

Informatik I: Einführung in die Programmierung

8. Objekte und Klassen zum Ersten

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



**UNI
FREIBURG**

Peter Thiemann

20. November 2018



Objekte und Klassen

Objekte und Klassen

- Objekte
- Identität und Gleichheit
- Klassen für Records
- Klassendefinition
- Instanzerzeugung
- Funktionen auf Records
- Geschachtelte Records
- Objekte anzeigen
- Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Objekte

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



- Alle *Werte* in Python sind in Wirklichkeit *Objekte*.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



- Alle *Werte* in Python sind in Wirklichkeit *Objekte*.
- Damit ist gemeint, dass sie nicht nur aus reinen *Daten* bestehen, sondern auch assoziierte *Attribute* und *Methoden* haben, auf die mit der **Punktnotation**

`ausdruck.attribut`

zugegriffen werden kann:

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-erzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



- Alle *Werte* in Python sind in Wirklichkeit *Objekte*.
- Damit ist gemeint, dass sie nicht nur aus reinen *Daten* bestehen, sondern auch assoziierte *Attribute* und *Methoden* haben, auf die mit der **Punktnotation**

`ausdruck.attribut`

zugegriffen werden kann:

Python-Interpreter

```
>>> x = complex(10, 3)
>>> x.real, x.imag
10.0 3.0
>>> "spam".index("a")
2
>>> (10 + 10).__neg__()
-20
```

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-erzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



- Jedes Objekt besitzt eine **Identität**, die es von allen anderen Objekten unterscheidet.
- Die Operatoren `is` und `is not` testen die Identität:
- `x is y` ist `True`, wenn `x` und `y` **dasselbe Objekt** bezeichnen, und ansonsten `False` (`is not` umgekehrt):

Python-Interpreter

```
>>> x = ["ham", "spam", "jam"]
>>> y = ["ham", "spam", "jam"]
>>> z = y
>>> x is y, x is z, y is z
(False, False, True)
>>> x is not y, x is not z, y is not z
(True, True, False)
>>> del y[1]
>>> x, y, z
(['ham', 'spam', 'jam'], ['ham', 'jam'], ['ham', 'jam'])
```

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-erzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Identität und Gleichheit

Objekte und
Klassen

Objekte

**Identität und
Gleichheit**

Klassen für
Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



- Außer Zahlen und Strings können auch Listen und Tupel auf Gleichheit getestet werden. Der Unterschied zum Identitätstest ist wichtig:

Python-Interpreter

```
>>> x = ["ham", "spam", "jam"]
>>> y = ["ham", "spam", "jam"]
>>> x == y, x is y
(True, False)
```

- Test auf *Gleichheit*: haben x und y den gleichen Typ, sind sie gleich lang und sind korrespondierende Elemente gleich? (die Definition ist rekursiv)
- Test auf *Identität*: bezeichnen x und y dasselbe Objekt?

Faustregel

Verwende in der Regel den Gleichheitstest.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Anmerkung zu None:

- Der Typ `NoneType` hat nur einen einzigen Wert: `None`. Daher ist es egal, ob ein Vergleich mit `None` per Gleichheit oder per Identität erfolgt.
- Es hat sich eingebürgert, Vergleiche mit `None` immer als `x is None` bzw. `x is not None` und nicht als `x == None` bzw. `x != None` zu schreiben.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Jetzt können wir auch genauer sagen, was es mit veränderlichen (*mutable*) und unveränderlichen (*immutable*) Datentypen auf sich hat:

- Instanzen von veränderlichen Datentypen können modifiziert werden. **Vorsicht** bei Zuweisungen wie $x = y$:
Nachfolgende Operationen auf x beeinflussen auch y .
 - Beispiel: Listen (`list`)
- Instanzen von unveränderlichen Datentypen können nicht modifiziert werden. Daher sind Zuweisungen wie $x = y$ völlig unkritisch:
Da das durch x bezeichnete Objekt nicht verändert werden kann, besteht keine Gefahr für y .
 - Beispiele: Zahlen (`int`, `float`, `complex`), Strings (`str`), Tupel (`tuple`)

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Klassen für Records

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



- Bisher haben wir vorgefertigte Objekte verwendet,

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



- Bisher haben wir vorgefertigte Objekte verwendet,
- Jetzt beginnen wir selbst welche zu bauen!

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



- Bisher haben wir vorgefertigte Objekte verwendet,
- Jetzt beginnen wir selbst welche zu bauen!
- Dafür benötigen wir einen Bauplan.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



- Bisher haben wir vorgefertigte Objekte verwendet,
- Jetzt beginnen wir selbst welche zu bauen!
- Dafür benötigen wir einen Bauplan.

Definition

Ein **Record** ist ein Objekt, das mehrere untergeordnete Objekte, die **Attribute**, enthält.

- alternativ: **Struct**; deutsch: Reihung, Struktur
- Objekte heißen auch **Instanzen**.
- Attribute heißen auch **Felder**.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-erzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Beschreibung für Ware

Ein Händler beschreibt eine Ware durch den Namen und den Angebotspreis.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Beschreibung für Ware

Ein Händler beschreibt eine Ware durch den Namen und den Angebotspreis.

