Zusammenfassung Advanced Programming

Joel von Rotz, Manuel Fanger & Andreas Ming

01.01.23

Inhaltsverzeichnis

1 C# und .Net-Framework

1.1 Vergleich C & C#

	C (POP)	*C# (OOP)*
	Prozedurale **O**rientierte **P**rogrammierung	**O**bjekt **O**rientierte **P**rogrammierung
Compilation	Interpreter	Just-in-time *(CLR)*

	C (POP)	*C# (OOP)*
Execution	Cross-Platform	`.Net` Framework
Memory handling	`free()` after `malloc()`	Garbage collector
Anwendung	Embedded, Real-Time-Systeme	Embedded OS, Windows, Linux, GUIs
Execution Flow	Top-Down	Bottom-Up
Aufteilung in	Funktionen	Methoden
Arbeitet mit	Algorithmen	Daten
Datenpersistenz	Einfache Zugriffsregeln und Sichtbarkeit	Data Hiding (`privat`, `public`, `protected`)
Lib-Einbindung	*.h* File mit `#include`	*namespaces* mit `using`

1.2 Struktur C#-Programm

1.2.1 Namespace

```
namespace { ... }
```

`namespace` dient zur Kapselung von Methoden, Klassen, etc., damit zum Beispiel mehrere Klassen/Methoden gleich benannt werden können.

```
namespace SampleNamespace {
  class SampleClass {...}
  struct SampleStruct {...}
  enum SampleEnum {a, b}

  namespace Nested {
    class SampleClass {...}
  }
}

namespace NameOfSpace {
  class SampleClass{...}
  ...
}
```

Zum Aufrufen von Klassen/Methoden anderer `namespace`'s kann dieser über `using` eingebunden werden oder der Aufruf geschieht über `<namespace>.SampleClass`.

1.2.2 Klassen

Klassen beschreiben den Bauplan von Objekten. Wenn man das nicht versteht, nützt dir auch der Rest der Zusammenfassung nichts ;)

Eine Klasse ist eine Sammlung von **Daten** und **Methoden**. Es wird das Keyword `class` genutzt.

> **Wichtig**
>
> - Pro Datei eine Klasse
> - Klassenname = Dateiname
> - Namensgebung von Klassen: `PascalCase`

Klassen können mit dem Schlüsselwort `static` statisch angelegt werden. Von statischen Klassen können keine Objekte erstellt werden, die Mehtoden sind immer über den Klassennamen aufrufbar. Ein Beispiel hierfür ist die `System` Klasse.

```
System.Console.WriteLine("Hallo Welt");
```

1.2.3 Konstruktor

Konstruktoren werden beim Erstellen von neuen Objekten aufgerufen. Ihnen können Parameter oder andere Objekte übergeben werden.

```
public class Point{
  int size;

  public Point(int size) {
    this.size = size;
  }
}

public Program{
  satic void Main(){

    // initialize new Point object
    Point smallPoint = new Point(2);
  }
}
```

> **Vorsicht**
>
> Der Default-Konstruktor nimmt keine Parameter entgegen. Wird ein Konstruktor angegeben, so ist der Default-Konstruktor nichtmehr aufrufbar.

1.2.4 Destruktor

Destruktoren werden verwendet um die Resourcen von Objekten freizugeben. Es ist bereits ein Standard-Destruktor implementiert, welcher nur in seltenen Fällen überschrieben wird. Der Destruktor wird automatisch vom Garbage-Collector aufgerufen.

```
public class MyClass
{
    // Other members of the class...
    ~MyClass()
    {
        // Release resources held by the object here.
    }
```

```
}
```

1.2.5 Methode

Methoden sind das C#-pendant der Funktionen in C. Der Zugriff auf Methoden kann mit Zugriff-Modifizierern *(siehe Kapitel 1.4.2)* eingeschränkt werden.

Methoden werden über Objekte aufgerufen

```
MyClass NewObject = new MyClass("some string");
NewObject.DoSomething();

public class MyClass{
  public void DoSomething(){
    // do something
  }
}
```

Um Methoden ohne Objekte aufzurufen ist das Schlüsselwort `static` nötig.

```
NewObject.DoSomething();

public class MyClass{
  public static void DoSomething(){
    // do something
  }
}
```

Die `Main(string[] args) {}` Methode beschreibt den Einstiegspunkt eines Programms. In `args` sind Programm-Parameter gespeichert welche z.B. bei einer Konsolenaplikation angefügt werden *(hier `-debug`)

```
dotnet MyProgram.dll -debug
```

1.2.6 Membervariable

Membervariabeln sind **Daten** oder **Attribute** eines Objektes. So ist z.B. `color` eine Membervariable in deiner Klasse `car`. Membervariablen können mit Zugriff-Modifizierern *(siehe Kapitel 1.4.2)* eingeschränkt werden.

Deklaration:

```
public class Point{
  private int xPos = 0;
  private int yPos = 0;
}
```

Für Membervariablen wird auf dem **Heap** Speicher reserviert. Membervariablen sollten explizit initialisiert werden, die Standardwerte der automatischen Initialisierung sind: * Numerische Typen `0` * enum `0` * boolean `false` * char `'\0'` * Referenzen `null`

> **Wichtig**
>
> - Pro Enum eine Datei
> - Member beginnen mit Kleinbuchstaben: `fristName`
> - Enum's und Klassen beginnen mit Grossbuchstaben: `Person`, `Gender`
> - Member sollten grundsätzlich `private` sein
> - Enum's und Klassen sind grundsätzlich `public`
> - Member explizit initialisieren: `int x = 0;`

1.2.7 Getter- und Setter-Methoden

> **Vorsicht**
>
> - Globale Variablen vermeiden
> - Kein direkter Zugriff auf Variablen durch `public`

Um diese Anforderungen zu bewältigen, wird auf sogenannte **Getter**- und **Setter**-Methoden zurückgegriffen.

```
public class Point{
  private int xPos;   // not viewable from outside
  public void SetXPos(int xPos){  // set from outside
    this.xPos = xPos;
  }
  public int GetXPos(){   // get from outside
    return xPos;
  }
}
```

1.2.8 Property

Getter- und *Setter*-Methoden sind sehr umständlich und führen zu viel Code bei vielen Variablen. Aus diesem Grund werden automatische Getter- und Setter-Methoden genutzt. Sogenannnte **Properties** mit den Schlüsselwörtern `get` und `set`.

```
public class Point{
  private int xPos;
  public int XPos {    // property
    get { return xPos; }
    set { xPos = value }
  }

  // short version working as above
  public int YPos { get; set; }

  // restrict certain access
  public int Width { get; private set; }
  public int Height { private get; set; }

  // with initialization
  public int Area { get; set; } = 125;
}
```

Von aussen können Properties wie "normale" Variablen verwendet werden, diese rufen im Hintergrund jedoch eine Methode

auf. Diese Methode kann beliebig ergänzt bzw. überschrieben werden. So können auch Fehleingaben abgefangen werden oder es wird eine Membervariable geschrieben, welche nur indirekt mit der Property zu tun hat.

```
private uint Birthyear;
public uint Age {
  get {
    return ((uint)DateTime.Now.Year - Birthyear);
    }
  set {
    this.Birthyear = ((uint)DateTime.Now.Year - value)
    }
}
```

! Namensgebung

Da Properties Methoden enthalten können, gilt: `PascalCase`

1.3 .Net Bibliotheken

1.3.1 `System`

`Sysem.Console`

1.4 Keywords

1.4.1 Operatoren & Rangreihenfolge

Rangreihenfolge

Die Tabelle listet alle Operatoren in C# von höchstem zu tiefstem Vorrang auf.

Operators	Category or name
x.y, f(x), a[i], x?.y, x?[y], x++, x--, x!, new, typeof, checked, unchecked, default, nameof, delegate, sizeof, stackalloc, x->y	Primary
+x, -x, !x, ~x, ++x, --x, ^x, (T)x, await, &x, *x, true and false	Unary
x..y	Range
switch, with	`switch` and `with` expressions
x * y, x / y, x % y	Multiplicative
x + y, x – y	Additive
x << y, x >> y, x >>> y	Shift
x < y, x > y, x <= y, x >= y, is, as	Relational and type-testing
x == y, x != y	Equality
`x & y`	Boolean logical AND or bitwise logical AND
`x ^ y`	Boolean logical XOR or bitwise logical XOR
`x | y`	Boolean logical OR or bitwise logical OR
x && y	Conditional AND
x || y	Conditional OR
x ?? y	Null-coalescing operator
c ? t : f	Conditional operator
x = y, x += y, x -= y, x *= y, x /= y, x %= y, x &= y, x |= y, x ^= y, x <<= y, x >>= y, x >>>= y, x ??= y, =>	Assignment and lambda declaration

Null Checking

Der `x?[y]` Operator gibt `NULL` zurück wenn die linke Seite `NULL` ist. So muss kein `null`-Zeiger-Test gemacht werden.

