

22. Netze mit Datenfluss

Kommunikation mit Iteratoren, Kanälen und Konnektoren

Prof. Dr. Uwe Aßmann
Lehrstuhl Softwaretechnologie
Fakultät für Informatik
Technische Universität Dresden
Version 16-1.2, 20.04.12

- 1) Kanäle
- 2) Entwurfsmuster Channel
 - 1) Entwurfsmuster Iterator (Stream)
 - 2) Entwurfsmuster Sink
 - 3) Channel
- 3) I/O und Persistente Datenhaltung mit Channels
- 4) Ereigniskanäle
- 5) Konnektoren (Connectors)



Betreff: "Softwaretechnologie für Einsteiger" 2. Auflage

- ▶ zur Info: o.g. Titel steht zur Verfügung:
 - 20 Exemplare ausleihbar in der Lehrbuchsammlung
 - 1 Präsenz-Exemplar im DrePunct
- ▶ Jeweils unter ST 230 Z96 S68(2).

Be Careful

https://de.wikipedia.org/wiki/A_Londonderry_Air

https://de.wikipedia.org/wiki/Danny_Boy

3 Softwaretechnologie (ST)

Oh, Danny boy, the pipes, the pipes are calling
From glen to glen, and down the mountain side
The summer's gone, and all the roses falling
'Tis you, 'tis you must go and I must bide.

But come ye back when summer's in the meadow
Or when the valley's hushed and white with snow
'Tis I'll be there in sunshine or in shadow
Oh, Danny boy, oh Danny boy, I love you so!



**And when ye come, and all the flow'rs are
dying
If I am dead, as dead I well may be
Ye'll come and find the place where I am lying
And kneel and say an Ave there for me.**

And I shall hear, though soft you tread above me
And all my grave will warmer, sweeter be
For you will bend and tell me that you love me,
And I shall sleep in peace until you come to me.

Frederic Weatherly (1910)
Text aus Wikipedia/McCourt, Danny
Boy, S. 87 f.

Überblick Teil II

4 Softwaretechnologie (ST)

Höhere
Sprachen

Graphen als Sprachkonstrukte

Graphen als Konnektoren (Rollen-Kollaborationen)

Graphen als Entwurfsmuster

Java

Netze mit Datenfluss

Graphen als Bibliotheken (Java)

Graphen als Collections abgeflacht (Java)

Graphen als Endoassoziationen:
Netze von Unterobjekten in komplexen Objekten (Java)

System-
programmier-
sprache (C)

Graphen als Datenstrukturen fester Länge abgeflacht

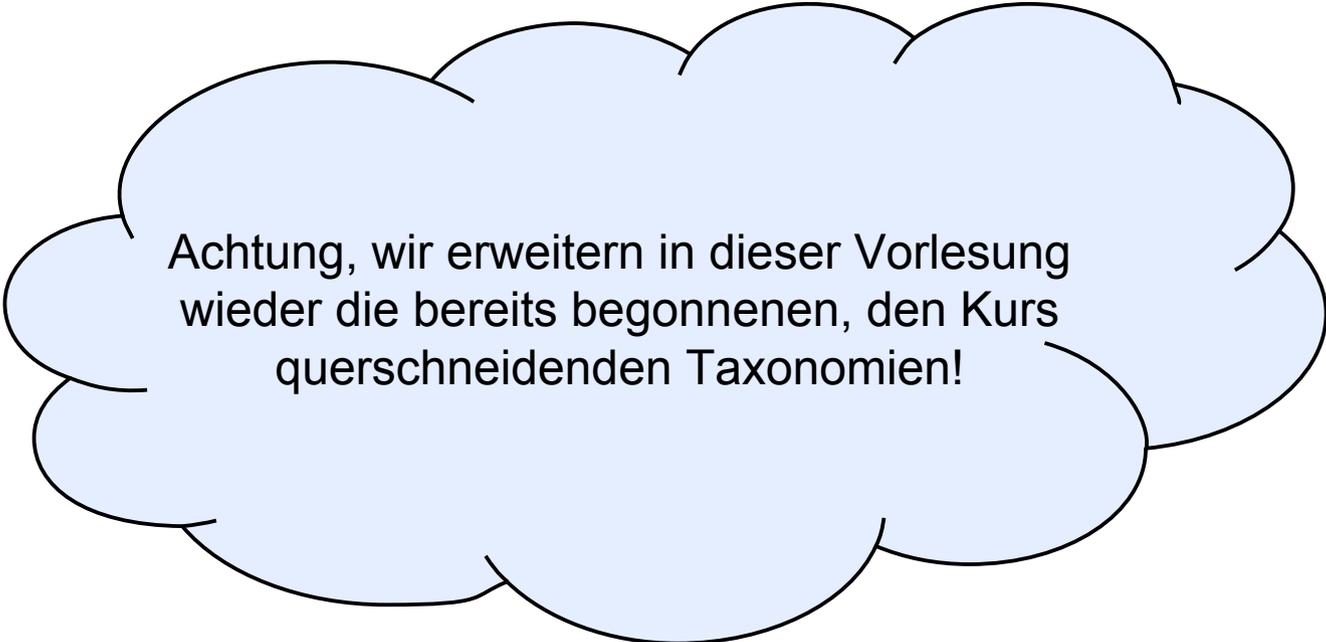


E.22.1 Lernen mit Begriffshierarchien, die die Vorlesung querschneiden



Querschneidende Begriffshierarchien

- ▶ Wie lernt man mit Ihnen?
 - Klassen-Taxonomie
 - Methoden-Taxonomie
 - Realisierungen von Graphen



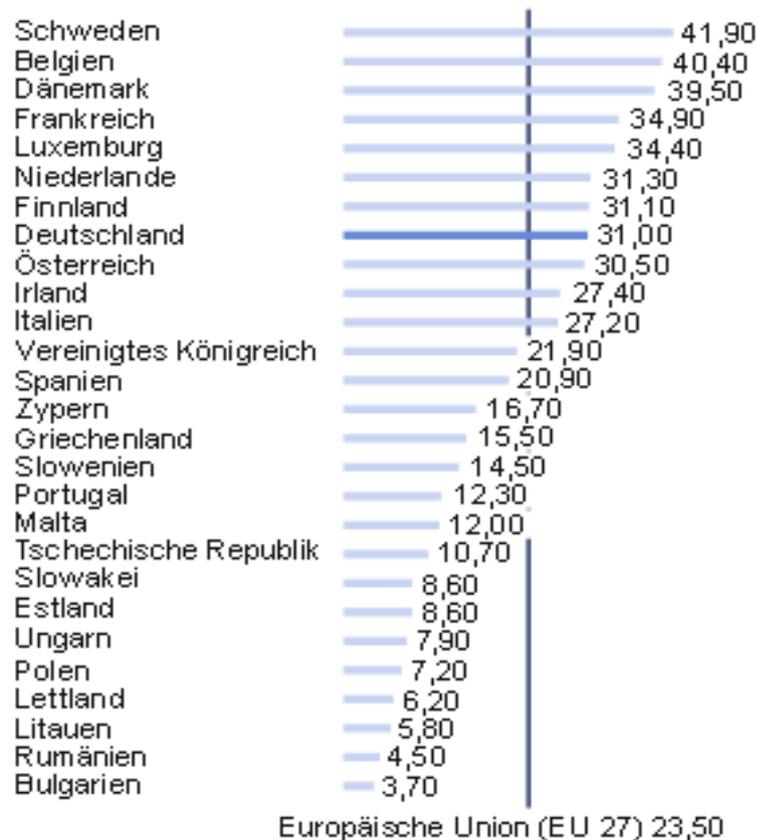
Achtung, wir erweitern in dieser Vorlesung wieder die bereits begonnenen, den Kurs querschneidenden Taxonomien!

Warum müssen Softwareingenieure fortgeschrittenes Wissen besitzen?

- ▶ Die Konkurrenz ist hart: Zu den Kosten der Arbeit:

Arbeitskosten in der Privatwirtschaft 2012

je geleistete Stunde in EUR



© Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2013

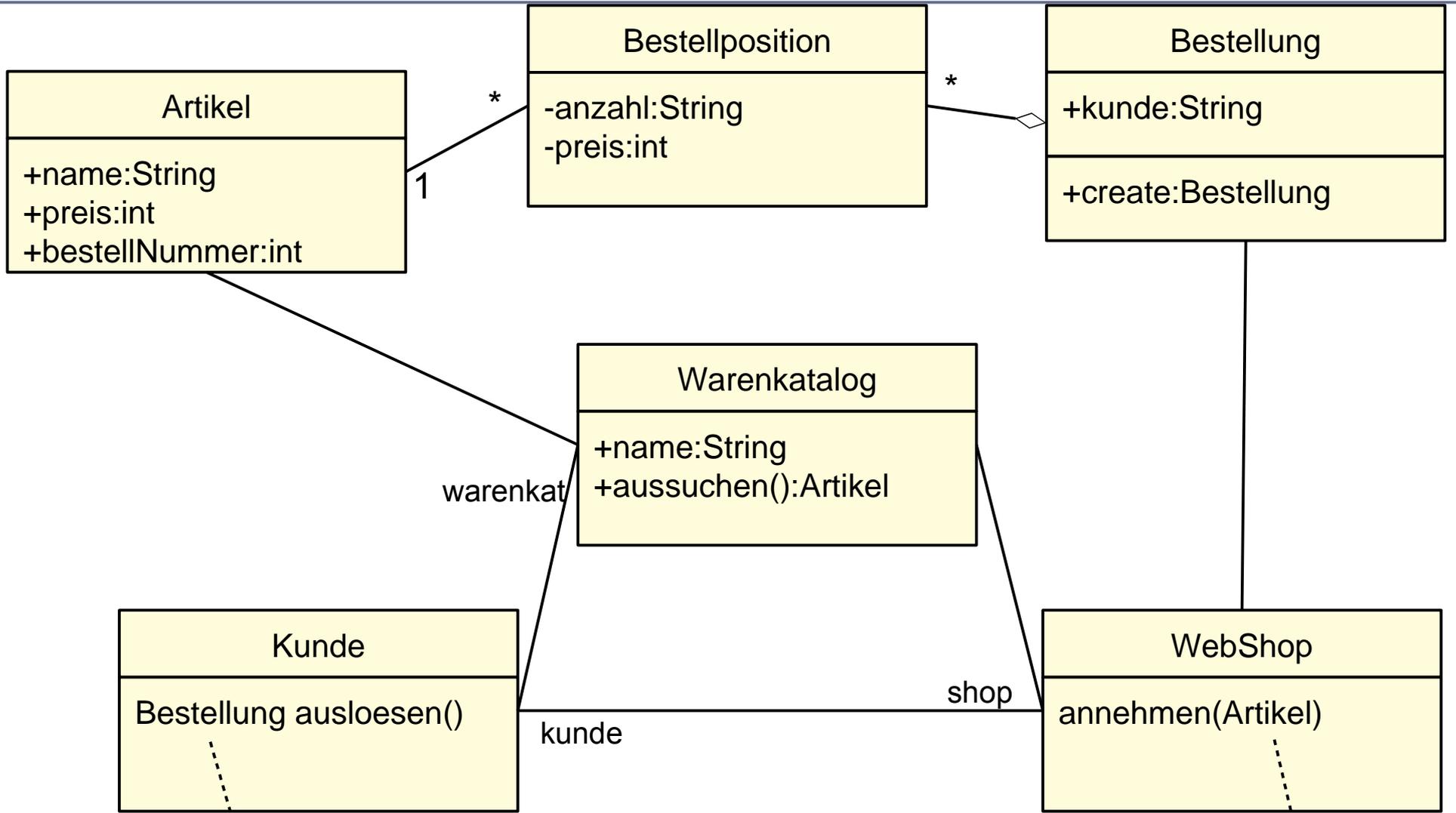
<http://www.heise.de/resale/imgs/17/1/0/0/1/3/4/1/ArbeitskostenEULAenderStart2012-9bb2e8b041f1342e.png>

