

Grundlagen der Informatik für Ingenieure I

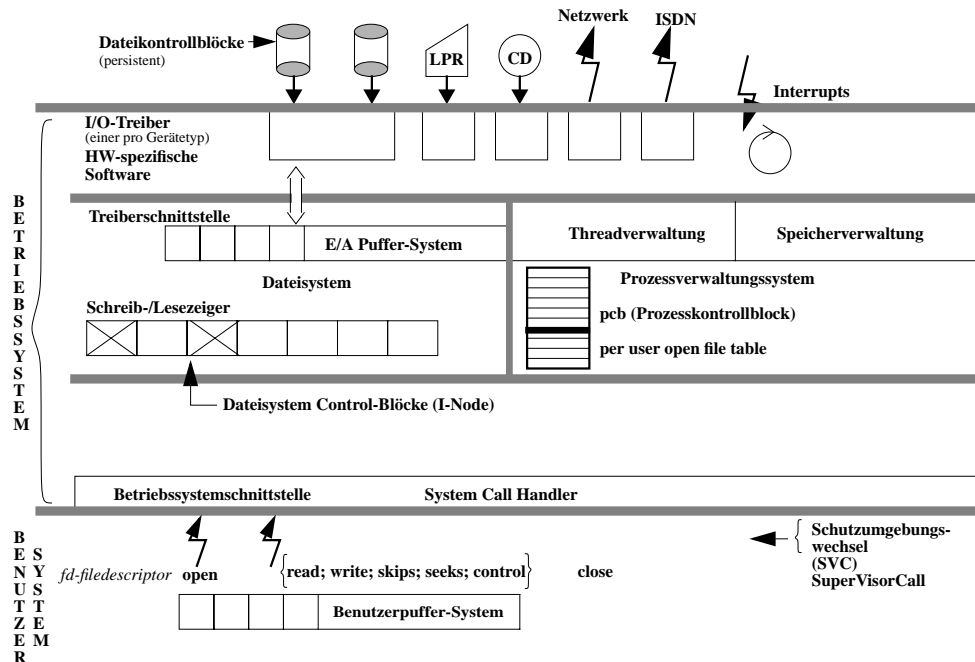
13 Java-E/A-System

- 13.1. *E/A-System-Überblick*
- 13.2. *Dateisystem - Betriebssystemsicht*
- 13.3. *Java-I/O-System*
- 13.4. *I/O-Klassenhierarchie*
- 13.5. *InputStream class; Reader class*
 - 13.5.1 *read() method*
 - 13.5.2 *skip() method*
 - 13.5.3 *available() und ready() methods*
 - 13.5.4 *close() method*

13 Java-E/A-System

- 13.6. *InputStream Subklassen*
- 13.7. *Reader Subklassen*
- 13.8. *File class*
- 13.9. *Beispiel: Lesen einer Datei*
- 13.10. *Output Stream class; Writer class*
 - 13.10.1 *write() method*
 - 13.10.2 *flush() und close() methods*
- 13.11. *OutputStream Subklassen*
- 13.12. *Writer Subklasse*
- 13.13. *Anhang: Lesen einer Datei "by Line"*

13.5 E/A-System - Überblick



13.5 E/A-System - Überblick

- Im E/A-System sind sämtliche E/A-Geräte zusammengefasst. Man unterscheidet aufgrund der Hardwareeigenschaften:
 - zeichenorientierte Geräte (wie: Bildschirm, Keyboard, Drucker...) und
 - blockorientierte Geräte (wie: Platten, Magnetbänder, CD-ROMs...)
- Beim Betriebssystem UNIX sind die physikalischen E/A-Geräte in das Dateisystem integriert:
 - Das Schreiben auf den Drucker bedeutet nichts anderes als eine Dateiausgabe z. B. auf die Datei "/dev/lp1".
 - Das direkte Schreiben auf eine Platte bedeutet z. B. die Ausgabe auf die Datei "/dev/disk1".
- Im Gegensatz zur E/A auf ein Peripheriegerät wird bei der E/A auf eine Datei bei UNIX von der E/A auf reguläre Dateien gesprochen.

