

Praktische Übungen für

# 3D-Computergraphik und -animation

Axel Hoppe

Dokumentation.

Letzte Änderung von 29. Juni 2005

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Vorbetrachtungen</b>	<b>5</b>
1.1. Lernziel . . . . .	5
1.2. Inhalt und Motivation . . . . .	6
1.3. Abschluss . . . . .	8
<b>I. Modellierung</b>	<b>9</b>
<b>Überblick</b>	<b>10</b>
<b>2. Stall</b>	<b>11</b>
2.1. Übungsziel . . . . .	11
2.2. Planung . . . . .	12
2.3. Konstruktionsbeschreibung . . . . .	12
2.4. Resultat . . . . .	15
<b>3. Modellierung eines Tempels</b>	<b>17</b>
3.1. Übungsziel . . . . .	17
3.2. Planung . . . . .	17
3.3. Komposition von 3D-Primitiven: Die Stufen . . . . .	17
3.4. Rotationskörper: Die Säulen . . . . .	18
3.5. Mehrfacherduplizierung: Klonen der Säulen . . . . .	19
3.6. Extrusion: Zierrahmen am Dach . . . . .	20
3.7. Extrusion des Dachs . . . . .	22
3.8. Resultat . . . . .	23
<b>4. Torbogen</b>	<b>24</b>
4.1. Übungsziel . . . . .	24
4.2. Konstruktionsbeschreibung . . . . .	24
4.3. Resultat . . . . .	28
<b>5. Landschaft</b>	<b>29</b>
5.1. Übungsziel . . . . .	29
5.2. Konstruktionsbeschreibung . . . . .	29

---

<b>6. Wohnhaus</b>	<b>31</b>
6.1. Übungsziel . . . . .	31
6.2. Planung . . . . .	31
6.3. Konstruktionsbeschreibung . . . . .	32
6.4. Resultat . . . . .	33
<b>7. Brücke</b>	<b>34</b>
7.1. Übungsziel . . . . .	34
7.2. Konstruktionsbeschreibung . . . . .	34
<b>II. Animation</b>	<b>38</b>
<b>Überblick</b>	<b>39</b>
<b>8. Pfad-Animation</b>	<b>40</b>
8.1. Planung und Vorbereitung . . . . .	40
8.2. Zuweisung der Animation . . . . .	40
<b>9. Keyframe-Animationen</b>	<b>42</b>
9.1. Überblick und Übungsziel . . . . .	42
9.2. Animation einer Kamera im Tempel . . . . .	42
9.2.1. Planung und Vorbereitung . . . . .	42
9.2.2. Erstellen der Animation . . . . .	43
9.3. Vorwärtsgerichtete Kinematik . . . . .	44
9.3.1. Vorbereitung . . . . .	44
9.3.2. Planung der Animationsphasen. . . . .	45
9.3.3. Definition einer Objekthierarchie . . . . .	46
9.3.4. Erstellen der Animation . . . . .	47
9.3.5. Anpassen der Animations-Parameter . . . . .	48
9.4. Metamorphose-Animation . . . . .	49
9.4.1. Planung und Vorbereitung . . . . .	49
9.4.2. Erstellen der Zielformen . . . . .	49
9.4.3. Zuweisung der Animation . . . . .	51
<b>III. Inszenierung</b>	<b>53</b>
<b>Überblick</b>	<b>54</b>

---

<b>10. Setzen von Kamera und Lichtern</b>	<b>55</b>
10.1. Definieren der Kamera	55
10.1.1. Übungsziel	55
10.1.2. Planung	55
10.1.3. Vorgehensweise	56
10.1.4. Tipp: Alternativen fürs Positionieren der Kamera	57
10.2. Ausleuchtung der Szene	57
10.2.1. Übungsziel	57
10.2.2. Planung	58
10.2.3. Vorgehensweise	60
10.2.4. Resultat	63
<b>11. Erarbeiten von Materialien</b>	<b>64</b>
11.1. Spezielle Lernziele	64
11.2. Vorbereitungen	64
11.3. Planung	65
11.4. Definition eines Hintergrundes	65
11.5. Definition der Oberflächenmaterialien	66
11.5.1. Ersetzen der Vorschautexturen	66
11.5.2. Materialien mit Bump-Mapping	67
11.5.3. Materialien mit Reflection-Mapping	69
11.6. Atmosphärische Parameter	71
11.7. Feinabstimmung	73
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>74</b>

# 1. Vorbetrachtungen

## 1.1. Lernziel

Ziel der Übungen zur Lehrveranstaltung ist es, den Studierenden einen informierenden und praxisorientierten Überblick über das Themengebiet der 3D-Computergraphik und der 3D-Computeranimation zu geben und gleichzeitig deutlich zu machen, wo die Herausforderungen an einen Ingenieur der Medieninformatik hierbei liegen.

Es wird vor allem auf

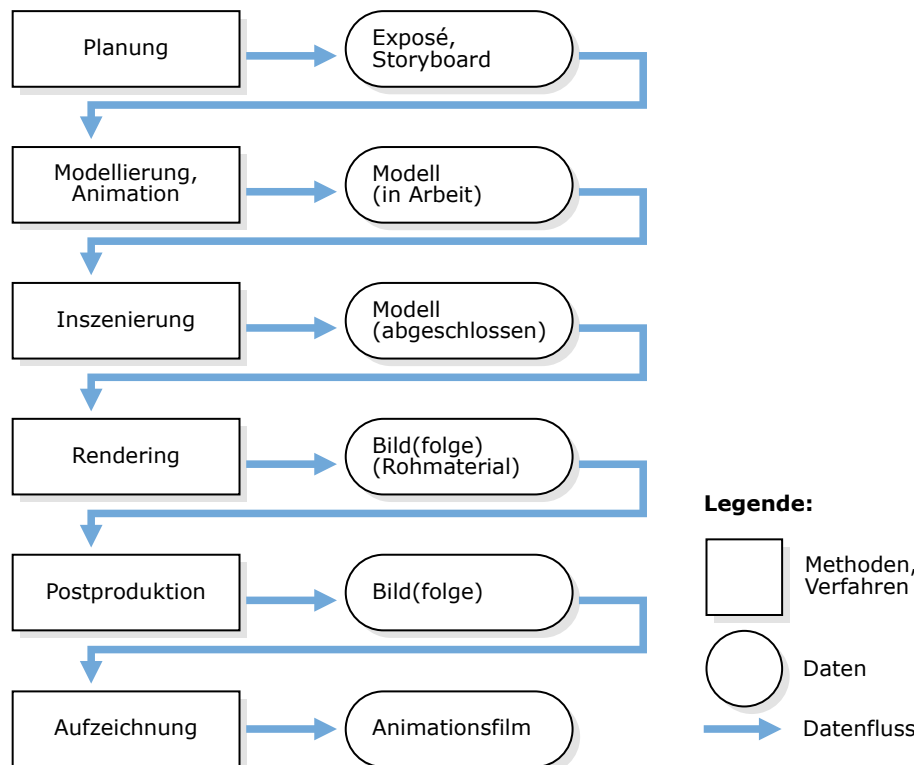
- die Detailplanung (Erlangung eines Überblicks, Planung der Konstruktionstechniken),
- die Grundlagen der dreidimensionalen Konstruktion, der Erzeugung und Komposition von 3D-Szenen,
- die Animation von 3D-Objekten,
- Techniken zur Gestaltung von Oberflächenmaterialien und
- die Inszenierung der abgeschlossenen Szenen

fokussiert.

In Anlehnung an die entsprechenden Abschnitte innerhalb der Vorlesung wird in Abbildung 1.1 überblicksartig dargestellt, welche Teilprozesse der Erstellung gerenderter Bilder in Verbindung mit welchen zu erzeugenden Daten im Mittelpunkt der Übungen stehen.

Grundlage der praktischen Übungen ist das Modellier- und Animationswerkzeug 3D Studio MAX in der Version 5.

Ziel ist es, die grundlegende Prozesskette für die Erstellung gerenderter Bilder mit allen



**Abbildung 1.1.:** Informationsfluss bei den Produktionsphasen gerendeter Bilder.

beteiligten Kompetenzen aus praktischer Sicht „am eigenen Leib“ erleben zu können, um dann vertiefend in den theoretischen Betrachtungen im Rahmen der Vorlesung darüber kompetent reflektieren zu können.

## 1.2. Inhalt und Motivation

Inspiziert vom Kinofilm „Troy“<sup>1</sup> – siehe dazu in Abbildung 1.2 zur Illustration das Filmplakat – in dem massiv 3D-Computeranimationen zum Einsatz kamen, wird der Inhalt der Übungen die Erstellung von Gebäuden einer antiken Stadt sein.

Die typische Gestaltung der Bauten in der Antike – siehe dazu z. B. die Gebäude im Hintergrund in Abbildung 1.3 – Tempelanlagen, Mauern und Häuser, ermöglichen eine

<sup>1</sup>Erschienen 2004. Deutscher Titel des Films ist „Troja“.



Abbildung 1.2.: Das Filmplakat zu „Troy“.

Beschäftigung mit zahlreichen unterschiedlichen Aspekten von Konstruktionstechniken in einem 3D-Editor.

Dazu wurde eine Gruppe von Gebäuden entworfen und als Projektplanung festgehalten. Zu jeder Teilaufgabe steht zudem ein individuelles Lernziel im Mittelpunkt.

Als Grundlage für alle Tätigkeiten in den Übungen dienen die Richtlinien [Hop05] für eine gemeinsame geordnete Vorgehensweise aus einer ingenieurtechnisch motivierten Sichtweise.

Die Richtlinien sind in einem Style-Guide zusammengefasst und bilden die Grundlage für die Vorgehensweisen in den Übungen und vor allem bei der Umsetzung und den Bewertungs-Kriterien der Aufgabenstellungen zur Erlangung des Scheins.

Quelle von beiden Abbildungen in diesem Abschnitt ist die öffentliche WWW-Publikation von Warner Bros. unter [Bro04].



Abbildung 1.3.: Szene aus „Troy“.

### 1.3. Abschluss

Abschluss der praktischen Übungen bildet eine komplexe Visualisierungs-Aufgabe, in der der Teilnehmer bewusst alle praktisch erfahrenen und theoretisch vertieften Teilaufgaben und Kompetenzen bei der Erstellung gerendeter Bilder durchläuft.

Nach einer erfolgreichen Bewertung erhält der Teilnehmer dafür einen Schein.



Teil I.  
Modellierung

## Überblick

Die folgenden Übungen dienen dazu, die wesentlichen Schritte bei der Modellierung kennenzulernen und zu vertiefen.

Allgemeine Lernziele in diesem Teil:

- Kennenlernen der grundsätzlichen Arbeitsweise mit einem 3D-Editor;
- Planung mit Hinblick auf Team-Arbeit;
- Modellierung (Tätigkeiten des „Modellierers“)
  - mit 3D-Primitiven,
  - über zusammengesetzte Objekte,
  - mit booleschen Operationen,
  - prozedurale Modellierung;
- Vorschau-Texturierung (Tätigkeiten des „Texturierers“);
- Benutzung von Animationen für die Anordnung (Tätigkeiten des „Animierers“).

## 2. Stall

### 2.1. Übungsziel

Schwerpunkt für das Kennenlernen ist die Konstruktionstechnik der Modellierung durch *Komposition von 3D-Primitiven*.

Kennenlernen und Vertiefen der folgenden Sachverhalte:

- Erzeugung von (erweiterten) 3D-Primitiven
- Positionierung mit 3D-Primitiven,
- Arbeit mit den Gittersprungfunktionen,
- Modifizieren der Primitive,
- Arbeit mit den verschiedenen orthogonalen Ansichten, mit der isometrischen und der Perspektivansicht,
- Erstellen korrekter UVW-Map-Koordinaten,
- Beachtung der unterschiedlichen Koordinatensysteme (immer auf den eingestellten Wert für `Reference Coordinate System` achten) und
- Erlangen und Vertiefen der Freundschaft mit dem Alignment-Werkzeug.

Alle Angaben zur Einrichtung der Arbeitsumgebung und zur Arbeit auf dem Terminalserver wurden bereits in den Richtlinien [[Hop05](#)] besprochen.

## 2.2. Planung

Beim Stall handelt es sich um einen aus Holz-Pfosten und Brettern gefertigten Unterstand mit rund gebogenen Dachstützen. Eine Skizze der Konstruktion findet sich in Abbildung 2.1.

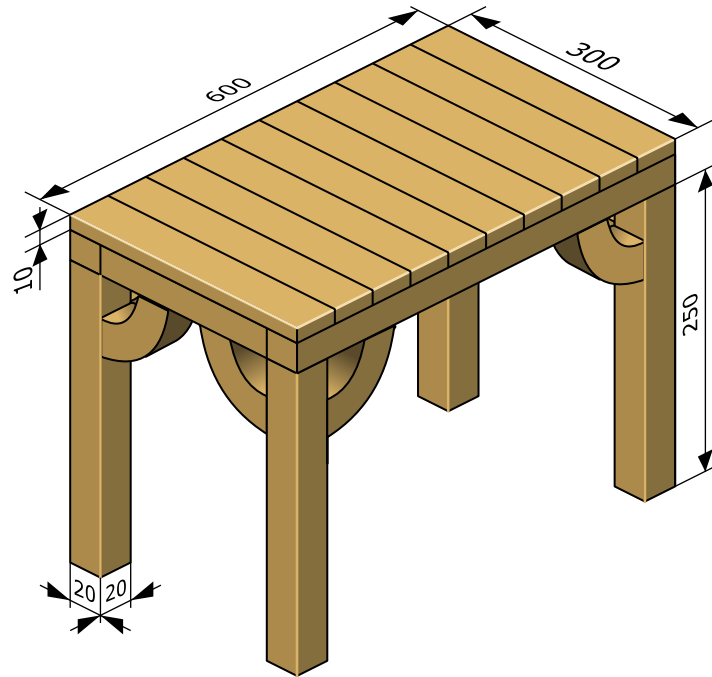


Abbildung 2.1.: Bemaßte Skizze des Stalls.

