

.NET: Fortgeschrittene Konzepte von C#

© J. Heinzelreiter
Version 5.2

Abgrenzung C# – Java/C++

- Merkmale von Java
 - OOP: Vererbung, dynamische Bindung, Interfaces
 - Metainformation,
 - Ausnahmebehandlung,
 - statische und starke Typisierung,
 - Garbage Collection.
- Merkmale von C++
 - Überladen von Operatoren, in abgeschwächter version
 - Möglichkeit, Pointer zu verwenden (*unsafe code*).
Standardargumente erst später
- Neue Eigenschaften
 - Attribute: Benutzerdefinierte Metainformation, vgl. Annotationen in Java
 - Aufruf per Referenz (Übergangs- und Ausgangsparameter)
 - Wertetypen (Strukturen). besonderen Fokus darauf

Bezeichner und Namenskonventionen

- Bezeichner
 - Kombination aus Zeichen, Ziffern, _, @
 - Unicode-Zeichen: `class Téléphone { ... }`
 - Groß-/Kleinschreibung ist relevant.
- Namenskonventionen
 - Pascal-Notation für
 - Methoden: `CopyTo`
 - Properties: `ToString`
 - Typnamen: `TimeZone`
 - Öffentl. Felder: `Empty`
 - Interfaces: `ICloneable`
 - Enums: `Sat, Sun, Mon`
 - Camel-Notation für
 - Variablen: `myVar, i`
 - private Felder: `wordCount`

Deklarationen

- Gültigkeitsbereiche
 - Namenräume
 - Klasse/Struktur, Interface
 - Enumerationen
 - Blöcke
- Deklarationsreihenfolge ist nicht relevant.
- Lokale Variablen müssen vor Verwendung deklariert werden.

■ Beispiel

```
namespace A {  
    public class C {  
        public class D {  
            public static E e;  
        }  
        public enum E { e, f };  
        public static int e;  
    }  
}
```

```
namespace B {  
    class C {  
        static void F() {  
            int e = A.C.e;  
            A.C.E f = A.C.D.e;  
        }  
    }  
}
```

Anweisungen

- *if-, while-, do-while-*Anweisung: wie in C++
- *switch*-Anweisung
 - Muss mit `break` abgeschlossen werden.
 - *switch*-Ausdruck kann numerischer Typ, Enumeration oder String sein.
 - Mit *goto* kann zu anderem Label gesprungen werden.
- *foreach*-Anweisung
 - Iteration durch Collections, die *IEnumerable* implementieren.
 - Beispiel:

```
string[] names = {"Joe", "Bill", "James"};  
foreach (string n in names)  
    Console.WriteLine(n);
```

Operatoren

Elvis operator ?

- Ähnlich wie in C++ bzw. Java

Kategorie	Operatoren
Primär	(x), x.y, x?.y, a[x], a?[x], f(x), x++, x--, new, typeof , nameof , sizeof
Unär	+, -, ++x, --x, (T)x
Punktr.	*, /, %
Strichr.	+, -
Shift	<<, >>
Relational	<, >, <=, >=, is , as

Kategorie	Operatoren
Gleichheit	==, !=
Bin. UND	&
Bin. XOR	^
Bin. ODER	
Log. UND	&&
Log. ODER	
Null-Coel.	??
Bed. Ausdr.	?:
Zuweisung, Lambda	=, *=, /=, %=, +=, -=, &=, =, ^=, =>

