

Zusammenfassung Advanced Programming

Joel von Rotz, Manuel Fanger & Andreas Ming

23.02.23



Inhaltsverzeichnis

1	C# und .Net-Framework	3
1.1	Vergleich C & C#	3
1.2	Struktur C#-Programm	3
1.2.1	Namespace	3
1.2.2	Klassen	3
1.2.3	Konstruktor	3
1.2.4	Destruktor	4
1.2.5	Methode	4
1.2.6	Membervariable	4
1.2.7	Getter- und Setter-Methoden	4
1.2.8	Property	5
1.3	.Net Bibliotheken	5
1.3.1	System	5
1.4	Keywords	6
1.4.1	Operatoren & Rangreihenfolge	6
1.4.2	Zugriffs-Modifizier	7
1.4.3	using	7
1.4.4	static	7
1.4.5	const	7
1.4.6	readonly	8
1.5	Datentypen	8
1.5.1	struct	8
1.5.2	string	8
1.5.3	Aufzählungstypen (enum)	8
1.5.4	Array	9
2	Konzepte C#	9
2.1	Collections	9
2.1.1	Queue	9
2.1.2	Linked List	9
2.1.3	Dictionary	10
2.1.4	Sorted List	10
2.1.5	Indexer	10
2.1.6	Generics	10
2.2	Scope / Geltungsbereich	11
2.3	Overloading	11
2.3.1	Konstruktor Overloading	11
2.3.2	Methoden Overloading	12
2.4	Default Parameter	12
2.5	Garbage-Collector GC	12
2.5.1	GC Generationen	12
2.6	Methoden-Signatur	13
2.7	Exceptions	13
2.7.1	Exceptions abfangen mit try & catch	13
2.7.2	Erweiterung finally	13
2.7.3	Exception werfen mit throw	13
2.8	Multithreading System.Threading	13
2.8.1	Lebenszyklus	14
2.8.2	Join	14

2.8.3	Sync	14
2.8.4	Deadlock	14
2.8.5	Parametrisierter Thread	14
2.9	Boxing & Unboxing	14
2.10	Streams	14
2.11	Delegates	15
2.11.1	.Invoke()	15
2.11.2	Multicast	16
2.12	Events	16
3	Vererbung	17
3.1	Abstrakte Klassen	18
3.1.1	virtual	18
3.1.2	abstract	18
3.1.3	override	18
3.2	Interfaces	19
3.2.1	Explizite Implementation (Namenskonflikte)	19
3.3	Polymorphismus (Vielgestaltigkeit)	20
3.4	Klassendiagramme	20
4	Linux & Raspberry Pi 4	21
4.1	Bash-Commands	21
4.2	Streams	21
4.3	GPIO via Konsole	22
4.4	Berechtigungssystem <code>ls -la</code>	22
4.4.1	Berechtigung ändern <code>chmod</code>	22
4.5	Passwort Hashing	22
4.6	Logfiles & NLog	22
4.7	Benutzerverwaltung	22
4.7.1	Benutzer erstellen	22
4.7.2	Benutzer löschen	23
4.7.3	Benutzer einer Gruppe hinzufügen	23
4.8	Verschlüsselung	23
4.8.1	Symmetrische Verschlüsselung	23
4.8.2	Asymmetrische Verschlüsselung (Public-Private Key)	23
4.8.3	Digitale Signatur (Public-Private Key)	23
4.9	SSH	23
4.9.1	Schlüssel in Linux generieren	23
4.9.2	Windoof Host Konfiguration	24
4.9.3	SSH-Tunneling	24
4.10	C# deployment	24
4.10.1	Remote-Debugging	24
4.11	Systemd - <i>System Daemon</i>	24
4.11.1	Befehle	24
4.12	UART TinyK <-> Raspi	25
5	Windows Presentation Foundation	25
5.1	Dispatcher	25
5.2	Key-Event	25
6	Weitere Konzepte	25
6.1	Message Queuing Telemetry Transport	25
6.1.1	Bash mit <code>mosquitto</code>	25
6.1.2	C# mit <code>M2Mqtt</code>	25
6.2	Netzwerk	26
6.2.1	Netzwerkkommunikation in .NET	26
6.2.2	TCP	26
6.2.3	UDP	27
6.3	Unit Tests	28
6.4	UART & I2C	28
7	Notes	28

7.1	Programmierarten	28
7.2	Overflows Integer	28
8	Linux bash Befehle	29
9	Zugriff Modifier	30
10	Glossar	30

1 C# und .Net-Framework

1.1 Vergleich C & C#

	C (POP)	C# (OOP)
	Prozedurale Orientierte Programmierung	Objekt Orientierte Programmierung
Compilation	Interpreter	Just-in-time (CLR)
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
- Klassename = Dateiname
- Namensgebung von Klassen: PascalCase

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

```
Math.Atan2(5, 1);
```

1.2.3 Konstruktor

Konstrukturen 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{
    static 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

Destrukturen werden verwendet um die Ressourcen 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.

```
MyClass.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 Konsolenapplikation angefügt werden (folgendes Beispiel mit **--debug**)

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

1.2.6 Membervariable

Membervariablen 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

Getter- und Setter-Methoden werden für kontrolliertes Verändern und Abfragen von Variablen verwendet. Meistens möchte man bei einer Membervariable den Wert zuerst prüfen, bevor diese beschrieben wird, und dafür werden Getter und Setter verwendet. **Properties** besitzen diese Methoden mit **get** und **set**.

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. Sogenannte **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

Der `System`-Namespace beinhaltet einige der fundamentalen C#-Klassen und Strukturen.

System.Console

Mit der Klasse `Console` wird mit der Konsole interagiert, folgend sind die grundlegenden Funktionen beschrieben

- Ausgabe auf Konsole

```
// Write on line
Console.Write("Hello");
// Write Followed by new Line
Console.WriteLine("World");
```

- Lesen von Konsole

```
// Read next char from stream
char c = Console.Read();
// Read next line from stream
string msg = Console.ReadLine();
// Read Key with modifiers
ConsoleKeyInfo k = Console.ReadKey();
```

Mit `.ReadKey()` werden auch Tasten gelesen, die kein `char` ergeben (z.B. *Enter*, *Backspace*,...). Mit `k.Key == ConsoleKey.Escape` kann zum Beispiel überprüft werden, ob die *Enter*-Taste gedrückt wurde. Mit `k.Modifiers == ConsoleModifiers.Shift` kann zudem überprüft werden, ob ein Charakter mit einem Modifier (Hier *Shift*) verwendet wurde. Mit `char c = k.KeyChar` kann zudem direkt der Charakter erlangt werden.

- Konsole leeren

```
Console.Clear();
```

- Modifizieren des Cursors

```
// Get Cursor position !screen relative!
(int l, int t) = Console.GetCursorPosition();
// Set Cursor position !screen relative!
Console.SetCursorPosition(newLeft, newTop);
```

- Auf Tastenanschlag prüfen

```
if (Console.KeyAvailable){
    // Do stuff with key
    // !Key must be read for no further
    ↪ activation!
}
```

System.String

Strings sind im Vergleich zu C lediglich **read-only**. String Variablen sind grundsätzlich Pointer die auf den eigentlichen String im Speicher zeigen. Dies hat zur Folge, dass Methoden immer einen String (*Adresse zum neuen String*) als return-Wert haben.