13.6 Dateisystem - Betriebssystemsicht

- ◆ Aus (UNIX-) Betriebssystemsicht wird eine Datei als ein Strom von Daten (Bytes) ohne jede Struktur betrachtet:
 - die Daten werden nicht interpretiert.
- ◆ Die Strukturen auf Daten werden durch die Programme geprägt, die diese Dateien benutzen.
 - So erwartet z. B. ein Compiler oder ein Lader "gewisse" Formate und Formatinformationen.
 - Entsprechend prägen auch Java-Programm-Systeme Dateien Datenstrukturen auf.
 - Zwischen Arbeitsspeicher- und Plattenspeichersystemen gibt es erhebliche Verarbeitungszeit - Differenzen.
- ◆ Das Betriebssystem versucht durch "vorausschauende" Maßnahmen die tatsächliche Verarbeitungsdauer dem Benutzer gegenüber durch interne Parallelverarbeitung zu verbergen.

13.6 Dateisystem - Betriebssystemsicht

- ◆ Auf der Hardwareebene werden alle Datensätze und Datenblöcke vom Betriebssystem auf Plattenblöcke fester Größe abgebildet.
- ◆ Diese bilden die Transfereinheiten zu den Peripheriegeräten.
- ◆ Bei der Plattenperipherie ist die Größe von 8 kByte (z. Zt.) sehr verbreitet.
- ◆ Die effizienteste Transfereinheit ist abhängig von der Plattentechnologie und den internen Plattenpuffersystemen in der Platteneinheit selbst.

13.7 Java-I/O -System

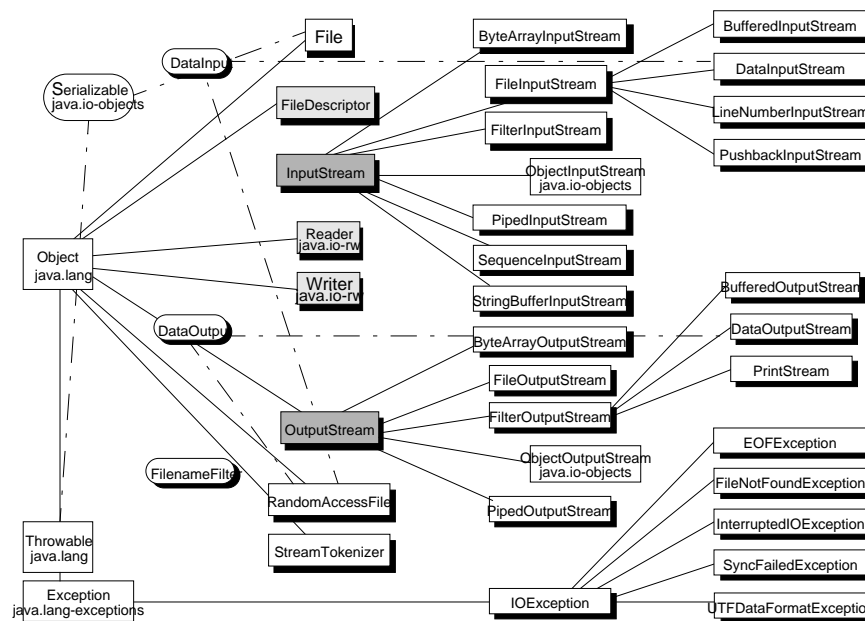
- Das Java-I/O-System ist **Streams**-basiert.
 - **Streams** sind (vom Betriebssystem uninterpretierte) Datenströme von einer Datenquelle zu einer Datensenke. Man unterscheidet
 - **Inputstreams** und
 - **Outputstreams**.
 - Die physikalischen Ein-/Ausgabegeräte sind in das Unix Filesystem integriert.
 - Zusammen mit dem **Streams**-Konzept hat man so ein einheitliches Datentransportkonzept geschaffen, dass sowohl auf physikalische Geräte als auch auf Dateien angewendet werden kann.
 - Da diesen E/A-Systemen auch immer Puffersysteme unterlegt sind, handelt es sich, abstrakt gesehen, bei **Streams** um Datenströme zwischen Puffern.