Schritt 1: Bezeichner und Datentypen

Ein Händler beschreibt eine Ware (`Article`) durch die **Attribute**

- `name` : `string`, den Namen und
- `price` : `int`, den Angebotspreis (**in cent**), immer ≥ 0 .

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Klassendefinition

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Python-Interpreter

```
>>> class Article:
...     pass # nur notwendig für leere Klasse!
...
>>> Article
<class '__main__.Article'>
>>> int
<class 'int'>
```

- Neue Records und Klassen werden mit der **class**-Anweisung eingeführt (Konvention: **CamelCase**-Namen).

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-erzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Python-Interpreter

```
>>> class Article:
...     pass # nur notwendig für leere Klasse!
...
>>> Article
<class '__main__.Article'>
>>> int
<class 'int'>
```

- Neue Records und Klassen werden mit der **class**-Anweisung eingeführt (Konvention: **CamelCase**-Namen).
- Die **class**-Anweisung muss **ausgeführt werden**. Sie sollte nicht in einer bedingten Anweisung verborgen werden!

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-erzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Python-Interpreter

```
>>> class Article:
...     pass # nur notwendig für leere Klasse!
...
>>> Article
<class '__main__.Article'>
>>> int
<class 'int'>
```

- Neue Records und Klassen werden mit der **class**-Anweisung eingeführt (Konvention: **CamelCase**-Namen).
- Die **class**-Anweisung muss **ausgeführt werden**. Sie sollte nicht in einer bedingten Anweisung verborgen werden!
- Definiert einen neuen Typ `Article`.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-erzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Instanzenenerzeugung

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

**Instanzen-
erzeugung**

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



- Jeder Aufruf der Klasse als Funktion erzeugt ein neue **Instanz** der Klasse.

Objekte und
Klassen

Objekte

Identität und
Gleichheit

Klassen für
Records

Klassendefinition

**Instanzen-
erzeugung**

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



- Jeder Aufruf der Klasse als Funktion erzeugt ein neue **Instanz** der Klasse.

Python-Interpreter

```
>>> class Article:
...     pass
...
>>> instance1 = Article()
>>> instance1
<__main__.Article object at 0x101ac51d0>
>>> instance2 = Article()
>>> instance1 is instance2
False
>>> instance1 == instance2
False
```

Objekte und Klassen

- Objekte
- Identität und Gleichheit
- Klassen für Records
- Klassendefinition
- Instanzen-erzeugung**
- Funktionen auf Records
- Geschachtelte Records
- Objekte anzeigen
- Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



- Jeder Aufruf der Klasse als Funktion erzeugt ein neue **Instanz** der Klasse.

Python-Interpreter

```
>>> class Article:
...     pass
...
>>> instance1 = Article()
>>> instance1
<__main__.Article object at 0x101ac51d0>
>>> instance2 = Article()
>>> instance1 is instance2
False
>>> instance1 == instance2
False
```

- Alle erzeugten Instanzen sind untereinander nicht-identisch und ungleich!

Objekte und Klassen

- Objekte
- Identität und Gleichheit
- Klassen für Records
- Klassendefinition
- Instanzen-erzeugung**
- Funktionen auf Records
- Geschachtelte Records
- Objekte anzeigen
- Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick

Instanzen sind dynamische Strukturen/Records



- Instanzen sind Records, die *dynamisch* neue **Attribute** erhalten können.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

**Instanzen-
erzeugung**

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick

Instanzen sind dynamische Strukturen/Records



- Instanzen sind Records, die *dynamisch* neue **Attribute** erhalten können.

Python-Interpreter

```
>>> class Article:
...     pass
...
>>> phone = Article()
>>> phone.name = "Smartphone"
>>> phone.price = 49500
>>> phone.price * 0.19 / 1.19
7903.361344537815
```

Objekte und Klassen

- Objekte
- Identität und Gleichheit
- Klassen für Records
- Klassendefinition
- Instanzerzeugung**
- Funktionen auf Records
- Geschachtelte Records
- Objekte anzeigen
- Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick

Instanzen sind dynamische Strukturen/Records



- Instanzen sind Records, die *dynamisch* neue **Attribute** erhalten können.

Python-Interpreter

```
>>> class Article:
...     pass
...
>>> phone = Article()
>>> phone.name = "Smartphone"
>>> phone.price = 49500
>>> phone.price * 0.19 / 1.19
7903.361344537815
```

- D.h. jede Instanz kann dynamisch neue Attribute erhalten – jede Instanz hat einen eigenen **Namensraum**, auf den die Punktnotation zugreift.

Objekte und Klassen

- Objekte
- Identität und Gleichheit
- Klassen für Records
- Klassendefinition
- Instanzen-erzeugung**
- Funktionen auf Records
- Geschachtelte Records
- Objekte anzeigen
- Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick

Instanzen sind dynamische Strukturen/Records



- Instanzen sind Records, die *dynamisch* neue **Attribute** erhalten können.

Python-Interpreter

```
>>> class Article:
...     pass
...
>>> phone = Article()
>>> phone.name = "Smartphone"
>>> phone.price = 49500
>>> phone.price * 0.19 / 1.19
7903.361344537815
```

- D.h. jede Instanz kann dynamisch neue Attribute erhalten – jede Instanz hat einen eigenen **Namensraum**, auf den die Punktnotation zugreift.
- Besser: gleiche Attribute für alle Instanzen einer Klasse!

