

# ***Grundlagen der Programmierung***

Dr. Christian Herzog  
Technische Universität München

Wintersemester 2015/2016

## ***Kapitel 10: Ein- und Ausgabe***

### ***Ziele dieses Kapitels***

- ❖ Sie verstehen das Konzept der Ströme
  - Sie können Klassen wie **Reader**, **Writer**, **InputStream** und **OutputStream** benutzen.
- ❖ Sie können in Java Dateien lesen und schreiben

### ***Das Problem***

- ❖ In den Informatik-Systemen, die wir bisher implementiert haben, haben wir *Klassen* *deklariert*, *instantiiert* und die *Attribute mit Werten gefüllt*. Die Werte waren allerdings nur während der Laufzeit des Systems verfügbar.
- ❖ Häufig sollen Werte extern gespeichert werden, so dass sie bei einem erneuten Lauf wieder zur Verfügung stehen.
- ❖ In vielen Fällen werden auch Werte von einem Informatik-System erzeugt, die dann von einem anderen System benötigt werden.
- ❖ Bei interaktiven Systemen wollen wir bereits während der Ausführung Daten mit der Umgebung (Benutzer) austauschen:
  - Wir wollen Werte über eine Tastatur eingeben lassen, andere Werte sollen auf dem Bildschirm erscheinen.
- ❖ Zur Speicherung von Werten und zur Interaktion mit Benutzern führen wir jetzt die Konzepte *Strom* und *Datei* ein.

### ***Datei***

- ❖ Wir haben bereits die Kommunikation mit der Umgebung des Systems zugelassen, allerdings sehr spärlich.
  - **System.out.println()**: Ausdrucken von Daten auf dem Bildschirm
- ❖ Unser Ziel ist jetzt die Modellierung der Interaktion von Informatik-Systemen mit ihrer Umgebung.
- ❖ **Definition Datei:** Eine Verwaltungseinheit zur Repräsentation von externen Daten nach gewissen Organisationsformen, die den Zugriff innerhalb des Informatik-Systems auf die Daten festlegen.

## Speicherung von Dateien

- ❖ Eine Datei ist mit einem **Ein-Ausgabegerät**, kurz E/A-Gerät, (engl. I/O device) verbunden, das die Daten einer Datei permanent speichern kann.
  - Beispiele von E/A-Geräten: Platte, CD, DVD, Magnetband, Stick
- ❖ Abhängig vom Typ der Daten in der Datei unterscheiden wir ebenfalls verschiedene Arten von Dateien: **Text-Datei**, **Binär-Datei**, **Personal-Datei**, **Studenten-Datei**,...

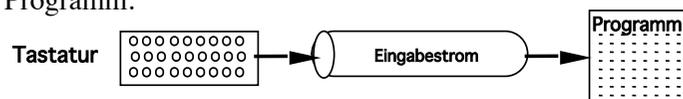
## Strom

- ❖ Um auf Dateien innerhalb eines Informatik-Systems zugreifen zu können, führen wir den Begriff des Stroms(\*) ein.
- ❖ **Definition Strom:** Die interne Repräsentation einer (externen) Datei oder eines E/A-Gerätes in einem Informatik-System.
- ❖ **Definition Eingabe:** Das Lesen der Daten von einer Datei oder einem Eingabegerät in einen Strom. Der Strom heißt dann Eingabestrom.
- ❖ **Definition Ausgabe:** Das Schreiben von Daten eines Stroms auf eine Datei oder ein Ausgabegerät. Der Strom heißt dann Ausgabestrom.

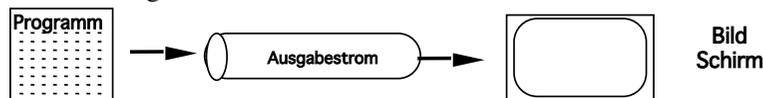
(\*) **Achtung:** In Goos II hat der Begriff Strom eine andere Bedeutung. Bei Goos ist ein Strom ein Iterator über Daten.