## 2.3. Konstruktionsbeschreibung

Der Stall besteht aus vier Pfosten, die mit Seitenstützen ein Dach tragen, das aus genagelten Brettern besteht (siehe Abbildung 2.1):

- Pfosten:
  - Modellieren mit 3D-Primitiv `ChamferBox` in Top View

- Maße: **Length** = 20 cm, **Width** = 20 cm, **Height** = 250 cm (falls nicht beim interaktiven Erstellen richtige Maße eingestellt wurden, im Modifier korrigieren).
  - im Modifier Parameter **Fillet** auf 1 cm stellen (das ist die Anfasung, um die „unendlich scharfen“ Kanten zu brechen).
  - Die Wirkung des Parameters **Smooth** studieren und diesen korrekt einstellen.
  - korrekt benennen (z. B. **ah\_stall\_pfoften\_00**).
  - Material erstellen und korrekt benennen (z. B. **ah\_holz**), Parameter „Show Map in Viewport“ einstellen.
  - Eine Kopie der Vorschau-Textur **\_dummy1to4.png** anlegen und korrekt benennen (etwa **ah\_holz.png**), anschließend dem Objekt zuweisen.
  - Dem Objekt den Modifier **UVW Map** zuweisen, Parameter **Mapping** auf **Box** setzen.
- Stütze:
    - 3D-Primitiv **ChamferBox** mit  $20 \times 20 \times 60$  cm, **Fillet** 1 cm.
    - bereits definiertes Holzmaterial zuweisen.
    - **UVW Map** zuweisen, Parameter einstellen.
    - Modifier **Bend** zuweisen, über einen Winkel von  $90^\circ$  über die *Z*-Achse biegen.
    - Bemerken, dass jetzt Polygone fehlen, um die Stütze wirklich rund zu biegen, Korrektur für den Modifier **ChamferBox** den Parameter **HeightSegs** auf 20.
    - Objekt rotieren und mit **Alignment**-Werkzeug am Pfosten ausrichten.
  - Duplizieren und gleichzeitiges Rotieren der Stütze – Vorschlag für Vorgehensweise:
    - Die Stütze selektieren.
    - In der Sektion **Hierarchy** unter **Pivot** für die Wirkung der Transformation **Affect Pivot Only** auswählen.

- Im **Alignment**-Werkzeug für die *X*- und *Y*-Position den Pivot Point an der Center-Position des Target Objects ausrichten.
- **Affect Pivot Only** wieder deselektieren.
- Anschließend mit dem **Select and Rotate** Werkzeug und gleichzeitig gedrückter Shift-Taste die Stütze um die *Z*-Achse rotieren. In der daraufhin erscheinenden Dialog-Box als Clone-Option „Instance“ auswählen und bemerken, dass MAX bereits den Namen des Objekts korrekt inkrementiert hat.
- Rahmen aus Trägern modellieren, die das Dach halten. Hier selbständig planen und vorgehen (analog zum Pfosten). Darauf achten, dass nicht unnötig Polygone erzeugt werden, also stets die verschiedenen Segs-Werte kontrollieren. Vorschlag für Maße:  $20 \times 20 \times 600$  cm, **Fillet** 1 cm, bzw.  $20 \times 20 \times 280$  cm, **Fillet** 1 cm
- Dachplanke:
  - Zunächst wieder 3D-Primitiv **ChamferBox** mit  $10 \times 40 \times 320$  cm, **Fillet** 1 cm erzeugen.
  - Neues Material aufbauend auf der Textur `_dummy1to2.png` generieren.
  - Texturkoordinaten mittels **UVW Map** Modifier korrigieren z. B. auf  $40 \times 40 \times 80$  cm).
  - Eine **Sphere** mit dem Radius 1,5 cm erzeugen, mit der Eigenschaft „Hemisphere“ auf 0,5. Das werden die Nägel für die Dachplanke.
  - Ein neues Material aufbauend auf der `_dummy1to1.png`-Textur erzeugen und zuweisen.
  - Die Texturkoordinaten können über einen **UVW Map** Modifier korrigiert werden
    - in diesem Modifier kann als Unterobjekt „Gizmo“ ausgewählt werden. Der **UVW Map** Gizmo kann daraufhin gedreht, bewegt oder skaliert werden. Um wieder normal arbeiten zu können, „Gizmo“ wieder deaktivieren.
  - Den Nagel im Abstand von jeweils 10 cm vom Plankenrand entfernt platzieren.
  - Den Nagel so oft als Instanz duplizieren und den Klon ausrichten, dass die Planke schließlich von vier Nägeln gehalten wird. *Ein Tipp* zum Platzieren:

- \* Einen zu platzierenden Nagel selektieren.
  - \* Das Werkzeug **Select and Move** auswählen.
  - \* Mit der rechten Maustaste auf das Werkzeug die **Select and Move** Dialogbox öffnen.
  - \* Hier können zum genauen Positionen absolute Koordinaten oder nach Wahl Positions-Offsets eingegeben werden.
- Schließlich die eine Planke und die vier dazu gehörigen Nägel gruppieren. Den Namen der Gruppe gemäß der Namenskonventionen wählen (siehe „Style Guide“, also z. B. `ah_dach_planke_gesamt_00`. *Tipp*: An die Unterobjekte gelangt man über das Menü **Group, Open** – ohne die Gruppe zu zerstören.
- Duplizieren der Dachplanken:
    - Falls geöffnet, die Gruppe für die Dachplanke über das Menü **Group, Close** schließen.
    - Das Werkzeug **Array** aufrufen und einstellen:
      - \* Für die Achse, in welche die geklonte Objekte beim Erzeugen gleich verschoben werden sollen, den Betrag der Verschiebung eingeben (z. B. für *X* 40 cm).
      - \* Die Anzahl der zu erzeugenden Objekte bei „Array Dimensions“, „1D“ unter „Count“ eingeben. Das Ursprungsobjekt zählt mit. Beispiel für die oben vorgeschlagenen Maße: 15.
      - \* Als Typ für die zu erzeugenden Objekte „Instance“ angeben.
      - \* Mit „OK“ die Klone erzeugen.

## 2.4. Resultat

Das Ergebnis der Modellierung des Stalls zeigen Abbildung 2.2 aus der Vogel- und in Abbildung 2.3 aus der Froschperspektive.

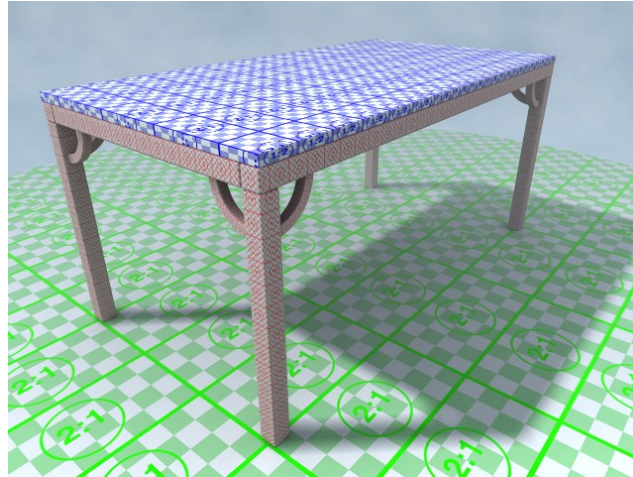


Abbildung 2.2.: Der Stall, Vogelperspektive.

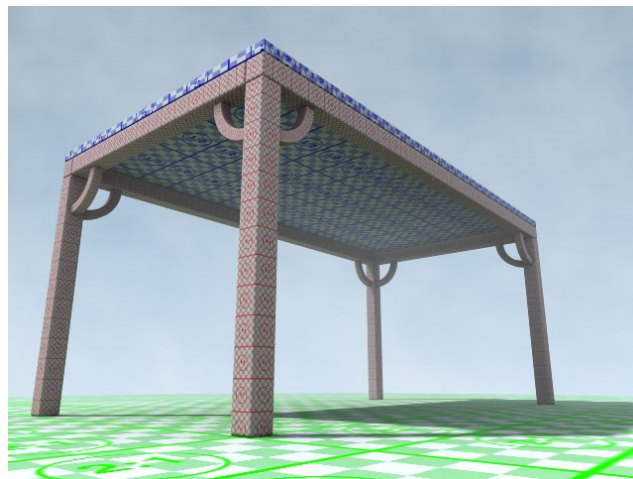


Abbildung 2.3.: Der Stall, Froschperspektive.



## 3. Modellierung eines Tempels

### 3.1. Übungsziel

Vertiefen bzw. Kennenlernen der folgenden Sachverhalte:

- Erzeugung und Modifizieren von (erweiterten) 3D-Primitiven
- Positionierung,
- Erzeugen zusammengesetzter Objekte (Rotationskörper und Extrusionsobjekte) und
- Array-Funktion.

### 3.2. Planung

Der Tempel steht auf vier Stufen und besteht aus einer Säulenhalle, die das Dach trägt. Unter dem Dach befindet sich ein Zierrahmen.

Eine Skizze mit Vorschlägen für eine Bemaßung zeigt [Abbildung 3.1](#).

### 3.3. Komposition von 3D-Primitiven: Die Stufen

Der Tempel steht auf Stufen und besteht aus langen seitlichen Säulenreihen, die ein Giebeldach tragen.

Die Stufen werden aus `ChamferBox` Objekten zusammengesetzt. Die Maße:  $4000 \times 2000 \times 25$  cm für die oberste Stufe, alle anderen Stufen jeweils 40 cm an jeder Seite breiter.

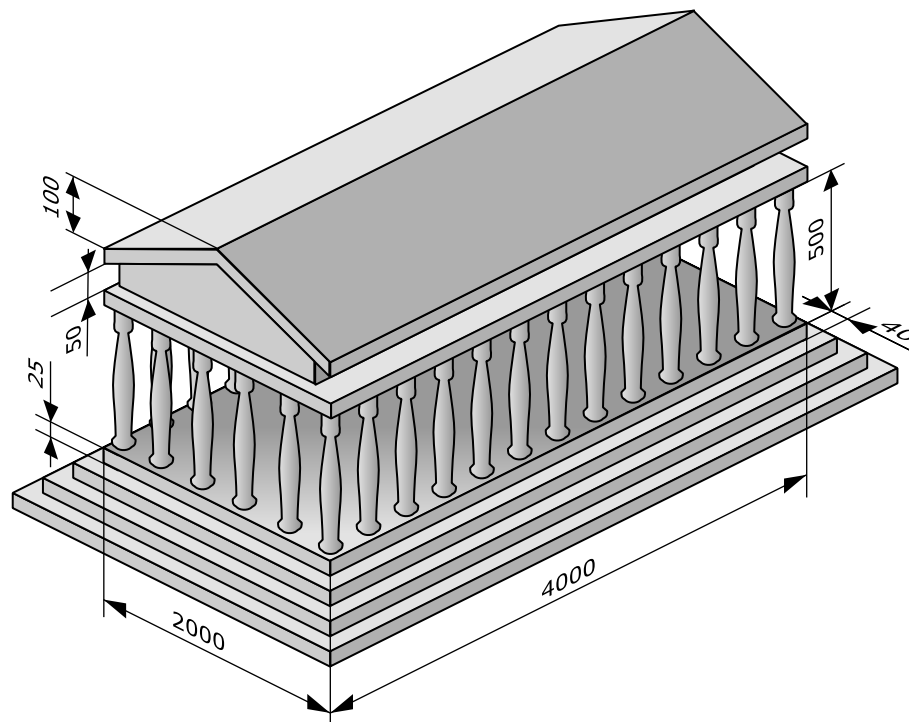


Abbildung 3.1.: Bemaßte Skizze des Tempels.

Für die Stufen ein Material „Stein“ auf Basis der Textur `_dummy_1to1.png` definieren.

### 3.4. Rotationskörper: Die Säulen

Die erste Säule wird als Rotationskörper zunächst wie folgt erstellt:

- In der Front-Ansicht: Als Querschnitt als 2D-Form mittels Werkzeug **Line** wird der halbe Querschnitt einer Säule modelliert. Höhe: 5 m.
- Überlegung: Der Rotationskörper wird stets so aufgespannt, dass die Mittelachse des Körpers durch den Object Pivot der 2D-Form gelegt wird; der Vertex mit der kleinsten *X*-Koordinate legt den äußeren Radius fest (alles auf die Frontansicht bezogen).

Also: Den Object Pivot vom linken Rand der 2D-Form um 60 cm auf der *X*-Achse

verschieben. Dazu:

- Die 2D-Form selektieren.
  - In der Sektion **Hierarchy** unter **Pivot** für die Wirkung der Transformation **Affect Pivot Only** auswählen.
  - Das **Select and Move** Werkzeug auswählen.
  - Mit der rechten Maustaste auf das Werkzeug klicken und so den Verschieben-Dialog öffnen.
  - Bei „Offset Screen“ für „X“ 60 cm eingeben.
  - **Affect Pivot Only** wieder deselektieren.
- Anschließend den Modifier **Lathe** anwenden – der Rotationskörper wird erstellt. Die Option **Flip Normals** wie erforderlich einstellen – auf jeden Fall deren Wirkung studieren.
  - Die Texturkoordinaten korrigieren (Einstellend einer zylindrischen Projektion, Höhe des Gizmos 100 cm).

### 3.5. Mehrfacherduplizierung: Klonen der Säulen

Die Säulen klonen: Zum Klonen wird das Werkzeug „Array“ (auswählen im Menü über **Tools, Array...**) benutzt.