is instance of. as = down cast ohne exception. wie dynamic cast in C++

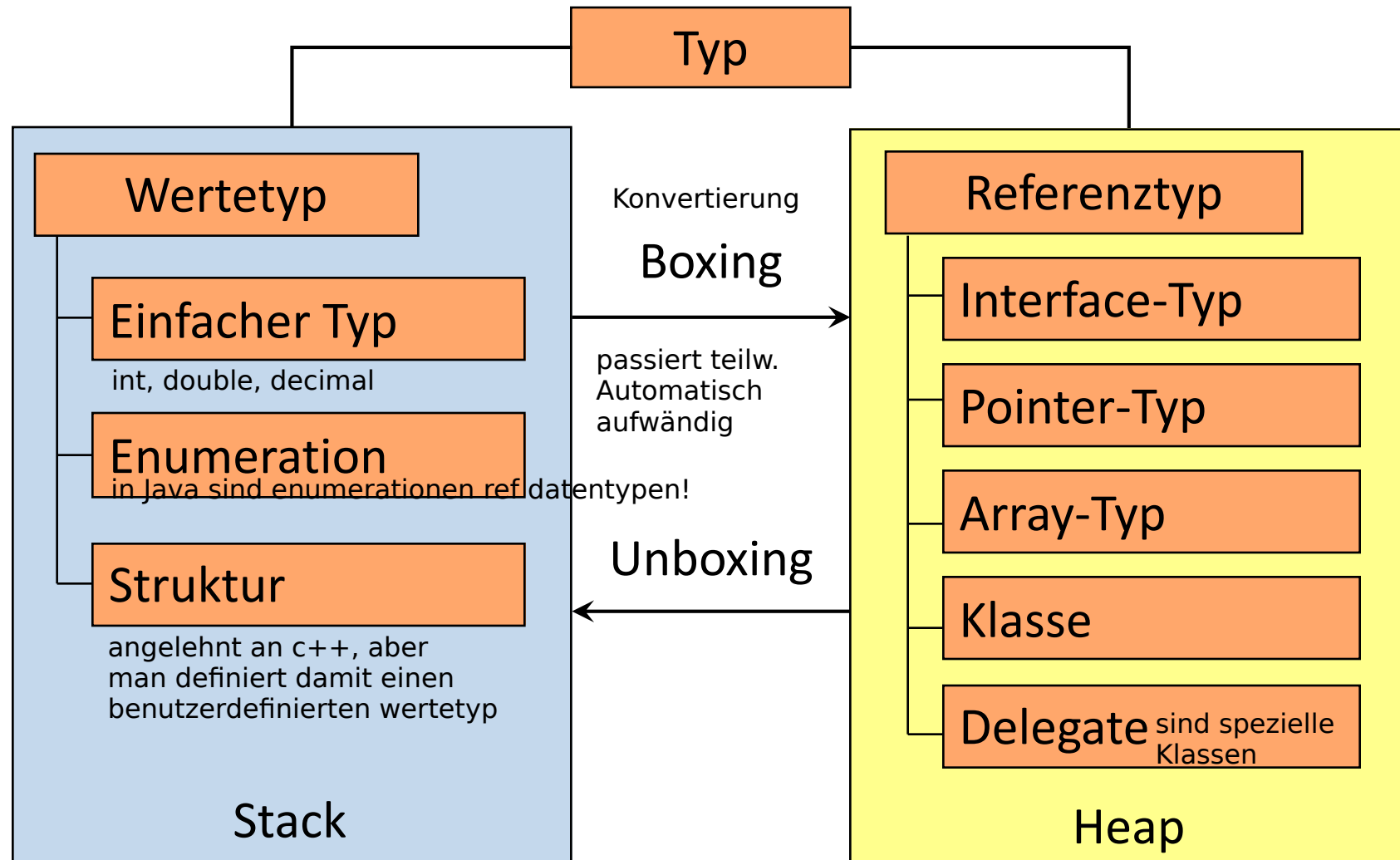
Präprozessor

- Unterstützte Präprozessor-Direktiven:
 - #define, #undef: Symbole können nur definiert werden, ihnen kann aber kein Wert zugewiesen werden.
 - #if, #elif, #else, #endif

```
#define DEBUG
#if DEBUG
    // Code für Debug-Version
#else
    // Code für Release-Version
#endif
```
 - #region, #endregion: Kennzeichnung von Code-Blöcken für Editoren, z. B. automatisch generierter Code.
- Benutzerdefinierte Makros sind nicht möglich.

Typen

Referenz und Wertetypenunterschied ist wichtig. In Java keine eigenen Wertetypen definierbar.



Werte- und Referenztypen

- Wertetypen (*value types*)

- Werden am *Stack* bzw. im umgebenden Objekt allokiert. können auch am heap sein
- Defaultwert ist 0, '\0' bzw. false.
- Bei Zuweisung wird Wert kopiert.
- Im Gegensatz zu Java können Wertetypen auch selbst definiert werden (*enum* und *struct*).

- Referenztypen (*reference types*)

- Werden am *Heap* allokiert.
- Defaultwert ist *null*.
- Bei Zuweisung wird Referenz, aber nicht das referenzierte Objekt kopiert.

Einfache Typen

nur die gelben verwenden damit andere sprachen kein problem haben.