```
string name = "Hansli";
name.ToLower();
Console.WriteLine(name); // "Hansli"
```

```
name = name.ToLower();
Console.WriteLine(name); // "hansli"
```

i String Characteristics

- **string** ist ein *Referenztyp*
- ist unveränderlich
- Kann NULL ("**\0**") enthalten
- **==**-Operator wird als "Stringvergleich" überschrieben (Vergleicht Inhalt, nicht Referenz)

Strings können auch durch **Aneinanderreihung** mehrerer Strings erstellt werden:

```
string s1 = "Hello";
string s2 = "World";
string str = s1 + " " + s2; // Hello World
```

Strings können auch durch **Konstruktoren** erstellt werden:

```
char[] ch = {'H','o','i'};
string s1 = new string(ch);

// string with repeated characters
string s2 = new string('G',20);
```

Über die Property **Char[]** kann auf die Zeichen des Strings indiziert werden

```
string s1 = "Hello";
Console.Write(s1[1]); // out: e
```

Die Property **Length** beschreibt die Länge des Strings

```
string s1 = "Hello";
Console.Write(s1.Length); // out: 5
```

Weitere nützliche Methoden

- **String.Compare(string s1, string s2)** vergleicht den Inhalt lexikalisch :)
- **s1.Contains(Char c)** prüft den String auf Vorhandensein eines Charakters
- **s1.Equals(string s2)** prüft den Inhalt auf Gleichheit
- **s1.Insert(int index, string s2)** gibt einen string zurück in dem s2 an der Stelle index eingefügt wurde
- **s1.Replace(char c1, char c2)** gibt einen string zurück, in dem c1 mit c2 ausgetauscht wurde
- **s1.Split(char c)** gibt ein StringArray mit den, jeweils bei c getrennten, substrings zurück
- **String.Join(string[] str)** gibt einen zusammengeführten String des Stringarrays zurück
- **s1.ToCharArray()** gibt ein CharArray (No Joke) mit den Charakteren zurück
- **s1.ToLower()** gibt einen, in lowercase konvertierten, string zurück
- **s1.ToUpper()** gibt einen, in UPPERCASE konvertierten, string zurück

- **s1.Trim()** entfernt alle Whitespaces am Ende und am Anfang, gibt diesen String zurück

System.Environment

Die **System.Environment**-Klasse gibt Nützliche Informationen bezüglich des gerade benutzten Gerätes, Versionen, etc.

Environment.

- **Current Directory** Programmverzeichnis
- **ProcessPath** Programmpfad
- **Is64BitOperatingSystem** True/False
- **OSVersion**
- **MachineName**
- **ProcessorCount** Anzahl (virtueller) Prozessoren
- **TickCount** Anzahl Ticks seit Aufstarten
- **UserName**
- **UserDomainName**
- **CurrentManagedThreadId** Thread Id
- **Version** Common Language Runtime CLR Version
- **GetLogicalDrives()** gibt ein Stringarray aller Laufwerke

Es gibt zudem noch weitere Variablen welche nicht direkt über eine Methode einsehbar sind, welche mit **Environment.GetEnvironmentVariable()** abgerufen werden können (Bsp. "PROCESSOR_IDENTIFIER"). Mit folgendem Beispiel sind alle einsehbar:

```
Console.WriteLine("GetEnvironmentVariables: ");
foreach (DictionaryEntry de in
    Environment.GetEnvironmentVariables()) {
    Console.WriteLine(" {0} = {1}", de.Key,
        de.Value);
}
```

1.4 Keywords

1.4.1 Operatoren & Rangreihenfolge

Rangreihenfolge

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

Operator	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-Modifizier

Siehe Kapitel 9

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** instanziiert werden
- ... beinhalten nur statische Methoden und Variablen

Die `Math` Klasse ist statisch und muss so nicht instanziiert 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 Deklaration 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

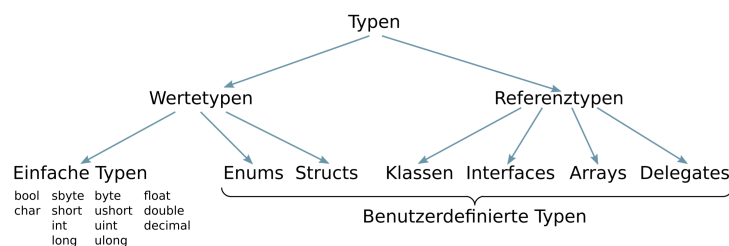
Readonly Variablen ...

- ... 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 changed from here on
}
```

## 1.5 Datentypen

Wie in C gibt es in C# Werttypen und Referenztypen



### 1.5.1 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)

### 1.5.2 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-Style
Console.WriteLine("{0} + {1} = {2}", a, b, res);

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

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

### 1.5.3 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.L). 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

```

### 1.5.4 Array

C# Arrays sind ähnlich wie C Arrays, einfach mit ein paar weiteren Eigenschaften. C# Arrays erben von `object` und nach einer Deklaration eines Arrays, muss diese initialisiert 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)`).

#### ! Cool Facts

- Die Grösse eines Arrays wird bei der Initialisierung festgelegt. Diese Grösse kann **nicht** verändert werden.
- Die Variable dient als Array-Zeiger.
- Deklarationen 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 *Unterarrays* 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 Queue

Repräsentiert eine first-in, first-out Collection von Objekten. Gut geeignet für temporären Speicher von Informationen. Drei grundlegende Operationen können auf einer `Queue<T>` und ihren Elementen ausgeführt werden: - Enqueue, fügt einer `Queue<T>` ein Element hinzu - Dequeue, entfernt das älteste Element vom Start einer `Queue<T>` - Peek, gibt das älteste Element vom Start einer `Queue<T>` zurück, ohne es zu entfernen

```

Queue<string> numbers = new Queue<string>();
numbers.Enqueue("one");
numbers.Enqueue("two");
numbers.Enqueue("three");

Console.WriteLine("\nDequeuing '{0}'",
 numbers.Dequeue());
Console.WriteLine("Peek next item: {0}",
 numbers.Peek());
Console.WriteLine("Dequeuing '{0}'",
 numbers.Dequeue());

```

#### 2.1.2 Linked List

Repräsentiert eine doppelt gelinkte universelle Liste. `LinkedList<T>` beinhaltet Nodes vom Typ `LinkedListNode<T>` und ermöglicht es, an erster und letzter Stelle der Liste Elemente hinzuzufügen. Die Klasse beinhaltet folgende Funktionen: - AddBefore(`LinkedListNode`, `T`), fügt einen neuen Node vor dem mitgegebenen Node ein. - AddAfter(`LinkedListNode`, `T`), fügt einen neuen Node nach dem mitgegebenen Node ein. - AddFirst(`T`) - AddLast(`T`) - Find(`T`), findet den ersten Node, der den angegebenen Value beinhaltet. - Remove(`T`), entfernt den ersten Node, der den angegebenen Value beinhaltet. - RemoveFirst() - RemoveLast()

```

string[] words =
{ "the", "fox", "jumps", "over", "the", "dog"
↪ };
LinkedList<string> sentence =
 new LinkedList<string>(words);

// Add word 'today' to beginning of the list.
sentence.AddFirst("today");

```

```
sentence.AddFirst("today");

// Move the first node to be the last node.
LinkedListNode<string> mark1 = sentence.First;
sentence.RemoveFirst();
sentence.AddLast(mark1);
```

### 2.1.3 Dictionary

Repräsentiert eine Collection von Key-Value-Paaren. Eine `KeyNotFoundException` wird erzeugt, wenn ein verlangter Key nicht vorhanden ist. Zu Keys zugehörige Values können ersetzt werden. Key Value Paare sind einzigartig. Ein Key kann nicht null sein, ein Value aber schon. Die `TryGetValue` Methode kann verwendet werden, wenn das Programm oft nach Key Values suchen muss, die nicht im `Dictionary<TKey, TValue>` vorhanden sind. Mit `ContainsKey` kann überprüft werden, ob ein Key bereits existiert.

- `Add(TKey, TValue)`, fügt ein Value mit dazugehörigem Key ein.
- `Clear()`, entfernt alle Elemente der `SortedList`.
- `Remove(TKey)`, entfernt das entsprechende Element mit diesem Key.
- `TryGetValue(TKey, TValue)`, gibt den mit dem key verbundene Value zurück.

Adds the specified key and value to the dictionary.

