7. Java Input/Output

Benutzereingaben/Konsolenausgabe, Datei Ein- und Ausgabe (I/O)

Benutzereingaben (die halbe Wahrheit)

- z.B. einer Zahl: `int i = In.readInt();`
- Unsere `In` Klasse stellt diverse solche Methoden zur Verfügung.
- Manche dieser Methoden müssen mit falschen Eingaben umgehen können: Was passiert mit `readInt()` bei folgendem Input?

```
"spam"
```

Benutzereingaben (die halbe Wahrheit)

```
public class Main {
  public static void main(String[] args) {
    Out.print("Number: ");
    int i = In.readInt();
    Out.print("Your number: " + i);
  }
}
```

Anscheinend passiert nicht viel!

```
Number: spam
Your number: 0
```

Benutzereingaben (die ganze Wahrheit)

- z.B. einer Zahl, mittels der Klasse `Scanner`

```
import java.util.Scanner;
public class Main {
  public static void main(String[] args) {
    Out.print("Number: ");
    Scanner input = new Scanner(System.in);
    int i = input.nextInt();
    Out.print("Your number: " + i);
  }
}
```

Was passiert bei folgendem Input?

```
"spam"
```

Benutzereingaben (die ganze Wahrheit)

```
Number: spam
Exception in thread "main" java.util.InputMismatchException
        at java.base/java.util.Scanner.throwFor(Scanner.java:939)
        at java.base/java.util.Scanner.next(Scanner.java:1594)
        at java.base/java.util.Scanner.nextInt(Scanner.java:2258)
        at java.base/java.util.Scanner.nextInt(Scanner.java:2212)
        at Main.main(Main.java:7)
        at TestRunner.main(TestRunner.java:330)
```

Oh! Wir schauen uns das im naechsten Kapitel an...

Konsolenausgabe

- Bisher kannten Sie: `Out.print("Hi")` oder `Out.println("Hi")`
- Ohne unsere `Out` Klasse:

```
System.out.print("The answer is: ");
System.out.println(42);
System.out.println("What was the question?!");
```

Dies ergibt die folgende Ausgabe:

```
The answer is: 42
What was the question?!
```

Also: Benutzereingabe/Konsolenausgabe

- Lesen von Eingaben via dem Eingabestrom `System.in`
- Schreiben von Ausgaben via dem Ausgabestrom `System.out`

Dateien (zeilenweise) Lesen/Schreiben

- Dateien können mittels der Klasse `java.io.FileReader` byte für byte gelesen werden
- Um ganze Zeilen zu lesen, verwenden wir ausserdem einen `java.io.BufferedReader`
- Dateien können mittels der Klasse `java.io.FileWriter` byte für byte geschrieben werden
- Um ganze Zeilen zu schreiben, verwenden wir ausserdem einen `java.io.BufferedWriter`

Dateien (zeilenweise) Lesen

```
import java.io.FileReader;
import java.io.BufferedReader;

public class Main {
  public static void main(String[] args) {
    FileReader fr = new FileReader("gedicht.txt");
    BufferedReader bufr = new BufferedReader(fr);
    String line;
    while ((line = bufr.readLine()) != null){
      System.out.println(line);
    }
  }
}
```

Dateien (zeilenweise) Lesen

Wir erhalten folgenden Kompilier-Fehler:

```
./Main.java:6: error: unreported exception FileNotFoundException;
    must be caught or declared to be thrown
    FileReader fr = new FileReader("gedicht.txt");
                    ^
./Main.java:9: error: unreported exception IOException; must be
    caught or declared to be thrown
    while ((line = bufr.readLine()) != null){
                                    ^
2 errors
```

Offensichtlich müssen wir mehr verstehen zum Thema “Exceptions”

... deshalb nun ...

8. Fehler und Ausnahmen

Fehler, Systemausnahmen, Benutzerausnahmen, Behandeln von Ausnahmen, Spezialfall Ressourcen

Fehler und Ausnahmen in Java

Fehler und Ausnahmen unterbrechen die normale Programmausführung abrupt und stellen ein *nicht geplantes Ereignis* dar.

