Programmieren II: Java

Ein- und Ausgabe

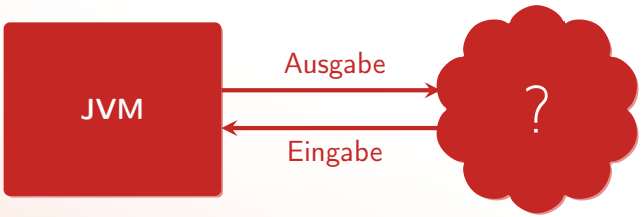
Prof. Dr. Christopher Auer

Sommersemester 2024

Inhalt

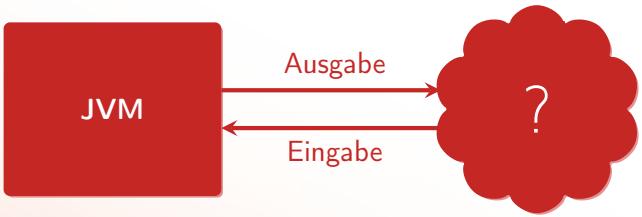
Inhalt

Motivation



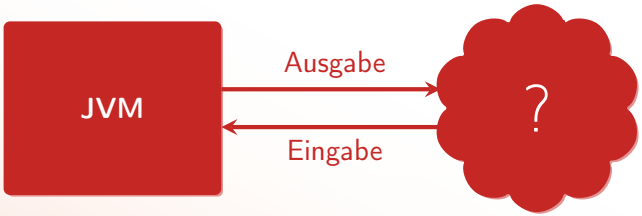
- JVM bildet Abstraktionsschicht zu Betriebssystem

Motivation



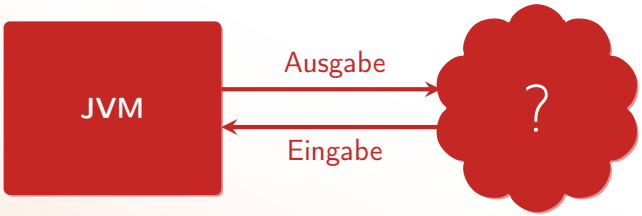
- JVM bildet Abstraktionsschicht zu Betriebssystem
  - Ein- und Ausgabeströme

Motivation



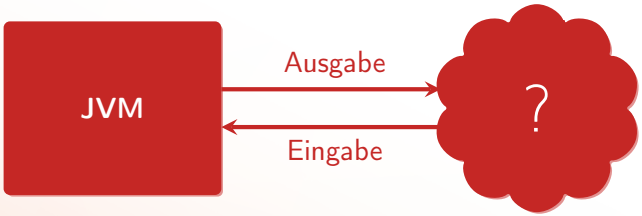
- JVM bildet Abstraktionsschicht zu Betriebssystem
  - Ein- und Ausgabeströme
  - Dateisystem: `C:\Users\auer` vs. `/home/auer` vs. `/Users/auer`

Motivation



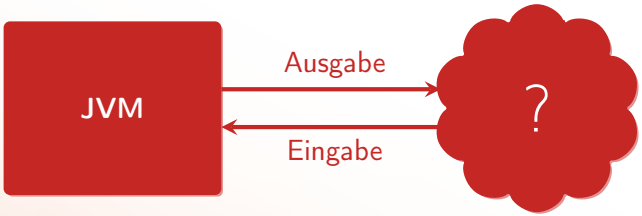
- JVM bildet Abstraktionsschicht zu Betriebssystem
  - Ein- und Ausgabeströme
  - Dateisystem: `C:\Users\auer` vs. `/home/auer` vs. `/Users/auer`
- Ein- und Ausgabe von/zu

Motivation



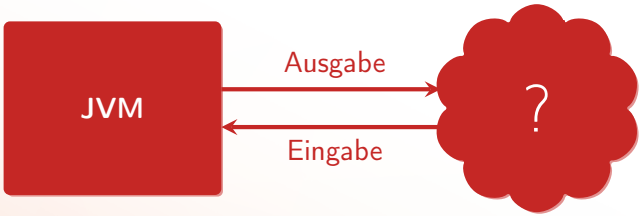
- JVM bildet Abstraktionsschicht zu Betriebssystem
  - Ein- und Ausgabeströme
  - Dateisystem: `C:\Users\auer` vs. `/home/auer` vs. `/Users/auer`
- Ein- und Ausgabe von/zu
  - Standard Ein- und Ausgabe (`System.in`, `System.out`)

Motivation



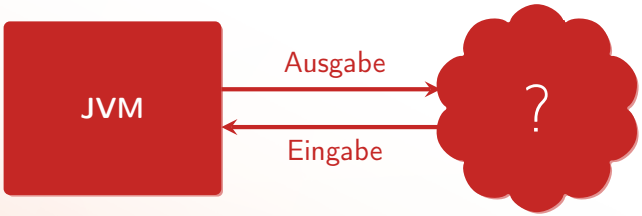
- JVM bildet Abstraktionsschicht zu Betriebssystem
  - Ein- und Ausgabeströme
  - Dateisystem: `C:\Users\auer` vs. `/home/auer` vs. `/Users/auer`
- Ein- und Ausgabe von/zu
  - Standard Ein- und Ausgabe (`System.in`, `System.out`)
  - Dateien: binär, Text, Devices, named PIPEs, etc.

Motivation



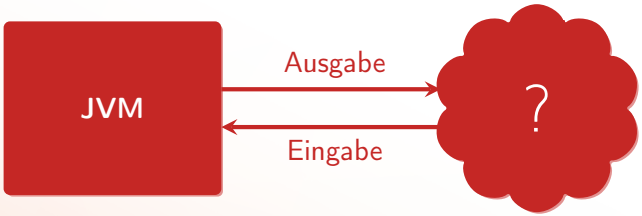
- JVM bildet Abstraktionsschicht zu Betriebssystem
  - Ein- und Ausgabeströme
  - Dateisystem: `C:\Users\auer` vs. `/home/auer` vs. `/Users/auer`
- Ein- und Ausgabe von/zu
  - Standard Ein- und Ausgabe (`System.in`, `System.out`)
  - Dateien: binär, Text, Devices, named PIPEs, etc.
  - Netzwerk (IP/Bluetooth/etc.): Sockets, WebSockets, etc.

Motivation



- JVM bildet Abstraktionsschicht zu Betriebssystem
  - Ein- und Ausgabeströme
  - Dateisystem: `C:\Users\auer` vs. `/home/auer` vs. `/Users/auer`
- Ein- und Ausgabe von/zu
  - Standard Ein- und Ausgabe (`System.in`, `System.out`)
  - Dateien: binär, Text, Devices, named PIPEs, etc.
  - Netzwerk (IP/Bluetooth/etc.): Sockets, WebSockets, etc.
  - Andere Prozesse: PIPEs

Motivation



- JVM bildet Abstraktionsschicht zu Betriebssystem
  - Ein- und Ausgabeströme
  - Dateisystem: `C:\Users\auer` vs. `/home/auer` vs. `/Users/auer`
- Ein- und Ausgabe von/zu
  - Standard Ein- und Ausgabe (`System.in`, `System.out`)
  - Dateien: binär, Text, Devices, named PIPEs, etc.
  - Netzwerk (IP/Bluetooth/etc.): Sockets, WebSockets, etc.
  - Andere Prozesse: PIPEs
  - ...

Beispiel

- Eingabestrom `InputStream`

Beispiel

- Eingabestrom `InputStream`
  - **`int`** `InputStream.read()` liest nächstes Byte (0—255)

Beispiel

- Eingabestrom `InputStream`
  - **`int`** `InputStream.read()` liest nächstes Byte (0—255)
  - -1 wenn Strom „zu Ende“

Beispiel

- Eingabestrom `InputStream`
  - `int InputStream.read()` liest nächstes Byte (0—255)
  - -1 wenn Strom „zu Ende“
- Ausgabestrom `OutputStream`

Beispiel

- Eingabestrom `InputStream`
  - `int InputStream.read()` liest nächstes Byte (0—255)
  - -1 wenn Strom „zu Ende“
- Ausgabestrom `OutputStream`
  - `void OutputStream.write(int b)` schreibt nächstes Byte (0—255)

Beispiel

- Eingabestrom ↗ `InputStream`
  - **`int`** `InputStream.read()` liest nächstes Byte (0—255)
  - `-1` wenn Strom „zu Ende“
- Ausgabestrom ↗ `OutputStream`
  - **`void`** `OutputStream.write(int b)` schreibt nächstes Byte (0—255)
- `ioPlusOne(InputStream in, OutputStream out)`

Beispiel

- Eingabestrom `InputStream`
  - **`int`** `InputStream.read()` liest nächstes Byte (0—255)
  - `-1` wenn Strom „zu Ende“
- Ausgabestrom `OutputStream`
  - **`void`** `OutputStream.write(int b)` schreibt nächstes Byte (0—255)
- `ioPlusOne(InputStream in, OutputStream out)`
  - Liest Byte für Byte aus `in`

Beispiel

- Eingabestrom `InputStream`
  - `int InputStream.read()` liest nächstes Byte (0—255)
  - -1 wenn Strom „zu Ende“
- Ausgabestrom `OutputStream`
  - `void OutputStream.write(int b)` schreibt nächstes Byte (0—255)
- `ioPlusOne(InputStream in, OutputStream out)`
  - Liest Byte für Byte aus `in`
  - Addiert 1 (`% 256`)

Beispiel

- Eingabestrom `InputStream`
  - `int InputStream.read()` liest nächstes Byte (0—255)
  - -1 wenn Strom „zu Ende“
- Ausgabestrom `OutputStream`
  - `void OutputStream.write(int b)` schreibt nächstes Byte (0—255)
- `ioPlusOne(InputStream in, OutputStream out)`
  - Liest Byte für Byte aus `in`
  - Addiert 1 (`% 256`)
  - Schreibt Byte in `out`

Beispiel

- Eingabestrom InputStream
  - **int** InputStream.read() liest nächstes Byte (0—255)
  - -1 wenn Strom „zu Ende“
- Ausgabestrom OutputStream
  - **void** OutputStream.write(**int** b) schreibt nächstes Byte (0—255)
- ioPlusOne(InputStream in, OutputStream out)
  - Liest Byte für Byte aus in
  - Addiert 1 (% 256)
  - Schreibt Byte in out

```
21 public static void ioPlusOne(InputStream in,
22     OutputStream out) throws IOException {
23   for (int i = in.read(); i >= 0; i = in.read()){
24     out.write((i+1)%256);
25   }
26 }
```

ByteStreamExamples.java

Beispiel — Standard Ein- und Ausgabe

- Aufruf mit Standard Ein- und Ausgabe (Terminal)

```
33 runIoPlusOneStdInOut
34 ioPlusOne(System.in, System.out);
```

ByteStreamExamples.java

```
The cake is a LIE!<Ctrl-D/Ctrl-Z>
Uif!dblf!jt!b!MJF”
```

Beispiel — Datenströme aus und in Dateien

- Aufruf mit Datenströmen aus und in Dateien

runIoPlusOneFiles

```
41 FileInputStream in = new FileInputStream("input.txt");
42 FileOutputStream out = new FileOutputStream("output.txt");
43 ioPlusOne(in, out);
44
```

ByteStreamExamples.java

```
% echo "The cake is a LIE" > input.txt
% gradle runIOPlusOneFiles
% cat output.txt
Uif!dblf!jt!b!MJF
```

Beispiel — Datenströme aus dem Netzwerk

- Aufruf mit Datenströmen aus dem Netzwerk

Beispiel — Datenströme aus dem Netzwerk

- Aufruf mit Datenströmen aus dem Netzwerk
  - „Server“ (extern in Terminal)

```
% echo "The cake is a LIE" | netcat -lp 12345
```

Beispiel — Datenströme aus dem Netzwerk

- Aufruf mit Datenströmen aus dem Netzwerk
  - „Server“ (extern in Terminal)

```
% echo "The cake is a LIE" | netcat -lp 12345
```

    - „Horcht“ auf Port 12345

Beispiel — Datenströme aus dem Netzwerk

- Aufruf mit Datenströmen aus dem Netzwerk
  - „Server“ (extern in Terminal)

```
% echo "The cake is a LIE" | netcat -lp 12345
```

    - „Horcht“ auf Port 12345
    - Schreibt „The cake is a LIE“ bei Verbindung auf Socket

Beispiel — Datenströme aus dem Netzwerk

- Aufruf mit Datenströmen aus dem Netzwerk
  - „Server“ (extern in Terminal)

```
% echo "The cake is a LIE" | netcat -lp 12345
```

    - „Horcht“ auf Port 12345
    - Schreibt „The cake is a LIE“ bei Verbindung auf Socket
    - Liest Eingabe und gibt sie aus

Beispiel — Datenströme aus dem Netzwerk

- Aufruf mit Datenströmen aus dem Netzwerk
  - „Server“ (extern in Terminal)

```
% echo "The cake is a LIE" | netcat -lp 12345
```

    - „Horcht“ auf Port 12345
    - Schreibt „The cake is a LIE“ bei Verbindung auf Socket
    - Liest Eingabe und gibt sie aus
  - `ioPlusOneNetwork`

```
50 runIoPlusOneNetwork
51 Socket socket = new Socket();
52 socket.connect(
53     new InetSocketAddress("localhost", 12345));
54 ioPlusOne(socket.getInputStream(),
55     socket.getOutputStream());
```

ByteStreamExamples.java

Beispiel — Datenströme aus dem Netzwerk

- Aufruf mit Datenströmen aus dem Netzwerk
  - „Server“ (extern in Terminal)

```
% echo "The cake is a LIE" | netcat -lp 12345
```

    - „Horcht“ auf Port 12345
    - Schreibt „The cake is a LIE“ bei Verbindung auf Socket
    - Liest Eingabe und gibt sie aus
  - `ioPlusOneNetwork`

runIoPlusOneNetwork

```
50 Socket socket = new Socket();
51 socket.connect(
52     new InetSocketAddress("localhost", 12345));
53 ioPlusOne(socket.getInputStream(),
54     socket.getOutputStream());
55
```

ByteStreamExamples.java

    - Verbindung mit Port 12345

Beispiel — Datenströme aus dem Netzwerk

- Aufruf mit Datenströmen aus dem Netzwerk
  - „Server“ (extern in Terminal)

```
% echo "The cake is a LIE" | netcat -lp 12345
```

    - „Horcht“ auf Port 12345
    - Schreibt „The cake is a LIE“ bei Verbindung auf Socket
    - Liest Eingabe und gibt sie aus
  - `ioPlusOneNetwork`

runIoPlusOneNetwork — ByteStreamExamples.java

```
50  Socket socket = new Socket();
51  socket.connect(
52      new InetSocketAddress("localhost", 12345));
53  ioPlusOne(socket.getInputStream(),
54      socket.getOutputStream());
55
```

    - Verbindung mit Port 12345
    - Socket-Ströme werden an `ioPlusOne` übergeben

Beispiel — Datenströme aus dem Netzwerk

- Server

```
% echo "The cake is a LIE" | netcat -lp 12345
```

Beispiel — Datenströme aus dem Netzwerk

- Server

```
% echo "The cake is a LIE" | netcat -lp 12345
```

- Client

```
% gradle runIOPlusOneNetwork
```

Beispiel — Datenströme aus dem Netzwerk

- Server

```
% echo "The cake is a LIE" | netcat -lp 12345
```

- Client

```
% gradle runIOPlusOneNetwork
```

- Server

```
Uif!dblf!jt!b!MJF
```

Beispiel — Datenströme aus dem Netzwerk

- Server

```
% echo "The cake is a LIE" | netcat -lp 12345
```

- Client

```
% gradle runIOPlusOneNetwork
```

- Server

```
Uif!dblf!jt!b!MJF
```

- Was passiert hier?

Beispiel — Datenströme aus dem Netzwerk

- Server

```
% echo "The cake is a LIE" | netcat -lp 12345
```

- Client

```
% gradle runIOPlusOneNetwork
```

- Server

```
Uif!dblf!jt!b!MJF
```

- Was passiert hier?

Beispiel — Datenströme aus dem Netzwerk

- Server

```
% echo "The cake is a LIE" | netcat -lp 12345
```

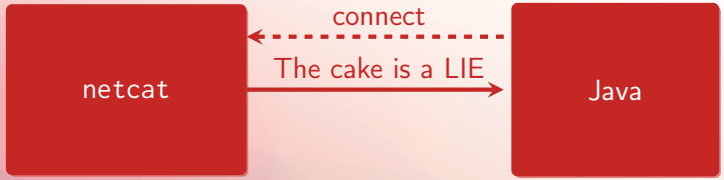
- Client

```
% gradle runIOPlusOneNetwork
```

- Server

```
Uif!dblf!jt!b!MJF
```

- Was passiert hier?



Beispiel — Datenströme aus dem Netzwerk

- Server

```
% echo "The cake is a LIE" | netcat -lp 12345
```

- Client

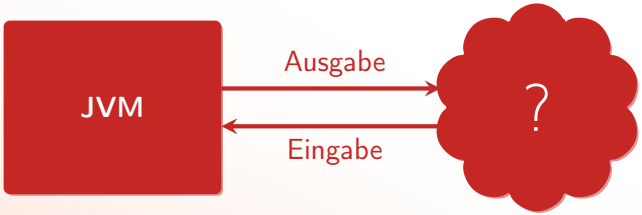
```
% gradle runIOPlusOneNetwork
```

- Server

```
Uif!dblf!jt!b!MJF
```

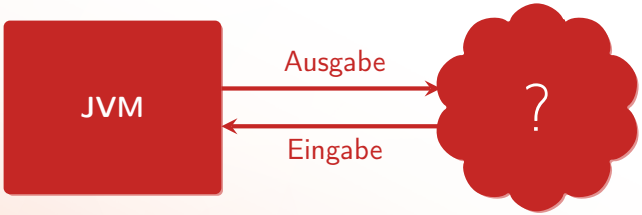
- Was passiert hier?

Kleine Zusammenfassung



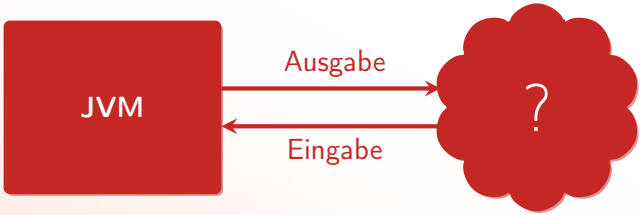
- `Input/OutputStream` heißen Byteströme

Kleine Zusammenfassung



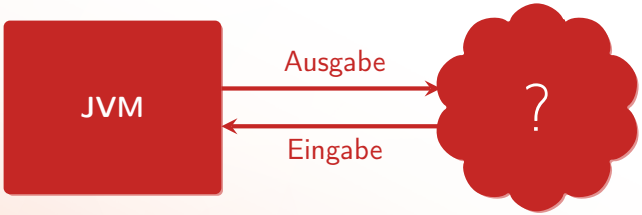
- `Input/OutputStream` heißen Byteströme
  - Ein- und Ausgabe

Kleine Zusammenfassung



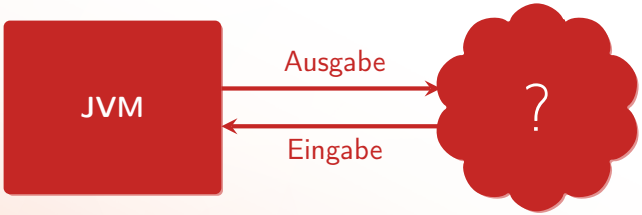
- `Input/OutputStream` heißen Byteströme
  - Ein- und Ausgabe
  - „Egal“ was dahinterliegt (Abstraktion)

Kleine Zusammenfassung



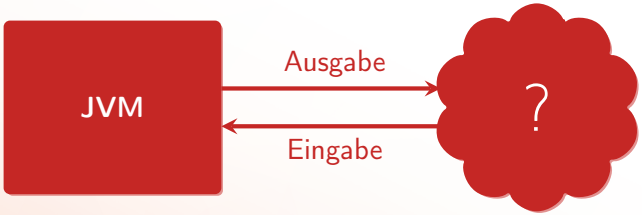
- `Input/OutputStream` heißen Byteströme
  - Ein- und Ausgabe
  - „Egal“ was dahinterliegt (Abstraktion)
- Als nächstes: Byteströme im Detail

Kleine Zusammenfassung



- `Input/OutputStream` heißen Byteströme
  - Ein- und Ausgabe
  - „Egal“ was dahinterliegt (Abstraktion)
- Als nächstes: Byteströme im Detail
  - Welche Byteströme gibt es?

Kleine Zusammenfassung



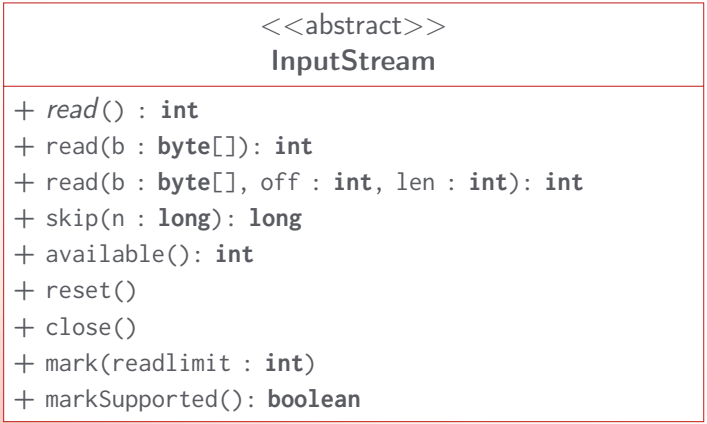
- `Input/OutputStream` heißen Byteströme
  - Ein- und Ausgabe
  - „Egal“ was dahinterliegt (Abstraktion)
- Als nächstes: Byteströme im Detail
  - Welche Byteströme gibt es?
  - Wie arbeitet man mit Bytesströmen?

Inhalt

Inhalt

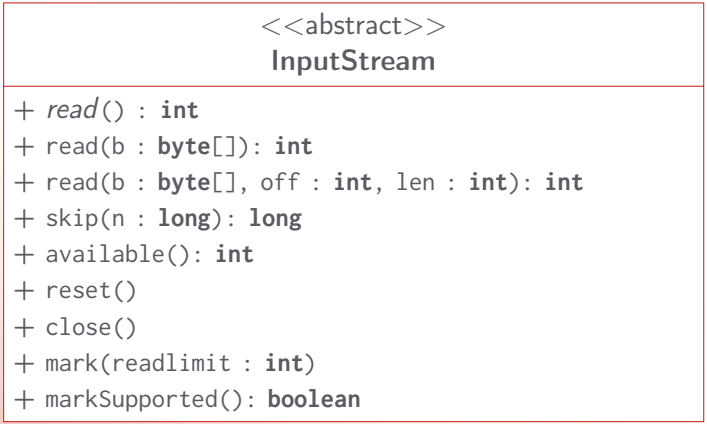
Inhalt

InputStream



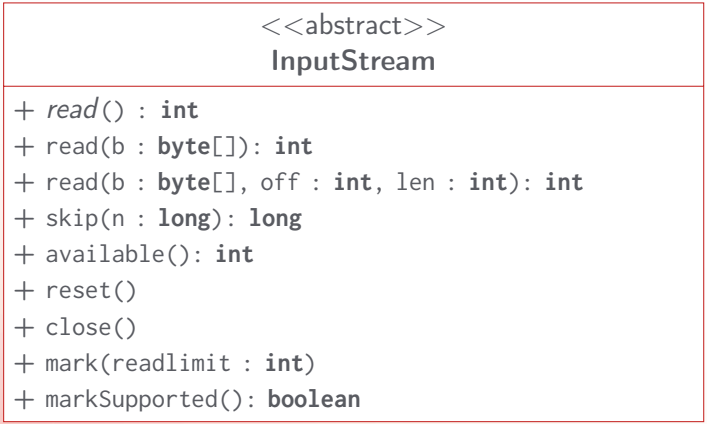
- Zum Lesen von binären Daten (**bytes**)

InputStream



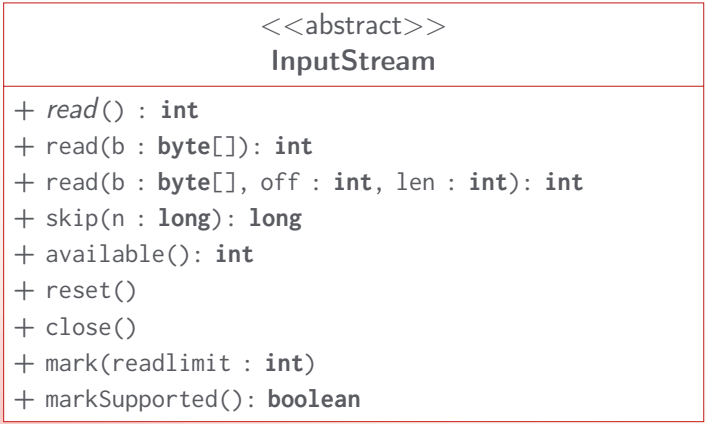
- Zum Lesen von binären Daten (**bytes**)
- Abstrakte Oberklasse aller Eingabeströme

InputStream



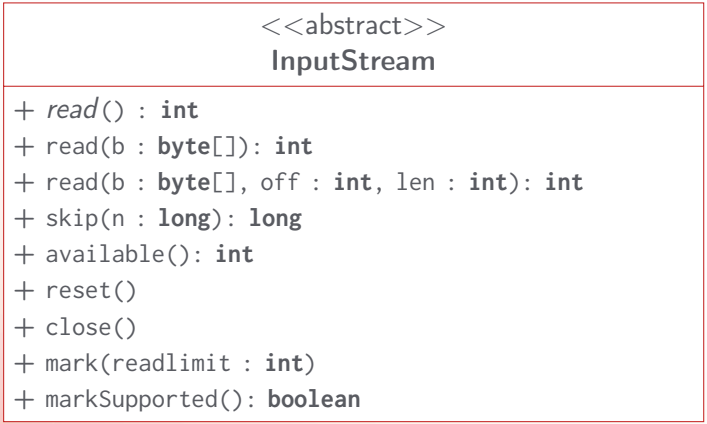
- Zum Lesen von binären Daten (**bytes**)
- Abstrakte Oberklasse aller Eingabeströme
  - Einzige abstrakte Methode: **int** `read()` (kennen wir schon)

InputStream



- Zum Lesen von binären Daten (**bytes**)
- Abstrakte Oberklasse aller Eingabeströme
  - Einzige abstrakte Methode: **int** `read()` (kennen wir schon)
  - Rest: kann, muss nicht, aber sollte überschrieben werden

InputStream



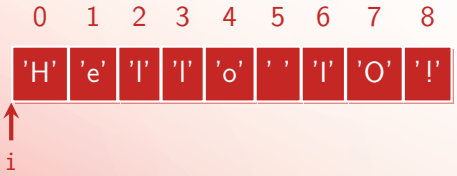
- Zum Lesen von binären Daten (**bytes**)
- Abstrakte Oberklasse aller Eingabeströme
  - Einzige abstrakte Methode: `int read()` (kennen wir schon)
  - Rest: kann, muss nicht, aber sollte überschrieben werden
- Methoden können `IOException` (geprüft) werfen

InputStream — Beispiel

- Beispiel: ByteArrayInputStream liest Einträge aus einem **byte**-Array

```
63 runInputStreamExample
64 final byte[] b = { 'H', 'e', 'l', 'l', 'o',
65   ' ', 'I', 'O', '!'};
66 ByteArrayInputStream i = new ByteArrayInputStream(b);
```

ByteStreamExamples.java



InputStream.read

- `int read()` liest nächstes Byte (als `int`), -1 wenn am Ende angekommen

InputStream.read

- **int** `read()` liest nächstes Byte (als **int**), -1 wenn am Ende angekommen
  - Liest nächstes Byte

InputStream.read

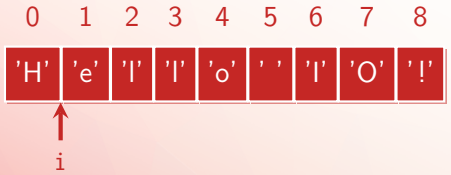
- **int** `read()` liest nächstes Byte (als **int**), -1 wenn am Ende angekommen
  - Liest nächstes Byte
  - Rückgabe: gelesenes Byte, -1 wenn am Ende angekommen

InputStream.read

- `int read()` liest nächstes Byte (als `int`), -1 wenn am Ende angekommen
  - Liest nächstes Byte
  - Rückgabe: gelesenes Byte, -1 wenn am Ende angekommen
- Beispiel

```
70 out.println(i.read()); // 72 == 'H'
```

ByteStreamExamples.java



InputStream.read

- `int read(byte[] buffer)`

InputStream.read

- `int read(byte[] buffer)`
  - Liest bis zu `buffer.length` viele **byte**s in `buffer`

InputStream.read

- `int read(byte[] buffer)`
  - Liest bis zu `buffer.length` viele **byte**s in `buffer`
  - Rückgabe: # gelesene **byte**s, -1 wenn am Ende angekommen

InputStream.read

- `int read(byte[] buffer)`
  - Liest bis zu `buffer.length` viele **byte**s in `buffer`
  - Rückgabe: # gelesene **byte**s, -1 wenn am Ende angekommen
- Beispiel

```
74 byte[] buffer = new byte[4];
75 int n = i.read(buffer);
76 out.printf("n = %d: %s%n", n, Arrays.toString(buffer));
```

ByteStreamExamples.java

```
n = 4: [101, 108, 108, 111]
```

InputStream.read

- `int read(byte[] buffer, int offset, int n)`

InputStream.read

- `int read(byte[] buffer, int offset, int n)`
  - Liest bis zu n viele **byte**s in buffer ab Index offset

InputStream.read

- `int read(byte[] buffer, int offset, int n)`
  - Liest bis zu n viele **byte**s in `buffer` ab Index `offset`
  - Rückgabe: # gelesene **byte**s, -1 wenn am Ende angekommen

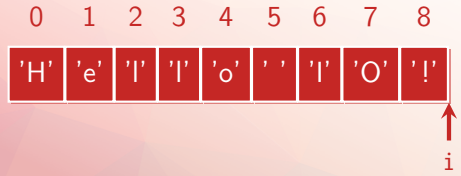
InputStream.read

- `int read(byte[] buffer, int offset, int n)`
  - Liest bis zu n viele **byte**s in buffer ab Index offset
  - Rückgabe: # gelesene **byte**s, -1 wenn am Ende angekommen
- Beispiel

```
80 buffer = new byte[10];
81 n = i.read(buffer, 3, 7);
82 out.printf("n = %d: %s%n", n, Arrays.toString(buffer));
```

ByteStreamExamples.java

```
n = 4: [0, 0, 0, 32, 73, 79, 33, 0, 0, 0]
```



InputStream.reset

- `void reset()`

InputStream.reset

- `void reset()`
  - Setzt die Position „zurück“

InputStream.reset

- `void reset()`
  - Setzt die Position „zurück“
  - Drei Möglichkeiten

InputStream.reset

- `void reset()`
  - Setzt die Position „zurück“
  - Drei Möglichkeiten
    - `markSupported()==` **`false`** — Anfang des Streams (hängt von Stream ab)

InputStream.reset

- `void reset()`
  - Setzt die Position „zurück“
  - Drei Möglichkeiten
    - `markSupported()== false` — Anfang des Streams (hängt von Stream ab)
    - `markSupported()== true` — Position als `mark(int)` aufgerufen wurde oder Anfang

InputStream.reset

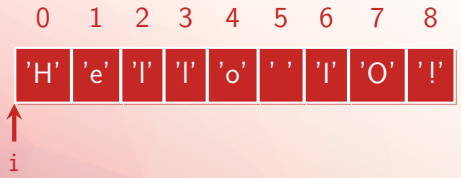
- `void reset()`
  - Setzt die Position „zurück“
  - Drei Möglichkeiten
    - `markSupported()== false` — Anfang des Streams (hängt von Stream ab)
    - `markSupported()== true` — Position als `mark(int)` aufgerufen wurde oder Anfang
    - `IOException` — ungültig für Stream

InputStream.reset

- **void** reset()
  - Setzt die Position „zurück“
  - Drei Möglichkeiten
    - markSupported()== **false** — Anfang des Streams (hängt von Stream ab)
    - markSupported()== **true** — Position als mark(**int**) aufgerufen wurde oder Anfang
    - IOException — ungültig für Stream
- Beispiel

```
86 i.reset();
```

ByteStreamExamples.java



InputStream.skip

- `long skip(long n)`

InputStream.skip

- **long** skip(**long** n)
  - Versucht n **byte**s zu überspringen

InputStream.skip

- **long** skip(**long** n)
  - Versucht n **byte**s zu überspringen
  - Rückgabe: # übersprungener **byte**s ($\leq$ n, 0 möglich)

InputStream.skip

- **long** skip(**long** n)
  - Versucht n **byte**s zu überspringen
  - Rückgabe: # übersprungener **byte**s ($\leq$ n, 0 möglich)
- Beispiel

```
90 long l = i.skip(6);
91 out.printf("l = %d%n", l);
```

ByteStreamExamples.java

```
l = 6
```

InputStream.available

- Hinweis: `read`/`skip` können blockieren

InputStream.available

- Hinweis: `read`/`skip` können blockieren
  - Aktueller Thread wird angehalten bis wieder Daten verfügbar sind (Netzwerk, Festplatte, etc.)