13.7 Java-I/O -System

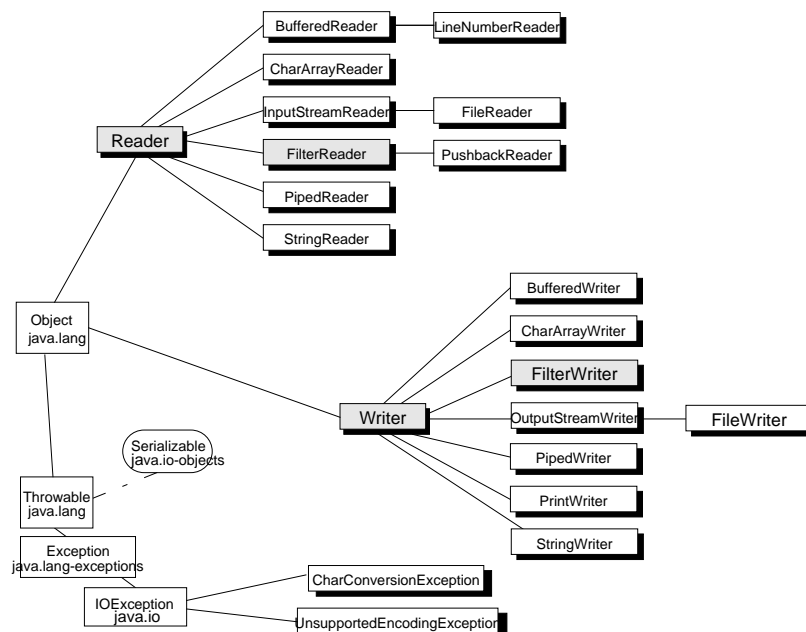
- In Java wird eine Hierarchie von I/O-Mechanismen angeboten.
 - Dabei wird versucht das System symmetrisch hinsichtlich *Input* und *Output* zu gestalten.
 - Deshalb wird im Rahmen dieser Vorlesung die Eingabe ausführlicher behandelt.
 - Die Ausgaben sind dann jeweils analog zu gestalten.
- Die **abstrakten** Basisklassen sind:
 - *InputStream class*,
 - *Reader class*,
 - *OutputStreams class*,
 - *Writer class*,

wobei Lesen und Schreiben immer aus der Sicht des aufrufenden Programms zu sehen ist.

13.8 I/O-Klassenhierarchie



13.8 I/O-Klassenhierarchie



13.9 InputStream class; Reader class

■ Die **abstrakten Input classes**:

- **InputStream class** definiert die Mechanismen, die notwendig sind, einen **Bytestrom** einer Datenquelle (*source*) zu lesen.
- **Reader class** definiert die Mechanismen die notwendig sind, einen **Character-Strom** einer Datenquelle (*source*) zu lesen.
- Der einzige Unterschied zwischen diesen Klassen ist die verschiedenen Interpretation der Elemente der Datenströme.

■ Folgende Methoden werden von diesen Klassen bereitgestellt:

- *open()* gibt es im klassischen Sinne nicht!!!
open() ist im Instantiieren eines *Stream*-Objekts verborgen.
- *read()*
- *skip()*
- *available()* und *ready()*; *mark* und *reset()*
- *close()*

1 read() method

■ Es gibt 3 Varianten der **read() method**:

```
int read( byteBuffer )
```

```
int read( byteBuffer, fromIndex, nbOfElements )
```

```
int read( )
```

- Diese Methoden sind blockierend:
 - d.h. die Kontrolle wird erst dann an den Aufrufer zurückgegeben, wenn der angeforderte Eingabestrom vollständig zur Verfügung steht.
- Es empfiehlt sich also für E/A-Vorgänge eigenen *threads* vorzusehen, wenn Parallelarbeit möglich ist.

1 read() method

◆ Beispiel: Blockweises Lesen

```
final int BLOCKSIZE = 1024;
InputStream streamIn = new FileInputStream( "pathname of
                                           the file" );

byte[] byteBuffer = new byte[BLOCKSIZE];

if ( streamIn.read( byteBuffer ) != byteBuffer.length )
    System.out.println( " I got less than expected" );
...
```

- Die *read() method* liest Daten von der Quelle bis der Puffer gefüllt ist.
- Ist die Quelle nicht in der Lage die dafür notwendigen Daten bereitzustellen - z. B. weil vorher das Ende der Datei erreicht wurde - werden nur die tatsächlich vorhandenen Bytes gelesen.
- Als Returnparameter wird die Anzahl der tatsächlich glesenen Bytes zurückgegeben.

