Vergleich zu C#

Florian Gehring

18.06.2020

https://github.com/flo-gehring/seminar-2020-entwicklung-java/

Hello, World!

```
1  using System;
2  namespace Beispielcode
3  {
4      class Hello
5      {
6          public static void main(String[] args)
7          {
8              Console.WriteLine("Hello, World");
9          }
10     }
11 }
```

Entwicklungsgeschichte

- Entwicklung seit 2000 von Microsoft
- C#-Version History von Microsoft:[12]
  - „When you go back and look, C# version 1.0, released with Visual Studio .NET 2002, looked a lot like Java.“
  - „C# version 1.0 was a viable alternative to Java on the Windows platform.“
  - „And yet, C# continued to play a bit of catch-up with Java. Java had already released versions that included generics and iterators.“ (Version 2.0)
  - „With version 3.0, C# had moved the language firmly out from the shadow of Java and into prominence.“ (Ende 2007)

Ausführung

- Virtuelle Maschine, wird zu Zwischencode kompiliert
- Spezifiziert durch Common Language Infrastructure Standard
  - Implementierung durch .NET, .NET Core und Mono

  $\rightarrow$ CLR (Common Language Runtime)

Java	C#
• Java Virtual Machine (JVM) • Bytecode	• Common Language Runtime (CLR) • Common Intermediate Language (CIL)

