

---

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg  
Projekt Gruppe 2005 / 2006



1. Juni 2006

Knut Angenendt, Kilian Asangana,  
Cigdem Cebe, Matthias Davidek,  
Ralf Eckert, Daniela Hans,  
Florian Hinz, Inga Laßwitz,  
Lars Lüttmann, Malte Mathiszig,  
Christoph Meyer, Nils Peters,  
Martin Schmaeck Jing Shui,  
Christian Thevissen, Christian Wellinghorst

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorwort</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Installation</b>	<b>5</b>
2.1	Systemanforderungen . . . . .	5
2.2	Installationsoptionen . . . . .	5
2.3	Zusätzlich notwendige Installationen . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Erste Schritte</b>	<b>6</b>
3.1	Projektmanager . . . . .	6
3.2	Neues Projekt erstellen . . . . .	6
3.3	Neue Welt erstellen . . . . .	6
3.4	Editor beenden . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Editor</b>	<b>7</b>
4.1	Normal- Modus . . . . .	7
4.2	OH-Modus . . . . .	13
4.2.1	Spezielle Werkzeugleisten im OH-Modus . . . . .	13
4.2.2	Unterschiede im Objekt-Fenster . . . . .	14
4.3	Einstellungen . . . . .	15
4.3.1	Sprache . . . . .	16
4.3.2	Grid . . . . .	16
4.3.3	Kamera . . . . .	17
4.3.4	Orthogonal . . . . .	17
4.3.5	Selektion . . . . .	18
4.3.6	Licht . . . . .	18
4.3.7	Bounding Volumes . . . . .	18
4.3.8	Farbe Bounding Volumes . . . . .	19
4.3.9	3D-Ansicht . . . . .	19
4.3.10	Objekte . . . . .	19
4.3.11	Animation . . . . .	19
4.3.12	Trigger . . . . .	20
4.3.13	Maßeinheit . . . . .	20
4.3.14	Editor Layout . . . . .	20
4.3.15	ColorChooser . . . . .	21
<b>5</b>	<b>Objekte</b>	<b>22</b>
5.1	Geometrie-Objekte . . . . .	22
5.1.1	Geometrie-Objekte einfügen . . . . .	22
5.1.2	Geometrie-Objekte editieren . . . . .	23
5.1.3	Objekte löschen . . . . .	27
5.1.4	Surfaces . . . . .	28
5.1.5	Materialien . . . . .	29
5.2	Licht-Objekte . . . . .	30
5.2.1	Licht-Objekte einfügen . . . . .	30
5.2.2	Licht-Objekte editieren . . . . .	31
5.2.3	Licht-Objekte löschen . . . . .	34
5.3	CSG-Objekte . . . . .	35
5.4	OHGeoObjekte . . . . .	35
<b>6</b>	<b>Animation</b>	<b>36</b>
6.1	OH-Animation . . . . .	36
6.1.1	Struktur der Objekt-Hierarchie . . . . .	36
6.1.2	JointPoints . . . . .	37
6.2	Schritte der OH-Animation . . . . .	37
6.3	OH-Objekt erzeugen und bearbeiten . . . . .	37
6.4	Geometrie-Objekte importieren . . . . .	38

6.4.1	Einfügen durch Doppelklick . . . . .	38
6.4.2	Einfügen durch ein Popup-Menü . . . . .	38
6.5	Objekthierarchie erstellen . . . . .	38
6.6	Geometrie-Objekte innerhalb editieren . . . . .	39
6.6.1	Position . . . . .	39
6.6.2	Rotation . . . . .	39
6.7	Geometrie-Objekt löschen . . . . .	40
6.8	Keyframes erzeugen . . . . .	40
6.9	Keyframes bearbeiten . . . . .	40
6.10	Keyframes löschen . . . . .	40
<b>7</b>	<b>Der SkriptEditor</b>	<b>41</b>
7.1	Werkzeugleiste und Hauptmenü . . . . .	41
7.2	Arbeitsfläche . . . . .	42
<b>8</b>	<b>Polygon-Editor</b>	<b>42</b>
8.1	Werkzeugleiste . . . . .	42
8.2	Extrusion . . . . .	42
<b>9</b>	<b>Über uns</b>	<b>43</b>
<b>10</b>	<b>Index</b>	<b>44</b>
<b>11</b>	<b>Glossar</b>	<b>45</b>
<b>12</b>	<b>Appendix</b>	<b>46</b>
12.1	A: Short-Cuts . . . . .	46
12.2	B: Projekt-Datei-Struktur . . . . .	46

# 1 Vorwort

Im Wintersemester 2005 formierte sich unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. Kowalk an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg eine Projektgruppe zur Entwicklung eines Spieleeditors samt Laufzeitumgebung für 3D-Spiele.

Die so gebildete Gruppe setzte sich als Ziel, eine Integrierte Umgebung zu schaffen, in der sowohl 3D-Welten geschaffen als auch die Interaktionsmöglichkeiten einer Spieleengine genutzt werden konnten. Mit dem zusätzlichen Anspruch, eine gewissen Plattformunabhängigkeit zu gewährleisten fiel die Wahl auf die Verwendung der Programmiersprache Java sowie JOGL bzw. OpenGL als Hardwareschnittstelle. Nach zwei Semestern Entwicklungsdauer wurde ein Produkt erstellt, welches sinnvollen Ansprüchen gerecht wird und die genannten Kriterien erfüllt. Das Ergebnis in Form des vorliegenden Programms - Yage<sup>2</sup>3D - stellt dem Benutzer ein verhältnismässig einfaches Werkzeug zur Verfügung, um seine Ideen in dreidimensionale, interaktive Welten zu verwandeln.

Die Spielewelt wird dabei grob in folgenden Schritten erstellt:

- Erstellen der Meshes und Zusammenstellung zu einer Welt
- Animation von Einzelmeshes
- Entwicklung der Spielelogik welche dann als Runtime-Version mit den anderen Daten zusammen ein komplettes Computerspiel bildet.

## 2 Installation

In dieser Sektion wird die Installation unserer Software erklärt. TODO:

Checken Sie unsere aktuellste Version aus dem SVN aus. Die Adresse geben wir auf Wunsch per E-Mail an Sie bekannt. Danach einfach noch Java, JOGL, JOAL und am besten Eclipse (ein komfortabler Texteditor) installieren und los gehts!

### 2.1 Systemanforderungen

Um eine korrekte und flüssige Darstellung sowohl des Editors als auch der Spiele zu gewährleisten, wird ein Computer ab der Pentium 3 bzw. Athlon-Klasse empfohlen sowie eine 3D-Beschleunigerkarte. Als Plattform steht jedes Betriebssystem zur Wahl, für welches Java, JOGL und JOAL verfügbar sind. Im speziellen trifft dies auf die bekannten Betriebssysteme Microsoft Windows, Linux (die gängigsten Distributionen) sowie Apple Macintosh zu.

### 2.2 Installationsoptionen

optionale Subsection. Falls es verschiedene Möglichkeiten der Installation gibt, sollen diese hier aufgeführt werden.

### 2.3 Zusätzlich notwendige Installationen

(Treiber etc) Für die Unterstützung hardwarebeschleunigter Grafik- und Soundausgabe werden die Bibliotheken JOGL und JOAL benötigt.

### 3 Erste Schritte

Wenn der Editor gestartet wird, erscheint ein Ladebildschirm mit dem Yage<sup>2</sup>3D-Logo und einem Status-Balken (Abbildung 2). Anschließend öffnet sich der `StartDialog`, in dem man auswählen kann, ob ein bereits vorhandenes Projekt geöffnet oder ein neues Projekt erstellt werden soll (Abbildung 3).



Abbildung 1: Start-Fenster

#### 3.1 Projektmanager

Wird „**neues Projekt anlegen**“ gewählt, öffnet sich ein Fenster (Abbildung 4) mit einer Ordner-Auswahl und einem Textfeld, in dem der Name des neuen Projekts eingetragen werden kann. Als default-Ordner wird der Pfad zum „Eigene Dateien“-Ordner (Windows) bzw. das Home-Directory (Linux) angegeben. Der Benutzer kann diesen Pfad mit dem „Ändern“-Button anpassen.

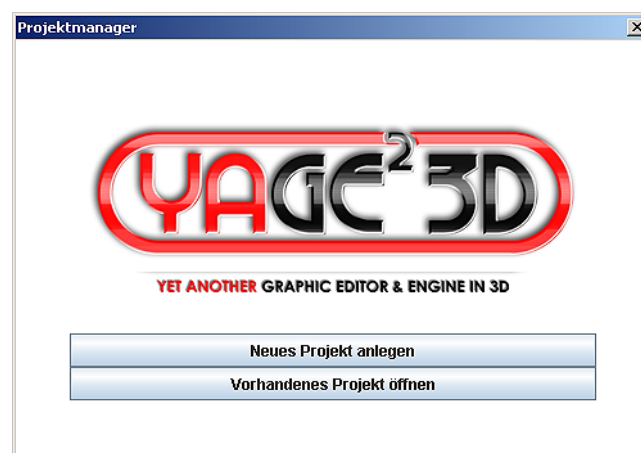


Abbildung 2: StartDialog

#### 3.2 Neues Projekt erstellen

Beim Klicken des Buttons öffnet sich ein FileChooser, der nur Verzeichnisse wählen kann. Wenn der gewünschte Pfad und der Name eingegeben ist, wird durch den OK-Button ein neues Fenster geöffnet. Es gibt ebenfalls die Möglichkeit, einen Schritt zurück zu gehen, falls man sich umentschieden hat. In dem neuen Fenster (Abbildung 4) muss nun eine neue Welt angelegt werden, um mit dem Editor arbeiten zu können. Per default wird eine Welt mit dem Namen „world-1“ angelegt. In diesem Fenster ist es ebenfalls möglich, vorhandene Welten zu löschen oder das Projekt zu schließen. Wenn man eine neue Welt angelegt hat, so kann man sie mit dem „Welt öffnen“-Button unten rechts öffnen und mit der Modellierung beginnen.

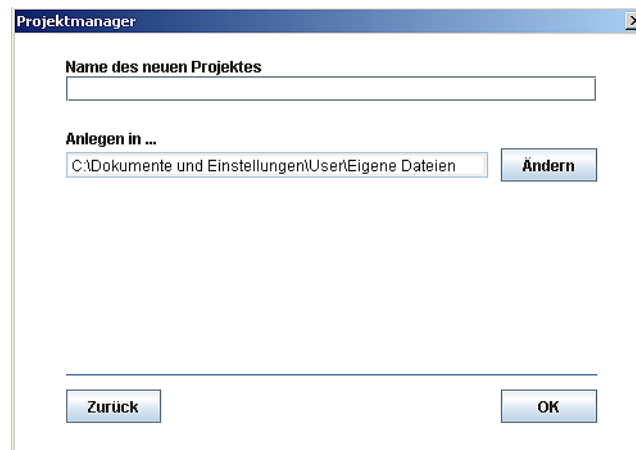


Abbildung 3: Projekt anlegen

### 3.3 Neue Welt erstellen

Wird „**vorhandenes Projekt öffnen**“ gewählt, so wird per default das „Eigene Dateien“-Verzeichnis (Windows) oder das Home-Directory (Linux) geöffnet. In dem FileChooser kann nun das Verzeichnis des Projekts gewählt und die `project.xml` geöffnet werden. Anschließend öffnet sich das Fenster mit den vorhandenen Welten (Abbildung 5), in dem auch hier neue Welten angelegt oder vorhandene Welten gelöscht werden können. Nachdem eine Welt gewählt wurde, kann man nun diese öffnen und mit der Modellierung fortfahren.

Schließt man das Start-Fenster mit dem „x“ oben rechts in der Titelleiste, so öffnet sich zwar der

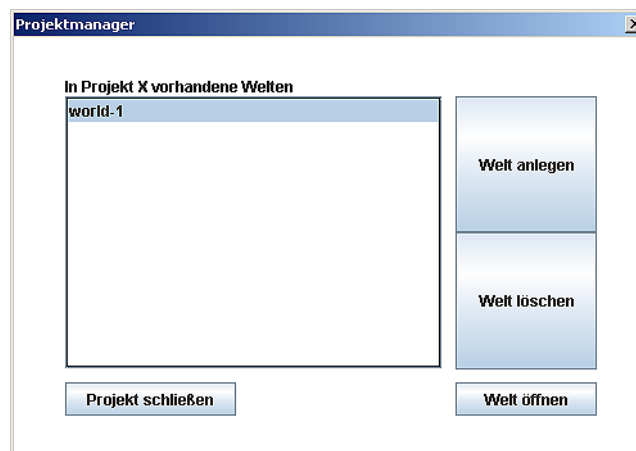


Abbildung 4: WorldBrowser

Editor, allerdings sind alle Buttons und Menü-Einträge inaktiv, außer die Einträge „Neu“, „Öffnen“ und „Beenden“ im Hauptmenü unter „Projekt“, der Hauptmenü-Eintrag „Hilfe“, sowie die Buttons „Neu“ und „Speichern“ in der Editor-Werkzeugleiste.

### 3.4 Editor beenden

Es gibt zwei Möglichkeiten, den Yage<sup>2</sup>3D-Editor zu beenden. Zum einen kann man im Menüpunkt **Datei** des Hauptmenüs den Eintrag **Beenden** wählen, zum anderen kann man auf das „x“ in der Titelleiste klicken, damit der Editor beendet wird.

## 4 Editor

Wie die meisten 3D-Editoren besteht auch der Yage<sup>2</sup>3D-Editor aus einer Ansicht der vorhandenen Daten sowie verschiedenen Werkzeugen, um diese Daten zu manipulieren. Zum Zweck einer besseren Übersichtlichkeit werden diese aus verschiedenen Perspektiven dargestellt. So ist es dem Benutzer auch möglich, Objekte zu manipulieren, welche sonst schwer sichtbar sind.

Generell kann der Editor zwischen dem „normalen Modus“ und dem „OH-Animationsmodus“ umgeschaltet werden. In letzterem besteht die Möglichkeit, vorhandene Meshdaten mit Hilfe der vorhandenen internen Hierarchie zu animieren.

### 4.1 Normal- Modus

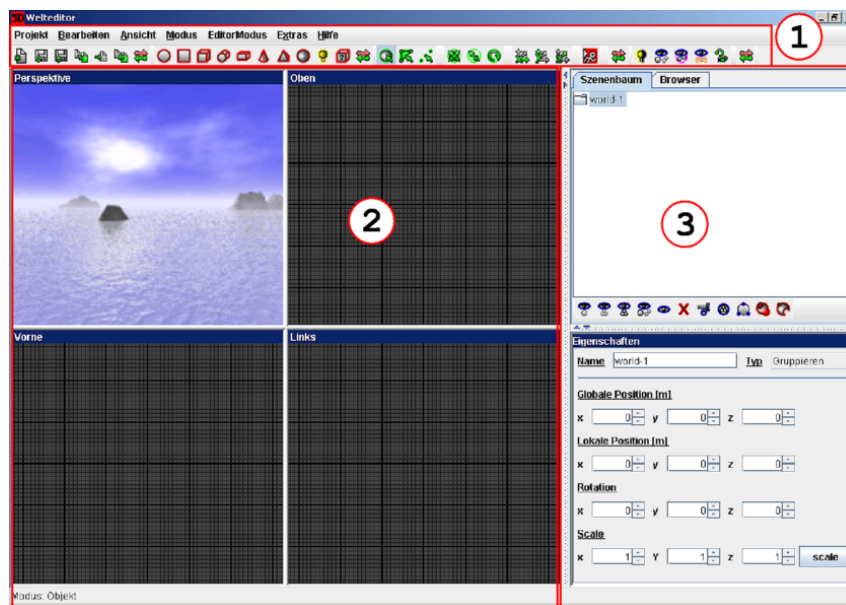


Abbildung 5: NormalEditor

Das Editorfenster lässt sich grob in drei Bereiche einteilen: Im oberen Bereich befindet sich die Hauptmenüleiste und darunter das Panel mit den variablen Werkzeugleisten (1). Am rechten Rand ist ein Panel, das Objektfenster in dem die verschiedenen Browser und die Eigenschaftsfenster angezeigt werden (3). Den größten Bereich nimmt die Arbeitsfläche ein, welche die verschiedenen Arbeitsansichten anzeigt (2). Dieser Bereich ist von dem Objektfenster getrennt. Das Objektfenster kann ausgeblendet, bzw. die Größe angepasst werden, jedoch beträgt die minimale Größe etwa 1/3 des Bildschirms. Das Hauptfenster des Editors teilt sich in 5 unterschiedliche Bereiche:

#### Das Hauptmenü

Das Hauptmenü bietet unterschiedliche Möglichkeiten auf das bearbeitende Projekt sowie auf die Funktionalitäten des Editors Einfluss zu nehmen.



Abbildung 6: Hauptmenu



Unter dem Menüpunkt **Projekt** können Projekte geöffnet, gespeichert und neu angelegt werden. Das Exportieren von Projekten ist vorgesehen.

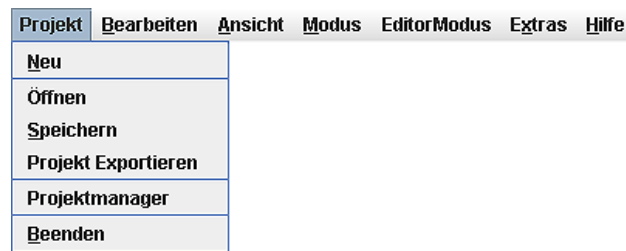


Abbildung 7: Menu-Punkt Projekt

Der Menüpunkt **Bearbeiten** ermöglicht das direkte eingreifen auf Objekte. Sie können ausgeschnitten, gelöscht, kopiert und eingefügt werden. Diese Punkte können aber auch mit Hilfe von Tastenkombinationen aufgerufen werden. Diese stehen jeweils hinter dem entsprechenden Befehl.



Abbildung 8: Menu-Punkt Edit

Im Menüpunkt **Ansicht** kann das Hauptfenster individuell angepasst werden. Hierzu kann entschieden

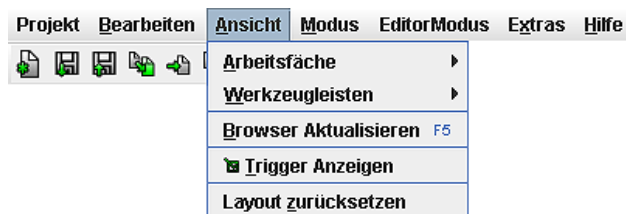


Abbildung 9: Menu-Punkt View

werden, ob man die geteilte Perspektive (4 Fenster), oder jedes Fenster (Perspektive, Oben, Unten, Links) einzeln auf der Arbeitsflächen haben möchte.

Die verschiedenen Werkzeugleisten können ein- oder ausgeblendet werden.