```
// Create a new dictionary of strings.
Dictionary<string, string> openWith =
 new Dictionary<string, string>();

// Add some elements to the dictionary.
openWith.Add("txt", "notepad.exe");
openWith.Add("bmp", "paint.exe");

// Setting the indexer for a key
// adds a new key/value pair.
openWith["doc"] = "winword.exe";
```

### 2.1.4 Sorted List

Eine `SortedList<TKey, TValue>` ist eine Collection mit Key/Value Paaren, welche nach den Werten der Keys geordnet ist. Die Sortierung erfolgt mit der `IComparer<T>` Collection. Sowohl Keys wie auch Values haben einen Generischen Wertetyp. Dabei kann ein Key nur einmal vorkommen, um keine Verwechslungen zu ermöglichen. Eine `SortedList<TKey, TValue>` funktioniert in dieser Hinsicht gleich wie ein `SortedList<TKey, TValue>`, braucht aber weniger Speicher und ist langsamer beim Hinzufügen und Entfernen von unsortierten Daten. Beim Erzeugen einer Liste mit sortierten Daten ist die `SortedList<TKey, TValue>` schneller als `SortedList<TKey, TValue>`.

- `Add(TKey, TValue)`, fügt ein Value mit dazugehörigem Key ein.
- `Clear()`, entfernt alle Elemente der `SortedList`.
- `IndexOfKey(TKey)`, sucht den entsprechenden Key und gibt dessen Index aus.

- `IndexOfValue(TValue)`, sucht die entsprechende Value und gibt deren Index aus.
- `Remove(TKey)`, entfernt das entsprechende Element mit diesem Key.
- `RemoveAt(Int32)`, entfernt das Element mit diesem Index.
- `TryGetValue(TKey, TValue)`, vergleicht ob Eingabe schon vorhanden ist.

### 2.1.5 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!
```

### 2.1.6 Generics

Mit dem generischen Typenparameter `T` können Klassen oder Methoden deklariert werden, bei welchen erst zur Deklaration der Datentyp instanziiert wird. Wenn eine Klasse mit einem konkreten 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 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");
}

```

### 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. |

Pro initialisierten 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 Speicher & beinhaltet <i>short-lived</i> Objekte.                                 |
| 1          | Dieser Speicher dient als Buffer zwischen <i>short</i> und <i>long-lived</i> Objekten.     |
| 2          | Beinhaltet <i>long-lived</i> Objekte wie zum Beispiel Daten die jederzeit zugreifbar sind. |

## 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:

- Rückgabebetyp
- Parametermodifier
- Parameternamen

```
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.

```
}
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 identifizieren.

### 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

Mit dem Schlüsselwort throw werden Exceptions ausgelöst, welche dann z.B. ausserhalb der Methode mit catch gefangen werden können.

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

## 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 Datenpaket 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:

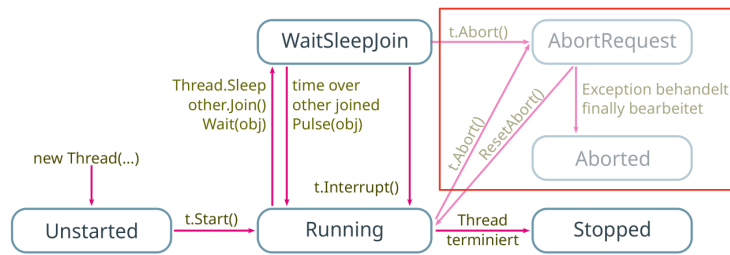
```
try {
 // do stuff, that might raise an exception
}
```

## 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 Lebenszyklus



## 2.8.2 Join

Mit `t.Join()` kann gewartet werden, bis sich der Thread beendet hat.

```

static void Main()
{
 Thread t1 = new Thread(Run);
 t1.Start();
 t1.Join();
}

```

## 2.8.3 Sync

Falls ein Thread ein wichtigen Prozess machen muss, kann er diesen mit `lock` oder `Monitor.Enter` sperren. Dabei wird eine Variable mit dem Typ `object` verwendet. Alle anderen Threads, welche an dieser Stelle stehen, warten bis es freigegeben wird.

```

private object syncRoot = new object();
Monitor.Enter(syncRoot);
try {
 // critical section
 // ...
}
finally {
 Monitor.Exit(syncRoot);
}

```

Kurzform:

```

lock(syncRoot) {
 // alternative syntax
 // critical section
 // ...
}

```

## 2.8.4 Deadlock

Der Deadlock ist ein Softlock, welcher zwei miteinander interagierenden Threads blockiert. Wenn Thread #1 `lockA` sperrt und direkt danach Thread #2 `lockB` blockiert, haben sich beide Threads gegenseitig gesperrt.

```

void f1() {
 lock (lockA) {
 lock (lockB) {
 /* ... */
 }
 }
}

```

```

}
}
}
void f2() {
 lock (lockB) {
 lock (lockA) {
 /* ... */
 }
 }
}
}

```

## 2.8.5 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 Werttypen (`int`, `bool`, `struct`) in Referenztypen (z.B. `object`) und zurück. Dies kann hilfreich sein wenn z.B. Werttypen 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 geboxed 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
- `BufferedStream` 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 Methode 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 Delegate 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 Event-handlern 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



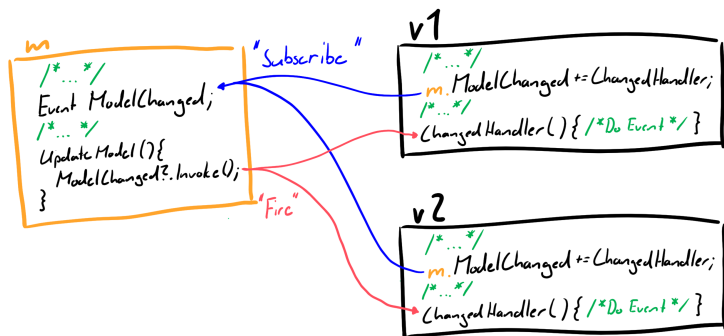
```
static void Main() {
 Model m = new Model();
 View v1 = new View("v1", m);
 View v2 = new View("v2", m);
 // fire event

