Einführung in die Programmierung für NF

Fehler und Ausnahmen

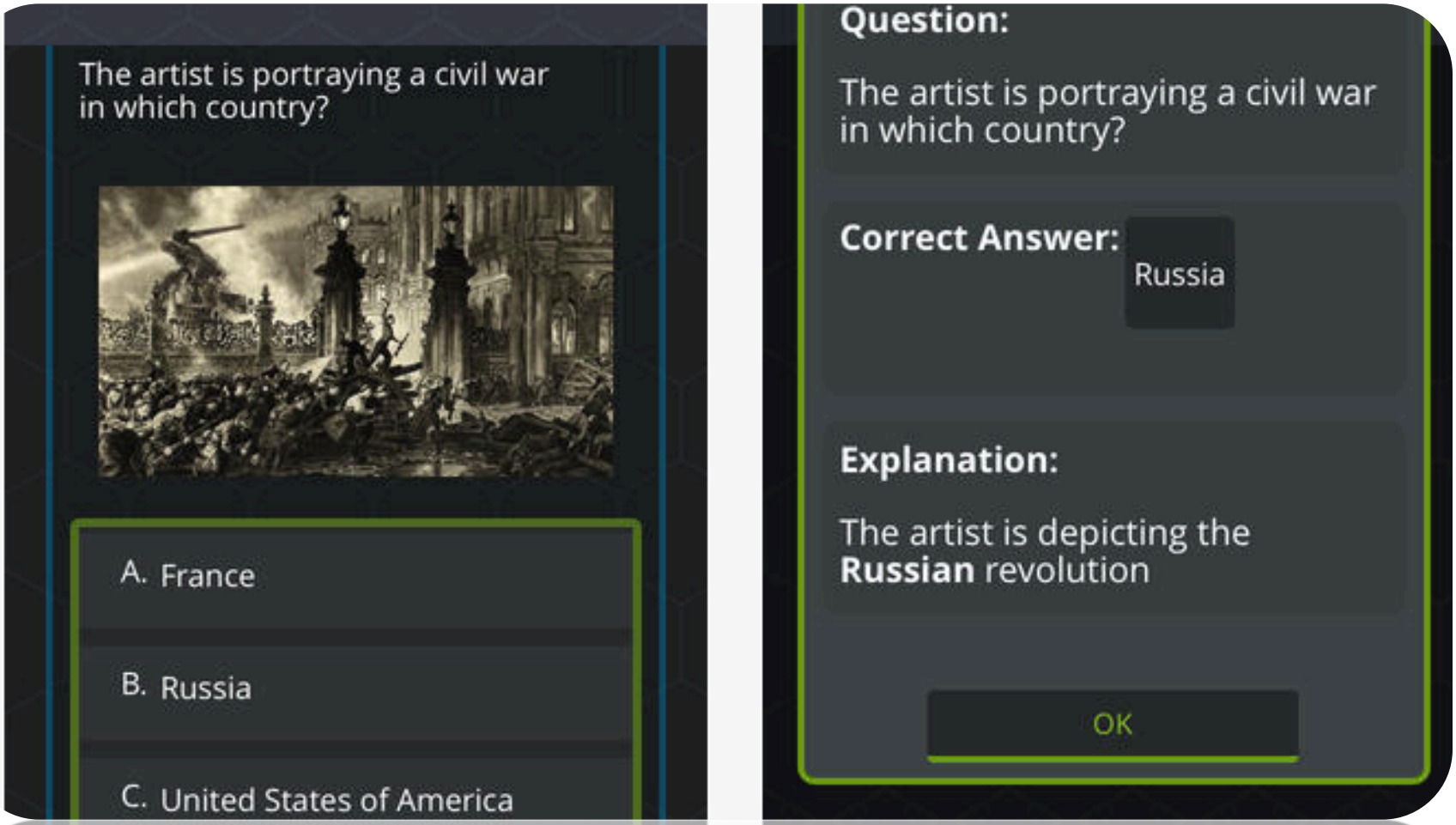
Valerie Holmeier
Michael Kirsch

Direct Feedback

- Eure Mitarbeit ist mir wichtig
- Quiz nach den jeweiligen Abschnitten
- Jeder kann mitmachen

