

# FOP Recap #10



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

## Java Generics





---

# Guten Tag!

# Das steht heute auf dem Plan



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Generics Basiskonzept

- Instanziierung

- Nutzen von Typparameter

- Benennung von Typparameter

- Mehrere Typparameter

Diamond operator

Generische Methoden

Statische generische Methoden

Eingeschränkte Typparameter

# Generics!

„**Generics** — You think you understand it, and then you don't. . . “

# Generics Basiskonzept



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

</>

ohne Generics

</>

```
1 public class StringHolder {  
2     public String value;  
3 }  
4 public class IntegerHolder {  
5     public Integer value;  
6 }
```

</>

mit Generics

</>

```
1 public class Holder<T> {  
2     public T value;  
3 }
```

# Generics Basiskonzept



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

</>

ohne Generics

</>

```
1 public class StringHolder {  
2     public String value;  
3 }  
4 public class IntegerHolder {  
5     public Integer value;  
6 }
```

</>

mit Generics

</>

```
1 public class Holder<T> {  
2     public T value;  
3 }
```

## Vorteile von Generics

- Lösung mit Generics kürzer

</>

ohne Generics

</>

```
1 public class StringHolder {  
2     public String value;  
3 }  
4 public class IntegerHolder {  
5     public Integer value;  
6 }
```

</>

mit Generics

</>

```
1 public class Holder<T> {  
2     public T value;  
3 }
```

## Vorteile von Generics

- Lösung mit Generics kürzer
- Vermeidet Redundanz  $\Rightarrow$  Fehler vermeiden, Wartbarkeit verbessern

# Generics Basiskonzept

## Instanziierung



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class Holder<T> {  
2     public T value;  
3 }
```



# Generics Basiskonzept

## Instanziierung



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class Holder<T> {  
2     public T value;  
3 }
```

```
1 Holder<Integer> integerHolder = new Holder<Integer>();  
2 Holder<Boolean> booleanHolder = new Holder<Boolean>();
```

# Generics Basiskonzept

## Nutzen von Typparameter



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1  public class Holder<T> {  
2      public T value;  
3  
4      public T getValue() {  
5          return value;  
6      }  
7      public void killItWithFire() {  
8          value = null;  
9      }  
10 }
```

# Generics Basiskonzept

## Benennung von Typparameter



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

- Ein Großbuchstabe
- T für Type
- K für Key
- V für Value
- E für Element
- ....

# Generics Basiskonzept

## Mehrere Typparameter



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



ohne Generics



```
1 public class
   ↳ StringAndDoubleHolder {
2     public String valueA;
3     public Double valueB;
4 }
5 public class
   ↳ IntegerAndShortHolder {
6     public Integer valueA;
7     public Short valueB;
8 }
```



mit Generics



```
1 public class Pair<A, B> {
2     public A valueA;
3     public B valueB;
4 }
```

# Das steht heute auf dem Plan



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Generics Basiskonzept

Diamond operator

Generische Methoden

Statische generische Methoden

Eingeschränkte Typparameter

Erben von generischen Klassen



## Diamond Operator



```
1 ArrayList<String> myList1 = new ArrayList<String>();  
2 ArrayList<String> myList2 = new ArrayList<>(); // String wird impliziert  
3 List<String> myList3 = new ArrayList<>();
```

# Das steht heute auf dem Plan



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Generics Basiskonzept

Diamond operator

**Generische Methoden**

Statische generische Methoden

Eingeschränkte Typparameter

Erben von generischen Klassen



```
1 public List<Double> nonGenericFilter(List<Double> list,  
   ↪ Predicate<Double> predicate) {  
2     // ....  
3 }  
4 public List<Boolean> nonGenericFilter(List<Boolean> list,  
   ↪ Predicate<Boolean> predicate) {  
5     // ....  
6 }
```





```
1 public List<Double> nonGenericFilter(List<Double> list,  
   ↪ Predicate<Double> predicate) {  
2     // ....  
3 }  
4 public List<Boolean> nonGenericFilter(List<Boolean> list,  
   ↪ Predicate<Boolean> predicate) {  
5     // ....  
6 }
```