Ausnahmen sind böse, oder doch nicht?

- Java ermöglicht es, solche Ereignisse abzufangen und zu behandeln (als Alternative zum Programmabsturz).
- Nicht behandelte Fehler und Ausnahmen werden durch den Aufrufstapel hochgereicht.

Fehler (Errors)

Hier ist nichts mehr zu machen

Fehler treten in der virtuellen Machine von Java auf und sind *nicht reparierbar*.

Beispiele

- Kein Speicher mehr verfügbar
- Zu hoher Aufrufstapel ($\rightarrow$ Rekursion)
- Fehlende Programmbibliotheken
- Bug in der virtuellen Machine
- Hardwarefehler

Ausnahmen (Exceptions)

Ausnahmen werden von der virtuellen Machine oder vom Programm selbst ausgelösst und können meist behandelt werden um die *Normalsituation wiederherzustellen*

Aufwischen und neu einschenken

Beispiele

- Dereferenzierung von `null`
- Division durch 0
- Schreib/Lesefehler (Dateien)
- Businesslogik Fehler

Arten von Ausnahmen

Systemausnahmen
(runtime exceptions)

- Können überall auftreten
- *Können* behandelt werden
- Ursache: Bug im Programm

Benutzerausnahmen
(checked exceptions)

- Müssen deklariert werden
- *Müssen* behandelt werden
- Ursache: Unwahrscheinliches, aber prinzipiell mögliches Ereignis

Beispiel einer Systemausnahme

```
1  import java.util.Scanner;
2  class ReadTest {
3      public static void main(String[] args){
4          int i = readInt("Number");
5      }
6      private static int readInt(String prompt){
7          System.out.print(prompt + ": ");
8          Scanner input = new Scanner(System.in);
9          return input.nextInt();
10     }
11 }
```

Eingabe: `Number: asdf`

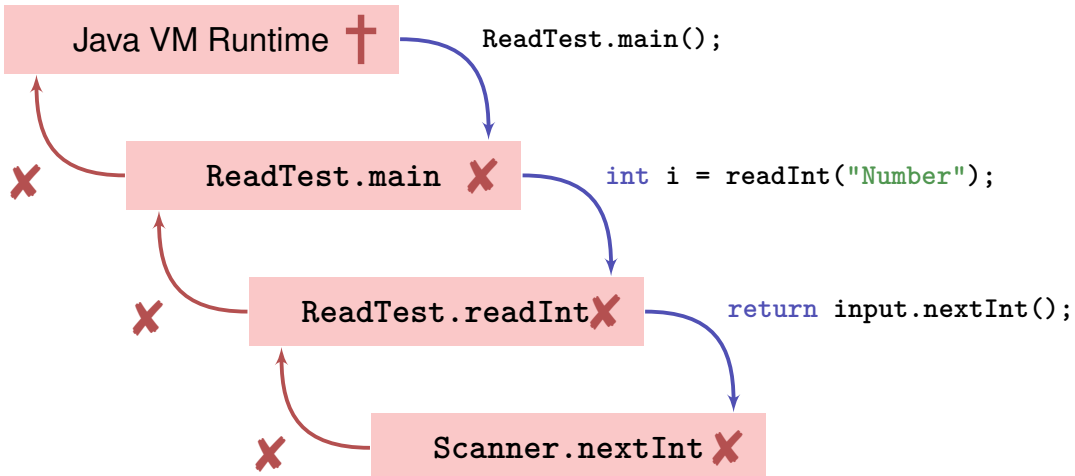
Nicht behandelte Fehler und Ausnahmen

Das Programm stürzt ab und hinterlässt auf der Konsole eine “Aufrufstapelzurückverfolgung” ☺ (ab jetzt: *Stacktrace*). Darin sehen wir, wo genau das Programm abgebrochen wurde.

```
Exception in thread "main" java.util.InputMismatchException
        [...]
    at java.util.Scanner.nextInt(Scanner.java:2076)
    at ReadTest.readInt(ReadTest.java:9)
    at ReadTest.main(ReadTest.java:4)
```

$\Rightarrow$ Forensische Nachforschungen mit Hilfe dieser Information.