CLS-kompatibel

C#	CTS	Range	Java
sbyte	System.SByte	$-2^7 - 2^7-1$	byte
byte	System.Byte	$0 - 2^8-1$	-
short	System.Int16	$-2^{15} - 2^{15}-1$	short
ushort	System.UInt16	$0 - 2^{16}-1$	-
int (abkürzung für -> (Anm.: in VB Integer)	System.Int32	$-2^{31} - 2^{31}-1$	int
uint	System.UInt32	$0 - 2^{32}-1$	-
long	System.Int64	$-2^{63} - 2^{63}-1$	long
ulong	System.UInt64	$0 - 2^{64}-1$	-
float	System.Single	7 Stellen/4 Byte	float
double	System.Double	15 Stellen/8 Byte	double
decimal built in type	System.Decimal	28 Stellen/16 Byte	-
bool	System.Boolean	true, false	bool
char	System.Char	Unicode-Zeichen	char

Enumerationen

- Deklaration und Verwendung wie in C++.
- Syntax: *[modifiers] enum identifier [:base-type]*
{enumerator-list};
- Enumerationskonstanten müssen qualifiziert werden.
- Beispiel:

```
enum Day:byte { Sun=1, Mon, Tue,  
                Wed, Thu, Fri, Sat };  
Day d = Day.Sat;  
Console.WriteLine("day = {0}", d);
```

// Output: day = Sat

Strukturen

- Benutzer-definierbarer Typ, der sich wie einfacher Typ verhält:
 - Werte werden am Stack/im umgebenden Objekt angelegt,
 - Lebensdauer ist auf Lebensdauer des umgebenden Blocks beschränkt,
 - bei Zuweisung wird Wert kopiert (nicht Referenz).
- Strukturen können nicht erben oder vererben.
- Strukturen können Interfaces implementieren.
- Felder dürfen bei Deklaration nicht initialisiert werden.
- Default-Konstruktor darf nicht definiert werden.
- Vorteile
 - speichersparend,
 - müssen nicht vom GC verwaltet werden.

Strukturen – Beispiel

■ Definition

```
struct Color {  
    public byte r, g, b;  
    public Color(byte r, byte g, byte b) {  
        this.r = r; this.g = g; this.b = b;  
    }  
}
```

Auswirkung (Kopie bei per Value Übergabe)

■ Verwendung

kann nicht von Ref Datentyp abgeleitet werden und vice versa

```
// Initialisierung mit Default-Werten (0)  
Color black = new Color();  
Color yellow = new Color(255,255,0);  
yellow.r = 200;
```

new bedeutet hier nicht automatisch dass es am heap allokiert wird. außer im umgebenden objekt allokiert. wenn so in funktion dann am stack

Boxing und Unboxing

- *Boxing: Wertetyp → Referenztyp*

- Boxing wird *implizit* durchgeführt, wenn ein Objekt benötigt wird, aber ein Wert vorhanden ist. boxing -> overhead

- Beispiel:

```
Console.WriteLine("i={0} ", i);  
string s = 123.ToString();
```

- *Unboxing: Referenztyp → Wertetyp*

- Unboxing muss explizit mit Cast durchgeführt werden.

- Beispiel:

```
int i = 123;  
object o = i;    // boxing  
int j = (int)o; // unboxing
```

Nullable Types

Referenzdatentypen können null sein.
Wertedatentypen können das auch mit ? Syntax.

- *Nullable Types* sind Wertetypen, die als Wert auch `null` annehmen können.
- Syntax: **T?** oder **Nullable<T>** (T beliebiger Wertetyp)

```
struct Nullable<T> {  
    public Nullable(T value);  
    public bool HasValue { get; }  
    public T Value { get; }  
}
```

- Beispiel:

```
int? i1 = 10;  
int? i2 = null;    // implicit conversion  
int j1 = i1.Value; // j1 == 10  
int j2 = (int)i1;  // j2 == 10  
int j3 = i2 ?? 0;  // j3 == 0
```

Klassen

- Inhalt einer Klasse:
 - Konstanten
 - Felder
 - Konstruktoren/Destruktor
 - Methoden
 - Operatoren
 - Properties
 - Indexer
 - Events
 - statischer Konstruktor
 - (innere) Typen

```
class Rational {  
    const double Eps = 0.001;  
    int a, b;  
    public Rational(  
        int a, int b) { ... }  
    public void Add(  
        Rational c) { ... }  
    public static Rational  
        operator+(Rational r1,  
                   Rational r2) {...}  
    public int Denom {  
        get { return b; }  
        set { b = value; }  
    }  
}
```