## Beispiele von Eingabe- und Ausgabeströmen

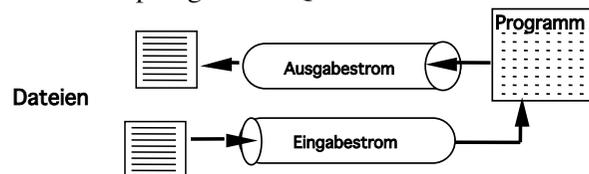
- ❖ Eine **Tastatur** ist eine Quelle für einen Eingabestrom von Zeichen an ein Programm.



- ❖ Ein **Bildschirm** ist ein Empfänger für einen Ausgabestrom von Zeichen von einem Programm.



- ❖ Eine **Datei** ist Empfänger oder Quelle für Ströme von Zeichen

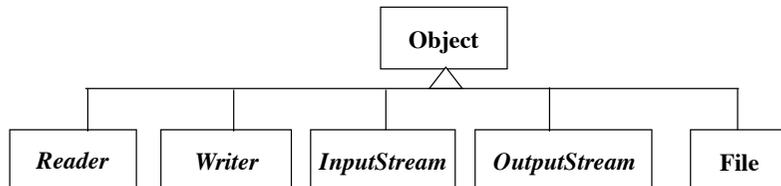


## Modellierung von Strömen

- ❖ Wir modellieren Ströme als Klassen. Allgemein:
- ❖ Ein Strom hat mehrere Attribute:
  - **Datei:** Name der mit dem Strom assoziierten Datei
  - **Marke:** Zeiger auf das derzeitige Element (current element).
- ❖ Ein Strom stellt gewöhnlich folgende Dienste bereit:
  - **Open():** Öffnen der Verbindung mit einer Datei / einem Gerät
  - **Read():** Lesen eines Elementes
  - **Write():** Schreiben eines Elementes
  - **Close():** Schließen der Verbindung mit der Datei / dem Gerät.
- ❖ Die genaue Funktionalität der Dienste und die Implementierung von Strömen ist abhängig von der Programmiersprache, die Implementierung von Dateien ist außerdem oft noch abhängig vom Betriebssystem.
- ❖ Java unterstützt Ströme und Dateien.
  - Die Methoden lösen i.a. Ausnahmen der Klasse **IOException** bzw. von deren Unterklassen aus.

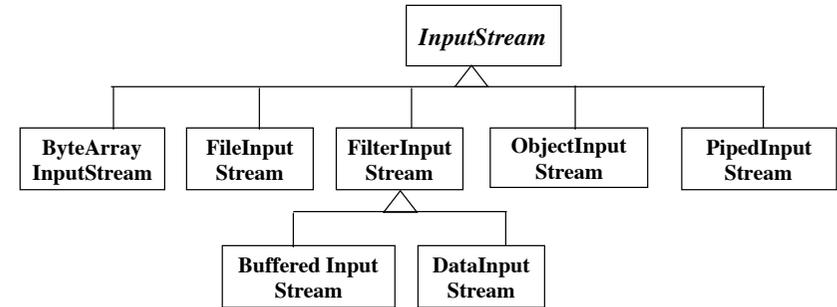
## Ströme und Dateien in Java

- ❖ Java stellt eine große Anzahl von unterschiedlichen Strömen für Ein- und Ausgabe (**Reader**, **Writer**, **InputStream**, **OutputStream**) und eine betriebssystem-unabhängige Beschreibung für Dateien (**File**) bereit, die alle im Paket `java.io` definiert sind.



