

Texture Mapping: Bilder auf Oberflächen aufbringen

Meist werden Farben und Muster in POV-Ray mathematisch beschrieben. Es ist aber auch möglich, Bilder auf Körper zu projizieren, also gewissermaßen „Tapete aufzukleben“. Besitzt man z. B. eine Bilddatei mit einer geeigneten Karte der Erde, so kann man durch Projektion dieser Bilddatei auf eine Kugel einen Globus erzeugen. Im Internet sind derartige Bilder („Maps“) frei verfügbar, einige finden Sie z. B. auf der Seite <http://www.afiller.de/cgbuch> (gepackt in der Datei [maps.zip](#)). Wenn Sie diese Datei herunterladen und entpacken, so stehen Ihnen alle Maps zur Verfügung, von denen in diesem Abschnitt die Rede ist.



Um ein Bild auf einen Körper aufzubringen wird der Befehl `image_map` verwendet. Eine Erdkugel lässt sich z. B. durch

```
sphere { <0,0,0>, 4
    texture{pigment{image_map{ jpeg "ErdMap1.jpg" map_type 1}}}
}
```

erzeugen. Innerhalb der Anweisung `image_map` müssen drei Angaben gemacht werden:

- Dateityp der Bilddatei: `gif`, `tga`, `png`, `jpeg` oder `tiff`, im Beispiel oben wird eine JPEG-Datei mit der Erweiterung `.jpg` verwendet.
- Dateiname der Bilddatei, die projiziert wird (im Beispiel `ErdMap1.jpg`). Die Bilddatei muss sich in demselben Ordner wie die POV-Ray-Datei befinden.
- Typ der Projektion (`map_type`): Wird dahinter eine 0 gesetzt, so erfolgt eine ebene Projektion, ein Bild wird gewissermaßen auf einen Rahmen geklebt; `map_type 1` bewirkt eine sphärische Projektion und eignet sich für Kugeln. Schließlich bewirkt `map_type 2` eine zylindrische Abbildung, ist also zur Herstellung von Litfaßsäulen geeignet und `map_type 5` eine Projektion auf einen Torus.

Aufgabe B2–1

Erzeugen Sie eine POV-Ray-Datei mit dem Namen `Erde.pov` und kopieren Sie die Dateien `ErdMap1.jpg` und `ErdeBump.jpg` (die sich in der schon erwähnten Datei [maps.zip](#) befinden) in den Ordner, in dem Sie die POV-Ray-Datei gespeichert haben. Erzeugen Sie eine Kugel und versehen Sie diese mit der Erdoberfläche. Verwenden Sie dazu den `image_map`-Befehl wie oben beschrieben.

Passen Sie die Kamera an, sodass die Erdkugel das Bild optimal ausfüllt. Verändern Sie auch die Lichtquellen, damit die Erde in ein schönes Licht gesetzt wird. Schließlich können Sie Mattheit, Glanz und Leuchtpunkte mittels der `finish`-Anweisungen anpassen. Geben Sie der Erdkugel eine Erscheinung, die Ihnen gut gefällt.

Aufgabe B2–2

Erzeugen Sie einen „Weltraum“ um die Erde, indem Sie eine riesig große Himmelskugel erstellen und diese mit einer Starfield-Textur versehen:

```
#include "stars.inc", Kugel mit texture {starfield1}.
```

Aufgabe B2–3

Richten Sie die Kamera auf Teile der Erdoberfläche und gehen Sie damit näher heran oder verkleinern Sie ihren Öffnungswinkel. Verändern Sie die Kamera-Einstellungen so, dass das gerenderte Bild Europa zeigt.

Aufgabe B2–4

Erzeugen Sie – ausgehend von der Darstellung der Erdkugel, die Ihnen am besten gefällt – ein Video der sich drehenden Erde (zu Videos siehe Abschnitt 1.6 des Buches).

Die Gestaltungsmöglichkeiten, die Sie durch das Aufbringen von Bildern und die verschiedenen `finish`-Optionen haben, sind bereits enorm. Bisher erscheint die Oberfläche der Erde allerdings glatt, da Sie nur ein Bild darauf projizieren – anders als bei einem guten Globus, der *Erhöhungen und Vertiefungen* hat. Auch diese lassen sich mit POV-Ray simulieren. Dazu wird ein Bild mit einem Höhenprofil der Erde benötigt, das POV-Ray als *Bump-Map* („Einbuchtungs-Karte“) verwendet. Ein solches Profil *ErdeBump.jpg* befindet sich ebenfalls in der Datei [maps.zip](#). Dieses Bild ist für alle Punkte der Erde, die sich auf der Höhe des Meeresspiegels befinden, schwarz. Je höher ein Punkt liegt, desto heller ist seine Farbe in der Bump-Map. POV-Ray simuliert daraus die Struktur der Erdoberfläche, wenn die Bump-Map durch die Zeile

```
normal{bump_map{jpeg "ErdeBump.jpg" map_type 1 bump_size 8}}
```

innerhalb der `texture`-Anweisung für die Kugel eingefügt wird. Die Zahl hinter `bump_size` bestimmt, wie stark Vertiefungen und Erhebungen ausgeprägt werden.

