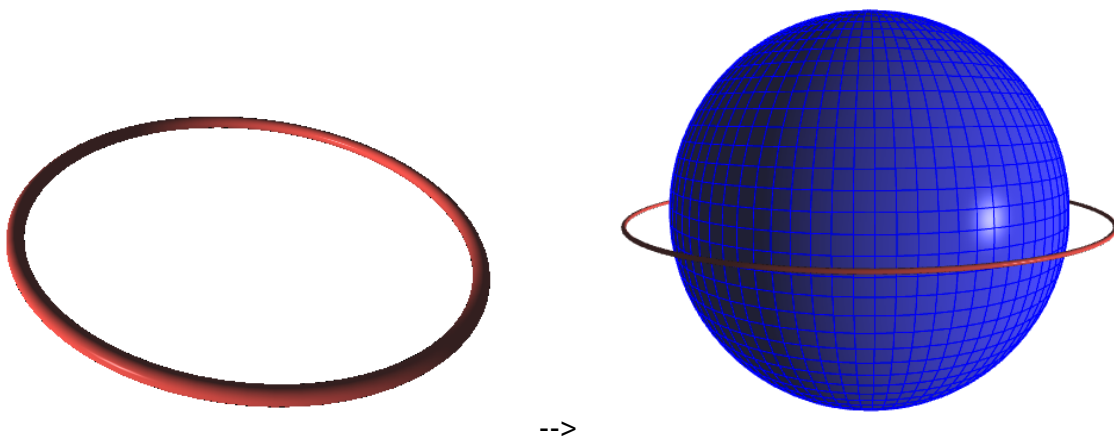


Computergrafik 2 / Aufgabe 3: *Weltausleuchtung*

In dieser Aufgabe sollen Sie einen Erdglobus unter beliebigen Sonnenständen und mit verschiedenen Oberflächeneigenschaften darstellen. Dabei können Sie sich u.a. eines Phong-Shaders sowie verschiedenster NASA-Bildinformationen bedienen: Topographie, Höheninformation, Wolkendichte etc. Dabei entwickeln Sie einen komplexeren Shader mit spezieller Beleuchtung und Mehrfach-Texturierung.

Das Übungs-Framework zu Aufgabe 3 baut auf dem von Aufgabe 2 auf und wurde um Licht, Material, Texturen und einen Phong-Shader erweitert. Shader werden nun via `shaders.js` aus externen Dateien in dem Unterverzeichnis `shaders/` geladen, was die Bearbeitung der Shader deutlich vereinfacht. Der `SceneNode` wurde um die Berechnung der Normalen-Matrix erweitert. In `models/` findet sich eine Datei `parametric.js`, mit welcher beliebige parametrische Flächen erzeugt werden können; als Beispiel sind ein Torus und eine Kugel implementiert. Diese Modelle stellen die folgenden Vertex-Attribute bereit: Position, Normalenrichtung, Texturkoordinate. Das Modul `scene_explorer.js` wurde integriert, und erlaubt die interaktive Navigation der Szene mittels der Maus (Drag = Rotation; Shift-Drag = Translation; Alt-Drag oder Wheel = Zoom).

Aufgabe 3.1: Szenengraph mit Materialien und Licht



Wenn Sie das Framework starten, sollten Sie zunächst einen von einer direktionalen Lichtquelle beleuchteten Ring sehen, der später zur Orientierung der Äquatorebene der Welt dienen soll. Sie können Szene mit der Maus navigieren. Wenn Sie die Animation einschalten, sehen Sie die Reflexion der Lichtquelle auf dem Ring wandern.

- Studieren Sie den Aufbau der Szene in `scene.js`. Betrachten Sie den `RingNode`, welcher einen Material- und einen Geometrienoten enthält. Der Materialknoten setzt in seiner `draw()`-Methode Shader-Variablen im Programm `prog_phong`, welches aus den beiden Shadern `phong.vs` und `phong.fs` in `shaders/` erzeugt wird.