InputStream.available

- Hinweis: `read`/`skip` können blockieren
  - Aktueller Thread wird angehalten bis wieder Daten verfügbar sind (Netzwerk, Festplatte, etc.)
- `int available()`

InputStream.available

- Hinweis: `read`/`skip` können blockieren
  - Aktueller Thread wird angehalten bis wieder Daten verfügbar sind (Netzwerk, Festplatte, etc.)
- `int available()`
  - Rückgabe: „Schätzung“ # **byte** die ohne Blockieren von `read`/`skip` gelesen/übersprungen werden können

InputStream.available

- Hinweis: `read`/`skip` können blockieren
  - Aktueller Thread wird angehalten bis wieder Daten verfügbar sind (Netzwerk, Festplatte, etc.)
- `int available()`
  - Rückgabe: „Schätzung“ # **byte** die ohne Blockieren von `read`/`skip` gelesen/übersprungen werden können
  - Oft # restliche **byte**s, aber nicht immer

InputStream.available

- Hinweis: `read`/`skip` können blockieren
  - Aktueller Thread wird angehalten bis wieder Daten verfügbar sind (Netzwerk, Festplatte, etc.)
- `int available()`
  - Rückgabe: „Schätzung“ # **byte** die ohne Blockieren von `read`/`skip` gelesen/übersprungen werden können
  - Oft # restliche **byte**s, aber nicht immer
- Beispiel

```
95 n = i.available();
96 out.printf("n = %d%n", n);
```

ByteStreamExamples.java

```
n = 3
```

InputStream.mark/markSupported

- `void mark(int readLimit)`

InputStream.mark/markSupported

- `void mark(int readLimit)`
  - Markiert die aktuelle Position

InputStream.mark/markSupported

- `void mark(int readLimit)`
  - Markiert die aktuelle Position
  - `reset()` springt zu Markierung

InputStream.mark/markSupported

- `void mark(int readLimit)`
  - Markiert die aktuelle Position
  - `reset()` springt zu Markierung
  - `boolean markSupported()` liefert **true** wenn `mark` unterstützt wird

InputStream.mark/markSupported

- `void mark(int readLimit)`
  - Markiert die aktuelle Position
  - `reset()` springt zu Markierung
  - `boolean markSupported()` liefert **true** wenn `mark` unterstützt wird
  - `readLimit` # verarbeiteter **byte**s bis Markierung automatisch aufgehoben wird (schont Resourcen)

InputStream.mark/markSupported

- `void mark(int readLimit)`
  - Markiert die aktuelle Position
  - `reset()` springt zu Markierung
  - `boolean markSupported()` liefert **true** wenn mark unterstützt wird
  - `readLimit` # verarbeiteter **byte**s bis Markierung automatisch aufgehoben wird (schont Resourcen)
- Beispiel

```
100 i.mark(100);
101 i.skip(3);
102 out.printf("before: available = %d%n", i.available());
103 i.reset();
104 out.printf("after: available = %d%n", i.available());
```

ByteStreamExamples.java

```
before: available = 0
after: available = 3
```

InputStream.close

- `void close()`

InputStream.close

- `void close()`
  - Schließt den Stream und gibt Resourcen frei

InputStream.close

- **void** close()
  - Schließt den Stream und gibt Resourcen frei
- Beispiel

```
108 i.close();
```

ByteStreamExamples.java

InputStream.close

- **void** close()
  - Schließt den Stream und gibt Resourcen frei
- Beispiel

```
108 i.close();
```

ByteStreamExamples.java

- Stream i.d.R. danach nicht mehr verwendbar

InputStream.close

- **void** close()
  - Schließt den Stream und gibt Resourcen frei
- Beispiel

```
108 i.close();
```

ByteStreamExamples.java

- Stream i.d.R. danach nicht mehr verwendbar
  - `FileInputStream` schließt Datei

InputStream.close

- **void** close()
  - Schließt den Stream und gibt Resourcen frei
- Beispiel

```
108 i.close();
```

ByteStreamExamples.java

- Stream i.d.R. danach nicht mehr verwendbar
  - FileInputStream schließt Datei
  - Socket schließt Netzwerkverbindung

InputStream.close

- **void** close()
  - Schließt den Stream und gibt Resourcen frei
- Beispiel

```
108 i.close();
```

ByteStreamExamples.java

- Stream i.d.R. danach nicht mehr verwendbar
  - FileInputStream schließt Datei
  - Socket schließt Netzwerkverbindung
- Manche Streams funktionieren nach close immer noch

InputStream.close

- **void** close()
  - Schließt den Stream und gibt Resourcen frei
- Beispiel

```
108 i.close();
```

ByteStreamExamples.java

- Stream i.d.R. danach nicht mehr verwendbar
  - FileInputStream schließt Datei
  - Socket schließt Netzwerkverbindung
- Manche Streams funktionieren nach close immer noch
  - ByteArrayInputStream

InputStream.close

- `void close()`
  - Schließt den Stream und gibt Resourcen frei
- Beispiel

```
108 i.close();
```

ByteStreamExamples.java

- Stream i.d.R. danach nicht mehr verwendbar
  - `FileInputStream` schließt Datei
  - `Socket` schließt Netzwerkverbindung
- Manche Streams funktionieren nach `close` immer noch
  - `ByteArrayInputStream`
- `close` stammt aus Interfaces `AutoCloseable` und `Closeable` (später)

Weitere Methoden

- **byte**[] readAllBytes() — liest alle restlichen **byte**s

Weitere Methoden

- `byte[] readAllBytes()` — liest alle restlichen **bytes**
- `int readNBytes(byte[] b, int off, int len)`/`byte[] readNBytes(int len)`

Weitere Methoden

- `byte[] readAllBytes()` — liest alle restlichen **byte**s
- `int readNBytes(byte[] b, int off, int len)`/`byte[] readNBytes(int len)`
  - Liest bis zu `len` viele **byte**s in `b` ab `off`/und gibt gelesene **byte**s zurück

Weitere Methoden

- `byte[] readAllBytes()` — liest alle restlichen **bytes**
- `int readNBytes(byte[] b, int off, int len)`/`byte[] readNBytes(int len)`
  - Liest bis zu `len` viele **bytes** in `b` ab `off`/und gibt gelesene **bytes** zurück
  - Unterschied zu `read`: blockiert bis mindestens `len` **bytes** gelesen wurden

Weitere Methoden

- `byte[] readAllBytes()` — liest alle restlichen **bytes**
- `int readNBytes(byte[] b, int off, int len)`/`byte[] readNBytes(int len)`
  - Liest bis zu `len` viele **bytes** in `b` ab `off`/und gibt gelesene **bytes** zurück
  - Unterschied zu `read`: blockiert bis mindestens `len` **bytes** gelesen wurden
- `void skipNBytes(long n)`

Weitere Methoden

- `byte[] readAllBytes()` — liest alle restlichen **bytes**
- `int readNBytes(byte[] b, int off, int len)`/`byte[] readNBytes(int len)`
  - Liest bis zu `len` viele **bytes** in `b` ab `off`/und gibt gelesene **bytes** zurück
  - Unterschied zu `read`: blockiert bis mindestens `len` **bytes** gelesen wurden
- `void skipNBytes(long n)`
  - Überspringt bis zu `n` viele **bytes**

Weitere Methoden

- `byte[] readAllBytes()` — liest alle restlichen **byte**s
- `int readNBytes(byte[] b, int off, int len)`/`byte[] readNBytes(int len)`
  - Liest bis zu `len` viele **byte**s in `b` ab `off`/und gibt gelesene **byte**s zurück
  - Unterschied zu `read`: blockiert bis mindestens `len` **byte**s gelesen wurden
- `void skipNBytes(long n)`
  - Überspringt bis zu `n` viele **byte**s
  - Unterschied zu `skip`: blockiert bis mindestens `n` übersprungen wurden

Weitere Methoden

- `byte[] readAllBytes()` — liest alle restlichen **bytes**
- `int readNBytes(byte[] b, int off, int len)`/`byte[] readNBytes(int len)`
  - Liest bis zu `len` viele **bytes** in `b` ab `off`/und gibt gelesene **bytes** zurück
  - Unterschied zu `read`: blockiert bis mindestens `len` **bytes** gelesen wurden
- `void skipNBytes(long n)`
  - Überspringt bis zu `n` viele **bytes**
  - Unterschied zu `skip`: blockiert bis mindestens `n` übersprungen wurden
- `long transferTo(OutputStream out)`

Weitere Methoden

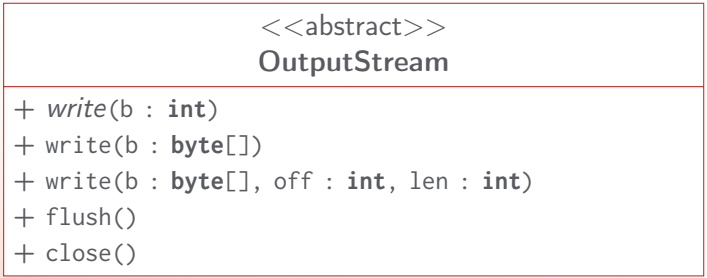
- `byte[] readAllBytes()` — liest alle restlichen **bytes**
- `int readNBytes(byte[] b, int off, int len)`/`byte[] readNBytes(int len)`
  - Liest bis zu `len` viele **bytes** in `b` ab `off`/und gibt gelesene **bytes** zurück
  - Unterschied zu `read`: blockiert bis mindestens `len` **bytes** gelesen wurden
- `void skipNBytes(long n)`
  - Überspringt bis zu `n` viele **bytes**
  - Unterschied zu `skip`: blockiert bis mindestens `n` übersprungen wurden
- `long transferTo(OutputStream out)`
  - liest alle Daten aus Eingabestrom und schreibt sie in Ausgabestrom `out`

Weitere Methoden

- `byte[] readAllBytes()` — liest alle restlichen **bytes**
- `int readNBytes(byte[] b, int off, int len)`/`byte[] readNBytes(int len)`
  - Liest bis zu `len` viele **bytes** in `b` ab `off`/und gibt gelesene **bytes** zurück
  - Unterschied zu `read`: blockiert bis mindestens `len` **bytes** gelesen wurden
- `void skipNBytes(long n)`
  - Überspringt bis zu `n` viele **bytes**
  - Unterschied zu `skip`: blockiert bis mindestens `n` übersprungen wurden
- `long transferTo(OutputStream out)`
  - liest alle Daten aus Eingabestrom und schreibt sie in Ausgabestrom `out`
  - Rückgabe: Anzahl transferierter **bytes**

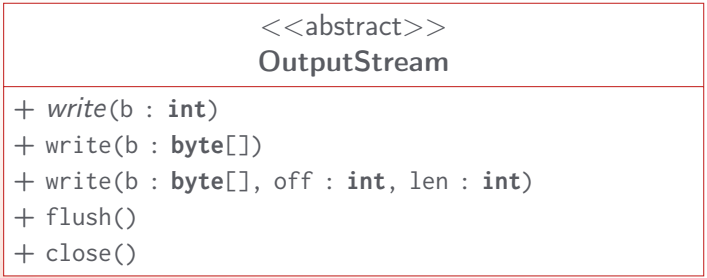
Inhalt

OutputStream



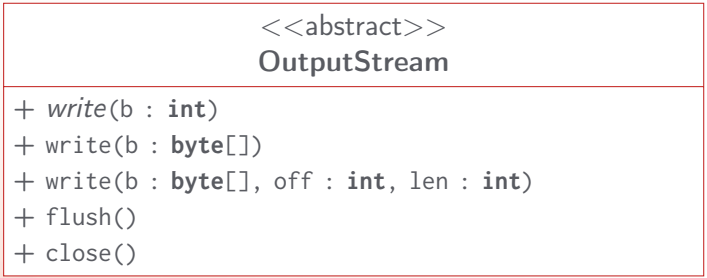
- Zum Schreiben von binären Daten (**bytes**)

OutputStream



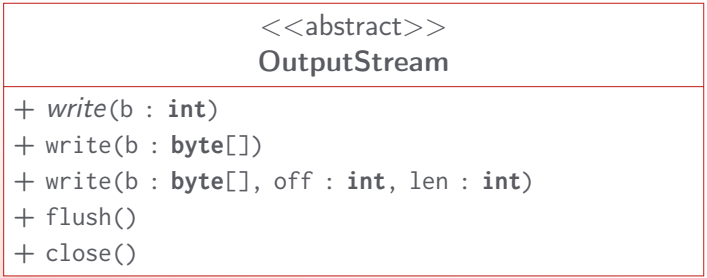
- Zum Schreiben von binären Daten (**bytes**)
- Abstrakte Oberklasse aller Ausgabeströme

OutputStream



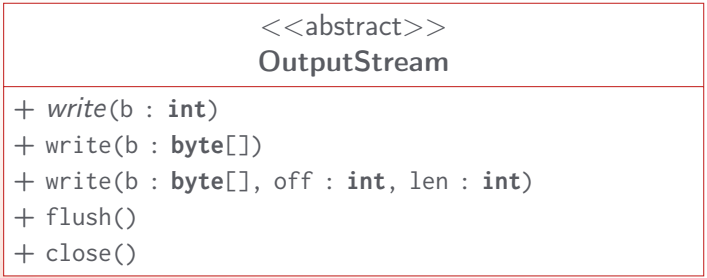
- Zum Schreiben von binären Daten (**byte**s)
- Abstrakte Oberklasse aller Ausgabeströme
  - Einzige abstrakte Methode: `write(int b)` zum Schreiben eines einzelnen **byte**s

OutputStream



- Zum Schreiben von binären Daten (**byte**s)
- Abstrakte Oberklasse aller Ausgabeströme
  - Einzige abstrakte Methode: `write(int b)` zum Schreiben eines einzelnen **byte**s
  - Rest: kann, muss nicht, aber sollte überschrieben werden

OutputStream



- Zum Schreiben von binären Daten (**byte**s)
- Abstrakte Oberklasse aller Ausgabeströme
  - Einzige abstrakte Methode: `write(int b)` zum Schreiben eines einzelnen **byte**s
  - Rest: kann, muss nicht, aber sollte überschrieben werden
- Alle Methoden können `IOException` (geprüft) werfen

OutputStream — Beispiel

- Beispiel: ByteArrayOutputStream schreibt **bytes** in einen **byte**-Array

```
114 runOutputStreamExample
115 ByteArrayOutputStream o = new ByteArrayOutputStream(4);
```

ByteStreamExamples.java

OutputStream — Beispiel

- Beispiel: ByteArrayOutputStream schreibt **bytes** in einen **byte**-Array

runOutputStreamExample

```
114
115 ByteArrayOutputStream o = new ByteArrayOutputStream(4);
```

ByteStreamExamples.java

- Funktioniert ähnlich wie ArrayList

OutputStream — Beispiel

- Beispiel: ByteArrayOutputStream schreibt **bytes** in einen **byte**-Array

```
114 runOutputStreamExample
115 ByteArrayOutputStream o = new ByteArrayOutputStream(4);
```

ByteStreamExamples.java

- Funktioniert ähnlich wie ArrayList
  - Konstruktor mit initialer Kapazität

OutputStream — Beispiel

- Beispiel: ByteArrayOutputStream schreibt **bytes** in einen **byte**-Array

```
114 runOutputStreamExample
115 ByteArrayOutputStream o = new ByteArrayOutputStream(4);
```

ByteStreamExamples.java

- Funktioniert ähnlich wie ArrayList
  - Konstruktor mit initialer Kapazität
  - Kapazität wird bei Bedarf vergrößert

OutputStream — Beispiel

- Beispiel: ByteArrayOutputStream schreibt **bytes** in einen **byte**-Array

```
114 runOutputStreamExample
115 ByteArrayOutputStream o = new ByteArrayOutputStream(4);
```

ByteStreamExamples.java

- Funktioniert ähnlich wie ArrayList
  - Konstruktor mit initialer Kapazität
  - Kapazität wird bei Bedarf vergrößert
- **byte**[] toByteArray() liefert resultierenden **byte**-Array

OutputStream.write

- `void write(int b)` — schreibt `byte` in OutputStream

OutputStream.write

- `void write(int b)` — schreibt `byte` in `OutputStream`
  - `int` wird zu Byte gecastet

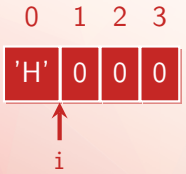
OutputStream.write

- **void** write(**int** b) — schreibt **byte** in OutputStream
  - **int** wird zu Byte gecastet
- Beispiel

```
119 o.write('H');
120 out.println(Arrays.toString(o.toByteArray()));
```

ByteStreamExamples.java

```
[72] // == 'H'
```



OutputStream.write

- `void write(byte[] b)` und `void write(byte[] b, int offset, int length)`

OutputStream.write

- `void write(byte[] b)` und `void write(byte[] b, int offset, int length)`
  - Schreibt **byte**s aus b in Stream

OutputStream.write

- `void write(byte[] b)` und `void write(byte[] b, int offset, int length)`
  - Schreibt **byte**s aus `b` in Stream
  - `b.length` viele oder von `b[offset]` bis `b[offset+length-1]`

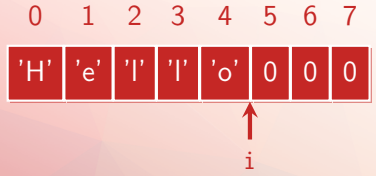
OutputStream.write

- **void** write(**byte**[] b) und **void** write(**byte**[] b, **int** offset, **int** length)
  - Schreibt **byte**s aus b in Stream
  - b.length viele oder von b[offset] bis b[offset+length-1]
- Beispiel

```
124 byte[] b = { 'e', 'l', 'l', 'o' };
125 o.write(b);
126 out.println(Arrays.toString(o.toByteArray()));
```

ByteStreamExamples.java

```
[72, 101, 108, 108, 111]
```



OutputStream.flush/close

- OutputStream.flush()

OutputStream.flush/close

- `OutputStream.flush()`
  - Datenströme puffern für Effizienz

OutputStream.flush/close

- `OutputStream.flush()`
  - Datenströme puffern für Effizienz
  - Daten werden vor eigentlichem Schreiben in Puffer angesammelt

OutputStream.flush/close

- `OutputStream.flush()`
  - Datenströme puffern für Effizienz
  - Daten werden vor eigentlichem Schreiben in Puffer angesammelt
  - ... und dann „in einem Rutsch“ geschrieben (Festplatte, Netzwerk, etc.)

OutputStream.flush/close

- `OutputStream.flush()`
  - Datenströme puffern für Effizienz
  - Daten werden vor eigentlichem Schreiben in Puffer angesammelt
  - ... und dann „in einem Rutsch“ geschrieben (Festplatte, Netzwerk, etc.)
  - `flush()` erzwingt vorzeitiges Schreiben

OutputStream.flush/close

- OutputStream.flush()
  - Datenströme puffern für Effizienz
  - Daten werden vor eigentlichem Schreiben in Puffer angesammelt
  - ... und dann „in einem Rutsch“ geschrieben (Festplatte, Netzwerk, etc.)
  - flush() erzwingt vorzeitiges Schreiben
  - Achtung: Nach Rückkehr von flush keine Garantie, dass Daten angekommen sind

OutputStream.flush/close

- OutputStream.flush()
  - Datenströme puffern für Effizienz
  - Daten werden vor eigentlichem Schreiben in Puffer angesammelt
  - ... und dann „in einem Rutsch“ geschrieben (Festplatte, Netzwerk, etc.)
  - flush() erzwingt vorzeitiges Schreiben
  - Achtung: Nach Rückkehr von flush keine Garantie, dass Daten angekommen sind
- OutputStream.close()

OutputStream.flush/close

- OutputStream.flush()
  - Datenströme puffern für Effizienz
  - Daten werden vor eigentlichem Schreiben in Puffer angesammelt
  - ... und dann „in einem Rutsch“ geschrieben (Festplatte, Netzwerk, etc.)
  - flush() erzwingt vorzeitiges Schreiben
  - Achtung: Nach Rückkehr von flush keine Garantie, dass Daten angekommen sind
- OutputStream.close()
  - vgl. InputStream.close(): Schließt Datenstrom und gibt Resourcen frei

OutputStream.flush/close

- OutputStream.flush()
  - Datenströme puffern für Effizienz
  - Daten werden vor eigentlichem Schreiben in Puffer angesammelt
  - ... und dann „in einem Rutsch“ geschrieben (Festplatte, Netzwerk, etc.)
  - flush() erzwingt vorzeitiges Schreiben
  - Achtung: Nach Rückkehr von flush keine Garantie, dass Daten angekommen sind
- OutputStream.close()
  - vgl. InputStream.close(): Schließt Datenstrom und gibt Resourcen frei
  - Impliziter Aufruf von flush()

OutputStream.flush/close

- OutputStream.flush()
  - Datenströme puffern für Effizienz
  - Daten werden vor eigentlichem Schreiben in Puffer angesammelt
  - ... und dann „in einem Rutsch“ geschrieben (Festplatte, Netzwerk, etc.)
  - flush() erzwingt vorzeitiges Schreiben
  - Achtung: Nach Rückkehr von flush keine Garantie, dass Daten angekommen sind
- OutputStream.close()
  - vgl. InputStream.close(): Schließt Datenstrom und gibt Resourcen frei
  - Impliziter Aufruf von flush()
- ByteArrayOutputStream.close/flush hat keine Auswirkung

```
130 o.flush();
131 o.close();
```

ByteStreamExamples.java

Inhalt

Beispielprogramm

- Beispielprogramm

```
19 public static void readAndPrint(InputStream in) {
20   try{
21     int i;
22     while ((i = in.read()) >= 0){
23       out.printf("%d (%c)%n", i, (char) i);
24     }
25   } catch (IOException e){
26     out.println(e.getMessage());
27   }
29 }
```

SourcesSinksExamples.java

Beispielprogramm

- Beispielprogramm

```
19 public static void readAndPrint(InputStream in) {
20   try{
21     int i;
22     while ((i = in.read()) >= 0){
23       out.printf("%d (%c)%n", i, (char) i);
24     }
25   } catch (IOException e){
26     out.println(e.getMessage());
27   }
29 }
```

SourcesSinksExamples.java

- Liest alle Zeichen und gibt sie aus

Beispielprogramm

- Beispielprogramm

```
19 public static void readAndPrint(InputStream in) {
20   try{
21     int i;
22     while ((i = in.read()) >= 0){
23       out.printf("%d (%c)%n", i, (char) i);
24     }
25   } catch (IOException e){
26     out.println(e.getMessage());
27   }
29 }
```

SourcesSinksExamples.java

- Liest alle Zeichen und gibt sie aus
- Als **int** und **char**

Standardeingabe

- `InputStream System.in`

Standardeingabe

- `InputStream` `System.in`
  - Standardeingabestrom (schon gesehen)

Standardeingabe

- `InputStream System.in`
  - Standardeingabestrom (schon gesehen)
  - Benutzereingaben auf Terminal, umgeleitete Eingabe

Standardeingabe

- `InputStream System.in`
  - Standardeingabestrom (schon gesehen)
  - Benutzereingaben auf Terminal, umgeleitete Eingabe
- Beispiel

runSourceSystemIn

```
35
36 readAndPrint(System.in);
```

SourcesSinksExamples.java

```
Java<ENTER>   // Eingabe auf Terminal
74 (J)
97 (a)
118 (v)
97 (a)
10 (
)
```

Standardeingabestrom (umgeleitet)

- Umgeleiteter Eingabestrom (Linux-/Unix-Terminal)

```
echo "Java" | gradle runSourceSystemIn
74 (J)
97 (a)
118 (v)
97 (a)
10 (
)
```

Standardeingabestrom (umgeleitet)

- Umgeleiteter Eingabestrom (Linux-/Unix-Terminal)

```
echo "Java" | gradle runSourceSystemIn
74 (J)
97 (a)
118 (v)
97 (a)
10 (
)
```

  - echo "Java" gibt Java<ENTER> aus

Standardeingabestrom (umgeleitet)

- Umgeleiteter Eingabestrom (Linux-/Unix-Terminal)

```
echo "Java" | gradle runSourceSystemIn
74 (J)
97 (a)
118 (v)
97 (a)
10 (

)
```

  - echo "Java" gibt Java<ENTER> aus
  - | („Pipe“) leitet Ausgabe von echo in Eingabe von Java-Programm um

Standardeingabestrom (umgeleitet)

- Umgeleiteter Eingabestrom (Linux-/Unix-Terminal)

```
echo "Java" | gradle runSourceSystemIn
74 (J)
97 (a)
118 (v)
97 (a)
10 (
)
```

  - echo "Java" gibt Java<ENTER> aus
  - | („Pipe“) leitet Ausgabe von echo in Eingabe von Java-Programm um
  - Java-Programm liest Eingabe und gibt sie aus

FileInputStream

- FileInputStream

FileInputStream

- FileInputStream
  - Eingabestrom aus Datei (schon gesehen)

FileInputStream

- FileInputStream
  - Eingabestrom aus Datei (schon gesehen)
- Beispiel

```
42 runSourceFileInputStream
43 FileInputStream in = new FileInputStream("input.txt");
44 readAndPrint(in);
```

SourcesSinksExamples.java

```
echo "Java" > input.txt
gradle runSourceFileInputStream
74 (J)
97 (a)
118 (v)
97 (a)
10 (
)
```

ByteArrayInputStream

- ByteArrayInputStream

ByteArrayInputStream

- ByteArrayInputStream
  - Stellt **byte**-Array als Eingabestrom bereit (kenn wir auch schon)

ByteArrayInputStream

- ByteArrayInputStream
  - Stellt **byte**-Array als Eingabestrom bereit (kenn wir auch schon)
- Beispiel

```
50 runSourceByteArrayInputStream
51 byte[] a = new byte[] { 'J', 'a', 'v', 'a', '\n' };
52 ByteArrayInputStream in = new ByteArrayInputStream(a);
53 readAndPrint(in);
```

SourcesSinksExamples.java

```
74 (J)
97 (a)
118 (v)
97 (a)
10 (
)
```

PipedInputStream

- PipedInputStream

PipedInputStream

- PipedInputStream
  - Leitet PipedOutputStream in PipedInputStream weiter

PipedInputStream

- PipedInputStream
  - Leitet PipedOutputStream in PipedInputStream weiter

  - Lässt Java-Programm intern über Streams kommunizieren

PipedInputStream

- PipedInputStream
  - Leitet PipedOutputStream in PipedInputStream weiter

  - Lässt Java-Programm intern über Streams kommunizieren
- Beispiel

```
59  runSourcePipedInputStream
60  PipedOutputStream out = new PipedOutputStream();
61  PipedInputStream in = new PipedInputStream(out);
62  out.write( new byte[] { 'J', 'a', 'v', 'a', '\n' } );
63  readAndPrint(in);
```

SourcesSinksExamples.java

```
74 (J)
97 (a)
...
```

Inhalt

Beispielprogramm

- Beispielprogramm

```
68 public static void writeJava(OutputStream out) {
69   try{
70     out.write(new byte[] { 'J', 'a', 'v', 'a', '\n' } );
71     out.close();
72   }catch (IOException e){
73     System.err.println(e.getMessage());
74   }
75 }
```

SourcesSinksExamples.java

Beispielprogramm

- Beispielprogramm

```
68 public static void writeJava(OutputStream out) {
69   try{
70     out.write(new byte[] { 'J', 'a', 'v', 'a', '\n' } );
71     out.close();
72   }catch (IOException e){
73     System.err.println(e.getMessage());
74   }
75 }
```

SourcesSinksExamples.java

- Schreibt „Java\n“ in den Ausgabestrom

Beispielprogramm

- Beispielprogramm

```
68 public static void writeJava(OutputStream out) {
69   try{
70     out.write(new byte[] { 'J', 'a', 'v', 'a', '\n' } );
71     out.close();
72   }catch (IOException e){
73     System.err.println(e.getMessage());
74   }
75 }
```

SourcesSinksExamples.java

- Schreibt „Java\n“ in den Ausgabestrom
- Schließt den Strom

System.out und System.err

- `System.out`: Nutzerausgaben auf Terminal, umgeleitete Ausgabe

System.out und System.err

- `System.out`: Nutzerausgaben auf Terminal, umgeleitete Ausgabe
- `System.err`: Fehlerausgabe für Fehlermeldungen

System.out und System.err

- System.out: Nutzerausgaben auf Terminal, umgeleitete Ausgabe
- System.err: Fehlerausgabe für Fehlermeldungen
- Beispiel

```
81 runSinkSystemOutErr
82 writeJava(System.out);
83 writeJava(System.err);
```

SourcesSinksExamples.java

```
Java
Java
```

System.out und System.err

- System.out: Nutzerausgaben auf Terminal, umgeleitete Ausgabe
- System.err: Fehlerausgabe für Fehlermeldungen
- Beispiel

```
81 runSinkSystemOutErr
82 writeJava(System.out);
83 writeJava(System.err);
```

SourcesSinksExamples.java

```
Java
Java
```

- Beispiel umgeleitete Ausgabe

```
$ gradle runSinkSystemOutErr 1> out.txt 2> err.txt
$ cat out.txt
Java
$ cat err.txt
Java
```

FileOutputStream

- FileOutputStream

FileOutputStream

- FileOutputStream
  - Ausgabestrom in Dateien

FileOutputStream

- FileOutputStream
  - Ausgabestrom in Dateien
- Beispiel

```
89 runSinkFileOutputStream
90 FileOutputStream out = new FileOutputStream("output.txt");
91 writeJava(out);
```

SourcesSinksExamples.java

```
$ gradle runSinkFileOutputStream
$ cat output.txt
Java
```

ByteArrayOutputStream

- ByteArrayOutputStream

ByteArrayOutputStream

- ByteArrayOutputStream
  - Ausgabestrom in **byte**-Array

ByteArrayOutputStream

- ByteArrayOutputStream
  - Ausgabestrom in **byte**-Array
- Beispiel

runSinkByteArrayOutputStream

```
97  runSinkByteArrayOutputStream
98  ByteArrayOutputStream out = new ByteArrayOutputStream();
99  writeJava(out);
100 System.out.println(Arrays.toString(out.toByteArray()));
```

SourcesSinksExamples.java

```
[74, 97, 118, 97, 10]
```

Inhalt

Übersicht

Stream	Ziel
`System.in/out/err`	Standardein-/ausgabe und Fehlerstrom
`FileIn/OutputStream`	Datei
`ByteArrayIn/OutputStream`	**byte**-Array
`PipedIn/OutputStream`	`PipedOut/InputStream`
`Socket.getIn/OutputStream`	Netzwerkverbindung
...	...

Inhalt

Inhalt

Motivation

- Linux-Tool `gzip`

Motivation

- Linux-Tool `gzip`
  - Liest von der Standardeingabe

Motivation

- Linux-Tool `gzip`
  - Liest von der Standardeingabe
  - Komprimiert mit `gzip`-Algorithmus

Motivation

- Linux-Tool `gzip`
  - Liest von der Standardeingabe
  - Komprimiert mit `gzip`-Algorithmus
  - Schreibt komprimierte Daten auf Standardausgabe

Motivation

- Linux-Tool gzip
  - Liest von der Standardeingabe
  - Komprimiert mit gzip-Algorithmus
  - Schreibt komprimierte Daten auf Standardausgabe
- Beispiel auf der Linux-Kommandozeile

```
$ gzip -k lorem-ipsum.txt
$ du -hs lorem-ipsum.txt lorem-ipsum.txt.gz
16K    lorem-ipsum.txt
4.0K    lorem-ipsum.txt.gz
```

Motivation

- Linux-Tool gzip
  - Liest von der Standardeingabe
  - Komprimiert mit gzip-Algorithmus
  - Schreibt komprimierte Daten auf Standardausgabe
- Beispiel auf der Linux-Kommandozeile

```
$ gzip -k lorem-ipsum.txt
$ du -hs lorem-ipsum.txt lorem-ipsum.txt.gz
16K    lorem-ipsum.txt
4.0K    lorem-ipsum.txt.gz
```

- Prinzip

Motivation

- Linux-Tool gzip
  - Liest von der Standardeingabe
  - Komprimiert mit gzip-Algorithmus
  - Schreibt komprimierte Daten auf Standardausgabe
- Beispiel auf der Linux-Kommandozeile

```
$ gzip -k lorem-ipsum.txt
$ du -hs lorem-ipsum.txt lorem-ipsum.txt.gz
16K    lorem-ipsum.txt
4.0K    lorem-ipsum.txt.gz
```

- Prinzip

- gzip transformiert Daten

Motivation

- Linux-Tool gzip
  - Liest von der Standardeingabe
  - Komprimiert mit gzip-Algorithmus
  - Schreibt komprimierte Daten auf Standardausgabe
- Beispiel auf der Linux-Kommandozeile

```
$ gzip -k lorem-ipsum.txt
$ du -hs lorem-ipsum.txt lorem-ipsum.txt.gz
16K    lorem-ipsum.txt
4.0K    lorem-ipsum.txt.gz
```

- Prinzip

- gzip transformiert Daten
- Prinzip in Java: Filter

Motivation

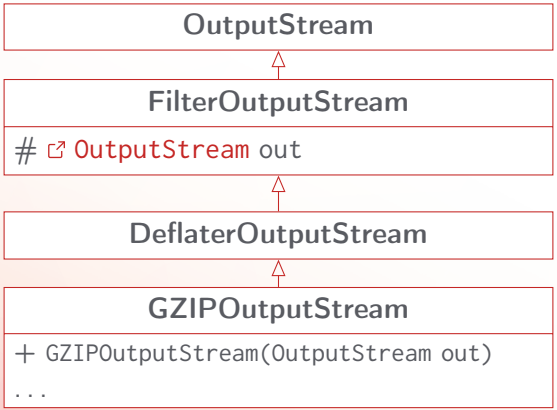
- Linux-Tool gzip
  - Liest von der Standardeingabe
  - Komprimiert mit gzip-Algorithmus
  - Schreibt komprimierte Daten auf Standardausgabe
- Beispiel auf der Linux-Kommandozeile

```
$ gzip -k lorem-ipsum.txt
$ du -hs lorem-ipsum.txt lorem-ipsum.txt.gz
16K    lorem-ipsum.txt
4.0K    lorem-ipsum.txt.gz
```

- Prinzip

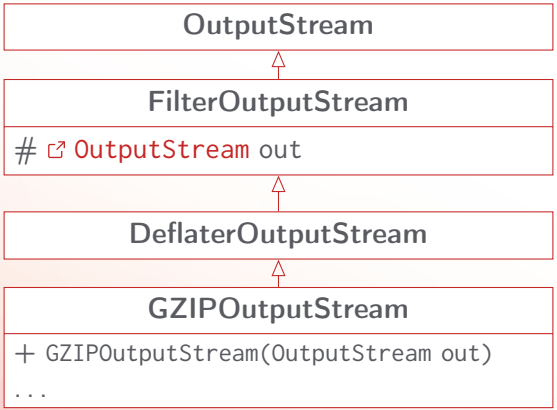
- gzip transformiert Daten
- Prinzip in Java: Filter
- Ziel: Java-gzip Implementierung

GZIPOutputStream



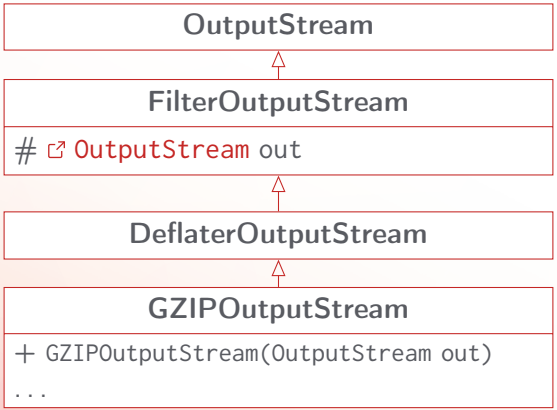
- FilterOutputStream — Ausgabefilter, filtert Daten vor Schreiben nach out

GZIPOutputStream



- FilterOutputStream — Ausgabefilter, filtert Daten vor Schreiben nach out
- DeflaterOutputStream — allgemeiner Kompressions-Ausgabefilter, komprimiert Daten vor Schreiben

GZIPOutputStream



- FilterOutputStream — Ausgabefilter, filtert Daten vor Schreiben nach out
- DeflaterOutputStream — allgemeiner Kompressions-Ausgabefilter, komprimiert Daten vor Schreiben
- GZIPOutputStream — Kompressions-Ausgabefilter basierend auf gzip-Algorithmus

Java-gzip

- Komprimiert Datei mit Pfad `args[0]` nach `args[0]+".gz"`

```
19 public static void main(String args[])
20     throws IOException {
22   var in = new FileInputStream(args[0]);
23   var out = new FileOutputStream(args[0] + ".gz");
24   var gzipFilter = new GZIPOutputStream(out);
26   in.transferTo(gzipFilter);
28   in.close();
29   gzipFilter.close(); // closes out as well
30 }
```

ByteStreamFilterExamples.java

Java-gzip

- Komprimiert Datei mit Pfad `args[0]` nach `args[0]+".gz"`

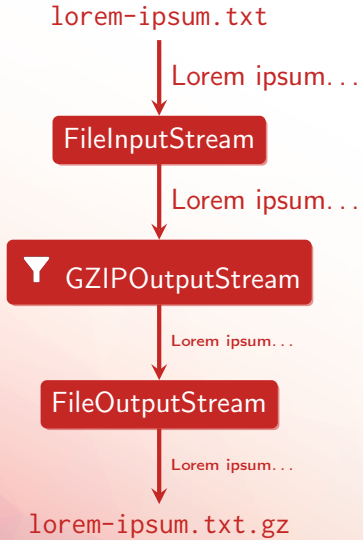
```
19 public static void main(String args[])
20     throws IOException {
22   var in = new FileInputStream(args[0]);
23   var out = new FileOutputStream(args[0] + ".gz");
24   var gzipFilter = new GZIPOutputStream(out);
26   in.transferTo(gzipFilter);
28   in.close();
29   gzipFilter.close(); // closes out as well
30 }
```

ByteStreamFilterExamples.java

- Aufruf

```
$ gradle runGzipExample --args="lorem-ipsum.txt"
```

Java-gzip — Veranschaulichung



Inhalt

Input/OutputFilterStream

- Filter können auf Ein- und Ausgabeströmen agieren

FilterInputStream
in : InputStream

FilterOutputStream
out : OutputStream

Input/OutputFilterStream

- Filter können auf Ein- und Ausgabeströmen agieren

FilterInputStream
in : InputStream

FilterOutputStream
out : OutputStream

- FilterOutputStream

Input/OutputFilterStream

- Filter können auf Ein- und Ausgabeströmen agieren

FilterInputStream
in : InputStream

FilterOutputStream
out : OutputStream

- FilterOutputStream
  - Daten werden transformiert...

Input/OutputFilterStream

- Filter können auf Ein- und Ausgabeströmen agieren

FilterInputStream
in : InputStream

FilterOutputStream
out : OutputStream

- FilterOutputStream
  - Daten werden transformiert...
  - ...und dann in out geschrieben

Input/OutputFilterStream

- Filter können auf Ein- und Ausgabeströmen agieren

FilterInputStream
in : InputStream

FilterOutputStream
out : OutputStream

- FilterOutputStream
  - Daten werden transformiert...
  - ...und dann in out geschrieben
- FilterInputStream

Input/OutputFilterStream

- Filter können auf Ein- und Ausgabeströmen agieren

- `FilterOutputStream`
  - Daten werden transformiert...
  - ...und dann in out geschrieben
- `FilterInputStream`
  - Daten werden aus in gelesen...

