Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik

Programmieren in C++

Christian Lang (Lac)

11. Oktober 2019

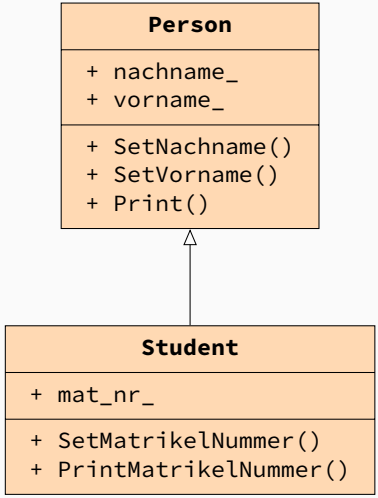
Vererbung Teil 1

Inhalt

- Konzept: Vererbung
- Konstruktoren und Destruktoren in abgeleiteten Klassen
- Typkonvertierung von Pointer auf Klassen
- RTTI
- Typkonvertierung mit Smart-Pointer
- Verdecken von Attributen (shadowing)
- Polymorphie (Vielgestaltigkeit)
- statische und dynamische Bindung
- Überschreiben von Methoden
- Vererbung unterbinden
- Zugriffsrechte

Konzept: Vererbung

- Superklasse (Basisklasse, Oberklasse, Vaterklasse)
  - Klasse Person mit Eigenschaften
  - Attribute:
    - Nachname
    - Vorname
  - Methoden:
    - `SetNachname()`
    - `SetVorname()`
    - `Print()`
- Subklasse (abgeleitete Klasse, Unterklasse, Sohnklasse)
  - erbt Eigenschaften der Superklasse
  - fügt eigene Eigenschaften hinzu:
    - Matrikelnummer
    - `SetMatrikelnummer()`
    - `PrintMatrikelnummer()`



Beispiel: Klasse `Person`

```
1  class Person {                // in h-Datei
2   public:
3    void SetNachname(const std::string& n) { name_ = n; }
4    void SetVorname(const std::string& v) { vorname_ = v; }
5    void Print() const;         // keine inline-Implementierung
6
7   private:
8    std::string name_;          // Aggregation: Nachnamen
9    std::string vorname_;       // Aggregation: Vornamen
10 };
11
12 // in cpp-Datei
13 void Person::Print() const {
14   std::cout << "Nachname: " << name_ << std::endl;
15   std::cout << "Vorname:  " << vorname_ << std::endl;
16 }
```

Beispiel: Klasse `Student`

```
1  // in h-Datei: Vererbung: ein Student ist eine Person
2  // und erbt alle Attribute und Methoden der Klasse Person
3  class Student : public Person {
4   public:
5    // neue Methoden der Klasse Student
6    void SetMatrikelNummer(int nr) { mat_nr_ = nr; }
7    void PrintMatrikelNummer() const;
8
9   private:
10   int mat_nr_;
11 };
12
13 // in cpp-Datei
14 void Student::PrintMatrikelNummer() const {
15   std::cout << "MatrikelNummer: " << mat_nr_ << std::endl;
16 }
```

Verwendung der Klasse `Student`

```
1  void main () {
2    Person p1;
3    p1.SetNachname("Mueller");
4    p1.SetVorname("Peter");
5    p1.Print();
6
7    Student student;
8    student.SetNachname("Hasler");
9    student.SetVorname("Silvia");
10   student.SetMatrikelnummer(56123);
11   student.Print();       // gibt keine Matrikelnummer aus
12   student.PrintMatrikelnummer();
13
14   Person p2 = student;  // Projektion von Student auf Person
15                         // -> Object-Slicing: nur Attribute von Person werden kopiert
16   p2.Print();           // gibt keine Matrikelnummer aus
17 }
```

Konstruktoren in abgeleiteten Klassen

- Idee:
  - jeder abgeleitete Konstruktor initialisiert nur die neuen Attribute
  - vererbte Attribute werden vom Basis-Konstruktor initialisiert
- Umsetzung in C++:
  - Basis-Konstruktor in Initialisierungs-Liste aufrufen
  - sonst wird Default-Konstruktor implizit aufgerufen

Aufgaben der Initialisierungsliste (Reihenfolge beachten)

- Aufrufen von Basis-Konstruktoren oder
- Aufrufen von anderen Konstruktoren der eigenen Klasse (Constructor delegation)
- Initialisieren der eigenen Attribute

