
Objekte und Objekttypen in 10 Konzepten

Jürgen F H Winkler
Friedrich-Schiller-Universität Jena
Institut für Informatik
psc.informatik.uni-jena.de

Carl-Zeiss-Gymnasium, Jena, 5. März 2007

<http://psc.informatik.uni-jena.de/Themen/pap-talk/obj-types.pdf>

Objekte und Objekttypen

- **Objekt?** zusammengesetzte Grösse im Bereich der Programmierung (spez. Bedeutung von „Objekt“)
- **Objekttyp?** entsprechender Typ i.S. von „Typ“ in Programmen

n Personen verwenden in der Regel n+1 verschiedene OOP Nomenklaturen

„Mit **Objekt** werden Gaststätten und Ferien bzw. Erholungseinrichtungen bezeichnet. Ein Objektleiter ist zB der Leiter einer ...“

Sabina Schroeter, 1994

Objekte und Objekttypen

n Personen verwenden in der Regel n+1 verschiedene
OOP Nomenklaturen

„OOP ...

Moderne prozedurale Sprachen verfügen dabei über Sprachelemente, die über Variablen von einem Prozedurtyp die Zuweisung von Verarbeitungsalgorithmen in der Laufzeit erlauben (dynamische Bindung)“

Engelmann, Lutz (Hrsg.): Informatik bis zum Abitur. Paetec 2002

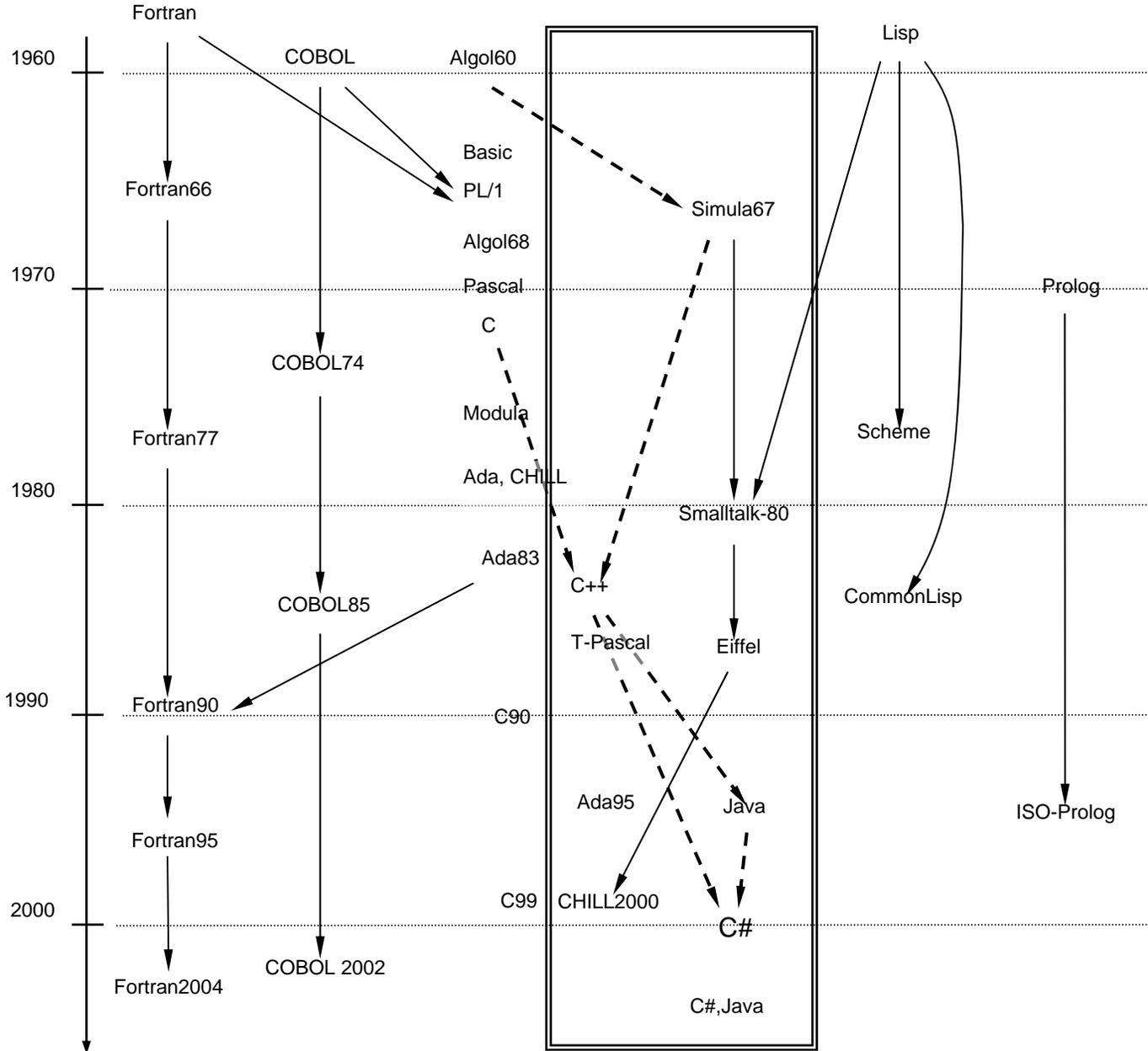
- Historie der Programmiersprachen und der OOP
- Einzeltyp und Einzelobjekt
- Abgeleiteter Typ
- Zusammenfassung

