

# Vorlesung Softwareentwicklung 2021

<https://github.com/SebastianZug/CsharpCourse>

André Dietrich    Christoph Pooch    Fabian Bär    Fritz Apelt    Galina Rudolf  
JohannaKlinke    Jonas Treumer    KoKoKotlin    Lesestein    LinaTeumer  
MMachel    Sebastian Zug    Snikker123    Yannik Höll    Florian2501    DEVensiv  
fb89zila

## Vererbung

Parameter	Kursinformationen
<b>Veranstaltung:</b>	Vorlesung Softwareentwicklung
<b>Semester:</b>	Sommersemester 2022
<b>Hochschule:</b>	Technische Universität Freiberg
<b>Inhalte:</b>	Implementierung der Vererbung in C#
<b>Link auf den GitHub:</b>	<a href="https://github.com/TUBAF-Ifl-LiaScript/VL_Softwareentwicklung/blob/master/09_Verbung.md">https://github.com/TUBAF-Ifl-LiaScript/VL_Softwareentwicklung/blob/master/09_Verbung.md</a>
<b>Autoren</b>	@author

## Auf Nachfrage ...

Hinweis auf die Lauffähigkeit der *Fat Arrow Syntax* unter C# 7.0. siehe [Beispiel aus Vorlesung 7](#)

## Vererbung in C

Vererbung bildet neben Kapselung und Polymorphie die zentrale Säule des objektorientierten Programmierens. Die Vererbung ermöglicht die Erstellung neuer Klassen, die ein in existierenden Klassen definiertes Verhalten wieder verwenden, erweitern und ändern. [MS.NET Programmierhandbuch]

### Beispiele

Die Klasse, deren Member vererbt werden, wird **Basisklasse** genannt, die ererbende Klasse als **abgeleitete Klasse** bezeichnet.

Basisklasse	abgeleitete Klassen	Gemeinsamkeiten
Fahrzeug	Flugzeug, Boot, Automobil	Position, Geschwindigkeit, Zulassungsnummer, Führerscheinpflicht
Datei	Foto, Textdokument, Datenbankauszug	Dateiname, Dateigröße, Speicherort
Nachricht	Email, SMS, Chatmessage	Adressat, Inhalt, Datum der Versendung