Input/OutputFilterStream

- Filter können auf Ein- und Ausgabeströmen agieren

FilterInputStream
in : InputStream

FilterOutputStream
out : OutputStream

- FilterOutputStream
  - Daten werden transformiert...
  - ...und dann in out geschrieben
- FilterInputStream
  - Daten werden aus in gelesen...
  - ...und dann transformiert

Filter-Implementierungen

- „Echte“ Filter (verändern Daten)

Klasse	Funktion
`CipherIn/OutputStream`	Ent-/Verschlüsseln von Daten
`DeflaterIn/OutputStream`	Kompression von Daten
`InflaterIn/OutputStream`	Dekompression von Daten
`GZIPIn/OutputStream`	gzip-Kompression
`ZipIn/OutputStream`	ZIP-Kompression

- Filter zum „Aufbohren“ von normalen Streams (Daten bleiben unverändert)

- Filter zum „Aufbohren“ von normalen Streams (Daten bleiben unverändert)
  - `BufferedInput/OutputStream`
    puffert Daten für effizienteres Lesen/Schreiben (+ `mark/reset` für `InputStream` s)

- Filter zum „Aufbohren“ von normalen Streams (Daten bleiben unverändert)
  - `BufferedInput/OutputStream`
    puffert Daten für effizienteres Lesen/Schreiben (+ `mark`/`reset` für `InputStream` s)
  - `CheckedInput/OutputStream`
    berechnet Checksumme (z.B. CRC32)

- Filter zum „Aufbohren“ von normalen Streams (Daten bleiben unverändert)
  - `BufferedInput/OutputStream`
    puffert Daten für effizienteres Lesen/Schreiben (+ `mark`/`reset` für `InputStream` s)
  - `CheckedInput/OutputStream`
    berechnet Checksumme (z.B. CRC32)
  - `DigestInput/OutputStream`
    berechnet Digests (z.B. MD5, SHA-1)

- Filter zum „Aufbohren“ von normalen Streams (Daten bleiben unverändert)
  - `BufferedInput/OutputStream`
    puffert Daten für effizienteres Lesen/Schreiben (+ `mark`/`reset` für `InputStream` s)
  - `CheckedInput/OutputStream`
    berechnet Checksumme (z.B. CRC32)
  - `DigestInput/OutputStream`
    berechnet Digests (z.B. MD5, SHA-1)
  - `LineNumberInputStream`
    zählt Zeilennummer mit

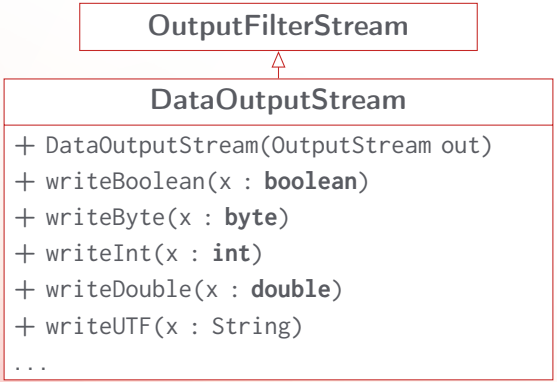
- Filter zum „Aufbohren“ von normalen Streams (Daten bleiben unverändert)
  - `BufferedInput/OutputStream`
    puffert Daten für effizienteres Lesen/Schreiben (+ `mark`/`reset` für `InputStream` s)
  - `CheckedInput/OutputStream`
    berechnet Checksumme (z.B. CRC32)
  - `DigestInput/OutputStream`
    berechnet Digests (z.B. MD5, SHA-1)
  - `LineNumberInputStream`
    zählt Zeilennummer mit
  - `PrintStream`
    mit Methoden zur Textausgabe von Java-Datentypen

- Filter zum „Aufbohren“ von normalen Streams (Daten bleiben unverändert)
  - `BufferedInput/OutputStream`
    puffert Daten für effizienteres Lesen/Schreiben (+ `mark`/`reset` für `InputStream` s)
  - `CheckedInput/OutputStream`
    berechnet Checksumme (z.B. CRC32)
  - `DigestInput/OutputStream`
    berechnet Digests (z.B. MD5, SHA-1)
  - `LineNumberInputStream`
    zählt Zeilennummer mit
  - `PrintStream`
    mit Methoden zur Textausgabe von Java-Datentypen
  - `DataIn/OutputStream`
    mit Methoden zur binären Ausgabe von Java-Datentypen

- Filter zum „Aufbohren“ von normalen Streams (Daten bleiben unverändert)
  - `BufferedInput/OutputStream`
    puffert Daten für effizienteres Lesen/Schreiben (+ `mark`/`reset` für `InputStream` s)
  - `CheckedInput/OutputStream`
    berechnet Checksumme (z.B. CRC32)
  - `DigestInput/OutputStream`
    berechnet Digests (z.B. MD5, SHA-1)
  - `LineNumberInputStream`
    zählt Zeilennummer mit
  - `PrintStream`
    mit Methoden zur Textausgabe von Java-Datentypen
  - `DataIn/OutputStream`
    mit Methoden zur binären Ausgabe von Java-Datentypen
  - Siehe FilterInputStream und FilterOutputStream für mehr

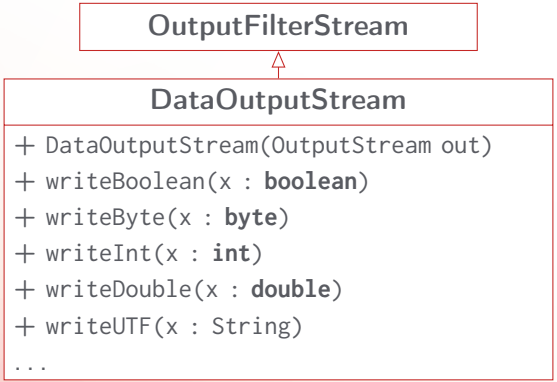
Inhalt

DataOutputStream



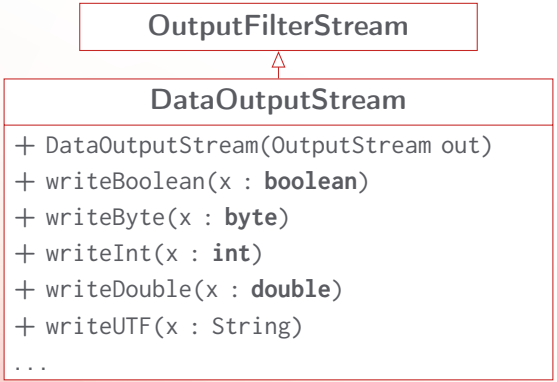
- DataOutputStream

DataOutputStream



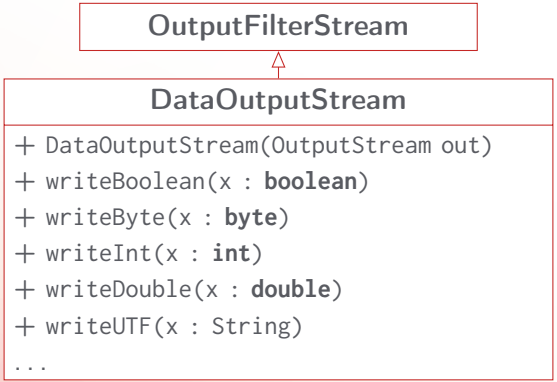
- DataOutputStream
  - write*-Methode für jeden primitiven Typen

DataOutputStream



- DataOutputStream
  - write*-Methode für jeden primitiven Typen
  - writeUTF/Bytes/Chars-Methoden für String

DataOutputStream



- DataOutputStream
  - write*-Methode für jeden primitiven Typen
  - writeUTF/Bytes/Chars-Methoden für String
  - Konvertiert und schreibt Binärdaten (nicht „human-readable“)

DataOutputStream

- `writeData` schreibt ein paar Daten in DataOutputStream

```
35 public static void writeData(DataOutputStream out)
36     throws IOException {
37   out.writeInt(42);
38   out.writeDouble(Math.PI);
39   out.writeBoolean(true);
40   out.writeUTF("Java!");
41 }
```

ByteStreamFilterExamples.java

DataOutputStream

- `writeData` schreibt ein paar Daten in DataOutputStream

```
35 public static void writeData(DataOutputStream out)
36     throws IOException {
37   out.writeInt(42);
38   out.writeDouble(Math.PI);
39   out.writeBoolean(true);
40   out.writeUTF("Java!");
41 }
```

ByteStreamFilterExamples.java

- Aufruf

```
59 runDataOutputStreamExample
60 var fileOut = new FileOutputStream("data.bin");
61 var dataOut = new DataOutputStream(fileOut);
62 writeData(dataOut);
```

ByteStreamFilterExamples.java

DataOutputStream

- Resultat (mit hexdump)

```
$ hexdump data.bin
00 00 00 2a 40 09 21 fb 54 44 2d 18 01 00 05 4a
61 76 61 21
```

DataOutputStream

- Resultat (mit hexdump)

```
$ hexdump data.bin
00 00 00 2a 40 09 21 fb 54 44 2d 18 01 00 05 4a
61 76 61 21
```

  - `(int)` 42 → `00 00 00 2a`

DataOutputStream

- Resultat (mit hexdump)

```
$ hexdump data.bin
00 00 00 2a 40 09 21 fb 54 44 2d 18 01 00 05 4a
61 76 61 21
```

  - `(int) 42` → `00 00 00 2a`
  - `(double)Math.PI` → `40 09 21 fb 54 44 2d 18`

DataOutputStream

- Resultat (mit hexdump)

```
$ hexdump data.bin
00 00 00 2a 40 09 21 fb 54 44 2d 18 01 00 05 4a
61 76 61 21
```

  - **(int)** 42 → 00 00 00 2a
  - **(double)**Math.PI → 40 09 21 fb 54 44 2d 18
  - **(boolean)true** → 01

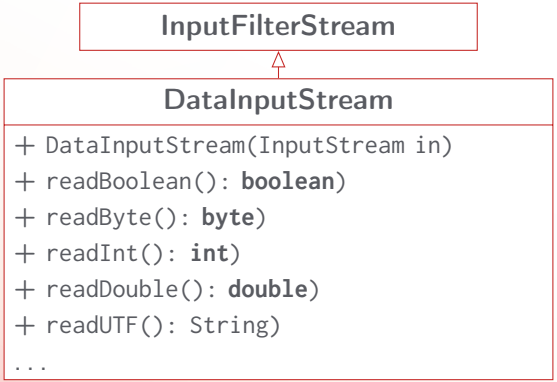
DataOutputStream

- Resultat (mit hexdump)

```
$ hexdump data.bin
00 00 00 2a 40 09 21 fb 54 44 2d 18 01 00 05 4a
61 76 61 21
```

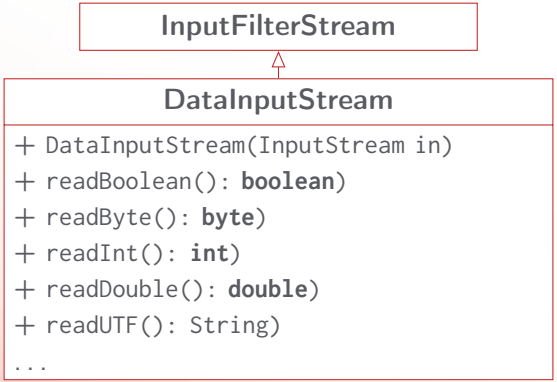
  - `(int)` 42 → `00 00 00 2a`
  - `(double)Math.PI` → `40 09 21 fb 54 44 2d 18`
  - `(boolean)true` → `01`
  - `(String)"Java!"` → `05 4a 61 76 61 21` (`05` für Länge, dann Zeichen)

DataInputStream



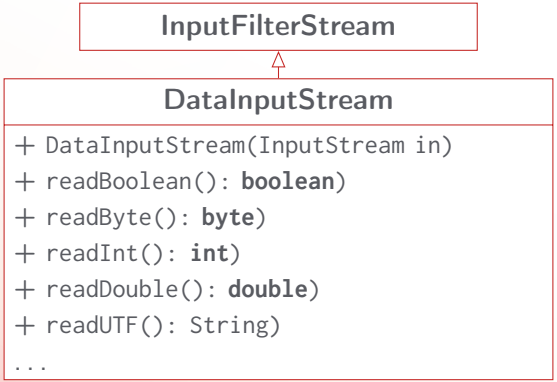
- DataInputStream

DataInputStream



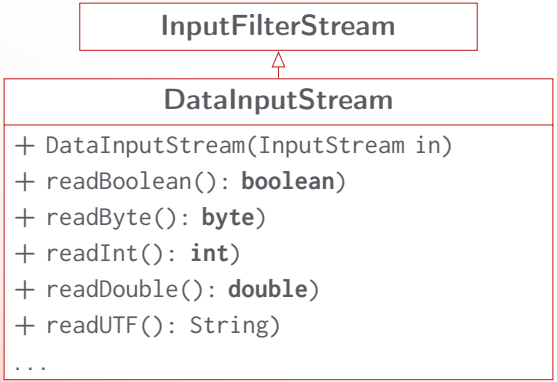
- DataInputStream
  - Gegenstück zu DataOutputStream

DataInputStream



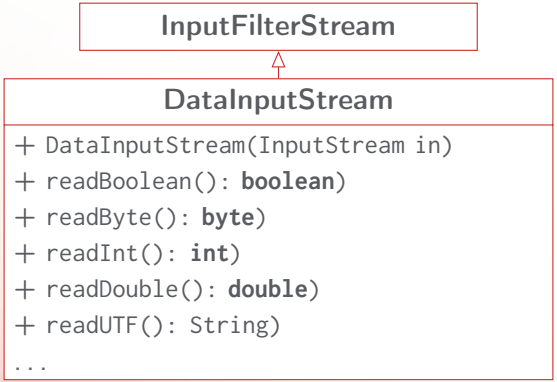
- DataInputStream
  - Gegenstück zu DataOutputStream
  - read*-Methode für jeden primitiven Typen

DataInputStream



- DataInputStream
  - Gegenstück zu DataOutputStream
  - read*-Methode für jeden primitiven Typen
  - readUTF/Bytes/Chars-Methoden für String

DataInputStream



- DataInputStream
  - Gegenstück zu DataOutputStream
  - read*-Methode für jeden primitiven Typen
  - readUTF/Bytes/Chars-Methoden für String
  - Liest und konvertiert Binärdaten in primitive Typen

DataInputStream

- readData liest die geschriebenen Daten aus DataInputStream

```
45 public static void readData(DataInputStream in)
46   throws IOException {
48   int i = in.readInt();
49   double pi = in.readDouble();
50   boolean b = in.readBoolean();
51   String s = in.readUTF();
53   out.printf("i=%d, pi=%f, b=%b, s=%s%n", i, pi, b, s);
54 }
```

ByteStreamFilterExamples.java

DataInputStream

- readData liest die geschriebenen Daten aus DataInputStream

```
45 public static void readData(DataInputStream in)
46   throws IOException {
48   int i = in.readInt();
49   double pi = in.readDouble();
50   boolean b = in.readBoolean();
51   String s = in.readUTF();
53   out.printf("i=%d, pi=%f, b=%b, s=%s%n", i, pi, b, s);
54 }
```

ByteStreamFilterExamples.java

- Achtung: Lesereihenfolge muss Schreibreihenfolge entsprechen

DataInputStream

- Aufruf

```
68 runDataInputStreamExample
69 var fileIn = new FileInputStream("data.bin");
70 var dataIn = new DataInputStream(fileIn);
71 readData(dataIn);
```

ByteStreamFilterExamples.java

```
i=42, pi=3,141593, b=true, s=Java!
```

Hinweise zu Binärdaten

- In Beispiel: Quelle/Senke war Datei

Hinweise zu Binärdaten

- In Beispiel: Quelle/Senke war Datei
- Allgemein `Input/OutputStream`, z.B. auch Netzwerk

Hinweise zu Binärdaten

- In Beispiel: Quelle/Senke war Datei
- Allgemein `Input/OutputStream`, z.B. auch Netzwerk
- Vor- und Nachteile von Binärdaten

Vorteile	Nachteile
geringer Speicherbedarf	nicht „human-readable“
zeit-/speichereffizient	nicht portabel (in Java schon)

Inhalt

Hintereinanderschalten

- Filter können kombiniert werden

Hintereinanderschalten

- Filter können kombiniert werden

- Beispiel

```
77  runCombinedFiltersExample
78  var file = new FileOutputStream("data.bin");
79  var gzip = new GZIPOutputStream(file);
80  var digest = new DigestOutputStream(gzip,
81      MessageDigest.getInstance("MD5"));
82  var dataOut = new DataOutputStream(digest);
83  writeData(dataOut);
```

ByteStreamFilterExamples.java

Hintereinanderschalten

- Filter können kombiniert werden

- Beispiel

```
77  runCombinedFiltersExample
78  var file = new FileOutputStream("data.bin");
79  var gzip = new GZIPOutputStream(file);
80  var digest = new DigestOutputStream(gzip,
81      MessageDigest.getInstance("MD5"));
82  var dataOut = new DataOutputStream(digest);
83  writeData(dataOut);
```

ByteStreamFilterExamples.java

- Beispiel `dataOut.writeInt(42)`

Inhalt

Beispiel: Kopieren

- Kopieren von `InputStream` nach `OutputStream` mit Performancevergleich

Beispiel: Kopieren

- Kopieren von `InputStream` nach `OutputStream` mit Performancevergleich
- 1. Version: Kopieren „**byte** für **byte**“

```
25 public static long copyByteByByte(InputStream in,
26     OutputStream out) throws IOException {
27     long count = 0;
28     int b;
29     do{
30       b = in.read();
31       if (b >= 0){
32         out.write(b);
33         count++;
34       }
35     } while (b >= 0);
37     return count;
38 }
```

PerformanceExample.java

Kopieren „byte für byte“

- Aufruf: Datei kopieren

```
43  runCopyFileByteByByte
44  FileInputStream in = new FileInputStream("input-file");
45  FileOutputStream out =
46    new FileOutputStream("output-file");
48  long startTime = System.currentTimeMillis();
49  long count = copyByteByByte(in, out);
50  long elapsed = System.currentTimeMillis() - startTime;
52  // Gibt Infos zur Laufzeit und Datenrate aus
53  printPerformanceInfo(count, elapsed);
55  in.close();
56  out.close();
```

PerformanceExample.java

Kopieren „byte für byte“

- Ergebnis (64 MB Datei)

```
Time: 300,332000 s
Size: 64,000000 MB
Rate: 0,213098 MB/s
```

Kopieren „byte für byte“

- Ergebnis (64 MB Datei)

```
Time: 300,332000 s
Size: 64,000000 MB
Rate: 0,213098 MB/s
```

- Sehr langsam!

Kopieren „byte für byte“

- Ergebnis (64 MB Datei)

```
Time: 300,332000 s
Size: 64,000000 MB
Rate: 0,213098 MB/s
```

- Sehr langsam!
- Gründe

Kopieren „byte für byte“

- Ergebnis (64 MB Datei)

```
Time: 300,332000 s
Size: 64,000000 MB
Rate: 0,213098 MB/s
```

- Sehr langsam!
- Gründe
  - Sehr viele Methodenaufrufe (`read`, `write`)

Kopieren „byte für byte“

- Ergebnis (64 MB Datei)

```
Time: 300,332000 s
Size: 64,000000 MB
Rate: 0,213098 MB/s
```

- Sehr langsam!
- Gründe
  - Sehr viele Methodenaufrufe (`read`, `write`)
  - Sehr viele Hardwarezugriffe: immer nur ein Byte

Kopieren „byte für byte“

- Ergebnis (64 MB Datei)

```
Time: 300,332000 s
Size: 64,000000 MB
Rate: 0,213098 MB/s
```

- Sehr langsam!
- Gründe
  - Sehr viele Methodenaufrufe (`read`, `write`)
  - Sehr viele Hardwarezugriffe: immer nur ein Byte
- Wie können wir die Performance verbessern?

Kopieren „byte für byte“

- Ergebnis (64 MB Datei)

```
Time: 300,332000 s
Size: 64,000000 MB
Rate: 0,213098 MB/s
```

- Sehr langsam!
- Gründe
  - Sehr viele Methodenaufrufe (`read`, `write`)
  - Sehr viele Hardwarezugriffe: immer nur ein Byte
- Wie können wir die Performance verbessern?
- Idee

Kopieren „byte für byte“

- Ergebnis (64 MB Datei)

```
Time: 300,332000 s
Size: 64,000000 MB
Rate: 0,213098 MB/s
```

- Sehr langsam!
- Gründe
  - Sehr viele Methodenaufrufe (`read`, `write`)
  - Sehr viele Hardwarezugriffe: immer nur ein Byte
- Wie können wir die Performance verbessern?
- Idee
  - Wir lesen mehrere **byte**s in **byte**-Array...

Kopieren „byte für byte“

- Ergebnis (64 MB Datei)

```
Time: 300,332000 s
Size: 64,000000 MB
Rate: 0,213098 MB/s
```

- Sehr langsam!
- Gründe
  - Sehr viele Methodenaufrufe (`read`, `write`)
  - Sehr viele Hardwarezugriffe: immer nur ein Byte
- Wie können wir die Performance verbessern?
- Idee
  - Wir lesen mehrere **byte**s in **byte**-Array...
  - ...und schreiben diese in einem in den `OutputStream`

Kopieren mit Puffer

- 2. Version: Kopieren mit Puffer (`byte[]`)

```
62 public static long copyBuffer(InputStream in,
63     OutputStream out, byte[] buffer)
64     throws IOException {
65   long count = 0;
66   int readCount;
68   do {
69     readCount = in.read(buffer);
70     count += readCount;
72     if (readCount > 0)
73       out.write(buffer, 0, readCount);
75   } while (readCount > 0);
76   return count;
77 }
```

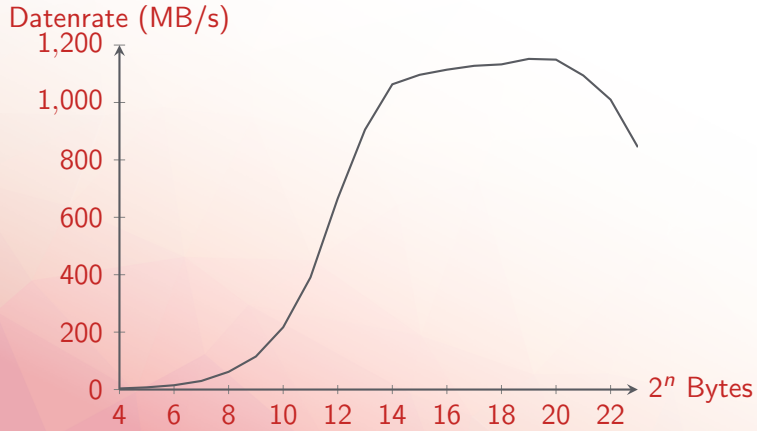
PerformanceExample.java

Kopieren mit Puffer

- Dateigröße: 1 GB

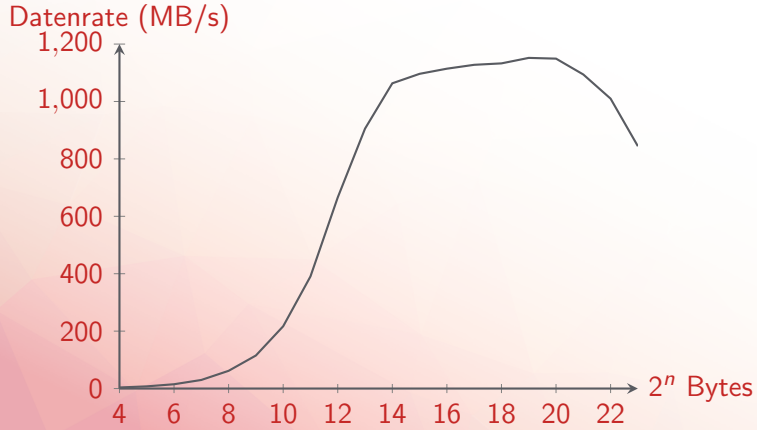
Kopieren mit Puffer

- Dateigröße: 1 GB
- Aufruf mit `buffer.length=16,32,64 Bytes,...,8MB`



Kopieren mit Puffer

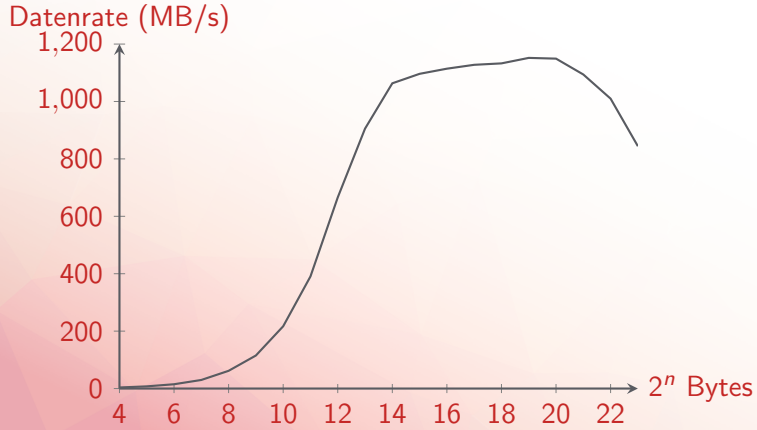
- Dateigröße: 1 GB
- Aufruf mit `buffer.length=16,32,64 Bytes,...,8MB`



- Durchsatz steigt mit Puffergröße (ungefähr linear)...

Kopieren mit Puffer

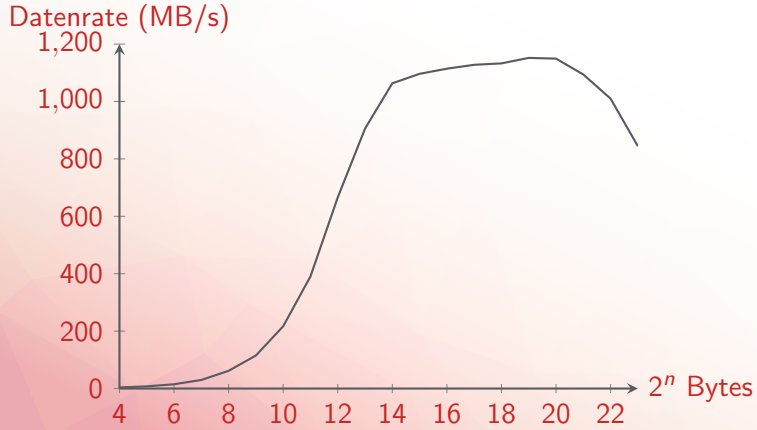
- Dateigröße: 1 GB
- Aufruf mit `buffer.length=16,32,64 Bytes,...,8MB`



- Durchsatz steigt mit Puffergröße (ungefähr linear)...
- ...bis max. Durchsatz von 1150 MB/s (256 KB bis 1 MB)

Kopieren mit Puffer

- Dateigröße: 1 GB
- Aufruf mit `buffer.length=16,32,64 Bytes,...,8MB`



- Durchsatz steigt mit Puffergröße (ungefähr linear)...
- ...bis max. Durchsatz von 1150 MB/s (256 KB bis 1 MB)
- Effizienz sinkt dann sogar wieder ab (Grund: „caching“)

Kopieren mit `BufferedIn/OutputStream`

- 3. Version: `BufferedIn/OutputStream`

Kopieren mit `BufferedIn/OutputStream`

- 3. Version: `BufferedIn/OutputStream`
- Implementieren Pufferung

Kopieren mit `BufferedIn/OutputStream`

- 3. Version: `BufferedIn/OutputStream`
- Implementieren Pufferung
- Gut wenn Quelle/Senke nicht gepuffert ist

Kopieren mit `BufferedIn/OutputStream`

- 3. Version: `BufferedIn/OutputStream`
- Implementieren Pufferung
- Gut wenn Quelle/Senke nicht gepuffert ist
- Reduziert Zugriffe auf „Hardware“

Kopieren mit BufferedIn/OutputStream

- 3. Version: `BufferedIn/OutputStream`
- Implementieren Pufferung
- Gut wenn Quelle/Senke nicht gepuffert ist
- Reduziert Zugriffe auf „Hardware“
- `BufferedIn/OutputStream` „verpacken“ andere Streams

```
var in = new BufferedInputStream(
  new FileInputStream("input-file"));
var out = new BufferedOutputStream(
  new FileOutputStream("output-file"));
```

Kopieren mit `BufferedIn/OutputStream`

- 3. Version: `BufferedIn/OutputStream`
- Implementieren Pufferung
- Gut wenn Quelle/Senke nicht gepuffert ist
- Reduziert Zugriffe auf „Hardware“
- `BufferedIn/OutputStream` „verpacken“ andere Streams

```
var in = new BufferedInputStream(
  new FileInputStream("input-file"));
var out = new BufferedOutputStream(
  new FileOutputStream("output-file"));
```

- Vergleich mit „**byte** für **byte**“-Variante

Kopieren mit `BufferedIn/OutputStream`

- 3. Version: `BufferedIn/OutputStream`
- Implementieren Pufferung
- Gut wenn Quelle/Senke nicht gepuffert ist
- Reduziert Zugriffe auf „Hardware“
- `BufferedIn/OutputStream` „verpacken“ andere Streams

```
var in = new BufferedInputStream(
  new FileInputStream("input-file"));
var out = new BufferedOutputStream(
  new FileOutputStream("output-file"));
```

- Vergleich mit „**byte** für **byte**“-Variante
  - `FileIn/OutputStream`: 0.213 MB/s

Kopieren mit `BufferedIn/OutputStream`

- 3. Version: `BufferedIn/OutputStream`
- Implementieren Pufferung
- Gut wenn Quelle/Senke nicht gepuffert ist
- Reduziert Zugriffe auf „Hardware“
- `BufferedIn/OutputStream` „verpacken“ andere Streams

```
var in = new BufferedInputStream(
  new FileInputStream("input-file"));
var out = new BufferedOutputStream(
  new FileOutputStream("output-file"));
```

- Vergleich mit „**byte** für **byte**“-Variante
  - `FileIn/OutputStream`: 0.213 MB/s
  - `BufferedIn/OutputStream`: 73 MB/s

Kopieren mit `BufferedIn/OutputStream`

- 3. Version: `BufferedIn/OutputStream`
- Implementieren Pufferung
- Gut wenn Quelle/Senke nicht gepuffert ist
- Reduziert Zugriffe auf „Hardware“
- `BufferedIn/OutputStream` „verpacken“ andere Streams

```
var in = new BufferedInputStream(
  new FileInputStream("input-file"));
var out = new BufferedOutputStream(
  new FileOutputStream("output-file"));
```

- Vergleich mit „**byte** für **byte**“-Variante
  - `FileIn/OutputStream`: 0.213 MB/s
  - `BufferedIn/OutputStream`: 73 MB/s
- Viel schneller

Kopieren mit `BufferedIn/OutputStream`

- 3. Version: `BufferedIn/OutputStream`
- Implementieren Pufferung
- Gut wenn Quelle/Senke nicht gepuffert ist
- Reduziert Zugriffe auf „Hardware“
- `BufferedIn/OutputStream` „verpacken“ andere Streams

```
var in = new BufferedInputStream(
  new FileInputStream("input-file"));
var out = new BufferedOutputStream(
  new FileOutputStream("output-file"));
```

- Vergleich mit „**byte** für **byte**“-Variante
  - `FileIn/OutputStream`: 0.213 MB/s
  - `BufferedIn/OutputStream`: 73 MB/s
- Viel schneller
- Immer noch langsamer als mit eigenem Puffer

Kopieren mit `BufferedIn/OutputStream`

- 3. Version: `BufferedIn/OutputStream`
- Implementieren Pufferung
- Gut wenn Quelle/Senke nicht gepuffert ist
- Reduziert Zugriffe auf „Hardware“
- `BufferedIn/OutputStream` „verpacken“ andere Streams

```
var in = new BufferedInputStream(
  new FileInputStream("input-file"));
var out = new BufferedOutputStream(
  new FileOutputStream("output-file"));
```

- Vergleich mit „**byte** für **byte**“-Variante
  - `FileIn/OutputStream`: 0.213 MB/s
  - `BufferedIn/OutputStream`: 73 MB/s
- Viel schneller
- Immer noch langsamer als mit eigenem Puffer
- Grund: immer noch viele Methodenaufrufe von `read/write`

Kopieren mit `InputStream.transferTo`

- 4. Version: `InputStream.transferTo(OutputStream out)`

Kopieren mit `InputStream.transferTo`

- 4. Version: `InputStream.transferTo(OutputStream out)`
  - Liest alles aus `InputStream`, schreibt alles in out

Kopieren mit `InputStream.transferTo`

- 4. Version: `InputStream.transferTo(OutputStream out)`
  - Liest alles aus `InputStream`, schreibt alles in out
  - Rückgabe: Anzahl transferierter **byte**s

Kopieren mit `InputStream.transferTo`

- 4. Version: `InputStream.transferTo(OutputStream out)`
  - Liest alles aus `InputStream`, schreibt alles in out
  - Rückgabe: Anzahl transferierter **byte**s
- Anwendung

```
120 public static long copyTransferTo(InputStream in,
121     OutputStream out) throws IOException {
122   return in.transferTo(out);
123 }
```

PerformanceExample.java

Kopieren mit `InputStream.transferTo`

- 4. Version: `InputStream.transferTo(OutputStream out)`
  - Liest alles aus `InputStream`, schreibt alles in out
  - Rückgabe: Anzahl transferierter **byte**s
- Anwendung

```
120 public static long copyTransferTo(InputStream in,
121     OutputStream out) throws IOException {
122   return in.transferTo(out);
123 }
```

PerformanceExample.java

- Transferrate: 1047 MB/s

Kopieren mit `InputStream.transferTo`

- 4. Version: `InputStream.transferTo(OutputStream out)`
  - Liest alles aus `InputStream`, schreibt alles in out
  - Rückgabe: Anzahl transferierter **byte**s
- Anwendung

```
120 public static long copyTransferTo(InputStream in,
121     OutputStream out) throws IOException {
122   return in.transferTo(out);
123 }
```

PerformanceExample.java

- Transferrate: 1047 MB/s
- Nutzt intern Puffer

Kopieren mit `InputStream.transferTo`

- 4. Version: `InputStream.transferTo(OutputStream out)`
  - Liest alles aus `InputStream`, schreibt alles in out
  - Rückgabe: Anzahl transferierter **byte**s
- Anwendung

```
120 public static long copyTransferTo(InputStream in,
121     OutputStream out) throws IOException {
122   return in.transferTo(out);
123 }
```

PerformanceExample.java

- Transferrate: 1047 MB/s
- Nutzt intern Puffer
- Vergleichbar mit Variante 2 (eigener **byte**-Puffer)

Vergleich

Variante	Beschreibung	Test-Transferrate
2.	**byte**-Puffer (256 KB bis 1 MB)	1150 MB/s
4.	`InputStream.transferTo`	1047 MB/s
3.	`BufferedIn/OutputStream`	73 MB/s
1.	Jedes **byte** einzeln	0.2 MB/s

- Zahlen mit Vorsicht genießen!

Vergleich

Variante	Beschreibung	Test-Transferrate
2.	**byte**-Puffer (256 KB bis 1 MB)	1150 MB/s
4.	`InputStream.transferTo`	1047 MB/s
3.	`BufferedIn/OutputStream`	73 MB/s
1.	Jedes **byte** einzeln	0.2 MB/s

- Zahlen mit Vorsicht genießen!
- Abhängig von

Vergleich

Variante	Beschreibung	Test-Transferrate
2.	**byte**-Puffer (256 KB bis 1 MB)	1150 MB/s
4.	`InputStream.transferTo`	1047 MB/s
3.	`BufferedIn/OutputStream`	73 MB/s
1.	Jedes **byte** einzeln	0.2 MB/s

- Zahlen mit Vorsicht genießen!
- Abhängig von
  - Hardware: CPU (Caches), Festplatte, Arbeitsspeicher

Vergleich

Variante	Beschreibung	Test-Transferrate
2.	**byte**-Puffer (256 KB bis 1 MB)	1150 MB/s
4.	`InputStream.transferTo`	1047 MB/s
3.	`BufferedIn/OutputStream`	73 MB/s
1.	Jedes **byte** einzeln	0.2 MB/s

- Zahlen mit Vorsicht genießen!
- Abhängig von
  - Hardware: CPU (Caches), Festplatte, Arbeitsspeicher
  - Betriebssystem

Vergleich

Variante	Beschreibung	Test-Transferrate
2.	**byte**-Puffer (256 KB bis 1 MB)	1150 MB/s
4.	`InputStream.transferTo`	1047 MB/s
3.	`BufferedIn/OutputStream`	73 MB/s
1.	Jedes **byte** einzeln	0.2 MB/s

- Zahlen mit Vorsicht genießen!
- Abhängig von
  - Hardware: CPU (Caches), Festplatte, Arbeitsspeicher
  - Betriebssystem
  - Java-Implementierung: Details der Implementierung in `In/OutputStream`

Vergleich

Variante	Beschreibung	Test-Transferrate
2.	**byte**-Puffer (256 KB bis 1 MB)	1150 MB/s
4.	`InputStream.transferTo`	1047 MB/s
3.	`BufferedIn/OutputStream`	73 MB/s
1.	Jedes **byte** einzeln	0.2 MB/s

- Zahlen mit Vorsicht genießen!
- Abhängig von
  - Hardware: CPU (Caches), Festplatte, Arbeitsspeicher
  - Betriebssystem
  - Java-Implementierung: Details der Implementierung in `In/OutputStream`
- Im Test: Macbook Pro 2019, macOS 10.15.5, Oracle JDK 13

Inhalt

In/OutputStream

- Abstrakte Schnittstellen zum Lesen und Schreiben von **bytes**

In/OutputStream

- Abstrakte Schnittstellen zum Lesen und Schreiben von **bytes**
- Byteströme, Binärdaten

In/OutputStream

- Abstrakte Schnittstellen zum Lesen und Schreiben von **bytes**
- Byteströme, Binärdaten
- Wichtige Methoden

In/OutputStream

- Abstrakte Schnittstellen zum Lesen und Schreiben von **bytes**
- Byteströme, Binärdaten
- Wichtige Methoden
  - `close`

In/OutputStream

- Abstrakte Schnittstellen zum Lesen und Schreiben von **bytes**
- Byteströme, Binärdaten
- Wichtige Methoden
  - `close`
  - `InputStream`: `read`, `skip`, `reset`

In/OutputStream

- Abstrakte Schnittstellen zum Lesen und Schreiben von **bytes**
- Byteströme, Binärdaten
- Wichtige Methoden
  - `close`
  - `InputStream`: `read`, `skip`, `reset`
  - `OutputStream`: `write`, `flush`

In/OutputStream

- Abstrakte Schnittstellen zum Lesen und Schreiben von **bytes**
- Byteströme, Binärdaten
- Wichtige Methoden
  - `close`
  - `InputStream`: `read`, `skip`, `reset`
  - `OutputStream`: `write`, `flush`
- Werfen `IOException` (später mehr zu Exception-Handling)

In/OutputStream

- Abstrakte Schnittstellen zum Lesen und Schreiben von **bytes**
- Byteströme, Binärdaten
- Wichtige Methoden
  - `close`
  - `InputStream`: `read`, `skip`, `reset`
  - `OutputStream`: `write`, `flush`
- Werfen `IOException` (später mehr zu Exception-Handling)
- Blockieren aufrufenden Programm-Thread

In/OutputStream

- Abstrakte Schnittstellen zum Lesen und Schreiben von **bytes**
- Byteströme, Binärdaten
- Wichtige Methoden
  - `close`
  - `InputStream`: `read`, `skip`, `reset`
  - `OutputStream`: `write`, `flush`
- Werfen `IOException` (später mehr zu Exception-Handling)
- Blockieren aufrufenden Programm-Thread
- Quellen/Senken

In/OutputStream

- Abstrakte Schnittstellen zum Lesen und Schreiben von **bytes**
- Byteströme, Binärdaten
- Wichtige Methoden
  - `close`
  - `InputStream`: `read`, `skip`, `reset`
  - `OutputStream`: `write`, `flush`
- Werfen `IOException` (später mehr zu Exception-Handling)
- Blockieren aufrufenden Programm-Thread
- Quellen/Senken
  - Dateien: `FileIn/OutputStream`

In/OutputStream

- Abstrakte Schnittstellen zum Lesen und Schreiben von **bytes**
- Byteströme, Binärdaten
- Wichtige Methoden
  - `close`
  - `InputStream`: `read`, `skip`, `reset`
  - `OutputStream`: `write`, `flush`
- Werfen `IOException` (später mehr zu Exception-Handling)
- Blockieren aufrufenden Programm-Thread
- Quellen/Senken
  - Dateien: `FileIn/OutputStream`
  - **byte**-Arrays: `ByteArrayIn/OutputStream`

In/OutputStream

<<abstract>> **InputStream**	<<abstract>> **OutputStream**

- Abstrakte Schnittstellen zum Lesen und Schreiben von **bytes**
- Byteströme, Binärdaten
- Wichtige Methoden
  - `close`
  - `InputStream`: `read`, `skip`, `reset`
  - `OutputStream`: `write`, `flush`
- Werfen `IOException` (später mehr zu Exception-Handling)
- Blockieren aufrufenden Programm-Thread
- Quellen/Senken
  - Dateien: `FileIn/OutputStream`
  - **byte**-Arrays: `ByteArrayIn/OutputStream`
  - Programm-interner Austausch: `PipedIn/OutputStream`

In/OutputStream

<<abstract>> **InputStream**	<<abstract>> **OutputStream**

- Abstrakte Schnittstellen zum Lesen und Schreiben von **bytes**
- Byteströme, Binärdaten
- Wichtige Methoden
  - `close`
  - `InputStream`: `read`, `skip`, `reset`
  - `OutputStream`: `write`, `flush`
- Werfen `IOException` (später mehr zu Exception-Handling)
- Blockieren aufrufenden Programm-Thread
- Quellen/Senken
  - Dateien: `FileIn/OutputStream`
  - **byte**-Arrays: `ByteArrayIn/OutputStream`
  - Programm-interner Austausch: `PipedIn/OutputStream`
  - Netzwerk: `Socket.getIn/OutputStream()`

In/OutputStream

<<abstract>> **InputStream**	<<abstract>> **OutputStream**

- Abstrakte Schnittstellen zum Lesen und Schreiben von **bytes**
- Byteströme, Binärdaten
- Wichtige Methoden
  - `close`
  - `InputStream`: `read`, `skip`, `reset`
  - `OutputStream`: `write`, `flush`
- Werfen `IOException` (später mehr zu Exception-Handling)
- Blockieren aufrufenden Programm-Thread
- Quellen/Senken
  - Dateien: `FileIn/OutputStream`
  - **byte**-Arrays: `ByteArrayIn/OutputStream`
  - Programm-interner Austausch: `PipedIn/OutputStream`
  - Netzwerk: `Socket.getIn/OutputStream()`
  - ...

