3. Grundkonzepte der Objektorientierung (2):

Klassenvariablen, Klassenmethoden

Java-Beispiele:

TimeC.java
ScheduleC.java

Time.java (aus: III.2)

Schwerpunkte

- Klassenvariablen – Instanzvariablen
- Klassenmethoden – Instanzmethoden
- 'static' - eine glückliche Begriffsbildung?

Zur Motivation: Klasse 'Time' mit erweiterter Aufgabenstellung

bisher: Time.java (III.2)

Time.java
Schedule.java

```
class Time {

   private int hour, minute;
   public Time() ...
   public addMinutes (int m) ...
   public printTime () ...
   public boolean before (Time t)  ...
     ...
}
```

ADT 'Time'

```
class Schedule {

   public static main ... {
     Time t1, t2, t3, t4;
     ...
   }
}
```

Anwendung von 'Time': 4 Terminkalender zusammenstellen → 4 Zeitobjekte

Aufruf der Terminplanung

```
% java Schedule
erster Plan:
8:30AM      PI1
10:00AM     Pause
10:15AM     TI1
11:45AM     Pause
noon        Ma1
1:40PM      Pause
1:55PM      Ma2
letzte (aktuelle) Tageszeit in Minuten:
2:15PM   = 855. Minute des Tages

zweiter Plan:
midnight    Nebenfach
1:40AM      Proseminar
letzte (aktuelle) Tageszeit in Minuten:
3:10AM   = 190. Minute des Tages

dritter Plan:
2:15PM      Sport
3:55PM      Freizeit
letzte (aktuelle) Tageszeit in Mi
7:15PM   = 1155. Minute des Tages

vierter Plan:
noon        zweites Nebenfach
1:40PM      frei
letzte (aktuelle) Tageszeit in Mi
5:00PM   = 1020. Minute des Tages
```

4 Pläne – 4 Zeitobjekte

Bisher: Zeitangaben nach englischen Konventionen

Erweiterte Aufgabe:
Zeitangaben nach englischen oder deutschen Konventionen:
- Aber einheitlich für alle Zeitobjekte zu einem bestimmten Zeitpunkt
- Man kann „umschalten“ zwischen D und E bzw. E und D

Aufruf der Terminplanung

```
% java Schedule
erster Plan:
8:30AM      PI1
10:00AM     Pause
10:15AM     TI1
11:45AM     Pause
noon        Ma1
1:40PM      Pause
1:55PM      Ma2
letzte (aktuelle) Tageszeit in Minuten:
2:15PM   = 855. Minute des Tages

zweiter Plan:
midnight    Nebenfach
1:40AM      Proseminar
letzte (aktuelle) Tageszeit in Minuten:
3:10AM   = 190. Minute des Tages

dritter Plan:
14:15     Sport
15:55     Freizeit
letzte (aktuelle) Tageszeit in Mi
19:15   = 1155. Minute des Tages

vierter Plan:
noon        zweites Nebenfach
13:40     frei
letzte (aktuelle) Tageszeit in Mi
17:00   = 1020. Minute des Tages
```

umschalten:

4 Pläne – 4 Zeitobjekte

Bisher: Zeitangaben nach englischen Konventionen

Erweiterte Aufgabe:
Zeitangaben nach englischen oder deutschen Konventionen:
- Aber einheitlich für alle Zeitobjekte zu einem bestimmten Zeitpunkt
- Man kann „umschalten“ zwischen D und E bzw. E und D

Zur Motivation: Klasse 'Time' mit erweiterter Aufgabenstellung

bisher: Time.java (III.2)

```
class Time {
   private int hour, minute;
   public Time() ...
   public addMinutes (int m) ...
   public printTime () ...
   public boolean before (Time t) ...
}
```

```
class Time {                    zu ändern
   ...
   printTime() {
     //druckt Zeit nach englischen Konventionen
   }
}
```


Zur Motivation: Klasse 'Time' mit erweiterter Aufgabenstellung

bisher: Time.java (III.2)

```
class Time {
   ...
   printTime() {
     //druckt Zeit nach englischen Konventionen
   }
}
```

neu:

- Ausgabe der Zeitangaben nach englischen **(1:40 PM)** oder deutschen **(13:40)** Konventionen
- Anwenderprogramm kann wählen: einheitliches Format für alle Zeitobjekte (vgl. Schedule: 4 Zeitpläne → 4 Zeitobjekte) zu einem bestimmten Zeitpunkt
- Anwenderprogramm kann das Format umschalten (engl. -> dt., dt. -> engl.)

Lösungsidee ?

Erster Lösungsansatz

```
class Time {
   ...
   private boolean englishTime = true;

   public void printTime () {
       if (englishTime)
          printEnglishTime();
       else
          printGermanTime();
   }

   private void printEnglishTime () ...

   private void printGermanTime () ...

   public void switchTimeFormat () {
       englishTime = !englishTime;
   }
}
```

Aufgabe vollständig erfüllt?

