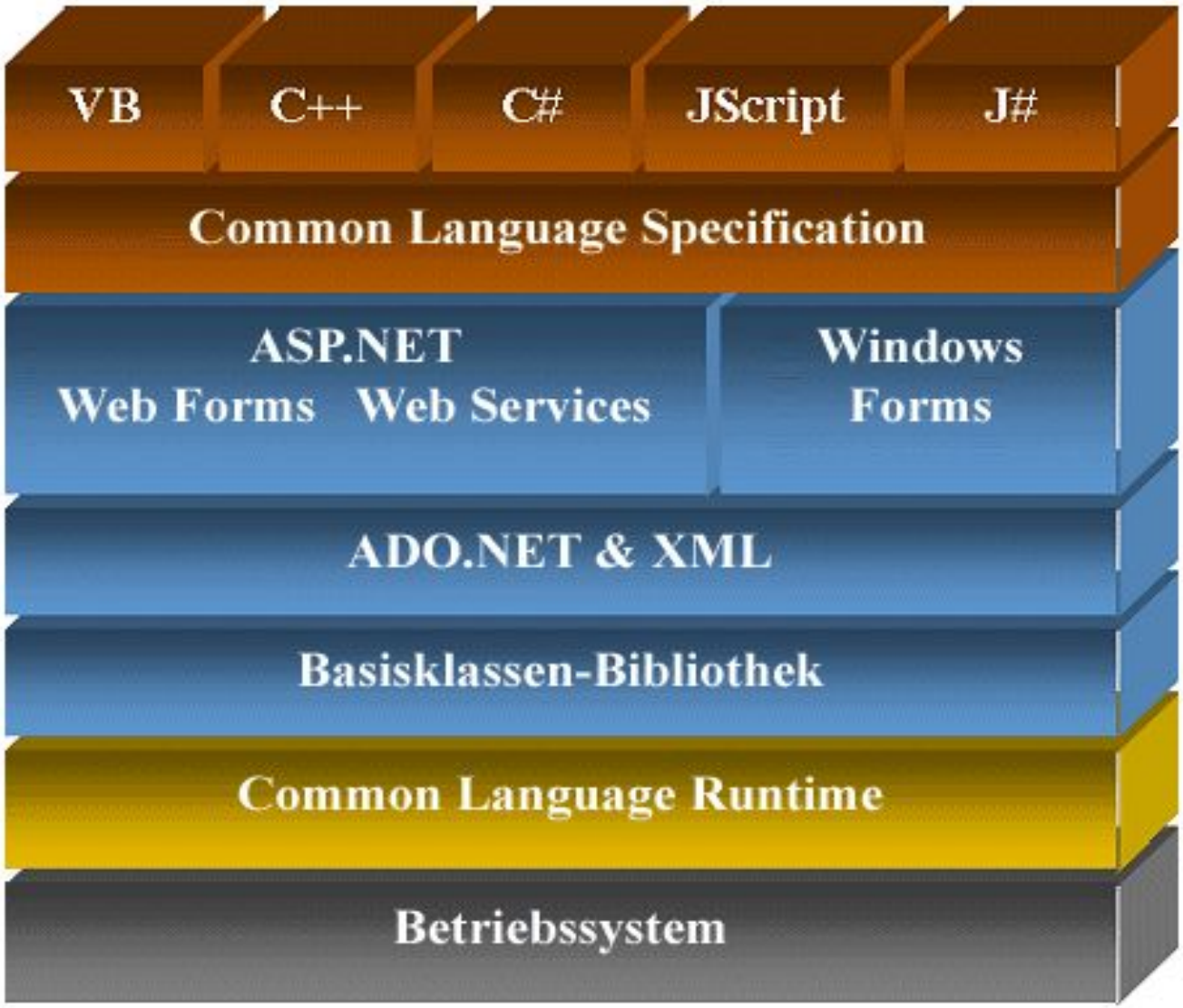
Einführung in die Programmiersprache C#

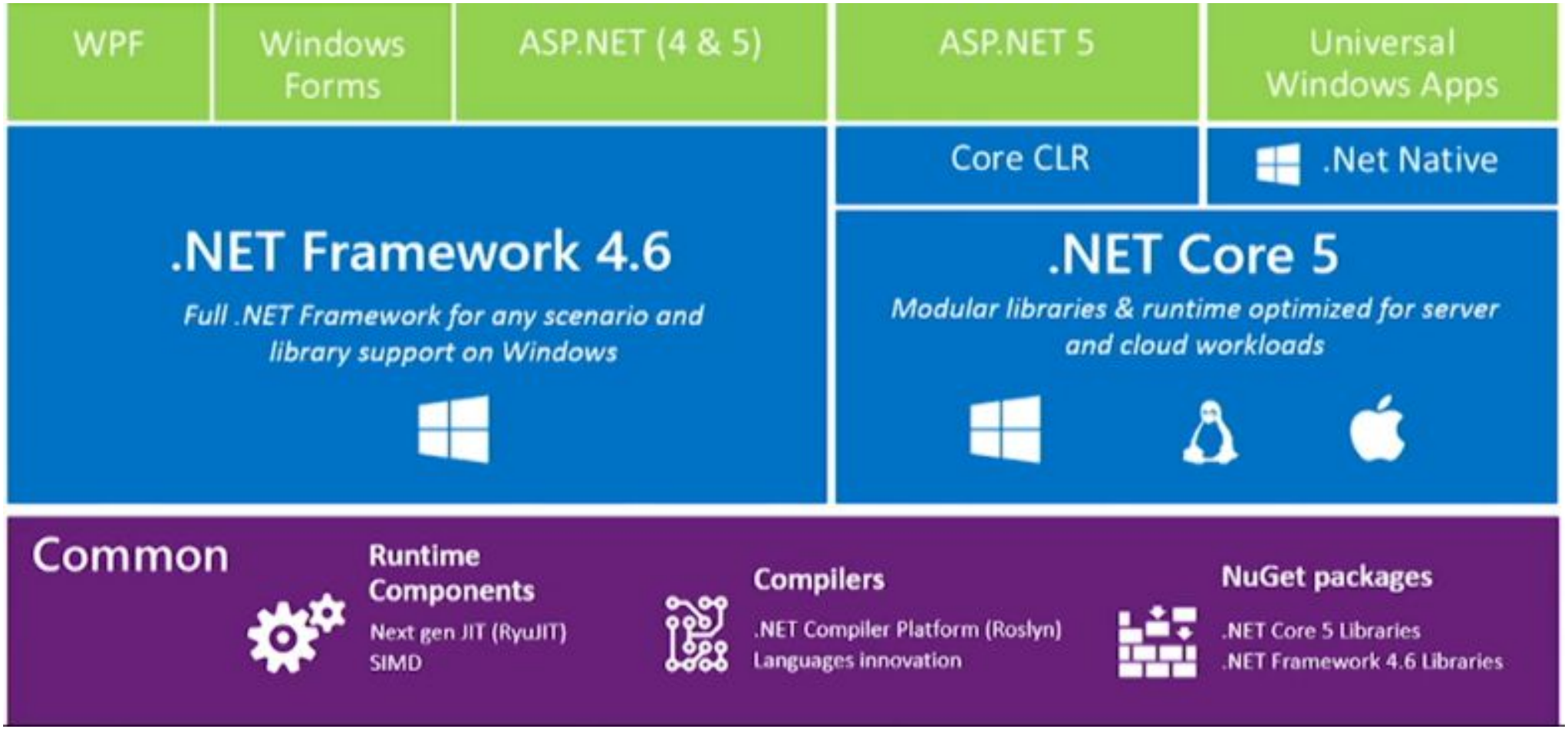
C# Übersicht

- Einführung in das .NET
- Konzepte / Architektur
- Einführung in C#, Unterschiede zu Java