## Umsetzung in C#

```
using System;  
using System.Reflection;  
using System.ComponentModel.Design;
```

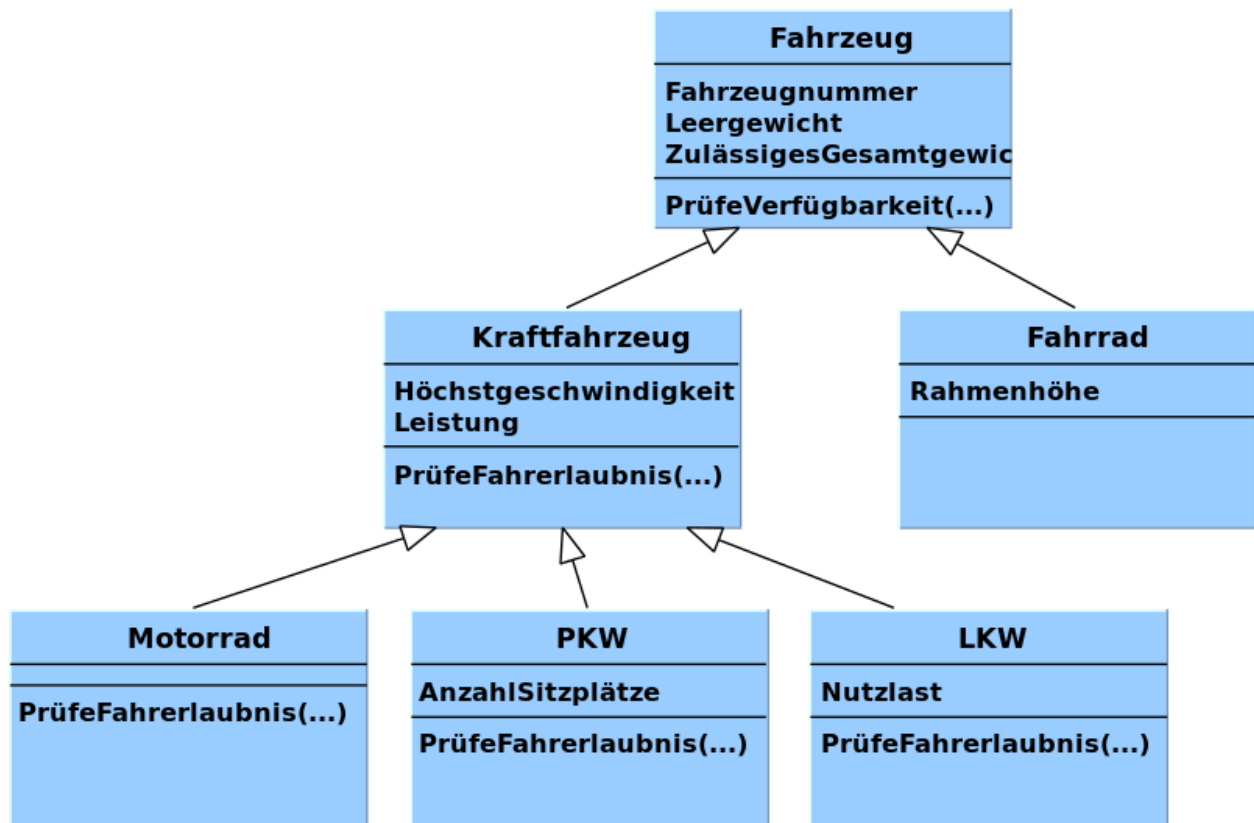


Figure 1: Vererbungsbeispiel

```

public class Person {
    public int geburtsjahr;
    public string name;
}

public class Fußballspieler : Person {
    public byte rückennumemr;
}

public class Schiedsrichter : Person {
    public bool assistent = true;
}

public class Program
{
    public static void Main(string[] args){
        Person Mensch = new Person {geburtsjahr = 1956, name = "Löw"};
        Console.WriteLine("{0,4} - {1}", Mensch.geburtsjahr, Mensch.name );
        Console.WriteLine("Felder in der Instanz '{0}' von '{1}'", Mensch.name, Mensch);
        var fields = Mensch.GetType().GetFields();
        foreach (FieldInfo field in fields){
            Console.WriteLine(" x " + field.Name);
        }
    }
}
  
```

*Merke:* Im Unterschied zu Klassen ist für Structs unter C# keine Vererbung möglich!

In C# kann jede Klassendefinition nur eine Basisklasse referenzieren. Im Sinne einer realitätsnahen Modellierung wären Mehrfachvererbungen aber durchaus zielführend. Ein Amphibienfahrzeug leitet sich aus den Basisklassen Wasserfahrzeug und Landfahrzeug ab, ein Touchpad integriert die Member von Eingabegerät und Ausgabegerät.

C# verzichtet drauf um Mehrdeutigkeiten und Fehler ausschließen zu können, die aus gleichnamige Membern hervorgehen.

**\*\* ... und wie erfolgt die Initialisierung? \*\***

Konstruktoren werden nicht vererbt, jedoch

- kann mit dem Schlüsselwort **base** auf die Konstruktoren der Basisklasse zurückgegriffen werden.
- wird sofern aus der abgeleiteten Klasse kein expliziter Aufruf erfolgt, der Standardkonstruktor der Basisklasse aufgerufen.