**Refresh Browser** Zeichnet alle Ansichten neu

**Trigger Anzeigen** blendet Trigger-Objekte ein oder aus.

**Layout zurücksetzen** setzt das Layout des Editors auf den Defaultzustand zurück.

Der Menüpunkt **Modus** bestimmt den Modus, indem mit den Objekten gearbeitet werden kann. Hierbei stehen der Vertex-, Flächen- und Objektmodus zur Auswahl.

Der Aufrufen **Editor-Modus** dient dazu, um aus dem OH-Modus zurück in die normale Ansicht zu wechseln.

Unter dem Menüpunkt **Extras** befinden sich folgende Auswahlmöglichkeiten:

**Einstellungen:** hier können benutzerdefinierte Einstellungen vorgenommen werden

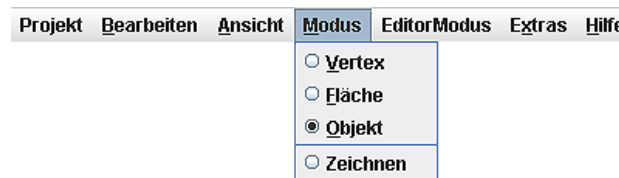


Abbildung 10: Menu-Punkt Mode



Abbildung 11: Menu-Punkt Editor Modus

**Scripteditor:** öffnet den Skripteditor

**Polygoneditor:** öffnet den Polygoneditor

**EditorScript ToolBox:** öffnet einen Texteditor, durch den man das RuntimeModul starten kann



Abbildung 12: Menu-Punkt Extras

Der letzte Menüpunkt ist die **Hilfe** unter welcher die Hilfe aufgerufen werden kann und weitere Informationen zu finden sind.

### Toolbar

Es gibt verschiedene Werkzeugleisten im Editorfenster, von denen einige fest und andere variable positioniert sind.

Variable Werkzeugleisten:

Diese Werkzeugleisten befinden sich unterhalb des Hauptmenüs. Sollten sich diese Werkzeugleisten dort nicht befinden, müssen diese erst aktiviert werden. Folgende variablen Werkzeugleisten sind vorhanden:

### Editor-Werkzeugleiste



- legt ein neues Projekt an
- speichert das Projekt
- öffnet ein Projekt
- Kopiert das selektierte Objekt in die Zwischenablage
- Fügt das Objekt aus der Zwischenablage ein



Abbildung 13: Menu-Punkt Hilfe

- Schneidet ein Objekt aus und legt es in die Zwischenablage
- Stellt die Werkzeugleiste frei bzw. dockt sie wieder an
- Ändert die Orientierung der freigestellten Werkzeugleiste

### Objekt-Werkzeugleiste



Folgende Bedeutung haben die einzelnen Button:









- fügt eine Scheibe ein
- fügt ein Rechteck ein
- fügt einen Würfel ein
- fügt einen Zylinder ein
- fügt einen Quader ein
- fügt einen Kegel ein
- fügt eine Pyramide ein
- fügt eine Kugel ein
- fügt eine Lichtquelle ein
- fügt einen Trigger ein
- Stellt die Werkzeugleiste frei bzw. dockt sie wieder an
- Ändert die Orientierung der freigestellten Werkzeugleiste

### Funktion-Werkzeugleiste



Folgende Bedeutung haben die einzelnen Button:








- gibt den Objekt-Selektionsmodus (Objekt-Picking) an
- gibt den Flächen-Selektionsmodus (Face-Picking) an
- gibt den Punkt-Selektionsmodus (Vertex-Picking) an
- gibt den Bewegungsmodus an (Translationsmodus)


-  gibt den Rotationsmodus an
-  gibt den Skalierungsmodus an (Größenveränderung)
-  Sperrung der X-Achse
-  Sperrung der Y-Achse
-  Sperrung der Z-Achse
-  Startet das Runtime-Modul
-  Stellt die Werkzeugleiste frei bzw. dockt sie wieder an
-  Ändert die Orientierung der freigestellten Werkzeugleiste



### Extras-Werkzeugleiste



Folgende Bedeutung haben die einzelnen Button:

-  schaltet das Arbeitslicht an bzw. aus
-  zeigt alle Geometrien an
-  zeigt BoundingVolumes an
-  zeigt Trigger an
-  setzt die Kamera zurück
-  Stellt die Werkzeugleiste frei bzw. dockt sie wieder an
-  Ändert die Orientierung der freigestellten Werkzeugleiste

Des weiteren gibt es eine weiter variable Werkzeugleiste, die nur im VertexModi sichtbar ist:  Die Symbole haben folgende Bedeutung:



-  einzelne Vertex-Selektion
-  mehrere Vertices mit einem Selektionsfeld anwählen










Neben den variablen Toolbars, gibt es auch einige feste, die im Weiteren beschrieben werden. Diese Werkzeugleisten befinden sich sowohl im OH-Modus als auch im Normalmodus im Objekt Fenster.

### Szenenbaum-Werkzeugleiste



Diese Werkzeugleiste befindet sich am unteren Rand des Szenenbaum-Panels im Objektfenster. Die Funktionen dieser Werkzeugleiste beziehen sich immer auf das im Szenenbaum selektierte Objekt. Die Buttons haben folgende Bedeutung:



-  versteckt das selektierte Objekt
-  versteckt die selektierte Gruppe

-  zeigt eine zuvor versteckte Gruppe
-  versteckt alle Objekte bis auf das Selektierte
-  zeigt alle versteckten Objekte wieder an
-  löscht das selektierte Objekt
-  benennt das selektierte Objekt um
-  gruppiert die selektierten Objekte
-  hebt die Gruppierung wieder auf
-  Addiert die selektierten Objekte (Vereinigung)
-  Subtrahiert die selektierten Objekte (Differenz)

### Weltbrowser-Werkzeugleiste





Diese Werkzeugleiste befindet sich am unteren Rand des Browser-Panels im Objektfenster, wenn der worlds-Ordner selektiert ist. Die Buttons dieser Werkzeugleiste haben folgende Bedeutung:

-  importiert eine vorhandene Welt aus anderen Projekten
-  löscht eine, in diesem Projekt, vorhandene Welt

### Objektbrowser-Werkzeugleiste








Diese Werkzeugleiste befindet sich am unteren Rand des Browser-Panels im Objektfenster, wenn der objects-Ordner selektiert ist. Die Buttons dieser Werkzeugleiste haben folgende Bedeutung:

-  importiert ein vorhandenes Objekt aus anderen Projekten
-  löscht ein, in diesem Projekt, vorhandenes Objekt

### Texturbrowser-Werkzeugleiste



Diese Werkzeugleiste befindet sich am unteren Rand des Browser-Panels im Objektfenster, wenn der textures-Ordner selektiert ist. Die Buttons dieser Werkzeugleiste haben folgende Bedeutung:

-  erzeugt einen Unterordner
-  importiert eine Textur
-  importiert einen Ordner, der als Unterordner angelegt wird
-  löscht einen Unterordner
-  löscht eine Textur

### Soundbrowser-Werkzeugleiste



Diese Werkzeugleiste befindet sich am unteren Rand des Browser-Panels im Objektfenster, wenn der sounds-Ordner selektiert ist. Die Buttons dieser Werkzeugleiste haben folgende Bedeutung:

- erzeugt einen Unterordner
- importiert eine Sound-Datei
- importiert einen Ordner, der als Unterordner angelegt wird
- löscht einen Unterordner
- löscht eine Sound-Datei
- spielt eine selektierte Sound-Datei ab
- stoppt das Abspielen einer Sound-Datei
- spielt die nächste Sound-Datei ab
- spielt die vorherige Sound-Datei ab

### Skriptbrowser-Werkzeugleiste



Diese Werkzeugleiste befindet sich am unteren Rand des Browser-Panels im Objektfenster, wenn der scripts-Ordner selektiert ist. Die Buttons dieser Werkzeugleiste haben folgende Bedeutung:

- erzeugt ein neues Skript
- importiert eine Skript-Datei
- löscht eine vorhandene Skript-Datei

### Arbeitsfläche

Die Arbeitsfläche (siehe Abbildung 15) zeigt per default die vier verschiedenen Arbeits-Ansichten, wobei jede der Ansichten gleich groß dargestellt wird. Es ist auch möglich, jeweils nur eine Ansicht auf Größe der Arbeitsfläche anzeigen zu lassen (siehe dazu Hauptmenü). Ebenso lässt sich die gewünschte Ansicht aus dem Editor lösen und ist dann als Vollbild anzeigbar. In der Perspektiv-Ansicht werden die Objekte als 3D-Körper dargestellt, mitsamt Materialien und Lichteffekten. In den anderen Ansichten wird dahingegen nur ein 2D-Drahtgitter-Modell von der jeweiligen Seite (oben, vorne und links) angezeigt.

### Objektfenster

Das Objektfenster ist in zwei Bereiche gegliedert. Im oberen Bereich befinden sich sogenannte 'Tabbed Windows'. Das sind Fenster, die übereinander liegen und am oberen Rand einen Reiter, das Tab, besitzen, um das gewünschte Fenster anzuzeigen. Dieser Bereich beinhaltet im Normal-Modus andere Fenster als im OH-Animationsmodus. Im unteren Bereich werden die Eigenschaftsfenster passend zum jeweiligen Objekt angezeigt.

Im Objektfenster befinden sich zwei Tabs, deren Funktionen im Folgenden erläutert werden.

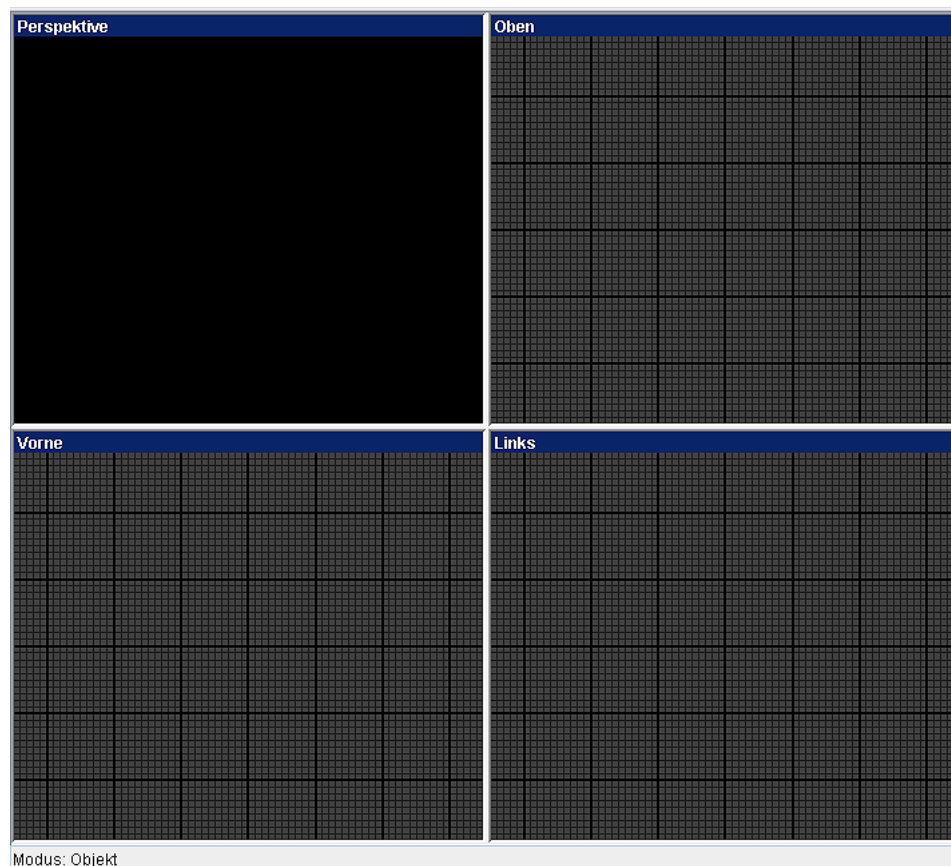


Abbildung 14: Arbeitsfläche des Editors

### Szenenbaum

Der Szenenbaum enthält einen Baum, der die Welt repräsentiert. In diesem Baum befinden sich die Gruppen- und Objekt-Knoten, ebenso wie die Licht- und die Sound-Knoten. Diese Knoten können zum einen durch die Werkzeugleiste im unteren Browserbereich bearbeitet werden, zum anderen öffnet ein Rechts-Klick mit der Maus auf einem Knoten ein PopUp-Menü mit ausführbaren Anweisungen:

- Neu: erzeugt neue Objekte bzw. Knoten
  - Gruppenknoten: erzeugt einen neuen Gruppenknoten
  - OH-Objekt: erzeugt ein Objekt für eine Objekt-hierarchische Animation
  - Quader: erzeugt einen Quader
  - Würfel: erzeugt einen Würfel
  - Kugel: erzeugt eine Kugel
  - Kegel: erzeugt einen Kegel
  - Zylinder: erzeugt einen Zylinder
  - Pyramide: erzeugt eine Pyramide
  - CSG: Konvertiert ein selektiertes Objekt in ein CSG-Grundobjekt
  - Rechteck: erzeugt ein Rechteck
  - Scheibe: erzeugt eine Scheibe
  - Trigger: erzeugt einen Trigger
  - Partikelobjekt: erzeugt ein Partikelobjekt
- Umbenennen: macht den Namen eines Knotes editierbar

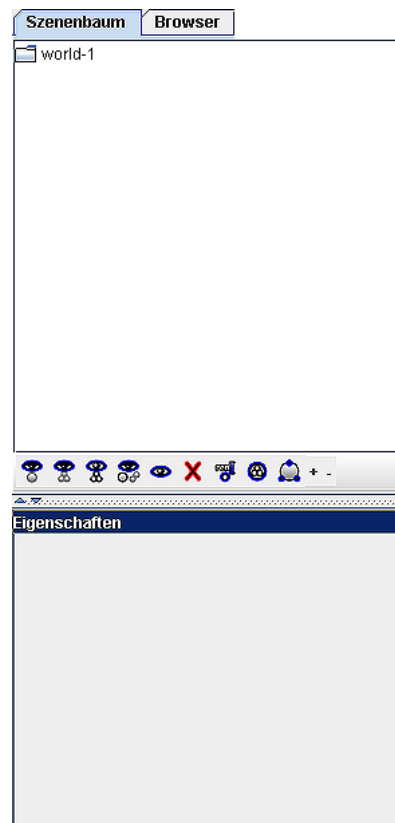


Abbildung 15: Objektfenster

- Löschen: löscht das selektierte Objekt
- OH-Object bearbeiten (nur beim OH-Object aktiv)

### Browser

Der Browser erlaubt den Zugriff auf den Projekt-Ordner mit all seinen Unterordnern und den darin enthaltenen Dateien. Der Browser setzt sich aus einem Ordner-Baum und einem Vorschau- bzw. Ordner-Eigenschaftenfenster zusammen. Im linken Teil wird der Ordner-Baum angezeigt. Folgende Ordner sind im Projekt-Ordner immer vorhanden, es können aber auch eigene Ordner hinzugefügt werden:

- Projekt Daten
  - Surface Transformation: Enthält alle angelegten Oberflächentransformationen des Projekts
- worlds: Enthält alle angelegten Welten des Projekts
- objects: Enthält alle angelegten Objekte des Projekts
- sounds: Enthält alle Sound-Dateien, die importiert wurden
- textures: Enthält alle Texturen und Materialien, die importiert wurden
- scripts: Enthält alle angelegten Skripte des Projekts

Bei Anwahl des Projekt-Ordners, sowie des Ordners Projekt-Daten erscheinen Projekteigenschaften im rechten Bereich des Browsers. Hier werden der Projektname, das Erstellungsdatum, sowie die Anzahl der Welten und den darin enthaltenen Objekten angezeigt.



## 4.2 OH-Modus





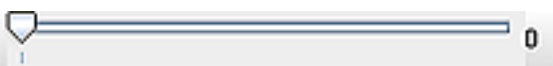



Der OH-Modus dient dazu, sogenannte Objekthierarchische Animationen zu erstellen. Eine genauere Erklärung dieser OH-Animation befindet sich in Kapitel X, das sich speziell diesem Thema widmet. Die Ansicht des Editors im OH-Modus unterscheidet sich nur in wenigen Details von der im Normal-Modus.

### 4.2.1 Spezielle Werkzeugleisten im OH-Modus

#### Animation-Werkzeugleiste





Diese Werkzeugleiste befindet sich unterhalb der Arbeitsfläche im OH-Animationsmodus. Die Buttons dieser Werkzeugleiste haben folgende Bedeutung:

-  spielt die Animation ab
-  stoppt das Abspielen der Animation
-  springt zum nächsten Keyframe
-  springt zum vorherigen Keyframe
-  zeigt die Anzahl Keyframes an und der Schieberegler zeigt auf den aktuellen Keyframe
-  fügt einen weiteren Keyframe hinzu
-  löscht einen Keyframe
-  Stellt die Werkzeugleiste frei bzw. dockt sie wieder an

#### Animationbrowser-Werkzeugleiste



Diese Werkzeugleiste befindet sich am unteren Rand des Animationbrowser-Panels im Objektfenster. Die Buttons dieser Werkzeugleiste haben folgende Bedeutung:

-  erzeugt eine neue Animation
-  löscht eine Animation

### 4.2.2 Unterschiede im Objekt-Fenster

Das Objektfenster ist im OH-Modus ebenfalls etwas anders aufgebaut. Die Ansicht hat sie wie in Abbildung X zu sehen verändert.

Die einzelnen Panles und ihre Funktion:

#### Objekthierarchie

Die Objekthierarchie enthält einen Baum, der die Objekthierarchie innerhalb des OH-Objekts repräsentiert. In diesem Baum befinden sich die Gruppen- und Objekt-Knoten. Diese Knoten können im Objektbrowser hinzugefügt werden.