Probleme

```
public static void main (...)  {
   TimeC t1 = new TimeC(8,30);
   TimeC t2 = new TimeC();

   t1.printTime();
   t2.printTime();
   t1.switchTimeFormat();
   t2.switchTimeFormat();
   t1.printTime();
   t2.printTime();
}
```

- Einheitliches Format für alle Zeitobjekte nicht gewährleistet (hier: alle Zeitobjekte müssen einzeln umschalten)
- Grund: Instanzvariable 'englishTime' existiert mehrfach (je Objekt einmal)

→ Variable 'englishTime' sollte nur einmal existieren: Klassenvariable

Variablen: zwei Arten

Klassenvariablen **Instanzvariablen**

TimeC.java

```
class TimeC {

   private int hour, minute;

   private final static int noonHour = 12;

   private final static int noonMinute = 0;

   private static boolean englishTime = true;
   ...
}
```

Klassenvariablen (static): existieren einmal je Klasse

→ zum Austausch von Informationen zwischen mehreren Objekten derselben Klasse

Instanzvariablen (non-static): für jedes Objekt angelegt

→ beschreiben den Zustand der Instanz (des jeweiligen Objekts)

Lebensdauer: Existenz der Variablen

```
class TimeC {
   private int hour, minute;

   private final static int noonHour = 12;
   private final static int noonMinute = 0;
   private static boolean englishTime = true;
   ...
}
```

Instanz-Variablen

Klassen-Variablen

Existenz zum Programmstart

noonHour	12
noonMinute	0
englishTime	true

der Klasse TimeC zugeordnet

Existenz mit der Erzeugung eines Objekts:

```
t1 = new TimeC(8,30);
t2 = new TimeC(0,0);
```

t1

hour	8
minute	30

t2

hour	0
minute	0

den Objekten zugeordnet

Sinn der Klassenvariablen (1)

Gemeinsame Information aller Objekte nur einmal abspeichern (Effizienz und Programmlogik)

Zum Vergleich: alternative Lösung nur mit Instanzvariablen

```
class Time {
   private int hour, minute;

   private final int noonHour = 12;
   private final int noonMinute = 0;
   private boolean englishTime = true;
}
```

ohne static

t1

hour
minute
noonHour
noonMinute
englishTime

Nur einmal benötigt

t2

hour
minute
noonHour
noonMinute
englishTime

Sinn der Klassenvariablen (2)

Imperative Programmierung realisieren: keine Objektbildung beabsichtigt

Daten (Variablen) werden nur einmal benötigt

```
class Zeitplan {

   static int hour, minute;

   static addMinutes (int m)   {
       ...
       hour = totalMinutes / 60;
   }
}
```

- **Variablen hour, minute existieren vom Programmstart an**
- **Keine Instanzbildung von Zeitplan vorgenommen**
- **Programmierstil wie Pascal, C – Algoritmen im Mittelpunkt (z. B. Quicksort, Hanoi ... dort keine OO sinnvoll)**

Methoden: zwei Arten

TimeC.java

```
class TimeC {
   ...  // Variablen

   public addMinutes (int m)   {
       int totalMinutes = ...
       hour = ...;
       minute =...;
   }
   public static void switchTimeFormat()   {
       englishTime = !englishTime;
   }
}
```

Instanzmethode

Klassenmethode

- **Instanzmethode:** an Objekt (Instanz) gebunden
  → existiert so oft, wie Instanzen erzeugt wurden
- **Klassenmethode:** an Klasse gebunden
  → existiert nur einmal

Sinn der Klassenmethoden

Algorithmus (Methode) muss nur einmal existieren

```
class TimeC {
   private int hour, minute;   // Instanzvariablen
   static boolean englishTime; // Klassenvariablen

   public addMinutes (int m)   {
       int totalMinutes = (60*hour + minute + m);
   }
   public static void switchTimeFormat()   {
       englishTime = !englishTime;
   }
}
```

Darf switchTimeFormat auch Instanz-Methode sein? Falls ja: Konsequenz?

Klassenmethoden:
können nur Klassenvariablen bearbeiten

Instanzmethoden:
alle Variablen (Klassen- u. Instanzvar.) können bearbeitet werden

Aufruf von Klassenmethoden: Bezug zur Klasse

```
class TimeC {
   private int hour, minute;

   public printTimeInMinutes()   {...}
   public static void switchTimeFormat()   {...}
}
```

ScheduleC.java

```
class ScheduleC {
   main (...)   {
       TimeC t1 new TimeC(8,30);
       TimeC t2 new TimeC(0,0);

       t2.printTimeInMinutes();
       TimeC.switchTimeFormat ();
       ...
}
```

Instanzmethoden: an die Instanz gebunden

Klassenmethoden: an Klasse gebunden

Variablen und Methoden: Erzeugung und Zuordnung

(Zusammenfassung)

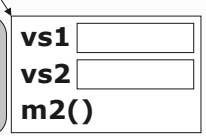
```
class C   {
   int v1, v2;
   static int vs1, vs2;
   void m1()  {...}
   static void m2()   {...}
}
```

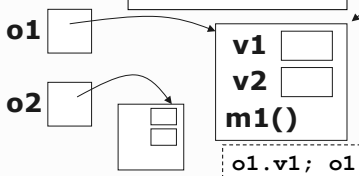
Existenz zum Programmstart (nur einmal)

Existenz mit Erzeugung des Objekts (u.U. mehrfach)

```
o1 = new C();
o2 = new C();
```

Kann als Objekt betrachtet werden






```
C.vs1; C.m2();
```

```
o1.v1; o1.m1();
```


'static' - eine glückliche Begriffsbildung?

Klassenvariable: static → an Klasse gebunden

Instanzvariable: ohne static → an Instanz gebunden

Instanzvariable ohne eigenes Schlüsselwort !

Begriff 'static': stammt von C – dort in ganz anderem Zusammenhang (ohne Bezug zur OO)

→ in Java: methodisch schlechte Wahl (fehleranfällig – 'static' ohne Semantik)

Smalltalk:

```
Instance Variables:
   day Integer
   year Integer

Class Variables:
   MonthNames   Array of Symbol
```