

Einführung in die Programmiertechnik

Objektorientierte Programmierung

Programmieren im Großen

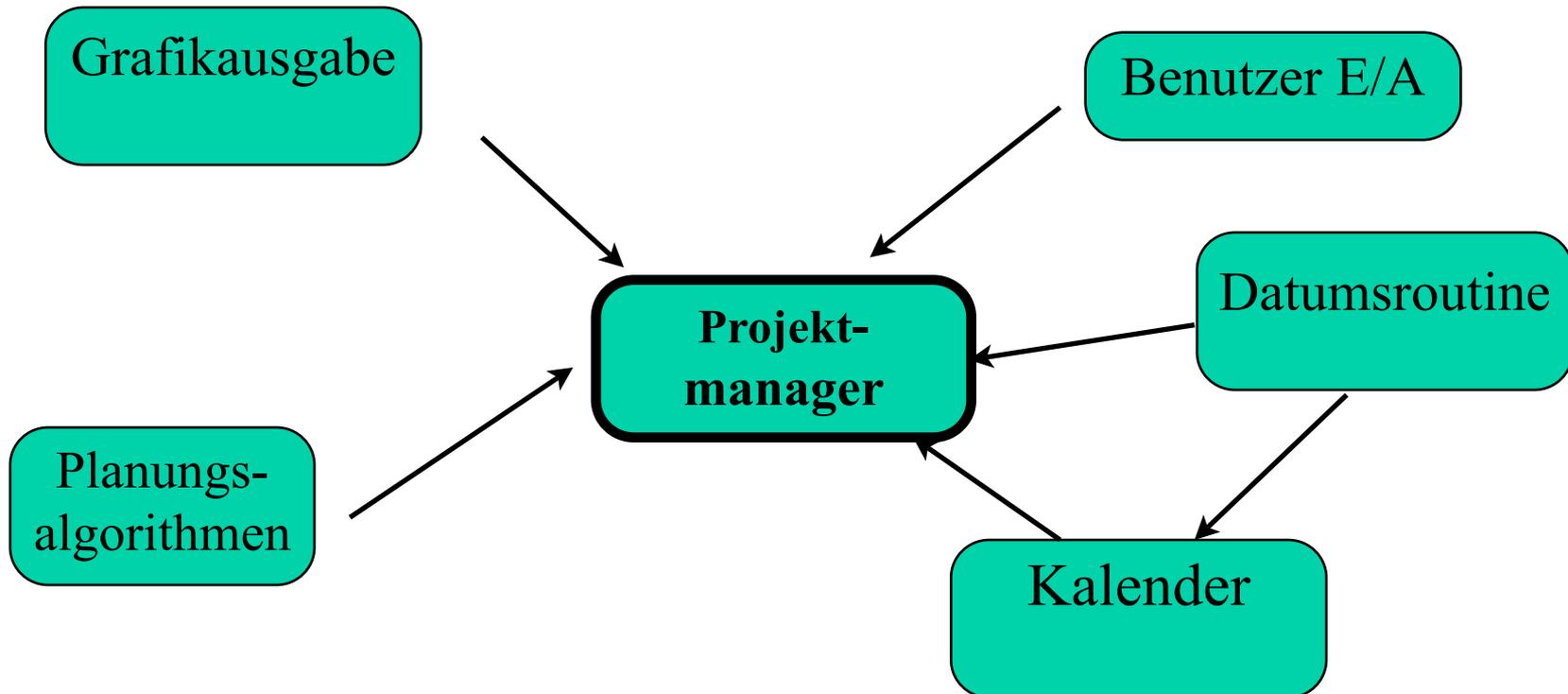
- **Strukturierte Programmierung: Blockkonzept (ab 1960)**
 - Algorithmen können in Teilalgorithmen zerlegt werden
- **Große Systeme: auch strukturierte Programme werden unübersichtlich**
 - Entwicklung durch einzelnen Autor nicht mehr möglich
 - Lebenszeit des Softwaresystems u.U. länger als ursprünglicher Autor am System arbeitet
- **Lösungsansatz: Modulare Programmierung (ab 1970)**
 - Arbeitsteilung: Entwickler sind für verschiedene Module zuständig
 - Entkopplung von Entwicklungszyklen: einzelne Module können separat fertiggestellt und revidiert werden
- **Lösungsansatz: Objektorientierte Programmierung (ab 1980)**
 - ursprünglich getrieben von interaktiven graphischen Systemen (Maus)