```
1 public <T> List<T> filter(List<T> list, Predicate<T> predicate) {  
2     // ....  
3 }
```

# Das steht heute auf dem Plan



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Generics Basiskonzept

Diamond operator

Generische Methoden

**Statische generische Methoden**

Eingeschränkte Typparameter

Erben von generischen Klassen



```
1  public static <T> List<T> filter(List<T> list, Predicate<T> predicate) {  
2      // ....  
3  }
```

# Das steht heute auf dem Plan



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Generics Basiskonzept

Diamond operator

Generische Methoden

Statische generische Methoden

Eingeschränkte Typparameter

- extends Klassen

- extends Interfaces

- extends Klassen und Interfaces

# Eingeschränkte Typparameter

extends Klassen



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class Holder<T> {  
2     public T value;  
3     public void test() {  
4         int i = // ...?  
5     }  
6 }
```

# Eingeschränkte Typparameter

## extends Klassen



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class Holder<T extends Number> {  
2     public T value;  
3     public void test() {  
4         int i = value.intValue();  
5     }  
6 }
```

# Eingeschränkte Typparameter

extends Klassen



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class Holder<T extends Number> {  
2     public T value;  
3     public void test() {  
4         int i = value.intValue();  
5     }  
6 }
```

```
1 Holder<Integer> holder1 = new Holder<Integer>();  
2 Holder<Boolean> holder2 = new Holder<Boolean>(); // !!
```

# Eingeschränkte Typparameter

extends Interfaces



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class Holder<T extends Inf1 & Inf2 & Inf3> {  
2     public T value;  
3     // ...  
4 }
```



# Eingeschränkte Typparameter

extends Klassen und Interfaces



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class Holder<T extends Number & Inf1 & Inf2 & Inf3> {  
2     public T value;  
3     // ...  
4 }
```

# Das steht heute auf dem Plan



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Generics Basiskonzept

Diamond operator

Generische Methoden

Statische generische Methoden

Eingeschränkte Typparameter

Erben von generischen Klassen

# Erben von generischen Klassen



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class MyGenericClass<T> {  
2     // ...  
3 }
```

# Erben von generischen Klassen



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class MyGenericClass<T> {  
2     // ...  
3 }
```

```
1 public class Sub<Q> extends MyGenericClass<Q> {  
2     // ...  
3 }
```

# Erben von generischen Klassen



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class MyGenericClass<T> {  
2     // ...  
3 }
```

```
1 public class Sub<Q> extends MyGenericClass<Q> {  
2     // ...  
3 }
```

```
1 public class IntegerSub extends MyGenericClass<Integer> {  
2     // ...  
3 }
```

# Erben von generischen Klassen



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class MyGenericClass<T extends Integer> {  
2     // ...  
3 }
```

# Erben von generischen Klassen



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class MyGenericClass<T extends Integer> {  
2     // ...  
3 }
```

```
1 public class IntegerSub extends MyGenericClass<Integer> {  
2     // ...  
3 }
```

# Erben von generischen Klassen



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class MyGenericClass<T extends Integer> {  
2     // ...  
3 }
```

```
1 public class IntegerSub extends MyGenericClass<Integer> {  
2     // ...  
3 }
```

```
1 public class BooleanSub extends MyGenericClass<Boolean> { // !!  
2     // ...  
3 }
```





```
1 public class MyGenericClass<T extends Integer> {  
2     // ...  
3 }
```

# Erben von generischen Klassen



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class MyGenericClass<T extends Integer> {  
2     // ...  
3 }
```

```
1 public class IntegerSub extends MyGenericClass<Integer> {  
2     // ...  
3 }
```

# Erben von generischen Klassen



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class MyGenericClass<T extends Integer> {  
2     // ...  
3 }
```

```
1 public class IntegerSub extends MyGenericClass<Integer> {  
2     // ...  
3 }
```

```
1 public class BooleanSub extends MyGenericClass<Boolean> { // !!  
2     // ...  
3 }
```