- App „**socrative**“ auf Smartphone installieren
- Website **http://b.socrative.com/login/student/**
- Raumname: **EIPNF** oder **eipnf**

Socrative


The artist is portraying a civil war in which country?
A. France
B. Russia
C. United States of America
Question:
The artist is portraying a civil war in which country?
Correct Answer:
Russia
Explanation:
The artist is depicting the Russian revolution
OK

Ziele

- Fehlerquellen in Programmen und bei der Programmausführung verstehen
- Das Java-Konzept der Ausnahmen als Objekte kennenlernen
- Ausnahmen auslösen können
- Ausnahmen behandeln können

ROBUSTE PROGRAMME

Robuste Programme

- Wir beschäftigen uns hier nicht damit, wie man logische Fehler in einem Programm finden kann.
- Wir konzentrieren uns hier auf das Erkennen, Vermeiden und Behandeln von Ausnahmesituationen, die zu Laufzeitfehlern führen können.
- Unser Ziel ist es robuste Programme zu schreiben.

Definition:

Ein Programm heißt **robust**, falls es auch beim Auftreten von Fehlern sinnvoll reagiert.

Robuste Programme

- Einführung von zusätzlicher Fallunterscheidung und Fehlermeldung

```
int x = Eingabe.intEinlesen("Geben Sie eine Zahl ein:");
if(x<0){
    System.out.println("Falscher Eingabewert");
else{
    int y = Eingabe.intEinlesen("Geben Sie noch eine Zahl ein");
    while(x>0)...
```

meidet Fehler durch Seiteneffekt

Robuste Programme

- Besser: Kontrolliertes Auslösen von Ausnahmen

```
int x = Eingabe.intEinlesen("Geben Sie eine Zahl ein:");
if(!x>0) throw new IllegalArgumentException("NegativerEingabewert");
int y = Eingabe.intEinlesen("Geben Sie noch eine Zahl ein");
while(x!=0)...
```

Löst bei negativem x eine Ausnahme aus („aprupte“ Teminierung! – nicht robust)

```
Exception thread "main“
java.lang.IllegalArgumentExceptionError: Negativer
Eingabewert
```

Quiz I

- Ein Programm ist robust, wenn...?

a) es keine Fehler enthält
b) möglicherweise auftretende Fehler speziell behandelt werden
c) es aus mindestens zehn Klassen besteht
d) es mehrfach ohne Fehler „gelaufen“ ist

Quiz I

- Ein Programm ist robust, wenn...?

a) es keine Fehler enthält
b) möglicherweise auftretende Fehler speziell behandelt werden
c) es aus mindestens zehn Klassen besteht
d) es mehrfach ohne Fehler „gelaufen“ ist

FEHLER

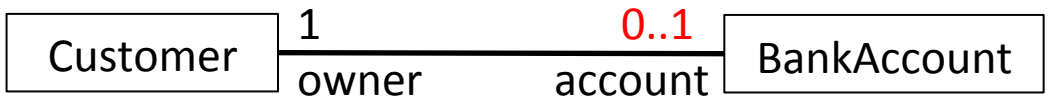
Fehlerarten

Ein Programm kann aus vielerlei Gründen fehlerhaft sein. Man unterscheidet u.a.:

- **Entwurfsfehler**: Der Entwurf entspricht nicht den Anforderungen
- **Programmierfehler**: Das Programm erfüllt nicht die Spezifikation

Beispiel Entwurfsfehler:

- Anforderung: ...Ein Kunde kann mehrere Bankkonten besitzen...
- Fehlerhafter Entwurf:



Fehlerarten

Programmierfehler können auch unterschiedlicher Art sein:

- **Syntaxfehler**: Die kontextfreie Syntax des Programms ist nicht korrekt

  Beispiel: while(x >= 0)
- **Typfehler**: Ein Ausdruck oder eine Anweisung des Programms hat einen falschen Typ

  Beispiel: while(x > true)
- **Ein/Ausgabefehler**: z.B. wenn eine Klassendatei nicht gefunden wird
- **Logischer Fehler**: Das Programm erfüllt nicht die (Entwurfs-) Spezifikation