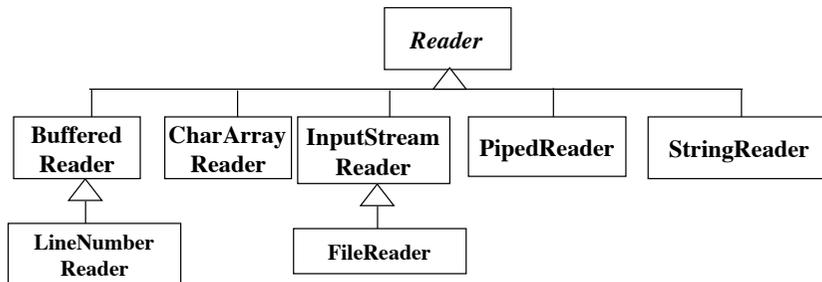
Klasse	Beschreibung
Reader	Abstrakte Klasse für textuelle Eingabeströme
Writer	Abstrakte Klasse für textuelle Ausgabeströme
InputStream	Abstrakte Klasse für binäre Eingabeströme
OutputStream	Abstrakte Klasse für binäre Ausgabeströme
File	Plattform-unabhängige Beschreibung von Dateien

## InputStream: Modelliert binäre Eingabeströme



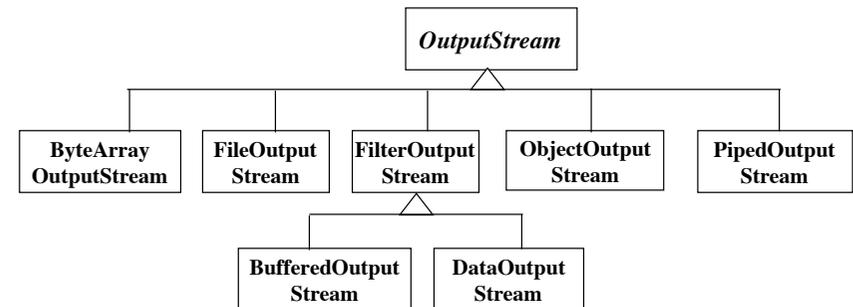
Klasse	Beschreibung
ByteArrayInputStream	Erlaubt das Lesen von Reihenungen, als ob sie Ströme wären
FileInputStream	Ermöglicht das Lesen von Bytes aus Binär-Dateien
FilterInputStream	Ermöglicht das Filtern von Daten auf verschiedene Arten
BufferedInputStream	Ermöglicht das Puffern von Eingabedaten
DataInputStream	Lesen von vordefinierten elementaren Java-Typen
ObjectInputStream	Zum Deserialisieren von Objekten
PipedInputStream	Lesen von Daten aus einem anderen Thread

## Reader: Modelliert textuelle Eingabeströme



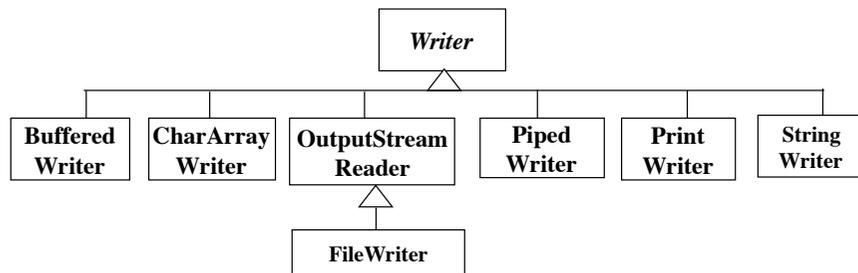
Klasse	Beschreibung
BufferedReader	Gepufferte Eingabe bei textuellen Eingabeströmen
CharArrayReader	Eingabe-Operationen auf Reihenungen vom Typ Char
FileReader	Zeicheneingabe bei Dateien
PipedReader	Methoden zum Filtern von Zeicheneingaben
StringReader	Eingabe-Operationen für Zeichenketten (String)
LineNumberReader	Zählt Anzahl der Text-Zeilen, die gelesen wurden.