22.1 Motivation für Kanäle (Channels)

- ▶ Objekte kommunizieren oft in Netzen auf kontinuierliche Art



Beispiel: Bestellung auf einem Webshop



```
while (hatBedarf())
{ artikel = warenkat.aussuchen();
shop.bestellen(artikel);
}.
```

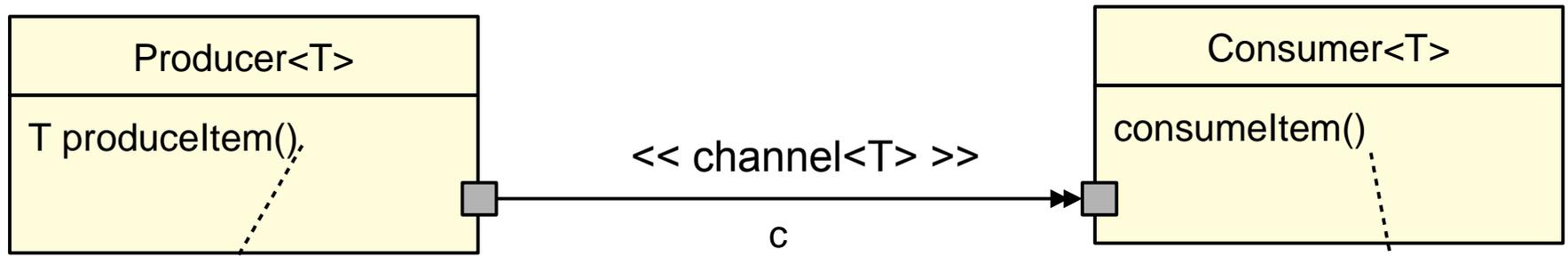
```
while (true)
{ b = Bestellung.create();
b.workOn();
b.ship();
}
```



Kanäle bilden Netze mit Datenfluss

Def.: Ein **Kanal (channel, stream)** ist ein Link, der zur Kommunikation von Anwendungsklassen mit *Datenfluss* dient. In den Stream werden Daten gegeben und aus dem Stream werden Daten entnommen

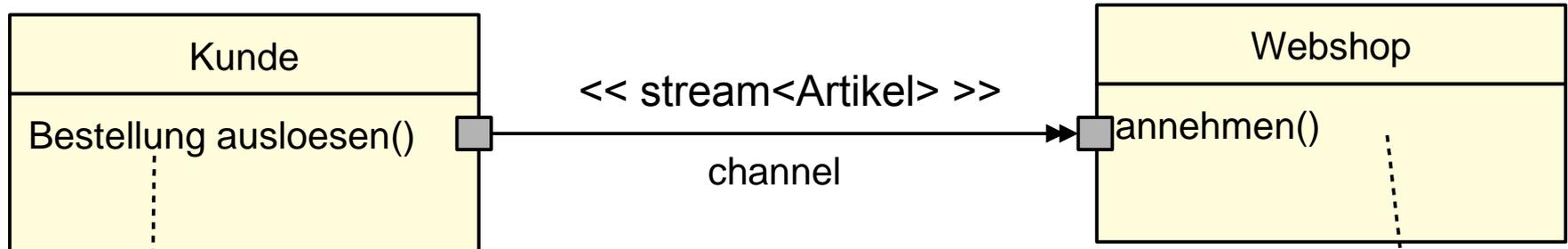
- ▶ UML Notation: Anoncken eines Kanals an *ports*



```
while ()  
{  
  c.push(produceItem());  
}
```

```
while (c.hasNext())  
{  
  T item = c.pull();  
  work(T);  
}
```

- ▶ Webshops dürfen die konkreten Objekte ihrer Kunden nicht kennen
- ▶ Kanäle erlauben, die Partner zu wechseln, ohne Kenntnis des Netzes
 - Ideal für Netze mit dynamisch wechselnden Partnern
 - Ideal für Webprogrammierung



```
while (hatBedarf())
{ artikel = warenkat.aussuchen();
channel.bestellen(artikel);
}
```

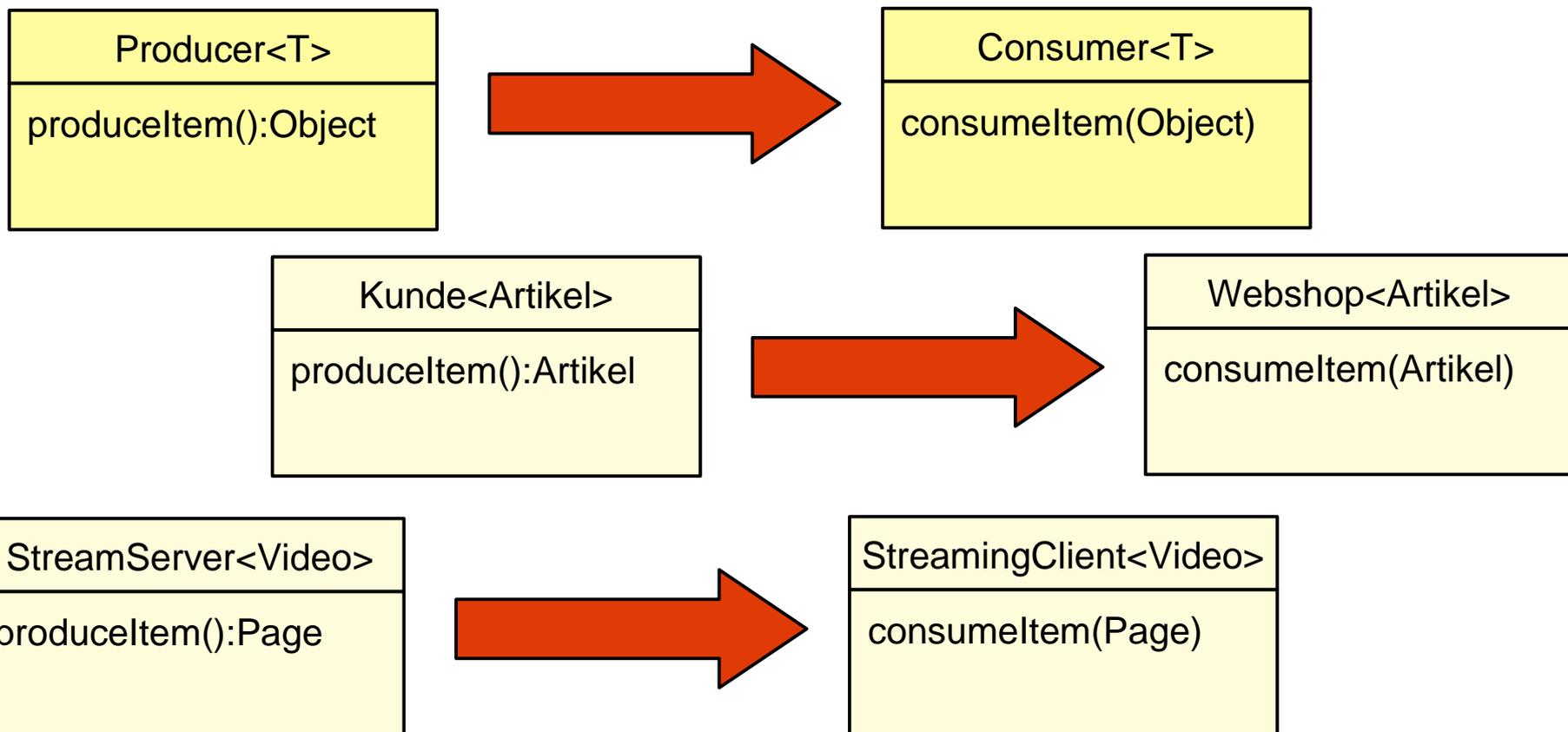
```
while (true)
{ b = Bestellung.create();
  artikel = channel.pull();
  b.workOn(artikel);
  b.ship();
}
```

22.2 Entwurfsmuster Channel



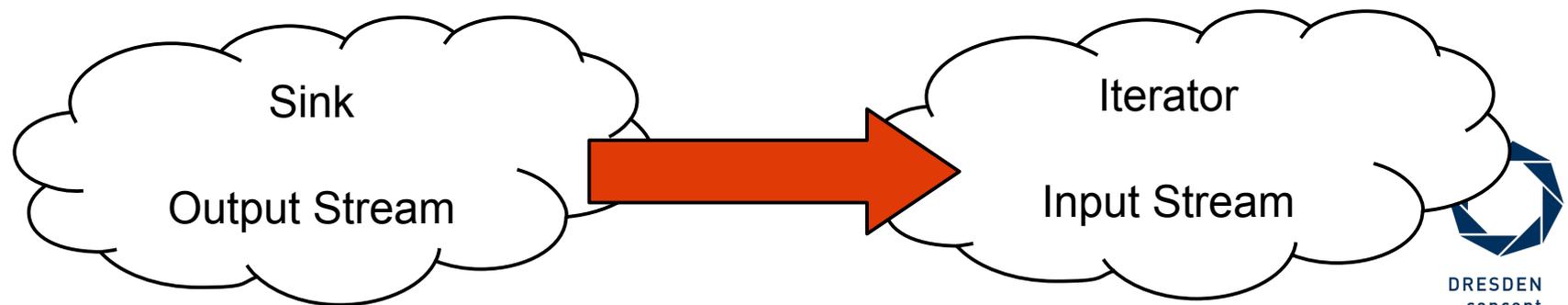
Wie organisiere ich die “unendlich lange” Kommunikation zweier Akteure?

- ▶ **Problem:** Über der Zeit laufen in einem Webshop eine Menge von Bestellungen auf
 - Sie sind aber nicht in endlicher Form in Collections zu repräsentieren
- ▶ **Frage:** Wie repräsentiert man potentiell unendliche Collections?
- ▶ **Antwort:** mit Kanälen.