.NET: the early years

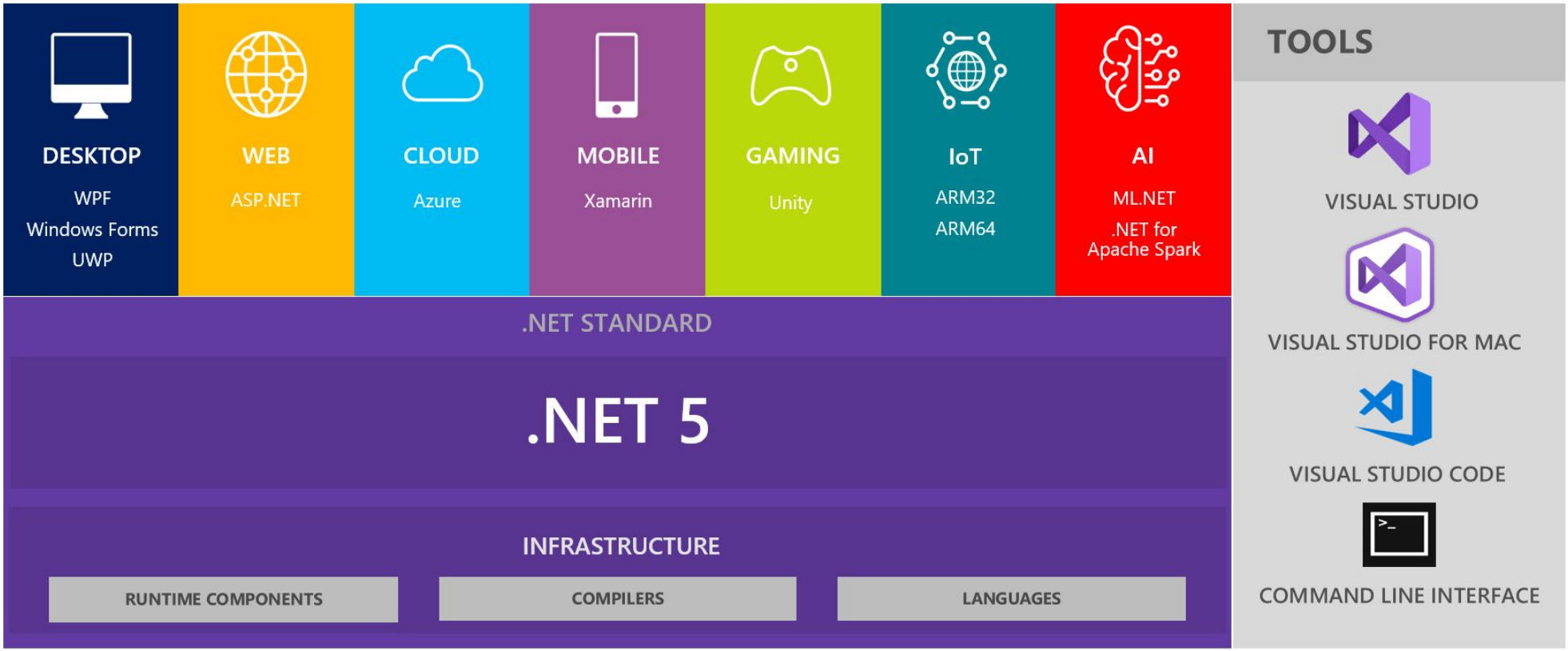


.NET: the microsoft stack



.NET: one framework to rule them all

.NET – A unified platform



.NET

- **Common Language Runtime (CLR)** mit einer für alle .NET gemeinsamen Common Intermediate Language (CIL).
  - Z.B. ist der Garbage Collector in der CLR implementiert

- **Common Language Specification (CLS)** und **Common Type System (CTS)**.
  - Alle .NET-Sprachen basieren auf gemeinsamen Basis-Typen

- **Umfangreiche (Klassen-) Bibliothek**