Ausnahme propagiert durch Aufrufstapel



Stacktraces verstehen

Ausgabe:

Eine unpassende Eingabe ...

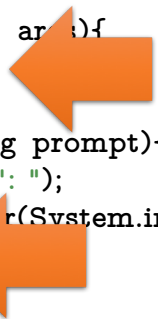
```
Exception in thread "main" java.util.InputMismatchException
        at java.util.Scanner.throwFor(Scanner.java:864)
        at java.util.Scanner.next(Scanner.java:1485)
        at java.util.Scanner.nextInt(Scanner.java:2117)
        at java.util.Scanner.nextInt(Scanner.java:2076)
        at ReadTest.readInt(ReadTest.java:9)
        at ReadTest.main(ReadTest.java:4)
```

... in Methode `readInt` auf Zeile 9 ...

aufgerufen durch Methode `main` auf Zeile 4

Stacktraces verstehen

```
1  import java.util.Scanner;
2  class ReadTest {
3      public static void main(String[] ar ){
4          int i = readInt("Number");
5      }
6      private static int readInt(String prompt){
7          System.out.print(prompt + ": ");
8          Scanner input = new Scann r(System.in);
9          return input.nextInt();
10     }
11 }
```



```
at ReadTest.readInt(ReadTest.java:9)
at ReadTest.main(ReadTest.java:4)
```

Systemausnahme: Bug im Programm?!

Wo ist der Fehler?

```
private static int readInt(String prompt){
    System.out.print(prompt + ": ");
    Scanner input = new Scanner(System.in);
    return input.nextInt();
}
```


Nicht garantiert, dass als nächstes ein `int` *anliegt.*

$\Rightarrow$ Die Scanner Klasse bietet ein Test dafür an

Systemausnahme: Bugfix!

Erst prüfen!

```
private static int readInt(String prompt){
    System.out.print(prompt + ": ");
    Scanner input = new Scanner(System.in);
    if (input.hasNextInt()){
        return input.nextInt();
    } else {
        return 0; // or do something else ...?!
    }
}
```

Erste Erkenntnis: Oft keine Ausnahmesituation

Oft sind die “Sonderfälle” gar kein besonderes Ereignis, sondern absehbar. Hier sollten *keine* Ausnahmen verwendet werden!

Kinder kippen Becher um.
Man gewöhnt sich daran.

Beispiele

- Falsche Credentials beim Einloggen
- Leere Pflichtfelder in Eingabemasken
- Nicht verfügbare Internet-Ressourcen
- Timeouts

Zweite Erkenntnis: Ausnahmen verhindern

Problem gelösst.

Statt eine Systemausnahme abzuwarten *aktiv verhindern*, dass diese überhaupt auftreten kann.

Beispiele

- Usereingaben frühzeitig prüfen
- Optionale Typen verwenden
- Timeout Situationen voraussehen
- Plan B für nicht verfügbare Ressourcen

Arten von Ausnahmen

Systemausnahmen
(runtime exceptions)

- Können überall auftreten
- *Können* behandelt werden
- Ursache: Bug im Programm

Benutzerausnahmen
(checked exceptions)

- Müssen deklariert werden
- *Müssen* behandelt werden
- Ursache: Unwahrscheinliches, aber prinzipiell mögliches Ereignis

Beispiel einer Benutzerausnahme

```
private static String[] readFile(String filename){
    FileReader fr = new FileReader(filename);
    BufferedReader bufr = new BufferedReader(fr);
    ...
    line = bufr.readLine();
    ...
}
```

Compiler Fehler:

```
./Root/Main.java:9: error: unreported exception FileNotFoundException; must be caught or declared to be
    FileReader fr = new FileReader(filename);
                    ^
./Root/Main.java:11: error: unreported exception IOException; must be caught or declared to be thrown
    String line = bufr.readLine();
                               ^
```

Kurzer Blick in die Javadoc

readLine

```
public String readLine()
                throws IOException
```

Reads a line of text. A line is considered to be terminated by any one of a line feed ('\n'), a carriage return ('\r'), or a carriage return followed immediately by a linefeed.