Hier erscheint ein Dialog, in dem eingestellt wird, wieviele Objekte über welche Achse aller wieviel Einheiten erzeugt werden können:

- Bei „Incremental“ den Abstand zwischen den zu erzeugenden Klonen entlang der entsprechenden Achse einstellen (im untenstehenden Beispiel die *y*-Achse). Der Abstand beträgt 400 cm.
- Bei „Count“ unter 1D die Anzahl der zu erzeugenden Objekte einstellen (das Mutterobjekt zählt mit): 12.
- Für „Type of Object“ wird **Instance** gewählt.

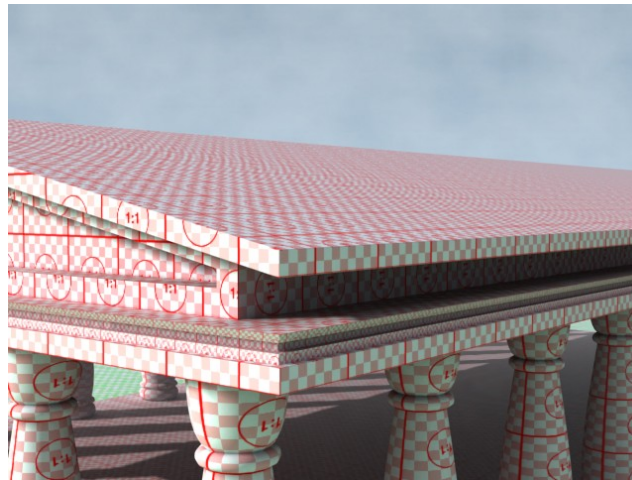


Abbildung 3.2.: Nahaufnahme des Tempeldachs mit dem Rahmen.

- Insgesamt 12 Säulen sind schließlich vorhanden.
- Die Säulen für die andere Seite analog erzeugen – oder wahlweise alle bereits erzeugten Säulen klonen und mit dem Alignment-Werkzeug ausrichten.

### 3.6. Extrusion: Zierrahmen am Dach

Unter dem Dach befindet sich ein Zierrahmen (siehe Abbildung 3.2). Dieser Zierrahmen wird als ein Loft-Objekt erstellt – hierbei wird eine 2D-Form über eine Pfadbeschreibung zu einem 3D-Objekt „aufgezogen“ (von engl. *to loft*). Für das Loft-Objekt werden zwei Arten von 2D-Formen mit folgenden Anforderungen benötigt:

- Die Form, die den Querschnitt des Zielobjekts festlegt.
- Der Pfad, entlang dessen das Zielobjekt erzeugt wird. Der Pfad muss ein durchgängiger Spline (also ein durchgehender Strecken- bzw. Kurvenzug) sein.

Zu beachten ist hierbei, dass der Objekt-Pivot-Punkt definiert, an welcher Stelle der Pfad durch die 2D-Form gelegt wird, um das resultierende 3D-Objekt aufzuziehen.

Für die Erstellung des Zierrahmens wird zunächst die 2D-Form mit dem 2D-Werkzeug „Line“ in der Front-Ansicht erzeugt (ungefähr wie in Abbildung 3.3). Das Objekt-Pivot

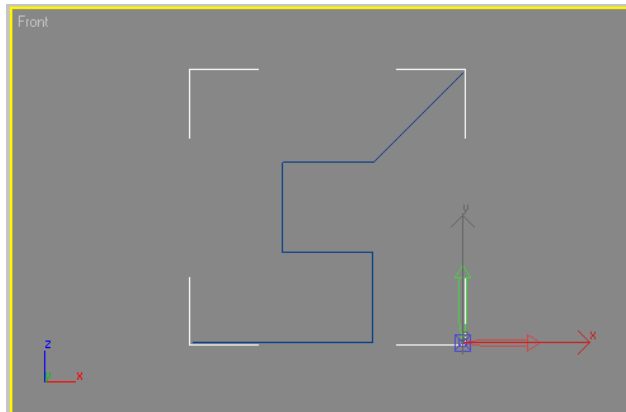


Abbildung 3.3.: Der Shape mit ausgerichtetem Pivot-Punkt.

wird unten rechts positioniert:

- Dazu wird in der Gruppe „Hierarchy“ der Punkt **Affect Pivot Only** aktiviert.
- Mittels Align-Werkzeug wird der Pivot in Weltkoordinaten wie folgt an der erzeugten Form ausgerichtet:
  - für  $x$  Maximum,
  - für  $z$  Minimum.
- **Affect Pivot Only** deaktivieren.

Der Pfad wird mit dem 2D-Werkzeug „Rectangle“ in der Draufsicht erzeugt und hat die Abmaße **Length** = 4000 cm, **Width** = 2000 cm.

Zur Extrusion:

1. Den Pfad selektieren.
2. Über **Create, Geometry, Compound Objects** das Werkzeug **Loft** aktivieren.
3. Sicherstellen, dass als „Creation Method“ der Punkt „Instance“ ausgewählt ist.
4. Über **Get Shape** aus der Objektliste den Shape auswählen und somit das Loft-Objekt erzeugen.

Es kann u. U. vorkommen, das 3D-Studio den Pfad spiegelverkehrt ausrichtet. Dazu

- das erzeugte Objekt löschen,
- den Vorgang **Get Shape** bei gedrückter **Ctrl**-Taste wiederholen.
- Gegebenenfalls den Parameter **Flip Normals** anpassen.

### 3.7. Extrusion des Dachs

Das Dach kann auf vielerlei Art und Weisen erstellt werden.

Zum Kennenlernen der verschiedenen Werkzeuge wird folgender Weg vorgeschlagen:

- Die oberste Stufe kopieren und mit dem **Alignment**-Werkzeug an den Säulen ausrichten. Das Objekt neu benennen.
- Das neue Objekt kopieren. Den Wert für **Width Segs** auf „2“ stellen.
- Den **Edit Mesh** Modifier anwenden. Im Modifier als Selection **Vertex** auswählen. In der **Front**-Ansicht die mittleren Vertices selektieren und mit dem **Select and Move** Werkzeug 100 cm nach oben bewegen.
- Für den Außen-Giebel zunächst eine 2D-Form (Werkzeug **Line**) erstellen.
- Für den Innen-Giebel auch eine 2D-Form (Werkzeug **Line**) erstellen.
- Beide Linien als Kopie klonen. Im **Line** Modifier einer Linie unter „Geometry“ mittels **Attatch** beide Linien zu einer Geometrie verbinden.
- Auf die resultierende Geometrie den Modifier **Extrude** anwenden und schließlich das UVW-Mapping richtig einstellen (**UVW Map** Modifier anwenden).
- Den Innengiebel erzeugen, indem einfach auf die Linie, die den Bereich des Innengiebels darstellt, ein **UVW Map** Modifier angewendet wird.

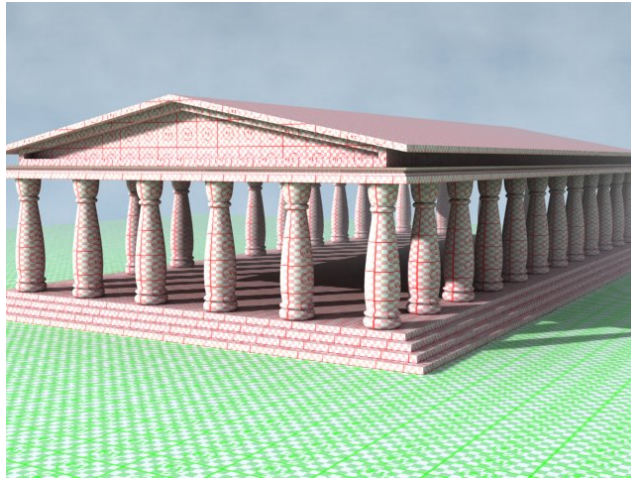


Abbildung 3.4.: Der Tempel.

### 3.8. Resultat

Das Ergebnis der Modellierung des Tempels zeigt Abbildung 3.4.

## 4. Torbogen

### 4.1. Übungsziel

Erarbeitung bzw. Vertiefung der folgenden Sachverhalte:

- Arbeit mit den Gittersprungfunktionen,
- Erstellen von 2D-Primitiven,
- Kombinieren und Modifizieren der Primitive,
- Konvertieren der 2D-Primitive,
- Erstellen von Loft-Objekten aus mehreren 2D-Formen,
- Einstellen der UVW-Koordinaten im Loft-Objekt und
- Anwenden des UVW-Map-Modifyers auf einzelne Polygone.

Eine Skizze der mit Maßen für die Konstruktion zeigt Abbildung [4.1](#).

### 4.2. Konstruktionsbeschreibung

Der Torbogen wird als Loft-Objekt erstellt. Um Deckflächen zu erhalten, muss die Querschnitts-Form geschlossen sein. Für die Form wie folgt vorgehen:

- 2D-Objekt `Rectangle` erstellen. Auf  $50 \times 100$  cm einstellen.
- Im Modifier des `Rectangles` den `Corner Radius` auf 2 cm einstellen.



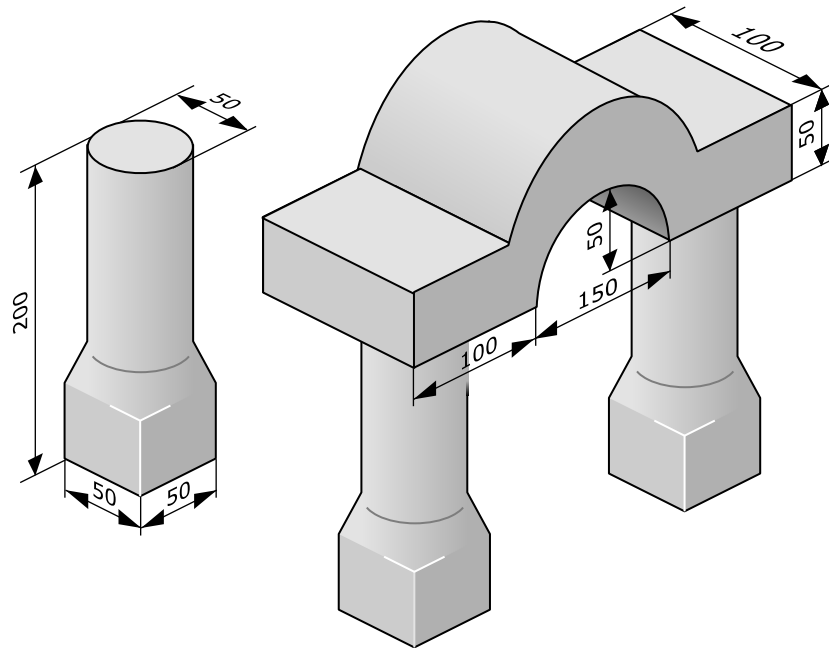


Abbildung 4.1.: Bemaßte Skizze des Torbogens.

- Der Object-Pivot des Rechtecks gibt wieder an, wo das Objekt in Pfad „hineingehangen“ wird – den Object Pivot für  $x$  und  $y$  zentrieren und für  $z$  am Minimum des Objekts ausrichten

Für den Pfad wie folgt vorgehen:

- Zwei Lines mit jeweils 100 cm Länge und
- einen Arc mit 150 cm Breite und 50 cm Höhe erstellen.
- Objekte korrekt ausrichten – das freundliche Alignment-Werkzeug hilft.
- Den Arc über das Kontext-Menü für die Rechte Maustaste über **Convert To:** und **Convert To Editable Spline** in einen Spline umwandeln.
- Im Modifier in der Sektion „Geometry“ über **Attach** die beiden vorher erzeugten Linien zu dem Bogen hinzu kombinieren – es ist jetzt nur noch ein Objekt.
- Jetzt verbleiben einige Vertices, die „doppelt“ vorhanden sind und die für einen

durchgehenden Streckenzug zu jeweils einem einzigen Vertex „verschweißt“ werden müssen.

Im Modifier des Splines in dessen Explorer-Ansicht das Unterobjekt „Vertex“ selektieren – es ist dann gelb unterlegt.

- Die doppelten Vertices selektieren (mit der Maus und Rechteck-Auswahl über die betreffenden Vertices).
- Im Spline-Modfyer unter „Geometry“ **Weld** ausführen.
- In der Sektion „Selection“ überprüfen, dass jetzt nur noch ein Vertex ausgewählt ist.

Zum Loften

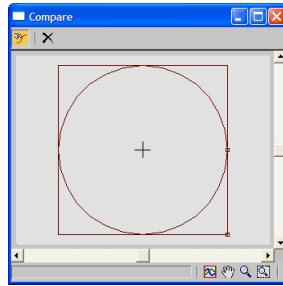
- den Pfad selektieren.
- Im Reiter **Create**, unter **Geometry** aus der Liste „Compound Objects“ auswählen und **Loft** aktivieren.
- Das **Rectangle** über **Get Shape** auswählen und das 3D-Objekt wird erzeugt.
- Gegebenenfalls die Position des Shapes auf dem Pfad korrigieren – dabei im Loft-Modifier in dessen Explorer als Unterobjekt „Shape“ selektieren.

Anschließend mit dem **Select and Rotate** Werkzeug korrigieren.

- Das Material **Sandstein** (vom Tempel) zuweisen und im Loft-Modifier in der Sektion „Surface Parameters“ das Mapping korrigieren.
- Gegebenenfalls in der Sektion „Skin Parameters“ die Steps für den Pfad und den Shape so korrigieren, dass der Bogen rund wirkt.