  - grafische Oberfläche, Web-Anwendungen, Datenbank, Sockets, XML, Multi-Threading, Kryptographie usw.

ein Sprachenmix

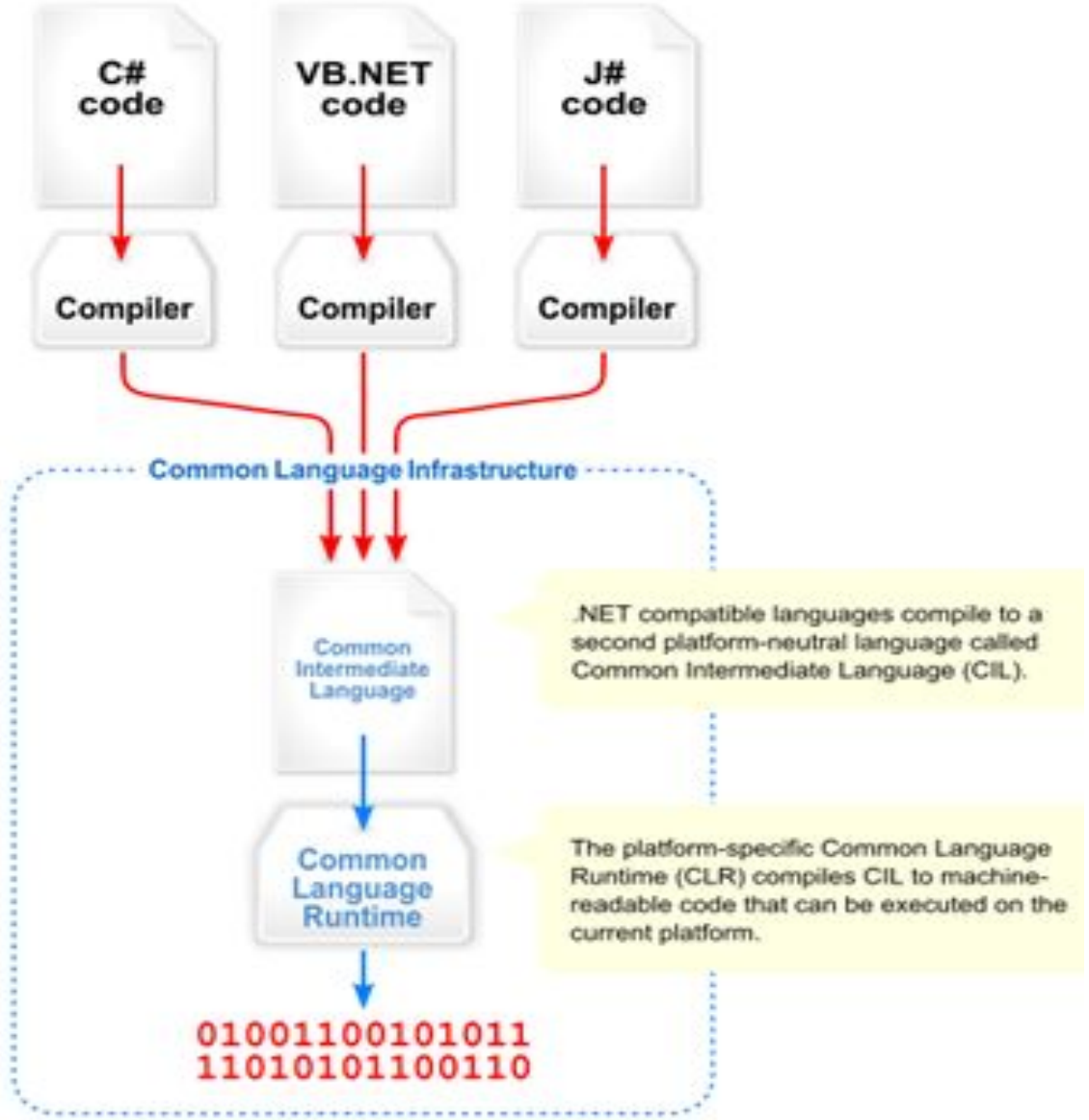
- eine .NET-Anwendung kann in unterschiedlichen Sprachen geschrieben werden (z. B. C#, J#, C++/CLI, Visual Basic .NET)
- eine Klasse, die in C# geschrieben ist, kann von einer Klasse in Visual Basic beerbt werden
- es gibt (theoretisch) keine „bevorzugte“ Programmiersprache. Vorteil: Jeder kann in der Sprache seiner Wahl programmieren
- die Klassenbibliothek, das Typsystem und die Laufzeitumgebung ist für alle .NET Sprachen gleich

