

# Programmieren 1 Übung: Objekte mit Pointern: Zusammengesetzte grafische Objekte

## **Klaus Kusche**

Achtung: Diese Übung ist umfangreich und nicht ganz einfach.  
Es gibt eine einfachere Alternativ-Aufgabe!

In Fortsetzung des Beispiels mit Rechtecken und Ellipsen:  
(nimm die Musterlösung von Übung 17, wenn du keine eigene Ausgangsbasis hast):

Wir leiten von unserer abstrakten Klasse **GraObj** eine dritte Klasse **Comp** (“complex” oder “composite”) für zusammengesetzte Objekte ab, d.h. für Objekte, die selbst wieder aus mehreren Ellipsen und Rechtecken (und ev. wieder **Comp**'s) bestehen.

Grundidee ist folgende:

- Ein zusammengesetztes Objekt enthält einen Pointer auf ein dynamisch angelegtes Array von **GraObj-Pointern**.
- Die Elemente dieses Arrays zeigen auf die Subobjekte.
- Operationen auf dem zusammengesetzten Objekt werden im Normalfall an alle Subobjekte durchgereicht.

Im Detail:

- Neben dem Pointer auf das Subobjekt-Pointer-Array (das ist ein Pointer auf **GraObj-Pointer**!) bekommt **Comp** noch zwei Member-Variablen für die angelegte Größe dieses Arrays und für die Anzahl der derzeit darin enthaltenen Subobjekte. Alle Member sind **protected**.
- Die Größen-Member (Breite und Höhe ab Mittelpunkt), die **Comp** von **GraObj** erbt, lassen wir für zusammengesetzter Objekte der Einfachheit halber vorläufig unberücksichtigt (siehe Zusatzaufgabe):
  - Im Konstruktor werden sie auf 0 gesetzt.
  - **setSize** lassen wir auch vorläufig leer.
- Ebenso wird die Farbe zusammengesetzter Objekte auf 0/0/0 gesetzt und nicht weiter berücksichtigt.
- Der Konstruktor für **Comp** hat nur die x- und y-Koordinate für den Mittelpunkt des Objektes sowie die gewünschte Größe des Subobjekte-Arrays (max. mögliche Anzahl von Subobjekten) als Parameter.

Das Pointer-Array wird dynamisch angelegt, aber bleibt uninitialisiert:  
Die Subobjekte werden erst nachträglich dazugefügt.

- Daneben gibt es einen Copy-Konstruktor und **clone**, siehe unten:  
Der Copy-Konstruktor für zusammengesetzte Objekte muss nach dem Aufruf des Vater-Copy-Konstruktors ein neues Pointer-Array anlegen und die Subobjekte aus dem Array des Originals kopieren (mit **clone**), nicht nur die Pointer auf die Subobjekte (d.h. das kopierte zusammengesetzte Objekt soll eigene Subobjekte haben, nicht Pointer auf die des Originals!).
- Der Destruktor muss zuerst die Subobjekte alle freigeben und dann das Array selbst.
- In **Comp** kommt eine neue Member-Funktion add dazu, die mit einem **GraObj**-Objekt-Pointer aufgerufen wird und eine Kopie (**clone** !) des angegebenen Objektes zum Array der Subobjekte hinzufügt (prüfen, ob noch Platz ist, hinten anhängen, Belegt-Zähler erhöhen).  
Der Returnwert soll **bool** sein (**true**: erfolgreich, **false**: Array voll).
- **draw** und **undraw** rufen einfach in einer Schleife für alle Subobjekte **draw** und **undraw** auf.
- **setPos** berechnet den Unterschied zwischen der aktuellen eigenen Position und der Ziel-Position und ruft dann das eigene **move** auf.
- **move** verschiebt nicht nur den eigenen Mittelpunkt, sondern ruft auch das **move** aller Subobjekte auf.
- **setSize** macht wie oben angegeben vorläufig nichts.
- **scale** ist kompliziert, denn es muss für jedes Subobjekt zwei Dinge machen:
  - **scale** aufrufen.
  - Die x- und y-Abstände zwischen dem eigenen Mittelpunkt und dem Mittelpunkt des Subobjektes berechnen, diese Abstände skalieren und zum eigenen Mittelpunkt dazurechnen, und das Subobjekt mit **setPos** auf die resultierende neue Position setzen.
- Bei **rotate** ist es ähnlich:
  - Alle Subobjekte müssen rotiert werden.
  - Die Position jedes Subobjektes in Relation zum eigenen Mittelpunkt muss um 90 Grad gedreht und neu gesetzt werden:  
Der neue x-Abstand ist der alte y-Abstand mit umgekehrtem Vorzeichen, der neue y-Abstand ist der alte x-Abstand.  
Dann wird der neue Mittelpunkt des Subobjektes ausgehend vom eigenen Mittelpunkt berechnet und das Subobjekt mit **setPos** dorthin verschoben.