Der `a??b` Operator gibt `a` zurück wenn dieser nicht `NULL` ist, andernfalls `b`.

1.4.2 Zugriffs-Modifier

Caller's location	`public`	`protected internal`	`protected`	`internal`	`private protected`	`private`
Within the class	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Derived class (same assembly)	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Non-derived class (same assembly)	✓	✓	✗	✓	✗	✗
Derived class (different assembly)	✓	✓	✓	✗	✗	✗
Non-derived class (different assembly)	✓	✗	✗	✗	✗	✗

Modifier sind auf Klassen, Enum, Membervariablen, Properties und Methoden anwendbar.

1.4.3 `using`

Die `using`-Direktive teilt dem Compiler mit welcher `namespace` während der Compilierung verwendet werden soll. Wenn `using` nicht verwendet wird, muss bei einem Methodenaufruf auch der entsprechende `namespace` genannt werden.

```
// w/o `using`
System.Console.WriteLine("Hello World!");

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

1.4.4 `static`

Statische **Methoden** ...

- ... erhalten eine **fixe** Adresse
- ... können nur **einmal** vorkommen
- ... gehören der Klasse, **nicht** dem Objekt
- ... sind ohne ein Objekt zu erstellen aufrufbar

Statische **Variablen** ...

- ... erhalten eine **fixe** Adresse
- ... kommen pro Klasse nur **einmal** vor
- ... werden in der Klasse, **nicht** im Objekt gespeichert
- ... sind ohne ein Objekt zu erstellen aufrufbar

> Namensgebung statischer Variablen
>
> - Öffentlich: `PascalCase`
> - Privat: `camelCase`

```
class Program {
  static void Main(){
    Employee.PrintEmployeeCount();  // 0
    Employee Hansli = new Employee ("Hans");
    Employee.PrintEmployeeCount();  // 1
  }
}

class Employee {
  public string Name { get; private set; }
  // one counter for all employees
  private static uint employeeCount = 0;

  public Employee (string name) {
    this.Name = name;
    employeeCount++;
  }
  // always callable through class
  public static void PrintEmployeeCount () {
    Console.WriteLine( employeeCount );
  }
}
```

Statische **Klassen** ...

- ... können **nicht** instanziert werden
- ... beinhalten nur statische Methoden und Variablen

Die `Math` Klasse ist statisch und muss so nicht instanziert werden. Trotzdem kann auf statische Variablen zugegriffen werden. So ergibt `Math.Cos(Math.PI)` direkt den Wert -1.

1.4.5 `const`

Konstante Variablen ...

- ... müssen bei der deklaration initialisiert werden
- ... müssen zur Kompilierzeit berechnet werden können `public const int MaxValue = int.MaxValue / 10;`
- ... können bei gleichem Typ zusammen deklariert werden `public const int Months = 12, Weeks = 52;`
- ... dürfen bei deklarierung durch berechnung nicht rekursiv sein `public const int WeeksPerMonth = Week / Month;`

Der Zugriff ausserhalb erfolgt über den Klassennamen `int months = Calendar.Months`

1.4.6 `readonly`

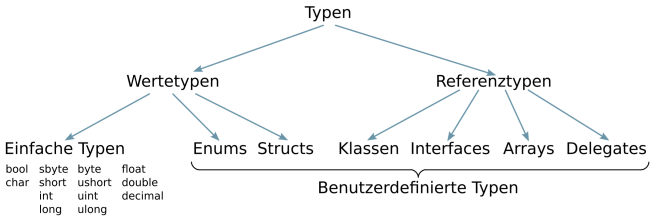
Readonly Variablen ...

- ... müssen **nicht** zur Kompilierzeit berechnet werden können
- ... können bei der Deklaration gesetzt werden
- ... können im Konstruktor gesetzt werden
- ... können anschliessend **nichtmehr** geändert werden

```
public class BankAccount {
  private readonly AccNumber;
  public BankAccount ( int accNum ) {
    this.AccNumber = accNum;
  }
  // AccNumber can't be changend from here on
}
```

1.5 Datentypen

Wie in C gibt es in C# Wertetypen und Referenztypen



1.5.1 `class`

1.5.2 `struct`

Unterschied `struct` & `class`

`structs` sind *value* Typen und übergeben jeden Wert/Eigenschaften. `class` es sind *reference* Typen und werden als Referenz übergeben.

- `class` → call by reference (Übergabe als Reference)
- `struct` → call by value (Übergabe als Wert)

1.5.3 `string`

Strings werden mit dem folgender Deklaration

Wichtig

Strings können nicht verändert werden -> sind **read-only**

```
string s = "Hallo Welt";

s[1] = 'A'; // ERROR
```

Stringformatierung

Parameter/variablen können in Strings direkt eingefügt werden.

```
// C-Sytle
Console.WriteLine("{0} + {1} = {2}",a,b,res);

// C#-Style
Console.WriteLine(a + " + " + b + " = " + res);

// C# formatted string
Console.WriteLine($"{a} + {b} = {res}");
```

1.5.4 Aufzählungstypen (`enum`)

Enumerationen sowie Klassen sollten der Übersichtlichkeit wegen in eigenen Dateien erstellt werden. Um Enums in logischen Operation oder als Flags zu nutzen kann dies mit dem Attribut `[Flags]` angegeben werden.

```
// File: ButtonState.cs
[Flags]
public enum Button{
  NONE = 0,
  LEFT = 1,
  RIGHT = 2,
  UP = 4,
  DOWN = 8
}
```

Verwendet werden Enums mit ihren Namen (`Button btn = Button.LEFT`). Zudem können diverse Rechenoperationen auf sie angewendet werden.

```
// Vergleich
  if(c == Colors.Yellow) ...
  if(c > Colors.Green && c < Colors.Yellow) ...
// +, -, ++, --
  c = c + 1;     c++;
// &, |, ~
  btn.UP & btn.DOWN  // = "12" -> UP, DOWN
```

1.5.5 Array

C# Arrays sind ähnlich wie C Arrays, einfach mit ein paar weiteren Eigenschaften. C# Arrays erben von `object` und nach einer Deklarierung eines Arrays, muss diese initalisiert werden. Sind diese nicht initialisiert, können diese nicht verwendet werden.

Sie verhalten sich wie Array-Zeiger und wenn es auf kein Array zeigt, was solls denn tun?

```
type[] arrayName;
//zum Beispiel
int[] catPhotoStock;
```

Nach Initialisierung besitzen Arrays eine **nicht** änderbare Grösse (ähnlich wie `string`). Und mehrere Array-Methoden erstellen ein komplett neues Array mit den Angaben und überschreiben die Array-Variable (z.B. `void Resize<T> (ref T[]? array, int newSize)`).

Cooli Facts

- Die Grösse eines Arrays wird bei der Initialisierung festgelegt. Diese Grösse kann **nicht** verändert werden.
- Die Variable dient als Array-Zeiger.
- Deklarierungen müssen via `new type[...]` initialisiert werden.
- Mit `.Length` bei eindimensionalen und `.GetLength(dimension)` bei multidimensionalen Arrays erhält man die Grösse. (`.GetLength(0)` für 1.Dimension, `...(1)` für 2., etc.)

Hauptsächlich unterscheidet man zwischen **drei** Typen von Arrays: dem eindimensionalen, multidimensionalen und jagged Array.

Ein **eindimensionales** Array ist das *de facto* Array und besitzt wie es im Namen beschreibt, eine Dimension.

```
// Single-dimensional array [5]
int[] array1 = new int[5];
int[] array2 = new int[] { 1, 3, 5, 7, 9 };
int[] array3 = { 1, 2, 3, 4, 5 };
```

Ein **Multi-dimensionales** oder **rechteckiges** Array besteht aus mehr als einer Dimension.

```
// Mutli-dimensional Array [2,3]
int[,] multiArray1 = new int[2, 3];
int[,] multiArray2 = { {1,2,3} , {4,5,6} };
```

Ein **Jagged** Array ist ein Array-von-Arrays. Der Vorteil dieser Art ist, dass die *Unter*arrays unterschiedlicher Länge sein können (ähnlich wie C-Array mit Array-Zeigern).

```
int[][] jaggedArray = new int[6][];

// Set the values of the first array
// in the jagged array structure.
jaggedArray[0] = new int[4] { 1, 2, 3, 4 };
```

Mit `.Rank` können die Anzahl Dimensionen ermittelt werden. `array1.Rank` würde den Wert `1` ergeben, `multiArray1.Rank` den Wert 2 und `jaggedArray.Rank` ergibt `1`.

2 Konzepte C#

2.1 Collections

2.1.1 Indexer

Indexer ermöglichen die Indexierung von Klassen oder Structs. Der Indexer wird mit dem `this` Keyword definiert. Indexer müssen nicht durch einen Integer-Wert indexiert werden und können überladen werden. Mehrere Parameter können verwendet werden, um beispielsweise auf ein zweidimensionales Array zuzugreifen.

