

# Übung zu Computergraphik I

## – Übungsblatt 7 –

Lehrstuhl für Computergraphik  
und Multimediasysteme

Andreas Görlitz, Jan Mußmann

**Abgabe:** Bis spätestens Dienstag 5. Dezember 2017, 10 Uhr

**Besprechung:** Dienstag 12. Dezember 2017 und Mittwoch 13. Dezember 2017

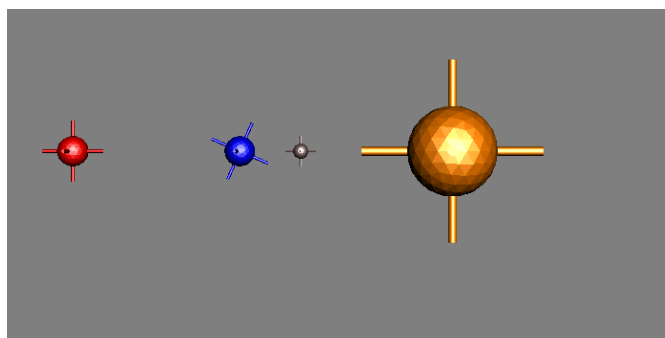
**Hinweise:** Schriftliche Übungen bitte zusammengeheftet in den Briefkasten vor Büro H-A 7115/1 werfen. Programmieraufgaben bitte per Mail mit Name und Matrikelnummer an Ihren jeweiligen Tutor senden. Geben Sie dabei nur Ihre modifizierte(n) Quelltextdatei(en) als Anhang ab.

### Aufgabe 1 Szenengraphen und Transformationshierarchien (5 Punkte)

In der folgenden Aufgabe sollen Sie ein sehr einfaches Sonnensystem, bestehend aus vier Planeten, zunächst als Szenengraph modellieren und anschließend nachprogrammieren. Laden Sie hierzu das Programmgerüst `ueb07.zip` von der Übungsseite herunter.

Das Modellsonnensystem soll aus einer zentralen Sonne im Ursprung des Weltkoordinatensystems bestehen, um die ein erdähnlicher Planet und ein marsähnlicher Planet kreisen. Außerdem kreist um die Erde ein kleiner Mond. Alle Kreisbahnen sollen in derselben Ebene liegen. Die Erde soll sich um ihre eigene y-Achse drehen, wobei diese um  $23,44^\circ$  gegenüber der Ebene der Kreisbahnen geneigt ist. Die Sonne soll das größte Objekt des Systems darstellen, es folgen Erde, Mars und Mond.

- 1.1 Beschreiben Sie das Sonnensystem durch einen gerichteten azyklischen Graphen (DAG).
- 1.2 Erweitern Sie die Funktion `drawGeometry()`, sodass ein Sonnensystem wie in Abb. 1 zu sehen ist. Verwenden Sie zur hierarchischen Beschreibung des Sonnensystems die in der Vorlesung vorgestellten Befehle.



**Abbildung 1:** Modellsonnensystem aus Sonne, Erde, Mars und Mond. Zur Veranschaulichung sind die lokalen x-, y- und z-Achsen als Zylinder mitgezeichnet.

**Aufgabe 2 Perspektivische Transformationen (2 Punkte)**

Die perspektivische Transformation kann durch die folgende  $4 \times 4$ -Matrix  $T_P$  beschrieben werden:

$$T_P = \begin{bmatrix} \frac{2}{b} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{2}{h} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{n+f}{n(n-f)} & \frac{2f}{n-f} \\ 0 & 0 & -\frac{1}{n} & 0 \end{bmatrix}$$

- 2.1 Vergewissern Sie sich davon, dass diese Matrix tatsächlich einen Pyramidenstumpf in einen Einheitswürfel überführt, indem Sie zwei Eckpunkte  $\mathbf{P}_1$  und  $\mathbf{P}_2$  des Pyramidenstumpfes mit

$T_P$  transformieren.  $\mathbf{P}_1 = \begin{pmatrix} -\frac{b}{2} \\ -\frac{h}{2} \\ -n \end{pmatrix}$  sei der Punkt unten links auf der nahen Clip Ebene. Wie

lautet dann der Punkt  $\mathbf{P}_2$  unten links auf der fernen Clip Ebene mit  $z = -f$ ? Wie lauten die beiden transformierten Punkte?

- 2.2 Allgemein gilt für die perspektivische Transformation, dass Geraden auf Geraden abgebildet werden, d.h. für die Transformation der Gerade  $\mathbf{P}(\alpha) = (1 - \alpha)\mathbf{P}_1 + \alpha\mathbf{P}_2$  gilt  $T_P(\mathbf{P}(\alpha)) = (1 - \beta)T_P(\mathbf{P}_1) + \beta T_P(\mathbf{P}_2)$ , mit  $\beta = \beta(\alpha) = \frac{\alpha z_2}{(1 - \alpha)z_1 + \alpha z_2}$ .

Überprüfen, dass die Ordnung von Punkten auf Geraden durch  $T_P$  erhalten bleibt, indem Sie nachweisen, dass  $\alpha_1 < \alpha_2 \iff \beta(\alpha_1) < \beta(\alpha_2)$  gilt. Welche Eigenschaften muss  $\beta(\alpha)$  dafür erfüllen?