imperativ / prozedural

(inkl. OOP)

funktional

logikorientiert



Historie der
Programmiersprachen

Objekte und Objekttypen

In modernen Programmiersprachen sind Objekt-Typen

eine weitere Typart:

Zahltypen

Aufzählungstypen

Array-Typen (Vektoren, Matrizen)

Objekt-Typen

...

=> Daher vermeide ich den Begriff „objektorientierte Programmierung“
in Programmen sind auch Elemente enthalten, die nichts mit Objekten zu
tun haben:

Ausdrücke: $a + b * c$

Schleifen

Einzeltyp und Einzelobjekt

-- Typdeklaration (Ada)

TYPE PunktTy is RECORD

 xPos : xBereichsTy;

 yPos : yBereichsTy;

 Farbe : FarbTy;

 Linienstaerke : LinienTy;

END;

– Repräsentation von Zeichenpunkten in einem Programm

-- Deklaration von Variablen / Instanzen des Typs „PunktTy“

```
VAR P1, P2 : PunktTy := ( xPos      => 0.0,  
                          yPos      => 0.0,  
                          Farbe     => gelb,  
                          Linienstaerke => 1.0 );
```

-- **Struktur der Instanzen durch Typdeklaration festgelegt**

-- Deklaration von Verschiebeoperation

```
PROCEDURE MoveTo(P: in out PunktTy;  
                x: in xBereichsTy;  
                y: in yBereichsTy);
```

```
BEGIN
```

```
    P.xPos := x;
```

```
    P.yPos := y;
```

```
END MoveTo;
```

-- Manipulation

```
MoveTo(Punkt => P1, x => 2.0, y => -3.5);
```

Programmstruktur

TYPE PunktTy is ...

VAR P1, P2 : PunktTy := ...

PROCEDURE MoveTo(...) ...;

noch recht übersichtlich

nun zusätzlich RechteckTy

```
TYPE PunktTy is ...
```

```
VAR P1, P2 : PunktTy ...
```

```
PROCEDURE MoveTo( ... ) ...
```

```
TYPE RechteckTy is ...
```

```
VAR R1, R2: RechteckTy ...
```

```
PROCEDURE MoveTo( ... ) ...
```

noch recht übersichtlich:

Zusammengehöriges steht noch zusammen

nun aber in (Standard) Pascal:

Sortenreihenfolge: LABEL, CONST, TYPE, VAR, PROC

```
TYPE PunktTy
```

```
TYPE RechteckTy
```

```
VAR P1, P2 : PunktTy
```

```
VAR R1, R2: RechteckTy
```

```
PROCEDURE MoveTo
```

```
PROCEDURE MoveTo
```

unübersichtlich

Zusammengehöriges nun getrennt

Wie würde das erst bei 6 Typen mit je 5 Operationen aussehen?

