



### Aufgabe 5: Vervollständigung Mesh-Funktionalität (1 Punkt)

Für diese Aufgabe steht Ihnen eine Funktionalität zum Laden von .obj-Dateien zur Verfügung.

- a) Zur Ansteuerung der Loader-Funktionalität ist ein GUI-Element implementiert um eine Datei auszuwählen. Ein entsprechender Menü-Eintrag und ein `slot` der bei Auswahl aktiviert wird ist bereits in `CgQtGui` vorhanden. Die Funktionalität zum Laden wird in `CgSceneControl::handleEvent(...)` bereits ausgeführt und die ausgewählte Datei in `CgExampleTriangle` eingelesen. Übertragen Sie diese Funktionalität in ihre eigene Mesh-Klasse.

- b) Das Objekt soll später einmal so dargestellt werden, dass die Kanten in der Geometrie durch geschickte Beleuchtung und Schattierung verwischt werden und das Objekt so glatter erscheint als es eigentlich ist. Dazu ist es notwendig eine Normale nicht mehr pro Dreieck, sondern pro Punkt anzugeben. Diese Punktnormale wird als Mittelwert der Normalen aller Dreiecke berechnet, in denen der jeweils betrachtete Punkt vorkommt.

Implementieren Sie einen Algorithmus der dies in Zeitkomplexität  $O(n)$  realisiert ( $n$  steht hier gleichermaßen für die Anzahl der Punkte oder Anzahl der Dreiecke), falls immer alle Punktnormalen auf einmal berechnet werden sollen.

**Hinweis:** Der obj-Loader ist in der Lage analog zu den Punkten auch in der Datei gespeicherte Normalen einzulesen. Diese Funktionalität soll zunächst explizit nicht benutzt werden, sondern die Normalen wie oben beschrieben berechnet werden (die Normalen-Info ist auch nicht immer in jeder obj-Datei vorhanden).

### Aufgabe 6: Szene-Graph (1 Punkt)

**Hinweis:** Zur Bearbeitung dieser Aufgabe ist Kapitel 4 der VL notwendig.

Implementieren Sie einen Szenegraph, der ihre Objekte und deren Transformationen enthält. Als Objekt-Transformation kann initial die Einheitsmatrix angenommen werden.

- a) Implementieren Sie die Klassen-Struktur gemäß der Vorlesung und entsprechende Methoden um Kind-Objekte oder Objekte innerhalb der Objekt-Liste hinzuzufügen oder zu löschen.
- b) Implementieren Sie eine Render-Funktionalität, die die beschriebene Matrix-Stack Funktionalität umsetzt und die Transformationsmatrix beim Render-Aufruf entsprechend an den Renderer übergibt.
- c) Es soll möglich sein, ein und dasselbe geometrische Objekt in unterschiedlicher Größe und Ausrichtung an unterschiedliche Position mehrfach zu zeichnen, obwohl es nur einmal

existiert. Initialisieren Sie dazu das Objekt einmal mit seiner eindeutigen ID, beim Render Aufruf soll dieses Objekt dann nacheinander mit unterschiedlichen Transformationen an den Renderer übergeben werden.

- d) Übertragen Sie die Funktionalitäten und Objekte aus den vorherigen Aufgaben so, dass diese direkt im Szenegraph angelegt, verwaltet und gelöscht werden.