Filter

- FilterInputStream.read

Filter

- FilterInputStream.read
  - bytes von in lesen

Filter

- `FilterInputStream.read`
  - **byte**s von `in` lesen
  - verarbeiten (eventuell transformieren)

Filter

- `FilterInputStream.read`
  - **byte**s von `in` lesen
  - verarbeiten (eventuell transformieren)
  - weitergeben

Filter

- `FilterInputStream.read`
  - **byte**s von `in` lesen
  - verarbeiten (eventuell transformieren)
  - weitergeben
- `FilterOutputStream.write`

Filter

- `FilterInputStream.read`
  - **byte**s von `in` lesen
  - verarbeiten (eventuell transformieren)
  - weitergeben
- `FilterOutputStream.write`
  - **byte**s verarbeiten (eventuell transformieren)

Filter

- `FilterInputStream.read`
  - **byte**s von `in` lesen
  - verarbeiten (eventuell transformieren)
  - weitergeben
- `FilterOutputStream.write`
  - **byte**s verarbeiten (eventuell transformieren)
  - in `out` schreiben

Filter

- `FilterInputStream.read`
  - **byte**s von `in` lesen
  - verarbeiten (eventuell transformieren)
  - weitergeben
- `FilterOutputStream.write`
  - **byte**s verarbeiten (eventuell transformieren)
  - in `out` schreiben
- Beispiele

Filter

- `FilterInputStream.read`
  - **byte**s von `in` lesen
  - verarbeiten (eventuell transformieren)
  - weitergeben
- `FilterOutputStream.write`
  - **byte**s verarbeiten (eventuell transformieren)
  - in `out` schreiben
- Beispiele
  - „Echte“ Filter: `GZIPIn/OutputStream`, `CipherIn/OutputStream`

Filter

- `FilterInputStream.read`
  - **byte**s von `in` lesen
  - verarbeiten (eventuell transformieren)
  - weitergeben
- `FilterOutputStream.write`
  - **byte**s verarbeiten (eventuell transformieren)
  - in `out` schreiben
- Beispiele
  - „Echte“ Filter: `GZIPIn/OutputStream`, `CipherIn/OutputStream`
  - Mehr Funktionalität: `BufferedIn/OutputStream`, `DataIn/OutputStream`, `DigestIn/OutputStream`

Filter

- `FilterInputStream.read`
  - **byte**s von `in` lesen
  - verarbeiten (eventuell transformieren)
  - weitergeben
- `FilterOutputStream.write`
  - **byte**s verarbeiten (eventuell transformieren)
  - in `out` schreiben
- Beispiele
  - „Echte“ Filter: `GZIPIn/OutputStream`, `CipherIn/OutputStream`
  - Mehr Funktionalität: `BufferedIn/OutputStream`, `DataIn/OutputStream`, `DigestIn/OutputStream`
- Filter können hintereinandergeschaltet werden

Inhalt

Inhalt

Byteströme vs. Text

- Bisher: `byte`-Arrays (Byteströme)

Byteströme vs. Text

- Bisher: `byte`-Arrays (Byteströme)
- Jetzt: `char`-Arrays (Text)

Byteströme vs. Text

- Bisher: **byte**-Arrays (Byteströme)
- Jetzt: **char**-Arrays (Text)
- „Was ist der Unterschied?“

Byteströme vs. Text

- Bisher: `byte`-Arrays (Byteströme)
- Jetzt: `char`-Arrays (Text)
- „Was ist der Unterschied?“
- Beispiel anhand von Schreiben eines `int`s

Byteströme vs. Text

- Bisher: **byte**-Arrays (Byteströme)
- Jetzt: **char**-Arrays (Text)
- „Was ist der Unterschied?“
- Beispiel anhand von Schreiben eines **int**s
  - Bytestrom

```
26 runWriteIntByteStream
27 var file = new FileOutputStream("answer.bin");
28 var data = new DataOutputStream(file);
29 data.writeInt(42);
```

ReaderWriterExamples.java

Byteströme vs. Text

- Bisher: **byte**-Arrays (Byteströme)
- Jetzt: **char**-Arrays (Text)
- „Was ist der Unterschied?“
- Beispiel anhand von Schreiben eines **int**s
  - Bytestrom

```
26 runWriteIntByteStream
27 var file = new FileOutputStream("answer.bin");
28 var data = new DataOutputStream(file);
29 data.writeInt(42);
```

ReaderWriterExamples.java

  - Text (Details später)

```
36 runPrintIntText
37 var file = new PrintWriter("answer.txt");
38 file.print(42);
```

ReaderWriterExamples.java

Byteströme vs. Text

Inhalte

	answer.bin	answer.txt
Binär (0x)	00 00 00 2a	34 32
Text	"*"	"42"

- Interpretation binär

Byteströme vs. Text

Inhalte

	answer.bin	answer.txt
Binär (0x)	00 00 00 2a	34 32
Text	"*"	"42"

- Interpretation binär
  - 00 00 00 2a entspricht interner Darstellung von (**int**) 42

Byteströme vs. Text

Inhalte

	answer.bin	answer.txt
Binär (0x)	00 00 00 2a	34 32
Text	"*"	"42"

- Interpretation binär
  - 00 00 00 2a entspricht interner Darstellung von (**int**) 42
  - 34 32 entspricht den ASCII-Zeichen für „4“ und „2“

Byteströme vs. Text

Inhalte

	answer.bin	answer.txt
Binär (0x)	00 00 00 2a	34 32
Text	"*"	"42"

- Interpretation binär
  - 00 00 00 2a entspricht interner Darstellung von (**int**) 42
  - 34 32 entspricht den ASCII-Zeichen für „4“ und „2“
- Interpretation als Text

Byteströme vs. Text

Inhalte

	answer.bin	answer.txt
Binär (0x)	00 00 00 2a	34 32
Text	"*"	"42"

- Interpretation binär
  - 00 00 00 2a entspricht interner Darstellung von (**int**) 42
  - 34 32 entspricht den ASCII-Zeichen für „4“ und „2“
- Interpretation als Text
  - 00 00 00 2a entspricht der Zeichenkette \0\0\0*

Byteströme vs. Text

Inhalte

	answer.bin	answer.txt
Binär (0x)	00 00 00 2a	34 32
Text	"*"	"42"

- Interpretation binär
  - 00 00 00 2a entspricht interner Darstellung von (**int**) 42
  - 34 32 entspricht den ASCII-Zeichen für „4“ und „2“
- Interpretation als Text
  - 00 00 00 2a entspricht der Zeichenkette \0\0\0*
  - 42 entspricht der Zeichenkette "42"

Byteströme vs. Text

Inhalte

	answer.bin	answer.txt
Binär (0x)	00 00 00 2a	34 32
Text	"*"	"42"

- Interpretation binär
  - 00 00 00 2a entspricht interner Darstellung von (**int**) 42
  - 34 32 entspricht den ASCII-Zeichen für „4“ und „2“
- Interpretation als Text
  - 00 00 00 2a entspricht der Zeichenkette \0\0\0*
  - 42 entspricht der Zeichenkette "42"
- Daten müssen unterschiedlich interpretiert werden

Byteströme vs. Text

	Byteströme	Text
Primitiver Datentyp	`byte`	`char`
Lesbarkeit	„machine-readable“	„human-readable“
Platzbedarf	kompakt	hoch
Informationsverlust	exakt	evtl. Verlust
Verarbeitungseffizienz	hoch	niedrig („parsing“)
Portabilität	evtl. hardwareabhängig	hoch
Beispiele	JPEG, MP4	XML, JSON

Inhalt

Charsets und Encoding

- Was ist der Unterschied zwischen „charset“ (Zeichensatz) und „encoding“?

Charsets und Encoding

- Was ist der Unterschied zwischen „charset“ (Zeichensatz) und „encoding“?
- Wie kommt man von einem Zeichen (z.B. €) zu seiner Codierung als Bytesequenz (`byte[]`)?

Charsets und Encoding

- Was ist der Unterschied zwischen „charset“ (Zeichensatz) und „encoding“?
- Wie kommt man von einem Zeichen (z.B. €) zu seiner Codierung als Bytesequenz (`byte[]`)?
- Prinzip

Charsets und Encoding

- Was ist der Unterschied zwischen „charset“ (Zeichensatz) und „encoding“?
- Wie kommt man von einem Zeichen (z.B. €) zu seiner Codierung als Bytesequenz (`byte[]`)?
- Prinzip

  - Charset bildet (abstraktes) Symbol/Zeichen auf Code (Zahl) ab

Charsets und Encoding

- Was ist der Unterschied zwischen „charset“ (Zeichensatz) und „encoding“?
- Wie kommt man von einem Zeichen (z.B. €) zu seiner Codierung als Bytesequenz (`byte[]`)?
- Prinzip

  - Charset bildet (abstraktes) Symbol/Zeichen auf Code (Zahl) ab
  - Encoding bildet Code auf Bytesequenz ab

Charsets und Encoding

- Was ist der Unterschied zwischen „charset“ (Zeichensatz) und „encoding“?
- Wie kommt man von einem Zeichen (z.B. €) zu seiner Codierung als Bytesequenz (`byte[]`)?
- Prinzip

  - Charset bildet (abstraktes) Symbol/Zeichen auf Code (Zahl) ab
  - Encoding bildet Code auf Bytesequenz ab

- Beispiele

Charsets und Encoding

- Was ist der Unterschied zwischen „charset“ (Zeichensatz) und „encoding“?
- Wie kommt man von einem Zeichen (z.B. €) zu seiner Codierung als Bytesequenz (`byte[]`)?
- Prinzip

  - Charset bildet (abstraktes) Symbol/Zeichen auf Code (Zahl) ab
  - Encoding bildet Code auf Bytesequenz ab

- Beispiele

char in Java

- Zur Erinnerung

char in Java

- Zur Erinnerung
  - Primitiver Typ **char** für Zeichen

char in Java

- Zur Erinnerung
  - Primitiver Typ **char** für Zeichen
  - Zwei Byte

char in Java

- Zur Erinnerung
  - Primitiver Typ **char** für Zeichen
  - Zwei Byte
  - Positive ganze Zahl von `0x0000` bis `0xFFFF`

char in Java

- Zur Erinnerung
  - Primitiver Typ **char** für Zeichen
  - Zwei Byte
  - Positive ganze Zahl von `0x0000` bis `0xFFFF`
  - Literale: `'ü'`, `'\u00FC'` (entspricht Unicode)

char in Java

- Zur Erinnerung
  - Primitiver Typ **char** für Zeichen
  - Zwei Byte
  - Positive ganze Zahl von `0x0000` bis `0xFFFF`
  - Literale: `'ü'`, `'\u00FC'` (entspricht Unicode)
- Internes Encoding von **char**/ `String`

char in Java

- Zur Erinnerung
  - Primitiver Typ **char** für Zeichen
  - Zwei Byte
  - Positive ganze Zahl von `0x0000` bis `0xFFFF`
  - Literale: `'ü'`, `'\u00FC'` (entspricht Unicode)
- Internes Encoding von **char**/ `String`
  - UTF-16 mit fixer Länge (zwei Bytes)

char in Java

- Zur Erinnerung
  - Primitiver Typ **char** für Zeichen
  - Zwei Byte
  - Positive ganze Zahl von `0x0000` bis `0xFFFF`
  - Literale: `'ü'`, `'\u00FC'` (entspricht Unicode)
- Internes Encoding von **char**/ `String`
  - UTF-16 mit fixer Länge (zwei Bytes)
  - Entspricht 1:1 dem Wert des **char**

char in Java

- Zur Erinnerung
  - Primitiver Typ **char** für Zeichen
  - Zwei Byte
  - Positive ganze Zahl von `0x0000` bis `0xFFFF`
  - Literale: `'ü'`, `'\u00FC'` (entspricht Unicode)
- Internes Encoding von **char**/`String`
  - UTF-16 mit fixer Länge (zwei Bytes)
  - Entspricht 1:1 dem Wert des **char**
  - Beispiel

char in Java

- Zur Erinnerung
  - Primitiver Typ **char** für Zeichen
  - Zwei Byte
  - Positive ganze Zahl von `0x0000` bis `0xFFFF`
  - Literale: `'ü'`, `'\u00FC'` (entspricht Unicode)
- Internes Encoding von **char**/ `String`
  - UTF-16 mit fixer Länge (zwei Bytes)
  - Entspricht 1:1 dem Wert des **char**
  - Beispiel 

- Merken für die nächsten Kapitel!

char in Java

- Zur Erinnerung
  - Primitiver Typ **char** für Zeichen
  - Zwei Byte
  - Positive ganze Zahl von `0x0000` bis `0xFFFF`
  - Literale: `'ü'`, `'\u00FC'` (entspricht Unicode)
- Internes Encoding von **char**/ `String`
  - UTF-16 mit fixer Länge (zwei Bytes)
  - Entspricht 1:1 dem Wert des **char**
  - Beispiel 

- Merken für die nächsten Kapitel!
- Hinweise

char in Java

- Zur Erinnerung
  - Primitiver Typ **char** für Zeichen
  - Zwei Byte
  - Positive ganze Zahl von `0x0000` bis `0xFFFF`
  - Literale: `'ü'`, `'\u00FC'` (entspricht Unicode)
- Internes Encoding von **char**/ `String`
  - UTF-16 mit fixer Länge (zwei Bytes)
  - Entspricht 1:1 dem Wert des **char**
  - Beispiel 

- Merken für die nächsten Kapitel!
- Hinweise
  - Unicode zu Zeiten von Java 1.0: `0x0000` bis `0xFFFF`

char in Java

- Zur Erinnerung
  - Primitiver Typ **char** für Zeichen
  - Zwei Byte
  - Positive ganze Zahl von `0x0000` bis `0xFFFF`
  - Literale: `'ü'`, `'\u00FC'` (entspricht Unicode)
- Internes Encoding von **char**/ `String`
  - UTF-16 mit fixer Länge (zwei Bytes)
  - Entspricht 1:1 dem Wert des **char**
  - Beispiel 

- Merken für die nächsten Kapitel!
- Hinweise
  - Unicode zu Zeiten von Java 1.0: `0x0000` bis `0xFFFF`
  - Das reicht nicht aus für alle Sprachen

char in Java

- Zur Erinnerung
  - Primitiver Typ **char** für Zeichen
  - Zwei Byte
  - Positive ganze Zahl von `0x0000` bis `0xFFFF`
  - Literale: `'ü'`, `'\u00FC'` (entspricht Unicode)
- Internes Encoding von **char**/ `String`
  - UTF-16 mit fixer Länge (zwei Bytes)
  - Entspricht 1:1 dem Wert des **char**
  - Beispiel

- Merken für die nächsten Kapitel!
- Hinweise
  - Unicode zu Zeiten von Java 1.0: `0x0000` bis `0xFFFF`
  - Das reicht nicht aus für alle Sprachen
  - Unicode heute: `0x0000` bis `0x10FFFF`

char in Java

- Zur Erinnerung
  - Primitiver Typ **char** für Zeichen
  - Zwei Byte
  - Positive ganze Zahl von `0x0000` bis `0xFFFF`
  - Literale: `'ü'`, `'\u00FC'` (entspricht Unicode)
- Internes Encoding von **char**/ `String`
  - UTF-16 mit fixer Länge (zwei Bytes)
  - Entspricht 1:1 dem Wert des **char**
  - Beispiel

- Merken für die nächsten Kapitel!
- Hinweise
  - Unicode zu Zeiten von Java 1.0: `0x0000` bis `0xFFFF`
  - Das reicht nicht aus für alle Sprachen
  - Unicode heute: `0x0000` bis `0x10FFFF`
  - In Java mit **char** nicht möglich (nur über **int**)

Die Klasse `Charset`

- Die Klasse `Charset`

Die Klasse `Charset`

- Die Klasse `Charset`
  - Modelliert ein Encoding (ungünstiger Name, hat aber Gründe)

Die Klasse `Charset`

- Die Klasse `Charset`
  - Modelliert ein Encoding (ungünstiger Name, hat aber Gründe)
  - Kann encodieren: **`char`**`[]`/`String` → **`byte`**`[]`

Die Klasse `Charset`

- Die Klasse `Charset`
  - Modelliert ein Encoding (ungünstiger Name, hat aber Gründe)
  - Kann encodieren: **`char`**`[]`/`String` → **`byte`**`[]`
  - Kann decodieren: **`byte`**`[]` → **`char`**`[]`/`String`

Die Klasse `Charset`

- Die Klasse `Charset`
  - Modelliert ein Encoding (ungünstiger Name, hat aber Gründe)
  - Kann encodieren: **`char`**`[]`/`String` → **`byte`**`[]`
  - Kann decodieren: **`byte`**`[]` → **`char`**`[]`/`String`
  - Verwaltet alle unterstützen Encodings (kein Konstruktor)

Die Klasse `Charset`

- Die Klasse `Charset`
  - Modelliert ein Encoding (ungünstiger Name, hat aber Gründe)
  - Kann encodieren: **`char`**`[]`/`String` → **`byte`**`[]`
  - Kann decodieren: **`byte`**`[]` → **`char`**`[]`/`String`
  - Verwaltet alle unterstützen Encodings (kein Konstruktor)
- Auflisten aller unterstützten Encodings

```
14 runCharsetListEncodings
15 for (Charset charset : Charset.availableCharsets().values())
16   out.println(charset.name());
```

CharsetExamples.java

```
...
UTF-16
...
ISO-8859-1
...
```

Die Klasse `Charset`

- `defaultCharset()` liefert Standard-Encoding des Systems

runCharsetDefaultEncoding

```
22 out.println(Charset.defaultCharset().name());
23
```

CharsetExamples.java

```
UTF-8 // macOS
```

Die Klasse Charset

- `defaultCharset()` liefert Standard-Encoding des Systems

```
22 runCharsetDefaultEncoding
23 out.println(Charset.defaultCharset().name());
```

CharsetExamples.java

```
UTF-8 // macOS
```

- Beispiel für Encodieren/Decodieren

```
29 runCharsetEncodeDecode
30 Charset iso8859 = Charset.forName("ISO-8859-1");
31 ByteBuffer b = iso8859.encode("Süßölgefäß");
32 out.println(Arrays.toString(b.array()));
33 CharBuffer c = iso8859.decode(b);
34 out.println(c.toString());
```

CharsetExamples.java

```
[83, -4, -33, -10, 108, 103, 101, 102, -28, -33]
Süßölgefäß
```

Inhalt

Reader und Writer

- Kurzfassung

	Lesen	Schreiben
byte	InputStream	OutputStream
char	Reader	Writer

Reader und Writer

- Kurzfassung

	Lesen	Schreiben
byte	InputStream	OutputStream
char	Reader	Writer

- Reader

Reader und Writer

- Kurzfassung

	Lesen	Schreiben
`byte`	`InputStream`	`OutputStream`
`char`	`Reader`	`Writer`

- `Reader`
  - Ähnliche Schnittstelle wie `InputStream`

Reader und Writer

- Kurzfassung

	Lesen	Schreiben
byte	InputStream	OutputStream
char	Reader	Writer

- Reader
  - Ähnliche Schnittstelle wie InputStream
  - **byte** → **char**

Reader und Writer

- Kurzfassung

	Lesen	Schreiben
byte	InputStream	OutputStream
char	Reader	Writer

- Reader
  - Ähnliche Schnittstelle wie InputStream
  - **byte** → **char**
- Writer

Reader und Writer

- Kurzfassung

	Lesen	Schreiben
byte	InputStream	OutputStream
char	Reader	Writer

- Reader
  - Ähnliche Schnittstelle wie InputStream
  - **byte** → **char**
- Writer
  - Ähnliche Schnittstelle wie OutputStream

Reader und Writer

- Kurzfassung

	Lesen	Schreiben
byte	InputStream	OutputStream
char	Reader	Writer

- Reader
  - Ähnliche Schnittstelle wie InputStream
  - **byte** → **char**
- Writer
  - Ähnliche Schnittstelle wie OutputStream
  - **byte** → **char**

Reader

- Methoden werfen IOException und blockieren

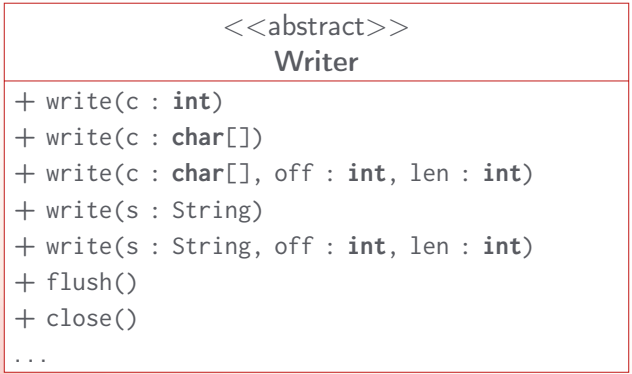
Reader

- Methoden werfen IOException und blockieren
- Abstrakt: `int read(char[] c, int o, int l)` und `close()`

Reader

- Methoden werfen IOException und blockieren
- Abstrakt: `int read(char[] c, int o, int l)` und `close()`
- `boolean ready()` entspricht `int InputStream.available()`

Writer



- Methoden werfen IOException und blockieren
- Abstrakte Methoden
  - write(char[] c, int off, int len)
  - flush() und close()

Inhalt

Quellen und Senken

Reader/Writer	Ziel	Encoding
FileReader/Writer	Datei	ja
CharArrayReader/Writer	**char**-Array	nein
PipedReader/Writer	PipedWriter/Reader	nein
OutputStreamWriter	OutputStream	ja
InputStreamReader	InputStream	ja
...	...	...

- Bedeutung: siehe Quellen/Senken bei Byteströmen

Quellen und Senken

Reader/Writer	Ziel	Encoding
FileReader/Writer	Datei	ja
CharArrayReader/Writer	**char**-Array	nein
PipedReader/Writer	PipedWriter/Reader	nein
OutputStreamWriter	OutputStream	ja
InputStreamReader	InputStream	ja
...	...	...

- Bedeutung: siehe Quellen/Senken bei Byteströmen
- Ein Encoding kann immer angegeben werden, wenn

Quellen und Senken

Reader/Writer	Ziel	Encoding
FileReader/Writer	Datei	ja
CharArrayReader/Writer	**char**-Array	nein
PipedReader/Writer	PipedWriter/Reader	nein
OutputStreamWriter	OutputStream	ja
InputStreamReader	InputStream	ja
...	...	...

- Bedeutung: siehe Quellen/Senken bei Bytestrømen
- Ein Encoding kann immer angegeben werden, wenn
  - Quelle oder Ziel in „rohen Daten“ (**byte**-Strömen) enden

Quellen und Senken

Reader/Writer	Ziel	Encoding
FileReader/Writer	Datei	ja
CharArrayReader/Writer	**char**-Array	nein
PipedReader/Writer	PipedWriter/Reader	nein
OutputStreamWriter	OutputStream	ja
InputStreamReader	InputStream	ja
...	...	...

- Bedeutung: siehe Quellen/Senken bei Bytestrømen
- Ein Encoding kann immer angegeben werden, wenn
  - Quelle oder Ziel in „rohen Daten“ (**byte**-Strömen) enden
  - Beispiel FileReader/Writer in Datei

Quellen und Senken

Reader/Writer	Ziel	Encoding
`FileReader/Writer`	Datei	ja
`CharArrayReader/Writer`	**char**-Array	nein
`PipedReader/Writer`	`PipedWriter/Reader`	nein
`OutputStreamWriter`	`OutputStream`	ja
`InputStreamReader`	`InputStream`	ja
...	...	...

- Bedeutung: siehe Quellen/Senken bei Byteströmen
- Ein Encoding kann immer angegeben werden, wenn
  - Quelle oder Ziel in „rohen Daten“ (**byte**-Strömen) enden
  - Beispiel `FileReader/Writer` in Datei
  - Default-Encoding: `Charset.defaultCharset()`

Beispiel: `FileWriter/Reader`

- `FileWriter` mit ISO-8859-1 Encoding

runFileWriterEncoding

```
46 Charset iso8859 = Charset.forName("ISO-8859-1");
47 FileWriter out = new FileWriter("output.txt", iso8859);
48 out.write("Süßölgefäß");
49 out.close();
50
```

ReaderWriterExamples.java

```
$ cat output.txt
S???lgef?? // auf Terminal mit UTF-8 Encodierung
$ file output.txt
output.txt: ISO-8859 text, with no line terminators
```

Beispiel: FileWriter/Reader

- FileReader mit ISO-8859-1 Encoding

```
56  runFileReaderEncoding
57  char[] c = new char[1024]; // magic number
58  Charset iso8859 = Charset.forName("ISO-8859-1");
59  FileReader in = new FileReader("output.txt", iso8859);
60  int count = in.read(c);
61  out.printf("Gelesen: %d character%n", count);
63  // erstelle String aus c[0..count-1]
64  String s = new String(c, 0, count);
65  out.println(s);
67  in.close();
```

ReaderWriterExamples.java

```
Gelesen: 10 character
Süßölgefäß
```

InputStreamReader und OutputStreamWriter

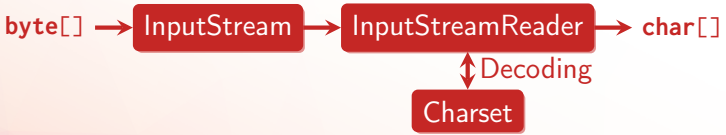
- Problem: Manchmal steht nur `InputStream` oder `OutputStream` zur Verfügung

InputStreamReader und OutputStreamWriter

- Problem: Manchmal steht nur InputStream oder OutputStream zur Verfügung
- Wie bringt man Reader/Writer mit InputStream/OutputStream zusammen?

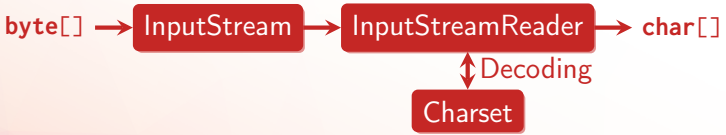
InputStreamReader und OutputStreamWriter

- Problem: Manchmal steht nur InputStream oder OutputStream zur Verfügung
- Wie bringt man Reader/Writer mit InputStream/OutputStream zusammen?
- InputStreamReader



InputStreamReader und OutputStreamWriter

- Problem: Manchmal steht nur InputStream oder OutputStream zur Verfügung
- Wie bringt man Reader/Writer mit InputStream/OutputStream zusammen?
- InputStreamReader



- OutputStreamReader

Beispiel: Sockets

- Socket/ServerSocket zur Netzwerkkommunikation

Beispiel: Sockets

- `Socket`/`ServerSocket` zur Netzwerkkommunikation
- Keine Angst: Hier nur oberflächlich

Beispiel: Sockets

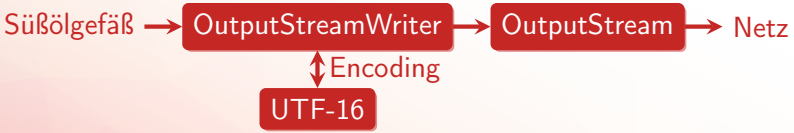
- Socket/ServerSocket zur Netzwerkkommunikation
- Keine Angst: Hier nur oberflächlich
- „Problem“: Socket bietet nur `Input/OutputStreams` an

Beispiel: Sockets

- Socket/ServerSocket zur Netzwerkkommunikation
- Keine Angst: Hier nur oberflächlich
- „Problem“: Socket bietet nur `Input/OutputStreams` an
- Wir sollen encodierte Strings schreiben!

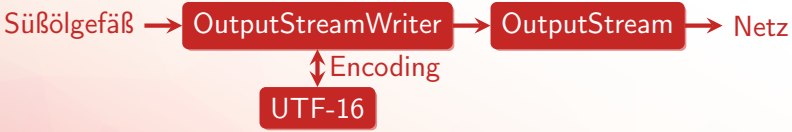
Beispiel: Sockets

- Socket/ServerSocket zur Netzwerkkommunikation
- Keine Angst: Hier nur oberflächlich
- „Problem“: Socket bietet nur `Input/OutputStreams` an
- Wir sollen encodierte Strings schreiben!
- Client verbindet sich und schreibt String „Süßölgefäß“ (UTF-16)

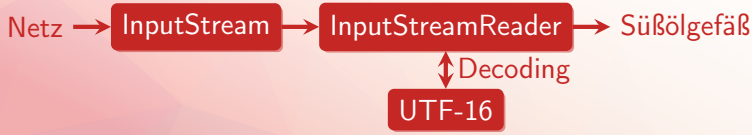


Beispiel: Sockets

- Socket/ServerSocket zur Netzwerkkommunikation
- Keine Angst: Hier nur oberflächlich
- „Problem“: Socket bietet nur `Input/OutputStreams` an
- Wir sollen encodierte Strings schreiben!
- Client verbindet sich und schreibt String „Süßölgefäß“ (UTF-16)



- Server horcht auf Verbindungen und liest String (UTF-16)



Beispiel: Sockets

- Server

```
73  runInputStreamReaderExample
74  ServerSocket server = new ServerSocket(12345);
76  out.println("Waiting for incoming connections...");
77  Socket connection = server.accept();
79  InputStream inputStream = connection.getInputStream();
80  InputStreamReader reader = new InputStreamReader(inputStream, "UTF-16");
82  char[] b = new char[1024];
83  int count = reader.read(b);
84  String s = new String(b, 0, count);
85  out.println(s);
87  reader.close();
88  server.close();
```

ReaderWriterExamples.java

Beispiel: Sockets

- Client

```
95  runOutputStreamWriterExample
96  Socket client = new Socket();
97  out.println("Connecting...");
98  client.connect(new InetSocketAddress("localhost", 12345));
100 OutputStream outputStream = client.getOutputStream();
101 OutputStreamWriter writer = new OutputStreamWriter(outputStream, "UTF-16");
103 writer.write("Süßölgefäß");
104 out.println("done...");
106 writer.close();
107 client.close();
```

ReaderWriterExamples.java

Beispiel: Sockets

- Ausführen Server (blockiert)

```
Waiting for incoming connections...
```

Beispiel: Sockets

- Ausführen Server (blockiert)

```
Waiting for incoming connections...
```

- Ausführen Client (in zweitem Terminal)

```
Connecting...
done
```

Beispiel: Sockets

- Ausführen Server (blockiert)

```
Waiting for incoming connections...
```

- Ausführen Client (in zweitem Terminal)

```
Connecting...
done
```

- Server

```
Waiting for incoming connections...
Süßölgefäß
```

Beispiel: Sockets

- Ausführen Server (blockiert)

```
Waiting for incoming connections...
```

- Ausführen Client (in zweitem Terminal)

```
Connecting...
done
```

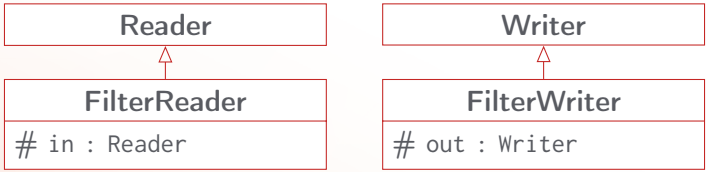
- Server

```
Waiting for incoming connections...
Süßölgefäß
```

- Übung: Was passiert wenn die Encodings nicht zusammenpassen?

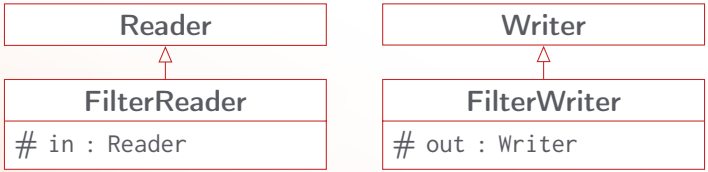
Inhalt

FilterReader und FilterWriter



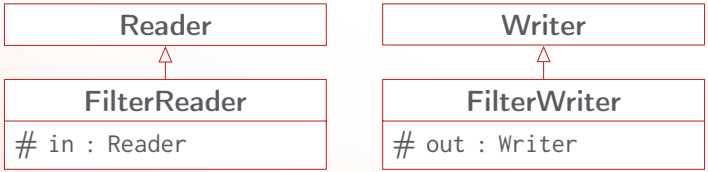
- Prinzip wie bei `FilterIn/OutputStream`

FilterReader und FilterWriter



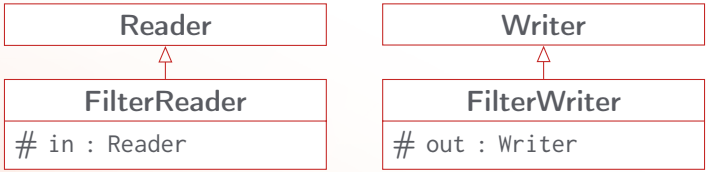
- Prinzip wie bei `FilterIn/OutputStream`
- `FilterReader`

FilterReader und FilterWriter



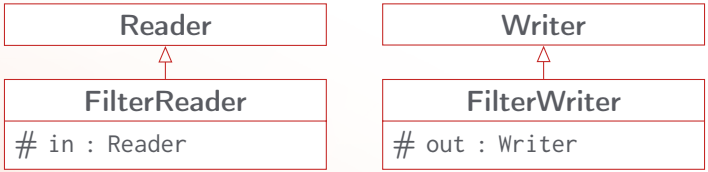
- Prinzip wie bei `FilterIn/OutputStream`
- `FilterReader`
  - **char**s werden aus in gelesen...

FilterReader und FilterWriter



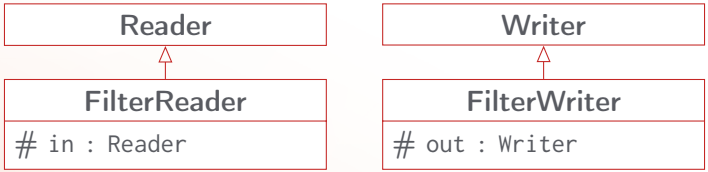
- Prinzip wie bei `FilterIn/OutputStream`
- `FilterReader`
  - **char**s werden aus in gelesen...
  - ...und dann (eventuell) transformiert

FilterReader und FilterWriter



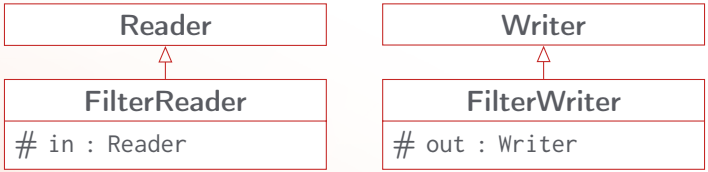
- Prinzip wie bei `FilterIn/OutputStream`
- `FilterReader`
  - **char**s werden aus in gelesen...
  - ...und dann (eventuell) transformiert
- `FilterWriter`

FilterReader und FilterWriter



- Prinzip wie bei `FilterIn/OutputStream`
- `FilterReader`
  - **char**s werden aus in gelesen...
  - ...und dann (eventuell) transformiert
- `FilterWriter`
  - **char**s werden (eventuell) transformiert...