Beispiel: Konstruktoren

```
1  Person::Person(const string& n, const string& v)
2      : name_(n), vorname_(v) {
3    std::cout << "Person: ctor" << std::endl;
4  }
5
6  Student::Student(const std::string& n, const std::string& v,
7      int m)
8      : Person(n, v), mat_nr_(m) {
9    std::cout << "Student: ctor" << std::endl;
10 }
11
12 // im Testprogramm:
13 Student student("Pixie", "Hollow", 123456);
14
15 // Output:
16   Person: ctor
17   Student: ctor
```

Destruktoren in abgeleiteten Klassen

- abgeleiteter Destruktor ruft nach seinem Body den Basis-Destruktor auf
- dynamische Attribute müssen im Destruktor gelöscht werden

```
1  Person::~Person() {
2    std::cout << "Person: dtor" << std::endl;
3  }
4
5  Student::~Student() {
6    std::cout << "Student: dtor" << std::endl;
7  }
8
9  // Output:
10   Student: dtor
11   Person: dtor
```

Typkonvertierung von Pointer auf Klassen

- Typ des Pointers muss nicht dem der referenzierten Instanz entsprechen
- nur sinnvoll bei Klassen in gleicher Klassen-Hierarchie

```
1  Student* stud = new Student();
2
3  // impliziter Up-Cast
4  Person* pers = stud;
5
6  // expliziter Down-Cast
7  Student* s = static_cast<Student*>(pers);
```

RTTI - Runtime Type Information

- Problem: `static_cast` führt bei ungültigem Down-Cast zu Absturz
- RTTI speichert genauen Typ zu jeder Instanz
- RTTI kann abgeschaltet werden
- `dynamic_cast` gibt `nullptr` bei ungültigem Down-Cast zurück

```
1  Person* pers = new Person();
2  Person* stud = new Student();
3
4  // gültiger Down-Cast
5  Student* s1 = dynamic_cast<Student*>(stud);  // s1 == stud
6
7  // ungültiger Down-Cast
8  Student* s2 = dynamic_cast<Student*>(pers);  // s2 == nullptr
```

Up- und Down-Casts

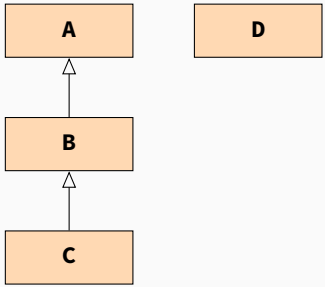
- Up-Cast
  - Konvertierung nach oben in der Vererbungs-Hierarchie
  - implizite Konvertierung möglich
- Down-Cast
  - Konvertierung nach unten in der Vererbungs-Hierarchie
  - nur explizite Konvertierung möglich

Referenzen

- Auch Referenzen sind Polymorph
- Können für Up-/Down-Casts verwendet werden
- kein `nullptr` sondern `std::bad_cast`-Exception
- Syntax schwieriger und nicht so explizit $\rightarrow$ nicht verwenden

Beispiele: Up- und Down-Casts

```
1  void main() {
2    // implizite Up-Casts
3    B* b = new C();
4    A* a = b;
5
6    // gültige, explizite Down-Casts
7    // ohne und mit Type-Check
8    C* c1 = static_cast<C*>(b);
9    C* c2 = dynamic_cast<C*>(a);
10
11   // ungültiger Down-Cast
12   D* d = dynamic_cast<D*>(b);
13   // d == nullptr
14 }
```



Typkonvertierung mit Smart-Pointer

- Funktioniert, bis auf wenige Ausnahmen, genau gleich

```
1  void main() {
2    // implizite Up-Casts
3    std::shared_ptr<B> b = std::make_shared<C>();
4    std::shared_ptr<A> a = b;
5
6    // gültige, explizite Down-Casts
7    // ohne und mit Type-Check
8    auto c1 = std::static_pointer_cast<C>(b);
9    auto c2 = std::dynamic_pointer_cast<C>(a);
10
11   // ungültiger Down-Cast
12   auto d = std::dynamic_pointer_cast<D>(b);
13   // d == nullptr
14 }
```

Verdecken von Attributen (shadowing)

- nicht nur im Kontext von Scopes
- sondern auch bei Vererbung möglich
- sollte nicht verwendet werden

```
1  int a = 42;
2  {
3    double a = 3.14;    // verdeckt a in äusserem Scope
4    std::cout << a << std::endl;
5  }
```

```
1  struct A {
2    int a;
3  };
4  struct B : A {
5    int a;    // B::a verdeckt A::a
6  };
```