22.2.1 Entwurfsmuster Iterator (Eingabestrom, input stream)

Kanäle bestehen aus mit einander verbundenen Enden, mindestens zweien

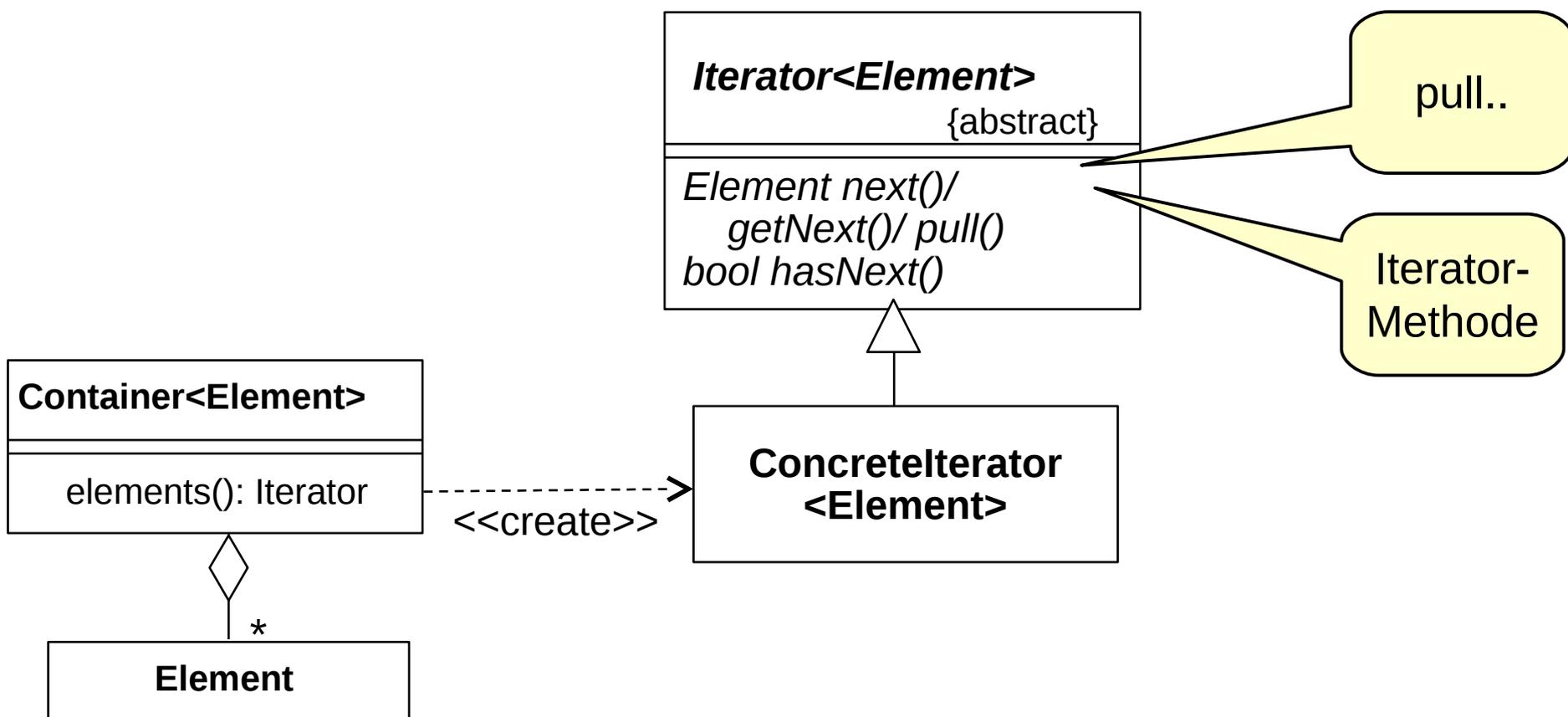


Entwurfsmuster Iterator (Input Stream) (Implementierungsmuster)

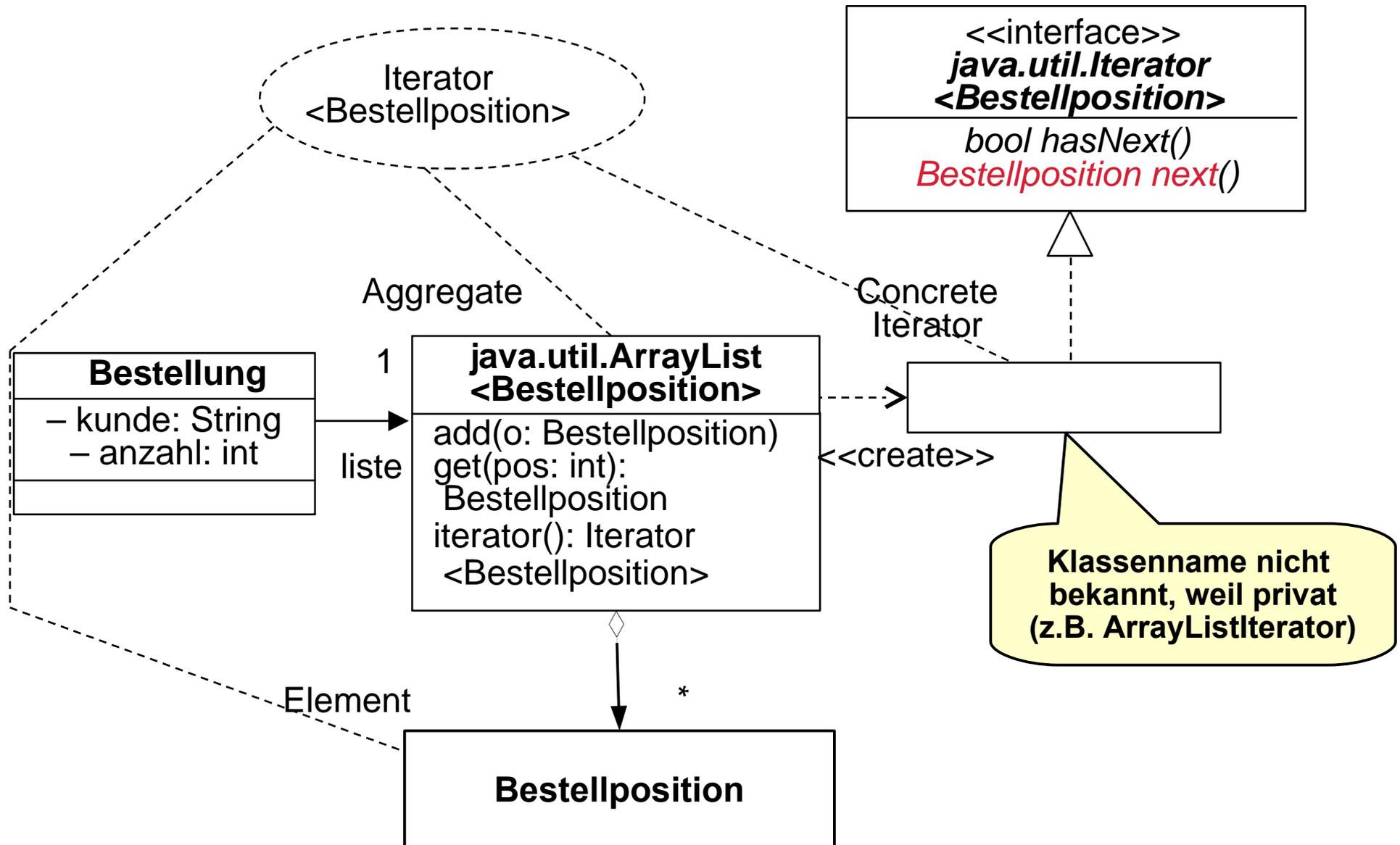
15

Softwaretechnologie (ST)

- ▶ Ein **Eingabestrom (input stream)** ist eine potentiell unendliche Folge von Objekten (zeitliche Anordnung einer pot. unendlichen Folge)
- ▶ Eingabe in eine Klasse oder Komponente



Iterator-Beispiel in der JDK (ArrayList)



Implementierungsmuster Iterator

▶ Verwendungsbeispiel:

```
T thing;  
List<T> list;  
  
..  
Iterator<T> i = list.iterator();  
while (i.hasNext()) {  
    doSomething(i.next());  
}
```

▶ Einsatzzwecke:

- Verbergen der inneren Struktur
- **bedarfsgesteuerte Berechnungen** auf der Struktur
- “unendliche” Datenstrukturen

Anwendungsbeispiel mit Iteratoren

18

Softwaretechnologie (ST)

```
import java.util.Iterator;
...
class Bestellung {

    private String kunde;
    private List<Bestellposition> liste;

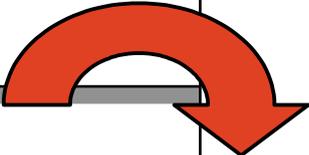
    ...
    public int auftragssumme() {
        Iterator<Bestellposition> i = liste.iterator();
        int s = 0;
        while (i.hasNext())
            s += i.next().positionspreis();
        return s;
    }
    ...
}
```

Online:
Bestellung2.java

For-Schleifen auf Iterable-Prädikatschnittstellen

- ▶ Erbt eine Klasse von `Iterable`, kann sie in einer vereinfachten *for*-Schleife benutzt werden
- ▶ Typisches Implementierungsmuster

```
class BillItem extends Iterable {
    int price; }
class Bill {
    int sum = 0;
    private List billItems;
    public void sumUp() {
        for (BillItem item: billItems) {
            sum += item.price;
        }
    }
    return sum;
}
```



```
class BillItem { int price; }
class Bill {
    int sum = 0;
    private List billItems;
    public void sumUp() {
        for (Iterator i = billItems.iterator();
             i.hasNext(); ) {
            item = i.next();
            sum += item.price;
        }
    }
    return sum;
}
```

