



# Handbuch zu Version 3.2.0

*Auf Basis  
des englischen Handbuches zu Version 3.2.0  
übertragen , korrigiert & ergänzt  
von Konrad Wipp 2021*

## Teil I:

# Das Basisprogramm in seinen Modulen

von

**Julian MacDonald, Peter Eastman**

**und anderen**

**Willkommen bei**

**Art of Illusion**

**dem Alles-in-Einem Open Source 3D  
Modellierungs-, Animations- und Render-Studio  
geschrieben von Peter Eastman (und anderen)**



# Inhalt des Handbuches (Teil I)

## 1. AoI – Grundlagen

<b><u>1.1. Überblick</u></b>	
<b><u>1.2. Kennenlernen des Programms</u></b>	
<b><u>1.2.1. Aufbau des Hauptbildschirmes</u></b>	<b><u>1.2.8. Hilfsliniengitter (Grid)</u></b>
<b><u>1.2.2. Ansichten-Fenster</u></b>	<b><u>1.2.9. Koordinatenachsen</u></b>
<b><u>1.2.3. Darstellungsarten</u></b>	<b><u>1.2.10. Datei-Menü</u></b>
<b><u>1.2.4. Bild-Schaltflächen (Icons)</u></b>	<b><u>1.2.11. Bearbeiten-Menü</u></b>
<b><u>1.2.5. Objektliste &amp; -Eigenschaftentafel</u></b>	<b><u>1.2.12. Hintergrundbilder verwenden</u></b>
<b><u>1.2.6. Objekte ausblenden / anzeigen</u></b>	
<b><u>1.2.7. Objekte sperren / freigeben</u></b>	<b><u>1.2.13. Tastatur-Befehlskürzel</u></b>

## 2. AoI – Objektarten

<b><u>2.1. Grundkörper</u></b>	<b><u>2.5. Skelette / Knochen</u></b>
<b><u>2.2. Kurven &amp; Polygone</u></b>	<b><u>2.6. Röhren Objekte</u></b>
<b><u>2.3. Spline Meshes (Netzflächen)</u></b>	
<b><u>2.4. Dreiecks (Tri-) Meshes</u></b>	<b><u>2.7. Referenzbildtafeln</u></b>

## 3. AoI – Modellierwerkzeuge

<b><u>3.1. Vervielfältigen (Array)</u></b>	<b><u>3.5. Boolesches Verknüpfen</u></b>
<b><u>3.2. Extrudieren (Extrude)</u></b>	<b><u>3.6. Röhre (Tube) bilden</u></b>
<b><u>3.3. 'Dreheln' (Lathe)</u></b>	<b><u>3.7. Text erzeugen</u></b>
<b><u>3.4. Überkleiden (Skin)</u></b>	

#### **4. AoI – Objektbearbeitung**

**4.1. Objekt erstellen**

**4.2. Objekt gestalten**

**4.3. Objekt verändern**

**4.4. Objekt ausrichten**

**4.5. Objekt umbenennen**

**4.6. Objekt kopieren**

#### **5. AoI – Beleuchtung**

**5.1. Punktlichter**

**5.2. Gerichtete Lichtquellen**

**5.3. 'Bündelbares' Licht – Spots**

**5.4. Prozedurale Lichter**

**5.5. Beleuchtungseffekte**

**5.5.1. 'Naturgetreue' Lichtquellen**

**5.5.2. Folien, Schatten-/ Lichtmasken  
& Lichtdurchlässigkeit**

#### **6. AoI – Bildquellen**

**6.1. Der Bildverwaltungsdialog**

**6.2. Bilder importieren**

**6.3. Bildverwaltungswerkzeuge**

#### **7. AoI – Texturen**

**7.1. Einheitliche Texturen**

**7.2. Bildbasierte Texturen**

**7.3. Prozedurale Texturen**

#### **8. AoI – Texturen an Objekte zuweisen**

**8.1. Einfache Texturen**

**8.2. U-V Mapping**

**8.3. Geschichtete Texturen**

**8.4. Texturparameter**



## **9. AoI – Material**

<b><u>9.1. Einheitliches Material</u></b>	<b><u>9.3. Material Objekten zuweisen</u></b>
<b><u>9.2. Prozedurales Material</u></b>	

## **10. AoI – Bilder Rendern**

<b><u>10.1. Kameras</u></b>	<b><u>10.5. (Globale) Ausleuchtung, Brechungsreflexe &amp; Streuschichtstrahlung (SSS)</u></b>
<b><u>10.2. Umgebungseinstellungen</u></b>	
<b><u>10.3. Raster Renderer</u></b>	
<b><u>10.4. Raytracer Renderer</u></b>	
	<b><u>10.6. Sichern gerenderter Bilder</u></b>

## **11. AoI – Animation**

<b><u>11.1. Die Zeitleiste (Score)</u></b>	<b><u>11.3. Spuren Hinzufügen &amp; Bearbeiten</u></b>
<b><u>11.2. Keyframes (Schlüsselmarkierungen)</u></b>	
	<b><u>11.4. Animationen Vorschau &amp; Rendern</u></b>

## **12. AoI – Skripten**

<b><u>12.1. Objektskripte</u></b>	<b><u>12.3. Startskripte</u></b>
<b><u>12.2. Werkzeugskripte</u></b>	
	<b><u>12.4. Skripte- &amp; Pluginmanager</u></b>

## **13. AoI – Ansichten Management**

<b><u>13.1. Grundlegende Ansichtensteuerungen</u></b>
<b><u>13.2. Erweiterte Ansichteneinstellungen</u></b>



# 1. AoI - Grundlagen



## 1.1. Überblick

**Art of Illusion (= AoI)** ist ein Programm zur Erzeugung hochwertiger photorealistischer (oder nicht-photorealistischer) Standbilder und Animationen (entweder im \*.mov Format oder als eine Sequenz von Standbildern die mit Nutzung anderer Programme zur Erstellung von Filmdateien aneinandergehängt werden können). Bilder werden durch das Rendern von Szenendateien erzeugt. Diese Szenendateien müssen einzelne 3-D Objekte enthalten, wenigstens ein Licht (oder eine Art Globaler Beleuchtung), damit die Objekte erkennbar sind und wenigstens eine Kamera, deren Sicht das Bild bereithält. Komplexe Szenen können viele hundert Objekte und mehrere Lichter enthalten. Dateien die zur Animation errichtet sind, können mehrere Kameras besitzen, zwischen denen die Ansicht geschnitten wird um eine interessante Animationssequenz zu schaffen.

3-D Objekte gibt es in 4 grundlegenden Sorten: Grundkörper, Spline Netze (=Meshes), Dreiecks Meshes und Röhren, die alle im Einzelnen später in diesem Handbuch beschrieben werden. **Art of Illusion** besitzt höchst vielseitige, aber einfach anwendbare Editoren für Texturen (Oberflächeneigenschaften wie Farbe, Rauheit, Glanz, Transparenz usw.) und Materiale (Inhaltseigenschaften zur Simulation von Glas, Rauch usw.).

Animation von Objekten innerhalb einer Szene wird mit einem Keyframe (Schlüsselmarken) System erreicht, das Skelettunterstützung zur Verwendung vorwärtsgerichteter und inverser kinematischer Animation einbezieht.

Das Rendern der Szenedatei wird mit einem schnellen Rasterrenderer oder einem hochwertigen Raytracer erwirkt, der fotorealistische Bilder erzeugen kann. Bewegungsunschärfe, Schärfentiefe, Globale Beleuchtung und Lichtbündelungsreflexe werden unterstützt.

Zusätzlich enthält **Art of Illusion** eine Möglichkeit zum Erstellen von Skripten, was die Schaffung neuer Objekttypen und Werkzeuge neben virtuell unbegrenzten anderen Möglichkeiten über die beiden Skriptsprachen Beanshell und Groovy gestattet.

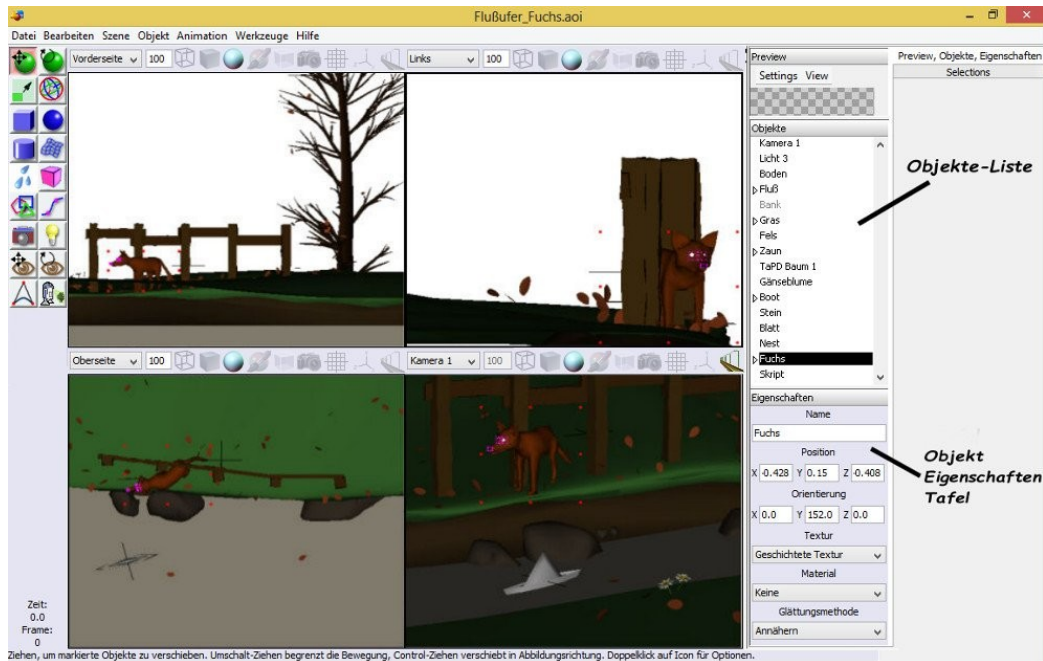
Es sind auch Erweiterungen (Plugins) und Skripte verfügbar, die zusätzliche Objekte und Werkzeuge ermöglichen – siehe den Skripte- und Pluginsmanager zu Einzelheiten, wie diese zu finden und einrichtbar sind. Dieses Handbuch beschreibt im Einzelnen nur das **AoI** Grundprogramm – bitte ziehe die Entwicklerdokumentationen für deren eigene Skripte und Plugins zu Rate (*die in Teil II des Handbuches zusammengetragen sind*).

Eine gute Stelle um anzufangen, es sei denn, Du willst erst das ganze Handbuch lesen, sind die Tutorials, die sich auf der **AoI** Web Seite ([www.artofillusion.org](http://www.artofillusion.org)) finden. Das Stundenglas Tutorial gibt eine exzellente Einführung in die Programmnutzung und nützliche Einzelheiten zur Textur/Material Unterstützung; aber auch in anderen Tutorials sind Meshes verfügbar.

## 1.2. Kennenlernen des Programms

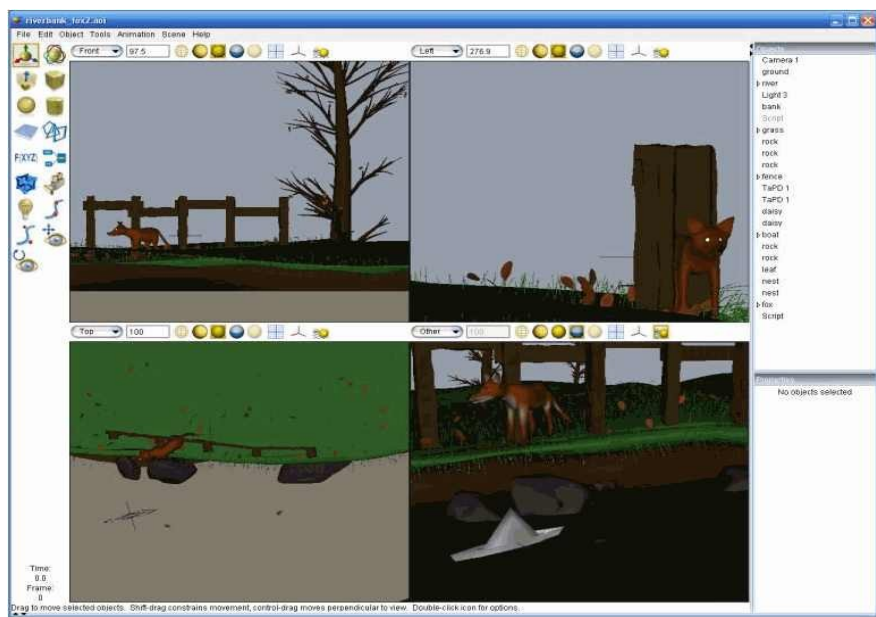
### 1.2.1. Aufbau des Hauptbildschirms

Der untenstehende Screenshot zeigt den Hauptbildschirm:



Bitte beachte, dass **Art of Illusion** seit Version 1.8 eine Benutzer-Schnittstelle (UI) verwendet, die auf Java Swing basiert. Das bedeutet, dass "Look & Feel" der Schnittstelle in gewissem Umfang angepasst werden können. (siehe im Kapitel Skripten für Einzelheiten). Außerdem ist es seit Version 2.5 möglich, dass Erweiterungen (Plugins) Bildschirm-darstellung, Bildschaltflächen (Icons) usw. ändern können.

Schau mal, wie die Plugins DisplayModelIcons und ElectricWaxTheme, die über den Skripte & Erweiterungs Manager herunterladbar sind - das oben Gezeigte beispielsweise so ändern:



Der Hauptschirm ist in verschiedene Bereiche unterteilt: Die 4 interaktiven Ansichten-Fenster, die Objekt-Liste und Objekt-Eigenschaften-Tafel, sowie die Werkzeug-Icons, von

denen jedes im Einzelnen unten beschrieben ist. Der Animationszeitstreifen kann auch angezeigt werden - für Näheres siehe den Abschnitt [Animation](#). Die Seitenleisten sind dockfähig, so daß das Aussehen des Aufbaus zusammengepaßt werden kann, wie gewünscht - Einfach am oberen Balken der Objekt Liste, an der Werkzeuleiste, oder dem Zeitstreifen ziehen und das jeweilige Panel so zur Ober-, Unterkante oder den Seiten des Programmfensters versetzen.

## 1.2.2. Ansichten-Fenster

Die 4 Arbeitsfenster im Hauptbereich des Bildschirms zeigen verschiedene Ansichten der Szene. Standardmäßig bieten die oberen 2 Fenster und das linke untere Fenster parallele oder orthogonale Ansichten von vorne, seitlich bzw. oben, während das rechte untere Fenster die perspektivische Sicht der aktuell gewählten Kamera zeigt. Diese Ansichten können leicht über die Ausklapp-Listen oberhalb jedes Ansichten-Fensters geändert werden.

Das aktive Fenster erkennt man an der dickeren Außenlinie - im obigen Beispiel ist es das obere rechte Fenster. Das ist wichtig für alle durchgeführten Operationen die in einem Fenster funktionieren. Um das aktive Fenster zu wechseln, bewege einfach den Cursor ins gewünschte Fenster und klicke.

In allen Ansichten-Fenstern kann unabhängig (von einander) verschoben, gezoomt und rotiert werden, benutzt man die Kamera-Icons .

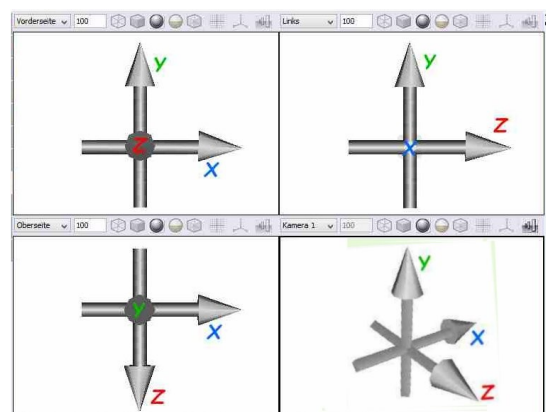
### Zoom/Vergrößerung :

- Wähle den Verschiebe Modus mit Klick auf  aus, dann die **<STRG>**-Taste gedrückt halten und mit gleichzeitig gedrückter rechter Maustaste die Maus aufwärts (herauszoomen / "verkleinert") oder abwärts (hineinzoomen / "vergrößert") bewegen. Oder,
- benutze das Scrollrad - runter scrollen zoomt ein, aufwärts scrollen zoomt aus. Wenn währenddessen die **<ALT>**-Taste gedrückt wird, geschieht das Zoomen in größeren Schritten.

Für eine genauere Darlegung der verschiedenen Ansichten Optionen und fortgeschrittener Möglichkeiten Deinen Blickwinkel auf die Szene zu verändern, siehe bitte das Kapitel [Ansichten Management](#).

Findest Du es einfacher, mit einem großen Fenster zu arbeiten, wähle Szene → Eine Ansicht des Hauptmenüs (oder **<STRG+B>**) und das aktuell gewählte Fenster füllt die Arbeitsfläche. *(Mit dem Tastaturkürzel läßt sich schneller zwischen einem großen und den vier kleineren Darstellungsfenstern hin und her schalten!)*

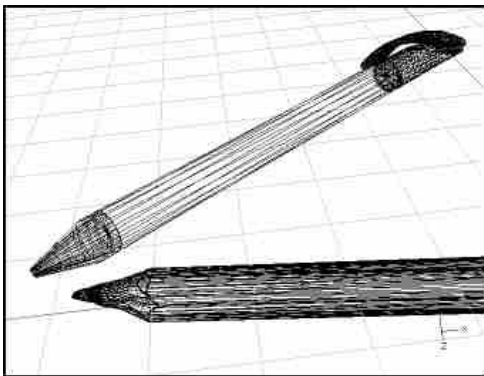
Noch etwas Wissenswertes ist die Ausrichtung des verwendeten Koordinatensystems, da das bei 3D-Programmen gern variiert. **Art of Illusion** benutzt ein "rechtshändiges" Koordinatensystem, d.h.: Wenn die positive X-Achse (wie ein rechter Daumen) nach rechts zeigt und die positive Y-Achse (wie der rechte Zeigefinger) nach oben, - dann zeigt die positive Z-Achse (wie der rechte Mittelfinger) aus dem Monitor heraus. Wenn Du hierin die Vorderansicht siehst, verläuft die Y-Achse von unten nach oben - die X-Achse von links nach rechts und die Z-Achse von hinten nach vorne. Die Achsen für die voreingestellten Ansichten verlaufen damit wie das Bild zeigt:



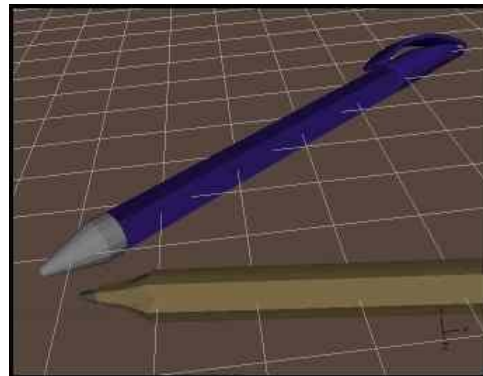
Manchmal ist es hilfreich, schnell die ganze Szene oder ein bestimmtes Objekt im Arbeitsfenster vollständig sichtbar machen zu können. Das wird einmal über **Ansicht → Fit to Selection (Auf markierte Objekte anpassen)** erreicht, was Zoom-Stufe und Ausmittlung der Nicht-Kamera-Ansichten-Fenster so einstellt, daß das gewählte Objekt zur Gänze betrachtbar hineinpaßt, zum Anderen über **Ansicht → Fit to All (Auf gesamte Szene anpassen)**, was dann die komplette Szene gleichermaßen formatfüllend in die jeweiligen Fenster einfügt.

### 1.2.3. Darstellungsarten

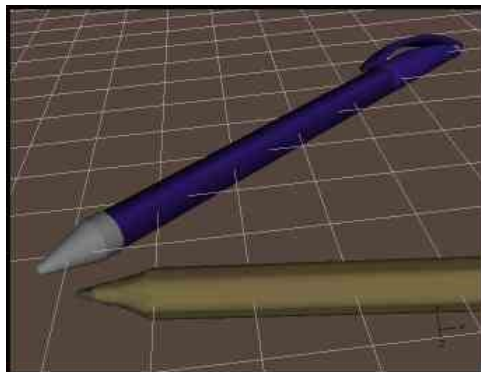
Es gibt 6 Möglichkeiten, die **AoI** für die Echtzeitdarstellung von Szenen in den Ansichten nutzt: **Drahtgitter** Vorschau, **Schattierte (Shaded)** Vorschau, **Geglättete** Vorschau, **Texturierte** Vorschau, **Transparente** Vorschau und **Gerenderte** Vorschau. Die Vorschauart wird ausgewählt über die obere Menü-Leiste **Anzeige → Anzeigemodus → Drahtgitter / Schattiert / Geglättet / Texturiert / Transparent (Gerendert fehlt hier!)** und bestimmt nur die Darstellung im aktiven Fenster. (Zur Erinnerung: Das mit dem dickeren Rahmen!) Der Unterschied zwischen den Darstellungen ist in der Bildfolge unterhalb gezeigt:



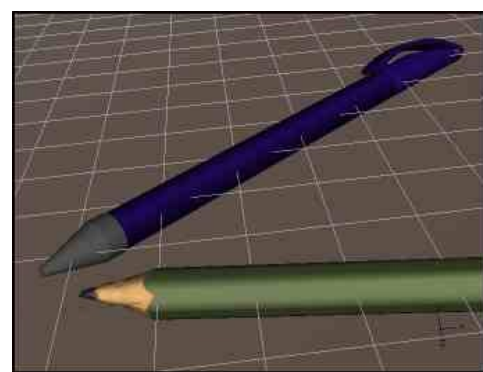
*Drahtgitter*



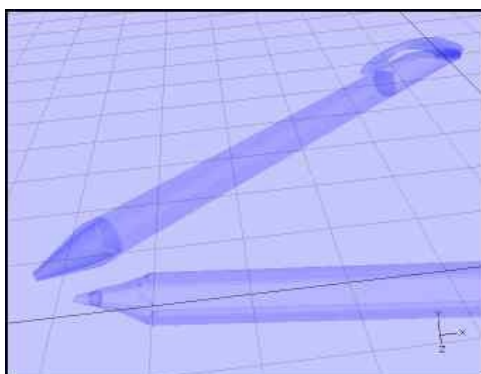
*Schattiert*



*Geglättet*



*Texturiert*



*Transparent*



*Gerendert*



Diese Vorschauarten lassen sich auch per Klick auf die entsprechende Bildschaltfläche (= Icon) oberhalb der jeweiligen Ansicht einstellen, wie rechts erläutert:



Die Wahl der Vorschau-Art kann die Durchführung von Echtzeit Darstellungen wie Kamera-Bewegungen, Drehen, Verschieben und Animationsvorschauen von Drahtgitter → Schattiert → Geglättet → Texturiert → Gerendert zunehmend **verlangsamen** beeinflussen. Je nach Ausstattung des genutzten Rechners, wird sich dies bei umfangreichen Szenen noch stärker bemerkbar machen. **Für exaktes Animationstiming empfiehlt es sich daher immer, Testfilme zu rendern.**

Sei gewärtig, dass schattierte und geglättete Vorschauen vereinfachte Farben zeigen, die den, jedem Objekt zugewiesenen Texturen ähneln. Die texturierte Vorschau bietet eine etwas bessere Darstellung der aktuellen Texturen, aber die gerenderte Vorschau zeigt erst genau, wie die Objekte wirklich aussehen werden. Siehe die Kapitel [7. Textur](#) bis [9. Material](#) für weitere Einzelheiten.

### 1.2.4. Bild-Schaltflächen (Icons)

An der linken oberen Seite des Hauptprogrammschirms sind Bildschaltflächen / Icons zur schnellen Anwahl der gängigen Hilfsmittel / Werkzeuge. Diese ermöglichen Dir neue Objekte zu erstellen und vorhandene zu verschieben, zu drehen und zu skalieren. Wenn der Cursor über einem der Icons etwas ruhig gehalten wird, erscheint eine Textfahne, zu dessen Funktion.

Das Bild rechts liefert eine Kurzerläuterung für jedes Icon.

Die Hilfsmittel / Werkzeuge selbst werden in den betreffenden Abschnitten dieses Handbuches genauer erklärt.

Objekt verschieben		Objekt drehen	
Objekt skalieren		Bewegen/Skalieren/Drehen	
Quader erzeugen		Ellipsoid erzeugen	
Zylinder erzeugen		Spline Mesh erzeugen	
Polygon erzeugen		Kurve erzeugen	
Kamera erzeugen		Licht erzeugen	
Kamerablick verschieben		Kamerablick drehen	

Für jedes verwendete Hilfsmittel / Werkzeug gibt es eine Zeile Text an der Unterseite des Programmschirms von **AOI**, in der kurz dessen Anwendung beschrieben wird.

Mit den Hilfsmitteln/Werkzeugen "**Verschieben**" und "**Drehen**" können Objekte um ein Pixel per Tastendruck mit den **Pfeiltasten** der Tastatur bewegt werden und um 10 Pixel, wenn dazu die **<ALT>**-Taste gedrückt gehalten wird.

Das Hilfsmittel "**Bewegen/Skalieren/Drehen**" hält eine Sammlung von Steuerungen zum Bewegen, Skalieren und Drehen des gewählten Objektes bereit, ohne das Werkzeug wechseln zu müssen. Es wird im Abschnitt über die Bearbeitung von Netzen (Meshes) detailliert beschrieben.

Die **Leertaste** kann benutzt werden, um schnell zwischen Werkzeugen zu wechseln. Sie zu drücken, schaltet zwischen dem voreingestellten Hilfsmittel/Werkzeug ("**Verschieben**" oder "**Verschieben/Skalieren/Drehen**", abhängig von deinen [Einstellungen](#)) und dem zuletzt benutzten Hilfsmittel/Werkzeug um.

### 1.2.5. Objektliste & Eigenschaftentafel

Schließlich, auf der rechten Seite des Hauptbildschirms, finden sich die Objekte-Liste (standardmäßig oben angeordnet) und die Eigenschaften-Tafel (standardmäßig darunter platziert)

.Nicht wirklich überraschend, ist die **Objekte-Liste** eine Auflistung aller Objekte in der Szene, einschließlich Kamera(s) und Lichtern.

Objekte können zur Bearbeitung aus dieser Liste einfach durch Anklicken gewählt werden. Um mehrere Objekte gemeinsam zu selektieren, während des Auswahlklickens lediglich die **<STRG>**-Taste gedrückt halten, oder, um eine durchgängige Reihe auszuwählen, nach Anklicken des ersten Objektes die **<↑>**-Taste gedrückt halten, auf das letztgewünschte Objekt klicken, und alle dazwischen eingetragenen Objekte sind mit ausgewählt.

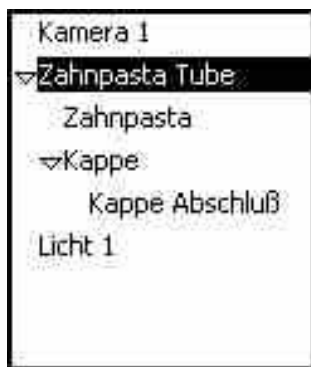
Etliche Objektarten (z.B. Kurven, Splines und Mesh-Objekte) gestatten ein Bearbeiten zusätzlich zum Standard Verschieben, Drehen und Skalieren. Doppelklicken auf diese Objekte in der Objektliste öffnet die jeweils zuständige Bearbeitungsumgebung (siehe [Objekte bearbeiten](#)).

Diese Liste erlaubt auch das hierarchische Arrangieren von Objekten, so dass mehrere Objekte '**Kinder**' anderer Objekte sein können. Verschieben, Skalieren und Drehen des 'Eltern'-Objektes kann bei den 'Kind'-Objekten ergeben, daß sie ebenfalls verändert werden, abhängig von der Werkzeugeinstellung (siehe [Objekt verändern](#)).

Ein Objekt kann zu einem Kind eines anderen Objektes gemacht werden, indem man es mit gedrückter linker Maustaste dem gewünschten Elter "unterschiebt". Ein Pfeilbalken zeigt dabei an, wo und auf welcher hierarchischen Ebene das Objekt "landen" wird:

Einrücken dieses Balkens nach rechts bedeutet, das das Objekt ein Kind des Listenobjektes über ihm werden könnte. Das Loslassen der Maustaste bewirkt dies. Das Elternobjekt zeigt dann an seiner linken Seite ein nach unten weisendes Dreieck als Zeichen dieser Hierarchie. Ein Klick auf dieses Dreieck verbirgt das Kind, und das Dreieck weist nach rechts.

Eine Eltern-Kind Beziehung einzurichten, kann auch in [Animationen](#) hilfreich sein.



Im Beispiel links ist die Objekt-Hierarchie für die Szene einer Zahnpastatube gegeben.

In diesem Fall sind 'Zahnpasta' und 'Kappe' Kinder von 'Zahnpasta -Tube', und 'Kappe Abschluß' ist Kind von 'Kappe'.

Umwandlungen, die 'Zahnpastatube' erfährt, können so eingestellt werden, daß sie alle erwähnten (Unter)objekte betreffen, während jene, die für 'Kappe' gelten, nur 'Kappe' und 'Kappe Abschluß' beeinflussen.

Falls erforderlich, kann die Objektliste auch aus der Ansicht entfernt und wieder gezeigt werden: Mit Menüklick **Ansicht** →

**Objektliste ausblenden/einblenden**, oder direkt über Anklicken des nach *rechts* zeigenden schwarzen Dreieckchens, oben auf dem rechten Rahmenbalken des Ansichten-Fensters.

Dann geht die Wiederöffnung bzw. das Sichtbarmachen der ausgeblendeten Liste nur



über Anklicken des darüberliegenden, nach *links* zeigenden schwarzen Dreieckchens.

Rechts-Klicken auf Objekte in der Objekte-Liste öffnet ein Menü mit Befehlen, die auf das Objekt anwendbar sind, einschließlich z.B. Bearbeitungswerkzeugen, Zuweisen von Textur und Material und der Möglichkeit das Objekt anzuzeigen/auszublenden. Diese Optionen kann man auch mit Rechtsklick auf die Objekte direkt im Ansichten-Fenster aufrufen.

Die **Eigenschaften-Tafel** im unteren Beispiel zeigt verschiedene einstellbare Eigenschaften für das aktuell ausgewählte Objekt.



Die auf dieser Tafel ausgewiesenen Eigenschaften hängen von der Art des gewählten Objektes ab. In diesem Beispiel sind die Eigenschaften eines Ellipsoidobjektes (Kugel) angezeigt und können bearbeitet werden.

Die Werte für 'Position' und 'Orientierung' können direkt eingegeben werden. 'Textur' und 'Material' können ebenfalls (per Listenauswahl) zugewiesen werden.

Die X-,Y- und Z-Radien des Objektes können direkt in die betreffenden Textfelder eingegeben werden, oder über ihre Kontrollknöpfe rechts daneben. Um mit diesen zu arbeiten, einfach den Mauscursor auf den Knopf setzen, und mit gedrückter linker Maustaste links oder rechts ziehen. Um bei jeder Knopfumdrehung größere Wertänderungen zu bewirken, kann man die **<ALT>**-Taste während des Knopfdrehens gedrückt halten.

### 1.2.6. Objekte ausblenden / anzeigen

Manchmal ist es nützlich, Objekte ausblenden zu können, z.B. in einer sehr unübersichtlichen Szene, wo manche Objekte genau diejenigen überlagern, die man bearbeiten möchte. *(Zudem kann die Performance während des Arbeitens verbessert werden.)* Um Objekte auszublenden, markiert man sie in der Objekte-Liste oder einem der Ansichten-Fenster, und klickt auf **Objekt → markierte Objekte ausblenden**. Alternativ dazu führt ein Rechtsklick auf den Listeneintrag, oder das Objekt selbst in einer Ansicht, direkt zur Listenauswahl, wo **Markierte Objekte ausblenden** wählbar ist. Das Ausblenden unterbindet auch das Rendern der gewählten Objekte. Nützlich beim Proberendern bestimmter Objekte. *(Nur Rechtzeitig wieder einblenden!)* Ausgeblendete Objekte erscheinen bis zur Wiedereinblendung lediglich in der Objektliste – in hellgrauer Schrift *(oder, wenn sie markiert sind, grau hinterlegt mit weißer Schrift)*.

Um Objekte wieder anzuzeigen, wähle entweder im Menü **Objekt → Markierte Objekte anzeigen** oder **Objekt → Alles anzeigen**, oder markiere das/die gewünschte(n) Objekt(e) der Objekte-Liste und klicke dann, wie oben, über das Menü **Objekt**, oder komfortabler, per Rechtsklick auf **Markierte Objekte anzeigen**.