Polymorphie (Vielgestaltigkeit)

- Polymorphie von Operationen
  - gleiche Methodenaufrufe in verschiedenen Klassen führen zu klassenspezifischen Anweisungsfolgen
  - Beispiel: `pers->Print();` vs. `stud->Print();`
- Polymorphie von Objekten
  - an die Stelle eines Objektes in einem Programm kann auch ein Objekt einer abgeleiteten Klasse treten
  - ein abgeleitetes Objekt ist polymorph: es kann sich auch als Objekt einer Basisklasse ausgeben
  - Beispiel: ein Student verhält sich wie ein `Student`, kann sich aber auch wie eine `Person` verhalten

statische und dynamische Bindung

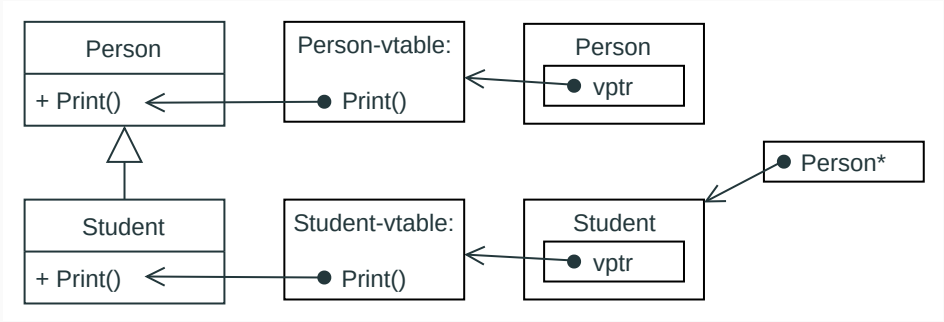
- in C++ kann die Art der Bindung ausgewählt werden
- in Java wird die Art der Bindung automatisch gewählt

static Binding

- "früh" → zur Compiletime
- kann stark optimiert werden
- default Verhalten in C++

dynamic Binding

- "spät" → zur Runtime
- erhöht Wiederverwendbarkeit
- aktivieren mit `virtual`



Überschreiben von Methoden

- abgeleitete Klassen können virtuelle Methoden überschreiben
- muss gleichen Namen, Return-Typ und Signatur haben
- Pointer-Return-Typ kann auch auf abgeleitete Klasse zeigen
- `override` hilft Fehler zu erkennen

```
1  class Person {
2    virtual void Print();
3  };
4
5  class Student : public Person {
6    void Print() override;
7  };  // virtual nur in oberster Klasse nötig
8
9  std::shared_ptr<Person> stud = std::make_shared<Student>();
10 stud->Print();  // Student::Print()
```

Beispiele: Überschreiben ohne `virtual`

- ohne `virtual` entscheidet Pointer-Typ
- `override` würde Compile-Fehler auslösen

```
1  class Person {
2    void Print();
3  };
4
5  class Student : public Person {
6    void Print();
7  };
8
9  std::shared_ptr<Person> pers = std::make_shared<Student>();
10 pers->Print();  // Person::Print()
11 std::shared_ptr<Student> stud = std::make_shared<Student>();
12 stud->Print();  // Student::Print()
```

Beispiele: Überschreiben ohne Pointer

- dynamische Bindung funktioniert nur über Pointer oder Referenzen
- sonst kommt immer statische Bindung zum Zug
- ist mit “normaler” Syntax auch gar nicht anders möglich

```
1  Person pers;
2  pers.Print();    // Person::Print()
3  Student stud;
4  stud.Print();    // Student::Print()
```

Vererbung unterbinden

- Marker `final` für Klassen und Methoden

```
class B { ... };
class C final : B { ... };
class D : C { ... };    // Compile-Fehler
```

```
struct B {
  virtual void f(int) {}
};
struct C : B {
  void f(int) final override {}
};
struct D : C {
  void f(char) {}   // neue Methode, weil andere Signatur
  void f(int) {}    // Compile-Fehler
};
```

Zugriffsrechte

Zugriffsrechte der Basisklasse	Basisklasse geerbt als	Zugriffsrechte bei der Benutzung der abgeleiteten Klasse
public	public[1]	public
protected		protected
private		No Access[2]
public	protected	protected
protected		protected
private		No Access[2]
public	private	private
protected		private
private		No Access[2]

[1] Für OOP wird meistens `public`-Inheritance verwendet. Default in Java.
[2] Ausser `friend`-Deklaration in Basisklasse erlaubt den Zugriff explizit.