(in z.B. Borland-Pascal könnte man pro Typ ein Unit bilden)

Lösung mit Objekt-Typen noch besser:

auch Operationen innerhalb der Typdeklaration deklarieren

```

TYPE PunktTy = OBJECT
    xPos      : xBereichsTy := 0.0;
    yPos      : yBereichsTy := 0.0;
    Farbe     : FarbTy := gelb;
    Linienstaerke : LinienTy := 1.0;
    PROC MoveTo(x: in xBereichsTy; y: in yBereichsTy)
        xPos := x;
        yPos := y;
    END MoveTo;
END PunktTy;

```

-- Objekttypdeklaration
-- freie Syntax

Repräsentation von Zeichenpunkten in einem Programm

```

-- Deklaration von Variablen / Instanzen des Typs „PunktTy“
VAR P1, P2 : PunktTy;
    -- Struktur der Instanzen durch Typdeklaration festgelegt
P1.MoveTo(x => 2.0, y => -3.5);
    -- Manipulation

```

```
TYPE PunktTy = OBJECT
  xPos          : xBereichsTy := 0.0;
  yPos          : yBereichsTy := 0.0;
  Farbe         : FarbTy := gelb;
  Linienstaerke : LinienTy := 1.0;
  PROC MoveTo(x: in xBereichsTy; y: in yBereichsTy)
    xPos := x;
    yPos := y;
  END MoveTo;
END PunktTy;
```

PunktTy	: ein Objekt-Typ (auch „Klasse“ genannt)
xPos, yPos, ...	: Komponenten (auch „members“ genannt)
xPos	: Variable (auch „field“ genannt)
MoveTo	: Prozedur (auch „method“ genannt)

```
-- Deklaration von Variablen / Instanzen des Typs „PunktTy“  
VAR P1, P2 : PunktTy;  
    -- Struktur der Instanzen durch Typdeklaration festgelegt  
P1.MoveTo(x => 2.0, y => -3.5);           -- Manipulation
```

P1 : **Variable / Objekt / Instanz** vom Typ „PunktTy“
P1.MoveTo(x => 2.0, y => -3.5);
 : **Aufruf von MoveTo an der Instanz P1**
P2.MoveTo(x => 2.0, y => -3.5);
 : **Aufruf von MoveTo an der Instanz P2**

-- Objekttypdeklaration

```
class PunktTy {  
    float xPos          = 0.0;  
    float yPos          = 0.0;  
    FarbTy Farbe        = gelb;  
    float Linienstaerke = 1.0;  
    void MoveTo(float x, float y) {  
        xPos = x;  
        yPos = y;  
    } // MoveTo  
} // PunktTy
```

C#

-- Deklaration von Variablen / Instanzen des Typs „PunktTy“

```
PunktTy P1 = new PunktTy( ), P2;
```

-- Struktur der Instanzen durch Typdeklaration festgelegt

```
P1.MoveTo(2.0, -3.5);
```

-- Manipulation

1. Grundkonzept der Objekt-Typen

Aggregation

Zusammenfassung unterschiedlicher Komponenten,
insbesondere auch Unterprogramme,
zu einer manipulierbaren Grösse

Typisch:

Zusammenfassung inhaltlich zusammengehöriger Komponenten

2. Grundkonzept der Objekt-Typen

Enge Kopplung

Die Komponenten sind eng gekoppelt,
da sie aufeinander Bezug nehmen können
=> Zugriff auf xPos in MoveTo

Solch ein Zugriff ist z.B. bei einem
Modula-Record mit Prozedurkomponenten
nicht so möglich

```
class PunktTy {  
    float xPos = 0.0;  
    float yPos = 0.0;  
    FarbTy Farbe = gelb;  
    float Linienstaerke = 1.0;           // Bereich 0.5 .. 5.0  
    void MoveTo(float x, float y) {  
        xPos = x;  
        yPos = y;  
    } // MoveTo  
} // PunktTy
```

```
PunktTy P1 = new PunktTy( );
```

```
P1.Linienstaerke = -3.0;           // ??? unzulessiger Wert
```