FilterReader und FilterWriter



- Prinzip wie bei `FilterIn/OutputStream`
- `FilterReader`
  - **char**s werden aus in gelesen...
  - ...und dann (eventuell) transformiert
- `FilterWriter`
  - **char**s werden (eventuell) transformiert...
  - ...und dann nach out geschrieben...

Filter

Klasse	Funktion	Oberklasse
BufferedReader/Writer	Zeilenpufferung	Reader/Writer
LineNumberReader	Zeilennummerierung	BufferedReader
PushBackReader	Lesen mit zurückspringen	FilterReader
PrintWriter	Formatierte Ausgabe	Writer

- Nur PushBackReader leitet von FilterReader ab

Filter

Klasse	Funktion	Oberklasse
BufferedReader/Writer	Zeilenpufferung	Reader/Writer
LineNumberReader	Zeilennummerierung	BufferedReader
PushBackReader	Lesen mit zurückspringen	FilterReader
PrintWriter	Formatierte Ausgabe	Writer

- Nur PushBackReader leitet von FilterReader ab
- Aber alle sind konzeptionell Filter

BufferedReader/Writer

- BufferedReader/Writer

BufferedReader/Writer

- BufferedReader/Writer
  - Zeilenorientiertes Lesen und Schreiben

BufferedReader/Writer

- BufferedReader/Writer
  - Zeilenorientiertes Lesen und Schreiben
  - Pufferung (in **char**[]) für Effizienz

BufferedReader/Writer

- BufferedReader/Writer
  - Zeilenorientiertes Lesen und Schreiben
  - Pufferung (in **char**[]) für Effizienz
- String BufferedReader.readLine() liest Zeile (**null** wenn Ende)

BufferedReader/Writer

- BufferedReader/Writer
  - Zeilenorientiertes Lesen und Schreiben
  - Pufferung (in **char**[]) für Effizienz
- String BufferedReader.readLine() liest Zeile (**null** wenn Ende)
- **void** BufferedWriter.newLine() neue Zeile

BufferedReader/Writer

- BufferedReader/Writer
  - Zeilenorientiertes Lesen und Schreiben
  - Pufferung (in **char**[]) für Effizienz
- String BufferedReader.readLine() liest Zeile (**null** wenn Ende)
- **void** BufferedWriter.newLine() neue Zeile
- Beispiel schreibt Quadratzahlen in squares.txt

runBufferedWriterExample

```
15 FileWriter file = new FileWriter("squares.txt");
16 BufferedWriter out = new BufferedWriter(file);
17
19 for (int i = 0; i < 10; i++) {
20   out.write(i + "^2 = " + (i*i));
21   out.newLine();
22 }
24 out.close();
```

TextFilterExamples.java

BufferedReader/Writer

- LineNumberReader extends BufferedReader

BufferedReader/Writer

- `LineNumberReader` `extends BufferedReader`
- Zählt Zeilennummern

BufferedReader/Writer

- LineNumberReader extends BufferedReader
- Zählt Zeilennummern
- Beispiel

runLineNumberReaderExample

```
30 FileReader file = new FileReader("squares.txt");
31 LineNumberReader in = new LineNumberReader(file);
32
34 String line;
35
36 do{
37   int n = in.getLineNumber();
38   line = in.readLine();
39
40   if (line != null)
41     out.printf("Zeile %d: %s%n", n, line);
42 } while (line != null);
43
44 in.close();
```

TextFilterExamples.java

Inhalt

Formatierte Textausgabe

- Wie können wir Java-Datentypen „menschenlesbar“ ausgeben?

Formatierte Textausgabe

- Wie können wir Java-Datentypen „menschenlesbar“ ausgeben?
- Antwort kennen wir eigentlich schon

```
System.out.printf("i=%d, pi=%f, s=%s",
  42, Math.PI, someString);
```

Formatierte Textausgabe

- Wie können wir Java-Datentypen „menschenlesbar“ ausgeben?
- Antwort kennen wir eigentlich schon

```
System.out.printf("i=%d, pi=%f, s=%s",
  42, Math.PI, someString);
```

  - Bisher Ausgabe in Ausgabestrom `System.out`

Formatierte Textausgabe

- Wie können wir Java-Datentypen „menschenlesbar“ ausgeben?
- Antwort kennen wir eigentlich schon

```
System.out.printf("i=%d, pi=%f, s=%s",
  42, Math.PI, someString);
```

  - Bisher Ausgabe in Ausgabestrom `System.out`
  - `System.out` ist vom Typ `PrintStream`

Formatierte Textausgabe

- Wie können wir Java-Datentypen „menschenlesbar“ ausgeben?
- Antwort kennen wir eigentlich schon

```
System.out.printf("i=%d, pi=%f, s=%s",
  42, Math.PI, someString);
```

  - Bisher Ausgabe in Ausgabestrom `System.out`
  - `System.out` ist vom Typ `PrintStream`
- Jetzt allgemeiner in `OutputStream` und `Writer`

Formatierte Textausgabe

- Wie können wir Java-Datentypen „menschenlesbar“ ausgeben?
- Antwort kennen wir eigentlich schon

```
System.out.printf("i=%d, pi=%f, s=%s",
  42, Math.PI, someString);
```

  - Bisher Ausgabe in Ausgabestrom `System.out`
  - `System.out` ist vom Typ `PrintStream`
- Jetzt allgemeiner in `OutputStream` und `Writer`
  - Formatierte Ausgabe in Dateien, Puffer, Netzwerk, etc.

Formatierte Textausgabe

- Wie können wir Java-Datentypen „menschenlesbar“ ausgeben?
- Antwort kennen wir eigentlich schon

```
System.out.printf("i=%d, pi=%f, s=%s",
  42, Math.PI, someString);
```

  - Bisher Ausgabe in Ausgabestrom `System.out`
  - `System.out` ist vom Typ `PrintStream`
- Jetzt allgemeiner in `OutputStream` und `Writer`
  - Formatierte Ausgabe in Dateien, Puffer, Netzwerk, etc.
  - Zwei Klassen

Formatierte Textausgabe

- Wie können wir Java-Datentypen „menschenlesbar“ ausgeben?
- Antwort kennen wir eigentlich schon

```
System.out.printf("i=%d, pi=%f, s=%s",
  42, Math.PI, someString);
```

  - Bisher Ausgabe in Ausgabestrom `System.out`
  - `System.out` ist vom Typ `PrintStream`
- Jetzt allgemeiner in `OutputStream` und `Writer`
  - Formatierte Ausgabe in Dateien, Puffer, Netzwerk, etc.
  - Zwei Klassen
    - `PrintStream` für `OutputStream`

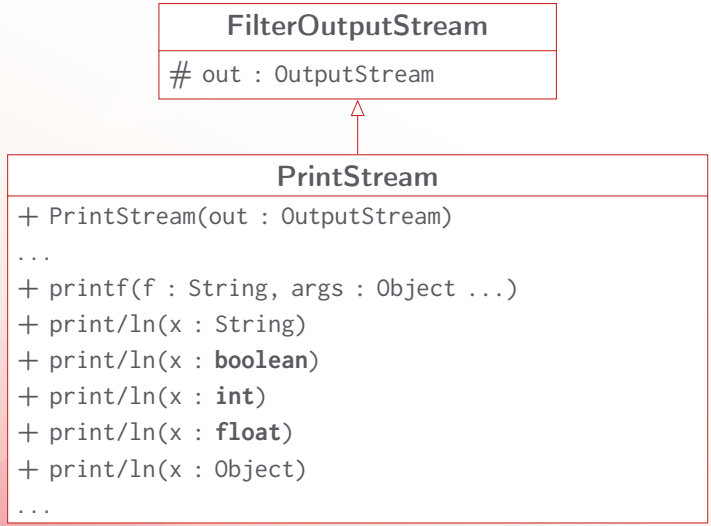
Formatierte Textausgabe

- Wie können wir Java-Datentypen „menschenlesbar“ ausgeben?
- Antwort kennen wir eigentlich schon

```
System.out.printf("i=%d, pi=%f, s=%s",
  42, Math.PI, someString);
```

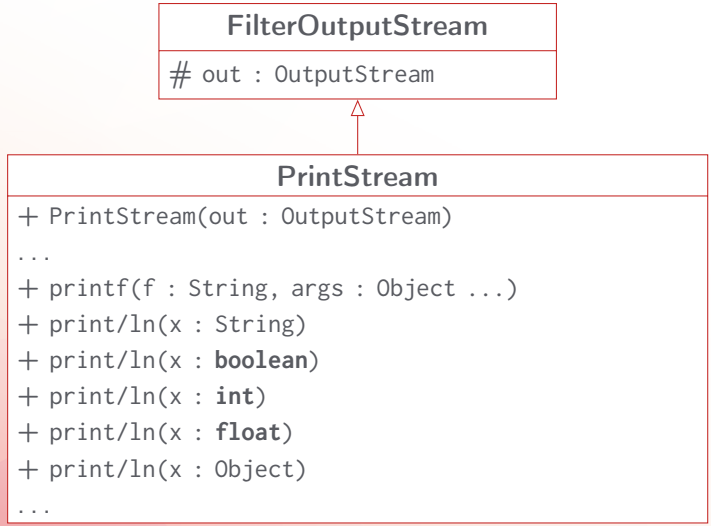
  - Bisher Ausgabe in Ausgabestrom `System.out`
  - `System.out` ist vom Typ `PrintStream`
- Jetzt allgemeiner in `OutputStream` und `Writer`
  - Formatierte Ausgabe in Dateien, Puffer, Netzwerk, etc.
  - Zwei Klassen
    - `PrintStream` für `OutputStream`
    - `PrintWriter` für `Writer`

PrintStream



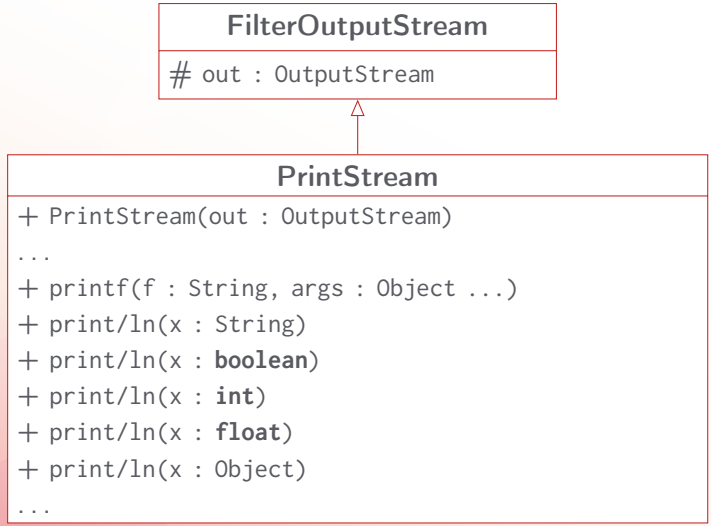
- Für OutputStreams (z.B. System.out)

PrintStream



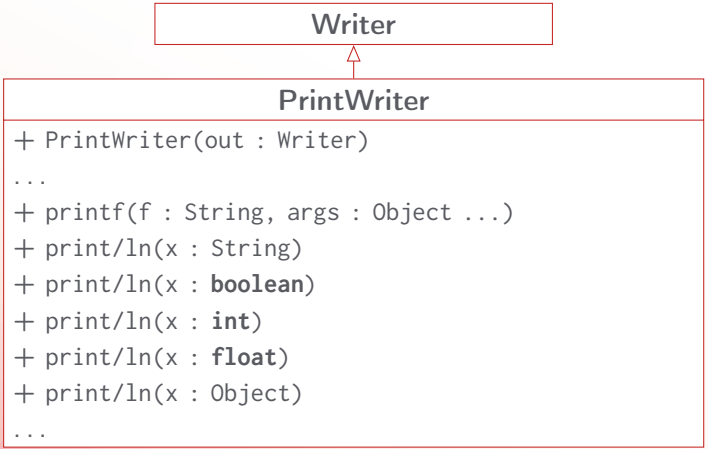
- Für OutputStreams (z.B. System.out)
- Optional: Charset (Default: Charset.defaultCharset())

PrintStream



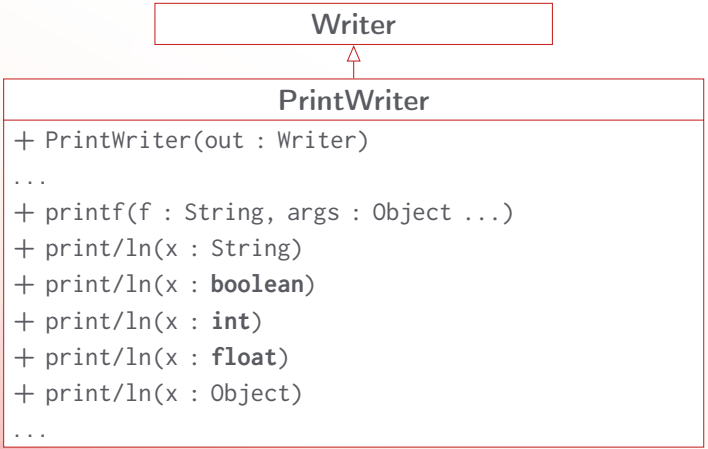
- Für OutputStreams (z.B. System.out)
- Optional: Charset (Default: Charset.defaultCharset())
- Funktionsweise print/f/ln: siehe Grundlagenkapitel!

PrintWriter



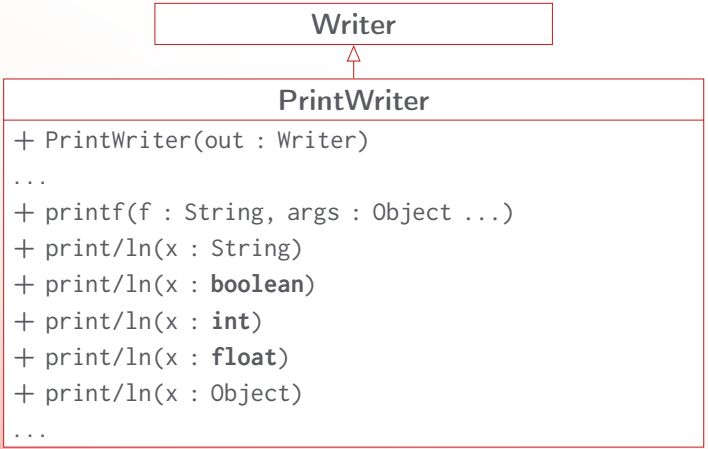
- Für OutputStreams und Writer

PrintWriter



- Für OutputStreams und Writer
- Gleiche Methoden wie PrintStream

PrintWriter



- Für OutputStreams und Writer
- Gleiche Methoden wie PrintStream
- Optional: Charset für OutputStream

Beispiel `PrintStream`: CSV-Datei

- Beispiel aus Collections-Kapitel: Bestände von `Items`

```
var salad = new Item("Salat", 2);
var choc = new Item("Schokolade", 1);
var milk = new Item("Milch", 2);
var toiletpaper = new Item("Toilettenpapier", 3);

var stock = Map.of(
  salad, 10,
  choc, 50,
  milk, 30,
  toiletpaper, 2);
```

Beispiel `PrintStream`: CSV-Datei

- Beispiel aus Collections-Kapitel: Bestände von `Items`

```
var salad = new Item("Salat", 2);
var choc = new Item("Schokolade", 1);
var milk = new Item("Milch", 2);
var toiletpaper = new Item("Toilettenpapier", 3);

var stock = Map.of(
  salad, 10,
  choc, 50,
  milk, 30,
  toiletpaper, 2);
```

- Wir sollen `stock` in einer CSV-Datei speichern

```
Salat;2;10
Schokolade;1;50
Milch;2;30
Toilettenpapier;3;2
```

Beispiel `PrintStream`: CSV-Datei

- `exportToCSV` schreibt Map<Item,Integer> in OutputStream

```
17 public static void exportToCSV(Map<Item,Integer> stock,
18     OutputStream outputStream) throws IOException {
20   var out = new PrintStream(outputStream);
21   for (var entry : stock.entrySet()){
22     Item item = entry.getKey();
23     int amount = entry.getValue();
25     out.printf("%s;%d;%d%n",
26         item.getName(),
27         item.getPrice(),
28         amount);
29   }
31   out.close();
32 }
```

PrintExamples.java

Beispiel `PrintStream`: CSV-Datei

- Funktionsweise von `exportToCSV`

Beispiel `PrintStream`: CSV-Datei

- Funktionsweise von `exportToCSV`
  - `OutputStream` wird in `PrintStream` verpackt

```
var out = new PrintStream(outputStream);
```

Encoding: `Charset.defaultCharset()`

Beispiel `PrintStream`: CSV-Datei

- Funktionsweise von `exportToCSV`
  - `OutputStream` wird in `PrintStream` verpackt

```
var out = new PrintStream(outputStream);
```

Encoding: `Charset.defaultCharset()`

  - Einträge von `stock` werden durchlaufen

```
for (var entry : stock.entrySet()){
  Item item = entry.getKey();
  int amount = entry.getValue();
```

Beispiel `PrintStream`: CSV-Datei

- Funktionsweise von `exportToCSV`
  - `OutputStream` wird in `PrintStream` verpackt

```
var out = new PrintStream(outputStream);
```

Encoding: `Charset.defaultCharset()`

  - Einträge von `stock` werden durchlaufen

```
for (var entry : stock.entrySet()){
  Item item = entry.getKey();
  int amount = entry.getValue();
```

  - Formatierte Ausgabe mit `printf`

```
out.printf("%s;%d;%d%n",
    item.getName(),
    item.getPrice(),
    amount);
```

Beispiel `PrintStream`: CSV-Datei

- Funktionsweise von `exportToCSV`
  - `OutputStream` wird in `PrintStream` verpackt

```
var out = new PrintStream(outputStream);
```

Encoding: `Charset.defaultCharset()`

  - Einträge von `stock` werden durchlaufen

```
for (var entry : stock.entrySet()){
  Item item = entry.getKey();
  int amount = entry.getValue();
```

  - Formatierte Ausgabe mit `printf`

```
out.printf("%s;%d;%d%n",
    item.getName(),
    item.getPrice(),
    amount);
```

- Hinweis

Beispiel `PrintStream`: CSV-Datei

- Funktionsweise von `exportToCSV`
  - `OutputStream` wird in `PrintStream` verpackt

```
var out = new PrintStream(outputStream);
```

Encoding: `Charset.defaultCharset()`

  - Einträge von `stock` werden durchlaufen

```
for (var entry : stock.entrySet()){
  Item item = entry.getKey();
  int amount = entry.getValue();
```

  - Formatierte Ausgabe mit `printf`

```
out.printf("%s;%d;%d%n",
    item.getName(),
    item.getPrice(),
    amount);
```

- Hinweis
  - `exportToCSV(stock, System.out)` würde CSV auf Standardausgabe ausgeben

Beispiel `PrintWriter`: JSON-Datei

- Wir wollen `PrintWriter` verwenden um `stock` in eine JSON-Datei schreiben

Beispiel `PrintWriter`: JSON-Datei

- Wir wollen `PrintWriter` verwenden um `stock` in eine JSON-Datei schreiben
- Ergebnis

```
{ "stock":
  [
    { "name" : "Salat", "price": 2, "amount": 10 },
    { "name" : "Schokolade", "price": 1, "amount": 50 },
    { "name" : "Milch", "price": 2, "amount": 30 },
    { "name" : "Toilettenpapier", "price": 3, "amount": 2 }
  ]
}
```

Beispiel `PrintWriter`: JSON-Datei

- Wir wollen `PrintWriter` verwenden um `stock` in eine JSON-Datei schreiben
- Ergebnis

```
{ "stock":
  [
    { "name" : "Salat", "price": 2, "amount": 10 },
    { "name" : "Schokolade", "price": 1, "amount": 50 },
    { "name" : "Milch", "price": 2, "amount": 30 },
    { "name" : "Toilettenpapier", "price": 3, "amount": 2 }
  ]
}
```

- Siehe `exportToJson` in PrintExamples.java

Beispiel `PrintWriter`: JSON-Datei

Funktionsweise von `exportToJson`

- Ähnlich zu `exportToCSV`

Beispiel `PrintWriter`: JSON-Datei

Funktionsweise von `exportToJson`

- Ähnlich zu `exportToCSV`
- Schreibt in `Writer` statt `OutputStream`

Beispiel `PrintWriter`: JSON-Datei

Funktionsweise von `exportToJson`

- Ähnlich zu `exportToCSV`
- Schreibt in `Writer` statt `OutputStream`
- Verpackt `Writer` in `PrintWriter`

```
var out = new PrintWriter(writer);
```

Beispiel `PrintWriter`: JSON-Datei

Funktionsweise von `exportToJson`

- Ähnlich zu `exportToCSV`
- Schreibt in `Writer` statt `OutputStream`
- Verpackt `Writer` in `PrintWriter`

```
var out = new PrintWriter(writer);
```

- Generiert JSON-Ausgabe

```
/* ... */
out.printf("  { \"name\" : \"%s\", \"price\": %d, \"amount\": %d }",
  item.getName(),
  item.getPrice(),
  amount);
  /* ... */
```

Beispiel `PrintWriter`: JSON-Datei

Funktionsweise von `exportToJson`

- Ähnlich zu `exportToCSV`
- Schreibt in `Writer` statt `OutputStream`
- Verpackt `Writer` in `PrintWriter`

```
var out = new PrintWriter(writer);
```

- Generiert JSON-Ausgabe

```
/* ... */
out.printf("  { \"name\" : \"%s\", \"price\": %d, \"amount\": %d }",
  item.getName(),
  item.getPrice(),
  amount);
  /* ... */
```

- Mühsam!

Beispiel `PrintWriter`: JSON-Datei

Funktionsweise von `exportToJson`

- Ähnlich zu `exportToCSV`
- Schreibt in `Writer` statt `OutputStream`
- Verpackt `Writer` in `PrintWriter`

```
var out = new PrintWriter(writer);
```

- Generiert JSON-Ausgabe

```
/* ... */
out.printf("  { \"name\" : \"%s\", \"price\": %d, \"amount\": %d }",
  item.getName(),
  item.getPrice(),
  amount);
  /* ... */
```

- Mühsam! JSON-Library verwenden!

Inhalt

Parsing

- Bisher: Formatierte Ausgabe

Parsing

- Bisher: Formatierte Ausgabe

- Jetzt: Einlesen aus Textformat („parsing“)

Inhalt

Parsing zu Fuß

- Manuelles Parsen mit

Parsing zu Fuß

- Manuelles Parsen mit
  - Lesen des Inhalts in `String`

Parsing zu Fuß

- Manuelles Parsen mit
  - Lesen des Inhalts in `String`
  - Meist zeileweise mit `BufferedReader`

Parsing zu Fuß

- Manuelles Parsen mit
  - Lesen des Inhalts in `String`
  - Meist zeileweise mit `BufferedReader`
  - parse-Methoden der Wrapperklassen

```
Integer.parseInt(String s)
Double.parseDouble(String s)
...
```

Parsing zu Fuß

- Manuelles Parsen mit
  - Lesen des Inhalts in `String`
  - Meist zeileweise mit `BufferedReader`
  - parse-Methoden der Wrapperklassen

```
Integer.parseInt(String s)
Double.parseDouble(String s)
...
```

  - String-Methoden

Parsing zu Fuß

- Manuelles Parsen mit
  - Lesen des Inhalts in `String`
  - Meist zeileweise mit `BufferedReader`
  - parse-Methoden der Wrapperklassen

```
Integer.parseInt(String s)
Double.parseDouble(String s)
...
```

  - String-Methoden
    - `indexOf` und Co. — suchen im `String`

Parsing zu Fuß

- Manuelles Parsen mit
  - Lesen des Inhalts in `String`
  - Meist zeileweise mit `BufferedReader`
  - parse-Methoden der Wrapperklassen

```
Integer.parseInt(String s)
Double.parseDouble(String s)
...
```

  - String-Methoden
    - `indexOf` und Co. — suchen im `String`
    - `trim` — „whitespaces“ am Anfang/Ende entfernen

Parsing zu Fuß

- Manuelles Parsen mit
  - Lesen des Inhalts in `String`
  - Meist zeileweise mit `BufferedReader`
  - parse-Methoden der Wrapperklassen

```
Integer.parseInt(String s)
Double.parseDouble(String s)
...
```

  - String-Methoden
    - `indexOf` und Co. — suchen im `String`
    - `trim` — „whitespaces“ am Anfang/Ende entfernen
    - `split` — Aufteilen an Trennzeichen

Parsing zu Fuß

- Manuelles Parsen mit
  - Lesen des Inhalts in `String`
  - Meist zeileweise mit `BufferedReader`
  - parse-Methoden der Wrapperklassen

```
Integer.parseInt(String s)
Double.parseDouble(String s)
...
```

  - String-Methoden
    - `indexOf` und Co. — suchen im `String`
    - `trim` — „whitespaces“ am Anfang/Ende entfernen
    - `split` — Aufteilen an Trennzeichen
    - ...

Parsing zu Fuß

- Manuelles Parsen mit
  - Lesen des Inhalts in `String`
  - Meist zeileweise mit `BufferedReader`
  - parse-Methoden der Wrapperklassen

```
Integer.parseInt(String s)
Double.parseDouble(String s)
...
```

  - String-Methoden
    - `indexOf` und Co. — suchen im `String`
    - `trim` — „whitespaces“ am Anfang/Ende entfernen
    - `split` — Aufteilen an Trennzeichen
    - ...
- Nur für einfache Formate!

Beispiel: CSV einlesen

- Zur Erinnerung: CSV-Datei von vorher

```
Salat;2;10
Schokolade;1;50
Milch;2;30
Toilettenpapier;3;2
```

Beispiel: CSV einlesen

- Zur Erinnerung: CSV-Datei von vorher

```
Salat;2;10
Schokolade;1;50
Milch;2;30
Toilettenpapier;3;2
```

- Ziel: Einlesen in Map<Item, Integer>

Beispiel: CSV einlesen

- Zur Erinnerung: CSV-Datei von vorher

```
Salat;2;10
Schokolade;1;50
Milch;2;30
Toilettenpapier;3;2
```

- Ziel: Einlesen in Map<Item, Integer>
- Lösung:

Beispiel: CSV einlesen

- Zur Erinnerung: CSV-Datei von vorher

```
Salat;2;10
Schokolade;1;50
Milch;2;30
Toilettenpapier;3;2
```

- Ziel: Einlesen in Map<Item, Integer>
- Lösung:
  - parseCSV und parseCSVExample in ParseExample.java

Beispiel: CSV einlesen

- Zur Erinnerung: CSV-Datei von vorher

```
Salat;2;10
Schokolade;1;50
Milch;2;30
Toilettenpapier;3;2
```

- Ziel: Einlesen in Map<Item, Integer>
- Lösung:
  - parseCSV und parseCSVExample in ParseExample.java
  - Ausführen mit runParseCSVExample (vorher runExportToCSVExample ausführen!)

Beispiel: CSV einlesen

- Zur Erinnerung: CSV-Datei von vorher

```
Salat;2;10
Schokolade;1;50
Milch;2;30
Toilettenpapier;3;2
```

- Ziel: Einlesen in Map<Item, Integer>
- Lösung:
  - parseCSV und parseCSVExample in ParseExample.java
  - Ausführen mit runParseCSVExample (vorher runExportToCSVExample ausführen!)
- Funktionsweise von parseCSV

Beispiel: CSV einlesen

- Zur Erinnerung: CSV-Datei von vorher

```
Salat;2;10
Schokolade;1;50
Milch;2;30
Toilettenpapier;3;2
```

- Ziel: Einlesen in Map<Item, Integer>
- Lösung:
  - parseCSV und parseCSVExample in ParseExample.java
  - Ausführen mit runParseCSVExample (vorher runExportToCSVExample ausführen!)
- Funktionsweise von parseCSV
  - Datei mit BufferedReader öffnen

Beispiel: CSV einlesen

- Zur Erinnerung: CSV-Datei von vorher

```
Salat;2;10
Schokolade;1;50
Milch;2;30
Toilettenpapier;3;2
```

- Ziel: Einlesen in Map<Item, Integer>
- Lösung:
  - parseCSV und parseCSVExample in ParseExample.java
  - Ausführen mit runParseCSVExample (vorher runExportToCSVExample ausführen!)
- Funktionsweise von parseCSV
  - Datei mit BufferedReader öffnen
  - Zeile für Zeile lesen

Beispiel: CSV einlesen

- Zur Erinnerung: CSV-Datei von vorher

```
Salat;2;10
Schokolade;1;50
Milch;2;30
Toilettenpapier;3;2
```

- Ziel: Einlesen in Map<Item, Integer>
- Lösung:
  - parseCSV und parseCSVExample in ParseExample.java
  - Ausführen mit runParseCSVExample (vorher runExportToCSVExample ausführen!)
- Funktionsweise von parseCSV
  - Datei mit BufferedReader öffnen
  - Zeile für Zeile lesen
  - Zeile an ";" auftrennen (String.split)

Beispiel: CSV einlesen

- Zur Erinnerung: CSV-Datei von vorher

```
Salat;2;10
Schokolade;1;50
Milch;2;30
Toilettenpapier;3;2
```

- Ziel: Einlesen in Map<Item, Integer>
- Lösung:
  - parseCSV und parseCSVExample in ParseExample.java
  - Ausführen mit runParseCSVExample (vorher runExportToCSVExample ausführen!)
- Funktionsweise von parseCSV
  - Datei mit BufferedReader öffnen
  - Zeile für Zeile lesen
  - Zeile an ";" auftrennen (String.split)
  - Werte parsen

Beispiel: CSV einlesen

- Zur Erinnerung: CSV-Datei von vorher

```
Salat;2;10
Schokolade;1;50
Milch;2;30
Toilettenpapier;3;2
```

- Ziel: Einlesen in Map<Item, Integer>
- Lösung:
  - parseCSV und parseCSVExample in ParseExample.java
  - Ausführen mit runParseCSVExample (vorher runExportToCSVExample ausführen!)
- Funktionsweise von parseCSV
  - Datei mit BufferedReader öffnen
  - Zeile für Zeile lesen
  - Zeile an ";" auftrennen (String.split)
  - Werte parsen
    - Name: String übernehmen

Beispiel: CSV einlesen

- Zur Erinnerung: CSV-Datei von vorher

```
Salat;2;10
Schokolade;1;50
Milch;2;30
Toilettenpapier;3;2
```

- Ziel: Einlesen in Map<Item, Integer>
- Lösung:
  - parseCSV und parseCSVExample in ParseExample.java
  - Ausführen mit runParseCSVExample (vorher runExportToCSVExample ausführen!)
- Funktionsweise von parseCSV
  - Datei mit BufferedReader öffnen
  - Zeile für Zeile lesen
  - Zeile an ";" auftrennen (String.split)
  - Werte parsen
    - Name: String übernehmen
    - Preis/Anzahl: **int** mit Integer.parseInt einlesen

Inhalt

Scanner

- Zur Erinnerung

Scanner

- Zur Erinnerung
  - Scanner bisher zum Einlesen von Benutzereingaben

```
scanner.nextInt()
scanner.nextDouble()
```

Scanner

- Zur Erinnerung
  - `Scanner` bisher zum Einlesen von Benutzereingaben

```
scanner.nextInt()
scanner.nextDouble()
```

  - `Scanner` funktioniert auf `InputStream`

Scanner

- Zur Erinnerung
  - Scanner bisher zum Einlesen von Benutzereingaben

```
scanner.nextInt()
scanner.nextDouble()
```

  - Scanner funktioniert auf InputStream
- Vorteil: Scanner kann Trennelemente berücksichtigen

Scanner

- Zur Erinnerung
  - Scanner bisher zum Einlesen von Benutzereingaben

```
scanner.nextInt()
scanner.nextDouble()
```

  - Scanner funktioniert auf InputStream
- Vorteil: Scanner kann Trennelemente berücksichtigen
  - Scanner.useDelimiter(String regex) verwendet regex als Trennelement

Scanner

- Zur Erinnerung
  - `Scanner` bisher zum Einlesen von Benutzereingaben

```
scanner.nextInt()
scanner.nextDouble()
```

  - `Scanner` funktioniert auf `InputStream`
- Vorteil: `Scanner` kann Trennelemente berücksichtigen
  - `Scanner.useDelimiter(String regex)` verwendet `regex` als Trennelement
  - Allgemein regulärer Ausdruck

Scanner

- Zur Erinnerung
  - Scanner bisher zum Einlesen von Benutzereingaben

```
scanner.nextInt()
scanner.nextDouble()
```

  - Scanner funktioniert auf InputStream
- Vorteil: Scanner kann Trennelemente berücksichtigen
  - Scanner.useDelimiter(String regex) verwendet regex als Trennelement
  - Allgemein regulärer Ausdruck
  - Hier: scanner.useDelimiter("(;|\\R)")

Scanner

- Zur Erinnerung
  - Scanner bisher zum Einlesen von Benutzereingaben

```
scanner.nextInt()
scanner.nextDouble()
```

  - Scanner funktioniert auf InputStream
- Vorteil: Scanner kann Trennelemente berücksichtigen
  - Scanner.useDelimiter(String regex) verwendet regex als Trennelement
  - Allgemein regulärer Ausdruck
  - Hier: scanner.useDelimiter("(;|\\R)")
  - Entspricht: ; oder ein Zeilenvorschub

Einlesen mit Scanner

- Lösung:

Einlesen mit Scanner

- Lösung:
  - `parseCSVScanner` und `parseCSVScannerExample` in ParseExample.java

Einlesen mit Scanner

- Lösung:
  - `parseCSVScanner` und `parseCSVScannerExample` in ParseExample.java
  - Ausführen mit `runParseCSVScannerExample` (vorher `runExportToCSVExample` ausführen!)

Einlesen mit Scanner

- Lösung:
  - `parseCSVScanner` und `parseCSVScannerExample` in ParseExample.java
  - Ausführen mit `runParseCSVScannerExample` (vorher `runExportToCSVExample` ausführen!)
- Funktionsweise von `parseCSVScanner`

Einlesen mit Scanner

- Lösung:
  - `parseCSVScanner` und `parseCSVScannerExample` in ParseExample.java
  - Ausführen mit `runParseCSVScannerExample` (vorher `runExportToCSVExample` ausführen!)
- Funktionsweise von `parseCSVScanner`
  - Datei als `FileInputStream` öffnen

Einlesen mit Scanner

- Lösung:
  - `parseCSVScanner` und `parseCSVScannerExample` in ParseExample.java
  - Ausführen mit `runParseCSVScannerExample` (vorher `runExportToCSVExample` ausführen!)
- Funktionsweise von `parseCSVScanner`
  - Datei als `FileInputStream` öffnen
  - `FileInputStream` in `Scanner` „verpacken“

Einlesen mit Scanner

- Lösung:
  - `parseCSVScanner` und `parseCSVScannerExample` in ParseExample.java
  - Ausführen mit `runParseCSVScannerExample` (vorher `runExportToCSVExample` ausführen!)
- Funktionsweise von `parseCSVScanner`
  - Datei als `FileInputStream` öffnen
  - `FileInputStream` in `Scanner` „verpacken“
  - Trennelement auf `"(;|\\R)"` setzen

Einlesen mit Scanner

- Lösung:
  - `parseCSVScanner` und `parseCSVScannerExample` in ParseExample.java
  - Ausführen mit `runParseCSVScannerExample` (vorher `runExportToCSVExample` ausführen!)
- Funktionsweise von `parseCSVScanner`
  - Datei als `FileInputStream` öffnen
  - `FileInputStream` in `Scanner` „verpacken“
  - Trennelement auf `"(;|\\R)"` setzen
  - Werte parsen

Einlesen mit Scanner

- Lösung:
  - `parseCSVScanner` und `parseCSVScannerExample` in ParseExample.java
  - Ausführen mit `runParseCSVScannerExample` (vorher `runExportToCSVExample` ausführen!)
- Funktionsweise von `parseCSVScanner`
  - Datei als `FileInputStream` öffnen
  - `FileInputStream` in `Scanner` „verpacken“
  - Trennelement auf `"(;|\\R)"` setzen
  - Werte parsen
    - Name mit `hasNext()` und `next()`

Einlesen mit Scanner

- Lösung:
  - `parseCSVScanner` und `parseCSVScannerExample` in ParseExample.java
  - Ausführen mit `runParseCSVScannerExample` (vorher `runExportToCSVExample` ausführen!)
- Funktionsweise von `parseCSVScanner`
  - Datei als `FileInputStream` öffnen
  - `FileInputStream` in `Scanner` „verpacken“
  - Trennelement auf `"(;|\\R)"` setzen
  - Werte parsen
    - Name mit `hasNext()` und `next()`
    - Preis/Anzahl mit `hasNextInt()` und `nextInt()`

Einlesen mit Scanner

- Lösung:
  - `parseCSVScanner` und `parseCSVScannerExample` in ParseExample.java
  - Ausführen mit `runParseCSVScannerExample` (vorher `runExportToCSVExample` ausführen!)
- Funktionsweise von `parseCSVScanner`
  - Datei als `FileInputStream` öffnen
  - `FileInputStream` in `Scanner` „verpacken“
  - Trennelement auf `"(;|\\R)"` setzen
  - Werte parsen
    - Name mit `hasNext()` und `next()`
    - Preis/Anzahl mit `hasNextInt()` und `nextInt()`
- Was ist „schöner“?