An allgemeinen Erweiterungen in allen Klassen sind folgende notwendig:

- Aus den in der Vorlesung besprochenen Gründen ist es uns nicht möglich, einen virtuellen **operator=** zu implementieren, der alle Arten von Objekten (auch mit gemischten Typen) richtig zuweist.

Wir deklarieren daher in jeder Klasse einen privaten operator= und lassen ihn undefiniert, um die Verwendung von = generell zu unterbinden (bessere Lösung für die, die C++ 11 verwenden: Den **operator=** mit = **delete** "verbieten"!).

- Als Ersatz bekommen **GraObj** und alle abgeleiteten Klassen einen Copy-Konstruktor (einen ganz normalen, ohne Farb- oder Größenänderung!).

Achtung:

- Der Copy-Konstruktor in **GraObj** darf den Z-Wert aus der vorigen Übung nicht einfach kopieren, sondern muss ihn in der Initialisierungsliste zuerst explizit auf 0 setzen und dann erst im Code des Konstruktors mit **setZ** auf den Wert des Originals: Damit erreicht man, dass das kopierte Objekt korrekt in die Z-Liste eingefügt wird.
- In den abgeleiteten Klassen nicht auf den Aufruf des Copy-Konstruktors der Basisklasse vergessen!

Weiters rufen die Copy-Konstrukturen der abgeleiteten Klassen **draw** auf.

- Um das Kopieren von Objekten beliebiger Klassen durchführen zu können, muss man den virtuellen **clone**-Mechanismus implementieren (weil das Array ja gemischt Pointer auf **Rect**- und **Circ**-Objekte sowie zusammengesetzte Objekte enthalten kann, und jedes muss auf seine Art kopiert werden).

In **GraObj** ist **clone** pure virtual, in den abgeleiteten Klassen wie üblich mittels Copy-Konstruktor implementiert.

- In der Basisklasse **GraObj** müssen alle Methoden, die in **Comp** überschrieben wurden, als **virtual** deklariert werden.
- Ansonsten sollte die Implementierung von **GraObj**, **Rect**, **Circ** und **Color** unverändert bleiben.

Schreib dazu wieder ein kleines Hauptprogramm zum Testen.

Es sollte u.a. mit mehreren **add** ein zusammengesetztes Objekt basteln und das Kopieren zusammengesetzter Objekte testen.

Zusatzaufgabe:

Kannst du auch die Größe (geerbte Member für Breite und Höhe) richtig behandeln?

Ich empfehle folgende Vorgangsweise:

- Mach in **Comp** eine private Methode ohne Parameter und Returnwert, die die beiden Member neu berechnet, indem sie alle Subobjekte durchgeht und das Maximum von deren Breite bzw. Höhe zuzüglich des horizontalen bzw. vertikalen Abstandes (Absolutwert nehmen!) von deren Mittelpunkt zum eigenen Mittelpunkt berechnet.
- Rufe diese Methode am Ende von **add**, **scale** und **rotate** auf.
- Wenn deine **Comp**-Objekte eine korrekte Größe enthalten, dann lässt sich auch **setSize** ganz einfach implementieren:
  - Berechne, wieviel Prozent der gespeicherten bisherigen Breite und Höhe die neue Breite und Höhe sind.
  - Rufe das eigene **scale** mit diesem Prozentsatz von alter und neuer Breite bzw. Höhe auf.