Verbleiben die Deckflächen am Bogen – diese müssen separate UVW-Map-Koordinaten erhalten:

- Auf das Loft-Objekt den Modifier **Edit Mesh** anwenden.
- Im Explorer des **Edit Mesh**-Modifiers als Unterobjekt „Polygon“ auswählen und



**Abbildung 4.2.:** Das „Compare“-Werkzeug zur Anzeige der Lagebeziehung ausgewählter Shapes im Loftobjekt.

- die beiden Deckflächen selektieren.
- Anschließend einen **UVW Map Modifier** anwenden und planares Mapping einstellen.
- Den Gizmo über „View Align“ und „Fit“ korrigieren.

Für die Säulen des Bogens wie folgt vorgehen:

- Es werden diesmal zwei Formen benötigt – ein **Rectangle** und ein **Circle**.
- Den Pfad mit dem **Line**-Werkzeug erstellen.
- Zunächst das Rechteck loften.
- Auf dem Pfad können im Loft-Modifier in der Sektion „Path Parameters“ bestimmte Positionen auf dem Pfad ausgewählt werden – hier können
  - eine bestimmte Entfernung auf dem Pfad,
  - ein Prozentsatz über den gesamten Pfad oder
  - Punkte (Vertices), in die der Pfad unterteilt wurde,

ausgewählt werden.

Hierzu „Distance“ aktivieren und unter „Path“ entsprechend der Skizze der Säule

- das Rechteck nochmal an Position 50 cm,

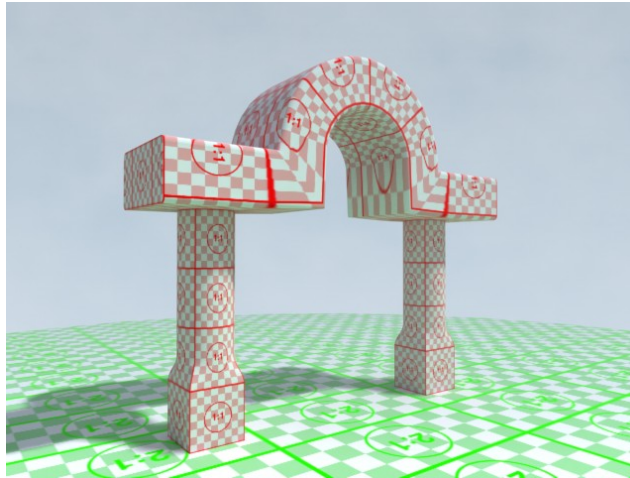


Abbildung 4.3.: Der fertige Torbogen.

– dann den Kreis an Position 70 cm

über `Get Shape` zuweisen.

- Über das Kommando `Compare` im `Loft-Modifayer` können die Positionen der `First Vertices` in den 2D-Formen miteinander verglichen und an Hand dessen über Rotieren der Shapes auf dem Pfad korrigiert werden (siehe Abbildung 4.2).

Dabei das `Compare-Fenster` nicht schließen, sondern geöffnet lassen, um die Wirkung der Rotation zu studieren.

### 4.3. Resultat

Das Ergebnis der Modellierung des Torbogens zeigt Abbildung 4.3.

## 5. Landschaft

### 5.1. Übungsziel

Erarbeiten der folgenden Sachverhalte:

Erstellen von komplexen 3D-Objekten aus 2D-Formen.

### 5.2. Konstruktionsbeschreibung

Die Landschaft besteht aus einem Graben, über den die Brücke gespannt wird (siehe Abbildung 5.1). Die Gebäude sind auf jeweils zwei Anhöhen verteilt.

- Die Landschaft wird analog zur Kartographie aus Höhenlinien zusammengesetzt.

Dazu werden geschlossene Kurvenzüge erstellt.

*Ein Tipp:* Im Linien-Werkzeug kann unter „Initial Type“ der Typ „Smooth“ angegeben werden, um von vorn herein Kurven zu erzeugen.

- In einem zweiten Schritt werden den Höhenlinien entsprechend unterschiedliche  $z$ -Koordinaten gegeben (siehe Abbildung 5.2).
- Schließlich wird die 3D-Geometrie der Landschaft unter **Create, Geometry** und **Compound Objects** mittels **Terrain**-Werkzeug erzeugt:

Dazu mit **Pick Operand** Schritt für Schritt von außen beginnend die Höhenzüge hinzuziehen.

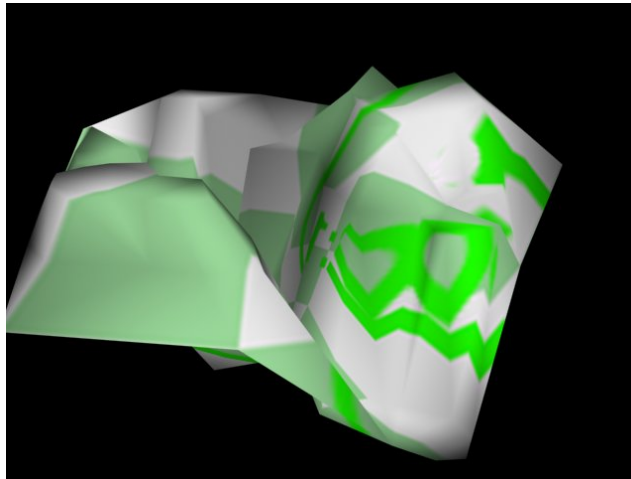


Abbildung 5.1.: Die Landschaft.

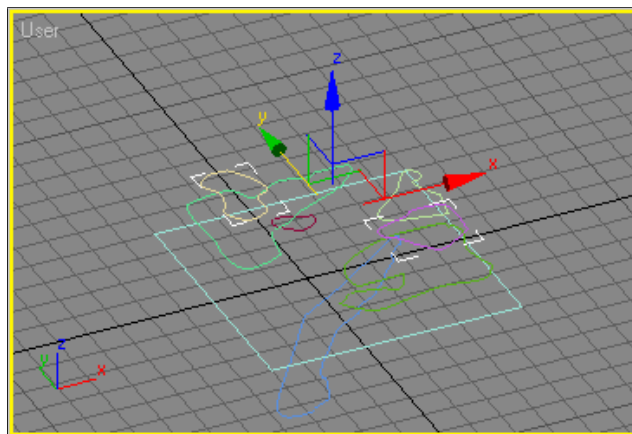


Abbildung 5.2.: Die 2D-Formen, aus denen die Landschaft zusammengesetzt wird.

## 6. Wohnhaus

### 6.1. Übungsziel

Erarbeitung der folgenden Sachverhalte:

Modellierung mittels boolescher Operationen auf Geometrien.

### 6.2. Planung

Das Haus besteht aus unterschiedlichen Stein-Materialien. Eine Skizze der Konstruktion findet sich in [Abbildung 6.1.](#)

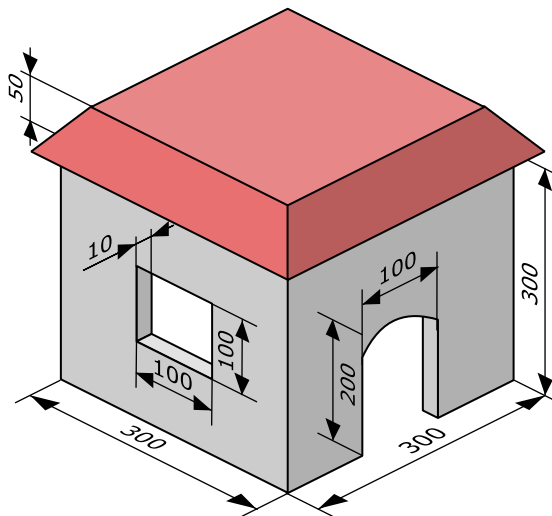


Abbildung 6.1.: Bemaßte Skizze des Wohnhauses.

### 6.3. Konstruktionsbeschreibung

Das Haus hat zwei Türen und ein Fenster (siehe auch Abbildung 6.1):

- Zunächst das Volumen modellieren, dass die Außenmauer (und damit das Außenvolumen) repräsentiert:

Eine `ChamferBox`. Maße z. B.  $300 \times 300 \times 300$  cm.

UVW-Koordinaten und Material aufbauend auf der Textur `_dummy1to1.png` vergeben.

- Anschließend den Körper modellieren, der von der ersten Geometrie abgezogen wird:

Eine `ChamferBox`, von den Maßen kleiner z. B.  $280 \times 280 \times 300$  cm. Der Geometrie ein Material beruhend auf der Textur `_dummy1to2.png` definieren – gegebenenfalls die UVW-Koordinaten korrigieren.

- Diese neue Geometrie wird zunächst (mit dem Alignment-Werkzeug) in der Außengeometrie mittig zentriert und anschließend für  $z$  um  $-10$  cm verschoben.

*Hintergrund:* Bei booleschen Operationen kann es wegen Rundungsfehlern zu unerwünschten Ergebnissen kommen, wenn die beiden Geometrien die gleichen Grenzflächen haben – bei Subtraktionen den zweiten Operanden ruhig „überstehen“ lassen.

- Die Außengeometrie selektieren.

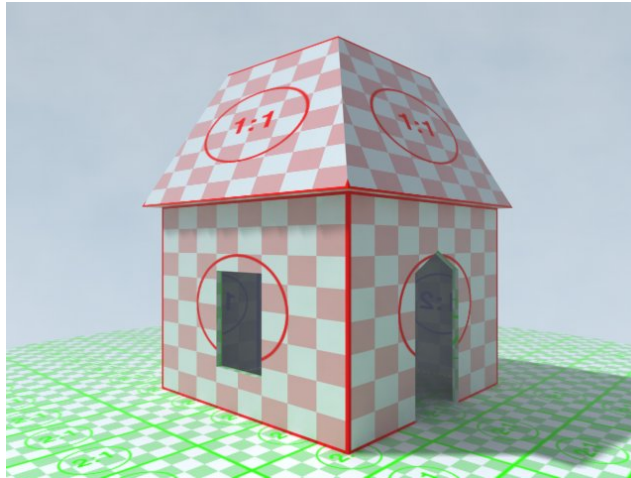
Dann über `Create, Geometry` als Objekterstellungsmethode `Compound Objects` das Werkzeug `Boolean` auswählen. Als Erstellungsmethode `Instance` angeben.

Bei Operation „Substraction ( $A - B$ )“. Bei „Pick Operand B“ schließlich die Innengeometrie selektieren.

Im Materialzuweisungs-Dialog „Match Material IDs to Material“ angeben. Hierbei ist zu bemerken, dass in der neuen Geometrie die Materialien der ursprünglichen Geometrien übernommen werden.

- Für Türen und Dach werden gleichfalls zunächst Geometrien erstellt, die für boo-





**Abbildung 6.2.:** Das Haus.

lesche Operationen zum „Herausstanzen“ von Fenster und Tür benutzt werden.

Die Kenntnisse zum selbständigen Handeln, auch zur Erstellung und Texturierung des Dachs, sind im ausreichenden Maße vorhanden.

#### 6.4. Resultat

Das Ergebnis der Modellierung des Wohnhauses zeigt [Abbildung 6.2.](#)

## 7. Brücke

### 7.1. Übungsziel

Vertiefen der folgenden Sachverhalte:

- Modellierung durch Extrusion (Lofting),
- Erstellen einer Pfadanimation und
- Benutzung dieser Pfadanimation zum Klonen von Objekten.

### 7.2. Konstruktionsbeschreibung

Die Brücke besteht aus Holzplanken, die über ein Seil über den Abgrund gespannt wurde (siehe Abbildung 7.1).

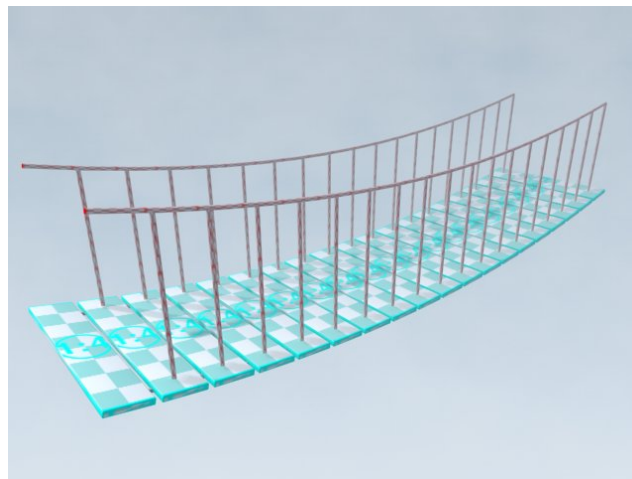
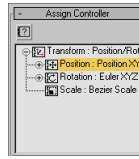


Abbildung 7.1.: Die Brücke.

- Zunächst wird in der Draufsicht eine Planke für die Brücke modelliert (etwa als **ChamferBox** mit den Maßen  $200 \times 40 \times 6$  cm) und mit einem Material versehen.
- In der Frontansicht wird mittels **Line**-Werkzeug eine Kurvenlinie modelliert, die den Verlauf der Brücke über den Abgrund repräsentiert. Die Kurve wird im Folgenden als *Pfad* bezeichnet.
- In der linken Seitenansicht wird mit dem 2D-Werkzeug **Circle**
  - der Kreis, der den Querschnitt der Seile repräsentiert, über die die Planken gelegt werden und
  - ein Kreis, der den Querschnitt der Seile, die als Geländer dienen sollen

modelliert. Grundidee ist, diese Querschnitte über den Pfad zu 3D-Objekten zu „strecken“ – zu extrudieren.

- Allgemein gilt für die Extrusion:
  1. Die zu extrudierende 2D-Form wird immer zum Anfangspunkt des Pfades bewegt – dort wird mit der Erzeugung des 3D-Körpers begonnen. Für entsprechende Korrekturen siehe im Modifier des der **Line** in der Unterauswahl **Vertex** den Befehl „Make First“ zur (Re-)Definition des Startpunkts einer Linie.
  2. Das 3D-Objekt wird so konstruiert, das der Pfad durch den Pivot Point der 2D-Querschnittsform läuft.
- Für die 2D-Form
  - den Pfad selektieren,
  - über **Create, Geometry** und **Compound Objects** den Objekttyp **Loft** auswählen und
  - über die Erstellungsmethode „Get Shape“ die zu extrudierende 2D-Form zuweisen. Das erzeugte 3D-Objekt erscheint.
  - Das Objekt korrekt benennen.
  - Ein Material erstellen und zuweisen.