Einlesen mit Scanner

- Lösung:
  - `parseCSVScanner` und `parseCSVScannerExample` in ParseExample.java
  - Ausführen mit `runParseCSVScannerExample` (vorher `runExportToCSVExample` ausführen!)
- Funktionsweise von `parseCSVScanner`
  - Datei als `FileInputStream` öffnen
  - `FileInputStream` in `Scanner` „verpacken“
  - Trennelement auf `"(;|\\R)"` setzen
  - Werte parsen
    - Name mit `hasNext()` und `next()`
    - Preis/Anzahl mit `hasNextInt()` und `nextInt()`
- Was ist „schöner“?
  - `split`-Variante?

Einlesen mit Scanner

- Lösung:
  - `parseCSVScanner` und `parseCSVScannerExample` in ParseExample.java
  - Ausführen mit `runParseCSVScannerExample` (vorher `runExportToCSVExample` ausführen!)
- Funktionsweise von `parseCSVScanner`
  - Datei als `FileInputStream` öffnen
  - `FileInputStream` in `Scanner` „verpacken“
  - Trennelement auf `"(;|\\R)"` setzen
  - Werte parsen
    - Name mit `hasNext()` und `next()`
    - Preis/Anzahl mit `hasNextInt()` und `nextInt()`
- Was ist „schöner“?
  - `split`-Variante?
  - `Scanner`-Variante?

Einlesen mit Scanner

- Lösung:
  - `parseCSVScanner` und `parseCSVScannerExample` in ParseExample.java
  - Ausführen mit `runParseCSVScannerExample` (vorher `runExportToCSVExample` ausführen!)
- Funktionsweise von `parseCSVScanner`
  - Datei als `FileInputStream` öffnen
  - `FileInputStream` in `Scanner` „verpacken“
  - Trennelement auf `"(;|\\R)"` setzen
  - Werte parsen
    - Name mit `hasNext()` und `next()`
    - Preis/Anzahl mit `hasNextInt()` und `nextInt()`
- Was ist „schöner“?
  - `split`-Variante?
  - `Scanner`-Variante?
- Beides nicht toll

Einlesen mit Scanner

- Lösung:
  - `parseCSVScanner` und `parseCSVScannerExample` in ParseExample.java
  - Ausführen mit `runParseCSVScannerExample` (vorher `runExportToCSVExample` ausführen!)
- Funktionsweise von `parseCSVScanner`
  - Datei als `FileInputStream` öffnen
  - `FileInputStream` in `Scanner` „verpacken“
  - Trennelement auf `"(;|\\R)"` setzen
  - Werte parsen
    - Name mit `hasNext()` und `next()`
    - Preis/Anzahl mit `hasNextInt()` und `nextInt()`
- Was ist „schöner“?
  - `split`-Variante?
  - `Scanner`-Variante?
- Beides nicht toll — am besten fertige Libraries verwenden

Inhalt

Zusammenfassung

- Code: Zeichen → Zahl (Code)

Zusammenfassung

- Code: Zeichen → Zahl (Code)
- Encoding: Code → Bytesequenz

Zusammenfassung

- Code: Zeichen → Zahl (Code)
- Encoding: Code → Bytesequenz
- Java

Zusammenfassung

- Code: Zeichen → Zahl (Code)
- Encoding: Code → Bytesequenz
- Java
  - Code: Unicode

Zusammenfassung

- Code: Zeichen → Zahl (Code)
- Encoding: Code → Bytesequenz
- Java
  - Code: Unicode
  - Encoding: UTF-16

Zusammenfassung

- Code: Zeichen → Zahl (Code)
- Encoding: Code → Bytesequenz
- Java
  - Code: Unicode
  - Encoding: UTF-16
- Charset

Zusammenfassung

- Code: Zeichen → Zahl (Code)
- Encoding: Code → Bytesequenz
- Java
  - Code: Unicode
  - Encoding: UTF-16
- `Charset`
  - Implementiert Encodings

Zusammenfassung

- Code: Zeichen → Zahl (Code)
- Encoding: Code → Bytesequenz
- Java
  - Code: Unicode
  - Encoding: UTF-16
- `Charset`
  - Implementiert Encodings
  - Verfügbare Encodings

Zusammenfassung

- Code: Zeichen → Zahl (Code)
- Encoding: Code → Bytesequenz
- Java
  - Code: Unicode
  - Encoding: UTF-16
- `Charset`
  - Implementiert Encodings
  - Verfügbare Encodings
- Hinweis:

Zusammenfassung

- Code: Zeichen → Zahl (Code)
- Encoding: Code → Bytesequenz
- Java
  - Code: Unicode
  - Encoding: UTF-16
- `Charset`
  - Implementiert Encodings
  - Verfügbare Encodings
- Hinweis:
  - Auf Encodings achten!

Zusammenfassung

- Code: Zeichen → Zahl (Code)
- Encoding: Code → Bytesequenz
- Java
  - Code: Unicode
  - Encoding: UTF-16
- `Charset`
  - Implementiert Encodings
  - Verfügbare Encodings
- Hinweis:
  - Auf Encodings achten!
  - Besonders bei Dateien

Zusammenfassung

- Reader/Writer sind ähnlich zu Input/OutputStream mit:

Zusammenfassung

- `Reader`/`Writer` sind ähnlich zu `Input/OutputStream` mit:
  - **`char[]`** statt **`byte[]`**

Zusammenfassung

- Reader/Writer sind ähnlich zu `Input/OutputStream` mit:
  - **`char[]`** statt **`byte[]`**
  - Encoding

Zusammenfassung

- Reader/Writer sind ähnlich zu `Input/OutputStream` mit:
  - **`char[]`** statt **`byte[]`**
  - Encoding
- Filter wie bei `Input/OutputStream`

Zusammenfassung

- Reader/Writer sind ähnlich zu Input/OutputStream mit:
  - **char**[] statt **byte**[]
  - Encoding
- Filter wie bei Input/OutputStream
  - BufferedReader/Writer — zeilweises Lesen/Schreiben

Zusammenfassung

- Reader/Writer sind ähnlich zu Input/OutputStream mit:
  - **char**[] statt **byte**[]
  - Encoding
- Filter wie bei Input/OutputStream
  - BufferedReader/Writer — zeilweises Lesen/Schreiben
  - LineNumberReader — lesen mit Zeilennummern

Zusammenfassung

- Reader/Writer sind ähnlich zu `Input/OutputStream` mit:
  - **`char[]`** statt **`byte[]`**
  - Encoding
- Filter wie bei `Input/OutputStream`
  - `BufferedReader/Writer` — zeilweises Lesen/Schreiben
  - `LineNumberReader` — lesen mit Zeilennummern
- Quellen/Senken wie bei Byteströmen

Zusammenfassung

- Reader/Writer sind ähnlich zu `Input/OutputStream` mit:
  - **`char[]`** statt **`byte[]`**
  - Encoding
- Filter wie bei `Input/OutputStream`
  - `BufferedReader/Writer` — zeilweises Lesen/Schreiben
  - `LineNumberReader` — lesen mit Zeilennummern
- Quellen/Senken wie bei Byteströmen
- Brückenklassen

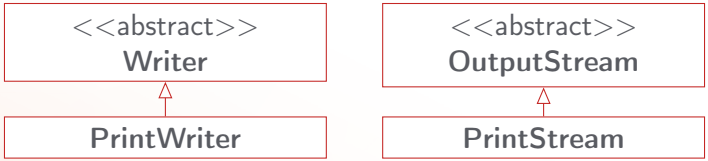
Zusammenfassung

- Reader/Writer sind ähnlich zu Input/OutputStream mit:
  - **char**[] statt **byte**[]
  - Encoding
- Filter wie bei Input/OutputStream
  - BufferedReader/Writer — zeilweises Lesen/Schreiben
  - LineNumberReader — lesen mit Zeilennummern
- Quellen/Senken wie bei Byteströmen
- Brückenklassen
  - InputStreamReader ist ein Reader der aus InputStream liest

Zusammenfassung

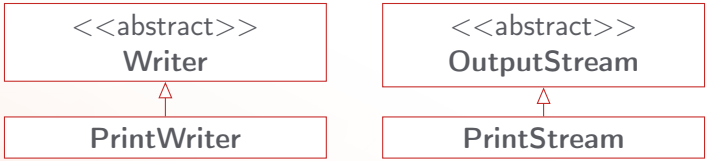
- Reader/Writer sind ähnlich zu Input/OutputStream mit:
  - **char**[] statt **byte**[]
  - Encoding
- Filter wie bei Input/OutputStream
  - BufferedReader/Writer — zeilweises Lesen/Schreiben
  - LineNumberReader — lesen mit Zeilennummern
- Quellen/Senken wie bei Byteströmen
- Brückenklassen
  - InputStreamReader ist ein Reader der aus InputStream liest
  - OutputStreamWriter ist ein Writer der in OutputStream schreibt

Zusammenfassung



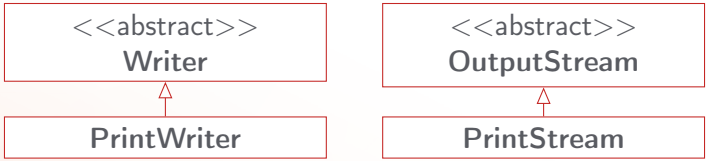
- Formatierte Ausgabe

Zusammenfassung



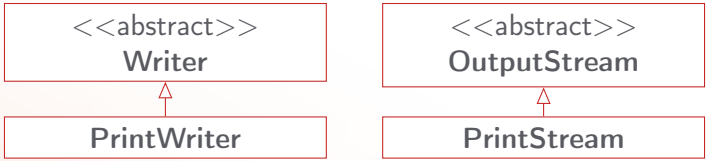
- Formatierte Ausgabe
  - `PrintWriter` für `Writer`

Zusammenfassung



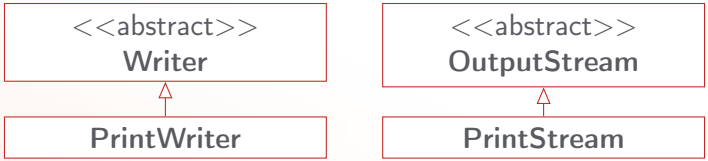
- Formatierte Ausgabe
  - `PrintWriter` für `Writer`
  - `PrintStream` für `OutputStream`

Zusammenfassung



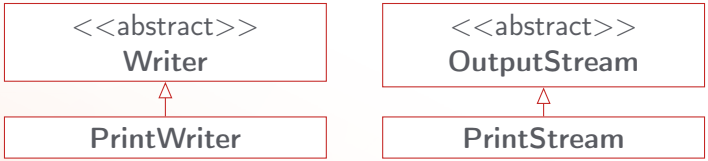
- Formatierte Ausgabe
  - `PrintWriter` für `Writer`
  - `PrintStream` für `OutputStream`
- Wichtige Methoden

Zusammenfassung



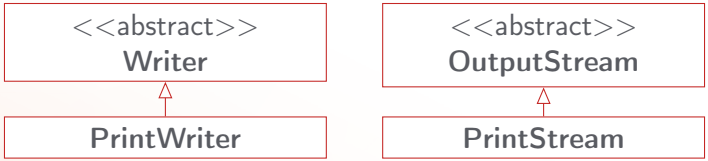
- Formatierte Ausgabe
  - `PrintWriter` für `Writer`
  - `PrintStream` für `OutputStream`
- Wichtige Methoden
  - `print` bzw. `println` (mit neuer Zeile)

Zusammenfassung



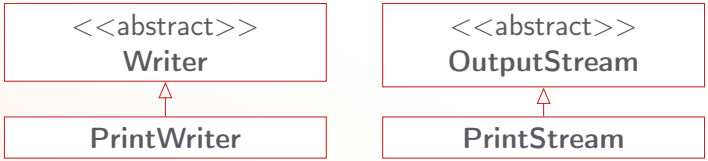
- Formatierte Ausgabe
  - `PrintWriter` für `Writer`
  - `PrintStream` für `OutputStream`
- Wichtige Methoden
  - `print` bzw. `println` (mit neuer Zeile)
  - `printf`

Zusammenfassung



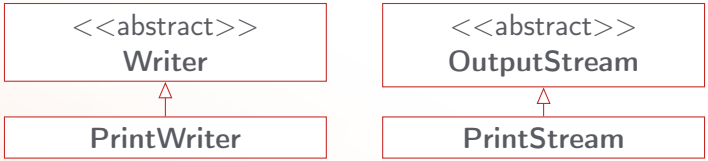
- Formatierte Ausgabe
  - `PrintWriter` für `Writer`
  - `PrintStream` für `OutputStream`
- Wichtige Methoden
  - `print` bzw. `println` (mit neuer Zeile)
  - `printf`
- Parsing

Zusammenfassung



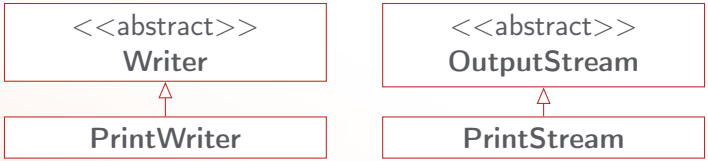
- Formatierte Ausgabe
  - `PrintWriter` für `Writer`
  - `PrintStream` für `OutputStream`
- Wichtige Methoden
  - `print` bzw. `println` (mit neuer Zeile)
  - `printf`
- Parsing
  - Zu Fuß: Wrapper-parse- und `String`-Methoden

Zusammenfassung



- Formatierte Ausgabe
  - `PrintWriter` für `Writer`
  - `PrintStream` für `OutputStream`
- Wichtige Methoden
  - `print` bzw. `println` (mit neuer Zeile)
  - `printf`
- Parsing
  - Zu Fuß: Wrapper-`parse`- und `String`-Methoden
  - Alternative/Hilfe: `Scanner`

Zusammenfassung



- Formatierte Ausgabe
  - `PrintWriter` für `Writer`
  - `PrintStream` für `OutputStream`
- Wichtige Methoden
  - `print` bzw. `println` (mit neuer Zeile)
  - `printf`
- Parsing
  - Zu Fuß: Wrapper-`parse`- und `String`-Methoden
  - Alternative/Hilfe: `Scanner`
  - Externe Library

Inhalt

Inhalt

Ein Geständnis

- Geständnis: Alle bisherigen Beispiel waren sehr unsauber!

```
12 public static void copyFile(String from, String to)
13   throws IOException {
14   var in = new FileInputStream(from);
15   var out = new FileOutputStream(to);
17   in.transferTo(out);
19   in.close();
20   out.close();
21 }
```

ARMExamples.java

Ein Geständnis

- Geständnis: Alle bisherigen Beispiel waren sehr unsauber!

```
12 public static void copyFile(String from, String to)
13   throws IOException {
14   var in = new FileInputStream(from);
15   var out = new FileOutputStream(to);
17   in.transferTo(out);
19   in.close();
20   out.close();
21 }
```

ARMExamples.java

- `new FileIn/OutputStream` belegt Betriebssystem-Resourcen

Ein Geständnis

- Geständnis: Alle bisherigen Beispiel waren sehr unsauber!

```
12 public static void copyFile(String from, String to)
13   throws IOException {
14   var in = new FileInputStream(from);
15   var out = new FileOutputStream(to);
17   in.transferTo(out);
19   in.close();
20   out.close();
21 }
```

ARMExamples.java

- `new FileIn/OutputStream` belegt Betriebssystem-Resourcen
- Manuelle Freigabe über `close()`

Ein Geständnis

- Geständnis: Alle bisherigen Beispiel waren sehr unsauber!

```
12 public static void copyFile(String from, String to)
13   throws IOException {
14   var in = new FileInputStream(from);
15   var out = new FileOutputStream(to);
17   in.transferTo(out);
19   in.close();
20   out.close();
21 }
```

ARMExamples.java

- `new FileIn/OutputStream` belegt Betriebssystem-Resourcen
- Manuelle Freigabe über `close()`
- Jeder Methodenaufruf kann `IOException` werfen

Ein Geständnis

- Geständnis: Alle bisherigen Beispiel waren sehr unsauber!

```
12 public static void copyFile(String from, String to)
13   throws IOException {
14   var in = new FileInputStream(from);
15   var out = new FileOutputStream(to);
17   in.transferTo(out);
19   in.close();
20   out.close();
21 }
```

ARMExamples.java

- `new FileIn/OutputStream` belegt Betriebssystem-Resourcen
- Manuelle Freigabe über `close()`
- Jeder Methodenaufruf kann `IOException` werfen
- → `close()` wird eventuell nicht aufgerufen

„Lösung“

- „Lösung“ mit **finally**

```
25 public static void copyFileWithFinally(
26     String from, String to) throws IOException {
27   FileInputStream in = null;
28   FileOutputStream out = null;
29   try{
30     in = new FileInputStream(from);
31     out = new FileOutputStream(to);
32     in.transferTo(out);
33   } finally {
34     if (in != null) in.close();
35     if (out != null) out.close();
36   }
37 }
```

ARMExamples.java

„Lösung“

- „Lösung“ mit **finally**

```
25 public static void copyFileWithFinally(
26     String from, String to) throws IOException {
27   FileInputStream in = null;
28   FileOutputStream out = null;
29   try{
30     in = new FileInputStream(from);
31     out = new FileOutputStream(to);
32     in.transferTo(out);
33   } finally {
34     if (in != null) in.close();
35     if (out != null) out.close();
36   }
37 }
```

ARMExamples.java

- Probleme

„Lösung“

- „Lösung“ mit **finally**

```
25 public static void copyFileWithFinally(
26     String from, String to) throws IOException {
27   FileInputStream in = null;
28   FileOutputStream out = null;
29   try{
30     in = new FileInputStream(from);
31     out = new FileOutputStream(to);
32     in.transferTo(out);
33   } finally {
34     if (in != null) in.close();
35     if (out != null) out.close();
36   }
37 }
```

ARMExamples.java

- Probleme
  - Unschön: Mehr und aufwändigerer Code

„Lösung“

- „Lösung“ mit **finally**

```
25 public static void copyFileWithFinally(
26     String from, String to) throws IOException {
27   FileInputStream in = null;
28   FileOutputStream out = null;
29   try{
30     in = new FileInputStream(from);
31     out = new FileOutputStream(to);
32     in.transferTo(out);
33   } finally {
34     if (in != null) in.close();
35     if (out != null) out.close();
36   }
37 }
```

ARMExamples.java

- Probleme
  - Unschön: Mehr und aufwändigerer Code
  - close() kann auch IOException werfen!

„Lösung“?

- „Lösung“?

```
45 try{
46   in = new FileInputStream(from);
47   out = new FileOutputStream(to);
48   in.transferTo(out);
49 } finally {
50   try{
51     if (in != null) in.close();
52     if (out != null) out.close();
53   } finally {
54       if (in != null) in.close();
55       if (out != null) out.close();
56   }
57 }
```

ARMExamples.java

„Lösung“?

- „Lösung“?

```
45 try{
46   in = new FileInputStream(from);
47   out = new FileOutputStream(to);
48   in.transferTo(out);
49 } finally {
50   try{
51     if (in != null) in.close();
52     if (out != null) out.close();
53   } finally {
54       if (in != null) in.close();
55       if (out != null) out.close();
56   }
57 }
```

ARMExamples.java

- Noch aufwändigerer Code!

„Lösung“?

- „Lösung“?

```
45 try{
46   in = new FileInputStream(from);
47   out = new FileOutputStream(to);
48   in.transferTo(out);
49 } finally {
50   try{
51     if (in != null) in.close();
52     if (out != null) out.close();
53   } finally {
54       if (in != null) in.close();
55       if (out != null) out.close();
56   }
57 }
```

ARMExamples.java

- Noch aufwändigerer Code!
- Was ist wenn `close()` in zweitem **`finally`** IOException wirft?

„Lösung“?

- „Lösung“?

```
45 try{
46   in = new FileInputStream(from);
47   out = new FileOutputStream(to);
48   in.transferTo(out);
49 } finally {
50   try{
51     if (in != null) in.close();
52     if (out != null) out.close();
53   } finally {
54       if (in != null) in.close();
55       if (out != null) out.close();
56   }
57 }
```

ARMExamples.java

- Noch aufwändigerer Code!
- Was ist wenn `close()` in zweitem **`finally`** IOException wirft?
- Wir brauchen eine grundsätzliche Lösung!

Inhalt

try mit Resourcen

- „Resourcen“

try mit Resourcen

- „Resourcen“
  - Objekte mit Betriebssystem-Resourcen

try mit Resourcen

- „Resourcen“
  - Objekte mit Betriebssystem-Resourcen
  - Werden nicht von Garbage Collector freigegeben

try mit Resourcen

- „Resourcen“
  - Objekte mit Betriebssystem-Resourcen
  - Werden nicht von Garbage Collector freigegeben
  - Expliziter Methodenaufruf `close()`

try mit Resourcen

- „Resourcen“
  - Objekte mit Betriebssystem-Resourcen
  - Werden nicht von Garbage Collector freigegeben
  - Expliziter Methodenaufruf `close()`
  - Beispiel: Datei-Handles, Netzwerkverbindungen

try mit Resourcen

- „Resourcen“
  - Objekte mit Betriebssystem-Resourcen
  - Werden nicht von Garbage Collector freigegeben
  - Expliziter Methodenaufruf `close()`
  - Beispiel: Datei-Handles, Netzwerkverbindungen
- Wie kann Aufruf von `close()` garantiert werden?

try mit Resourcen

- „Resourcen“
  - Objekte mit Betriebssystem-Resourcen
  - Werden nicht von Garbage Collector freigegeben
  - Expliziter Methodenaufruf `close()`
  - Beispiel: Datei-Handles, Netzwerkverbindungen
- Wie kann Aufruf von `close()` garantiert werden?
  - Auftreten von Exceptions

try mit Resourcen

- „Resourcen“
  - Objekte mit Betriebssystem-Resourcen
  - Werden nicht von Garbage Collector freigegeben
  - Expliziter Methodenaufruf `close()`
  - Beispiel: Datei-Handles, Netzwerkverbindungen
- Wie kann Aufruf von `close()` garantiert werden?
  - Auftreten von Exceptions
  - Vorzeitigem **`return`**

try mit Resourcen

- „Resourcen“
  - Objekte mit Betriebssystem-Resourcen
  - Werden nicht von Garbage Collector freigegeben
  - Expliziter Methodenaufruf `close()`
  - Beispiel: Datei-Handles, Netzwerkverbindungen
- Wie kann Aufruf von `close()` garantiert werden?
  - Auftreten von Exceptions
  - Vorzeitigem **`return`**
  - Exceptions bei `close()`

try mit Resourcen

- „Resourcen“
  - Objekte mit Betriebssystem-Resourcen
  - Werden nicht von Garbage Collector freigegeben
  - Expliziter Methodenaufruf `close()`
  - Beispiel: Datei-Handles, Netzwerkverbindungen
- Wie kann Aufruf von `close()` garantiert werden?
  - Auftreten von Exceptions
  - Vorzeitigem **`return`**
  - Exceptions bei `close()`
- „Automatic Resource Management“: **`try`**-with

```
try (Resource1 r1 = new Resource1();
     Resource2 r2 = new Resource2();
     ...
     ResourceN rN = new ResourceN()){
     /* ... */
   }
```

Implizit immer: `rN.close()`, `...`, `r2.close()`, `r1.close()`

try-with

- Anwendung auf Beispiel

```
64 try (var in = new FileInputStream(from);
65      var out = new FileOutputStream(to)){
66   in.transferTo(out);
67 }
```

ARMExamples.java

try-with

- Anwendung auf Beispiel

```
64 try (var in = new FileInputStream(from);
65       var out = new FileOutputStream(to)){
66   in.transferTo(out);
67 }
```

ARMExamples.java

- Sehr kompakt

try-with

- Anwendung auf Beispiel

```
64 try (var in = new FileInputStream(from);
65       var out = new FileOutputStream(to)){
66   in.transferTo(out);
67 }
```

ARMExamples.java

- Sehr kompakt
- close() wird immer aufgerufen

try-with

- Anwendung auf Beispiel

```
64 try (var in = new FileInputStream(from);
65     var out = new FileOutputStream(to)){
66   in.transferTo(out);
67 }
```

ARMExamples.java

  - Sehr kompakt
  - close() wird immer aufgerufen
- new FileOutputStream(to) scheitert → nur in.close()

try-with

- Anwendung auf Beispiel

```
64 try (var in = new FileInputStream(from);
65     var out = new FileOutputStream(to)){
66   in.transferTo(out);
67 }
```

ARMExamples.java

  - Sehr kompakt
  - close() wird immer aufgerufen
- new FileOutputStream(to) scheitert → nur in.close()
- in/out.close() scheitert → anderes close() wird aufgerufen

try-with

- Anwendung auf Beispiel

```
64 try (var in = new FileInputStream(from);
65       var out = new FileOutputStream(to)){
66   in.transferTo(out);
67 }
```

ARMExamples.java

  - Sehr kompakt
  - close() wird immer aufgerufen
- new FileOutputStream(to) scheitert → nur in.close()
- in/out.close() scheitert → anderes close() wird aufgerufen
- Hinweise: Resourcevariablen sind...

try-with

- Anwendung auf Beispiel

```
64 try (var in = new FileInputStream(from);
65     var out = new FileOutputStream(to)){
66   in.transferTo(out);
67 }
```

ARMExamples.java

  - Sehr kompakt
  - close() wird immer aufgerufen
- new FileOutputStream(to) scheitert → nur in.close()
- in/out.close() scheitert → anderes close() wird aufgerufen
- Hinweise: Resourcevariablen sind...
  - final

try-with

- Anwendung auf Beispiel

```
64 try (var in = new FileInputStream(from);
65     var out = new FileOutputStream(to)){
66   in.transferTo(out);
67 }
```

ARMExamples.java

  - Sehr kompakt
  - close() wird immer aufgerufen
- new FileOutputStream(to) scheitert → nur in.close()
- in/out.close() scheitert → anderes close() wird aufgerufen
- Hinweise: Resourcevariablen sind...
  - final
  - nur in try-Block sichtbar

Inhalt

try mit Resourcen und Exceptions

- Fangen von Exceptions wie gewohnt

```
74 try (var in = new FileInputStream(from);
75      var out = new FileOutputStream(to)){
76   in.transferTo(out);
77 } catch (IOException e){
78   err.println(e.getMessage());
79 }
```

ARMExamples.java

try mit Resourcen und Exceptions

- Fangen von Exceptions wie gewohnt

```
74 try (var in = new FileInputStream(from);
75      var out = new FileOutputStream(to)){
76   in.transferTo(out);
77 } catch (IOException e){
78   err.println(e.getMessage());
79 }
```

ARMExamples.java

- Abfolge

try mit Resourcen und Exceptions

- Fangen von Exceptions wie gewohnt

```
74 try (var in = new FileInputStream(from);
75      var out = new FileOutputStream(to)){
76   in.transferTo(out);
77 } catch (IOException e){
78   err.println(e.getMessage());
79 }
```

ARMExamples.java

- Abfolge
  - IOException tritt auf

try mit Resourcen und Exceptions

- Fangen von Exceptions wie gewohnt

```
74 try (var in = new FileInputStream(from);
75      var out = new FileOutputStream(to)){
76   in.transferTo(out);
77 } catch (IOException e){
78   err.println(e.getMessage());
79 }
```

ARMExamples.java

- Abfolge
  - IOException tritt auf
  - in/out.close() wird aufgerufen

try mit Resourcen und Exceptions

- Fangen von Exceptions wie gewohnt

```
74 try (var in = new FileInputStream(from);
75      var out = new FileOutputStream(to)){
76   in.transferTo(out);
77 } catch (IOException e){
78   err.println(e.getMessage());
79 }
```

ARMExamples.java

- Abfolge
  - IOException tritt auf
  - in/out.close() wird aufgerufen
  - **catch**-Block wird ausgeführt

try mit Resourcen und unterdrückten Exceptions

- Abfolge (mit kleiner Änderung)

try mit Resourcen und unterdrückten Exceptions

- Abfolge (mit kleiner Änderung)
  - `IOException` tritt auf

try mit Resourcen und unterdrückten Exceptions

- Abfolge (mit kleiner Änderung)
  - `IOException` tritt auf
  - `in/out.close()`

try mit Resourcen und unterdrückten Exceptions

- Abfolge (mit kleiner Änderung)
  - `IOException` tritt auf
  - `in/out.close()` → `IOException`!

try mit Resourcen und unterdrückten Exceptions

- Abfolge (mit kleiner Änderung)
  - `IOException` tritt auf
  - `in/out.close()` → `IOException`!
  - **catch**-Block wird ausgeführt

try mit Resourcen und unterdrückten Exceptions

- Abfolge (mit kleiner Änderung)
  - `IOException` tritt auf
  - `in/out.close()` → `IOException`!
  - **catch**-Block wird ausgeführt
- Was passiert wenn `close` wieder `IOException` (s) wirft?

try mit Resourcen und unterdrückten Exceptions

- Abfolge (mit kleiner Änderung)
  - `IOException` tritt auf
  - `in/out.close()` → `IOException`!
  - **catch**-Block wird ausgeführt
- Was passiert wenn `close` wieder `IOException` (s) wirft?
  - `close`-Exceptions werden unterdrückt

try mit Resourcen und unterdrückten Exceptions

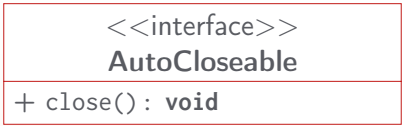
- Abfolge (mit kleiner Änderung)
  - `IOException` tritt auf
  - `in/out.close()` → `IOException`!
  - **catch**-Block wird ausgeführt
- Was passiert wenn `close` wieder `IOException` (s) wirft?
  - `close`-Exceptions werden unterdrückt
  - `Throwable[] e.getSuppressed()` liefert unterdrückte Exceptions

```
90  catch (IOException e){
92    err.println(e.getMessage());
94    for (Throwable t : e.getSuppressed())
95      err.println(t.getMessage());
97  }
```

ARMExamples.java

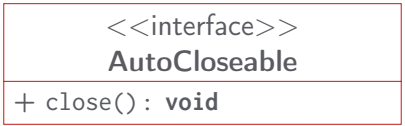
Inhalt

AutoCloseable



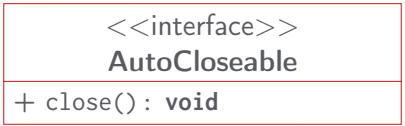
- Klassen mit freizugebenden Resourcen

AutoCloseable



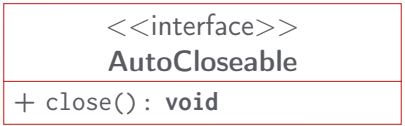
- Klassen mit freizugebenden Resourcen
  - Implementieren AutoCloseable

AutoCloseable



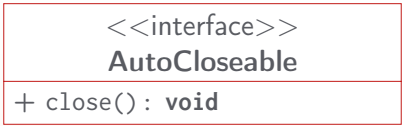
- Klassen mit freizugebenden Resourcen
  - Implementieren AutoCloseable
  - Resourcenfreigabe in close()

AutoCloseable



- Klassen mit freizugebenden Resourcen
  - Implementieren AutoCloseable
  - Resourcenfreigabe in `close()`
- Erlaubt Verwendung in **`try`**-with

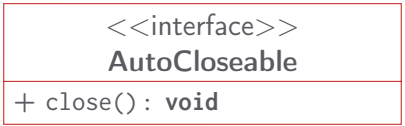
AutoCloseable



- Klassen mit freizugebenden Resourcen
  - Implementieren AutoCloseable
  - Resourcenfreigabe in close()
- Erlaubt Verwendung in **try**-with
- Signatur

```
void close() throws Exception
```

AutoCloseable

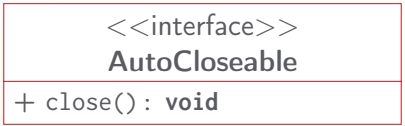


- Klassen mit freizugebenden Resourcen
  - Implementieren AutoCloseable
  - Resourcenfreigabe in close()
- Erlaubt Verwendung in **try**-with
- Signatur

```
void close() throws Exception
```

  - close() darf beliebige Exception werfen

AutoCloseable

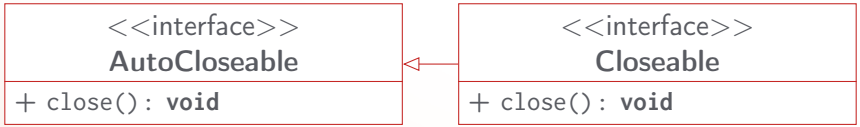


- Klassen mit freizugebenden Resourcen
  - Implementieren AutoCloseable
  - Resourcenfreigabe in `close()`
- Erlaubt Verwendung in **`try`**-with
- Signatur

```
void close() throws Exception
```

  - `close()` darf beliebige Exception werfen
  - Kovarianz: Spezialisierung bei Implementierung erlaubt

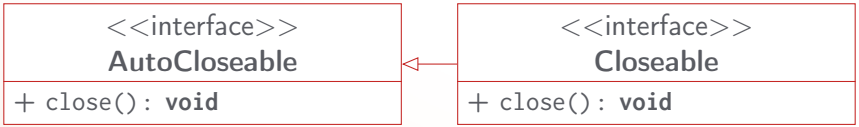
Closeable



- Signatur von Closeable.close()

```
void close() throws IOException
```

Closeable

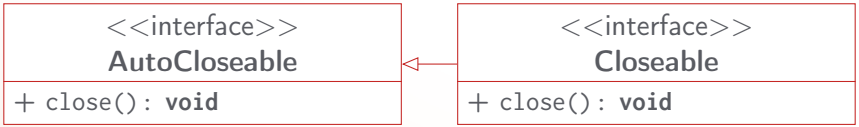


- Signatur von Closeable.close()

```
void close() throws IOException
```

- Closeable existiert länger als AutoCloseable!

Closeable

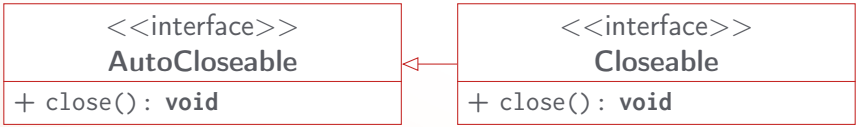


- Signatur von Closeable.close()

```
void close() throws IOException
```

- Closeable existiert länger als AutoCloseable! ???