1 read() method

◆ Das gleiche Beispiel mit der *Reader class*

```
final int BLOCKSIZE = 1024;
Reader readerIn = new FileReader ( "pathname of the file" );
char[] charBuffer = new char[BLOCKSIZE];

if ( readerIn(charBuffer ) != charBuffer.length
    System.out.println( " I got less than expected" );
...
```

◆ Die zweite Variante der *read() method* zum Lesen von Teilbereichen:

```
int read ( byteBuffer, fromIndex, nbOfElements )
```

z. B.

```
streamIn.read( byteBuffer, 100, 300 );
readerIn.read( charBuffer, 100, 300 );
```

1 read() method

◆ Lesen von Einzelbytes bzw. Einzelzeichen:

```
final int BLOCKSIZE = 1024;
InputStream streamIn = new FileInputStream( "pathname of the file" );
byte[] byteBuffer = new byte[BLOCKSIZE];
int i, dataRead, data;
i = 0;

while ( (data = streamIN.read() ) != -1 ) {
    byteBuffer[i] = (byte) data; // casting; weil "int read()"
    i = i + 1;
}
dataRead = i;
...
```

2 skip() method

- ◆ Mit der *skip() method* kann man eine angegebene Anzahl von Zeichen bzw. Bytes überspringen.
- ◆ Man kann sich das so vorstellen, dass man einen Lesezeiger um eine bestimmte Zahl von Zeichen/Bytes weiter positioniert, ohne Zeichen/Bytes zu lesen:

```
// Lesen jedes ungeraden Blocks(Zählung beginnt bei 0!):

final int BLOCKSIZE = 1024;
long skipReturn; // Returnparameter von skip ist vom Typ "long"!

InputStream streamIn = new FileInputStream("pathname of the file");
byte[] byteBuffer = new byte[BLOCKSIZE];

while ( ( skipReturn = streamIn.skip( BLOCKSIZE ) != -1 ) {
    if ( streamIn.read(byteBuffer) != byteBuffer.length {
        System.out.println( " Read: I got less than expected" );
    }
}
System.out.println("Skip: No more complete blocks");

// Kommen beide Meldungen, war Streamende bei read() erreicht,
// sonst bei skip!
```


3 *available() und ready() methods*

- ◆ Mit diesen Methoden kann man abfragen, ob die gewünschte Anzahl von Bytes (*available()*) oder ob Zeichen (*ready()*) im *Stream* - ohne *blocking* zur Verfügung stehen.
- ◆ Es ist also kein Ersatz dafür, abzufragen, wie lang eine Datei ist.

```
if ( streamIn.available() < 1024 )
    System.out.println( " no more full blocks available" );

if ( readerIn.ready() != true )
    System.out.println( " no more characters available" )
```

4 *close() method*

- ◆ Es ist auch in Java guter Programmierstil, nicht mehr benötigte Ressourcen explizit freizugeben.
- ◆ Hierzu dient die *close()-method*,

```
InputStream streamIn = new ...
Reader readerIn = new ...
...
// Daten lesen
...
streamIn.close();
readerIn.close();
```

13.10 InputStream - Subklassen

- ◆ In den Subklassen der **InputStream class** bzw. der **Reader class** sind die "Eingabe" - Methoden implementiert, soweit es nicht schon in den Superklassen geschehen ist.
- ◆ Da die **InputStream class** bzw. die **Reader class** abstrakte Klassen sind, können sie nicht instantiiert werden.
- ◆ Subklassen der **InputStream class**:
 - **FileInputStream**
Lesen von einer Datei im Dateisystem
 - **PipedInputStream**
Implementierung einer Pipe - zusammen mit PipedOutputStream
 - **ByteArrayInputStream**
Lesen von Bytefeldern im Speicher
 - **SequenceInputStream**
Mehrere Eingabeströme zu einem vereinigen
 - **StringBufferInputStream**
Lesen aus einem StringBuffer

13.10 InputStream - Subklassen

- ◆ Subklassen der **InputStream class (cont)**:
 - die abstrakte Klasse **FilterInputStream** mit den Subklassen
 - *BufferedInputStream*
 - *DataInputStream*
 - *LineNumberInputStream*
 - *PushBackInputStream*

13.11 Reader - Subklasse

- ◆ Subklassen der **InputStream** class:
 - **FileReader**
Lesen von einer Datei im Dateisystem
 - **PipedReader**
Implementierung einer Pipe - zusammen mit **PipedWriter**
 - **CharArrayReader**
Lesen von Bytefeldern im Speicher
 - **BufferedReader**
gepufferte Eingabe
 - **StringReader**
Lesen aus einem **Stringbuffer**
 - die abstrakte Klasse **FilterReader** mit der Subklasse
 - **PushBackReader**