  Beispiel: Falsche Implementierung einer Sortierfunktion

Fehler- und Ausnahmenklassen in Java

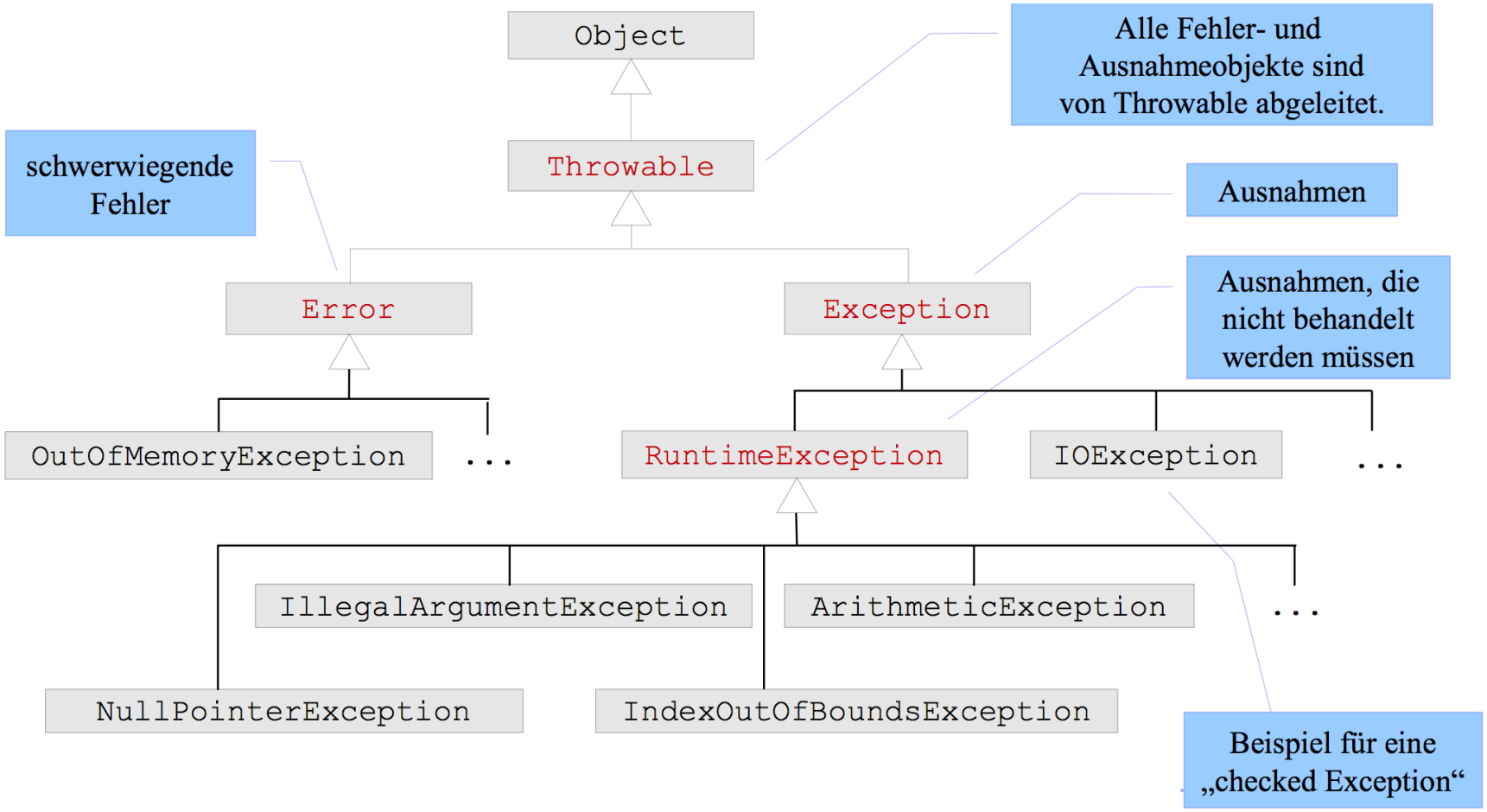
In Java unterscheidet man zwischen Fehlern und Ausnahmen, die beide durch **Objekte** repräsentiert werden.