Modulare Programmierung

- Zerlegung des Gesamtsystems in Teilsysteme
 - üblich: Funktionsblöcke
- Spezifikation der einzelnen Module
 - Definition der Schnittstelle: Welche Funktionen/Prozeduren werden angeboten? Welche Datentypen sind Parameter und Ergebnis
 - Beschreibung der Semantik jedes Moduls
- Integration der Module
 - DeRemer, Kron: Programming In the Large versus Programming In the Small, 1975
 - Module in verschiedenen Programmiersprachen entwickelt
 - “module interconnection language”: MIL 75
 - “glue languages”: Skriptsprachen, z.B. VisualBasic, Python...
 - heute: Sprachen unterstützen sowohl Moduldefinition als auch Modulintegration
- Komponentenbasierte Programmierung

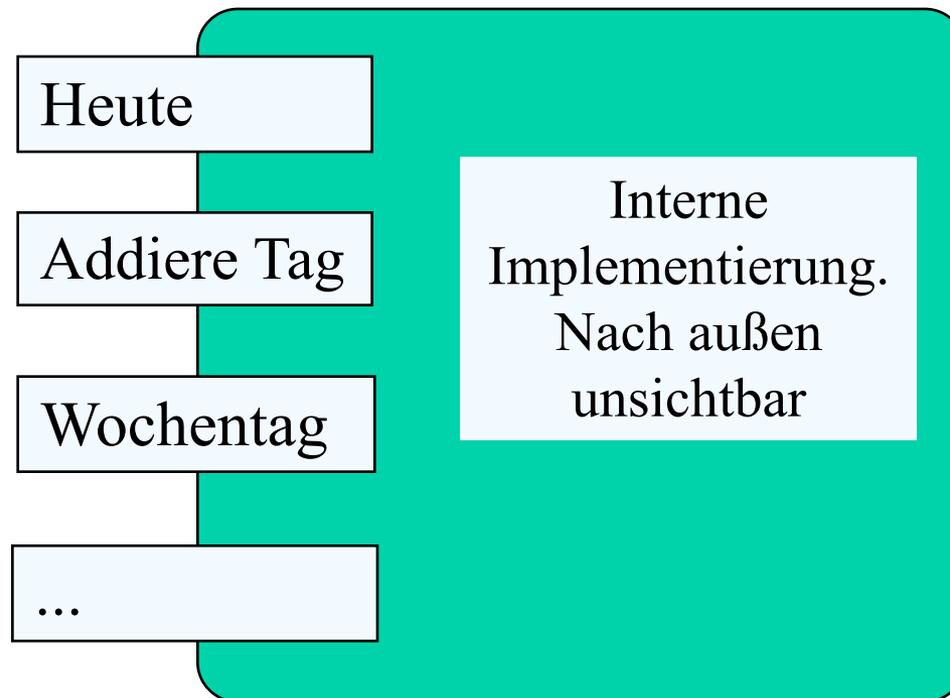
Modulare Programmierung (2)

- Beispiel: ein Projektmanager



Modulare Programmierung (3)

- Schnittstelle eines Kalendermoduls



Module in Python

- Implementiert in C oder Python
- “Bibliothek”: i.d.R. bietet ein Modul alle Funktionen zu einem Thema
- Verwendung von Modulen: import

import_stmt ::=

```
"import" module ["as" name] ( "," module ["as" name] )*  
| "from" module "import" identifier ["as" name]  
  ( "," identifier ["as" name] )*  
| "from" module "import" "(" identifier ["as" name]  
  ( "," identifier ["as" name] )* ["," "]" )"  
| "from" module "import" ""
```

module ::= (identifier ".")* identifier

Module in Python (2)