13.12 File class

13.12 File class

- ◆ Die Konstruktoren der **FileInputStream** class bzw. **FileReader** class akzeptieren Filenamen oder File-Objekte als Parameter.
- ◆ Unsere bisherigen Beispiele haben von der ersten Möglichkeit Gebrauch gemacht.
- ◆ In der Regel benötigt man jedoch "Zugang" zum Filesystem selbst, um z. B. abfragen zu können,
 - ob eine Datei bereits existiert,
 - welches die Zugriffsrechte sind, sie ggf. zu löschen oder umzubenennen, usf.
- ◆ Es ist also sinnvoll, zunächst ein Objekt der **File** class zu instantiieren und dieses Objekt als Parameter dem **InputStream** (oder **FileReader**) bzw. **OutputStream** (oder **FileWriter**) zu übergeben.
- ◆ In der "Docu" finden Sie die API-Spezifikation der **File** class!

13.13 Beispiel: Lesen einer Datei

```
import java.io.*;

public class FileioTest3 {

    public static void main( String args[] ) {

        /* Liest Bytes von der Datei "test.txt" bis zu einer Groesse von
        max 1024 Bytes und gibt die Anzahl tatsächlich gelesener Bytes
        aus. Längere Dateien verursachen IndexOutOfBoundsExceptions!
        */

        final int BLOCKSIZE = 1024;
        byte[] ByteBuffer = new byte[BLOCKSIZE];
        int i;
        int data;
        String path;

        File fd1 = new File( "test.txt" );
```

13.13 Beispiel: Lesen einer Datei

```
if ( fd1.exists() ) {
    System.out.println( "The File exists already!" );
} else {
    System.out.println( "The File doesn't exist!" );
}

System.out.println( fd1.getPath() );

if (fd1.canRead()) {
    System.out.println( "I can read the File" );
} else {
    System.out.println( "I can't read the File" );
}
if ( fd1.canWrite() ) {
    System.out.println( "I can write the File" );
} else {
    System.out.println( "I can't write the File" );
}
```

13.13 Beispiel: Lesen einer Datei

```

i = 0;
try {
    InputStream streamIn = new FileInputStream( fd1 );
    while ( ( data = streamIn.read() ) != -1 ) {
        byteBuffer[i] = (byte) data;
        i = i + 1;
    }
    System.out.println( "Anzahl Zeichen: "+i );
}
catch ( FileNotFoundException e ) {
    System.out.println( "FileioTest:" + e );
}
catch ( IOException e ) {
    System.out.println( "FileioTest:" + e );
}
}

```

13.13 Beispiel: Lesen einer Datei

◆ Ergebnis:

- Datei: test.txt

dies ist eine Textdatei



13.13 Beispiel: Lesen einer Datei

- ◆ Ergebnis ohne die Testdatei:

```
fau40: 11:47 Beispiele/Kap13 [61] > mv test.txt test1.txt
fau40: 11:47 Beispiele/Kap13 [62] > java FileioTest3
The File does't exist!
test.txt
I can't read the File
I can't write the File
FileioTest.java.io.FileNotFoundException: test.txt (No such file or directory)
fau40: 11:47 Beispiele/Kap13 [63] >
```

13.13 *OutputStream* class; *Writer* class

- ◆ In den abstrakten Klassen ***OutputStream*** und ***Writer*** sind die zu ***InputStream*** und ***Reader*** “inversen” Methoden definiert, soweit sinnvoll:
 - ***open()*** gibt es im klassischen Sinne nicht; ***open()*** ist das Erzeugen eines ***Stream***-Objekts also der ***new***-Operator.
 - ***write()***
 - ***flush()***
 - ***close()***
- ◆ Analog zur ***read()*** method der ***InputStream*** class bzw. der ***Reader*** class ist die ***write()*** method der ***OutputStream*** class und der ***Writer*** class blockierend.
- ◆ Da die Methoden in ***OutputStream*** und ***Writer*** funktional gleich sind, beschränken sich die folgenden Beispiele auf ***OutputStream***.