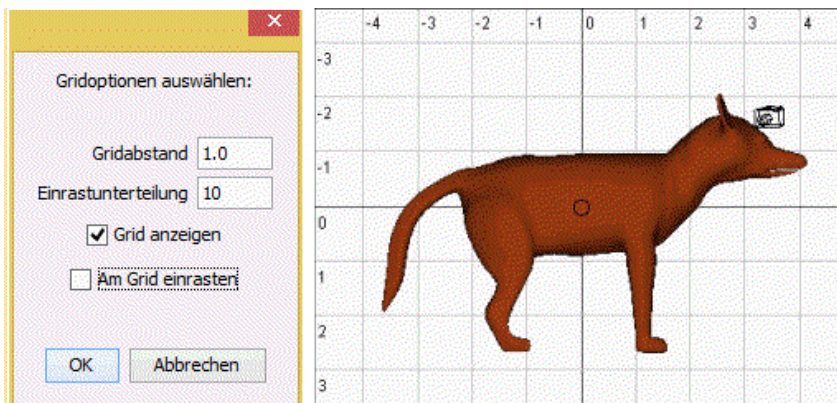
### 1.2.7. Objekte sperren / freigeben

Ein weiteres brauchbares Hilfsmittel, wenn man eben mal an nur wenigen Objekten arbeiten will, ist, die übrigen Objekte zu **sperren**. Sobald ein Objekt gesperrt ist, werden in der Ansicht alle Klicks darauf ignoriert. Es ist weiterhin sichtbar (anders als beim Ausblenden), aber in jeder anderen Hinsicht benimmt es sich, als ob es nicht da wäre. Um Objekte zu sperren, wählt man sie an und klickt dann auf **Objekt → Sperre Auswahl**. Alternativ dazu wirkt auch hier der Rechtsklick auf das Objekt selbst in einem Ansichten-Fenster, oder auf den Eintrag in der Objekte-Liste und dann die Wahl **Sperre Auswahl**.

Will man Objekte wieder **freigeben**, geht die Auswahl dieses Mal nur über die Objektliste (denn in den Ansichten-Fenstern reagiert natürlich nichts Gesperrtes). Dann wieder entweder über das Menü **Objekt**, oder den Rechtsklick in der Liste zu **Entsperre Auswahl**. Allerdings bietet bis auf Weiteres *ausschließlich* das **Objekt-Menü** die umfassende wirksame Option **Entsperre Alle**.

### 1.2.8. Hilfsliniengitter (Grid)

Mitunter ist es hilfreich, Objekte genau positionieren zu können, und das Einschalten des Hilfsliniengitters (Grid) im Hintergrund kann dies unterstützen. Das Grid wird entweder über die Schaltflächen mit dem Gitter oberhalb der Ansichtenfenster fensterspezifisch ein oder aus gestellt, oder per **Ansicht** → **Hintergrundgitter...** übergreifend aktiviert, was dann die (links unten) folgende Dialogbox öffnet:

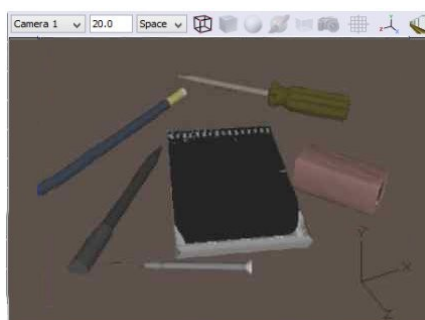


Der **Gridabstand** bestimmt den Raum zwischen den Linien des Hilfsgitters (Grid). Um das Gitter sichtbar zu machen, kann man bei **Grid anzeigen** per Klick ein Häkchen im Kontrollkästchen setzen. Ist das Häkchen sichtbar, ist auch das Grid zu sehen.

Es ist ebenso möglich einen Modus **Am Grid einrasten** zu aktivieren, der Objekte dazu zwingt an bestimmten Stellen einzurasten, statt ihnen vollständige Bewegungsfreiheit zu belassen. Klicke ein Häkchen in das Kontrollkästchen zur Aktivierung und gib die entsprechende Zahl bei der **Einrastunterteilung** an. Das ist die gleichmäßig verteilte Zahl an zulässigen Positionen innerhalb jedes Grid-Quadrates. Je höher diese Zahl, um so mehr "Bewegungsfreiheit" besteht. Im Beispiel oben würden Objekte an jedem Zehntel der Linienzwischenräume des Grids einrasten können, wenn die **Am Grid einrasten** -Option ihr Einschalthäkchen hat und das Einschalten des Hilfsliniengitters mit dem OK Knopf bestätigt wird. Das Grid so einzuschalten, zeigt es in allen Ansichtenfenstern. Darüber hinaus wird es in perspektivischen Ansichten als Grundebene dargestellt.

### 1.2.9. Koordinatenachsen

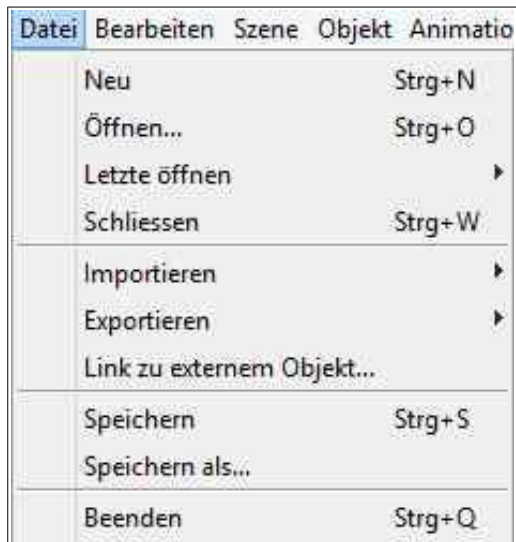
Beim Herumnavigieren in einer 3D-Szene kann bisweilen möglicherweise Deine Orientierung spurlos abhanden kommen. Um sich in dieser Lage helfen zu können, lassen sich die Koordinaten-Achsen über **Ansicht** → **Koordinatenachse anzeigen** einschalten. (*Noch etwas leichter lassen sich die dazu ansichtsspezifisch wirkenden Icons über jedem Ansichtenfenster finden.*) Damit werden drei Linien dargestellt, benannt mit x, y und z, die die Achsen repräsentieren, wie unten (*leider nur schlecht*) zu sehen:



Wenn gewünscht können die Achsen auch wieder ausgeblendet werden via **Ansicht** → **Koordinatenachsen verstecken** (oder einzeln über das Ansichtssicon).

## 1.2.10. Datei Menü

Das am weitesten links gelegene Menü der oberen Menüleiste, **Datei**, erlaubt verschiedene Dateioperationen auszuführen. Wer darauf klickt, bekommt folgendes Menü angezeigt:



**Neu** eröffnet, zum Entwerfen einer neuen Szene, eine neue Instanz von **Art of Illusion**. Eine solche, ansonsten leere Szene enthält als Grundausstattung immer eine Kamera und eine gerichtete Lichtquelle.

**Öffnen...** Öffnet eine vorhandene **Art of Illusion**-Datei in einer eigenständigen Instanz (= zusätzlicher Programmneustart).

**Letzte öffnen** zeigt eine Liste der letzten 10 geöffneten Dateien und ermöglicht in direkter Auswahl eine davon zu öffnen.

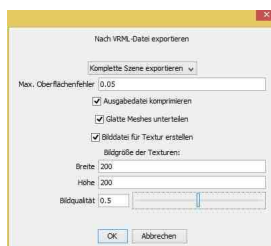
**Schliessen** schließt die aktuelle Szene. War die Szene als einzige **AoI** Instanz geöffnet, wird **Art of Illusion** insgesamt beendet.

**Importieren** ermöglicht es, in **AoI** Dateien anderer Formate zu öffnen. In Version 3.2.0 ist das einzige unterstützte Dateiformat wavefront \*.obj, und der Importfilter gestattet auch OBJ Material zu importieren. Wähle dafür bei Anforderung einfach die OBJ Datei und die dazu korrespondierende Material-Datei wird automatisch ausgelesen und zu einer **AoI**-Textur umgewandelt. Das Objekt wird zudem beim Import automatisch skaliert um besser auf **AoI** Skalierungseinheiten zu passen. *(Dennoch sind nach wie vor weitere Formate annonciert, die aber wohl mit den jüngsten Datenstrukturänderungen von AoI noch nicht wieder verlässlich funktionieren. In Version 3.2.0 sind das derzeit (Mai 2021): \*.3ds, \*.dxf, \*.dem, \*.lwo, \*.pov, \*.inc, \*.stl, \*.svg, \*.svz, \*.geo.)*

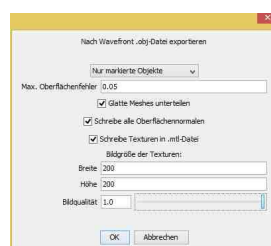
**Exportieren** **AoI** kann 3D Modelle / Szenen in anderen Datei-Formaten als \*.aoi ab-speichern: Exportiert werden können in Version 3.2.0 entweder Wavefront OBJ-, VRML- oder Povray v3.5-Dateien, einschließlich teilweiser Unterstützung für Texturen. *(Die annoncierten Collada DAE, STL und XML Filter funktionieren gleichfalls nicht mehr richtig).* Man kann wählen, ob man die **ganze Szene** oder nur ein **markiertes Objekt** exportieren möchte. Dabei läßt sich in der entsprechenden, unten gezeigten Dialogbox die maximale Oberflächenabweichung vom **AoI**-Original bestimmen. Ein niedrigerer Wert (z.B. 0,01) erhöht die Genauigkeit und damit die Komplexität der Objektdarstellung, was eine umfänglichere Exportdatei ergibt.

Mit OBJ und VRML exportierte 2D Texturen werden als \*.jpg-Bilder in der, im Dialogfenster festlegbaren Qualität und Größe ausgegeben/gespeichert.

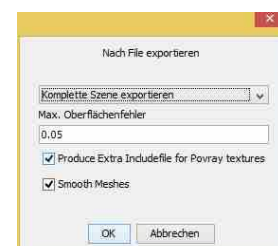
Weitere Optionen für VRML und Povray (als Beispiele) zeigen die folgenden Dialogboxen:



VRML Export Optionen Dialog

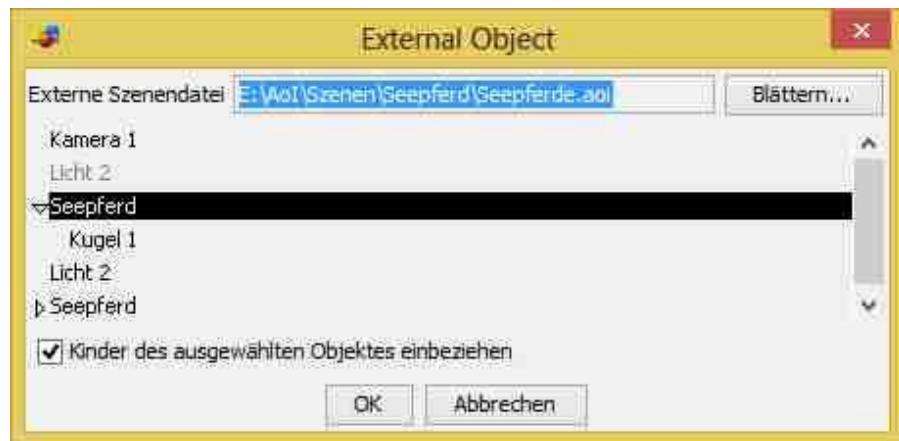


OBJ Export Optionen Dialog



Povray Export Optionen Dialog

**Link zu externem Objekt ...** ist eine Möglichkeit ein Objekt aus einer anderen **AoI**-Datei in der aktuellen Szene über einen dynamischen Link zu dessen Datei zu nutzen. Wird das Quell-Objekt verändert, sind bei dieser Methode davon automatisch all jene Dateien informiert, die Links zu diesem Objekt enthalten.



Das ermöglicht z.B., einen Charakter zu modellieren, der in einer Datei geschaffen und gesichert ist, so aber in vielen anderen Szenerien benutzt werden kann. - Modifikationen des Charakters werden dann an der Originaldatei vorgenommen und automatisch in allen Szenen verwendet, die diesen Link enthalten.

Die Anwahl dieser Option öffnet eine dem Beispiel oben entsprechende Dialogbox, in der man erst den Pfad für die gewünschte **AoI** Datei auswählt, und dann jenes in dieser Datei enthaltene Objekt, das verlinkt werden soll (*hier schon per Klick gewählt und daher schwarz unterlegt*). Kinder der Objekte lassen sich auf Wunsch mit einbinden (= Häkchen setzen per Klick).

**Speichern** sichert die aktuelle Datei/Szene mit dem vorhandenen Namen oder fordert einen neuen Namen an, falls die Szene vorher noch nicht gesichert wurde. Es wird eine 'sicher speichern' Methode benutzt, die gewährleistet, dass die Datei ordentlich gesichert ist, ehe existierende Daten überschrieben werden.

**Speichern als...** erlaubt, die Datei mit anderer Benennung zu speichern.

**Beenden** schließt alle offenen **AoI** Dateien und beendet **AoI** komplett. Man wird aufgefordert noch nicht gesicherte Dateien zu speichern.

## 1.2.11. Bearbeiten Menü

Das **Bearbeiten** Menü der oberen Menüleiste hält einige sehr brauchbare Auswahl-Werkzeuge und Hilfsmittel zur grundlegenden Bearbeitung von Objekten bereit.

Bearbeiten	Szene	Objekt	Animation	Werkzeuge	Ansicht
Rückgängig				Strg+Z	
Wiederholen				Strg+Umschalt+Z	
Ausschneiden				Strg+X	
Kopieren				Strg+C	
Einfügen				Strg+V	
Löschen					
Unterobjekte markieren					
Alles markieren				Strg+A	
Select None				Strg+D	
Abhängige Kopie erzeugen					
Abhängige Kopie vom Original lösen					
Einstellungen...					
Plugin Preferences					

**Rückgängig** macht die letzte Aktion einschließlich An- und Abwahlen, rückgängig oder stellt mit jedem weiteren Klick den davor liegenden Zustand her. (*Voreingestellt sind 6 Schritte, was sich aber ändern läßt; siehe **Einstellungen...** weiter unten*).

**Wiederholen** stellt den Zustand vor dem letzten Rückgängig wieder her, oder wiederholt die vorangegangene Aktion.

**Ausschneiden** kopiert jedes aktuell angewählte Objekt in den Zwischenspeicher und löscht es aus der Szene.

**Kopieren** wirkt fast wie **Ausschneiden**, jedoch bleiben die Originalobjekte in der Szene erhalten.

**Einfügen** erstellt mit jedem Klick ein neues Objekt entsprechend dem nach **Ausschneiden** oder **Kopieren** im Zwischenspeicher Vorliegenden.

**Löschen** löscht alle aktuell angewählten Objekte.



**Unterobjekte markieren** Wählt alle Objekte an, die Unterobjekte (= 'Kinder') des aktuell markierten Objektes sind.

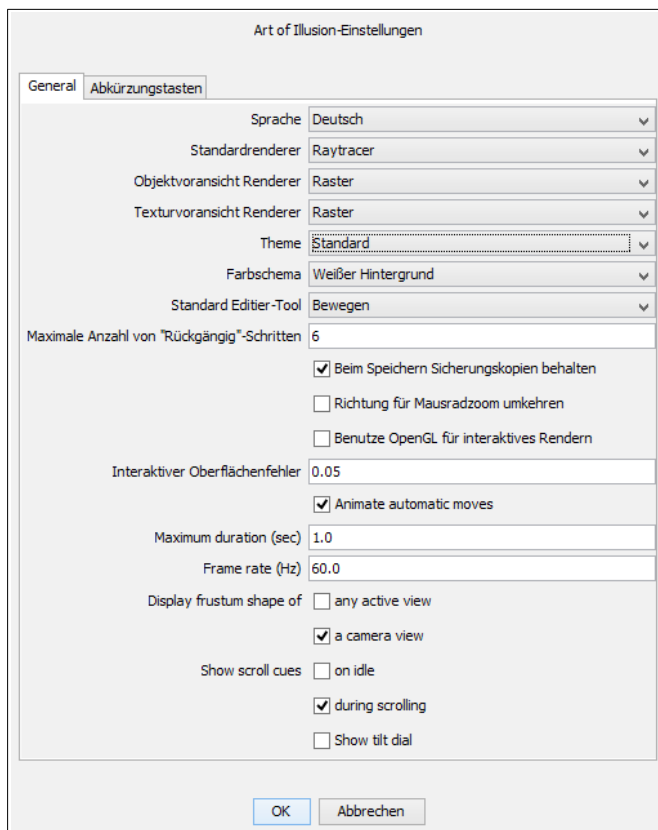
**Alles markieren** Wählt alle Objekte der Szene an.

**Select none** (= Nichts markieren) Hebt alle eventuell bestehenden Auswahlmarkierungen auf.

**Abhängige Kopie erzeugen** erstellt eine spezielle Kopie jedes aktuell angewählten Objektes mit dem sie dynamisch verlinkt sind, so daß Änderungen am Ausgangsobjekt automatisch alle abhängigen Kopien übernehmen. Diese Kopiermethode benötigt *deutlich weniger Speicher*, als mit **Kopieren/Ausschneiden/Einfügen** mehrere normale Duplikate zu erzeugen.

**Abhängige Kopie vom Original lösen** trennt die Verbindung markierter abhängiger Kopien, so das diese als eigenständige Objekte bearbeitbar sind (*dann aber auch dem entsprechend mehr Speicher brauchen*).

**Einstellungen ...** ermöglicht diverse Voreinstellungsangaben für **zukünftige** Instanzen (= *Programmneustarts*) von **AoI** einzugeben. (Diese Auswahl erscheint unter Windows und Linux im Bearbeiten-Menü, unter Mac OS X aber im Anwendung-Menü.) Der Klick auf diese Option öffnet folgende Dialogbox:



Im Einstellungen Dialog gibt es zwei Kartenreiter:

**General** und **Abkürzungstasten**. Hier links sind die Voreinstellungen unter **General** (*gemeint ist: Generell*) beschrieben:

**Sprache** definiert, in welcher (Teil-) Übersetzung das Programm erscheinen soll. (*Die Version 3.2.0 von **AoI** bietet: Afrikaans, Chinesisch, Dänisch, Deutsch, Englisch (US), Französisch, Italienisch, Japanisch, Niederländisch, Portugiesisch (Brasil.), Russisch, Schwedisch, Spanisch, Suomi, und Vietnamesisch.*)

Der **Standard Renderer** definiert die Standard-Ausstattung um [Szenen zu rendern](#).

Der **Objekt Voransicht Renderer** definiert die Standard-Ausstattung wenn Rendervoransichten in den [Spline-Mesh](#)- und [Dreiecks-Mesh](#)-Objekt Editoren ausgeführt werden.

Der **Textur Voransicht Renderer** definiert die Standard-Ausstattung die in den verschiedenen [Textur](#)-Dialogen genutzt wird.

Das **Theme** bestimmt die Gestaltung der Programmfenster-Darstellung. Die Standardaufmachung wird mitinstalliert. Weitere können mit dem [Skripte- & Erweiterungen-Manager](#) heruntergeladen werden. (z.B., wie oben gezeigt, das Electric Wax Theme) Jede Aufmachung hält eine Auswahl an Farbschemata bereit.

Das **Farbschema** kann hier passend zur Aufmachung aus deren Angebot als Hintergrundfarbe der Ansichten-Fenster gewählt werden. (*Empfehlung für ermüdungsärmeres Arbeiten: Grau!*)

Als **Standard Editier-Tool** kann hier das in den Editoren zur Bearbeitung voreingestellt

te Werkzeug gewählt werden: Entweder 'Bewegen' oder das Verbundwerkzeug für 'Drehen-Skalieren-Verschieben'.

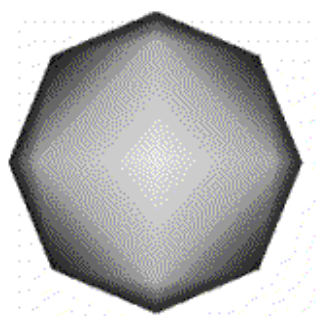
Als **Maximale Anzahl von Rückgängig Schritten** sind 6 voreingestellt. Diese Zahl kann geändert werden, doch ist zu bedenken, dass eine Erhöhung dieses Wertes zu Lasten des verfügbaren Arbeitsspeichers geht.

**Beim Speichern Sicherungskopien behalten** ist selbsterklärend und standardmäßig angehakt. Sicherungsdateien erhalten die Endung \*.bak

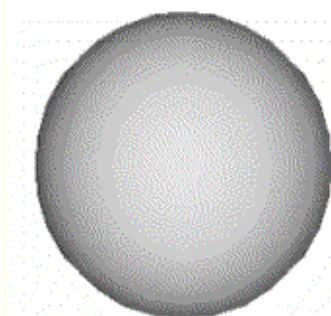
**Richtung für Mausradzoom umkehren** ist selbsterklärend und kann per Klick angehakt werden.

**Benutze OpenGL für interaktives Rendern** kann, wenn gewünscht, per Klick angehakt werden. Damit wird die Grafikkarte zur Mitarbeit beim Rendern veranlasst. *(Da es bei den Grafikkarten mitunter zu Treiberproblemen kam und auch nicht in jedem Fall die erhoffte Performanceverbesserung dadurch eintritt, ist das Häkchen nicht standardmäßig gesetzt.)*

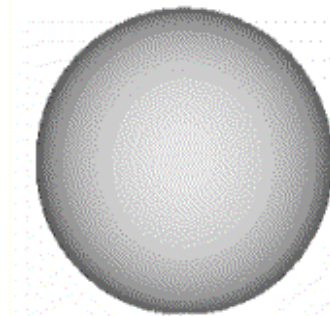
Der Wert **Interaktiver Oberflächenfehler** definiert die Oberflächengenauigkeit, mit der Objekte im Hauptfenster oder in den Editoren angezeigt werden. Je niedriger der Wert desto akkurater werden die Objekte angezeigt – wie unten zu vergleichen. Behalte jedoch dabei im Auge, dass ein geringer Oberflächenfehler verminderte Programmleistung hinsichtlich Arbeits- und Umsetzungsgeschwindigkeit ergeben wird.



Interaktiver  
Oberflächenfehler: = 0.1



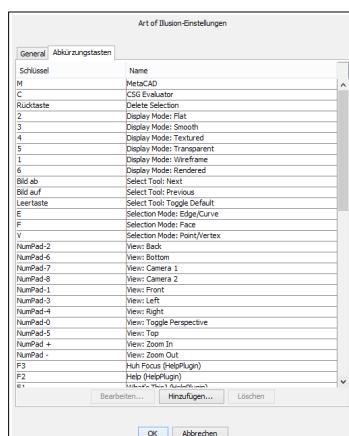
Interaktiver  
Oberflächenfehler: = 0.01



Interaktiver  
Oberflächenfehler: = 0.0001

Alle weiteren Einstellmöglichkeiten dieser Karte beziehen sich auf Besonderheiten der Darstellung in den Ansichten. Deshalb werden sie in Kapitel 13 „Blickwinkel Management“ beschrieben.

Die Karte **Abkürzungstasten** (für Tastatur-Kürzel) ist unten (teilweise) gezeigt. Dieser Dialog erlaubt Befehlsabkürzungen per Tastatur zusätzlich zu den unter 1.2.13. zusammengefaßten zu definieren. Die zugewiesenen Tasten veranlassen die Ausführung einzelner Befehle über kleine Skripte. Neue Tastatur-Kürzel können hinzugefügt, oder alte bearbeitet werden. Das ermöglicht, in einem gesonderten Dialog, Beanshell Skripte zu verfassen, um Abfolgen gewünschter Befehle auszuführen. Standard Tastatur-Kürzel sind:



<b>Rücktaste</b>	Auswahl löschen
<b>1</b>	Anzeigemodus: Drahtgitter
<b>2</b>	Anzeigemodus: Schattiert
<b>3</b>	Anzeigemodus: Geglättet
<b>4</b>	Anzeigemodus: Texturiert
<b>5</b>	Anzeigemodus: Transparent
<b>6</b>	Anzeigemodus: Gerendert
<b>E</b>	Auswahl: Linie (Edge/Curve)
<b>F</b>	Auswahl: Fläche (Face)
<b>V</b>	Auswahl: Punkt (Vertex)
<b>Bild ab</b>	Werkzeug: Nächstes
<b>Bild auf</b>	Werkzeug: Vorheriges

<b>Leertaste</b>	Werkzeug: Aktiv ↔ Standard	<b>NumPad-5</b>	Ansicht: Oberseite
<b>NumPad-0</b>	Ansicht: Perspektive ein/aus	<b>NumPad-6</b>	Ansicht: Unterseite
<b>NumPad-1</b>	Ansicht: Vorderseite	<b>NumPad-7</b>	Ansicht: Kamera 1
<b>NumPad-2</b>	Ansicht: Rückseite	<b>NumPad-8</b>	Ansicht: Kamera 2
<b>NumPad-3</b>	Ansicht: Von links aus	<b>NumPad +</b>	Ansicht: Zoom hinein
<b>NumPad-4</b>	Ansicht: Von rechts aus	<b>NumPad -</b>	Ansicht: Zoom heraus

## 1.2.12. Hintergrundbilder verwenden

**Art of Illusion** erlaubt auf dem Hintergrund eines Ansichten-Fensters ein Bild anzeigen zu lassen. Das ist sinnvoll wenn man Objekte modelliert, die in späteren Kompositionen zu diesem Bild in Beziehung treten sollen.

*(Das Bild wird auf diesem Weg allerdings nicht im Render erscheinen.)*

Um das Bild in den Hintergrund einzufügen, die Ansicht selektieren die das **Hintergrundbild** bekommen soll und dann **Ansicht → Vorlagebild wählen** klicken. Das öffnet eine Dialogbox, um ein im System gespeichertes Bild auswählen zu können. Akzeptiert werden die Formate \*.jpg, \*.gif oder \*.png. Nach Auswahl des Bildes wird es im aktivierten Fenster als Hintergrund angezeigt.

Um das **Hintergrundbild** nicht mehr anzuzeigen, klickt man nur auf **Ansicht → Vorlagebild ausblenden**.

Das **Hintergrundbild** kann auch in den [Spline-](#) und [Dreiecks-Mesh-](#) Editor (*eventuell auch in Erweiterungsmodule*) hereingeholt, sowie zu- und ausgeschaltet werden.

*Ist ein **skalierbares, frei im Raum bewegliches Referenzbild** gewünscht, das in allen Ansichten-Fenstern erscheint, findest Du in [2.7. Referenzbildtafeln](#) Genaueres.*

## 1.2.13. Tastatur-Befehlskürzel

Um den Arbeitsfluss merklich zu beschleunigen, sind viele Funktionen mit festen Tastenkürzeln versehen worden. In den hier folgenden Tabellen sind sie zusammengefasst:

Datei-Funktionen	Bearbeitungs-Befehle
<b>STRG+N</b> Neue <b>AoI</b> Datei öffnen	<b>STRG+Z</b> Letzten Schritt rückgängig ↔-wiederherstellen
<b>STRG+O</b> Vorhandene <b>AoI</b> Datei öffnen	<b>STRG+X</b> Gewählte(s) Objekt(e) ausschneiden ( in Zwischenablage)
<b>STRG+W</b> Aktuelle <b>AoI</b> Datei schließen	<b>STRG+C</b> Gewählte(s) Objekt(e) in die Zwischenablage kopieren
<b>STRG+S</b> Aktuelle <b>AoI</b> Datei unter gleichem Namen speichern	<b>STRG+V</b> Objekt(e) aus Zwischenablage einfügen
<b>STRG+Q</b> <b>Art of Illusion</b> schließen	<b>STRG+A</b> Alle Objekte in der Szene anwählen
Objekt-Funktionen	Animations-Befehle
<b>STRG+E</b> Objekt bearbeiten	<b>STRG+P</b> Animationsvorschau
<b>STRG+L</b> Objekt-Layout bearbeiten	<b>STRG+] </b> 1 Einzelbild vor

### Objekt-Funktionen (Fortsetzung)

<b>STRG+T</b>	Umwandlungsdialog für Objekte öffnen
<b>STRG+U</b>	Angewähltem(n) Objekt(en) Textur zuweisen
<b>STRG+M</b>	Angewähltem(n) Objekt(en) Material zuweisen
<b>Pfeiltasten</b>	<i>bei angewähltem Verschieben / Drehen Icon:</i> In der Ebene der aktiven Ansicht um 1 Pixel je Druck verschieben bzw. drehen
<b>Pfeiltasten</b> <b>↑↓ + STRG</b>	Bewegt die Auswahl in der senkrechten Achse der Ansichtsebene
<b>Pfeiltasten</b> <b>+ ALT</b>	Bewegt die Auswahl in 10 Pixel-Schritt je Tastendruck

### Szenen-Befehle

<b>STRG+R</b>	Öffnet die Renderdialogbox
<b>STRG+↑+R</b>	Sofort mit aktuellen Einstellungen rendern
<b>STRG+B</b>	1 Ansicht ↔ 4 Ansichten
<b>STRG+G</b>	Grid-Dialogbox öffnen
<b>STRG+F</b>	Auswahl ganz zeigen
<b>STRG+↑+F</b>	Szene ganz zeigen
<b>STRG+↑+U</b>	Textur-Dialogbox öffnen
<b>STRG+↑+M</b>	Material-Dialogbox öffnen

### Animations-Befehle (Fortsetzung)

<b>STRG+[</b>	1 Einzelbild zurück
<b>STRG+J</b>	Springe zu Zeit ...
<b>STRG+D</b>	Keyauswahl bearbeiten
<b>STRG+K</b>	Key für gewählte Spur/en setzen
<b>STRG+↑+K</b>	Key für geänderte Spur/en setzen
<b>STRG+↑+A</b>	Alle Spuren des aktuellen Objektes wählen

### (Tri-)Mesh-Editoren-Befehle

<b>STRG+Z</b>	Letzten Schritt rückgängig ↔ wiederherstellen
<b>STRG+A</b>	Alles auswählen
<b>STRG+X</b>	Auswahl erweitern
<b>STRG+F</b>	Standard ↔ Freihand-Wahl
<b>STRG+W</b>	Als Quads darstellen
<b>STRG+M</b>	Dialog Meshdehnung öffnen
<b>STRG+E</b>	Auswahl bearbeiten
<b>STRG+T</b>	Auswahl umwandeln
<b>STRG+B</b>	Auswahl Fasen/Aufdicken
<b>STRG+P</b>	Texturparameterbox öffnen
<b>STRG+S</b>	Glättungsgrad der Auswahl (Punkt/ Linie) einstellen
<b>STRG+R</b>	Render-Vorschau
<b>STRG+D</b>	Dialog Bones öffnen
<b>STRG+G</b>	Grid-Dialogbox öffnen
<b>Pfeiltasten</b>	<i>bei angewähltem Verschieben/Drehen Icon: In der Ebene des aktiven Ansichtsen-Fensters um 1 Pixel pro Druck verschieben bzw. drehen:</i>
<b>Pfeiltasten</b> <b>↑↓ + STRG</b>	Auswahl in der Senkrechten der Ansichtsebene bewegen
<b>Pfeiltasten</b> <b>+ ALT</b>	Auswahl in 10 Pixel-Schritten je Tastendruck bewegen



Es gibt natürlich auch die Möglichkeit weitere Tastatur-Kürzel via **Bearbeiten** → **Einstellungen** → **Abkürzungstasten** → **Hinzufügen** zu erstellen.



*Beim Erstellen eigener Tastenkürzel wäre zu berücksichtigen, welche der im 2. Teil dieses Handbuches zusammengestellten und beschriebenen Zusatzmodule installiert sind. Denn damit werden weitere, bereits festgelegte Kürzel in diese Liste eingetragen, die möglicherweise dann mit eigenen Einstellungen kollidieren.*

## 2. AoI – Objektarten

### 2.1. Grundkörper

Es gibt drei trigonometrische (räumliche) Grundkörper als Ausgangsobjekte in **Art of Illusion**:

Quader (speziell: **Würfel**), Ellipsoid (speziell: **Kugel**) und **Zylinder** (speziell: Kegel), die sich entweder mit Hilfe der Icons in der linken Leiste, oder über die obere Menüleiste erstellen lassen, wie folgt.

Die Nutzung der Modellier-Icons erlaubt die sofortige Erstellung eines Grundkörpers.

Lediglich auf das passende Icon klicken:

**Würfel:**  , **Kugel:**  , **Zylinder:**  .

Danach einfach in einem der Ansichten-Fenster mit gedrückter linker Maustaste ziehen, um zwei der drei Dimensionen damit vorzugeben. Die dritte Dimension wird anschlies-



send mit dem Skalieren-Werkzeug in einer anderen Ansicht eines der anderen Fenster eingestellt, oder direkt eingegeben. Alternativ kann während des Klickziehens auch die <↑>-Taste gedrückt werden, was gleiche Werte in allen drei Dimensionen bedingt.

Bei der Erstellung von **Zylindern** kann das Verhältnis des oberen zum unteren Radius nach einem Doppel-Klick auf das Zylinder-Icon eingestellt werden. Dieses Verhältnis kann aber auch erst nach dem "Aufziehen" des Objektes geändert werden (siehe Objekte bearbeiten). So können zugespitzte Zylinder (einschließlich Kegel) erzeugt werden.

Layout für "Cube 2" ✕

	X	Y	Z
Position	0.0	0.0	0.0
Orientierung	0.0	0.0	0.0
Größe	1.0	1.0	1.0

Grundkörper können aber ebenso über die Menüleiste erzeugt werden durch **Objekt** → **Standardform erzeugen** → **(Auswahl der passenden Form)**.

Auch Kegel können auf diese Weise direkt erzeugt werden.

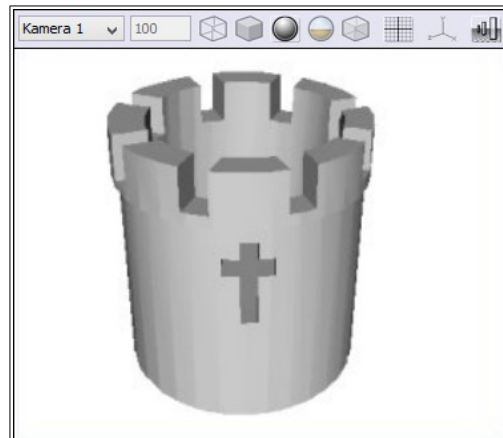
Dafür wird eine Dialogbox eingeblendet, ähnlich der hier links zu sehenden (*statt "Cube" (= Würfel), steht dann lediglich*

"Cone" (= Kegel) darüber), die erlaubt, Größe, Position und Ausrichtung des Objektes in **AOI** Einheiten genau einzugeben.

