable;
    // *Spezielle Klasse State für den Status der Ressource/ Aufräumaktion – nächste Folie
    private final State state;

    public BeispielRessourcenCleanUp() {
        this.state = new State(  .... ); // Punkte sind exemplarisch
        this.cleanable = cleaner.register(this, this.state );
    }

    @Override    public void close()  {
        cleanable.clean();
    }
}
```

ref.lang.Cleaner

```
*

  static class State implements Runnable {

        State(...) {
           // Initalizierung von State für Aufräumaktion
        }

        public void run() {
           // Aufräumaktion , wird min. einmal ausgeführt          }
     }
```

??? Fragen

Welche Fragen gibt es?