Typsystem Allgemein

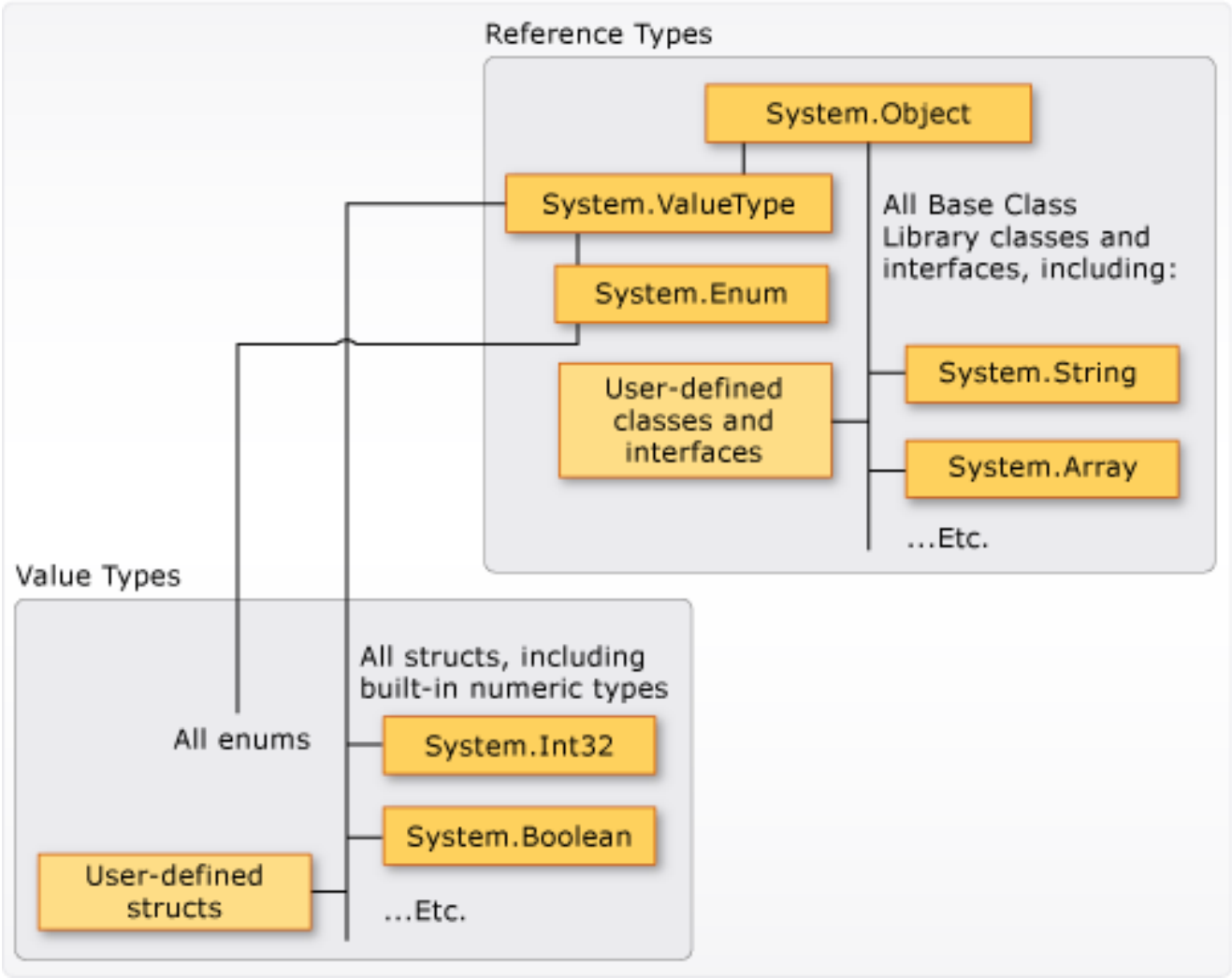


Abbildung: Type System in C# [1]

Allgemeines Typsystem

- Stark Typisiert
  - jede Konstante, Variable und jeder Ausdruck hat einen Typ
- CTS (Common Type System)
  - **Jeder** Typ ist von `System.Object` (`object`) abgeleitet
- Integrierte Typen
  - „Zahlen“, `boolean`, `char`, `object`, `string`
- Referenztypen / Werttypen
  - `System.ValueType`
- Benutzerdefinierte Typen
  - `class`, `enum`, `struct`

Variablen Deklarationen

```
5  // Declaration only:
6  float temperature;
7  string name;
8  Beispielcode.Hello hello;
9
10
11 // Declaration with initializers (four examples):
12 char firstLetter = 'C';
13 var limit = 3;
14 int[] source = { 0, 1, 2, 3, 4, 5 };
15 var query = from item in source
16         where item <= limit
```

- var Keyword [4]
- LINQ

Werttypen

```
6  int i = 2;
7  // Get the Type
8  Type t = i.GetType(); // Methodenaufruf auf int!
9  Console.WriteLine(t);
10 // Print Parent classes.
11 Type b = t;
12 while(b != null) {
13     Console.Write(b + " -> ");
14     b = b.BaseType;
15 }
```

System.Int32
System.Int32 -> System.ValueType -> System.Object ->

Werttypen - Vergleich Java

- In Java: Integer $\neq$ int
- Zwar automatische Konvertierung, aber int ist kein Objekt
- Auskommentierte Zeilen führen zu Fehlern

```
8  int i = 2;
9  // i.getClass();
10 Object o = i; // <==> Object o = new Integer(i);
11 System.out.println(o.getClass());
12 // System.out.println((i instanceof Integer));
13 System.out.println((o instanceof Integer));
14 // System.out.println((o instanceof int));
```

Zusammenfassung Typen

Java

- Primitive Typen nicht von `Object` abgeleitet
- Call-by-Value, Call-By-Reference
- Wrapper-Klasse `Integer` für `int`

C#

- Alles (auch `int`) von `object` abgeleitet
- Zahlen, boolean sind „Werttype“
- `int` kann mit `int?` Nullable gemacht werden

Klassen

- Erben implizit von `object`
- Enthalten: `constructors`, `properties`, `indexers`, `events`, `operators` and `destructors`
- `sealed`-Modifier: Für die gesamte Klasse oder einzelne Methoden

Indexer, Properties

- Indexer
  - Array Ähnlicher Zugriff
- Properties
  - Zugriff wie Felder, aber es wird Code ausgeführt.
  - Rückgabewert könnte berechnet werden
  - Unterschiedliche Sichtbarkeit für „get“ und „set“

Vererbung

Klassen `Base` und `Derived` mit den Methoden `ex1`, `ex2`, `ex3`.

```
1  using System;
2  class Base {
3      virtual public void ex1() {
4          Console.WriteLine("Base, example 1");
5      }
6      virtual public void ex2() {
7          Console.WriteLine("Base, example 2");
8      }
9       public void ex3() {
10         Console.WriteLine("Base, example 3");
11     }
12 }
13
14 class Derived : Base{
15
16     new public void ex1() {
17         Console.WriteLine("Derived, example 1");
18     }
19     // sealed: Child classes of Derived can't override ex2
20     sealed override public void ex2() {
21         Console.WriteLine("Derived, example 2, ");
22     }
23
24     //    Forbidden:  override public void ex3() ...
25     new public void ex3() {
26         Console.WriteLine("Derived, example 3");
27     }
28 }
```