# Das steht heute auf dem Plan



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Generics Basiskonzept

Diamond operator

Generische Methoden

Statische generische Methoden

Eingeschränkte Typparameter

Erben von generischen Klassen

# Erstellen von generischen Arrays



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class MyGenericClass<T> {  
2     public T[] createMyArray() {  
3         T[] testArray = (T[]) new Object[25];  
4         return testArray;  
5     }  
6 }
```

# Erstellen von generischen Arrays



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class MyGenericClass<T> {  
2     public T[] createMyArray() {  
3         T[] testArray = (T[]) new Object[25];  
4         return testArray;  
5     }  
6 }
```

```
1 public <Q> Q[] createMyArray() {  
2     Q[] testArray = (Q[]) new Object[25];  
3     return testArray;  
4 }
```

# Das steht heute auf dem Plan



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Generics Basiskonzept

Diamond operator

Generische Methoden

Statische generische Methoden

Eingeschränkte Typparameter

Erben von generischen Klassen

# Generic Variance

## ? Wildcards



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public <T> void printList(List<T> list) {  
2     for (T item : list) {  
3         System.out.println(item);  
4     }  
5 }
```



# Generic Variance

## ? Wildcards



```
1 public <T> void printList(List<T> list) {  
2     for (T item : list) {  
3         System.out.println(item);  
4     }  
5 }
```

```
1 public void printList(List<?> list) {  
2     for (Object item : list) {  
3         System.out.println(item);  
4     }  
5 }
```

# Generic Variance

## ? Wildcards



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public <T extends Number> void printList(List<T> list) {  
2     for (T item : list) {  
3         System.out.println(item.intValue() + 1);  
4     }  
5 }
```

# Generic Variance

## ? Wildcards



```
1 public <T extends Number> void printList(List<T> list) {  
2     for (T item : list) {  
3         System.out.println(item.intValue() + 1);  
4     }  
5 }
```

```
1 public void printList(List<? extends Number> list) {  
2     for (Number item : list) {  
3         System.out.println(item.intValue() + 1);  
4     }  
5 }
```

# Generic Variance

Wann werden wildcards verwendet?



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public void nonGenMethod(Holder<? extends Number> a, Holder<?> b) {  
2     // ...  
3 }
```

# Generic Variance

Wann werden wildcards verwendet?



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public void nonGenMethod(Holder<? extends Number> a, Holder<?> b) {  
2     // ...  
3 }
```

```
1 public <T extends Number> void genMethodA(Holder<T> a, Holder<T> b) {  
2     // ...  
3 }
```

# Generic Variance

Wann werden wildcards verwendet?



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public void nonGenMethod(Holder<? extends Number> a, Holder<?> b) {  
2     // ...  
3 }
```

```
1 public <T extends Number> void genMethodA(Holder<T> a, Holder<T> b) {  
2     // ...  
3 }
```

```
1 public <T extends Number, Q> void genMethodB(Holder<T> a, Holder<Q> b) {  
2     // ...  
3 }
```

# Generic Variance

## ? Wildcards mit super



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public void nonGenMethod(Predicate<? super Number> a) {  
2     a.intValue(); // !! Nicht erlaubt  
3 }
```

# Generic Variance

## ? Wildcards mit super



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public void nonGenMethod(Predicate<? super Number> a) {  
2     a.intValue(); // !! Nicht erlaubt  
3 }
```

```
1 Predicate<? super Number> a = (Object x) -> true;  
2 Predicate<? super Number> b = (Serializable x) -> true;  
3 Predicate<? super Number> c = (Number x) -> true;
```



# Generic Variance

Wann super, wann extends?



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

## Producers **Extend** Consumers **Super** (PECS)

# Generic Variance

Wann super, wann extends?



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

## Generic Variance

- ? extends T - Covariance (Lesender Zugriff)
- ? super T - Contravariance (Schreibender Zugriff)
- T - Invariance (Beides)

# Generic Variance

## Covariance - Parameters



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class A {}  
2 public class B extends A {}
```

# Generic Variance

## Covariance - Parameters



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class A {}  
2 public class B extends A {}
```

```
1 public void foo(A a) { ... }
```

# Generic Variance

## Covariance - Parameters



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class A {}  
2 public class B extends A {}
```

```
1 public void foo(A a) { ... }
```

```
1 foo(new A());  
2 foo(new B()); // parameter covariance
```