**Abbildung 7.2.:** Zuweisen der Pfadanimation.

- Im Modifizer des Loft Objekts unter „Mapping“ die Mapping-Koordinaten einstellen.
- Unter „Skin Parameters“ die „Shape Steps“ und „Path Steps“ so einstellen, dass die Objekte rund und gleichmäßig wirken.
- Die Seile klonen und ausrichten.
- Zum gleichzeitigen Klonen und Positionieren der Planken wird als Hilfsmittel wie folgt eine Pfadanimation benutzt:
  - Die Planke selektieren.
  - Unter Motion, in der „Assign Controller“ den Parameter „Position“ selektieren – das Wort wird gelb unterlegt. Jetzt kann die über der Liste befindliche Schaltfläche **Assign Controller** selektiert werden. Aus dem Dialog einen „Path Constraint“ Controller zuweisen (siehe Screenshot in Abbildung 7.2).
  - Unter „Path Parameters“ über „Add Path“ den Pfad zuweisen.
  - Über **Play Animation** im Animation Panel kann jetzt die Pfad-Animation überprüft werden: Die Animation ist noch nicht linear und zudem folgt die Planke noch nicht in ihrer relativen Lage der Kurvigkeit des Pfades.
  - Unter Motion und Path Options wird die Einstellung „Follow“ aktiviert.
  - Über das Menü **Graph Editors, Track View - Curve Editor...** wird der Editor für das Verhalten der Animation aufgerufen. Hier beide Keys selektieren und aus der Werkzeugpalette lineare Animation auswählen.
  - Phasen dieser Animation können jetzt zur Positionierung der Klone benutzt werden. Dazu die Planke selektieren und das Werkzeug **Snapshot** aus dem Ausklappenmenü für Array aufrufen.

- Im Dialog den „Range“ von 0–100 auswählen und eine Anzahl und Erstellungsmethode für die zu erzeugenden Klone angeben.
- Die Streben für das Gelände werden auf dem gleichen Wege erzeugt – hier ist aber die Eigenschaft „Follow“ für die Animation zu deaktivieren.

Teil II.  
Animation

## Überblick

Im Folgenden werden mit Blick auf die Aufgabe zur Erlangung des Scheins grundlegende Animationstechniken betrachtet.

Je nachdem, mit welchen Mitteln eine Animation über die Zeit definiert wird, wird in

- Pfad-Animation und
- Keyframe-Animation

unterschieden.

Über Keyframe-Animationen werden schließlich spezielle Animationstechniken wie

- Positions-Animationen für Transformationen,
- vorwärtsgerichtete Kinematik und
- Metamorphose-Animationen

angewendet.

## 8. Pfad-Animation

### 8.1. Planung und Vorbereitung

Bei der Pfad-Animation wird die Bewegung eines Objekts durch die Zeit durch eine 2D-Form repräsentiert. Dazu wird einem zu animierenden Objekt für eine Positions-Animation ein Path-Constraint definiert.

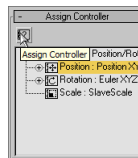
Für einen Kameraflug entlang der Hängebrücke wird in Front-Ansicht zunächst eine Kamera erstellt. Dazu im **Create**-Panel auf der rechten Seite unter **Cameras** das Object **free** auswählen und durch Klick in die 3D-Ansicht erstellen.

Dieses Objekt ist eine Kamera, die durch eine Position im Raum und eine Blickrichtung definiert ist.

### 8.2. Zuweisung der Animation

Für die selektierte Kamera in das Panel **Motion** wechseln. Dort die Transformation „Position“ auswählen – das Wort ist gelb unterlegt. Jetzt kann über der Sektion mit den Transformationen die Schaltfläche „Assign Controller“ selektiert werden (siehe Abbildung 8.1).

Aus dem anschließend erscheinenden Dialog „Path Constraint“ zuweisen.



**Abbildung 8.1.:** Definieren eines Path-Constraints über „Assign Controller“.



Unter der auf der rechten Seite im **Motion**-Panel neu erschienenen Sektion „Path Parameters“ über „Add Path“ den Pfad zuweisen.

*Anmerkung:* Die Kamera kann zwar noch auf dem Pfad rotiert, doch nicht mehr bewegt werden. Implizit kann die Position der Kamera durch Bewegen des Pfades verändert werden.

## 9. Keyframe-Animationen

### 9.1. Überblick und Übungsziel

Bei der Keyframe-Animation werden an bestimmten Zeitpunkten auf dem Zeitstrahl für die Gesamt-Animation Schlüssel-Szenen (engl. *Key Frames*, kurz *Keys*) erstellt. Das Animationsprogramm berechnet für die dazwischen liegenden Einzelbilder (engl. *Frames*) den Übergang (engl. *Inbetweening*) zwischen einer Schlüsselszene zur nächsten.

Im Folgenden werden hierbei spezielle Animationstechniken wie

- Positions-Animationen für Transformationen,
- Positions-Animation unter Ausnutzung von Objekt-Hierarchien und
- Metamorphose-Animationen

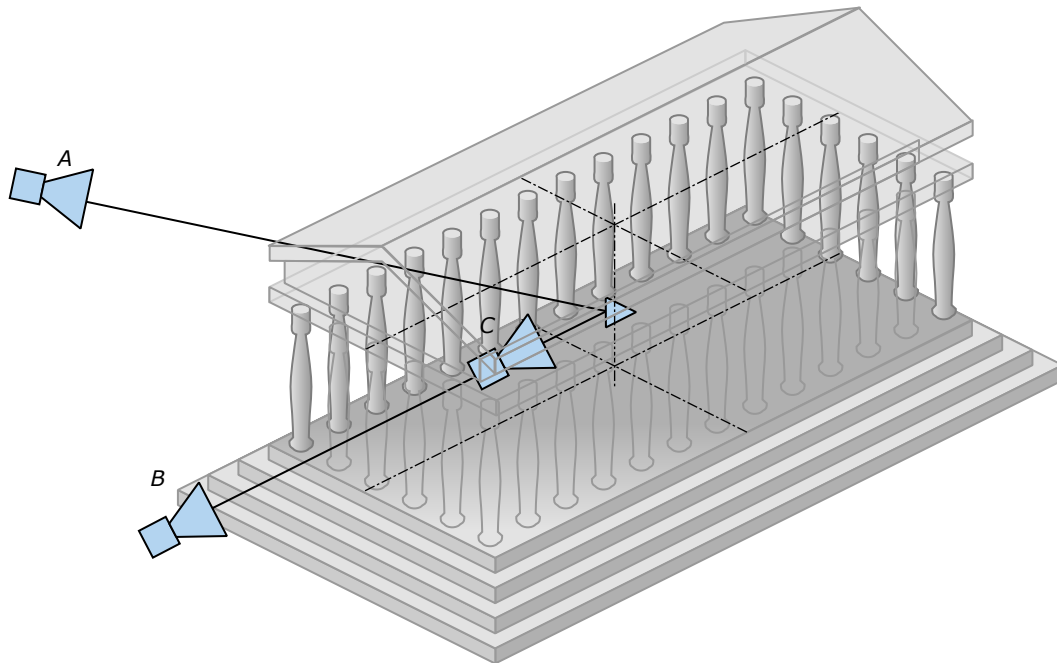
näher betrachtet.

### 9.2. Animation einer Kamera im Tempel

#### 9.2.1. Planung und Vorbereitung

Zunächst wird (vorzugsweise in der Draufsicht, perspektivischen oder User-Ansicht) eine Kamera vom Typ **Target** erstellt. Dieser Kameratyp hat ein Kamera-Auge und einen Zielpunkt. Beide Objekte sind aneinander gekoppelt, erscheinen aber als unabhängige Objekte in der Objektliste und können auch unabhängig voneinander bewegt werden.

Die Planung der Animation der Kamera ist wie folgt (siehe dazu Skizze in [Abbildung 9.1](#)):



**Abbildung 9.1.:** Planung der Kamera-Animation.

1. Der Kamera-Zielpunkt befindet sich das ganze Zeitsegment über genau in der Mitte des Tempels – der Kamerazielpunkt wird also nicht animiert.
2. Das Kamera-Auge befindet sich zum Zeitpunkt  $t_0 = \text{Frame-Nr. } 0$  weit außerhalb links des Tempels und blickt auf das Tempeldach – in der Skizze repräsentiert durch den Punkt *A*.
3. Zum Zeitpunkt  $t_1 = \text{Frame-Nr. } 50$  befindet sich die Kamera frontal mittig vor dem Tempel auf Höhe des Kamerazielpunkts – wie am Punkt *B* in der Skizze.
4. Zum Zeitpunkt  $t_2 = \text{Frame-Nr. } 100$  befindet sich die Kamera direkt inmitten der Säulenhalle – etwa an der Position von Punkt *C*.

### 9.2.2. Erstellen der Animation

Gemäß der Zeitpunkt- und Positions-orientierten Planung wird die Animation des Kamera-Auges erstellt.



**Abbildung 9.2.:** Start der automatische Aufzeichnung für Schlüsselszenen.

Dazu wird die automatische Aufzeichnung der Schlüsselszenen eingeschaltet. Dies erfolgt über die Schaltfläche „Auto Key“ unten an der Animationssteuerleiste von MAX (siehe Abbildung 9.2). Der Zeitbalken wird rot unterlegt.

Es wird wie im Abschnitt 9.2.1 geplant vorgegangen:

1. Der Kamerazielpunkt bleibt unverändert.
2. Es wird sicher gestellt, dass der Animationsbalken auf Frame-Nr. 0 steht. Mit dem **Select and Move** Werkzeug wird das Kamera-Auge an die geplante Position *A* gebracht.
3. Der Zeitbalken wird auf Frame-Nr. 50 eingestellt. Die Kamera wird auf die Position *B* bewegt – automatisch werden jetzt zwei Key-Frames erzeugt – repräsentiert durch rote Punkte im Zeitstrahl über dem Zeitbalken.
4. Abschließend wird der Zeitbalken auf Frame-Nr. 100 bewegt und die Kamera in Position *C* gebracht. Die Aufzeichnung der Schlüsselszenen wird über „Auto Key“ beendet.

Durch Betätigung der Abspiel-Schaltfläche in den Animationswerkzeugen im unteren Teil des MAX-Fensters beim Zeitbalken kann die Animation bewertet werden.

### 9.3. Vorwärtsgerichtete Kinematik

#### 9.3.1. Vorbereitung

Hierbei erfolgt zunächst folgende Planung: Im Tempel hängt in der Mitte der Halle

1. eine Kugel
2. an einer Pendelstange, die Stange wiederum
3. hängt an einem Sockel.

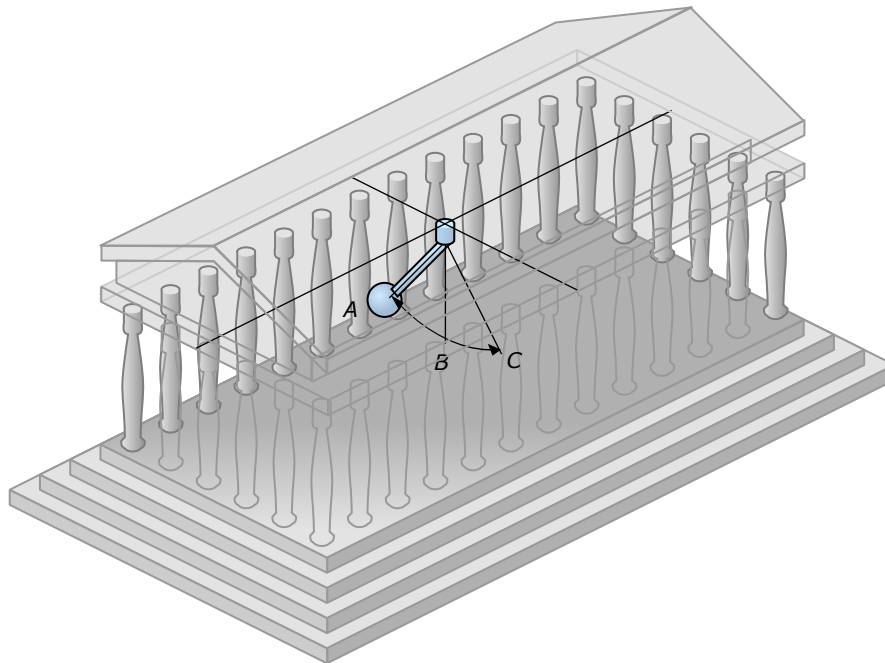


Abbildung 9.3.: Planung der Pendel-Animation.

4. Der Sockel ist an der Tempeldecke befestigt.

Die Kugel wird als 3D-Primitiv **Sphere**, Pendelstange und Sockel werden als 3D-Primitiv **Cylinder** erstellt und korrekt benannt.

Die Anordnung des Pendels im Tempel und die Zielpositionen für die Animation der Pendelstange sind in der Skizze in [Abbildung 9.3](#) ersichtlich.

### 9.3.2. Planung der Animationsphasen.

Die Animation bewegt sich zwischen den Scheitelpunkten *A* und *C*, die sich jeweils in einem Winkel von  $30^\circ$  links bzw. rechts von der Mittelachse des Pendels befinden. Den Punkt im Tal des Pendelvorgangs repräsentiert Punkt *B*. Die Positionen dieser Punkte sind in der Skizze in [Abbildung 9.3](#) markiert.