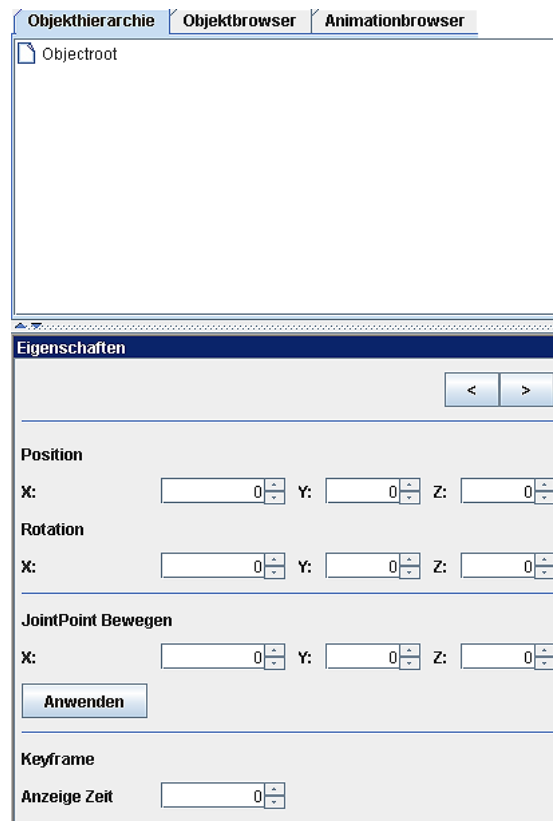


Abbildung 16: Objektfenster

### Objektbrowser

Der Objektbrowser enthält eine Liste mit den Objekten, die sich in der Welt befinden. Diese Objekte wurden zuvor im Normal-Modus erzeugt. Diese Objekte können entweder per Doppelklick in die Objekthierarchie eingefügt werden oder mittels eines PopUp-Menüs, aufgerufen durch die rechte Maustaste. Das PopUp-Menü beinhaltet zwei Einträge: Objekt importieren und Objektreferenz importieren. Unter Objekt importieren wird verstanden, dass dieses Objekt unabhängig von weiteren Objekten dieses Typs in das OH-Objekt eingefügt wird. Werden auf diese Weise zwei Quader in das OH-Objekt importiert und bei einem ändert sich die Größe, hat diese Veränderung keinerlei Auswirkungen auf den zweiten Quader. Anders bei der Objektreferenz: Werden zwei Quader als Referenzen in das OH-Objekt importiert und einer von ihnen wird verändert, so wirken sich diese Veränderungen auch auf den zweiten Quader aus.

### Animationsbrowser

Der Animationsbrowser zeigt eine Liste mit den vorhandenen Animationen an. Hier können über eine Werkzeugleiste am unteren Rand neue Animationen hinzugefügt bzw. vorhandene Animationen gelöscht werden. Wird eine neue Animation hinzugefügt, öffnet sich ein Dialog, in dem der Name für die neue Animation festgelegt werden muss. Dieser Name anschließend dann im Animationbrowser angezeigt.

### Eigenschaftensfenster

Es stehen mehrere Eigenschaftensfenster zur Auswahl, deren Funktionen im Folgenden erläutert werden.

### Objekt-Eigenschaftensfenster

In diesem Eigenschaftensfenster können objektspezifische Einstellungen wie Position, Rotation, Größe

und Oberflächenstrukturen vorgenommen werden. Nähere Informationen über die einzelnen Möglichkeiten finden Sie unter Objekt editieren.

### **Oberflächen-Eigenschaftenfenster**

In diesem Eigenschaftenfenster können Transformationen für einzelne Oberflächen erstellt werden. Weitere Details hierzu finden Sie bei Surfaces (Oberflächen).

### **Jython-Eigenschaftenfenster**

In diesem Eigenschaftenfenster können Jython Skripte erstellt bzw. bearbeitet werden.

### **Trigger-Eigenschaftenfenster**

In diesem Eigenschaftenfenster können Einstellungen für Trigger vorgenommen werden. Nähere Informationen hierzu finden Sie unter Trigger bearbeiten.

### **Animations-Eigenschaftenfenster**

In diesem Eigenschaftenfenster können Einstellungen für die OH-Animation vorgenommen werden. Nähere Informationen hierzu finden Sie unter Objekte animieren.

### **Keyframe-Eigenschaftenfenster**

In diesem Eigenschaftenfenster können Einstellungen für die Keyframes in der Keyframe-Animation vorgenommen werden. Nähere Informationen hierzu finden Sie unter Objekte animieren.

## **4.3 Einstellungen**

Im Menü 'Einstellungen' können verschiedene benutzerdefinierte Einstellungen vorgenommen werden:

- Sprache
- Grid
- Kamera
- Orthogonal
- Selektion
- Licht
- Bounding Volumes
- 3D-Ansicht
- Objekte
- Animation
- Trigger
- Maßeinheit
- Editorlayout

### **4.3.1 Sprache**

Unter diesem Punkt kann die Editor-Sprache angepasst werden. Als wählbare Sprachen stehen hier

- Deutsch
- Englisch
- Französisch /nur der Editor, nicht die Hilfe)

zur Verfügung.

### 4.3.2 Grid

Unter diesen Punkt kann man unterschiedliche Einstellungen vornehmen:

- Farbe
- Linienstärke
- Gridgröße
- Snap to Grid
- Grid-Anzeige
- Grid-Unterteilung

Die Farbe des Grids ist anpassbar. Dabei wird zwischen den Haupt- und Zwischenlinien unterschieden. Die Farbe kann entweder durch einen ColorChooser (Farbauswahlfenster) gewählt werden, oder, sofern bekannt, kann der Hexadezimalcode des gewünschten Farbwertes in das Textfeld eingetragen werden.

Die Linienstärke des Grids ist ebenfalls anpassbar. Die Linienstärke beider Linienarten ist auf dem Intervall  $[0, 5]$  einstellbar. Die Zahl kann entweder mit den up-and down-Buttons des Eigenschaftenreglers um 0,1 Schritte verändert werden oder die gewünschte Zahl wird direkt in das Textfeld eingetragen.

Neben der Linienstärke ist auch die Gridgröße anpassbar. Der Wert muss in dem Intervall  $[0, 1, 500]$  liegen. Die Zahl kann entweder mit den up-and down-Buttons des Eigenschaftenreglers um 0,1 Schritte verändert werden oder die gewünschte Zahl wird direkt in das Textfeld eingetragen. Dabei hängt die Größe auch von der eingestellten Maßeinheit ab.

Zusätzlich einstellbar ist, ob das Grid angezeigt werden soll oder nicht. Bei true wird es angezeigt, bei false nicht.

Ebenso kann Snap to Grid aktiviert werden. Snap to Grid bedeutet, dass ein Vertex immer auf einem Schnittpunkt der Grid-Linien liegt. Dieses hilft bei einer geraden Ausrichtung der Objekte. Bei true ist es aktiv, bei false nicht.

Natürlich kann hier auch die Gridunterteilung angepasst werden. Dabei wird die Anzahl der Zwischenlinien angegeben. Dieser Wert liegt auf dem Intervall  $[0, \text{unendlich}]$ . Die Zahl kann entweder mit den up-and down-Buttons des Eigenschaftenreglers um 1,0 Schritte verändert werden oder die gewünschte Zahl wird direkt in das Textfeld eingetragen.

### 4.3.3 Kamera

Unter diesem Punkt kann man unterschiedliche Einstellungen vornehmen:

- sameRotCamDir
- sameTransCamDir
- Rotationswert
- Translationswert

Der Wert sameRotCamDir gibt an, ob sich die Kamera mit oder entgegengesetzt zur Mausbewegung rotiert. Wenn true gewählt wurde, rotiert die Kamera mit der Maus, bei false entgegengesetzt zur Mausbewegung.

Der Wert `sameTransCamDir` gibt an, ob sich die Kamera mit oder entgegengesetzt zur Mausbewegung verschiebt. Wenn `true` gewählt wurde, bewegt sich die Kamera mit der Maus, bei `false` entgegengesetzt zur Mausbewegung.

Der Translationswert gibt an, wie feinschrittig die Kamera verschoben wird. Dieser Wert liegt auf dem Intervall  $[0, 10]$ . Die Zahl kann entweder mit den up-and down-Buttons des Eigenschaftenreglers um 0,1 Schritte verändert werden oder die gewünschte Zahl wird direkt in das Textfeld eingetragen.

Der Rotationswert gibt an, wie feinschrittig die Kamera rotiert wird. Dieser Wert liegt auf dem Intervall  $[0, 10]$ . Die Zahl kann entweder mit den up-and down-Buttons des Eigenschaftenreglers um 0,1 Schritte verändert werden oder die gewünschte Zahl wird direkt in das Textfeld eingetragen.

#### 4.3.4 Orthogonal

Unter diesen Punkt kann man unterschiedliche Einstellungen vornehmen:

- Farbe 2D-Ansicht
- Hintergrundfarbe 2D-Ansicht
- Farbe Kante 2D-Ansicht
- Linienstärke 2D-Ansicht
- Linienstärke Kante 2D-Ansicht

Die Farbe 2D-Ansicht beschreibt die Farbe des Gitternetztes der gezeigten Objekte. Die Farbe kann entweder durch einen ColorChooser (Farbauswahlfenster) gewählt werden, oder, sofern bekannt, kann der Hexadezimalcode des gewünschten Farbwertes in das Textfeld eingetragen werden.

Die Hintergrundfarbe 2D-Ansicht beschreibt die Farbe des Hintergrunds in den 2D-Ansichten. Dieser ist nur sichtbar, wenn das Grid ausgeschaltet ist. Die Farbe kann entweder durch einen ColorChooser (Farbauswahlfenster) gewählt werden, oder, sofern bekannt, kann der Hexadezimalcode des gewünschten Farbwertes in das Textfeld eingetragen werden.

Die Farbe Kante 2D-Ansicht beschreibt die Farbe der Außenkanten des Gitternetztes der gezeigten Objekte. Die Farbe kann entweder durch einen ColorChooser (Farbauswahlfenster) gewählt werden, oder, sofern bekannt, kann der Hexadezimalcode des gewünschten Farbwertes in das Textfeld eingetragen werden.

Die Linienstärke 2D-Ansicht beschreibt die Dicke der Gitternetzlinien. Die Dicke der Außenkanten ist separat einstellbar. Der Wert liegt auf dem Intervall  $[0, 5]$  und die Zahl kann entweder mit den up-and down-Buttons des Eigenschaftenreglers um 0,1 Schritte verändert werden oder die gewünschte Zahl wird direkt in das Textfeld eingetragen.

Die Linienstärke Kante 2D-Ansicht beschreibt die Dicke der Außenkanten des Gitternetzes. Der Wert liegt auf dem Intervall  $[0, 5]$  und die Zahl kann entweder mit den up-and down-Buttons des Eigenschaftenreglers um 0,1 Schritte verändert werden oder die gewünschte Zahl wird direkt in das Textfeld eingetragen.

#### 4.3.5 Selektion

Unter diesem Punkt kann man unterschiedliche Einstellungen vornehmen:

- Farbe Selektion

- Farbe Selektionskante
- Linienstärke Selektion
- Linienstärke Selektionskante 2D-Ansicht

Die Farbe 2D-Selektion beschreibt die Farbe des Gitternetztes der ausgewählten Objekte. Die Farbe kann entweder durch einen ColorChooser (Farbauswahlfenster) gewählt werden, oder, sofern bekannt, kann der Hexadezimalcode des gewünschten Farbwertes in das Textfeld eingetragen werden.

Die Farbe Selektionskante beschreibt die Farbe der Außenkanten des Gitternetztes der ausgewählten Objekte. Die Farbe kann entweder durch einen ColorChooser (Farbauswahlfenster) gewählt werden, oder, sofern bekannt, kann der Hexadezimalcode des gewünschten Farbwertes in das Textfeld eingetragen werden.

Die Linienstärke Selektion beschreibt die Dicke der Gitternetzlinien der ausgewählten Objekte. Die Dicke der Außenkanten ist separat einstellbar. Der Wert liegt auf dem Intervall  $[0, 5]$  und die Zahl kann entweder mit den up-and down-Buttons des Eigenschaftenreglers um 0,1 Schritte verändert werden oder die gewünschte Zahl wird direkt in das Textfeld eingetragen.

Die Linienstärke Kante Selektion beschreibt die Dicke der Außenkanten der ausgewählten Objekte. Der Wert liegt auf dem Intervall  $[0, 5]$  und die Zahl kann entweder mit den up-and down-Buttons des Eigenschaftenreglers um 0,1 Schritte verändert werden oder die gewünschte Zahl wird direkt in das Textfeld eingetragen.

#### 4.3.6 Licht

Unter diesem Punkt kann man unterschiedliche Einstellungen vornehmen:

- Maximale Anzahl von Lichtern

Die Maximale Anzahl von Lichtern gibt an, wie viele verschiedene Lichtquellen in der Welt existieren dürfen. Der Wert liegt auf dem Intervall  $[0, 12]$  und die Zahl kann entweder mit den up-and down-Buttons des Eigenschaftenreglers um 1,0 Schritte verändert werden oder die gewünschte Zahl wird direkt in das Textfeld eingetragen.

#### 4.3.7 Bounding Volumes

Unter diesem Punkt kann man unterschiedliche Einstellungen vornehmen:

#### 4.3.8 Farbe Bounding Volumes

Die Farbe Bounding Volumes beschreibt die Farbe der Bounding Volumes der Objekte. Die Farbe kann entweder durch einen ColorChooser (Farbauswahlfenster) gewählt werden, oder, sofern bekannt, kann der Hexadezimalcode des gewünschten Farbwertes in das Textfeld eingetragen werden.

#### 4.3.9 3D-Ansicht

Unter diesem Punkt kann man unterschiedliche Einstellungen vornehmen:

- Hintergrundfarbe 3D-Ansicht

Die Hintergrundfarbe 3D-Ansicht beschreibt die Farbe des Hintergrundes in der Perspektiv-Ansicht. Die Farbe kann entweder durch einen ColorChooser (Farbauswahlfenster) gewählt werden, oder, sofern bekannt, kann der Hexadezimalcode des gewünschten Farbwertes in das Textfeld eingetragen werden.

#### 4.3.10 Objekte

Unter diesem Punkt kann man unterschiedliche Einstellungen vornehmen:

- Translationsmodus
- Standard Gridoberfläche

Der Translationsmodus gibt an, in welchem Koordinatensystem die Objekte verschoben werden. Hier kann in einem Drop-down Menü zwischen Global, Lokal und Beides gewählt werden. Bei global werden die Objekte im globalen Koordinatensystem verschoben, bei lokal nur in deren lokalen Koordinatensystem. Wird Beides gewählt, werden die Objekte sowohl im globalen als auch im lokalen Koordinatensystem verschoben.

Die Standard Gridoberfläche gibt die Detailstufe der Objekte an, also in wie vielen Schritten die Objekte nochmals unterteilt werden. Der Wert liegt auf dem Intervall  $[0, 10]$  und die Zahl kann entweder mit den up-and down-Buttons des Eigenschaftenreglers um 1,0 Schritte verändert werden oder die gewünschte Zahl wird direkt in das Textfeld eingetragen.

#### 4.3.11 Animation

Unter diesem Punkt kann man unterschiedliche Einstellungen vornehmen:

- Farbe JointPoint
- Farbe selektierter JointPoint
- Größe JointPoint
- Update Animation

Die Farbe JointPoint beschreibt die Farbe des JointPoints der gezeigten Objekte. Die Farbe kann entweder durch einen ColorChooser (Farbauswahlfenster) gewählt werden, oder, sofern bekannt, kann der Hexadezimalcode des gewünschten Farbwertes in das Textfeld eingetragen werden.

Die Farbe selektierter JointPoint beschreibt die Farbe der ausgewählten JointPoints. Die Farbe kann entweder durch einen ColorChooser (Farbauswahlfenster) gewählt werden, oder, sofern bekannt, kann der Hexadezimalcode des gewünschten Farbwertes in das Textfeld eingetragen werden.

Die Größe JointPoint beschreibt die Dicke der JointPoints. Der Wert liegt auf dem Intervall  $[0, 10]$  und die Zahl kann entweder mit den up-and down-Buttons des Eigenschaftenreglers um 0,1 Schritte verändert werden oder die gewünschte Zahl wird direkt in das Textfeld eingetragen. Werte, die kleiner als 2 sind, machen jedoch wenig Sinn, da bei dieser Einstellung die JointPoints zu klein dargestellt werden.

Die Update Animation gibt an... Der Wert liegt auf dem Intervall  $[0, 500]$  und die Zahl kann entweder mit den up-and down-Buttons des Eigenschaftenreglers um 1,0 Schritte verändert werden oder die gewünschte Zahl wird direkt in das Textfeld eingetragen.

#### 4.3.12 Trigger

Unter diesem Punkt kann man unterschiedliche Einstellungen vornehmen:

- Farbe Trigger
- Linienstärke Trigger

Die Farbe Trigger beschreibt die Farbe des Triggerbereichs. Die Farbe kann entweder durch einen ColorChooser (Farbauswahlfenster) gewählt werden, oder, sofern bekannt, kann der Hexadezimalcode des gewünschten Farbwertes in das Textfeld eingetragen werden.

Die Linienstärke Trigger beschreibt die Dicke der Linien, die den Triggerbereich abgrenzen. Der Wert liegt auf dem Intervall  $[0, 5]$  und die Zahl kann entweder mit den up-and down-Buttons des Eigenschaftenreglers um 0,1 Schritte verändert werden oder die gewünschte Zahl wird direkt in das Textfeld eingetragen.

#### 4.3.13 Maßeinheit

Bei kann man die Maßeinheit einstellen. Dabei kann in einem Drop-down-Menü aus folgenden Einheiten gewählt werden:

- Millimeter
- Centimeter
- Meter (SI-Unit)
- Kilometer
- Inch
- Foot
- Yard
- Statute Mile
- Nautical Mile

#### 4.3.14 Editor Layout

Unter diesem Punkt kann das Editor-Layout angepasst werden, in dem zwischen zwei Iconsets gewählt werden kann:

- Iconset1
- Iconset2

#### 4.3.15 ColorChooser

Farbwerte können durch einen Farbauswahl-Dialog individuell angepasst werden. Wenn Farben einstellbar sind, ist immer ein Button mit der jeweiligen Farbe angezeigt. Klickt man auf diesen Button, öffnet sich das Farbauswahlfenster.

Das Farbauswahlfenster (colorChooser) besteht aus verschiedenen Fenstern, die mit Reitern versehen sind, sowie einem Vorschaufenster. Die mit Reitern versehenen Fenster stellen die drei verschiedenen Farbwahl-Möglichkeiten zur Verfügung. In dem Vorschaufenster wird die aktuell angewählte Farbe angezeigt.

Die drei Farbwahl-Fenster sind folgende:



- Muster - Hier kann eine Farbe aus einer Farbsammlung (Web-fähige Farben) gewählt werden.
- HSB - Hier kann eine Farbe aus dem „Hue-Saturation-Brightness“-Modell gewählt werden.
- RGB - Hier kann eine Farbe aus dem „Rot-Grün-Blau-Modell“ gewählt werden.