Sichtbarkeitsattribute

■ Sichtbarkeit

<i>public</i>	überall
<i>protected</i>	deklarierende/abgeleitete Klasse(n)
<i>internal</i>	selbes Assembly
<i>protected internal</i>	= protected ODER internal abgeleitet aber nicht außerhalb des assemblies
<i>private protected</i>	= protected UND internal (C# 7.2)
<i>private</i>	deklarierende Klasse

■ Default

Methoden/Felder	<i>private</i>
äußere Typdefinition	<i>internal</i>
innere Typdefinition	<i>private</i>
Interfacemethoden	<i>public</i>
Enumerationskonstanten	<i>public</i>

Konstrukturen

- Konstrukturen dürfen *überladen* werden.
- Konstruktor der *Basisklasse* wird im Kopf mit `base` aufgerufen.
- *Anderer Konstruktor* kann im Kopf mit `this` aufgerufen werden.
- Generierter *Default-Konstruktor* initialisiert alle Felder mit Standardwerten.

```
public class Ellipse {  
    int a,b;  
    public Ellipse(int a, int b) {  
        this.a = a; this.b = b;  
    }  
    public Ellipse(int r) :  
        this(r, r) {}  
}  
  
public class ColoredEllipse :  
    Ellipse {  
    Color color = Color.Black;  
    public ColoredEllipse(  
        int a, int b, Color c) :  
        base(a, b) { color = c; }  
}
```

Destruktor

- Destruktor/Finalizer wird aufgerufen, unmittelbar bevor GC ein Objekt freigibt.
- Dient zur Ressourcenfreigabe (Schließen von Files, ...)
- Es ist nicht definiert, wann Speicherbereinigung durchgeführt und damit der Destruktor/Finalizer aufgerufen wird.
- Destruktor der Basisklasse wird automatisch aufgerufen (im Gegensatz zu Java).

```
public class A {  
    ~A() { // Sichtbarkeitsattribut darf  
        // nicht angegeben werden.  
        // Ressourcenfreigabe  
    }  
}
```

Verwendung von IDisposable

- Wenn explizite Ressourcenfreigabe möglich sein soll, kann Klasse *IDisposable* implementieren.

Sofort schauen ob Klasse von IDisposable abgeleitet wird

- Verwender kann *Dispose()* explizit aufrufen.

Damit keine Resource Leaks entstehen

Was Disposable ist muss freigegeben werden

```
public class A : IDisposable {  
    ~A() {  
        Dispose(); Systemaufruf  
    }  
    public void Dispose() { Benutzeraufruf  
        // Ressourcenfreigabe  
        GC.SuppressFinalize(this); damit kein  
    }                               zweiter aufruf  
}
```

```
A a = null;  
try {  
    a = new A();  
    ...  
} finally {  
    if (a!=null) a.Dispose();  
}
```

oder (in C#)

try with Resources
in Java

```
using (A a = new A()) {  
    ...  
} // Aufruf von a.Dispose()
```

Felder und Konstanten

- Objekt-Felder
 - Beispiel: `int size = 0;`
- Statische Felder
 - Beispiel: `static Color Red = new Color(255,0,0);`
- Konstanten
 - Wert muss von Compiler berechnet werden können.
 - Beispiel: `const int arrLen = byte.MaxValue/2 + 1;`
- Schreibgeschützte Felder (readonly)
 - Darf nur in Deklaration oder Konstruktor initialisiert werden.
 - Beispiel:

```
readonly Pen defaultPen;  
public Drawing(Color c) {  
    defaultPen = new Pen(c);  
}
```

Methoden

- Objektmethoden
 - Aufruf: *object.Method()*
 - Überladen wie in Java möglich.
- Klassenmethoden (statische Methoden)
 - Aufruf: *Class.Method()*

```
class Date {  
    enum Day { Sun, Mon, Thu, ... }  
    static Day FirstDayInWeek() {  
        return Day.Mon;  
    }  
    public static void Main() {  
        Day d = Date.FirstDayInWeek();  
        Date date = new Date();  
        date.FirstDayInWeek(); // Syntaxfehler!  
    }  
}
```