Über die Zeit wird die Pendelstange mehrmals die Positionen *A* und *C* einnehmen. Die Zeitpunkte *t*, die repräsentieren, wann sich das Pendel in einer bestimmten Position

Zeitpunkt	Frame-Nr.	Position
$t_0$	0	A
$t_1$	25	C
$t_2$	50	A
$t_3$	75	C
$t_4$	100	A

**Tabelle 9.1.:** Planung, zu welchem Zeitpunkt das Pendel welchen Scheitelpunkt einnimmt.

befindet, zeigt Tabelle 9.1 auf.

Das Pendel soll sich hierbei physikalisch korrekt verhalten. Es soll zu den Scheitelpunkten hin maximal abbremsen, von den Scheitelpunkten weg langsam beschleunigen und im Talpunkt die maximale Geschwindigkeit haben.

Ferner soll die Arbeit des Animierers dahingehend erleichtert werden, dass er nur die Pendelstange animiert und sich alle Objekte gemäß einer Relation „hängt an“ bezüglich der Pendelstange genauso verhalten.

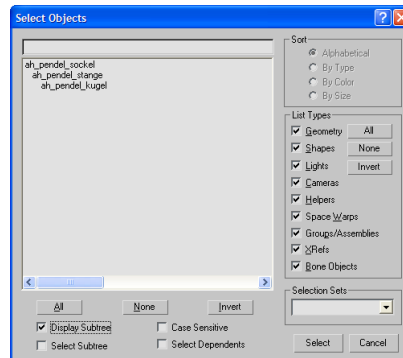
Die Animationstechnik, in der man eine Hierarchie bezüglich einer Relation „hängt an“ oder „ist Teil von“ etc. definiert und in der alle Objekte die Bewegung eines Objekts, das in dieser Hierarchie höher steht, relativ zu diesem Objekt automatisch übernehmen, nennt sich „vorwärtgerichtete Kinematik“.

### 9.3.3. Definition einer Objekthierarchie

Um die vorwärtgerichtete Kinematik zu ermöglichen, muss eine hierarchische Verknüpfung aufgebaut werden. Hierzu wird in der Main Toolbar das Werkzeug **Select and Link** ausgewählt.

Mit diesem Werkzeug wird zunächst das Objekt ausgewählt, das in der Hierarchie ganz unten sein wird: Die Kugel.

Von der Kugel wird mit gedrückter linker Maustaste ein Rubberband zu dem Objekt gezogen, was in der Hierarchie über der Kugel sein soll: Die Pendelstange. Wenn sich der Mauszeiger über der Pendelstange befindet, ändert er sich in ein Verknüpfungssymbol. Nach dem Loslassen der Maus sind Kugel und Pendelstange hierarchisch miteinander verknüpft.



**Abbildung 9.4.:** Beispiel für die Anzeige der Objekthierarchie in der Liste **Select by Name**. Die Anzeige-Option „Display Subtree“ muss aktiviert sein.

In einem letzten Schritt werden Pendelstange und Sockel miteinander verknüpft.

Die Korrektheit der hierarchischen Verknüpfung wird überprüft, indem die Objekt-Liste **Select by Name** geöffnet wird. Bei eingeschalteter Option „Display Subtree“ wird die Hierarchie angezeigt. Ein Beispiel hierfür ist in [Abbildung 9.4](#) zu sehen.

Alle Transformationen, die jetzt auf den Sockel oder die Pendelstange angewendet werden, haben im gleichen Maße Auswirkungen auf die Unterobjekte.

### 9.3.4. Erstellen der Animation

Die Animation wird als Keyframe-Animation gemäß der Zeit- und Positions-orientierten Planung im [Abschnitt 9.3.2](#) umgesetzt.

Hierzu wird die Aufzeichnung der Schlüsselszenen über das Einrasten der Schaltfläche „Auto Key“ gestartet.

MAX berechnet hierbei bereits die Zwischenbilder derart, dass eine Tendenz zu dem gewünschten Beschleunigungsverhalten zu erkennen ist – im Hinblick darauf, dass der Eindruck eines großen, schweren und deshalb majestätisch schwingenden Pendels entstehen soll, muss die Animation angepasst werden.

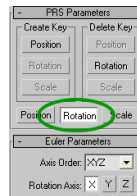


Abbildung 9.5.: Zugriff auf die Rotations-Keys in der Sektion „PRS Parameters“.

### 9.3.5. Anpassen der Animations-Parameter

Das Verhalten der Animation kann (unter anderem) über die Zuweisung spezieller Controller geändert werden, indem den Keys Verhaltens-orientierte Parameter wie z. B. ein *Nachlassen* der Geschwindigkeit *hin* zum Key, *Nachlassen von*, *Spannung* für die Abbruchtheit der Bewegungsänderung am Key, *Kontinuität* des Bewegungsverhaltens und *Neigungsverhalten* definiert werden.

Hierzu wird zunächst die Pendelstange selektiert und im Karteikartenreiter **Motion** die Sektion „Assign Controller“ ausgeklappt. Die Transformation „Rotation“ wird selektiert – das Wort ist gelb unterlegt.

Über der Liste befindet sich die Schaltfläche „Assign Controller“ – diese öffnet den Dialog zu Auswahl eines Rotations-Controllers. Hier den Controller „TCB-Controller“ auswählen. *TCB* steht für

- *Tension* (Spannung),
- *Coninuity* (Kontinuität) und
- *Bias* (Neigung).

In der Sektion „PRS Parameters“ wird die Schaltfläche „Rotation“ aktiviert (siehe Abbildung 9.5). Hiermit erfolgt der Zugriff auf alle Einstellmöglichkeiten von gesetzten Rotations-Keys. In dieser Sektion können zudem explizit Keys für eine spezielle Transformation gesetzt bzw. gelöscht werden.

In der Sektion „Key Info“ ermöglichen die Schaltflächen „←“ und „→“ ein direktes Anspringen der gesetzten Keys. Für die gesetzten Keys können jetzt die Parameter für das Animationsverhalten geändert werden – das gewünschte Abbrems- und Beschleunigungsverhalten wird erreicht, indem die Parameter für „Ease To:“ und „Ease From:“ auf den



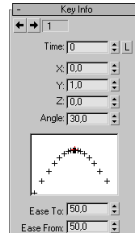


Abbildung 9.6.: Die Sektion „Key Info“ für den TCB-Controller.

Maximalwert 50 eingestellt werden (siehe Screenshot in Abbildung 9.6).

## 9.4. Metamorphose-Animation

### 9.4.1. Planung und Vorbereitung

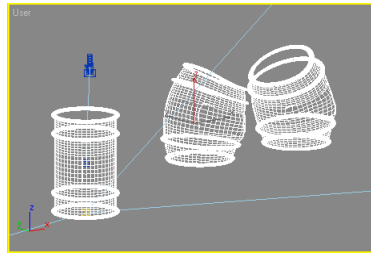
Da es in der Antike noch keinen Umweltschutz gab ist anzunehmen, dass u. a. Fässer mit giftigen Substanzen herumstanden, in denen sich in der Sonne giftige Gase entwickelten und damit die Fässer verformten.

Die Verformung eines solchen Fasses wird als Metamorphose-Animation (engl. *Morphing*) umgesetzt. Beim Morphing erfolgt die Animation auf Basis der Bestandteile des Drahtgittermodells eines Objekts. Hierzu wird zunächst eine Kopie eines Objekts erstellt. Diese Kopie wird schließlich geometrisch verändert – das Animationsprogramm überführt schließlich über die Zeit die Form des Originals in die Kopie. Genau dafür ist es erforderlich, dass das Animationsprogramm über genaue Informationen verfügt, welcher Vertex des Originals in welchen Vertex der Kopie überführt wird.

Zunächst wird das Fass in seiner Ursprungsform als Rotationskörper erstellt.

### 9.4.2. Erstellen der Zielformen

Zur Übung der Metamorphoseanimation werden zwei Zielformen benötigt, die über Klone als Kopie erstellt werden. Die Zielformen müssen nicht an der gleichen Position stehen wie das Original. Es empfiehlt sich, die Zielformen über eine geschickte Namensgebung als Morphing-Zielformen kenntlich zu machen. Wenn z. B. das Original



**Abbildung 9.7.:** Ursprungs-Objekt (links) und die stark veränderten Zielformen.

`tgm_giftfass`

heißt, bietet es sich an, die Kopien

- `tgm_giftfass_mutant_00` und
- `tgm_giftfass_mutant_01`

zu nennen.

Die Zielformen werden – wie z. B. in [Abbildung 9.7](#) geschehen – über einen geeigneten Modifier wie etwa dem

- „Edit Mesh“ mit eingeschalteter „Soft Selection“ – manipulierte Vertices übertragen über eine einstellbare, sich innerhalb eines Radius abschwächenden Kraftfeldfunktion ihre Manipulation auf die benachbarten Vertices),
- „Bender“,
- „Twister“ oder
- einem der FDD-Modifier (hier wird ein Kraftfeld um die Geometrie gelegt, die Eckpunkte des Kraftfelds lassen sich bewegen – so entstehen z. B. glaubwürdige Beulen im Fass)

dramatisch in ihrer Geometrie verändert.

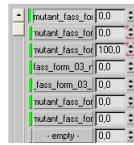


Abbildung 9.8.: Die „Channel List“ im „Morpher“.

Zeitpunkt	Frame-Nr.	_mutant_00 in %	_mutant_01 in %
$t_0$	0	0	0
$t_1$	25	100	0
$t_2$	50	0	100
$t_3$	75	100	100
$t_4$	100	0	0

Tabelle 9.2.: Einstellungen der Morph Channels für die Animation.

### 9.4.3. Zuweisung der Animation

Zunächst muss dem Original die Möglichkeit gegeben werden, die Gestalt der Zielformen anzunehmen.

Der entsprechende Mechanismus im MAX ist der Modifier „Morpher“ – dieser wird dem Originalobjekt zugewiesen.

Im Morpher werden in der Sektion „Channel List“ in freie Slots (Schaltflächen mit der Aufschrift „- empty -“ die beiden Zielformen eingetragen (siehe Abbildung 9.8). Anschließend können die Zielformen versteckt werden.

Die Animation erfolgt durch Setzen von Keys in der „Channel List“. Hierzu ist wieder die Aufzeichnung der Keys mit „Auto Key“ einzuschalten.

Im „Morpher“ gibt der Wert neben dem Kanal an, zu wieviel Prozent das Original-Objekt die Gestalt einer Zielform angenommen haben soll. Hierbei ist zudem interessant, dass das Original auch zu einer Mischform von einer Kombination mehrerer Zielobjekte mit unterschiedlichem prozentualen Anteil gemorphet werden kann.

Die Zeitpunkte  $t$ , die repräsentieren, wann sich das Original zu wieviel Prozent in eine der Zielformen verwandeln soll, können Tabelle 9.2 entnommen werden. Nach der Definition Channels wird „Auto Key“ wieder deaktiviert.

Beim Abspielen der Animation geht jetzt das Fass sanft zu den definierten Zeitpunkten in seine Zielformen über.

Über den Morpher ist es in der Sektion „Morph Material“ zudem möglich, über eine Keyframe-Animation Materialien ineinander überzublendern – etwa, wenn das sich unter der Gewalt der Giftgase ausbeulende Fass in der Sonne glühend wird.

**Teil III.**  
**Inszenierung**

## Überblick

Die folgenden Übungen dienen dazu, um die wesentlichen Schritte bei der Erstellung von Materialien und bei der Einstellung der *Instrumente der Inszenierung* – also dem Einstellen von

- Kamera,
- Lichtern und
- atmosphärischen Parametern

kennenzulernen und zu vertiefen.

Als Grundlage dient die während der Modellierung erstellte Welt von „Troja“ – siehe Kapitel „Modellierung“.

Alle Schritte zur Ausleuchtung und zum Setzen der Materialien werden im Folgenden beispielhaft nur an Hand des Tempels erörtert – alle anderen Objekte in der Szene werden von den Teilnehmern an der Übung selbständig mit Materialien versehen und ausgeleuchtet.

Inszenierung beinhaltet die Tätigkeiten des „Regisseurs“, also

- Grundsätzliches zur Ausleuchtung,
- Setzen der Kamera und
- Interaktion von Licht mit den Materialien unter Berücksichtigung der Kamera-Position.

## 10. Setzen von Kamera und Lichtern

### 10.1. Definieren der Kamera

#### 10.1.1. Übungsziel

Erarbeitung bzw. Vertiefung der folgenden Sachverhalte:

- Kennenlernen der Kamera-Werkzeuge und
- Positionierung einer Kamera.

#### 10.1.2. Planung

Zunächst muss eine Kamera erstellt und so positioniert werden, dass eine aussagekräftige und optisch ansprechende Ansicht des Tempels gerendert werden kann.

Dazu wird das Kameraobjekt **Target** erstellt. Mit der Target-Kamera können interaktiv unabhängig voneinander das

1. das Kameraauge und
2. der Kamerazielpunkt

positioniert und bei Bedarf auch animiert werden – im Gegensatz zum Kameraobjekt **Free**, mit dem nur die Kamera gesetzt und positioniert werden kann und eine Änderung der Blickrichtung nur durch Rotation der **Free**-Kamera-Werkzeugs vorgenommen werden kann.