Objekte und Klassen

Objekte
Identität und Gleichheit
Klassen für Records
Klassendefinition
**Instanzen-
erzeugung**
Funktionen auf Records
Geschachtelte Records
Objekte anzeigen
Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 2: Klassengerüst

```
class Article:
    def __init__(self, name, price):
        self.name = name
        self.price = price
```

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

**Instanzen-
erzeugung**

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 2: Klassengerüst

```
class Article:
    def __init__(self, name, price):
        self.name = name
        self.price = price
```

- Wenn eine `__init__` Funktion innerhalb der `class`-Anweisung definiert wird, dann wird sie automatisch beim Erzeugen einer Instanz aufgerufen.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 2: Klassengerüst

```
class Article:
    def __init__(self, name, price):
        self.name = name
        self.price = price
```

- Wenn eine `__init__` Funktion innerhalb der `class`-Anweisung definiert wird, dann wird sie automatisch beim Erzeugen einer Instanz aufgerufen.
- Die Klasse hat immer **ein Argument weniger** als die `__init__` Funktion!

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 2: Klassengerüst

```
class Article:
    def __init__(self, name, price):
        self.name = name
        self.price = price
```

- Wenn eine `__init__` Funktion innerhalb der `class`-Anweisung definiert wird, dann wird sie automatisch beim Erzeugen einer Instanz aufgerufen.
- Die Klasse hat immer **ein Argument weniger** als die `__init__` Funktion!
- Der erste Parameter heißt immer `self` (Konvention) und enthält das neue Objekt.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Python-Interpreter

```
>>> class Article:
...     def __init__(self, name, price):
...         self.name = name
...         self.price = price
...
>>> phone = Article("Smartphone", 49500)
>>> phone.price * 0.19 / 1.19
7903.361344537815
```

Objekte und
Klassen

Objekte

Identität und
Gleichheit

Klassen für
Records

Klassendefinition

**Instanzen-
erzeugung**

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Funktionen auf Records

Objekte und
Klassen

Objekte

Identität und
Gleichheit

Klassen für
Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

**Funktionen auf
Records**

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Angebotspreis

Der Händler will seine Preise am Black Friday um 25% herabsetzen. Der Angebotspreis soll dynamisch nur an der Kasse berechnet werden.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Angebotspreis

Der Händler will seine Preise am Black Friday um 25% herabsetzen. Der Angebotspreis soll dynamisch nur an der Kasse berechnet werden.

Schritt 1: Bezeichner und Datentypen

Der Händler braucht für die Kasse eine Funktion `sale_price`, die als Parameter

- `article` : `Article`, die Ware, und
- `discount` : `int`, den Rabattsatz (in Prozent zwischen 0 und 100)

erwartet und den Verkaufspreis : `int` (in Cent) berechnet.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-erzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def sale_price (  
    article : Article,  
    discount : int) -> int:  
    # fill in  
    return 0
```

- Neu: im Rumpf können wir die Attribute von `article` über die Punktnotation verwenden.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition
Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 3: Beispiele

```
a1 = Article ("Mausefalle", 2000)
a2 = Article ("Promo_Lutscher", 0)
a3 = Article ("Nougat", 2000)
sale_price (a1, 25) == 1500
sale_price (a1, 10) == 1900
sale_price (a3, 10) == 1900
sale_price (a2, 25) == 0
```

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschaltete Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 4: Funktionsdefinition

```
def sale_price (  
    article : Article,  
    discount : int) -> int:  
    return article.price * (  
        100 - discount) // 100
```

Objekte und
Klassen

Objekte

Identität und
Gleichheit

Klassen für
Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

**Funktionen auf
Records**

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 4: Funktionsdefinition

```
def sale_price (  
    article : Article,  
    discount : int) -> int:  
    return article.price * (  
        100 - discount) // 100
```

Bemerkung

Die Funktion funktioniert für **jedes** Objekt mit einem price Attribut.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Geschachtelte Records

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Terminplanung

Ein (Besprechungs-) Termin hat einen Titel, Teilnehmer, eine Anfangszeit und eine Endzeit. Eine (Uhr-) Zeit wird durch Stunde und Minute repräsentiert.

- 1 Wie lange dauert ein Termin?
- 2 Stehen zwei Termine in Konflikt?

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Terminplanung

Ein (Besprechungs-) Termin hat einen Titel, Teilnehmer, eine Anfangszeit und eine Endzeit. Eine (Uhr-) Zeit wird durch Stunde und Minute repräsentiert.

- 1 Wie lange dauert ein Termin?
- 2 Stehen zwei Termine in Konflikt?

Bemerkungen

- Zwei Klassen beteiligt: für Termin und für Zeit
- Frage 2 muss noch präzisiert werden

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 1: Bezeichner und Datentypen

Eine Zeit `Time` besteht aus

- einer Stundenzahl: `hour : int` zwischen 0 und 23
- einer Minutenzahl: `minute : int` zwischen 0 und 59.

Ein Termin `Appointment` hat

- einen Titel: `title : string`
- (mehrere) Teilnehmer: `participants : list (of string)`
- Anfangszeit: `start : Time`
- Endzeit: `end : Time` nicht vor `start`

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-erzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 1: Bezeichner und Datentypen

Eine Zeit `Time` besteht aus

- einer Stundenzahl: `hour : int` zwischen 0 und 23
- einer Minutenzahl: `minute : int` zwischen 0 und 59.

Ein Termin `Appointment` hat

- einen Titel: `title : string`
- (mehrere) Teilnehmer: `participants : list (of string)`
- Anfangszeit: `start : Time`
- Endzeit: `end : Time` nicht vor `start`

Bemerkung

- Ein `Appointment`-Objekt enthält zwei `Time`-Objekte

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-erzeugung

Funktionen auf Records

Geschaltete Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 2: Klassengerüst

```
class Time:
    def __init__(self, hour:int, minute:int):
        self.hour = hour
        self.minute = minute

class Appointment:
    def __init__(self, title:string
                  , participants:list
                  , start:Time
                  , end:Time):
        self.title = title
        self.participants = participants
        self.start = start
        self.end = end
```

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 1: Bezeichner und Datentypen

Wie lange dauert ein Termin?

Die Funktion `duration` nimmt einen Termin

`app` : `Appointment` und bestimmt seine Dauer in Minuten (`int`).

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 1: Bezeichner und Datentypen

Wie lange dauert ein Termin?

Die Funktion `duration` nimmt einen Termin

`app` : `Appointment` und bestimmt seine Dauer in Minuten (`int`).

Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def duration (app : Appointment) -> int:  
  # fill in  
  return 0
```

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 3: Beispiele

```
t1 = Time (12, 50)
t2 = Time (13, 10)
t3 = Time (10, 05)
t4 = Time (12, 45)
m1 = Appointment ("lunch", [], t1, t2)
m2 = Appointment ("lecture", [], t3, t4)
m3 = Appointment ("alarm", [], t4, t4)
duration(m1) == 20
duration(m2) == 160
duration(m3) == 0
```

Objekte und Klassen

- Objekte
- Identität und Gleichheit
- Klassen für Records
- Klassendefinition
- Instanzerzeugung
- Funktionen auf Records
- Geschachtelte Records**
- Objekte anzeigen
- Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 4: Funktionsdefinition

```
def duration (app : Appointment) -> int:  
    return difference (app.end, app.start)
```

Objekte und
Klassen

Objekte

Identität und
Gleichheit

Klassen für
Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

**Geschachtelte
Records**

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 4: Funktionsdefinition

```
def duration (app : Appointment) -> int:  
  return difference (app.end, app.start)
```

Prinzip Wunschdenken

- Zur Erledigung der Aufgabe in `Appointment` benötigen wir eine Operation, die nur mit `Time` zu tun hat.
- **Wunschdenken** heißt, wir geben der gewünschten Funktion einen Namen und erstellen einen Vertrag für sie.
- Dann verwenden wir sie, bevor sie entworfen und implementiert ist.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-erzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 1: Bezeichner und Datentypen

Bestimme die Differenz zweier Zeitangaben.

Die Funktion `difference` nimmt zwei Zeitangaben

$t_1, t_2 : \text{Time}$ und bestimmt die Differenz $t_1 - t_2$ in Minuten (`int`). Dabei nehmen wir an, dass $t_1 \geq t_2$ ist.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

**Geschachtelte
Records**

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 1: Bezeichner und Datentypen

Bestimme die Differenz zweier Zeitangaben.

Die Funktion `difference` nimmt zwei Zeitangaben

`t1`, `t2` : `Time` und bestimmt die Differenz `t1 - t2` in Minuten (`int`). Dabei nehmen wir an, dass `t1 >= t2` ist.

Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def difference (t1 : Time, t2 : Time) -> int:  
  # fill in  
  return 0
```

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

**Geschachtelte
Records**

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 3: Beispiele

```
t1 = Time (12, 50)
t2 = Time (13, 10)
t3 = Time (10, 05)
t4 = Time (12, 45)
difference(t2, t1) == 20
difference(t4, t3) == 160
difference(t1, t1) == 0
```

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

**Geschachtelte
Records**

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen- fassung & Ausblick



Schritt 4: Funktionsdefinition

```
def difference (t1 : Time, t2 : Time) -> int:  
  return ((t1.hour - t2.hour) * 60  
          + t1.minute - t2.minute)
```

Objekte und
Klassen

Objekte

Identität und
Gleichheit

Klassen für
Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

**Geschachtelte
Records**

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 4: Funktionsdefinition

```
def difference (t1 : Time, t2 : Time) -> int:  
  return ((t1.hour - t2.hour) * 60  
          + t1.minute - t2.minute)
```

In der Regel

- In Funktionen die Punktnotation nur zum Zugriff auf direkte Attribute verwenden.
- Also nicht tiefer als eine Ebene zugreifen.

Objekte und Klassen

- Objekte
- Identität und Gleichheit
- Klassen für Records
- Klassendefinition
- Instanzerzeugung
- Funktionen auf Records
- Geschachtelte Records**
- Objekte anzeigen
- Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Präzisierung der Fragestellung

Stehen zwei Termine in Konflikt?

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

**Geschachtelte
Records**

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Präzisierung der Fragestellung

Stehen zwei Termine in Konflikt?

- Überschneiden sich zwei Termine zeitlich?

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

**Geschachtelte
Records**

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Präzisierung der Fragestellung

Stehen zwei Termine in Konflikt?

- Überschneiden sich zwei Termine zeitlich?
- Haben zwei Termine gemeinsame Teilnehmer?

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Präzisierung der Fragestellung

Stehen zwei Termine in Konflikt?

- Überschneiden sich zwei Termine zeitlich?
- Haben zwei Termine gemeinsame Teilnehmer?
- Konflikt, falls beides zutrifft!

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Präzisierung der Fragestellung

Stehen zwei Termine in Konflikt?

- Überschneiden sich zwei Termine zeitlich?
- Haben zwei Termine gemeinsame Teilnehmer?
- Konflikt, falls beides zutrifft!

Schritt 1: Bezeichner und Datentypen

Stehen zwei Termine in Konflikt?

Die Funktion `conflict` nimmt zwei Termine

`a1`, `a2` : `Appointment` und stellt fest, ob sie in Konflikt stehen (`bool`).

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def conflict (a1 : Appointment,  
             a2 : Appointment) -> bool:  
  # fill in  
  return False
```

Objekte und
Klassen

Objekte

Identität und
Gleichheit

Klassen für
Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

**Geschachtelte
Records**

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 3: Beispiele

```
t1 = Time (12, 00)
t2 = Time (12, 30)
t3 = Time (10, 05)
t4 = Time (12, 45)
ap = Appointment
a1 = ap ("lunch", ["jim", "jack"], t1, t2)
a2 = ap ("lecture", ["jeff", "jim"], t3, t4)
a3 = ap ("coffee", ["jack", "jill"], t2, t4)
#
conflict(a1, a2) and conflict (a2, a1)
not conflict(a1, a3)
not conflict(a2, a3)
```

Objekte und Klassen

- Objekte
- Identität und Gleichheit
- Klassen für Records
- Klassendefinition
- Instanzerzeugung
- Funktionen auf Records
- Geschachtelte Records**
- Objekte anzeigen
- Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 4: Funktionsdefinition

```
def conflict (a1 : Appointment,  
             a2 : Appointment) -> bool:  
  time_ok = (before(a1.end, a2.start)  
            or before(a2.end, a1.start))  
  participants_ok = not (  
    intersection (a1.participants,  
                 a2.participants))  
  return not (time_ok and participants_ok)
```

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Wunschdenken

```
def before (t1 : Time, t2 : Time) -> bool:
  ''' check whether t1 is no later than t2 '''
  return False

def intersection (lst1 : list,
                 lst2 : list) -> list:
  ''' return the list of elements both in lst1 and lst2 '''
  return []
```

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschichtete Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Wunschdenken

```
def before (t1 : Time, t2 : Time) -> bool:
  ''' check whether t1 is no later than t2 '''
  return False

def intersection (lst1 : list,
                 lst2 : list) -> list:
  ''' return the list of elements both in lst1 and lst2 '''
  return []
```

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschichtete Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick

Weitere Ausführung selbst

- before: Bedingung auf den Attributen von Time-Objekten
- intersection: for-Schleife auf einer der Listen, Akkumulator für das Ergebnis



Objekte anzeigen

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Python-Interpreter

```
>>> class Article:
...     def __init__(self, name, price):
...         self.name = name
...         self.price = price
...
>>> phone = Article("Smartphone", 49500)
>>> phone
<__main__.Article object at 0x101ac51d0>
```

- Objekte werden nicht automatisch schön angezeigt.
- Absicht, damit ein Objekt "interne" Information enthalten kann.
- Ansatz: Schreibe eigene Druckfunktion

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



- Ein `Article` Objekt soll angezeigt werden.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



- Ein `Article` Objekt soll angezeigt werden.
- Dafür muss es in einen String umgewandelt werden.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



- Ein `Article` Objekt soll angezeigt werden.
- Dafür muss es in einen String umgewandelt werden.

Schritt 1: Bezeichner und Datentypen

Die Funktion `article_str` wandelt ein Objekt vom Typ `Article` in einen (informativen) String um.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



- Ein `Article` Objekt soll angezeigt werden.
- Dafür muss es in einen String umgewandelt werden.

Schritt 1: Bezeichner und Datentypen

Die Funktion `article_str` wandelt ein Objekt vom Typ `Article` in einen (informativen) String um.

Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def article_str(art : Article):  
    # fill in  
    return ""
```

Objekte und
Klassen

Objekte

Identität und
Gleichheit

Klassen für
Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 3: Beispiele

```
a1 = Article("Phone", 49500)
a2 = Article("Hammer", 1300)
#
article_str (a1) == "Article('Phone ', 49500) "
article_str (a2) == "Article('Hammer ', 1300) "
```

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 4: Funktionsdefinition

```
def article_str (art : Article):  
    return ("Article(" + repr(art.name)  
           + ", " + repr(art.price) + ")")
```

Objekte und
Klassen

Objekte

Identität und
Gleichheit

Klassen für
Records

Klassendefinition
Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 4: Funktionsdefinition

```
def article_str (art : Article):  
    return ("Article(" + repr(art.name)  
           + ", " + repr(art.price) + ")")
```

- Die Funktion `repr(x)` erzeugt einen String aus dem Objekt `x`, sodass dieser String wieder von Python eingelesen werden kann.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 4: Funktionsdefinition

```
def article_str (art : Article):  
    return ("Article(" + repr(art.name)  
           + ", " + repr(art.price) + ")")
```

- Die Funktion `repr(x)` erzeugt einen String aus dem Objekt `x`, sodass dieser String wieder von Python eingelesen werden kann.
- Für Zahlen liefern `str` und `repr` in der Regel das gleiche Ergebnis.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Python-Interpreter

```
>>> string = "dead parrot"  
>>> string  
'dead parrot'  
>>> print(string)  
dead parrot  
>>> str(string)  
'dead parrot'  
>>> repr(string)  
"'dead parrot'"
```

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Python-Interpreter

```
>>> Article.__str__ = article_str
>>> a1 = Article("Phone", 49500)
>>> str(a1)
'Article('Phone', 49500) '
>>> print(a1)
Article('Phone', 49500)
```

```
Article.__str__ = article_str
```

- Eine Klasse ist auch ein Objekt!

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-erzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Python-Interpreter

```
>>> Article.__str__ = article_str
>>> a1 = Article("Phone", 49500)
>>> str(a1)
'Article('Phone', 49500)'
>>> print(a1)
Article('Phone', 49500)
```

```
Article.__str__ = article_str
```

- Eine Klasse ist auch ein Objekt!
- Das `__str__` Attribut der Klasse ist "magisch".

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Python-Interpreter

```
>>> Article.__str__ = article_str
>>> a1 = Article("Phone", 49500)
>>> str(a1)
'Article('Phone', 49500)'
>>> print(a1)
Article('Phone', 49500)
```

```
Article.__str__ = article_str
```

- Eine Klasse ist auch ein Objekt!
- Das `__str__` Attribut der Klasse ist "magisch".
- Wenn es eine passende Funktion enthält, wird sie beim Umwandeln von Objekten der Klasse in einen String aufgerufen.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Entwurf mit Alternativen

Objekte und
Klassen

Objekte

Identität und
Gleichheit

Klassen für
Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

**Entwurf mit
Alternativen**

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Spielkarten

Eine Spielkarte ist entweder

- ein Joker oder
- eine natürliche Karte mit einer Farbe und einem Wert.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-erzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Spielkarten

Eine Spielkarte ist entweder

- ein Joker oder
- eine natürliche Karte mit einer Farbe und einem Wert.

Schritt 1: Bezeichner und Datentypen

Eine Spielkarte hat eine von zwei Ausprägungen.

- Joker werden durch Objekte der Klasse `Joker` repräsentiert.
- Natürliche Karten durch Objekte der Klasse `Card` mit Attributen `suit` (Farbe) und `rank` (Wert).

Farbe ist ***Clubs***, ***Spades***, ***Hearts***, ***Diamonds***

Wert ist 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, Jack, Queen, King, Ace

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 2: Klassengerüst

```
class Joker:
    pass # no attributes

class Card:
    def __init__(self, suit:string
                  , rank:string):
        self.suit = suit
        self.rank = rank
```

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Rommé Figuren erkennen

Ein Figur im Rommé ist entweder

- ein Satz (*set*): drei oder vier Karten gleichen Werts in verschiedenen Farben,
- eine Reihe (*run*): drei oder mehr Karten der gleichen Farbe mit aufsteigenden Werten

Eine Karte in einer Figur kann durch einen Joker ersetzt werden. Allerdings müssen mindestens zwei natürliche Karten vorhanden sein.

Erste Aufgabe: Erkenne einen Satz

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Rommé Figuren erkennen

Ein Figur im Rommé ist entweder

- ein Satz (*set*): drei oder vier Karten gleichen Werts in verschiedenen Farben,
- eine Reihe (*run*): drei oder mehr Karten der gleichen Farbe mit aufsteigenden Werten

Eine Karte in einer Figur kann durch einen Joker ersetzt werden. Allerdings müssen mindestens zwei natürliche Karten vorhanden sein.

Erste Aufgabe: Erkenne einen Satz

Schritt 1: Bezeichner und Datentypen

Die Funktion `is_set` nimmt als Eingabe eine Liste `cards` von Spielkarten und liefert `True` gdw `cards` ein Satz ist.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-erzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def is_set (cards):  
    # initialization of acc  
    for card in cards:  
        # action on single card  
    # finalization  
    return True
```

Objekte und
Klassen

Objekte

Identität und
Gleichheit

Klassen für
Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

**Entwurf mit
Alternativen**

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def is_set (cards):  
    # initialization of acc  
    for card in cards:  
        # action on single card  
    # finalization  
    return True
```

- Liste cards verarbeiten: for Schleife mit Akkumulator

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def is_set (cards):  
    # initialization of acc  
    for card in cards:  
        # action on single card  
    # finalization  
    return True
```