## OutputStream: Modelliert binäre Ausgabeströme



Klasse	Beschreibung
ByteArrayOutputStream	Erlaubt das Schreiben von Reihenungen als ob sie Ströme wären
FileOutputStream	Ermöglicht das Schreiben von Bytes in Binär-Dateien
FilterOutputStream	Ermöglicht das Filtern von Daten auf verschiedene Arten
BufferedOutputStream	Ermöglicht das Puffern von Ausgabedaten
DataOutputStream	Schreiben von vordefinierten elementaren Java-Typen
ObjectOutputStream	Zum Serialisieren von Objekten
PipedOutputStream	Schreiben von Daten auf anderen Thread

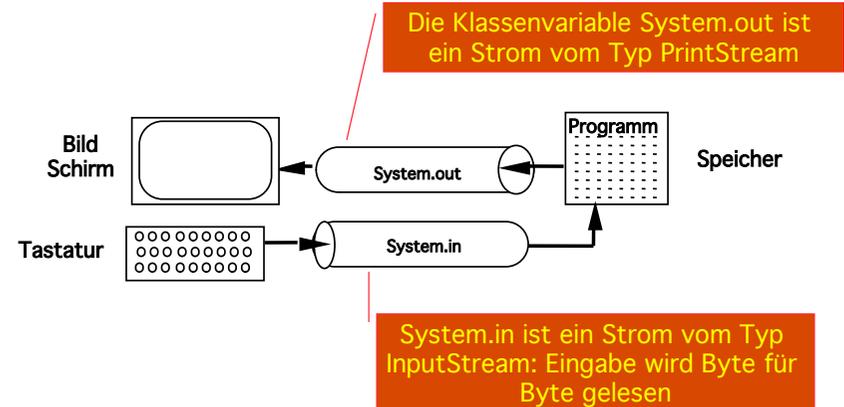
## Writer: Modelliert textuelle Ausgabeströme



Klasse	Beschreibung
BufferedWriter	Gepufferte Ausgabe bei textuellen Ausgabeströmen
CharArrayWriter	Ausgabe-Operationen auf Reihungen (Array of Char)
FileWriter	Für Ausgabe auf Text-Dateien
PipedWriter	Methoden zum Filtern bei Ausgabe von Zeichen (Char)
PrintWriter	Textuelle Ausgabe von Java's Basistypen
StringWriter	Ausgabe von Zeichenketten (String)

## Die Standard Ein/Ausgabe in Java basiert auf Strömen

- ❖ Informelles Modell mit Strömen



## Wichtiges Konzept: Puffern von Daten

- ❖ **Definition Eingabepuffer (input buffer):** Ein Bereich im Speicher für die temporäre Speicherung von bereits gelesenen aber noch nicht verarbeiteten Daten:
  - Anstatt ein Byte nach dem anderen von dem Eingabegerät zu lesen, werden zunächst eine große Anzahl von Bytes gleichzeitig in den Puffer gelesen,
  - Diese werden dann stückweise bei jeder Lese-Operation ins Programm transferiert.
- ❖ **Definition Ausgabepuffer (output buffer):** Ein Bereich im Speicher für die temporäre Speicherung von zu schreibenden Daten.
  - Daten werden erst auf das Ausgabegerät geschrieben, wenn der Puffer voll ist (oder bei einer sogenannten **flush()**-Operation).
- ❖ Puffer helfen, den Geschwindigkeitsunterschied zwischen langsamen Zugriffen auf Geräte/Dateien und schnellen Prozessoren auszugleichen.

## Wichtiges Konzept: Konkatenation von Strömen

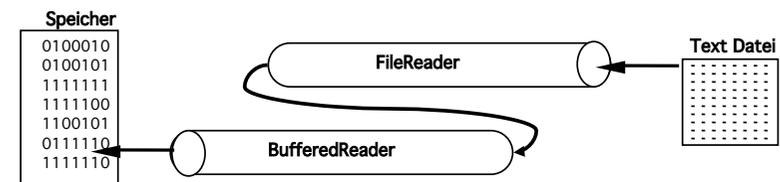
- ❖ Die Deklarationen

```

FileReader fReader = new FileReader(fileName);
BufferedReader bReader = new BufferedReader(fReader);
    
```

konkatenieren zwei Ströme vom Typ **BufferedReader** und **FileReader**.