Gestalterisch interessant ist es vor allem, die Räumlichkeit des Tempels wiederzugeben und die Plastizität der Säulenreihen darzustellen. Dazu ist es gemäß einer gängigen Vor-

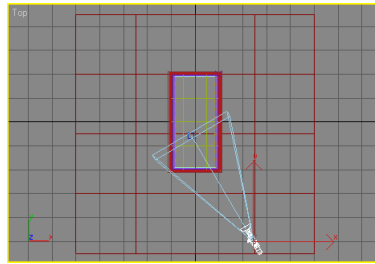


Abbildung 10.1.: Positionierung der Kamera.

gehensweise in der Fotografie eine allgemein erfolgreiche und damit standardisierbare Vorgehensweise, die Kamera

- seitlich etwa in einem Winkel von  $45^\circ$  zur Längsachse des Tempels
- und auf ungefähr Dreiviertel der Höhe der Säulen zu positionieren,
- wobei Kamera-Auge und Kamera-Ziel auf der gleichen Höhe sind – damit hat diese perspektivische Projektion nur einen Fluchtpunkt, was eine zu extreme perspektivische Wirkung vermeidet.

### 10.1.3. Vorgehensweise

Die Ansicht „Top“ auswählen. Kameraobjekt **Target** erstellen – dieses Objekt ist über den „Create“-Reiter, unter „Cameras“ zugänglich. Die Kamera in der „Top“-Ansicht wie besprochen und in [Abbildung 10.1](#) ersichtlich positionieren.

In einem anderen Fenster der Vierfach-Ansichten die Kameraansicht aktivieren – so hat man beim Positionieren in den orthogonalen Ansichten immer sofort eine Rückkopplung, was das Kamera-Auge gerade „sieht“.

In Front-Ansicht schließlich Kamera-Auge und Kamera-Zielpunkt auswählen und wie geplant auf ungefähr 75 % Säulenhöhe positionieren (siehe die Kameraansicht in [Abbildung 10.2](#)).



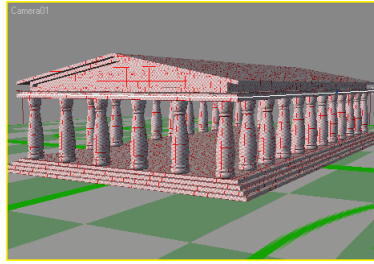


Abbildung 10.2.: Kameraansicht.

#### 10.1.4. Tipp: Alternativen fürs Positionieren der Kamera

Eine Alternative bei der grundsätzlichen Vorgehensweise beim Positionieren der Kamera ergibt sich aus der Benutzung von Werkzeugen zur Positionierung der Kamera, die an Stelle der Navigationswerkzeuge für die orthogonalen Ansichten eingeblendet werden, wenn die Kameraansicht aktiv ist – siehe Abbildung 10.3.

Die Arbeit mit diesen Kamera-Navigationswerkzeugen gestaltet sich allerdings ganz anders als das (bisher vertraute) Anwenden der Transformations-Werkzeuge auf die Kamera-Auge und Kamera-Zielpunkt-Werkzeuge.



Abbildung 10.3.: Unterschiedliche Werkzeuge im Navigationsbereich rechts unten im MAX-Fenster für die jeweiligen Ansichten: Links für die orthogonalen Ansichten, rechts für die Kamera-Ansicht.

## 10.2. Ausleuchtung der Szene

### 10.2.1. Übungsziel

Als Grundvoraussetzung wird die Standardeinstellung für das Beleuchtungsmodell von MAX benutzt – hierbei handelt es sich um ein *lokales Beleuchtungsmodell*. Demzufolge steht folgendes zunächst im Mittelpunkt:

- Erarbeitung und Motivation eines Klassenmodells für die Ausleuchtung,
- Ausleuchtung eines Objekts,
- Arbeit mit Schatten,
- Kennenlernen der Wirkung der globalen Lichteinstellungen.

### 10.2.2. Planung

Um die vielfältigen Interaktionen von Licht in Realität durch Phänomene wie Reflexionen, Brechungen und Streuungen an rauen Oberflächen mit dem lokalen Beleuchtungsmodell, das der Computergraphik standardmäßig auch im MAX zu Grunde liegt, zu simulieren, müssen zusätzliche lokale Beleuchtungen in das Modell eingeführt werden.

Diese Lichtquellen sind allerdings in keiner Weise durch eine reale Anordnung von Lichtquellen erklärbar. Eine solche Vorgehensweise orientiert sich eher an Techniken zu Akzentuierungen bzw. Deakzentuierungen in der Malerei.

Dazu werden zusätzlich zu einer Lichtquelle, die

- das Sonnenlicht repräsentiert,
- mindestens eine warme, helle Randlichtquelle (korrespondierend zur eigentlichen Lichtquelle) zur Betonung der Objektkonturen auf der „Sonnenseite“ und
- eine kühle Randlichtquelle auf der der Hauptlichtquelle abgewandten Seite der Szene definiert.

Für das *Sonnenlicht* wird bezüglich der Kamera-Position eine seitliche Position von etwa 90° gewählt, um alle Objekte, vor allem die bauchigen Säulen plastischer erscheinen zu lassen.

Seitliches Licht wird oft in der Fotografie angewendet und ist z. B. nach LANGFORD eine übliche gestalterische Maßnahme zur Betonung des räumlichen Eindrucks und der Materialbeschaffenheit der Objektoberflächen [Lan89].

Das Sonnenlicht kommt sehr weit von oben – etwa doppelte Höhe des Tempels. Das Sonnenlicht wird geplant als

- eine gerichtete Lichtquelle
- mit parallelem Strahlenverlauf (Sonnenstrahlen kommen nahezu parallel auf der Erde an),
- mit mindestens 90 %iger Helligkeit und
- weißer Farbe.
- Dieser Lichtquelle werden Schatten definiert.

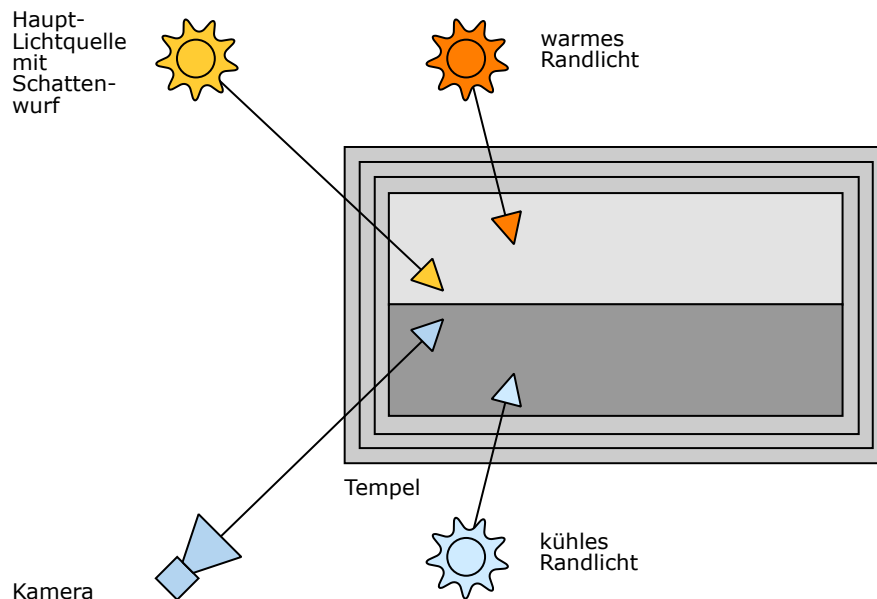
Die *warme Randlichtquelle* befindet sich auf der Seite der Sonne. Das warme Randlicht fällt gerade aus Kamera-Höhe auf den Tempel. Die Lichtquelle wird geplant als

- eine gerichtete Lichtquelle
- mit parallelem Strahlenverlauf,
- mit höchstens 40 %iger Helligkeit und
- oranger Farbe.
- Dieser Lichtquelle werden *keine* Schatten definiert.

Die *kühle Randlichtquelle* befindet sich auf der der Sonnenlichtquelle abgewandten Seite. Das kühle Randlicht fällt ebenfalls gerade aus Kamera-Höhe auf den Tempel. Die Lichtquelle wird geplant als

- eine gerichtete Lichtquelle
- mit parallelem Strahlenverlauf,
- mit höchstens 40 %iger Helligkeit und
- blauer, etwas nach Türkis hin verschobener Farbe.
- Dieser Lichtquelle werden ebenfalls *keine* Schatten definiert.

Abbildung 10.4 zeigt eine Skizze mit der Positionierungen der Lichtquellen bezüglich der Kamera.



**Abbildung 10.4.:** Positionierung der Kamera, des Sonnenlichts und der Randlichter am Tempel.

### 10.2.3. Vorgehensweise

#### Das Sonnenlicht

Die Definition der Lichtquellen erfolgt analog zur Positionierung der Kamera: Ansicht „Top“ auswählen.

Das Sonnenlicht wie folgt erstellen:

- Im „Create“-Reiter unter „Lights“ ein **Target Direct** wählen. Im Modifier wird die korrekte Benennung vorgenommen.
- Den Zielpunkt der Lichtquelle für  $x$  und  $y$  im Tempel zentrieren und für  $z$  auf Höhe der obersten Tempelstufe positionieren.
- Die Lichtquelle für  $x$  und  $y$  bezüglich der Kamera etwa in einem Winkel von  $90^\circ$  und für  $z$  auf doppelter Höhe der obersten Tempelstufe positionieren.
- Im Modifier

- unter „General Parameter“, „Shadows“ die Schatten anstellen.
- in der Sektion „Intensity/Color/Attenuation“ den Farbwert auf weiß belassen und
- den „Multiplier“ auf 0,9 stellen.
- In der Sektion „Directional Parameters“ den „Hotspot/Beam“ auf ungefähr 10.000,0 cm einstellen – der Parameter Falloff/Field verändert sich analog mit.

### Die Erstellung der Randlichtquellen

Zunächst wird das warme Randlicht wie folgt erstellt:

- Gleichfalls ein **Target Direct** erstellen und im Modifier die korrekte Benennung vornehmen.
- Den Zielpunkt der Lichtquelle für  $x$  und  $y$  im Tempel zentrieren und für  $z$  auf Höhe der Kamera positionieren.
- Die Lichtquelle auf Seite des Sonnenlichts für  $x$  und  $y$  Tempel etwa in einem Winkel, etwa  $80^\circ$  zur Längsachse des Tempels und für  $z$  auf Höhe der Kamera positionieren.
- Im Modifier den Farbwert auf Orange ändern.
- Die „Directional Parameters“ korrigieren.
- Den „Multiplier“ auf 0,4 stellen.

Für das kühle Randlicht gilt:

- Ebenfalls ein **Target Direct** erstellen und Benennung korrigieren.
- Den Zielpunkt der Lichtquelle für  $x$  und  $y$  im Tempel zentrieren und für  $z$  auf Höhe der Kamera positionieren.
- Die Lichtquelle auf dem Sonnenlicht abgewandten Seite für  $x$  und  $y$  Tempel etwa in einem Winkel, etwa  $80^\circ$  zur Längsachse des Tempels und für  $z$  auf Höhe der Kamera positionieren.

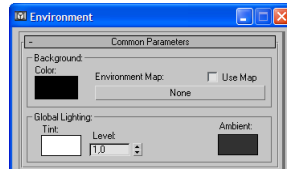


Abbildung 10.5.: Einstellungen des ambienten Lichtanteils.

- Im Modifier den Farbwert auf blau mit leichter Verschiebung Richtung Türkis ändern.
- Die „Directional Parameters“ korrigieren.
- Den „Multiplier“ auch auf 0,4 stellen.

### Ambienter Lichtanteil

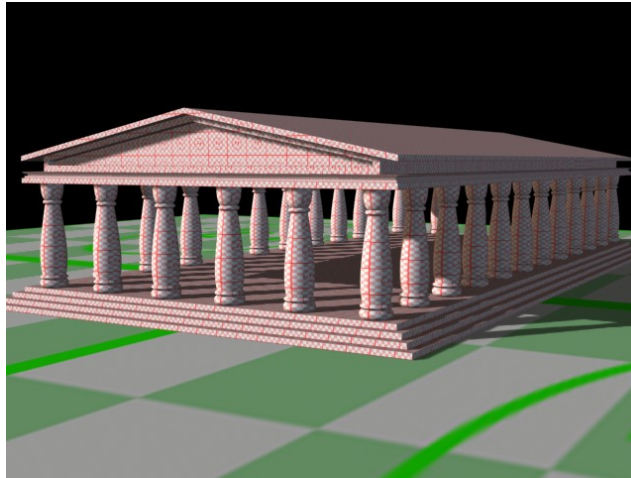
Als globaler Parameter stellt das *ambiente Licht* die Grundhelligkeit der Szene ein, jenes Restlicht also, das auch an den Stellen vorhanden ist, die nicht von Lichtquellen erreicht werden. Der ambiente Lichtanteil ist eine Metapher für das Streulicht, das in der realen Welt durch Reflexionen, Brechungen und Streuungen an den Oberflächen der Objekte erzeugt wird.

Die Färbung des ambienten Lichts orientiert sich an der farblichen „Grundstimmung“ der Szene – für die sonnenüberflutete Troja-Szene also eher neutral, für etwa eine Szene unter Wasser eher bläulich, für etwa eine Szene in Höllenglut eher rötlich etc.

Die Einstellungen für diesen ambienten Lichtanteil finden sich unter **Rendering, Environment...** in der Sektion „Global Lighting“ im Bereich „Ambient:“ – siehe Abbildung 10.5. Die Farbe des Lichts am besten für den Rot-, Grün- und Blauanteil auf 50 stellen.

Mit dieser Einstellung können alle Schatten in der Szene aufgehellt und sogar eingefärbt werden. Deshalb ist diese Einstellung sehr vorsichtig vorzunehmen.

*Tipp:* Bei den Lichteinstellungen ist es notwendig, oft zu rendern, um begutachten zu können, wie gut die Einstellungen für die Lichter bezüglich der Zielvorgaben aus der der Aufgabe zu Grunde liegenden Vision vorgenommen wurden.