Grundkörper sind von begrenztem Nutzwert bei naturgetreuen Objekten, da diese in Wirklichkeit selten so einfach gestaltet sind.

Aber immerhin können sie für cartoonartige Szenen dienen, oder dafür, komplexere Modelle mit Hilfe von CSG (Constructive Solid Geometry) über das [Boolesche Verknüpfungen](#)-Werkzeug zu gestalten, wie in dem einfachen Beispiel rechts:

Grundkörper werden auch oft als Ausgangsformen benutzt, um (Tri-)Mesh-Objekte zu erarbeiten (etwa der Würfel für das Schachtelmodell, siehe [2.1.4.](#) weiter unten).



Es gibt noch ein weiteres wichtiges Grundobjekt: Das **Null-Objekt**. Nullobjekte zeigen sich beim Rendern nicht, da sie kein Volumen besitzen. Ihr Hauptzweck besteht darin, andere räumliche Objekte zu Gruppen zusammenfassen zu können. Angenommen, man möchte ein Auto zusammensetzen, das aus mehreren räumlichen Körpern besteht, die z.B. Karosserie, Reifen, Scheiben usw. darstellen. Eine elegante Art all diese Stücke zusammenzufassen, wäre, ein Nullobjekt zu setzen und die Einzelteile diesem Nullobjekt als Kinder zuzuordnen. (siehe [Objektliste](#) für weitere Details dazu). Nullobjekte werden in den Ansichten-Fenstern jeweils als (3D-) Kreuz dargestellt.

## 2.2. Kurven & Polygone

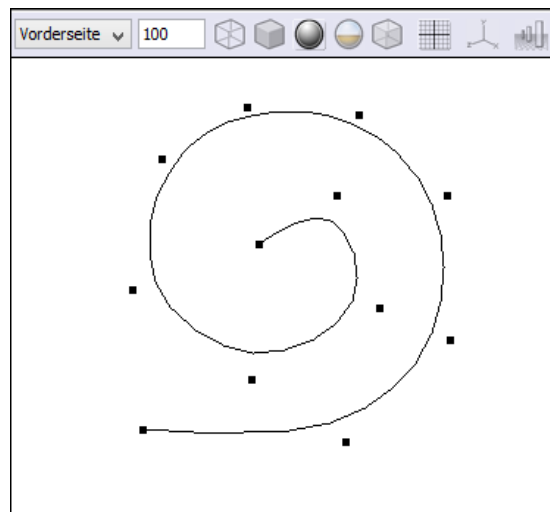
**Kurven** sind eindimensionale Objekte und somit ohne Volumen. Deshalb sind sie in einer gerenderten Szene unmittelbar auch nicht sichtbar. Jedoch können sie auf verschiedene Weisen genutzt werden um 3D-Objekte zu erzeugen.

Kurven werden über die Bestimmung einer Reihe von Punkten in den Ansichten-Fenstern erzeugt. Man kann dabei zwischen den Ansichten springen und so natürlich gleich 3D-Kurven erzeugen. Diese Kurven können 2 Arten der Glättung erfahren: 'Interpoliert' und 'Annähern'. Bei 'Interpoliert' enthält die Kurve die gesetzten Punkte, während bei 'Annähern' die Kurve zwar von den Punkten gelenkt wird, aber nicht alle durchlaufen muß.

Um eine (annähernde) Kurve, wie im Bild rechts, zu erzeugen, einmal mit linker Maustaste auf




klicken.



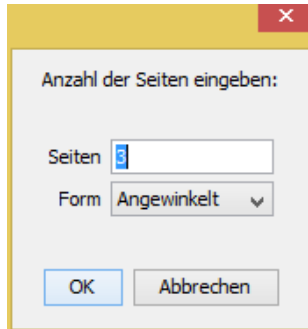
Dann eine Reihe von Stellen im (beliebigen) Ansichten-Fenster klicken, um die benötigten Punkte festzulegen, wie rechts gezeigt. **<↑>+Klick** knickt die Kurve an dem Punkt "hart".

Um den letzten Punkt der Kurve zu setzen und damit die Kurvenpunkt-Bestimmung zu beenden, doppelklicken. Um die Kurve automatisch zu schließen, den letzten Punkt mit gedrückter **<STRG>**-Taste + Doppelklick setzen. Alternativ kann die Kurverzeugung, ohne einen weiteren Punkt zu setzen, per **<ENTER>**-Taste beendet werden, ohne die Kurve zu schließen, oder mit gedrückter **<STRG>+<ENTER>**-Taste, um sie gleichzeitig auch zu schließen.

Zur Festlegung, ob eine 'interpolierende' oder 'annähernde' Kurve entsteht, doppelklicke  Das öffnet eine Dialogbox, in der man wählen kann, welche Kurvenart man möchte. Geschlossene Kurven können auch zu Flächen gefüllt werden, indem Sie mit einem Klick auf **In Dreiecks-Mesh umwandeln** umgerechnet werden.



Eine andere Möglichkeit der Kurvenerstellung bietet das **Polygon**-Hilfsmittel. Ein Polygon ist jede flächige (also 2-dimensionale) Form mit 3 oder mehr Seiten. Um eine Polygonkurve zu erzeugen, einfach das Icon des Polygon-Hilfsmittels (s.o.) doppelklicken, was folgende Dialogbox aufruft:



Hier kann man einstellen, wie viele Seiten das Polygon haben soll, sowie die Form der Glättung (angewinkelt/geknickt, interpolierend oder annähernd).

**Angewinkelt** gibt dem Polygon "hart" geknickte Ecken.

**Annähernde** Kurven erscheinen letztlich kleiner als ihre eigentliche Form, da sie nicht, wie

**interpolierende** Kurven, durch ihre Kontrollpunkte laufen müssen.

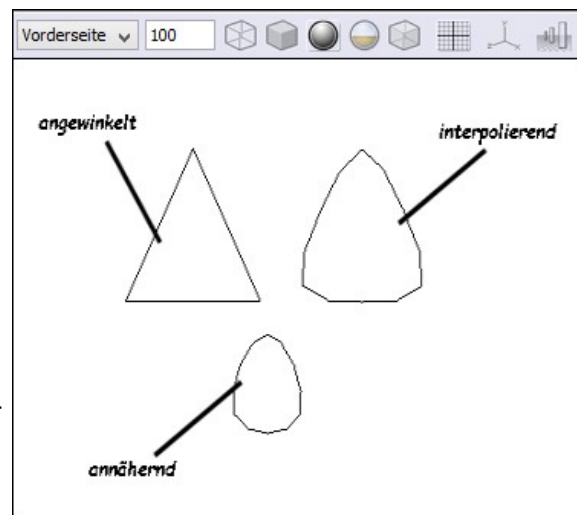
Die Darstellung rechts führt die Unterschiede zwischen den 3 Glättungs-Arten anhand eines 3-seitigen Polygons vor Augen:

Diese Kurven wurden mit einem Klick auf das Polygon-Hilfsmittel und anschließendem Aufziehen in einem Ansichten-Fenster erzeugt.

Anmerkung:

Mit dem Polygon-Werkzeug können auch (umgehend) gefüllte Polygon(ober)flächen erzeugt werden, indem während des Aufziehens die **< STRG >**-Taste gedrückt wird.

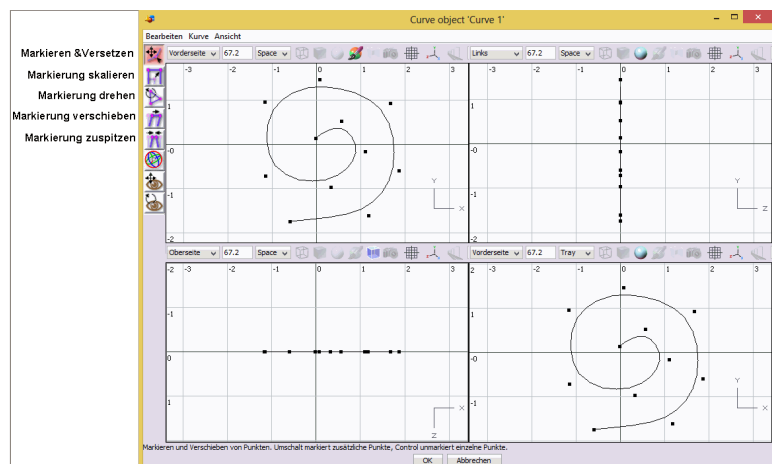
Gefüllte Polygone sind stets Dreiecksnetz- / Tri-Mesh-Objekte.



## Der Kurven-Editor

Einmal erstellte Kurven, bzw. deren Punkte können bearbeitet werden. Wenn man beispielsweise doppelt auf das Polygon in der Objekte-Liste klickt. (Ein Doppelklick *direkt* auf das Objekt funktioniert ebenso.)

Das Beispiel zeigt, was beim Doppelklick auf die oben erstellte Schnecken-Kurve in etwa geöffnet wird:



An- und abgewählt werden Punkte in dem **Markieren & Verschieben**-Hilfsmittel. Mehrere Punkte lassen sich wählen, wenn man die <⇧>-Taste beim Klicken (mit)drückt. Ebenso kann die Auswahl über das Einfassen der gewünschten Punkte mit einem aufgezogenen Rahmen erfolgen (dafür Cursor über freier Stelle ansetzen und mit gedrückter linker Maustaste schräg ziehen). Auch hier funktioniert die <⇧>-Taste, um weitere Punkte zusätzlich zu markieren. Außerdem ist im **Bearbeiten**-Menü die Option **Alles markieren** möglich.

Um angewählte Punkte zu entwählen, einfach in die freie Fläche klicken. Mehrere Punkte aus einer markierten Gruppe lassen sich mit einem erneut um sie aufgezogenen Rechteck und gedrückter <STRG>-Taste entwählen.

Markierte Punkte können mit dem **Markieren & Verschieben-Werkzeug** bewegt werden, aber natürlich auch, per Icon-Klick auf die entsprechenden Hilfsmittel links, skaliert, rotiert, schräg verzogen und zugespitzt werden. Die meisten davon sind selbsterklärend - wird der Cursor länger über ein Icon gehalten, taucht eine Kurzbeschreibung von dessen Funktion auf. Nach dem Drücken eines Icons wird dessen Funktion auch links am unteren Rand des Programmfensters eingehender erläutert - mit Optionen: Die Funktionen der Meisten können mit <⇧> oder <STRG> zusätzlich verändert werden.

Grundsätzlich können die zu einer Auswahl angezeigten (roten) Anfasser (= Punkte oder Pfeile) mit gedrückter Maustaste bewegt werden, um eine Änderung zu erwirken. Die gedrückte <⇧>-Taste sorgt dabei für eindeutige Bewegung, während die <STRG> Taste diese Bewegung zentriert. Die **Leertaste** dient zum raschen Wechsel zwischen dem letzten benutzten Werkzeug und dem Auswahl Werkzeug.

**Und:** Auch im **Kurven-Editor** ist der (im **Tri(angle)-Mesh-Editor** beschriebene) **Manipulator** verfügbar.

Die Ansicht(en) im Kurven-Editor wird/werden genauso angesteuert, wie in den Hauptansichten-Fenstern von **AOI**, etwa durch die Nutzung des Ansicht-Verschieben- und Ansicht-Drehen-Icons. Lesen Sie [hier](#) weitere Details dazu.

Zusätzliche Bearbeitungsmöglichkeiten bietet der obere Menübalken des Kurven-Editors.

Daraus hier sein **Bearbeiten-Menü**:

Bearbeiten	Kurve	Ansicht
Rückgängig	Strg+Z	
Wiederholen	Strg+Umschalt+Z	
Markierung erweitern	Strg+X	
Invertiere Auswahl	Strg+I	
Alles markieren	Strg+A	
Select None	Strg+D	
Freihand-Markierungsmodus	Strg+F	
Kurvendehnung...	Strg+M	

**Rückgängig** - macht die letzte Aktion rückgängig.

**Wiederholen** - stellt die letzte rückgängig gemachte Aktion wieder her - einschließlich Auswahlen.

**Alles Markieren** - Selektiert alle Punkte der Kurve.

**Select none (Markierung aufheben)** hebt alle vorherigen Auswahlen auf.

**Markierung erweitern** - Selektiert automatisch die angrenzenden Punkte zu den bereits ausgewählten.

**Invertiere Auswahl** - Entwählt alle zunächst angewählten Punkte und setzt stattdessen alle vorher nicht gewählten Punkte als neue Auswahl. Die Auswahl wird damit sozusagen "in ihr Negativ" umgetauscht (daher "invertieren").

**Freihand Markierungsmodus** - Hiermit kann man (mit der Maus) in der Ansicht frei formend ein "Gummiband" ziehen, um nur die Punkte darin einzuschließen und also zu markieren, die man auswählen möchte - sehr effektiv. Diese Option wirkt, wie ein Tipp-Schalter: 1. Klick (oder Tastaturkurzbefehl <STRG>+F) = "An", 2. Klick (oder Tastaturkurzbefehl <STRG>+F) = "Aus".

**Kurvendehnung** - Kontrolliert den Wert, um welchen benachbarte Punkte (und möglicherweise noch darüber hinausreichend) sich mit dem gewählten Punkt mitbewegen. Das Anklicken dieser Option öffnet eine Dialogbox, wie die rechts gezeigte.

Die **Maximale Entfernung** bedeutet die Anzahl jener Punkte, die zu jeder Seite des/der ausgewählten Punkte(s) mitbewegt werden.

### Inverse Kinematik

Die **Tension (Spannung)** gibt an, wie stark dieser Effekt ist: Ein **sehr niedrig** bewegt die Punkte also kaum, während ein **sehr hoch** die Punkte natürlich stark mitbewegt.

Hier folgt sein **Kurve-Menü**:



**Markierte Punkte löschen** löscht alle angewählten Punkte !

**Markierung unterteilen** Eine Möglichkeit Kurven nachträglich feiner zu unterteilen. Es wird zwischen 2 Punkten jeweils einer eingefügt. Dazu müssen die entsprechenden Punkte angewählt werden.

**Punkte bearbeiten ...** Ermöglicht, den Punkten explizite Koordinaten zu geben. Das gilt auch für mehrere Punkte gleichzeitig. So lassen sich ganze Kurven z.B. auf eine andere Ebene (Höhe) legen. Der Effekt ist so-

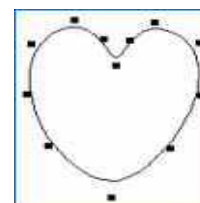
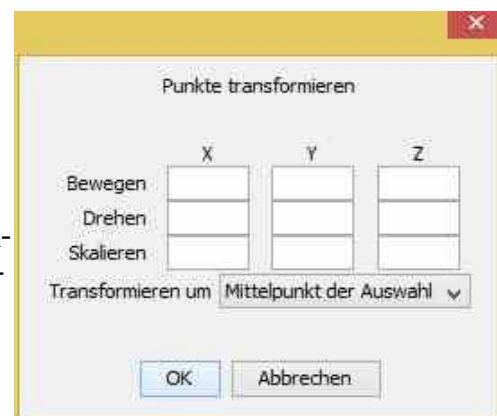
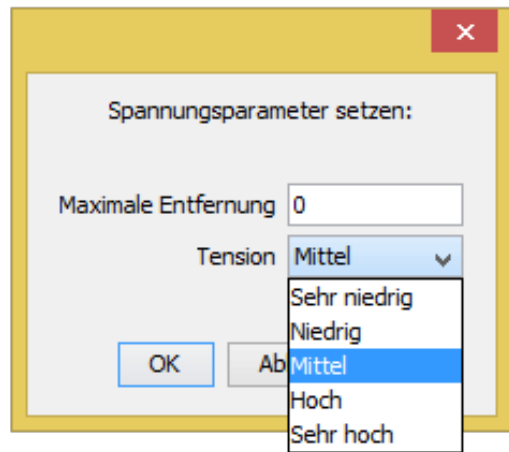
fort nach Eingabe in der Dialogbox sichtbar, was Ausprobieren ermöglicht, bevor man OK drückt. **Abbrechen** lässt die Kurve in ihren Originalzustand zurückkehren.

**Punkte verschieben ...** führt zu einer Dialogbox, wie der rechten, wo man Punkte verschieben, und skalieren, oder drehen kann und zwar sehr genau. Das kann sowohl um den Mittelpunkt der Auswahl als auch um den Ursprung des (Kurven-)Objektes erfolgen.

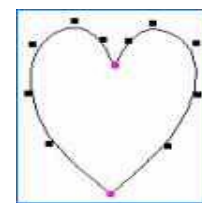
**Punkte zufällig verschieben ...** verschiebt Punkte per Zufallsgenerator innerhalb eines vom Benutzer vorgeschriebenen Maximums und in 1-3 Achsen.

**Kurve zentrieren** bewegt das Kurvenobjekt so, daß das Zentrum des Objektes in den Ursprungspunkt (0,0,0) des jeweiligen Ansichtskoordinatensystems verschoben wird.

**Oberflächenglätte einstellen ...** Wenn interpolierendes oder annäherndes Glätten für die Kurve gewählt ist, kann die Glättung stufenlos zwischen 1 (gerundet) und 0 (eckig) eingestellt werden. Dies geht aber nicht nur mit der ganzen Kurve, sondern auch bei jedem ihrer Punkte. Im rechten Beispiel wurde eine Herzform aus einer annäher-



Glättung = 1  
überall



Glättung = 0  
bei Auswahl

den Kurve erstellt. Um die Kurve an den nötigen Punkten spitzwinkelig zu knicken, wurden die gezeigten 2 Punkte angewählt und ihr Glättungskennwert auf "0" gesetzt. Also können Werte zwischen 0 und 1 dazu dienen, Glättungen zu unterteilen. Verstellt man den Schieberegler, verändert sich die Kurve in der Ansicht interaktiv in Echtzeit. Abbre-



chen des Dialoges läßt die Kurve in ihren Ursprungszustand zurückgehen.

**Glättungsmethode** - ist die Methode, die benutzt wird, um die Kurve zu glätten. Die Möglichkeiten sind: **Keine** (= gerade Verbindung zwischen den Punkten), **Interpoliert**, oder **Angenähert**.

**Geschlossene / Offene Enden** - Falls die Kurve geschlossen ist, wie z.B. ein kompletter Kreis, dann wird dieser Befehl eine Öffnung schaffen, bzw. im *umgekehrten Fall* wird eine offene Kurve geschlossen.

... Und sein **Ansicht-Menü** sieht folgendermaßen aus:



**Anzeigemodus** spielt für Kurvenobjekte keine Rolle.

**Anzeigen** erlaubt dem Bearbeiter entweder die **Kurve** oder die **ganze Szene** im gewählten Fenster zu sehen. Allerdings kann in jedem Fall natürlich nur die Kurve bearbeitet werden.

**Koordinaten System** kann sowohl ein **Lokales** als auch das der **Szene** sein. Im ersten Fall werden alle Objekte im Koordinatensystem des Kurvenursprungs dargestellt, im zweiten Fall werden die Objekte im "globalen" Koordinatensystem der Ansichten-Fenster des Hauptprogrammschirms angezeigt.

**Eine Anzeige/Vier Anzeigen** schaltet zwischen der Vier- und Ein-Fenster Ansicht hin und her. Bei der einzelnen Ansicht zeigt sich immer das zuletzt aktive Fenster.

**Hintergrundgitter ...** ermöglicht ein Hilfsgitter einzuschalten, das im Hintergrund der Ansicht sichtbar ist und Einrastpunkte verfügbar haben kann. Lesen Sie nähere Einzelheiten [hier](#).

**Koordinatenachse(n) anzeigen / verstecken** (Anm.: An manchen Übersetzungen innerhalb des Programmes muß noch gefeilt werden) - schaltet die Darstellung der Koordinatenachsen X, Y, und Z ein oder aus, wie [hier gezeigt](#).

**Vorlage anzeigen/ausblenden** zeigt oder verbirgt ein, mit der hier erst noch folgenden Option zuvor gewähltes Bild, im Hintergrund des jeweiligen Arbeitsfensters. *Die Größe des Bildes sollte dafür mit einem Bildbearbeitungsprogramm ungefähr auf die Größe des entsprechenden **AOI**-Editorenfensters skaliert worden sein.*


**Vorlagebild wählen...** ermöglicht ein Bild (akzeptierte Formate: \*.jpg, \*.png oder \*.gif) als Hintergrundbild der aktiven Ansicht des Editors zu verwenden. Das ist als Referenz beim Modellieren nützlich. Erst wenn ein Bild gewählt ist, wird der vorher besprochene Menüeintrag aktiviert, um das Bild anzeigen und ausblenden zu können.

**Fit to Selection (Auswahl in Ansicht einpassen)** richtet die Ansicht so ein, dass die Auswahl zur Gänze darin sichtbar ist.

**Fit to all (Szene in Ansicht einpassen)** richtet die Ansicht so ein, dass die gesamte Szene vollständig darin sichtbar ist.

**Align with Axis (Ansicht an Achse ausrichten)** richtet die Ansicht (wieder) an den drei Koordinatenachsen orientiert aus.

## 2.3. Spline Meshes (Netzflächen)

Spline-Meshes sind ihrer Struktur nach geglättete Netz-(Ober-)Flächen, deren Form von Kontrollpunkten und der Art der verwendeten Glättung bestimmt wird. Spline-Meshes können durch Anwendung der unterschiedlichen [Modellierwerkzeuge](#) auf vorhandene Objekte (normalerweise Kurven) erzeugt werden, oder direkt durch Klicken auf .

Vorab kann man einige der Spline-Eigenschaften mit Doppelklick auf dieses obige Icon in der sich damit öffnenden Dialogbox (rechts) wählen.

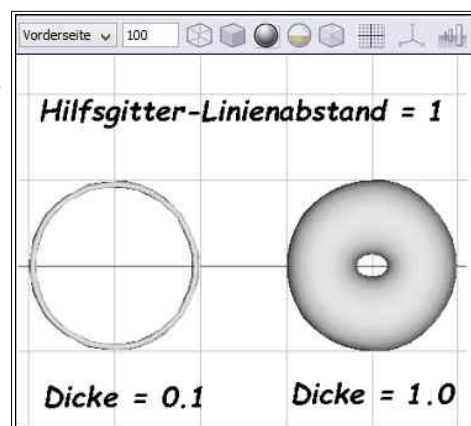
Die U- und V- Größe-Felder bestimmen die physikalischen Ausmaße des Spline-Mesh- "Blattes", d.h. Die Anzahl der zu erstellenden Kontrollpunkte für jede der beiden Richtungen.



Die **Form** kann sowohl **flach** als auch **zylindrisch** oder **ringförmig** sein. In den beiden letzten Fällen hilft es zum Verständnis, sich die U- und V- Unterteilungen wie auf einem aufgerollten Papierbogen vorzustellen. Denn bei einem Zylinder liegt die Anzahl der Punkte **U** entlang des **Umfangs** und V ist die Zahl der Punkte entlang der Achse. Ähnlich bei einem Torus, also Ringkörper, wo U die Anzahl der Punkte entlang des Umfangs ist und V die Anzahl der Punkte rund um den Querschnitt.

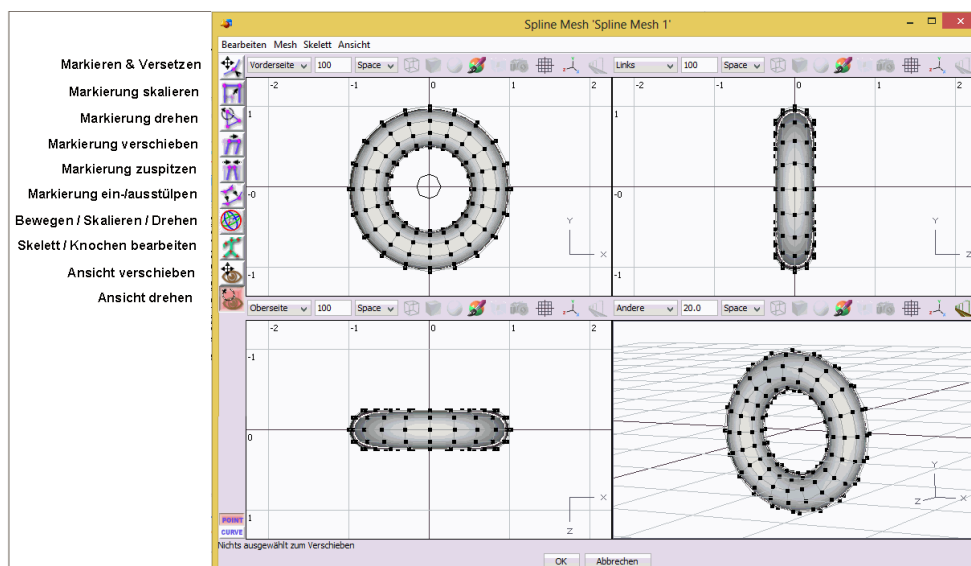
Die **Glättungsmethode** kann auch hier '**Ange-nähert**' oder '**Interpoliert**' sein. Siehe [2.1](#) für eine nähere Erläuterung dieser Begriffe.

Der Kennwert **Dicke** ist nur für Ringkörper (= Tori) relevant und steuert da den Durchmesser des Querschnittes, wie rechts gezeigt.



### Der Spline-Editor

Einmal erstellt, kann das Spline-Objekt mit einem Doppelklick auf seinen Eintrag in der Objekte-Liste bearbeitet werden. Damit öffnet sich nämlich das Fenster des Spline-Mesh-Editors, das etwa so aussieht:



Wie in den [Hauptprogrammfenstern](#) kann die Ausrichtung, Skalierung und die Art der Ansicht(en) (parallel oder perspektivisch) frei gewählt und mit den bekannten Icons, Tastatur-Kürzeln und Aufklapp-Menüs eingestellt werden. Die Art der Schattierung kann dabei auch mit **Ansicht** → **Anzeigemodus** → **(Auswahl)** bestimmt werden (siehe [Darstellungsarten](#) für weitere Details).

Dieses Bearbeitungshilfsmittel, Spline-Mesh-Editor, erlaubt sowohl *Vertices*, also (Knoten-)Punkte (= 'Points'), als auch *Kurven* ('Curves') zu bearbeiten. Die beiden Modi dazu sind über die entsprechend beschrifteten 2 Schaltflächen links unten, seitlich neben der Ansicht, wählbar. Die Icons erlauben Punkte und Kurven auf verschiedenste Arten zu bearbeiten und zu verändern, wie im Bild oben bezeichnet. Die zu verändernden Punkte oder Kurven müssen zuerst im **Markieren und Verschieben**-Hilfsmittel durch Klicken auf einzelne Punkte, oder Markierung einer Kurve, gewählt werden. Dann erst greifen die anderen Bearbeitungsoptionen. Die Auswahl kann, wie immer, mit <↑>-Taste erweitert oder verkleinert werden. Auch Rechteckauswahl ist (mit gedrückter linker Maustaste) möglich. Für Kurven gilt dabei, daß sie vollständig im Auswahlrahmen enthalten sein müssen, damit das Markieren klappt. Mit gedrückter **<STRG>**-Taste während des Klickens oder Rahmen-Aufziehens werden alle damit aktuell gewählten Punkte oder Kurven aus einer Auswahl entwählt.

Ein **Freihand-Wahlmodus** ist vom **Bearbeiten-Menü** her aufrufbar.

Nach der Auswahl von Vertices/Punkten bzw. Kurven wird das gewählte Hilfsmittel über das Ziehen (mit gedrückter linker Maustaste) an den erschienenen roten Pfeilzeichen in Aktion gebracht.

Die meisten der mit den Icons aktivierbaren Hilfsprogramme/Werkzeuge sind selbsterklärend. Ruht der Cursor längere Zeit über einer ihrer Bildschaltflächen, wird eine Kurzinformation zu ihnen angezeigt. Meist kann mit dem Drücken der Tasten <↑> oder **<STRG>** auch deren Wirkung beeinflusst werden, wie am unteren Rand des Editorenfensters jeweils näher erläutert wird. Die verfügbaren Werkzeuge sind eine Teilgruppe der Hilfsmittel für Dreiecksnetze; schlage [hier](#) zu weiteren Einzelheiten nach.

Die **Leertaste** kann genutzt werden, um mit jedem Druck flott zwischen dem **Markieren & Bewegen-Werkzeug** und dem **zuletzt benutzten Werkzeug** zu wechseln.

Auch hier ist (seit **Version 2.4**) übrigens der (im **Tri-Mesh-Editor** beschriebene) **Manipulator** für **Bewegen/Skalieren und Drehen** nutzbar.

**Skelette** (und damit das Icon **Skelett bearbeiten** sowie das **Skelett-Menü** im oberen Menübalken des Editors) werden ausführlich in [2.5](#) dargelegt.

Doch sind noch andere nützliche Optionen mit der oberen Menüleiste des Editors erschlossen:

Sein **Bearbeiten-Menü** hat Folgendes zu bieten:

**Rückgängig/Wiederholen** - macht die letzte Aktion rückgängig, oder stellt die letzte rückgängig gemachte Aktion wieder her – einschließlich An- und Abwählvorgängen.

**Alles markieren** - Wählt alle Punkte oder Kurven des Ausgangsobjektes.

**Markierung erweitern** - Erweitert die Auswahl über das Anfügen benachbarter Kurven oder Punkte an die vorhandene Auswahl.

Bearbeiten	Mesh	Skelett	Ansicht
Rückgängig			Strg+Z
Wiederholen			Strg+Umschalt+Z
Markierung erweitern			Strg+X
Invertiere Auswahl			Strg+I
Alles markieren			Strg+A
Select None			Strg+D
Freihand-Markierungsmodus			Strg+F
Meshdehnung...			Strg+M

**Select none (Markierung aufheben)** hebt alle vorherigen Auswahlen auf.

**Freihand-Markierungsmodus** läßt eine Freihandkurve, ähnlich einem Gummiring, um



die gewünschte Auswahl herum ziehen. Alle gänzlich innerhalb dieser Umgrenzung befindlichen Kurven oder Punkte werden ausgewählt. Dieser Modus kann mit Klick auf die Option oder mit Tastaturkürzel **<STRG>+F** wie bei einem Tippschalter an- und ausgeschaltet werden.

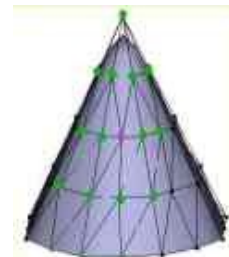
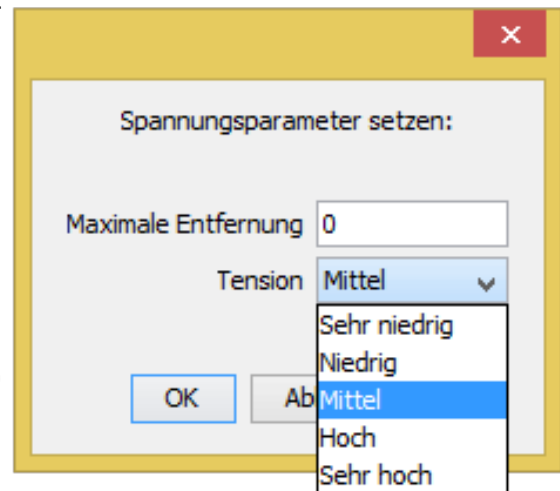
**Meshdehnung** führt einen Abhängigkeits-Effekt der Netz-Nachbarschaft ein, wobei man bestimmen kann, ob und wie sehr sich benachbarte Punkte oder Kurven mitbewegen, wenn markierte Punkte oder Kurven bewegt werden. Die Dialogbox zur Meshdehnung ist rechts zu sehen.

**Maximale Entfernung** definiert die Anzahl der Punkte die bei Veränderungen mit betroffen sind. Ein Wert von 2 bedeutet z.B., daß die benachbarten 2 Punkte (oder Kurven) in jeder Richtung von den gewählten Punkten aus verändert werden. Je weiter die Punkte / Kurven vom Ausgangspunkt entfernt sind, desto weniger werden sie bewegt.

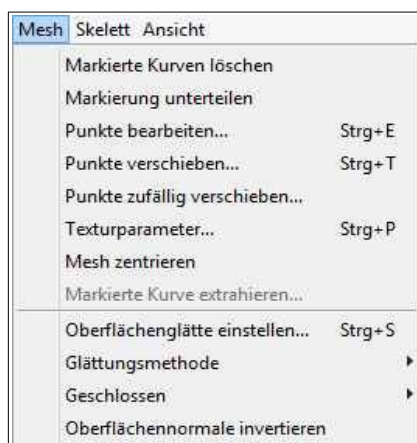
Das Beispiel ganz rechts illustriert dies:

Der rosa Punkt ist der ausgewählte; - die grünen Punkte sind die, die betroffen wären, wenn die Maximale Entfernung auf 2 gesetzt wird.

**Tension** bestimmt den Grad, in dem die benachbarten Punkte oder Kurven beeinflusst werden; wobei "sehr hoch" diese sehr deutlich und "sehr niedrig" sie allenfalls ein wenig bewegen wird.

