Praktikum SW2

Reflection

Reflection

Laufzeittypinformationen

Objekterzeugung und Methodenaufrufe über Reflection

Annotations

Dynamic Proxy

Service Loader

Reflection

Programmatischer Zugriff auf Typinformationen

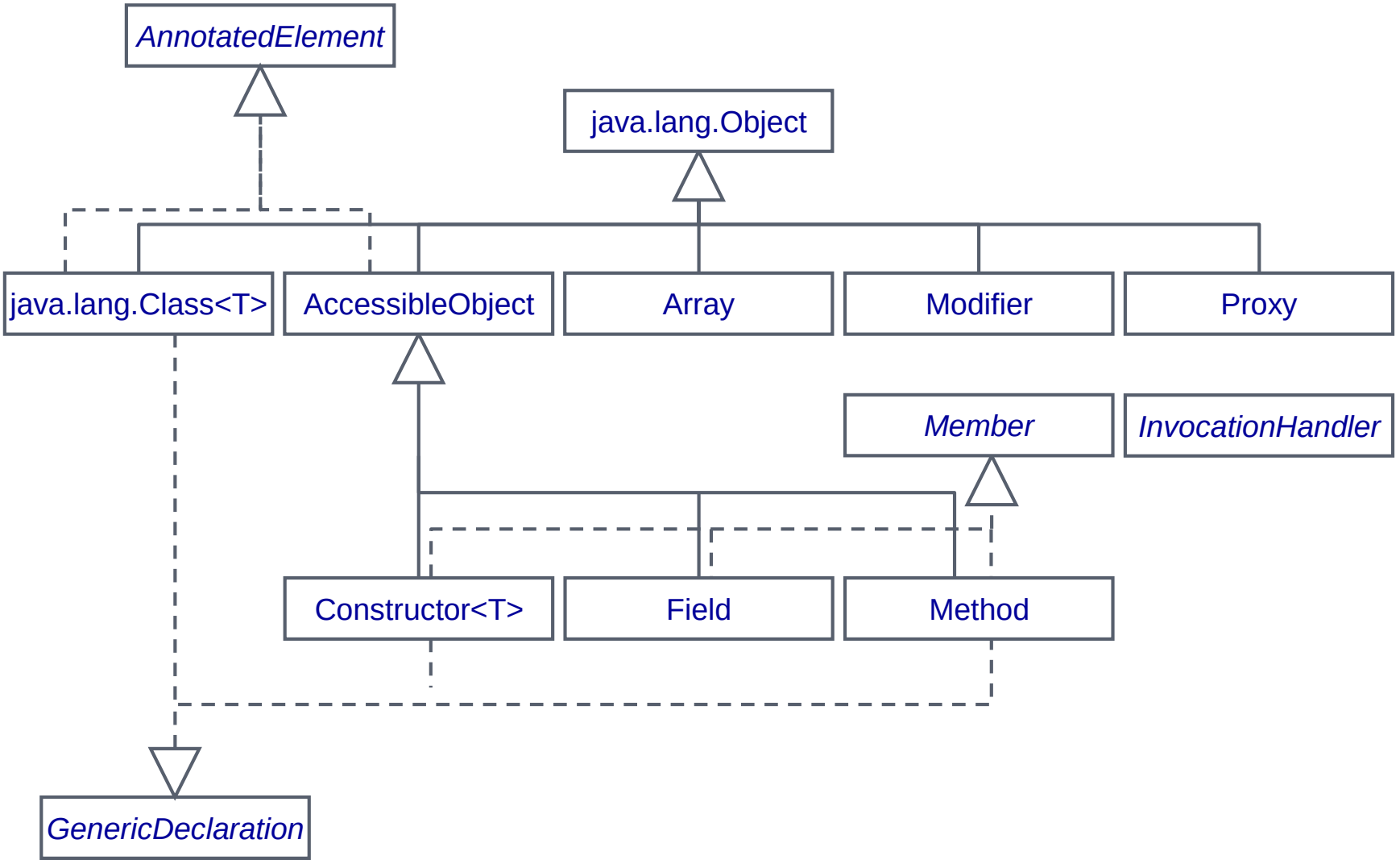
- über Klassen, Konstruktoren, Methoden und Felder
- zur Laufzeit
- man kann auf alle Deklarationen zugreifen, nicht aber auf den ausführbaren Code

Mechanismus

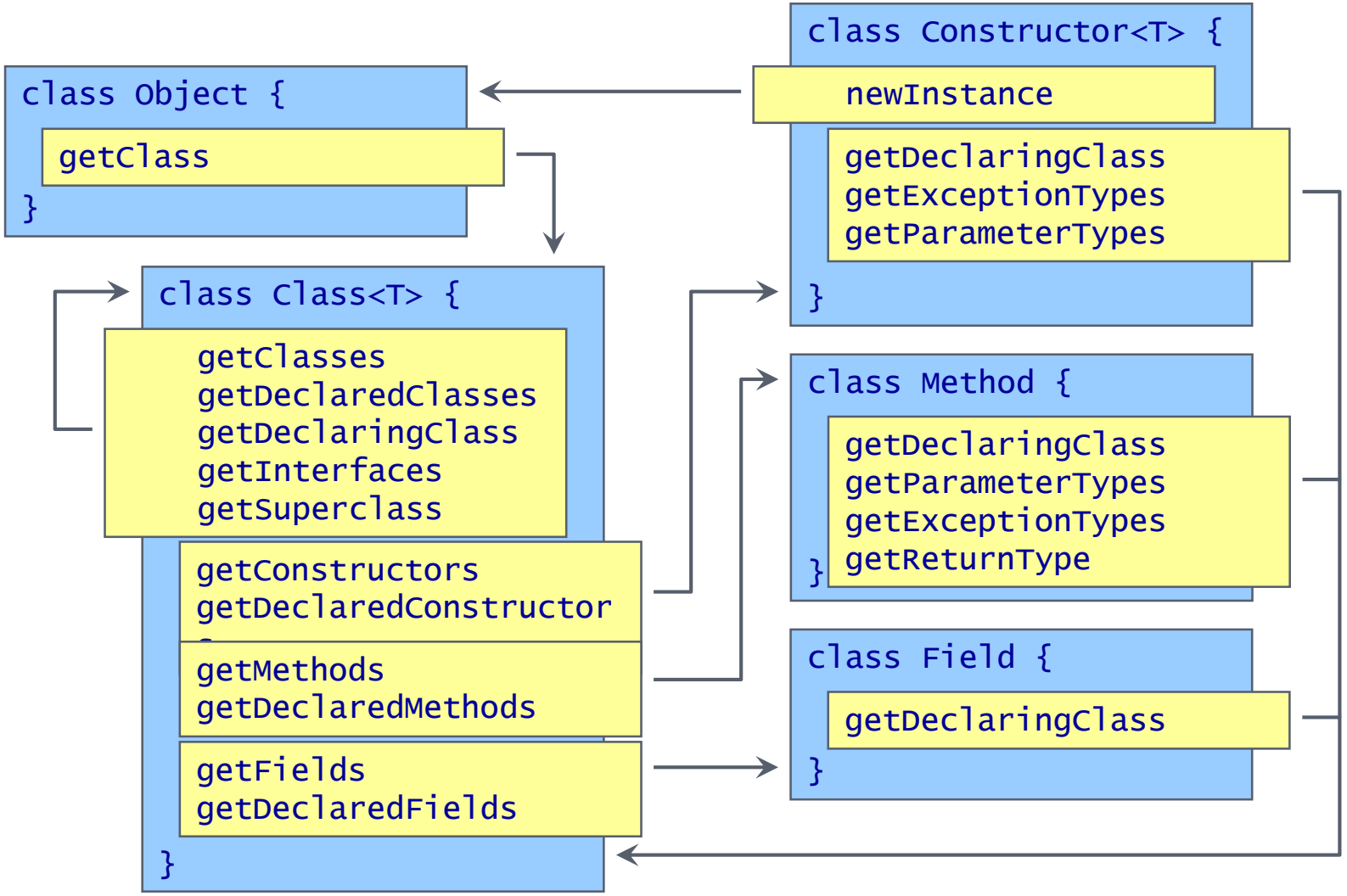
- Untersuchen von Objekten
- Erzeugen neuer Instanzen
- Aufruf von Methoden
- Lesen und Schreiben von Feldern
- Arbeiten mit Annotationen

Paket java.lang.reflect

Reflection Klassenhierarchie



Reflection Zugriffe



Unterschied bei Zugriffen auf Members:

get*xxx*	… nur public, aber auch die geerbten
getDeclaredxxx	… alle in dieser Klasse deklarierten

Klasse Class<T>

JVM erzeugt für jede Klasse ein eindeutiges Objekt vom Typ Class<T>

Typparameter T ist wiederum der Typ des Objekts, d.h.

- Class-Objekt zur Klasse Person ist vom Typ Class<Person>
- Class-Objekt zur Klasse String ist vom Typ Class<String>

```
Class<Person> personClass = Person.class;
```

Zugriff auf Class-Objekt

- mit class (siehe oben)
- mit obj.getClass()

Beachte: Generischer Typ nicht bekannt

```
Class<?> personClass = person1.getClass();
```

aber Typcast möglich

```
Class<Person> personClass = (Class<Person>)person1.getClass();
```

- mit Class.forName mit String des vollqualifizierten Namens

```
Class<?> stringClass =
       Class.forName("java.lang.String");
```

Vordefinierte Typen

Für die primitiven Datentypen sind Class-Objekte als Konstante definiert

- byte Byte.TYPE
- short Short.TYPE
- int Integer.TYPE
- long Long.TYPE
- char Character.TYPE
- boolean Boolean.TYPE
- float Float.TYPE
- double Double.TYPE
- void Void.TYPE

Anwendung z.B.

```
if (method.getReturnType()) == Integer.TYPE) {
    int ret = ((Integer) method.invoke(obj, new Object[0]))).intValue();
}
```

Zugriff auf Members (1/3)

```
Field[] getFields()
Field getField(String name)
```

Felder

- Objekte der Klasse java.lang.reflect.Field repräsentieren Felder
- Informationen über Sichtbarkeit und Typ
- Lesen und Schreiben des Feldes für spezifiziertes Objekt

```
Person person1 = new Person();
Class<Person> personClass = Person.class;
try {
    Field nameField = personClass.getField("name");
    Field yearField = personClass.getField("year");
    System.out.println("Typ des Feldes " +
                       nameField.getName() + " ist " +
                       nameField.getType().toString());
    System.out.println("Typ des Feldes " +
                       yearField.getName() + " ist " +
                       yearField.getType().toString());
    nameField.set(person1, "Hans");
    yearField.setInt(person1, 1972);
    String name = (String)nameField.get(person1);
    int year = yearField.getInt(person1);
} catch (IllegalAccessException e) { …
} catch (SecurityException e) { …
} catch (NoSuchFieldException e) { …
}
```

Typ des Feldes name ist class java.lang.String

Typ des Feldes year ist int

Ausnahmen können auftreten !

Zugriff auf Members (2/3)

Konstruktor

- Objekte vom Typ Constructor<T> mit T ist Typ der Instanzen
- Informationen über Modifizierer
- erlaubt Erzeugen neuer Instanzen

```
Constructor<T>[] getConstructors()
Constructor<T> getConstructor(Class<T>... paramTypes)
```

```
Class<Person> personClass = Person.class;
try {
    Constructor<Person> personConst1 =
            personClass.getConstructor();
    person1 = personConst1.newInstance();

    Constructor<Person> personConst2 =
            personClass.getConstructor(String.class, Integer.TYPE);
    person2 = personConst2.newInstance("Hans", 1972);

} catch (SecurityException e1) { …
} catch (NoSuchMethodException e1) { …
} catch (IllegalArgumentException e) { …
} catch (InstantiationException e) { …
} catch (IllegalAccessException e) { …
} catch (InvocationTargetException e) { …}
```

```
public class Person {
   public Person() {
   }
   public Person(String name, int year) {
      this.name = name;
      this.year = year;
   }
   ...
```

Ausnahmen!

Zugriff auf Members (3/3)

Methoden

- Objekte vom Typ Method
- Parametertypen, Ergebnistyp, Ausnahmetypen
- Informationen über Modifizierer
- Aufruf auf spezifiziertem Objekt (wenn erlaubt)

```
Method[] getMethods()
Method getMethod(String name, Class<T>... paramTypes)
```

```
try {
    Method setYearMethod =
        personClass.getMethod("setYear", Integer.TYPE);
    setYearMethod.invoke(person1, 1974);

    Method getAgeMethod = personClass.getMethod("getAge");
    System.out.println(getAgeMethod.invoke(person1));

} catch (SecurityException e1) {
} catch (NoSuchMethodException e1) {
} catch (IllegalArgumentException e) {
} catch (IllegalAccessException e) {
} catch (InvocationTargetException e) {
}
```

```
public class Person {
   public void setYear(int year) {...}
   ...
```

Beispiel: Ausgabe der Klassendefinition (1/5)

Es werden alle Deklarationen (Klasse, Felder, Konstruktoren, Methoden, innere Klassen) ausgegeben

```
public static void printClass(Class<?> clazz) {
```

```
// Beispielausgabe für java.util.LinkedList
```

Ausgabe der Package-Deklaration

```
   // package
   if (clazz.getDeclaringClass() == null) { // no package for inner classes
      System.out.println("package " + clazz.getPackage().getName() + ";");
   }
```

```
package java.util;
```

Ausgabe Class- oder Interface-Deklaration

```
   int modifiers = clazz.getModifiers();
   if (! clazz.isInterface()) {
      System.out.println(Modifier.toString(modifiers) + " class " +
         clazz.getName() + " extends " + clazz.getSuperclass().getName());
   } else {
      System.out.println(Modifier.toString(modifiers) + " interface " +
         clazz.getName());
   }
```

```
public class java.util.LinkedList extends java.util.AbstractSequentialList
```

Beispiel: Ausgabe der Klassendefinition (2/5)

Ausgabe der implementierten oder erweiterten Interfaces

```
StringBuffer line = new StringBuffer();
Class<?>[] interfaces = clazz.getInterfaces();
if (interfaces.length != 0) {
    StringBuffer line = new StringBuffer();
    if (! clazz.isInterface()) {
        line.append("    implements ");
    } else {
        line.append("    extends ");
    }
    for (int i = 0; i < interfaces.length; i++) {
        line.append(interfaces[i].getName());
        if (i < interfaces.length-1) {
            line.append(", ");
        }  else {
            line.append(" {");
        }
    }
    System.out.println(line);
}
```

```
    implements java.util.List, java.util.Deque, java.lang.Cloneable, java.io.Serializable {
```

Beispiel: Ausgabe der Klassendefinition (3/5)

Ausgabe der statischen Felder

```
Field[] fields = clazz.getDeclaredFields();
for (i = 0; i < fields.length; i++) {
   if (Modifier.isStatic(fields[i].getModifiers())) {
      printField(fields[i]);
   }
}
```

```
private static final long serialVersionUID;
```

und nicht-statischen Felder

```
for (i = 0; i < fields.length; i++) {
   if (! Modifier.isStatic(fields[i].getModifiers())) {
      printField(fields[i]);
   }
}
```

```
private transient java.util.LinkedList$Entry header;
private transient int size;
```

```
private static void printField(Field field) {
   System.out.println("  " + Modifier.toString(field.getModifiers()) +
      " " + field.getType().getName() + " " + field.getName() + ";");
}
```

Beispiel: Ausgabe der Klassendefinition (4/5)

Ausgabe der Konstruktoren

```
Constructor<?>[] constructors = clazz.getDeclaredConstructors();
for (i = 0; i < constructors.length; i++) {
    printConstructor(constructors[i]);
}
```

```
public java.util.LinkedList();
public java.util.LinkedList(java.util.Collection);
```

```
private static void printConstructor(Constructor<?> c) {
    System.out.println("  " + Modifier.toString(c.getModifiers()) + " " +
        c.getName()+ constructParamsList(c.getParameterTypes()) + ";");
}
```

```
private static String constructParamsList(Class<?>[] paramTypes) {
    StringBuffer paramsString = new StringBuffer();
    paramsString.append("(");
    for (int i = 0; i < paramTypes.length; i++) {
        paramsString.append(paramTypes[i].getName());
        if (i < paramTypes.length-1) {
            paramsString.append(", ");
        }
    }
    paramsString.append(")");
    return paramsString.toString();
}
```

Beispiel: Ausgabe der Klassendefinition (5/5)

Ausgabe der Methoden

```
Method[] methods = clazz.getDeclaredMethods();
for (i = 0; i < methods.length; i++) {
    print(methods[i]);
}
```

```
public java.lang.Object clone();
public int indexOf(java.lang.Object);
public int lastIndexOf(java.lang.Object);
…
```

```
private static void print(Method method) {
   System.out.println("  " + Modifier.toString(method.getModifiers())+" " +
          method.getReturnType().getName() +  " " + method.getName() +
          constructParamsList(method.getParameterTypes()) + ";");
}
```

Ausgabe der inneren Klassen

```
Class<?>[] innerClasses = clazz.getDeclaredClasses();
for (i = 0; i < innerClasses.length; i++) {
    printClass(innerClasses[i]);
    System.out.println();
}
```

Reflection

Laufzeittypinformationen

Objekterzeugung und Methodenaufrufe über Reflection

Annotations

Dynamic Proxy

Service Loader

Beispiel: Methodenaufrufe über Reflection (1/3)

Folgende Anweisungen ohne Verwendung von Reflection

```
List<String> list;
list = new LinkedList<String> ();
list.add("A");
list.add("C");
list.add(1, "B");

System.out.println(list.toString());

if (list.contains("A")) {
    System.out.println("A contained in list");
}
```

```
[A, B, C]
A contained in list
```

werden im Anschluss über Reflection ausgeführt

Beispiel: Methodenaufrufe über Reflection (2/3)

Zugriff auf Klasse LinkedList und erzeugen des Objekts

```
try {
   List<String> list;
//  list = new LinkedList<String>();
   Class<?> listClass = Class.forName("java.util.LinkedList");
   list = (List) listClass.newInstance();
```

Zugriff auf Methode add(Object) und Aufrufe

```
//  list.add("A");
    Method addMethod =
        listClass.getMethod("add", Object.class);
    addMethod.invoke(list, "A");
//  list.add("C");
    addMethod.invoke(list, "C");
```

Achtung: Parametertyp Object !
➔ siehe Folie Reflection und Generizität

Zugriff auf Methode add(int, Object) und Aufruf

```
//  list.add(1, "B");
    Method addMethod2 = listClass.getMethod("add",
                                    Integer.TYPE, Object.class);
    addMethod2.invoke(list, 1, "B");
```

Beispiel: Methodenaufrufe über Reflection (3/3)

Aufruf von toString()

```
// System.out.println(list.toString());
   Method toStringMethod = listClass.getMethod("toString");
   System.out.println(toStringMethod.invoke(list));
```

Aufruf von contains(Object)

```
// if (list.contains("A")) {
//     System.out.println("A contained in list");
// }
   Method containsMethod =
    listClass.getMethod("contains", Object.class);
   Boolean aCont = (Boolean)containsMethod.invoke(list, "A");
   if (aCont.booleanValue()) {
      System.out.println("A contained in ll");
   }
} catch (NoSuchMethodException e) {…
} catch (IllegalArgumentException e) { …
} catch (IllegalAccessException e) {…
} catch (InvocationTargetException e) {…
} catch (ClassNotFoundException e) {…
} catch (InstantiationException e) {…
} catch (SecurityException e) {…
}
```

Zugriff auf nicht-public Elemente (1/3)

Man beachte:

- Mit **`getMethod`**, **`getField`**, etc. erhält man nur die public Elemente
- Mit **`getDeclaredMethod`**, **`getDeclaredField`** erhät man alle Elemente, die in Klasse definiert sind, aber nicht die geerbten

➔ Zugriff auf alle Elemente mit **`getDeclaredXY`** aber über die gesamte Klassenhierarchie

Beispiel: alle Methoden einer Klasse

```
public static Method[] getAllMethods(Class<?> clazz) {
   List<Method> allMethods = new ArrayList<>();
   Class<?> cl = clazz;
   do {
      for (Method m : cl.getDeclaredMethods()) {
        allMethods.add(m);
      }
      cl = cl.getSuperclass();
   } while (cl != Object.class);
   return allMethods.toArray(new Method[0]);
}
```

Zugriff auf nicht-public Elemente (2/3)

Kann man private Methoden aufrufen und private Felder setzen?

- Normalerweise nicht erlaubt

```
try {
   Method privateMeth = pClass.getDeclaredMethod("setAge",  Integer.TYPE);
   privateMeth.invoke(p, 100);
} catch (NoSuchMethodException | SecurityExcep
        | IllegalAccessException | IllegalArgumen
        | InvocationTargetException e) {
   e.printStackTrace();
}
```

Zugriff auf Methode okay!

invoke wirft eine java.lang.IllegalAccessException

- Aber mit Aufruf von **`setAccessible`** dann doch möglich

```
try {
   Method privateMeth = pClass.getDeclaredMethod("setAge",  Integer.TYPE);
   privateMeth.setAccessible(true);
   privateMeth.invoke(p, 100);
} catch (NoSuchMethodException | SecurityException
        | IllegalAccessException | IllegalArgumentException
        | InvocationTargetException e) {
   e.printStackTrace();
}
```

Funktioniert nun!!

```
public class Person {
   private int age;
   private void setAge(int age) {
      this.age = age;
   }
   …
}
```

- kann aber mit SecurityManager wieder unterbunden werden (siehe Kapitel Security)

Zugriff auf nicht-public Elemente (3/3)

Lesen und Setzen von privaten Feldern mit nur mit `setAccessible(true)`

Dann aber sogar Felder, die final deklariert sind

```
public class Person {
   private final int age;
   …
}
```

```
try {
   Field privateField = pClass.getDeclaredField("age");

   privateField.setAccessible(true);
   int age = privateField.getInt(p);
   privateField.set(p, age + 1);

} catch (NoSuchFieldException | SecurityException
        | IllegalArgumentException | IllegalAccessException e) {
   ...
}
```

Funktioniert!!

Reflection und Generizität (1/2)

Beachte:

- Generische Klassen gibt es im Java-Byte-Code nicht !
- Generizität nur innerhalb des Java-Source-Codes und für Java-Compiler relevant
- Reflection kennt also keine generischen Typen (kennt nur die Rohtypen)
- Dadurch können sich sonderbare Phänomene ergeben

Beispiel wie vorher:

```
try {
   LinkedList<String> list = new LinkedList<String>();
   Class< LinkedList<String>> listClass=
                  (Class<LinkedList<String>>)list.getClass();  // ok
   list = listClass.newInstance(); // ok

   Method addMethod = listClass.getMethod("add", String.class); // Exception
   addMethod.invoke(list, "A");
    ...
} catch (NoSuchMethodException e) {
   ...
```

`NoSuchMethodException`, weil in Rowtype `LinkedList` keine Methode

```
   void add(String o)
```

sondern nur Methode

```
   void add(Object o)
```

Reflection und Generizität (2/2)

Es ist zur Laufzeit bekannt, dass die Klasse generisch ist

man kann auf die Typvariablen zugreifen

```
List<String> list = new ArrayList<String>();
Class<List<String>> listClass = (Class<List<String>>)list.getClass();
TypeVariable<?> listClassTypeVar = lClass.getTypeParameters()[0];
System.out.println(listClassTypeVar.getName());
```

```
E
```

Aber nicht welchen konkreten Typ die Typvariable bei einem Objekt hat, ist nicht feststellbar

- ➔ dass bei list E == String ist, kann nicht ermittelt werden

```
listClass.getMethod("add", Object.class).toString();
```

```
public boolean java.util.ArrayList.add(java.lang.Object)
```

```
listClass.getMethod("add", Object.class).toGenericString();
```

```
public boolean java.util.ArrayList.add(E)
```

E statt String !!

Reflection

Laufzeittypinformationen

Objekterzeugung und Methodenaufrufe über Reflection

Annotations

Dynamic Proxy

Service Loader

Annotations

Mit Java 1.5 wurden Annotations eingeführt

für Annotation von Programmelementen mit beliebiger Metainformation

Annotationen

- werden als @interface definiert
- damit werden Programmelemente annotiert
- können über Reflection API ausgelesen werden

Annotations werden ähnlich wie Modifiers verwendet

Nutzung von Annotations primär bei Entwicklungswerkzeugen

Package java.lang.annotation

Annotations-Typen

Werden ähnlich einem Interface mit @interface deklariert

mit Methodendeklarationen für Eigenschaften wie folgt:

- keine Parameter
- keine throws-Klauseln
- Rückgabewerte ausschließlich
  - primitive Datentypen (keine Wrapper)
  - String
  - Class
  - Enums
  - Annotationen
  - Arrays dieser Typen
- keine Implementierung der Methoden
- default-Klausel

Annotation-Interfaces erweitern java.lang.annotation.Annotation

Beispiel:

```
@interface SampleAnnotation {
   int intProp();
   String stringProp() default "default";
}
```

Beispiel: Annotation von Methoden mit Copyright

Schreiben des Annotation-Typs mit Kodierung von Eigenschaften als Methoden

```
/** Associates a copyright notice with the annotated API element.*/
public @interface Copyright {
   String owner() default "SSW"; // Defaultwert
}
```

Verwenden des Annotation-Typs

- @-Zeichen plus Name des Annotation-Typs
- In Klammern Angabe der Eigenschaftswerte (Name/Wert-Paare)
- Werte müssen Compile-Time-Konstanten sein

```
public class UseCopyrightAnnotation {


   @Copyright(owner="Me")
   public void methodWithCopyright() {
      //...
   }
}
```

Annotation von Annotationen

Annotation-Interfaces werden selbst annotiert :

- Welche Programmelemente annotiert werden können
  ➔ @Target
- Wann die Annotation zur Verfügung stehen soll
  ➔ @RetentionPolicy
- Ob diese in die JavaDoc aufgenommen werden sollen
  ➔ @Documented
- Ob die Annotation vererbt werden soll
  ➔ @Inherited

Annotations-Typen für Annotationen (1/2)

@Target:

```
@Documented
@Retention(value = RetentionPolicy.RUNTIME)
@Target(value = ElementType.ANNOTATION_TYPE)
public @interface Target {
   public ElementType[] value;
}
```

```
public enum ElementType {
   TYPE, FIELD, METHOD, PARAMETER, CONSTRUCTOR,
   LOCAL_VARIABLE, ANNOTATION_TYPE, PACKAGE,
   TYPE_PARAMETER, TYPE_USE
}
```

@Documented:

```
@Documented
@Retention(value=RUNTIME)
@Target(ANNOTATION_TYPE)
public @interface Documented {}
```

@Inherited:

```
@Documented
@Retention(value=RUNTIME)
@Target(ANNOTATION_TYPE)
public @interface Inherited {}
```

@Repeatable

mehrer Annotationen des gleichen Typs möglich

Annotations-Typen für Annotationen (2/2)

@RetentionPolicy:

```
@Documented
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
@Target(ElementType.ANNOTATION_TYPE)
public @interface Retention {
   public abstract RetentionPolicy value
}
```

```
public enum RetentionPolicy {
   SOURCE, CLASS, RUNTIME
}
```

- SOURCE: Compiler löscht die Annotation
- CLASS: in Byte-Code eingefügt aber nicht zur Laufzeit verfügbar
- RUNTIME: zur Laufzeit vorhanden

Beispiel: Annotation von Methoden mit Copyright

Schreiben des @interface-Interfaces mit RetentionPolicy und Target

```
/**
 * Associates a copyright notice with the annotated API element.
 */
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
@Target({ElementType.TYPE, ElementType.METHOD})
public @interface Copyright {
    String owner() default "NN";
}
```

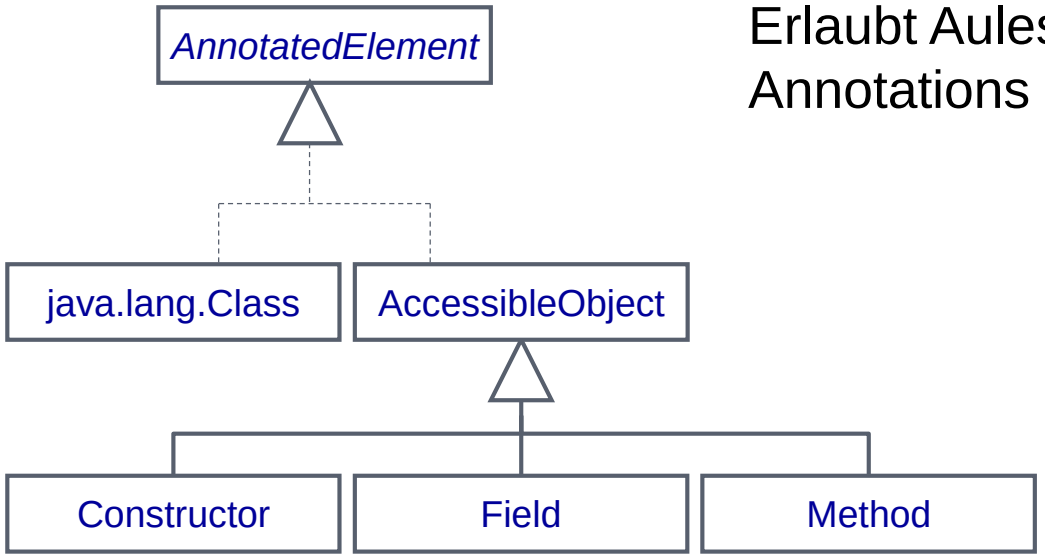
Verwenden der Annotation

```
public class UseCopyrightAnnotation {

   @Copyright(owner = "2006 SSW")
   public void methodWithCopyright() {
      //...
   }

}
```

Interface AnnotatedElement



Erlaubt Aulesen der
Annotations über Reflection API

```
interface AnnotatedElement {
    boolean isAnnotationPresent (Class<? extends Annotation> annotationType)
    <T extends Annotation> T getAnnotation(Class<T> annotationType)
    Annotation[] getAnnotations()
    Annotation[] getDeclaredAnnotations()
}
```

Beispiel: Annotation von Methoden mit Copyright

Auslesen der Annotation über Reflection-API

```
import java.lang.annotation.Annotation;
import java.lang.reflect.*;

public class ReadAnnotationInfo {

    public static void main(String[] args) {
        Class<?> clazz = UseCopyrightAnnotation.class;
        try {
            Method method = clazz.getMethod("methodWithCopyright");
            if (method.isAnnotationPresent(Copyright.class)) {
                Annotation annotation = method.getAnnotation(Copyright.class);
                Copyright copyright = (Copyright) annotation;
                System.out.println("Copyright: " + copyright.owner());
            }
        } catch (SecurityException | NoSuchMethodException e) {
            e.printStackTrace();
        }

    }
}
```

2 Spezialfälle bei Annotationen

Einzige Eigenschaft `value`:

- Gibt es nur eine Eigenschaftsmethode, so sollte diese **`value`** heißen
- Bei Verwendung kann dann der Name weggelassen werden

```
public @interface Copyright {
    String value() default “NN”;
}
```

```
   @Copyright("2006 SSW")
   public void methodWithCopyright() { …
```

Annotation ohne Methoden:

- werden als *Marker* bezeichnet
- brauchen keine Klammern

```
public @interface Test {}
```

```
…
    @Test public static void testM2() {
        testObj.m2();
    }
```

Beispiel: Testwerkzeug (1/2)

Annotation-Interface @Test

```
import java.lang.annotation.ElementType;
import java.lang.annotation.Retention;
import java.lang.annotation.RetentionPolicy;
import java.lang.annotation.Target;

@Target(ElementType.METHOD)
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
public @interface Test {}
```

Annotation von Testmethoden in Testklasse

```
public class SystemUnderTestTest {

   static SystemUnderTest testObj = new SystemUnderTest();

    @Test public static void testM1() {
          testObj.m1();
    }
    @Test public static void testM2() {
          testObj.m2();
    }
    @Test public static void testM3() {
          testObj.m3();
    }
    @Test public static void testM4() {
          testObj.m4();
    }
}
```

```
public class SystemUnderTest {

    public void m1() { //...}
    public void m2() { //...}
    public void m3() {
        throw new RuntimeException("Boom");
    }
    public void m4() {
        throw new RuntimeException("Crash");
    }
}
```

Beispiel: Testwerkzeug (2/2)

Ermitteln aller Testmethoden der Testklasse und Aufrufen der Tests

```
import java.lang.reflect.*;
public class TestTool {

   public static void main(String[] args) throws Exception {
      int passed = 0, failed = 0;
      for (Method m : Class.forName(args[0]).getMethods()) {
         if (m.isAnnotationPresent(Test.class)) {
            try {
               m.invoke(null);
               passed++;
            } catch (Throwable ex) {
               System.out.printf("Test %s failed: %s %n", m, ex.getCause());
               failed++;
            }
         }
      }
      System.out.printf("Passed: %d, Failed %d%n", passed, failed);
   }
}
```

Reflection

Laufzeittypinformationen

Objekterzeugung und Methodenaufrufe über Reflection

Annotations

Dynamic Proxy

Service Loader

Dynamic Proxy

package **java.lang.reflect**

dynamisch erzeugter Proxy implementiert Liste von Interfaces

- mit statischer Methode Proxy.newProxyInstance erzeugt

Proxy-Objekt hat gleiches Interface wie ursprüngliches Objekt, ruft aber InvocationHandler auf

```
public interface InvocationHandler {
    Object invoke(Object proxy, Method method, Object[] args)
    throws Throwable
}
```

```
public class Proxy {
    public static Object newProxyInstance(ClassLoader loader,
                                          Class<?>[] interfaces,
                                          InvocationHandler h )
                    throws IllegalArgumentException;
    public static Class<?> getProxyClass(ClassLoader loader,
                                        Class<?>... interfaces)
                    throws IllegalArgumentException
    …
}
```

Anwendung:

```
Foo f = (Foo) Proxy.newProxyInstance(
          Foo.class.getClassLoader(), new Class[] { Foo.class }, handler);
```

Beispiel Dynamic Proxy: TraceHandler (1/2)

Beispiel: TraceHandler

- TraceHandler realisiert InvocationHandler
- zuerst Trace-Ausgabe
- dann Aufruf der eigentlichen Methode mit den Argumenten

```
class TraceHandler implements InvocationHandler {
   public TraceHandler(Object t) {
      target = t;
 }

 public Object invoke(Object proxy, Method m, Object[] args) throws Throwable {
       System.out.print(target + "." + m.getName() + "(");
       if (args != null) {
          for (int i = 0; i < args.length; i++) {
            System.out.print(args[i]);
            if (i < args.length - 1)
               System.out.print(", ");
          }
       }
       System.out.println(")");
       return m.invoke(target, args);
   }

   private Object target;
}
```

Beispiel Dynamic Proxy: TraceHandler (2/2)

Test mit Proxy für Integer-Werte
mit Trace der compareTo-Methode des Comparable-Interfaces

```
public class ProxyTest {
   public static void main(String[] args) {
      Object[] elements = new Object[1000];

      // fill elements with proxies for the integers 1 ... 1000
      for (int i = 0; i < elements.length; i++) {
         Integer value = i + 1;
         Class[] interfaces = value.getClass().getInterfaces();
         InvocationHandler handler = new TraceHandler(value);
         Object proxy = Proxy.newProxyInstance(null, interfaces, handler);
         elements[i] = proxy;
      }

       Integer key = …;
      // search for the key
      int result = Arrays.binarySearch(elements, key);

      // print match if found
      if (result >= 0)
          System.out.println(elements[result]);
   }
}
```

{ Comparable.class }

```
500.compareTo(547)
750.compareTo(547)
625.compareTo(547)
562.compareTo(547)
531.compareTo(547)
546.compareTo(547)
554.compareTo(547)
550.compareTo(547)
548.compareTo(547)
547.compareTo(547)
547.toString()
547
```

Reflection

Laufzeittypinformationen

Objekterzeugung und Methodenaufrufe über Reflection

Annotations

Dynamic Proxy

Service Loader

Java Service und Service Loader

- Implementierungen zur Laufzeit anfordern
- Java Service Interface = Spezifikation des Service
- Java Service Provider = Implementierung des Service
- ServiceLoader = Mechanismus zu Auffinden und Laden der Service Provider zur Laufzeit

Vorgehen:

- Service Interface definieren
- Service Provider
  - implementieren
  - registieren: in META-INF/services/<full-qualified-servicename>
  - in Jar-Datei verpacken
- Mit ServiceLoader Provider laden

Beispiel Java Services

Service Interface definieren

```
package services;
public interface MyService {
    public void doService();
}
```

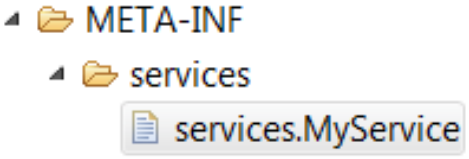
Service Provider implementieren

```
package services;
public class FirstProvider implements MyService {
    @Override
    public void doService() {
        System.out.println("First Service");
    }
}
```

```
package services;
public class SecondProvider implements MyService {
    @Override
    public void doService() {
        System.out.println(“Second Service");
    }
}
```

registieren:

- in META-INF/services/<full-qualified-servicename>




```
services.FirstProvider
services.SecondProvider
```