- Python-Module: `<modulname>.py`
 - import-Anweisung führt den Modulinhalt aus
- C-Module: eingebaut, oder plattform-spezifische Dateien
 - Windows: `<modulname>.pyd`
 - Linux: `<modulname>.so`
- Suchpfad für Module: `sys.path`
 - beeinflusst von Umgebungsvariable `PYTHONPATH`
 - eingebaute Module: `sys.builtin_module_names`
- Dictionary der importierten Module: `sys.modules`
- Inhalt von Modulen: Variablen, Funktionen, Klassen
 - jeweils mit Dokumentation
- Moduldokumentation: Erstes String-Literal in der Pythondatei

Module in Python (3)

- Pakete (*packages*): Zusammenfassungen von Modulen
 - Verzeichnis mit Spezialmodul `__init__.py`
- “import paket” lädt nur `__init__.py`
- “import paket.modul” lädt zunächst Paket, dann Modul
- import-Anweisung führt neue Namen ein:
 - import a: Variable a wird an Modul gebunden
 - import a.b: Variable a wird an Modul a gebunden; a.b wird importiert
 - from a import b: Modul a wird importiert; dann wird Wert von a.b in den aktuellen Namensraum eingeführt

```
import a.b
b = a.b
del a
```
 - from a import b as c: a.b wird unter dem Namen c importiert
 - from a import *: Modul a wird importiert, dann werden alle Werte im Modul a in den aktuellen Namensraum importiert

Objektorientiertes Programmieren (OOP)

- *Objekte = Daten + Methoden*
 - genauer: Daten + Methoden + Identität
- Objekte sind nicht nur reine Datensätze, sondern enthalten auch (Verweise auf) Operationen für die Daten
- *Methoden* sind Unterprogramme, die für einen und innerhalb eines Datentyps definiert sind
 - Kapselung/Verkapselung (*encapsulation*): Zusammenfassung der Daten und Operationen zu einem abstrakteren Typ
- *Klasse*: Zusammenfassung von Datensatzstruktur und Methoden
 - Daten heißen *Felder* (fields) oder *Attribute* (*attributes*) der Klasse, oft auch *members*

OOP (2)

- *Objekt*: konkrete Belegung der Felder
 - oft auch *Exemplar* (instance):
 - Ein Exemplar der Klasse `Button`
 - seltener: Ein Objekt der Klasse `Button`
 - fälschlich oft *Instanz*

In|s|tanz, die; -, -en <lat.> (zuständige Stelle bei Behörden oder Gerichten); In|s|tan|zen|weg (Dienstweg) [Quelle: Duden, 22. Auflage, 2000]

-

Klassen

- doppelte Verwendung des Begriffs “Klasse”:
 1. Teil einer Klassifikation
 2. Programmkonstrukt zur Kapselung und Wiederverwendung von Datenstrukturen und Algorithmen
- Klassifikationen: Unterteilung einer Menge in Teilmengen
 - z.B. mittels Äquivalenzrelation in Äquivalenzklassen
 - z.B. mittels Taxonomie in Taxa (*sing.* Taxon, Gruppe)
 - Biologie: Rang einer Gruppe: Art, Gattung, Familie
 - synonym: Systematik
 - Einordnung eines Objekts in eine Klasse: Klassierung
 - jedes Objekt kann u.U. zu mehreren Klassen gehören, u.U. auch seine Klassenzugehörigkeit mit der Zeit ändern
- Klassen in der OOP: u.U. auch Klassifikation
 - aber: Programmstruktur steht im Vordergrund

Datenkapselung

- Ziel: Verstecken der Datenstrukturen (*information hiding*)
 - Austausch der Repräsentation von Daten ohne Änderung der Methodensignaturen wird möglich
 - Beispiel: Punkte auf der Ebene entweder in kartesischen oder Polarkoordinaten repräsentierbar
- Ziel: Durchsetzung von Regeln für Daten unabhängig von Anwendungsprogramm (Protokolle, *protocols*)
 - z.B. Wahrung von Invarianten
 - “Der Kontostand muss immer oberhalb des Dispositionscredits sein.”
 - z.B. Durchsetzung der Buchführung (*logging*)
- Ziel: Gleichzeitige Verwendung unterschiedlicher Realisierungen eines Protokolls (Polymorphie, *polymorphism*)
 - z.B. GUI: verschiedene Klassen (`Button`, `Label`, `PictureBox`) implementieren alle eine Methode `.Show`)