- Fehler sind Instanzen der Klasse `Error`
- Ausnahmen sind Instanzen der Klasse `Exception`

Fehler deuten auf schwerwiegende Probleme der Umgebung hin und können nicht sinnvoll behandelt werden, z.B. OutOfMemoryException

Ausnahmen können vom Programmierer im Programm durch Ausnahmebehandlungen abgefangen werden

Vererbungshierarchie der Fehlerklassen



Die Klasse Throwable

- Ausnahme-und Fehler-Objekte enthalten Informationen über Ursprung und Ursache des Fehlers.
- Die Klasse `Throwable`, von der alle Fehlerklassen abgeleitet sind, verwaltet solche Informationen, z.B.:
  - eine **Nachricht** zur Beschreibung des aufgetretenen Fehlers (`Throwable(String message)`)
  - einen **Schnappschuss** des Aufrufstacks zum Zeitpunkt der Erzeugung des Objekts
- Nützliche Methoden in Throwable:
  - String getMessage(): gibt die Fehlermeldung zurück
  - void printStackTrace(): gibt den Aufrufstack des Fehlers aus

Auslösung einer RuntimeException und Ausgabe des Aufrufstacks

```
public class Div0 {
    /** Die Methode m loest wegen der Division durch 0 eine
     *  ArithmeticException aus: */
    public static void m() {
        intd = 0;
        inta = 42 / d;
        System.out.println("d= „+ d);
        System.out.println("a= „+ a);
    }
    public static void main(String args[]) {
        this.m();
    }
}
```

Java-Ausgabe mit Aufrufstack:

Exceptionin thread "main" java.lang.ArithmeticException: / by zero
atDiv0.m(Div0.java:6)
atDiv0.main(Div0.java:11)

Der Aufrufstack enthält die Folge der Methodenaufrufe, die zum Fehler geführt haben

Quiz II

- Welche Fehlerart zählt **nicht** zur Gruppe der Programmierfehler?

a) Typfehler
b) Syntaxfehler
c) Logische Fehler
d) Rechtschreibfehler

Quiz II

- Welche Fehlerart zählt **nicht** zur Gruppe der Programmierfehler?

a) Typfehler
b) Syntaxfehler
c) Logische Fehler
d) Rechtschreibfehler

Quiz III

- Welche der folgenden Aussagen trifft auf den „Aufrufstack“ zu?

a) Die verursachende Exception steht in der ersten Zeile
b) Die verursachende Exception steht in der letzten Zeile
c) Zeigt alle Objekte, die im Heap „liegen“
d) Kann mittels showMyStackTrace() angezeigt werden

Quiz III

- Welche der folgenden Aussagen trifft auf den „Aufrufstack“ zu?

a) Die verursachende Exception steht in der ersten Zeile
b) Die verursachende Exception steht in der letzten Zeile
c) Zeigt alle Objekte, die im Heap „liegen“
d) Kann mittels showMyStackTrace() angezeigt werden

Quiz IV

- Eine NullPointerException tritt auf, ...

a) wenn auf ein Objekt zugegriffen wird, welches den Wert *null* hat
b) wenn einer Variablen der Wert *null* zugewiesen wird
c) wenn einem int der Wert *null* zugewiesen wird
d) Tritt nur in Verbindung mit MVC auf

Quiz IV

- Eine NullPointerException tritt auf, ...

a) wenn auf ein Objekt zugegriffen wird, welches den Wert *null* hat
b) wenn einer Variablen der Wert *null* zugewiesen wird
c) wenn einem int der Wert *null* zugewiesen wird
d) Tritt nur in Verbindung mit MVC auf

AUSNAHMEN

Kontrolliertes Auslösen von Ausnahmen

- Mittels der `throw`-Anweisung kann man eine Ausnahme auslösen.
- **Syntax**: `throw exp;`
- Der Ausdruck exp muss eine Instanz einer von Throwable abgeleiteten Klasse (d.h. eine Ausnahme oder ein Fehlerobjekt) bezeichnen.
- **Beispiel**: `throw new IllegalArgumentException("...");`

- Die Ausführung einer `throw`-Anweisung stoppt den Kontrollfluss der Methode und löst die von `exp` definierte Ausnahme aus. Die nachfolgenden Anweisungen im Rumpf der Methode werden nicht mehr ausgeführt (wie bei `return`).