```
class Collection<T> {
  private T[] arr = new T[100];
  public T this[int i] {
    get => arr[i];
    set => arr[i] = value;
  }
}

class Program {
  static void Main() {
    var strCollection = new Collection<string>();
    strCollection[0] = "Hello, World!";
    Console.WriteLine(strCollection[0]);
  }
}
// output: Hello, World!
```

2.1.2 Generics

Mit dem generischen Typenparameter `T` deklariert werden, bei welcher erst zur Deklaration der Datentyp instanziiert wird. Wenn eine Klasse mit einem kontreten Typen instanziiert wird, wird `T` mit dem Typen ersetzt.

```
public class GenList<T> {
  public void Add(T input) { }
}

class TestGenericList {
  private class Class { }
  static void Main() {
    // Declare a list of type int.
    GenList<int> list1 = new GenList<int>();
    list1.Add(1);

    // Declare a list of type ExampleClass.
    GenList<Class> list2 = new GenList<Class>();
    list2.Add(new Class());
  }
}
```

2.2 Scope / Geltungsbereich

Der Teil des Programms, in dem auf eine bestimmte Variable zugegriffen werden kann, wird als der Geltungsbereich oder *Scope* dieser Variable bezeichnet. Schlüsselwörter, wie `namespace` (siehe Kapitel Kapitel 1.2.1), `class` und andere, passen den Geltungsbereich an.

> **!** Wichtig
>
> Die lokalste Variable wird immer bevorzugt. Im folgenden Beispiel wird bei `price = price` der Methodenparameter `price` anstatt die Membervariable `price` bevorzugt.
>
> ```
> public class Car {
>   private int price;
>   public void SetPrice(int price) {
>     price = price;
>   }
> }
> ```

Class Level (Membervariablen)

- Variablen in der Klasse, aber ausserhalb von Methoden, können von jeder nicht-`static`-Methode zugegriffen werden.
- `static` Variablen können diese von jeder (inklusive `static`) Methoden verwendet werden.
- Auf Membervariablen kann auch außerhalb der Klasse zugegriffen werden, indem die Zugriffsmodifikatoren (Kapitel 1.4.2) verwendet werden.
- Zugriffsmodifikatoren der Variablen haben keinen Einfluss auf den Scope in der Klasse.

Methoden Level

Methoden Level (lokale Variablen)

In Methoden deklarierte Variablen...

- ... haben ihren Scope nur auf Methodenebene
- ... sind in verschachtelten Codeblöcken innerhalb einer Methode zugreifbar.
- ... existieren nicht mehr, nachdem die Ausführung der Methode beendet ist.
- Wenn diese Variablen zweimal mit demselben Namen im selben Scope deklariert werden, kommt es zu einem Kompilierungsfehler.

Block Level (Schleifen-/Anweisungsvariablen)

Schleifen-/Anweisungsvariablen Variablen...

- ... werden innerhalb der for-, if-, while-Anweisung usw. deklariert.
- ... werden so bezeichnet, da ihr Scope nur in der Anweisung, in der sie deklariert wurden, begrenzt ist.
- Variablen, die außerhalb der Schleife deklariert wurden, sind auch innerhalb der verschachtelten Schleifen zugänglich.
- Eine Variable, die innerhalb eines Schleifenkörpers deklariert ist, ist außerhalb des Schleifenkörpers nicht sichtbar.

```
int a = 0;
if(a == 0) {
  int b = 3;
  a++;

  if(b == 3 && a == 1) {
    int c = a + b;
  }
  c = 4; // Compile Error -> outside of scope
}
```

2.3 Overloading

> **!** Wichtig
>
> Overloading-Signaturen müssen sich in den **Datentypen** unterscheiden. Unterschiedliche Variabel-Namen führen zu einem *Compiler-Error*.

2.3.1 Konstruktor Overloading

Je nach Signatur können andere Konstruktoren aufgerufen werden. Dies nennt man auch *Overloading*. In folgendem Beispiel kann ein `Point` Objekt erstellt werden entweder mit oder ohne Angabe der Position.

```
class Point {
  private int pos_x;
  private int pos_y;

  public Point(int x, int y) {
    this.pos_x = x;
    this.pos_y = y;
  }

  public Point() { }
}
```

Konstruktor Aufruf-Reihenfolge

Mit `this` nach dem Konstruktor (unterteilt mit `:`) kann der Aufruf auf einen anderen Konstruktor weitergereicht werden.

```
using System;

class Point {
  private int x;
  private int y;

  public Point(int x, int y) {
    this.x = x;
    this.y = y;
    Console.WriteLine($"Point {this.x},{this.y}");
  }

  public Point(int x) : this(x, 0) {
    Console.WriteLine("x-only");
  }

  // Two identical signatures -> ERROR
  public Point(int y) : this(y, 0) {
    Console.WriteLine("y-only");
  }

  public Point() : this(0,0) {}
  Console.WriteLine("no value");
}
```

> **i** Schlüsselwort `this`
>
> `this` wird nur in Methoden des eigenen Objektes verwendet, um in einer Methode der eigenen Klasse eine Membervariable oder Methoden von sich selbst (also dem Objekt) anzuwenden. Das Schlüsselwort kann weggelassen werden, wenn es keine andere Variablen mit dem gleichen Namen in der Methode existieren (z.B. von einem Parameter).

Wird nun `Point(4)` aufgerufen, werden die Parameter auf die unterste Ebene durchgereicht und die Konstruktoren werden in umgekehrter Aufrufreihenfolge abgearbeitet. So erhält man folgendes auf der Konsole

```
Point 4,0
x-only
```

2.3.2 Methoden Overloading

Je nach Signatur können andere Methoden aufgerufen werden. Dies nennt man auch *Overloading*. In folgendem können Flächen mit unterschiedlichen Angaben gerechnet werden.

```
public int Area(int width, int height) {
  return width * height;
}

public int Area(int squareSide) {
  return squareSide^2;
}

public int Area(Point a, Point b) {
  return (a.x - b.x) * (a.y - b.y);
}
```

2.4 Default Parameter

Für Default-Werte können Konstruktoren implizit Überladen werden.

```
public void Draw(bool inColor = true) { ... }

// initialize drawing object
Draw inColor = new Draw();     // inColor = true
Draw bw = new Draw(false);     // inColor = false
```

2.5 Garbage-Collector `GC`

Objekte werden im dynamischen Heap-Speicher erstellt. Es ist daher wichtig, dass der Speicher von nicht mehr verwendeten Objekten freigegeben wird, damit kein *Memory Leak* entsteht.

In der common language runtime (CLR), dient der Garbage Collector (GC) als **automatischer Speichermanager**. Der GC verwaltet die Zuweisung und Freigabe von Speicher für eine Applikation. Ebenfalls regelt dieser die Speichersicherheit, damit Variablen nicht über ihren eigenen Speicher greifen können.

- Jeder Prozess hat einen eigenen *virtuellen* Speicher, welcher als Gateway zum physikalischen dient.
- Es kann nicht auf den physikalischen Speicher direkt zugegriffen werden, nur über den virtuellen.
- Virtuelle Speicher kann sich fragmentieren (Speicherblöcke oder auch Löcher genannt).
- Bei Speicheranfrage sucht der *virtuelle* Speichermanager nach Platz für einen **ganzen** Speicherblock (kann nicht aufgeteilt werden).
- Der virtuelle Speicher besitzt drei Zuständen:

`Free`	Speicherblock ist frei und kann reserviert werden.
`Reserved`	Speicherblock ist reserviert, aber kann noch nicht beschrieben werden.
`Committed`	Speicherblock wurde physikalischem Speicher zugewiesen und ist beschreibbar.

: Zustände des virtuellen Speichers {#tbl-virtualconditions}

Pro initalisierten Prozess, wird je eine Speicherregion reserviert, welcher *managed Memory* genannt wird und ein Zeiger besitzt, welcher immer auf die nächst freie Speicherstelle zeigt. Dieser Speicher ist schneller als the *unmanaged Memory*.

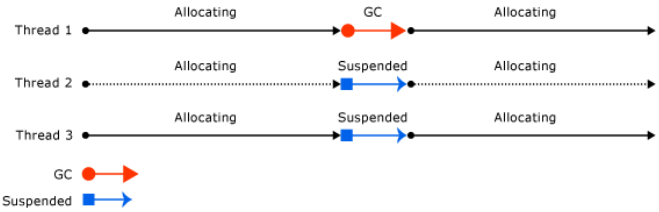
> **!** Wichtig
>
> 1. Das Garbage Collecting wird gemacht oder regelmässiger gemacht, wenn...
>
> - ...ein Threshold im managed Memory erreicht wurde
> - ...das System wenig Speicherplatz hat.
> - ...`GC.Collect` von `System` ausgeführt wurde.
>
> 2. Grosse Objekte werden in einen separaten Heap-Speicher abgelegt.

2.5.1 GC Generationen

Der GC-Algorithmus arbeitet mit Generationen und nach jeder GC-Sequenz wird der *überlebte* Speicher auf die nächste Generation *promoted* (bis auf die höchste Generation 2).

Generation	Bedeutung
0	Jüngster Speciehr & beinhaltet *short-lived* Objekte.
1	Dieser Speicher dient als Buffer zwischen *short* und *long-lived* Objekten.
2	Beinhaltet *long-lived* Objekte wie zum Beispiel Daten die jederzeit zugreifbar sind.

: Hello World



2.6 Methoden-Signatur

Eine Methoden-Signatur beschreibt die Struktur einer Methode, welche zum Beispiel bei Overloading und Methodendeklarierungen berücksichtigt werden muss.