Datenkapselung (2)

- Beispiel: Invariante für Kontoklasse

```
class Konto:
```

```
    def __init__(self, dispo):
```

```
        self.stand = 0
```

```
        self.dispo = dispo
```

```
    def lesen(self):
```

```
        return self.stand
```

```
    def einzahlen(self, betrag):
```

```
        log("Einzahlung", betrag)
```

```
        self.stand += betrag
```

```
    def abheben(self, betrag):
```

```
        if self.stand-betrag < -self.dispo:
```

```
            raise Ueberziehung()
```

```
        log("Auszahlung", betrag)
```

```
        self.stand -= betrag
```

Vererbung

- Erweiterung einer bestehenden Klasse um neue Eigenschaften (neue Daten, neue Methoden)
 - nicht durch Änderung der Klasse, sondern durch Definition einer neuen Klasse
 - neue Klasse: *erweiterte* oder *abgeleitete* oder *Unterklasse* (*subclass*)
 - bestehende Klasse: *Basis-* oder *Oberklasse* (*superclass*)
- Beispiel:
 - Basisklasse: Verzeichniseintrag (Attribute: name, besitzer, datum der letzten Änderung)
 - Ableitungen:
 - Datei (Attribut: Größe, Inhalt)
 - Methoden: read, write
 - Verzeichnis (Attribute: Liste von Verzeichniseinträgen)
 - Methoden: create_file, make_directory, read_entries

Interpretation von Vererbung

- Vererbung im juristischen Sinne:
 - Eigentum geht in Besitz des Erben über
- Vererbung im biologischen Sinne:
 - Erbgut wird als Kopie in neues Leben übergeben
 - Eltern besitzen weiterhin das Erbgut
- OOP-Begriff angelehnt an biologischen Begriff

Polymorphie

- von “ πολυμορφία ”: vielgestaltig
- Ziel: Austausch von Klassen als Parameter eines Algorithmus, ohne Änderung der Klasse
- Beispiel: Bestimmung der 2D-Objekte, die sich an einem bestimmten Punkt befinden

```
p = Point(10,7)
```

```
for o in objekte:
```

```
    if o.enthaelt(p):
```

```
        print o.als_text()
```

Polymorphie (2)

- Geometrische Objekte: Bestimmt durch geschlossene Linie
 - Form der Linie abhängig von Objekt
 - allgemeine, objekt-unabhängiges Kalkül für geschlossene Linien schwer realisierbar
 - Betrachtung von “interessanten” Spezialfällen:
 - Kreise, achsenparallele Rechtecke
 - Verallgemeinerung: Ellipsen, Vielecke
 - Verallgemeinerung: Linienzüge auf Basis von Strecken, Kreisbögen, Splines
 - Thema der Computergrafik
 - hier nur Kreise, achsenparallele Rechtecke betrachtet

Beispiel: 2-D-Objekte

- Definition der Basisklasse (Zwo_D_Objekt)
 - Annahme: Jedes Objekt kann einen Namen haben
 - Textausgabe: Objekt gibt Namen aus
 - Enthaltensein von Punkten: Im allgemeinen nicht beantwortbar
 - abstrakte Methode

```
class Zwo_D_Objekt:
```

```
    def __init__(self, name):  
        self.name = name
```

```
    def als_text(self):  
        return self.name
```

```
    def enthaelt(self, punkt):  
        raise NotImplementedError(self.name + " hat keinen Algorithmus für  
        enthaelt definiert")
```

Beispiel: Kreise

- Repräsentation durch Mittelpunkt und Radius
- Enthaltensein anhand von Kreisformel
 - Annahme: Randpunkte sind auch “enthalten”

```
class Kreis(Zwo_D_Objekt):
    def __init__(self, mittelpunkt, radius):
        Zwo_D_Objekt.__init__(self, "kreis")
        self.mittelpunkt = mittelpunkt
        self.radius = radius
    def als_text(self):
        return "kreis("+self.mittelpunkt.als_text()+", "+str(self.radius)+")"
    def enthaelt(self, punkt):
        abstand2 = quadrat(self.mittelpunkt.x-punkt.x) +
            quadrat(self.mittelpunkt.y - punkt.y)
        return abstand2 <= quadrat(self.radius)
```

