Kapitel 11: Ausnahmebehandlung

- Ausnahmen (Exceptions)
  - Signalisierung von Fehlern und unerwünschten Situationen zur Laufzeit.
  - Übersichtliche Programmstrukturierung zur Behandlung von Fehlern.
- Ansatz
  - Idee: Trennung der Abläufe von Normalfall und Ausnahmefällen.
  - Normalablauf einer Methode besteht oft nur aus wenigen Anweisungen.
  - Programmtext kann durch integrierte Behandlung von Fehlerfällen unübersichtlich werden; dadurch ist es ggf. schwierig, den regulären Ablauf nachzuvollziehen.
  - Ausnahmen automatisieren zum Teil die Fehlerbehandlung, die sonst oft unterlassen wird (z.B. aus Zeitknappheit).

Laufzeitfehler

- Auftreten unerwünschter Fälle
  - Arithmetische Fehler: Division durch Null, Wurzel aus negativer Zahl, etc.
  - Überschreiten der Indexgrenzen bei Zugriffen auf Arrays.
  - Zugriff auf eine undefinierte Objektreferenz, z.B. p.toString() für p == null
  - Erreichen der physischen Beschränkung des Hauptspeichers.
  - Fehler beim Öffnen, Lesen und Schreiben von Dateien.
- Gebräuchliche Reaktionen auf Laufzeitfehler

– Weiterarbeiten auf fehlerhaften Zuständen	völlig inakzeptabel.
– abrupter Abbruch des Programmes	meist ohne Information.
– Rückgabe von Signalwerten (z.B. –1, null)	Prüfung unterbleibt oft.
– Auslösen und Behandeln von Ausnahmen	klares Konzept.

Beispiel (ohne Ausnahmebehandlung)

- Beispiel: Einlesen einer Menge von Punkten

```
static readPoints (String filename, Point3[] points) {
  java.io.FileReader fr = new java.io.FileReader (filename);
  if (fr == null) {
    System.err.println („cannot read " + filename);
    System.exit(1);
  }
  for (int i = 0; i < points.length; ++i) {
    points[i].read(in);
    if (points[i] == null) {
      System.err.println („wrong number format in " + filename);
      fr.close();
      System.exit(1);
    }
  }
  fr.close();
}
```


Ausnahmebehandlung allgemein

- Auftreten von Ausnahmen
  - Ausnahmen werden an Fehlerstellen ausgelöst.
  - Ausnahme werden dann an (höher liegenden) Auffangstellen behandelt.
- Ausnahmebehandlung in Methoden
  - Auffangen und unmittelbar behandeln: **try** – **catch**
  - Nicht behandeln, sondern in der Aufrufhierarchie nach oben weiterreichen: **throws**
  - Automatische Standardbehandlung bestimmter Laufzeitfehler: Ausgabe einer Beschreibung der Ausnahme, dann Programmabbruch.

Auffangen von Ausnahmen (**try** – **catch**)

Blockstruktur

```
try {                              // Normalablauf, in dem Ausnahmen
   …                               //    auftreten können.
} catch (ExceptionType1 e) {       // Behandlung von ExceptionType1
   …
} catch (ExceptionType2 e) {       // Behandlung von ExceptionType2
   …
} finally {                        // optional; wird immer ausgeführt
   …                               //    (unabhängig von Ausnahmen)
}
```


Aufbau von **try** – **catch** – **finally**

- **try**-Block
  - Wird im try-Block eine Ausnahme ausgelöst, so wird geprüft, welcher der catch-Blöcke diese Ausnahme behandeln kann.
  - Gibt es für eine bestimmte Ausnahme keinen geeigneten catch-Block, so wird diese Ausnahme an den Aufrufer der Methode weitergereicht.
- **catch**-Blöcke (einer oder mehrere)
  - beginnen mit der Deklaration des jeweils behandelten Ausnahmetyps.
  - Ausnahmen bilden in Java eine Vererbungshierarchie ein catch-Block behandelt gleichzeitig alle abgeleiteten Ausnahmen (Bsp. *IOException*).
- **finally**-Block (optional)
  - wird immer ausgeführt, unabhängig vom Auftreten einer Ausnahme.
  - Typische Aufgaben: Zurückgabe von Betriebsmitteln, Schließen von Dateien und Kommunikationskanälen.