```
type function(type param1, type param2) { ... }
```

Die Signatur beinhaltet folgende Informationen:

- Funktionsname
- Parametertypen (`int`,`string`,...)
- `ref` & `out` Modifier

Informationen welche **nicht** berücksichtigt werden:

- Rückgabe*typ*
- Parameter*modifier*
- Parameter*namen*

```
void MyFunc(); // MyFunc()
void MyFunc(int x); // MyFunc(int)
void MyFunc(ref int x); // MyFunc(ref int)
void MyFunc(out int x); // MyFunc(out int)
void MyFunc(int x, int y); // MyFunc(int, int)
int MyFunc(string s); // MyFunc(string)
int MyFunc(int x); // MyFunc(int)
void MyFunc(string[] a); // MyFunc(string[])
void MyFunc(params string[] a); // MyFunc(string[])
```

> **Hinweis**
>
> Der Grund, warum der Returntyp nicht berücksichtigt wird, ist, weil Methoden auch ohne Wertzuweisung ausgeführt werden können.
>
> ```
> int MyFunc(int x); // MyFunc(int)
>
> int y = MyFunc(2);
> MyFunc(2);
> ```
>
> Die zweite Methodenausführung sieht ähnlich aus wie eine `void`-basierte Methode.

2.7 Exceptions

Exceptions sind in den meisten grundlegenden Funktionen implementiert und werden ausgelöst, wenn die entsprechenden Vorgaben nicht eingehalten werden. Ein Beispiel wäre ein Datenpacket via TCP zu verschicken, ohne zuerst mit dem TCP-Server zu verbinden (wenn keine Strasse zur Adresse existiert, wie sollte die Post wissen wo durch?)

2.7.1 Exceptions abfangen mit `try` & `catch`

Zum Exceptions abfangen:

```
try {
  // do stuff, that might raise an exception
}
catch (ArithmeticException e) { // explicit
  // catch Arithmetic Exception i.e. x/0
}
catch (Exception e) {
  // catch any other Exception
}
```

Die `catch`-"Parametern" müssen nicht unbedingt existieren, erlaubt aber den Fehler besser zu identifizeren.

2.7.2 Erweiterung `finally`

Der `finally`-Codeblock wird verwendet, um etwas zu machen, bevor aus der Funktion gesprungen wird mit `return`. Ein Beispiel wäre eine Kommunikation zu beenden.

```
try {
  // do stuff
  return thing;
}
catch (Exception e) {
  // catch raised exception
  return other_thing;
}
finally {
  // do stuff here before returning
}
```

2.7.3 Exception werfen mit `throw`

```
throw new ArithmeticException("string")
```

2.8 Multithreading `System.Threading`

```
static void Main(string[] args) {
  Thread t = new Thread(Run);
  t.Start();
  Console.ReadKey();
}

static void Run() {
  Console.WriteLine("Thread is running...");
}
```

2.8.1 Sync

2.8.2 Deadlock

2.8.3 Parametrisierter Thread

Falls ein Parameter übergeben werden muss, kann die delegierte `ParameterizedThreadStart`-Signatur verwendet werden. Der Thread wird normal aufgesetzt und bei `.Start()`

```
static void Main(string[] args)
{
  //...
  TcpClient client = listener.AcceptTcpClient();
  Thread t = new Thread(HandleRequest);
  t.Start(client);
  // ...
}

// must be of ParameterizedThreadStart signature
private void HandleRequest(object _object)
{
  TcpClient client = (TcpClient)_object;
  // ...
}
```

2.9 Boxing & Unboxing

Boxing und *Unboxing* ermöglicht das Konvertieren von Wertetypen (`int`, `Bool`, `struct`) in Referenztypen (z.B. `object`) und zurück. Dies kann hilfreich sein wenn z.B. Wertetypen in einer Sammlung gespeichert werden soll, welche nur Referenztypen akzeptiert.

Im folgenden Beispiel wird der Integerwert 123 *geboxed* (impliziter cast) und das neue Objekt zeigt nun auf den geboxted Integer. Zum *unboxen* muss **explizit** gecastet werden!

```
int i = 123;
object o = i; // box the int

// o -> `123`

int j = (int)o; // unbox the object
```

2.10 Streams

Streams (*Datenströme*) sind ein grundlegendes Konzept für Daten Ein-/Ausgabe. Streams abstrahieren ein dahinterliegendes I/O-Gerät (z.B. Datei, Tastatur, Konsole, Netzwerk, ...) und lassen so C#-Programme Daten darauf lesen oder schreiben. Es wird der Namespace `System.IO` genutzt und alle Streams implementieren die abstrakte `System.IO.Stream` Klasse.

- `FileStream` zum schreiben von Files
- `TextReader` und `TextWriter` für I/O mit Unicode-Zeichen
- `BinaryReader` und `BinaryWriter` für I/O mit Binärdaten
- `MemoryStream` liest und schreibt in den Speicher
- `BufferdStream` erhöht die Performance
- `CryptoStream` zur verschlüsselung von I/O

Beispiel-Code zum Komprimieren, Schreiben und Lesen einer Datei:

```
// Text to file
// BinaryWriter -> GZipStream ->
// CryptoStream -> Filestream -> Datei
// Initialize streams in opposite direction
// (Always from file to top-level-function)
FileStream fs = new FileStream("./Chaining.txt",
                               FileMode.Create);
GZipStream gs = new GZipStream(fs,
                    CompressionMode.Compress);
BinaryWriter bw = new BinaryWriter(gs);

// Write
bw.Write("Hello File");
bw.Flush();
bw.Close();

// file to Text
// BinaryReader <- GZipStream <-
// CryptoStream <- Filestream <- Datei
// Initialize in streams direction
//(Always from file to top-level-function)
FileStream fsB = new FileStream("./Chaining.txt",
                                FileMode.Open);
GZipStream gsB = new GZipStream(fsB,
                        CompressionMode.Decompress);
BinaryReader brB = new BinaryReader(gsB);

// Read
string msg = brB.ReadString();
brB.Close();

// ...
```

> **!** Wichtig
>
> - `.Write( ... )` um etwas an den Buffer des Streams zu übergeben
> - `.Flush()` um den Buffer zu leeren *(Übertragen)*
> - `.Read()` um etwas aus dem Stream zu lesen
> - `.Close()` um den Stream zu schliessen **!Immer!**

2.11 Delegates

Delegates sind das OOP-pendant zu *Funktionszeigern* in `C` oder `C++`, ist also eine **Referenztyp-Variable** welche mit dem Schlüsselwort `delegate` verwendet wird und auf eine Mehtode zeigt.

```
private delegate void Notifier (string message);

// method for Notifier
static void SayHello (string sender) {
  Console.WriteLine($"Hello from {sender}");
}

// main-method
static void Main () {
  // attach method to delegate
  Notifier doNotify = SayHello;
  doNotify("Hanswurst");
}

// out: "Hello from Hanswurst"
```

Im obigen Beispiel wird dem delegate `doNotify` der Referenz der Methode `SayHello` übergeben. Das Delegate kann nun wie die Methode `SayHello` aufgerufen werden.

> **!** Wichtig
>
> - Die Signatur des Delegates `void Notifier (string message)` muss mit jener der Methode `void SayHello (string sender)` übereinstimmen (auch der Rückgabewert).
> - Delegate Methoden dürfen nur aufgerufen werden wenn diese nicht `NULL`, also eine Zuweisung aufweisen

Delegates können auch auf Methoden von Objekten oder statischen Klassen zeigen

```
doNotify = Obj.SayGueteMorge;
doNotify = StaticClass.SayMoin;
doNotify = this.SayAdieu;
```

2.11.1 `.Invoke()`

Anstelle des direkten Funktionsaufruf des Delegates

```
doNotify("Oliver");
```

Kann auch die Methode `.Invoke()` angewendet werden. Diese führt die Methode aus, auf welche das Delegate zeigt

```
doNotify.Invoke("Oliver");
```

Der Vorteil hierbei liegt bei der möglichen Verwendung von `NULL`-checking. So wird das Delegate nur ausgeführt, wenn auch eine Methode zugewiesen wurde.