Vererbung

```
2  Base trueBase = new Base();
3  Base actuallyDerived = new Derived();
4  Derived trueDerived = new Derived();
5
6  trueBase.ex1();
7  actuallyDerived.ex1();
8  trueDerived.ex1();
9
0  trueBase.ex2();
1  actuallyDerived.ex2();
2  trueDerived.ex2();
3
4  trueBase.ex3();
5  actuallyDerived.ex3();
6  trueDerived.ex3();
7
```

Ausgabe:

Base, example 1
Base, example 1
Derived, example 1

Base, example 2
Derived, example 2
Derived, example 2

Base, example 3
Base, example 3
Derived, example 3

Vererbung - Vergleich Java

- Java: Alle Methoden sind virtuell
  - Override wird mit `final` verhindert.
  - Kein Äquivalent zu C# `new`
- Java: `@Override` Dekorator soll Code lesbarer machen
- In C# Ingesamt expliziter als in Java
  - Fokus auf Versionierung und Kompatibilität von Code
  - Für interessierte: Interview mit C# Chefdesigner [5]

Generics - C#

Deklarierung der Generischen Klasse:

```
2 class GenericTest<T, U> where T: new() {
```

Instanziierung von Variablen:

```
1  class GenericDemo<A, B> {
2      public static void test() {
3          GenericTest<int, int> test1;
4          var t2 = new GenericTest<int, float>();
5          // string doesn't have a parameterless constructor:
6          // GenericTest<string, int> t3 =
7          //       new GenericTest<string, int>();
8          GenericTest<int, B> t4 = new GenericTest<int, B>();
9      }
10 }
```

Generics - C# - Einschränkungen Typparameter

```
2  class DemoClass1<T, U>
3      // T kann verglichen werden,
4      // ist von U abgeleitet
5      // und hat einen parameterlosen Konstruktor
6      where T : IComparable, U, new()
7      // U ist eine Klasse (kein Struct o.Ä.)
8      where U : class {
9          T tMember;
10         U uMember;
11 }
```

Generics - C# - Methoden

```
13 public static void printGreaterIf<T> (T toPrint, T  check)
14                                          where T: IComparable {
15     if (toPrint.CompareTo(check) > 0){
16         System.Console.Write(toPrint);
17     }
18 }
```

Generics - Java

```java
// T unbounded
// U Number oder Unterklasse und implementiert Comparable
public class GenericDemo<T, U extends Number & Comparable<U>>{

    U uMember;
    // Generische Methode
    // C implementiert vergleich mit U.
    <C extends Comparable<U>> boolean comp(C c){
        return c.compareTo(uMember) < 0;
    }

}
```

Generics - Subtyping - Java

```java
public class Box<T> {
    T tMember;
    public void print() {
        System.out.println(tMember);
    }
}
```

```java
Box<Number> numberBox;
// Fehler: Box<Integer> ist kein
// Subtype von Box<Number>
// numberBox = new Box<Integer>();
```