Beispiel: Rechtecke

- Annahme: achsenparallel

```
class Rechteck(Zwo_D_Objekt):
    def __init__(self, basis, groesse):
        Zwo_D_Objekt.__init__(self, "rechteck")
        self.basis = basis
        self.groesse = groesse
    def als_text(self):
        return "Rechteck("+self.basis.als_text()+", "+self.groesse.als_text()+")"
    def enthaelt(self, punkt):
        if punkt.x < self.basis.x: return False
        if punkt.x > self.basis.x+self.groesse.x: return False
        if punkt.y < self.basis.y: return False
        if punkt.y > self.basis.y+self.groesse.y: return False
        return True
```

LSP: Liskov Substitution Principle

- Barbara Liskov, Data Abstraction and Hierarchy, SIGPLAN Notices. 23(5), May 1988
- Funktionen, die Referenzen auf die Basisklasse erwarten, sollen Exemplare der Ableitung verarbeiten können, ohne es zu wissen.
- *“If for each object $o1$ of type S there is an object $o2$ of type T such that for all programs P defined in terms of T , the behaviour of P is unchanged when $o1$ is substituted for $o2$ then S is a subtype of T .”*

“ist-ein” und “hat-ein”

- Relationen zwischen Klassen A und B:
 - A kann Basisklasse von B sein
 - A kann Element/Feld von B sein
 - genauer: Exemplare von A können Felder von Exemplaren von B sein
- “B ist ein A” (*is-a*): Exemplare von B können überall da auftreten, wo auch Exemplare von A erlaubt sind
 - Beispiel: Rechteck ist-ein Zwo_D_Objekt
 - Interpretation als Klassifikation: B ist Teilmenge von A
 - besser: Interpretation im Sinne von LSP
- “B hat ein A” (*has-a*): Attribute von B haben A als Typ
 - Beispiel: Kreis hat-einen Punkt (Rechteck sogar zwei)

Klassendefinitionen in Python

`class Name:`

Inhalt

`class Name(Basisklasse):`

Inhalt

- Inhalt: Methodendefinitionen (Funktionen)
 - auch erlaubt: Variablenzuweisungen (Klassenvariablen)
 - allgemeiner: beliebiger Pythoncode
- Erzeugung von Exemplaren:
 - `o = Name(optionale Argument)`

Methodendefinitionen

def methodenname(self, weitere parameter):

inhalt

- Erster Parameter ist immer das Objekt, an dem die Methode gerufen wird
 - Per Konvention “self” genannt
 - C++, Java, C#: Parameter wird nicht explizit in Signatur aufgeführt; heißt automatisch “this”
 - Optionale return-Anweisung zur Definition des Methodenergebnis
- Methodenaufruf:
 - o.methodenname(weitere Argumente)

Spezialmethoden

- Werden vom Interpreter automatisch aufgerufen
 - i.d.R. Optional: Interpreter überprüft, ob Methode definiert ist, und nimmt ansonsten Standardverhalten an
- Objekt-Initialisierung (*constructor*): `__init__`
 - Für Klasse(argumente) erzeugt der Interpreter ein Exemplar o von Klasse, und ruft an diesem Exemplar dann o.`__init__(argumente)`
 - self ist das gerade entstehende Objekt
- Objekt-Finalisierung (*destructor, finalizer*): `__del__`
 - wird aufgerufen, bevor Speicher des Objekts freigegeben wird
- String-Konvertierung: `__str__`
 - wird bei `str(o)` aufgerufen, bei Ausgabe mit `print`, ...
 - anstelle von `als_text`

Weitere Konzepte Objekt-orientierter Programmierung

- Mehrfachvererbung (Python, C++)
- Schnittstellen (*interfaces*, Java, C#)
- Properties (C#, Python)
- Integration von OOP in Ausnahmebehandlung
- Reflection/Introspection
- Parametrisierte Typen (*generic types*) (C++, C#, Java)