Ein Beispiel für den impliziten Aufruf des Standardkonstruktors:

- Fügen Sie einen leeren Standardkonstruktor mit einer Ausgabe in Fußballspieler ein `public Fußballspieler(){ Console.WriteLine("ctor of Fußballspieler"); }`
- nutzen Sie nun `base` um den zweiten in `Person` existierenden Konstruktor zu adressieren. `public Fußballspieler() : base(1) ->`

```
using System;
using System.Reflection;
using System.ComponentModel.Design;

public class Person {
    public int geburtsjahr;
    public string name;

    public Person(){
        geburtsjahr = 1984;
        name = "Orwell";
        Console.WriteLine("ctor of Person");
    }

    public Person(int auswahl){
        if (auswahl == 1) {name = "Micky Maus";}
        else {name = "Donald Duck";}
    }
}

public class Fußballspieler : Person {
    public byte rückennummer;
}

public class Program
{
    public static void Main(string[] args){
        Fußballspieler champ = new Fußballspieler();
        Console.WriteLine("{0,4} - {1}", champ.geburtsjahr, champ.name );
    }
}
```

## Zugriffsmechanismen

Wer darf auf welche Methoden, Properties, Variablen usw. zurückgreifen? Mit der Einführung der Vererbung steigt die Komplexität der Sichtbarkeitsregeln nochmals an.

Zugriffsmodifizierer	Innerhalb eines Assemblys		Außerhalb eines Assemblys	
	Vererbung	Instanzierung	Vererbung	Instanzierung
-----	-----	-----	-----	-----
`public`	ja	ja	ja	ja
`private`	nein	nein	nein	nein
`protected`	ja	nein	ja	nein
`internal`	ja	ja	nein	nein
`internal protected`	ja	ja	ja	nein

Die Konzepte von `internal` setzen diese Überlegung fort und kontrollieren den Zugriff über Assembly-Grenzen.

	Variante I	Variante II
	Übergreifendes gemeinsames Assembly	Separate Assemblies via dll-Referenz
Person		
Geburtsjahr : int		
Name : string		Person.dll
- email : string		
BerechneAlter()		
# SendEmail()	Assembly - Programm	
Fußballspieler		
- rückennummer: int		
# geschosseneTore : int		
«property» Rückennummer: int		
- SendMessage()		
"^"		
Programm		
Maier: Fußballspieler		
Main()		

- innerhalb/außerhalb einer Klasse
- innerhalb der Vererbungshierarchie einer Klasse / außerhalb (“nutzt”)
- innerhalb des Assemblys / außerhalb

Private Konstruktoren werden verwendet, um die Instanziierung einer Klasse zu verhindern, die ausschließlich statische Elemente hat. Ein Beispiel dafür ist die `Math` Klasse, die Methoden definiert, die ohne eine Instanz der Klasse aufgerufen werden. Wenn alle Methoden in der Klasse statisch sind, wäre es ggf. sinnvoll die gesamte Klasse statisch anzulegen.

4

```

    public static int currentCount;

    public static int IncrementCount()
    {
        return ++currentCount;
    }
}

public class Program
{
    public static void Main(string[] args){
        Counter myCounter = new Counter();
        //Console.WriteLine()
    }
}

```

## Klasse

Auch für Klassen selbst können Zugriffsattribute das Verhalten bestimmen:

- Jede Klasse kann entweder als **public** oder **internal** deklariert sein (Standard: **internal**)
- Klassen können mit **sealed** versiegelt werden. Damit ist das Erben davon ausgeschlossen (Bsp.: System.String)

## Polymorphie in C

Strukturieren Sie die Klassen “Zug”, “GüterZug”, “PersonenZug” und “ICE” in einer sinnvolle Vererbungshierarchie. Wie setzen Sie diese in C# Code um?

```

using System;
using System.Reflection;
using System.ComponentModel.Design;

class Zug
{
    string nummer;
    public Zug()
    {
        Console.WriteLine("Zug-ctor");
    }
    public Zug(string nummer)
    {
        this.nummer = nummer;
        Console.WriteLine("Spezifischer Zug-ctor");
    }
}

class PersonenZug : Zug
{
    public PersonenZug() : base("Freiberg")
    {
        Console.WriteLine("PersonenZug-ctor");
    }
}

class Ice : PersonenZug
{
    public Ice()
    {
        Console.WriteLine("ICE-ctor");
    }
}