Generics - Subtyping

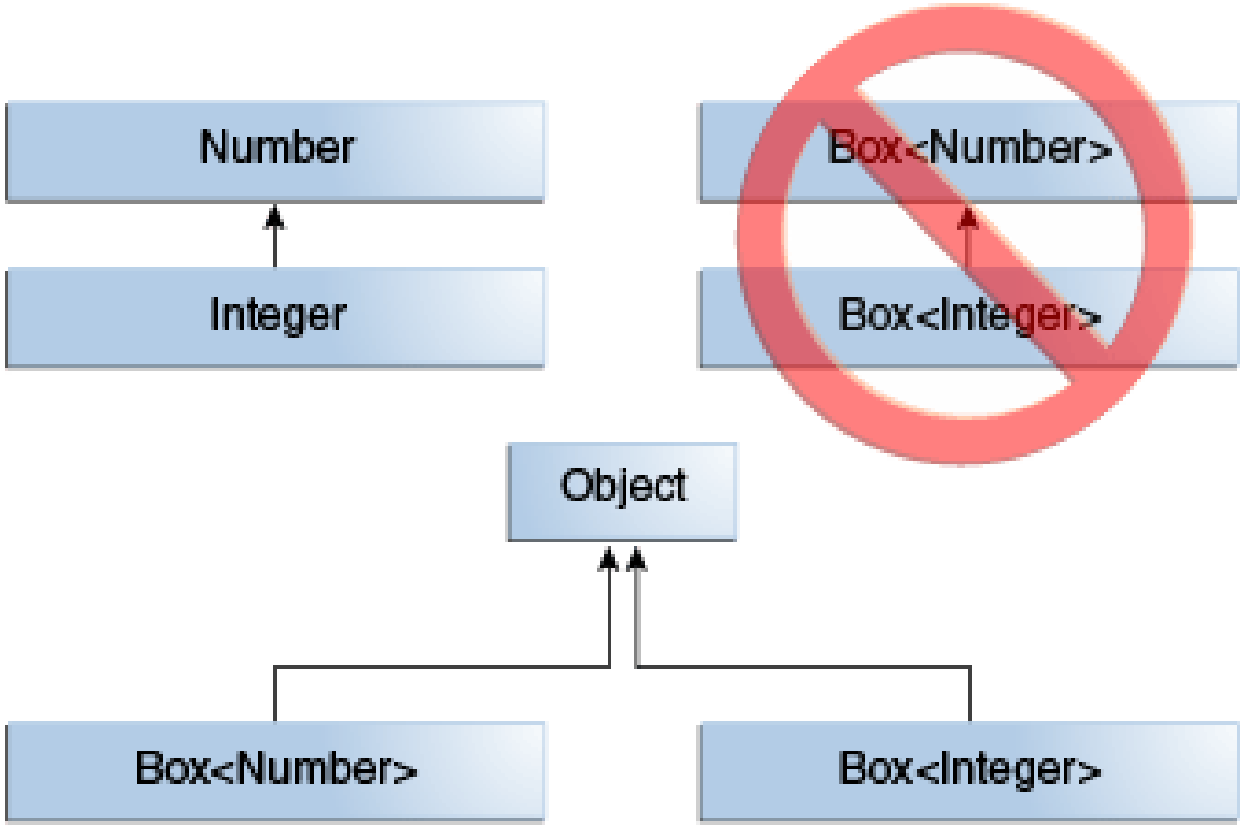


Abbildung: Subtype Relationship [9]

Covarianz und Contravarianz

- „Covariance and contravariance are terms that refer to the ability to use a more derived type (more specific) or a less derived type (less specific) than originally specified.“ [10]
- Covariante Typparameter sehen wie „gewöhnlicher“ Polymorphismus aus.

```
21 IEnumerable<Derived> d = new List<Derived>();
22 IEnumerable<Base> b = d;
```

- Contravarianz nicht allgemein möglich

```
26 IEnumerable<Base> b = new List<Base>();
27 IEnumerable<Derived> d = b;
```

Contravarianz (1)

`Circle` implementiert `Shape`. `IComparer<T>` ist als Contravariant markiert.

```
1  using System;
2  using System.Collections.Generic;
3
4  abstract class Shape
5  {
6      public virtual double Area { get { return 0; }}
7  }
8
9  class Circle : Shape
10 {
11     private double r;
12     public Circle(double radius) { r = radius; }
13     public double Radius { get { return r; }}
14     public override double Area { get { return Math.PI * r * r; }}
15 }
16
17 class ShapeAreaComparer : System.Collections.Generic.IComparer<Shape>
18 {
19     int IComparer<Shape>.Compare(Shape a, Shape b)
20     {
21         if (a == null) return b == null ? 0 : -1;
22         return b == null ? 1 : a.Area.CompareTo(b.Area);
23     }
24 }
```

Beispiel von [11]

Contravarianz (2)