- ❖ Das Programm kann dann **bReader.readLine()** benutzen, um Zeile für Zeile - und nicht Zeichen für Zeichen - von der Text-Datei mit Namen **fileName** zu lesen.
- ❖ Interpretation: Die Daten fließen von der Text-Datei erst durch **FileReader**, dann durch **BufferedReader** zum Speicher.



## Konkatenation von Ausgabeströmen

### ❖ Die Deklarationen

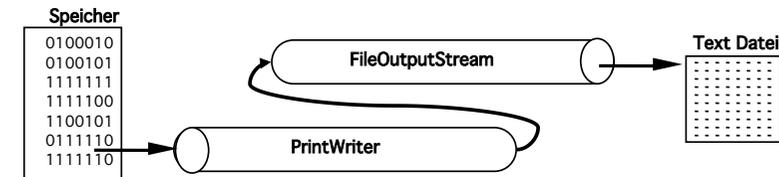
```
FileOutputStream fOStream = new FileOutputStream (fileName);
PrintWriter pWriter = new PrintWriter (fOStream);
```

konkatenieren zwei Ströme **FileOutputStream** und **PrintWriter**.

### ❖ Das Programm kann dann die „bequemen“ Methoden **pWriter.print()** und **pWriter.println()** benutzen.

### ❖ Interpretation: Die Daten fließen vom Speicher erst durch **PrintWriter**, dann durch **FileOutputStream** zur Text-Datei.

### ❖ **Bequem**: Die Methoden von **PrintWriter** behandeln alle Ausnahmen, die bei **FileOutputStream** auftreten können, und deklarieren selbst keine.



Copyright 2015 Bernd Brügge, Christian Herzog

Grundlagen der Programmierung TUM Wintersemester 2015/16

Kapitel 10, Folie 17

## Wann benutzen wir welchen Strom?

### ❖ Bei binärer Ein-Ausgabe:

– Unterklassen von **InputStream** und **OutputStream**.

### ❖ Bei Textueller Ein-Ausgabe:

– Unterklassen von **Reader** und **Writer**.

### ❖ Beispiel: **PrintWriter** ist eine Unterklasse von **Writer**. Sie stellt Methoden zur textuellen Ausgabe von Objekten vom Typ **int**, **long**, **float**, **double**, **String** und **Object** bereit:

```
public void print(int i);           public void println(int i);
public void print(long l);         public void println(long l);
public void print(float f);        public void println(float f);
public void print(double d);       public void println(double d);
public void print(String s);       public void println(String s);
public void print(Object o);       public void println(Object o);
```

Copyright 2015 Bernd Brügge, Christian Herzog

Grundlagen der Programmierung TUM Wintersemester 2015/16

Kapitel 10, Folie 18

## Verbindung von Dateien bzw. Geräten und Strömen

### ❖ Jede Programmiersprache muss ein Konzept bereitstellen, um Ströme mit Dateien zu verbinden.

– In Java geschieht die Verbindung im Konstruktor der Strom-Klasse, die mit dem Dateinamen als Argument aufgerufen wird.

### ❖ Beispiel:

```
String fileName = "/home/bob/src/trivial.java";
```

```
FileWriter fWriter = new FileWriter(fileName);
```

verbindet den Ausgabestrom **fWriter** mit einer Datei namens **/home/bob/src/trivial.java**.

