

# Einführung in die Programmierung

Wintersemester 2018/19

Prof. Dr. Günter Rudolph

Lehrstuhl für Algorithm Engineering

Fakultät für Informatik

TU Dortmund

## Ziele von Klassen

### ➤ *Schon besprochen:*

- Kapselung von Attributen (wie `struct` in Programmiersprache C)
- Kapselung von klassenspezifischen Funktionen / Methoden
- Erweiterte Möglichkeiten gegenüber `struct`
  - Konstruktoren / Destruktoren
  - Überladen von Funktionen (Methoden) und Konstruktoren
  - Überladen von Operatoren

### ➤ *Neu:*

- Effiziente Wiederverwendbarkeit
  - dazu: → **Vererbung**

## Modellierung von Objekten mit geringen Unterschieden

**Bisherige Mittel** zum Modellieren von „ähnlichen“ Objekten:

- Sei Klasse A bereits definiert (Beispiel: Sparkonten).
- Wir wollen jetzt Girokonten modellieren → Klasse B.

**Ansatz:**

- Kopiere Code von Klasse A
- Umbenennung in Klasse B
- Hinzufügen, ändern, entfernen von Attributen und Methoden

**Probleme:**

- Aufwändig bei Änderungen (z.B. zusätzlich Freistellungsbetrag für alle Konten)
- Fehleranfällig ... und langweilig!

## Alternative: Vererbung bzw. Erben

Seien **A** und **B** Klassen:

- **A** ist Oberklasse von **B** bzw. **B** ist Unterklasse von **A**
- Wir sagen: **B** erbt Attribute und Methoden von **A**  
d.h. **B** „kennt“ Attribute und Methoden von **A**  
(Grad der Bekanntschaft wird gleich noch detailliert angegeben)
- **B** fügt neue Attribute und Methoden zu denen von **A** hinzu  
→ ggf. werden (alte) Methoden neu definiert
- Jede Instanz von **B** ist auch eine Instanz von **A**

## Beispiel: Klassen `KString` und `KVersalien`

### ➤ Definiere Klasse `KString`

- Attribute

- Zeichenkette
- Länge

- Methoden

- Konstruktor / Destruktor
- SetValue, GetValue, Length, Print

extrem  
„abgespeckte“ Version der  
Klasse `std::string`

### ➤ Betrachte Unterklasse `KVersalien`

⇒ Für Zeichenketten, die Buchstaben nur als Großbuchstaben aufweisen!

## Klasse KString: 1. Versuch

```
class KString {  
private:  
    char* mValue;  
    int mLength;  
public:  
    KString(char *s);  
    bool SetValue(char *s);  
    char *GetValue();  
    int Length();  
    void Print();  
    ~KString();  
};
```

... schon ganz gut, **aber** ...

Zugriffsspezifikation **private**  
wird Probleme machen!

→ siehe später!

## Grundansatz Vererbung

```
class KVersalien : public KString { ... };
```

↖  
Name der  
Unterklasse

↖  
`public` besagt an dieser Stelle:  
Übernahme der Zugriffsspezifikationen von  
der Oberklasse (hier: von `KString`)

↖  
Unterklasse `KVersalien` erbt  
von der Oberklasse `KString`:  
Attribute und Methoden von  
`KString` sind in `KVersalien`  
(bedingt) verfügbar!



öffentliche Attribute / Methoden   
private Attribute / Methoden ???