`Circle` implementiert `Shape`. `IComparer<T>` ist als Contravariant markiert.

```
17  class ShapeAreaComparer : System.Collections.Generic.IComparer<Shape>
18  {
19      int IComparer<Shape>.Compare(Shape a, Shape b)
20      {
21          if (a == null) return b == null ? 0 : -1;
22          return b == null ? 1 : a.Area.CompareTo(b.Area);
23      }
24  }
25
26  class Program
27  {
28      static void Main()
29      {
30          // You can pass ShapeAreaComparer, which implements IComparer<Shape>,
31          // even though the constructor for SortedSet<Circle> expects
32          // IComparer<Circle>, because type parameter T of IComparer<T> is
33          // contravariant.
34          SortedSet<Circle> circlesByArea =
35              new SortedSet<Circle>(
36                  // IComparer<Shape>
37                  new ShapeAreaComparer())
38                  // Beispielwerte
39                  { new Circle(7.2), new Circle(100), null, new Circle(.01) };
40      }
41  }
```

Beispiel von [11]

C# - Variante Interfaces

```
1  // From: https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/programming-guide/concepts/covariance-contravariance/
2  // out R: R ist Covariant
3  // in A:  A ist Contravariant
4  interface IVariant<out R, in A>
5  {
6      R GetSomething();
7      void SetSomething(A sampleArg);
8      R GetSetSomethings(A sampleArg);
9
10     // Fehler:
11     // A GetSomethingDifferent();
12     // void SetSomethingDifferent(R sampleArg);
13 }
14
15 class Variant<R, A> : IVariant<R,  A>{
16     R rMember;
17     A aMember;
18
19     public R GetSomething() { return rMember;}
20     public void SetSomething(A a) {aMember = a;}
21     public R GetSetSomethings(A a)
22     {
23         aMember = a;
24         return rMember;
25     }
26 }
```

C# - Invariante Klassen

Erinnerung:

```
4  interface IVariant<out R, in A>
```

Variablen die eine Klasse als Typ haben sind invariant:

```
5  // The interface is variant.
6  IVariant<Derived, Base> variant = new Variant<Derived, Base>();
7  IVariant<Base, Derived> co_contra_variant = variant;
8
9  // The class is invariant.
10 Variant<Derived, Base> invariant = new Variant<Derived, Base>();
11 // The following statement generates a compiler error
12 // because classes are invariant.
13 // Variant<Base, Derived> invariant2 =
14 //    new Variant<Derived, Base>();
```

Varianz in Java: Wildcards

Wildcards mit upper (extends) oder lower (super) Bound. extends gilt auch für implementierte Interfaces.

```
11 Box<? extends Number> wildcardBox = new Box<Integer>();
12 Box<? super Integer> nBox = new Box<Number>();
```

Anwendungsbeispiel:

```
15 public static double sumOfList(List<? extends Number> list) {
16     double s = 0.0;
17     for (Number n : list)
18         s += n.doubleValue();
19     return s;
20 }
21 // https://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/generics/upperBoun
```

Wildcards

```
53 Object no;
54 Number n;
55 Integer ni;
```

Contravariant („in“) Write-Only

```
57 ArrayList<? super Number> nl = new ArrayList<Object>();
58 nl.add((Number) 1);
59 nl.add((Integer)1);
60 // nl.add(new Object());
61 no = nl.get(0);
62 // n = nl.get(0);
63 // ni = (Integer) nl.get(0);
```