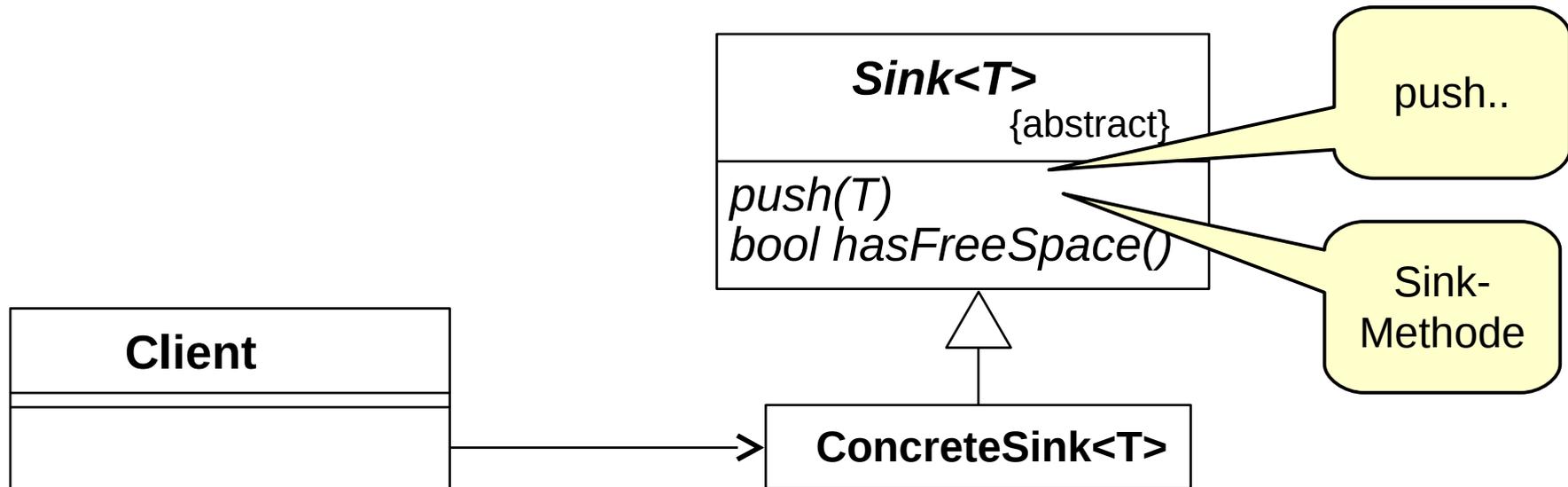


22.2.2 Senken (Sinks, OutputStream)

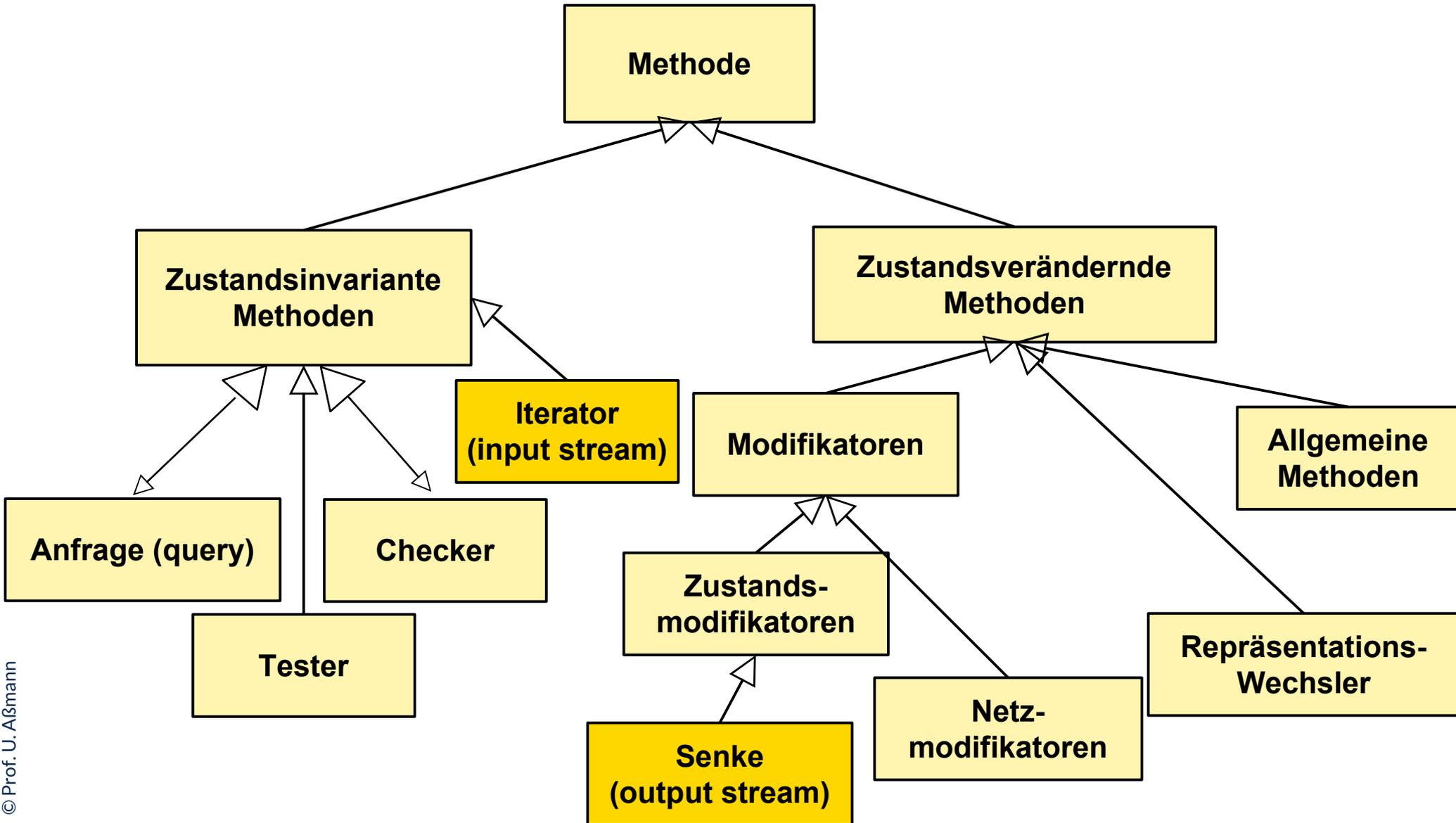


Entwurfsmuster Senke (Implementierungsmuster)

- ▶ Name: **Senke** (auch: Ablage, sink, **output stream**, belt, output-socket)
- ▶ Problem: Ablage eines beliebig großen Datenstromes.
 - push
 - ggf. mit Abfrage, ob noch freier Platz in der Ablage vorhanden
- ▶ Senken (sockets) organisieren den Datenverkehr zum Internet



Erweiterung: Begriffshierarchie der Methodenarten



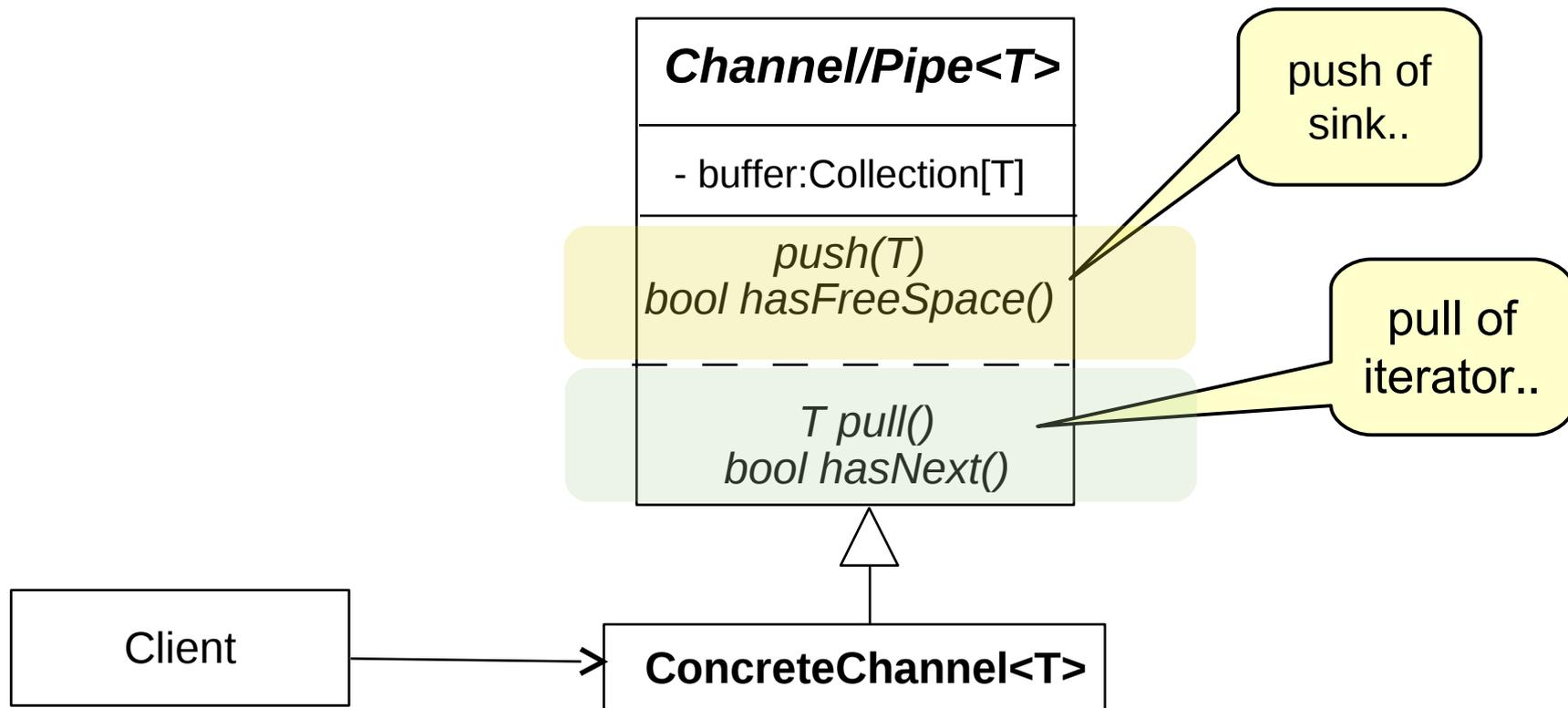
22.2.3 Channels (Pipes)

- ▶ Die Kombination aus Senken und Iteratoren, ggf. mit beliebig großem Datenspeicher



Entwurfsmuster Channel und Pipe (Implementierungsmuster)

- ▶ **Name:** Ein **Channel** (Kanal, full stream) organisiert die gerichtete Kommunikation (Datenfluss) zwischen Produzenten und Konsumenten. Er kombiniert einen Iterator mit einer Senke.
- ▶ **Zweck:** asynchrone Kommunikation mit Hilfe eines Puffers buffer
- ▶ Wir sprechen von einer **Pipe (Puffer, buffer)**, wenn die Kapazität des Kanals endlich ist, d.h. `hasFreeSpace()` irgendwann false liefert.

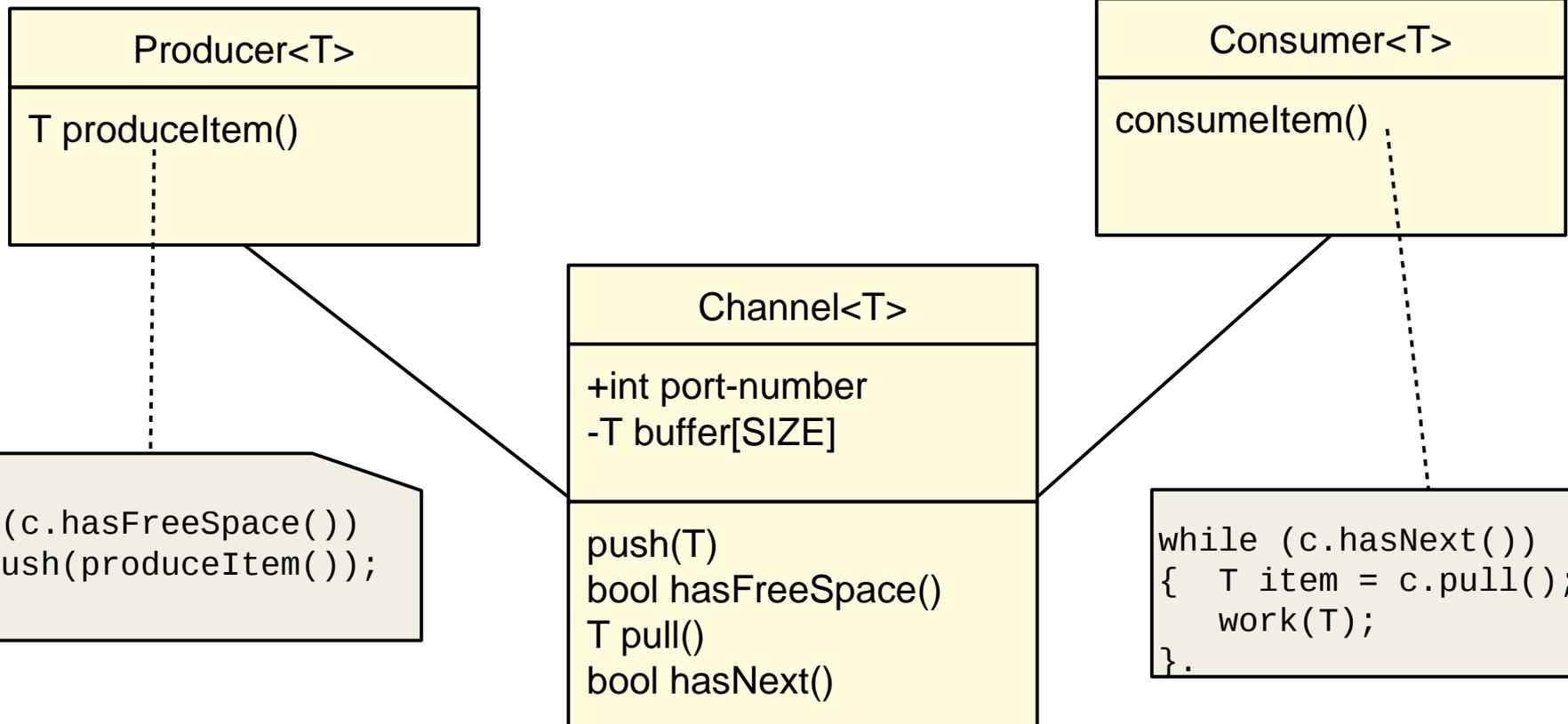


Channels in anderen Programmiersprachen

- ▶ Channels (pipes) kommen in vielen Sprachen als Konstrukte vor
 - **Shell-Skripte in Linux** (Operator für pipes: "|")
 - `ls | wc`
 - `cat file.txt | grep "Rechnung"`
 - `sed -e "s/Rechnung/Bestellung/" < file.txt`
 - **Communicating Sequential Processes (CSP [Hoare], Ada, Erlang):**
 - Operator für pull: "?"
 - Operator für push: "!"
 - **C++:** Eingabe- und Ausgabestream `stdin`, `stdout`, `stderr`
 - Operatoren "<<" (read) und ">>" (write)
 - **Architectural Description Languages (ADL, Kurs CBSE)**
- ▶ Sie sind ein elementares Muster für die Kommunikation von parallelen Prozessen (producer-consumer-Muster)

Wie organisiere ich die Kommunikation zweier Aktoren?