 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:



```
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 Vererbung

Bei der Vererbung wird eine Klasse als **Erweiterung** einer anderen (*Basis*-)Klasse definiert. Die **Basisklasse** 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 erben-den Klassenkonstruktor mit dem Schlüsselwort **base** ausgeführt werden (mit einem Doppelpunkt **:** dazwischen).

## 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 Implementierungen 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 Mitgliedern einer abstrakten Klasse zu implementieren. Eine `override` Methode muss die selbe Signatur wie die überschriebene Basis-Methode haben. Der Rückgabtyp einer `override` Methode kann sich unterscheiden vom Rückgabtyp 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 Modifizierer `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.

### i 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.WriteLine("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
```

```
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

## 3.3 Polymorphismus (Vielgestaltigkeit)

Mit Polymorphismus 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!");
 }
}
```

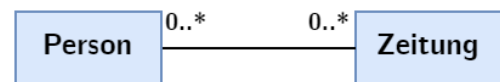
Zur Laufzeit können Objekte einer abgeleiteten Klasse als Objekte einer Basisklasse behandelt werden, z. B. in Methodenparametern und Sammlungen oder Arrays (bei `Animal`-Array die Tiere durchgehen, wie im folgenden Beispiel).

```
void Main() {
 Animal[] animals = new Animal[] {
 new Animal(),
 new Dog(),
 new Pig() };
 // base `Animal` is needed here, other types
 // aren't allowed
```

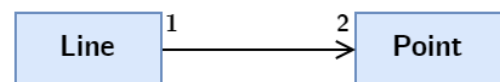
## 3.4 Klassendiagramme

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.

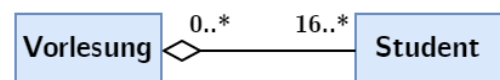
**Beziehungen** werden mit einer Linie (A — B) gekennzeichnet und beschreiben eine Verbindung zwischen Klasse A und Klasse B.



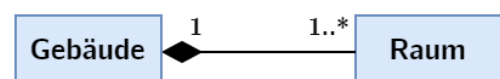
Die **Assoziation** wird mit einem Pfeil (Line → Point) gekennzeichnet und beschreibt, dass zum Beispiel die Klasse *Line* zwei Objekte von *Point* besitzt.



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.



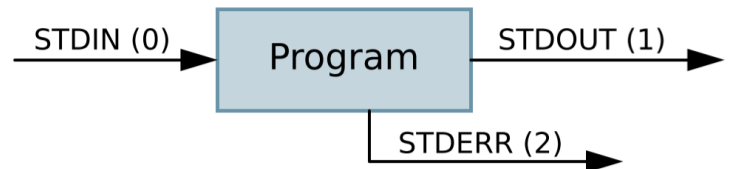
## 4 Linux & Raspberry Pi 4

### 4.1 Bash-Commands

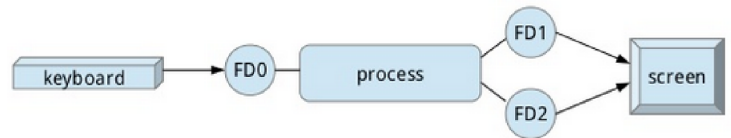
Siehe Tabelle 2 in Kapitel 8.

### 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

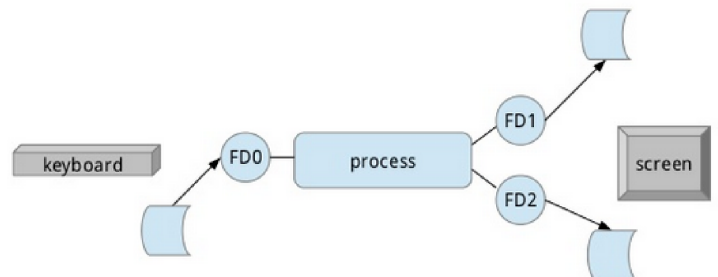


- **FD0**: Standard Input (*stdin*)
- **FD1**: Standard Output (*stdout*)
- **FD2**: Standard Error (*stderr*)



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

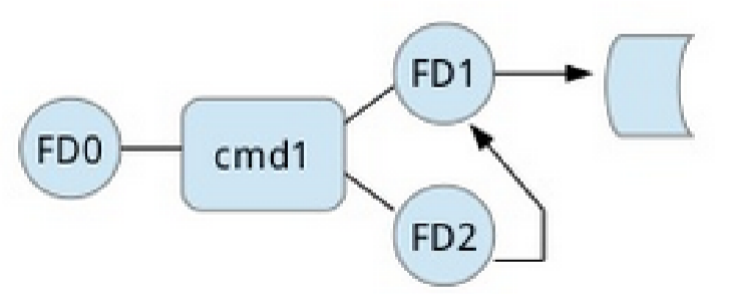
```

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

Bei Linux ‘ist alles eine Datei’ und damit können Gerätetreiber mit Schreiben und Lesen interagiert werden (wie z.B. Raspi LEDs).

Um die Raspi-LEDs anzusteuern, Superuser: `sudo -s`.

```
set Trigger to none
echo none > /sys/class/leds/led0/trigger
activate LED
echo 1 > /sys/class/leds/led0/brightness
deactivate LED
echo 0 > /sys/class/leds/led0/brightness
reset to old Trigger
echo mmc0 > /sys/class/leds/led0/trigger
exit Superuser
exit
```

### 4.4 Berechtigungssystem `ls -la`

Jedem Ordner und jeder Datei ist Berechtigungen zugewiesen, welche beschreibt, wer darf was genau machen. Im Linux-Berechtigungssystem werden **drei** Berechtigungen für **drei** Berechtigungsgruppen und ein Dateityp-Feld angegeben im folgenden Format:

```
pi@raspy:~ $ ls -la
-rw-r--r-- 1 pi pi 3523 Jun 27 00:17 .bashrc
-rw----- 1 pi pi 980 Oct 3 18:24
↪ .bash_history
drwx----- 9 pi pi 4096 Oct 3 05:46 .config
drwxr-xr-x 2 pi pi 4096 Jun 27 01:23
↪ Downloads
```

- r: Lesen (*read*)
  - w: Schreiben (*write*)
  - x: Ausführen (*execute*)
- Eine Zeile ist wie gefolgt aufgebaut

- Berechtigung (siehe folgende Tabelle für Bedeutung)
- Anzahl Hardlinks
- Name des Besitzers
- Gruppenname
- Grösse
- Datum & Uhrzeit von letzter Änderung
- Dateiname

```
- rw- r-- r-- 1 pi pi ...
```

| Snippet | Bedeutung                      |
|---------|--------------------------------|
| -       | Dateityp (-: Datei, d: Ordner) |
| rw-     | Berechtigung Benutzer          |
| r--     | Berechtigung Gruppe            |
| r--     | Berechtigung alle anderen      |

#### 4.4.1 Berechtigung ändern `chmod`

Mit `chmod` kann die Berechtigung einer Datei/Ordner geändert werden.

```
pi@raspy:~ $ chmod ug+rw myfile.txt
```

Struktur erster Parameter (`ug+rw`)

1. `u`(*user*), `g`(*group*), `o`(*other*) (Kombinationen möglich), `a`(*all*) für alle.
2. `+`: Rechte hinzuzufügen, `-` Rechte entfernen, `=` Berechtigung überschreiben.
3. `r`, `w`, `x` einzeln oder eine Kombination davon

**i** Berechtigung Ordner

Die Berechtigungen von Ordner sind ähnlich wie bei Dateien. Aber `x` gibt an, ob der Ordner via `cd` geöffnet werden darf.

### 4.5 Passwort Hashing

### 4.6 Logfiles & NLog

### 4.7 Benutzerverwaltung

#### 4.7.1 Benutzer erstellen

Ein Benutzer wird mit `sudo adduser <name>` erstellt.