3. Grundkonzept der Objekt-Typen

Kapselung

Komponenten können nach aussen verborgen werden, um zu vermeiden, dass eine Instanz in einen unzulässigen Zustand versetzt wird, d.h. einen unzulässigen Wert erhält.
=> mehrere Exportstati

PunktTy:

Mögliche Werte: MW = float × float × FarbTy × float

Zulässige Werte: ZW = float × float × FarbTy × [0.5, 5.0]

$ZW \subset MW$ kommt häufig vor

```
class PunktTy {  
    protected float xPos      = 0.0;    // nichtöffentlich  
    protected float yPos      = 0.0;  
    protected FarbTy Farbe    = gelb;  
    protected float Linienstaerke = 1.0;  
    public void MoveTo(float x, float y) { // öffentlich  
        xPos = x;  
        yPos = y;  
    } // MoveTo  
} // PunktTy
```

```
PunktTy P1 = new PunktTy( );  
P1.Linienstaerke = -3.0;    // illegaler Zugriff  
                           // Fehler zur Übersetzungszeit  
P1.MoveTo(2.0, 4.0);       // OK MoveTo ist öffentlich  
aber: intern sind immer noch Fehlzweisungen möglich
```

Objekte und Objekttypen

```
class PunktTy {  
    protected float xPos      = 0.0;    // nichtöffentlich  
    protected float yPos      = 0.0;  
    protected FarbTy Farbe    = gelb;  
    protected float Linienstaerke = 1.0;  
    public void MoveTo(float x, float y) { // öffentlich  
        xPos = x;  
        yPos = y;  
    } // MoveTo  
} // PunktTy
```

public: öffentliche Komponente

ausserhalb von PunktTy mit "Instanz . Komp-Bez" zugreifbar

P1.MoveTo(2.0, 4.0);

protected: nichtöffentliche Komponente

ausserhalb von PunktTy nicht zugreifbar

4. Grundkonzept der Objekt-Typen

Manipulierbarkeit

Instanzen können wie andere Werte (z.B. Arrays) manipuliert werden:

Zuweisung: `P1 := P2;`

Parameter: `PROC Q(Punkt: in PunktTy; ...);`

Vergleich: `IF P1 = P2 THEN ...`

Ziel von Verweisen: `TYPE VerwPunktTy is ACCESS PunktTy;`

Ein Modula-Modul kann z.B. nicht als Parameter verwendet werden.

Objekte und Objekttypen

```
class PunktTy {  
    protected float xPos      = 0.0;  
    protected float yPos      = 0.0;  
    protected FarbTy Farbe    = gelb;  
    protected float Linienstaerke = 1.0;  
    public void MoveTo(float x, float y) {  
        xPos = x;    yPos = y;  
    } // MoveTo  
} // PunktTy
```

Problem: wie eine PunktTy-Instanz in den Zustand
(xPos=>2.0, yPos=>14.5, Farbe=>blau, Linienstaerke=>2.3)
bringen?

```
PunktTy P1 = new PunktTy ();  
P1.MoveTo(2.0, 14.5);  
P1.SetFarbe(blau);  
P1.SetLinienStaerke(2.3);
```

Wirkt
umständlich
und
mühsam

5. Grundkonzept der Objekt-Typen

Konstruktor

Prozedur welche in der Deklaration einer Variablen aufgerufen werden kann.

Hauptzweck: Initialisierung der Variablen / Instanz

Aber ansonsten auch weitgehende beliebige Berechnungen

```
class PunktTy {  
    protected float xPos          = 0.0; ...  
    public void MoveTo(float x, float y) { ... }  
    public PunktTy(float x, float y, FarbTy f, float ls) {  
        xPos = x;  
        yPos = y;           // Konstruktor, heisst wie der Typ  
        Farbe = f;  
        Linienstaerke = ls; }  
} // PunktTy
```

```
PunktTy P1 = new PunktTy(2, 14.5, blau, 2.3 );
```

Wesentlich
einfacher

Was ist ein Objekt?