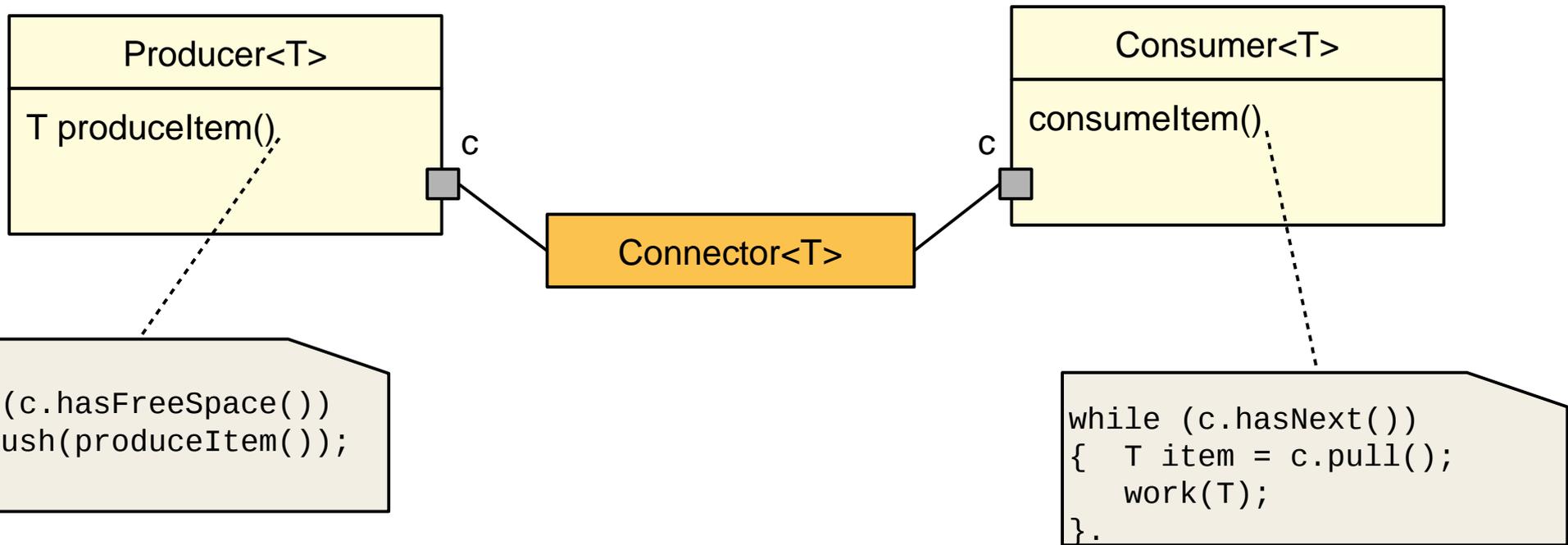
- ▶ Einsatzzweck: Ein **Aktor (Prozess)** ist ein parallel arbeitendes Objekt. Zwei Aktoren können mit Hilfe eines Kanals kommunizieren und lose gekoppelt arbeiten
- ▶ Bsp.: Pipes mit ihren Endpunkten (Sockets) organisieren den Verkehr auf dem Internet; sie bilden Kanäle zur Kommunikation zwischen Prozessen (Producer-Consumer-Muster)



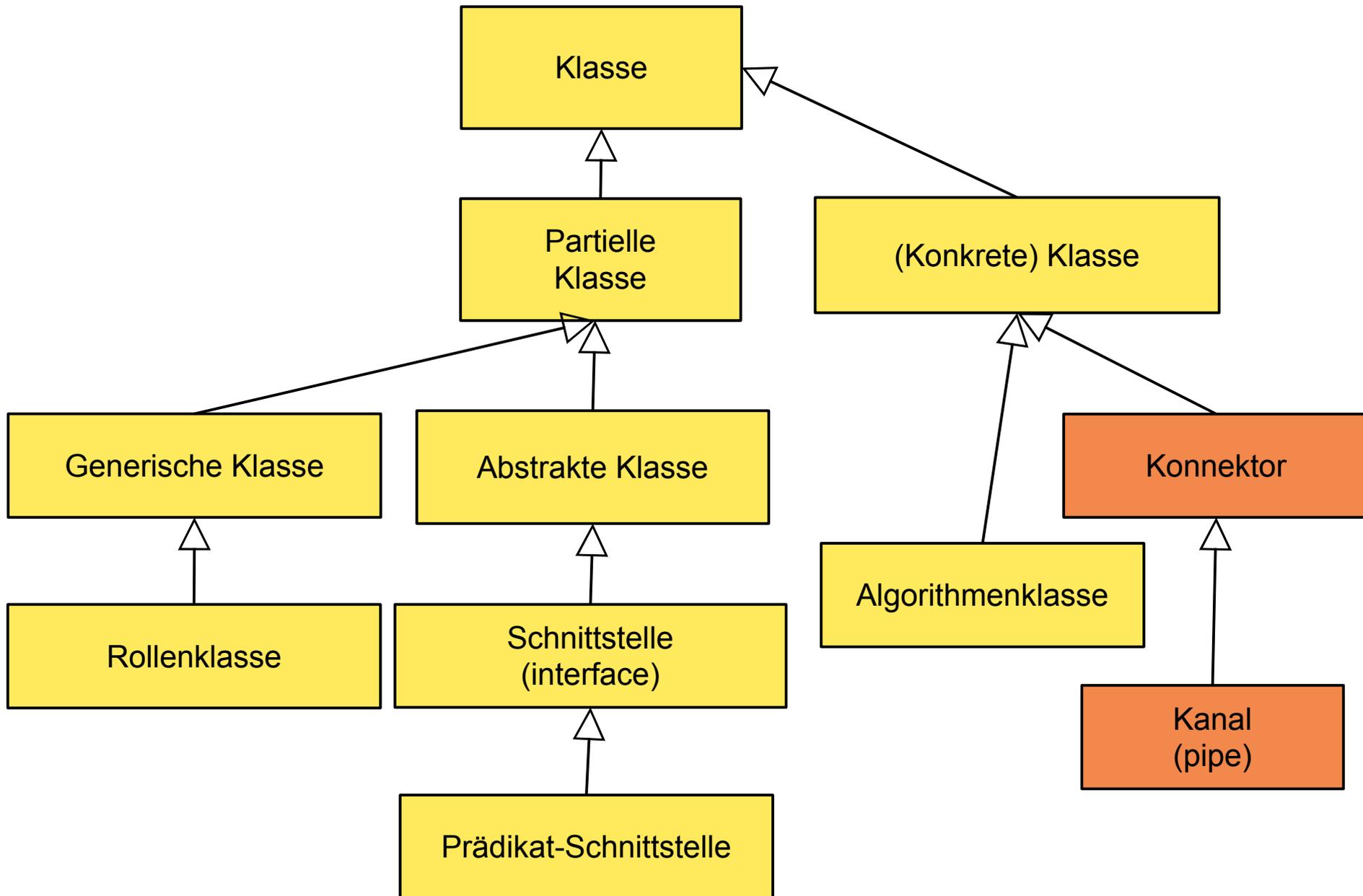
Konnektoren als Verallgemeinerung von Kanälen

Def.: Ein **Konnektor** ist eine technische Klasse, die zur Kommunikation von Anwendungsklassen dient.

- ▶ Konnektoren sind bi- oder multidirektional, sie fassen zwei oder mehrere Kanäle zusammen; Kanäle bilden spezielle *gerichtete Konnektoren*
- ▶ Kommunikation über Konnektoren muss nicht gerichtet sein; es können komplexe Protokolle herrschen
- ▶ Konnektoren können mehrere Input und Output Streams koppeln



Q2: Begriffshierarchie von Klassen (Erweiterung)



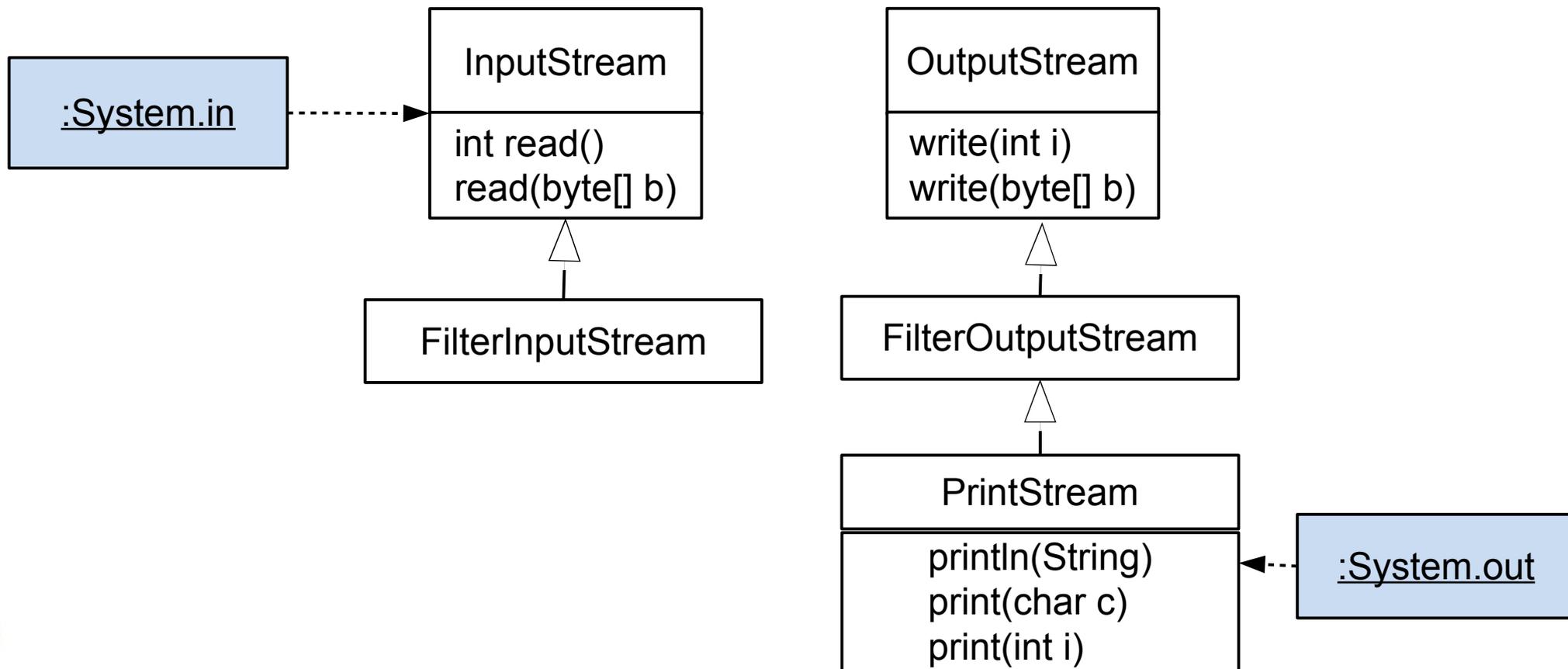
22.3 Input/Output und persistente Datenhaltung