- Es kommt zu einem Abbruch des Programms, wenn die Ausnahme nicht in einer übergeordneten Methode abgefangen und behandelt wird.

Geprüfte Ausnahmen (Checked Exceptions)

- Geprüfte Ausnahmen sind in Java alle Instanzen der Klasse `Exception`, die nicht Objekte der Klasse `RuntimeException` sind.
- Gibt es in einem Methodenrumpf eine `throw`-Anweisung mit einer geprüften Ausnahme, dann **muss** das im Methodenkopf mit `throws` explizit deklariert werden.
- Geprüfte Ausnahmen **müssen** vom Aufrufer der Methode entweder behandelt werden oder wieder im Methodenkopf deklariert werden.

- Beispiele:

```
import java.io.IOException;
...
public void m() throws IOException{
    if(...) {
        throw new IOException();
    }
}
public void n() throws IOException{
    this.m();
}
```

Man muss deklarieren, dass in dieser Methode die Ausnahme `IOException` auftreten kann.

Da die `IOException`, die beim Aufruf von `m()` auftreten kann, hier nicht behandelt wird, muss die Methode selbst wieder eine `throws`-Klausel deklarieren.

Ungeprüfte Ausnahmen

- Ungeprüfte Ausnahmen sind genau die Instanzen von `RuntimeException`.
- Beispiele: `ArithmeticException`, `NullPointerException`,…
- Ungeprüfte Ausnahmen müssen nicht im Methodenkopf explizit deklariert werden (sie können es aber).
- Ungeprüfte Ausnahmen müssen nicht behandelt werden (sie können es aber).

Benutzerdefinierte Ausnahmeklassen

Mittels Vererbung kann man eigene Ausnahmeklassen definieren.

Beispiel:

- Klassen BankKonto und SparKonto. Es soll nicht möglich sein, ein SparKonto zu überziehen.
- Wir definieren dazu eine (checked) Exception, die beim Versuch das SparKonto zu überziehen, geworfen werden soll:

```
public class KontoUngedecktException extends Exception{
    private double abhebung;

    public KontoUngedecktException(String msg, double abhebung) {
        super(msg);     // Konstruktor von Exception nimmt Nachricht
        this.abhebung = abhebung;
    }

    public double getAbhebung() {
        return abhebung;
    }
}
```

Auslösen einer benutzerdefinierten Ausnahme

```
public class BankKonto{
    ...
    public void abheben(double x) throws KontoUngedecktException{
        kontoStand = kontoStand-x;
    }
}

public class SparKonto extends BankKonto{
    ...
    public void abheben(double x) throws KontoUngedecktException{
        if(getKontoStand() < x) {
            throw new KontoUngedecktException("Sparkonten dürfen nicht
            überzogen werden.", x);
        }
        super.abheben(x);
    }
}
```

Behandlung von Ausnahmen

Ausnahmebehandlung geschieht in Java mit Hilfe der `try`-Anweisung. Damit können Ausnahmen **abgefangen** werden.

```
try{
     // Block fuer „normalen“ Code
}
catch(Exception1 e) {
     // Ausnahmebehandlung fuer Ausnahmen vom Typ Exception1
}
catch(Exception2 e) {
     // Ausnahmebehandlung fuer Ausnahmen vom Typ Exception2
}
```

- Zunächst wird der `try`-Block normal ausgeführt.
- Tritt im `try`-Block keine Ausnahmesituation auf, so werden die beiden Blöcke zur Ausnahmebehandlung ignoriert.
- Tritt im `try`-Block eine Ausnahmesituation auf, so wird die Berechnung dieses Blocks abgebrochen.
  - Ist die Ausnahme vom Typ `Exception1` oder `Exception2`, so wird der Block nach dem jeweiligen catch ausgeführt.
  - Ansonsten ist die Ausnahme unbehandelt.