```

```

class GueterZug : Zug
{
    public GueterZug()
    {
        Console.WriteLine("GueterZug-ctor");
    }
}

public class Program
{
    public static void Main(string[] args)
    {
        Console.WriteLine("Generiere neuen ICE ");
        Ice ice = new Ice();
        Console.WriteLine("Generieren neuen Güterzug");
        GueterZug gueter = new GueterZug();
    }
}

```

**Merke:** Konstruktoren werden nicht geerbt! Jede Unterklasse deklariert (implizit) eigene Konstrukturen.

Die Konstruktoren der Basisklasse können jeweils mit `base()` aufgerufen werden. Erfolgt dies nicht, wird der parameterlose Konstruktor der Basisklasse automatisch aufgerufen.

Die Ausgabe des oben aufgeführten Beispiels illustriert diese Aufrufhierarchie. Entfernen Sie dem `base` Aufruf in Zeile 23 und erklären Sie den Unterschied.

In diesem Fall ist `Zug` die Basisklasse und `PersonenZug`, `GueterZug` und `ICE` sind abgeleitete Klassen.

Eine Variablen vom Basisdatentyp kann immer eine Instanz einer abgeleiteten Klasse zugewiesen werden. Entsprechend unterscheidet man dann zwischen dem statischen und dem dynamischen Typ der Variablen. Der statische Typ ist immer der, der auch deklariert wurde. Der dynamische Typ wird durch die aktuelle Referenz einer Instanz einer abgeleiteten Klasse von `Zug` bestimmt und ist veränderlich.

Zuweisung	statischer Typ von Zug	dynamischer Typ von Zug
<code>Zug RB51 = new Zug();</code>	<code>Zug</code>	<code>Zug</code>
<code>RB51 = new PersonenZug();</code>	<code>Zug</code>	<code>PersonenZug</code>
<code>RB51 = new Ice</code>	<code>Zug</code>	<code>ICE</code>

## Laufzeitprüfung

Entsprechend brauchen wir eine Typprüfung, die untersucht, ob die Variable von einem bestimmten dynamischen Typ oder einem daraus abgeleiteten Typ ist.

- der dynamische Typ einer Klasse kann zur Laufzeit geprüft werden
- `Typstest` liefert bei null-Werten immer `false`

```

using System;
using System.Reflection;
using System.ComponentModel.Design;

class Zug
{
    public Zug()
    {
        Console.WriteLine("Zug-ctor");
    }
}

class PersonenZug : Zug

```

```

{
    public PersonenZug() : base()
    {
        Console.WriteLine("PersonenZug-ctor");
    }
}

class Ice : PersonenZug
{
    public Ice()
    {
        Console.WriteLine("ICE-ctor");
    }
}

public class Program
{
    public static void Main(string[] args)
    {
        Zug IC239 = new Ice();
        Console.WriteLine("IC239 ist ein Zug? " + (IC239 is Zug)); // true
        Console.WriteLine("IC239 ist ein PersonenZug? " + (IC239 is PersonenZug)); // true
        Console.WriteLine("IC239 ist ein Ice? " + (IC239 is Ice)); // true
        IC239 = null;
        Console.WriteLine("IC239 ist ein Ice? " + (IC239 is Ice)); // false
    }
}

```

## Grundidee der Polymorphie

Objekte einer Basisklasse können somit Instanzen einer abgeleiteten Klassen umfassen. Damit lassen sich ähnlich einem Container sehr unterschiedliche Objekte einer Vererbungslinie bündeln. Welche Frage ergibt sich dann?