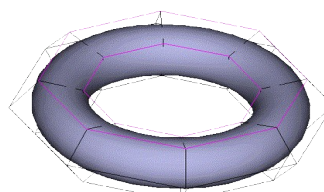


Das **Mesh Menü** ist hier nachfolgend dargestellt. Bemerkenswert ist, daß einzelne Optionen nicht verfügbar sein können, abhängig von dem Modus, mit dem gearbeitet wird. Diese hier sind die im Kurvenbearbeitungsmodus Nutzbaren:

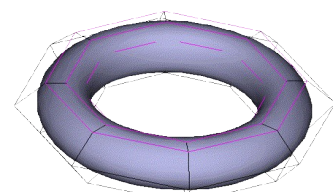


**Markierte Kurven löschen** löscht alle angewählten Kurven

**Markierung unterteilen** ist nur auf eine Gruppe benachbarter Kurven anwendbar und ermittelt eine neue Kurve dazwischen, wie unten erkennbar. Das kann helfen, einem Mesh ein geglätteteres Aussehen bzw. kleine Details zu verpassen.



Angewählte Kurven



Nach der Unterteilung

**Punkte bearbeiten ...** ermöglicht, für ausgewählte Punkte genaue X-, Y- und Z-Koordinaten vorzugeben - und Skelett-Eigenschaften zu bestimmen (siehe Skelette). Eine Echtzeitvorschau der Wirkung von in der Dialogbox eingegebenen Werten wird am gewählten Mesh gezeigt - Abbrechen des Dialoges setzt das Mesh zurück auf seine ursprüngliche Gestalt.

**Punkte verschieben ...** erlaubt, angewählte Punkte oder Kurven zu verschieben, zu drehen und/oder zu skalieren, mit genauer Eingabe der Werte, direkt für jede einzelne Koordinatenachse: X, Y und Z.

**Punkte zufällig verschieben ...** bewirkt zufällige Variationen der Positionierung angewählter Punkte innerhalb vom Benutzer vorgegebener Grenzen. Großartig geeignet, um in der Realität entdeckte Unregelmäßigkeiten nachzuahmen.

**Texturparameter ...** werden ausführlich in [Textur](#) und [Material](#) erörtert.

**Mesh zentrieren** verschiebt das Netzgebilde (= Mesh) so, daß sein Mittelpunkt danach im allgemeinen Ursprung (0,0,0) liegt.

**Markierte Kurve extrahieren ...** erstellt eine Kopie der aktuell angewählten Kurve als neues Objekt in der Objektliste. Funktioniert nur wenn eine einzelne Kurve angewählt ist.

**Oberflächenglätte einstellen ...** ermöglicht die Härte von Knicken zu angewählten Punkten oder Kurven einzustellen. Im unteren Beispiel ist beim rechten Bild für 3 Kurven die Oberflächenglättung von 1 auf 0 geändert worden, was harte Knickkanten erwirkt. Die Wirkung des Glättungsschiebereglers wird als Echtzeitvorschau am aktuellen Mesh gezeigt. Abbruch des Dialogs veranlaßt das Mesh in seinen ursprünglichen Zustand zurückzukehren.



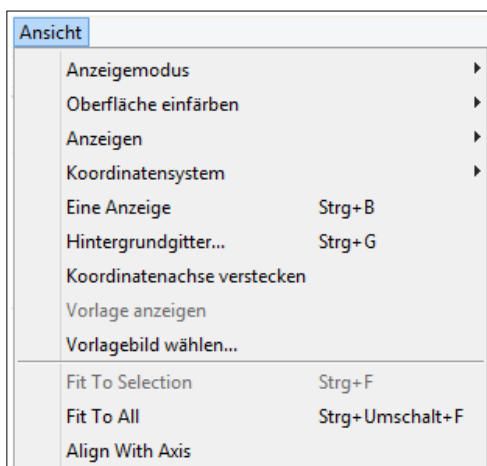
**Glättungsmethode** ist entweder '**Interpoliert**' oder '**Annähernd**'. Beides sind Unterteilungsmethoden, um sanfter gerundete Oberflächenübergänge für ein Mesh mittels Kontrollpunkten herzustellen.

**Geschlossen** bestimmt, welche der Splinekurven geschlossen, also ein vollständiger "Kringel" (= Loop), ist. Sowohl **nur** in **U**- Richtung, wie **nur** in **V**- Richtung, als auch in **U+V**-Richtung oder auch auf **nicht geschlossen** kann die Einstellung gesetzt werden. Im oberen Beispiel sind die U-Kurven geschlossen, um einen geschlossenen, kreisförmigen Querschnitt für die Schüssel zu formen.

**Oberflächennormale invertieren** Unter Umständen werden Oberflächen nicht richtig angezeigt, weil ihre Oberflächennormalen verdreht sind (man schaut quasi auf die Rückseiten der Oberflächen). Diese Option behebt das Problem.

**Render Preview (Render Vorschau) <STRG+R>** Erzeugt einen Render des Meshes zur Prüfung ob im finalen Render alles so aussieht, wie es sollte. Diese Auswahl fehlt (*nicht nur in der deutschen Version*), ist daher (*derzeit*) nur mit Ansichten Icon wählbar!

Das **Skelett-Menü** wird eingehend in [Kapitel 2.5](#) beschrieben.



Das **Ansicht Menü** des Spline-Editors sieht so aus:

**Anzeigemodus** läßt umschalten zwischen **Drahtgitter**, **Schattiert**, **Geglättet**, **Texturiert**, oder **Transparent** und ändert nur die Darstellung des aktiven Fensters (*Genau - Das mit dem dickeren Rahmen!*), wie bereits von den Fenstern des Hauptbildschirms bekannt.

**Oberfläche einfärben** bietet drei Möglichkeiten der Oberflächenfärbung: **Standard** (= *Das Blaugrau der Programmvoreinstellung*), entsprechend der **Knochengewichtung** (*sobald ein Skelett existiert*), oder entsprechend der **Parameter** (= *Kennwerte*) einer Textur (*wenn eine derartige Zuweisung bereits erfolgt ist*).



Näheres hierzu im Kapitel über [Tri-Meshes](#).

Das **Anzeigen** Untermenü erlaubt per Anhaken (oder Häkchen entfernen) 4 verschiedene Einzelheiten zu den gewählten Objekten in den Ansichten darzustellen oder zu verbergen: Das **Kontroll-Mesh**, die **Oberfläche**, das **Skelett** und die **Ganze Szene**.



Näheres hierzu im Kapitel über [Tri-Meshes](#).

**Koordinatensystem** läßt darüber bestimmen, ob das **lokale** Koordinatensystem des Objektes oder das Koordinatensystem der **Szene** gilt. Das beeinflusst Ort und Ausrichtung des Objektes.

**Hintergrundgitter ...** (Grids) - Genau wie im [Hauptschirm](#), können Grids (Rasterkaros) angezeigt werden und - wenn nötig - Einrast-Punkte eingestellt werden.

**Koordinatenachsen anzeigen** schaltet die Darstellung der X-, Y- und Z-Koordinaten wie [hier](#) gezeigt, um.

**Vorlagebild anzeigen/ausblenden** zeigt oder verbirgt das (mit der nächsten Option Vorlagebild wählen) als Hintergrund gewählte Bild.

**Vorlagebild wählen ...** ermöglicht, ein Bild (in \*.jpg-, \*.png- oder \*.gif-Format) auszuwählen, um es auf dem Hintergrund des (aktiven) Editorfensters als Referenz für 's Modellieren zu nutzen. Diese Option öffnet eine Dialogbox, in der die gewünschte Bilddatei von ihrem Speicherort abgerufen werden kann.

Zu- bzw. Wegschalten des Bildes geschieht dann über den vorangegangenen Menüeintrag (= Vorlagebild anzeigen/ausblenden).

**Fit to Selection (Auswahl in Ansicht einpassen)** richtet die Ansicht so ein, dass die Auswahl zur Gänze darin sichtbar ist.

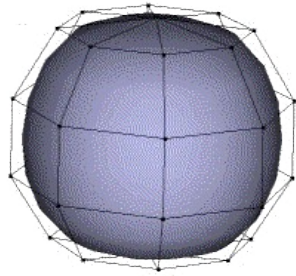
**Fit to all (Szene in Ansicht einpassen)** richtet die Ansicht so ein, dass die gesamte Szene vollständig darin sichtbar ist.

**Align with Axis (Ansicht an Achse ausrichten)** richtet die Ansicht (wieder) an den drei Koordinatenachsen orientiert aus.

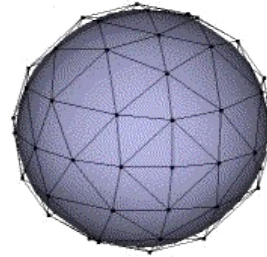
## 2.4. Dreiecks (Tri-) Meshes

Dreiecks-Netze ähneln Spline-Meshes darin, daß sie eine Möglichkeit sind, zusammengesetzte Oberflächen zu erzeugen. Die Oberflächen werden jedoch nicht durch Kurven bestimmt, wie bei den Spline-Netzen, sondern von einem Netz dreieckiger Flächen.

Der untere Vergleich zeigt den Unterschied zwischen einer durch Spline-Mesh erzeugten und einer per Dreiecks-Netz gebildeten Kugeloberfläche:



*Spline-Mesh*



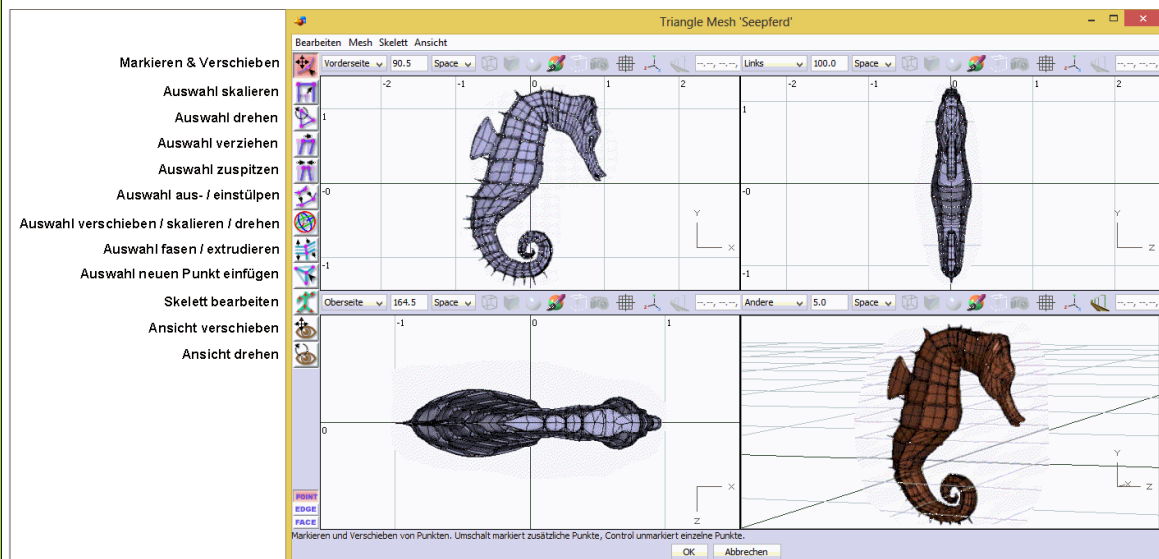
*Tri-Mesh*

Die Tatsache, daß die Oberfläche aus Dreiecken zusammengesetzt ist, zielt darauf ab, dass Dreiecksnetze anpassungsfähiger sind als Spline-Meshes. Die Netze werden entweder direkt aus Objekten, oder unter Anwendung von Modellierungsmitteln aus vorhandenen Mesh-Objekten erzeugt. (Siehe [Modellierungswerkzeuge](#)).

Um ein Dreiecksnetz aus einem vorhandenen geometrischen Objekt zu erstellen, einfach in der Objektliste auf das markierte Objekt rechtsklicken (Oder mit Linksklick in der oberen Menüleiste auf **Objekt**) und im jeweiligen Menü **In Dreiecks-Mesh umwandeln** anklicken. Abhängig vom ausgewählten Objekt folgt wahrscheinlich dann eine Aufforderung, die Genauigkeit für die Umwandlung der Oberflächen einzugeben. Das geschieht deswegen, weil manche Geometrien nicht exakt glatt sind, sondern kurvige Formen aufweisen, die mit (vernetzten) Dreiecken nur näherungsweise nachgebildet werden können, weshalb dem Programm mitgeteilt werden muß, wie genau es arbeiten soll. Grundsätzlich gilt: Je niedriger der Zahlenwert der angegebenen Genauigkeit, desto größer die Anzahl der netzbildenden Dreiecke. Bedenkenswert ist jedenfalls, daß man nicht notwendigerweise besonders hohe Genauigkeit vorzugeben braucht, da die Glättungsmöglichkeit, die das Netz hat, geglättete Meshes aus einer verhältnismäßig geringen Anzahl von Punkten/Dreiecksflächen herzustellen vermag. Ein Kubus (Würfel, Quader) kann dagegen exakt in Dreiecke umgewandelt werden, deshalb gibt es in solch einem Fall keine Anfrage zur Genauigkeit.

## Der Tri-Mesh-Editor

Doppelklicken auf ein Dreiecks-Mesh-Objekt öffnet den unten gezeigten Tri-Mesh-Editor, das Bearbeitungshilfsmittel für Dreiecks-Meshes. Die Netze können im Punkt- (**Point**), Kanten- (**Edge**), oder Flächen- (**Face**) Modus bearbeitet werden, indem man die entsprechend beschriftete Schaltfläche, links unten neben den Ansichtenfenstern des Editors, klickt.



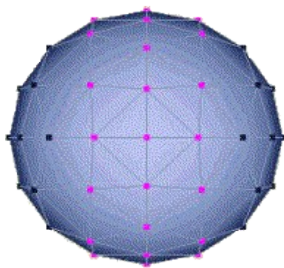


Genau wie in den Haupt-Ansichten-Fenstern, können Ausrichtung, Vergrößerung und Art der Ansicht (parallel oder perspektivisch) mit den bekannten Ansichts-Icons, Tastatur-Kürzeln oder Aufklapp-Menüs oberhalb der Ansichten eingestellt werden. Die Art der Mesh-Darstellung ist auch mit **Anzeige** → **Ansichtsmodus** veränderbar (siehe [Darstellungsarten](#) für Einzelheiten hierzu).

### Modellierwerkzeuge

Die Icons auf der linken Seite sind weitgehend die Gleichen wie im Spline-Mesh-Editor. Es gibt allerdings zusätzliche Werkzeuge für Dreiecksnetze, und jedes kann auf Punkte, Kanten oder Flächen angewendet werden. Die meisten von ihnen sind so weit selbsterklärend. Ruht der Cursor einige Zeit über einem Icon, erscheint ein Kurzhinweis zur Beschreibung seiner jeweiligen Wirksamkeit. Die Arbeitsweise der meisten Hilfsmittel läßt sich durch Drücken von **<⇧>** oder **<STRG>** beeinflussen. Darüber gibt, nach Anklicken des Icons, insbesondere die Statuszeile links unter dem Ansichtsfenster des Editors Auskunft. Die **Leertaste** kann genutzt werden, um zwischen dem (voreingestellten) Auswählen-Werkzeug und dem letzten aktivierten Werkzeug mit jedem Tastendruck hin- und herzuschalten. Untenstehend gibt es mehr Informationen zu jedem Werkzeug/Hilfsmittel:

Das **Markieren/Verschieben** - Werkzeug



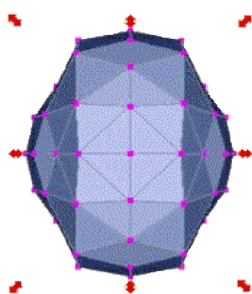
erlaubt Punkt(e), Kante(n) oder Fläche(n) anzuwählen und zu verschieben. Die ausgewählten Teile der Geometrie werden pink angezeigt und sind dann von jedem danach gewählten Werkzeug beeinflussbar. Die Anwahl erfolgt entweder mit direktem Klick (je nach Modus auf Punkt, Kante oder Fläche) oder Aufziehen eines Rechteckrahmens. Doch auch ein **Freihand-Markier-Modus** ist im **Bearbeiten** Menü verfügbar.

Punkte, Kanten, Flächen können mit Hilfe der gedrückten **<⇧>**-Taste zur Auswahl dazugenommen, sowie von ihr ausgeschlossen werden, oder es kann bei gedrückter **<STRG>**-Taste ein Auswahlbereich über dem Teil des Modells aufgezogen werden, der abgewählt werden soll.

Dieses Werkzeug erlaubt zudem, ausgewählte Meshstücke zu verschieben, indem man auf einen Teil der Auswahl klickt und zieht, oder (für 1-Pixel-Schritte) die **Pfeiltasten** nutzt. Die **<⇧>**-Taste läßt dabei nur vertikale und horizontale Bewegungen zu, während die **<STRG>**-Taste in Kombination mit den **<⇧>**- und **<⇩>**-Pfeiltasten die Anwahl auf den Betrachter zu und von ihm fort (quasi vor und hinter die Bildelebene) bewegt. Wird die **<ALT>**-Taste mit den Pfeiltasten gedrückt, ermöglicht das eine Schrittweite von 10 Pixeln (wie auch beim Zoomen mit dem Mausrad).

Die übrigen Hilfsmittel werden dargestellt, indem jeweils ihre Wirkung auf die Auswahl in den Bildern links gezeigt wird.

Das **Auswahl Skalieren** - Werkzeug



streckt oder staucht die aktuelle Auswahl, indem einer der Anfasser (= die kleinen, roten Doppelpfeile) mit gedrückter linker Maustaste verschoben wird.

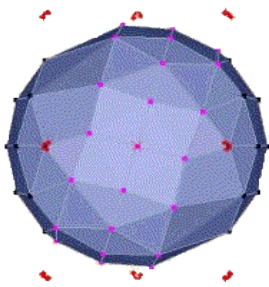
Das Skalieren kann gesteuert werden:

Die **<⇧>**-Taste während des Vorgangs gedrückt zu halten, bewirkt eine gleichmäßige Skalierung (d.h. die Proportionen bleiben erhalten).

Die **<STRG>**-Taste zentriert die Skalierung.

Natürlich funktioniert auch eine gleichmäßige und zentrierte Skalierung mit **<⇧>+<STRG>** wie links zu sehen.

### Auswahl drehen

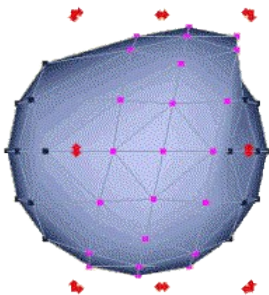


dreht die aktuell angewählte Geometrie, wie links gezeigt. Die Wahl des Anfassers gibt die Achse vor, in der die Drehung ausgeführt wird. Das Zentrum um das dabei gedreht wird, wird von einem roten Kreuz gekennzeichnet. Dieses Zentrum kann geändert werden, indem die **<STRG>**-Taste gedrückt und dazu die neue Stelle des gewünschten Drehungsmittelpunktes angeklickt wird.

### Auswahl verziehen



verzieht die gewählte Geometrie.



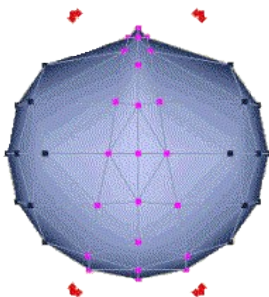
Hierzu führt das Werkzeug an der Auswahl eine Schiefenberechnung durch, das bedeutet, die gegebene Geometrie wird entsprechend ihres Abstandes zum benutzten Anfasser schief gezogen, wie es links zu sehen ist (Dafür wurde nur der obere Mittelanfasser nach rechts verschoben).

Die **<↑>**-Taste während des Ziehens gedrückt zu halten, erzeugt eine einheitliche Verzerrung.

ausgeführt.

Mit gedrückter **<Strg>**-Taste wird die Verzerrung zentriert

### Auswahl zuspitzen

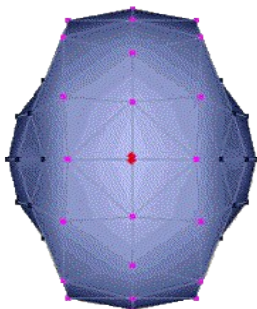


Dieses Hilfsmittel skaliert die gewählte Geometrie in Abhängigkeit ihrer Entfernung zu den benutzten Anfassern.

Wie bei den anderen Hilfsmitteln, kann auch hierbei die **<↑>**-Taste zur einheitlichen und die **<STRG>**-Taste zur zentrierten Ausführung genutzt werden.

Das Ergebnis links erreichte man, indem die oberen Anfasser bei gedrückter **<STRG>**-Taste einwärts verschoben wurden.

### Auswahl ein- und ausstülpfen



Dieses Werkzeug verformt die ausgewählte Geometrie indem es sie entlang ihrer Normalen ein- oder auswärts verschiebt.

Deshalb benötigt dieses Tool auch nur einen Anfasser in der Mitte.

Einfach im Ansichtsfenster den Mauszeiger darauf geklickt halten und runter - oder raufschieben.

Mitunter ähnelt das Ergebnis ziemlich einer zentrierten, gleichförmigen Skalierung, wie hier links etwa, aber in anderen Fällen sind die Ergebnisse merklich andere.

Das Verbund-Werkzeug

## Auswahl Verschieben/Skalieren/Drehen

(Vektorkreisel, Manipulator, Gizmo)



bietet sich als starke Möglichkeit, eine Palette von Arbeiten an markierter Geometrie auszuführen.

Für seinen Einsatz, wählen Sie **(anders, als für all die anderen Werkzeuge jedes Editors !)** zunächst das Icon und dann, in gewohnter Weise, jene Punkte, Kanten oder Flächen die verändert werden sollen. Ein zur Auswahl mittig ausgerichteter Manipulator wird, wie auf dem folgenden Bild erkennbar, dargestellt.

*(Gemeint ist damit jenes gyroskopartige (3D-)Gebilde, ähnlich dem, welches das Icon aufweist, auf dem rosa markierten Teil der Rückenflosse des abgebildeten Delphins.)*

Der **Manipulator** wird von **3** ( **blau**, **grün** bzw. **rot** eingefärbten) **Kreisen**, deren jeder für eine Drehungsebene steht, **3** Koordinaten-**Achslinien** und einer (**silbergrauen**) **Kugel** in seiner Mitte gebildet.

Jede **Achse** hat die **Farbe** des Kreises zu dem sie lotrecht steht, einen **Buchstaben in einem Quadrat** (zunächst **X**, **Y** oder **Z**) und einen **Anfasser in (stilisierter) Diamantform** - diese drei ebenfalls in der jeweils entsprechenden Färbung.

Freie **Bewegung** der gesamten Auswahl ist über das Ziehen der Kugel in der Mitte des Manipulators möglich. Bewegungen in einer einzelnen Achse sind durch Anklicken und Ziehen oder Schieben des entsprechenden Buchstaben-Quadrates möglich.

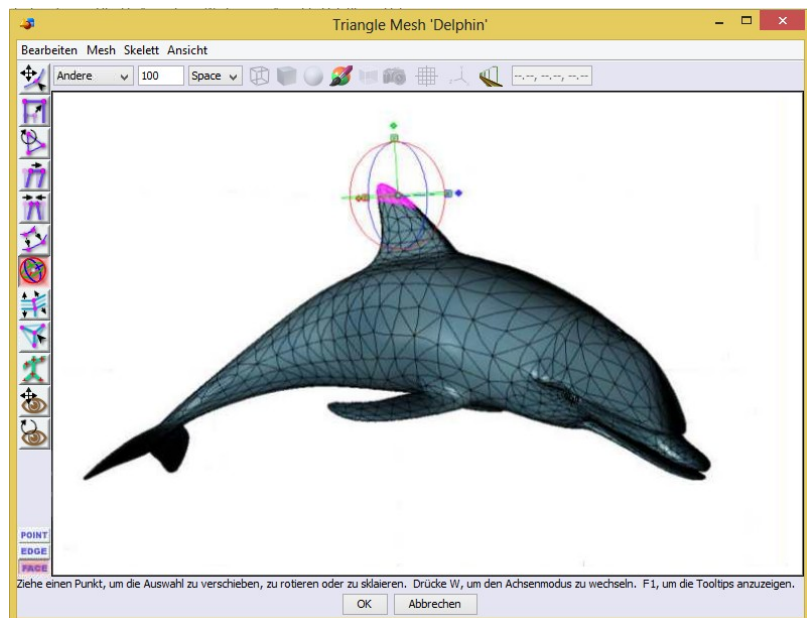
Das **Skalieren** in einer bestimmten Richtung wird über das Anklicken und Ziehen bzw. Schieben des passenden, diamantförmigen Anfassers bewirkt.

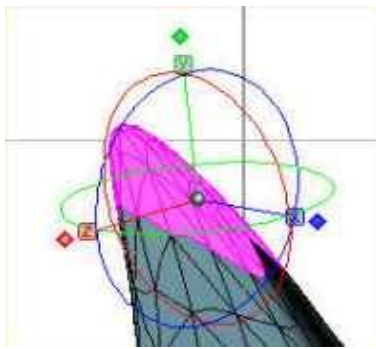
Einheitliche Skalierung erfolgt, wenn die **<↑>**-Taste während des Ziehens gedrückt bleibt.

Eine **Drehung** wird erreicht, indem man auf den gewünschten Kreis klickt und ihn in der entsprechenden Richtung zieht.

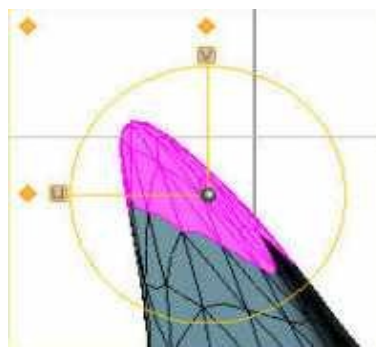
Der **Manipulator** selbst kann in seiner **Größe** angepasst werden, wenn die **<STRG>**-Taste gedrückt ist, während ein beliebiger der drei Anfasser-Diamanten gezogen oder geschoben wird.

Der **Achsen-Modus** des Manipulators wird zunächst als die Koordinatenachsen X, Y und Z angezeigt, aber auch andere Koordinatensysteme können stattdessen, wie unten gezeigt, mit Druck der **<W>** Taste gesetzt werden. Das linke der drei Bilder unten zeigt den Start-Modus des Manipulators. Das mittlere Bild gibt seinen 2D-Modus wieder, worin die Buchstaben u und v für die horizontale und vertikale Achsrichtung, parallel zum Bildschirm, stehen. Der dritte Modus, rechts im Bild, erlaubt Veränderungen sowohl entlang der Achse N, welche stets die Normale der Auswahl wiedergibt (also auf der Auswahl senkrecht steht), als auch auf den dazu und miteinander rechtwinklig korrespondierenden Achsen P und Q.

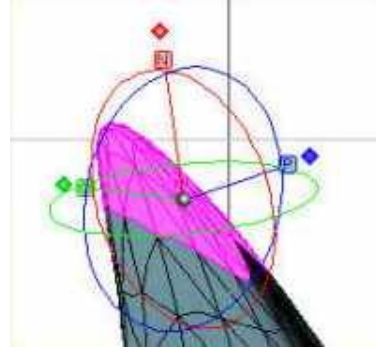




*Koordinaten-Modus*



*2D-U-V-Modus*



*Normalen-Modus*

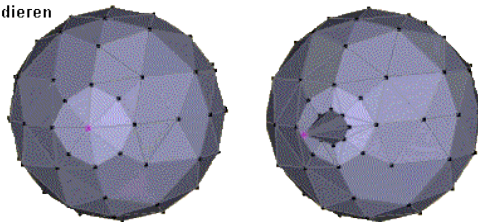
Das **Abschrägen-/Extrudieren**-Werkzeug



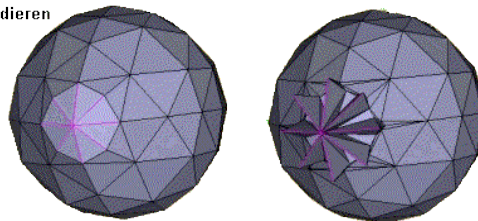
ist eine ausgesprochen mächtige Möglichkeit die Mesh-Geometrie zu erweitern.

Dieses Werkzeug arbeitet genau wie das Abschrägen-/Extrudieren-Hilfsmittel aus dem Mesh-Menü (siehe weiter unten)- nur eben wesentlich interaktiver. Abschrägen und Auf-längen können in einem einzigen Schritt an Punkten, Kanten oder Flächen durchgeführt werden. Die entstandene Geometrie bleibt ausgewählt, um die sofortige Wiederanwen-dung des gleichen Werkzeugs zu ermöglichen. Um es zu benutzen, die gewünschte Geo-metrie (Punkt, Kante, Fläche), die abgeschrägt und/oder extrudiert werden soll, mit dem Markieren/ Verschieben-Hilfsmittel auswählen. Danach das Abschrägen-/Extrudieren-Icon klicken sowie den Modus (Punkt, Kante, Fläche) einstellen. Das Auf/Ab-Ziehen des Maus-zeigers in der Ansicht (mit gehaltener linker Maustaste) extrudiert die Auswahl, links / rechts ziehen erzeugt eine Schrägung. Der Vorgang kann auf eine reine Extrusion be-schränkt werden, wenn dabei die  $\langle \updownarrow \rangle$ -Taste gedrückt wird, oder eine pure Abschrä-gung, wird die **<STRG>**-Taste gedrückt gehalten. Die Bilder unten zeigen die Ergebnis-se, auf immer die gleiche Beispiel-Geometrie angewendet, aber in verschiedenen Modi. Im Flächen-Modus, sollte man sich merken, öffnet ein Doppelklick auf das Werkzeug-Icon ein Menü, das entscheiden läßt, ob ausgewählte Flächen als **einzelne** Einheiten, oder insgesamt, **als Ganzes**, extrudiert werden.

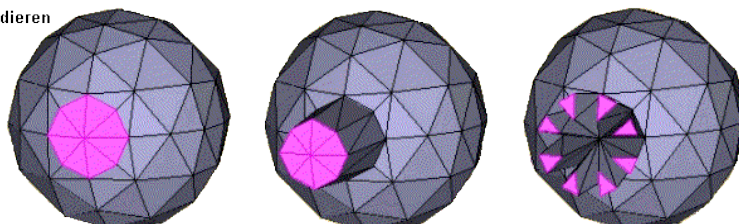
Punkt  
Beveln/Extrudieren



Kante  
Beveln/Extrudieren



Fläche  
Beveln/Extrudieren



*Auswahl*

*als Ganzes*

*einzelne Flächen*

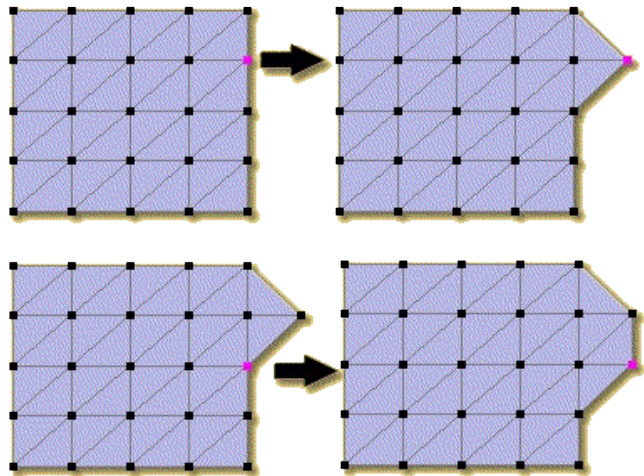


## Das **Punkt erzeugen**-Werkzeug

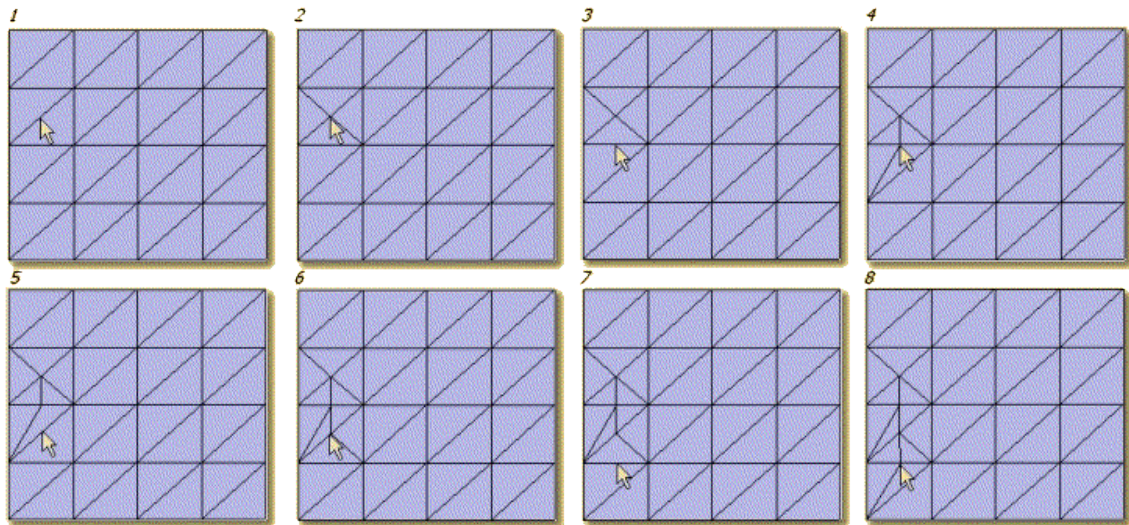


erlaubt (in einer Auswahl), abhängig vom gewählten Modus (Punkt, Kante, Fläche), auf mehrere Arten neue Geometrie zu erzeugen.