hängt von der Art des Objekttyps ab

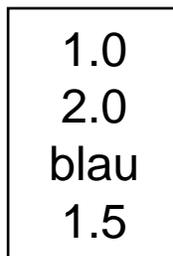
zwei Arten: **Wert-Typ** (value type) : C++

Referenz-Typ (reference type) : C#, Java, Smalltalk

C++

```
PunktTy P1(1.0, 2.0, blau, 1.5);
```

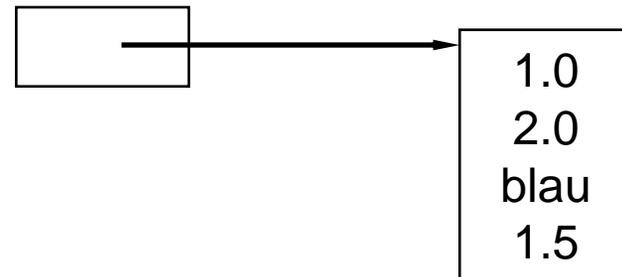
P1



C#

```
PunktTy P1 =  
new PunktTy(1.0, 2.0, blau, 1.5);
```

P1



Begriffe

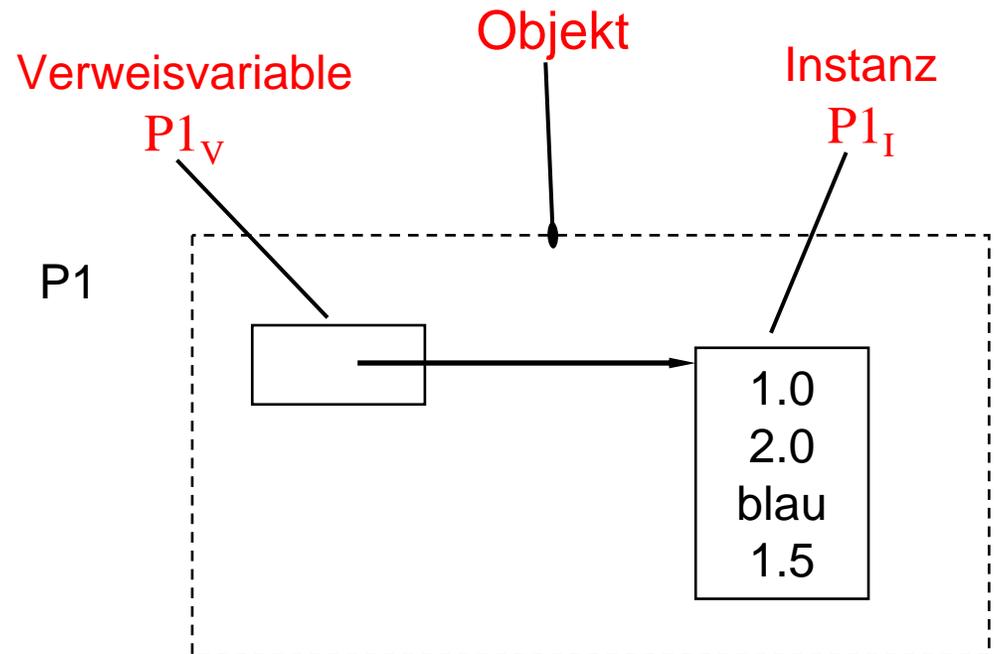
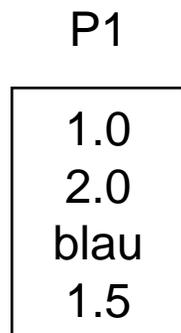
C++

```
PunktTy P1(1.0, 2.0, blau, 1.5);
```

C#

```
PunktTy P1 =  
    new PunktTy(1.0, 2.0, blau, 1.5);
```

Objekt = Instanz



Gravierende Unterschiede bei Zuweisung und Vergleich

```
PunktTy P1(1.0, 2.0, blau, 1.5);
```

```
PunktTy P1 =
```