Covariant („out“) Read-Only

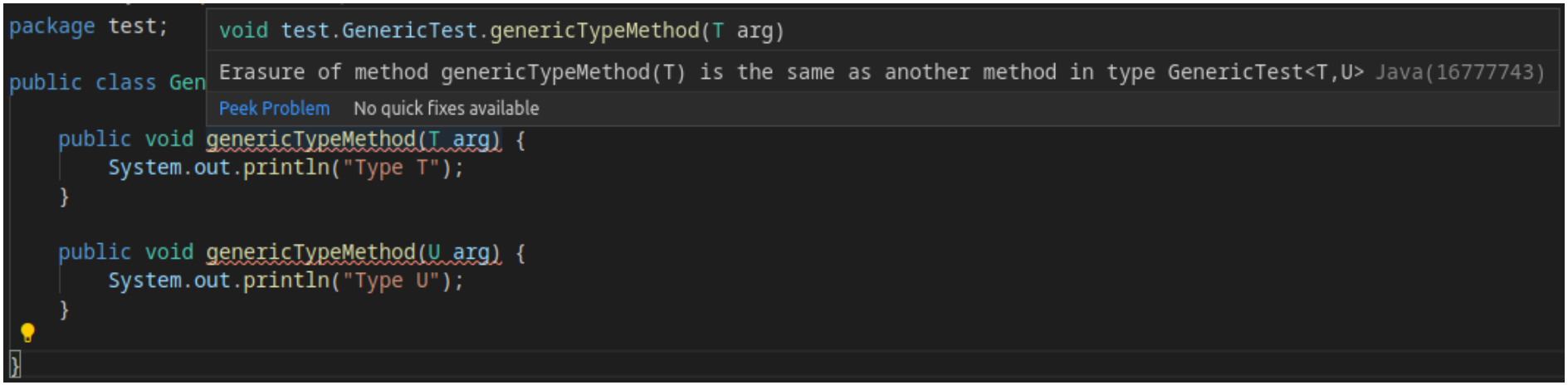
```
65 ArrayList<? extends Number> il = new ArrayList<Integer>();
66 // il.add((Integer) 1);
67 // il.add((Number) 1);
68 // il.add(new Object());
69 no = il.get(0);
70 n = il.get(0);
71 // ni = il.get(0);
```

Java Konzept: Type Erasure

- Java unterstützt auf Bytecode Ebene keine Generics
  - Keine generischen Typinformationen zur Laufzeit
- Generisches Argument wird durch möglichst spezifischen Typ ersetzt

```
1  public class Node<N extends Number,
2                    C extends Comparable<C>,
3                    T> {
4      N nMember;
5      C cMember;
6      T tMember;
7  }
8
9  public class Node {
10     Number nMember;
11     Comparable cMember;
12     Object tMember;
13
14 }
```

Type Erasure: Methoden




```
2 class GenericTest<T, U> where T: new() {
3     public void genericTypeMethod(T arg) {
4         System.Console.WriteLine("Type T");
5     }
6     public void genericTypeMethod(U arg) {
7         System.Console.WriteLine("Type U");
8     }
```

Type Erasure: Typen Generischer Klassen

Java

```
12 public static void genericListType(Object o) {
13     // if (o instanceof List<String>); Nicht möglich
14     if (o instanceof List) {
15         Object member = ((List) o).get(0);
16         System.out.println(member instanceof String);
17     }
18 }
```

C#

```
10 public static void genericListType(object o) {
11     if (o.GetType() == typeof(List<string>)){
12         System.Console.WriteLine(
13             "Generic Typeinformation is available at Runtime");
14     }
```

Type Erasure: Objekt Instanziierung

Java

```
27 public T createObject(Class<T> clazz)
28         throws InstantiationException, IllegalAccessException, Ill
29         NoSuchMethodException, SecurityException {
30     // Falls bekannt, dass tMember nicht null ist:
31     // tMember.getClass()
32     Constructor<T> c = clazz.getConstructor();
33     // Konstruktor vorhanden?
34     return c.newInstance();
35 }
```

C#

```
20 public T createObject() { // new constraint
21     return new T();
22 }
```

Type Erasure: Statische Methoden

```
Cannot make a static reference to the non-static type T Java(536871434)
Peek Problem   No quick fixes available
public static void statMethod(T param) {

}
```

C#

```
25  public static int typeCounter = 0;
26  public static void statMethod(T param) {
27      typeCounter += 1;
28      System.Console.WriteLine("This Works! " + param.ToString());
29  }
30  public static void staticMethodDemo() {
31      GenericTest<int, string>.statMethod(1);
32      GenericTest<int, string>.statMethod(2);
33
34      GenericTest<int, bool>.statMethod(3);
35
36      System.Console.WriteLine("<int, string>    typeCounter: " +
37          GenericTest<int, string>.typeCounter);
38      System.Console.WriteLine("<int, bool>      typeCounter: " +
39          GenericTest<int, bool>.typeCounter);
40  }
```

Generics - Reflection

- Java
  - Es ist trotz Type Erasure teilweise möglich mithilfe von `java.lang.reflection` während der Laufzeit auf die Parametrisierten Typen zuzugreifen.
  - „Umweg“ über Superclass
  - Andere Möglichkeit: Bei Konstruktion immer Klasse mit übergeben.
- C#
  - Besserer Unterstützung für generische Reflektion