Common Intermediate Language

- Die CIL ist der „Befehlssatz“ der Virtual Machine von .NET
  - D.h. .NET-Anwendungen sind plattform-unabhängig in CIL geschrieben
  - Der CIL-Code sichert die kompatibilität zwischen den verschiedenen .NET Programmiersprachen
  - CIL ist eine „objektorientierte Assemblersprache“

```
.method public static void Main() cil managed
 {
      .entrypoint
      .maxstack 1
      ldstr "Hallo Welt!"
      call void [mscorlib]System.Console::WriteLine(string)
      ret
 }
```

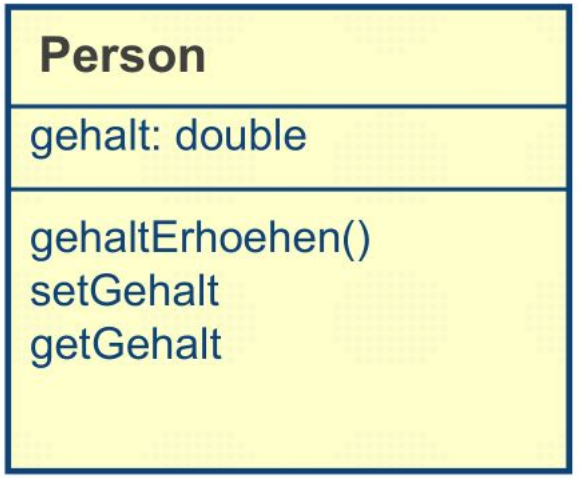
Common Language Runtime



Einfaches Beispiel

- C# Code: Person.cs

```
1  class Person
2  {
3      private double gehalt;
4      public double getGehalt() {
5          return gehalt;
6      }
7
8      public void setGehalt(int g) {
9          gehalt = g;
10     }
11
12     public void gehaltErhoehen() {
13         gehalt = gehalt + 100;
14     }
15 }
```



C# vs. Java

- streng typisierte objektorientierte Programmiersprache
- wird übersetzt in Intermediate Language (IL): ähnlich Java-Bytecode
- wird ausgeführt von CLR – ähnlich JVM
- Anforderungen:
  - Architekturunabhängigkeit
  - Sprachunabhängigkeit

C# und Java

- keine Header-Dateien
- Mehrfachvererbung von Schnittstellen (nicht von Implementierungen)
- keine globalen Funktionen oder Konstanten (alles in Klassen)
- Arrays und Strings mit festen Längen und Zugriffskontrolle
- Alle Variablen müssen vor der ersten Verwendung initialisiert werden
- alle Objekte erben von Object-Klasse
- Objekte werden auf dem Heap erzeugt (mit dem Schlüsselwort new)
- Garbage Collector, Reflection
- Thread Unterstützung, Synchronisation
- Generics

Erste Schritte

- Hello World

```
1  using System;
2
3  public class Hello {
4      public static void Main() {
5          Console.WriteLine("Hello World");
6      }
7  }
```

- alle Klassen der .NET-Architektur im System Namespace
  - using Anweisung

- Main-Methode als Einstiegspunkt:
  - `public static void Main(string[] args) { ... }`

BankLibrary

```
1  namespace BankLibrary {
2      public class Bank {
3          public static int deposit(Account account,
4              int amount){
5              return account.deposit(amount);
6          }
7      }
8
9      public class Account {
10         private int balance = 0;
11
12         public int deposit(int amount) {
13             balance += amount; return balance;
14         }
15
16         public int withdraw(int amount) {
17             balance -= amount; return balance;
18         }
19     }
20 }
```

```
> mcs -target:library Bank.cs
```