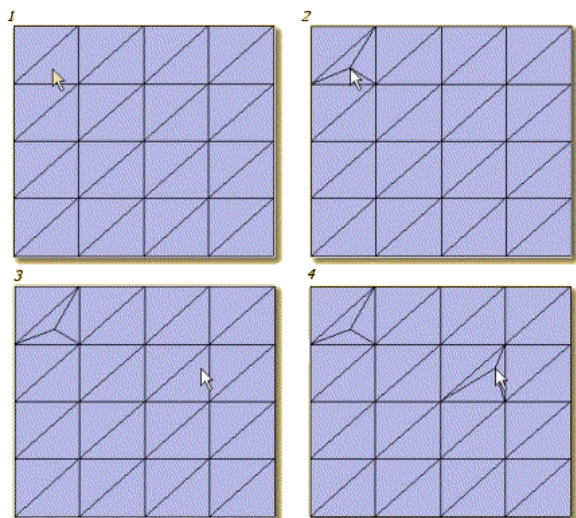
Im **Punkt**-Modus, erzeugt das Ziehen an einem (vorher markierten) Punkt einen neuen Punkt der mit dem ursprünglichen Punkt und dessen Nachbarn verbunden ist, wie hier rechts gezeigt:



Im **Kanten**-Modus ermöglicht dieses Werkzeug neue Vertices (Punkte) an den Stellen zu erzeugen auf die man (ohne Weiteres) klickt. Im unteren Beispiel wird in Position 1 geklickt und es entsteht als Ergebnis das, was auf Bild 2 zu sehen ist. Und so entsteht beim Klick in Position 3 das Ergebnis auf Bild 4 usw.



Im **Flächen**-Modus kannst Du neue Punkte innerhalb von Flächen lediglich mit Anklicken erzeugen. Diese werden genau dort erzeugt wo geklickt wird. Im rechten Beispiel wird ein neuer Punkt (Vertex) dort erzeugt, wo in Bild 1 geklickt wird - in Bild 2 ist das Ergebnis zu sehen. Dasselbe gilt für Bild 3 und 4.



Die obere Menüleiste bietet zusätzliche Optionen gegenüber dem Spline Editor, was die vielfältigeren Möglichkeiten von Dreiecksnetzen spiegelt.

Dies ist das **Bearbeiten-Menü** des Trimesh-Editors.

Bearbeiten	Mesh	Skelett	Ansicht
Rückgängig	Strg+Z		
Wiederholen	Strg+Umschalt+Z		
Löschen			
Alles markieren	Strg+A		
Markierung erweitern	Strg+X		
Invertiere Auswahl			
Spezielles Markieren			
Toleranter Markierungsmodus			
Freihand-Markierungsmodus	Strg+F		
Als Quads anzeigen	Strg+W		
Projiziere Kontroll-Mesh auf Oberfläche			
Markierte Objekte ausblenden			
Alles anzeigen			
Meshdehnung...	Strg+M		

**Rückgängig** macht die letzte Aktion, einschließlich Auswahlen, rückgängig. Wurde etwas rückgängig gemacht erscheint der Punkt Wiederholen anwählbar.

**Löschen** löscht die ausgewählte Geometrie aus Punkten, Kanten oder Flächen. Hat den selben Effekt wie das Drücken der **<BACKSPACE>**-Taste (= **<⇐>**).

**Alles markieren** wählt, je nach Modus, alle Punkte, Kanten oder Flächen aus.

**Markierung erweitern** erweitert die Auswahl, indem angrenzende Punkte, Kanten oder Flächen zur bestehenden Auswahl dazugenommen werden.

**Invertiere Auswahl** wählt alle nicht gewählten Punkte an und entwählt die ursprünglich gewählten.

**Spezielles Markieren** ermöglicht Auswahlen in einer Netz-Geometrie, den Optionen des folgenden Untermenüs entsprechend:

Rand des Objektes markieren  
Rand der aktuellen Auswahl  
Edge-Loop der aktuellen Auswahl  
Randstreifen der aktuellen Auswahl

#### Rand des Objektes markieren

Sind Teile des Meshes (Netzes) offen (Löcher), können Sie mit diesem Befehl die Ränder auswählen. Siehe Beispiel unten:



#### Rand der aktuellen Auswahl

Hiermit wird der äußere Rand der aktuellen Auswahl markiert, wie im unteren Beispiel:



Ursprüngliche Wahl    Rand dieser Wahl

#### Kantenring (Edge Loop) der aktuellen Auswahl

wählt Kanten, die weitgehend gleichgerichtet verlaufen und bildet damit einen Kantenring, wie unten erkennbar:



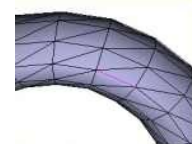
Ursprüngliche Wahl



Kantenring zur aktuellen Auswahl

#### Kanten(Rand)streifen der aktuellen Auswahl

wählt Kanten, die möglichst parallel zu einander stehen, aber durch eine Kante getrennt sind. Das ist oft brauchbar, wenn eine Kantenunterteilung in der neu entstandenen Auswahl folgen soll, um einen neuen Kantenring erzeugen zu können:



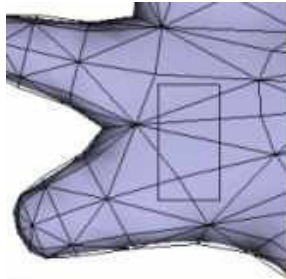
Ursprüngliche Wahl



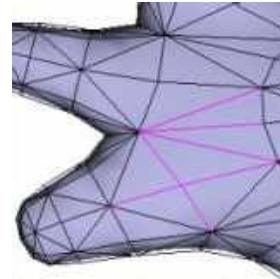
Kantenstreifen dieser Auswahl



**Toleranter Markierungsmodus** anzuwählen, verändert die Wirkung der Auswahlrahmen bei Kanten und Flächen (egal ob Freihand- oder Rechteckauswahl). Wenn diese Option nicht aktiviert ist, (so die Voreinstellung,) werden nur Kanten oder Flächen markiert und damit ausgewählt, die vollständig innerhalb des Auswahlbereiches liegen (für Punkte gilt das immer). Wird dieser tolerante Markierungsmodus gewählt, so werden auch Kanten und Flächen mitmarkiert, die nicht vollständig im Auswahlfeld liegen, wie im Beispiel unten:



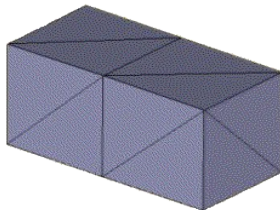
*Rechteckiges Auswahlfeld*



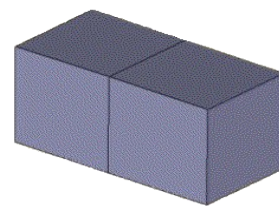
*Gleiche Auswahl im toleranten Modus*

**Freihand Markierungsmodus** aktiviert einen Anwählmodus, in welchem die Markierung, mit Gestaltung ihres Umrißverlaufes aus freier Hand, (ähnlich einer Gummischnur,) um die Objekte der Wahl gezogen werden kann. Alle Objekte, die sich vollständig innerhalb des Umrißes befinden, werden markiert (bzw. siehe oben: "Toleranter Markierungsmodus").

**Als Quads anzeigen** verändert die Weise in der die Kanten in einem Netzkörper dargestellt werden. Sind 2 zusammenhängende Dreiecksflächen gleich ausgerichtet, wird ihre gemeinsame Seitenkante verborgen, so daß die beiden Dreiecksflächen als eine Vierecksfläche (Quad) erscheinen. Das verleiht dem Netzkörper ein "aufgeräumteres" Aussehen, wie im Folgenden zu begutachten:

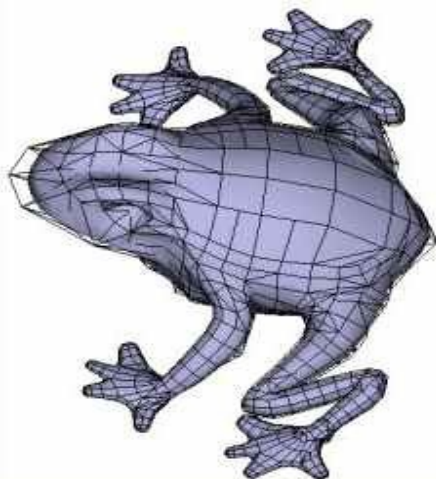


*Standardanzeige*

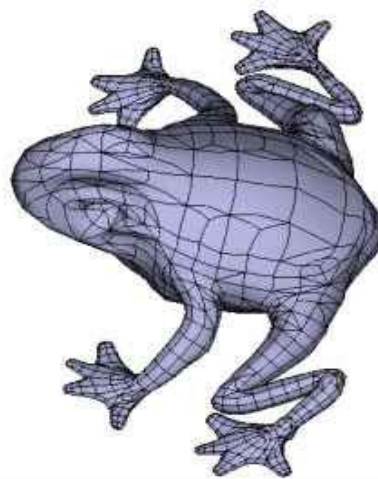


*Darstellung als Quads*

**Projiziere Kontroll-Mesh auf Oberfläche** läßt das Kontrollnetz bei einem geglätteten Mesh auf der Modelloberfläche anliegen. Bei Anpassungen der Meshgeometrie macht das deren Auswirkung auf die Oberfläche besser vorab einschätzbar. Siehe Beispiel unten:

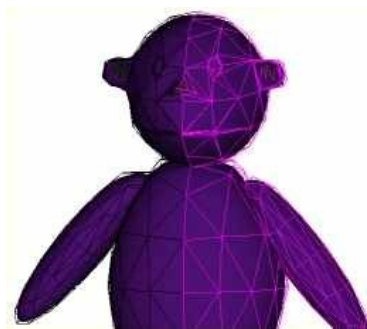


*Normale Darstellung Geglättetes Mesh*



*Auf die Modelloberfläche projiziertes Kontrollmesh*

**Markierte Objekte ausblenden** ermöglicht angewählte Geometrie auszublenden, wie rechts gezeigt. Das ist hilfreich bei der Bearbeitung komplexer Strukturen, wo Sichtbarkeit etwa in Bezug auf sich überlagernde Geometrien ein Problem werden kann. *(Eine Ausblendung löscht allerdings nichts!)*



Angewählte  
Mesh-Geometrie

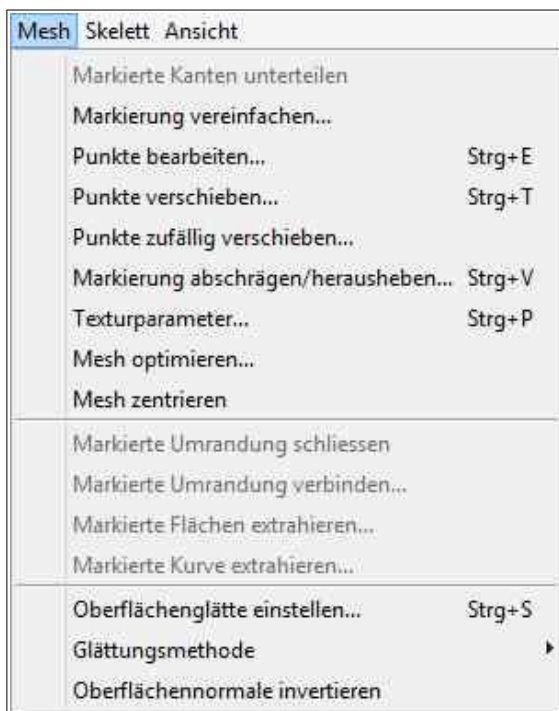


Ausgeblendete  
Auswahl

**Alles anzeigen** zeigt alle aktuell unsichtbaren Geometrien *(wieder)* an. *(Keine Schalterfunktion, d.h., um erneut auszublenden, muß erst neu angewählt werden.)*

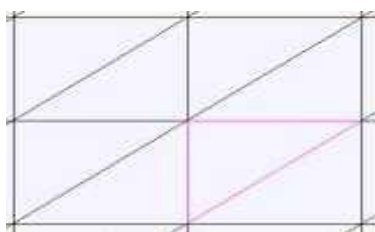
**Meshdehnung ...** ähnlich dem Spline-Mesh-Hilfsmittel, bewirkt das hier, dass Punkte um aktuell angewählte herum von der Auswahl mitbewegt werden. Mehr Einzelheiten dazu finden Sie [hier](#).

Das **Mesh-Menü** sieht so aus:

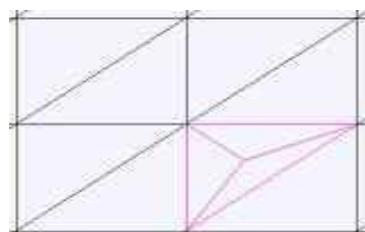


### Markierte Kanten/Flächen unterteilen

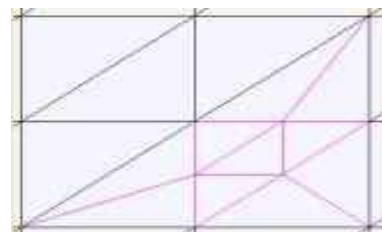
Im Kanten- oder Flächen-Modus wird jede angewählte Kante oder Fläche mit diesem Befehl unterteilt. Das ermöglicht, zu einzelnen Teilen des Meshes besondere Einzelheiten dazu zu modellieren. Der Befehl wirkt bei Kanten und Flächen unterschiedlich, auch wenn die ursprüngliche Auswahl gleich bleibt, wie unten gezeigt:



Ursprüngliche Auswahl



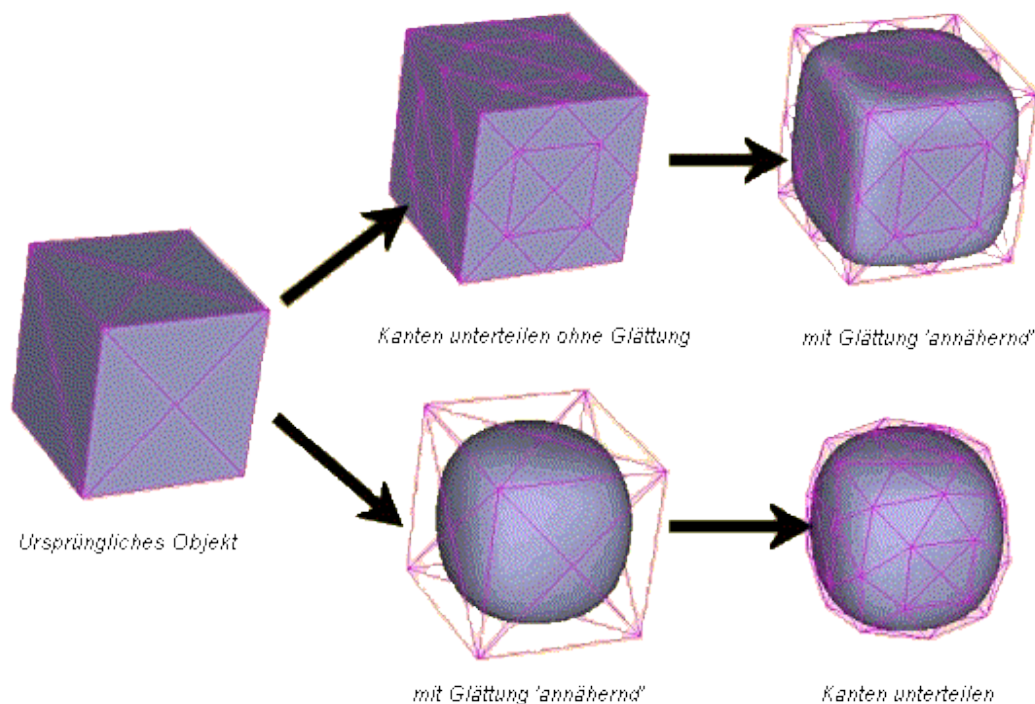
Fläche unterteilen



Kanten unterteilen

Das Unterteilen-Werkzeug bringt abhängig von der benutzten Glättungsmethode unterschiedliche Ergebnisse (siehe unten). Im Beispiel unten etwa ist die Wirkung des Unter

teilens aller Kanten eines Würfels vor und nach Anwendung der Glättungsart 'annähernd' dargestellt. Die entstehende Oberfläche ist durchaus unterschiedlich.

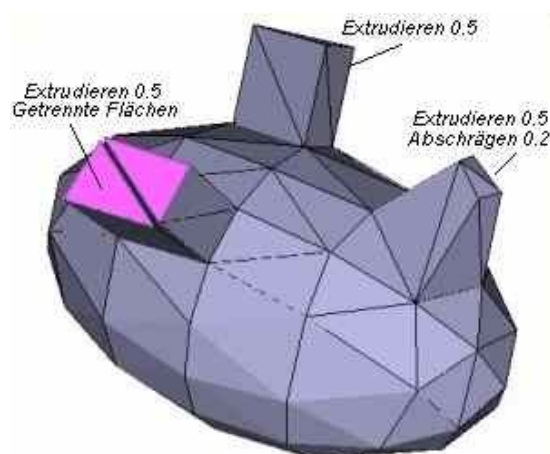


**Mesh vereinfachen** vermindert die Anzahl der Punkte (Vertices) im Mesh bis zu einer festlegbaren Oberflächengenauigkeit. Das kann die Arbeit mit schwierigen Netzen erleichtern und sie manchmal besser glätten, wenn die Glättungsart 'annähernd' genutzt wird. (Anwendbar auf ausgewählte Bereiche und auf das ganze Objekt. **Eine mächtige Funktion die nicht jede Software beherrscht !**)

**Punkte bearbeiten** läßt absolute X-, Y- und Z-Achsen Werte eingeben, für ausgewählte Punkte und um Skeletteigenschaften festzulegen (siehe [Skelette](#)). Eine Echtzeitvorschau zeigt am aktuellen Mesh die Auswirkung der in die Dialogbox eingetragenen Werte. Abbruch des Dialogs veranlaßt das Mesh in seine vorherige Form zurückzukehren.

**Punkte verschieben** gestattet, ausgewählte Punkte innerhalb der aktuellen Auswahl zu bewegen, zu drehen und zu skalieren durch Eingabe expliziter Werte für die X-, Y- und Z-Achse.

**Punkte zufällig verschieben** bewirkt zufällige Positionsänderungen (für ausgewählte Punkte) innerhalb einer nutzergegebenen Toleranz. Brauchbar ist das beispielsweise, um im wirklichen Leben entdeckte Unregelmässigkeiten nachzubilden (damit gerenderte Bilder eher 'echt' aussehen...)



**Markierung abschrägen/herausheben** ist ein sehr nützliches Hilfsmittel, um die Geometrie vorhandener Meshes zu erweitern. Es wirkt, wie das [Abschrägen/Extrudieren-Werkzeug](#) mit der Ausnahme, dass hier die Werte für Abschrägen und Herausheben genau angegeben werden können. Es arbeitet mit Punkten, Kanten oder Flächen. Handelt es sich um Flächen kann die Auswahl im Ganzen oder als getrennte (Einzel-)Flächen extrudiert und/oder abgeschrägt werden. In jedem Fall kann die Länge der Heraushebung und die Breite der Abschrägung vom Benutzer genau



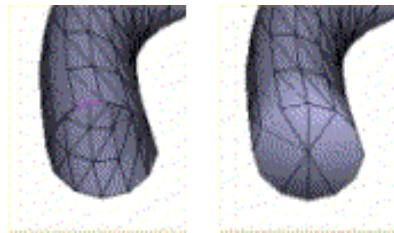
angegeben werden. Im linken Beispiel wird die Extrusion auf Flächen angewendet dargestellt. Weitere Beispiele sind hier gezeigt: [Abschrägen/Extrudieren-Werkzeug](#)

**Texturparameter ...** ermöglicht, bestimmte Punkte mit Eigenschaften in der Textur gleichzusetzen. Siehe [Textur](#) und [Material](#) für weitere Einzelheiten.

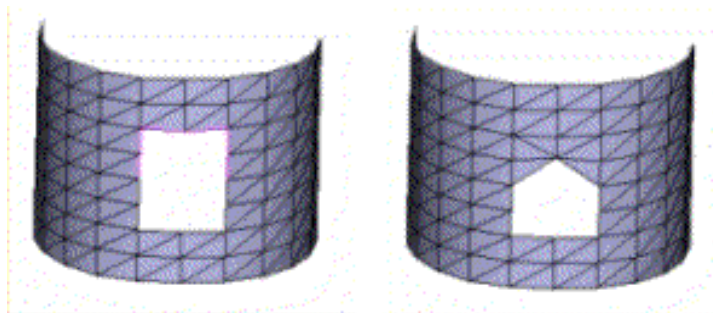
**Mesh optimieren** ordnet die Kanten in einem Mesh neu an, um dem Mesh ein glatteres Aussehen zu geben. Arbeitet besonders gut bei Mesh Objekten, die Punkte enthalten, an denen viele Ecken zusammentreffen, wodurch beim Glätten unerwünschte "Knitter" entstehen können.

**Mesh zentrieren** versetzt das gesamte Mesh-Objekt mit seinem Mittelpunkt auf den "Ursprung" (= Koordinaten-Nullpunkt).

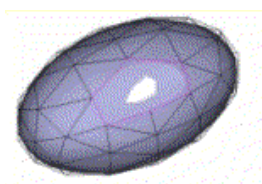
**Markierte Umrandung schließen** Mit diesem Hilfsmittel kann eine Umrandung, die mit **Bearbeiten** → **Spezielles Markieren** → **Rand markieren**, wie oben beschrieben, angewählt wurde, dann geschlossen werden, um wieder eine geglättete Oberfläche zu formen. Das ist brauchbar um Oberflächen zu reparieren oder zu modifizieren, aber auch, um die Enden von Splinenetz-Objekten nach ihrer Umwandlung in Dreiecknetze zu schließen, wie hier gezeigt:



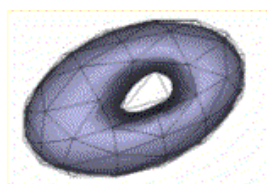
Dieser Befehl kann auch lediglich für Teilbereiche verwendet werden. Einfach die gewünschten Randteile markieren und dieses Hilfsmittel anwenden, wie in den Bildern hierunter vorgeführt:



**Markierte Umrandung verbinden** Dies verbindet 2 oder mehr einzelne "Löcher" oder Randkanten, indem entweder ein "Tunnel" erstellt wird, oder eine "Brücke", wie dies in den Bildern hier unten zu sehen ist.



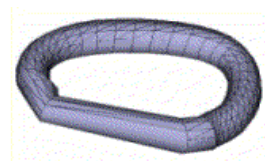
Ränder markiert



Ränder verbunden

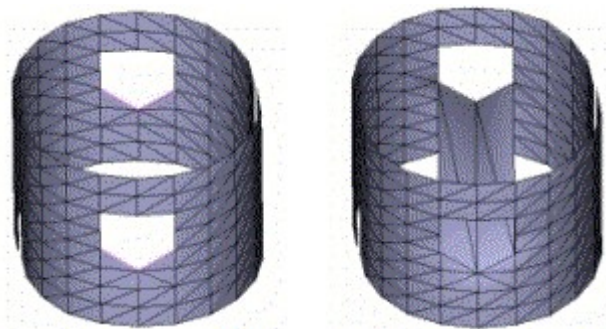


Ränder markiert



Ränder verbunden

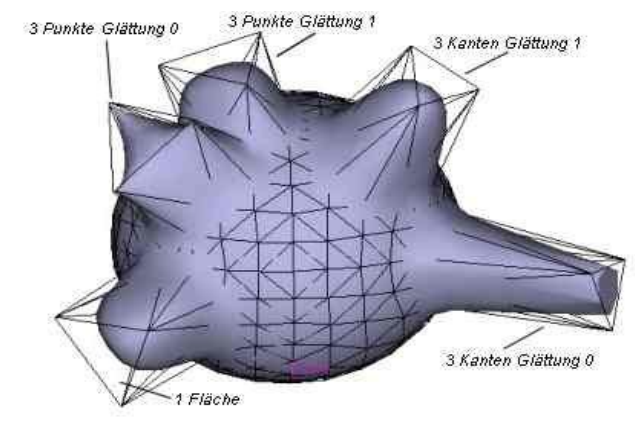
Einzelne Randkanten können auch wie folgt verbunden werden:



**Markierte Flächen extrahieren** ermöglicht Ihnen, ein neues Objekt aus den aktuell gewählten Flächen zu erzeugen.

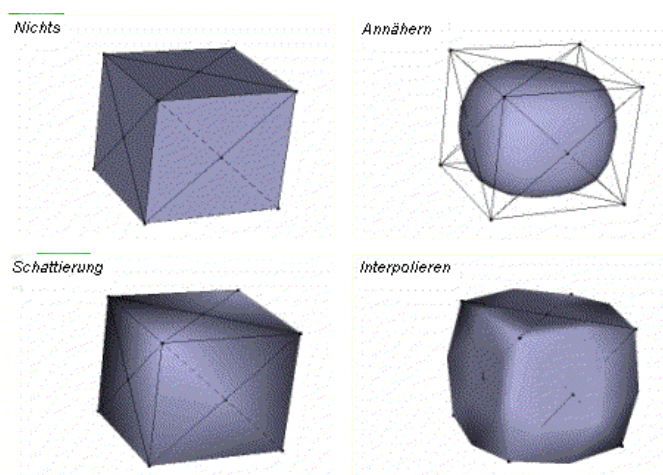
**Markierte Kurven extrahieren** ermöglicht, aus den aktuell gewählten Kanten ein neues Kurvenobjekt in **AOI** zu erzeugen. (Nach Eingabe (s)einer Bezeichnung in der geöffneten Dialogbox erscheint es in Objektfenster und Ansicht(en) des Hauptschirms. So lassen sich Objekte, die andere umschlingen, beispielsweise, sehr schnell erstellen !)

**Oberflächenglätte einstellen** ist die Entsprechung zur (gleichnamigen) Spline-Mesh-Option. Bitte bedenke, dass nur Kurven und Punkte ihre Glättung auf diese Weise bestimmen lassen. Eine Echtzeitvorschau des Einwirkens der in der Dialogbox eingegebenen Glättungswerte wird am aktuell gewählten Mesh gezeigt. Abbrechen des Dialogs läßt das Mesh in seine ursprüngliche Form zurückgehen. Die unteren Beispiele illustrieren (sehr schön) extreme Werteeinstellungen der Glättung (die sich zwischen 0 und 1 bewegen kann) und ihre Wirkung auf das **Auswahl Aus- und Einstülpfen Werkzeug**. Dafür wurde die Glättungsart 'annähernd' benutzt, - es wirkt aber natürlich auch bei interpolierender Glättung.



**Glättungsmethode** stellt 4 Arten der Glättung zur Wahl, die das Aussehen des Objektes verändern, von einer Gruppe Kontrollpunkte bestimmt. '**Nichts**' läßt das Objekt so facettiert erscheinen, wie es an sich ist, während '**Schattierung**' die Täuschung einer leichten Glättung über die Veränderung der Oberflächennormalen erzeugt. '**Interpolieren**' und '**Annähern**' verändern die Gestalt des Objekts tatsächlich und sind sehr mächtige Unterteilungsmethoden, die sich hervorragend z.B. für organische Objekte eignen.

Das Bild rechts zeigt die Unterschiede der 4 Möglichkeiten an einem einfachen Objekt, das durch Umwandlung eines Würfels in ein Dreiecks-Mesh erstellt wurde. Bitte erinnere Dich auch daran, das die Glättung einzelner Punkte oder Kanten auch mit der oben beschriebenen Option **Oberflächenglätte einstellen** gesteuert werden kann.



**Oberflächennormale invertieren** Unter Umständen werden Flächen eines Mesh- Objekts nicht ordentlich dargestellt, weil ihre Oberflächennormalen sich verdreht haben. Diese Option behebt die Schwierigkeiten.

Das **Skelett-Menü** wird im (nächsten) Kapitel 2.5. genau beschrieben.

Das **Ansicht-Menü** sieht so aus:

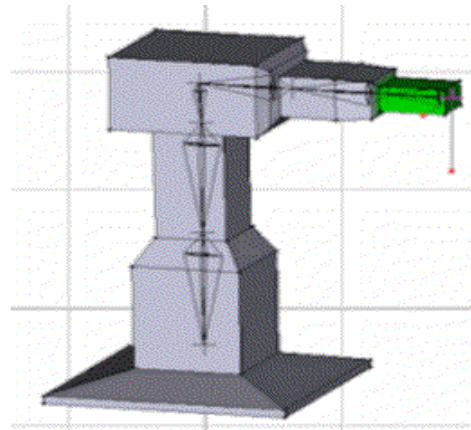
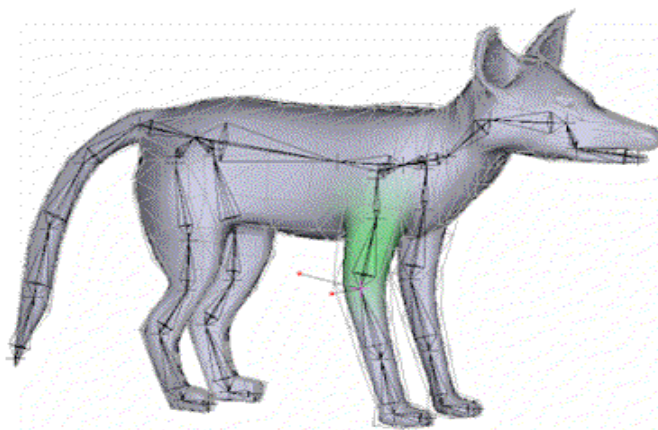


**Anzeigemodus (Display Mode)** - schaltet die aktuell aktive Ansicht zwischen **Drahtgitter**, **Schattiert**, **Geglättet**, **Texturiert**, **Transparent** (und **Gerendert**) um. (Zu begutachten bei den folgenden Beispielen).  
(Die Option **Gerendert** (Dieser Eintrag fehlt an dieser Stelle nicht nur im deutschen Layout!) erzeugt in der aktiven Ansicht (**derzeit nur über Ansichten-Icon!**) ein gerendertes Bild als Vorschau. Damit alles genau so überprüfbar wird, wie es beim endgültigen Rendern aussehen sollte.)

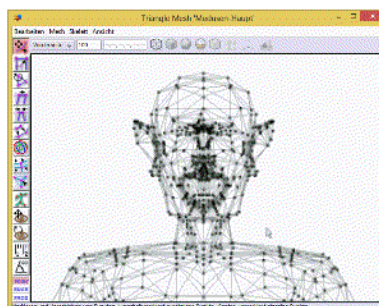
Die **Oberfläche einfärben**-Option ermöglicht über ihr Untermenü, (nur zugänglich, sofern Skelett und/oder Textur zugewiesen sind,) die Oberfläche in 3 unterschiedlichen Bezügen einzufärben: Neben die **Standard**-Farbe (Blaugrau) können evtl. noch **Knochengewicht**, wenn das Objekt ein **Skelett** hat, oder die **Parameter** einer möglicherweise zugewiesenen **Textur** treten.



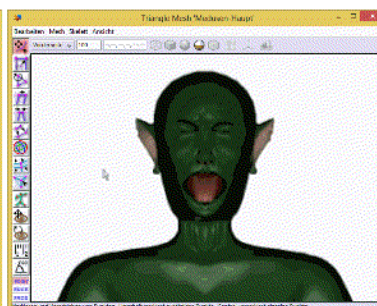
Das Beispiel des Fuchses, unten links, läßt in Grünschattierungen die Einflußverteilung des jeweils markierten Knochens (hier der im rechten oberen Vorderlauf) auf der Mesh Oberfläche erkennen. In diesem Fall bestehen weiche Übergänge in den Einflußgewichtungen der Knochen, daher die Schattierungen. Ganz entgegen dem Fall des Roboters unten rechts: Dort hat der gesamte Oberflächenabschnitt eine IK (= **Inverse Kinematik**)-Gewichtung von 1 und ist deshalb einheitlich grün.



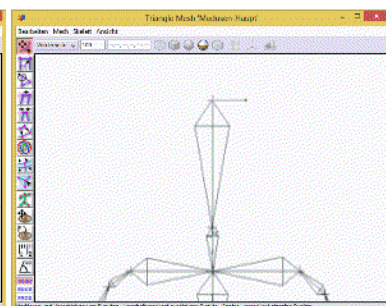
Das **Anzeigen**-Untermenü ermöglicht verschiedene Einstellungen, je nach Wunsch des Benutzers, was in der aktiven Ansicht gezeigt werden soll oder nicht. (Ein Häkchen gestattet die entsprechende Darstellung. Ohne Häkchen bleibt die entsprechende Option unsichtbar.) In den unten sechs Beispielen wird dies gezeigt:



Nur Drahtgitter

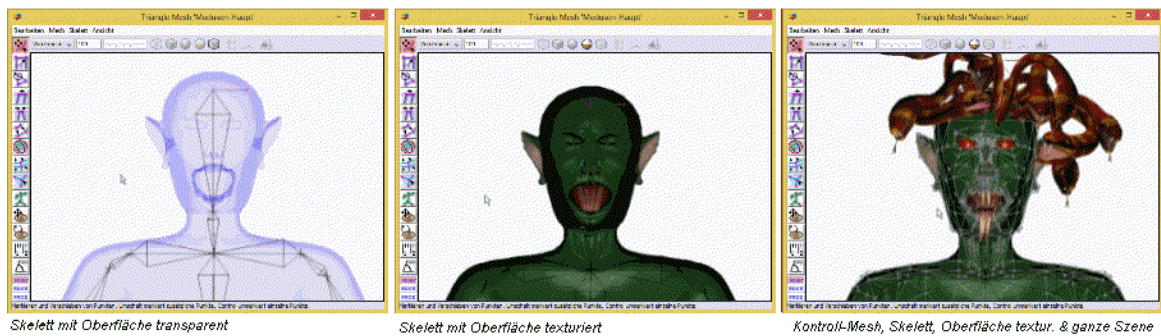


Nur Oberfläche texturiert



Nur Skelett





**Koordinatensystem** Hier können Sie entscheiden, ob sie das Meshobjekt in seinem lokalen Koordinatensystem oder in dem der Szene bearbeiten möchten. Das beeinflusst Ausrichtung und Lage des Objekt-Netzes.