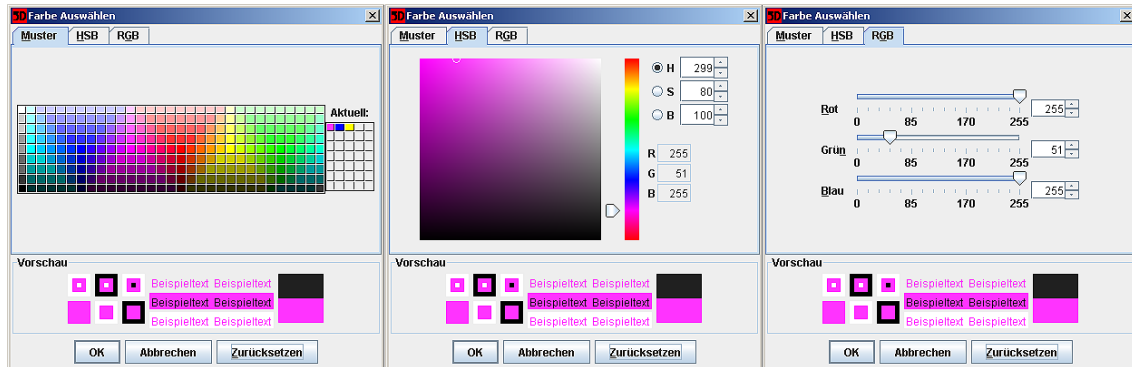


Abbildung 17: Farbauswahl-Dialog

## 5 Objekte

In diesem Abschnitt wird auf die Arbeit mit Objekten eingegangen und welche Manipulationsmöglichkeiten es gibt.

### 5.1 Geometrie-Objekte

#### 5.1.1 Geometrie-Objekte einfügen

Neue Geometrie-Objekte werden immer im Ursprung der Welt, also am Nullpunkt des Welt-Koordinatensystems, erstellt. Es gibt verschiedenen Möglichkeiten, ein Geometrie-Objekt in die Szene einzufügen:

- Über einen Button in der Werkzeugleiste
- Über das PopUp-Menü im Szenenbaum-Fenster

#### Einfügen des Geometrie-Objekts über einen Button in der Werkzeugleiste

Unterhalb des Hauptmenüs befinden sich die verschiedenen Werkzeugleisten Editor, Objekt, Funktion und Extras.

Die nun benötigte Werkzeugleiste ist folgende:



Abbildung 18: Objekt Werkzeugleiste




Sollten Sie diese Werkzeugleiste nicht sehen, müssen Sie diese aktivieren. Das geschieht folgendermaßen:








- Wählen Sie den Menüpunkt **Ansicht**
- Wählen Sie nun im Drop-down-Menü den Eintrag **Werkzeugleisten**
- Wählen Sie nun die **ObjektToolbar**



Abbildung 19: Toolbar anzeigen

Die Buttons dieser Werkzeugleiste haben folgende Bedeutung:

-  fügt eine Scheibe ein
-  fügt ein Rechteck ein
-  fügt einen Würfel ein

-  fügt einen Zylinder ein
-  fügt einen Quader ein
-  fügt einen Kegel ein
-  fügt eine Pyramide ein
-  fügt eine Kugel ein
-  fügt ein Licht-Objekt ein
-  fügt einen Trigger ein

### Einfügen des Geometrie-Objekts über das PopUp-Menü im Szenenbaum

Um ein Geometrie-Objekt über das PopUp-Menü im Szenenbaum einzufügen, führen Sie folgende Schritte aus:

- Selektieren Sie einen Knoten im **Szenenbaum** ( Welt- oder Objektknoten )
- **Linksklick** öffnet das PopUp-Menü
- Wählen Sie den Eintrag **Neu**
- Wählen Sie nun das gewünschte Geometrie-Objekt aus, das Sie einfügen möchten

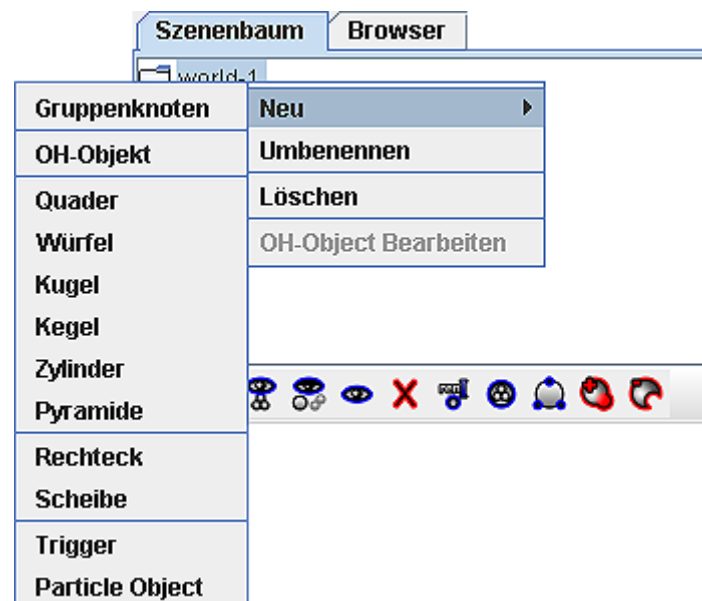


Abbildung 20: Objekt einfügen

Nachdem Sie den entsprechenden Menü-Eintrag ausgewählt haben, erscheint das gewünschte Objekt am Ursprung des Weltkoordinatensystems.

#### 5.1.2 Geometrie-Objekte editieren

Bereits eingefügte Objekte sind in einem Eigenschaftsfenster editierbar. Je nach Objekt kann man verschiedene Einstellungen vornehmen.

Einstellungen, die für alle Objekte vorgenommen werden können:

- Umbenennen
- Positionsveränderungen (global und lokal)
- Rotation
- Skalierung
- Vertices verschieben
- BoundingVolumes
- Konvertierung in ein FreeMesh
- Oberflächenänderung
- CSG

Die Geometrie-Objekte haben ihrerseits noch weitere Editiermöglichkeiten, auf die in den folgenden Abschnitten näher erläutert werden. Diese Geometrie-Objekte stehen zur Verfügung:

- Kreis
- Rechteck
- Scheibe
- Würfel
- Zylinder
- Quader
- Kegel
- Pyramide
- Kugel

### Allgemeine Einstellungen

In diesem Abschnitt werden die Einstellungen, die bei jedem Objekt vorgenommen werden, näher erläutert.

### Umbenennen

Der Name des Geometrie-Objekts kann auf unterschiedliche Arten festgelegt werden:

- im Eigenschaftenfenster
- durch einen Button in der Werkzeugleiste
- durch ein Popup-Menü
- durch Tastendruck
- durch Doppelklick

### Umbenennen im Eigenschaftenfenster

Im Eigenschaftenfenster kann der Name in einem Textfeld bearbeitet werden:

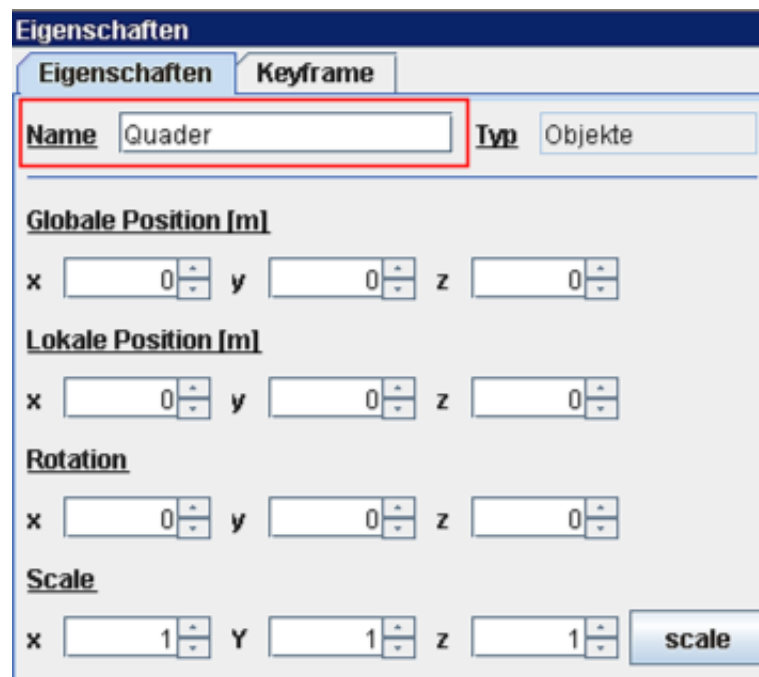



Abbildung 21: Umbenennen im Eigenschaftsfenster

### Umbenennen über einen Button in der Werkzeugleiste

Im Szenenbaum-Fenster befindet sich eine Werkzeugleiste am unteren Rand. Bei Linksklick auf  kann der Name bearbeitet werden.

### Umbenennen durch ein Popup-Menü

Um das Popup-Menü zu benutzen, muss das Objekt im Szenenbaum-Fenster selektiert sein. Rechtsklick auf den Namen des Geometrie-Objekts öffnet ein PopUp-Menü. Wenn man den Eintrag *Umbenennen* wählt, wird der Name des Geometrie-Objekts im Szenenbaum editierbar.

### Umbenennen durch Tastendruck

Wenn das Geometrie-Objekt im Szenenbaum selektiert ist, wird durch Betätigung der 'F2'-Taste der Name editierbar.

### Umbenennen durch Doppelklick

Wenn das Geometrie-Objekt im Szenenbaum selektiert ist, wird durch Doppelklick mit der linken Maus-Taste der Name editierbar.

### Positionsveränderungen

In dem Eigenschaftsfenster befinden sich je 3 Eingabefelder, in denen man die Verschiebung des Objekts entlang der jeweiligen Achse einstellen kann. Dabei wird unterschieden, ob das Objekt im globalen Koordinatensystem oder im lokalen Koordinatensystem verschoben wird. Das Objekt bewegt sich dabei in den Ansichten mit.

### Positionsveränderungen

Die Eingabe durch die up- and down-Buttons entspricht Schritten von 0,1 Einheiten (Meter [m]) sind

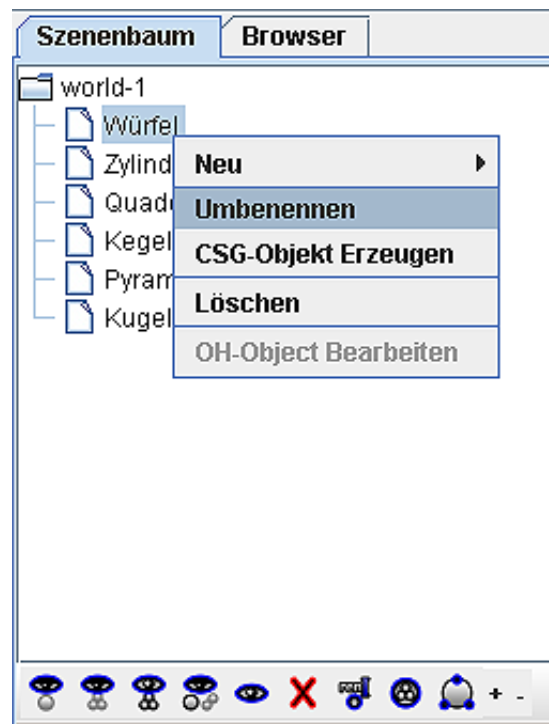


Abbildung 22: Umbenennen im Popup-Menü

voreingestellt). Es ist auch möglich, die Verschiebung direkt in das Textfeld zu schreiben.

Es gibt auch die Möglichkeit, das Objekt mit der Maus auszuwählen, um es dann mit der Maus zu verschieben.

Eine weitere Möglichkeit, ein Geometrie-Objekt zu verschieben, ist die Verschiebung mit der Tastatur:

- Pfeil nach oben bzw. nach unten bewegt das Objekt entlang der X-Achse
- Pfeil nach links bzw. nach rechts bewegt das Objekt entlang der Y-Achse
- Shift + Pfeil nach oben bzw. nach unten bewegt das Objekt entlang der Z-Achse
- zusätzliches Halten der SStrgTaste bewegt das Geometrie-Objekt feinschrittiger

### Rotation

In dem Eigenschaftsfenster befinden sich 3 Eingabefelder, in denen man die Orientierung (Rotation) des Objekts um die jeweilige Achse einstellen kann. Das Objekt bewegt sich dabei in den Ansichten mit.

Die Eingabe durch die up- und down-Buttons entspricht Schritten von 0,1 Grad ( $0,1^\circ$ ). Es ist auch möglich, die Rotationswinkel direkt in dem Textfeld anzugeben.

Eine weitere Möglichkeit, ein Geometrie-Objekt zu rotieren, ist die Rotation mit der Tastatur:

- 'Alt' + Pfeil nach oben bzw. nach unten rotiert das Objekt um die X-Achse
- 'Alt' + Pfeil nach links bzw. nach rechts rotiert das Objekt um die Z-Achse
- Shift + 'Alt' + Pfeil nach oben bzw. nach unten rotiert das Objekt um die Z-Achse

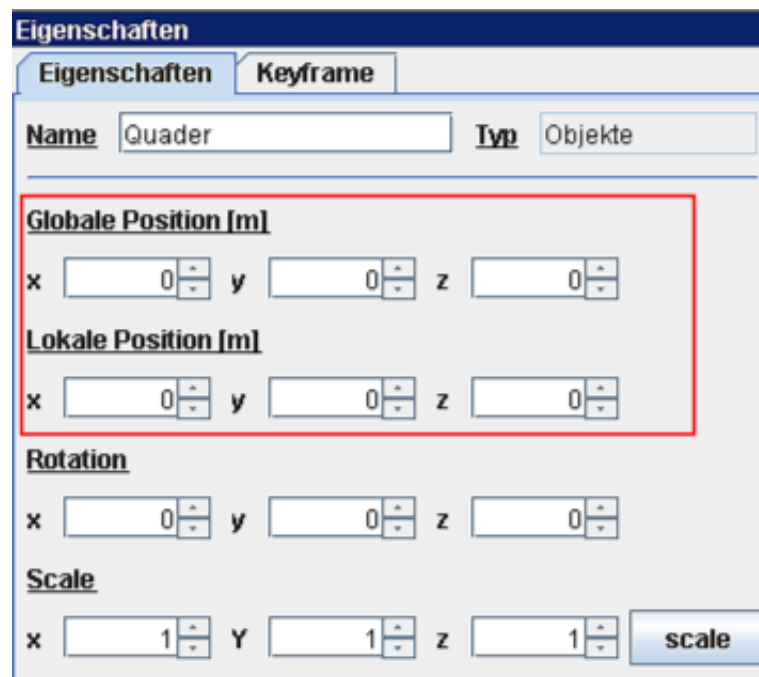



Abbildung 23: Positionsveränderung im Eigenschaftsfenster

### Skalierung

Es ist möglich, die Geometrie-Objekte zu skalieren. Dazu muss folgender Button der Funktion-Werkzeugleiste gewählt werden:  Ebenfalls muss das zu skalierende Geometrie-Objekt selektiert sein. Nun kann das Geometrie-Objekt mit Hilfe des Mausekzes skaliert werden.

- Mausekz hoch vergrößert das Objekt
- Mausekz runter verkleinert das Objekt



Sollte kein Mausekz vorhanden sein, so kann das Geometrie-Objekt auch durch Mausekzbewegung und gehaltener linker Maustaste skaliert werden:

- Mausekzbewegung nach oben vergrößert das Objekt
- Mausekzbewegung nach unten verkleinert das Objekt

Ebenso kann die Skalierung auch im Eigenschaftsfenster vorgenommen werden. Dazu müssen die Parameter in die Textfelder eingetragen werden oder mittels den up-and-down-Buttons des Eigenschaftsreglers eingestellt werden. Anschließend klickt man den Button Scale und das selektierte Objekt wird skaliert.

Werte kleiner als 1 verkleinern das Geometrie-Objekt, Werte größer als 1 vergrößern es.

### Vertices verschieben

Wenn im Vertex-Modus ( in der Funktions- Werkzeugleiste ) die einzelne Vertex-Auswahl ( in der Vertex- Werkzeugleiste ) aktiviert wird, können die Eckpunkte des Geometrie-Objekts aus der Grundgeometrie heraus verschoben werden. Im Eigenschaftsfenster wird eine Liste der aktuell selektierten Vertices angezeigt, welche editiert werden kann:

Klickt man mit der linken Maustaste auf den Namen des Vertex, so werden in den Eigenschaftsreglern die aktuellen Koordinaten des Vertex angezeigt, welche direkt oder über Up-and-Down- Buttons des Eigenschaftsreglers editiert werden können.

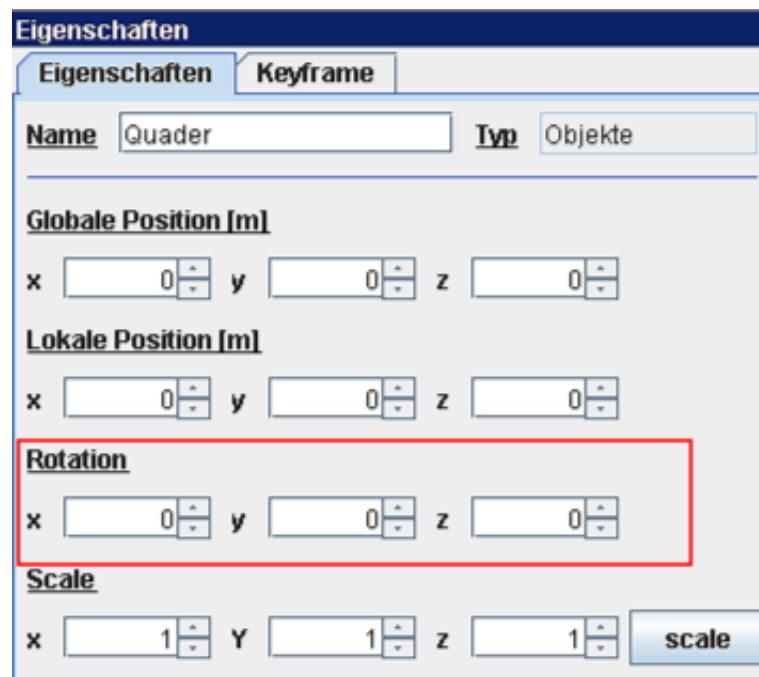


Abbildung 24: Objektrotation im Eigenschaftsfenster

### BoundingVolumes

Jedes Objekt kann ein eigenes BoundingVolume (BV) besitzen. BoundingVolumes sind wichtig für spätere Kollisionserkennung.

Die Form des Boundingvolumes kann eingestellt werden. Wählbar sind hier:

**Quaderform:** Eine Box umschließt das Geometrie-Objekt (langsamerer, aber genauerer Kollisionstest)

**Kugelform:** Eine Kugel umschließt das Geometrie-Objekt (schnellerer, aber ungenauer Kollisionstest)

**Nichts:** Kein BV vorhanden (kein Kollisionstest möglich)

Die Volumenparameter geben die Maße des BV an. Diese werden errechnet - sofern die Automatische Größenanpassung aktiviert ist -, sind aber individuell editierbar.

Die BV müssen nach Transformation des Geometrie-Objekts neu berechnet werden, dazu stehen zwei verschiedene Methoden zur Verfügung: BV Berechnen ohne Zurechtrücken bedeutet, dass sich das BV anpasst und das Objekt an der Position bleibt, an der es sich befindet. BV Berechnen inkl. Zurechtrücken bedeutet, dass die Vertices des Objekts sich so anpassen, dass sie optimal im BV liegen.