**Abbildung 10.6.:** Der ausgeleuchtete Tempel.

#### 10.2.4. Resultat

Das Ergebnis oben beschriebenen Einstellungen für die Ausleuchtung des Tempels zeigt [Abbildung 10.6.](#)

## 11. Erarbeiten von Materialien

### 11.1. Spezielle Lernziele

Das Erarbeiten von Materialien ist ein spezieller Teil der Inszenierung – hierbei erfolgt das Kennenlernen der Tätigkeiten des „Materialzuweisers“), also

- Definition eines Hintergrundbildes,
- Erstellung von Materialien und Einstellung der Parameter der Materialien
- unter Benutzung verschiedener Mapping-Techniken.

Die Ausleuchtung, das Positionieren der Kamera und die Materialeigenschaften sind hierbei immer in engem Zusammenhang zu sehen.

### 11.2. Vorbereitungen

Zur Umsetzung der Arbeitsschritte in diesem Abschnitt werden einige vorbereitete Texturen benötigt, die unter

[http://www.mimuc.de//fileadmin/mimuc/3dcg\\_ss05/archive/uebung.zip](http://www.mimuc.de//fileadmin/mimuc/3dcg_ss05/archive/uebung.zip)

bezogen werden können.

Die folgenden Ausführungen nehmen auf die Texturen über ihre Dateinamen aus diesem Archiv Bezug.



### 11.3. Planung

Wegen der wohlgeplanten Vorgehensweise der Vorschautexturierung muss jetzt nur noch grundsätzlich beachtet werden, dass nur die bereits vorhandenen Materialien im Material-Editor verändert, aber bereits erstellte *Diffuse Color Map* Texturen überschrieben werden müssen, ohne sie jedoch neu zuzuweisen oder die UVW-Map-Koordinaten verändern zu müssen.

Gegebenenfalls müssen die Dateien aus dem Archiv zunächst gemäß des Dateinamens der auf Basis der Vorschautextur erstellten Textur umbenannt und anschließend in das Texturverzeichnis kopiert werden.

### 11.4. Definition eines Hintergrundes

Bei der Bearbeitung eines Hintergrundes, etwa eines glaubhaften Himmels, gibt es zunächst folgende Fragen zu beachten:

- Sollen nur Bilder oder Animationen von einer fixen Kameraposition aus gerendert werden oder
- wird eine Kamerafahrt geplant?

Dementsprechend

- kann entweder ein globales Hintergrundbild definiert
- oder muss ein die Welt umschließendes Himmelsobjekt, etwa ein Zylinder oder eine Kugel erstellt und texturiert

werden.

Ein globales Hintergrundbild wird über das Menü **Rendering, Environment...** und schließlich im Dialogfenster „**Environment**“ in der Sektion „Common Parameters“ im Bereich „Environment Map:“ zugewiesen. Dort wird die Texturdatei

`himmel.png`

eingetragen (siehe Abbildung 11.1).

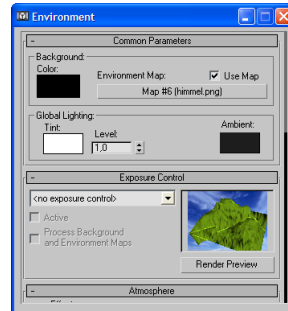


Abbildung 11.1.: Zuweisung einer Bitmap als Hintergrundbild.

Für ein Objekt empfiehlt sich bei Kameras, die nie so animiert werden, dass sie nicht zu senkrecht nach oben schauen, ein sehr großer Zylinder, da dieser nicht wie im Falle einer Kugel die Textur sphärisch verzerrt, was bei einer planar erstellten Textur z.B. an den Polen der Kugel zu starken sichtbaren Stauchungen kommt.

Alternativ muss für eine Himmelskugel also eine sphärisch verzerrte Textur erstellt werden.

## 11.5. Definition der Oberflächenmaterialien

### 11.5.1. Ersetzen der Vorschautexturen

Während der Modellierung wurden im Zuge der Vorschautexturierung u. a. bereits die Materialien für

- den Sandstein am Tempel und
- den Rasen der Landschaft

erstellt.

Für diese Materialien wurde bereits jeweils eine Diffuse Color Textur definiert – die entsprechenden Dateien werden jetzt einfach durch vorheriges Umbenennen der vorbereiteten Dateien

- sandstein.png und



**Abbildung 11.2.:** Der ausgeleuchtete und mit Texturen und Hintergrund versehene Tempel.

- `rasen.png`

mit dem Namen der Texturdateien, die während der Übungen bereits erstellt wurden, überschrieben.

Die Materialien werden im MAX sofort aktualisiert. Die Wirkung der neuen Texturen in Verbindung mit der vorher erfolgten Ausleuchtung vom Abschnitt 10.2 zeigt Abbildung 11.2.

### 11.5.2. Materialien mit Bump-Mapping

Anschließend werden für die Materialien Sandstein und das Material für die Landschaft mit Bump-Texturen versehen.

Bump-Mapping ist eine Technik zur Simulation einer unregelmäßigen Oberfläche. Dazu wird eine Textur benutzt, deren Grauwert-Informationen als „Höhen-Informationen“ interpretiert werden wobei gilt:

- Weiß ist maximal erhaben.
- Schwarz ist maximal ist eingepägt.

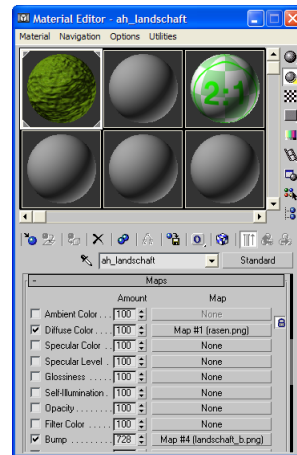


Abbildung 11.3.: Zuweisung der Bump-Textur.

Im Material-Editor wird jeweils in der Sektion „Maps“ unter „Bump“ für die beiden Materialien die Textur

- sandstein\_b.png bzw.
- landschaft\_b.png bzw.

zugewiesen – siehe Abbildung 11.3.

Neben dem Eintrag für die Texturen steht ein Zahlenwert, der angibt, zu wie viel Prozent das Mapping angewendet werden soll.

Als Vorschläge für eine optisch ansprechende Anmutung mögen die folgenden Werte dienen:

- Sandstein 30,
- Landschaft 150.

Abbildung 11.4 zeugt eine Nahaufnahme der Säulen mit Sandsteinmaterial.



Abbildung 11.4.: Das Sandstein-Material – Detail.

### 11.5.3. Materialien mit Reflection-Mapping

Zur Simulation reflektierender Oberflächen werden *Reflection Maps* benutzt. Eine bezüglich der Umgebung und der gesetzten Lichtquellen klug gestaltete statische Textur erweckt auch während einer Animation bereits einen überzeugenden Eindruck spiegelnder Oberflächen.

Diese Texturen können auch automatisch physikalisch korrekt und damit dynamisch für jede Kamera-Position bezüglich der Welt vom MAX erzeugt werden. Dieses Verfahren ist ungleich rechenzeitaufwändiger.

Eine derartige spiegelnde Anmutung hätten z. B. Chrom, Plastik oder – polierter Marmor.

Es wird geplant, den Tempel nicht in Sandstein, sondern in Marmor gehauen und poliert erscheinen zu lassen.

Hierzu wird der bestehende Sandstein in Marmor wie folgt umgewandelt:

- Im Material-Editor vom Sandstein per Drag and Drop bei gedrückt gehaltener **Ctrl**-Taste eine Kopie anlegen.
- In der Sektion „Blinn Basic Parameters“ unter „Specular Highlights“ folgende Werte

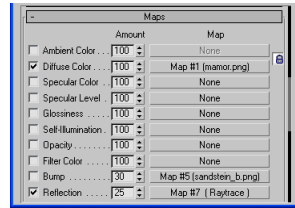


Abbildung 11.5.: Zuweisung der Reflection-Textur.

einstellen:

- Specular Level: 55
- Glossiness: 35

Das Material erscheint mit glänzender Oberfläche.

- Als „Diffuse Color“ die Textur

`marmor.png`

zuweisen (siehe dazu auch Abbildung 11.5). Den Texturslot „Bump“ durch Ausschalten der Checkbox links neben dem Slot deaktivieren.

*Anmerkung:* Im Texturslot verbleibt der ehemals zugewiesene Bump-Textur-Name stehen. Der Slot kann „bereinigt“ werden, indem als Texturtyp „None“ ausgewählt wird.

- Unter „Reflection“ den Typ **Raytrace** einstellen.
- Den Prozentwert für „Reflection“ auf 25 stellen.

Das so erstellte Material wird mit „Put Material to Scene“ (u. a. über das Menü „Material“ des Material-Editors verfügbar) der Szene zugewiesen. Das ehemalige Sandstein-Material wird in der ganzen Szene ersetzt.

Abbildung 11.6 zeigt eine Nahaufnahme der Säulen mit dem Marmor-Material – vor allem an den Säulen ist zu bemerken, wie sich der Himmel und die Rasenfläche korrekt auf der gewölbten Oberfläche der Rotationskörper spiegelt.



Abbildung 11.6.: Das Marmor-Material – Detail.

## 11.6. Atmosphärische Parameter

In der Realität wird die Abbildung der Objekte in der Kamera durch atmosphärische Einflüsse zwischen Kamera und Objekt und in der Umgebung des Objektes (z. B. staubige Luft, Dampf, Nebel, Dunst) bestimmt.

Die Verwendung atmosphärischer Parameter verleiht der Modellwelt räumliche Tiefe, die synthetische Szenerie scheint mit „Luft gefüllt“ und erreicht dadurch beim Betrachter den Eindruck von Natürlichkeit.

Atmosphärische Parameter sind zudem ein weiteres gestalterisches Mittel zur Hervorhebung oder Abschwächung der Intensität der Wahrnehmung von Objekten: Durch den Einsatz von Nebel beispielsweise verliert die Oberfläche von Objekten im Hintergrund an Kontrast und Brillanz; somit erscheinen sie dem Auge eines Betrachters weniger wichtig als die Objekte im Vordergrund.

Über derlei atmosphärische Parameter können auch Effekte wie Nebelschwaden oder Sonnenstrahlen erzielt werden.

Die atmosphärischen Parameter werden unter `Rendering, Environment...` in der Sektion „Atmosphäre“ aktiviert.

Mit `Add...` wird der Effekt „Fog“ aus der angebotenen Liste selektiert. Anschließend

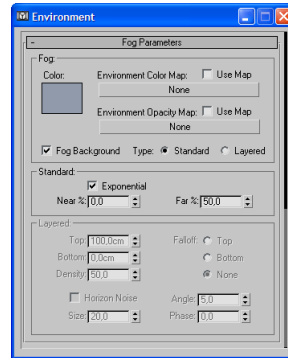


Abbildung 11.7.: Zuweisung von Nebel.

erscheint die Sektion „Fog Parameters“ (siehe Abbildung 11.7).

Im Abschnitt „Fog“ im Feld „Color“ wird die Farbe des Nebels eingestellt – dies ist vorzugsweise ein Blau, dass ungefähr dem Mittelwert der Farbe des Himmels entspricht:

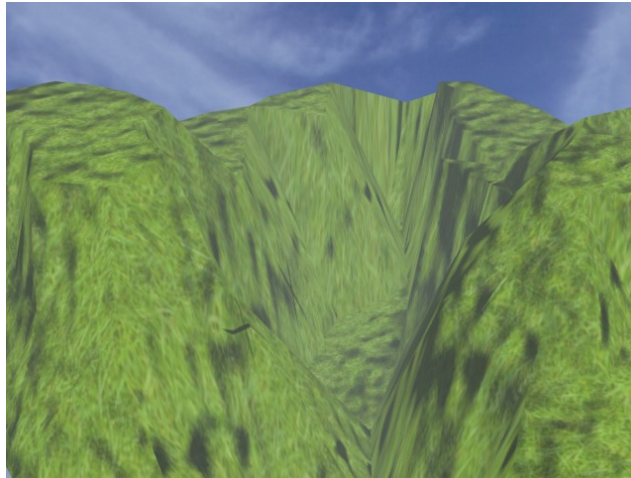
- Red: 119
- Green: 148
- Blue: 217

Ferner wird im Abschnitt „Standard“ die Option „Exponential“ aktiviert, die bewirkt, dass der Nebel um so mehr angewendet wird, je weiter ein Objekt von der Kamera entfernt ist. Für „Far %“ hier z. B. 50 angeben.

Die genaue Definition, wo „Near“ beginnt und „Far“ endet, kann pro Kamera im Modifier der jeweiligen Kamera in der Sektion „Environment Ranges“ als explizite Werteingabe oder interaktiv in einer der 3D-Ansichten eingestellt werden, wenn die Option „Show“ aktiviert wurde. Hiermit lässt sich die atmosphärische Wirkung gezielt steuern.

Ein Rendering der erstellten Landschaft zeigt Abbildung 11.8.





**Abbildung 11.8.:** Wirkung des Nebels in der Landschaft.

### 11.7. Feinabstimmung

Nach der Erarbeitung der Materialien ist es notwendig, Ausleuchtung, atmosphärische Parameter und Materialeigenschaften für die gewählten Kamera-Positionen im Zusammenhang mittels Test-Renderings genau zu untersuchen und gegebenenfalls eine feinere Abstimmung vorzunehmen.

## Literaturverzeichnis

- [Bro04] WARNER BROS. „Troy.“ WWW-Seite, Juli 2004. <http://troymovie.warnerbros.com/>.
- [Hop05] AXEL HOPPE. *Richtlinien für die praktischen Übungen (Style-Guide und Tipps)*, April 2005. Lehrbegleitmaterial, [PDF](#).
- [Lan89] M. LANGFORD. *Enzyklopädie der Fotopraxis*. Weltbild Verlag, 1989.