# Generic Variance

## Covariance - Return type



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class A {}  
2 public class B extends A {}
```

# Generic Variance

## Covariance - Return type



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class A {}  
2 public class B extends A {}
```

```
1 public class Baz {  
2     public A foo() {...}  
3 }  
4 public class SpecialBaz extends Baz {  
5     @Override  
6     public B foo() {...} // return type covariance  
7 }
```

# Generic Variance

## Covariance - Arrays



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class A {}  
2 public class B extends A {}
```



# Generic Variance

## Covariance - Arrays



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class A {}  
2 public class B extends A {}
```

```
1 A[] myArray = new B[2]; // array covariance
```

# Generic Variance

## Covariance - Arrays



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class A {}  
2 public class B extends A {}
```

```
1 A[] myArray = new B[2]; // array covariance
```

```
1 A[] myArray = new A[2];  
2 myArray[0] = new B(); // array covariance
```

# Generic Variance

## Covariance - Arrays



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class A {}  
2 public class B extends A {}  
3 public class C extends A {}
```

# Generic Variance

## Covariance - Arrays



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class A {}  
2 public class B extends A {}  
3 public class C extends A {}
```

```
1 A[] myArray = new B[2];  
2 myArray[0] = new B();
```

# Generic Variance

## Covariance - Arrays



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class A {}  
2 public class B extends A {}  
3 public class C extends A {}
```

```
1 A[] myArray = new B[2];  
2 myArray[0] = new B();
```

```
1 A[] myArray = new B[2];  
2 myArray[0] = new C(); // !! array covariance
```

# Generic Variance

## Invariance



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class A {}  
2 public class B extends A {}
```

# Generic Variance

## Invariance



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class A {}  
2 public class B extends A {}
```

```
1 List<B> myList = new ArrayList<B>();  
2 List<A> otherList = myList; // !!  
3  
4 List<? extends A> list = myList;
```

# Generic Variance

## Invariance



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class A {}  
2 public class B extends A {}
```

```
1 List<B> myList = new ArrayList<B>();  
2 List<A> otherList = myList; // !!  
3  
4 List<? extends A> list = myList;  
5 list.add(new A()); // !! compile error  
6 list.add(new B()); // !! compile error
```



# Generic Variance

## Invariance



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public void readFromList(List<? extends Number> list) {  
2     // z.B: List<Double>, List<Integer>, List<Number>  
3     Number a = list.get(0);  
4 }  
5 public void readFromList(List<? super Number> list) {  
6     // z.B: List<Number>, List<Object>  
7     Number a = list.get(0); // !!  
8 }
```

# Generic Variance

Wann super, wann extends?



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public void writeToList(List<? extends Number> list) {  
2     // z.B: List<Double>, List<Integer>, List<Number>  
3     list.add(Double.valueOf(2.0)); // !!  
4 }  
5 public void readFromList(List<? super Number> list) {  
6     // z.B: List<Number>, List<Object>  
7     list.add(Double.valueOf(2.0));  
8 }
```

# Generic Variance

Wann super, wann extends?



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1  public void both(List<? extends Number> list) {  
2      // z.B: List<Double>, List<Integer>, List<Number>  
3      Number a = list.get(0);  
4      list.add(Double.valueOf(2.0)); // !!  
5  }  
6  public void readFromList(List<? super Number> list) {  
7      // z.B: List<Number>, List<Object>  
8      Number a = list.get(0); // !!  
9      list.add(Double.valueOf(2.0));  
10 }
```

# Generic Variance

Wann super, wann extends?