1 write() method

◆ Analog zur **read() method** gibt es auch **drei** Varianten der **write() method**:

- Ausgabe eines Puffers:

```
final int BLOCKSIZE = 1024;

OutputStream streamOut = new FileOutputStream
    ( "pathname of the file" );

byte[] byteBuffer = new byte[BLOCKSIZE];
....
fillInDataIntoTheBuffer( byteBuffer );
streamOut.write( byteBuffer );
....
```

- oder Ausgabe von Teilen des Puffers:

```
streamOut.write( byteBuffer, 100, 300 );
```

1 write() method

- oder als Einzelzeichenausgabe:

```
final int BLOCKSIZE = 1024;

OutputStream streamOut = new FileOutputStream
    ( "pathname of the file" );

byte[] byteBuffer = new byte[blocksize];
...
fillInDataIntoTheBuffer( byteBuffer );

for (int i = 0; i < byteBuffer.length i++) {
    streamOut.write( byteBuffer[i] );
}
....
```

2 *flush() und close() methods*

- ◆ Mit dem Aufruf der ***flush() method*** erreicht man, dass eventuell noch im Systempuffern vorhandene Daten auf das eigentliche Ziel des Datenstromes hinausgeschrieben werden.
- ◆ Es ist auch in Java guter Programmierstil, nicht mehr benötigte Ressourcen explizit freizugeben.
- ◆ Hierzu dient die ***close()-method*** (siehe Abschnitt: *InputStream class; Reader class*)

13.14 OutputStream - Subklassen

13.14 *OutputStream* - Subklassen

- ◆ In den Subklassen der *OutputStream class* bzw. der *Writer class* sind die "Ausgabe" - Methoden implementiert, soweit es nicht schon in den Superklassen geschehen ist.
- ◆ Da die *OutputStream class* bzw. die *Writer class* abstrakte Klassen sind, können sie nicht instantiiert werden.
- ◆ Die "eentlichen" *Output-Streams* sind Subklassen der *OutputStream class* und *Writer class*.

13.15 OutputStream - Subklassen

◆ Subklassen der *OutputStream* class:

- *FileOutputStream*
Schreiben in eine Datei des Dateisystems.
- *PipedOutputStream*
Implementierung einer Pipe - zusammen mit *PipedInputStream*
- *ByteArrayOutputStream*
Schreiben in Bytefelder im Speicher.
- die abstrakte Klasse *FilterOutputStream* mit den Subklassen
 - *BufferedOutputStream*
 - *DataOutputStream*
 - *PrintStream*

13.16 Writer - Subklassen

◆ Subklassen der *Writer* class:

- *OutputStreamWriter*
- *File Writer*
Schreiben in eine Datei des Dateisystems.
- *PipedWriter*
Implementierung einer Pipe - zusammen mit *PipedReader*
- *CharArrayWriter*
Schreiben in Characterfelder im Speicher
- *BufferedWriter*
gepufferte Ausgabe
- *StringWriter*
Schreiben in einen *Stringbuffer*
- *PrintWriter*
- *FilterWriter*

13.17 Anhang: Lesen einer Datei "by Line"

◆ Beispiel:

```
import java.io.*;

public class ReadFileByLine {
    final int MAX = 200;
    private String[] lines = new String[MAX];

    public void readLines( File fd ) {
        //  Liesst Zeilen (= Strings) von einer Datei "fd"
        //  in ein Strings - Feld"

        int i = 0;

        try {
            BufferedReader streamIn = new BufferedReader( new FileReader(fd) );

            while( ( ( lines[i] = streamIn.readLine() ) != null )
                && ( i < MAX ) ) i++;
            System.out.println( "Anzahl Lines: " + i );
        }
    }
}
```

13.17 Anhang: Lesen einer Datei "by Line"

```
catch ( FileNotFoundException e ) {
    System.out.println( "FileioTest:" + e );
}
catch ( IOException e ) {
    System.out.println( "FileioTest:" + e );
}
}
void printStringBuffer(){
    int i = 0;

    while( ( lines[i] != null) && ( i < MAX ) ) {
        System.out.println( lines[i] );
        i++;
    }
}
}
```

13.17 Anhang: Lesen einer Datei "by Line"

◆ Testprogramm:

```
import java.io.*;

class ReadFileByLineTest {

    public static void main( String args[] )
        throws java.io.IOException {

        File fd1 = new File( "test.txt" );
        ReadFileByLine eingabe = new ReadFileByLine();

        eingabe.readLines( fd1 );
        eingabe.printStringBuffer();

    }
}
```

13.17 Anhang: Lesen einer Datei "by Line"

◆ Ergebnis:

