

# C#

# GITHUB



- Sourcen mit Beispielen zum Skript finden sie unter <https://github.com/florianwachs/AspNetWebservicesCourse>

# DISCLAIMER

- Wir gehen diesen Foliensatz nicht komplett durch.
- Er ist als Referenz für Euch gedacht.
- Kommt bei Fragen auf mich zu und nutzt die Microsoft Learn Ressourcen.

# Neueste C# Features

- C# Wird ständig weiterentwickelt, einen Überblick über neue Features finden Sie hier:
- [C# docs - get started, tutorials, reference. | Microsoft Docs](#)
- [What's new in C# 12 - C# Guide - C# | Microsoft Learn](#)

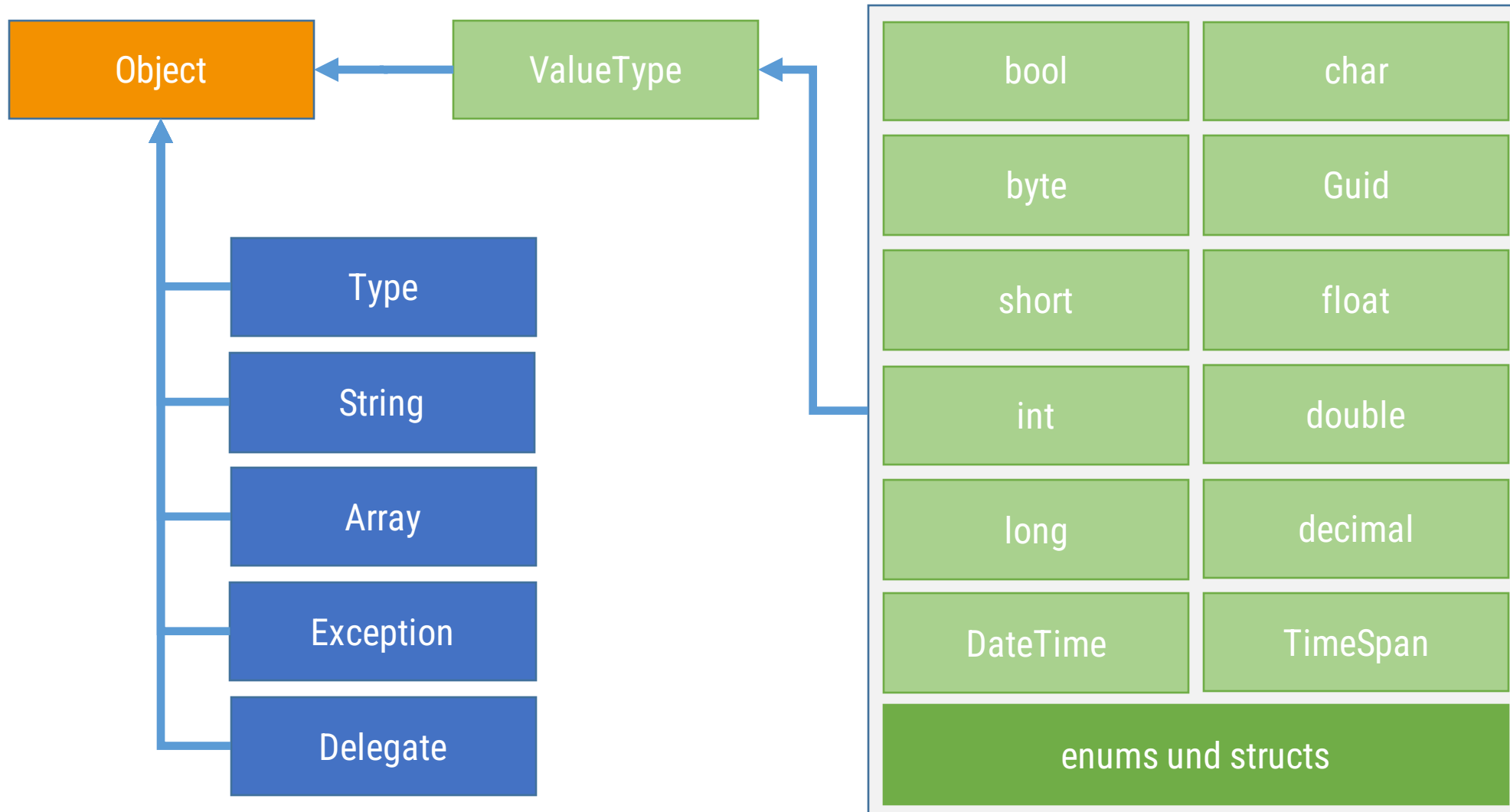
# RESSOURCEN

Url	Beschreibung
<a href="#">C#-Dokumentation: Einstieg, Tutorials, Referenz.   Microsoft Learn</a>	Sehr gute Dokumentation von Microsoft
<a href="#">(1) C# for Beginners - YouTube</a>	Einführungskurs als Videos
<a href="https://docs.microsoft.com/en-us/learn/paths/csharp-first-steps/Earn-a-Free-C#-Certification-from-Microsoft-and-freeCodeCamp">https://docs.microsoft.com/en-us/learn/paths/csharp-first-steps/ Earn a Free C# Certification from Microsoft and freeCodeCamp</a>	Lernkurs C#
<a href="https://github.com/florianwachs/AspNetWebservicesCourse/blob/master/00_cheatsheets/csharp/csharp_cheat_sheet.md">https://github.com/florianwachs/AspNetWebservicesCourse/blob/master/00_cheatsheets/csharp/csharp_cheat_sheet.md</a>	Ein „Cheatsheet“ für die Vorlesung

# STATEMENTS

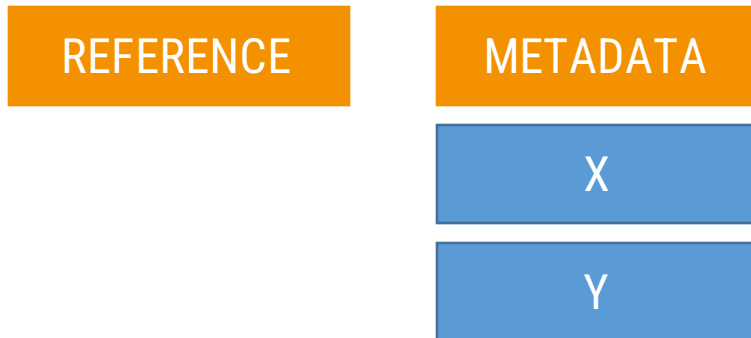
- Sehr ähnlich zu C++ und Java
- **if** (<bool expr>) { ... } else { ... };
- **switch**(<var>) { case <const>: ...; };
- **while** (<bool expr>) { ... };
- **for** (<init>;<bool test>;<modify>) { ... };
- **do** { ... } while (<bool expr>);

# DAS TYPE-SYSTEM

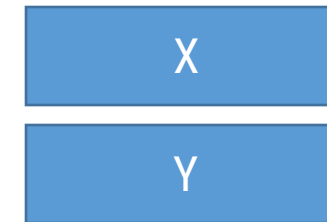


# REFERENCE VS. VALUE TYPES

PointClass



PointStructure





# REFERENCE-TYPES VS. VALUE-TYPES

- Value-Types sind leichtgewichtige Datencontainer
- Value-Types werden im **Stack** erzeugt und verwaltet
- Reference-Types sind für „rich-objects“ die ein Verhalten abbilden und Referenzen enthalten
- Instanzen eines Reference-Types belegen Speicherplatz auf dem **Heap** und werden vom Garbage Collector verwaltet
- Ein Value-Type wird bei der Zuweisung kopiert, beim Reference-Type wird nur eine neue Referenz auf das gleiche Object erzeugt

# OBJECT

- Alle Typen in .NET leiten von Object ab
- Definiert die Methoden `Equals()`, `GetHashCode()`, `ToString()` die von Ableitungen überschrieben werden können
- Definiert die Methoden `GetType()`, `MemberwiseClone()`
- Hat die statischen Methoden `Equals(object a, object b)` und `ReferenceEquals(object a, object b)`

# SIMPLE DATATYPES

- Integer Types
  - **byte**, **sbyte** (8bit), **short**, **ushort** (16bit)
  - **int**, **uint** (32bit), **long**, **ulong** (64bit)
- IEEE Floating Point Types
  - **float** (precision of 7 digits)
  - **double** (precision of 15–16 digits)
- Exact Numeric Type
  - **decimal** (28 significant digits)
- Character Types
  - **char** (single character)
  - **string** (rich functionality, by-reference type)
- Boolean Type
  - **bool** (distinct type, **not** interchangeable with **int**)

# BOXING / UNBOXING

```
int x = 1;  
// Boxing: int => object  
object boxDHL = x;  
object boxUPS = x;
```

```
var gleichesObjekt = object.ReferenceEquals(boxDHL, boxUPS); // false!
```

```
// Unboxing object => int  
var y = (int)boxDHL;  
var z = (int)boxUPS;
```

# NULLABLE TYPES

## unassigned values

Die .NET Runtime initialisiert zwar Variablen, der C#-Compiler betrachtet dies jedoch als (Programmier-)Fehler

```
int a;  
Console.WriteLine(a);
```

## default oder assign

Das **default** keyword liefert den Default-Wert eines Typs. Bei numerischen Typen ist dies **0**, bei Referenztypen **null**, bei enums das erste Element und bei structs eine default-initialisierte Instanz

```
var a = default(int);  
// oder  
a = 0;  
Console.WriteLine(a);
```

# NULLABLE TYPES

```
int? a = default(int?);  
// oder  
a = null;  
  
if (a.HasValue)  
{  
    // Foo  
}  
  
int aOrDefault = a.GetValueOrDefault(10);  
  
// oder  
// null-coalescing operator  
// https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/language-reference/operators/null-coalescing-operator  
aOrDefault = a ?? 10;
```

# NULLABLE TYPES

- Nur für **Value**-Types
  - int?, long?, decimal?, enums
- Damit können fehlende oder ungültige Werte signalisiert werden
- **HasValue**, **GetValueOrDefault** erleichtern den Umgang mit **null**
- Besonders hilfreich beim Laden von Daten aus einer Datenbank oder in einem ViewModel

# VARIABLENDEKLARATION

```
public void Explicit()
{
    int a = 0;
    double b = 2.3;

    // Das m ist nötig um decimal zu erhalten.
    // Als Standard wird double verwendet.

    decimal c = 3.4m;
    string d = "Hallo";

    List<Tuple<int, string, Dictionary<int, string>>> maybeMakeAClass =
new List<Tuple<int, string, Dictionary<int, string>>>();
}
```



# VARIABLENDEKLARATION

```
public void Var()  
{  
var a = 0;  
var b = 2.3;  
  
// Das m Literal ist nötig um decimal zu erhalten.  
// Als Standard wird double verwendet.  
  
var c = 3.4m;  
var d = "Hallo";  
  
var maybeMakeAClass = new List<Tuple<int, string, Dictionary<int, string>>>();  
}
```

# VAR

- Implicit Typed Variable
- Der Compiler setzt den Typ während des Kompilierens
- Der Compiler nimmt bei den simplen Datentypen einen default Typ. Es kann aber mit Literalen wie m, f, l übersteuert werden
- Nicht mit var aus JavaScript verwechseln (entspricht eher dem dynamic Keyword von C#)

# ENUMERATIONS

```
public enum TaskStates
{
    New, // 0
    Committed, // 1
    InProgress, // 2
    Done, // 3
}
```

## Definition

```
public class Task
{
    public TaskStates State { get; set; }

    public Task()
    {
        State = TaskStates.New;
    }
}
```

## Verwendung

# ENUMERATIONS

```
public void SetNewState(TaskStates newState)
{
    switch (newState)
    {
        case TaskStates.New:
            break;
        case TaskStates.Committed:
            break;
        case TaskStates.InProgress:
            break;
        case TaskStates.Done:
            break;
        default:
            break;
    }
}
```

Verwendung in switch

# ENUMERATIONS

## Definition

```
// das Flags-Attribut hat nur Auswirkung in der  
ToString()-Methode  
[Flags]  
public enum DocumentOptions  
{  
    ConvertToPDF = 1,  
    SendAsMail = 2,  
    Archive = 4,  
    MarkAsConfidential = 8,  
    Default = ConvertToPDF | Archive,  
}
```

# ENUMERATIONS

## Verwendung

```
public void Foo(string documentText, DocumentOptions options)
{
    if ((options & DocumentOptions.ConvertToPDF) != 0)
    {
        // foo
    }

    if (options.HasFlag(DocumentOptions.MarkAsConfidential))
    {
        // send to NSA :-)
    }
}
```

## Definition

```
[Flags]
public enum DocumentOptions
{
    ConvertToPDF = 1,
    SendAsMail = 2,
    Archive = 4,
    MarkAsConfidential = 8,
    Default = ConvertToPDF | Archive,
}
```

# ENUMERATIONS

- Typisierte Aufzählungen (statt int)
- Haben eine implizierte Nummerierung die angepasst werden kann
- können mit boolescher Algebra verwendet werden
- Besonders nützlich in **switch**-Ausdrücken

# NAMESPACES

```
namespace FHRWebservices.Basics  
{  
    // Klassen, enums, structs, ...  
}
```

Definition

```
using FHRWebservices.Basics;
```

Einbindung



# NAMESPACES

## geschachtelt

```
namespace FHRWebservicesSS2015.Basics
{
    namespace Service
    {
        // Klassen, Structs, Enums
    }

    namespace Service.Tools
    {
        // Können auch geschachtelt werden
        namespace Nested
        {
            // Klassen, Structs, Enums
        }
    }
}
```

## Flach (Best-Practice)

```
namespace FHRWebservicesSS2015.Basics.Service
{
    // Klassen, Structs, Enums
}

namespace FHRWebservicesSS2015.Basics.Service.Tools
{
    // Klassen, Structs, Enums
}

namespace FHRWebservicesSS2015.Basics.Service.Tools.Nested
{
    // Klassen, Structs, Enums
}
```

# NAMESPACES

- Dienen der **semantischen** Code-Strukturierung
- Verhindert Namenskollisionen
- Können geschachtelt werden
- Müssen nicht einer Dateisystem-Struktur folgen
- Können über mehrere Dateien verteilt werden
- über **using [Namespace]** können Namespaces eingebunden werden
  - `using System.Data;`
  - `using System.Collections.Generic;`

# PROPERTIES

```
// Properties mit Backing-Field
private int age;
public int Age
{
    get
    {
        return age;
    }

    private set
    {
        age = value;
    }
}
```

- Mischung aus Feld und Methode
- get / set oder beides

# PROPERTIES

```
// auto-property
public string FirstName { get; private set; }

// C# 6: initializer
public DateTime Timestamp { get; } = DateTime.UtcNow;

// C# 7: expression
public DateTime Timestamp => DateTime.UtcNow;

public int Age
{
    get => age;
    set
    {
        if (age >= 0)
            age = value;
    }
}
```

# PROPERTIES

- Werden vom Compiler in get- und set-Methoden übersetzt
- Automated Properties brauchen kein Backingfield, der Compiler legt eins an
- get und set können unterschiedliche Access-Modifier haben
- Mit C# ab Version 6 können auch Automated Properties schon bei der Definition initialisiert werden
- Ab C# 7 können auch Properties als Expression definiert werden

# CLASS

```
public class Person
{
    // Fields
    private long? id;

    // Properties
    public string FirstName { get; set; }
    public string LastName { get; set; }
    public DateTime? Created { get; private set; }
    public bool IsNew
    {
        get { return !id.HasValue; }
    }

    // ...
}
```

# CLASS| Constructors

```
public class Person
{
    // ...

    // Konstruktoren: Expliziter Default
    public Person()
    {
        Created = DateTime.Now;
    }

    // Custom Konstruktor der den Default-Konstruktor aufruft
    public Person(string firstName, string lastName) : this()
    {
        FirstName = firstName;
        LastName = lastName;
    }

    // ...
}
```

# CLASS

```
public class Person
{
    // ...

    // Methoden
    public void Save()
    {
        // Sehr empfehlenswert!
        id = new Random().Next();
    }

    // indexer
    // events
    // delegates
}
```



# CLASS

```
// Default Konstruktor
var noName = new Person();
Console.WriteLine(noName.Created);

// Custom Konstruktor
var hansi = new Person("Hansi", "Hintermeier");

// Object-Initializer Syntax
// https://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb384062.aspx
var nice = new Person
{
    FirstName = "Jason",
    LastName = "Bourne"
};
```

# CLASS| static

```
// Von static Klassen gibt es genau eine Instanz pro AppDomain
public static class StaticClass
{
    public static void Demo1()
    {
        Console.WriteLine(GetUserName());
    }

    // in einer static class müssen alle Member static sein
    public static string GetUserName()
    {
        return Environment.UserName;
    }
}

public class StaticMemberInClass
{
    // in einer non-static class können static Member enthalten sein
    public static string XmlElementName
    {
        get
        {
            return "StaticMember";
        }
    }
}
```

# CLASS

- user-defined Type
- Grundbaustein der OOP
- kapselt Fields, Properties, Methods, usw. in einer **semantischen** Einheit
- mit dem **new**-Keyword wird eine neue Instanz einer Klasse erzeugt
- Die Felder und Properties bilden den **Zustand** einer Instanz
- Klassen können in Klassen geschachtelt werden
- **static**
  - Klasse: es gibt pro AppDomain nur eine Instanz der Klasse, die Runtime erzeugt diese automatisch. Alle Member müssen ebenfalls static sein
  - Member: Instanz-Member können in einer non-static Klasse mit static Membern gemischt werden
  - Statische Klassen werden nur für Helper / Tools empfohlen, da sie eine enge Koppelung mit sich bringen die in Unit Tests schwer bis nicht auflösbar ist

# ACCESS MODIFIER

- **public** : Keine Zugriffsbeschränkung
- **private**: Sichtbarkeit nur innerhalb des definierenden Types
- **protected**: Sichtbar innerhalb des deklarierenden Types und Ableitungen der Klasse
- **internal**: nur innerhalb der definierenden Assembly sichtbar
- **internal protected**: nur innerhalb der definierenden Assembly oder Ableitungen der Klasse sichtbar
- Können an Typdefinitionen und Mitgliedern vergeben werden
- Werden sie weggelassen ist der Standard für Typen **internal** und für Member **private**

# VERERBUNG

// Nur Einfachvererbung erlaubt

```
public class Student : Person
{
    public decimal Happiness { get; private set; }

    public void MakeParty()
    {
        Happiness = decimal.MaxValue;
    }

    public void WriteTests()
    {
        Happiness = decimal.MinValue;
    }
}
```

```
var student = new Student
{
    FirstName = "Schakeline Mandy",
    LastName = "Mandy"
};

student.MakeParty();
student.WriteTests();
student.Save();
```

# VERERBUNG| base

```
public class Student : Person
{
    // Mit base kann auf die Konstruktoren der Basis zugegriffen werden
    public Student(string firstName, string lastName, decimal motivation)
        : base(firstName, lastName)
    {
        Motivation = motivation;
    }

    public override string ToString()
    {
        // mit base kann auf Implementierungen der Basisklasse
        // zugegriffen werden
        return string.Format("{0} {1}:", base.ToString(), MoodStatus);
    }
}
```

# VERERBUNG| abstract

```
// von abstrakten Klassen kann keine
// Instanz erzeugt werden
public abstract class DtoBase
{
    public abstract string ElementName
    {
        get;
    }

    public abstract Task AppendTo(XmlWriter w);
    public abstract void ReadFrom(XElement e);
}
```

```
public class ArticleDto : DtoBase
{
    public override string ElementName
    {
        get { // ... }
    }

    public override Task AppendTo(XmlWriter w)
    {
        // ...
    }

    public override void ReadFrom(XElement e)
    {
        // ...
    }
}
```

# VERERBUNG| virtual

```
public abstract class DtoBase
{
    // virtual Methoden bieten eine Implementierung
    // die aber von Ableitungen überschrieben werden
    // können
    public virtual string GetDebugMessage()
    {
        return "Type: " + GetType().Name;
    }
}
```

```
public class ArticleDto : DtoBase
{
    public override string GetDebugMessage()
    {
        return string.Format("{0} {1}", base.GetDebugMessage(), Name);
    }
}
```



# VERERBUNG| sealed

```
// sealed unterbindet weitere Ableitungen
public sealed class ArticleDto : DtoBase
{
}
```

```
public class ArticleDto : DtoBase
{
    // sealed unterbindet weiteren override in Ableitungen
    public sealed override string GetDebugMessage()
    {
        return string.Format("{0} {1}", base.GetDebugMessage(), Name);
    }
}
```

# VERERBUNG

- Nur einfache Vererbung (bei C++ ist Mehrfachvererbung möglich)
- **base**
  - am Konstruktor: Konstruktoren der Basisklasse aufrufen
  - in Methode / Property: Implementierung der Basisklasse aufrufen
- **abstract**
  - an der Klasse: es kann keine Instanz dieser Klasse mit **new** erzeugt werden
  - an einer Methode / Property: eine Ableitung muss eine Implementierung liefern
  - für abstract Methoden / Properties muss auch die Klasse **abstract** sein
- **virtual**
  - kann an Methoden und Properties definiert werden
  - kann in Ableitungen mit **override** überschrieben werden
- **sealed**
  - an der Klasse: Es kann nicht weiter von der Klasse abgeleitet werden. Hat einen gewissen Performancevorteil
  - an einer Methode / Property: Der Member kann von Ableitungen nicht weiter überschrieben werden

# INTERFACES

```
public interface IStudentRepository
{
    IEnumerable<Student> GetAll();
    Student GetById(int id);
}
```

```
public static void PrintStudentsMood(IStudentRepository repo)
{
    foreach (var student in repo.GetAll())
    {
        Console.WriteLine(student.MoodStatus);
    }
}

public static void Demo1()
{
    PrintStudentsMood(new StudentsDuringTestRepository());
    PrintStudentsMood(new StudentsDuringPartyRepository());
}
```

# INTERFACES

```
public class StudentsDuringTestRepository : IStudentRepository
{
    public IEnumerable<Student> GetAll()
    {
        return students;
    }

    public Student GetById(int id)
    {
        return students.FirstOrDefault(student => student.Id == id);
    }
}
```

# INTERFACES

- Beschreibt ein Verhalten, dass von der implementierenden Struktur oder Klasse erfüllt werden muss
- enthalten keine Implementierung, nur eine Schnittstellenbeschreibung
- **class** und **struct** können beliebig viele Interfaces implementieren
- können von anderen Interfaces ableiten
- die .NET Base Class Library (**BCL**) wird mit hunderten Interfaces ausgeliefert, z.B. `IEnumerable<>`, `IComparable`, `IEquatable<>`
- Essentiell für eine Vielzahl von **Design Patterns**

# CASTING

```
public static void BasicTypes()
{
    int i = 5;
    // wenn von einem Typ mit kleinerem Wertebereich
    // in einen mit größeren zugewiesen wird,
    // ist kein explizites Casting nötig
    long l = i; //long l = (long)i;

    // wenn von einem Typ mit größerem Wertebereich
    // in einen mit kleineren zugewiesen wird,
    // ist ein explizites Casting nötig
    // ACHTUNG: dabei geht bestenfalls Genauigkeit verloren
    double d = 1.2;
    float f = (float)d;
}
```

# CASTING

```
public static void ReferenceTypes()
{
    // Student : Person
    var student = new Student();

    // implicit upcast
    Person p = student;

    // wirft einen Fehler
    // student = p;

    student = (Student)p;
}
```

# CASTING| as / is

```
public static void AsIs()
{
    IStudentRepository repo = new StudentsDuringPartyRepository();

    try
    {
        var fail = (StudentsDuringTestRepository)repo;
    }
    catch (InvalidCastException)
    {
    }

    // mit is kann getestet werden, ob eine Typkonvertierung erfolgreich wäre
    Console.WriteLine(repo is StudentsDuringTestRepository); // false

    // mit as kann eine Typkonvertierung durchgeführt werden
    // wenn die Typen nicht kompatibel oder null sind, wird auf null evaluiert
    var dasIstNull = repo as StudentsDuringTestRepository;
}
```



# CASTING

- Für die ValueTypes im .NET Framework sind bereits sinnvolle **implizite** und **explizite** casts definiert
- Es können auch eigene Type-Conversions in eigenen Typen definiert werden
- Mit **is** und **as** können Typ-Conversions erst geprüft und „sicher“ durchgeführt werden

# STRUCTS

```
public struct PointStruct : ICanMove
{
    public int X;
    public int Y;

    public PointStruct(int x, int y)
    {
        this.X = x;
        this.Y = y;
    }

    public void MoveBy(int x, int y)
    {
        X += x;
        Y += y;
    }

    public override string ToString()
    {
        return string.Format("X:{0}, Y:{1}", X, Y);
    }
}
```

# STRUCTS

- Können auch Interfaces implementieren
- Sind sealed, dh. Es kann nicht weiter von ihnen abgeleitet werden
- Value-Type
- Werden oft für mathematische Konstrukte verwendet (Point, Money, Vector) wo die Eigenschaften der Value-Types „natürlicher“ als die der Reference-Types sind

# BY-VALUE VS. BY-REFERENCE

- Argumente werden standardmäßig **by-value** übergeben
- Eine Kopie des Wertes wird erzeugt, wenn das Argument an die Methode übergeben wird
  - Bei Value-Types: eine komplette Kopie der Struktur
  - Bei Reference-Types: nur die Referenz auf das Objekt wird kopiert

# BY-VALUE VS. BY-REFERENCE

```
private static void FooByValue(Student s)
{
    // s ist eine Kopie der Referenz auf s
    // das Objekt lässt sich modifizieren
    s.LastName = "Blaa";

    // das wird nicht funktionieren,
    // da nur die lokale Referenz auf ein
    // neues Objekt zeigt
    s = new Student { FirstName = "HAHAHAHA" };
    Console.WriteLine("Innerhalb von Foo: " +
s.ToString());
}
```

```
var student = new Student { FirstName = "Liese", LastName = "Müller" };
Console.WriteLine("Student vor Foo(): " + student.ToString()); // Liese Müller
FooByValue(student);
Console.WriteLine("Student nach Foo(): " + student.ToString()); // Liese Blaa
```

# BY-VALUE VS. BY-REFERENCE

```
private static void FooByReference(ref Student s)
{
    // s ist eine Kopie der Referenz auf s
    // das Objekt lässt sich modifizieren
    s.LastName = "Blaa";

    // das wird nicht funktionieren,
    // da nur die lokale Referenz auf ein
    // neues Objekt zeigt
    s = new Student { FirstName = "HAHAHAHA" };
    Console.WriteLine("Innerhalb von Foo: " + s.ToString());
}
```

```
var student = new Student { FirstName = "Liese", LastName = "Müller" };
Console.WriteLine("Student vor Foo(): " + student.ToString()); // Liese Müller
FooByReference(ref student);
Console.WriteLine("Student nach Foo(): " + student.ToString()); // HAHAHAHA
```

# BY-VALUE VS. BY-REFERENCE

- Mit dem **ref**-Modifizier wir angegeben, das die Parameterübergabe by-reference erfolgen soll
- Der **ref**-Parameter muss sowohl bei der Methodendeklaration als auch beim Aufruf angegeben werden
- Beim Aufruf der Methode muss die übergebene Referenz initialisiert sein

# BY-VALUE VS. BY-REFERENCE

```
private static bool SplitNames(string text, out string[] names)
{
    // Muss vor dem Verlassen der Methode zugewiesen werden
    names = null;

    if (!string.IsNullOrEmpty(text))
    {
        names = text.Split();
    }

    return names != null && names.Length > 0;
}
```

```
var test = "Hans Meiser";
string[] names;
if (SplitNames(test, out names))
{
    // foo
}
```



# BY-VALUE VS. BY-REFERENCE

- Der **out**-Modifier verhält sich wie der ref-Modifier, bis auf:
  - Der Parameter darf noch nicht zugewiesen worden sein
  - Muss innerhalb der Methode zugewiesen werden, bevor die Methode verlassen wird
- Viele BCL-Typen machen sich out zunutze
  - DateTime.TryParse, decimal.TryParse, Dictionary.TryGetValue

# DELEGATES

- Ein Objekt das „weiß“ wie eine Methode aufzurufen ist
- Ein Delegate-Type definiert die Signatur der aufzurufenden Methode
  - return type und Parameter der Methode
- Delegates sind typsicher und können als Parameter eingesetzt werden
- Analog zu einem C-function-pointer

# DELEGATES

```
// Definition eines Delegate-Types
```

```
public delegate decimal MathOperation(decimal x, decimal y);
```

```
public static decimal Add(decimal x, decimal y)
{
    return x + y;
}
```

```
public static decimal Multiply(decimal x, decimal y)
{
    return x * y;
}
```

```
// Dem Delegate kann jede Methode zugewiesen werden,  
// solange sie der Methodensignatur folgt, die der  
// Delegate vorgibt
```

```
MathOperation op = new MathOperation(Add);
```

```
// oder
```

```
op = Add;
```

```
Console.WriteLine(op(2, 4)); // 6
```

```
op = Multiply;
```

```
Console.WriteLine(op(2, 4)); // 8
```

# DELEGATES| Generic

- Die BCL liefert eine Reihe von generellen Delegates mit
  - **Func<>**: n-Parameter und ein Rückgabewert
  - **Action<>**: n-Parameter und void Rückgabe
- `delegate TResult Func < out TResult > ();`
- `delegate TResult Func < in T, out TResult > (T arg);`
- `delegate TResult Func < in T1, in T2, out TResult > (T1 arg1, T2 arg2);`
- `delegate void Action ();`
- `delegate void Action < in T > (T arg);`
- `delegate void Action < in T1, in T2 > (T1 arg1, T2 arg2);`
- Geht bis T16

# DELEGATES| Generic

```
public static decimal Add(decimal x, decimal y)
{
    return x + y;
}
```

```
// Generic Delegates
// 2 decimal Parameter, decimal Return Type
Func<decimal, decimal, decimal> op = Add;
Console.WriteLine(op(2, 4));
```

# LAMBDA

- Eine unbenannte Methodenimplementierung statt einer Delegate-Instanz
- „Syntactic Sugar“, Compiler macht die Arbeit
- **(parameters) => expression-or-statement-block**
- Expression-Block
  - `Func<int,int> sqrt = x => x*x;`
- Statement-Block
  - `Func<int,int> sqrt= x=>{return x*x;;}`
- LINQ und Lambdas sind füreinander gemacht...

# LAMBDA

```
MathOperation op = (x, y) => x + y;  
Console.WriteLine(op(2, 4)); // 6
```

```
// oder mit Typ Angabe
```

```
MathOperation op2 = (decimal x, decimal y) => x + y;
```

```
// mit Generics
```

```
Func<decimal, decimal, decimal> op3 = (x, y) => x + y;
```

# LAMBDA

```
// Collections und Arrays bieten viele Methoden die  
// einen Delegate als Parameter verwenden  
var a = new List<int> { 1, 2, 3, 5, 67, 345, 223334 };  
var biggerThan5 = a.FindAll(n => n > 5);
```

```
// ohne Lambda  
var biggerThan5OhneLambda = a.FindAll(BiggerThan5);
```

```
private bool BiggerThan5(int n)  
{  
    return n > 5;  
}
```



# ARRAYS

- Arrays fassen eine feste Anzahl von Elementen eines Typs zusammen
- Elemente des Arrays werden in einem zusammenhängenden Speicherblock abgelegt, was einen effektiven Zugriff erlaubt
- Index ist 0-basiert
- Arrays leiten von `System.Array` ab und bieten einige nützliche Methoden und Eigenschaften

# ARRAYS

```
// Arrays werden mit ihrer Größe initialisiert
int[] a = new int[5];

// über einen Indexer kann auf Elemente zugegriffen werden
a[0] = 1;
a[2] = 3;

// der Index ist 0-basiert
var third = a[2];

// array initialization expression
int[] b = { 5, 4, 3, 2, 1 };
```

# MULTIDIMENSIONAL ARRAYS

```
var rectangular = new int[3, 3]
{
    { 0, 1, 2 },
    { 3, 4, 5 },
    { 6, 7, 8 }
};
var valueFirstRowSecondColumn = rectangular[0, 1]; // 1
```

## rectangular array

Ein n-dimensionaler Block von Speicher

```
var jagged = new int[3][]
{
    new []{1,2,3},
    new []{4,5},
    new []{6}
};

var val = jagged[1][1]; // 5
```

## jagged array

Arrays von Arrays

# COLLECTIONS

## System.Collection.Generic

List<T>

Dictionary<K,V>

HashSet<T>

## System.Collection.Concurrent

[\[MSDN\]](#)

## System.Collection

ArrayList

Hashtable

BitArray

Stack

Queue

SortedList

# COLLECTIONS

```
var list = new List<int>();  
list.Add(1);  
list.AddRange(new[] { 2, 3, 4, 5 });  
  
for (int i = 0; i < list; i++)  
{  
    var item = list[i];  
    Console.WriteLine(item);  
}  
  
foreach (var item in list)  
{  
    Console.WriteLine(item);  
}
```

# COLLECTIONS

```
var map = new Dictionary<string, decimal>
{
    { "EUR", 1 },
    { "USD", 1.1m },
    { "NOK", 8m }
};
```

```
map.Add("CHF", 2);
```

```
var quote = map["CHF"];
map["CHF"] = 2.5m;
```

```
if (map.ContainsKey("AUD")) { }
```

```
decimal q;
if (!map.TryGetValue("AUD", out q))
{
    q = 10;
}
```

```
// C# 7: out-Variables
if(map.TryGetValue("USD", out decimal amount))
{
    q = amount;
}
```

# LINQ

- Language Integrated Query
- Framework und Sprachfeatures um typsichere Queries gegen Collections und Arrays schreiben zu können (alles was IEnumerable<T> implementiert)
- Filterungs- und Aggregierungsmöglichkeiten
- <https://code.msdn.microsoft.com/101-LINQ-Samples-3fb9811b>

# LINQ

## Fluent-Syntax

```
var test = Enumerable.Range(0, 50);

var methodQuery = test
    .Where(number => (number % 2) == 0)
    .Select(number => Math.Pow(number, 2));

foreach (var number in methodQuery)
{
    Console.Write(number + " ");
}
```

## Query-Syntax

```
var test = Enumerable.Range(0, 50);

var query = from number in test
            where (number % 2) == 0
            select Math.Pow(number, 2);

foreach (var number in query)
{
    Console.Write(number + " ");
}
```

Beide Queries werden erst ausgeführt, wenn iteriert wird



# LINQ

```
IStudentRepository repo = new StudentsDuringPartyRepository();

foreach (var student in repo.GetAll()
    .Where(student =>
        student.Motivation > 5.0 && student.FirstName.StartsWith("A"))
    .OrderBy(student => student.FirstName))
{
    // Foo
}
```

# INDEXER

```
// Aus C# in a Nutshell
public class Sentence
{
    private string[] words;

    public Sentence(string text)
    {
        words = text.Split();
    }

    public string this[int index]
    {
        get { return words[index]; }
        set { words[index] = value; }
    }

    public override string ToString()
    {
        return string.Join(" ", words);
    }
}
```

```
var t = new Sentence("The quick brown fox");
Console.WriteLine(t[2]); // quick
t[2] = "old";
Console.WriteLine(t.ToString());
```

# INDEXER

- Array-like Zugriff auf Klassen und Strukturen die sich wie eine Liste oder ein Dictionary verhalten
- Auch **string** implementiert einen Indexer: `var test = „Hallo“; char a = test[1];`

# ATTRIBUTES

- .NET erlaubt das Hinzufügen von zusätzlichen Metadaten zu Types, Members und Assemblies
- Eigener Code kann damit „dekoriert“ werden
- Die BCL hat eine Reihe definiert
  - [Serializable], [Test], [Obsolete], [Flags]
- Ein Attribut alleine hat keine Wirkung, ausführender Code (oder die Runtime) muss die Attribute berücksichtigen

# ATTRIBUTES| Definition

```
[AttributeUsage(AttributeTargets.Class, AllowMultiple = true)]
public class TaskAttribute : Attribute
{
    public enum Severitiy { Low, Mid, High, Critical }

    public string Description { get; set; }
    public Severitiy Level { get; set; }

    public TaskAttribute(string description)
    {
        this.Description = description;
    }
}
```

# ATTRIBUTES| Verwendung

```
// Per Konvention kann man statt TaskAttribute auch nur Task schreiben  
[Task("Hier fehlt die Implementierung", Level = TaskAttribute.Severity.Critical)]  
[Task("Wofür ist die Klasse da?")]  
public class MyClass  
{  
}
```

# ATTRIBUTES| Auswertung

```
var type = typeof(MyClass);
var attrs = type.GetCustomAttributes(typeof(TaskAttribute), true);

if (attrs.Length != 0)
{
    foreach (var attr in attrs)
    {
        var taskAttr = (TaskAttribute)attr;
        Console.WriteLine("Task '{0}' hat die Dringlichkeit {1}",
            taskAttr.Description,
            taskAttr.Level);
    }
}
```

# GENERICs| class

```
public class MyAwesomeStack<T>
{
    private const int Max_Size = 100;

    private int position;
    private T[] data = new T[Max_Size];

    public void Push(T item)
    {
        data[position++] = item;
    }

    public T Pop()
    {
        return data[position--];
    }
}
```

```
var myStringStack = new MyAwesomeStack<string>();
myStringStack.Push("hello");

var myIntStack = new MyAwesomeStack<int>();
myIntStack.Push(1);
```



# GENERICS| method

```
private static void Swap<T>(ref T a, ref T b)
{
    T temp = a;
    a = b;
    b = temp;
}
```

```
int x = 5;
int y = 10;
```

```
// man kann die Typenliste angeben
Swap<int>(ref x, ref y);
```

```
// oder es den Compiler machen lassen
Swap(ref x, ref y);
```

- where T: base-class
  - Base Class Constraint
- where T: interface
  - Interface Constraint
- where T: class
  - Reference-Type Constraint
- where T: struct
  - Value-Type Constraint
- where T: new()
  - Parameterless Constructor Constraint
- where U: T

# GENERICS| constraints

```
public class MyFactory<T> where T : new()
{
    public T[] Make(int count)
    {
        return Enumerable.Range(0, count).Select(_ => new T()).ToArray();
    }
}
```

```
public class MyGenericClass<T, U>
    where T : Student, ICanMove
    where U : new()
{
    // T muss von Student ableiten oder Student sein und das ICanMove Interface implementieren
    // U muss einen parameterlosen Konstruktor besitzen
}
```

# GENERICCS

- Oberstes Ziel: Code Wiederverwendbarkeit
- Sind ein **Template** mit **Typ**-Platzhaltern
- Macht die C# Collections performant und typsicher
- Können in Interfaces, classes, Methoden und structs definiert werden
- Gleiche Logik, nur unterschiedliche Typen
- Constraints können für jeden Typ-Parameter angegeben werden, egal ob in Typdefinition oder Methodendefinition

# EXCEPTIONS

```
try
{
    NotDoneYet();
}
catch (InvalidOperationException)
{
    // Fängt nur Exceptions von diesem Typ
}
catch (Exception ex)
{
    // Fängt alle restlichen Exceptions

    // wirft die Exception weiter den Stacktrace rauf
    throw;
}
finally
{
    // Wird auf "jeden" Fall ausgeführt
    // Aufräumen, z.B. File-Handles schließen
}
```

```
public void NotDoneYet()
{
    throw new NotImplementedException("Hab´s doch gesagt!");
}
```

# EXCEPTIONS

- Es können eigene Ableitungen von Exceptions erzeugt werden
- Das .NET Framework definiert eine Vielzahl: `FileNotFoundException`, `InvalidOperationException`, `NotImplementedException`, `StackOverflowException`
- Können innerhalb eines try-catch Blocks behandelt werden
- Es können beliebig viele catch-Blöcke angegeben werden
- Mit `throw` kann eine Exception weitergeworfen werden
- Exceptions können in andere Exceptions verpackt werden
- Bad Practice: Exceptions nie zur Programmflusssteuerung verwenden

# EXPRESSION-BODIED FUNCTION AND PROPERTY (C# 6)

```
// Normale Methode  
private string CalculateBestHero(int inYear)  
{  
    return "Chuck Norris! EVERY YEAR";  
}
```

```
// Methode mit Expression-Body  
private string CalculateBestHero2(int inYear) => "Chuck Norris! EVERY YEAR";
```

# EXPRESSION-BODIED FUNCTION AND PROPERTY (C# 6)

```
// Normale berechnete Property
public string CompleteName
{
    get
    {
        return FirstName + LastName;
    }
}

// Property mit Expression-Body
public string CompleteName2 => FirstName + LastName;
```



# NULL-CONDITIONAL OPERATOR (C# 6)

```
public static void BeforeCSharp6()
{
    var s = GetStudent(123);

    // Alle Null-Checks durchführen bevor wir auf Count zugreifen können
    int addressCount = s != null
        && s.Contact != null
        && s.Contact.Addresses != null ? s.Contact.Addresses.Count : 0;
}
```

```
public static void WithCSharp6()
{
    var s = GetStudent(123);

    // Code hinter "?" wird nur ausgeführt wenn davor ein Non-Null Wert ermittelt wurde
    int addressCount = s?.Contact?.Addresses?.Count ?? 0;
}
```

# STRING INTERPOLATION (C# 6)

```
public static void WithoutInterpolation()
{
    var p = GetPerson();
    // Verwendung von numerierten Platzhaltern im String
    var text = string.Format("Der User {0} {1} wurde am {2} erzeugt.", p.FirstName, p.LastName,
                             p.Created);
    Console.WriteLine(text);
}
```

```
public static void WithInterpolation()
{
    var p = GetPerson();

    // Direkte Verwendung von Variablen im String. "$" ermöglicht die Interpolation
    var text = $"Der User {p.FirstName} {p.LastName} wurde am {p.Created} erzeugt.";
    Console.WriteLine(text);
}
```

# ANONYMOUS TYPES

- Innerhalb einer Property oder Methode kann ein anonymer Typ erzeugt werden
- Anonym, da keine explizite Klassendefinition vorhanden sein muss. Der Compiler erzeugt eine Klasse und implementiert Equals(), GetHashCode() und ToString()
- Er kann die Property oder Methode nur durch einen Cast auf **object** verlassen, was aber nicht empfohlen wird
- Das Einsatzgebiet ergibt sich im Zusammenspiel mit LINQ

# ANONYMOUS TYPES

```
// Der Compiler implementiert automatisch eine  
// Klasse und implementiert ToString Equals und GetHashCode  
// Die Klasse leitet direkt von Object an  
var person1 = new { FirstName = "Jason", LastName = "Bourne" };  
Console.WriteLine(person1);
```

```
// Für person2 wird die gleiche Klasse  
// verwendet wie für Person 1  
var person2 = new { FirstName = "Jason", LastName = "Bourne" };
```

```
Console.WriteLine(person1.Equals(person2)); // true
```

```
// Für person3 erzeugt der Compiler eine neue  
// Klasse, es kommt auf die Reihenfolge der  
// Properties an  
var person3 = new { LastName = "Bourne", FirstName = "Jason" };
```

```
Console.WriteLine(person1.Equals(person3)); // false
```

# ANONYMOUS TYPES

```
var query = Enumerable.Range(0, 5).Select(n => new
{
    Number = n,
    Square = n * n,
    Sqrt = Math.Sqrt(n)
});

foreach (var item in query)
{
    Console.WriteLine("Number: {0}, Square: {1}, Sqrt: {2}", item.Number, item.Square, item.Sqrt);
}
```

# ANONYMOUS TYPES

```
var query = from person in GetTestPersons()
            group person by person.FirstName[0] into grp
            orderby grp.Key
            select new { FirstLetter = grp.Key, Personen = grp };

foreach (var gruppe in query)
{
    Console.WriteLine("First Letter: " + gruppe.FirstLetter);
    foreach (var person in gruppe.Personen)
    {
        Console.WriteLine("\t" + person.ToString());
    }
}
```

# YIELD

- Das **yield**-Keyword ist eine Erleichterung des Compilers, um einen Enumerator zu erzeugen
- **yield return <Expression>** liefert einen Wert an den Aufrufer zurück. Die Kontrolle über die weitere Iteration wird ebenfalls an den Aufrufer zurück gegeben
- Mit **yield break** kann dem Aufrufer mitgeteilt werden, das nicht weiter iteriert werden kann

# YIELD

```
// die Verwendung von yield erspart die Definition
// einer eigenen Klasse die IEnumerator und IEnumerable
implementiert
public static IEnumerable<int> GetRandom(int count)
{
    var rnd = new Random();
    var hardBreak = 100;
    for (int i = 0; i < count; i++)
    {
        if (i == hardBreak)
        {
            yield break;
        }
        // yield return gibt die Kontrolle an
        // den Aufrufer zurück. Erst wenn der Aufrufer
        // wieder weiter iteriert, wird hier weiter gemacht
        yield return rnd.Next();
    }
}
```



# YIELD

```
// Obwohl wir max. 10000 Randoms  
// generieren wollen, wird die Generierung  
// nach 5 beendet  
var query = GetRandom(10000).Take(5);  
  
var i = 1;  
foreach (var item in query)  
{  
    Console.WriteLine("{0}: {1}", i++, item);  
}
```

# YIELD

## Mit yield

```
// die Verwendung von yield erspart die Definition
// einer eigenen Klasse die IEnumerator und IEnumerable implementiert
public static IEnumerable<int> GetRandom(int count)
{
    var rnd = new Random();
    var hardBreak = 100;
    for (int i = 0; i < count; i++)
    {
        if (i == hardBreak)
        {
            yield break;
        }
        // yield return gibt die Kontrolle an
        // den Aufrufer zurück. Erst wenn der Aufrufer
        // wieder weiter iteriert, wird hier weiter gemacht
        yield return rnd.Next();
    }
}
```

## Ohne yield

```
// analog zum DemoMitYield: Das müsste ohne yield implementiert werden
// um das gleiche Verhalten zu erhalten
public class RandomEnumerator : IEnumerator<int>, IEnumerable<int>
{
    private readonly int hardBreak = 100;
    private readonly int count;
    private readonly Random rnd;

    private int i;
    private int current;

    public RandomEnumerator(int count)
    {
        this.count = count;
        this.rnd = new Random();
    }

    public int Current
    {
        get
        {
            return current;
        }
    }

    public bool MoveNext()
    {
        var currentIndex = i++;
        var hasNext = currentIndex < count && currentIndex != hardBreak;
        if (hasNext)
        {
            current = rnd.Next();
        }

        return hasNext;
    }

    object System.Collections.IEnumerator.Current
    {
        get { throw new NotImplementedException(); }
    }

    public void Reset()
    {
        throw new NotImplementedException();
    }

    public void Dispose()
    {
    }

    public IEnumerator<int> GetEnumerator()
    {
        return this;
    }

    System.Collections.IEnumerator System.Collections.IEnumerable.GetEnumerator()
    {
        throw new NotImplementedException();
    }
}
```

# OPTIONALE PARAMETER

```
public static void WriteToConsole(string msg,  
    ConsoleColor foregroundColor = ConsoleColor.Blue,  
    bool useTimeStamp = false)  
{  
    // ...  
}
```

```
// nur der erforderliche Parameter wurde gesetzt  
// für alle anderen wird der Standard verwendet  
WriteToConsole("Hi there");
```

```
// alle Parameter können auch einfach angegeben werden  
WriteToConsole("Alarmstufe ROT", ConsoleColor.Red, false);
```

# NAMED PARAMETER

```
public static void WriteToConsole(string msg,  
    ConsoleColor foregroundColor = ConsoleColor.Blue,  
    bool useTimeStamp = false)  
{  
    // ...  
}
```

// es können beliebige optionale Parameter als named Parameter gefüllt werden

```
WriteToConsole("What's the time? Oh there it is...", useTimeStamp: true);
```

# PARTIAL

## PartialClass.generated.cs

```
partial class PartialClass
{
    private int? generatedField;
    public int? GeneratedField
    {
        get
        {
            Getting(ref generatedField);
            return generatedField;
        }
        set
        {
            var old = generatedField;
            if (old != value)
            {
                generatedField = value;
                Changed(old, value);
            }
        }
    }
    // Wenn die Methoden nicht implementiert werden
    // entfernt der Compiler die Aufrufe
    partial void Changed(int? oldValue, int? newValue);
    partial void Getting(ref int? value);
}
```

## PartialClass.cs

```
public partial class PartialClass
{
    public DateTime? LastChanged { get; private set; }

    // partial Methode wird implementiert und
    // damit vom Compiler auch berücksichtigt
    partial void Changed(int? oldValue, int? newValue)
    {
        LastChanged = DateTime.Now;
    }
}
```

# PARTIAL

- Definition einer Klasse oder Methode kann auf mehrere Dateien aufgeteilt werden
- partial Methoden können nur **void** als Rückgabewert haben
- Sehr nützlich im Zusammenspiel mit Codegeneratoren
- Wird eine partial Methode nicht implementiert, entfernt der Compiler den Aufruf
- Der Compiler fügt alle Partial-Definitionen zu einer Datei zusammen

# EXTENSION METHODS

- syntactic sugar für den Aufruf von statischen Methoden
- LINQ nutzt Extension Methods um `IEnumerable<>` zu erweitern
- Extension Methods müssen als statische Klasse mit statischen Methoden implementiert werden. Mit **this** wird der zu erweiternde Typ angegeben
  - `public static string MyCustomDateTimeFormat(this DateTime time);`
- Extension Methods haben nur Zugriff auf die public-Member des erweiterten Types
- Die Klassendefinition wird nicht beeinflusst

# EXTENSION METHODS

```
// Extension Methods müssen in einer
// static class definiert sein
// damit sie auf den "erweiterten" Typen angewendet werden
// können, muss diese Klasse entweder im gleichen Namespace
// liegen oder der Namespace per using importiert werden.
public static class PersonExtensions
{
    // mit this wird
    // Extension-Methods sind normale statische Methoden,
    // können also auch weitere Parameter enthalten
    public static string GetFullName(this Person person, string prefix = null)
    {
        // Extension-Methods sind syntactic sugar.
        // Sie erweitern nicht die Klassendefinition,
        // sie können nur auf die public-Member zugreifen
        return prefix + person.FirstName + " " + person.LastName;
    }
}

var p = new Person("Franzi", "Maier");
// Für den Aufrufer sieht es so aus,
// als wäre GetFullName() teil der Klassendefinition
Console.WriteLine(p.GetFullName());
// in Wirklichkeit wird aber nur folgendes aufgerufen
Console.WriteLine(PersonExtensions.GetFullName(p));
```



## NEW| Hiding Inherited Members

- Mit new an Members können die Basis-Implementierungen versteckt werden und eine eigene Implementierung durchgeführt werden
- Im Prinzip wird dem Compiler gesagt, verwende diese Implementierung statt der Basis
- Der Einsatz macht nur in Ausnahmefällen Sinn

# NEW| Hiding Inherited Members

```
public class CompatPerson : Person
{
    // ohne new würde ein compile-Fehler auftreten
    // da IsNew bereits definiert ist.
    public new bool IsNew
    {
        get { return false; }
    }

    // Auch Methoden der Basis können mit new versteckt werden
    public new void Save()
    {
        Console.WriteLine("Save");
        base.Save();
    }
}
```

# USING| Directive

- Import von Namespaces
  - `using System.Linq`
- Definition von Typ oder Namespace Aliasen
  - `using MyVector = System.Tuple<int,int,int>;`
  - Verwendung: `MyVector v = new MyVector(1,2,3);`
  - `using SqlStuff = System.Data.SqlClient;`
- Verwendung mit `IDisposable` Objekten
  - Beispiel folgt

# USING| IDisposable

```
namespace System
{
    // Summary:
    //     Defines a method to release allocated resources.
    [ComVisible(true)]
    public interface IDisposable
    {
        // Summary:
        //     Performs application-defined tasks associated with freeing, releasing, or
        //     resetting unmanaged resources.
        void Dispose();
    }
}
```

# USING| IDisposable

```
public class MyResource : IDisposable
{
    public MyResource()
    {
    }

    public void DoStuff()
    {
        // Framework Guideline
        EnsureNotDisposed();
    }

    public void Dispose()
    {
        // Framework Guideline:
        // Dispose kann mehrfach aufgerufen werden
        if (!disposed)
        {
            Console.WriteLine("MyResource Aufräumarbeiten");
        }
    }
}
```

# USING| IDisposable

- Klassen die interne Ressourcen verwalten oder selbst eine Ressource darstellen sollten das **IDisposable**-Interface implementieren
- In der implementierten **Dispose()**-Methode, werden alle Ressourcen freigegeben, welche vom Objekt für die Aufgabenerfüllung benötigt werden
  - .z.B. File- oder Network-Handles, Datenbankverbindungen
- Regel: Ein Objekt das Disposed wurde darf nicht weiter verwendet werden. Viele Framework-Objekte werfen eine Exception, wenn man es trotzdem macht

## USING| IDisposable

- Der Aufruf von Dispose führt nicht automatisch zu einem Garbage Collect
- Es ist viel mehr dem Interesse geschuldet, verwendete Ressourcen möglichst schnell freizugeben und zu signalisieren, dass das Objekt nicht weiter verwendet werden soll
- der Garbage Collector räumt in der Regel etwas später auf (der GC ist ein interessanter eigener Themenkomplex...)

# USING| IDisposable

- Guidelines des .NET Frameworks
  - Einmal disposed darf ein Objekt nicht reaktiviert werden. Ein Aufruf der Methoden und Properties sollte eine **ObjectDisposedException** werfen
  - **Dispose()** darf beliebig oft aufgerufen werden
  - Wenn ein Disposable-Objekt selbst Objekte enthält die IDisposable implementieren, so sollte auch Dispose auf diesen Child-Ressourcen aufgerufen werden



# USING| Statement

```
using (var res = new MyResource())
{
    Console.WriteLine("Verwende MyResource");
}

// Gleichbedeutend zu:
MyResource res2 = new MyResource();
try
{
    Console.WriteLine("Verwende MyResource");
}
finally
{
    if (res2 != null)
    {
        res2.Dispose();
    }
}
```

# ASYNC / AWAIT

- Zum Verständnis von `async` / `await` muss erst noch Einführung in .NET Threading erfolgen
- Das Feature wurde mit C# 5 hinzugefügt und ermöglicht asynchronen Code auf synchrone Weise zu schreiben
- Gerade bei aufeinander folgenden Serviceaufrufen ist die Erleichterung für den Entwickler enorm

# ASYNC / AWAIT

- Disclaimer: Multithreading richtig umzusetzen ist hart und erfordert viel Wissen und Erfahrung. Nachfolgend wird nur das absolute Minimum erklärt, um Async / Await zu verwenden
- Weitere Ressourcen
  - C# in a Nutshell, Albahari
  - Concurrent Programming on Windows, Duffy

# ASYNC / AWAIT

- Klasse **Thread** in System.Threading als „Urgestein“ des Threading
- .NET verwendet einen Thread Pool der von der Runtime verwaltet wird
- Verschiedenste Pattern für den Aufruf von asynchronen Methoden
  - APM: Begin[OperationName] End[OperationName]
  - EventBased: WebClient.DownloadStringAsync, WebClient.DownloadStringCompleted

# ASYNC / AWAIT

## ■ Task

- Repräsentiert eine asynchrone Operation
- Können durch Continuations verkettet werden
- Können ein Result liefern oder void sein
- Task <> Thread: Der Task Scheduler entscheidet ob und wie parallel ausgeführt wird
- **Task.Run()** scheduled eine Operation, die standardmäßig im .NET Thread Pool ausgeführt wird
- **Task.Result** : Liefert das Ergebnis des Tasks, blockiert den aktuellen Thread falls das Ergebnis noch nicht vorhanden ist
- **Task.Wait()**: Blockiert den aktuellen Thread, bis der Task beendet ist
- **Task.FromResult()**: Wrappt einen Completed Task um einen Wert

## ■ TaskScheduler

- Weiß wie ein Task auszuführen ist
- Custom TaskScheduler möglich
- .NET Framework liefert einen Standard Scheduler

# ASYNC / AWAIT

- Blockieren ist in der Regel unerwünscht da,
  - in GUI Applikationen die Oberfläche „einfriert“ da keine Nachrichten in der Message Loop des UI-Threads mehr abgearbeitet werden
  - in Webanwendungen eine begrenzte Anzahl an Worker Threads zur Verfügung steht, um eingehende Requests zu bearbeiten
- Optimal: Alles im Hintergrund erledigen und nur das Ergebnis in den Synchronisationskontext (UI-Thread, Worker-Thread) dispatchen

# ASYNCHRON / AWAIT

**async** teilt dem Compiler mit, dass im folgenden Codeblock der **await** nicht als Identifier (z.B. für eine Variable) sondern als Keyword verwendet wird

```
public static async Task<string> GetChucksWisdomAsync(string authToken)
{
    var api = "http://api.icndb.com/jokes/random";
    var client = new HttpClient();

    var rawJson = await client.GetStringAsync(api);
    return GetJokeFromJSON(rawJson);
}
```

**await** lässt den Compiler eine State-Machine bauen. Liefert GetStringAsync einen Task der bereits Completed ist, wird die Methode weiter ausgeführt. Falls nicht, wird der nach dem **await** folgende Codeblock in eine Task-Continuation gepackt und die Methode wird verlassen. Wenn

# DYNAMIC| static vs dynamic binding

```
public class Chuck
{
    public string GetWisdom()
    {
        return "Chuck Norris doesn't need to use AJAX "+
            "because pages are too afraid to postback anyways.";
    }
}
```



# DYNAMIC| static vs dynamic binding

## static binding

```
Chuck chuck = new Chuck();  
// Zur compile-time steht fest, dass GetWisdom()  
// am Objekt chuck verfügbar ist  
chuck.GetWisdom();  
  
// Durch die Zuweisung auf object gehen die  
// Typinformationen von chuck "verloren"  
object chuckObj = chuck;  
  
// der Compiler sieht nur object und dessen Member  
// folgendes führt zu einem compile-time error  
chuckObj.GetWisdom();
```

## dynamic binding

```
Chuck chuck = new Chuck();  
  
chuck.GetWisdom();  
  
object chuckObj = chuck;  
  
// dynamic sagt dem Compiler, dass das typechecking  
// erst zur Laufzeit stattfinden soll  
dynamic chuckDynamic = chuckObj;  
chuckDynamic.GetWisdom();
```

(dynamic expression)  
This operation will be resolved at runtime.

# DYNAMIC

- Funktioniert nicht bei
  - ExtensionMethods (ist compile-time syntactic sugar)
  - Base-Members die von einer Sub-Klasse versteckt werden
  - Interface-Methoden wenn ein Object zuerst gecastet werden müsste um
- `var != dynamic`
  - **var**: Compiler findet den Typ zur compile-time heraus
  - `var x = „Hallo“ =>` static type ist **string**, runtime type ist **string**
  - **dynamic**: Typ wird zur Laufzeit ermittelt
  - `dynamic x = „Hallo“ =>` static type ist **dynamic**, runtime type ist **string**
- `dynamic != Reflection`
  - `dynamic` hat keinen Zugriff auf private Member
- Performance Hit

# DYNAMIC| Reflection-Ersatz

```
private class NotRelated
{
    public void LogStatus()
    {
        Console.ForegroundColor = ConsoleColor.Blue;
        Console.WriteLine("Status looks good");
        Console.ResetColor();
    }
}
```

```
private static void BetterCallLog(dynamic o)
{
    o.LogStatus();
}
```

```
private class NotRelatedEither
{
    public void LogStatus()
    {
        Console.ForegroundColor = ConsoleColor.Yellow;
        Console.WriteLine("Could be better");
        Console.ResetColor();
    }
}
```

```
public static void ReplaceReflectionDemo()
{
    var obj1 = new NotRelated();
    var obj2 = new NotRelatedEither();

    BetterCallLog(obj1);
    BetterCallLog(obj2);
}
```

# DYNAMIC| ExpandoObject

```
// ExpandoObject ist wie ein PropertyBag / Dictionary
// Member können einfach ergänzt werden
dynamic obj = new ExpandoObject();

obj.Test = "Hi";
obj.Crazy = (Func<bool>)((() => true));

// ExpandoObject implementiert INotifyPropertyChanged
((INotifyPropertyChanged) obj).PropertyChanged += (PropertyChangedEventHandler)((s, e) =>
{
    Console.WriteLine("Change: " + e.PropertyName);
});

Console.WriteLine(obj.Test);
Console.WriteLine(obj.Crazy());

obj.Test = "Servus";

try
{
    Console.WriteLine(obj.GibtsNicht());
}
catch (RuntimeBinderException ex)
{
    Console.WriteLine("Diesen Member gibt es nicht");
}
```

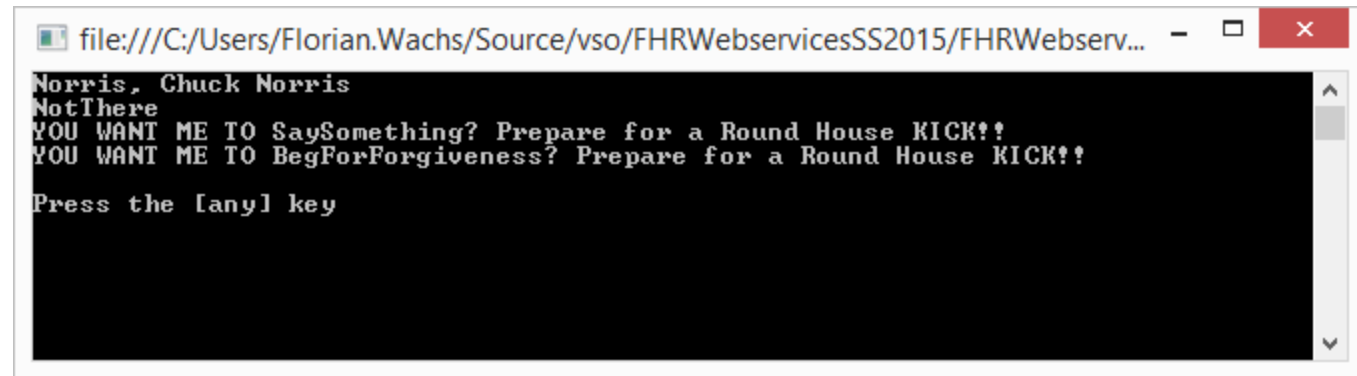
# DYNAMIC| DynamicObject

```
public class DynamicChuck : DynamicObject
{
    public override bool TryGetMember(GetMemberBinder binder, out object result)
    {
        result = binder.Name;
        if (binder.Name == "Name")
        {
            result = "Norris, Chuck Norris";
        }
        return true;
    }

    public override bool TryInvokeMember(InvokeMemberBinder binder, object[] args, out object result)
    {
        result = "YOU WANT ME TO " + binder.Name + "? Prepare for a Round House KICK!!";
        return true;
    }
}
```

# DYNAMIC| DynamicObject

```
public static void DynamicObjectProviderDemo()
{
    dynamic dynamicChuck = new DynamicChuck();
    Console.WriteLine(dynamicChuck.Name);
    Console.WriteLine(dynamicChuck.NotThere);
    Console.WriteLine(dynamicChuck.SaySomething());
    Console.WriteLine(dynamicChuck.BegForForgiveness());
}
```



The screenshot shows a console window with the following output:

```
file:///C:/Users/Florian.Wachs/Source/vso/FHRWebservicesSS2015/FHRWebserv...
Norris, Chuck Norris
NotThere
YOU WANT ME TO SaySomething? Prepare for a Round House KICK!!
YOU WANT ME TO BegForForgiveness? Prepare for a Round House KICK!!
Press the [any] key
```

# DYNAMIC| JSON.NET

```
var rawJson = @"
    {
        ""name"":""Jason"",
        ""address"": {
            ""street"":""Unknownstreet""
        },
        ""identities"":[ ""Franz"", ""Xaver"", ""Hiasi"" ]
    }
";

dynamic o = JsonConvert.DeserializeObject(rawJson);

Console.WriteLine(o.name.Value);
Console.WriteLine(o.address.street.Value);

foreach (dynamic identity in o.identities)
{
    Console.WriteLine(identity.Value);
}
```

# DYNAMIC| Einsatzgebiete

- COM-Interop
- „natürlicherer“ Zugriff auf XML und JSON
- Dynamische Skriptsprachen in .NET
  - IronRuby, IronPython
- Kann oft statt Reflection angewendet werden und führt zu „schönerem“ Code
- Eigene Proxy-Objekte mit DynamicObject



# FINALIZERS

- Zum Verständnis von Finalizern muss zuerst noch der Garbage Collector des .NET Frameworks erklärt werden
- Sie entsprechen dem Destructor in C++ und finalize() in Java

# USING STATIC

```
public static void UsingNormalMath(int value) => Console.WriteLine(Math.Abs(value) * Math.PI);
```

// Mit using static können Methoden aus einem Typen direkt importiert werden

```
using static System.Math;
```

```
using static System.Console;
```

```
public static void UsingStaticMath(int value) => WriteLine(Abs(value) * PI);
```

# NAMEOF

```
public class Nameof
{
    public string FirstName { get; set; }

    public void UseNameof()
    {
        Console.WriteLine(nameof(CSharpAdvancedLanguageFeatures)); // CSharpAdvancedLanguageFeatures
        Console.WriteLine(nameof(FirstName));                       // FirstName
        // es wird nur der letzte Identifier ausgewertet
        Console.WriteLine(nameof(Console.WriteLine));               // WriteLine
    }

    public void WhoIsYourGreatestHero(string heroName)
    {
        // wird nun bei Refactorings auch in der Exception angepasst
        if (heroName != "Chuck Norris")
            throw new ArgumentException("Der Parameter ist ungültig", nameof(heroName));
    }
}
```

# EXCEPTION FILTERS

```
public class ExceptionFilters
{
    public void DoStuffThatThrows()
    {
        try
        {
            // Do Stuff
        }
        catch (HttpException ex) when (ex.ErrorCode == (int)HttpStatusCode.InternalServerError)
        {
            // Handle 500 - Internal Server Error
        }
        catch (HttpException ex) when (ex.ErrorCode == (int)HttpStatusCode.NotFound)
        {
            // Handle 404 - Not Found
        }
        catch
        {
            // The Rest
        }
    }
}
```

# TUPLES

```
public class Tuples
{
    // Tuple ist als Reference Type implementiert
    public Tuple<decimal, decimal> GetAmountAndDiscountTuple() => Tuple.Create(100m, 20m);

    // Liefern beide ValueTuples welche als Value Type implementiert sind
    // Für .NET Framework < v4.7 muss das NuGet-Package System.ValueTuple vorhanden sein
    public (decimal, decimal) GetAmountAndDiscountValueTupleNoName() => (100m, 20m);

    public (decimal amount, decimal discountInPercent) GetAmountAndDiscountValueTupleWithName()
    {
        return (100m, 20m);
    }
}
```

# TUPLES

```
public class Tuples
{
    public void UseTuples()
    {
        var t1 = GetAmountAndDiscountTuple();
        Console.WriteLine($"Amount {t1.Item1} with Discount {t1.Item2}");

        var t2 = GetAmountAndDiscountValueTupleNoName();
        Console.WriteLine($"Amount {t2.Item1} with Discount {t2.Item2}");

        var t3 = GetAmountAndDiscountValueTupleWithName();
        Console.WriteLine($"Amount {t3.amount} with Discount {t3.discountInPercent}");

        // Tuple lassen sich auf direkt in lokale Variablen übertragen
        var (betrag, rabatt) = GetAmountAndDiscountValueTupleNoName();

        var (betrag2, rabatt2) = GetAmountAndDiscountValueTupleWithName();
    }
}
```

# PATTERN MATCHING

```
public void IsExpressionWithPatterns(object o)
{
    if (o is null) return;    // constant pattern "null"
    if (o is int i) // type pattern "int i"
    {
        // Der if-Block wird nur betreten wenn es sich um ein int handelt
        // die Variable i ist nur innerhalb des if-Blocks zugewiesen
        Console.WriteLine(i);
    }

    if (!(o is decimal d))
        return;

    // Ab hier weiß der Compiler das o ein decimal sein muss
    Console.WriteLine(d);
}
```

# PATTERN MATCHING

```
public void SwitchWithPatterns(Shape shape)
{
    switch (shape)
    {
        case Circle c:
            WriteLine($"circle with radius {c.Radius}");
            break;
        // Es können auch Bedingungen mit when definiert werden
        case Rectangle s when (s.Length == s.Height):
            WriteLine($"{s.Length} x {s.Height} square");
            break;
        case Rectangle r:
            WriteLine($"{r.Length} x {r.Height} rectangle");
            break;
        default:
            WriteLine("<unknown shape>");
            break;
        case null:
            throw new ArgumentNullException(nameof(shape));
    }
}
```



# OUT-VARIABLES

```
decimal q;  
if (!map.TryGetValue("AUD", out q))  
{  
    q = 10;  
}  
  
// C# 7: out-Variables  
// amount ist nur innerhalb des if-Blocks zugewiesen  
if (map.TryGetValue("USD", out decimal amount))  
{  
    q = amount;  
}
```

# LOCAL FUNCTIONS

```
public class LocalFunctions
{
    public int Fibonacci(int x)
    {
        if (x < 0) throw new ArgumentException("Less negativity please!", nameof(x));
        return Fib(x).current; // Hier endet die eigentliche Funktion

        // Lokale Funktion mit ValueTuple als return Type
        // Kann auch auf lokale Variablen der umgebenden Funktion zugreifen
        (int current, int previous) Fib(int i)
        {
            if (i == 0) return (1, 0);
            var (p, pp) = Fib(i - 1);
            return (p + pp, p);
        }
    }
}
```

# TOP LEVEL STATEMENTS

```
using System;

namespace Application
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Console.WriteLine("Hello World!");
        }
    }
}
```

## Einstiegspunkt

Jede Applikation benötigt einen Einstiegspunkt. In der Regel ist dieser in der **Program.cs** zu finden. Wichtig ist aber nur das es eine **static void Main** oder **static Task Main** Methode gibt. Vor C#9 war dafür einiges an „Boiler-Plate notwendig“

# TOP LEVEL STATEMENTS

```
using System;

namespace Application
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Console.WriteLine("Hello World!");
        }
    }
}
```

## Program.cs in C#9 und höher

In C# 9 wurden toplevel statements eingeführt. Hierbei verhält sich der Compiler so, als wäre man in einer Main-Methode. Der Compiler kümmert sich um die Generierung der Umgebenden Strukturen.

# TOP LEVEL STATEMENTS

The screenshot displays the Sharplab.io C# compiler interface. The left pane, labeled 'Code', shows the input C# code: `using System;` and `Console.WriteLine("Hello World");`. The right pane, labeled 'Results', shows the output code, which is a full program structure generated by the compiler. This output includes various assembly attributes like `[assembly: CompilationRelaxations(8)]`, `[assembly: RuntimeCompatibility(WrapNonExceptionThrows = true)]`, and `[assembly: Debuggable(DebuggableAttribute.DebuggingModes.Default | DebuggingModes.IgnoreSymbolicExecutionDiagnostics)]`, followed by `[module: UnverifiableCode]` and `[CompilerGenerated]`. The main logic is enclosed in an `internal static class <Program>{}` with a `private static void <Main>$(string[] args)` method that contains the `Console.WriteLine("Hello World");` statement.

**Code** C# Create Gist Default

```
using System;
Console.WriteLine("Hello World");
```

**Results** C# Debug

```
using System;
using System.Diagnostics;
using System.Reflection;
using System.Runtime.CompilerServices;
using System.Security;
using System.Security.Permissions;

[assembly: CompilationRelaxations(8)]
[assembly: RuntimeCompatibility(WrapNonExceptionThrows = true)]
[assembly: Debuggable(DebuggableAttribute.DebuggingModes.Default | DebuggingModes.IgnoreSymbolicExecutionDiagnostics)]
[assembly: SecurityPermission(SecurityAction.RequestMinimum, SkipVerification = true)]
[assembly: AssemblyVersion("0.0.0.0")]
[module: UnverifiableCode]
[CompilerGenerated]
internal static class <Program>{
    {
        private static void <Main>$(string[] args)
        {
            Console.WriteLine("Hello World");
        }
    }
}
```

**Code Gen**

Hier ist zu sehen wie der Compiler die Top-Level-Statements umwandelt.

# TOP LEVEL STATEMENTS

- Es kann weiterhin nur einen Einstiegspunkt in die Applikation geben, d.h. Top-Level Statements können nur einmal Pro-Applikation vorkommen.
- Es können zusätzliche Methoden / Klassen in der gleichen Datei definiert werden diese müssen aber nach den Top-Level Statements kommen
- Zusätzliche usings können weiterhin am Anfang der der Datei ergänzt werden

# GLOBAL USINGS

```
using System;  
using System.Collections.Generic;  
using System.Linq;  
using System.Text;  
using System.Threading.Tasks;
```

```
namespace MyApp  
{  
    public class MyClass  
    {  
  
    }  
}
```

## Funktionalität über using-Direktiven einbinden

Über usings können zusätzliche Namespaces in den aktuellen Scope inkludiert werden. Diese Namespaces können aus Projekten in der Solution oder Nuget-Paketen stammen.

Abgebildet sind die häufigsten namespaces die in einer Datei inkludiert werden. Da diese in jeder Datei benötigt werden, besteht der Beginn nun immer aus einem großen Block von using-Anweisungen.

Global Usings helfen, diesen Boilerplate zu reduzieren

# GLOBAL USINGS

```
// GlobalUsings.cs  
global using System;  
global using System.Collections.Generic;  
global using System.Linq;  
global using System.Text;  
global using System.Threading.Tasks;
```

## Globale Usings

Durch **global using** steht der angegebene Namespace im gesamten Projekt zur Verfügung, als würde man diesen in jedes File einzeln eintragen. Typisch nennt man diese Datei **GlobalUsings.cs**, der Dateiname ist jedoch unerheblich.



# GLOBAL USINGS

```
namespace MyApp
{
    public class MyClass
    {
        public string DoSomething()
        {
            var builder = new StringBuilder();
            builder.AppendLine("Hello");
            builder.AppendLine("World");

            return builder.ToString();
        }
    }
}
```

## Globale Usings

Durch die Global Usings kann unsere MyClass den Typ StringBuilder verwenden, ohne explizit ein using System.Text angeben zu müssen.

# IMPLICIT USINGS

```
<Project Sdk="Microsoft.NET.Sdk">  
  
  <PropertyGroup>  
    <OutputType>Exe</OutputType>  
    <TargetFramework>net6.0</TargetFramework>  
    <ImplicitUsings>enable</ImplicitUsings>  
    <Nullable>enable</Nullable>  
  </PropertyGroup>  
  
</Project>
```

## Implicit Usings

Dieses Feature baut auf den Global Usings auf. Nuget-Pakete und vor allem die SDKs definieren eine Reihe von Global Usings. Diese werden bei aktiven Implicit Usings automatisch angewendet. Es stehen also Typen zur Verfügung, ohne jedes mal ein using [Namespace] zu benötigen. Bei neuen Projekten mit .NET 6 ist dieses Feature standardmäßig aktiv.

In der \*.csproj Datei des Projektes kann diese Einstellung verändert werden.

# RECORDS

- Funktionale Sprachen setzen auf die „Unveränderlichkeit“ (immutability) von Objekten
- Einmal mit Werten initialisiert lässt sich das Objekt nicht mehr verändern
- Dies war in C# bis zur Einführung von Records auch möglich, allerdings mit erheblichem Mehraufwand

# RECORDS

- Funktionale Sprachen setzen auf die „Unveränderlichkeit“ (immutability) von Objekten
- Einmal mit Werten initialisiert lässt sich das Objekt nicht mehr verändern
- Records haben eine „Value-Semantik“, d.h. Equals richtet sich an die Werte statt der Objekt-Identität
- Dies war in C# bis zur Einführung von Records auch möglich, allerdings mit Mehraufwand im direkten Vergleich

# RECORDS

```
public class PersonClass
{
    public string FirstName { get; set; }
    public string LastName { get; set; }
}
```

# RECORDS

Der Access-Modifizier **init** sorgt dafür dass diese Feld nur während der Erzeugung des Objektes gesetzt werden darf

```
public class PersonClass
{
    public string FirstName { get; init; }
    public string LastName { get; init; }
}
```

# RECORDS

Mit record gekennzeichnete Typen  
sind auch Klassen (außer record  
struct)

```
public record PersonRecord
{
    public string FirstName { get; init; }
    public string LastName { get; init; }
}
```

# RECORDS

```
public record PersonRecord(string FirstName, string LastName);
```

Records unterstützen **Primary Constructors**. Damit ist die gleichzeitige Definition des Typen, Properties und Default Constructors gemeint. Besonders für DTOs (Data Transfer Objects) eignen sich **records** hervorragend.



# RECORDS

```
var person1 = new PersonRecord("Chuck", "Norris");  
var person2 = person1 with { FirstName = "Amanda" };
```

Mit dem with-Statement kann eine „Kopie“ (normale Referenztypen werden flach kopiert) eines Records erzeugt werden und mit den geänderten Werten bestückt werden. Dies kann auch geschachtelt erfolgen.

# RECORDS

- Records sollen Klassen nicht ersetzen sondern stellen eine einfachere Möglichkeit da, Typen zu definieren die als unveränderliche „Datencontainer“ fungieren sollen.
- Sie eignen sich sehr gut für die Ergebnisse externer API-Aufrufe oder Value-Types / Events aus Domain Driven Design
- Records können, genau wie Klassen, Methoden oder weitere Typen definieren.
- Mit C# 10 gibt es nun auch record structs, welche wir aber in der Vorlesung nicht behandeln