BankClient

```
1  using System;
2
3  namespace Customer {
4      class Customer {
5          public static void Main(string[] args) {
6              BankLibrary.Account account =
7                  new BankLibrary.Account();
8              Console.WriteLine("deposit 3 -> account = {0}",
9                  BankLibrary.Bank.deposit(account, 3));
10             Console.WriteLine("deposit 5 -> account = {0}",
11                 BankLibrary.Bank.deposit(account, 5));
12         }
13     }
14 }
```

```
> mcs -r:Bank.dll Customer.cs
```

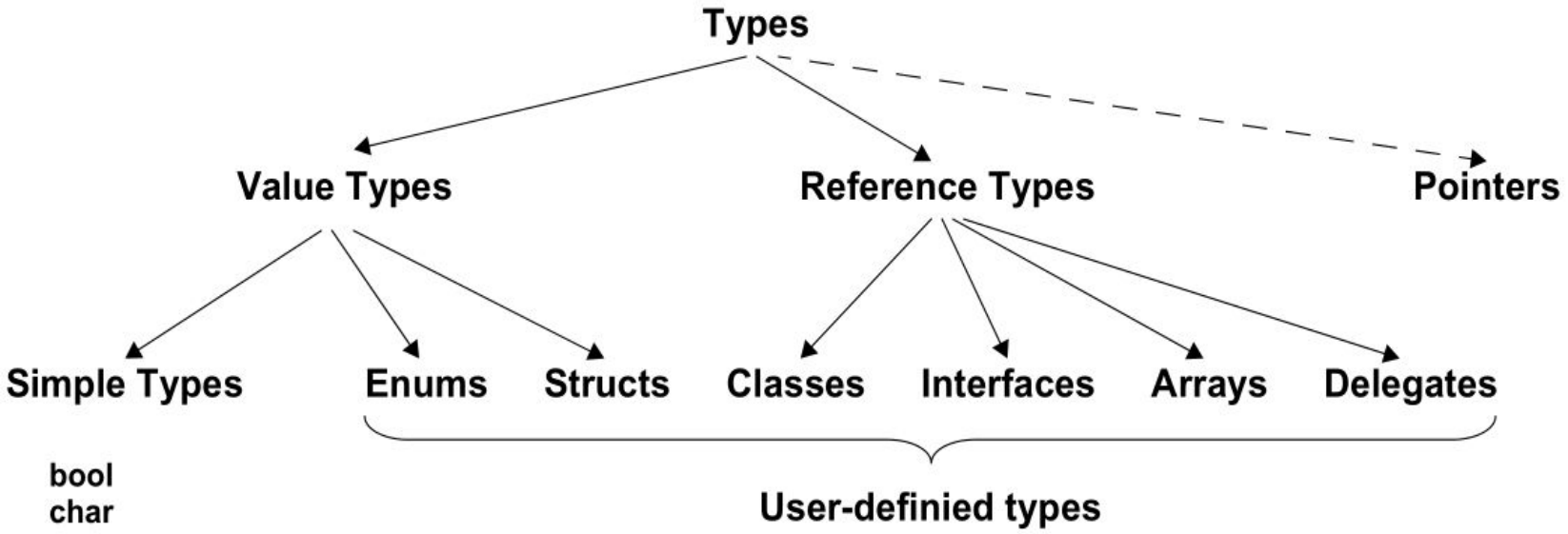
```
> mono Customer.exe
```

Kommentare

- Kommentierter Bereich
  - /* Dies ist ein Kommentar,
  - der über mehrere
  - Zeilen verläuft */

- Zeilenkommentar
  - int x = 1; // Anfangswert
  - // ab jetzt folgen Initialisierungen

Typsystem



bool
char
sbyte
byte
short
ushort
int
uint
long
ulong
float
double
decimal

Primitive Typen

- byte , short , int , long , float , double , bool , char (Unicode)
  - wie in Java
- vorzeichenlose Typen: byte , ushort , uint , ulong
- decimal : 128 Bit Zahl
- Konstanten
  - wie in C/C++
  - const int i = 3;

Typen

- Enum
  - Liste von Konstanten mit Namen

```
public enum Farbe {Gelb = 1, Rot = 2};

Farbe farbe = Farbe.Gelb
```

- Array

```
1  int[] array = new int[3];
2  int[] array = new int[] { 1, 2, 3 };
3  int[] array = { 1, 2, 3 };
4  int len = array.Length
5
6  int[][] 2D_array = new int[2][];
7  a[0] = new int[3]; a[1] = new int[4];
```

Strings

- Objekte der Klasse string sind konstante, invariante Objekte
  - bei Modifikationen wird neues string-Objekt als Rückgabewert geliefert
  - Aneinanderhängen mit "+"
  - Indizierung: s[i], Länge der Zeichenkette: s.Length