```
sudo adduser peter_enis
```

- Das Home-Verzeichnis `/etc/<name>` wird anhand des Templates in `/etc/skel` erstellt.
- Das Benutzerkonto wird in der Datei `/etc/passwd` erstellt.
- Das Passwort wird als Hash in `/etc/shadow` gespeichert.

Um zum User zu wechseln, kann `su <name>` verwendet werden.

**i** `whoami`

Mit `whoami` wird der aktuelle Nutzer angegeben.

### 4.7.2 Benutzer löschen

Um einen Benutzer zu löschen, wird der `deluser` Befehl benötigt.

```
deluser peter_enis
```

Dies löscht nur den Benutzer, aber deren Home-Verzeichnis nicht. Dies muss diesbezüglich mit dem zusätzlichen Parameter `--remove-home` gemacht werden.

```
deluser peter_enis --remove-home
```

Möchte man alle Dateien löschen, die der User besaß, wird der Parameter `--remove-all-files` verwendet.

```
deluser peter_enis --remove-all-files
```

### 4.7.3 Benutzer einer Gruppe hinzufügen

Um den User einer Gruppe hinzuzufügen, wird `gpasswd` verwendet.

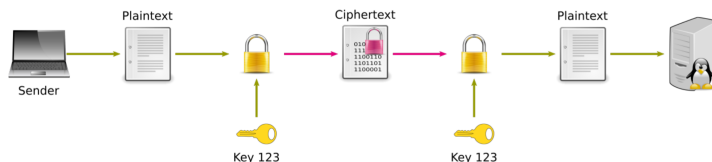
```
sudo gpasswd -a peter_enis sudo
```

Um diesen aus einer Gruppe zu entfernen, wird `-d` verwendet.

```
gpasswd -d peter_enis sudo
```

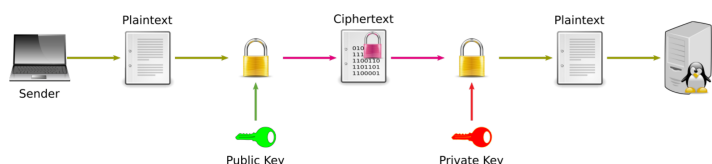
## 4.8 Verschlüsselung

### 4.8.1 Symmetrische Verschlüsselung



- Sender und Empfänger verwenden den gleichen Schlüssel
- Sehr schnell (*Ressourcenschonend*) bei hoher Sicherheit
- Algorithmen:
  - AES 128, 192 oder 256 Bit-Schlüssel
  - IDEA (*von ETH*)

### 4.8.2 Asymmetrische Verschlüsselung (Public-Private Key)

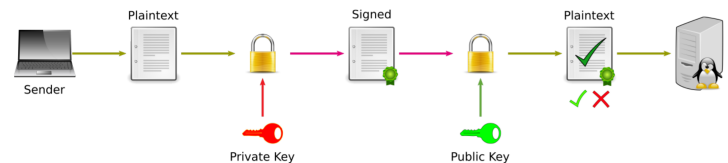


- Sender verschlüsselt mit *öffentlichem* Schlüssel
- Empfänger entschlüsselt mit *privatem* Schlüssel
- Rechenintensiver (10'000x), als symmetrische Verfahren
- Algorithmen:
  - RSA 1024, 2048, 4096, ... Bit-Schlüssel
  - Elliptische-Kurven-Verfahren

#### 💡 Tipp

Wegen der benötigten Rechenleistung werden keine große Daten über *asymmetrische* Verschlüsselung übertragen. Meist wird über eine *asymmetrische* Verschlüsselung lediglich ein gemeinsamer Schlüssel ausgetauscht um anschließend eine *symmetrische* Übertragung aufzubauen.

### 4.8.3 Digitale Signatur (Public-Private Key)

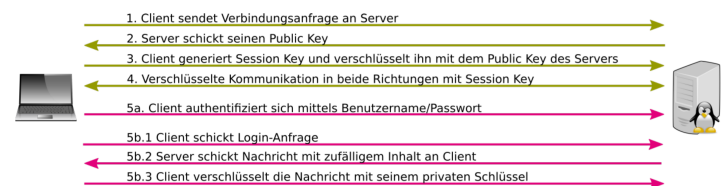


- Sender verschlüsselt Prüfsumme der Nachricht mit dem privaten Schlüssel
- Empfänger verifiziert die Prüfsumme mit dem öffentlichen Schlüssel
- **Nur der Sender kann signieren, alle können die Signatur verifizieren**

## 4.9 SSH



- Die Kommunikation erfolgt bidirektional via verschlüsseltem Tunnel
- SSH ist ein mächtiges Tool:
  - Netzwerkverkehr lässt sich über SSH umleiten
  - Filetransfer (SCP, SFTP)
  - Remote Filesystem (SSHFS)
  - Portforwarding



#### ! Wichtig

Der *Public Key* muss auf Korrektheit überprüft werden. Ansonsten besteht die Gefahr einer **man-in-the-middle**-Angriffe.

### 4.9.1 Schlüssel in Linux generieren

#### 💡 Tipp

Macht man den Public Key auf dem Server bekannt z.B. in einen *authorized Key Storage* auf den Server einträgt. Unter Linux wird der Key im *User*-Verzeichnis gespeichert, so wird die SSH-Verbindung direkt "in den Benutzer" verbunden, so entfällt das Login und der Benutzername.



Zuerst ein Verzeichnis erstellen und den Zugriff auf den eigenen Benutzer einschränken

```
pi@raspy:~$ mkdir ~/.ssh
pi@raspy:~$ chmod 700 ~/.ssh
```

Erstellen einer *Key*-Datei und einschränkung des Zugriffs

```
pi@raspy:~/.ssh $ touch authorized_keys
pi@raspy:~/.ssh $ chmod 600 authorized_keys
```

Erstellen eines RSA-Schlüssels mit 4096 Bits. Mit Argument **-m** PEM für Benutzung mit Visual Studio *SecureUpload.exe*. Es muss **kein** *passphrase* eingegeben werden

```
pi@raspy:~/.ssh $ ssh-keygen -m PEM -b 4096 -t
↪ rsa piKey
```

Der *Public Key* wird nun in die Datei *authorized\_keys* geschrieben (angehängt)

```
pi@raspy:~/.ssh $ cat piKey.pub >>
↪ authorized_keys
```

#### 4.9.2 Windoof Host Konfiguration

.ssh-Verzeichnis erstellen und *Private\_Key* via **scp** (Secure Copy) in das Verzeichnis kopieren

```
PC> mkdir "%USERPROFILE%\ssh"
PC> scp pi@hostname:~/.ssh/piKey
↪ "%USERPROFILE%\ssh"
```

SSH-Konfigurationsdatei namens **config** in .ssh Verzeichnis erstellen, folgender Inhalt

Host pi-hslu

```
#HostName <IP-Adresse oder Hostname>
HostName <hostname>.simple.eee.intern
User pi
Identityfile "C:\Users\<username>\.ssh\piKey"
```

Testen mit

```
PC> ssh pi-hslu
```

#### 4.9.3 SSH-Tunneling

Bsp. aus dem eee-Netz kann nicht in das HSLU-Netz zugegriffen werden. Hierzu wird **SSH-Tunneling** verwendet. Es wird vom Host eine Verbindung auf den Client eröffnet.