Arten von Parametern

- Eingangsparameter („*call by value*“)
 - Definition: `int Twice(int m) { return 2*m; }`
 - Aufruf: `m=5; n = Twice(m); // m==5, n==10`
- Übergangsparameter (*ref-Parameter*)
 - ref-Parameter muss initialisiert sein.
 - Definition: `void Twice(ref int n) { n *= 2; }`
 - Aufruf: `n=5; Twice(ref n); // n==10`
- Ausgangsparameter (*out-Parameter*)
 - out-Parameter muss nicht initialisiert sein.
 - Definition: `void Twice(int m, out int n) { n = 2*m; }`
 - Aufruf: `m=5; Twice(m, out n); // m==5, n==10`

Variable Anzahl von Parametern

- Definition einer Methode, die eine variable Anzahl von Parametern verarbeiten kann:

```
double Sum(params double[] values) {  
    double sum = 0;  
    foreach (double val in values) sum += val;  
    return sum;  
}
```

- Aufruf

- Variable Anzahl von Parametern

```
double sum = Sum(1,2,3,4); // sum==10
```

- Parameterübergabe in Form eines Arrays

```
double[] arr = {1,2,3,4};  
double sum = Sum(arr); // sum==10
```


Properties

- Zusammenfassung einer Getter- und einer Setter-Methoden zu einer Einheit.
- Definition einer Property:

```
class Circle {  
    private double rad = 0.0;  
    public double Radius { // Property Radius  
        get { return rad; } // Getter-Methode  
        set { rad = value; } // Setter-Methode  
    }  
}
```

- Verwendung einer Property:

```
Circle c = new Circle();  
c.Radius = 5.0; // Ausführung der Setter-Methode  
double r = c.Radius; // Ausführung der Getter-Methode
```

- Uniform Access Principle Ich kann nicht unterscheiden ob datenkomponente oder property. Namenskonvention großsch
 - Zugriff auf Datenkomponente oder auf eine Property unterscheiden sich nicht.

Indexers

- Zugriff auf ein Element einer Collection mit dem []-Operator.
- Definition eines Indexers:

```
class BirthdayList {  
    public DateTime this[string name] {  
        get { return GetBirthDay(name); }  
        set { SetBirthDay(name, value); }  
    }  
}
```

- Verwendung eines Indexers:

```
BirthdayList bList = new BirthdayList();  
bList["Huber"] = new DateTime(1970, 12, 24);  
Console.Write("Geb.Tag: {0}", bList["Huber"]);
```

Überladen von Operatoren

- Überladen von arithmetischen, Vergleichs- und Bitoperatoren

```
class Rational {  
    public static Rational operator+(Rational r1, Rational r2){  
        return new Rational(r1.a*r2.b + r2.a*r1.b, r1.b*r2.b);  
    }  
}
```

- Überladen von Konversionsoperatoren

```
class Rational {  
    public static implicit operator double(Rational r) {  
        return (double)r.a/r.b;  
    }  
    public static explicit operator long(Rational r) {  
        return r.a/r.b;  
    }  
}
```

- Verwendung überladener Operatoren

```
Rational r = new Rational(1,2) + new Rational(1,4);  
double d = r;        // implizite Konvertierung  
long l = (long)r;    // explizite Konvertierung
```

Vererbung

- Nur *Einfachvererbung* ist möglich.
- Wird keine Basisklasse angegeben, wird automatisch von *Object* abgeleitet.
- Öffentliche und geschützte Methoden werden vererbt:

```
class A {  
    private int b;  
    public A(int b) {  
        this.b = b;  
    }  
    public void F() { ... }  
}  
  
class B : A {  
    public B(int a) : base(a) {}  
    public void G() { ... }  
}
```

```
public static void Main() {  
    A a = new A();  
    B b = new B();  
    a.F();  
    b.F();  
    b.G();  
}
```



F() wird von A geerbt

Überschreiben von Methoden: override

- Dynamisch zu bindende Methoden müssen als **virtual** deklariert werden.
- Sollen virtuelle Methoden überschrieben werden, müssen sie als **override** oder **new** deklariert werden.

```
class A {  
    public virtual void F() {  
        ...  
    }  
}  
  
class B : A {  
    public override void F() {  
        ...  
    }  
}
```

```
public static void Main() {  
    A a1 = new A();  
    A a2 = new B();  
    B b = new B();  
    a1.F(); // A.F();  
    a2.F(); // B.F();  
    b.F(); // B.F();  
}
```