```
doNotify?.Invoke("Oliver");
```

Mit dem Befehl `GetInvocationList()` kann ein Array aller Methoden auf dem Delagate generiert werden.

2.11.2 Multicast

Es können auch *mehrere* Methoden auf ein Delegate zugewiesen werden, dies wird **Multicast**-Delegate genannt. Bei einem Aufruf oder `.Invoke()` werden der Reihe nach alle Methoden aufgerufen.

! Wichtig

- Gibt es einen Rückgabewert, so wird nur der Letzte geliefert
- Alle Methoden müssen die absolut selbe Signatur haben

```
Notifier doNotify;
// add methods to delegate
doNotify += SayHello;
doNotify += SayGoodBye;
// output Hello !and! GoodBye
doNotify.Invoke("Franzl");

// remove a method
doNotify -= SayHello;
// output GoodBye only
doNotify.Invoke("Sissi")
```

2.12 Events

Events entsprechen einer spezifizierten Nutzung von Delegates. Ein Ereignis ist ein Mechanismus mit dem ein Programmabschnitt darüber informiert werden kann, dass etwas im System passiert ist um darauf zu reagieren. z.B. anklicken einer Schaltfläche, Unterbruch einer Netzwerkverbindung, Änderung eines Wertes. Ein Ereignis besteht aus einem Ereignisauslöser (**event trigger**) und einem oder mehrerer Ereignishandlern (**event handler**), welche aufgerufen werden, wenn das Event ausgelöst wird.

Ein Event kann nur in der eigenen Klasse (oder Implementierung) geändert und gefeuert werden (Events sind immer `public`). Ausserhalb ist nur das Hinzufügen `+=` und Entfernen `-=` von Eventhandlern erlaubt. Folgendes Beispiel beschreibt die Klasse einer Ereignisquelle

```
public class Model {
  // event
  event EventHandler<ModelEventArgs> ModelChanged;
  // instantiate arguments
  public ModelEventArgs e;
  e = new ModelEventArgs("Update Model");
  // fire event
  public void Update() {
    ModelChanged?.Invoke()
  }
}
```

! Wichtig

Eventhandler haben wie Delegatesmethoden ein vorgegebene Signatur die eingehalten werden muss

```
void EventHandler(object source, EventArgs e);
```

Benötigte Parameter werden in den Parameter `e` verpackt um so der Signatur gerecht zu werden. Hierzu wird die Klasse `MyEventArgs` benötigt, welche von `EventArgs` erbt

```
public class ModelEventArgs : EventArgs {
  // constructor to generate e
  public ModelEventArgs (string eventData) {
    this.EventData = eventData;
  }
  // all data needed in a handler
  public string EventData { get; }
}
```

Eventhandler

Anstatt einzelne Delegates deklarieren zu müssen, kann das vordefinierte delegate `Eventhandler<TEventArgs>` verwendet werden.

```
EventHandler<MyEventArgs> myEventHandler;
```

Nun können beliebige Klassen und Objekte Methoden auf den *`ModelChanged`* Event registrieren, welche über `Model.Update()` ausgeführt werden. Dies kann auch im Konstruktor einer Klasse geschehen

```
public class View {
  private string Id { get; }

  public View (string id, Model m) {
    this.Id = id;
    // register event
    m.ModelChanged += ChangedHandler;
  }
  // Eventhandler
  private void ChangedHandler (object source,
                               ModelEventArgs e){
    string data = e.EventData;
    Console.WriteLine($"{Id} does: {data}");
  }
}
```

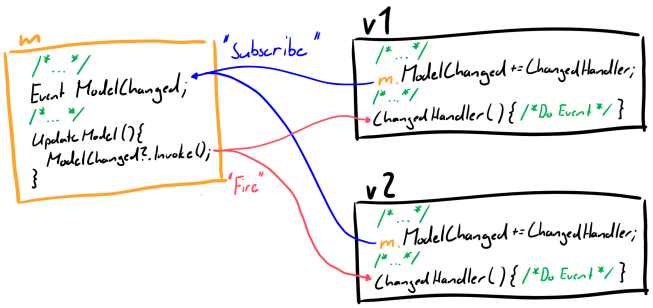
Es können nun Objekte von `View` erstellt werden, welche sich direkt auf den Event `ModelChanged` registrieren. Wird ein `.Update()` ausgeführt, geschieht dies mit allen Objekten

```
static void Main() {
  Model m = new Model();
  View v1 = new View("v1", m);
  View v2 = new View("v2", m);
  // fire event
  m.Update();
}
```

Bei Ausführung des Programms erhalten wir so den Output

```
v1 does: Update Model
v2 does: Update Model
```

Das Obige Beispiel kann so veranschaulicht werden:



3 Vererbung

Bei der Vererbung wird eine Klasse als **Erweiterung** einer anderen (*Basis-*)Klasse definiert. Die **Basis**klasse beinhaltet die gemeinsamen Eigenschaften von Klassen und die Erweiterung hat direkten Zugriff auf diese, solange diese nicht `private` sind.

Vererbungen werden mit dem Schlüsselwort `:` direkt nach dem Klassennamen angegeben. Als Vererbungen können Interfaces, abstrakte und normale Klassen verwendet werden.

> **!** Wichtig
>
> Klassen können nur von **einer** Klasse (inkl. abstrakt) erben, dafür **mehrere** Interfaces implementieren.

```
class Shape {
  protected int x;
  private int ID;
  //...
}

class Circle : Shape {
  public Circle(int x) {
    this.x = x;
    this.ID = ...; // ERROR: no direct access
  }
}
```

Basisklasse-Konstruktoren **mit** Parametern, müssen in dem erbenden Klassenkonstruktor mit dem Schlüsselwort `base` ausgeführt werden (mit einem Doppelpunkt `:` dazwischen).

```
class Shape {
  protected Shape(int x, int y) { /* ... */ }
}

class Circle : Shape {
  public Circle() : base(0,0) { /* ... */ }
}

class Square : Shape {
  public Square(int x, int y) : base(x,y) {
    /* ... */
  }
}
```

3.1 Abstrakte Klassen

3.1.1 virtual

Das Schlüsselwort `virtual` wird verwendet, um Methoden-, Eigenschaften-, Indexer- oder Ereignisdeklarationen überschreibbar zu machen und erlaubt es so, abgeleiteten Klassen, diese zu überschreiben. Wenn eine `virtual` Methode aufgerufen wird, wird der Laufzeittyp des Objekts auf einen `override` Member überprüft. Der überschreibende Member der am meisten abgeleitete Klasse wird aufgerufen, was der ursprüngliche Member sein kann, wenn keine erbende Klasse den Member überschrieben hat. Per Default sind Methoden `non-virtual` und lassen sich nicht überschreiben.

```
class TestClass {
  public class Shape {
    public const double PI = Math.PI;
    protected double _x, _y;
    public Shape() { }
    public Shape(double x, double y) {
```

```
        _x = x;
        _y = y;
    }
    public virtual double Area() {
        return _x * _y;
    }
  }

  public class Circle : Shape {
    public Circle(double r) : base(r, 0) { }
    public override double Area() {
        return PI * _x * _x;
    }
  }

  static void Main() {
    double r = 3.0, h = 5.0;
    Shape c = new Circle(r);
    // Display results.
    Console.WriteLine("Area = {0:F2}", c.Area());
  }
}
```

3.1.2 abstract

Der Modifier `abstract` gibt an, dass die Klasse unvollständige Implementationen aufweist. Der `abstract` Modifier kann mit Klassen, Methoden, Properties, Indexern und Events verwendet werden und gibt in einer Klassen-Deklaration an, dass die Klasse ausschliesslich dazu dient, als Basisklasse für andere Klassen zu dienen. Member, die als `abstract` klassifiziert sind, müssen von `non-abstract` Klassen implementiert werden, die von der `abstract` Klasse erben.