Wenn ein Objekt teil einer Keyframe-Animation ist, so muss der Haken bei bewegbares Objekt gesetzt sein, damit sich das BV mitbewegt.

Wird Objekt invertieren gewählt, so werden alle Vertices des Objekts samt Normalen invertiert.

### Freemesh erzeugen

Damit Geometrie-Objekte CSG-kompatibel sind, müssen sie in ein Freemesh konvertiert werden. Was es mit CSG auf sich hat, wird in einem gesonderten Kapitel erklärt: Dabei kann gewählt werden, ob bereits angewandte SurfaceTransformations beibehalten werden (To FreeMesh und Behalte SFT, Transformationen sind weiterhin editierbar) oder ob die Transformationen Bestandteil des Geometrie-Objekts werden. (To FreeMesh und Integriere SFT, Transformationen sind nicht mehr editierbar).



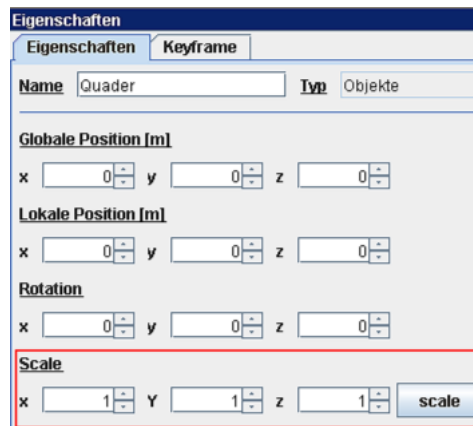


Abbildung 25: Skalieren im Eigenschaftsfenster

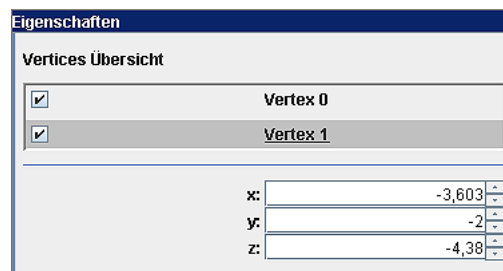


Abbildung 26: Vertices verschieben

Wenn ein Objekt in ein Freemesh umgewandelt wurde, können sämtliche Vertices des Grundobjekts verschoben werden.

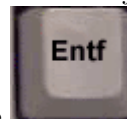
### 5.1.3 Objekte löschen

Objekte, die sich in der Welt befinden, können auf verschiedene Weisen gelöscht werden:

- Durch Drücken der 'Entf'-Taste (bzw. 'Del')
- Durch ein PopUp-Menü
- Durch einen Button
- Durch das Hauptmenü

#### Entfernen durch Tastendruck

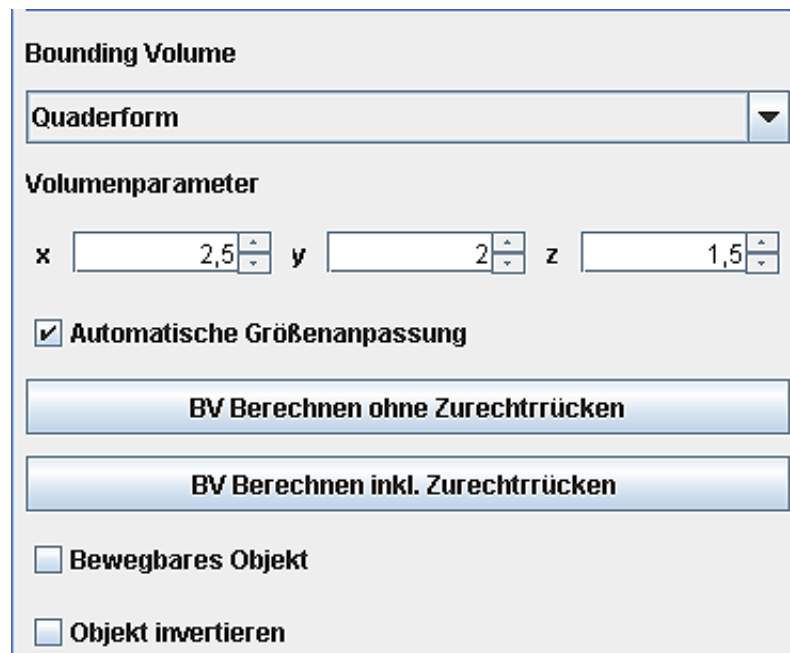
Um ein Objekt mit der Entfernen-Taste zu löschen, muss das Objekt im Szenebaum selektiert sein:



Anschließend kann man es durch die Entfernen-Taste löschen.

#### Löschen durch das PopUp-Menü:

Um das PopUp-Menü aufzurufen, klicken man mit der rechten Maustaste auf das entsprechende Objekt im Szenebaum, wodurch das PopUp-Menü auftaucht:



**Bounding Volume**

Quaderform ▼

**Volumenparameter**

x  y  z

☒ **Automatische Größenanpassung**

**BV Berechnen ohne Zurechtrücken**

**BV Berechnen inkl. Zurechtrücken**

☐ **Bewegbares Objekt**

☐ **Objekt invertieren**

Abbildung 27: Einstellmöglichkeiten der BoundingVolumens



**To FreeMesh und Integriere SFT**

**To FreeMesh und Behalte SFT**

Abbildung 28: Freemesh Schaltflächen

### Entfernen durch einen Button

Im Fenster des Szenebaumes befindet sich ein Icon zum Löschen von Objekten:



Wenn das zu löschende Objekt im Szenebaum selektiert ist, kann man auf dieses Icon mit der linken Maustaste klicken um das Objekt zu entfernen.

### Entfernen durch das Hauptmenü

Im DropDown-Menü des Eintrags Bearbeiten im Hauptmenü befindet sich der Punkt Löschen. Hiermit kann das selektierte Geometrie-Objekt gelöscht werden.

#### 5.1.4 Surfaces

Es gibt für die verschiedenen Geometrie-Objekte unterschiedliche Surface-Typen:

- FreeSurface (für CSG und Objekte aus dem Polygoneditor)
- ConeSurface (für Kegel)
- DiscSurface (für Scheiben und Zylinder-Deckel)
- QuadSurface (für Rechtecke und Würfel-Körper)
- CirculationSurface (für Röhren und Zylinder-Körper)

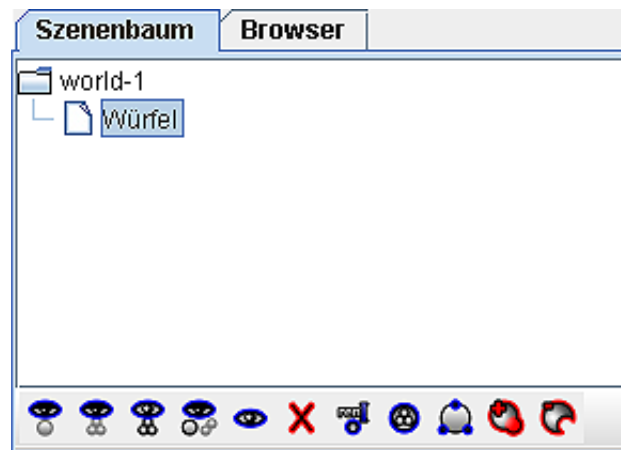


Abbildung 29: Löschen im Szenenbaum

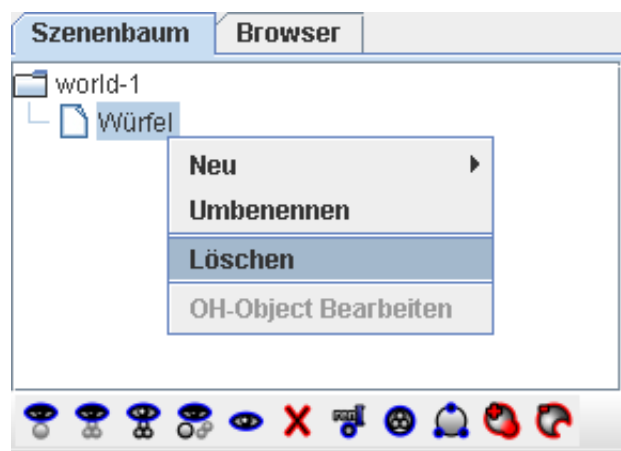


Abbildung 30: Löschen im PopUp-Fenster

- SphereSurface (für Kugeln)
- TriangleSurface (für Pyramiden-Körper)

Diese Surfaces können natürlich auch verändert werden. Dafür stehen verschiedene Transformationen zur Verfügung:

- SurfaceTransformationDisplacementmap: Transformationen durch DisplacementMaps
- SurfaceTransformationFileDisplacementmap: Transformationen durch eine DisplacementMap aus einer Datei
- SurfaceTransformationRandomDisplacementmap: Transformationen durch eine zufällige DisplacementMap
- SurfaceTransformationJython: Transformationen durch Jython Skripte

Jedes Geometrie-Objekt hat mindestens eine Oberfläche, die im Eigenschaftensfenster in einem Link-Feld angezeigt wird.

Klickt man nun auf dieses Feld, so öffnet sich ein Eigenschaftensfenster für die jeweilige Oberfläche. Da diese Eigenschaftensfenster für jeden Oberflächen-Typ gleich ist, wird hier das Beispiel eines

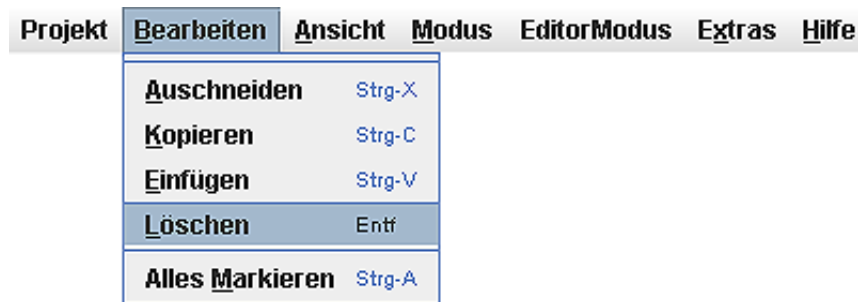


Abbildung 31: Löschen von Objekten im Hauptmenü

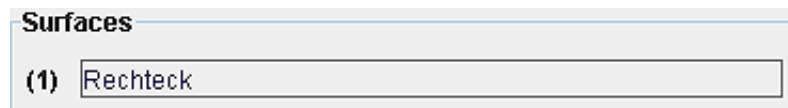


Abbildung 32: In diesem Fenster können einzelne Surfaces ausgewählt werden

QuadSurfaces benutzt.

In diesem Eigenschaftsfenster steht der Name des Elternobjekts in einem Link-Feld, so dass man

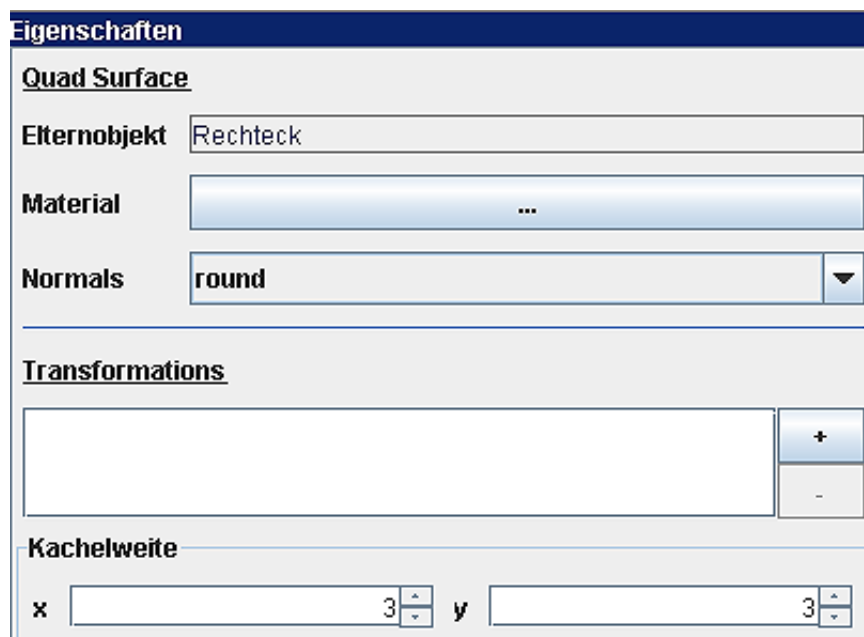


Abbildung 33: Eigenschaftsfenster eines Surfaces

bei Klick auf dieses zurück zu dem Objekt-Eigenschaftsfenster gelangt.

Der Oberfläche können Materialien zugewiesen werden.

Ebenso kann hier gewählt werden, ob die Normalen der Oberfläche rund (Round) oder eckig (angled) dargestellt werden. Normalen werden zur Lichtberechnung benutzt, die beste Einstellung für realistischere Licht-Darstellung sind runde Normalen.

Eine Oberfläche kann mehrmals transformiert werden. Es können eigene Transformationen definiert werden, oder es können vorgefertigte Transformationen auf diese Oberfläche angewandt werden. Dazu klickt man auf den +-Button und bekommt eine Auswahl an Transformationen in einem Dialogfenster.

Das Random-Muster erzeugt eine zufällige Transformation



Abbildung 34: Auswahlfenster der Transformationen

Das Meta-Script verändert die Oberfläche nach einem vordefinierten Jython-Skript

Der Roundsider wölbt die Oberfläche Halbkreisartig nach vorne

Die ComplexTransformation führt eine komplexe Transformation durch

Damit sich die BoundingVolume anpasst, sollte anschließend RePosBVUpdater ausgeführt werden.

Die Kachelweite gibt die Anzahl der Kachelungen in x- und in y-Richtung an.

### 5.1.5 Materialien

MMaterialist ein Oberbegriff für das Aussehen der Geometrie-Objekte. Dabei kann jeder Oberfläche des Geometrie-Objekts ein unterschiedliches Aussehen zugeordnet werden.

Folgende Materialien-Arten stehen zur Verfügung:

- Texturen
- Materialeigenschaften

#### Materialeigenschaften

Einer Oberfläche eines Objekts kann eine Reflexionseigenschaft zugewiesen werden. Dazu klickt man im Objekteigenschaftenfenster (unterhalb des Browsers im Objektfenster) auf die Oberfläche, die eine Reflexion erhalten soll.

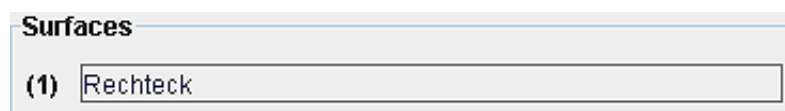


Abbildung 35: Auswahl des gewünschten Surfaces

Beim Linksklick auf die gewünschte Oberfläche öffnet sich ein Fenster zum Verwalten der Oberflächen. Dort gibt es einen Button Material.

Wählt man diesen Button so öffnet sich ein Dialog. Hier muss das dritte Tab (Reflexion) gewählt

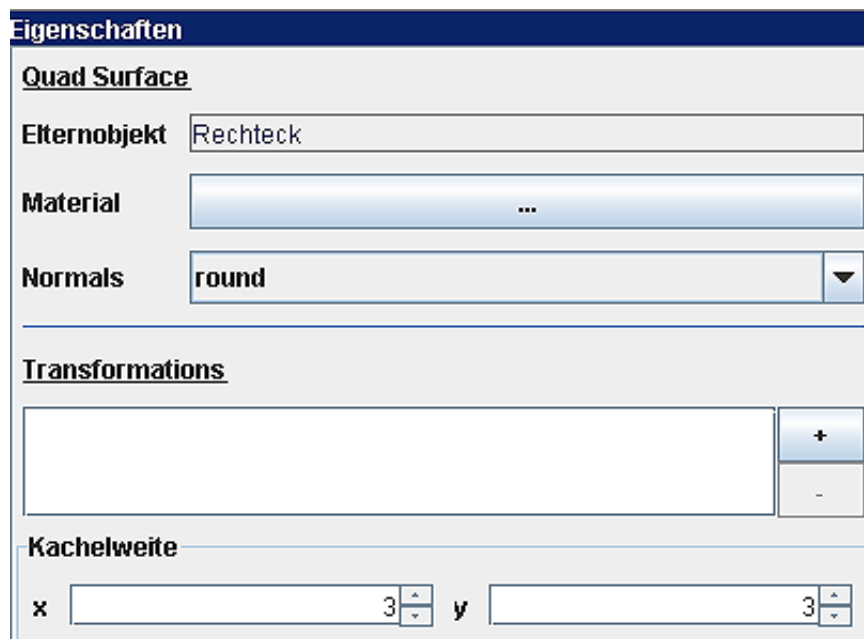




Abbildung 36: Den Button Material wählen

werden, um folgende Einstellungen vornehmen zu können:

Man kann dem Objekt nun Lichteigenschaften ( siehe Licht editieren ) sowie Glanz ( Shininess ) verleihen.

### Texturen

Um einem Objekt eine Textur zuzuweisen, muss man die gewünschten Bilder vorerst in einen neu angelegten Unterordner des Texturen-Ordner des Browsers im Objektfenster importieren. Dazu

klickt man auf  zum Anlegen des Ordners, selektiert den neuen Ordner und wählt anschließend  in der Werkzeugleiste. Die so importierten Texturen werden in einem Vorschau-Fenster angezeigt:

Sind Bilddateien im Texturen-Ordner vorhanden, so wählt man im Objekteigenschaftenfenster (unterhalb des Browsers im Objektfenster) die Oberfläche aus, die mit dem Material belegt werden soll.

Beim Linksklick auf die gewünschte Oberfläche öffnet sich ein Fenster zum Verwalten der Oberflächen. Dort gibt es einen Button Material.

Wählt man diesen Button so öffnet sich folgender Dialog:

In diesem Dialogfenster kann der Oberfläche nun die gewünschte Textur hinzugefügt werden, in dem die Datei selektiert und anschließend mit dem add to list-Button auf die Oberfläche gelegt wird.

Eine Oberfläche kann mit mehreren Texturen (Multitexturing) belegt sein.

Mit Hilfe des remove from list-Buttons können die Texturen einzeln von der Oberfläche entfernt werden.