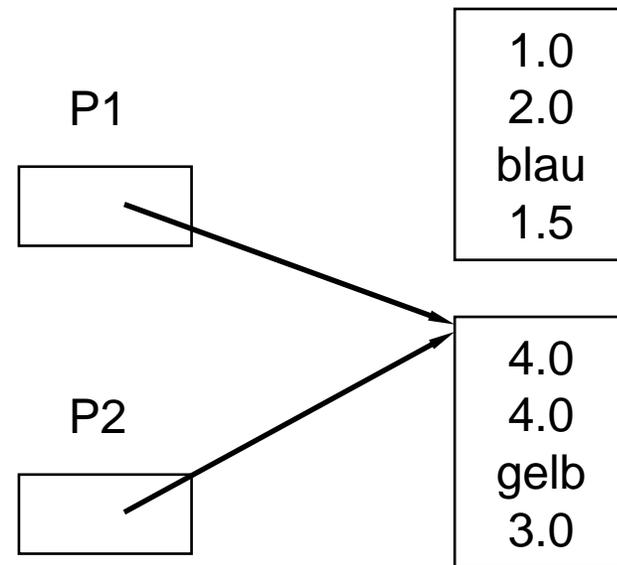
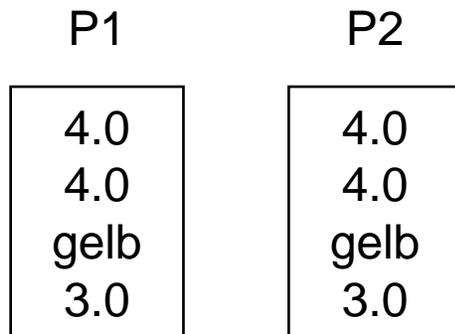
```
    new PunktTy(1.0, 2.0, blau, 1.5);
```

```
PunktTy P2(4.0, 4.0, gelb, 3.0);
```

```
PunktTy P2 = new PunktTy(4.0, ...);
```

```
P1 = P2; // Zuweisung
```

```
P1 = P2;
```



6. Grundkonzept der Objekt-Typen

Objekt

Wert-Typ : Objekt = Instanz

Referenz-Typ : Objekt = Verweis + Instanz

Objekt-Typ ist impliziter Verweistyp

Instanzspezifische vs typspezifische Komponenten

instanzspezifisch : werden **in jeder Instanz repliziert**

typspezifisch : sind **nur einmal „im Typ“ vorhanden**

Bisherige Komponenten waren alle instanzspezifisch

Neue typspezifische Komponente: NullPunkt (0.0, 0.0, schwarz, 1.0)

```
class PunktTy {  
    protected float xPos = 0.0; ...  
    public void MoveTo(float x, float y) { ... }  
    public PunktTy(float x, float y, FarbTy f, float ls) {  
        xPos = x;  
        ... }  
    public static readonly PunktTy NullPunkt =  
        new PunktTy(0.0, 0.0, schwarz, 1.0);  
} // PunktTy
```

```
PunktTy P1 = PunktTy . NullPunkt; // Zugriff über Typ
```

7. Grundkonzept der Objekt-Typen

instanzspezifische
und
typspezifische Komponenten

Variable, Unterprogramme, Objekttypen

Zugriffsregel: im typspezifischen Teil der Objekttypdeklaration darf nur auf typspezifische Komponenten zugegriffen werden

Instanzspezifische vs typspezifische Komponenten

=> Janusgesicht des Objekt-Typs

Bezüglich seiner **instanzspezifischen** Komponenten verhält sich ein Objekttyp wie eine **Schablone für die Instanzen**

Bezüglich seiner **typspezifischen** Komponenten verhält sich ein Objekttyp wie ein **Modul** / Package / Unit.

Typableitung

Typableitung: auf der Basis eines vorhandenen Objekttyps BT einen neuen Objekttyp AT deklarieren, so dass AT tendenziell eine Erweiterung von BT ist.

Beispiel: Punkt im 3-dim Raum: zusätzliche Komp. zPos

Grundregel: im abgeleiteten Typ müssen lediglich die neuen Komponenten deklariert werden.