**Hintergrundgitter ...** Genau wie im Hauptfenster können Hintergrundgitter angezeigt und falls notwendig als Einrasthilfen genutzt werden.

**Koordinatenachse anzeigen** schaltet die Darstellung von X-, Y- und Z-Achse ein und aus, wie hier gezeigt.

**Vorlage anzeigen/ausblenden** zeigt jenes Hintergrundbild an oder blendet es aus, das zuvor in der als nächste beschriebenen Option ausgewählt worden ist.

**Vorlagebild wählen ...** ermöglicht, ein Bild (im Format \*.jpg, \*.png oder \*.gif) im Editor als Hintergrundbild auszuwählen. Das ist brauchbar, wenn man eine Vorlage oder Referenz benötigt. Mit dieser Auswahl erscheint eine Dialogbox worin man die Datei auswählen kann. Mit dem vorher beschriebenen Menüpunkt kann man das Bild ein- und ausschalten.

**Fit to Selection (Auswahl in Ansicht einpassen)** richtet die Ansicht so ein, dass die Auswahl zur Gänze darin sichtbar ist.

**Fit to all (Szene in Ansicht einpassen)** richtet die Ansicht so ein, dass die gesamte Szene vollständig darin sichtbar ist.

**Align with Axis (Ansicht an Achse ausrichten)** richtet die Ansicht (wieder) an den drei Koordinatenachsen orientiert aus.

## 2.5. Skelette / Knochen (Bones)

Skelette sind ihrem Wesen nach keine Objekte, sondern sie stellen eine sehr nützliche Methode dar, um die Verformung von Meshobjekten zu steuern. Ihr größter Nutzen liegt in der Animation und wird hier im Einzelnen beschrieben.

Der Grundgedanke von Skeletten ist, eine Reihe zusammenhängender "Knochen" zu erzeugen, die am Netzkörper (Mesh) festgemacht sind. Das Bewegen der Knochen wird dann mit 2 verschiedenen Methoden bewirkt:

**Vorwärts (gerichtete) Kinematik (FK):** Das Klicken auf ein Knochen-Gelenk läßt sogenannte FK-Anfasser (Handles) sichtbar werden, mit welchen man den Knochen kreisen lassen, verdrehen oder strecken kann, stets bezogen auf seinen Elternknochen (Parent).

**Inverse Kinematik (IK):** Ein oder mehrere Gelenke können verankert oder 'festgesteckt' (festgepinnt) werden. Andere Gelenke können dann angefasst und in die gewünschte Position gebracht werden. Alle anderen Knochen zwischen dem bewegten und den fixierten (festgepinnten) Gelenken, bewegen sich dann automatisch mit, um die Skelett-Verbindungen beizubehalten. Diesen Vorgang nennt man inverse (quasi rückwärts wirkende) Kinematik. In jedem der beiden Fälle wird sich das Meshobjekt verformen, um an den Knochen "dranzubleiben".

## ERSTELLEN EINES SKELETTES

Um ein Skelett zu erstellen, muß man nur einen Mesh-Editor starten, indem man z.B. auf ein Meshobjekt doppelklickt. Danach einfach auf

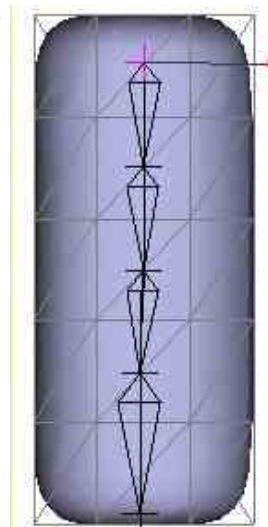


klicken.

Um einen neuen Knochen zu erstellen, mit **<STRG>+Klick** an der gewünschten Stelle beginnen. Ein weiteres **<STRG>+Klick** erstellt den ersten Knochen, das ist der (Root- oder) **Wurzel-Knochen**. Dieser ist wie ein schmaler Drachen geformt und verbindet die beiden Klickpunkte. Danach wird mit **<STRG>+Klick** Kreuzchen nach Kreuzchen in das Meshobjekt gesetzt und mit Drachen zu Knochen verbunden. Das kann so oft wie nötig wiederholt werden, wie in dem einfachen Beispiel rechts zu sehen ist:

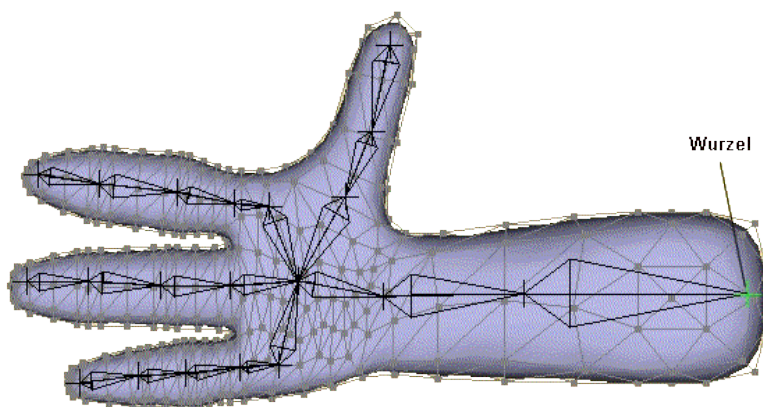
Die Formgebung des Drachens ist wichtig: Sein schmaler Teil zeigt zum Wurzelknochen (also Anfang des Skeletts) während das dicke Ende in Richtung der äußeren Gliedmaßen weist.

Einmal erstellt können Knochen mit einem Klick auf das Kreuz an ihrem Ende angewählt werden. Der so angewählte Knochen, besser: dessen Gelenk-Kreuzchen wird pink dargestellt.



Ein **<STRG>+Klick** irgendwo, während ein Knochen so angewählt ist, erstellt einen neuen Knochen, der diesen neuen Punkt mit dem markierten Gelenk verbindet. Um eine neue, unabhängige Knochenverbindung zu schaffen, wäre darauf zu achten, daß kein anderer Knochen mehr angewählt ist. Das kann man erreichen, indem man einmal einfach ins "Nichts" des Editorenfensters fernab jedes vorhandenen Knochens klickt.

Das 'Basis'gelenk wird in grün dargestellt. Jeder existierende Gelenkpunkt kann zeitweilig zum Basisgelenk werden, indem man mit der gedrückten **<↑>**-Taste darauf klickt. Das ist eine Möglichkeit Bewegungen des Skeletts zu unterbinden; (man "nagelt" dieses Gelenk damit sozusagen fest;) das heißt, jeder Knochen zwischen diesem Basispunkt und der Wurzel des allerersten Knochens im Skelett bleibt ortsfest, während sich alle hinter dem fixierten Gelenkpunkt weiter außen liegenden bewegen lassen. **Art of Illusion** erlaubt beliebig viele Gelenkpunkte auf diese Art zu verankern, festzupinnen, 'anzunageln' oder zu fixieren.



Das Bild zeigt ein etwas aufwendigeres Beispiel eines Arms. Der Wurzelknochen ist als Schultergelenk festgelegt, weiter ist da ein Knochen, der den Oberarm bis zum Ellenbogen darstellt. Von da ab geht ein Knochen vom Ellenbogen zum Handgelenk und von dort einer zur Handmitte. Jetzt wird es etwas komplizierter: Einzelne

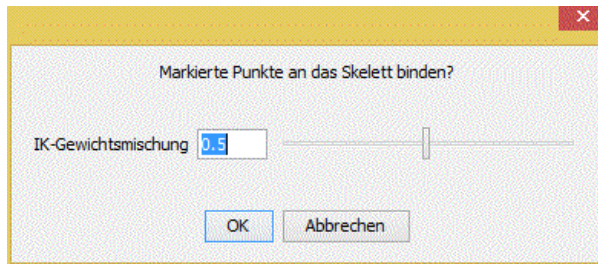
Knochenketten gehen von diesem zentralen Knochen zu jedem Finger ab. Um die Finger darzustellen, muss man immer wieder auf den Handmittelknochen mit gedrückter **<STRG>**-Taste klicken, um diese Verzweigungen und Fingerketten einzeln zu erstellen.

Bedenkenswert ist, das der Skelett-Editor normalerweise die Tiefe des Skeletts im Mesh gut trifft, während es darüber gezeichnet wird. Am besten funktioniert das allerdings, wenn das Mesh auf einer einheitlichen Ebene bestückbar ist.



## DAS SKELETT MIT DEM MESH VERKNÜPFEN

Wenn das Skelett gezeichnet ist, muß es am Netzobjekt noch befestigt werden. Einfach das gesamte Objekt auswählen mit **Bearbeiten** → **Alles markieren** (im Punkte-Modus) und danach auf **Skelett** → **Binde Punkte ans Skelett** klicken. Folgende Dialogbox erscheint:

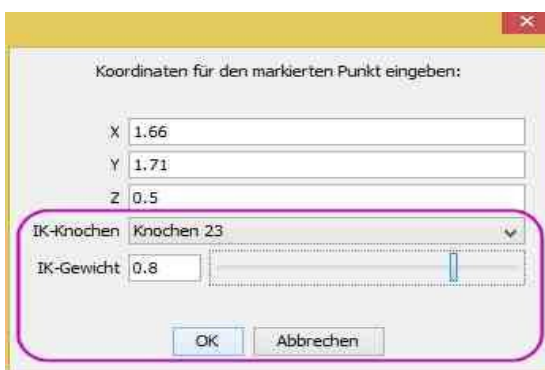


Die **IK** (**I**nverse **K**inematik) -Gewichtung bestimmt, wie sich das Meshobjekt verformt, wenn die daran befestigten Knochen sich bewegen. Wenn z.B. die IK-Gewichtung eines Punktes auf 1.0 gesetzt ist, wird der Punkt nur vom nächstgelegenen Knochen bewegt. Das wird dann zum Problem, wenn Punkte gleich nah zu un-

terschiedlichen Knochen liegen. In diesem Fall würde sich z.B. ein Punkt mit dem Knochen bewegen und sein Nachbar daneben nicht. Um das zu vermeiden, kann **AoI** nicht nur den nächsten Knochen selbst den Punkt beeinflussen lassen, sondern auch dessen Elternknochen, (also den nächsten Knochen in Richtung Wurzel). Wenn das Mesh über diesen Dialog an die Knochen gebunden wird, mischt **AoI** ihre Gewichtungen, um die Oberfläche sanft in Bewegung zu setzen; Punkte nahe der Knochenmitte werden bis 1 reichende Werte erhalten und eher an den Gelenkstellen liegende Punkte niedrigere Werte. Der im Dialog festgelegte IK-Gewichtungs-Mischwert bestimmt das Ausmaß des Bereiches um jeden Gelenkpunkt, in welchem niedrigere Gewichtungen gebraucht werden.

Wenn die IK Gewichtung bei 0 liegt gibt es keine Gewichtungsmischung, und alle Punkte wären mit einer IK-Gewichtung von 1 verbunden (für einen starren Roboterarm vielleicht).- Ein Mischwert von 1 ist das andere Extrem und wäre für so etwas wie einen biegsamen Gartenschlauch brauchbar.

Die in diesem Schritt festgeschriebene IK-Gewichtung stellt eine übergreifende Steuerung für alle zum Skelett gehörenden Punkte dar. Um gezielte Steuerung für einzelne Punkte festzulegen, kann man die betreffenden anwählen und **Mesh** → **Punkte bearbeiten** anklicken. Der untere Teil der aufgehenden Dialogbox ermöglicht auszuwählen, von welchem Knochen aus die Steuerung erfolgen und welche IK-Gewichtung angewendet werden soll, wie unten ersichtlich:



Einfach, um es zu wiederholen: Die IK-Gewichtung ist der Einfluß des am nächsten gelegenen Knochens, bezogen auf den Einfluß seines Elternknochens.

Ein Wert von 0,5 bedeutet also, daß ein Punkt zu gleichen Anteilen von seinem nächsten Knochen und dessen Elternknochen beeinflusst wird.

Ein Wert von 0,8 bedeutet, daß der Einfluß des nächsten Knochens über den seines Elters mit 80% zu 20% vorherrscht.

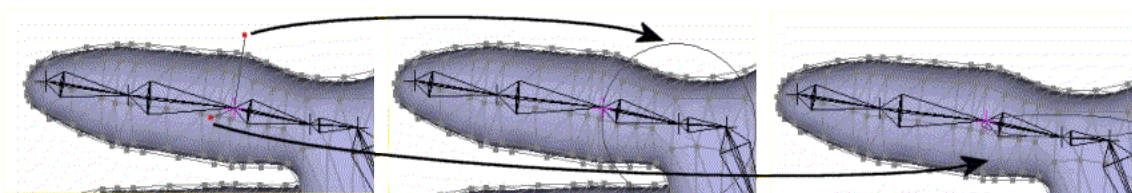
Beachtenswert ist auch, dass, wenn erforderlich, nur Teile des Meshobjekts an das Skelett angebunden werden können. Zur Anbindung einfach die gewünschten Punkte auswählen und auf **Skelett** → **Binde Punkte ans Skelett ...** klicken. Das ist hilfreich wenn man das Skelett (an einzelnen Knochen) verändert hat, aber die IK-Gewichtungen in anderen Bereichen des Skeletts bereits fein abgestimmt sind. In diesem Fall würde eine neue Anbindung aller Punkte bedeuten, die Anpassung der IK-Gewichtungen vollständig von vorne beginnen zu müssen. Stattdessen einfach nur die Punkte um die veränderten Knochen anwählen und die neu anbinden.

## BEARBEITEN DES SKELETTES

Die Knochen (Bones) des Skelettes können mit Hilfe der Vorwärts-Kinematik (FK), oder der Inversen Kinematik (IK) bewegt werden. Bei der FK wird jeder Knochen bei fixiertem Elternknochen einzeln bewegt. FK-Bewegungen können bequem mit den FK-Anfassern erwirkt werden, die am gewählten Gelenkpunkt "dran stecken". Diese Anfasser werden als kleine rote Rechtecke mit einer Verbindungslinie zum Gelenk angezeigt. Die Anzahl der verfügbaren Anfasser hängt von den (nutzerseitig) ungesperrten Freiheitsgraden und den FK-Anfasser-Vorgaben ab: Standard sind 2 ungesperrte Freiheitsgrade, X-Beugung und Y-Beugung, wobei die FK-Vorgaben auf die Darstellung lediglich der nutzbaren (ungesperrten) Freiheitsgrade gesetzt sind.

Um eine Änderung der Freiheitsgrade zu ermöglichen, kann die **Knochen bearbeiten...**-Option (siehe unten) benutzt werden. Damit kann man zwei weitere Grade von Freiheit entsperren: **Verdrehung** (um die Längsachse) und **Länge** des Knochens. Wahlweise können aber die aktuell gesperrten Freiheiten zur Darstellung gebracht und eine Änderung ihrer FK-Anfasser eingestellt werden. Die FK-Anfasser-Vorgaben können mit Doppelklick des Skelett-Icons (in der linken Iconleiste) eingestellt werden. 3 Möglichkeiten eröffnen sich damit: (1) Anzeige lediglich der verfügbaren Freiheitsgrade, (2) Überhaupt keine FK-Anfasser, oder (3) Alle FK-Anfasser. Beachte, daß die Freigabe der Freiheitsgrade über die **Knochen bearbeiten...**-Option auch bedeutet, daß diese Freiheitsgrade noch bei der Knochenbewegung über IK (inverse Kinematik) bis zur (erneuten) Änderung der FK-Ausgabe-Einstellungen ungesperrt bleiben.

Um Knochen zu bewegen, den geeigneten Anfasser klicken. Bei den Anfassern für X- oder Y- Beugung erzeugt dies einen Kreis mit Mittelpunkt auf dem Elterngelenk, der die mögliche Bewegungsspanne zeigt (siehe unten). Links/Rechts-Ziehen mit gedrückter linker Maustaste läßt den Knochen mit auf den (der jeweiligen Achse) entsprechenden Freiheitsgrad beschränkter Bewegung kreisen.



Die FK-Anfasser ermöglichen ...

X-Neigung

Y-Neigung

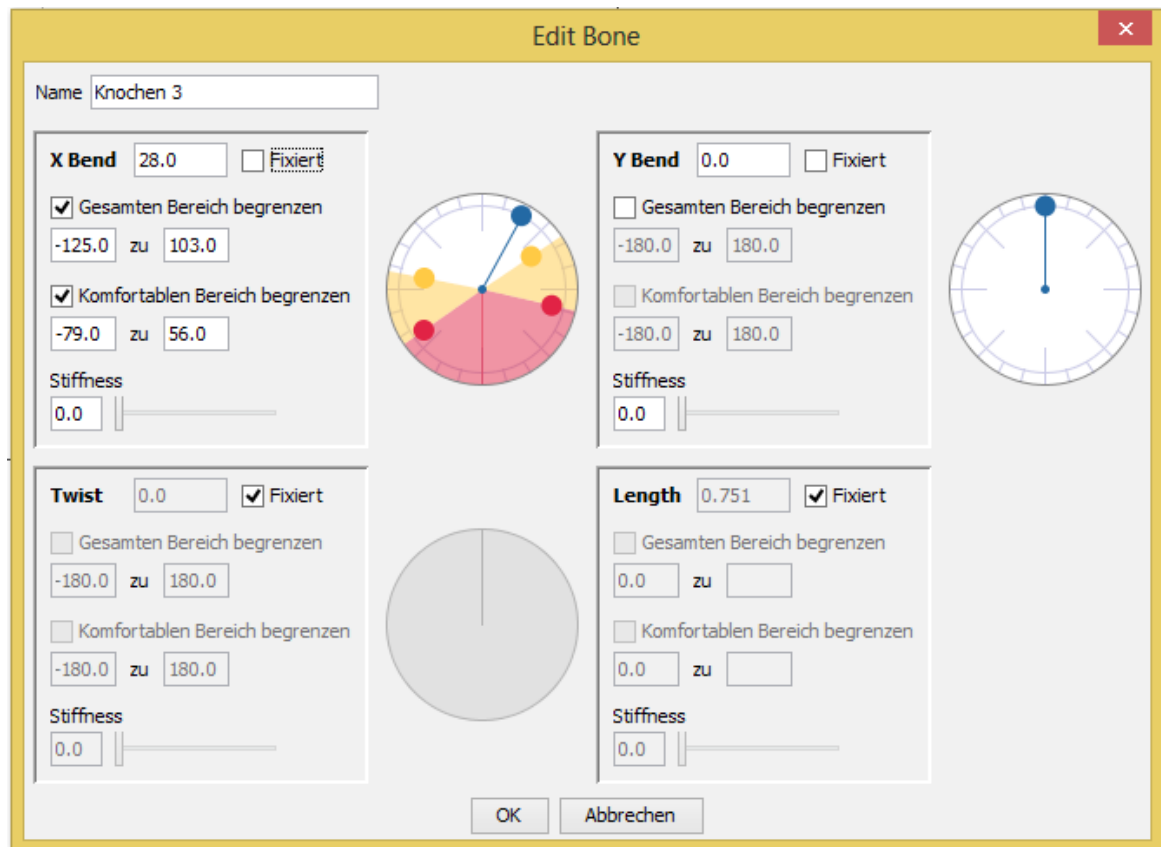
Die Alternative, um die Knochen zu bewegen, ist (*rauszugehen und einen Waldlauf zu machen, oder...*) die Inverse Kinematik (IK) zu benutzen. Mit der IK können Sie jedes der Gelenke mit gedrückter <↑>-Taste und darauf Klicken festsetzen (*verankern, "festpinnen" oder "annageln"*). Das färbt das dazugehörige Markierungskreuzchen grün. Um das Skelett dann zu bewegen, einen der nicht fixierten Knochen klick-ziehen. Der IK-Solver von **Art of Illusion** wird dann automatisch die Stellungen der einzelnen Knochen zwischen dem Bewegten und dem/den Festgepinnten errechnen mit dem Ziel die Skelett-Verbindungen beizubehalten.

Falls nach Erstellung und Einbindung des Skeletts Bedarf besteht Knochen neu zu positionieren, **ohne** das es eine Auswirkung auf die Stellung des Mesh Objektes hat, klickt man auf **Skelett** → **Skelett temporär lösen**. Ist das Skelett schließlich passend in Position gebracht, klickt man nochmals auf die Option **Skelett** → **Skelett temporär lösen**, um sie wieder abzuschalten. Es kann in diesem Stadium aber auch notwendig werden, das Skelett neu einzubinden, um sicher zu gehen, daß die Netzkpunkte auf die zuständigen Knochen ansprechen.

## ERSTELLEN VON BEWEGUNGSGRENZEN

Standardmäßig sind Kreis- und Drehbewegungen der Knochen nicht eingegrenzt. So unnatürlich das ist, kann es auch bald zu Problemen führen, wenn man nämlich die Knochen mit IK bewegt. Um das zu vermeiden, können die Bewegungsmöglichkeiten

jedes Knochens begrenzt werden. Das wird mit Klick auf das Gelenk(kreuzchen) am (kürzeren) Ende des Knochens und der Anwahl **Skelett** → **Knochen bearbeiten** erreicht. Wie in **AOI** üblich, funktioniert das auch über einen Doppelklick auf das Gelenk. Die Dialogbox sieht etwa folgendermaßen aus:



Obenan links ist der Name des Knochens (*zunächst mit automatischer Nummerierung*) abzulesen. Er kann beliebig (*möglichst sinnvoll, für 's leichtere Wiederfinden,*) geändert werden.

Die 2 nächsten Eigenschaften, die geändert werden können, sind **X-Neigung** (= X-Bend) und **Y-Neigung** (= Y-Bend). Das sind die Drehrichtungen des Knochens um sein Elterngelenk (das am schmalen Ende der Drachenform), die entweder links und rechts oder vorwärts und rückwärts sein können.

Eines dieser "Pärchen" übernimmt die X-Beugung, das andere die Y-Beugung. Sowie die Werte in den Boxen geändert werden, wird das Skelett in Echtzeit nachjustiert. Die runden Anzeigescheiben neben jeder der drei winkelhaltigen Drehbewegungen können auch direkt benutzt werden, um Knochen zu bewegen. Der kreisrunde blaue Anfasser am Kreisrand der Anzeige kann mit gedrückt gehaltener linker Maustaste genommen und herumgeschoben werden, um den maßgeblichen Grad der Bewegung zu ändern.

Die Drehung entweder um die X- oder die Y-Achse kann vollständig abgeschaltet werden, indem das 'Fixiert'-Feld ein Häkchen bekommt. Wahlweise können die maximalen Neigungswinkel jeder Richtung mit Häkchen im Feld 'Gesamten Bereich begrenzen' und Eingabe der äußersten Werte in die beiden Felder darunter eingeschränkt werden. Das färbt die ausgeschlossenen Winkelbereiche des Anzeigekreises rötlich ein. Zusätzlich kann ein weiterer Bereich mit Häkchen bei 'Komfortablen Bereich einschränken' und Eingabe der äußersten Werte in die nächsten 2 Felder darunter eingestellt werden. 'Komfortabler Bereich' nennt sich der Freiraum, den der Knochen normalerweise beherrscht, und nur gezwungenermaßen verlässt. In der Kreisanzeige werden die Winkelbereiche außerhalb des Komfortbereiches in gelborange dargestellt, was auch über die farblich entsprechenden Anfasser im Kreis möglich ist. Schließlich gibt es noch die Möglichkeit die Steifheit (=Stiffness) des jeweiligen Freiheitsgrades einzustellen, was ein Weg ist, einige Gelenke in der Kette leichtgängiger anwinkelbar zu machen, als andere.

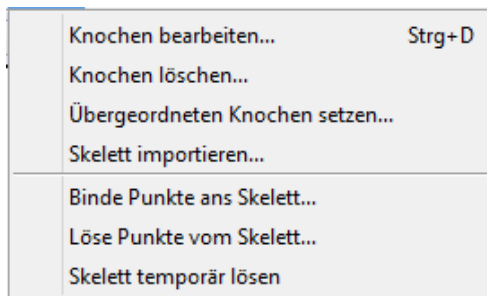


Neben der Möglichkeit einen Knochen (bzw. dessen Gelenk) abzuwinkeln, gibt es die Möglichkeit den Knochen zu **(ver)drehen**, was heißt, ihn um seine Längsachse rotieren zu lassen (*das kann man z.B. mit dem eigenen Unterarm mal probieren ...*) Die Steuerungen dafür sind die selben wie bei den X- und Y-Neigern.

Zu guter Letzt gibt es den Einstellungsbereich für **Länge**. Er gestattet, den jeweiligen Knochen der Länge nach zu strecken oder zusammenzudrücken. Wieder gibt es die Möglichkeiten, den gesamten und den Komfort-Bereich, sowie auch die Steifheit getrennt zu bestimmen.

## DAS SKELETT-MENÜ

Um das Kapitel zu Skeletten abzurunden, wenden wir unsere Aufmerksamkeit noch dem Skelett-Menü des oberen Menübalkens zu. So sieht es aus:

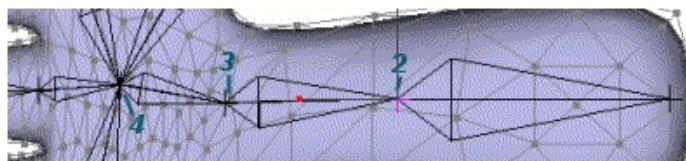


**Knochen bearbeiten ...** zeigt die oben in Einzelheiten beschriebene Dialogbox zum Setzen von Einschränkungen in der Knochenbeweglichkeit.

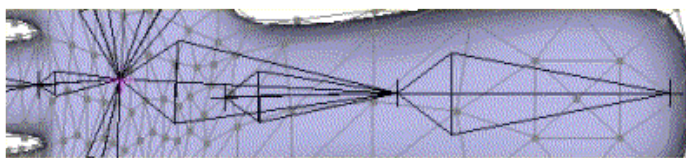
**Knochen löschen ...** löscht den aktuell ausgewählten Knochen.

**Übergeordneten Knochen setzen ...** ermöglicht die Hierarchie des Skelettes neu zu ordnen.

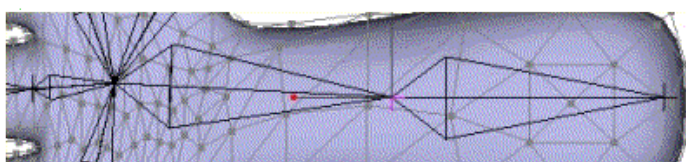
Das ist besonders hilfreich beim Umbau des Knochenarrangements nach oder vor dem Löschen von Knochen. Sehen Sie sich dazu das folgende Beispiel an:



a) Ziel: Knochen zwischen Gelenk 2 und 3 löschen



b) Elternknochen von 3 auf 2 ändern



c) Knochen löschen

**[LINKS]** Sagen wir mal, wir wollen den Knochen zwischen den Gelenken 2 und 3 im oberen Diagramm löschen. Das Elterngelenk des Knochens ist 2. Wenn ich Gelenk 3 auswähle und versuche es zu löschen, müßte ich alle "Kinder" des Knochens mit löschen, in diesem Beispiel also alle Finger-Gelenke und Knochen.

Dennoch kann man es bewerkstelligen und zwar folgendermaßen: Erst ändern wir den Elternknochen des Knochen 4 von seinem derzeitigen Elter 3 auf Knochen 2. Über die Auswahl von Kno-

chen 4 und die Auswahl **Skelett** → **Übergeordneten Knochen setzen ...** kann Knochen 2 von der Liste ausgewählt werden. Die Hierarchie der Knochen ändert sich wie im mittleren Diagramm gezeigt. Alles was jetzt noch zu tun bleibt, ist, den unerwünschten Knochen anzuwählen und zu löschen.

**[UNTEN]** Knochen können auf ähnliche Weise eingefügt werden. – Tatsächlich können



1



2



3



4

wir einen vorhandenen Knochen durch 2 oder mehr ersetzen: Auf den auszutauschenden Knochen klicken **(1)** und den übergeordneten (Elter-) Knochen auf 'None' (= Keiner) setzen. Das unterbricht die Knochenkette **(2)**. Jetzt den Kno-

chen anwählen, welchem die neuen Knochen angehängt werden sollen (geht nur in der Richtung der Drachen), und von dort, wie gewohnt, neue Knochen mit **<STRG>+Klick** erzeugen **(3)**. Um den letzten Knochen davon an das Ende der 'alten', verbliebenen Knochenkette anzuschließen, das Ende dieser Kette anwählen, und den letzten neu gebildeten Knochen in der Kette, als dessen (übergeordnetes) Elter wählen **(4)**.

**Skelett importieren** ermöglicht, das Skelett eines anderen Objektes der Szene in das aktuelle Meshobjekt zu importieren.

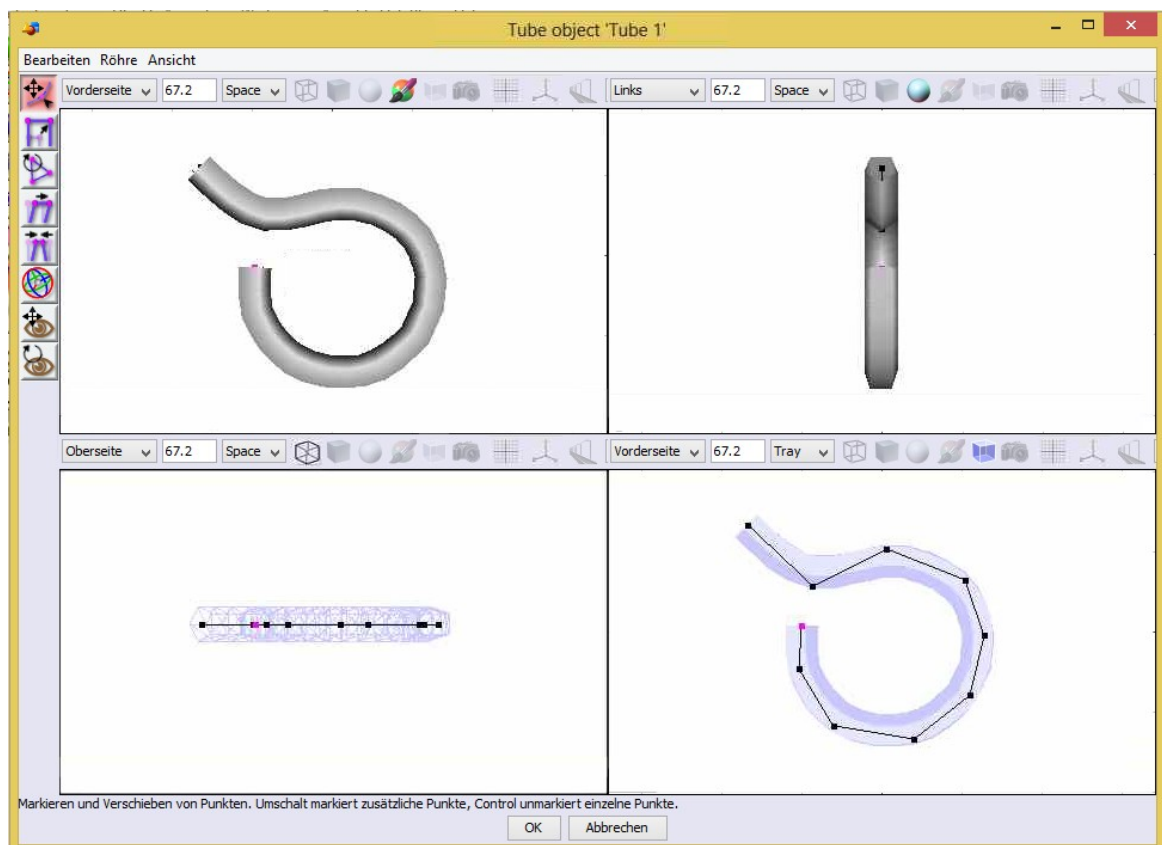
**Binde Punkte ans Skelett ...** verknüpft das Skelett mit dem Meshobjekt so, dass das Bewegen des Skelettes das Meshobjekt verformt.

**Löse Punkte vom Skelett ...** löst alle Punkte vom aktuell gewählten Knochen, so daß sie nicht länger an das Skelett gebunden sind.

**Skelett temporär lösen** schaltet die Verbindung zwischen Skelett und Mesh-Objekt vorübergehend ab, so dass Änderungen am Skelettaufbau vorgenommen werden können, **ohne** dass das Meshobjekt davon beeinflusst wird.

## 2.6. Röhren Objekte

Röhren-Objekte werden unter Anwendung des [Röhren-Hilfsmittels](#) auf Basis einer Kurve erstellt. Dies erzeugt eine extrudierte Oberfläche mit kreisrundem Querschnitt. Röhren-Objekte können mit einem Doppelklick in der Objektliste bearbeitet werden. Natürlich funktioniert auch der Rechtsklick in der Objektliste und dann **Objekt bearbeiten**. Diese Aktionen öffnen, wie hier unten gezeigt den **Röhrenobjekt-Editor**:



Dieser Editor ist den oben beschriebenen Spline- und Dreiecksmesh-Editoren sehr ähnlich. Es sind weniger Werkzeug-Icons verfügbar, da Röhren-Objekte naturgemäß weniger anpassungsfähig sind. Den Cursor über einem Icon ruhen zu lassen, zeigt eine Kurzbeschreibung seiner Wirkung. Die Leertaste kann zum schnellen Wechseln des (voreingestellten) Markieren/Verschieben-Werkzeugs mit dem zuletzt benutzten verwendet werden. Die Röhren-Oberfläche wird bestimmt von einer Gruppe durch Geraden verbunde-



ner Punkte, tatsächlich einer Kurve. Diese bestimmt die Ausformung der Röhrenmitten. Der Durchmesser des Querschnitts kann an jedem Punkt der Kurve gesondert eingestellt werden.