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public void both(List<Double> list) {  
2     // nur List<Double>  
3     Number a = list.get(0);  
4     list.add(Double.valueOf(2.0));  
5 }
```

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

## ■ Supplier

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

- Supplier
- Consumer

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

- Supplier
- Consumer
- Function

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public interface Supplier<T> {  
2     T get();  
3 }
```



# Generic Variance

Wann `super`, wann `extends`? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

? `super` T (Contravarianz)

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

? **super** T (Contravarianz)

```
1 public void foo(Supplier<? super T> supplier) {  
2     T a = supplier.get(); // !!  
3 }
```

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

T (Invarianz)

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

## T (Invarianz)

```
1 public void foo(List<T> list, Supplier<T> supplier) {  
2     list.add(supplier.get());  
3 }  
4 public void bar() {  
5     List<Number> list = new ArrayList<>();  
6     Supplier<Integer> supplier = () -> 1;  
7     foo(list, supplier); // !!  
8 }
```

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

? `extends` T (Covarianz)

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

? **extends** T (Covarianz)

```
1 public void foo(List<T> list, Supplier<? extends T> supplier) {  
2     list.add(supplier.get());  
3 }  
4 public void bar() {  
5     List<Number> list = new ArrayList<>();  
6     Supplier<Integer> supplier = () -> 1;  
7     foo(list, supplier); // geht jetzt  
8 }
```

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

? `extends` T (Covarianz)

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

? **extends** T (Covarianz)

```
1 public void foo(List<T> list, Supplier<? extends T> supplier) {  
2     list.add(supplier.get());  
3 }  
4 public void bar() {  
5     List<Number> list = new ArrayList<>();  
6     Supplier<Integer> supplier = () -> 1;  
7     foo(list, supplier); // geht jetzt  
8 }
```



# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public interface Consumer<T> {  
2     void accept(T t);  
3 }
```

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

? **extends** T (Covarianz)

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

? `extends` T (Covarianz)

```
1 public void foo(Consumer<? extends Number> consumer) {  
2     consumer.accept(new Integer()); // !!  
3 }
```

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

T (Invarianz)

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

## T (Invarianz)

```
1 public void foo(List<T> list, Consumer<T> consumer) {
2     list.add(supplier.get());
3 }
4 public void bar() {
5     List<Integer> list = new ArrayList<>();
6     Consumer<Number> consumer = n -> System.out.println(n.intValue());
7     foo(list, consumer); // !!
8 }
```

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

? **super** T (Contravarianz)



? **super** T (Contravarianz)

```
1 public void foo(List<T> list, Consumer<T> consumer) {  
2     list.add(supplier.get());  
3 }  
4 public void bar() {  
5     List<Integer> list = new ArrayList<>();  
6     Consumer<Number> consumer = n -> System.out.println(n.intValue());  
7     foo(list, consumer); // geht jetzt  
8 }
```

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public interface Function<T, R> {  
2     R apply(T t);  
3 }
```



# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

## ■ Supplier

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

■ `Supplier` → `Supplier<? extends T`

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

- `Supplier` → `Supplier<? extends T`
- `Consumer`

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

- Supplier → Supplier<? extends T
- Consumer → Consumer<? super T

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

- `Supplier` → `Supplier<? extends T`
- `Consumer` → `Consumer<? super T`
- `Function`

# Generic Variance

Wann super, wann extends? Beispiele



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

- `Supplier` → `Supplier<? extends T`
- `Consumer` → `Consumer<? super T`
- `Function` → `Function<? super T, ? extends R`

# Das steht heute auf dem Plan



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Generics Basiskonzept

Diamond operator

Generische Methoden

Statische generische Methoden

Eingeschränkte Typparameter

Erben von generischen Klassen



- Typparameter sind zur Laufzeit nicht bekannt!
- Im Prinzip nur Schutz vor Fehlern beim Kompilieren





```
1 public class Test<T extends Number> {  
2     T val;  
3     public void test(T p) {  
4         }  
5 }
```

# Type erasure



```
1 public class Test<T extends Number> {  
2     T val;  
3     public void test(T p) {  
4         }  
5 }
```

```
1 public class Test<Number> {  
2     Number val;  
3     public void test(Number p) {  
4         }  
5 }
```

# Type erasure



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

```
1 public class Test<T> {  
2     T val;  
3     public void test(T p) {  
4     }  
5 }
```



```
1 public class Test<T> {  
2     T val;  
3     public void test(T p) {  
4     }  
5 }
```

```
1 public class Test<Object> {  
2     Object val;  
3     public void test(Object p) {  
4     }  
5 }
```

# Generics!

„**Generics** — You think you understand it, and then you don't . . .  
... until you eventually do.“