```
abstract class Shape {
abstract class Shape {
  public abstract int GetArea();
}

class Square : Shape {
class Square : Shape {
  private int _side;

  public Square(int n) => _side = n;

  // GetArea method is required to avoid a error.
  public override int GetArea() => _side*_side;
}

  static void Main() {
    var sq = new Square(12);
    Console.WriteLine($"Area = {sq.GetArea()}");
  }
}
// Output: Area of the square = 144
```

`Abstract` Klassen haben folgende Eigenschaften:

- eine `abstract` Klasse kann nicht instantiiert werden
- eine `abstract` Klasse kann `abstract` Methoden und Accessors beinhalten
- eine nicht abstrakte Klasse, die von einer abstrakten Klasse abgeleitet wurde, muss Implementierungen aller geerbten abstrakten Methoden und Accessoren enthalten

`Abstract` Methoden haben folgende Eigenschaften:

- eine `abstract` Methode ist implizit eine `virtual` Methode
- abstrakte Methodendeklarationen sind nur in abstrakten Klassen zulässig
- es gibt keinen Methodenkörper, da eine abstrakte Methodendeklaration keine Implementierungen bietet
- es ist unzulässig, die Modifizierer `static` oder `virtual` in einer abstrakten Methodendeklaration zu verwenden.

3.1.3 override

Der Modifier `override` ist erforderlich, um die mit `abstract` oder `virtual` bezeichneten Methoden und Membern einer abstrakten Klasse zu implementieren. Eine `override` Methode muss die selbe Signatur wie die überschriebene Basis-Methode haben. Der Rückgabetyp einer `override` Methode kann sich unterscheiden vom Rückgabetyp der korrespondierenden Basis-Methode.

Eine `non-virtual` oder `static` Methode kann nicht überschrieben werden. Die überschriebene Base-Methode muss `virtual`, `abstract` oder `override` sein. Die `override` und die `virtual` Methode müssen die selben access level modifier haben. Die Modifier `new`, `static`, oder `virtual` können nicht verwendet werden, um eine `override` Methode zu ändern.

```
abstract class Shape {
  public abstract int GetArea();
  public virtual void PrintArea() {
    Console.WriteLine("No Area implemented");
  }
  public virtual void PrintPos() {
    Console.WriteLine("No Position implemented");
  }
}

class Square : Shape {
  private int _side;

  public Square(int n) => _side = n;

  // GetArea method is required to avoid a error.
  public override int GetArea() => _side * _side;

  static void Main() {
    var sq = new Square(12);
    Console.WriteLine($"Area = {sq.GetArea()}");
  }
}

static void Main() {
  var sq = new Square(12);
  sq.PrintArea();
  sq.PrintPos();

}
// Output:
// Area = 144
// No Position implemented
```

3.2 Interfaces

`interface` sind komplett abstrakte Klassen und können nur Methodenprototypen, Delegates und leere Properties beinhalten, daher **keine** Implementationen. Sie bilden das Grundfundament für Basis- und Erweiterungsklassen. Es ist **nicht möglich Objekte von Interfaces** zu erstellen.

```
interface IAnimal {
  void animalSound(); // interface method
  bool Age { get; set; }
  void run(); // interface method
  event EventHandler<AnimalArgs> MoodChanged;
}
```

Wenn Interfaces implementiert werden, müssen alle Methoden und Member des Interfaces implementiert werden, ansonsten ist das Programm nicht kompilierbar.

> **Hinweis**
>
> Interfaces werden mit dem `I`-Präfix gekennzeichnet.

```
interface IAnimal
```

Interfaces können von einander erben und es kann einfach die neuen Inhalte eingefügt werden. Die explizite Implementierung findet in den Klassen statt.

```
interface IAnimal {
  void animalSound();
}

interface IDog : IAnimal {
  void useSnout();
}
```

3.2.1 Explizite Implementation (Namenskonflikte)

Da eine Klasse von zwei Klassen erben kann, können Namenskonflikte auftreten, wenn zwei Methoden gleich heissen. Dies wird über die *Explizite Implementation* gelöst.

```
public interface IFileLog {
  void LogError (string msg);
}

public interface INetLog {
  void LogError (string msg);
}

public class MyLogger : IFileLog, INetLog {
  void LogError(string msg) {
    Console.Write("MyLogger: " + msg);
  }
}

static void Main() {
  IFileLog fileLog = new MyLogger();
  INetLog netLog = new MyLogger();
  MyLogger myLog = new MyLogger();
  fileLog.LogError("Hanswurst Error");
  netLog.LogError("Franzwurst Error");
  myLog.LogError("Peterwurst Error");
}
```

Die Methode `LogError` in der Klasse `MyLogger` implementiert gerade die Methoden beider Interfaces. Es wird also vom Objekttyp unabhängig auf die implementierte Methode zugegriffen. Der Output lautet somit

```
MyLogger: Hanswurst Error
MyLogger: Franzwurst Error
MyLogger: Peterwurst Error
```

Es kann auch für jedes Interface eine eigene Implementation erstellt werden, also **explizit Implementiert**

```
public class MyLogger : IFileLog, INetLog {
  void LogError(string msg) {
    Console.Write("MyLogger: " + msg);

  }

  void IFileLog.LogError(string msg) {
      Console.WriteLine("FileLog: " + msg);
  }

  void INetLog.LogError(string msg) {
      Console.WriteLine("NetLog: " + msg);
  }
}
```

So wird für jeden Methodenaufruf die explizit implementierte Methode aufgerufen und der Output ist nun

```
FileLog: Hanswurst Error
NetLog: Franzwurst Error
MyLogger: Peterwurst Error
```

3.3 Polymorphismus (Vielgestaltigkeit)

Mit Polymorhpismus kann die vererbte Methode einen anderen Task ausführen, indem diese überschrieben wird. Es bietet die Möglichkeit, dass Klassen verschiedene Implementierungen von Methoden anbieten, die über denselben Namen aufgerufen werden.

```
class Animal {
  public virtual void animalSound() {
    Console.WriteLine("Animal makes no sound");
  }
}

class Pig : Animal {
  public override void animalSound() {
    Console.WriteLine("Oink Oink!");
  }
}

class Dog : Animal {
  public override void animalSound() {
    Console.WriteLine("Woof Woof!");
  }
}
```

Zur Laufzeit können Objekte einer abgeleiteten Klasse als Objekte einer Basisklasse behandelt werden, z. B. in Methodenparametern und Sammlungen oder Arrays (bei `Animal`-Array die Tiere durchgehen, wie im folgenden Beispiel).

```
void Main() {
  Animal[] animals = new Animal[] {
    new Animal(),
    new Dog(),
    new Pig() };
  // base `Animal` is needed here, other types
  // aren't allowed
  foreach (Animal animal in animals) {
    // make respective sound or fallback to
    // base method when none exists.
    animal.doAnimalSound();
  }
}
```

Ausgabe:

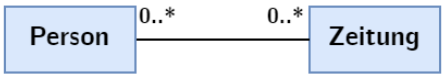
```
Animal makes no sound
Oink Oink!
Woof Woof!
```

> **!** Wichtig
>
> - Dass `override` und `virtual` ist wichtig, da ansonsten die Base-Methode `animalSound` verwendet wird, anstatt die individuellen `animalSound`.
> - Polymorphismus wird zur Laufzeit ausgeführt

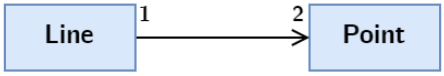
3.4 Klassendiagramme

Ein Klassendiagramm beschreibt die Beziehungen zwischen mehreren Klassen und die einzelnen Elemente der Klasse, zum Beispiel Methoden, Variablen, Prototypen, etc.. Diese Diagramme dienen eher als Übersicht der Klassen. In Visual Studio können das Erstellen neuer Klassen, Interfaces, etc. und Vererbungen gemacht werden.

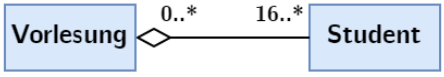
Beziehungen werden mit einer Linie (A —B) gekennzeichnet und beschreiben eine Verbindung zwischen Klasse A und Klasse B.



Die **Assoziation** wird mit einem Pfeil (*Line* ⟶ *Point*) gekennzeichnet und beschreibt, dass zum Beispiel die Klasse *Line* zwei Objekte von *Point* besitzt.



Die **Aggregation** ist ein Sonderfall der Beziehung. Diese beschreibt, dass zum Beispiel die Klasse *Student* auch ohne *Vorlesung* existieren kann.



Die Komposition ist ebenfalls ein Sonderfall und beschreibt die Abhängigkeit einer Klasse zu einer anderen. Zum Beispiel kann die Klasse *Raum* ohne *Gebäude* nicht existieren.

Letzteres kommt die **Vererbung** und beschreibt, dass zum Beispiel die Klasse *Student* die Eigenschaften und Methoden von der Klasse *Mensch* erbt.

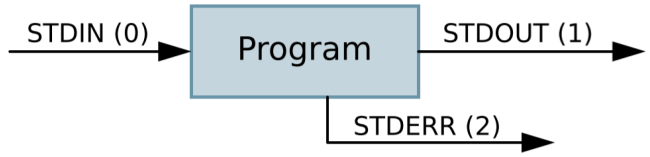
4 Linux & Raspberry Pi 4

4.1 Bash-Commands

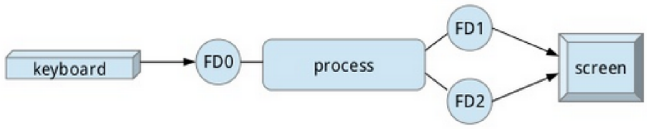
Siehe Tabelle 2 in Kapitel 8.

4.2 Streams

Datenströme oder *Streams* sind eine Grundlegende Eigenschaft der Linux-Kommandozeile. Jedes Programm hat drei Standard *File Deskriptoren* (**FD**) bzw. Datei 'Handles', welche nummeriert vorliegen

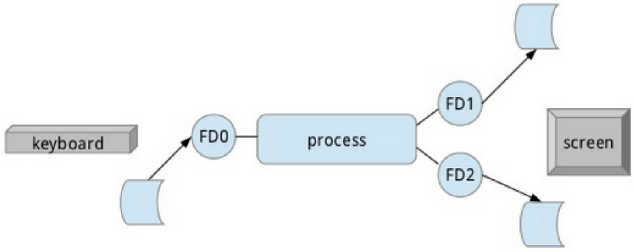


- **FD0**: Standard Input *(stdin)*
- **FD1**: Standard Output *(stdout)*
- **FD2**: Standard Error *(stderr)*



Diese Handles können in Files umgeleitet werden oder explizit auf der Konsole ausgegeben werden. Folgende Befehle werden hierfür verwendet

- <: *stdin*
- >: *stdout*
- 2>: *stderr*



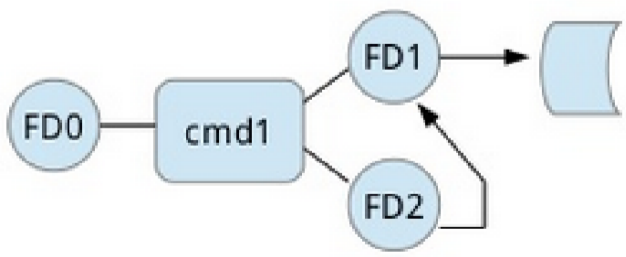