dynamische Bindung

statischer typ und dynamischer typ

Überschreiben von Methoden: new

- Eine mit **new** deklarierte Methode ist unabhängig von der gleichnamigen Methode (mit gleicher Signatur) der Basisklasse.
- Referenzen mit dem statischen Typ der Basisklasse haben keinen Zugang mehr zur mit **new** deklarierten Methode.

```
class A {  
    public virtual void F() {}  
    public          void G() {}  
    public virtual void H() {}  
}  
class B : A {  
    public new          void F() {}  
    public new virtual void G() {}  
    public override     void H() {}  
}  
class C : B {  
    public override     void G() {}  
    public new virtual void H() {}  
}                                wegen new nicht erreichbar
```

```
static void Main() {  
    A a1 = new B();  
    a1.F(); // A.F();  
    a1.G(); // A.G();  
    a1.H(); // B.H();  
  
    A a2 = new C();  
    a2.F(); // A.F();  
    a2.G(); // A.G();  
    a2.H(); // B.H();  
  
    B b = new C();  
    b.F(); // B.F();  
    b.G(); // C.G();  
    b.H(); // B.H();  
}
```

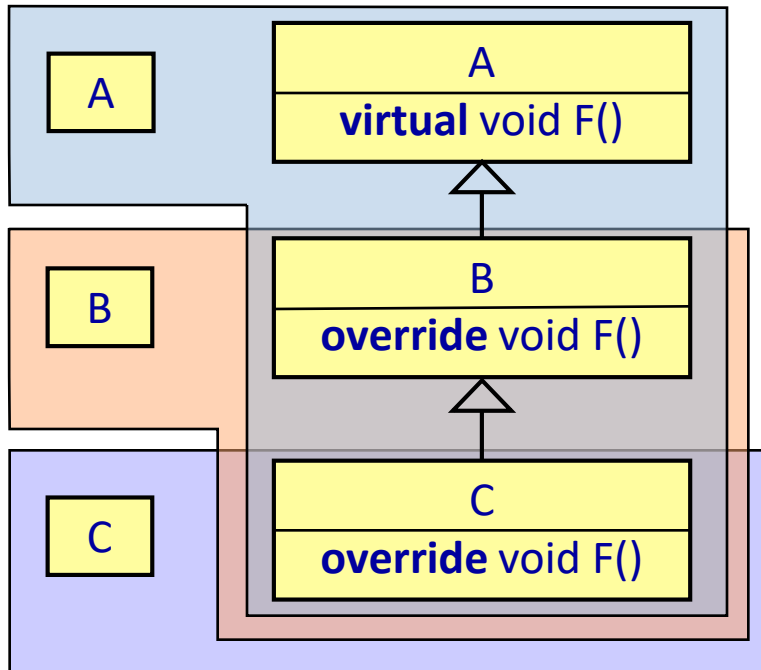
Gegenüberstellung von *new* und *override*

```
X x = new Y();  
x.F();
```

selber anschauen

override

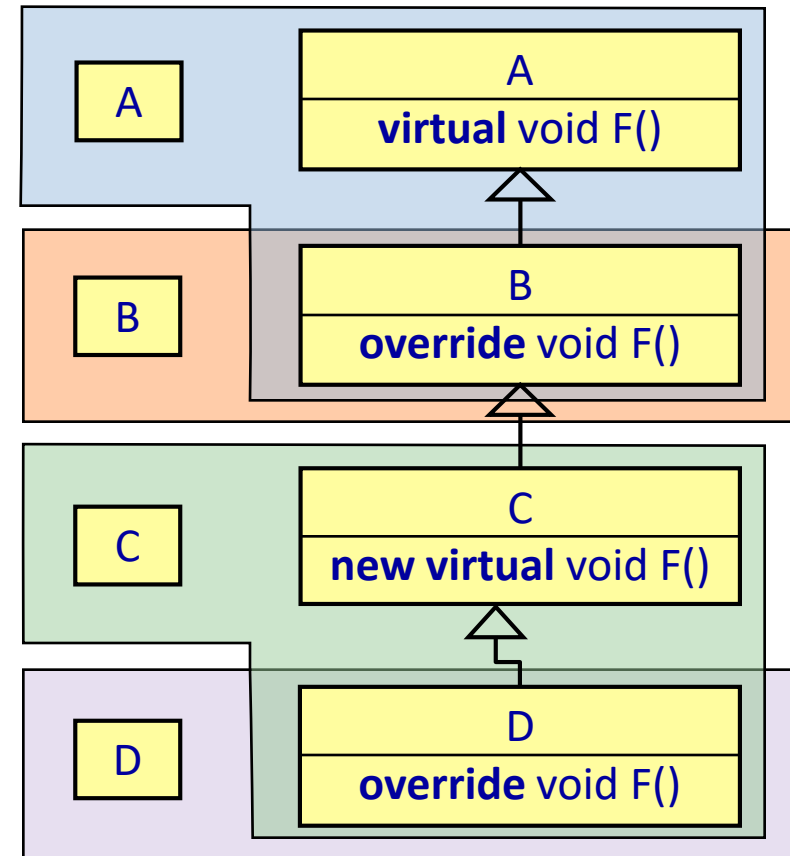
stat. Typ (X) dyn. Typ (Y)