Die obere Menüleiste ist ebenfalls ähnlich wie die der anderen Editoren angelegt.

Das **Bearbeiten-Menü** sieht so aus:

Bearbeiten	Röhre	Ansicht
Rückgängig		Strg+Z
Wiederholen		Strg+Umschalt+Z
Alles markieren		Strg+A
Markierung erweitern		Strg+X
Invertiere Auswahl		
Freihand-Markierungsmodus		Strg+F
Kurvendehnung...		Strg+M

**Rückgängig/Wiederholen** nimmt die letzte Aktion zurück, oder setzt die letzte Rücknahme wieder ein, einschließlich Auswahlen.

**Alles markieren** wählt alle Punkte der Kurve an.

**Markierung erweitern** fügt der aktuellen Auswahl die nächstliegenden (Kurven-)Punkte hinzu.

**Invertiere Auswahl** entwählt die aktuelle Auswahl und markiert stattdessen die ursprünglich nicht ausgewählten Teile (bildet quasi das "Negativ" der anfänglichen Auswahl).

**Freihand-Markierungsmodus** gibt sozusagen freie Hand beim Umzeichnen der Auswahl. Alle (vollständig) innerhalb der Umgrenzung befindlichen Kurven oder Punkte werden markiert. Dieser Modus kann mit der Option ein- und ausgeschaltet werden.

**Kurven-Dehnung** veranlaßt Punkte in der Nachbarschaft von jenen der Auswahl, sich von den verschiedenen Veränderungswerkzeugen graduell mitbeeinflussen zu lassen. Weitere Einzelheiten werden im [Kurven-Kapitel](#) beschrieben.

Das **Röhre-Menü** sieht so aus:

Röhre	Ansicht
Markierte Punkte löschen	
Markierung unterteilen	
Punkte bearbeiten...	Strg+E
Punkte verschieben...	Strg+T
Punkte zufällig verschieben...	
Texturparameter...	Strg+P
Dicke einstellen...	Strg+K
Röhre zentrieren	
Oberflächenglätte einstellen...	Strg+S
Glättungsmethode	
Röhrenenden	

**Markierte Punkte löschen** löscht alle ausgewählten Punkte der Röhrenkurve.

**Markierung unterteilen** erzeugt neue Punkte zwischen zwei markierten Nachbarpunkten.

**Punkte bearbeiten** ... erlaubt die X-, Y- und Z-Koordinaten der ausgewählten Punkte über eine Dialogbox genau vorzugeben. Eine Echtzeitvorschau zeigt die Auswirkung eingegebener Werte auf das aktuelle Röhrenobjekt. Abbruch des Dialogs läßt das Mesh in seinen Ausgangszustand zurückkehren.

**Punkte verschieben** ... ermöglicht angewählte Punkte oder Kurven mit genauer Eingabe der Werte (für jede Koordinatenachse) zu verschieben, zu drehen oder zu skalieren. Die Änderungen können um die Mitte der Auswahl oder den Objektsprungpunkt erfolgen.

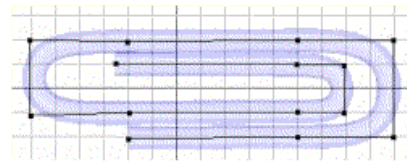
**Punkte zufällig verschieben** ... versetzt Punkte um zufällige Werte unterhalb einer vom Nutzer bestimmten Höchstgrenze auf einer oder allen drei Koordinatenachsen. (Großartig geeignet, um Unregelmäßigkeiten der Wirklichkeit nachzuahmen.)

**Texturparameter...** erlaubt bestimmten Punkten als Eigenschaften einer Textur erkannt zu werden, wie in [Textur](#) und [Material](#) näher beschrieben.

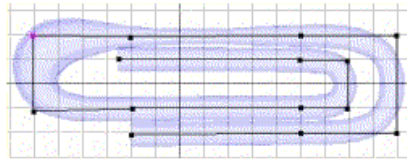
**Dicke einstellen ...** setzt den Durchmesser der Röhre bei allen angewählten Punkten auf den eingegebenen Wert. Siehe Beispiel rechts in der Mitte:

**Röhre zentrieren** setzt die Mitte der Röhre in den Nullpunkt ("Ursprung").

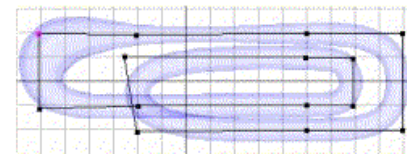
**Oberflächenglätte einstellen ...** bezieht sich mehr auf die Glättung der Röhre selbst, als auf ihre Kurve. Niedrige Werte bedeuten scharfe Knicke, während hohe Werte sanften Biegungen entsprechen. Die Glättung kann für jeden Punkt der Röhre einzeln gesetzt werden. Eine Echtzeitvorschau der Wirkung von den in der Dialogbox angegebenen Glättungswerten wird unmittelbar an der Röhre gezeigt. Abbruch des Dialogs läßt die Röhre in ihre ursprüngliche Form zurückkehren.



Ausgangsobjekt Röhre



Dicke 0.3 für gewählten Punkt gesetzt

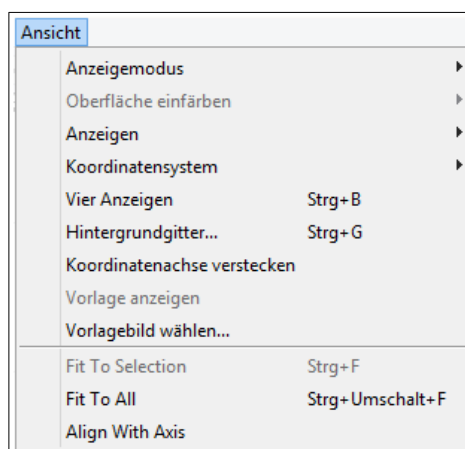


Geschlossene Enden

**Glättungsmethode** - Wie bei Netzobjekten und Kurven kann die Glättungsmethode unterschiedlich sein. Bei Röhren kann zwischen **Nichts**, **Interpolieren**, wobei der Querschnitt durch die Kontrollpunkte laufen muß, und **Annähern**, das nicht so einschränkend ist, gewählt werden.

**Röhrenenden ...** bestimmt das Aussehen der Röhrenenden. Die Optionen sind **Offene Enden**, wobei die Röhre hohl aussieht, **Geschlossene Enden**, wo die Enden der Röhre zu einer durchgängigen Schlaufe verbunden werden (wie rechts), oder **Flache Enden**, wofür die Röhre (mit Flächen) "versiegelt" wird, um den Eindruck eines soliden Stabes zu vermitteln.

Das **Ansicht-Menü** sieht so aus:



**Anzeigemodus** läßt die Wahl zwischen **Drahtgitter**, **Schattierter**, **Geglätteter**, **Texturierter**, **Transparenter** oder **Gerenderter** Ansicht im jeweils angewählten Ansichtsfenster, entsprechend wie im Hauptfenster.

**Anzeigen** erlaubt in seinen Optionen **Kurve**, **Oberfläche**, **Ganze Szene** das Entsprechende anzuzeigen oder auszublenden, wie [oben](#) dargelegt.

**Koordinaten System** läßt die Wahl zwischen **Lokal**, dem Koordinatensystem der Kurve, und **Szene**, dem Koordinatensystem des Hauptfensters.

Das wirkt sich auf Ausrichtung und Platzierung des Objektes aus.

**Hintergrundgitter** ermöglicht, wie in den Ansichten-Fenstern des Hauptbildschirms auch, ein Gitter einzuschalten, das Einrastpunkte verfügbar machen kann. Siehe [auch hier](#) für weitere Details.

**Oberfläche einfärben** ist (derzeit noch ?) ausgegraut, hat also keine gültige Funktion.

**Koordinatenachse(n) verstecken** (eigentl. anzeigen/ausblenden) schaltet die Anzeige der X-, Y- und Z-Achse ein oder aus, wie [hier](#) gezeigt.

**Vorlage anzeigen/ausblenden** zeigt oder verbirgt ein Bild das als Hintergrund gewählt wurde (siehe nächste Option).

**Vorlagebild wählen** ... ermöglicht ein Bild auszuwählen (Formate: \*.jpg, \*.png oder \*.gif), um es z.B. als Hintergrund/Referenzbild im aktiven Editorfenster zu nutzen. Die Auswahl dieser Option öffnet einen Dialog in dem die entsprechende Datei ausgewählt werden kann. Ein - und Ausschalten des Bildes siehe vorhergehenden Menüeintrag.

**Fit to Selection (Auswahl in Ansicht einpassen)** richtet die Ansicht so ein, dass die Auswahl zur Gänze darin sichtbar ist.

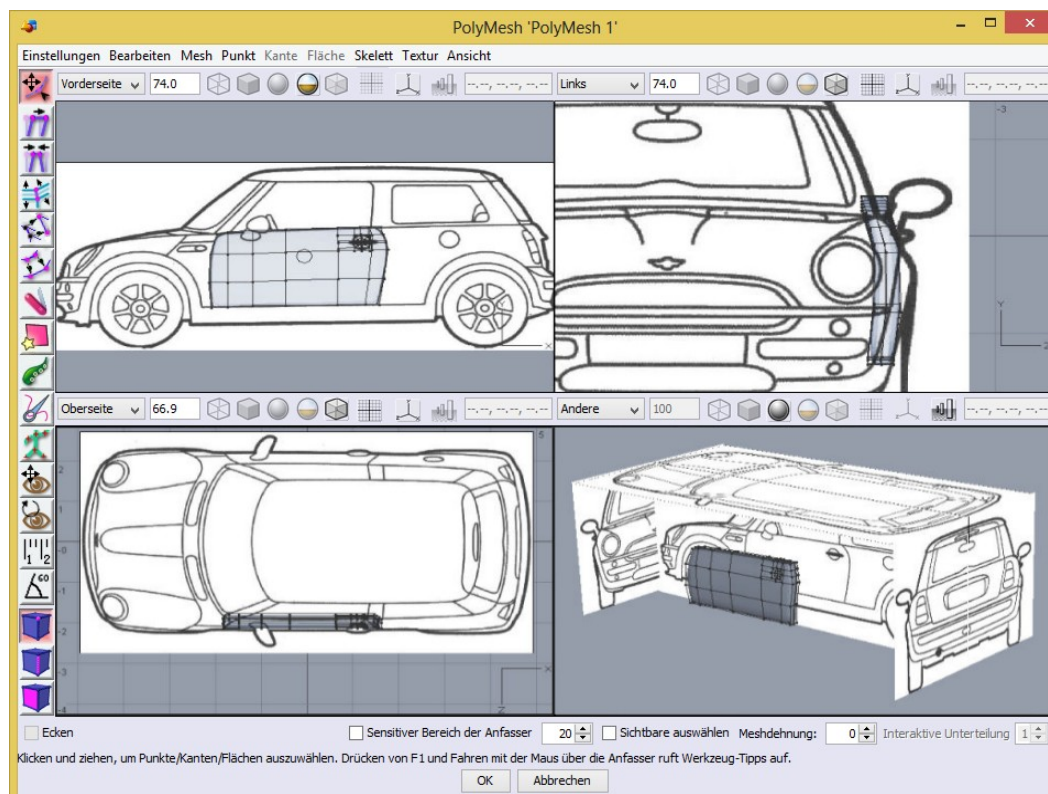
**Fit to all (Szene in Ansicht einpassen)** richtet die Ansicht so ein, dass die gesamte Szene vollständig darin sichtbar ist.

**Align with Axis (Ansicht an Achse ausrichten)** richtet die Ansicht (wieder) an den drei Koordinatenachsen orientiert aus.

## 2.7. Referenzbildtafeln

Referenzbildtafeln (engl.: **Reference Image Planes = RIP**) sind nicht renderfähige Objekte, die als Referenz (Bildvorlage, Bezugsgröße, Blaupause) beim Modellieren variabler nutzbar sind, als das orts- und größenfixierte Hintergrundbild für die Editoren. Denn mit ihnen lassen sich verschiedene Bilder einbringen, an deren größenanpaßbarer und frei im Raum platzierbarer Darstellung orientiert man modellieren kann. Um eine RIP einzufügen, wählt man **Objekt** → **Standardform erzeugen** → **Referenzbild**. Das öffnet eine Dialogbox, die das Auswählen je einer Bilddatei ermöglicht. Danach erscheint das Objekt-Layout-Fenster als numerische Einstelloption für Größe, Ausrichtung und/oder Position. Einmal erstellt, wird das Bild in allen Ansichtsfenstern projiziert als Tafelobjekt angezeigt. Dies kann, wie jedes andere Objekt auch verändert werden, mit dem einzigen Unterschied, dass es im gerenderten Bild nicht erscheint. Wie andere Objekte zeigt sich das Bild auch in jedem Bearbeitungsfenster, sofern jeweils **Ansicht** → **Anzeigen** → **Ganze Szene** gewählt ist.

Als Anwendungsbeispiel überlegen wir uns, ein Auto zu modellieren. Es wäre dabei hilfreich, Bilder des Fahrzeugs als Referenzen zu sehen - vergleichbar mit Konstruktionszeichnungen. Jeweils verschiedene Ansichten: von der Seite, von vorne, von oben usw. Das ist mit einer RIP für jede Sichtrichtung machbar, wie unten zu sehen. Das Modellieren erfolgt dann (wie hier in der PolyMesh Erweiterung gezeigt) idealerweise im transparenten Modus.

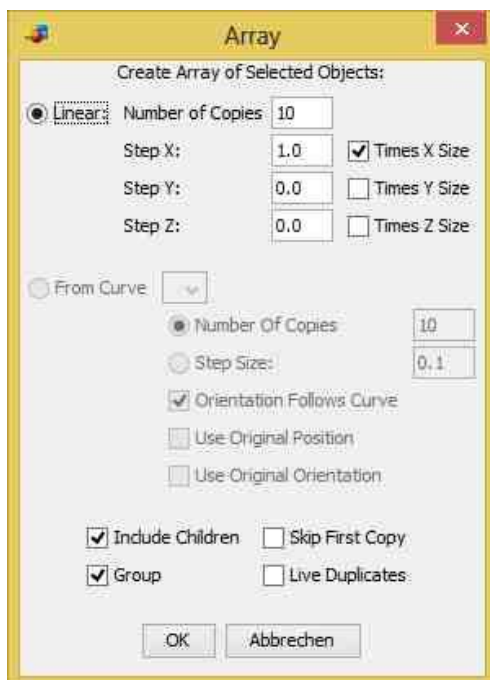


## 3. AoI – Modellierwerkzeuge

Die hier beschriebenen Hilfsmittel sind über die Auswahl **Werkzeuge** der oberen Menüleiste erreichbar. Jedes dieser Werkzeuge erzeugt neue Objekte, einige erstellen Splinobjekte, andere TriMeshobjekte, die dann entsprechend ihres Typs weiter bearbeitbar sind, wie in den [vorhergehenden Kapiteln](#) beschrieben.

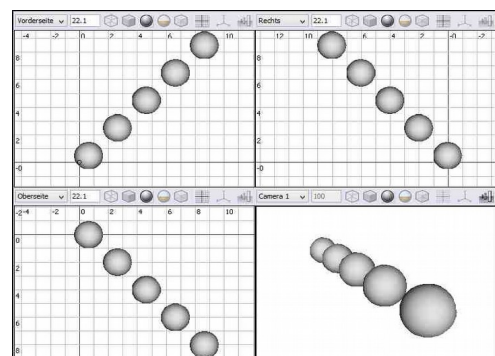
### 3.1. Vervielfältigen (Array)

Dieses Werkzeug vermag mehrere Objekte als Kopien irgendeines vorhandenen Objektes zu erstellen. Auf ein Objekt in der Objekt-Liste zu klicken und dann **Vervielfältigen (Array)** aus dem **Werkzeug** aufzufürufen, bringt folgende Dialogbox:



Kopien können entlang einer Geraden (**Linear**) erstellt werden, oder entlang einer vorab erstellten Kurve. Bei **Linear** wird einfach die Anzahl der zu kopierenden Objekte und die Richtung eingegeben, - also X, Y oder Z. Mit Wertvorgabe in **Step X**, **Step Y** und **Step Z** wird die Schrittweite zwischen den Kopien festgelegt, entweder bezogen auf die Objektgröße (Häkchen), oder in absoluten Werten (kein Häkchen). Wird z.B. ein Wert von 1 für **Step X** angegeben, werden alle Kopien eine Einheit in X-Richtung auseinander stehen. Wenn stattdessen eine 1 eingegeben wird und **Times X Size** angehakt ist, werden die Objekte sich gerade eben an einem Punkt berühren (weil sich die 1 dann auf deren Ausdehnung in X-Richtung bezieht). Kopien, die an einem beliebigen Vektor entlang aufgereiht sind, kann man bestimmen, indem man in mehr als eine **Step X/Y/Z**-Box einen Schrittweite eingibt, wie hier unten gezeigt:

*Step X = 1 Times X Size  
Step Y = 1 Times Y Size  
Step Z = 1 Times Z Size*

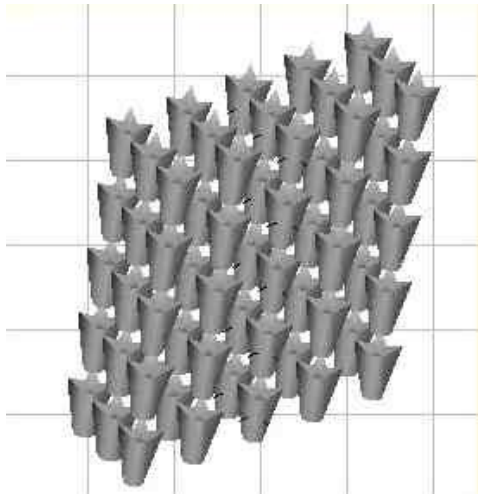
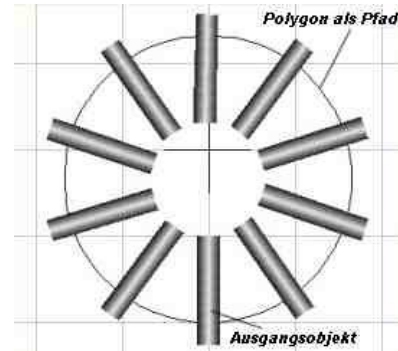


Wenn man die **From Curve**-Option nutzt, kann man das Objekt an einer selbsterstellten Kurve entlang aufreihen. Diese Kurve muß vor dem Aufruf des (oben gezeigten) Dialogfeldes vorhanden sein, damit sie im Aufklappenmenü anwählbar ist. Die angegebene Kopienzahl wird entweder gleichmäßig auf die Kurve verteilt, oder mit der in **Step Size** (als Einheiten) angegebenen Schrittweite. Die Ausrichtung (Orientation) kann entweder der Kurve folgen, oder so sein, wie das Original (Box "Orientation follows curve" = kein Häkchen). Zusätzlich können Originalposition und -ausrichtung als Grundlage für Position und Ausrichtung der Kopien dienlich werden.



Im Beispiel rechts wurde das Vervielfältigen-Werkzeug genutzt, um Speichen für ein Rad zu erstellen:

Hier wurde ein Polygon mit Glättung 'annähernd' als kreisförmiger Pfad gewählt. Der ursprüngliche Zylinder wurde, wie gezeigt, eingerichtet und "Orientation Follows Curve" aktiviert (= Klick für schwarzen Punkt).



Wäre noch bemerkenswert, daß das Vervielfältigen-Werkzeug auch auf (vorangegangene) Vervielfältigungen angewendet werden kann. Das linke Beispiel zeigt die Vervielfältigung einer Vervielfältigung und führt vor, wie schnell eine Große Anzahl Kopien gefertigt sein könnte.

Die Häkchen-Felder am unteren Ende der Dialogbox ermöglichen weitere Optionen:

**Include Children (einschließlich Kind-Objekten)** bedeutet das Kind-Objekte zusammen mit ihrem Eltern-Objekt vervielfältigt werden.

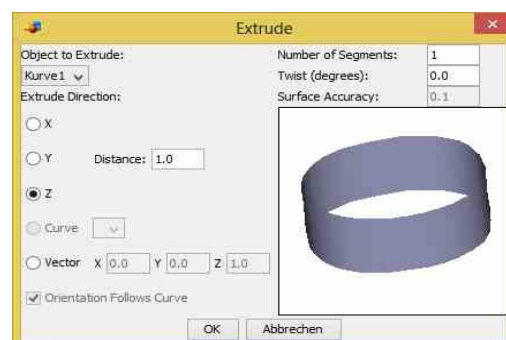
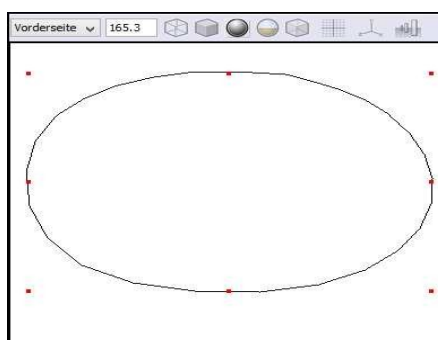
**Group (Gruppieren)** bedeutet, daß die mit dem Vervielfältigen-Werkzeug geschaffenen Objekte unter einem Null-Objekt als Elter zu einer Gruppe zusammengefasst werden.

**Skip First Copy (Erste Kopie überspringen)** bedeutet, das die erste Kopie nicht erstellt wird. Das ist z.B. dann sinnvoll, wenn das zu kopierende Objekt Teil der Vervielfältigung sein soll (und damit die erste Kopie praktisch überflüssig ist).

**Live Duplicates (Abhängige Kopien)** die damit erstellten Kopien sind "lebendige" Abbilder des Originalobjektes, d.h. sie verändern sich mit, wenn das Original geändert wird (auch Farbe oder andere Eigenschaften).

## 3.2. Extrudieren (Extrude)

Dieses Werkzeug erstellt Spline-Objekte, indem es Kurven entlang einer Achse oder entlang anderer Kurven auflängt (= extrudiert). Nehmen wir das Beispiel unten: Auf der linken Seite ist eine geschlossene angenäherte Kurve, die mit dem Kurvenwerkzeug erstellt wurde. Nach dem Auswählen der Kurve zeigt der Klick auf **Extrudieren** aus dem **Werkzeug**-Menü die Dialogbox unten rechts:



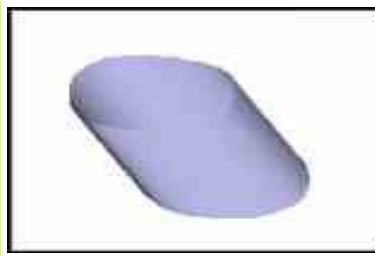


Die Kurve wurde im Beispiel hier der Z-Achse nach aufgelängt, um ein zylinderartiges Splineobjekt zu erstellen. Das resultierende Objekt wird im rechten Dialogfenster angezeigt und kann dort zur besseren Kontrolle (mit dem Scrollrad dem Fenster angepaßt und) auch gedreht werden, indem auf dem Bild des Objektes mit gedrückter linker Maustaste der Mauszeiger gezogen wird, wie im Hauptfenster. In diesem Beispiel würde eine Extrusion in die X-, oder Y-Achse ein 2D Objekt erzeugen. Eine Extrusion in die Z-Richtung ermöglicht hier erst eine dritte Dimension. Die Länge des Objekts kann in der **Distance** Box eingegeben werden.

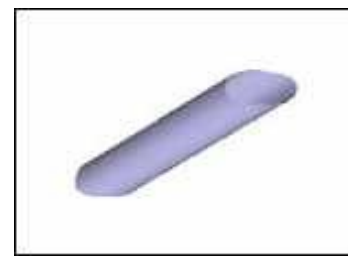
Extrusionen in andere Richtungen als X,Y oder Z können erreicht werden, indem man den Vektor der Extrusion definiert, wie in den unteren Beispielen gezeigt:



$X = 1, Y = 1, Z = 1$

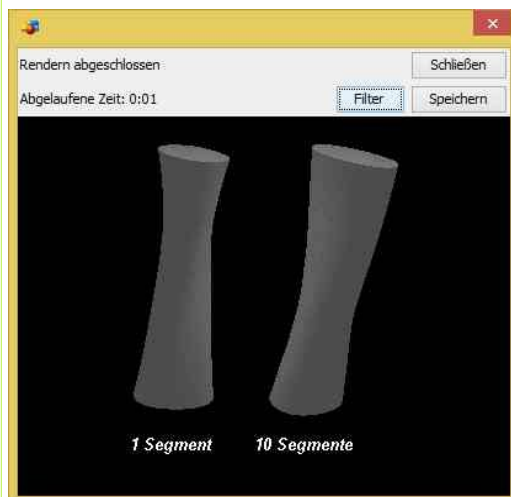
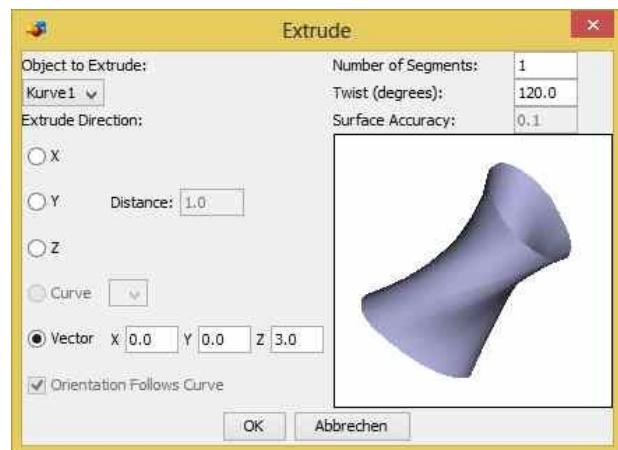


$X = -1, Y = 1, Z = 1$



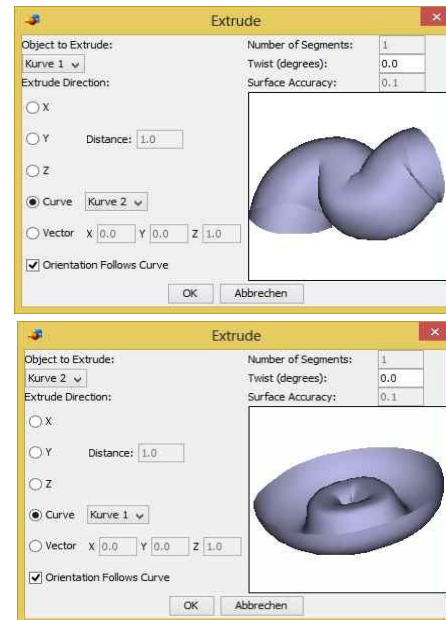
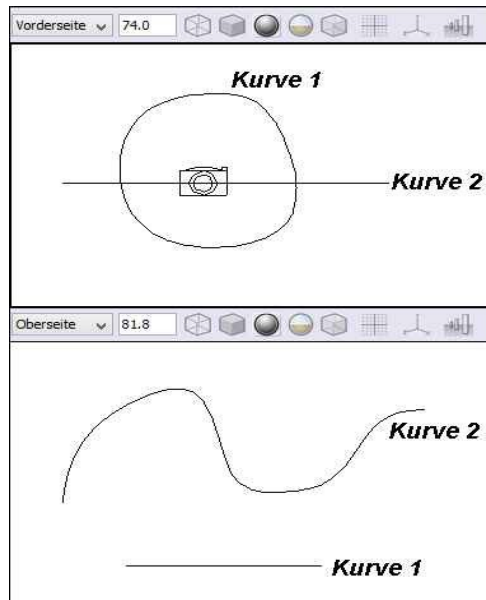
$X = 5, Y = 5, Z = 3$

Das Extrudieren-Werkzeug kann auch in sich gedrehte Extrusionen erzeugen, indem man in der Dialogbox die Gradzahl (degree) eines **Drehwinkels (Twist)** angibt, wie hier ebenfalls vorgeführt:

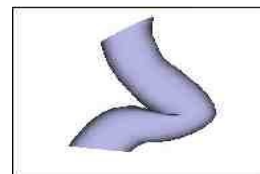
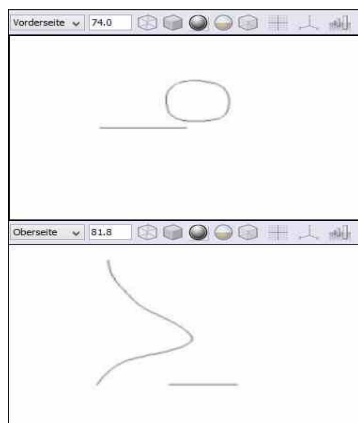


Die Anzahl der Segmente, also Unterteilungen, entlang der Objektachse kann auch festgelegt werden. Die Anzahl der Segmente im Feld **Number of segments** zu ändern, bewirkt u.U. einen sichtbaren Unterschied bei einem verdrehten Objekt.

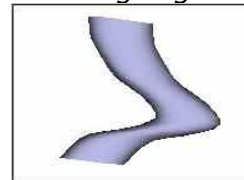
Es ist auch möglich eine Kurve entlang einer anderen zu extrudieren. In diesem Fall wird die Kurve entlang eines (Kurven-)Pfades gezogen der von einer zweiten Kurve bestimmt wird. Das Beispiel unten bebildert das. Die beiden Kurven wurden in der Draufsicht, bzw. in der Vorderansicht erstellt (stehen also senkrecht zu einander). Beide Kurven müssen in der Objektliste markiert werden, danach auf **Werkzeuge** → **Extrudieren** klicken. Es wird der vorher beschriebene Dialog geöffnet. Aber nun wird die **Extrude Direction: Curve** verfügbar. Diese Option markieren und Kurve 2 wählen, führt zu dem Ergebnis unten rechts. Kurve 2 an Kurve 1 extrudieren, erzeugt das Ergebnis darunter rechts. (Sollte die untere Abteilung der Dialogbox nach der Curve-Aktivierung weiter ausgegraut nicht arbeiten, hilft ein Umstellen der oberen Auswahl des Dialogs.)



Die Ausrichtung der extrudierten Kurve kann veranlasst werden, der Ausrichtung jener Kurve zu folgen, an der sie extrudiert wird, indem man den Kasten **Orientation Follows Curve** anklickt. Das sorgt dafür, daß die zu extrudierende Kurve immer eher lotrecht zur Tangente der Pfadkurve steht, als eine unveränderte Ausrichtung den Pfad entlang beizubehalten. Den Unterschied kann man hier sehen:



*Ausrichtung folgt Kurve*



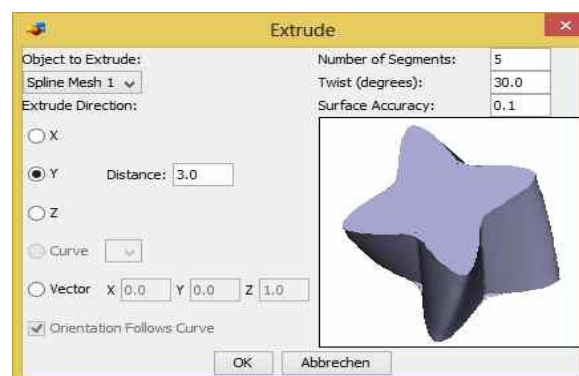
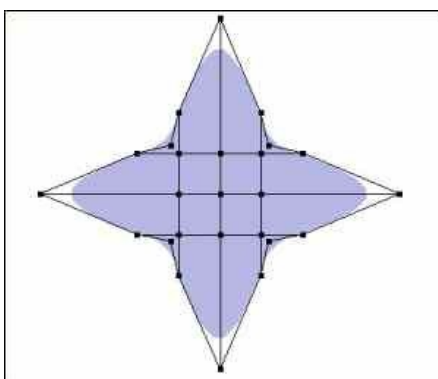
*Gleichbleibende Ausrichtung*

Das Extrudieren-Werkzeug kann auch auf offene Splinenetze und Dreiecksmeshes angewendet werden, und in beiden Fällen wird das Ergebnis ein Dreiecksmesh sein.

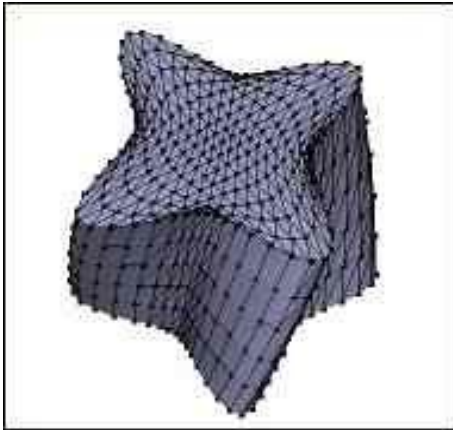
Im hier gezeigten Beispiel wurde ein flaches Spline mesh mit dem Splinehilfsmittel erzeugt. Das Splineobjekt wurde bearbeitet bis es diese Sternform hatte und mit dem hier besprochenen Extrusions-Werkzeug aufgelängt.