- ▶ Das JDK nutzt Iteratoren/Streams an verschiedenen Stellen



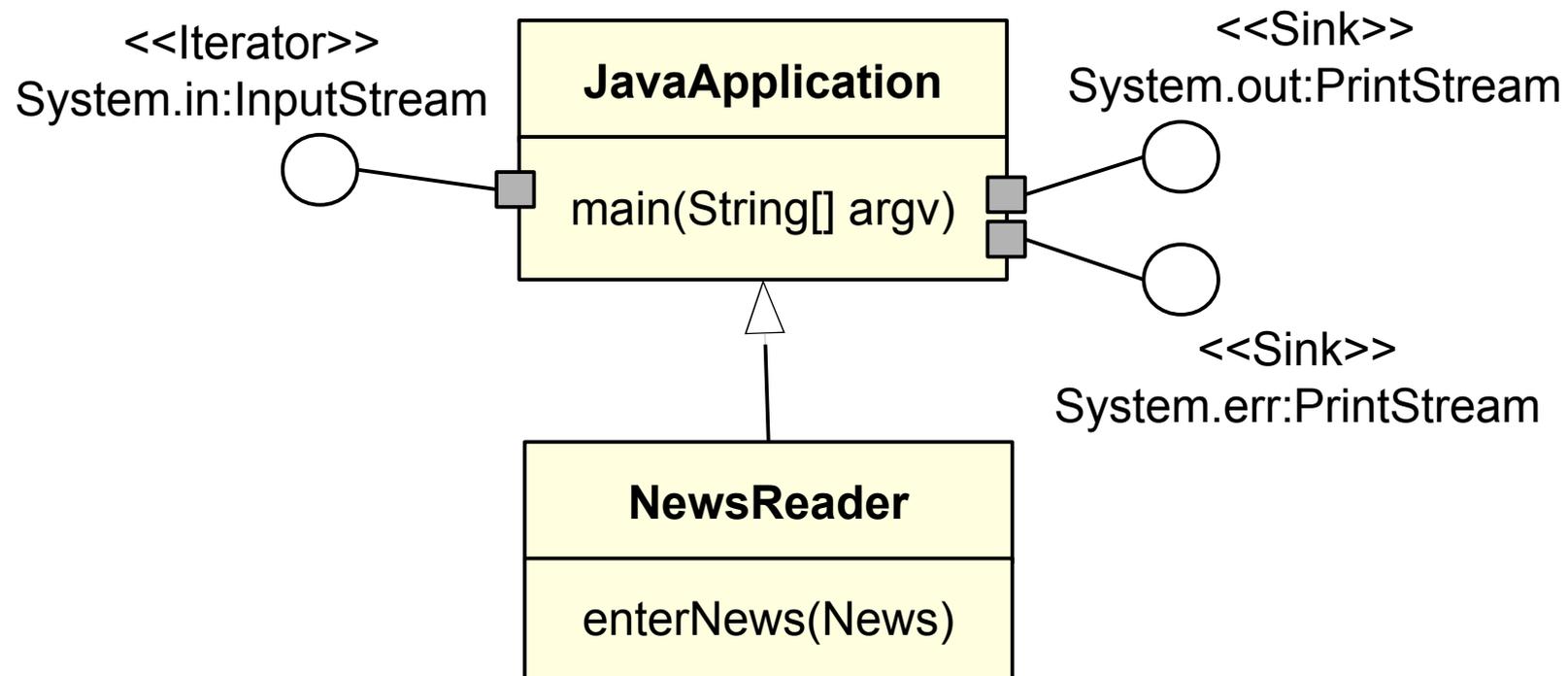
22.3.1 Ein- und Ausgabe in Java

- ▶ Die Klasse `java.io.InputStream` stellt einen Iterator/Stream in unserem Sinne dar. Sie enthält Methoden, um Werte einzulesen
- ▶ `java.io.OutputStream` stellt eine Senke dar. Sie enthält Methoden, um Werte auszugeben
- ▶ Die statischen Objekte `in`, `out`, `err` bilden die Sinks und Streams in und aus einem Programm, d.h. die Schnittstellen zum Betriebssystem



Java-Anwendungen mit ihren Standard-Ein/Ausgabe-Strömen

- ▶ Ein Programm in Java hat 3 Standard-Ströme
 - Entwurfsidee stammt aus dem UNIX/Linux-System
- ▶ Notation: UML-Komponenten



22.3.2 Temporäre und persistente Daten mit Streams organisieren

- ▶ Daten sind
 - **temporär**, wenn sie mit Beendigung des Programms verloren gehen, das sie verwaltet;
 - **persistent**, wenn sie über die Beendigung des verwaltenden Programms hinaus erhalten bleiben.
 - Steuererklärungen, Bestellungen, ...
- ▶ Objektorientierte Programme benötigen Mechanismen zur Realisierung der *Persistenz von Objekten*.
 - Einsatz eines Datenbank-Systems
 - Objektorientiertes Datenbank-System
 - Relationales Datenbank-System
Java: Java Data Base Connectivity (JDBC)
 - Zugriffsschicht auf Datenhaltung
Java: Java Data Objects (JDO)
 - Speicherung von Objektstrukturen in Dateien mit Senken und Iteratoren
 - Objekt-Serialisierung (*Object Serialization*)
 - Die Dateien werden als Channels benutzt:
 - Zuerst schreiben in eine Sink
 - Dann lesen mit Iterator

Objekt-Serialisierung in Java, eine einfache Form von persistenten Objekten

- ▶ Die Klasse `java.io.ObjectOutputStream` stellt eine Senke dar
 - Methoden, um ein Geflecht von Objekten linear darzustellen (zu *serialisieren*) bzw. aus dieser Darstellung zu rekonstruieren.
 - Ein `OutputStream` entspricht dem Entwurfsmuster Sink
 - Ein `InputStream` entspricht dem Entwurfsmuster Iterator
- ▶ Eine Klasse, die Serialisierung zulassen will, muß die (**leere!**) Prädikat-Schnittstelle `java.io.Serializable` implementieren.

```
class ObjectOutputStream {
    public ObjectOutputStream (OutputStream out)
        throws IOException;
    // push Method
    public void writeObject (Object obj)
        throws IOException;
}
```

Objekt-Serialisierung: Abspeichern

34

Softwaretechnologie (ST)

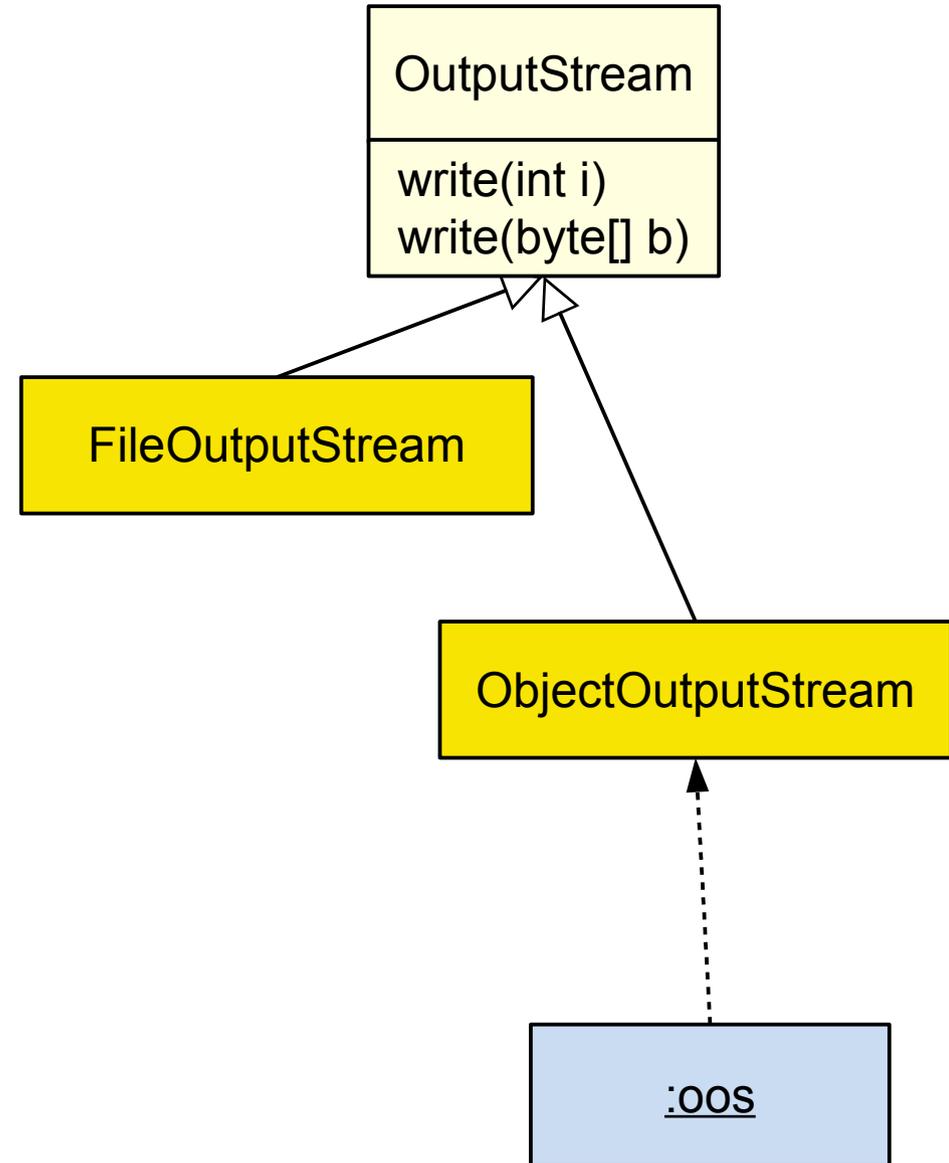
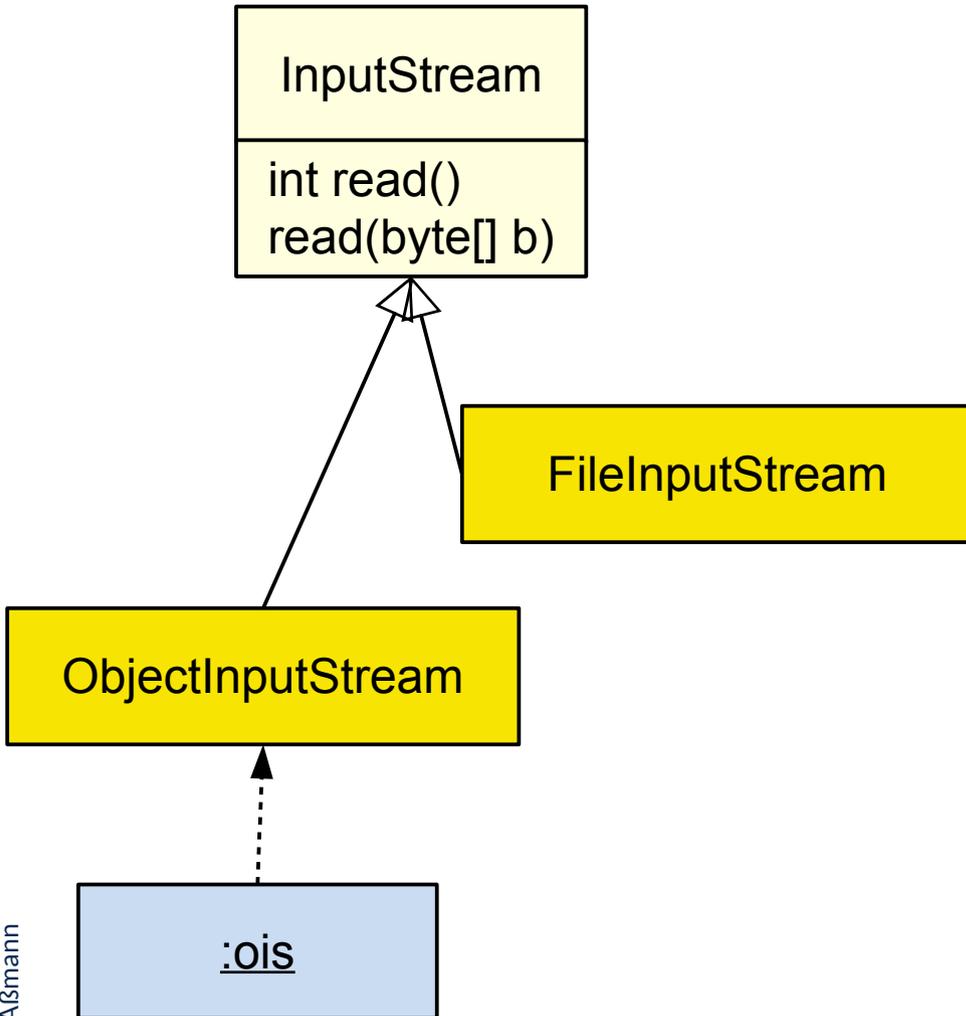
```
import java.io.*;

class XClass implements Serializable {
    private int x;
    public XClass (int x) {
        this.x = x;
    }
}

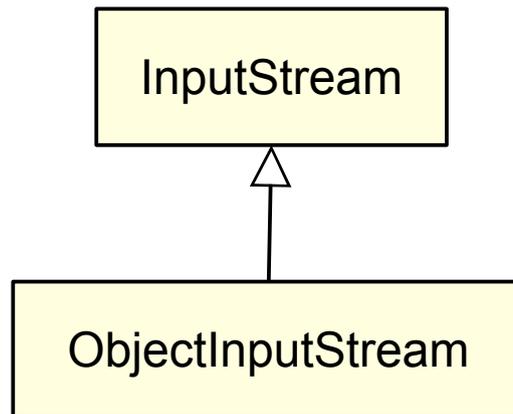
...
XClass xobj;
...
FileOutputStream fos = new FileOutputStream("Xfile.dat");
ObjectOutputStream oos = new ObjectOutputStream(fos);

// internally realized as push for all child objects
oos.writeObject(xobj); // push
...
```