- Vergleich von string-Objekten

```
1  string s1 = "Hello";
2  string s2 = string.Copy(s1);
3
4  if (s1 == s2) { ... }                  // true (1)
5  if ((Object)s1 == (Object)s2) { ... }   // false (2)
6  if (s1.Equals(s2)) { ... }             // true (3)
```

Strings

- Strings parsen

```
1  char[] trennzeichen = {' ', ',', ':'};
2  // oder:
3  string s_trennzeichen = " ,:";
4  char[] trennzeichen = s_trennzeichen.ToCharArray();
5
6  string test = "Vorname,Nachnahme Strasse:PLZ,Ort";
7  string[] parts = test.Split(trennzeichen);
```

- Ein-/Ausgabe (Console)

```
1  using System;
2
3  Console.Write("kein Newline am Ende");
4  Console.WriteLine("diesmal mit Newline");
5  Console.WriteLine("Heute ist der {0}. {1}", 22, "Januar");
6
7  string input = Console.ReadLine();
```

Strukturen

- C# unterstützt Strukturen:
  - ähnlich C/C++

- Strukturen werden in C# auf dem Stack angelegt (value type)
  - Klassen (class) werden immer auf dem Heap erzeugt

- Keine Vererbung möglich, Strukturen können aber Interfaces implementieren

```
1  public struct Account {
2      public int balance;
3      public Account(int amount) { balance = amount; }
4      public void Withdraw(int amount) { balance -= amount; }
5  }
```

Boxing

- Value types (primitive Type, Strukturen, Enums) können in ein Objekt (Boxing) und wieder zurück gewandelt werden (Unboxing)

- Nachteile:
  - Wrapper-Objekt muss (auf dem Heap) erzeugt werden

  - Man erkennt nicht auf Anhieb, dass das Verfahren teuer ist

```
1  Object obj = 333;                    // boxing (explizit)
2  int i = (int) obj;                       // unboxing
3
4  Stack stack = new Stack();               // Stack enthält Objekte
5  stack.Push(i);                       // boxing (implizit)
6  int j = (int) stack.Pop();                              // unboxing
```

Switch-Anweisung

- Kontrollfluss muss explizit festgelegt werden
  - break (oder return, goto, throw) muss am Ende jeder case-Anweisung stehen
  - falls kein case zutrifft: default-Label

- als Switch-Typ ist auch ein String erlaubt:

```
1  switch(name) {
2      case "Zaphod Beeblebrox":
3          Console.WriteLine( "Hello Zaphod" );
4      break;
5      case "Ford Prefect":
6          Console.WriteLine( "Hi" );
7      break;
8  }
```

foreach-Anweisung

- foreach-Anweisung arbeitet auf allen Objekten, die das Interface System.Collections.IEnumerable implementieren

- Auch Arrays implementieren dieses Interface

```
1  foreach (Object o in collection) { ... }
2
3  foreach (int i in array) { ... }
```

Assemblies, Namespaces

- Namensräume (namespaces) wie in Java: Trennung mit “ . ”
  - “syntactic sugar” für lange Klassennamen
  - Namensräume importieren mit using-Schlüsselwort
- Eine Assembly besteht aus mehreren Dateien (einem Projekt), die zu einer .exe- (Executable) oder .dll-Datei (Bibliothek) kompiliert werden
  - definieren einen eigenen Namensraum
  - verschiedene Versionen einer Assembly können parallel existieren

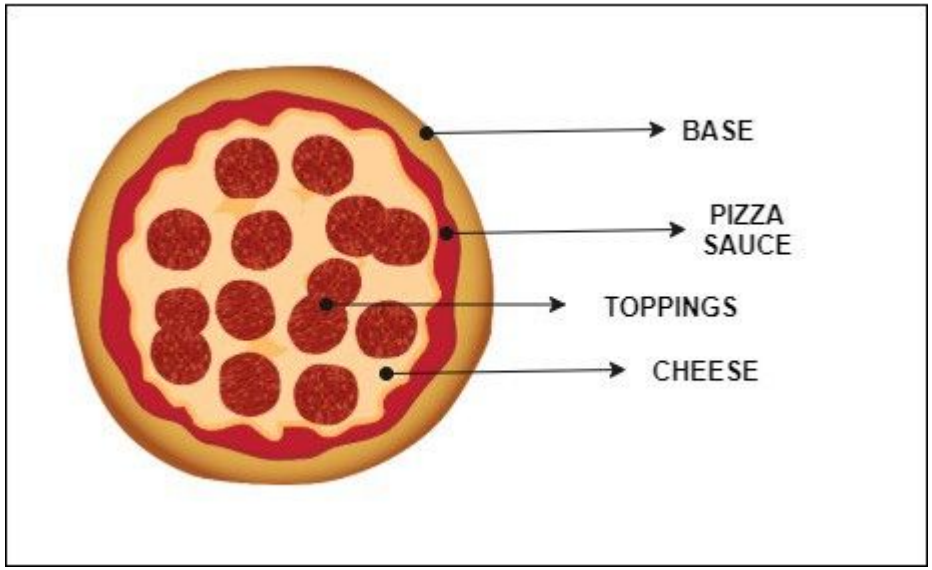
Zugriffslevel

- private (Zugriff nur innerhalb der Klasse, wie in Java)
- internal (Default - Zugriff innerhalb der Assembly)
- protected (Zugriff innerhalb der Klasse und abgeleiteter Klassen)
- internal protected (wie protected, zusätzlich im Assembly)
- public (Zugriff immer erlaubt)