Ausserdem erbt AT die meisten Komponenten von BT.

```
class Punkt3dTty: PunktTy {  
    protected float zPos = 0.0;  
    public Punkt3dTty(float x, float y, float z, FarbTy f, float ls):  
        base(x, y, f, ls) {  
        // PunktTy(x, y, f, ls)  
        zPos = z;  
    }  
} // Punkt3dTty
```

AT

BT

neue (zusätzliche)
Komponente

Interne Wirkung der Ableitungsklausel:

es wird so getan,

als seien die erbbaren Komponenten von BT

auch in AT deklariert

(bis auf feine Details zutreffende Charakterisierung)

```
class PunktTy {
    protected float xPos = 0.0; ...
    public void MoveTo(float x, float y) { ... }
    public void PunktTy(float x, float y, FarbTy f, float ls) {
        xPos = x; ... }
} // PunktTy
```

```
class Punkt3dTy: PunktTy {
    // protected float xPos = 0.0; ...
    protected float zPos = 0.0;
    // public void MoveTo(float x, float y) { ... }
    public void Punkt3dTy(float x, float y, float z, FarbTy f, float ls):
        base(x, y, f, ls) {
        zPos = z; }
} // Punkt3dTy
```

Konstruktoren sind häufig nicht erbbar

Vorteil der Ableitungsklausel:

kein Eingriff in bestehende SW

AT bezieht sich zwar auf BT

BT bleibt ansonsten aber unberührt

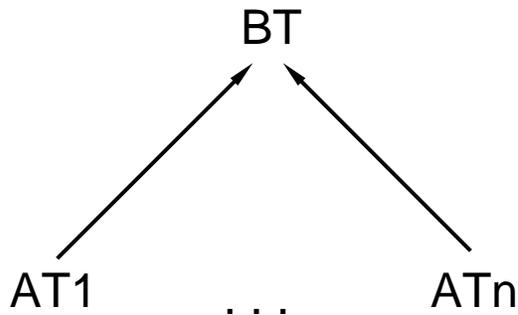
Externe Wirkung der Ableitungsklausel:

Deklaration von **verwandten Typen**

ähnlich wie bei Records mit Varianten

aber weniger eng gekoppelt

=> grössere Flexibilität

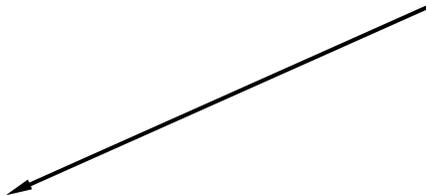


```
TYPE BAT = RECORD
  BT-Komponenten
  CASE Steuerkomp: Txy OF
    at1: AT1-Komponenten
    ...
    atn: ATn-Komponenten
  END;
```

8. Grundkonzept der Objekt-Typen

Typableitung
und

Erben von Komponenten



erben : inherit

vererben : bequeath

9. Grundkonzept der Objekt-Typen

Reimplementierung von Unterprogrammen

für ein geerbtes Unterprogramm kann
in AT ein neuer Rumpf angegeben werden
d.h. keine neue (zusätzliche) Komponente
sondern Modifikation einer geerbten Komponente

engl: override = deutsch ???

Beispiel: Operation „Spiegeln“ für Punkte

```
class PunktTy {  
    public virtual void Spiegeln( ) {  
        xPos = -xPos;  
        yPos = -yPos; }  
} // PunktTy
```

gleiche Signatur

```
class Punkt3dTty: PunktTy {  
    public override void Spiegeln( ) {  
        base.Spiegeln( );  
        z.Pos = -zPos; }  
} // Punkt3dTty
```

The diagram consists of two code blocks. The top block defines a class `PunktTy` with a method `Spiegeln()`. The bottom block defines a class `Punkt3dTty` that inherits from `PunktTy` and overrides the `Spiegeln()` method. Two arrows originate from the text 'gleiche Signatur' and point to the `Spiegeln()` method signature in both code blocks, indicating that they share the same signature.

10. Grundkonzept der Objekt-Typen

Polymorphismus von Verweisvariablen

Eine Verweisvariable mit statischem Typ BT darf auf Instanzen von BT und auf Instanzen von aus BT abgeleiteten Typen verweisen.