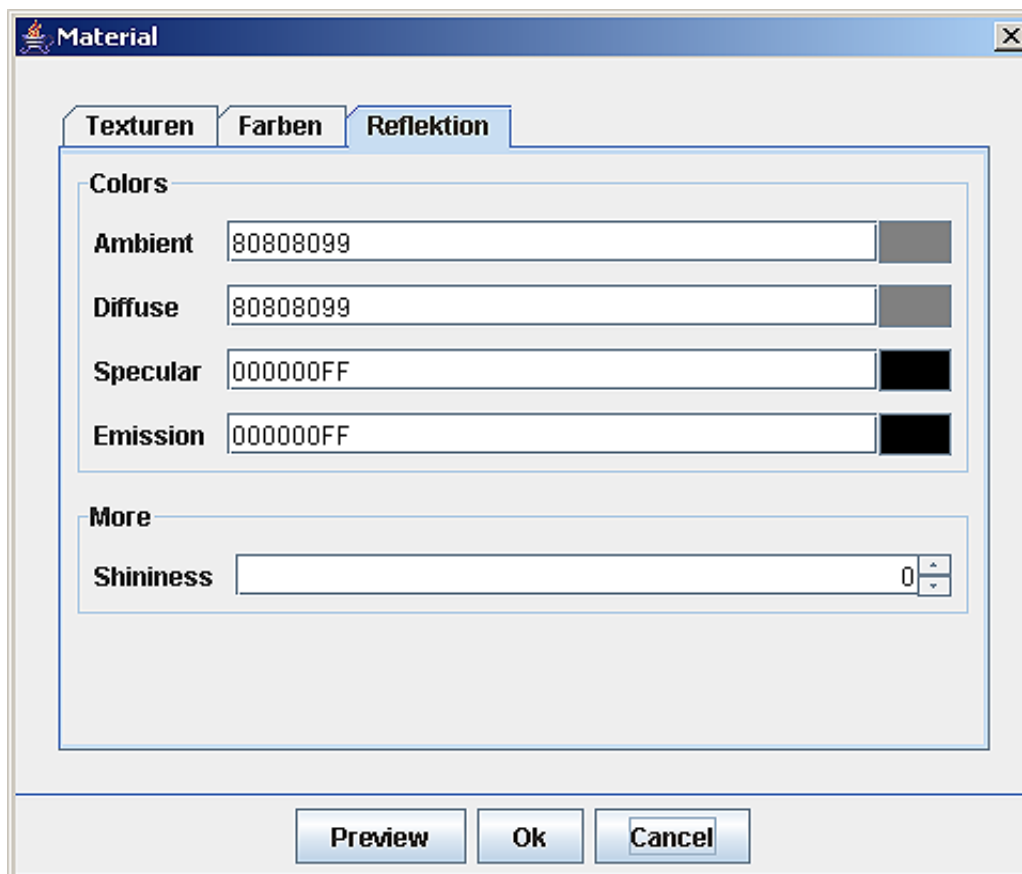


Abbildung 37: Refelxion einstellen

## 5.2 Licht-Objekte

### 5.2.1 Licht-Objekte einfügen

Neue Licht-Objekte werden immer im Ursprung der Welt, also am Nullpunkt des Welt-Koordinatensystems, erstellt. Unterhalb des Hauptmenüs befinden sich die verschiedenen Werkzeugleisten Editor, Objekt, Funktion und Extras. Die nun benötigte Werkzeugleiste ist folgende: Sollten Sie diese Werkzeugleiste nicht sehen, müssen Sie diese aktivieren. Das geschieht folgendermaßen:

- Wählen Sie den Menüpunkt **Ansicht**
- Wählen Sie nun im Drop-down-Menü den Eintrag **Werkzeugleisten**
- Wählen Sie nun die **ObjektToolbar**

Zum Einfügen eines Licht-Objekts benötigen wir den Button:



fügt ein Licht-Objekt ein

Wenn dieser Button gedrückt wird, erscheint die Lichtquelle als gelbe Kugel in den Ansichten.

### 5.2.2 Licht-Objekte editieren

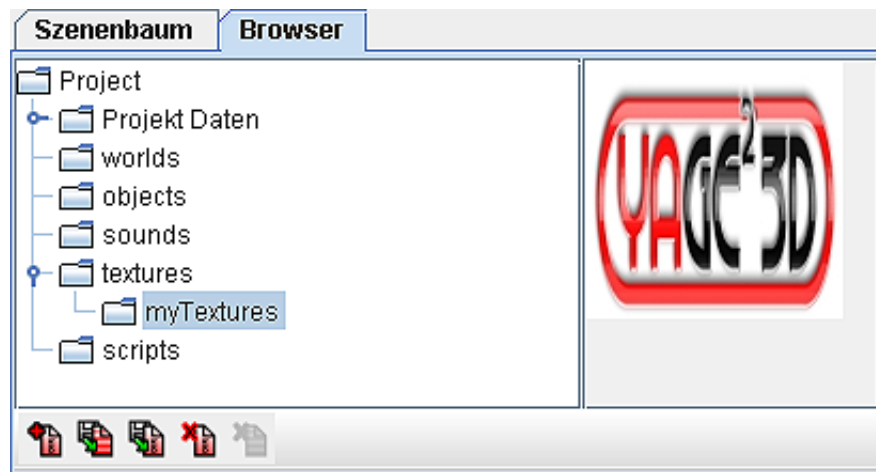


Abbildung 38: Textur Browser mit Vorschau



Abbildung 39: Auswahl des Surfaces das mit der Textur belegt werden soll

Bereits eingefügte Licht-Objekte sind in einem Eigenschaftensfenster editierbar. Wie auch bei den Geometrie-Objekten können hier die lokale und die globale Position sowie die Orientierung im Raum (Rotation) geändert werden.

Weiterhin ist es möglich, die Art des Lichtes (positional oder direktional) und Farbwerte der Lichttypen ambient, diffus und spektular festlegen. Ebenso sind Attenuationswerte (konstant, linear, quadratisch) einstellbar.

Handelt es sich bei dem Licht-Objekt um ein Spotlight, sind noch weitere Einstellungen möglich.

### Positionsveränderungen

In dem Eigenschaftensfenster befinden sich je 3 Eingabefelder, in denen man die Verschiebung des Licht-Objekts entlang der jeweiligen Achse einstellen kann. Dabei wird unterschieden, ob das Licht-Objekt im globalen Koordinatensystem oder im lokalen Koordinatensystem verschoben wird. Das Licht-Objekt bewegt sich dabei in den Ansichten mit. (voreingestellt). Es ist auch möglich, die Verschiebung direkt in das Textfeld zu schreiben.

Es gibt auch die Möglichkeit, das Licht-Objekt mit der Maus auszuwählen, um es dann mit der Maus zu verschieben.

### Rotation

In dem Eigenschaftensfenster befinden sich 3 Eingabefelder, in denen man die Orientierung (Rotation) des Objekts um die jeweilige Achse einstellen kann. Das Objekt bewegt sich dabei in den Ansichten mit.

Die Eingabe durch die up- and down-Buttons entspricht Schritten von 0,1 Grad (0,1°). Es ist auch möglich, die Rotationswinkel direkt in dem Textfeld anzugeben.

### Skalierung

In dem Eigenschaftensfenster befinden sich je 3 Eingabefelder, in denen man die Skalierung des Licht-Objekts entlang der jeweiligen Achse einstellen kann. Das Licht-Objekt verändert sich dabei in



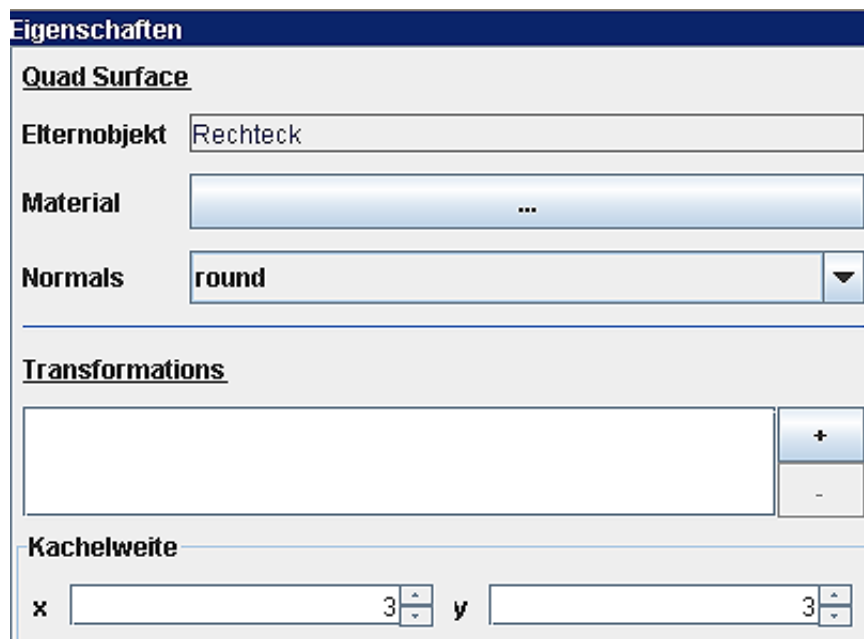


Abbildung 40: Den Button Material betätigen

den Ansichten mit.

Die Eingabe durch die up- and down-Buttons entspricht Schritten von 0,1 Einheiten (Meter [m] sind voreingestellt, um die Einheiten zu ändern siehe Einstellungen). Es ist auch möglich, die Verschiebung direkt in das Textfeld zu schreiben.

Es gibt auch die Möglichkeit, das Licht-Objekt mit der Maus auszuwählen, um es dann mit der Maus zu verschieben.

### Name


Der Name des Licht-Objekts kann auf unterschiedliche Arten festgelegt werden:

- im Eigenschaftenfenster
- durch einen Button in der Werkzeugleiste
- durch ein Popup-Menü
- durch Tastendruck
- durch Doppelklick

### Umbenennen im Eigenschaftenfenster --

Im Eigenschaftenfenster kann der Name in einem Textfeld bearbeitet werden:

### Umbenennen über einen Button in der Werkzeugleiste --

Im Szenenbaum-Fenster befindet sich eine Werkzeugleiste am unteren Rand. Bei Linksklick auf  fügt ein Licht-Objekt ein kann der Name bearbeitet werden.

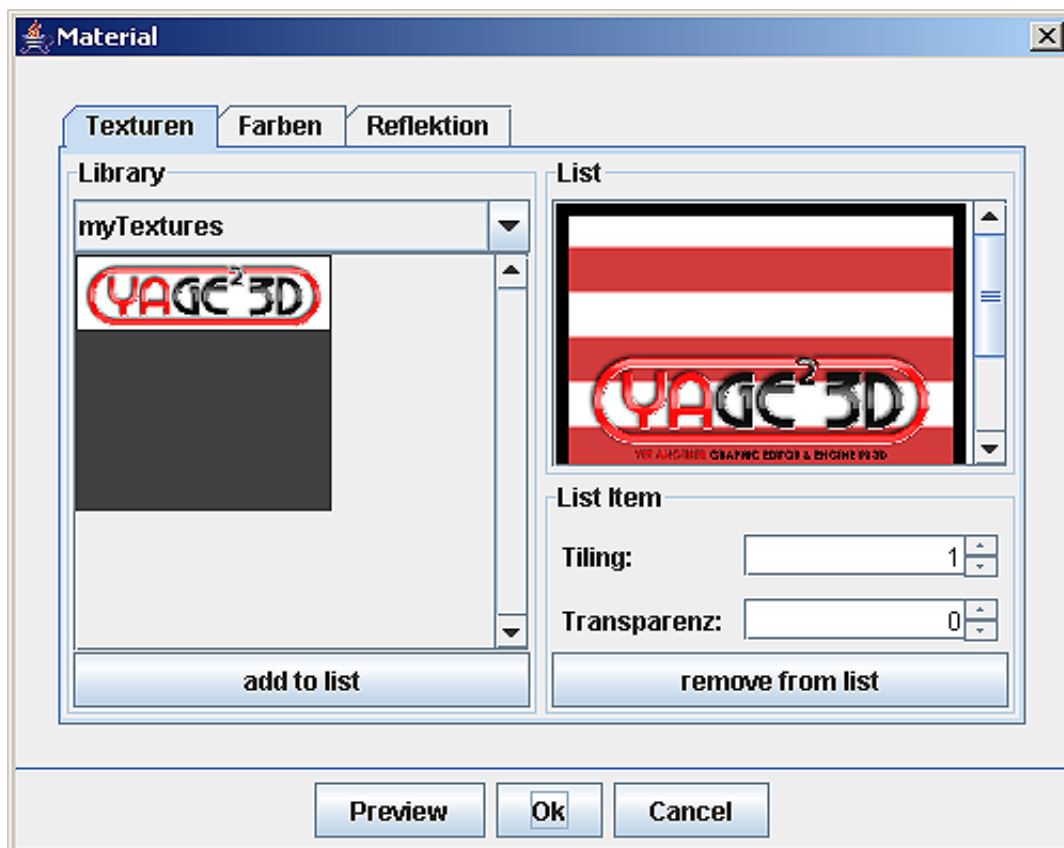


Abbildung 41: Das Auswahlmenü für die Texturen



Abbildung 42: Objekt Werkzeugleiste

**Umbenennen durch ein Popup-Menü** --

Um das Popup-Menü zu benutzen, muss das Objekt im Szenenbaum-Fenster selektiert sein. Rechtsklick auf den Namen des Geometrie-Objekts öffnet ein PopUp-Menü. Wenn man den Eintrag 'Umbenennen' wählt, wird der Name des Geometrie-Objekts im Szenenbaum editierbar.

**Umbenennen durch Tastendruck** --

Wenn das Licht-Objekt im Szenenbaum selektiert ist, wird durch Betätigung der 'F2'-Taste der Name editierbar.

**Umbenennen durch Doppelklick** --

Wenn das Licht-Objekt im Szenenbaum selektiert ist, wird durch Doppelklick mit der linken Mause-Taste der Name editierbar.

**Art des Lichts**

Bei der Art des Lichtes kann man zwischen **positional** und **direktional** wählen.

**Positional** ist voreingestellt. Diese Einstellung bewirkt, dass sich das Licht-Objekt wirklich in der Szene befindet und andere Objekte unterschiedlich stark anstrahlt. Eine Straßenlaterne wäre ein



Abbildung 43: Toolbars anzeigen

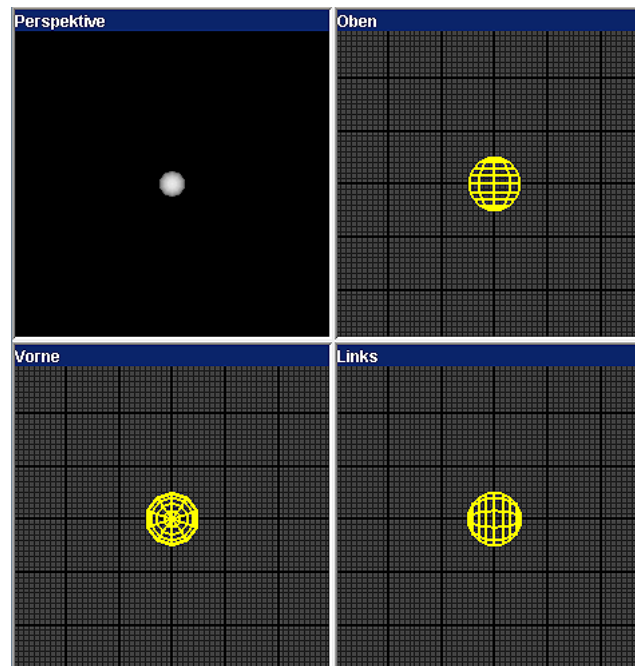


Abbildung 44: Position der Lichtquelle

Licht-Objekt, für welches diese Einstellung vorgenommen werden sollte. Die Lichtstrahlen kommen von einer bestimmten Position aus einer bestimmten Richtung.

**Directional** bewirkt, dass eine Lichtquelle unendlich weit von der Szene entfernt erscheint. So erscheint es, als ob das Licht jedes Objekt zur gleichen Zeit trifft und mit der gleichen Intensität bestrahlt. Eine Sonne wäre ein Licht-Objekt, für welches diese Einstellung vorgenommen werden sollte. Wenn Sie **direktional** für Ihr Licht-Objekt gewählt haben, so sind nur die verschiedenen Farbwerte einstellbar, nicht aber Atenuation und Spotlight. Ebenso kann nur die Orientierung des Licht-Objekts verändert werden, nicht aber die Position.

### Farbwerte

Für ein Licht-Objekt kann man für folgende Eigenschaften Farbwerte festlegen:

- ambient
- diffus
- spekulär

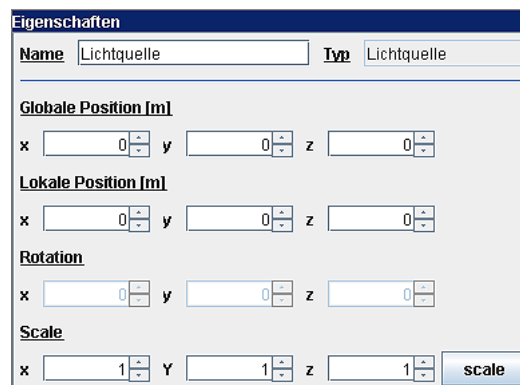


Abbildung 45: Lichtquellen Position verändern

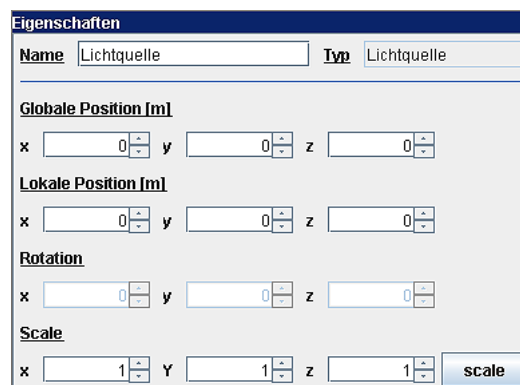


Abbildung 46: Lichtquellen Position verändern

Die Farben können zum einen durch einen Auswahl-Button gewählt werden, zum anderen kann der jeweilige Farbwert aus, sofern bekannt, als Hexadezimal-Code in das Textfeld geschrieben werden.

**Ambientes Licht** ist dadurch gekennzeichnet, dass die Richtung des Lichts nicht auszumachen ist, es scheint, als käme das Licht aus allen Richtungen.

**Diffuses Licht** ist durch eine bestimmte Richtung des Lichts gekennzeichnet, wird aber von anderen Objekten in alle Richtungen reflektiert.

**Spekulares Licht** hat auch eine bestimmte Richtung und wird von anderen Objekten in eine bestimmte Richtung reflektiert. Man kann spekulares Licht mit *Glanz* gleichsetzen.