Klassen, Interfaces, Vererbung

- Übernommen von C++ ; Syntax identisch für Klassen und Interfaces
- Jedoch wie Java keine Vererbung unter Angabe von Zugriffsrechten
- Eine Klasse kann max. von einer anderen Klasse erben, aber mehrere Interfaces implementieren

Pizza Beispiel




```
class Pizza {
        string base;
        string sauce;
        List<string> toppings;
        string name;
};
```

```
Salami
Cheese
Pizzeria
```

Pizza Beispiel

```
enum PizzaType {easypizza, mediumpizza,
hardpizza};

static class PizzaPricer {
    public static int price(this PizzaType
type) {
        switch(type){
            case PizzaType.easypizza:
                return 10;
            case PizzaType.mediumpizza:
                return 20;
            case PizzaType.hardpizza:
                return 30;
            default:
                return 0;
        }
    }
}

class Pizzeria {
    public static Pizza makePizza(PizzaType
type) {
        return new Pizza
{Name=type.ToString(), Price=type.price()};
    }
}
```

```
class Pizza {
    public string Name {get; set;}
    public int Price {get; set;}

    public override string ToString() {
        return $"{this.Name} costs
{this.Price}";
    }
}

public class HelloWorld
{
    public static void Main(string[] args)
    {
        Pizza p =
Pizzeria.makePizza(PizzaType.easypizza);

        Console.WriteLine (p);
    }
}
```

Typen

- Enum
  - Liste von Konstanten mit Namen

```
public enum Farbe {Gelb = 1, Rot = 2};

Farbe farbe = Farbe.Gelb
```

- static classes

- extensions

Methoden

- Standardmäßig wird “call by value” verwendet

- out-Parameter: “call by reference”
  - übergebene Variable braucht nicht initialisiert worden sein

  - schreibender Zugriff auf Variablen des Aufrufers notwendig

```
1  class Test
2  {
3      public static void Main() {
4          Int zufallszahl;
5          random (out zufallszahl);
6          ...
7      }
8      public static void random(out int r) {
9          r = ...;
10     }
11 }
```

Methoden

- ref -Parameter: ebenfalls “call by reference”
  - übergebene Variable muss zuvor vom Aufrufer initialisiert worden sein (“in-out”-Parameter)

```
1  class Test
2  {
3      public static void Main() {
4          int a = 1, b = 2;
5          swap (ref a, ref b);
6      }
7      public static void swap(ref int a, ref int b) {
8          int temp = a;
9          a = b;
10         b = temp;
11     }
12 }
```

Beliebige Anzahl von Parametern

- Das Schlüsselwort params ermöglicht eine variable Anzahl von Parametern:

```
1   class Test
2   {
3       public static void Main() {
4           int ergebnis = add(1, 2, 3, 4);
5   .       ..
6       }
7       public static int add(params int[] array) {
8           int sum = 0;
9           foreach (int i in array)
10              sum += i;
11          return sum;
12      }
13  }
```

Überladen von Operatoren

```
1  class Score : IComparable {
2      int value;
3
4      public static bool operator == (Score x, Score y) {
5          return x.value == y.value;
6      }
7
8      public static bool operator != (Score x, Score y) {
9          return x.value != y.value;
10     }
11
12     public int CompareTo(Object o) {
13         return value - ((Score)o).value;
14     }
15 }
16
17 Score a = new Score(5);
18 Score b = new Score(5);
19 Object c = a, d = b;
20
21 if (a == b) { ... } // true
22 if (c == d) { ... } // false
23
24 if ((Object)a == (Object)b) { ... } // false
```

Properties

- Properties werden wie Variablen angesprochen
  - Zugriffe werden in Methodenaufrufe von Get- und Set-Funktionen umgesetzt

```
1  class C {
2      private string s = "(not defined)";
3
4      public string S {
5          get { return this.s; }
6          set {
7              if (value == null) throw new Exception("null");
8              this.s = value.ToUpper();
9          }
10     }
11
12     public static void Main(string[] args) {
13         C c = new C();
14         c.S = "Hello World";
15         Console.WriteLine(c.S);
16     }
17 }
```

Properties: Indexer

- Objekte wie Arrays behandeln
- jedes Element wird über get/set-Methoden angesprochen

```
1  class Skyscraper {
2      Story[] stories;
3
4      public Story this [int index] {
5          get { return stories [index]; }
6          set {
7                  if (value != null)
8                  stories [index] = value;
9              }
10     }
11     ...
12 }
13
14 Skyscraper empireState = new Skyscraper(...);
15 empireState[102] = new Story ("The Top One", ...);
```