## Grundansatz Vererbung

```
class KVersalien : public KString {
public:
    KVersalien(char *s);        // Eigener Konstruktor
    bool SetValue(char *s);    // Überschriebene Methode
    void Print();              // Überschriebene Methode
};
```

KVersalien möchte von KString erben:

- Attribute `mValue` und `mLength` → **private!** ❌
- Methoden `GetValue` und `Length` → **public!** ✅
- Destruktor → **public!** ✅



## Verfeinerung des Grundansatzes

### Zwei Arten des Verbergens:

#### 1. Geheimnis (auch) vor Kindern

Klasse möchte Attribute und Methoden exklusiv für sich behalten und nicht **beim Vererben** weitergeben

⇒ Wahl der Zugriffsspezifikation **private**

#### 2. „Familiengeheimnisse“

Attribute und Methoden werden nur den Erben (und deren Erben usw.) bekannt gemacht, nicht aber Außenstehenden

⇒ Wahl der Zugriffsspezifikation **protected**

## Klasse KString: 2. Versuch

```
class KString {  
protected: ←  
    char* mValue;  
    int mLength;  
public:  
    KString(char *s);  
    bool SetValue(char *s);  
    char *GetValue();  
    int Length();  
    void Print();  
    ~KString();  
};
```

einzig  
Veränderung

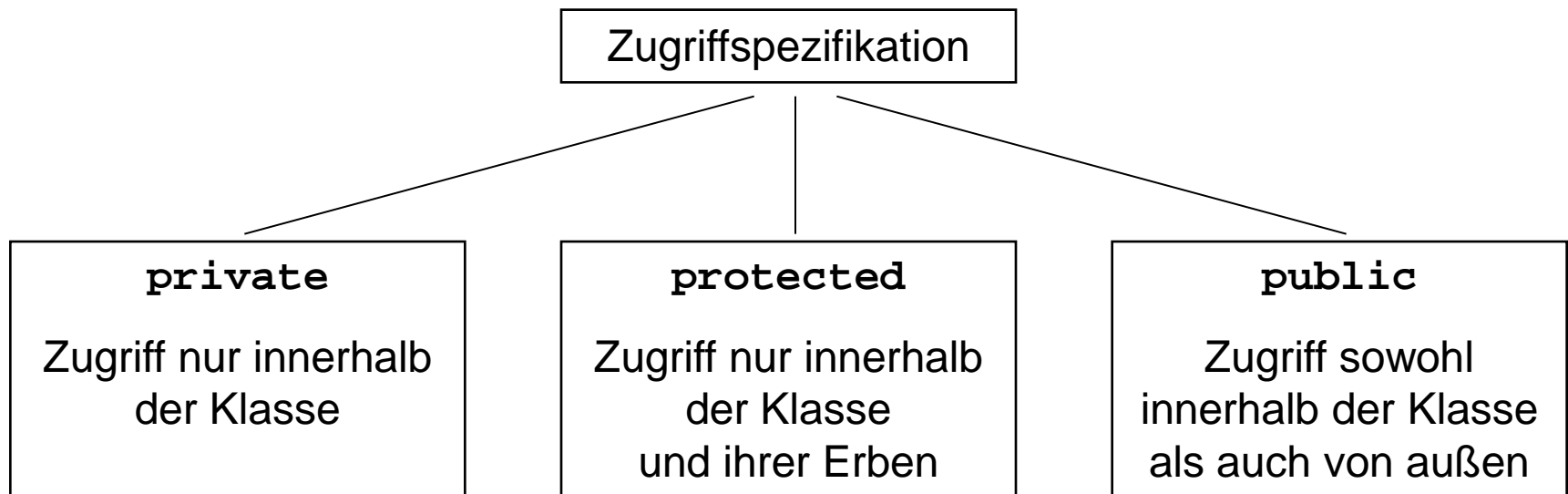


**mValue** und **mLength** sind  
allen Unterklassen von  
**KString** bekannt!

Objekte anderer Klassen  
können nicht darauf zugreifen!

## Erste Zusammenfassung

1. Alle als `public` oder `protected` zugreifbaren Komponenten sind für Erben sichtbar.
2. Die als `private` charakterisierten Komponenten sind in ihrer Sichtbarkeit auf die Klasse selbst beschränkt.



### Sprachliche Regelung:

Der Vorgang des Erzeugens einer Unterklasse aus einer Oberklasse durch Vererbung nennen wir ableiten.