**Wir haben schon gesehen, dass die Vererbung unter anderem Funktionen umfasst. Auf welche Klassenmember greife ich überhaupt zurück?**

**Merke** Polymorphie bezeichnet die Tatsache, dass Klassenmember ausgehend von Ihrer Nutzung ein unterschiedliches Verhalten erzeugen.

Das heißt, die Methoden der Klassen einer Vererbungshierarchie können auf verschiedenen Ebenen gleiche Signatur, aber unterschiedliche Implementierungen haben. Welche der Methoden für ein gegebenes Objekt aufgerufen wird, wird erst zur Laufzeit bestimmt (dynamische Bindung).

**Merke** Dynamische Bindung bezeichnet die Tatsache, dass bei Aufruf einer überschriebenen Methode über eine Basisklassenreferenz oder ein Interface trotzdem die Implementierung der abgeleiteten Klasse zum Einsatz kommt.

Dynamische Bindung erlaubt den Aufruf von überschriebenen Methoden aus der Basisklasse heraus, wobei das Überschreiben muss in der Basisklasse explizit erlaubt werden muss.

## Überschreiben von Methoden

In C# können abgeleitete Klassen Methoden mit dem gleichen Namen wie Basisklassen-Methoden enthalten. Diese Methoden müssen dann in der Basisklasse mittels `virtual` als explizit überschreibbar deklariert werden:

```
public virtual void makeSound() => Console.WriteLine("I'm an Animal");
```

Zum Überschreiben wird das Schlüsselwort `override` genutzt, welches ein erneutes Deklarieren ermöglicht:

```
public override void makeSound() => Console.WriteLine("Quack!");
```

Dabei müssen beide Methoden die gleiche Signatur haben, d.h. sie sollen die den gleichen Namen und eine identische Parameterliste besitzen. Ansonsten ist es nur Überladung!

```
using System;
```

```

class Animal
{
    public string Name;
    public Animal(string name){
        Name = name;
    }
    public virtual void makeSound(){
        Console.WriteLine("I'm an Animal");
    }
}

class Duck : Animal
{
    public Duck(string name) : base(name) { }
    public override void makeSound(){
        Console.WriteLine("{0} - Quack ({1})", Name, this.GetType().Name);
    }
}

class Cow : Animal
{
    public Cow(string name) : base(name) { }
    public override void makeSound(){
        Console.WriteLine("{0} - Muh ({1})", Name, this.GetType().Name);
    }
}

public class Program
{
    public static void Main(string[] args){
        Animal[] animals = new Animal[3]; // <- Statischer Typ Animal
        animals[0] = new Duck("Alfred"); // <- Dynamischer Typ Duck
        animals[1] = new Cow("Hilde");
        animals[2] = new Animal("Bernd");
        foreach (Animal anim in animals)
            anim.makeSound();
    }
}

```

Die verschiedenen Tierklassen werden auf ihre Basisklasse gecastet, trotzdem aber die individuelle Implementierung von `makeSound` ausgeführt. Damit erlaubt die Polymorphie ein gleichartiges Handling unterschiedlicher Klassen, die über die Vererbung miteinander verknüpft sind.

Interessant ist die Möglichkeit die ursprüngliche Implementierung der Methode aus der Basisklasse weiterhin zu nutzen und zu erweitern:

```

class Horse : Animal
{
    public Horse(string name) : base(name) { }
    public override void makeSound()
    {
        base.makeSound();
        Console.WriteLine("Ich ziehe Kutschen");
    }
}

```

Dazu kann die Methode aus der Basisklasse über `base.<Methodenname>` aufgerufen werden