```
PC> ssh -R 9999:127.0.0.1:9999 pi@eee-address>
```

Die Option **-R** sagt, dass auf der Remote Maschine ein Port 9999 (erste Zahl) geöffnet werden soll, und dass die Pakete zu der IP-Adresse 127.0.0.1 (localhost, auf der PC-Seite) und auf den Port 9999 (hintere Zahl) des PC gesendet werden sollen.

Nun können Daten vom Client auf den Clientport 9999 gesendet werden, welche über SSH auf den Host übertragen werden und auf dem Port 9999 entgegengenommen werden können.

## 4.10 C# deployment

### 4.10.1 Remote-Debugging

Mit `System.Diagnostics.Debugger.IsAttached` kann geprüft werden, ob ein Debugger mit der Ausführung des Programmes verbunden wurde.

1. Programm starten
2. **Debug > Attach to Process**
3. **Connection Type** auf *SSH*
4. Connection Target `pi@<eee-adress>` angeben
5. Allenfalls Public Key mitgeben und Passwort
6. In *available processes* `dotnet` auswählen.
7. Attach

## 4.11 Systemd - System Daemon

*Systemd* ist eine Kollektion von Tools und Services und wird insbesondere für Hintergrundprozesse verwendet. Ein *Daemon* bezeichnet ein Program, welches im Hintergrund läuft und die Kommunikation verläuft über Signale, Pipes oder Sockets (kein direkter Zugriff).

Systemd verwendet Unit-Dateien um Prozess zu beschreiben und diese werden unter `/etc/systemd/system/`, `/etc/systemd/network/` oder `/etc/systemd/user/` abgelegt.

Eine Unit-Datei kann folgendes beinhalten.

```
[Unit]
Description=My Hello World from C Sharp Service
After=multi-user.target

[Service]
Type=idle
ExecStart =/usr/local/bin/dotnet ...
.../home/pi/netcore/HelloWorld/HelloWorld.dll

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

[Unit] beschreibt Service und Abhängigkeiten. [Service] beschreibt Service und Befehl für Start & Stop. [Install] beschreibt wie die Unit *enabled* und *disabled*.

### 4.11.1 Befehle

- **systemctl** zeigt geladene Units
- `systemctl list-unit-files` zeigt alle Units
- `sudo systemctl start <service>.service`
- `sudo systemctl stop <service>.service`
- `sudo systemctl try-restart <service>.service`
- `sudo systemctl daemon-reload` informiert Daemon über neue Units.
- `sudo systemctl enable sample.service`
- `sudo systemctl disable sample.service`
- **journalctl -u** `sample.service` zeigt Protokoll/Journal des Daemons



## 5.12 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.

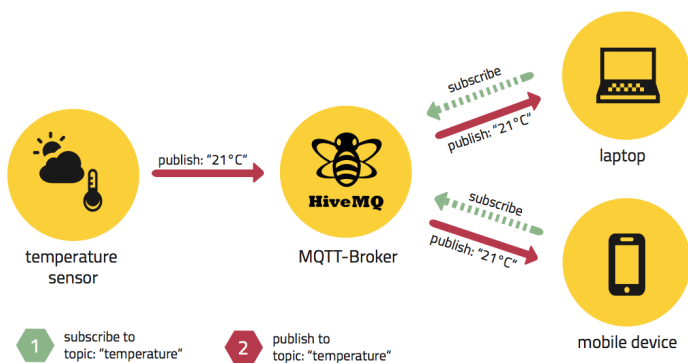
Wird also ein Event-Handler wie `UserUpdate` von ausserhalb des WPF aufgerufen, kann dieser Eventhandler nicht auf die Elemente des WPF zugreifen. Wierzu wird der **Dispatcher** genutzt. Dieser **Invoked** den Event-Handler noch einmal mit den selben Parameter, diesmal jedoch im WPF-Thread.

```
void UserUpdate(object sender,
 ⇨ UserUpdateEventArgs e) {
 if (!Dispatcher.CheckAccess())
 {
 // put Userupdate into event queue
 // with right context
 Dispatcher.Invoke(
 new
 ⇨ EventHandler<UserUpdateEventArgs>(
 UserUpdate),
 sender, e);
 return;
 }
 /* WPF-Element-Update */
}
```

## 5.2 Key-Event

# 6 Weitere Konzepte

## 6.1 Message Queuing Telemetry Transport



MQTT ist ein Nachrichtenprotokoll nach dem Publish/Subscribe-Prinzip. Clients verbinden sich mit einem Broker, welcher die Publish & Subscribe-Nachrichten bearbeitet. Abonniert ein Subscriber einen Sensor, merkt sich der Broker die Identität des Subscribers und leitet alle Publishs des Sensor zu diesem Subscriber weiter.

Eine Nachricht besteht aus einem Topic und einer Nachricht, also dem Inhalt. Topics werden meistens in Form von `<ID>/<Topic>/<subtopic>` verwendet, wobei jeder Teil einem *Topic-Level* entspricht. Dumm gesagt, `<ID>` ist ebenfalls ein Topic.

Mit Wildcards `#` und `+` kann bei mehreren Topics "subscribed" werden.

`+` ist die Single-Level Wildcard und betrachtet nur das Topic-Level in das es eingesetzt wurde.

`myhome/EG/+/temperature`

- ✓ `myhome/EG/livingroom/temperature`
- ✓ `myhome/EG/kitchen/temperature`
- ✗ `myhome/EG/kitchen/brightness`
- ✗ `myhome/OG/kitchen/temperature`
- ✗ `myhome/EG/kitchen/fridge/temperature`

`#` ist die Multi-Level Wildcard und betrachtet mehrere Topic-Levels ab Einsetzung.

`myhome/EG/#`

- ✓ `myhome/EG/livingroom/temperature`
- ✓ `myhome/EG/kitchen/temperature`
- ✓ `myhome/EG/kitchen/brightness`
- ✗ `myhome/OG/kitchen/temperature`

### ⚠ Retained Message -r

Mit `-r` kann die Nachricht als *retained* markieren. Dies führt dazu, dass der Broker diese Nachricht speichert und bei einer Anmeldung wird die entsprechende *retained* Nachricht direkt verschickt.

## 6.1.1 Bash mit mosquitto

Mit der Applikation `mosquitto` können Publish-Nachrichten mit `mosquitto_pub -t "<topic>" -h "<host>" -m "<msg>"` versendet werden. Mit `mosquitto_sub -t "<topic>" -h "<host>"` kann ein Subscription-Prozess gestartet werden.

### i Hinweis

Ein nützlicher Host ist <http://broker.hivemq.com/>.

## 6.1.2 C# mit M2Mqtt

Mit dem Package `M2MqttDotnetCore` von Hamidreza Mohaqeq kann via MQTT mit anderen Clients interagiert werden.

