

Einführung in die Programmierung

Wintersemester 2018/19

Prof. Dr. Günter Rudolph

Lehrstuhl für Algorithm Engineering

Fakultät für Informatik

TU Dortmund

Kapitel 10: Vererbung

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**

Vererbung

Kapitel 10

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!

Vererbung

Kapitel 10

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();

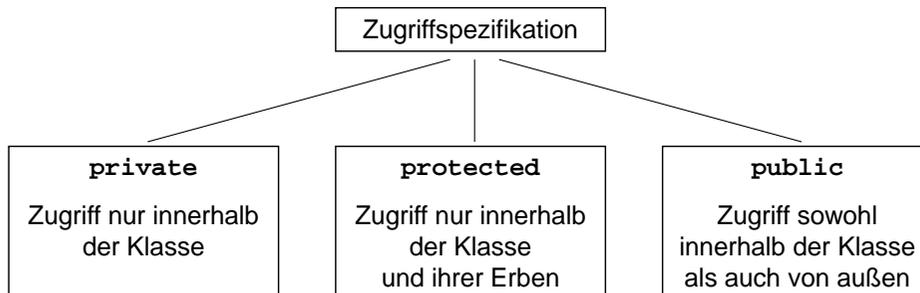
    ~KString();
};
```

einzigste
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	} weiteres Ableiten ermöglichen: <u>der Normalfall</u>
Oberklasse: protected	→ Unterklasse: protected	
Oberklasse: private	→ Unterklasse: nicht verfügbar	

• protected-Ableitung

Oberklasse: public	→ Unterklasse: protected	} <u>Spezialfall</u>
Oberklasse: protected	→ Unterklasse: protected	
Oberklasse: private	→ Unterklasse: nicht verfügbar	

• private-Ableitung

Oberklasse: public	→ Unterklasse: private	} weiteres Ableiten unterbinden: <u>selten</u>
Oberklasse: protected	→ Unterklasse: private	
Oberklasse: private	→ Unterklasse: nicht verfügbar	

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();
}

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;
}
```

expliziter Aufruf
der Methode der
Oberklasse

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:

```
C:\> Kapitel 11
E:\EINI>erben
aBraCaDaBra
KVersalien::Print ->
ABRACADABRA
CUl8er
KVersalien::Print ->
CUL8ER
E:\EINI>_
```

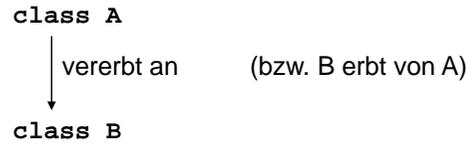
Sprachregelungen:

- 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.

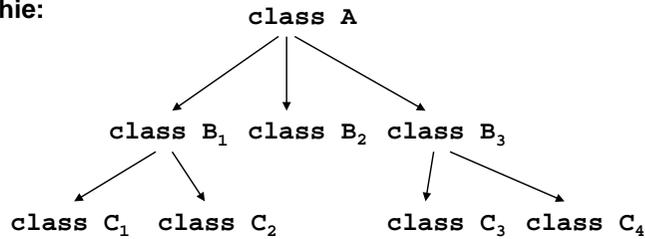
Zweite Zusammenfassung

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:



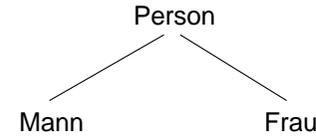
Klassenhierarchie:



hier: einfaches Erben (nur eine Oberklasse)

Beispiel:

Einfache Klassenhierarchie



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

```

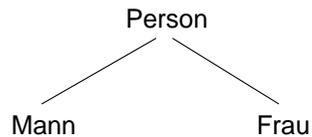
class Person {
private:
  KString *Vorname;
  Frau    *Mutter;
  Mann    *Vater;
public:
  Person(char *vorname);
  Person(KString *vorname);

  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();
};
    
```

```

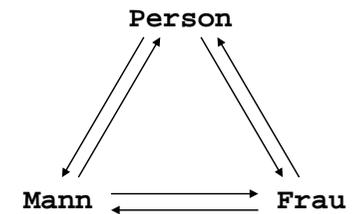
class Frau : public Person {
private:
  Mann *Ehemann;
public:
  Frau(char *vn);
  Frau(Person *p);
  void NimmZumMann(Mann *m);
  Mann *EhefrauVon();
};
    
```

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.)