new

stat. Typ (X)

dyn. Typ (Y)



Anwendung von new

- Austausch von Basisklassen soll sich nicht auf Funktionalität von abgeleiteten Klassen auswirken (*Fragile Base Class Problem*).

alte Version

```
class A {  
    public void F() {  
        ...  
    }  
}
```

neue Version

```
class A {  
    public void G() ←  
    public void F() {  
        G();  
    }  
}
```

Code wird weiterentwickelt
und neue Framework version.
neue version hat zufällig
auch G

```
class B : A {  
    public new void G() {}  
}
```

— Java →

— C# →

unbeabsichtigtes überschreiben einer methode

Abstrakte Klassen und Interfaces

```
abstract class Shape {  
    public abstract void Draw();  
    public void Move() {...}  
}  
  
class Line : Shape {  
    public override void Draw() {  
        ...  
    }  
}
```

- Klassen mit abstrakten Methoden müssen abstrakt sein.
- Abstrakte Methoden sind implizit *virtual*.
- Abstrakte Klassen können *nicht instanziiert* werden.

```
public interface I {  
    void F(int i);  
    object P { get; set; }  
}  
  
class A : I, ICloneable {  
    public void F(int i) {...}  
    public object P {  
        get {...} set {...} }  
    public object Clone() {...}  
}
```

- Methoden eines Interfaces sind *public abstract*.
- Klassen und Strukturen dürfen mehrere *Interfaces* implementieren.

Explizite Implementierung von Interface-Methoden

- Interface-Methoden können durch Qualifikation mit dem Interface-Namen explizit implementiert werden.
- Methode darf weder *public* noch *private* deklariert werden.
- Statischer Typ einer Referenz bestimmt, welche Methode sichtbar ist.

```
interface I {  
    void F();  
    void G();  
}
```

```
interface J {  
    void F();  
    void G();  
}
```

```
class A : I, J {  
    void I.F() { ... } // expl. impl.  
    void J.F() { ... } // expl. impl.  
    public void F() { ... }  
    public void G() { ... }  
}
```

```
static void Main() {  
    A a = new A();  
    I i = a;  
    J j = a;  
  
    a.F(); // A.F();  
    i.F(); // I.F();  
    j.F(); // J.F();  
  
    a.G(); // A.G();  
    i.G(); // A.G();  
    j.G(); // A.G();  
}
```

Ausnahmen (Exceptions)

- Ausnahmen werden nicht im Methodenkopf deklariert.
- Ausnahmen müssen nicht behandelt werden.

```
StreamReader sr = null;
try {
    sr = new StreamReader(
        new FileStream("data.txt", FileMode.Open));
    sr.ReadLine();
}
catch(FileNotFoundException e) { ... }
catch(IOException e) // Ausnahmenfilter
    when (e.InnerException is ArgumentException) { ... }
catch(IOException e) { ... }
catch { // Behandlung aller anderen Exceptions }
finally { // wird immer durchlaufen
    if (sr != null) sr.Close();
}
```

Arrays

- Eindimensionale Arrays

- Deklaration: `int[] arr;`
- Initialisierung: `arr = new int[] {1,2,3};` oder `arr = {1,2,3};`

- Mehrdimensionale Arrays

- „Jagged“ Arrays

```
int[][] m = new int[2][];  
m[0] = new int[]{1,2};  
m[1] = new int[]{4,5,6};  
m[1][2] = 9;
```

- Rechteckige Arrays

```
int[,] m = {{1,2,3},{4,5,6}};  
m[1,2] = 9;
```