Closeable

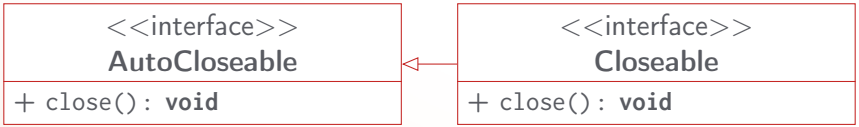


- Signatur von Closeable.close()

```
void close() throws IOException
```

- Closeable existiert länger als AutoCloseable! ???
  - Historisch zuerst Closeable

Closeable

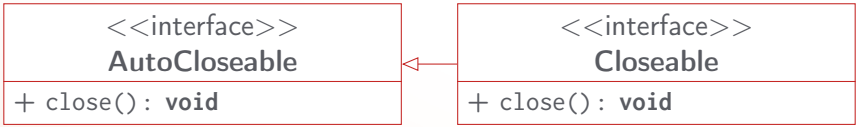


- Signatur von Closeable.close()

```
void close() throws IOException
```

- Closeable existiert länger als AutoCloseable! ???
  - Historisch zuerst Closeable
  - Erkenntnis: zu restriktiv

Closeable

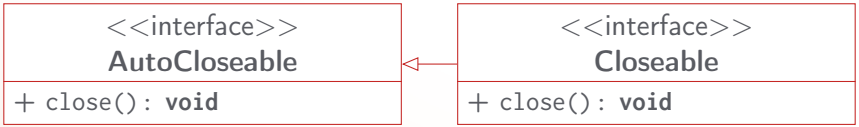


- Signatur von Closeable.close()

```
void close() throws IOException
```

- Closeable existiert länger als AutoCloseable! ???
  - Historisch zuerst Closeable
  - Erkenntnis: zu restriktiv
    - IOException zu speziell

Closeable

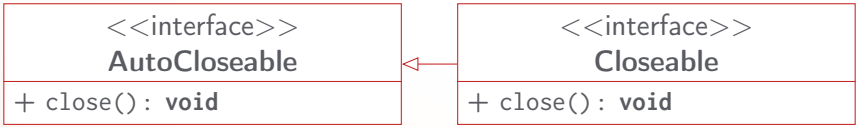


- Signatur von Closeable.close()

```
void close() throws IOException
```

- Closeable existiert länger als AutoCloseable! ???
  - Historisch zuerst Closeable
  - Erkenntnis: zu restriktiv
    - IOException zu speziell
    - Closeable.close() muss idempotent sein

Closeable

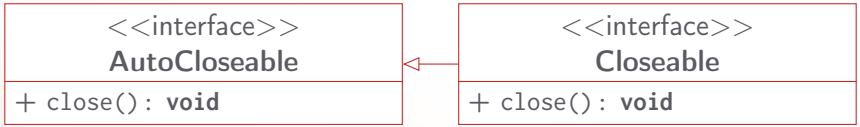


- Signatur von Closeable.close()

```
void close() throws IOException
```

- Closeable existiert länger als AutoCloseable! ???
  - Historisch zuerst Closeable
  - Erkenntnis: zu restriktiv
    - IOException zu speziell
    - Closeable.close() muss idempotent sein
  - AutoCloseable.close() allgemeiner

Closeable



- Signatur von Closeable.close()

```
void close() throws IOException
```

- Closeable existiert länger als AutoCloseable! ???
  - Historisch zuerst Closeable
  - Erkenntnis: zu restriktiv
    - IOException zu speziell
    - Closeable.close() muss idempotent sein
  - AutoCloseable.close() allgemeiner
- Closeable extends AutoCloseable erhielt Kompatibilität existierender Closeable-Verwendungen

Inhalt

Inhalt

Path

- Bisher: Inhalte von Dateien lesen/schreiben

Path

- Bisher: Inhalte von Dateien lesen/schreiben
- Jetzt

Path

- Bisher: Inhalte von Dateien lesen/schreiben
- Jetzt
  - Dateipfade

Path

- Bisher: Inhalte von Dateien lesen/schreiben
- Jetzt
  - Dateipfade
  - Eigenschaften von Verzeichnissen/Dateien

Path

- Bisher: Inhalte von Dateien lesen/schreiben
- Jetzt
  - Dateipfade
  - Eigenschaften von Verzeichnissen/Dateien
  - Umbenennen, Kopieren, Erstellen von Verzeichnissen/Dateien

Path

- Bisher: Inhalte von Dateien lesen/schreiben
- Jetzt
  - Dateipfade
  - Eigenschaften von Verzeichnissen/Dateien
  - Umbenennen, Kopieren, Erstellen von Verzeichnissen/Dateien
  - Durchsuchen von Verzeichnissen

Path

- Bisher: Inhalte von Dateien lesen/schreiben
- Jetzt
  - Dateipfade
  - Eigenschaften von Verzeichnissen/Dateien
  - Umbenennen, Kopieren, Erstellen von Verzeichnissen/Dateien
  - Durchsuchen von Verzeichnissen
- `java.nio.file.Path` für Pfade

Path

- Bisher: Inhalte von Dateien lesen/schreiben
- Jetzt
  - Dateipfade
  - Eigenschaften von Verzeichnissen/Dateien
  - Umbenennen, Kopieren, Erstellen von Verzeichnissen/Dateien
  - Durchsuchen von Verzeichnissen
- `java.nio.file.Path` für Pfade
- Allgemeiner Aufbau:

Path

- Bisher: Inhalte von Dateien lesen/schreiben
- Jetzt
  - Dateipfade
  - Eigenschaften von Verzeichnissen/Dateien
  - Umbenennen, Kopieren, Erstellen von Verzeichnissen/Dateien
  - Durchsuchen von Verzeichnissen
- `java.nio.file.Path` für Pfade
- Allgemeiner Aufbau:
  - Sequenz von Verzeichnis- und Dateinamenelemente

Path

- Bisher: Inhalte von Dateien lesen/schreiben
- Jetzt
  - Dateipfade
  - Eigenschaften von Verzeichnissen/Dateien
  - Umbenennen, Kopieren, Erstellen von Verzeichnissen/Dateien
  - Durchsuchen von Verzeichnissen
- `java.nio.file.Path` für Pfade
- Allgemeiner Aufbau:
  - Sequenz von Verzeichnis- und Dateinamenelemente
  - Getrennt durch Trennzeichen (`/` oder `\`)

Path

- Bisher: Inhalte von Dateien lesen/schreiben
- Jetzt
  - Dateipfade
  - Eigenschaften von Verzeichnissen/Dateien
  - Umbenennen, Kopieren, Erstellen von Verzeichnissen/Dateien
  - Durchsuchen von Verzeichnissen
- `java.nio.file.Path` für Pfade
- Allgemeiner Aufbau:
  - Sequenz von Verzeichnis- und Dateinamenelemente
  - Getrennt durch Trennzeichen (`/` oder `\`)
  - Eventuell Wurzelelement am Anfang

Path

- Bisher: Inhalte von Dateien lesen/schreiben
- Jetzt
  - Dateipfade
  - Eigenschaften von Verzeichnissen/Dateien
  - Umbenennen, Kopieren, Erstellen von Verzeichnissen/Dateien
  - Durchsuchen von Verzeichnissen
- `java.nio.file.Path` für Pfade
- Allgemeiner Aufbau:
  - Sequenz von Verzeichnis- und Dateinamenelemente
  - Getrennt durch Trennzeichen (`/` oder `\`)
  - Eventuell Wurzelelement am Anfang
- Beispiele mit `/` als Trennzeichen

```
<e1>/<e2>/.../<eN>
<root>/<e1>/<e2>/.../<eN>
```

Erstellen von Path-Objekten

- `Documents/Thesis.doc` (relativer Pfad)

```
Path p = Path.resolve("Documents/Thesis.doc");
```

Erstellen von Path-Objekten

- `Documents/Thesis.doc` (relativer Pfad)

```
Path p = Path.resolve("Documents/Thesis.doc");
```

- `Dokumente\Rezepte\Geheimes Waffelrezept.txt` (relativer Pfad)

```
Path p = Path.of("Dokumente", "Rezepte", "Geheimes Waffelrezept.txt");
```

Erstellen von Path-Objekten

- `Documents/Thesis.doc` (relativer Pfad)

```
Path p = Path.resolve("Documents/Thesis.doc");
```

- `Dokumente\Rezepte\Geheimes Waffelrezept.txt` (relativer Pfad)

```
Path p = Path.of("Dokumente", "Rezepte", "Geheimes Waffelrezept.txt");
```

- `/home/auer/workspace/java1/solutions` (absoluter Pfad)

```
Path p = Paths.get("/", "home", "auer", "workspace", "java1", "solutions");
```

Erstellen von Path-Objekten

- `Documents/Thesis.doc` (relativer Pfad)

```
Path p = Path.resolve("Documents/Thesis.doc");
```

- `Dokumente\Rezepte\Geheimes Waffelrezept.txt` (relativer Pfad)

```
Path p = Path.of("Dokumente", "Rezepte", "Geheimes Waffelrezept.txt");
```

- `/home/auer/workspace/java1/solutions` (absoluter Pfad)

```
Path p = Paths.get("/", "home", "auer", "workspace", "java1", "solutions");
```

- `C:\Windows\System32\cmd.exe` (absoluter Pfad)

```
Path p = FileSystems.getDefault() .getPath("C:\\Windows\\System32\\cmd.exe");
```

Path: Nützliche Methoden

- Path `getFileName()` — liefert Datei-/Verzeichnisname

Path: Nützliche Methoden

- Path `getFileName()` — liefert Datei-/Verzeichnisname
- Path `getParent()` — liefert Elternelement

Path: Nützliche Methoden

- Path `getFileName()` — liefert Datei-/Verzeichnisname
- Path `getParent()` — liefert Elternelement
- **boolean** `isAbsolute/Relative()` — **true** wenn absoluter/relativer Pfad

Path: Nützliche Methoden

- Path `getFileName()` — liefert Datei-/Verzeichnisname
- Path `getParent()` — liefert Elternelement
- **boolean** `isAbsolute/Relative()` — **true** wenn absoluter/relativer Pfad
- Path `toAbsolutePath()` — umwandeln in absoluten Pfad

Path: Nützliche Methoden

- Path `getFileName()` — liefert Datei-/Verzeichnisname
- Path `getParent()` — liefert Elternelement
- **boolean** `isAbsolute/Relative()` — **true** wenn absoluter/relativer Pfad
- Path `toAbsolutePath()` — umwandeln in absoluten Pfad
- Path `relativize(Path p)` — umwandeln in Pfad relativ zu `p`

Path: Nützliche Methoden

- Path `getFileName()` — liefert Datei-/Verzeichnisname
- Path `getParent()` — liefert Elternelement
- **boolean** `isAbsolute/Relative()` — **true** wenn absoluter/relativer Pfad
- Path `toAbsolutePath()` — umwandeln in absoluten Pfad
- Path `relativize(Path p)` — umwandeln in Pfad relativ zu p
- Path `normalize()` — entfernt redundante Bestandteile

```
/home/./../etc/./passwd -> /etc/passwd
```

Path: Nützliche Methoden

- Path getFileName() — liefert Datei-/Verzeichnisname
- Path getParent() — liefert Elternelement
- **boolean** isAbsolute/Relative() — **true** wenn absoluter/relativer Pfad
- Path toAbsolutePath() — umwandeln in absoluten Pfad
- Path relativize(Path p) — umwandeln in Pfad relativ zu p
- Path normalize() — entfernt redundante Bestandteile

```
/home/./../etc/./passwd -> /etc/passwd
```

- Path getName(int i) — gibt i-ten Bestandteil des Pfads zurück

Path: Nützliche Methoden

- Path `getFileName()` — liefert Datei-/Verzeichnisname
- Path `getParent()` — liefert Elternelement
- **boolean** `isAbsolute/Relative()` — **true** wenn absoluter/relativer Pfad
- Path `toAbsolutePath()` — umwandeln in absoluten Pfad
- Path `relativize(Path p)` — umwandeln in Pfad relativ zu `p`
- Path `normalize()` — entfernt redundante Bestandteile

```
/home/./../etc/./passwd -> /etc/passwd
```

- Path `getName(int i)` — gibt `i`-ten Bestandteil des Pfads zurück
- **boolean** `starts/endsWith(String/Path p)` — **true** wenn Pfad mit `p` beginnt/endet

Path: Nützliche Methoden

- Path getFileName() — liefert Datei-/Verzeichnisname
- Path getParent() — liefert Elternelement
- **boolean** isAbsolute/Relative() — **true** wenn absoluter/relativer Pfad
- Path toAbsolutePath() — umwandeln in absoluten Pfad
- Path relativize(Path p) — umwandeln in Pfad relativ zu p
- Path normalize() — entfernt redundante Bestandteile

```
/home/./../etc/./passwd -> /etc/passwd
```

- Path getName(int i) — gibt i-ten Bestandteil des Pfads zurück
- **boolean** starts/endsWith(String/Path p) — **true** wenn Pfad mit p beginnt/endet
- Iterator<Path> iterator() — liefert Iterator über Pfad-Bestandteile

Path: Beispiel

- Beispiel

runPathExampleUnix/Windows

```
44 Path path = Paths.get(pathString);
45 out.printf("toString(): %s%n", path.toString());
46 out.printf("getFileName(): %s%n", path.getFileName());
47 out.printf("getParent(): %s%n", path.getParent());
48
50 out.print("iterator: ");
51 for (Path p : path)
52   out.print(p + " ");
53 out.println();
55 out.printf("isAbsolute: %b%n", path.isAbsolute());
56 out.printf("toAbsolute: %s%n", path.toAbsolutePath());
57 /* ... */
```

PathExamples.java

Path: Beispiel

- Beispiel

runPathExampleUnix/Windows

```
44 Path path = Paths.get(pathString);
45 out.printf("toString(): %s%n", path.toString());
46 out.printf("getFileName(): %s%n", path.getFileName());
47 out.printf("getParent(): %s%n", path.getParent());
48
50 out.print("iterator: ");
51 for (Path p : path)
52   out.print(p + " ");
53 out.println();
55
56 out.printf("isAbsolute: %b%n", path.isAbsolute());
57 out.printf("toAbsolute: %s%n", path.toAbsolutePath());
   /* ... */
```

PathExamples.java

- runPathExampleUnix für Linux und Co.

Path: Beispiel

- Beispiel

```
44 runPathExampleUnix/Windows
45 Path path = Paths.get(pathString);
46 out.printf("toString(): %s%n", path.toString());
47 out.printf("getFileName(): %s%n", path.getFileName());
48 out.printf("getParent(): %s%n", path.getParent());
50 out.print("iterator: ");
51 for (Path p : path)
52   out.print(p + " ");
53 out.println();
55 out.printf("isAbsolute: %b%n", path.isAbsolute());
56 out.printf("toAbsolute: %s%n", path.toAbsolutePath());
57 /* ... */
```

PathExamples.java

- runPathExampleUnix für Linux und Co.
- runPathExampleWindows für Windows

Inhalt

Path

- Was macht man mit einem Path-Objekt?

Path

- Was macht man mit einem Path-Objekt?
- Hinweis: Path ist nur ein Pfad

Path

- Was macht man mit einem Path-Objekt?
- Hinweis: Path ist nur ein Pfad
  - Kann auf Datei, Verzeichnis oder was anderes verweisen

Path

- Was macht man mit einem Path-Objekt?
- Hinweis: Path ist nur ein Pfad
  - Kann auf Datei, Verzeichnis oder was anderes verweisen
  - Datei/Verzeichnis muss nicht existieren

Path

- Was macht man mit einem Path-Objekt?
- Hinweis: Path ist nur ein Pfad
  - Kann auf Datei, Verzeichnis oder was anderes verweisen
  - Datei/Verzeichnis muss nicht existieren
- Eigenschaften mit der Klasse File s abfragen

Path

- Was macht man mit einem Path-Objekt?
- Hinweis: Path ist nur ein Pfad
  - Kann auf Datei, Verzeichnis oder was anderes verweisen
  - Datei/Verzeichnis muss nicht existieren
- Eigenschaften mit der Klasse File s abfragen
  - `static boolean exists(Path p)` — **true** wenn existent, sonst **false**

Path

- Was macht man mit einem Path-Objekt?
- Hinweis: Path ist nur ein Pfad
  - Kann auf Datei, Verzeichnis oder was anderes verweisen
  - Datei/Verzeichnis muss nicht existieren
- Eigenschaften mit der Klasse Files abfragen
  - **static boolean** `exists(Path p)` — **true** wenn existent, sonst **false**
  - **static boolean** `isDirectory/RegularFile(Path p)` — **true** wenn Verzeichnis/reguläre Datei, sonst **false**

Path

- Was macht man mit einem Path-Objekt?
- Hinweis: Path ist nur ein Pfad
  - Kann auf Datei, Verzeichnis oder was anderes verweisen
  - Datei/Verzeichnis muss nicht existieren
- Eigenschaften mit der Klasse File s abfragen
  - `static boolean exists(Path p)` — **true** wenn existent, sonst **false**
  - `static boolean isDirectory/RegularFile(Path p)` — **true** wenn Verzeichnis/reguläre Datei, sonst **false**
  - `static long size(Path p)` — Länge

Path

- Was macht man mit einem Path-Objekt?
- Hinweis: Path ist nur ein Pfad
  - Kann auf Datei, Verzeichnis oder was anderes verweisen
  - Datei/Verzeichnis muss nicht existieren
- Eigenschaften mit der Klasse File s abfragen
  - `static boolean exists(Path p)` — **true** wenn existent, sonst **false**
  - `static boolean isDirectory/RegularFile(Path p)` — **true** wenn Verzeichnis/reguläre Datei, sonst **false**
  - `static long size(Path p)` — Länge
  - `static boolean getOwner(Path p)` — gibt Eigentümer zurück

Path

- Was macht man mit einem Path-Objekt?
- Hinweis: Path ist nur ein Pfad
  - Kann auf Datei, Verzeichnis oder was anderes verweisen
  - Datei/Verzeichnis muss nicht existieren
- Eigenschaften mit der Klasse File s abfragen
  - `static boolean exists(Path p)` — **true** wenn existent, sonst **false**
  - `static boolean isDirectory/RegularFile(Path p)` — **true** wenn Verzeichnis/reguläre Datei, sonst **false**
  - `static long size(Path p)` — Länge
  - `static boolean getOwner(Path p)` — gibt Eigentümer zurück
  - `static boolean isHidden/isExecutable/isReadable(Path p)` — **true** wenn versteckt/ausführbar/lesbar, sonst **false**

Path

- Was macht man mit einem Path-Objekt?
- Hinweis: Path ist nur ein Pfad
  - Kann auf Datei, Verzeichnis oder was anderes verweisen
  - Datei/Verzeichnis muss nicht existieren
- Eigenschaften mit der Klasse File s abfragen
  - `static boolean exists(Path p)` — **true** wenn existent, sonst **false**
  - `static boolean isDirectory/RegularFile(Path p)` — **true** wenn Verzeichnis/reguläre Datei, sonst **false**
  - `static long size(Path p)` — Länge
  - `static boolean getOwner(Path p)` — gibt Eigentümer zurück
  - `static boolean isHidden/isExecutable/isReadable(Path p)` — **true** wenn versteckt/ausführbar/lesbar, sonst **false**
  - ...

Path

- `printPathProperties` in PathExamples.java gibt Eigenschaften eines `Path`-Objekts aus

Path

- `printPathProperties` in PathExamples.java gibt Eigenschaften eines `Path`-Objekts aus
- Beispiel

```
gradle runPrintPathProperties --args="build.gradle"
path: build.gradle
exists: true
isDirectory: false
isExecutable: false
isHidden: false
isReadable: true
isRegularFile: true
isSymbolicLink: false
isWritable: true
size: 367 bytes
getOwner: chris
getLastModifiedTime: 2020-07-23T11:37:13.340527613Z
```

Inhalt

Datei- und Verzeichnis-Operationen

Operation	Beschreibung
`createDirectory`	Verzeichnis erstellen (ohne „Zwischenschritte“)
`createDirectories`	Verzeichnis erstellen (mit „Zwischenschritten“)
`createFile`	Datei erstellen
`createLink`	symbolischen Link erstellen (Unix)
`createTempDirectory`	temporäres Verzeichnis erzeugen
`createTempFile`	temporäre Datei erzeugen
`delete`	existente Datei entfernen
`deleteIfExists`	Datei entfernen (ohne Exception)
`move`	Datei/Verzeichnis verschieben

- Beispiel: Methode `pathOperations` in PathOperations.java

Inhalt

Dateien lesen und schreiben

- `Files` bietet bequeme Methoden zum Lesen/Schreiben von kleinen Dateien

Methode	Beschreibung
`readAllBytes`	liest Inhalt in **`byte[]`**
`readString`	liest Inhalt in `String`
`readAllLines`	liest Zeilen in `List<String>`
`write`	schreibt **`byte[]`**
`writeString`	schreibt `String`/`CharSequence`

Dateien lesen und schreiben

- `Files` bietet bequeme Methoden zum Lesen/Schreiben von kleinen Dateien

Methode	Beschreibung
`readAllBytes`	liest Inhalt in **`byte[]`**
`readString`	liest Inhalt in `String`
`readAllLines`	liest Zeilen in `List<String>`
`write`	schreibt **`byte[]`**
`writeString`	schreibt `String`/`CharSequence`

- Optionen zum Schreiben der Datei (siehe Dokumentation)

Option	Bedeutung
`StandardOpenOption.CREATE`	Datei neu erstellen
`StandardOpenOption.APPEND`	Inhalt anhängen
`StandardOpenOption.WRITE`	zum Schreiben öffnen

Dateien lesen und schreiben

- Beispiel

runReadWriteFile

```
104
105 Path p = Paths.get("output.txt");
107 for (int i = 0; i < 100; i++)
108   Files.writeString(p,
109       "A work and no play makes Jack a dull boy.\n",
110       StandardOpenOption.APPEND,
111       StandardOpenOption.CREATE);
113 var lines = Files.readAllLines(p);
115 for (String line : lines)
116   out.println(line);
```

PathExamples.java

Zusammenarbeit mit IO-Klassen

- `Files` bietet Methoden für Zugriff über Streams/Readers/Writers

Methode	Bedeutung
`newInputStream(Path p, ...)`	erzeugt `InputStream`
`newOutputStream(Path p, ...)`	erzeugt `OutputStream`
`newBufferedReader(Path p, ...)`	erzeugt `Reader`
`newBufferedWriter(Path p, ...)`	erzeugt `Writer`

Zusammenarbeit mit IO-Klassen

- `Files` bietet Methoden für Zugriff über Streams/Readers/Writers

Methode	Bedeutung
`newInputStream(Path p, ...)`	erzeugt `InputStream`
`newOutputStream(Path p, ...)`	erzeugt `OutputStream`
`newBufferedReader(Path p, ...)`	erzeugt `Reader`
`newBufferedWriter(Path p, ...)`	erzeugt `Writer`

- Bei `Reader`/`Writer` optional mit `Charset`

Zusammenarbeit mit IO-Klassen

- `Files` bietet Methoden für Zugriff über Streams/Readers/Writers

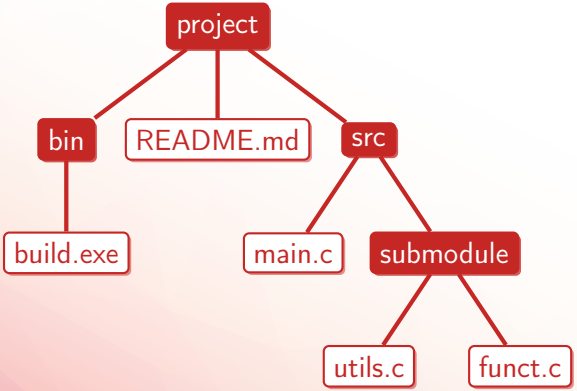
Methode	Bedeutung
`newInputStream(Path p, ...)`	erzeugt `InputStream`
`newOutputStream(Path p, ...)`	erzeugt `OutputStream`
`newBufferedReader(Path p, ...)`	erzeugt `Reader`
`newBufferedWriter(Path p, ...)`	erzeugt `Writer`

- Bei `Reader`/`Writer` optional mit `Charset`
- `Files` besitzt noch viel mehr Methoden (siehe Dokumentation)

Inhalt

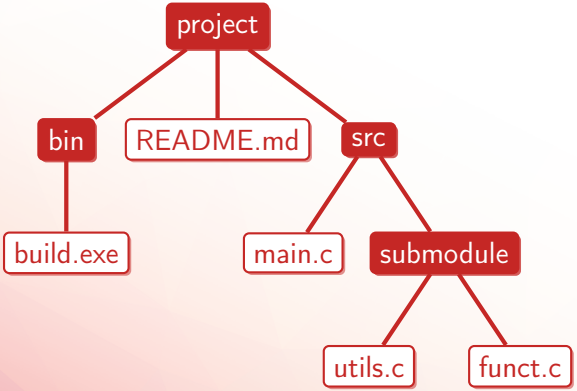
Durchlaufen von Verzeichnissbäumen

- Verzeichnisse, Unterverzeichnisse und Dateien bilden einen Baum



Durchlaufen von Verzeichnissbäumen

- Verzeichnisse, Unterverzeichnisse und Dateien bilden einen Baum



- Baumdurchlauf für Suche, rekursive Kopien, Verzeichnisbaum komprimieren, ...

Durchlaufen von Verzeichnissbäumen

- Methode Files.walkFileTree

```
Path walkFileTree(Path start, FileVisitor<Path> visitor)
```

Durchlaufen von Verzeichnissbäumen

- Methode Files.walkFileTree

```
Path walkFileTree(Path start, FileVisitor<Path> visitor)
```

  - Beginnt rekursiven Durchlauf ab start

Durchlaufen von Verzeichnissbäumen

- Methode `Files.walkFileTree`

```
Path walkFileTree(Path start, FileVisitor<Path> visitor)
```

  - Beginnt rekursiven Durchlauf ab `start`
  - Ruft Methoden von `visitor` für gefundene Verzeichnisse/Dateien auf

Durchlaufen von Verzeichnissbäumen

- Methode `Files.walkFileTree`

```
Path walkFileTree(Path start, FileVisitor<Path> visitor)
```

  - Beginnt rekursiven Durchlauf ab `start`
  - Ruft Methoden von `visitor` für gefundene Verzeichnisse/Dateien auf

- **`interface`** `FileVisitor`

Durchlaufen von Verzeichnissbäumen

- Methode `Files.walkFileTree`

```
Path walkFileTree(Path start, FileVisitor<Path> visitor)
```

  - Beginnt rekursiven Durchlauf ab `start`
  - Ruft Methoden von `visitor` für gefundene Verzeichnisse/Dateien auf
- **`interface`** `FileVisitor`
  - Müssen wir implementieren

Durchlaufen von Verzeichnissbäumen

- Methode `Files.walkFileTree`

```
Path walkFileTree(Path start, FileVisitor<Path> visitor)
```

  - Beginnt rekursiven Durchlauf ab `start`
  - Ruft Methoden von `visitor` für gefundene Verzeichnisse/Dateien auf
- **interface** `FileVisitor`
  - Müssen wir implementieren
  - Vier Methoden der Form `FileVisitResult visit(Path p, ...)`

Durchlaufen von Verzeichnissbäumen

- Methode `Files.walkFileTree`

```
Path walkFileTree(Path start, FileVisitor<Path> visitor)
```

  - Beginnt rekursiven Durchlauf ab `start`
  - Ruft Methoden von `visitor` für gefundene Verzeichnisse/Dateien auf
- **`interface`** `FileVisitor`
  - Müssen wir implementieren
  - Vier Methoden der Form `FileVisitResult visit(Path p, ...)`
    - `Path p` — gefundenes Objekt

Durchlaufen von Verzeichnissbäumen

- Methode Files.walkFileTree

```
Path walkFileTree(Path start, FileVisitor<Path> visitor)
```

  - Beginnt rekursiven Durchlauf ab start
  - Ruft Methoden von visitor für gefundene Verzeichnisse/Dateien auf
- **interface** FileVisitor
  - Müssen wir implementieren
  - Vier Methoden der Form FileVisitResult visit(Path p, ...)
    - Path p — gefundenes Objekt
    - **enum** FileVisitResult — Rückmeldung an walkFileTree

Durchlaufen von Verzeichnissbäumen

- Methode Files.walkFileTree

```
Path walkFileTree(Path start, FileVisitor<Path> visitor)
```

  - Beginnt rekursiven Durchlauf ab start
  - Ruft Methoden von visitor für gefundene Verzeichnisse/Dateien auf
- **interface** FileVisitor
  - Müssen wir implementieren
  - Vier Methoden der Form FileVisitResult visit(Path p, ...)
    - Path p — gefundenes Objekt
    - **enum** FileVisitResult — Rückmeldung an walkFileTree

Wert	Bedeutung
CONTINUE	Weitermachen
TERMINATE	Abbrechen
SKIP_SIBLINGS	„Geschwister“ von p überspringen
SKIP_SUBTREE	Verzeichnis p überspringen

FileVisitor

- `preVisitDirectory(Path dir, BasicFileAttributes attr)`
  Aufruf bevor Verzeichnis `path` durchlaufen wird

FileVisitor

- `preVisitDirectory(Path dir, BasicFileAttributes attr)`
  Aufruf bevor Verzeichnis `path` durchlaufen wird
- `postVisitDirectory(Path dir, IOException e)`
  Aufruf nachdem Verzeichnis `path` durchlaufen wurde

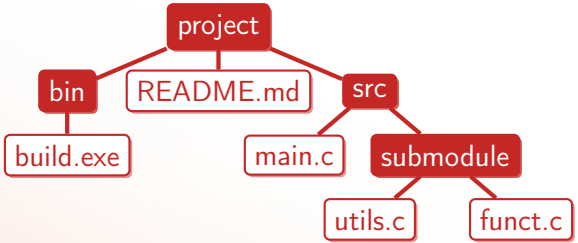
FileVisitor

- `preVisitDirectory(Path dir, BasicFileAttributes attr)`
  Aufruf bevor Verzeichnis `path` durchlaufen wird
- `postVisitDirectory(Path dir, IOException e)`
  Aufruf nachdem Verzeichnis `path` durchlaufen wurde
- `visitFile(Path dir, BasicFileAttributes attr)`
  Aufruf wenn Datei `path` gefunden wurde

FileVisitor

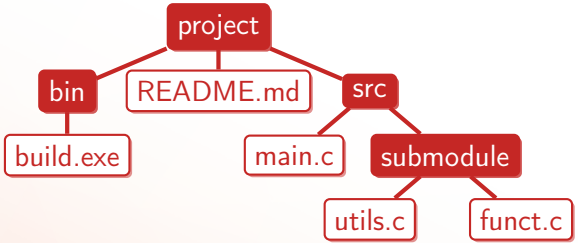
- `preVisitDirectory(Path dir, BasicFileAttributes attr)`
  Aufruf bevor Verzeichnis `path` durchlaufen wird
- `postVisitDirectory(Path dir, IOException e)`
  Aufruf nachdem Verzeichnis `path` durchlaufen wurde
- `visitFile(Path dir, BasicFileAttributes attr)`
  Aufruf wenn Datei `path` gefunden wurde
- `visitFileFailed(Path dir, IOException e)`
  Aufruf wenn Datei `path` nicht bearbeitet werden konnte

FileVisitor



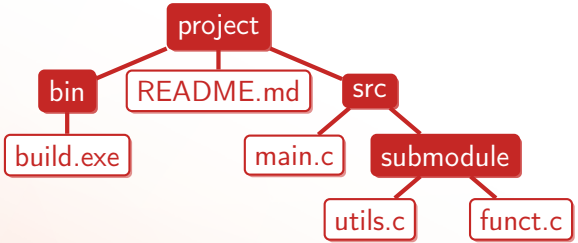
1. `preVisitDir("project")`

FileVisitor



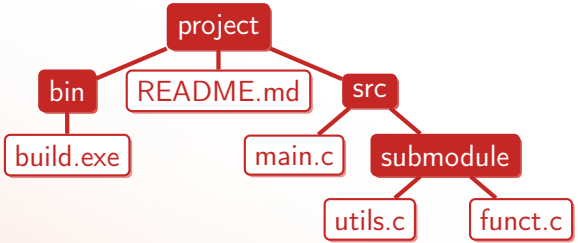
1. `preVisitDir("project")`
2. `preVisitDir("bin")`

FileVisitor



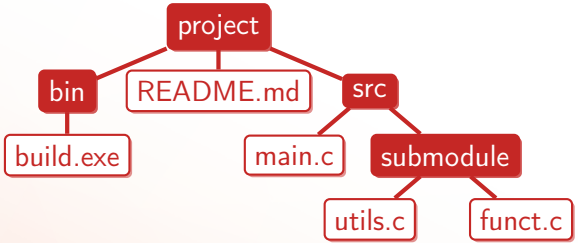
1. `preVisitDir("project")`
2. `preVisitDir("bin")`
3. `visitFile("build.exe")`

FileVisitor



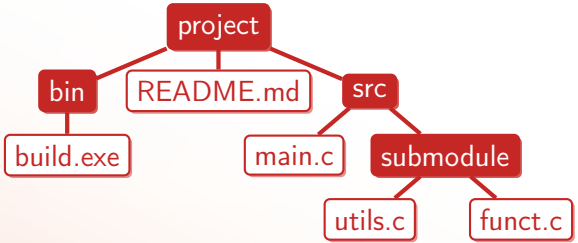
1. `preVisitDir("project")`
2. `preVisitDir("bin")`
3. `visitFile("build.exe")`
4. `postVisitDir("bin")`

FileVisitor



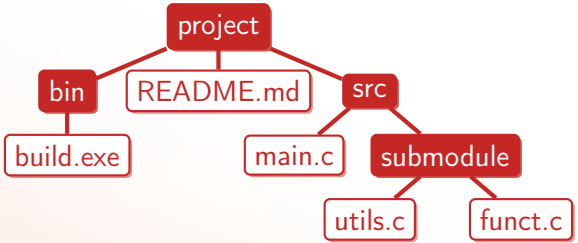
1. `preVisitDir("project")`
2. `preVisitDir("bin")`
3. `visitFile("build.exe")`
4. `postVisitDir("bin")`
5. `visitFile("README.md")`

FileVisitor



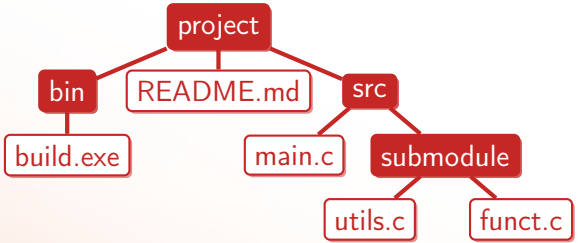
1. `preVisitDir("project")`
2. `preVisitDir("bin")`
3. `visitFile("build.exe")`
4. `postVisitDir("bin")`
5. `visitFile("README.md")`
6. `preVisitDir("src")`

FileVisitor



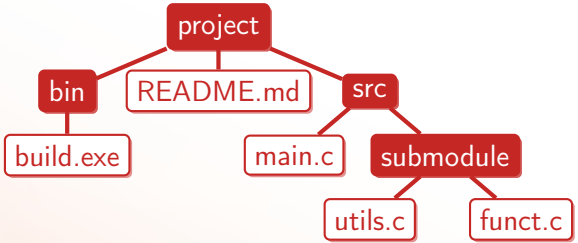
1. `preVisitDir("project")`
2. `preVisitDir("bin")`
3. `visitFile("build.exe")`
4. `postVisitDir("bin")`
5. `visitFile("README.md")`
6. `preVisitDir("src")`
7. `visitFile("main.c")`

FileVisitor



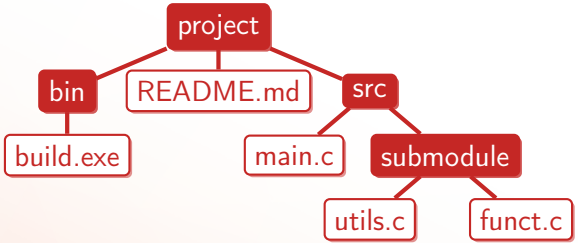
1. `preVisitDir("project")`
2. `preVisitDir("bin")`
3. `visitFile("build.exe")`
4. `postVisitDir("bin")`
5. `visitFile("README.md")`
6. `preVisitDir("src")`
7. `visitFile("main.c")`
8. `preVisitDir("submodule")`

FileVisitor



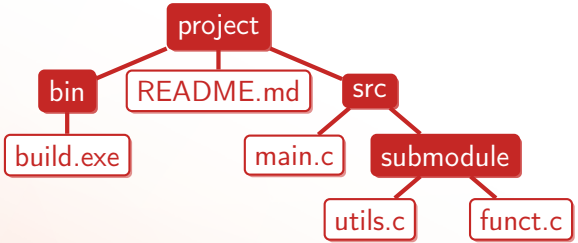
1. `preVisitDir("project")`
2. `preVisitDir("bin")`
3. `visitFile("build.exe")`
4. `postVisitDir("bin")`
5. `visitFile("README.md")`
6. `preVisitDir("src")`
7. `visitFile("main.c")`
8. `preVisitDir("submodule")`
9. `visitFile("utils.c")`

FileVisitor



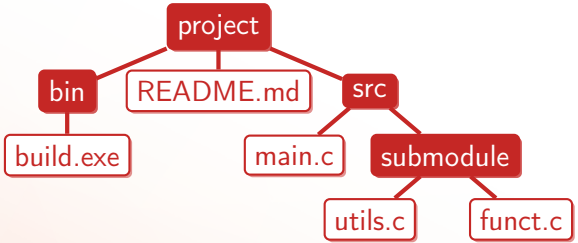
1. `preVisitDir("project")`
2. `preVisitDir("bin")`
3. `visitFile("build.exe")`
4. `postVisitDir("bin")`
5. `visitFile("README.md")`
6. `preVisitDir("src")`
7. `visitFile("main.c")`
8. `preVisitDir("submodule")`
9. `visitFile("utils.c")`
10. `visitFile("funct.c")`

FileVisitor



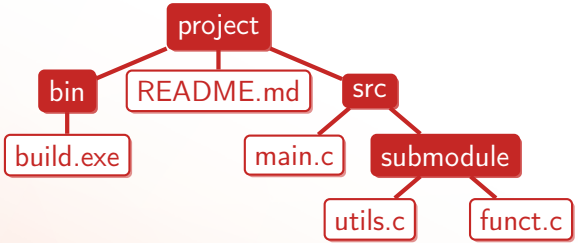
1. `preVisitDir("project")`
2. `preVisitDir("bin")`
3. `visitFile("build.exe")`
4. `postVisitDir("bin")`
5. `visitFile("README.md")`
6. `preVisitDir("src")`
7. `visitFile("main.c")`
8. `preVisitDir("submodule")`
9. `visitFile("utils.c")`
10. `visitFile("funct.c")`
11. `postVisitDir("submodule")`

FileVisitor



1. `preVisitDir("project")`
2. `preVisitDir("bin")`
3. `visitFile("build.exe")`
4. `postVisitDir("bin")`
5. `visitFile("README.md")`
6. `preVisitDir("src")`
7. `visitFile("main.c")`
8. `preVisitDir("submodule")`
9. `visitFile("utils.c")`
10. `visitFile("funct.c")`
11. `postVisitDir("submodule")`
12. `postVisitDir("src")`

FileVisitor



1. `preVisitDir("project")`
2. `preVisitDir("bin")`
3. `visitFile("build.exe")`
4. `postVisitDir("bin")`
5. `visitFile("README.md")`
6. `preVisitDir("src")`
7. `visitFile("main.c")`
8. `preVisitDir("submodule")`
9. `visitFile("utils.c")`
10. `visitFile("funct.c")`
11. `postVisitDir("submodule")`
12. `postVisitDir("src")`
13. `postVisitDir("project")`

Beispiel: Dateien suchen

- Programm das Dateien anhand Suchschlüssel findet

Beispiel: Dateien suchen

- Programm das Dateien anhand Suchschlüssel findet
- Beispiel:

```
% java FileSearchExample de Week
Found files:
de/hawlandshut/java1/oopbasics/WeekdayExamples.java
de/hawlandshut/java1/oopbasics/WeekdayBetaUtils.java
de/hawlandshut/java1/oopbasics/WeekdayBeta.java
de/hawlandshut/java1/oopbasics/Weekday.java
de/hawlandshut/java1/oopbasics/WeekdayAlpha.java
de/hawlandshut/java1/oopbasics/WeekdayGamma.java
```

Beispiel: Dateien suchen

- Programm das Dateien anhand Suchschlüssel findet
- Beispiel:

```
% java FileSearchExample de Week
Found files:
de/hawlandshut/java1/oopbasics/WeekdayExamples.java
de/hawlandshut/java1/oopbasics/WeekdayBetaUtils.java
de/hawlandshut/java1/oopbasics/WeekdayBeta.java
de/hawlandshut/java1/oopbasics/Weekday.java
de/hawlandshut/java1/oopbasics/WeekdayAlpha.java
de/hawlandshut/java1/oopbasics/WeekdayGamma.java
```