Gilt bei: impliziten Verweistypen
expliziten Verweistypen gleichermaßen

Polymorphismus und Reimplementierung

```
class PunktTy {  
    public virtual void Spiegeln( ) {  
        xPos = -xPos;  
        yPos = -yPos; }  
} // PunktTy
```

```
class Punkt3dTyl: PunktTy {  
    public override void Spiegeln( ) {  
        base.Spiegeln( );  
        z.Pos = -zPos; }  
} // Punkt3dTyl
```

```
PunktTy P1 =  
    new Punkt3dTyl( ... );  
P1.Spiegeln( );  
    // Punkt3dTyl:Spiegeln( )  
P1 = new PunktTy( ... );  
P1.Spiegeln( );  
    // PunktTy:Spiegeln( )
```

=> es wird der zur aktuellen
Instanz gehörende
Rumpf ausgeführt, d.h.
der jeweils passende
Rumpf

Polymorphismus und Reimplementierung

```
PunktTy P1; // P1 = null
if (Bedingung)
    P1 = new PunktTy( ... );
else
    P1 = new Punkt3dTyl( ... );

P1.Spiegeln( );
```

=> es wird der zur aktuellen
Instanz gehörende
Rumpf ausgeführt, d.h.
der jeweils passende Rumpf

Zusammenfassung

Einzeltyp / -objekt

Aggregation

Enge Kopplung

Kapselung

Manipulierbarkeit

Konstruktor

Objekt

instanzspezifische und typspezifische Komp.

Abgeleiteter Typ

Typbleitung und Erben

Reimplementierung

Polymorphismus

=> **Objekt-Typen lassen sich nicht in einem Satz erklären**

Nicht behandelt

this

Destruktor

Schachtelung von Objekttypen

generische Objekttypen

volle Palette der Exportstati

Mehrfachableitung

Interface

boxing / unboxing

Reflection

der Typ „class“

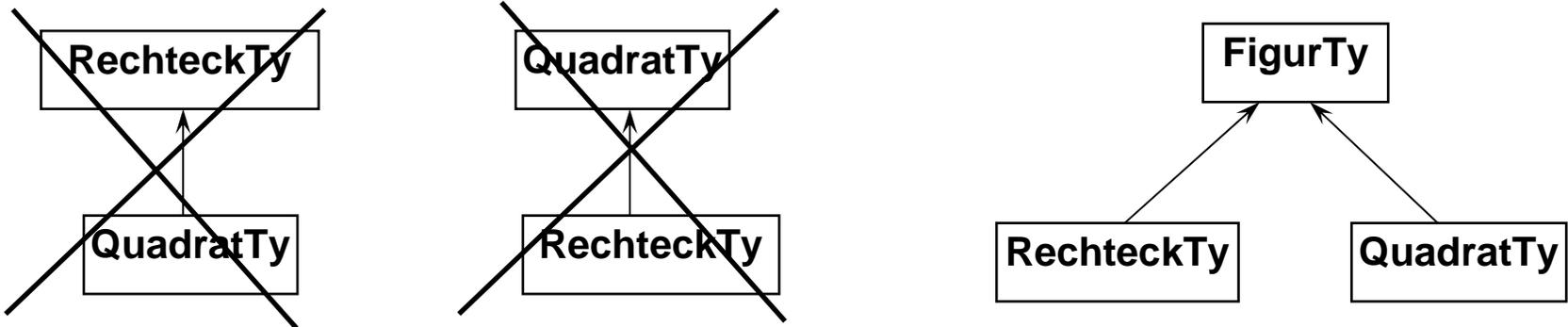
delegate

event

...

Methodischer Hinweis

die Ableitungsrelation ist nicht isomorph zur
begrifflichen Klassifikation (Quadrat **ist ein** Rechteck mit ...)



Winkler, Jürgen F.H.: Objectivism: “Class“ considered harmful.
Comm. ACM 35,8 (1992) 128..130

*Viel Erfolg bei der Benutzung
von Objekt-Typen
und
Vielen Dank fürs Zuhören*

<http://psc.informatik.uni-jena.de/Themen/pap-talk/obj-types.pdf>