Konstruktoren & Destruktoren

- Konstruktoren wie in Java
  - statische Konstruktoren möglich (“static Klassenname()”)
  - Überladen von Konstruktoren möglich

- Destruktoren werden vom Garbage Collector aufgerufen (kein delete!)
  - Zeitpunkt des Aufrufs kann nicht vorhergesagt werden
  - Es ist nicht garantiert, dass der Destruktor überhaupt aufgerufen wird

Events und Delegates

- Delegates sind eine Art typsicherer objekt-orientierter Funktionszeiger
- können mehrere Methoden (Handler) enthalten
- Sprachunterstützung für Event-Verarbeitung

```
1  // Typ-Definition
2  delegate void MouseEventHandler(int x, int y);
3  // Event-Erzeuger
4
5  class Window {
6      public event MouseEventHandler mouseChange;
7  }
8
9  // Event-Verbraucher
10 class MouseControl {
11     public MouseControl(Window window) {
12         window.mouseChange +=
13             new MouseEventHandler(myhandler);
14     }
15
16     private void myhandler(int x, int y) {...}
17 }
18
19 Window.mouseChange(4,25); // -> MouseControl.myhandler()
```

Die Klasse Object

- von alle anderen Klassen abgeleitet
- Mit GetType() kann der Typ der Klasse abgefragt werden (Reflection)
- Virtuelle Methoden ToString() und Equals()

Interfaces

- Eine Klasse kann nur von einer Basisklasse erben, aber mehrere Interfaces implementieren

- Keine Vererbung bei Strukturen, aber Implementierung von Interfaces möglich

```
1  public interface ITeller {
2      void Next();
3  }
4  public interface IIterator {
5      void Next();
6  }
7
8  public class Clark : ITeller, IIterator {
9      void ITeller.Next() { }
10     void IIterator.Next() { }
11 }
```

Polymorphie und dynamisches Binden

- In Java: alle Methoden sind virtuell
- In C#: Schlüsselwort virtual zur Kennzeichnung von virtuellen Methoden (wie in C++)
- Schlüsselwort `override` zum Überschreiben virtueller Methoden
- Schlüsselwort `new` zum Überschreiben nicht-virtueller Methoden

Polymorphie und dynamisches Binden

```
1  N n = new N ();
2  n.foo(); // foo der Klasse N
3  ((D)n).foo(); // foo der Klasse D
4  ((B)n).foo(); // foo der Klasse D (nicht B!)
```

```
1  abstract class A {
2      public abstract void MyMethod();
3
4      public abstract int X {
5          get;
6          set;
7      }
8  }
9
10 public DerivedFromA: A {
11     public override void MyMethod() { ... }
12
13     public override int X {
14         get { return ... }
15         set { ... = value; }
16     }
17 }
```

Reflection

- Zugriff auf Klasseninformationen über die Type-Klasse

```
1  // Object obj = new C();
2  Type t = obj.GetType(); // Alternative 1: Object.GetType()
3  Type t = typeof(C); // Alternative 2: typeof()
4  Type t = Type.GetType("C"); // Alt. 3: Type.GetType()
5  // Format: <namespace>.<classname>, <assemblyname>
```

- Zugriff auf Metainformationen: Type.GetConstructors() , Type.GetMethods() , Type.GetProperties() , Type.GetFields()
- Methodenaufruf (Konstruktoraufruf analog)

```
1  MethodInfo m = t.GetMethod ("F", new Type[] { });
2  m.Invoke (obj, null)
```

Generics

- Erlaubt die Definition parametrisierter Typen

```
1  class Queue<T> {
2      T[] cell = new T[50];
3      void append(T item) { ... }
4  }
```

- Vorteile gegenüber Pseudo-Generizität mit gemeinsamer Basisklasse

```
6  class Stack {
7      Object[] stack = new Object[50];
8
9      void push(Object item) { ... }
10     Object pop() { ... }
```

- Casts werden benötigt

```
14 String x = (String)mystack.pop();
```

- keine Typsicherheit

```
17 mystack.push(1);
18 String x = (String)mystack.pop(); // Exception!
```

Generics

- Instantiierung in C# zur Laufzeit; bei C++ zur Compile-/Link-Zeit
- C++ verwendet spezialisierte Versionen für jede Instanziierung (heterogene Übersetzung): effizient, aber Problem der Code-Explosion
- Java bildet Generics auf Object ab und fügt Casts ein (homogene Übersetzung): keine Änderungen an JVM notwendig, aber ineffizient
- C# setzt spezialisierte Versionen für alle primitiven Typen ein, aber den gleichen Methoden-Code für Reference Types

References

1. C# Microsoft Programming Guide:

http://msdn.microsoft.com/en-us/library/67ef8sbd.aspx

2. Object-oriented Programming in C#

http://people.cs.aau.dk/~normark/oop-csharp/pdf/all.pdf