Behandlung von Ausnahmen: Beispiel Konto

```
public static void main(String[] args) {

     SparKonto konto = new SparKonto(5, 1);  // 5 Euro, 1% Zinsen

     String einleseBetrag = JOptionPane.showInputDialog(„Betrag zum Abheben?");
     double betrag = Double.parseDouble( einleseBetrag);

     try{
          konto.abheben(betrag);
     }
     catch(KontoUngedecktException e) {
          System.out.println(e.getMessage());
          System.out.println(„Der Abhebungsbetrag " + e.getAbhebung() +" war zu hoch.");
     }
}
```

Behandlung von Ausnahmen: finally

Manchmal möchte man nach der Ausführungs eines try-Blocks bestimmte Anweisungen ausführen, egal ob eine Ausnahme aufgetreten ist.

- Beispiel: Schließen einer im try-Block geöffneten Datei.
- Das kann man mit einem finally-Block erreichen, der in jedem Fall nach dem try-Block und der Ausnahmebehandlung ausgeführt wird.

```
try{
     // Block fuer „normalen“ Code
}
catch(Exception1 e) {
     // Ausnahmebehandlung fuer Ausnahmen vom Typ Exception1
}
catch(Exception2 e) {
     // Ausnahmebehandlung fuer Ausnahmen vom Typ Exception2
}
finally{
     // Code, der in jedem Fall nach normalem Ende und nach
     // Ausnahmebehandlung ausgefuehrt werden soll.
}
```

Beispiel für finally

Ablauf in einem Geldautomaten:

```
public static void main(String[] args) {

     SparKonto konto = new SparKonto(5, 1);       // 5 Euro, 1% Zinsen

     String einleseBetrag = JOptionPane.showInputDialog("Betrag zum Abheben?");
     double betrag = Double.parseDouble(einleseBetrag);

     try{
          konto.abheben(betrag);
     }
     catch(KontoUngedecktException e) {
          System.out.println(e.getMessage());
          System.out.println("Der Abhebungsbetrag “ + e.getAbhebung() +" war zu hoch. ");
     }
     finally{
          System.out.println("Bitte entnehmen Sie ihre Karte.“);
     }
}
```

Quiz V

- Nach jedem *try*...

a) muss mindestens ein *catch* folgen
b) muss mindestens ein *catch* und ein finally folgen
c) dürfen maximal drei catch-Blöcke folgen
d) kann ein *catch* auch weggelassen werden

Quiz V

- Nach jedem *try*...

a) muss mindestens ein *catch* folgen
b) muss mindestens ein *catch* und ein finally folgen
c) dürfen maximal drei catch-Blöcke folgen
d) kann ein *catch* auch weggelassen werden

Quiz VI

- Was ist der Unterschied zwischen final, finally und finalize?

Quiz VI

- Was ist der Unterschied zwischen final, finally und finalize?

- *final*
  Variablen, die mit final deklarierten wurden, können nur einmal initialisiert werden und behalten den Wert bei

Quiz VI

- Was ist der Unterschied zwischen final, finally und finalize?

- *finally*
  Dieser Codeblock wird beim „Exception-Handling“ in jedem Fall durchlaufen, wenn es einen try-Block gibt. Finally ist optional.

Quiz VI

- Was ist der Unterschied zwischen final, finally und finalize?

- *finalize*
  Wird von Garbage-Collector aufgerufen, wenn ein Objekt zerstört wird und ist somit das Gegenstück zum Konstruktor und wird demnach auch manchmal als Desktruktor bezeichnet.

Zusammenfassung

- Ausnahmen werden in Java durch Objekte dargestellt.
- Methoden können Ausnahmen auslösen implizit durch einen Laufzeitfehler oderexplizit mit `throw` und damit „abrupt“ terminieren.
- Ausnahmen können mit `catch` behandelt werden, so dass sie nicht zu einem Abbruch des Programms führen.
- Wir unterscheiden geprüfte und ungeprüfte Ausnahmen.
- Geprüfte Ausnahmen müssen abgefangen werden oder im Kopf der Methode wiederum deklariert werden.
- In jedem Fall ist es am Besten Ausnahmen zu vermeiden.
- Defensive Programme sehen auch für vermeidbare Ausnahmesituationen das Werfen von Ausnahmen vor (was dann hoffentlich nie nötig ist).

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit