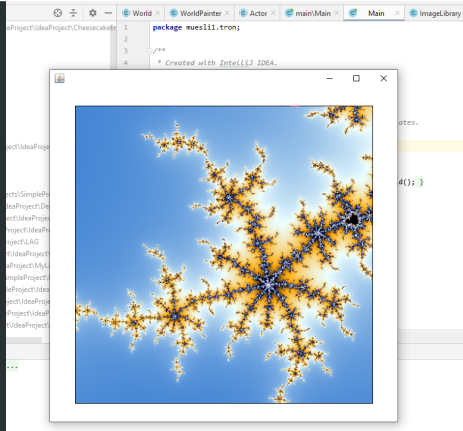


FOP Recap #5

Abstrakte Klassen, Interfaces und noch mehr





Hier könnte Ihre Werbung stehen

Das steht heute auf dem Plan



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Organisatorisches

Methoden

Interfaces

Abstrakte Klassen

Statische Methoden und Attribute

Statischer und Dynamischer Typ

Casting

Scopes

String



Abbildung: Fragen und Abstimmung

<https://participate.tudalgo.org/p/83215145>

Das steht heute auf dem Plan



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Organisatorisches

Methoden

- Überladen von Methoden

- Überladen von Konstruktoren

- super in Methoden

Interfaces

Abstrakte Klassen

Statische Methoden und Attribute

Statischer und Dynamischer Typ

Casting

Scopes

String



Eine Methode heißt *überladen*, wenn für den selben Typ¹ (mindestens) eine weitere gleichnamige Methode existiert

- keine zwei gleichnamigen Methoden mit selben Parametern in selber Reihenfolge
- aufrufbar wie „normale“ Methoden
- es wird immer die Methode gewählt, deren formale Parameter die aktuellen Parameter am besten darstellen

Überladen \neq Überschreiben

¹Klasse, Interface, ...

Methoden

Überladen von Methoden — Beispiel Klasse MyPrinter



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

```
1  public void print(String message) {  
2      System.out.println("string: " + message);  
3  }  
4  
5  public void print(Object object) {  
6      System.out.println("object: " + object);  
7  }  
8  
9  public void print(int number) {  
10     System.out.println("number: " + number);  
11 }
```

Methoden

Überladen von Methoden — Beispiel Klasse MyPrinter



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Was liefern folgende Aufrufe?

```
1 MyPrinter printer = new MyPrinter();  
2 printer.print(1337);  
3 printer.print("Hello Darmstadt!");  
4 printer.print(4.2);
```


Methoden

Überladen von Methoden — Beispiel Klasse MyPrinter



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Was liefern folgende Aufrufe?

```
1 MyPrinter printer = new MyPrinter();  
2 printer.print(1337);  
3 printer.print("Hello Darmstadt!");  
4 printer.print(4.2);
```

```
$ number: 1337  
$ string: Hello Darmstadt!  
$ object: 4.2
```



Konstruktoren sind nur *spezielle* Methoden

- beim Überladen gleiche Eigenschaften wie bei „normalen“ Methoden

Methoden

Überladen von Konstruktoren — Beispiel Klasse MyRobot



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

```
1  public MyRobot(int x, int y, int numberOfCoins) {
2      this.x = x;
3      this.y = y;
4      this.numberOfCoins = numberOfCoins;
5  }
6
7  public MyRobot(int x, int y) {
8      this.x = x;
9      this.y = y;
10     this.numberOfCoins = 0;
11 }
12
13 public MyRobot() {
14     this(0, 0); // calls constructor with two parameters
15 }
```



super bereits von Konstruktoren bekannt

- super-Aufruf ruft überschriebene Methode aus Basis-Klasse auf

Syntax

```
super . Methodenname ( aktuale Parameter ) ;
```

Methoden

super in Methoden



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

```
1  class A {
2
3      void a() {
4          println("A.a()");
5      }
6
7      void b() {
8          println("A.b()");
9      }
10 }
```

```
1  class B extends A {
2
3      @Override
4      void a() {
5          super.a();
6          println("B.a()");
7      }
8
9      @Override
10     void b() {
11         println("B.b()");
12     }
13 }
```



Was liefern folgende Aufrufe?

```
1 B b = new B();  
2 b.a(); // B overrides a with super  
3 b.b(); // B overrides b without super
```



Was liefern folgende Aufrufe?

```
1 B b = new B();  
2 b.a(); // B overrides a with super  
3 b.b(); // B overrides b without super
```

```
$ A.a()  
$ B.a()  
$ B.b()
```

Das steht heute auf dem Plan



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Organisatorisches

Methoden

Interfaces

- implements und extends

- Deklaration

- Beispiel

- Weitere Vorteile

Abstrakte Klassen

Statische Methoden und Attribute

Statischer und Dynamischer Typ

Casting

Scopes

String



„An interface is a contract between a class and the outside world. When a class implements an interface, it promises to provide the behavior published by that interface.“

– Oracle

Idee

Trennung zwischen *Deklaration* und *Implementation*

- Interfaces *deklarieren* Methoden
- Klassen *implementieren* Methoden

Interfaces

Deklaration – Interface



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Syntax

<Modifiers> interface <Interface Name> extends <Parent Interfaces>

```
1 interface A {  
2     // ...  
3 }
```

```
1 interface B {  
2     // no content  
3 }
```

```
1 interface C extends A, B {  
2     // ...  
3 }
```

- Interfaces sind automatisch *immer* `public` – muss nicht angegeben werden



Syntax

```
<Modifiers> interface <Interface Name> extends <Parent Interfaces> { ... }
```

- enthalten Methoden-*Deklarationen*
- Methoden in Interfaces sind auch *immer public*
- Methoden aus abgeleiteten Interfaces (*Parent Interfaces*) müssen nicht neu deklariert werden

Interfaces

Deklaration – Methoden



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Beispiel

```
1 interface A {  
2     void doMagic(int n);  
3     int doBad();  
4 }
```

```
1 interface C extends A, B {  
2     String getBehavior();  
3 }
```

- folgende Deklarationen sind identisch:

```
1 public int doMagic(int n);  
2 int doMagic(int n);
```

Interfaces

Deklaration — default-Methoden



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Syntax

```
default <Modifiers> <Return Type> <Method Name>(<Parameters>) { ... }
```

- können *immer* in implementierenden Klassen überschrieben werden

Interfaces

Deklaration — default-Methoden



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Klassiker

■ Hinweis auf fehlende Implementation

```
1 default void setZ() {  
2     throwError();  
3 }
```

■ Unabhängigkeit von Implementation

```
1 default int getXPlusY() {  
2     return getX() + getY();  
3 }
```

Interfaces

Deklaration – Attribute



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- Interface können keine *Objektattribute* haben → Implementation
- Interfaces können *nur public-final* Klassenattribute (`public + final + static`) haben
- müssen *direkt* initialisiert werden
- folgende Deklarationen + Initialisierungen sind identisch

```
1 public static final int MAGIC_NUMBER = 42;  
2 int MAGIC_NUMBER = 42;
```

Interfaces

Deklaration — Attribute



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

```
1 interface Connectable {  
2  
3     int DEFAULT_MAX_NUMBER_OF_CONNECTIONS = 42;  
4  
5     void connect();  
6  
7     default int maxNumberOfConnections() {  
8         return DEFAULT_MAX_NUMBER_OF_CONNECTIONS;  
9     }  
10 }
```


Interfaces

Beispiel



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Zwei Klassen mit Position

```
1  public class Person {  
2  
3      public int getX() {  
4          return x;  
5      }  
6  
7      public int getY() {  
8          return y;  
9      }  
10     // ...  
11 }
```

```
1  public class Car {  
2  
3      public int getX() {  
4          return x;  
5      }  
6  
7      public int getY() {  
8          return y;  
9      }  
10     // ...  
11 }
```



Klasse zum Berechnen des Abstands zwischen zwei Personen

```
1  public PersonEuclidianDistanceCalculator {
2
3      public double calcDistance(Person p1, Person p2) {
4          int dx = p2.getX() - p1.getX();
5          int dy = p2.getY() - p1.getY();
6          return Math.sqrt(dx * dx + dy * dy);
7      }
8      // ...
9  }
```



Der `PersonEuclidianDistanceCalculator` berechnet zwischen zwei Personen die euklidische Distanz.

Was ist, wenn weitere Klassen (und Distanzen) unterstützt werden sollen?

- je weiterer Klasse (und weiterer Distanz) *doppelt* so viele `Calculator`-Klassen
- für Kombinationen werden es noch mehr ...

Lösung

- alle Klassen, die Position haben, implementieren gemeinsames Interface
- alle Klassen, die Distanz berechnen können, implementieren gemeinsames Interface



Interface für Klassen mit Position

```
1 interface WithPosition {  
2  
3     int getX();  
4     int getY();  
5 }
```



Interface für Distanzberechnung

```
1 interface DistanceCalculator {  
2  
3     double calcDistance(WithPosition p1, WithPosition p2);  
4 }
```



Interface WithPosition deklariert und implementiert Methode getXPlusY()

```
1 interface WithPosition {  
2  
3     int getX();  
4     int getY();  
5  
6     default int getXPlusY() {  
7         return getX() + getY();  
8     }  
9 }
```

Interfaces

Beispiel – Klasse zum Berechnen des Abstands zwischen zwei Objekten mit Position



```
1 public class Person implements
   ↳ WithPosition {
2
3     @Override
4     public int getX() {
5         return x;
6     }
7
8     @Override
9     public int getY() {
10        return y;
11    }
12    ...
```

```
1 public class Car implements
   ↳ WithPosition {
2
3     @Override
4     public int getX() {
5         return x;
6     }
7
8     @Override
9     public int getY() {
10        return y;
11    }
12    ...
```

Interfaces

Beispiel – DistanceCalculator mit Interfaces



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

```
1  public EuclidianDistanceCalculator {  
2  
3      public double calcDistance(WithPosition p1, WithPosition p2) {  
4          int dx = p2.getX() - p1.getX();  
5          int dy = p2.getY() - p1.getY();  
6          return Math.sqrt(dx * dx + dy * dy)  
7      }
```




Reminder: Jede Klasse kann nur *eine* Klasse erweitern.

- jede Klasse kann *mehrere* Interfaces implementieren
- „Module“ (hier: *DistanceCalculator*) können an zentraler Stelle ausgetauscht werden
- Implementation können einfach ausgetauscht werden

Das steht heute auf dem Plan



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Organisatorisches

Methoden

Interfaces

Abstrakte Klassen

Syntax

Wichtige Eigenschaften

Statische Methoden und Attribute

Statischer und Dynamischer Typ

Casting

Scopes

String

Syntax



```
1 public abstract class MyClassName {
2     . . .
3 }
```

```
Zugriffsmodifikatoren abstract class Klassen-Name
                                extends Basis-Klassen-Name
                                implements Interface-Namen
```

Abstrakte Klassen

Wichtige Eigenschaften



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- Abstrakte Klassen können abstrakte Methoden deklarieren
- Es kann kein Objekt von einer abstrakten Klasse erstellt werden
- Abstrakte Klassen müssen nicht alle abstrakten Methoden ihrer Basis-Klassen implementieren
 - ▣ Weder die abstrakten Methoden ihrer abstrakten Basisklassen
 - ▣ Noch die Methoden der Interfaces, von denen sie direkt oder indirekt erben

Das steht heute auf dem Plan



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Organisatorisches

Methoden

Interfaces

Abstrakte Klassen

Statische Methoden und Attribute

Allgemein

Klassenmethoden

Klassenattribute

Statischer und Dynamischer Typ

Casting

Scopes

String



- Methoden und Attribute gehören immer zu einer Klasse
- `static` Methoden und Attribute sind jedoch unabhängig von Objekten dieser Klasse
- Man kann auch ohne Objekte auf `static` Methoden und Attribute zugreifen
- Objektmethoden lassen sich jedoch weiterhin nur mit einem Objekt aufrufen

Statische Methoden und Attribute

Klassenmethoden



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

```
1 public class MyClassName {  
2     public static void test() {  
3         ....  
4     }  
5     public void omnom() {  
6         test();  
7     }  
8 }
```

```
1 MyClassName.test();
```

Statische Methoden und Attribute

Klassenattribute



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- Haben programm-weit denselben Wert
- Unabhängig von jeglichen Objekten

Statische Methoden und Attribute

Klassenattribute



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

```
1 public class MyClassName {  
2     public static int myValueName = 5;  
3     public void omnom() {  
4         myValueName = -1;  
5     }  
6 }
```

```
1 MyClassName.myValueName = -24;
```

Das steht heute auf dem Plan



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Organisatorisches

Methoden

Interfaces

Abstrakte Klassen

Statische Methoden und Attribute

Statischer und Dynamischer Typ

 Statischer Typ

 Dynamischer Typ

 Downcasting

 Arrays

Casting

Scopes

Strings

Statischer und Dynamischer Typ

Statischer Typ



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

```
1 public class Tree {  
2     public void grow() {  
3         // ...  
4     }  
5 }
```

```
1 public class LemonTree extends Tree {  
2     // Overwrite grow ...  
3 }
```

```
1 Tree happyTree = new Tree();  
2 happyTree.grow();
```

Statischer und Dynamischer Typ

Statischer Typ



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

```
1 Tree happyTree = new Tree();  
2 happyTree.grow();
```

- In der Variable happyTree lassen sich Objekte von folgenden Typen speichern:
 - ▣ Tree
 - ▣ Jegliche Unterklasse von Klasse Tree, z.B. LemonTree



- Der statische Typ reicht für die Ausführung nicht aus!

```
1 Tree happyTree = new LemonTree();  
2 happyTree.grow();
```

- Je nach *dynamischen* Typen wird unterschiedliche Methode aufgerufen
- Hier ist der dynamische Typ `LemonTree`
- Dieser ist erst während der Laufzeit bekannt

Statischer und Dynamischer Typ

Dynamischer Typ – instanceof



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- Man kann mit `instanceof` eingrenzen, welcher dynamischer Typ vorliegt

```
1  Tree happyTree = ....
2  happyTree.grow();
3
4  if(happyTree instanceof LemonTree) {
5      // happyTree ist vom Typ LemonTree oder Unterklasse
6  }
7  if(happyTree instanceof Tree) {
8      // Gilt immer
9  }
10 if(happyTree instanceof AppleTree) {
11     // Könnte gelten, wenn AppleTree Unterklasse von Tree ist
12 }
```



- Man kann nur Methoden aufrufen, die im statischen Typen definiert sind
- Mit Casting kann man den statischen Typen ändern

```
1 Tree happyTree = ...
2 happyTree.grow();
3
4 if(happyTree instanceof LemonTree) {
5     // happyTree ist vom Typ LemonTree oder Unterklasse
6     LemonTree lemonTree = (LemonTree) happyTree;
7     lemonTree.countLemons();
8 }
```



```
1 Tree happyTree = ...
2 happyTree.grow();
3
4 if(happyTree instanceof LemonTree) {
5     // happyTree ist vom Typ LemonTree oder Unterklasse
6     LemonTree lemonTree = (LemonTree) happyTree;
7     lemonTree.countLemons();
8 }
9
10 if(happyTree instanceof LemonTree lemonTree) {
11     // lemonTree ist nun vom Typ LemonTree
12     lemonTree.countLemons();
13 }
```




```
1 public class Tree { .... }  
2 public class LemonTree extends Tree { .... }  
3 public class AppleTree extends Tree { .... }  
4 public class GoldenDeliciousAppleTree extends AppleTree { .... }
```

Statischer und Dynamischer Typ

Arrays



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

```
1 Tree[] allTrees = new Tree[3];  
2 allTrees[0] = new LemonTree();  
3 allTrees[1] = new AppleTree();  
4 allTrees[2] = new GoldenDeliciousAppleTree();  
5  
6 ??? myTree = allTrees[1];
```

- Statischer Typ: ???
- Dynamischer Typ: ???

Statischer und Dynamischer Typ

Arrays



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

```
1 Tree[] allTrees = new Tree[3];  
2 allTrees[0] = new LemonTree();  
3 allTrees[1] = new AppleTree();  
4 allTrees[2] = new GoldenDeliciousAppleTree();  
5  
6 ??? myTree = allTrees[1];
```

- Statischer Typ: Tree
- Dynamischer Typ: AppleTree



```
1 Tree[] allTrees = new Tree[3];
2 allTrees[0] = new LemonTree();
3 allTrees[1] = new AppleTree();
4 allTrees[2] = new GoldenDeliciousAppleTree();
5
6 Tree myTree = allTrees[1];
7 bool flag = myTree instanceof AppleTree; // true
```

Das steht heute auf dem Plan



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Organisatorisches

Methoden

Interfaces

Abstrakte Klassen

Statische Methoden und Attribute

Statischer und Dynamischer Typ

Casting

Bei primitiven Datentypen

Bei Objekttypen

Scopes

String



- Bei primitiven Datentypen
 - ▣ um einen Zahlenwert in einem anderen Typen zu speichern
 - ▣ passiert implizit oder explizit
- Bei Objekttypen
 - ▣ um den statischen Typen zu ändern
 - ▣ kann jedoch je nach dynamischen Typen fehlschlagen

Casting

Bei primitiven Datentypen



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- Jeder Zahltyp hat einen Bereich an Zahlen, den er repräsentieren kann
- `long`, `int`, `char`, `short`, `byte` für Ganzzahlen
- `double`, `float` für Komma-Zahlen
- Hierbei erkennt man folgende Rangordnung der Bereiche:
- `double > float > long > int > char > short > byte`

Casting

Bei primitiven Datentypen – Widening Casting



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- Passiert implizit, automatisch

```
1 int a = 5;  
2 int b = 27;  
3 long c = a - b;
```


Casting

Bei primitiven Datentypen – Narrowing Casting



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- Muss explizit angegeben werden, da Verlust von Präzision stattfinden kann!

```
1  int a = 288;
2  char c = a; // ERROR!
3  char c2 = (char) a; // OK!
4
5  char c3 = a + 5; // ERROR!
6  char c4 = ((char) a) + 5; // ERROR!
7  char c5 = (char) (a + 5); // OK!
```



- Funktioniert nur ohne Fehler bei passenden dynamischen Typen
- Sonst wird eine Exception geworfen

```
1  class A { .... }
2  class B extends A { .... }
3  class C extends B { .... }
4
5  A a = ....;
6  C castedC = (C) a; // Nur möglich, wenn a dynamischen Typen von C
   ↳ oder Subtypen hat
```

Das steht heute auf dem Plan



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Organisatorisches

Methoden

Interfaces

Abstrakte Klassen

Statische Methoden und Attribute

Statischer und Dynamischer Typ

Casting

Scopes

- Klassen/Interfaces/Enums

- Attribute/Methoden

- Parameter/Lokale Variablen

- Shadowing

String



- Definieren in welchem Bereich Identifier sichtbar sind
- Möglicher Zugriff lässt sich dann (teils) durch Access Modifiers weiter einschränken
- Identifier sind zum Beispiel:
 - ▣ Klassen/Interfaces/Enums
 - ▣ Attribute
 - ▣ Variablen
 - ▣ Methoden
 - ▣ ...

Scopes

Klassen/Interfaces/Enums



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- Sind bei uns normalerweise alle `public`
- Können dann überall importiert und genutzt werden



- Sind bei uns normalerweise alle `public`
- Können dann überall importiert und genutzt werden
- Ergänzung:
 - ▣ In jeder Datei gibt es genau eine Top-Level Klasse, die den Dateinamen trägt
 - ▣ Kann jedoch beliebig viele nicht `public` Klassen geben



- Können je nach Access Modifier genutzt werden

Scopes

Parameter/Lokale Variablen



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

- Können nur in ihrer Methode genutzt werden
- Sind nur innerhalb ihres „geschweiften Klammerpaares“ zulässig

```
1  public String global = "global";
2  public void foo() {
3      String local = "local";
4      System.out.println(global); // ->"global"
5      System.out.println(local); // ->"local"
6  }
7  public void bar() {
8      System.out.println(global); // ->"global"
9      System.out.println(local); // ->Compiler-Error
10 }
```




- Falls zwei Variable im Scope mit demselben Namen vorliegen
- Lässt sich dann mit `this` und `super` lösen

```
1 public class Auto {  
2     public double maxSpeed;  
3  
4     public Auto(double maxSpeed) {  
5         this.maxSpeed = maxSpeed;  
6     }  
7 }
```

Das steht heute auf dem Plan



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Organisatorisches

Methoden

Interfaces

Abstrakte Klassen

Statische Methoden und Attribute

Statischer und Dynamischer Typ

Casting

Scopes

String

Interner Aufbau

char

Beispiele



- Im Prinzip nur ein `char []`
- Jeder `String` is unveränderbar



- Ist wie `int` ein primitiver Datentyp
- Belegt 2 Bytes Speicher statt wie ein `int` 4 Bytes
- Normale Verwendung:
 - ▣ Repräsentiert (im Normalfall) genau einen Buchstaben/Zeichen
 - ▣ Jedes Zeichen hat nach Unicode einen festen Zahlenwert zugeordnet

String

Beispiele



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

```
1 String s = "ABC";  
2 char c0 = s.charAt(0); // == 'A'  
3 char c1 = s.charAt(1); // == 'B'  
4 char c2 = s.charAt(2); // == 'C'
```

String

Beispiele



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

```
1 String s = "ABC";  
2 char[] arr = s.toCharArray();  
3 char c0 = arr[0]; // == 'A'  
4 char c1 = arr[1]; // == 'B'  
5 char c2 = arr[2]; // == 'C'
```

String

Beispiele



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

```
1 String s = "ABC";  
2 String result = "";  
3 result += s.charAt(2);  
4 result += s.charAt(1);  
5 result += s.charAt(0);
```

String

Beispiele



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

```
1 String s = "ABC";  
2 String result = "";  
3 for(int i = s.length() - 1; i >= 0; i--) {  
4     result += s.charAt(i);  
5 }  
6 System.out.println(result);
```


String

Beispiele



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

```
1 String s = "ABC";
2 String result = "";
3 for(int i = s.length() - 1; i >= 0; i--) {
4     result += s.charAt(i);
5 }
6 System.out.println(result);
```

\$ CBA



■ Für Groß und Kleinschreibung!

```
1 char c = 'a';  
2 char c2 = Character.toUpperCase(c); // == 'A'  
3 boolean check = Character.isUpperCase(c2); // == true  
4 char c3 = Character.toLowerCase(c2);
```

String

Beispiele



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

```
1 String message = "hihi";  
2 String upperCaseMessage = message.toUpperCase();  
3 System.out.println(upperCaseMessage);
```

String

Beispiele



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

```
1 String message = "hihi";  
2 String upperCaseMessage = message.toUpperCase();  
3 System.out.println(upperCaseMessage);
```

```
$ HIHI
```



Live-Coding!