- Fügen Sie dem Szenengraphen einen weiteren Unterbaum `PlanetNode` hinzu, dessen Kinder alles enthalten, was zum Darstellen des Planeten nötig ist. Fangen Sie mit einer Kugel an (siehe `models/parametric.js`) und stellen Sie diese mittels des Programms `prog_phong` dar. Fügen Sie dann ein neues `PhongMaterial` als Knoten ein, so dass die Erdoberfläche mit einem anderen Material gezeichnet wird als der Ring.
- Fügen Sie noch einen Knoten `GridNode` ein, der die Oberfläche der Kugel als Wireframe darstellt (`wireframe:true` beim Erzeugen einer `Sphere`). Damit kann man die Lage und Rotation der Erde und ihrer Pole besser beurteilen. Wählen Sie eine konstante Farbe für das Grid (z.B. `prog_blue`).
- Rotieren Sie ggf. Planeten und Grid, so dass die Pole der Y-Achse entsprechen und die Erdachse senkrecht zum Ring steht.
- Fügen Sie mittels `Scene.drawOptions` zwei Checkboxes hinzu, mit denen sich die Oberfläche bzw. das Grid ein- und ausblendbar machen lassen. Verwenden Sie dazu das Attribut `SceneNode.visible`, siehe am Beispiel des `ringNode` in `Scene.draw()`.

Dokumentation: Erstellen Sie einige Screenshots, auf denen alle Komponenten sowie die Pole zu erkennen sind.

Aufgabe 3.2: Phong mit Tag- und Nacht-Textur

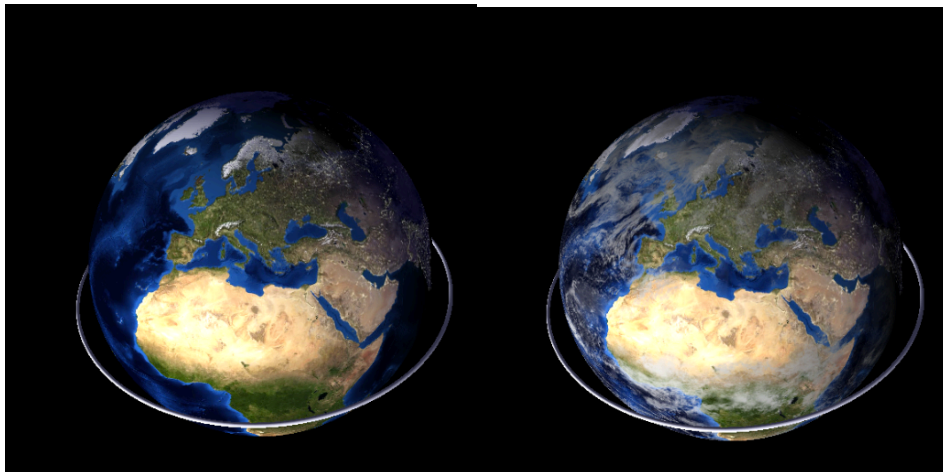


- Während der Ring weiterhin mittels Phong-Beleuchtung gezeichnet wird, soll die Erde mit Texturen aufgewertet werden. Dazu nehmen Sie die Phong-Shader als Basis, kopieren Sie z.B. als "`planet.vs`" und "`planet.fs`", registrieren das neue Shaderpaar in `shaders.js`, erzeugen ein entsprechendes Programm `prog_planet` in `scene.js` und verwenden es für den `PlanetNode`.
- Bedienen Sie sich der Funktion `texture.Texture2D`, um `textures/earth_month04.jpg` als Textur zu laden. Binden Sie die Textur in `prog_planet` mittels `setTexture()` an Textureinheit 0 und z.B. an die Shader-Variable "`daylightTexture`".