Aufgabe B2–5

Laden Sie Ihre POV-Ray-Datei mit der Erdkugel, die Sie in den vorherigen Aufgaben erstellt haben und ergänzen Sie diese, indem Sie – wie oben angegeben – die Bump-Map *ErdeBump.jpg* einbinden. Experimentieren Sie mit dem Wert hinter `bump_size`, um eine optimale Darstellung zu erhalten. Fertigen Sie sowohl „echte Globen“ mit Image- und Bump-Map als auch, um die Wirkung der Bump-Map besser zu sehen, reine Höhenprofile der Erde an. Ersetzen Sie dazu die Image-Map durch eine einfache Farbe und nutzen Sie nur die Bump-Map mit einer starken Ausprägung (großer Wert für `bump_size`). Falls Ihnen die mit Einbeulungen versehene Erde wesentlich besser gefällt als die „glatte“, die Sie vorher erzeugt haben, stellen Sie ein neues Video mit der sich drehenden Erde her.



Abbildung 1: Ausschnitte der Erdoberfläche mit Texture- und Bumpmaps

Aufgabe B2–6

In der bereits erwähnten Datei [maps.zip](#) befinden sich eine Texture- und eine Bump-Map des Mondes: *Mondmap.jpg* und *MondBump.jpg*. Speichern Sie Ihre Datei mit der Erde unter einem anderen Namen und erzeugen Sie ein Bild mit der Mondkugel.



Abbildung 2: Der Mond

Aufgabe B2–7: Sonnenfinsternis

Modellieren Sie Erde und Mond maßstabsgetreu. Überlegen Sie dabei, welche Koordinaten Sie der Sonne geben können, damit sich der Mond zwischen Sonne und Erde befindet. Fügen Sie eine Lichtquelle mit diesen Koordinaten als „Sonne“ ein. Löschen Sie alle anderen Lichtquellen, die evtl. noch in der Szene vorhanden sind. Richten Sie die Kamera so aus, dass sie den Schatten erfasst, den der Mond auf die Erde wirft.

Mittlerer Erdradius:	ca. 6.370 km
Mittlerer Mondradius:	ca. 1.740 km
Mittlerer Sonnenradius:	ca. 700.000 km
Mittlere Entfernung Erde – Mond:	ca. 384.000 km
Mittlere Entfernung Erde – Sonne:	ca. 150.000.000 km

Der Abstand des Mondes zur Erde beträgt also ca. 30 Erddurchmesser. Bei einer Abbildung von Erde und Mond mit korrekten Größenverhältnissen werden beide sehr winzig dargestellt und sind kaum erkennbar. Für das Bild der Sonnenfinsternis werden Sie also nur den Schatten darstellen können, den der Mond auf die Erde wirft.

Bei der Lösung von Aufgabe B2–7 ist Ihnen sicherlich aufgefallen, dass der Schatten, den der Mond auf die Erde wirft, sehr groß ist. Ein solch großer, völlig dunkler Fleck entsteht bei wirklichen Sonnenfinsternissen nicht. Die Ursache für diesen Fehler liegt darin, dass die Sonne bei Verwendung einer normalen Lichtquelle als punktförmig aufgefasst wird. Die Sonne besitzt aber in Wirklichkeit eine recht große Ausdehnung – für die meisten der abgedunkelten Teile der Erde wird also nur ein Teil der Sonne durch den Mond verdeckt. Mit den im Abschnitt 2.3 des Buches betrachteten Area Lights können Sie dem wirklichen Aussehen der Erde bei einer Sonnenfinsternis näher kommen. Lesen Sie ihn, bevor Sie folgende Aufgabe bearbeiten.

Aufgabe B2–8: Sonnenfinsternis mit Halbschatten

Ersetzen Sie die Lichtquelle, die Sie in Aufgabe B2–7 für die Sonne gesetzt haben, durch eine flächenförmige Lichtquelle („Area Light“, siehe Abschnitt 2.3 des Buches) und rendern Sie die Sonnenfinsternis erneut. Beachten Sie bei der Beschreibung des Area Light den Sonnenradius.

Hinweis: Heben Sie sich die POV-Ray-Dateien, mit denen Sie Ihre schönsten Bilder der Erde erstellt haben, auf. Sie können noch die Beleuchtung verfeinern, Lichteffekte einfügen (siehe Bonusabschnitt 2: Lens Flares) und dann zum krönenden Abschluss dieses Projektes ein Video der Erde mit vielen Feinheiten und Effekten erzeugen.
--

Beispiellösungen zu allen Aufgaben können von <http://www.afiller.de/cgbuch> heruntergeladen werden (gepackt in der Datei [Bonuskap2-Loesungen.zip](#)).