Returns:

A String containing the contents of the line, not including any line-termination characters, or null if the end of the stream has been reached

Throws:

IOException - If an I/O error occurs

See Also:

Files.readAllLines(java.nio.file.Path, java.nio.charset.Charset)

Warum eine Benutzerausnahme?

Folgende Situationen rechtfertigen Benutzerausnahmen:

- Fehlerfall ist *unwahrscheinlich aber prinzipiell möglich* – und kann durch geeignete Massnahmen zur Laufzeit behoben werden können.

Der Aufrufer einer Methode mit einer deklarierten Benutzerausnahme wird gezwungen, sich damit zu beschäftigen – behandeln oder weiterreichen.

Behandeln von Ausnahmen

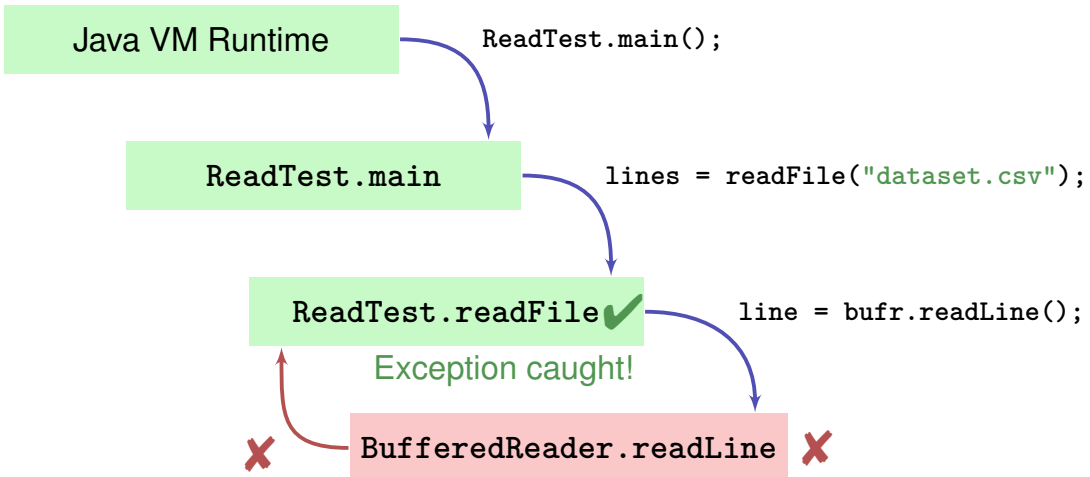
```
private static String[] readFile(String filename){
    try{
        FileReader fr = new FileReader(filename);
        BufferedReader bufr = new BufferedReader(fr);
        ...
        line = bufr.readLine();
        ...
    } catch (IOException e){
        // do some recovery handling
    } finally {
        // close resources
    }
}
```

Geschützter Bereich

Massnahmen zur Wiederherstellung der Normalsituation

Wird in jedem Fall am Schluss ausgeführt, immer!

Behandlung von Ausnahmen: Propagieren stoppen!



Finally: Resourcen schliessen!

In Java müssen *Resourcen* unbedingt geschlossen werden nach Gebrauch. Ansonsten wird Speicher nicht freigegeben.

Resourcen:

- Dateien
- Datenströme
- GUI Elemente
- ...

Try-With-Resources Anweisung

Spezifische Syntax, um Ressourcen *automatisch* zu schliessen:

```
private static String[] readFile(String filename){
    try ( FileReader fr = new FileReader(filename);
          BufferedReader bufr = new BufferedReader(fr)) {
        ...
        line = bufr.readLine();
        ...
    } catch (IOException e){
        // do some recovery handling
    }
}
```

Resourcen werden hier geöffnet

Resourcen werden hier automatisch geschlossen