Input und Output Streams im JDK



- ▶ **Die Klasse `java.io.ObjectInputStream`** stellt einen Iterator/InputStream in unserem Sinne dar
 - Methoden, um ein Geflecht von Objekten linear darzustellen (zu *serialisieren*) bzw. aus dieser Darstellung zu rekonstruieren (zu *deserialisieren*)
 - Ein OutputStream entspricht dem Entwurfsmuster Sink
 - Ein InputStream entspricht dem Entwurfsmuster Iterator



Objekt-Serialisierung: Einlesen

```
import java.io.*;

class XClass implements Serializable {
    private int x;
    public XClass (int x) {
        this.x = x;
    }
}

...
XClass xobj;
...
FileInputStream fis = new FileInputStream("Xfile.dat");
ObjectInputStream ois = new ObjectInputStream(fis);
// internally realised as pull
xobj = (XClass) ois.readObject(); // pull
```

22.3.3 Ereignisse und Kanäle

- ▶ Kanäle (gerichtete Konnektoren) eignen sich hervorragend zur Kommunikation mit der Außenwelt, da sie die Außenwelt und die Innenwelt eines Softwaresystems **entkoppeln**
- ▶ Ereignisse können in der Außenwelt **asynchron** (“losgelöst vom System”) stattfinden und auf einem Kanal in die Anwendung transportiert werden
 - Dann ist der Typ der Daten ein Ereignis-Objekt
 - In Java wird ein externes oder internes Ereignis immer durch ein Objekt repräsentiert

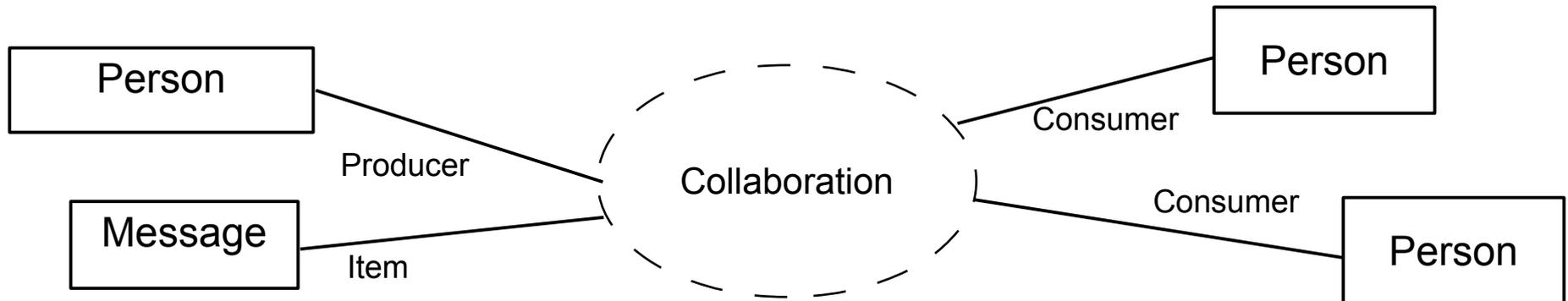
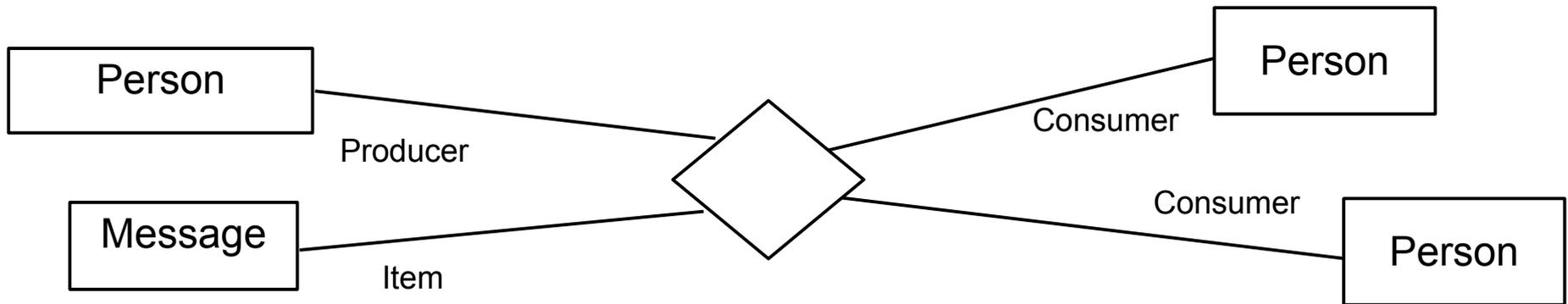


22.4 Assoziationen, Konnektoren, Kanäle und Teams



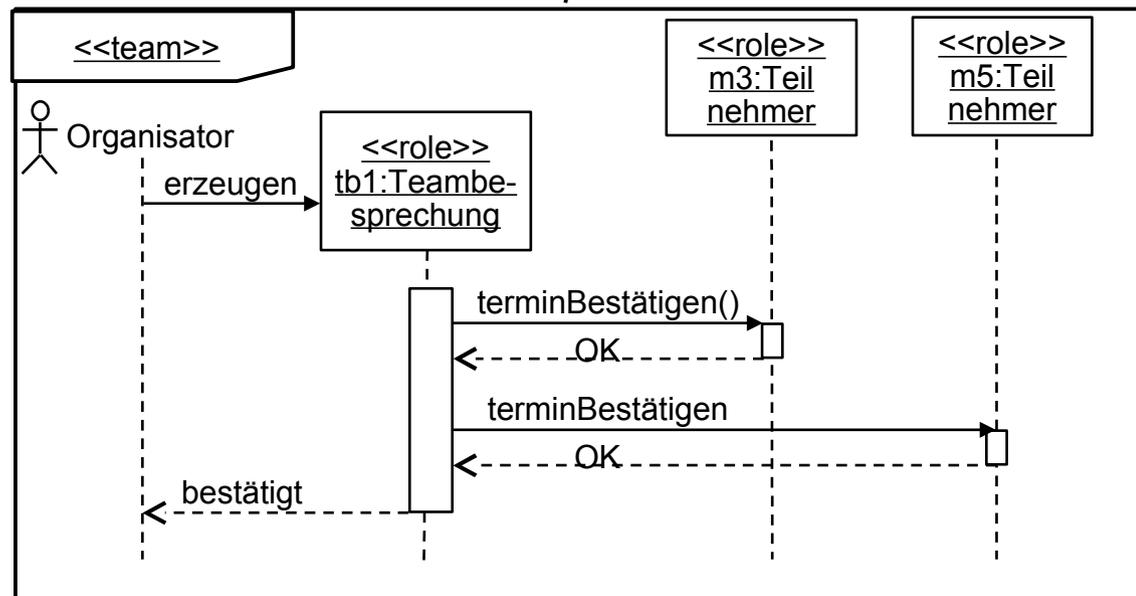
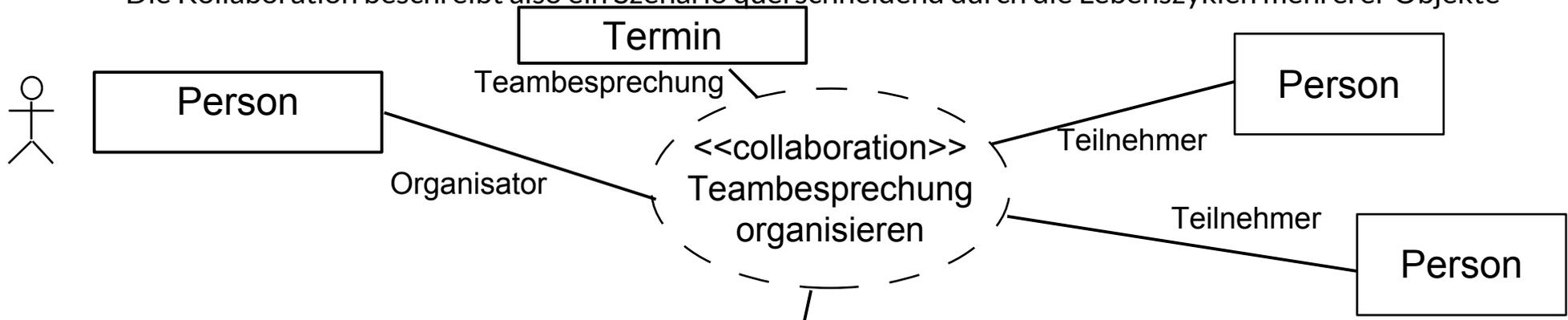
Kollaborationen kapseln das Verhalten von Netzen

- ▶ Statisch fixe Netze werden in UML durch n-stellige Assoziationen oder, wenn es um die Kommunikation der Objekte geht, durch Kollaborationen dargestellt.
- ▶ Def.: Eine **Kollaboration (Teamklasse, collaboration)** realisiert die Kommunikation eines fixen Netzes mit einem festen anwendungsspezifischen Protokoll
- ▶ Beachte: Ein *Konnektor* ist ein Objekt, das eine Kollaboration realisiert

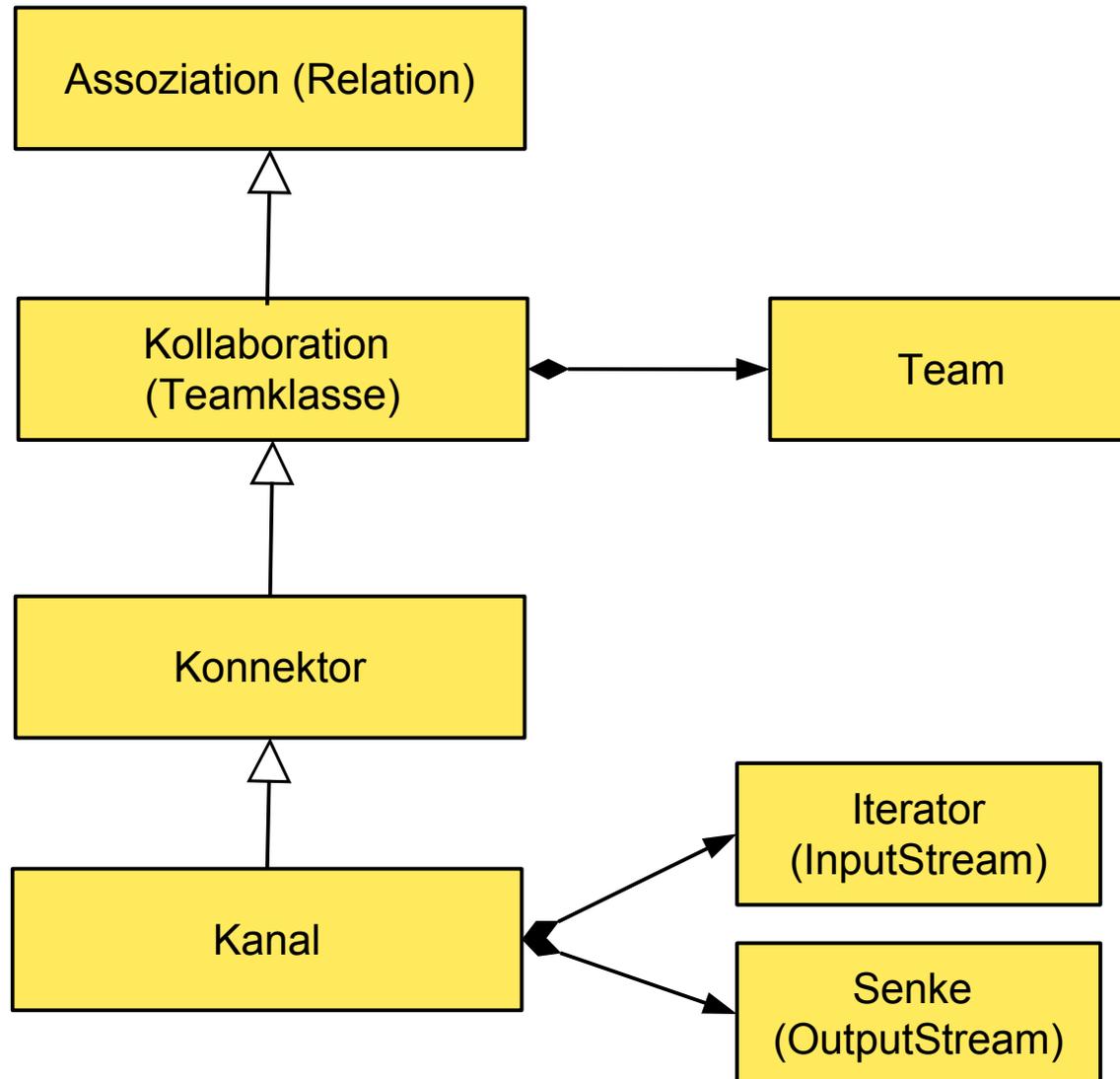


Kollaboration kapseln Interaktionsprotokolle

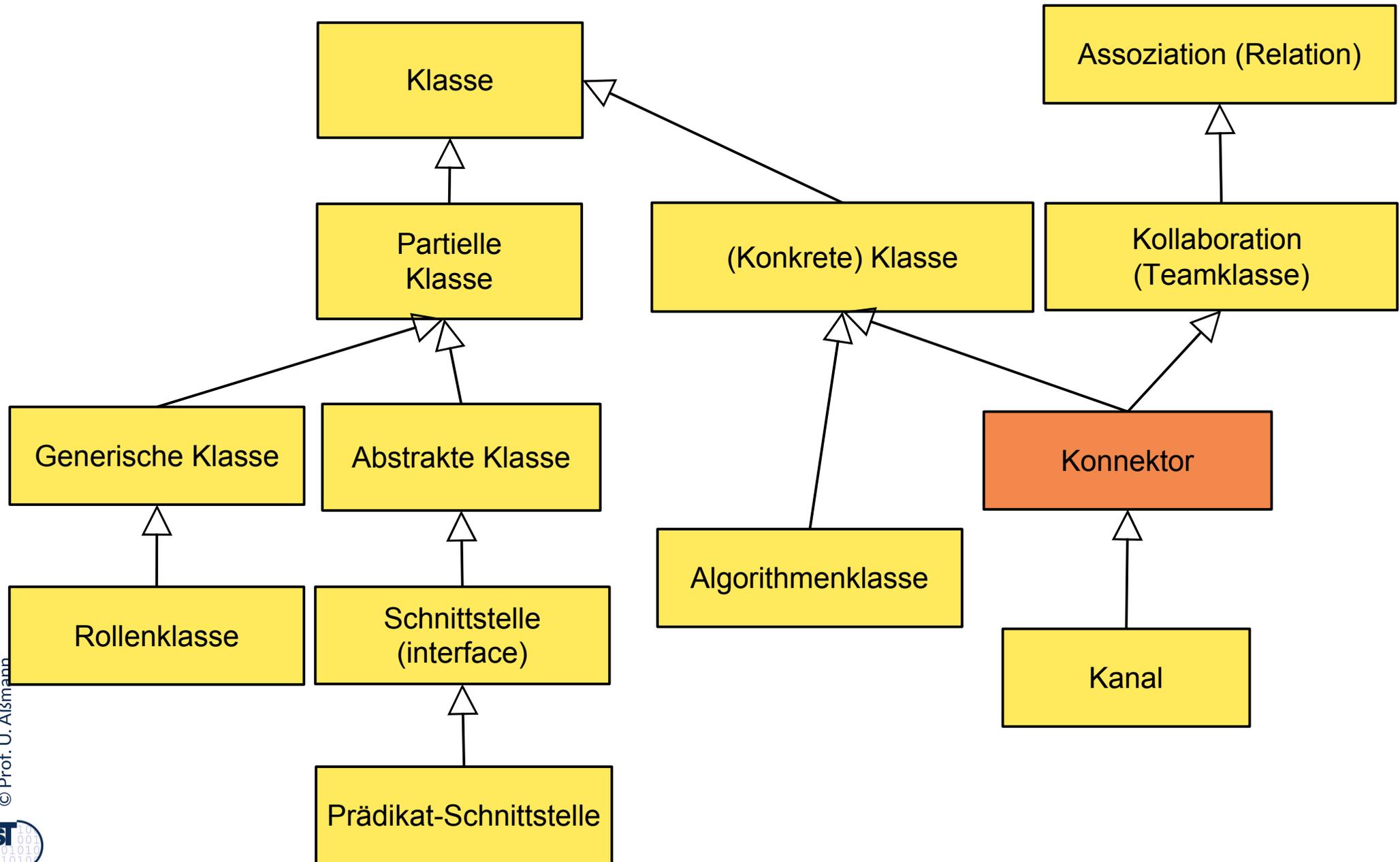
- ▶ **Kollaborationen** beschreiben die anwendungsspezifische Interaktion, Nebenläufigkeit und Kommunikation eines Teams von Beteiligten
- ▶ Def.: Ein **Team** realisiert eine Kollaboration durch eine feste Menge von Rollenobjekten, koordiniert durch ein Hauptobjekt. Es wird oft mit einem Sequenzdiagramm als Verhalten unterlegt
 - Die einzelnen Lebenslinien geben das Verhalten einer Rolle der Kollaboration an
- ▶ Die Kollaboration beschreibt also ein Szenario querschneidend durch die Lebenszyklen mehrerer Objekte



Relationale Klassen (Konnektoren)



Q2: Begriffshierarchie von Klassen (Erweiterung)



The End

- ▶ Einige Folien stammen aus den Vorlesungsfolien zur Vorlesung Softwaretechnologie von © Prof. H. Hussmann, 2002. Used by permission.

Iterator-Implementierungsmuster in modernen Sprachen

- ▶ In vielen Programmiersprachen (Sather, Scala, Ada) stehen **Iteratormethoden (stream methods)** als spezielle Prozeduren zur Verfügung, die die Unterobjekte eines Objekts liefern können
 - Die **yield**-Anweisung gibt aus der Prozedur die Elemente zurück
 - Iterator-Prozedur kann mehrfach aufgerufen werden und damit als input-stream verwendet werden
 - Beim letzten Mal liefert sie null

```
class bigObject {
  private List subObjects;
  public iterator Object deliverThem() {
    while (i in subObjects) {
      yield i;
      // Dieser Punkt im Ablauf wird sich als Zustand gemerkt
      // Beim nächsten Aufruf wird hier fortgesetzt
    }
  }
}

.. BigObject bo = new BigObject(); ...
.. a = bo.deliverThem();
.. b = bo.deliverThem();..
```

Kanäle sind technische Kollaborationen

- ▶ Ein **Konnektor** bildet eine standardisierte technische Kollaboration.
 - Sie beschreiben die standardisierte Interaktion, Nebenläufigkeit und Kommunikation eines Teams von Beteiligten
 - Konnektoren sind besser wiederverwendbar als allgemeine Kollaborationen
- ▶ Bsp: Ein Kanal ist ein einfacher Konnektor