### Attenuation

Attenuation bedeutet die Abschwächung des Lichts, je weiter das Auge von der Lichtquelle entfernt ist, bzw. wo die Lichtstrahlen und die Lichtintensität schwächer wird oder ganz aufhört. Für diese Abschwächung sind folgende Werte einstellbar:

- konstant
- linear
- quadratisch

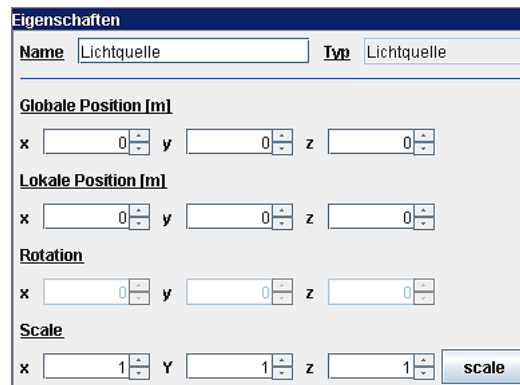


Abbildung 47: Skalierung der Lichtquelle

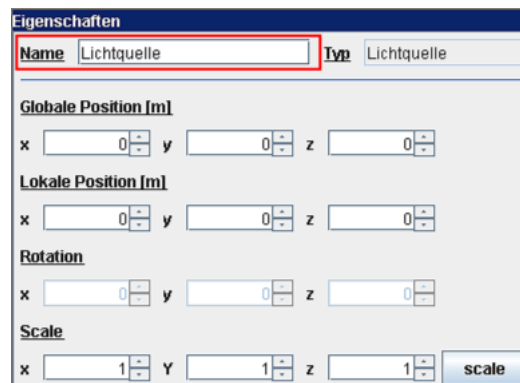


Abbildung 48: Ändern des Namens einer Lichtquelle

**Konstante Abschwächung** bedeutet...

Den Wert für die quadratische Attenuation kann man entweder durch die Eigenschaftenregler in 0,1 Einheiten-Schritten angeben oder den gewünschten Wert direkt in das Textfeld schreiben. Negative Werte sind hier nicht erlaubt.

**Lineare Abschwächung** bedeutet...

Den Wert für die quadratische Attenuation kann man entweder durch die Eigenschaftenregler in 0,1 Einheiten-Schritten angeben oder den gewünschten Wert direkt in das Textfeld schreiben. Negative Werte sind hier nicht erlaubt.

**Quadratische Abschwächung** bedeutet...

Den Wert für die quadratische Attenuation kann man entweder durch die Eigenschaftenregler in 0,1 Einheiten-Schritten angeben oder den gewünschten Wert direkt in das Textfeld schreiben. Negative Werte sind hier nicht erlaubt.

**Spotlight**

Soll ein Licht-Objekt ein Spotlight repräsentieren, muss zunächst diese Eigenschaft aktiviert werden. Wenn dieses geschehen ist, können weitere Eigenschaften eingestellt werden:

- Cutoff
- Exponent

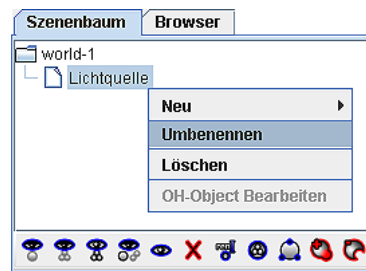


Abbildung 49: Ändern des Namens einer Lichtquelle im PopUpMenü

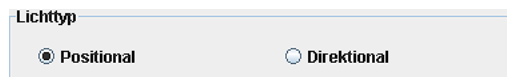


Abbildung 50: Auswählbare Lichttypen

**Cutoff** gibt den Radius um die Lichtquelle herum an, in dem die Lichtstrahlen sichtbar sein sollen. Den Cutoff kann man entweder durch die Eigenschaftenregler in 0,1 Einheiten-Schritten angeben oder den gewünschten Wert direkt in das Textfeld schreiben. Der Wertebereich des Cutoffs liegt auf dem Intervall  $[0, 90]$  oder bei 180.

**Exponent** gibt die Intensität des Spotlights an.

Den Exponent kann man entweder durch die Eigenschaftenregler in 0,1 Einheiten-Schritten angeben oder den gewünschten Wert direkt in das Textfeld schreiben. Negative Werte sind hier nicht erlaubt.

### 5.2.3 Licht-Objekte löschen

LichtObjekte, die sich in der Welt befinden, können, wie die Geometrie-Objekte auch, auf verschiedene Weisen gelöscht werden:

- Durch Drücken der 'Entf'-Taste (bzw. 'Del')
- Durch ein PopUp-Menü
- Durch einen Button

#### Entfernen durch Tastendruck


Um ein Licht-Objekt mit der Entfernen-Taste zu löschen, muss das Objekt im Szenebaum selektiert sein.

Anschließend kann man es durch Drücken der Entfernen-Taste löschen.

#### Löschen durch das PopUp-Menü:

Um das PopUp-Menü aufzurufen, klicken man mit der rechten Maustaste auf das entsprechende Licht-Objekt im Szenegraph, wodurch das PopUp-Menü auftaucht.

#### Entfernen durch einen Button

Im Fenster des Szenegraphen befindet sich ein Icon zum Löschen von Objekten.  Wenn das zu löschende Licht-Objekt im Szenebaum selektiert ist, kann man auf dieses Icon mit der linken Maustaste klicken um das Objekt zu entfernen.

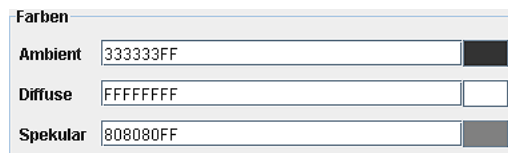


Abbildung 51: Auswählen der Lichtfarbe



Abbildung 52: Einstellen der Attenuation

### Entfernen durch das Hauptmenü

Im DropDown-Menü des Eintrags Bearbeiten im Hauptmenü befindet sich der Punkt Löschen. Hiermit kann das selektierte Licht-Objekt gelöscht werden.

## 5.3 CSG-Objekte

CSG bedeutet 'Constructive Solid Geometry'. CSG ist in der Lage, eine prinzipiell unbegrenzte Anzahl konvexer 3D-Objekte miteinander zu kombinieren durch Addition oder Subtraktion. Die Reihenfolge der Operationen ist wichtig, da ein Objekt, das subtrahiert wird, unterschiedliche Auswirkungen auf die Objekte hat, die davor hinzugefügt wurden bzw. danach addiert werden. Einem CSG-Objekt können zu jedem Zeitpunkt neue Objekte hinzugefügt werden - wichtig ist dabei, daß alle Grundobjekte aus denen es zusammengesetzt wurde noch bekannt sind, da bei jeder Neugenerierung der Geometrie die ursprünglichen, konvexen Objekte benötigt werden.

### CSG-Objekt erzeugen

#### Addition

Wenn mehrere Geometrie-Objekte zu einem zusammengefügt werden sollen, spricht man von der Addition. Alle Geometrie-Objekte, die addiert werden sollen, müssen zunächst an die Positionen geschoben werden, wo sie sich auch nach der Addition befinden sollen. Anschließend muss ein Objekt als CSG-Grundobjekt deklariert werden.

Zu diesem Objekt werden alle anderen selektierten Objekte addiert. Wenn alle an der Operation

beteiligten Objekte selektiert sind, werden diese Objekte mittels  in der Szenebaum- Werkzeugleiste mit dem Grundobjekt verschmolzen.

#### Subtraktion

Wenn ein Geometrie-Objekt aus einem anderen ausgeschnitten werden soll, so spricht man von Subtraktion. Alle an dieser Operation beteiligten Objekte müssen zunächst an die gewünschte Position geschoben werden. Anschließend muss ein Objekt als CSG-Grundobjekt deklariert werden.

Aus diesem Objekt werden alle anderen selektierten Objekte ausgeschnitten (subtrahiert). Wenn al-


le an der Operation beteiligten Objekte selektiert sind, werden diese Objekte mittels  in der Szenebaum- Werkzeugleiste aus dem Grundobjekt ausgeschnitten. Die Schnittobjekte verschwinden aus der Szene.



Abbildung 53: Einstellen eines Spots

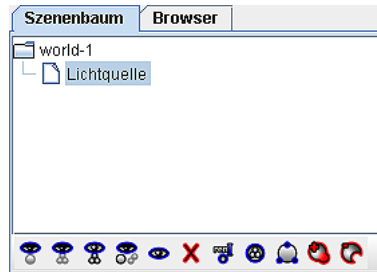


Abbildung 54: selektiertes Licht

## 5.4 OHGeoObjekte

Um Geometrie-Objekte hierarchisch zu animieren, muss in der Welt zunächst ein OH-Objekt eingefügt werden. Dafür klickt man mit der linken Maustaste auf den Welt-, Gruppen oder Objekt-Knoten und wählt in dem Popup-Menü „Neu“ → „OH-Objekt“. Dieses fügt das OH-Objekt in die Welt ein. Zum Bearbeiten öffnet sich durch Linksklick auf das OH-Objekt ein Popup-Menü, in dem der Eintrag „OH-Object Bearbeiten“ gewählt wird. Daraufhin öffnet sich der OH-Animationseditor.





Abbildung 55: PopUp-Menü des zu löschenden Lichtes

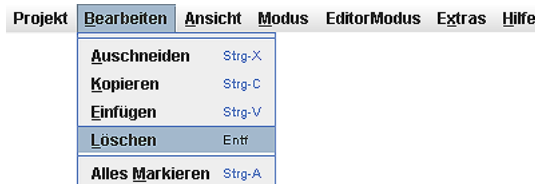


Abbildung 56: Löschen eines Lichtes im Hauptmenü

## 6 Animation

### 6.1 OH-Animation

OH-Animation bedeutet „Objekt-hierarchische“ Animation. In dieser Art Animation sind die Geometrie-Objekte hierarchisch strukturiert und durch sogenannte **JointPoints** verbunden.

#### 6.1.1 Struktur der Objekt-Hierarchie

Die Objekthierarchie gibt an, welche Objekte von welchen anderen Objekten hierarchisch anhängig sind. Die Geometrie-Objekte werden in einem Baum strukturiert. Es gibt Wurzelknoten, Gruppenknoten (Elternknoten) und Objektknoten (Blätter). Die Struktur erinnert an den Szenenbaum der Welt (Abschnitt x.x). Der Wurzelknoten ist ein spezieller Gruppenknoten, von ihm hängen alle anderen Geometrie-Objekte ab. Es gibt immer einen **Wurzelknoten**, der das OH-Objekt repräsentiert. Innerhalb des OH-Objekts kann es aber durchaus mehrere Wurzelknoten geben, sofern dieses erwünscht ist. **Gruppenknoten** heißen die Geometrie-Objekte, von denen andere Geometrie-Objekte hierarchisch abhängen, es ist also ein Elternknoten. **Objektknoten** sind die Geometrie-Objekte, die selbst keine Kinder mehr haben. Daher nennt man sie auch Blätter. Jeder Knoten kennt seinen Elternknoten, aber auch seine Kindknoten, sofern welche vorhanden sind. Kindknoten können weitere Gruppenknoten oder auch Objektknoten sein. Die Wurzelknoten innerhalb des OH-Objekts besitzen als Elternknoten den Knoten, der das OH-Objekt selbst repräsentiert. Folgendes Beispiel soll diese Struktur näher erläutern:

#### Modellierung eines Menschen

Ein Mensch besteht grob aus zwei Armen, zwei Beinen, einem Torso und einem Kopf. In diesem Fall wäre der Torso der Wurzelknoten, da der Kopf sowie die Arme und Beine am Torso befestigt sind. Der Kopf wäre ein Die Arme sind wiederum untergliedert. Ein Arm besteht grob aus einem Oberarm, einem Unterarm und einer Hand. Ebenso ist das Bein aus verschiedenen Geometrie-Objekten für Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß modelliert.

Wenn einer der Arme bewegt werden soll, reicht es aus, zum Beispiel nur den Oberarm zu bewegen. Der Oberarm ist durch einen Verbindungspunkt (JointPoint) mit dem Körper verbunden. Der Unterarm ist abhängig vom Oberarm und ist deshalb mit diesem durch einen JointPoint verbunden. Die Hand ist vom Unterarm abhängig (und somit auch vom Oberarm) und mit diesem via JointPoint verbunden.

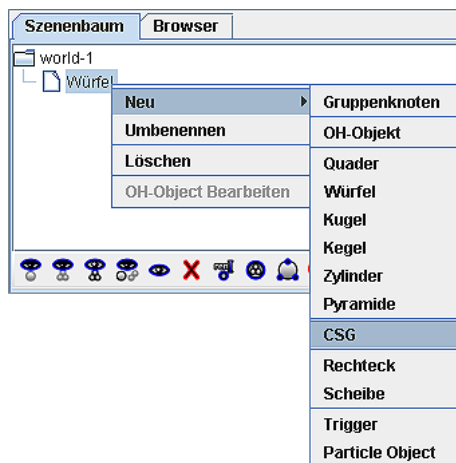


Abbildung 57: Konvertierung in ein CSG-Objekt

Wenn sich nun der Oberarm nach oben bewegt, bewegen sich auch der Unterarm und die Hand nach oben. Dafür sind die JointPoints zuständig, dass diese Bewegung gewährleistet wird.

Wenn sich nun der Torso verändert, werden diese Veränderungen auch auf alle anderen Geometrie-Objekte entsprechend angepasst. Wird der Torso um  $45^\circ$  gedreht, so drehen sich auch der Kopf, die Arme und die Beine mit.

Wird jedoch zum Beispiel nur die Hand um  $45^\circ$  rotiert, so hat diese Veränderung keinerlei Auswirkung auf andere Geometrie-Objekte, da die Hand ein Blatt des Hierarchie-Baumes ist, also selbst keine Kinder hat.

### 6.1.2 JointPoints

Die JointPoints sind Verbindungen zwischen den Geometrie-Objekten. Jedes Geometrie-Objekt besitzt genau einen JointPoint. Dieses sind keine direkten Punkte, sondern geben die Position und die Orientierung des Geometrie-Objekts relativ zu dessen Eltern-Objekt an. Als Orientierungshilfe sind die JointPoints sichtbar gemacht. Per default befindet sich der JointPoint am Ursprung des lokalen Koordinatensystems des Geometrie-Objekts. Dieser kann allerdings innerhalb des Objekts verschoben werden (siehe Abschnitt x.x). Die voreingestellten Parameter der JointPoints, Farbe und Größe, können Ihren Bedürfnissen angepasst werden. In den Ansichten der Arbeitsfläche werden die Abhängigkeiten zwischen den JointPoints der Geometrie-Objekte durch eine dünne Linie sichtbar gemacht. Abbildung x zeigt ein Beispiel:

Die beiden Quader sind mit einer Linie zwischen deren JointPoints verbunden, da der Rechte von dem linken Quader hierarchisch abhängig ist. Der Kegel hingegen ist von keinem Quader abhängig, weshalb von ihm keine Verbindungslinien ausgehen.

Hier wird auch nochmal die Hierarchie deutlich, welche am rechten Rand im Fenster „Objekthierarchie“ als Baum dargestellt ist: Der Wurzelknoten „root“ repräsentiert das OH-Objekt. Der erste Quader sowie auch der Kegel sind interne Wurzelknoten. Der Wurzelknoten Quader besitzt als Kind den Objektknoten Quader, der in diesem Fall ein Blatt ist, da er keine weiteren Kinder besitzt. Der Kegel besitzt auch keinerlei Kinder.

## 6.2 Schritte der OH-Animation

Schritte der OH-Animation:

- OH-Objekt erzeugen und bearbeiten
  - Geometrie-Objekte importieren

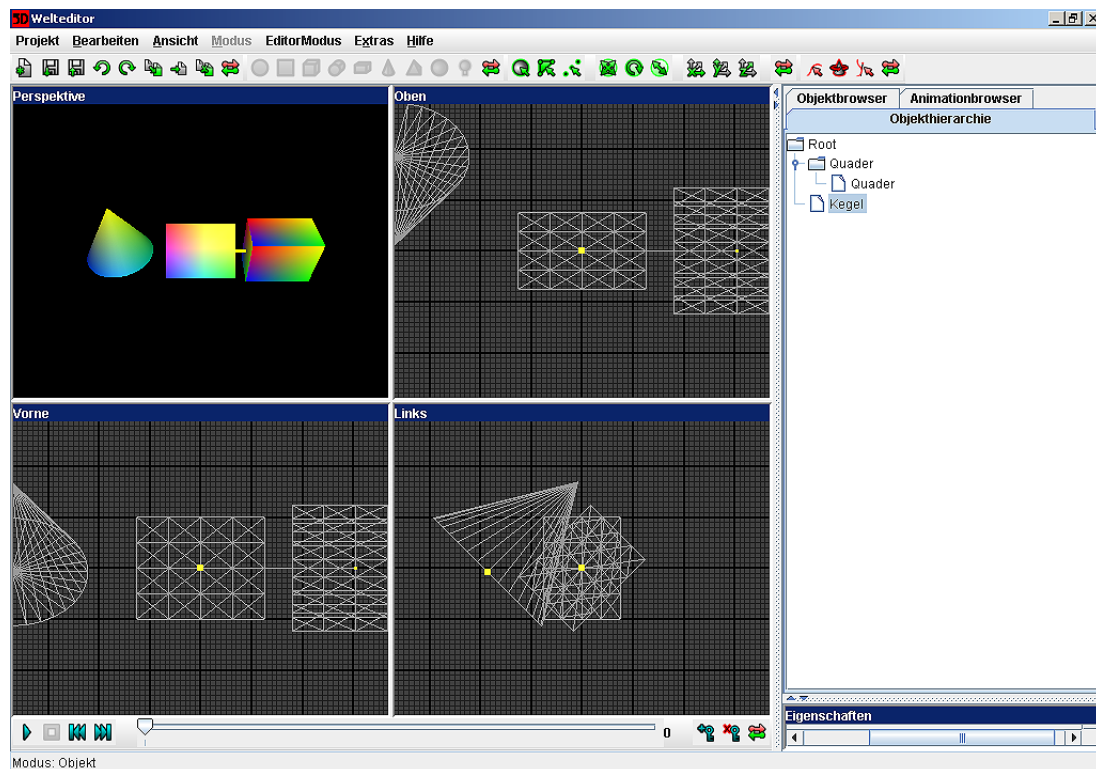


Abbildung 58: Verbindungslinien

- Objekthierarchie erstellen
- Geometrie-Objekte innerhalb bearbeiten
  - \* Position
  - \* Rotation
- Geometrie-Objekt löschen
- Keyframes erzeugen
- Keyframes bearbeiten
- Keyframes löschen
- Animation speichern

### 6.3 OH-Objekt erzeugen und bearbeiten

Um Geometrie-Objekte hierarchisch zu animieren, muss in der Welt zunächst ein OH-Objekteingefügt werden. Dafür klickt man mit der linken Maustaste auf den Welt-, Gruppen oder Objekt-Knoten und wählt in dem Popup-Menü „Neu“ → „OH-Objekt“. Dieses fügt das OH-Objekt in die Welt ein. Zum Bearbeiten öffnet sich durch Linksklick auf das OH-Objekt ein Popup-Menü, in dem der Eintrag „OH-Object Bearbeiten“ gewählt wird. Daraufhin öffnet sich der OH-Animationseditor.