## Verdecken von Methoden

Sollen die spezifischen Methoden aber nur im Kontext der Klasse realisierbar sein, so werden sie vor der Basisklasse “verdeckt”. Dazu ist das Schlüsselwort `new` erforderlich. In diesem Fall wird keine dynamische Bindung realisiert, sondern die Methode der Basisklasse aufgerufen.



```

using System;

class Animal
{
    public string Name;
    public Animal(string name){
        Name = name;
    }
    public virtual void makeSound(){
        Console.WriteLine("I'm an Animal");
    }
}

class Cat : Animal
{
    public Cat(string name) : base(name) { }
    public new void makeSound(){
        Console.WriteLine("{0} - Miau ({1})", Name, this.GetType().Name);
    }
}

public class Program
{
    public static void Main(string[] args){
        Cat myCat = new Cat("Kitty");
        myCat.makeSound();
        Animal myCatAsAnimal = new Cat("KatziTatzi");
        myCatAsAnimal.makeSound();
    }
}

```

Verdeckt werden können alle Klassenmember einer Basisklasse:

- Felder
- Properties und Indexer
- Methoden usw.

Wenn kein Schlüsselwort angegeben ist, wird implizit **new** angenommen. Im oben genannten Beispiel folgt daraus, dass die in **Cat** implementierte Ausgabe ausschließlich von Objekten des statischen Typs **Cat** aufgerufen werden kann. Testen Sie die Wirkung und ersetzen Sie **new** durch **override**.

Das folgende Beispiel entstammt dem C# Programmierhandbuch und kann unter [Link](#) nachgelesen werden.

Nehmen wir an, dass Ihre Software eine Grafikbibliothek nutzt, die folgende Funktionen bietet:

```

class GraphicsClass
{
    public virtual void DrawLine() { }
    public virtual void DrawPoint() { }
}

```

Sie haben darauf aufbauend eine umfangreiches Framework geschrieben und in einer Klasse, die von **GraphicsClass** erbt eine Methode **DrawRectangle** implementiert.

```

class YourDerivedGraphicsClass : GraphicsClass
{
    public void DrawRectangle() { }
}

```

Nun entwickelt der Hersteller eine neue Version von **GraphicsClass** und integriert eine eigene Realisierung von **DrawRectangle**. Sobald Sie Ihre Anwendung neu gegen die Bibliothek kompilieren, erhalten Sie vom Compiler eine Warnung. Diese Warnung informiert Sie darüber, dass Sie das gewünschte Verhalten der **DrawRectangle**-Methode in Ihrer Anwendung bestimmen müssen. Welche Möglichkeiten haben Sie - **override** oder **new** oder umbenennen? Welche Konsequenzen ergeben sich daraus?

## Versiegeln von Klassen oder Membern

Die Mechanismen der Vererbung und Polymorphie können aber auch aufgehoben werden, wenn ein Schutz notwendig ist. Das Schlüsselwort `sealed` ermöglicht es sowohl Klassen von der Rolle als Basisklasse auszuschließen als auch das Überschreiben von Methoden zu verhindern.

```
class A {}  
sealed class B : A {}
```

Im Beispiel erbt die Klasse B von der Klasse A, allerdings kann keine Klasse von der Klasse B erben.

**Merke:** Da Strukturen implizit versiegelt sind, können sie nicht geerbt werden.

```
using System;  
  
sealed public class Animal  
{  
    public string Name;  
    public Animal(string name){  
        Name = name;  
    }  
    public virtual void makeSound(){  
        Console.WriteLine("I'm a Crocodile");  
    }  
}  
  
class Cat : Animal  
{  
    public Cat(string name) : base(name) { }  
    public sealed override void makeSound(){ // sealed schützt die Cat.makeSound methode  
        Console.WriteLine("{0} - Miau ({1})", Name, this.GetType().Name);  
    }  
}  
  
class Tiger : Cat  
{  
    public Tiger(string name) : base(name) { }  
    public override void makeSound(){  
        Console.WriteLine("{0} - Grrrr ({1})", Name, this.GetType().Name);  
    }  
}  
  
public class Program  
{  
    public static void Main(string[] args){  
        Tiger evilTiger = new Tiger("Shir Khan");  
        evilTiger.makeSound();  
    }  
}
```

## Casts über Klassen

Konvertierungen zwischen unterschiedlichen Datentypen lassen sich auch auf Klassen anwenden, allerdings sind hier einige Besonderheiten zu beachten.