Beispiel (mit Ausnahmebehandlung)

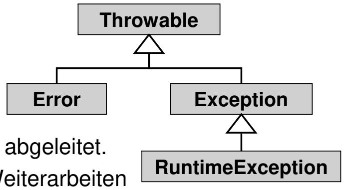
```
static void readPoints (String filename, Point3[] points) {
 java.io.FileReader fr;
 try {
  fr = new java.io.FileReader (filename);
  for (int i=0; i<points.length; ++i)
   points[i] = fr.read(in);
 } catch (NumberFormatException e) {
  System.err.println ("Wrong number format in " + filename);
  System.exit (1);
 } catch (java.io.IOException e) {
  System.err.println ("Cannot read " + filename);
  System.exit (1);
 } finally {
  fr.close();
 }
}
```


Weiterreichen von Ausnahmen (**throws**)

- Motivation
  - Bisher: Methoden behandeln Ausnahmen selbst (**try** – **catch**).
  - Bsp: erneuter Dateizugriff, Meldung an Benutzer, Programmabbruch.
  - Neu: Falls in einer Methode nicht klar ist, wie eine Ausnahme behandelt werden soll, kann die Ausnahme an die aufrufende Methode weitergereicht werden.

- Schlüsselwort **throws**
  - Information für Programmierer sowie für Übersetzer, welche Ausnahmen auftreten können.
  - Deklaration im Methodenkopf durch **throws**-Klausel:
    void readPoints (…) **throws** IOException {…}
  - Aufrufende Methoden müssen dann ihrerseits mit diesen Ausnahmen umgehen, d.h. mit **catch** behandeln oder mit **throws** weiterreichen.

Ausnahmetypen in Java



- Klassenhierarchie in Java
  - Alle Ausnahmetypen sind von *Throwable* abgeleitet.
  - *Exception* zeigt Ausnahmen an, für die Weiterarbeiten sinnvoll sein kann. Bsp: CloneNotSupportedException, FileNotFoundException, …
  - *RuntimeException* für Ausnahmen, die nicht statisch geprüft werden. Bsp: ArithmeticException, ClassCastException, NullPointerException, IndexOutOfBoundsException, …
  - *Error* umfasst Fehler, von denen sich ein Programm nicht erholen kann. Bsp: OutOfMemoryError, StackOverflowError, InternalError, …
- Klassifikation zur statischen Prüfung
  - *unchecked exceptions*: keine statische Prüfung (*Error*, *RuntimeException*).
  - *checked exceptions*: Prüfung, ob Behandlung stimmt (alle anderen).

Allgemeine Ausnahmebehandlung

- Allgemeine Konstruktion

```
try {
  ...
} catch (Exception e) {
  System.err.println (e.getMessage());
  e.printStackTrace();
  System.exit(1);
}
```

- Verwendete Methoden der Klasse Throwable

  String *getMessage*()

  gibt eine erklärende Nachricht zur Ausnahme aus.

  void *printStackTrace*()

  gibt aktuellen Zustand des Methodenaufrufkellers aus.

Definition eigener Ausnahmetypen

- Vorgehensweise
  - Definition durch Erweiterung vorhandener Ausnahmetypen.
  - Möglichst nur „checked exceptions" einführen (= mit statischer Prüfung).

```
class MyException extends Exception { }
class MyMessageException extends Exception {
  MyMessageException (String msg) {super(msg);}
}
```

- Auslösen eigener oder vordefinierter Ausnahmen mit **throw**

```
if (/*error occurred*/) throw new MyException();
if (/*special error*/) throw new MyMessageException ("special "+...);
if (/*another error*/) throw new Exception ("particular error message");
```


Wann benutzt man Ausnahmen?

- Klassifikation von Systemverhalten

	Unerwartet	*Erwartet*
Erwünscht (Normalfall)	„Wunder"	regulärer Ablauf
Unerwünscht (Ausnahmefall)	„Katastrophe"	Benutzer-/Systemfehler

- Entwurfsrichtlinien
  - Keine Rückgabe regulärer Ergebnisse durch Ausnahmen:
    class SuccessMessage **extends** Exception { } // schlecht
  - Systemfehler sind immer Ausnahmesituationen.
  - Benutzereingaben können immer fehlerhaft sein.
    Bsp. Tippfehler, Verständnisfehler, Bösartigkeit, …
    Behandlung als Normalfall oder als Ausnahmefall möglich.