```
// output from command to txt
$ ls -la > dirlist.txt

// write to txt
$ echo hello > text.txt

// append to txt
$ echo hello again >> test.txt

// get text from txt
$ grep hello < test.txt

// writes errors to txt
$ ls ? 2> err.txt
```

Spezifisch um *stdout* in *stdin* umzuleiten, wird der **Pipe**(|)-Befehl benutzt.

```
$ ifconfig | grep wlan
```

Zudem kann z. B. *stderr* mit 2>&1 in *stdout* umgeleitet werden.

```
$ ls ? > combined.txt 2>&1
// or
$ ls ? &> combined.txt
```



4.3 GPIO via Konsole

4.4 Berechtigungssystem

4.5 Passwort Hashing

4.6 Logfiles & NLog

4.7 Benutzerverwaltung

4.8 SSH

4.9 C# deployment

4.9.1 Remote-Debugging

4.10 System-Control

4.10.1 Deamons

4.11 Tunneling

4.12 UART TinyK <-> Raspi

5 Windows Presentation Foundation

> **i** Unterschied zwischen WPF & Console Application
>
> WPF-Applikationen bestehen aus grafischen Elementen und

5.1 Dispatcher

Der Dispatcher wird zum Aktualisieren der Benutzeroberfläche über einen *nicht-UI*-Thread (z.B. separate Workload) verwendet. Es

5.2 Key-Event

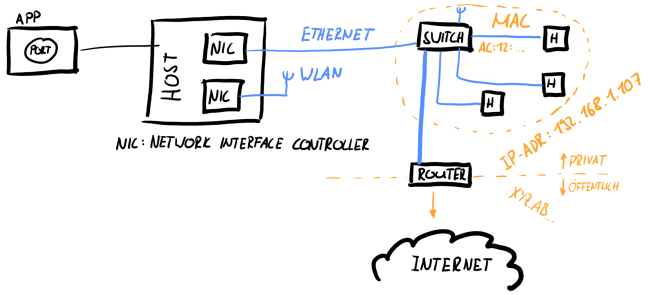
6 Weitere Konzepte

6.1 MQTT

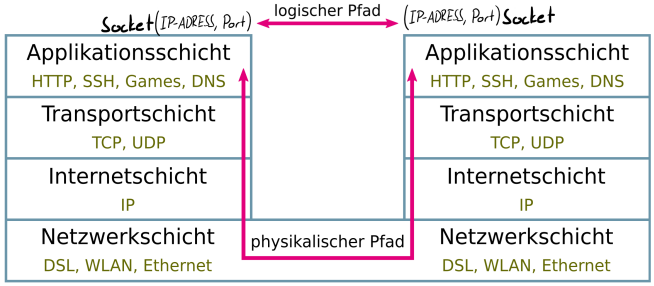
Message **Q**ueuing **T**elemetry **T**ransport

6.2 Netzwerk

Jeder **Host** hat eine **IP-Adresse** (IPv4: 32 Bit oder IPv6: 128 Bit). Es wird jedoch mit Hostnamen gearbeitet. Die Zuordnung zwischen IP und Hostname übernimmt der **DNS**. Im PC-Terminal kann der DNS mit `nslookup *Hostname*` ermittelt werden.



Daten werden über das Schichtmodell zwischen den Hosts ausgetauscht. Im internet wird über *IP-Adresse* und *Ports* (16 Bit, 0-65535) adressiert. Ein grossteil der Port-Nummern sind standardisiert (bsp.: 22 für SSH, 80 für HTTP). IP und Port ergeben zusammen den **Socket**.



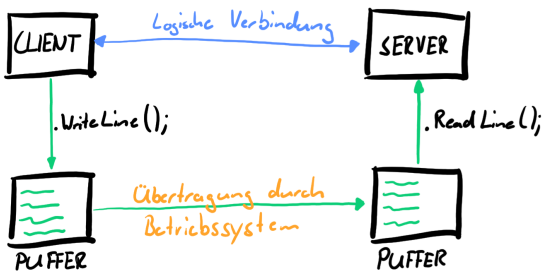
6.2.1 Netzwerkkommunikation in .NET

Der Namespace `System.Net` bietet Implementierungen von Internetprotokollen (wie *TCP*, *UDP*, *HTTP*) und Internetdiensten (wie *DNS*). `System.Net.Sockets` bietet Klassen für datenstromorientierte Kommunikation über Sockets.

Für die Kommunikation wird die IP-Adresse oder der Hostname für den Endpunkt benötigt

```
IPAddress ip1 = IPAddress.Parse("192.168.1.2");
IPEndPoint ep1 = new IPEndPoint(ip, 1234);

IPAddress Ip2 =
        Dns.GetHostEntry("eee").AddressList[0];
IPEndPoint ep2 = new IPEndPoint(ip2, 1234);
```

Es ist zu wissen, dass bei einem `.WriteLine()` oder `.ReadLine()` immer nur auf den Puffer zugegriffen wird und nicht direkt auf den Verbundenen Host. Die Datenübermittlung übernimmt das Betriebssystem.



6.2.2 TCP

Bei **TCP** (Transmission Control Protocol) wird sichergestellt, dass Daten ohne Übertragungsfehler und in der richtigen Reihenfolge übertragen werden (bsp. *www*, *ssh*, *FTP*, *Email*). **Verbindungsorientiertes** Bytestrom Protokoll.

Die Klasse `System.Net.TcpClient` stellt funktionalitäten wie `Connect()` für das TCP-Protokoll zur Verfügung

```
IPEndPoint ep = new IPEndPoint(ip, 13);
TcpClient tcpClient = new TcpClient();
tcpClient.Connect(ep);

//short version
TcpClient otherTcpClient = new TcpClient();
otherTcpClient.Connect("hostname", 13);
```

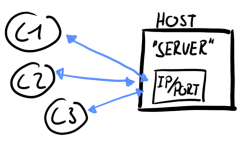
Mit `Socket socket = tcpClient.Client;` erhält man den Socket des Clients.

Zur Kommunikation werden Streams verwendet, wobei der `NetworkStream` bidirektional verwendbar ist. Über ein `StreamReader` und `StreamWriter` sind Daten zu senden und empfangen.

```
NetworkStream stream = tcpClient.GetStream();

StreamReader sr = new StreamReader(stream);
StreamWriter sw = new StreamWriter(stream);
sw.WriteLine("Hello Internet");
// Don't expect imediate response! (Server)
string s = sr.ReadLine();
tcp.Client.Close();
```

TCP Server

Als Server benötigt man einen `TcpListener` um auf einkommende Anfragen zu reagieren. In folgendem Programm wird in der `while (true)`-Schlaufe ein Client nach dem andern bedient. Jeder Client wird meist in einen eigenen Thread ausgelagert.




```
// listener config (my adress)
IPEndPoint ep = new IPEndPoint(IPAddress.Any, 13);
TcpListener listener = new TcpListener(ep);

// start listening (open port)
listener.Start();

// handle clients
while (true) {
    // Waiting for connection
    TcpClient client = listener.AcceptTcpClient();
    // send Data
    NetworkStream stream = client.GetStream();
    StreamWriter sw = new StreamWriter(stream);
    sw.WriteLine("Hello Client");
    // close connection
    tcpClient.Close();
}
```

Für die Auslagerung in einen Thread wird eine Methode benötigt, welche den Client bedient.