  - Suche von Dateien mit Week im Namen

Beispiel: Dateien suchen

- Programm das Dateien anhand Suchschlüssel findet
- Beispiel:

```
% java FileSearchExample de Week
Found files:
de/hawlandshut/java1/oopbasics/WeekdayExamples.java
de/hawlandshut/java1/oopbasics/WeekdayBetaUtils.java
de/hawlandshut/java1/oopbasics/WeekdayBeta.java
de/hawlandshut/java1/oopbasics/Weekday.java
de/hawlandshut/java1/oopbasics/WeekdayAlpha.java
de/hawlandshut/java1/oopbasics/WeekdayGamma.java
```

  - Suche von Dateien mit Week im Namen
  - In de und Unterverzeichnissen

Beispiel: Dateien suchen

- Main-Klasse `FileSearchExample`

Beispiel: Dateien suchen

- Main-Klasse `FileSearchExample`
- Geschachtelte statische Klasse `FileSearchVisitor`

```
34 private static class FileSearchVisitor
35     implements FileVisitor<Path>{
```

FileSearchExample.java

Beispiel: Dateien suchen

- Main-Klasse `FileSearchExample`
- Geschachtelte statische Klasse `FileSearchVisitor`

```
34 private static class FileSearchVisitor
35     implements FileVisitor<Path>{
```

FileSearchExample.java

- Attribute

```
39 private String searchKey;
40 private List<Path> foundFiles;

42 private FileSearchVisitor(String searchKey){
43   this.searchKey = searchKey;
44   foundFiles = new LinkedList<Path>();
45 }
```

FileSearchExample.java

Beispiel: Dateien suchen

- Main-Klasse `FileSearchExample`
- Geschachtelte statische Klasse `FileSearchVisitor`

```
34 private static class FileSearchVisitor
35     implements FileVisitor<Path>{
```

FileSearchExample.java

- Attribute

```
39 private String searchKey;
40 private List<Path> foundFiles;

42 private FileSearchVisitor(String searchKey){
43   this.searchKey = searchKey;
44   foundFiles = new LinkedList<Path>();
45 }
```

FileSearchExample.java

  - searchKey — Suchschlüssel

Beispiel: Dateien suchen

- Main-Klasse `FileSearchExample`
- Geschachtelte statische Klasse `FileSearchVisitor`

```
34 private static class FileSearchVisitor
35     implements FileVisitor<Path>{
```

FileSearchExample.java

- Attribute

```
39 private String searchKey;
40 private List<Path> foundFiles;

42 private FileSearchVisitor(String searchKey){
43   this.searchKey = searchKey;
44   foundFiles = new LinkedList<Path>();
45 }
```

FileSearchExample.java

- `searchKey` — Suchschlüssel
- `foundFiles` — Liste mit gefundenen Dateien

Beispiel: Dateien suchen

▶ preVisitDirectory

```
53 @Override public FileVisitResult preVisitDirectory(
54     Path dir, BasicFileAttributes attrs) {
56   out.println("Entering " + dir);
58   return FileVisitResult.CONTINUE;
59 }
```

FileSearchExample.java

Beispiel: Dateien suchen

- preVisitDirectory

```
53 @Override public FileVisitResult preVisitDirectory(
54     Path dir, BasicFileAttributes attrs) {
56   out.println("Entering " + dir);
58   return FileVisitResult.CONTINUE;
59 }
```

FileSearchExample.java

- Macht Ausgabe (optional)

Beispiel: Dateien suchen

- `preVisitDirectory`

```
53 @Override public FileVisitResult preVisitDirectory(
54     Path dir, BasicFileAttributes attrs) {
56   out.println("Entering " + dir);
58   return FileVisitResult.CONTINUE;
59 }
```

FileSearchExample.java

- Macht Ausgabe (optional)
- Teilt Aufrufer mit fortzufahren (`FileVisitResult.CONTINUE`)

Beispiel: Dateien suchen

- postVisitDirectory

```
82 @Override public FileVisitResult postVisitDirectory(
83     Path dir, IOException exc) {
84   out.println("Leaving " + dir);
86   if (exc != null){
87     err.println(exc.getMessage());
88     return FileVisitResult.TERMINATE;
89   }else
90     return FileVisitResult.CONTINUE;
91 }
```

FileSearchExample.java

Beispiel: Dateien suchen

- postVisitDirectory

```
82 @Override public FileVisitResult postVisitDirectory(
83     Path dir, IOException exc) {
84   out.println("Leaving " + dir);
86   if (exc != null){
87     err.println(exc.getMessage());
88     return FileVisitResult.TERMINATE;
89   }else
90     return FileVisitResult.CONTINUE;
91 }
```

FileSearchExample.java

- Macht Ausgabe (optional)

Beispiel: Dateien suchen

- postVisitDirectory

```
82 @Override public FileVisitResult postVisitDirectory(
83     Path dir, IOException exc) {
84   out.println("Leaving " + dir);
86   if (exc != null){
87     err.println(exc.getMessage());
88     return FileVisitResult.TERMINATE;
89   }else
90     return FileVisitResult.CONTINUE;
91 }
```

FileSearchExample.java

- Macht Ausgabe (optional)
- IOException → Fehler beim Durchlaufen

Beispiel: Dateien suchen

- postVisitDirectory

```
82 @Override public FileVisitResult postVisitDirectory(
83     Path dir, IOException exc) {
84   out.println("Leaving " + dir);
86   if (exc != null){
87     err.println(exc.getMessage());
88     return FileVisitResult.TERMINATE;
89   }else
90     return FileVisitResult.CONTINUE;
91 }
```

FileSearchExample.java

- Macht Ausgabe (optional)
- IOException → Fehler beim Durchlaufen
  - Fehler ausgeben

Beispiel: Dateien suchen

- postVisitDirectory

```
82 @Override public FileVisitResult postVisitDirectory(
83     Path dir, IOException exc) {
84   out.println("Leaving " + dir);
86   if (exc != null){
87     err.println(exc.getMessage());
88     return FileVisitResult.TERMINATE;
89   }else
90     return FileVisitResult.CONTINUE;
91 }
```

FileSearchExample.java

- Macht Ausgabe (optional)
- IOException → Fehler beim Durchlaufen
  - Fehler ausgeben
  - Durchlauf mit FileSearchVisitor.TERMINATE abbrechen

Beispiel: Dateien suchen

- postVisitDirectory

```
82 @Override public FileVisitResult postVisitDirectory(
83     Path dir, IOException exc) {
84   out.println("Leaving " + dir);
86   if (exc != null){
87     err.println(exc.getMessage());
88     return FileVisitResult.TERMINATE;
89   }else
90     return FileVisitResult.CONTINUE;
91 }
```

FileSearchExample.java

- Macht Ausgabe (optional)
- IOException → Fehler beim Durchlaufen
  - Fehler ausgeben
  - Durchlauf mit FileSearchVisitor.TERMINATE abbrechen
  - Hinweis: FileSearchVisitor.CONTINUE auch möglich!

Beispiel: Dateien suchen

- `postVisitDirectory`

```
82 @Override public FileVisitResult postVisitDirectory(
83     Path dir, IOException exc) {
84   out.println("Leaving " + dir);
86   if (exc != null){
87     err.println(exc.getMessage());
88     return FileVisitResult.TERMINATE;
89   }else
90     return FileVisitResult.CONTINUE;
91 }
```

FileSearchExample.java

- Macht Ausgabe (optional)
- IOException → Fehler beim Durchlaufen
  - Fehler ausgeben
  - Durchlauf mit `FileSearchVisitor.TERMINATE` abbrechen
  - Hinweis: `FileSearchVisitor.CONTINUE` auch möglich!
- Ansonsten weitermachen

Beispiel: Dateien suchen

- visitFile

```
63 @Override public FileVisitResult visitFile(
64     Path file, BasicFileAttributes attrs) {
66   if (file.toString().contains(searchKey))
67     foundFiles.add(file);
69   return FileVisitResult.CONTINUE;
70 }
```

FileSearchExample.java

Beispiel: Dateien suchen

- visitFile

```
63 @Override public FileVisitResult visitFile(
64     Path file, BasicFileAttributes attrs) {
66   if (file.toString().contains(searchKey))
67     foundFiles.add(file);
69   return FileVisitResult.CONTINUE;
70 }
```

FileSearchExample.java

- Prüft ob Suchschlüssel in Dateinamen ist

Beispiel: Dateien suchen

- visitFile

```
63 @Override public FileVisitResult visitFile(
64     Path file, BasicFileAttributes attrs) {
66   if (file.toString().contains(searchKey))
67     foundFiles.add(file);
69   return FileVisitResult.CONTINUE;
70 }
```

FileSearchExample.java

- Prüft ob Suchschlüssel in Dateinamen ist
- Ja → zu results hinzufügen

Beispiel: Dateien suchen

- `visitFile`

```
63 @Override public FileVisitResult visitFile(
64     Path file, BasicFileAttributes attrs) {
66   if (file.toString().contains(searchKey))
67     foundFiles.add(file);
69   return FileVisitResult.CONTINUE;
70 }
```

FileSearchExample.java

- Prüft ob Suchschlüssel in Dateinamen ist
- Ja → zu `results` hinzufügen
- Teilt Aufrufer mit fortzufahren (`FileVisitResult.CONTINUE`)

Beispiel: Dateien suchen

- visitFileFailed

```
74 @Override public FileVisitResult visitFileFailed(
75     Path file, IOException exc) {
76   err.println(exc.getMessage());
77   return FileVisitResult.TERMINATE;
78 }
```

FileSearchExample.java

Beispiel: Dateien suchen

- visitFileFailed

```
74 @Override public FileVisitResult visitFileFailed(
75     Path file, IOException exc) {
76   err.println(exc.getMessage());
77   return FileVisitResult.TERMINATE;
78 }
```

FileSearchExample.java

- Gibt Fehler aus

Beispiel: Dateien suchen

- `visitFileFailed`

```
74 @Override public FileVisitResult visitFileFailed(
75     Path file, IOException exc) {
76   err.println(exc.getMessage());
77   return FileVisitResult.TERMINATE;
78 }
```

FileSearchExample.java

- Gibt Fehler aus
- Teilt Aufrufer mit abzubrechen (`FileVisitResult.TERMINATE`)

Beispiel: Dateien suchen

- Aufruf in `main`

```
19 public static void main(String[] args) throws IOException {
20   Path start = Paths.get(args[0]);
21   String searchKey = args[1];
23   FileSearchVisitor visitor = new FileSearchVisitor(searchKey);
25   Files.walkFileTree(start, visitor);
27   out.println("Found files:");
28   for (Path p : visitor.getFoundFiles())
29     out.println(p);
30 }
```

FileSearchExample.java

Beispiel: Dateien suchen

- Aufruf in `main`

```
19 public static void main(String[] args) throws IOException {
20   Path start = Paths.get(args[0]);
21   String searchKey = args[1];
23   FileSearchVisitor visitor = new FileSearchVisitor(searchKey);
25   Files.walkFileTree(start, visitor);
27   out.println("Found files:");
28   for (Path p : visitor.getFoundFiles())
29     out.println(p);
30 }
```

FileSearchExample.java

- Erstellt Instanz von `FileSearchVisitor`

Beispiel: Dateien suchen

- Aufruf in `main`

```
19 public static void main(String[] args) throws IOException {
20   Path start = Paths.get(args[0]);
21   String searchKey = args[1];
23   FileSearchVisitor visitor = new FileSearchVisitor(searchKey);
25   Files.walkFileTree(start, visitor);
27   out.println("Found files:");
28   for (Path p : visitor.getFoundFiles())
29     out.println(p);
30 }
```

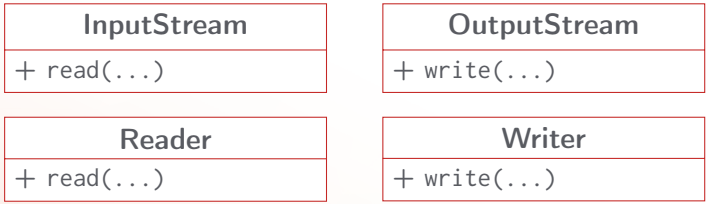
FileSearchExample.java

- Erstellt Instanz von `FileSearchVisitor`
- Aufruf von `Files.walkFileTree` mit `FileSearchVisitor`

Inhalt

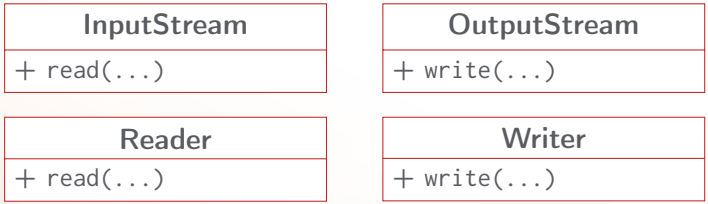
Inhalt

Zusammenfassung



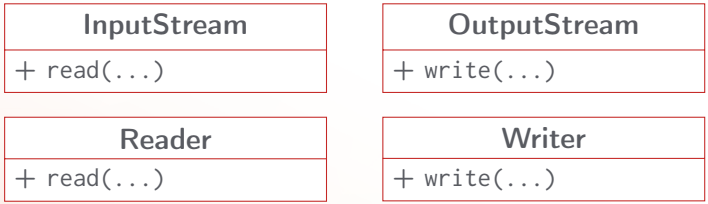
- Byteströme: InputStream und OutputStream

Zusammenfassung



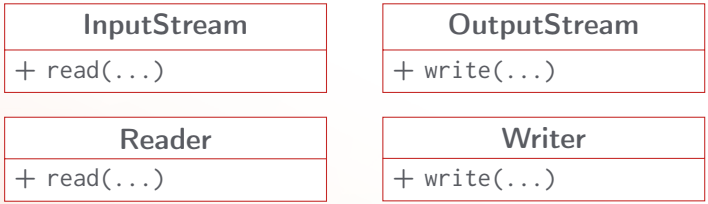
- Byteströme: `InputStream` und `OutputStream`
  - Lesen und Schreiben von **`byte`**-Arrays (Binärdaten)

Zusammenfassung



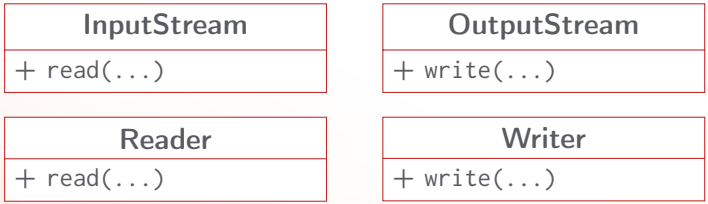
- Byteströme: `InputStream` und `OutputStream`
  - Lesen und Schreiben von **`byte`**-Arrays (Binärdaten)
- Text: `Reader` und `Write`

Zusammenfassung



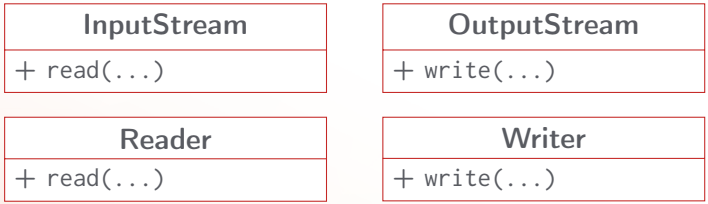
- Byteströme: `InputStream` und `OutputStream`
  - Lesen und Schreiben von **byte**-Arrays (Binärdaten)
- Text: `Reader` und `Write`
  - Lesen und Schreiben von **char**-Arrays

Zusammenfassung



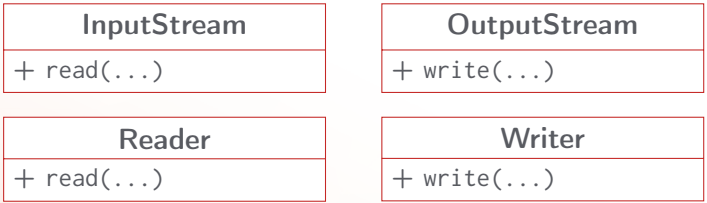
- Byteströme: `InputStream` und `OutputStream`
  - Lesen und Schreiben von **byte**-Arrays (Binärdaten)
- Text: `Reader` und `Write`
  - Lesen und Schreiben von **char**-Arrays
  - Textdaten mit Encoding (`Charset`)

Zusammenfassung



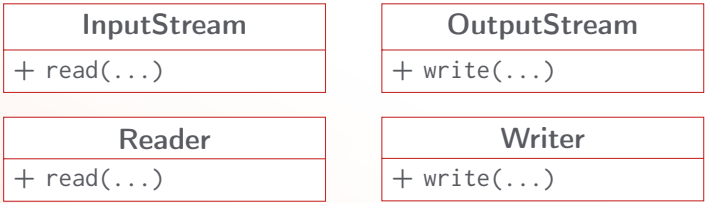
- Byteströme: `InputStream` und `OutputStream`
  - Lesen und Schreiben von **byte**-Arrays (Binärdaten)
- Text: `Reader` und `Write`
  - Lesen und Schreiben von **char**-Arrays
  - Textdaten mit Encoding (`Charset`)
- Quellen/Senken: `System.in/out`, Dateien, Netzwerk, Puffer

Zusammenfassung



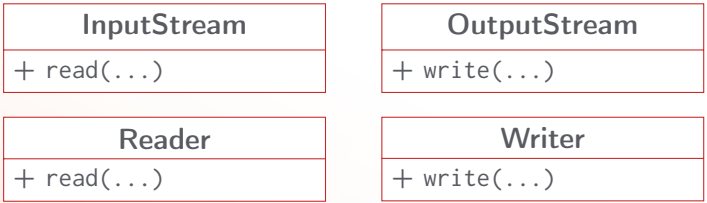
- Byteströme: `InputStream` und `OutputStream`
  - Lesen und Schreiben von **byte**-Arrays (Binärdaten)
- Text: `Reader` und `Write`
  - Lesen und Schreiben von **char**-Arrays
  - Textdaten mit Encoding (`Charset`)
- Quellen/Senken: `System.in/out`, Dateien, Netzwerk, Puffer
- Filter: Kompression, Verschlüsselung, Digests (z.B. MD5), ...

Zusammenfassung



- Byteströme: `InputStream` und `OutputStream`
  - Lesen und Schreiben von **byte**-Arrays (Binärdaten)
- Text: `Reader` und `Write`
  - Lesen und Schreiben von **char**-Arrays
  - Textdaten mit Encoding (`Charset`)
- Quellen/Senken: `System.in/out`, Dateien, Netzwerk, Puffer
- Filter: Kompression, Verschlüsselung, Digests (z.B. MD5), ...
- Formatierte Ausgabe: `PrintStream` und `PrintWriter`

Zusammenfassung



- Byteströme: `InputStream` und `OutputStream`
  - Lesen und Schreiben von **byte**-Arrays (Binärdaten)
- Text: `Reader` und `Write`
  - Lesen und Schreiben von **char**-Arrays
  - Textdaten mit Encoding (`Charset`)
- Quellen/Senken: `System.in/out`, Dateien, Netzwerk, Puffer
- Filter: Kompression, Verschlüsselung, Digests (z.B. MD5), ...
- Formatierte Ausgabe: `PrintStream` und `PrintWriter`
- Parsing: manuell, `Scanner`

Zusammenfassung

```
try (var in = new FileInputStream("input.txt");
     var out = new FileOutputStream("output.txt")){
  /* ... */
}
```

- „Automatic Resource Managmenet“: **try**-with

Zusammenfassung

```
try (var in = new FileInputStream("input.txt");
     var out = new FileOutputStream("output.txt")){
  /* ... */
}
```

- „Automatic Resource Managmenet“: **try**-with
  - Resourcen müssen `close()` freigegeben werden

Zusammenfassung

```
try (var in = new FileInputStream("input.txt");
     var out = new FileOutputStream("output.txt")){
  /* ... */
}
```

- „Automatic Resource Managmenet“: **try**-with
  - Resourcen müssen `close()` freigegeben werden
  - Problematisch bei Ausnahmen

Zusammenfassung

```
try (var in = new FileInputStream("input.txt");
     var out = new FileOutputStream("output.txt")){
  /* ... */
}
```

- „Automatic Resource Managmenet“: **try**-with
  - Resourcen müssen `close()` freigegeben werden
  - Problematisch bei Ausnahmen
  - **try**-with garantiert Aufruf von `close()`

Zusammenfassung

```
try (var in = new FileInputStream("input.txt");
     var out = new FileOutputStream("output.txt")){
  /* ... */
}
```

- „Automatic Resource Managmenet“: `try`-with
  - Resourcen müssen `close()` freigegeben werden
  - Problematisch bei Ausnahmen
  - `try`-with garantiert Aufruf von `close()`
- Interfaces `Closeable` und `AutoCloseable`

Zusammenfassung

```
try (var in = new FileInputStream("input.txt");
     var out = new FileOutputStream("output.txt")){
  /* ... */
}
```

- „Automatic Resource Managmenet“: **try**-with
  - Resourcen müssen `close()` freigegeben werden
  - Problematisch bei Ausnahmen
  - **try**-with garantiert Aufruf von `close()`
- Interfaces `Closeable` und `AutoCloseable`
  - Definieren `close()`

Zusammenfassung

```
try (var in = new FileInputStream("input.txt");
     var out = new FileOutputStream("output.txt")){
  /* ... */
}
```

- „Automatic Resource Managmenet“: `try`-with
  - Resourcen müssen `close()` freigegeben werden
  - Problematisch bei Ausnahmen
  - `try`-with garantiert Aufruf von `close()`
- Interfaces `Closeable` und `AutoCloseable`
  - Definieren `close()`
  - Ermöglicht Verwendung in `try`-with

Zusammenfassung

```
try (var in = new FileInputStream("input.txt");
     var out = new FileOutputStream("output.txt")){
  /* ... */
}
```

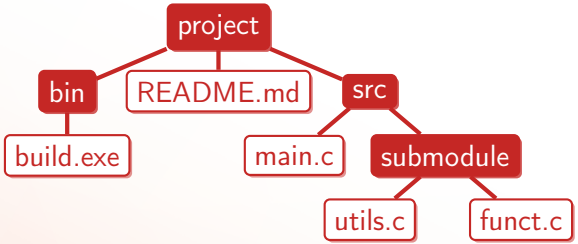
- „Automatic Resource Managmenet“: **try**-with
  - Resourcen müssen `close()` freigegeben werden
  - Problematisch bei Ausnahmen
  - **try**-with garantiert Aufruf von `close()`
- Interfaces `Closeable` und `AutoCloseable`
  - Definieren `close()`
  - Ermöglicht Verwendung in **try**-with
  - `Closeable` ist restriktiver (**throws** `IOException`)

Zusammenfassung

```
try (var in = new FileInputStream("input.txt");
     var out = new FileOutputStream("output.txt")){
  /* ... */
}
```

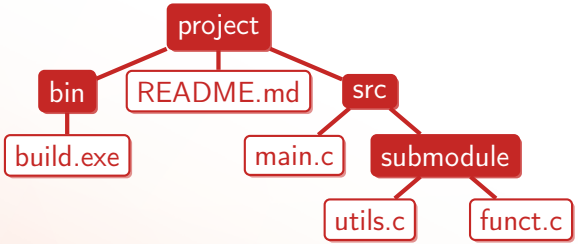
- „Automatic Resource Managmenet“: **try**-with
  - Resourcen müssen `close()` freigegeben werden
  - Problematisch bei Ausnahmen
  - **try**-with garantiert Aufruf von `close()`
- Interfaces `Closeable` und `AutoCloseable`
  - Definieren `close()`
  - Ermöglicht Verwendung in **try**-with
  - `Closeable` ist restriktiver (**throws** `IOException`)
  - `AutoCloseable` ist allgemeiner (**throws** `Exception`)

Zusammenfassung



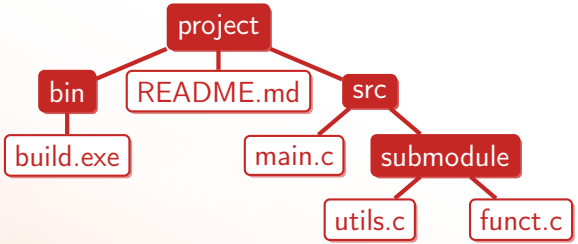
- Dateien und Verzeichnisse

Zusammenfassung



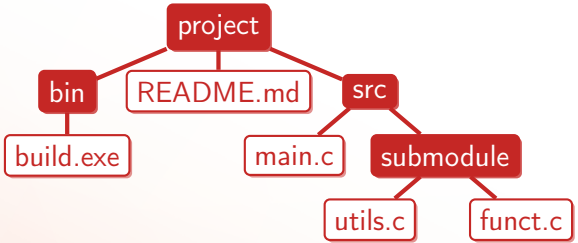
- Dateien und Verzeichnisse
- Path-Klasse modelliert allgemeine Datei-/Verzeichnispfade

Zusammenfassung



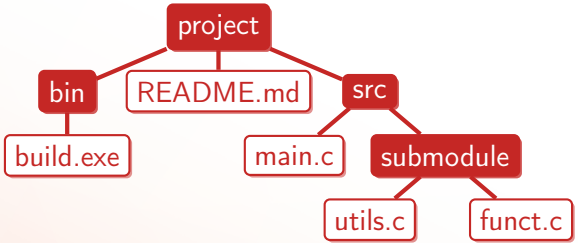
- Dateien und Verzeichnisse
- `Path`-Klasse modelliert allgemeine Datei-/Verzeichnispfade
- `Files`-Klasse

Zusammenfassung



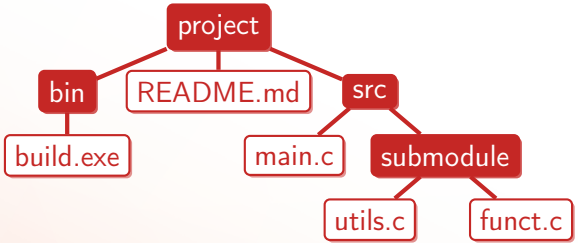
- Dateien und Verzeichnisse
- `Path`-Klasse modelliert allgemeine Datei-/Verzeichnispfade
- `Files`-Klasse
  - Abfrage von Eigenschaften (`isDirectory`, `isExecutable`, etc.)

Zusammenfassung



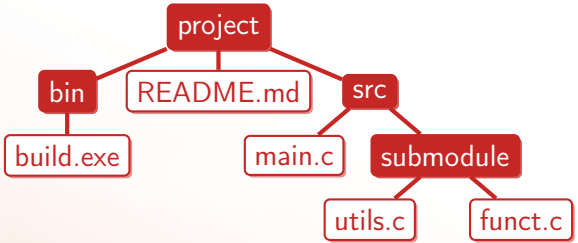
- Dateien und Verzeichnisse
- `Path`-Klasse modelliert allgemeine Datei-/Verzeichnispfade
- `Files`-Klasse
  - Abfrage von Eigenschaften (`isDirectory`, `isExecutable`, etc.)
  - Dateioperationen (`copy`, `move`, etc.)

Zusammenfassung



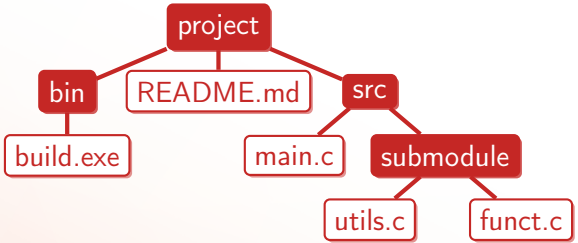
- Dateien und Verzeichnisse
- Path-Klasse modelliert allgemeine Datei-/Verzeichnispfade
- Files-Klasse
  - Abfrage von Eigenschaften (isDirectory, isExecutable, etc.)
  - Dateioperationen (copy, move, etc.)
  - ...

Zusammenfassung



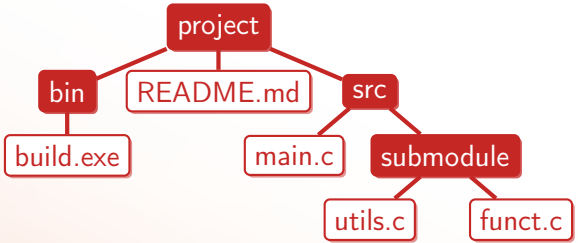
- Dateien und Verzeichnisse
- `Path`-Klasse modelliert allgemeine Datei-/Verzeichnispfade
- `Files`-Klasse
  - Abfrage von Eigenschaften (`isDirectory`, `isExecutable`, etc.)
  - Dateioperationen (`copy`, `move`, etc.)
  - ...
- Durchsuchen von Verzeichnissbäumen mit `Files.walkFileTree`

Zusammenfassung



- Dateien und Verzeichnisse
- Path-Klasse modelliert allgemeine Datei-/Verzeichnispfade
- Files-Klasse
  - Abfrage von Eigenschaften (isDirectory, isExecutable, etc.)
  - Dateioperationen (copy, move, etc.)
  - ...
- Durchsuchen von Verzeichnissbäumen mit Files.walkFileTree
  - Implementieren von FileVisitor-Interface

Zusammenfassung



- Dateien und Verzeichnisse
- Path-Klasse modelliert allgemeine Datei-/Verzeichnispfade
- Files-Klasse
  - Abfrage von Eigenschaften (isDirectory, isExecutable, etc.)
  - Dateioperationen (copy, move, etc.)
  - ...
- Durchsuchen von Verzeichnissbäumen mit Files.walkFileTree
  - Implementieren von FileVisitor-Interface
  - FileVisitor-Methoden werden von walkFileTree aufgerufen

Inhalt

NIO vs. Streams

- Historie

NIO vs. Streams

- Historie
  - Zuerst `java.io` und Streams (hier vorgestellt)

NIO vs. Streams

- Historie
  - Zuerst `java.io` und Streams (hier vorgestellt)
  - Dann `java.nio` mit `Channel`s

NIO vs. Streams

- Historie
  - Zuerst `java.io` und Streams (hier vorgestellt)
  - Dann `java.nio` mit `Channel`s
- Zur Erinnerung

NIO vs. Streams

- Historie
  - Zuerst `java.io` und Streams (hier vorgestellt)
  - Dann `java.nio` mit Channels
- Zur Erinnerung
  - `read`/`write`/... blockieren auf Streams

```
in.read(buffer);
```

NIO vs. Streams

- Historie
  - Zuerst `java.io` und Streams (hier vorgestellt)
  - Dann `java.nio` mit Channels
- Zur Erinnerung
  - `read`/`write`/... blockieren auf Streams

```
in.read(buffer);
```

  - Ausführender Thread (Programmfaden) ist blockiert

NIO vs. Streams

- Historie
  - Zuerst `java.io` und Streams (hier vorgestellt)
  - Dann `java.nio` mit Channels
- Zur Erinnerung
  - `read/write/...` blockieren auf Streams

```
in.read(buffer);
```

  - Ausführender Thread (Programmfaden) ist blockiert
- Beispiel: Internetserver hat viele Verbindungen (Streams)

NIO vs. Streams

- Historie
  - Zuerst `java.io` und Streams (hier vorgestellt)
  - Dann `java.nio` mit `Channel`s
- Zur Erinnerung
  - `read`/`write`/... blockieren auf Streams

```
in.read(buffer);
```

  - Ausführender Thread (Programmfaden) ist blockiert
- Beispiel: Internetserver hat viele Verbindungen (Streams)
  - Für jede Verbindung ein Thread (der blockiert)?

NIO vs. Streams

- Historie
  - Zuerst `java.io` und Streams (hier vorgestellt)
  - Dann `java.nio` mit Channels
- Zur Erinnerung
  - `read/write/...` blockieren auf Streams

```
in.read(buffer);
```

  - Ausführender Thread (Programmfaden) ist blockiert
- Beispiel: Internetserver hat viele Verbindungen (Streams)
  - Für jede Verbindung ein Thread (der blockiert)?
  - Zu viele Threads und Resourcenverschwendung

NIO vs. Streams

- Historie
  - Zuerst `java.io` und Streams (hier vorgestellt)
  - Dann `java.nio` mit Channels
- Zur Erinnerung
  - `read/write/...` blockieren auf Streams

```
in.read(buffer);
```

  - Ausführender Thread (Programmfaden) ist blockiert
- Beispiel: Internetserver hat viele Verbindungen (Streams)
  - Für jede Verbindung ein Thread (der blockiert)?
  - Zu viele Threads und Resourcenverschwendung
  - Skaliert nicht!

NIO vs. Streams

- Historie
  - Zuerst `java.io` und Streams (hier vorgestellt)
  - Dann `java.nio` mit Channels
- Zur Erinnerung
  - `read/write/...` blockieren auf Streams

```
in.read(buffer);
```

  - Ausführender Thread (Programmfaden) ist blockiert
- Beispiel: Internetserver hat viele Verbindungen (Streams)
  - Für jede Verbindung ein Thread (der blockiert)?
  - Zu viele Threads und Resourcenverschwendung
  - Skaliert nicht!
- Anderer Mechanismus gefragt

NIO vs. Streams

- Historie
  - Zuerst `java.io` und Streams (hier vorgestellt)
  - Dann `java.nio` mit Channels
- Zur Erinnerung
  - `read/write/...` blockieren auf Streams

```
in.read(buffer);
```

  - Ausführender Thread (Programmfaden) ist blockiert
- Beispiel: Internetserver hat viele Verbindungen (Streams)
  - Für jede Verbindung ein Thread (der blockiert)?
  - Zu viele Threads und Resourcenverschwendung
  - Skaliert nicht!
- Anderer Mechanismus gefragt → NIO

NIO vs. Streams

- Historie
  - Zuerst `java.io` und Streams (hier vorgestellt)
  - Dann `java.nio` mit Channels
- Zur Erinnerung
  - `read/write/...` blockieren auf Streams

```
in.read(buffer);
```

  - Ausführender Thread (Programmfaden) ist blockiert
- Beispiel: Internetserver hat viele Verbindungen (Streams)
  - Für jede Verbindung ein Thread (der blockiert)?
  - Zu viele Threads und Resourcenverschwendung
  - Skaliert nicht!
- Anderer Mechanismus gefragt → NIO
- (Einfache Anwendungen: Streams ausreichend!)

NIO vs. Streams

Streams	`java.nio`
Stream-orientert	Puffer-orientert
blockierend	nicht-blockierend
—	`Selector`

- Datenverarbeitung

NIO vs. Streams

Streams	`java.nio`
Stream-orientert	Puffer-orientert
blockierend	nicht-blockierend
—	`Selector`

- Datenverarbeitung
  - Stream-orientiert: **byte**s/**char**s werden gelesen und sind dann verarbeitet

NIO vs. Streams

Streams	`java.nio`
Stream-orientert	Puffer-orientert
blockierend	nicht-blockierend
—	`Selector`

- Datenverarbeitung
  - Stream-orientiert: **byte**s/**char**s werden gelesen und sind dann verarbeitet
  - Puffer-orientiert: Daten liegen in Puffer und erlauben vor- und zurückspringen

NIO vs. Streams

Streams	`java.nio`
Stream-orientert	Puffer-orientert
blockierend	nicht-blockierend
—	`Selector`

- Datenverarbeitung
  - Stream-orientiert: **byte**s/**char**s werden gelesen und sind dann verarbeitet
  - Puffer-orientiert: Daten liegen in Puffer und erlauben vor- und zurückspringen
- Blockierend

NIO vs. Streams

Streams	`java.nio`
Stream-orientert	Puffer-orientert
blockierend	nicht-blockierend
—	`Selector`

- Datenverarbeitung
  - Stream-orientiert: **byte**s/**char**s werden gelesen und sind dann verarbeitet
  - Puffer-orientiert: Daten liegen in Puffer und erlauben vor- und zurückspringen
- Blockierend
  - Stream-Methodenaufrufe können blockieren

NIO vs. Streams

Streams	`java.nio`
Stream-orientert	Puffer-orientert
blockierend	nicht-blockierend
—	`Selector`

- Datenverarbeitung
  - Stream-orientiert: **byte**s/**char**s werden gelesen und sind dann verarbeitet
  - Puffer-orientiert: Daten liegen in Puffer und erlauben vor- und zurückspringen
- Blockierend
  - Stream-Methodenaufrufe können blockieren
  - Channel-Methodenaufrufe blockieren nicht

NIO vs. Streams

Streams	`java.nio`
Stream-orientert	Puffer-orientert
blockierend	nicht-blockierend
—	`Selector`

- Datenverarbeitung
  - Stream-orientiert: **byte**s/**char**s werden gelesen und sind dann verarbeitet
  - Puffer-orientiert: Daten liegen in Puffer und erlauben vor- und zurückspringen
- Blockierend
  - Stream-Methodenaufrufe können blockieren
  - Channel-Methodenaufrufe blockieren nicht
- `Selector`

NIO vs. Streams

Streams	`java.nio`
Stream-orientert	Puffer-orientert
blockierend	nicht-blockierend
—	`Selector`

- Datenverarbeitung
  - Stream-orientiert: **byte**s/**char**s werden gelesen und sind dann verarbeitet
  - Puffer-orientiert: Daten liegen in Puffer und erlauben vor- und zurückspringen
- Blockierend
  - Stream-Methodenaufrufe können blockieren
  - Channel-Methodenaufrufe blockieren nicht
- `Selector`
  - Überwacht mehrere `Channel` s in einem Thread

NIO vs. Streams

Streams	`java.nio`
Stream-orientert	Puffer-orientert
blockierend	nicht-blockierend
—	`Selector`

- Datenverarbeitung
  - Stream-orientiert: **byte**s/**char**s werden gelesen und sind dann verarbeitet
  - Puffer-orientiert: Daten liegen in Puffer und erlauben vor- und zurückspringen
- Blockierend
  - Stream-Methodenaufrufe können blockieren
  - Channel-Methodenaufrufe blockieren nicht
- `Selector`
  - Überwacht mehrere `Channel` s in einem Thread
  - Ermittelt welcher `Channel` Daten lesen/schreiben kann