### 6.4 Geometrie-Objekte importieren

Im **ObjectBrowser** an der rechten Seite des OH-Animationseditors, werden die Geometrie-Objekte aufgeführt, die sich bereits in der Welt befinden: Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Geometrie-Objekte in das OH-Objekt zu importieren:

- per Doppelklick auf das gewünschte Objekt
- durch ein Popup-Menü

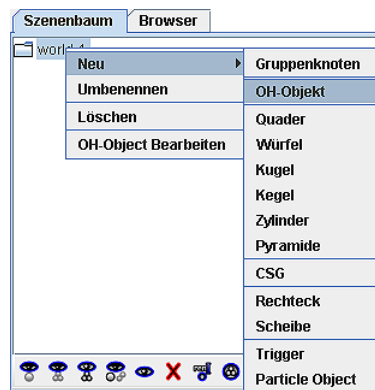


Abbildung 59: OH-Objekt einfügen

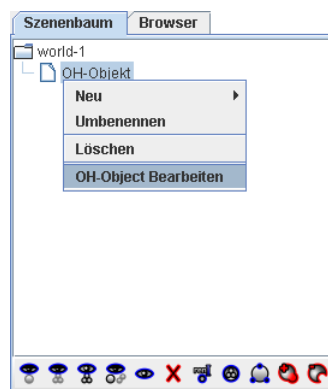


Abbildung 60: OH-Objekt bearbeiten

#### 6.4.1 Einfügen durch Doppelklick

Selektieren Sie das gewünschte Geometrie-Objekt im Objektbrowser und führen Sie einen Doppelklick mit der linken Maustaste aus. Das gewünschte Geometrie-Objekt erscheint in den Ansichten des OH-Animationseditors am Ursprung des globalen Koordinatensystems. Der JointPoint befindet sich immer am Ursprung des lokalen Koordinatensystems des Geometrie-Objekts.

#### 6.4.2 Einfügen durch ein Popup-Menü

Anstelle eines Doppelklicks auf das gewünschte Geometrie-Objekt kann man auch mit der rechten Maustaste auf das gewünschte Geometrie-Objekt klicken. Dadurch öffnet sich ein Popup-Menü mit zwei Einträgen:

- Objekt importieren
- Objektreferenz importieren

Wählt man „**Objekt importieren**“, so wird ein neues Objekt des gewünschten Typs in das OH-Objekt importiert. Das bedeutet, wenn mehrere Geometrie-Objekte des gleichen Typs im OH-Objekt existieren, und eines wird verändert, so betreffen die Änderungen nur dieses bestimmte Objekt.

Wählt man „**Objektreferenz importieren**“, so wird eine Referenz des gewünschten Objekts in das OH-Objekt importiert. Das bedeutet, wenn mehrere Geometrie-Objekte des gleichen Typs im OH-Objekt existieren, und eines wird verändert, so betreffen die Änderungen auch die anderen im OH-Objekt existierenden Objekt-Referenzen.



Abbildung 61: ObjectBrowser



Abbildung 62: Objekt importieren

## 6.5 Objekthierarchie erstellen

In der „**Objekthierarchie**“ am rechten Rand des Editors ist die Baumstruktur der Hierarchie angezeigt. Neu eingefügte Geometrie-Objekte sind automatisch Kinder des Wurzelknotens. Um diese Hierarchie zu verändern, können die Geometrie-Objekte in dem Fenster per Drag-and-Drop verschoben werden.

In der Abbildung X kann man erkennen, wie die Objekte voneinander abhängig sind.

Wenn sich die Position oder die Orientierung des *Würfels* verändert, wirken sich diese Veränderungen auch auf alle Objekte aus, die von ihm hierarchisch abhängig sind. In diesem Fall also alle anderen Geometrie-Objekte.

Wird beispielsweise nun der *Kegel* verschoben, wirkt sich diese Verschiebung nur auf den *Kegel*, die *Pyramide* und die *Kugel* aus.

## 6.6 Geometrie-Objekte innerhalb editieren

Die Geometrie-Objekte können innerhalb des OH-Objekts noch weiterhin editiert werden. Die Form der Geometrie-Objekt kann jedoch *nicht* mehr verändert werden, dafür kann das Geometrie-Objekt verschoben oder rotiert werden.

Sollte sich das Objekt nicht in die gewünschte Richtung bewegen oder um die entsprechende Achse rotieren, kann es sein, dass die Achsen gesperrt sind. Dafür betrachten Sie die Werkzeugleiste und stellen Sie sicher, dass die Buttons für die Achsensperrung inaktiv sind (Abbildung X). Erst dann ist gewährleistet, dass keine der Achsen gesperrt ist.

### 6.6.1 Position

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Position eines Geometrie-Objekts zu verändern:

- Drag-and-Drop des Objekts
- Drag-and-Drop des JointPoints
- Positionsregler im Eigenschaftensfenster



Abbildung 63: Objektreferenz importieren



Abbildung 64: Objekthierarchie

**Drag-and-Drop des Objekts:**

Um das Geometrie-Objekt mit der Maus zu verschieben, wählt man es mit der linken Maustaste an und hält die Taste gedrückt. Durch Verschiebung der Maus lässt sich nun das Geometrie-Objekt an die gewünschte Position verschieben. Dabei kann das Geometrie-Objekt in einer der vier verschiedenen Ansichten angewählt und dementsprechend verschoben werden.

**Drag-and-Drop des JointPoints:**

Um das Geometrie-Objekt über den JointPoint mit der Maus zu verschieben, wählt man diesen mit der linken Maustaste aus und hält die Taste gedrückt. Durch Verschiebung der Maus lässt sich nun der JointPoint verschieben. Diese Verschiebung wirkt sich auf die Position des Geometrie-Objekts aus.

**Positionsregler im Eigenschaftensfenster:**

Im Eigenschaftensfenster befinden sich Positionsregler für die einzelnen Koordinaten. Diese Werte beziehen sich auf die Verschiebung relativ zum Eltern-Objekt. Um nun das Geometrie-Objekt zu verschieben, kann man entweder den gewünschten Wert direkt in die Textfelder eingeben, oder man verwendet die up-and-down Buttons des Reglers. Dabei verschiebt sich das Objekt in 0,1 Einheiten (default: Meter) in die gewünschte Richtung.

**6.6.2 Rotation**

Die Orientierung der Geometrie-Objekte kann nur über die Rotationsregler in dem Eigenschaftensfenster verändert werden.

**Rotationsregler im Eigenschaftensfenster:**

Im Eigenschaftensfenster befinden sich Rotationsregler für die einzelnen Winkel zu den jeweiligen Achsen. Diese Werte beziehen sich auf die Orientierung relativ zum Eltern-Objekt. Um nun das Geometrie-Objekt zu rotieren, kann man entweder den gewünschten Wert direkt in die Textfelder eingeben, oder man verwendet die up-and-down Buttons des Reglers. Dabei rotiert das Geometrie-Objekt in 0,1 Grad (0,1°) um die gewünschte Achse.




Abbildung 65: Buttons der Achsensperrung

## 6.7 Geometrie-Objekt löschen

Die Geometrie-Objekte innerhalb des OH-Objekts können auf die gleiche Art und Weise gelöscht werden wie im Normal-Modus des Editors (Siehe Abschnitt x.x). Dabei verschwinden die Objekte aber nicht aus der Welt, sondern nur aus dem OH-Objekt.

## 6.8 Keyframes erzeugen

Per default gibt es immer einen Keyframe mit der Nummer 0. Um weitere Keyframes hinzuzufügen, wählen Sie folgenden Button  aus der Animations-Werkzeugleiste unterhalb der Arbeitsfläche: Die Position und die Orientierung der Geometrie-Objekte werden aus dem vorherigen Keyframe über-

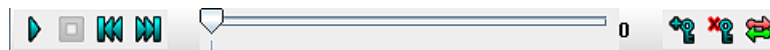


Abbildung 66: Animations-Werkzeugleiste

nommen.


## 6.9 Keyframes bearbeiten

Die Keyframes können im Eigenschaftensfenster editiert werden. Hierbei können zum einen die Geometrie-Objekte bearbeitet werden, zum anderen gibt es auch Einstellungsmöglichkeiten für den Keyframe an sich.

### Anzeige Zeit

Die Anzeige Zeit gibt an, wie lange ein Keyframe sichtbar ist, das heißt, wieviel Zeit zwischen diesem und dem nächsten Keyframe vergehen soll. In dieser Zeit wird von dieser Schlüsselposition zur nächsten Schlüsselposition interpoliert. Die Zeit wird hier in Millisekunden (1/1000 Sekunden) angezeigt. Die gewünschte Zeitspanne kann entweder direkt in das Textfeld eingetragen werden, oder sie kann durch die Up-and-down Buttons um 1 Millisekunde verändert werden.

## 6.10 Keyframes löschen

Keyframes können über den Button  der Animations-Werkzeugleiste unterhalb der Arbeitsfläche gelöscht werden. Angelegte Animationen werden mitsamt dem OH-Objekt gespeichert.

## 7 Der SkriptEditor

Der Skripteditor öffnet sich, wenn im Hauptmenü Extras -> Skript Editor gewählt wird:  
Der Skripteditor besteht im wesentlichen aus zwei Bereichen:



Abbildung 67: Skript-Editor starten

- Werkzeugleiste und Hauptmenü
- Arbeitsfläche

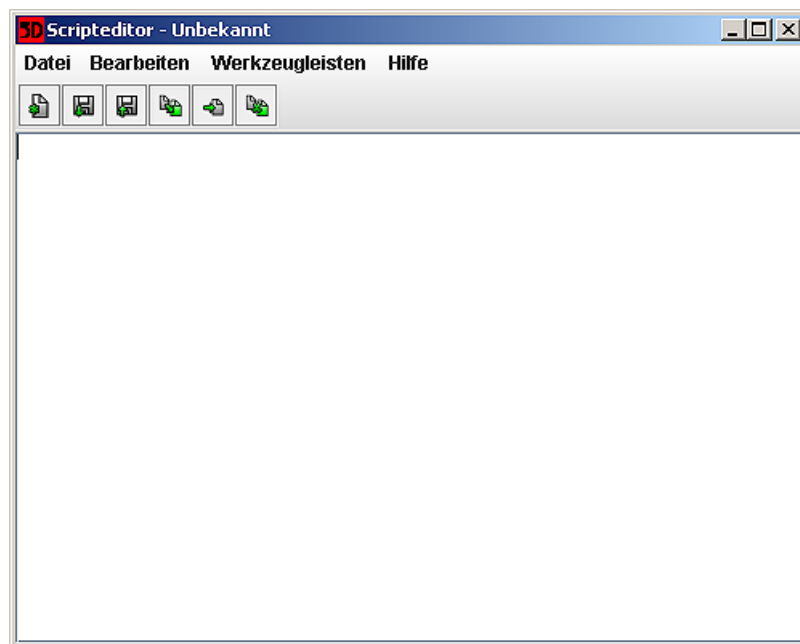








Abbildung 68: Das Skripeditor Eingabefenster

### 7.1 Werkzeugleiste und Hauptmenü

Die Buttons der Werkzeugleiste haben folgende Bedeutung:

-  erzeugt ein neues, leeres Skript
-  öffnet ein vorhandenes Skript
-  speichert das Skript
-  kopiert das Skript



-  fügt ein Skript ein
-  schneidet ein Skript aus

Das Hauptmenü befindet sich direkt unterhalb der Titelleiste des Editor-Fensters  
Datei öffnet ein PopUp-Menü mit folgenden Einträgen:



Abbildung 69: Das Hauptmenu des Skript-Editors



Abbildung 70: Das Dateimenü des Skript-Editors

- **Neu** - erzeugt ein neues Skript
- **Öffnen** - öffnet ein vorhandenes Skript
- **Speichern** - speichert das Skript
- **Speichern unter** - speichert das Skript an einem bestimmten Ort
- **Beenden** - beendet den Skripteditor

Bearbeiten öffnet ein PopUp-Menü mit folgenden Einträgen:

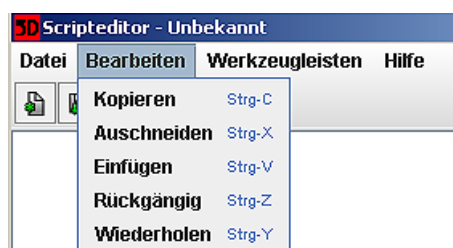


Abbildung 71: Das Bearbeitenmenü des Skript-Editors

- **Kopieren** - copys a script into the clipboard (alternativer Hot-Key: 'strg - c')
- **Ausschneiden** - schneidet ein Skript aus und legt es in die Zwischenablage (alternativer Hot-Key: 'strg - x')
- **Einfügen** - fügt ein Skript aus der Zwischenablage ein (alternativer Hot-Key: 'strg - v')
- **Rückgängig** - macht einen Arbeitsschritt rückgängig

- Wiederholen - wiederholt einen Arbeitsschritt

Werkzeugleiste öffnet ein PopUp-Menü mit folgendem Eintrag:

An / Aus - aktiviert oder deaktiviert die Werkzeugleiste



Abbildung 72: Hier kann die Werkzeugleiste ein oder ausgeschaltet werden

Hilfe öffnet ein PopUp-Menü mit folgenden Einträgen:

Hilfe aufrufen - öffnet die Hilfe-Seiten



Abbildung 73: Das Hilfemenü des Skripteditors

## 7.2 Arbeitsfläche

Die Arbeitsfläche besteht aus einem editierbaren Textfeld, welches standardmäßig leer geöffnet wird. In diesem Textfeld können die Jython-Skripte angegeben werden.

# 8 Polygon-Editor

Der Polygoneditor öffnet sich, wenn im Hauptmenü Extras -> Polygoneditor gewählt wird:

Der Polygoneditor besteht im wesentlichen aus zwei Bereichen:

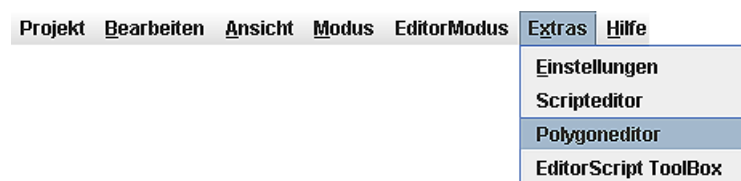


Abbildung 74: Öffnen des Polygoneditors

- Werkzeugleiste
- Arbeitsfläche

## 8.1 Werkzeugleiste

Die Buttons der Werkzeugleiste haben folgende Bedeutung:

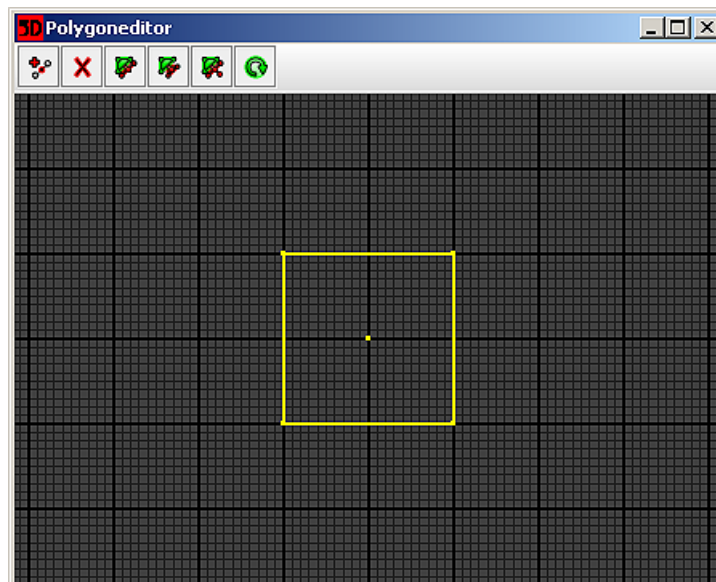



Abbildung 75: Der Polygoneditor

- Fügt dem Polygon einen neuen Vertex zu (wenn eine Kante selektiert wurde)
- Löscht einen selektierten Vertex
- Extrudiert das Polygon
- Extrudiert das Polygon zur Kante
- Extrudiert das Polygon zu dem Punkt
-  Rotiert das Objekt um den Punkt

## 8.2 Extrusion

Extrusion bedeutet, dass das Polygon in die Tiefe gezogen wird, dabei aber auch in der tiefen Ebene die selbe Breite und Höhe hat, es kommt zu keiner Verzerrung entlang der z-Achse.



Abbildung 76: Der Polygoneditor

## 9 Über uns

### **Wer wir sind:**

Wir sind Informatikstudierende der Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg. Im Rahmen unseres Studiums haben wir uns zu einer Projektgruppe zusammengeschlossen, wodurch die Arbeit im Team sowie das projektorientierte Arbeiten gefördert werden soll. Dieses Projekt ist elementarer Bestandteil des Studiengangs Informatik und erstreckt sich über 2 Semester, an deren Ende ein präsentierbares Ergebnis stehen soll.

### **Was das Thema unserer Projektgruppe ist:**

Unsere Projektgruppe trägt den Titel „Entwicklungsumgebung für 3D-Animation“. Auf Basis von OpenGL, einem von Silicon Graphics entwickelten Standard für 3D Computergrafik, sowie JOGL, einer OpenGL unterstützenden Programmbibliothek für Java, entwickeln wir eine 3D-Grafik-Engine, sowie einen darauf zugreifenden 3D-Welteditor. Mit diesem Editor soll es möglich sein, dreidimensionale Objekte zu erstellen und zu animieren. Aus einer Vielzahl solcher Objekte soll dann eine künstliche Welt erschaffen werden in der man sich frei bewegen kann. Das Akronym Yage<sup>2</sup>3D unseres Logos, steht für „Yet Another Game Editor & Engine in 3D“. Die hochgestellte 2 verbindet die beiden Entwicklungsschwerpunkte des Editors und der Engine.

### **Warum Diese und keine andere Projektgruppe:**

Die Meisten von uns sind seit der Zeit der ersten 3D-Computerspiele begeistert von der Materie, manche haben sich bereits in ihrer Freizeit mit Animationen oder auch bekannten 3D-Editoren befasst. Daher haben wir die Chance wahrgenommen uns der von Prof. Dr. Wolfgang Kowalk angebotenen Projektgruppe anzuschließen.

Weitere Informationen über uns erhalten Sie auf unserer Homepage [www.yage3d.de](http://www.yage3d.de).

## 10 Index

Wenn jemand weiß, wie man Indexe in  $\text{\LaTeX}$  automatisch setzten kann, bitte entweder bei Inga melden oder selber einbauen mit kurzer Anleitung, wie :)

## 11 Glossar

Wenn wir eines brauchen, kommt das hier hin. Leider habe ich keine Ahnung, wie man ein Glossar in  $\text{\LaTeX}$  einbaut, aber das finde ich schon heraus. Wenn es jemand weiß, kann diese Person auch hier eine kleine Einführung geben, wie Glossar-Einträge zu verwalten sind.

## 12 Appendix

Hier sind Anhänge zu finden

### 12.1 A: Short-Cuts

Hier können short-Cuts dokumentiert werden

### 12.2 B: Projekt-Datei-Struktur

Hier kann die Projekt-Datei-Struktur näher erläutert werden