Delegates

- `Delegate` sind Referenz**typen** (Objekte)
- Sie kapseln die Funktionalität einer (anonymen) Methode
- Die Methode wird mittels des Delegats aufgerufen

```
3 // Deklaration eines neuen Datentyps!
4 public delegate int DelegMult(float f);
```

Delegate

Erstes Beispiel:

```
4  public delegate int DelegMult(float f);
5
6  public static int TimesTwo(float f) {
7       Console.WriteLine(f + " * 2 as Delegate");
8       return (int)f * 2;
9  }
10 public static int TimesThree(float f) {
11      Console.WriteLine(f + " * 3 as Delegate");
12       return (int)f * 3;
13 }
14
15 public static void demonstrate_delegates() {
16      DelegMult deleg = TimesTwo;
17      Console.WriteLine(deleg(2));
18 }
```

Delegate

Initialisierung Möglich als: Methode mit Namen, Anonyme Methode und Lambda Funktion

```
35 public static void different_initializers(DelegMult param){
36     DelegMult as_param = param;
37     DelegMult named_function = new DelegMult(TimesTwo);
38     DelegMult anonymous_function =  delegate(float f)
39             { return 2 * (int) f; };
40     DelegMult lambda = (f) => { return 2 * (int)f;};
41 }
```

Delegates - Invocation List

- Eine Kombination von Delegaten ist möglich
- Methoden `TimesTwo (d1)` und `TimesThree` werden nacheinander mit 2 aufgerufen
  - Delegatenaufruf gibt jetzt `void` zurück

```
27 DelegMult d1 = TimesTwo;
28 d1 += TimesThree; // d1 is now a MultiCast Delegate
29 d1(2); // Call Both Methods. Returns void
30 d1 -= TimesThree; // Remove TimesThree from Multicast Delegate
```

Varianz in Delegaten

- Ein Delegat-Typ akzeptiert auch Delegate mit:
  - „More Derived Types“ als Rückgabewert (Covarianz)
  - „Less Derived Types“ als Parameter (Contravarianz)
  - Implizite Konvertierung, falls `in` bzw. `out` Keyword vorhanden

```
24 public delegate R DVariant<in A, out R>(A a);
```

Delegate - Vergleich Java

- Java: Functional Interfaces
  - bestehend aus einer Funktion
  - Automatisches Casten von Lambda-Ausdrücken
  - „Lambda expressions let you express instances of single-method classes more compactly.“
  - `@FunctionalInterface` Annotation
- Wieder weniger explizit
- Man sieht nicht am Datentyp, dass es sich um eine Funktion handelt
- Vgl. Vortrag letztes Mal: „Real Function Types“

Quellen

[1] Programming Guide C#", https://docs.microsoft.com/de-de/dotnet/csharp/programming-guide/, 05.06.2020

[2] C# Language Specification, https://docs.microsoft.com/de-de/dotnet/csharp/language-reference/language-specification/introduction, 05.06.2020

[3] Introduction to C#, https://docs.microsoft.com/de-de/dotnet/csharp/language-reference/language-specification/introduction, 06.06.2020

[4] '"What is the equivalent of the C# 'var' keyword in Java?", https://stackoverflow.com/a/49598148, 05.06.2020

[5] 'Interview with C# Designer', https://www.artima.com/intv/nonvirtual.html, 06.06.2020

[6] 'Java Generics' https://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/generics/restrictions.html, 08.06.2020

[7] 'Blogpost C# / Java Generics', http://www.jprl.com/Blog/archive/development/2007/Aug-31.html, 09.06.2020

[8] 'SO: Get Actual Types', https://stackoverflow.com/a/5684761, 09.06.2020

[9] 'Java Generics: Inheritance', https://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/generics/inheritance.html

[10] 'Covariance and Contravariance', https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/standard/generics/covariance-and-contravariance, 13.06.2020

[11] 'Beispiel Contravariance', https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/standard/generics/covariance-and-contravariance, 13.06.2020

[12] 'C# Geschichte', https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/whats-new/csharp-version-history, 15.06.2020