### Subscribing

Zum Verbinden wird eine zusätzliche GUID benötigt. Diese kann via `Guid.NewGuid().ToString()` erhalten werden.

```
// create client instance
MqttClient client = new MqttClient(
 IPAddress.Parse(MQTT_BROKER_ADDRESS));
// register to message received
client.MqttMsgPublishReceived += MsgPubReceived;
string clientId = Guid.NewGuid().ToString();
```

```

client.Connect(clientId);
// subscribe to the topic "/home/temperature"
// ...with QoS 2
client.Subscribe(
 new string[] {"/home/temperature"},
 new byte[]
 => {MqttMsgBase.QOS_LEVEL_EXACTLY_ONCE});

static void MsgPubReceived(
 object sender,
 MqttMsgPublishEventArgs e)
{ /* handle message received */ }

```

## Publishing

```

// create client instance
MqttClient client = new MqttClient(
 IPAddress.Parse(MQTT_BROKER_ADDRESS));

string clientId = Guid.NewGuid().ToString();
client.Connect(clientId);

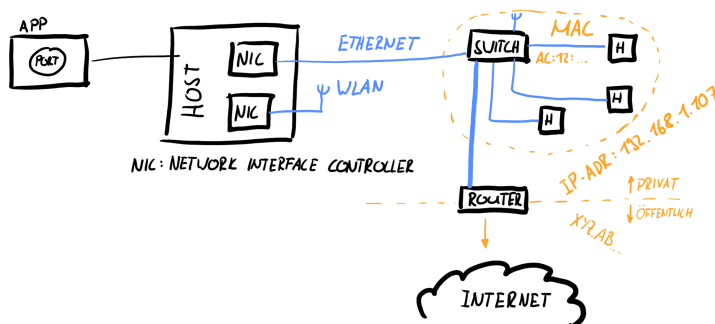
string strValue = Convert.ToString(value);

// publish a message on "/home/temperature"
// => topic
// ...with QoS 2
client.Publish("/home/temperature",
 Encoding.UTF8.GetBytes(strValue),
 MqttMsgBase.QOS_LEVEL_EXACTLY_ONCE, false);

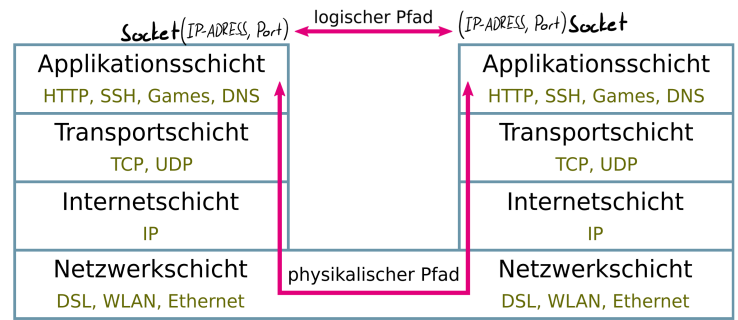
```

## 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

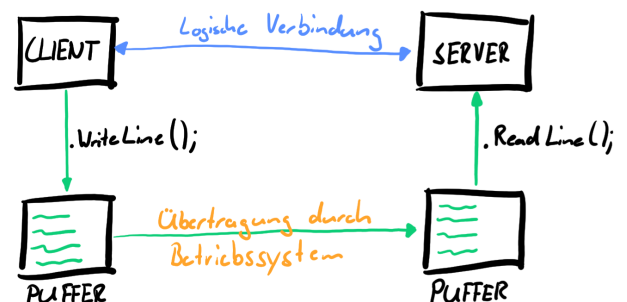
```

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.

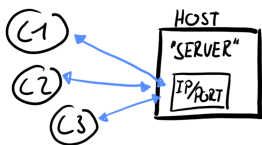
Zur Kommunikation werden Streams verwendet, wobei der `NetworkStream` bidirektional verwendbar ist. Über ein `StreamReader` und `StreamWriter` sind Daten zu senden und empfangen.

```
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();
tcpClient.Close();
```

## TCP Server

Als Server benötigt man einen `TcpListener` um auf einkommende Anfragen zu reagieren. In folgendem Programm wird in der `while (true)`-Schleife 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");
 sw.Flush();
 // 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");
 sw.Flush();
 // close connection
 tcpClient.Close();
 }
}
```

::: callout-important Es kann sein, dass `StreamReader.ReadLine()` keine Nachricht zurückgibt. Um dies zu unterdrücken sollte folgende Zeile eingesetzt werden

```
// Back to top of while(true)
if (msg == null) break;
```

## 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

## 6.4 UART & I2C

Mit dem `Packet System.Device.Gpio` werden die GPIO- und I2C-Schnittstellen zur Verfügung gestellt. Mit `System.IO.Ports` kann die UART-Schnittstelle hinzugefügt werden.

```
const string uart = "/dev/ttyAMA2";
byte[] data = new byte[512];
SerialPort serial = new SerialPort(uart,
 ↪ 115200);
serial.Open();

if (serial == null || !serial.IsOpen) {
 throw new Exception($"Error opening {uart}");
}
Console.WriteLine($"Port {uart} open");
serial.NewLine = "\r\n";

serial.WriteLine("led red on");

/* [UART Handshake with TinyK22] =====
↪ */
int pinTinyK22Enable = 17;
GpioController ctrl = new GpioController();

// set GPIO to output mode
ctrl.OpenPin(pinTinyK22Enable, PinMode.Output);

// enable UART-Interface on tinyK
ctrl.Write(pinTinyK22Enable, PinValue.High);

while (!Console.KeyAvailable)
{
 try {
 int bytes = serial.Read(data, 0,
 ↪ data.Length);
 string read = Encoding.ASCII
 .GetString(data, 0, bytes);
 Console.WriteLine(read);
 } catch (Exception ex) {
```

```
Console.WriteLine($"ERROR: {ex.Message}");
}
}
```

## 7 Notes

### 7.1 Programmierarten

Deklarativen Programmierung (z.B. Systemd): Beschreibung des Problems, und der Lösungsweg wird automatisch ermittelt. Imperativen Programmierung (z.B. C, C++, C#): die Anweisungen zur Lösung des Problems steht im Zentrum.