Copyright 2015 Bernd Brügge, Christian Herzog

Grundlagen der Programmierung TUM Wintersemester 2015/16

Kapitel 10, Folie 19

## Standard-Ein-/Ausgabe in Java

### ❖ Die Klasse **System** stellt in Java über Klassenvariablen Ströme bereit, die mit der Tastatur (**System.in**) und dem Bildschirm (**System.out** bzw. **System.err**) verbunden sind:

Field Summary	
static <a href="#">PrintStream</a> <b>err</b>	The "standard" error output stream.
static <a href="#">InputStream</a> <b>in</b>	The "standard" input stream.
static <a href="#">PrintStream</a> <b>out</b>	The "standard" output stream.

Copyright 2015 Bernd Brügge, Christian Herzog

Grundlagen der Programmierung TUM Wintersemester 2015/16

Kapitel 10, Folie 20

## Ein Beispiel: Kopieren von Dateien

- ❖ Wie wollen in einer Klasse `FileUtils` eine Methode `copyFile()` zur Verfügung stellen, die zwei Dateinamen als Parameter erhält und die eine Datei in die andere kopiert.

```
import java.io.*;
class FileUtils {

    public static void copyFile (String inputFile, String outputFile) {

        // Es wird versucht, die Eingabedatei zum Lesen zu öffnen:
        FileReader fReader = null;
        try {
            fReader = new FileReader (inputFile);
        }
        catch (FileNotFoundException e) {
            System.out.println("Fehler: Die Datei " + inputFile +
                " konnte nicht zum Lesen geöffnet werden.");
            System.exit(97);
        }
        // Konkatenation von Eingabestromen:
        BufferedReader bReader = new BufferedReader(fReader);
```

Importieren der Klassen-  
Bezeichner aus dem Paket  
`java.io`  
(Siehe Kapitel 11)

## Kopieren von Dateien (cont'd)

```
// Versuch, die Ausgabedatei zum Schreiben zu öffnen:
FileOutputStream fOStream = null;
try {
    fOStream = new FileOutputStream (outputFile);
}
catch (IOException e) {
    System.out.println("Fehler: Die Datei " + outputFile +
        " konnte nicht zum Schreiben geöffnet werden.");
    System.exit(98);
}

// Konkatenation von Ausgabestromen:
PrintWriter pWriter = new PrintWriter (fOStream);
```

## Kopieren von Dateien (cont'd)

```
// Der Inhalt der Eingabedatei wird zeilenweise in die
// Ausgabedatei kopiert:
try {
    String inputLine;
    do {
        // Eine Zeile lesen:
        inputLine = bReader.readLine();
        // Beim Dateieende wird der null-Pointer geliefert:
        if (inputLine != null)
            // Die Zeile schreiben:
            pWriter.println(inputLine);
    } while (inputLine != null); // Solange kein Dateieende
    // Schliessen der Stroeme:
    bReader.close();
    pWriter.close();
}
catch (IOException e) {
    System.out.println("Fehler: " + e);
    System.exit(99);
}
} // copyFile()
} // class FileUtils
```

## Zusammenfassung

- ❖ Eine **Datei** ist eine Sammlung von Daten, die extern auf einem Sekundärspeicher (Platte, CD, Band) gespeichert sind.
- ❖ Ein **Strom** ist ein Objekt, das Daten von anderen Objekten holt oder zu anderen Objekten liefert.
  - Ein **Eingabestrom** liefert Daten von einer externen Quelle zu einem Programm.
  - Ein **Ausgabestrom** liefert Daten vom Programm zu einem externen Gerät oder einer Datei.
- ❖ **Puffer** ist ein temporärer Bereich im Hauptspeicher, um Daten während der Ein- oder Ausgabe zu speichern.
- ❖ Java stellt eine Vielzahl von Klassen zur Implementierung von Strömen bereit.
- ❖ Durch **Konkatenation** von Strömen erhält man einen Gesamtstrom mit jeweils optimaler Schnittstelle zum Programm auf der einen Seite und zur Datei bzw. zum Gerät auf der anderen Seite.