- implizit auf die Basisklasse (upcast)
- explizit auf die abgeleitete Klasse (downcast)

gecastet werden. Zunächst ein Beispiel für einen *upcast* anhand unseres Fußballbeispiels. Zugriffe auf Member, die in der Basisklasse nicht enthalten sind führen logischerweise zum Fehler.

```
using System;  
using System.Reflection;  
using System.ComponentModel.Design;
```

```

public class Person {
    public int geburtsjahr;
    public string name;
}

public class Fußballspieler : Person {
    public byte rücknummer;
}

public class Program
{
    public static void Main(string[] args)
    {
        Fußballspieler champ = new Fußballspieler {geburtsjahr = 1956,
                                                    name = "Maier",
                                                    rücknummer = 13};

        Console.WriteLine("Felder in der Instanz '{0}' von '{1}'", champ.name, champ);
        var fields = champ.GetType().GetFields();
        foreach (FieldInfo field in fields){
            Console.WriteLine(" x " + field.Name);
        }
        Person human = champ;    // Castoperation Fußballspieler -> Person
        Console.WriteLine("human ist ein Fußballspieler? " + (human is Fußballspieler));
        //Console.WriteLine(human.rücknummer);
    }
}

```

In umgekehrter Richtung vollzieht sich der *Downcast*, eine Instanz der Basisklasse wird auf einen abgeleiteten Typ gemappt.

```

using System;
using System.Reflection;
using System.ComponentModel.Design;

public class Person {
    public int geburtsjahr;
    public string name;
}

public class Fußballspieler : Person {
    public byte rücknummer;
}

public class Program
{
    public static void Main(string[] args)
    {
        Fußballspieler champ = new Fußballspieler {geburtsjahr = 1956,
                                                    name = "Maier",
                                                    rücknummer = 13};

        Person mensch = champ;
        Fußballspieler champ2 = (Fußballspieler) mensch;
    }
}

```

## Beispiel

*Upcast* und *Downcast* ... wozu brauche ich das den? Nehmen wir an, dass wir eine Ausgabemethode für beide Typen - Person und Fußballspieler - benötigen. Ja, es wäre möglich diese als Memberfunktion zu implementieren, problematisch wäre aber dann, dass wir an unterschiedlichen Stellen im Code spezifische Befehle für die Ausgabe in der Konsole zu stehen haben. Sollen die Log-Daten nun plötzlich in eine Datei ausgegeben werden, müsste diese Anpassung überall vollzogen werden. Entsprechend ist eine externe (statische) Logger-Klasse

wesentlich geeigneter diese Funktionalität zu kapseln. Allerdings wäre dann ein überladen der entsprechenden Ausgabefunktion mit allen vorkommenden Typen notwendig. Dies kann durch entsprechende Casts umgangen werden.

```
using System;
using System.Reflection;
using System.ComponentModel.Design;

public class Person
{
    public int geburtsjahr;
    public string name;
}

public class Fußballspieler : Person
{
    public byte rückennummer;
}

public static class Logger
{
    public static void printPerson(Person person){
        Console.WriteLine("{0} - {1}", person.name, person.geburtsjahr);
        if (person is Fußballspieler)
            Console.WriteLine("{0} - {1}", person.name, (person as Fußballspieler).rückennummer);
    }
}

public class Program
{
    public static void Main(string[] args)
    {
        Person Mensch = new Person {geburtsjahr = 1956,
                                     name = "Maier"};
        Logger.printPerson(Mensch);
        Fußballspieler Champ = new Fußballspieler{geburtsjahr = 1967,
                                                    name = "Müller",
                                                    rückennummer = 13};
        Logger.printPerson(Champ);
    }
}
```