

Einführung in die Programmierung

Wintersemester 2009/10

Prof. Dr. Günter Rudolph
Lehrstuhl für Algorithm Engineering
Fakultät für Informatik
TU Dortmund

Kapitel 11: 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();
};
```

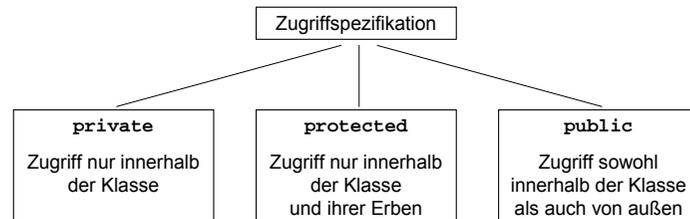
einzig
Veränderung

↓
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	} 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;
    mLength = -1;
}
```

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 <ctype.h>
#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:

```

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

```

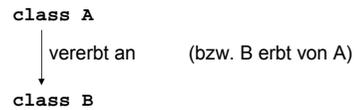
Sprachregelungen:

- 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.

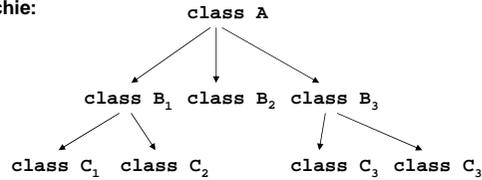
Zweite Zusammenfassung

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:



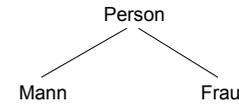
Klassenhierarchie:



hier: einfaches Erben (nur eine Oberklasse)

Beispiel:

Einfache Klassenhierarchie

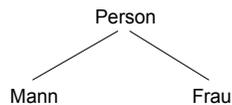


Klasse **Person** enthält alle Attribute und Methoden, die geschlechtsunspezifisch sind.

```

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();
};
    
```

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();
};
    
```

```

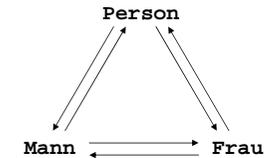
class Frau : public Person {
private:
    Mann *Ehemann;
public:
    Frau(char *vn);
    Frau(Person *p);
    void NimmZumMann(Mann *m);
    Mann *EhefrauVon();
};
    
```

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(0), Mutter(0) {
    Vorname = new KString(vn->GetValue());
}

Person::Person(char *vn) : Vater(0), Mutter(0) {
    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 != 0) {
        cout << s << "Mutter: ";
        Mutter->Druck("");
    }
    if (Vater != 0) {
        cout << s << "Vater : ";
        Vater->Druck("");
    }
}
```

von Person
geerbte Methode

```
Mann::Mann(Person *p) : Person(p->Name()), Ehefrau(0) { }
Mann::Mann(char *vn) : Person(vn), Ehefrau(0) { }
```

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

Implementierung der
Klasse Mann

```
Frau::Frau(Person *p) : Person(p->Name()), Ehemann(0) { }
Frau::Frau(char *vn) : Person(vn), Ehemann(0) { }
```

```
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 != 0 && f != 0) {
        m->NimmZurFrau(f);
        f->NimmZumMann(m);
    }
}
```

Bemerkung:

„Schlampige“ Programmierung,
weil man vorher noch testen
müsste, ob beide Personen
ledig sind!

```
void Scheide(Mann *m, Frau *f) {
    if (m->EhemannVon() == f) {
        m->NimmZurFrau(0);
        f->NimmZumMann(0);
    }
}
```

Bemerkung:

„Schlampige“ Programmierung,
weil ... ja, warum?

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;
}
```

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.)