- Liste cards verarbeiten: for Schleife mit Akkumulator
- Länge der Liste prüfen

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def is_set (cards):  
    # initialization of acc  
    for card in cards:  
        # action on single card  
    # finalization  
    return True
```

- Liste cards verarbeiten: for Schleife mit Akkumulator
- Länge der Liste prüfen
- Anzahl der Joker prüfen

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def is_set (cards):  
    # initialization of acc  
    for card in cards:  
        # action on single card  
    # finalization  
    return True
```

- Liste cards verarbeiten: for Schleife mit Akkumulator
- Länge der Liste prüfen
- Anzahl der Joker prüfen
- auf gleichen Wert prüfen

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def is_set (cards):  
    # initialization of acc  
    for card in cards:  
        # action on single card  
    # finalization  
    return True
```

- Liste cards verarbeiten: for Schleife mit Akkumulator
- Länge der Liste prüfen
- Anzahl der Joker prüfen
- auf gleichen Wert prüfen
- auf verschiedene Farbe prüfen

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-erzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 3: Beispiele

```
c1 = Card ('C', 'Queen')
c2 = Card ('H', 'Queen')
c3 = Card ('S', 'Queen')
c4 = Card ('D', 'Queen')
c5 = Card ('D', 'King')
j1 = Joker ()

not is_set ([c1,c2])
is_set ([c1, c2, c3])
is_set ([c1, c2, j1])
is_set ([j1, c2, c3])
not is_set ([j1, c5, c4])
is_set ([c2, c3, c1, c4])
```

Objekte und
Klassen

Objekte

Identität und
Gleichheit

Klassen für
Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 4: Funktionsdefinition

```
def is_set (cards):
    if len (cards) < 3 or len (cards) > 4:
        return False
    rank = None    # common rank
    suits = []    # suits already seen
    nr_jokers = 0
    for card in cards:
        if is_joker (card):
            nr_jokers = nr_jokers + 1
        else:    # a natural card
            if rank and rank != card.rank:
                return False
            else:
                rank = card.rank
            if card.suit in suits:
                return False # repeated suit
            else:
                suits = suits + [card.suit]
    return nr_jokers <= len (cards) - 2
```

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-erzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 4: Funktionsdefinition (Wunschdenken)

```
def is_joker (card):  
    return type(card) is Joker
```

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

**Entwurf mit
Alternativen**

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 4: Funktionsdefinition (Wunschdenken)

```
def is_joker (card):  
    return type(card) is Joker
```

■ Klassentest

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

**Entwurf mit
Alternativen**

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 4: Funktionsdefinition (Wunschdenken)

```
def is_joker (card):  
    return type(card) is Joker
```

- **Klassentest**
- `type(x)` liefert immer das Klassenobjekt zum Wert in `x`

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 4: Funktionsdefinition (Wunschdenken)

```
def is_joker (card):  
    return type(card) is Joker
```

- **Klassentest**
- `type(x)` liefert immer das Klassenobjekt zum Wert in `x`
- Das Klassenobjekt ist eindeutig, daher kann es mit `is` verglichen werden.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-erzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 4: Funktionsdefinition (Wunschdenken)

```
def is_joker (card):  
    return type(card) is Joker
```

- **Klassentest**
- `type(x)` liefert immer das Klassenobjekt zum Wert in `x`
- Das Klassenobjekt ist eindeutig, daher kann es mit `is` verglichen werden.
- Verwendung im Gerüst, immer wenn ein Argument zu verschiedenen Klassen gehören kann.

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-erzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 1: Bezeichner und Datentypen

Die Funktion `is_run` nimmt als Eingabe eine Liste `cards` von Spielkarten und liefert `True` gdw `cards` eine Reihe ist.

Objekte und
Klassen

Objekte

Identität und
Gleichheit

Klassen für
Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def is_run (cards):  
    # initialization of acc  
    for card in cards:  
        # action on single card  
    # finalization  
    return True
```

Objekte und
Klassen

Objekte

Identität und
Gleichheit

Klassen für
Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def is_run (cards):  
    # initialization of acc  
    for card in cards:  
        # action on single card  
    # finalization  
    return True
```

- Liste verarbeiten: for Schleife mit Akkumulator

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-erzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def is_run (cards):  
    # initialization of acc  
    for card in cards:  
        # action on single card  
    # finalization  
    return True
```

- Liste verarbeiten: for Schleife mit Akkumulator
- Länge der Liste prüfen

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-erzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def is_run (cards):  
    # initialization of acc  
    for card in cards:  
        # action on single card  
    # finalization  
    return True
```

- Liste verarbeiten: for Schleife mit Akkumulator
- Länge der Liste prüfen
- Anzahl der Joker prüfen

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def is_run (cards):  
    # initialization of acc  
    for card in cards:  
        # action on single card  
    # finalization  
    return True
```

- Liste verarbeiten: `for` Schleife mit Akkumulator
- Länge der Liste prüfen
- Anzahl der Joker prüfen
- auf gleiche Farbe prüfen

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def is_run (cards):  
    # initialization of acc  
    for card in cards:  
        # action on single card  
    # finalization  
    return True
```

- Liste verarbeiten: `for` Schleife mit Akkumulator
- Länge der Liste prüfen
- Anzahl der Joker prüfen
- auf gleiche Farbe prüfen
- auf aufsteigende Werte prüfen

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Schritt 3: Beispiele