### 7.2 Overflows Integer

Im folgenden Code wird eine Variable `i` mit dem maximalen Wert eines `int` geladen und folgend inkrementiert. 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;
i++;
//
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 initialisiert 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                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>man [Befehl]</code><br><code>apropos [Wort]</code>                      | manual<br>Hilfe durchsuchen                      | Hilfe zu Befehlen<br>durchsucht die Hilfe-Datei nach dem Wort                                    | <code>apropos -s1 disk</code> (-s1 bezeichnet die Sektion der Benutzer-Befehle)                                                                                                                                                                                            |
| <code>pwd</code><br><code>cd [Pfad]</code>                                    | print working directory<br>change directory      | aktuelles Verzeichnis anzeigen<br>Verzeichnis wechseln                                           | <code>cd /home/pi</code> von überall aufrufbar<br><code>cd ~</code> oder <code>cd</code> in Benutzerverzeichnis '/pi'<br><code>cd [Foldername]</code> in Unterordner wechseln<br><code>cd ..</code> in Überordner wechseln<br><code>ls -l</code> zusätzliche Informationen |
| <code>ls</code>                                                               | list                                             | aktueller Verzeichnisinhalt anzeigen                                                             | <code>ls -la</code> zeigt auch versteckte Dateien<br><code>mkdir Logs</code> erstellt 'Logs'-Ordner<br><code>mkdir Logs/New</code> erstellt 'New'-Ordner in 'Logs'                                                                                                         |
| <code>mkdir [Pfad]</code>                                                     | make directory                                   | Verzeichnis erstellen                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <code>rmdir [Pfad]</code><br><code>rm [Name]</code>                           | remove directory<br>remove                       | leeres Verzeichnis löschen<br>File Löschen                                                       | <code>rm -r</code> rekursives löschen (inklusive Unterordner)                                                                                                                                                                                                              |
| <code>mv [Datei] [Pfad]</code>                                                | move                                             | Datei in angegebenen Pfad schieben                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <code>cp [Quelle] [Ziel]</code>                                               | copy                                             | kopieren von Dateien und Verzeichnissen                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <code>chmod [XXX] [Name]</code>                                               | permission modifier                              | Berechtigungen gemäss Kapitel Kapitel 4.4 anpassen                                               | <code>chmod 644 myFile.txt</code> Berechtigung auf -rw-r--<br><code>chmod u+r myFile.txt</code> Berechtigung <i>read</i> für <i>user</i>                                                                                                                                   |
| <code>ifconfig</code><br><code>sudo [Befehl]</code>                           | Interface configuration<br>super user do         | Anzeigen der IP-Adressen<br>Als Administrator ausführen                                          | <code>sudo reboot</code> neu starten<br><code>sudo halt</code> herunterfahren                                                                                                                                                                                              |
| <code>uname -a</code><br><code>touch [Datei]</code>                           | System Information<br>Zeitstempel ändern         | Kernel Version anzeigen<br>leere Datei erstellen oder Datum aktualisieren                        | <code>touch aText.txt</code>                                                                                                                                                                                                                                               |
| <code>ping [IP/hostname]</code><br><code>history</code><br><code>![nr]</code> | Echo request<br>Befehlshistory                   | Internetverbindung prüfen<br>Kommando Verlauf anzeigen<br>Kommando aus Verlauf ausführen         | <code>ping google.com</code><br><br><code>!!</code> letztes Kommando ausführen                                                                                                                                                                                             |
| <code>ps</code>                                                               | processes                                        | Laufende Prozesse mit Prozess-IDs (PID) auflisten                                                | <code>ps -axu</code>                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <code>kill [PID]</code><br><code>Ctrl+C</code><br><code>Ctrl+Z</code>         | Signal senden<br>SIGINT senden<br>SIGSTOP senden | Prozess terminieren<br>laufenden Prozess beenden<br>laufenden Prozess in den Hintergrund         | <code>kill -9 [PID]</code> Prozess killen                                                                                                                                                                                                                                  |
| <code>fg</code>                                                               | foreground                                       | Hintergrundprozess wieder in den Vordergrund                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <code>bg</code><br><code>clear</code><br><code>grep [pattern]</code>          | background<br><br>suche                          | Hintergrundprozesse auflisten<br>Konsole löschen<br>Nach 'pattern' suchen                        | <code>cat error.log   grep wlan</code> WLAN-Error suchen                                                                                                                                                                                                                   |
| <code>whoami</code><br><code>more [Datei]</code><br><code>less [Datei]</code> | who am I                                         | aktueller Benutzer<br>seitenweise Ausgabe von Text<br>seitenweise Ausgabe von Text, mit blättern | <code>ls -la   less</code>                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <code>alias [X=U]</code>                                                      | Pseudonym                                        | einem Befehl 'U' ein Pseudonym 'X' geben                                                         | <code>alias ll="ls -l" ""</code> für separierte Befehle                                                                                                                                                                                                                    |
| <code>tail [Datei]</code>                                                     | Ende                                             | Ausgabe der letzten Zeile einer Datei                                                            | <code>tail -f [Datei]</code> Vortlaufende Ausgabe                                                                                                                                                                                                                          |

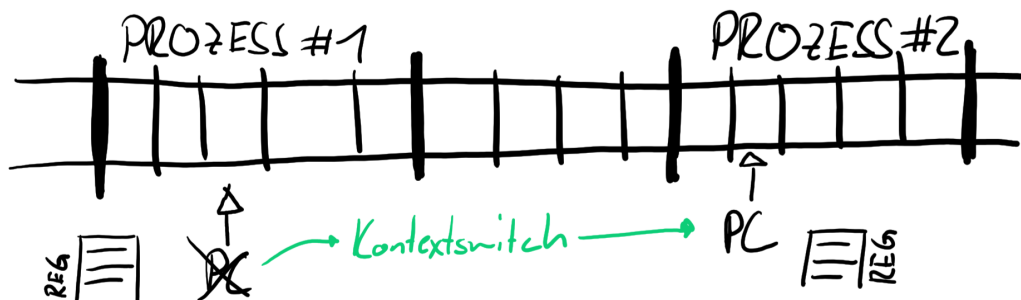
| Befehl         | Bedeutung                   | Erklärung                                | Beispiel / Ergänzung                 |
|----------------|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| cat [Dateien]  | concatenate                 | Ausgabe von mehreren Dateien auf Konsole | cat text.txt othertext.txt error.log |
| which [Befehl] | welcher                     | Wo befindet sich ein Programm/Befehl     |                                      |
| type [Befehl]  |                             | Information zum Befehlstyp               |                                      |
| df             | disk free                   | Belegung Speicherplatz                   |                                      |
| free           | freier SPeicher             | Belegung Memory                          |                                      |
| top            | Linux Prozesse anzeigen     | "Taskmanager", 'q' zum beenden           |                                      |
| htop           | Interaktiver Prozess Viewer | "Taskmanager", top on steroids           |                                      |

## 9 Zugriff Modifier

| Standort des Aufrufers                     | public | protected internal | protected | internal | private protected | private |
|--------------------------------------------|--------|--------------------|-----------|----------|-------------------|---------|
| Innerhalb der Klasse                       | ✓      | ✓                  | ✓         | ✓        | ✓                 | ✓       |
| Abgeleitete Klasse (selbe Assembly)        | ✓      | ✓                  | ✓         | ✓        | ✓                 | ✗       |
| Nicht abgeleitete Klasse (selbe Assembly)  | ✓      | ✓                  | ✗         | ✓        | ✗                 | ✗       |
| Abgeleitete Klasse (andere Assembly)       | ✓      | ✓                  | ✓         | ✗        | ✗                 | ✗       |
| Nicht abgeleitete Klasse (andere Assembly) | ✓      | ✗                  | ✗         | ✗        | ✗                 | ✗       |

## 10 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* Betriebssystem 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.
- **HAT** "Hardware On Top" für Raspberry Pi, "Shield" für Arduino, "Cape" für Beaglebone
- **CLR** "Common Language Runtime" stellt eine Laufzeitumgebung zur Verfügung, um Programme unabhängig der darunterliegenden Hardware auszuführen und unterstützt eine Vielzahl von Programmiersprachen.
- **Linux Betriebssystem** "Linus Unix" monolithischer Kernel, überwiegend in C, wenig in *Assembler* geschrieben
- **GNU** "GNU is not Unix" unixähnliches Betriebssystem und freie Software. Es ist unix ähnlich, enthält aber kein Unix Code. By *Richard Stallmann*
- **GPL** "GNU Public License" \*(Qualltexte müssen offen sein, Man kann die Bedinungnen nicht einschränken, Jede Änderung fällt unter die gleichen Bedingungen, Lizenzbedingungen müssen beigefügt werden)