```
// handle clients
while (true) {
    // Waiting for connection
    TcpClient client = listener.AcceptTcpClient();
    // start Thread
    ClHandler clHandler = new ClHandler(client);
    new Thread(clHandler.DoHandle).Start();
}

// ...

// class to handle Client
class ClHandler {
    private TcpClient client;

    public ClHandler(TcpClient client){
        this.client = client
    }

    public void DoHandle () {
        // -- do intensive stuff --
        // send Data
        NetworkStream stream = client.GetStream();
        StreamWriter sw = new StreamWriter(stream);
        sw.WriteLine("Hello Client");
        // close connection
        tcpClient.Close();
    }
}
```

6.2.3 UDP

Bei **UDP** (User Datagram Protocol) ist nicht garantiert, dass Daten lückenlos und in der richtigen Reihenfolge ankommen (bsp. *Online Games*, *Live Streams*, *DNS*, *VPN*). **Verbindungsloses** Protokoll.

Daten können Byteweise bidirektional direkt über den `UdpClient` übertragen werden. **Achtung** Da UDP *Verbindungslos* ist, wird bei einem `.Close()` nur dieses Seite der Verbindung geschlossen, respektive der Socket suspendiert.

```
// UDP client config
IPAddress ip = IPAddress.Parse("124.0.0.1");
IPEndPoint ep = new IPEndPoint(ip, 12);
UdpClient client = new UdpClient();
client.Connect(ep);

// transmit byte Array
byte[] data = Encoding.ASCII.GetBytes("Hello");
client.Send(data, data.Length);

// close connection
client.Close();
```

UDP Server

UDP ist verbindungslos, darum gibt es auf beiden Seiten einen Client. Es muss beidseitig auf den **selben Socket** verbunden werden, damit die "Verbindung" steht. So muss Serverseitig ein `UdpClient` auf den selben `IPEndPoint` verbunden werden wie Clientseitig.

```
// "listener" config
IPEndPoint ep = new IPEndPoint(IPAddress.Any, 13);
UdpClient client = new UdpClient(ep);

// start listening, waiting for a UDP packet
byte[] data = client.Receive(ref ep);
string msg = Encoding.ASCII.GetString(data,
                          0, data.Length);
// close connection
client.Close();
```

6.3 Unit Tests

7 Notes

7.1 Overflows Integer

Im folgenden Code wird eine Variable `i` mit dem maximalen Wert eines `int` geladen und folgend inkrementiert.

```
int i = int.MaxValue;
i++;
```

Wird aber dies direkt in der Initialisierung eingebettet (`...+ 1`), ruft der Compiler aus, da er den Overflow erkennt. (Einsetzung von Compilern)

```
int i = int.MaxValue + 1; // COMPILE-FEHLER
i++;
```

> **Vorsicht**
>
> Dieser Overflow-Fehler gilt nur bei **konstanten** Werten bei der Initialisierung. Wird eine separate Variable mit dem Maximalwert initialisierit und an `i` hinzuaddiert, gibt es keinen Fehler.
>
> ```
> int k = int.MaxValue;
> int i = k + 1; // KEIN Fehler
> ```

8 Linux bash Befehle

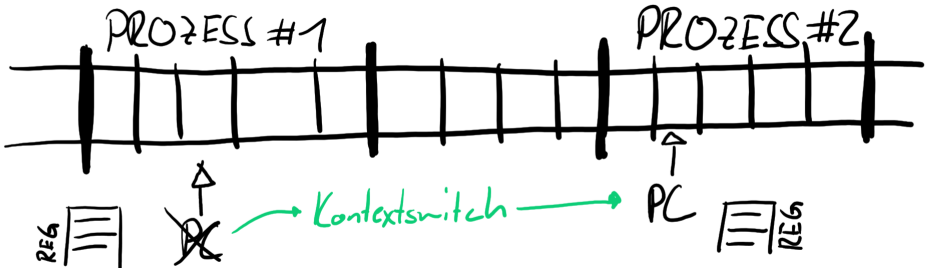
Tabelle 2: Table of Linux Commands

Befehl	Bedeutung	Erklärung	Beispiel / Ergänzung
`man [Befehl]`	manual	Hilfe zu Befehlen	
`apropos [Wort]`	Hilfe durchsuchen	durchsucht die Hilfe-Datei nach dem Wort	`apropos -s1 disk` (`-s1`bezeichnet die Sektion der Benutzer-Befehle)
`pwd`	print working directory	aktuelles Verzeichnis anzeigen	
`cd [Pfad]`	change directory	Verzeichnis wechseln	`cd /home/pi` von überall aufrufbar `cd ~` oder `cd` in Benutzerverzeichnis '/pi' `cd [Foldername]` in Unterordner wechseln `cd ..` in Überordner wechseln
`ls`	list	aktueller Verzeichnisinhalt anzeigen	`ls -l` zusätzliche Informationen `ls -la` zeigt auch versteckte Dateien
`mkdir [Pfad]`	make directory	Verzeichnis erstellen	`mkdir Logs` erstellt 'Logs'-Ordner `mkdir Logs/New` erstellt 'New'-Ordner in 'Logs'
`rmdir [Pfad]`	remove directory	leeres Verzeichnis löschen	
`rm [Name]`	remove	File Löschen	`rm -r` rekursives löschen (inklusive Unterordner)
`mv [Datei] [Pfad]`	move	Datei in angegebenen Pfad schieben	
`cp [Quelle] [Ziel]`	copy	kopieren von Dateien und Verzeichnissen	
`ifconfig`	Interface configuration	Anzeigen der IP-Adressen	
`sudo [Befehl]`	super user do	Als Administrator ausführen	`sudo reboot` neu starten `sudo halt` herunterfahren
`uname -a`	System Information	Kernel Version anzeigen	
`touch [Datei]`	Zeitstämpel ändern	leere Datei erstellen oder Datum aktualisieren	`touch aText.txt`
`ping [IP/hostname]`	Echo request	Internetverbindung prüfen	`ping google.com`
`history`	Befehlshistory	Kommando Verlauf anzeigen	
`![nr]`		Kommando aus Verlauf ausführen	`!!` letztes Komando ausführen
`ps`	processes	Laufende Prozesse mit Prozess-IDs (PID) auflisten	`ps -axu`
`kill [PID]`	Signal senden	Prozess terminieren	`kill -9 [PID]` Prozess killen
Ctrl+C	`SIGINT` senden	laufenden Prozess beenden	
Ctrl+Z	`SIGSTOP` senden	laufenden Prozess in den Hintergrund	
`fg`	foreground	Hintergrundprozess wieder in den Vordergrund	
`bg`	background	Hintergrundprozesse auflisten	
`clear`		Konsole löschen	
`grep [pattern]`	suche	Nach 'pattern' suchen	`cat error.log | grep wlan` WLAN-Error suchen
`whoami`	who am I	aktueller Benutzer	
`more [Datei]`		seitenweise Ausgabe von Text	
`less [Datei]`		seitenweise Ausgabe von Text, mit blättern	`ls -la | less`
`alias [X=U]`	Pseudonym	einem Befehl 'U' ein Pseudonym 'X' geben	`alias ll="ls -l" " "` für separierte Befehle
`tail [Datei]`	Ende	Ausgabe der letzen Zeile einer Datei	`tail -f [Datei]` Vortlaufende Ausgabe
`cat [Dateien]`	concatenate	Ausgabe von mehreren Dateien auf Konsole	`cat text.txt othertext.txt error.log`
`which [Befehl]`	welcher	Wo befindet sich ein Programm/Befehl	

Befehl	Bedeutung	Erklärung	Beispiel / Ergänzung
`type [Befehl]`		Information zum Befehlstyp	
`df`	disk free	Belegung Speicherplatz	
`free`	freier Speicher	Belegung Memory	`free` -> Angabe in Kibibytes (1 KiB = 1024 Bytes) `free -h` -> Angabe in leserlicher Form
`top`	Linux Prozesse anzeigen	"Taskmanager", 'q' zum beenden	
`htop`	Interaktiver Prozess Viewer	"Taskmanager", `top` on steroids	

9 Glossar

- **Timeslicing**: Bei Computersystemen wird *timeslicing* verwendet, damit mehrere Prozesse "parallel" verlaufen können. Jedem Prozess/Thread wird ein fixer Zeitslot gegeben, in dem es sein Code abarbeiten kann,



- **Präventiv/kooperativ**: Ein *präventives* Betriebsystem unterbricht ein Prozess, wenn dieser sein Time-Slot verbraucht hat. Ein *kooperatives* BS unterbricht die Prozesse nicht und die Prozesse geben an, wann es fertig ist.