Hier: Klasse `KVersalien` wird von der Klasse `KString` abgeleitet.

sorgt für die soeben zusammengefassten Zugriffsregeln beim Vererben



```
class KVersalien : public KString {
public:
    KVersalien(char *s);           // Eigener Konstruktor
    bool SetValue(char *s);       // Überschriebene Methode
    void Print();                 // Überschriebene Methode
};
```

Man sagt auch: `public`-Ableitung (zur Unterscheidung ...)

## Weitere Formen der Ableitung:

- public-Ableitung

Oberklasse: public

→ Unterklasse: public

Oberklasse: protected

→ Unterklasse: protected

Oberklasse: private

→ Unterklasse: nicht verfügbar

} weiteres Ableiten  
ermöglichen:  
der Normalfall

- protected-Ableitung

Oberklasse: public

→ Unterklasse: **protected**

Oberklasse: protected

→ Unterklasse: protected

Oberklasse: private

→ Unterklasse: nicht verfügbar

} Spezialfall

- private-Ableitung

Oberklasse: public

→ Unterklasse: **private**

Oberklasse: protected

→ Unterklasse: **private**

Oberklasse: private

→ Unterklasse: nicht verfügbar

} weiteres Ableiten  
unterbinden:  
selten

## Implementierung der Klasse KString

```
#include <iostream>
#include <cstring>
#include "KString.h"

using namespace std;

KString::KString(char *s) {
    mLength = strlen(s);           // Länge ohne terminale '\0'
    mValue = new char[mLength+1]; // +1 für '\0'-Zeichen!
    strcpy(mValue, s);            // kopiert auch terminale '\0'
}

KString::~KString() {
    delete[] mValue;
}
```

*Fortsetzung auf nächster Folie ...*

*Fortsetzung ...*

```
int KString::Length() {
    return mLength;
}
void KString::Print() {
    cout << mValue << endl;
}
char *KString::GetValue() {
    return mValue;
}
bool KString::SetValue(char *s) {
    int length = strlen(s);
    if (length > mLength) return false;
    strcpy(mValue, s);
    mLength = length;
    return true;
}
```

Implementierung der abgeleiteten Klasse `KVersalien`

```
#include <iostream>
#include <cctype>
#include "KVersalien.h"

using namespace std;

KVersalien::KVersalien(char *s) : KString(s) {
    for (int i = 0; i < mLength; i++)
        if (islower(mValue[i]))
            mValue[i] = toupper(mValue[i]);
}
```

Zuerst wird der  
Konstruktor der  
Oberklasse  
`KString`  
aufgerufen

Konstruktor  
der Klasse  
`KVersalien`

## Ablauf:

1. Zuerst wird Konstruktor von `KString` aufgerufen, d.h. nach Speicherallokation wird Zeichenkette nach `mValue` kopiert und `mLength` wird gesetzt.
2. Danach wird Code im Konstruktor von `KVersalien` ausgeführt.



Implementierung der abgeleiteten Klasse `KVersalien` (Fortsetzung)

```
void KVersalien::Print() {  
    cout << "KVersalien::Print -> " << endl;  
    KString::Print();  
}
```

expliziter Aufruf  
der Methode der  
Oberklasse

```
bool KVersalien::SetValue(char *s) {  
    if (!KString::SetValue(s)) return false;  
    for (int i = 0; i < mLength; i++)  
        if (islower(mValue[i]))  
            mValue[i] = toupper(mValue[i]);  
    return true;  
}
```

Zeichenkette mit  
Elternmethode  
kopieren, falls  
genug Platz.  
Dann Versalien  
erzeugen.

Methoden `Length()`, `GetValue()` und der Destruktor  
werden von der Eltern- / Oberklasse geerbt !

⇒ Implementierung fertig!

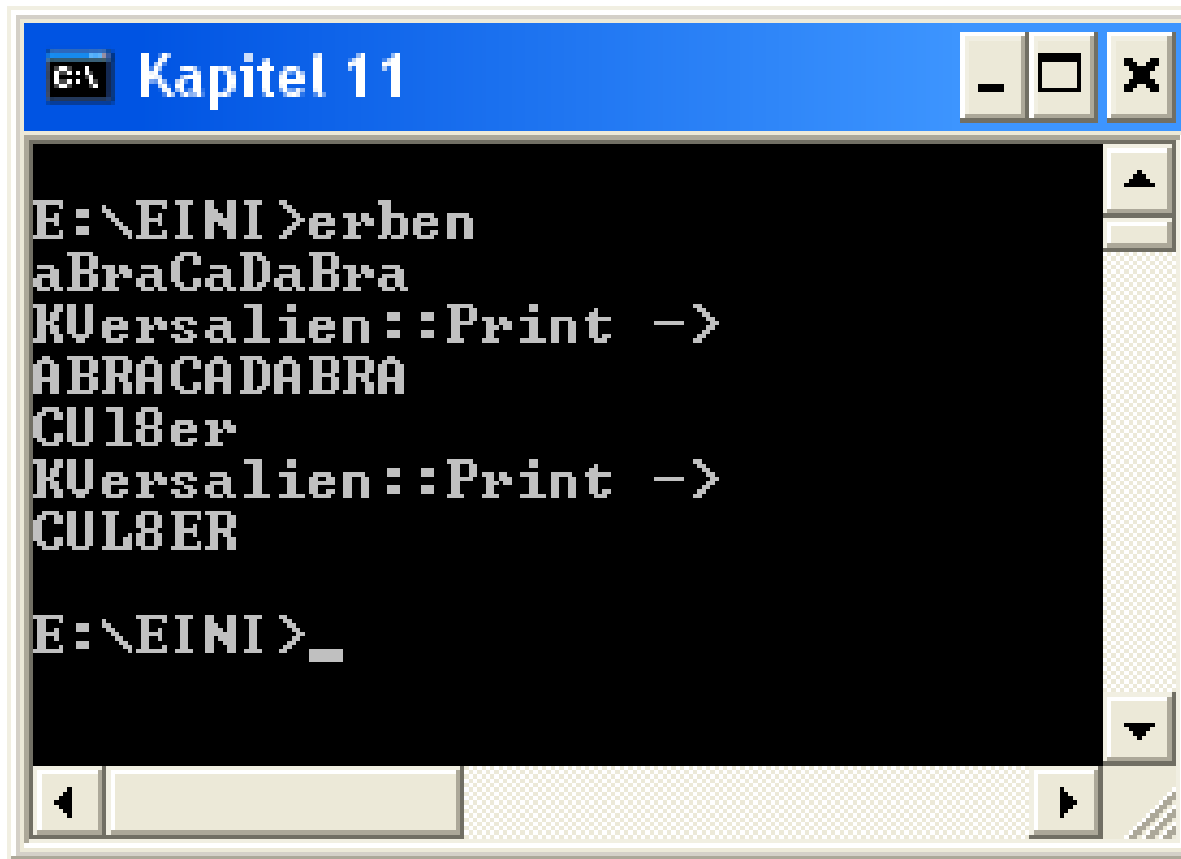
## Testumgebung

```
#include <iostream>
#include "KString.h"
#include "KVersalien.h"

using namespace std;

int main() {
    KString *s = new KString("aBraCaDaBra");
    s->Print();
    KVersalien *v = new KVersalien(s->GetValue());
    v->Print();
    s->SetValue("CUl8er");
    s->Print();
    v->SetValue(s->GetValue());
    v->Print();
    delete s;
    delete v;
}
```

Ausgabe:



```
E:\EINI>erben
aBraCaDaBra
KUersalien::Print ->
ABRACADABRA
CUL8er
KUersalien::Print ->
CUL8ER

E:\EINI>_
```

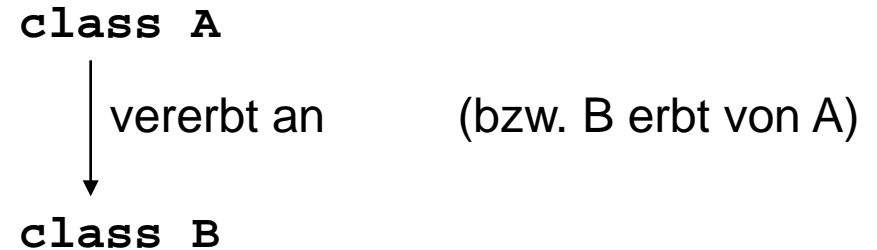
## Sprachregelungen:

- Oberklassen werden Elternklassen, manchmal auch Vaterklassen genannt.
- Unterklassen sind von Elternklassen abgeleitete Klassen.
- Abgeleitete Klassen werden manchmal auch Tochterklassen genannt.
- Die Methoden aus Elternklassen können in den abgeleiteten Klassen überschrieben oder redefiniert werden.

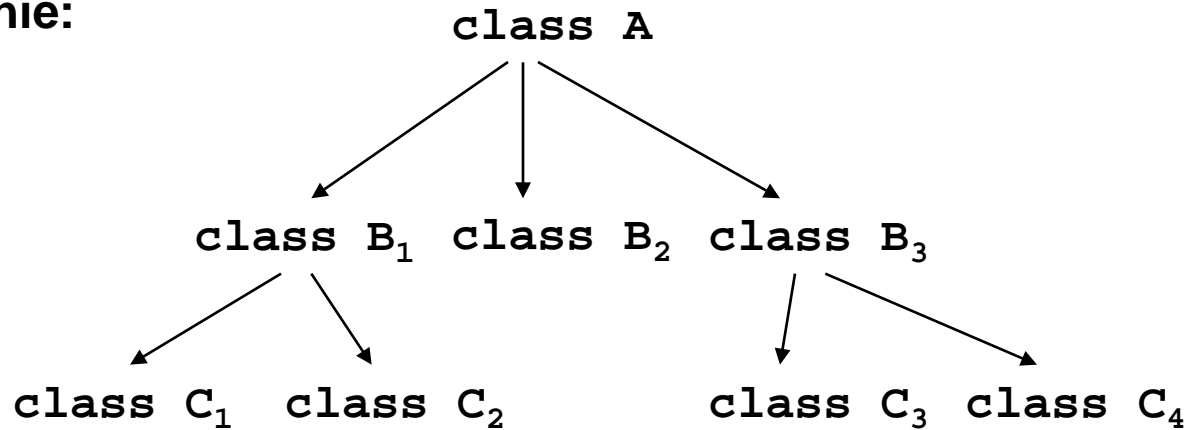
## Zweite Zusammenfassung

1. Häufigste Form der Ableitung ist die `public`-Ableitung: `class B:public A { }`
2. Methoden der Elternklassen können benutzt oder überschrieben werden, sofern sie in der Elternklasse `public` bzw. `protected` sind.
3. Überschriebene Methoden der Elternklasse können explizit durch Angabe der Elternklasse aufgerufen werden (Bsp: `KString::SetValue`).

Vererbung bisher:



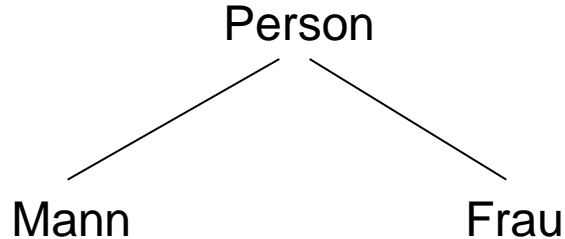
Klassenhierarchie:



hier: einfaches Erben (nur eine Oberklasse)

**Beispiel:**

Einfache Klassenhierarchie



Klasse `Person` enthält alle Attribute und Methoden, die geschlechtsunspezifisch sind.

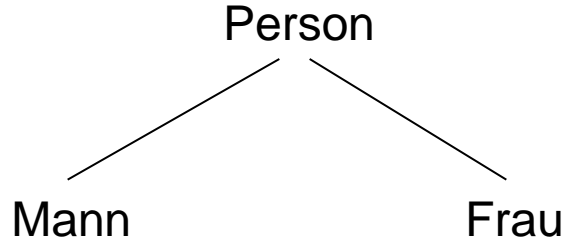
```
class Person {
private:
    KString *Vorname;
    Frau    *Mutter;
    Mann    *Vater;
public:
    Person(char *vorname);
    Person(KString *vorname);

    char *Name();
    void SetzeVater(Mann *m);
    void SetzeMutter(Frau *f);
    void Druck();

    ~Person();
};
```

**Annahme:** Rechtslage in Deutschland vor Oktober 2017

## Beispiel Klassenhierarchie:



Die abgeleiteten Klassen **Mann** und **Frau** enthalten alle Attribute und Methoden, die geschlechtsspezifisch sind.

```
class Mann : public Person {
private:
    Frau *Ehefrau;
public:
    Mann(char *vn);
    Mann(Person *p);
    void NimmZurFrau(Frau *f);
    Frau *EhemannVon();
};
```

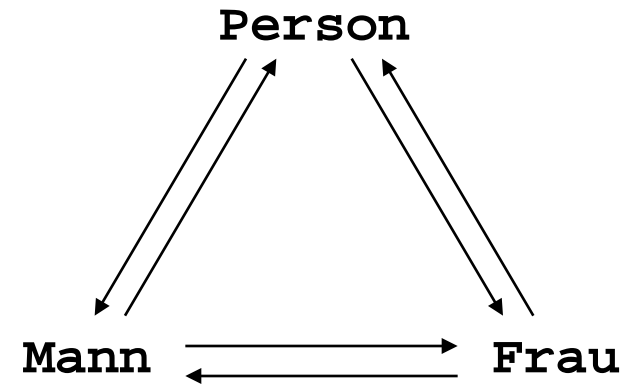
```
class Frau : public Person {
private:
    Mann *Ehemann;
public:
    Frau(char *vn);
    Frau(Person *p);
    void NimmZumMann(Mann *m);
    Mann *EhefrauVon();
};
```

**Problem: Zirkularität**

Für Klasse **Mann** müssen die Klassen **Person** und **Frau** bekannt sein!

Für Klasse **Frau** müssen die Klassen **Person** und **Mann** bekannt sein!

Für Klasse **Person** müssen die Klassen **Mann** und **Frau** bekannt sein!



**A** → **B** bedeutet:  
**A** wird von **B** benötigt



## Lösung: Vorwärtsdeklaration (wie bei Funktionen)

- bei Funktionen: z.B. `void Funktionsname(int x);`
- bei Klassen: z.B. `class Klassenname;`

hier:

```
class Mann;  
class Frau;  
  
class Person { ... };  
class Frau: public Person { ... };  
class Mann: public Person { ... };
```

## Zwei Konstruktoren:

```
Person::Person(KString *vn) : Vater(nullptr), Mutter(nullptr) {  
    Vorname = new KString(vn->GetValue());  
}  
  
Person::Person(char *vn) : Vater(nullptr), Mutter(nullptr) {  
    Vorname = new KString(vn);  
}
```

**Destruktor** notwendig wegen Allokation von dynamischem Speicher

```
Person::~~Person() {  
    delete Vorname;  
}
```

```
char *Person::Name() {  
    return Vorname->GetValue();  
}
```

Vorname ist private!  
Name() ist public!



Von **Person** abgeleitete Klassen dürfen **Name()** nicht überschreiben,  
sonst ist der Zugriff auf Vorname auch für sie verwehrt!

```
void Person::SetzeMutter(Frau *f) {  
    Mutter = f;  
}  
void Person::SetzeVater(Mann *m) {  
    Vater = m;  
}
```

```
void Person::Druck(char *s) {  
    cout << s << "Vorname: " << Vorname->GetValue() << endl;  
    if (Mutter != nullptr) {  
        cout << s << "Mutter: ";  
        Mutter->Druck("");  
    }  
    if (Vater != nullptr) {  
        cout << s << "Vater : ";  
        Vater->Druck("");  
    }  
}
```

von Person  
geerbte Methode

```
Mann::Mann(Person *p) : Person(p->Name()), Ehefrau(nullptr) { }  
Mann::Mann(char *vn) : Person(vn), Ehefrau(nullptr) { }
```

```
void Mann::NimmZurFrau(Frau *f) {  
    Ehefrau = f;  
}
```

```
Frau *Mann::EhemannVon() {  
    return Ehefrau;  
}
```

Implementierung der  
Klasse Mann

```
Frau::Frau(Person *p) : Person(p->Name()), Ehemann(nullptr) { }  
Frau::Frau(char *vn) : Person(vn), Ehemann(nullptr) { }
```

```
void Frau::NimmZumMann(Mann *m) {  
    Ehemann = m;  
}
```

```
Mann *Frau::EhefrauVon() {  
    return Ehemann;  
}
```

Implementierung der  
Klasse Frau

## Hilfsroutinen

```
void Verheirate(Mann *m, Frau *f) {
    if (m != nullptr && f != nullptr) {           // Existenz?
        if (m->EhemannVon() != nullptr) return;   // ledig?
        if (f->EheFrauVon() != nullptr) return;   // ledig?
        m->NimmZurFrau(f);
        f->NimmZumMann(m);
    }
}
```

```
void Scheide(Mann *m, Frau *f) {
    if (m != nullptr && f != nullptr) {           // Existenz?
        if (m->EhemannVon() == f) {               // verheiratet?
            m->NimmZurFrau(nullptr);
            f->NimmZumMann(nullptr);
        }
    }
}
```

## Testprogramm

```
int main() {
    Mann *Anton   = new Mann("Anton");
    Frau *Bertha  = new Frau("Bertha");

    Mann *Carl    = new Mann("Carl");
    Carl->SetzeMutter(Bertha); Carl->SetzeVater(Anton);

    Frau *Doris   = new Frau("Doris");
    Doris->SetzeMutter(Bertha); Doris->SetzeVater(Anton);

    Anton->Druck("A: "); Bertha->Druck("B: ");
    Carl->Druck("\tC:"); Doris->Druck("\tD:");

    Verheirate(Anton, Bertha);
    Bertha->EhefrauVon()->Druck("B ist Frau von: ");
    Anton->EhemannVon()->Druck("A ist Mann von: ");

    delete Doris; delete Carl; delete Bertha; delete Anton;

    return 0;
}
```

**Ausgabe:**

```
A: Vorname: Anton
B: Vorname: Bertha
  C:Vorname: Carl
  C:Mutter: Vorname: Bertha
  C:Vater : Vorname: Anton
  D:Vorname: Doris
  D:Mutter: Vorname: Bertha
  D:Vater : Vorname: Anton
B ist Frau von: Vorname: Anton
A ist Mann von: Vorname: Bertha
```



## Abstrakte Klassen

*„ ... ein paar Bemerkungen vorab ...“*

**hier:**

- Klasse **Person** dient nur als „Behälter“ für Gemeinsamkeiten der abgeleiteten Klassen **Mann** und **Frau**
- Es sollen keine eigenständigen Objekte dieser Klassen instantiiert werden! Hier wäre es jedoch möglich: **Person p("Fred");**

→ Man kann erzwingen, dass abstrakte Klassen nicht instantiiert werden können!

→ nächstes Kapitel ... (u.a.)