- Greifen Sie nun im Fragment-Shader auf die Textur zu. Orientieren Sie sich an dem Shaderpaar `texture.vs` + `texture.fs` - hier sehen Sie, wie Sie die benötigten Texturkoordinaten vom Vertex-Shader in den Fragment-Shader "durchschleifen" und wie Sie auf die Textur im Shader zugreifen können. Erweitern Sie den Phong-Shader so, dass Sie den Wert der Textur anstelle des diffusen Material-Koeffizienten verwenden. D.h. trotz der Werte aus der Textur soll die Lichtrichtung und -reflexion immer noch gut zu erkennen sein.
- Durch die Phong-Funktion wird die Textur automatisch auf der „Tagseite“ der Erde angezeigt, während aufgrund des Einfallswinkels die Nachtseite der Erdkugel schwarz bzw. ambient dargestellt wird. Verändern Sie die Funktion so, dass auf der Nachtseite der Erde die Textur `earth_at_night_2048.jpg` angezeigt wird. Interpolieren Sie dazu auf geeignete Weise zwischen Tag- und Nachttextur, so dass das Ergebnis speziell am Morgen und am Abend überzeugend aussieht.
- Führen Sie eine Checkbox "Night Lights" ein, welche es ermöglicht, dies zusätzliche Nachttextur ein- und auszuschalten. Tipp: eine einfache Methode ist das Einführen einer bool'schen Shadervariablen, die auf Applikationsseite mittels `setUniform()` je nach Wert der Checkbox gesetzt und im Shader zur Unterscheidung der Fälle verwendet wird.

Dokumentation: Erstellen Sie einige Screenshots, auf denen Tagseite, Nachtseite und der Übergang zwischen den beiden Seiten gut zu sehen sind.

Aufgabe 3.3: Wasser und Wolken



- Durch die Natur des Phong-Shaders sieht die Erdkugel noch eher wie eine Plastik-Kugel aus, da Erde und Wasser gleichermaßen spekulär reflektieren. Verändern Sie die Spekularität eines Oberflächenpunktes abhängig davon, ob sich der Punkt im Ozean oder an Land befindet (Wasser spiegelt, Land nicht). Verwenden Sie dazu z.B. die Information aus der topografischen oder bathymetrischen NASA-Textur, die die Höhen- bzw. Tiefeninformation kodiert. Ermitteln Sie, welche Texturwerte welcher Höhe entsprechen, und verändern Sie in Ihrer Funktion wahlweise den spekulären

Materialkoeffizienten, den Shininess-Wert, oder beides. Ein solches Verfahren wird auch als „Gloss Map“ bezeichnet.

- Die bisher verwendeten Texturen der Erde sind wolkenfrei. Fügen Sie der Erde abhängig von einer Checkbox "Clouds" eine Wolkenschicht auf Basis der Textur `earth_clouds_2048.jpg` hinzu. Je dichter die Wolken sind, desto mehr sollte die Wolkenfarbe die Erdfarbe überdecken. Die Wolken sollten auch eine sinnvolle Auswirkung auf die Sichtbarkeit der Lichter in der Nacht haben.

Dokumentation: Erstellen Sie einige Screenshots, auf denen die von Ihnen implementierten Effekte gut zu beurteilen sind.

Bewertung

Für das Erreichen einer sehr guten Note sollten alle Teilaufgaben fehlerfrei und visuell ansprechend gelöst werden. Bei Nichtbearbeitung von 3.3 kann bestenfalls die Note 2.3 erreicht werden.

Abgabe

Die Abgabe soll via Moodle bis zu dem dort angegebenen Termin erfolgen. Verspätete Abgaben werden wie in den Handouts beschrieben mit einem Abschlag von 2/3-Note je angefangener Woche Verspätung belegt. Geben Sie bitte pro Gruppe jeweils nur eine einzige .zip-Datei mit den Quellen Ihrer Lösung sowie mit den geforderten Bildern ab.

Demonstrieren und erläutern Sie dem Übungsleiter Ihre Lösung *in der nächsten Übung nach dem Abgabetag*. Die Qualität Ihrer Demonstration ist, neben dem abgegebenen Code, ausschlaggebend für die Bewertung! Es wird erwartet, dass alle Mitglieder einer Gruppe anwesend sind und Fragen beantworten können.