```
cq = Card ('C', 'Queen')
ck = Card ('C', 'King')
sa = Card ('S', 'Ace')
dq = Card ('D', 'Queen')
d10 = Card ('D', '10')
jj = Joker ()

not is_run ([cq, ck])
is_run ([cq, ck, sa])
is_run ([dq,ck,sa])
is_run ([d10,jj,dq])
is_run ([d10,jj,dq,ck])
not is_run ([s10, dq, ck])
not is_run ([d10, jj, jj])
```

Objekte und Klassen

Objekte

Identität und Gleichheit

Klassen für Records

Klassendefinition

Instanzerzeugung

Funktionen auf Records

Geschachtelte Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Schritt 3: Funktionsdefinition

```
def is_run (cards):
    if len (cards) < 3:      # check length of list
        return False
    else:
        # initialization of acc
        nr_jokers = 0        # count jokers
        current_rank = None # keep track of rank
        suit = None
    for card in cards:
        if current_rank:
            current_rank = next_rank (current_rank)
        # action on single card
        if is_joker (card):
            nr_jokers = nr_jokers + 1
        else:
            if not current_rank:
                current_rank = card.rank
            elif current_rank != card.rank:
                return False
            if not suit:
                suit = card.suit
            elif suit != card.suit:
                return False
    # finalization
    return nr_jokers <= len (cards) - 2
```

Objekte und Klassen

- Objekte
- Identität und Gleichheit
- Klassen für Records
- Klassendefinition
- Instanzen-erzeugung
- Funktionen auf Records
- Geschachtelte Records
- Objekte anzeigen
- Entwurf mit Alternativen

Zusammenfassung & Ausblick



Was noch fehlt ...

- Wunschdenken: `next_rank`
- Maximalzahl von Jokern in einer Reihe?
- Maximalzahl von Jokern nebeneinander?
- Joker außerhalb der Reihe...

Objekte und
Klassen

Objekte

Identität und
Gleichheit

Klassen für
Records

Klassendefinition

Instanzen-
erzeugung

Funktionen auf
Records

Geschachtelte
Records

Objekte anzeigen

Entwurf mit
Alternativen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



Zusammenfassung & Ausblick



- Alle Werte in Python sind Objekte.

Objekte und
Klassen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



- Alle Werte in Python sind Objekte.
- Veränderliche Objekte besitzen eine **Identität**.

Objekte und
Klassen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



- Alle Werte in Python sind Objekte.
- Veränderliche Objekte besitzen eine **Identität**.
- Eine **Klasse** beschreibt Objekte/Instanzen.

Objekte und
Klassen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



- Alle Werte in Python sind Objekte.
- Veränderliche Objekte besitzen eine **Identität**.
- Eine **Klasse** beschreibt Objekte/Instanzen.
- Ein Record ist ein Objekt, das untergeordnete Objekte enthält.

Objekte und
Klassen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



- Alle Werte in Python sind Objekte.
- Veränderliche Objekte besitzen eine **Identität**.
- Eine **Klasse** beschreibt Objekte/Instanzen.
- Ein Record ist ein Objekt, das untergeordnete Objekte enthält.
- Funktionsentwurf mit **einfachen Records**.

Objekte und
Klassen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



- Alle Werte in Python sind Objekte.
- Veränderliche Objekte besitzen eine **Identität**.
- Eine **Klasse** beschreibt Objekte/Instanzen.
- Ein Record ist ein Objekt, das untergeordnete Objekte enthält.
- Funktionsentwurf mit **einfachen Records**.
- Funktionsentwurf mit **geschachtelten Records**.

Objekte und
Klassen

Zusammen-
fassung &
Ausblick



- Alle Werte in Python sind Objekte.
- Veränderliche Objekte besitzen eine **Identität**.
- Eine **Klasse** beschreibt Objekte/Instanzen.
- Ein Record ist ein Objekt, das untergeordnete Objekte enthält.
- Funktionsentwurf mit **einfachen Records**.
- Funktionsentwurf mit **geschachtelten Records**.
- Objekte anzeigen; das `__str__` Attribut.



- Alle Werte in Python sind Objekte.
- Veränderliche Objekte besitzen eine **Identität**.
- Eine **Klasse** beschreibt Objekte/Instanzen.
- Ein Record ist ein Objekt, das untergeordnete Objekte enthält.
- Funktionsentwurf mit **einfachen Records**.
- Funktionsentwurf mit **geschachtelten Records**.
- Objekte anzeigen; das `__str__` Attribut.
- Entwurf mit **Alternativen**.



- Alle Werte in Python sind Objekte.
- Veränderliche Objekte besitzen eine **Identität**.
- Eine **Klasse** beschreibt Objekte/Instanzen.
- Ein Record ist ein Objekt, das untergeordnete Objekte enthält.
- Funktionsentwurf mit **einfachen Records**.
- Funktionsentwurf mit **geschachtelten Records**.
- Objekte anzeigen; das `__str__` Attribut.
- Entwurf mit **Alternativen**.
- Der **Typtest** geschieht durch Identitätstest gegen die Klasse.