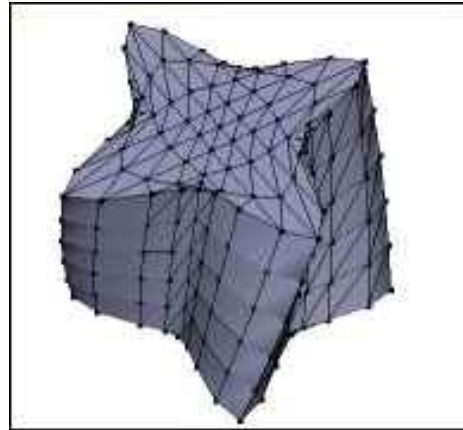
Wenn Netzobjekte extrudiert werden, kann die **Oberflächengenauigkeit (Surface Accuracy)** mit angegeben werden. Das legt, wie bei anderen Werkzeugen auch, die Anzahl der Punkte fest, von denen das erzielte Mesh beschrieben wird.



Die Wirkung einer Änderung der Oberflächengenauigkeit dieses Beispiels wird unten gezeigt:



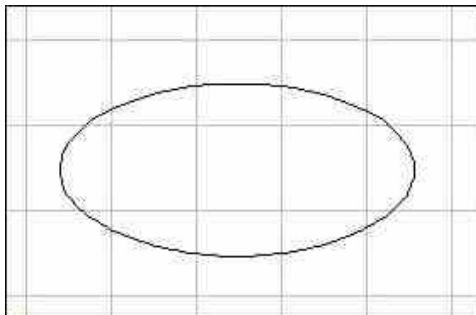
*Oberflächengenauigkeit = 0.1*



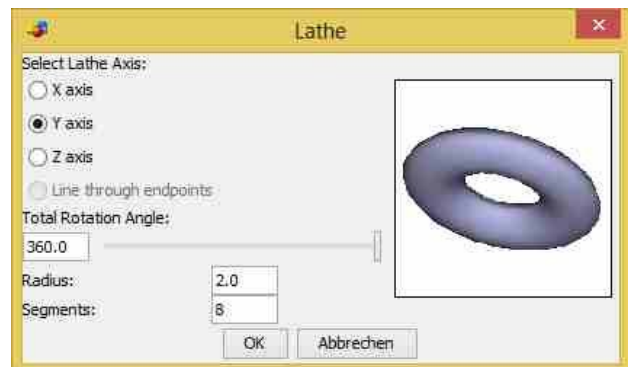
*Oberflächengenauigkeit = 0.5*

### 3.3. 'Drechseln' (Lathe)

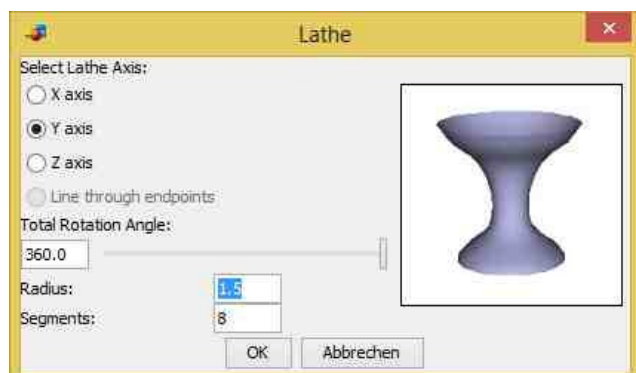
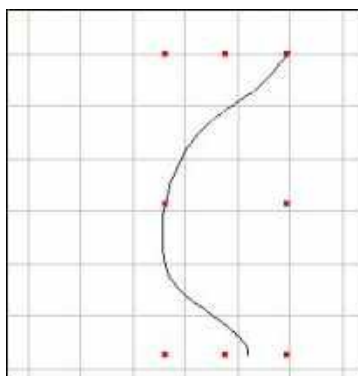
Das **Rotationskörper-Werkzeug** arbeitet mit einer einzelnen (offenen oder geschlossenen) Kurve. Der Vorgang läßt die Kurve um eine vorbestimmte Achse oder einen solchen Vektor im Kreis drehen und erzeugt damit ein Splinemesh. Das Markieren eines Kurvenobjektes in der Objektliste und der anschließende Aufruf dieses Werkzeugs münden in folgender Dialogbox (rechts):



*Im Rotationskörperbeispiel benutzte Kurve*



Das Kurvenobjekt kann um die X-, Y- oder Z-Achse, oder um die Achse, die die beiden Endpunkte der Kurve (theoretisch) verbinden würde, kreiseln. Wieviel eines Vollkreises dabei abgelaufen wird, kann als Winkel bestimmt werden, wobei alles unter 360° eine offene Oberfläche ergibt. Der **Radius** ist der Abstand von dem Mittelpunkt des Kurvenobjektes zur geplanten Achse des Kreisels. Ein größerer **Radius** im oberen Beispiel würde einen größeren Freiraum in der Mitte bewirken. Weitaus typischer ist das Rotationswerkzeug zur Darstellung z.B. eines solchen Weinglases einsetzbar:



Hierfür wirst Du ein wenig mit dem **Radius** Wert probieren müssen, um die gewünschte Form zu erhalten.

Die Anzahl der **Segmente** (= Segments) bestimmt wie viele Punkte im erzielten Splinemesh entstehen, was rechts vergleichbar ist. Mehr Punkte bedeuten auch mehr Kontrolle und Feinheit am fertigen Objekt. (*Lass Dich aber angesichts des lauernden Ressourcenhungers warnen: Man kann 's mit der Feinheit leicht übertreiben. Gute Werte zum Starten liegen zwischen 8 – 16, die bei Bedarf aber natürlich auch deutlich höher sein können.*)

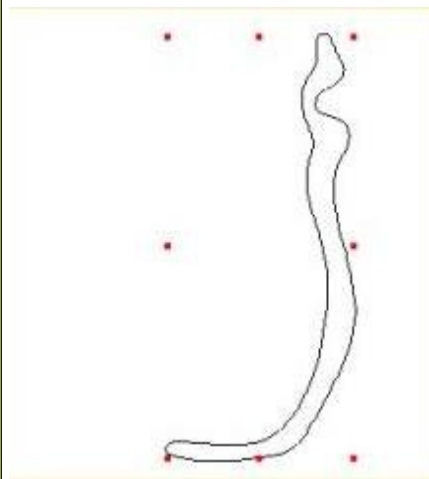


8 Segmente



32 Segmente

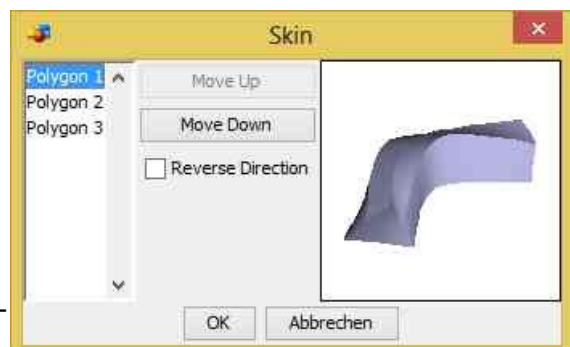
Bedenke bitte, daß Du, um ein Glas oder eine Vase *mit Materialdicke* zu erstellen, eine geschlossene Kurve benötigst, wie nachfolgend dargestellt:



### 3.4. Überkleiden (Skin)

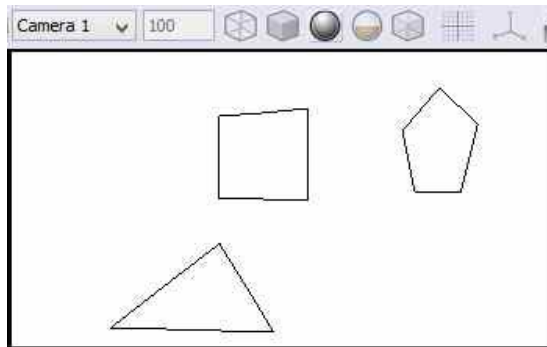
Das mächtige Hilfsmittel **Umrisse überziehen** legt eine 'Haut' (Skin) über eine Reihe von Kurven (*mindestens 2*), die die Querschnitte an der jeweiligen Stelle vorgeben. Alle Kurven müssen allerdings dieselbe Anzahl von Punkten (Vertices) besitzen und müssen alle entweder geschlossen oder offen sein – Keine Mischung von beidem. Das folgende Beispiel zeigt die Überkleidung von 3 geschlossenen Polygonen. Hierfür wäre zu beachten, dass es für die Gleichzahl der Punkte notwendig ist, das Dreieck und das Rechteck auf jeweils 5 Punkte zu bringen, damit sie zu den 5 Punkten des Fünfecks passen. Das geht sehr einfach, indem man die Kurven jeweils doppelklickt, im Kurveditor 2 benachbarte Punkte wählt und **Kurve** → **Markierung unterteilen** wählt. Das wurde beim Rechteck einmal und beim Dreieck (*logischerweise*) zweimal gemacht.

Alle 3 Kurven in der **Objektliste** markieren und **Werkzeuge** → **Umrisse überziehen** auswählen, führt zu dieser Dialogbox rechts: Die Kurven können nach Bedarf in der Reihenfolge geändert werden, durch Markieren der linken Liste und betätigen der Schaltflächen Rauf-(Move up) oder Runter-(Move down) Verschieben. Die Richtung, in der die Punkte verbunden werden, kann durch Anhängen von Reverse Direction auch umgekehrt

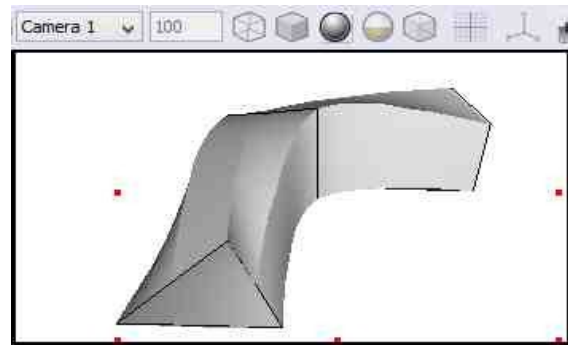




werden. Auf OK zu klicken erzeugt das unten gezeigte Ergebnis:



*Vor dem Überkleiden ...*

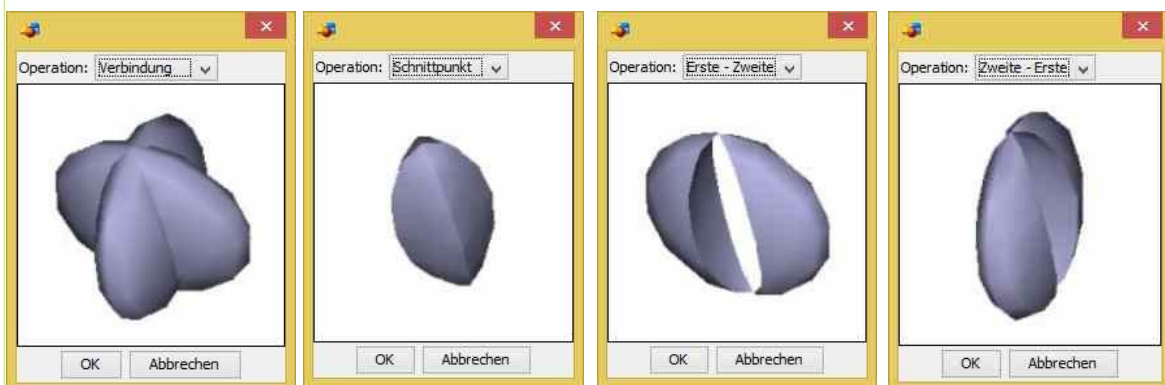


*...und danach*

### 3.5. Boolesches Verknüpfen

Modellieren mit Booleschen Verknüpfungen ist eine leistungsfähige Möglichkeit schwierige Geometrien ziemlich einfach zu erstellen, indem man vorhandene Netzobjekte auf eine von 4 Arten zusammensetzt. Das Boolesche Werkzeug arbeitet stets nur mit 2 Objekten gleichzeitig, wobei (wenigstens) eines dieser Objekte ein geschlossener, also bestimmtes Volumen aufweisender, (materialfähiger) Meshkörper (= **Solid**) sein muß.

Um 2 Objekte zu kombinieren beide Objekt in einer Ansicht oder der **Objektliste** markieren, und auf **Werkzeuge** → **Objekte kombinieren** klicken. Es öffnet sich ein Dialogfeld, das in etwa so aussieht, wie hier unten, und ermöglicht, eine der Verknüpfungen zu wählen: **Verbindung** (Summe), **Schnittpunkt** (Schnittmenge), **Erste - Zweite** und **Zweite - Erste**. **Verbindung** (Summe) erzeugt ein neues Objekt, welches der Addition von Objekt 1 und Objekt 2 entspricht. **Schnittpunkt** (Schnittmenge) erzeugt ein neues Objekt, welches dem Überschneidungsbereich von Objekt 1 und Objekt 2 entspricht. Die beiden Verbleibenden sind geometrische Subtraktionen. Die Bilder hier unten zeigen die Unterschiede anhand zweier Ellipsoiden (abgeflachter Kugeln).



*Summe*

*Schnittmenge*

*Erste - Zweite*

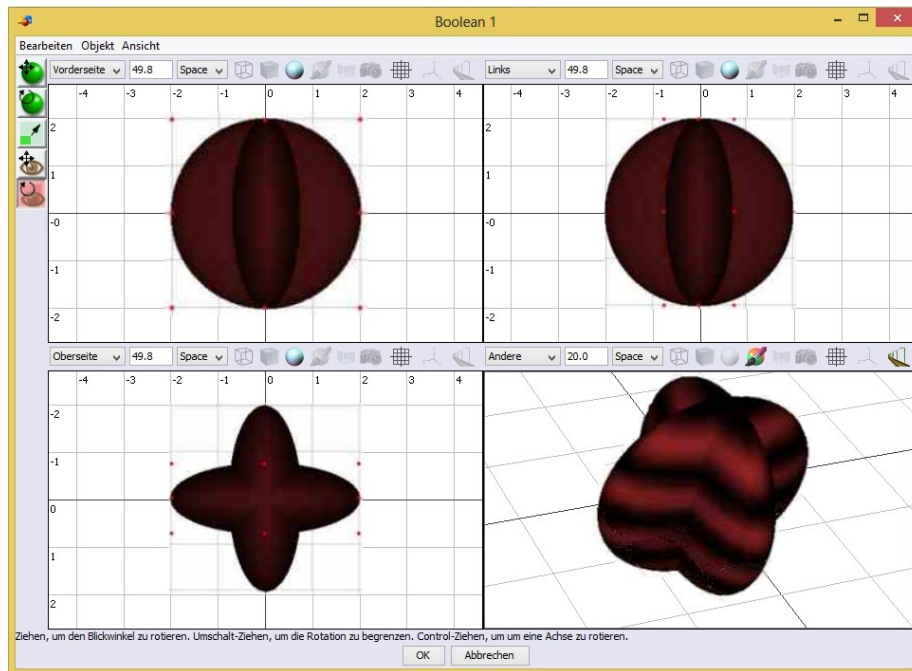
*Zweite - Erste*

Auf OK klicken verläßt den Dialog und erzeugt ein neues Objekt, wobei die Originale erhalten bleiben und völlig unabhängig vom neuen Booleschen Objekt sind. Dies neue Boolesche Objekt bleibt jedoch bearbeitbar, mit Doppelklick auf das Objekt oder seinen Namen in der Objektliste, oder aber Klicken in der Objektliste und "Bearbeiten" über das Mausmenü (*rechte Maustaste*) aufrufen (*man kann diese Möglichkeit nicht häufig genug erwähnen*), oder auch **Objekt** → **Objekt bearbeiten** aus der oberen Menüleiste: Das öffnet den

#### Boole-Editor

Damit läßt sich das Objekt bearbeiten: Man sieht immer beide Objekte der Verknüpfung im Editor und kann deren Stellung zueinander und sogar die Art ihrer booleschen Ver-

knüpfung noch beeinflussen:

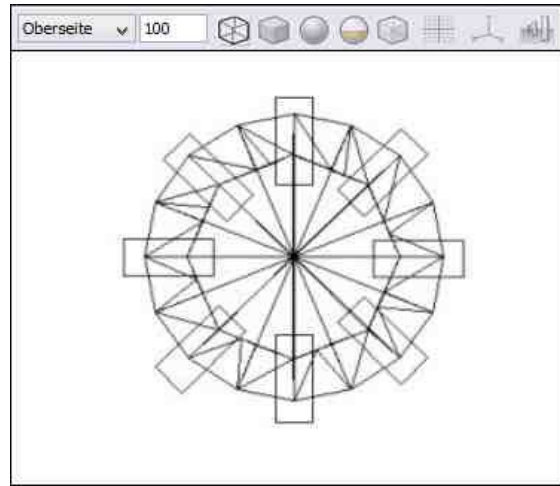
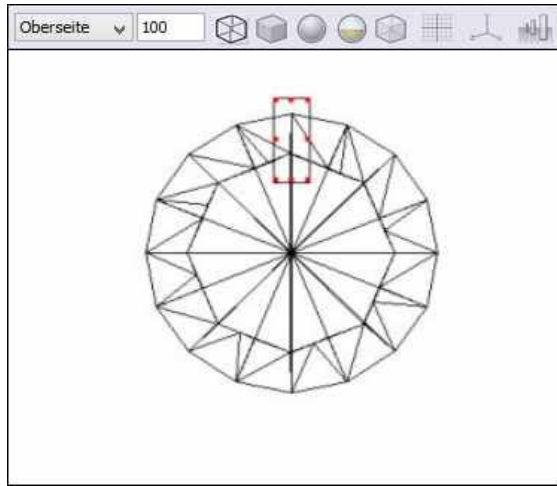


Die Icons an der linken Seite sind die selben wie im Hauptfenster. Das **Bearbeiten**-Menü erlaubt die Boolesche Verknüpfung durch **Bearbeiten** → **Eigenschaften** umzuändern. Das **Objekt**-Menü erlaubt Veränderungen und Bearbeitung vergleichbar mit den Möglichkeiten des Objekt-Menüs im Hauptfenster.

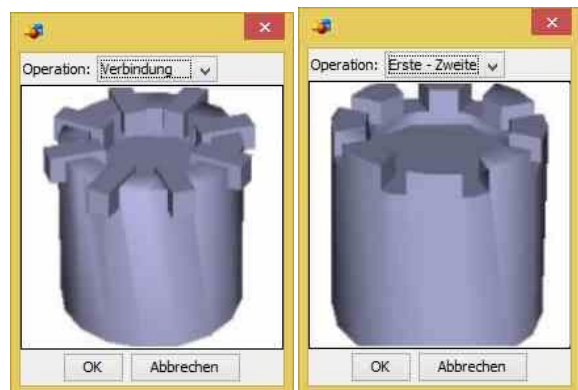
Ein etwas aufwändigeres Beispiel läßt die Fähigkeiten des Booleschen Werkzeugs erahnen. Wir beginnen mit einer Booleschen Verknüpfung aus 2 Zylindern wobei einer vom anderen abgezogen wird. Der Abgezogene ist sinnvollerweise kleiner als der, von dem er abgezogen wird. Das Verbindung (Summe)-Bild (links unten) zeigt beide Objekte vollständig. Die im Aufklappenmenü gewählte Erste-Zweite-Subtraktion (rechts unten) zeigt das gewünschte Ergebnis.



Mit OK bestätigt, ergibt sie den ersten 'Bauabschnitt' des Turms (Nennen wir ihn Turm-Krater). Nun fügen wir einen Quader zur Szene hinzu und skalieren ihn so, das er über den entstandenen Rand auf beiden Seiten hinausragt. Mit Hilfe von Kopieren und Einfügen, oder besser: dem **Vervielfältigen**-Werkzeug werden Kopien in Kreisform erzeugt. Dann werden diese Kopien eine nach der andern mit dem Boole-Turm-Krater verknüpft (addiert/ verbunden) und darauf der vollständige Verbundkörper vom ersten booleschen Turm (= Turm-Krater) abgezogen. (Die vielen Einzelschritte der Quadereinbindung beim Boolean kann man sich mit dem **'Join Objekts'-Script** (Objekte verbinden-Skript) aber auch einfacher machen ...) Wenn Sie mit dem Ergebnis zufrieden sind, können Sie die Ausgangskörper löschen (oder zur Sicherheit besser: ausblenden, so dass ein späterer Zugriff darauf jederzeit möglich bleibt).



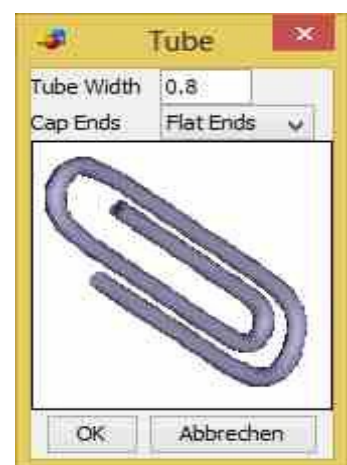
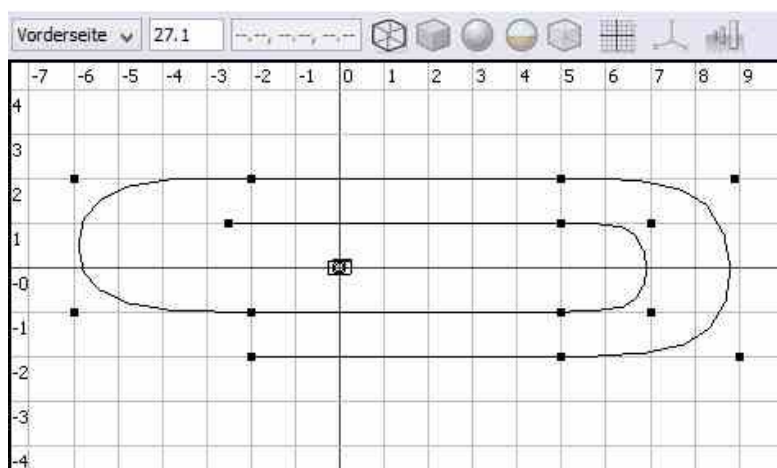
Nachdem der Turm aus dem ersten Booleschen Körper und dem vervielfältigten Körper entstanden ist (linkes Bild), wird also eine Subtraktion durchgeführt (Erste-Zweite), in der der zweite ausgewählte Körper vom ersten abgezogen wird. Damit sollte erkennbar werden, daß auch weit schwierigere und wirklichkeitsnähere Körper mit dem Booleschen Verknüpfungswerkzeug gefertigt werden können. Bedenke auch, dass das resultierende Boolesche Objekt wie andere geometrische Objekte zu einem TriMesh umgewandelt werden kann, was weitere Verfeinerungen und die Anwendung der verschiedenen Glättungsmethoden gestattet.



### 3.6. Röhre (Tube) bilden

Das Röhren-Werkzeug wird auf eine Kurve angewendet und erzeugt ein Röhren-Objekt, das einfach eine Extrusion mit kreisförmigem Querschnitt entlang des Kurvenverlaufes ist.

Um ein Röhren Objekt zu erstellen wird eine Kurve ausgewählt und über **Werkzeuge** → **Röhre ...** eine Dialogbox geöffnet, in welcher zu bestimmen möglich ist, welche Dicke die Röhre bekommen und ob ihre Enden offen, oder geschlossen sein sollen. Das untere Bild (links) zeigt so ein Objekt im entsprechenden Dialogfenster (rechts):

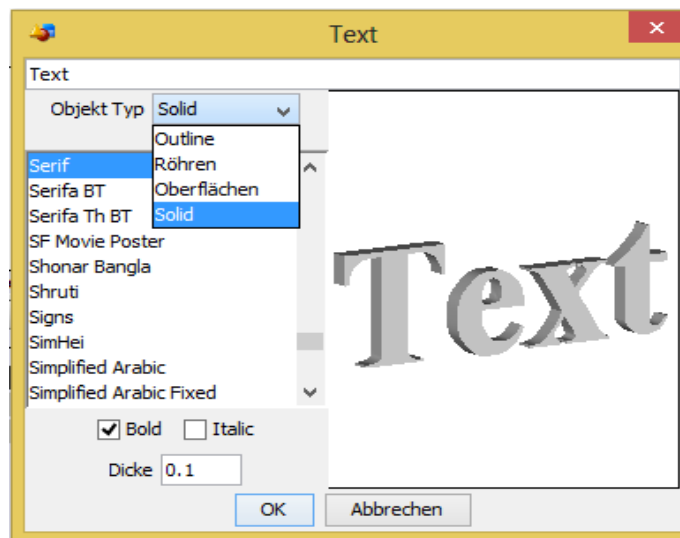


Der Dialog erlaubt (wie gesagt) die **Tube Width**, den Röhrendurchmesser also, zu bestimmen, der über die volle Länge der Kurve gilt. Wie Sie sich vielleicht erinnern, kann (später) im Röhren-Editor die Dicke der Röhre für jeden Punkt noch individuell eingestellt werden. Wenn Sie Weiteres wissen wollen, lesen Sie bitte Kapitel [2.6. Röhrenobjekte](#).

Die Option **Cap Ends**, für offene oder geschlossene Enden, haben wir dort bereits besprochen. Wenn die Röhre entstanden ist, kann auch das jederzeit über den [Röhreneditor](#) geändert werden. Mit diesem kann man die Enden auch verbinden.

## 3.7. Text erzeugen

Das Text Werkzeug erzeugt Objekte die (geschriebenen) Text in unterschiedlicher Weise darstellen. Um es zu verwenden wählt man **Werkzeuge** → **Text...** . Das öffnet das Dialogfenster für Text.



Der Dialog ermöglicht, den Text, der dargestellt werden soll, einzugeben, sowie dessen Schriftart (**Font**) und Stil (**Bold** = **Fett** oder *Italic* = *Schräg*). Weiterhin lässt sich einer von vier Objekttypen wählen, die erzeugt werden können:

**Outline (Umriß)** erzeugt eine Gruppe von Kurvenobjekten, die dem Umriß des Textes folgen.

**Röhren** verhält sich wie Umriß, erzeugt aber Röhrenobjekte statt Kurven. Die Dicke der erzeugten Röhren"kurven" läßt sich vorwählen.

**Oberflächen** erzeugt ein zweidimensionales Dreiecksnetz (TriMesh), das den Text darstellt.

**Solid (Körper)** ähnelt Oberflächen (Surface), jedoch ist (nun) das Netz extrudiert, um ein geschlossenes (solides) dreidimensionales Objekt wiederzugeben. Die Stärke der Mesh Extrusion ist vorwählbar.



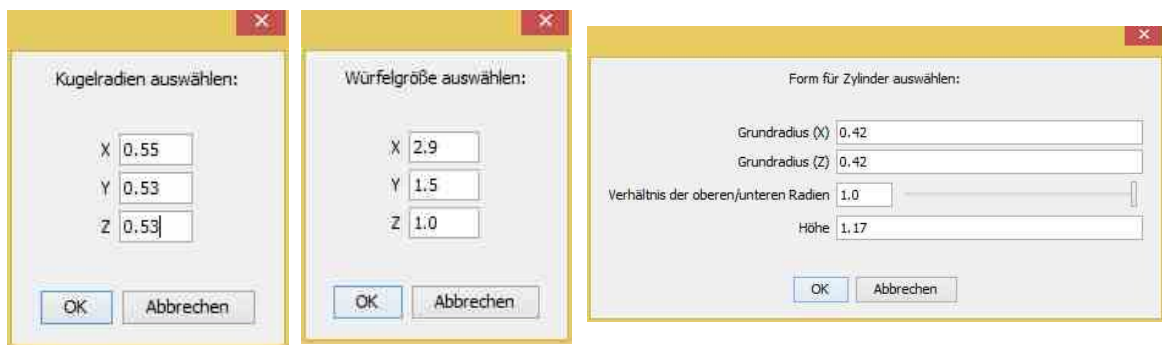


## 4. AoI – Objektbearbeitung

Sind welche der beschriebenen Objekte einmal erstellt, können Sie jederzeit (*wieder*) bearbeitet werden. Um ein Objekt auszuwählen, entweder auf das Objekt in einem der Arbeitsfenster, oder in der Objektliste klicken. Um mehrere Objekte anzuwählen mit gedrückter **<STRG>**-Taste die gewünschten Objekte in einem Ansichtenfenster oder der Objektliste anklicken, oder in einer Ansicht einen Markierungsrahmen aufziehen, d.h. mit gedrückt gehaltener linker Maustaste durch gleichzeitige Bewegung der Maus ein Rechteck (bzw. einen *Freihandrahmen*) um die gewünschten Darstellungen ziehen.

### 4.1. Objekt erstellen

Das 'Objekt bearbeiten'-Werkzeug wird mit der Wahl von **Objekt** → **Objekt bearbeiten**, oder einem Doppelklick auf das Objekt in der Objektliste aktiviert. Das ruft - abhängig vom zu bearbeitenden Objekt - eine **Dialogbox** (unten abgebildet) oder den passenden **Editor** auf. Für Ellipsoide (Spezialform mit drei gleichen Achs-Radien = **Kugeln**) und Quader (Spezialform mit gleichen Kantenlängen = **Würfel**) öffnet sich z.B. eine einfache Dialogbox, in der die Größe jeder Achse geändert werden kann. Bei einem Zylinder kann der Grundradius oben und unten bzw. das Verhältnis der beiden zueinander, wie auch seine Höhe geändert werden.



Die für **Kurven**, **Splinemeshes**, Dreiecksnetze/**TriMeshes** und **Röhrenobjekte** jeweils zuständigen Editoren, wurden im Vorangegangenen beschrieben.

**Licht** und **Kamera** Bearbeitungsoptionen werden in späteren Kapiteln dargelegt.

### 4.2. Objekt gestalten

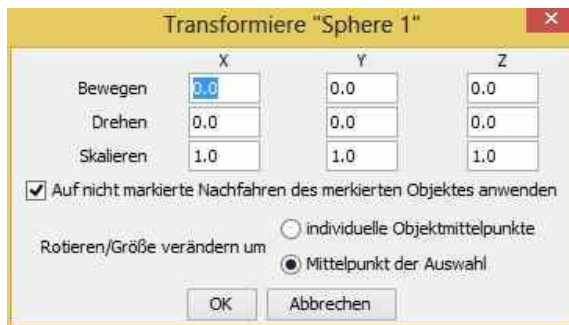
Wenn man ein Objekt in der Objektliste auswählt, kann man durch Öffnen des Mausmenüs (= Rechtsklick), oder **Objekt** → **Objekteinstellungen** den Punkt Objekteinstellungen auswählen. Es öffnet sich folgender Dialog mit bearbeitbaren Feldern zu Position, Ausrichtung und Größenänderung (= Skalierung) des Objektes:



Jedes der gezeigten Felder kann geändert werden, was eine sehr genaue Bestimmung der Position, Ausrichtung und Skalierung eines Objektes erlaubt. Einfach das fragliche Feld anklicken, den Wert ändern und 'OK' klicken, um die Änderung wirksam werden zu lassen.

## 4.3. Objekt verändern

Ein Objekt markieren und **Objekt** → **Objekt verschieben** aus dem Menü auswählen ermöglicht ein Objekt zu verschieben, zu drehen und zu skalieren um nutzerbestimmte Abstände, Winkel bzw. Faktoren. Folgende Dialogbox wird gezeigt:



Voreingestellt werden Veränderungen auch den (nicht angewählten) 'Kindern' des gewählten Objektes zugewiesen. Das läßt sich abstellen, indem man in der Dialogbox das Häkchen entsprechend entfernt. Weiter ist es möglich, die Drehung einer Gruppe von Objekten so durchzuführen, als ob es getrennte Objekte wären (also um ihre jeweils eigene Mitte gedreht), oder, entsprechend der Voreinstellung, um die Mitte der Gruppe.

pe.

Veränderungen können auch mit Hilfe der (grünen) Icons am linken Hauptbildschirmrand des Programms durchgeführt werden:



Dies Icon ist für 's Verschieben. Einfach auf das Icon klicken und das Objekt kann in jedem Arbeitsfenster bewegt werden. Doppelklicken des Icons bringt eine Dialogbox hervor in der man wählen kann, ob Kind-Objekte auch unmarkiert mit bewegt werden sollen oder nicht.



Dies Icon ist für Drehungen. Auch hier gilt: Icon anklicken, um das Objekt in jedem Arbeitsfenster beliebig drehen zu können. Die Drehachse kann beschränkt werden, indem man den passenden Anfasser benutzt. Doppelklicken öffnet eine Dialogbox, in der gewählt werden kann, ob unmarkierte Kind-Objekte mitgedreht werden, oder nicht und, um das Drehzentrum zu wechseln.



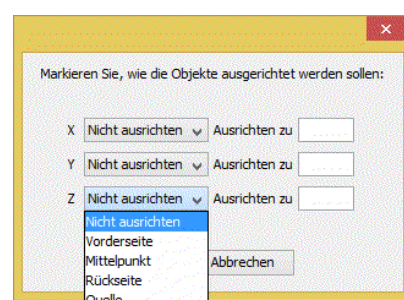
Das Icon ist für Objektskalierung. Darauf klicken und dann an einem Anfasser ziehen, skaliert das Objekt in der entsprechenden Achse. Mit während des Ziehens gedrückter <↑>-Taste skaliert man das Objekt proportional in allen Achsen. Das Drücken der <STRG>-Taste während des Ziehens skaliert das Objekt um das Objekt Zentrum (was das Zentrum fest an seinem Ort läßt). Die beiden Tasten können beim Ziehen auch gleichzeitig gedrückt gehalten werden, was das Objekt proportional ums Objektzentrum skaliert. Doppelklicken öffnet eine Dialogbox die ebenfalls die Skalierung von Kind-Objekten ein- bzw. ausschaltet, und ermöglicht, das Zentrum der Skalierung ortsfest zu lassen, oder sich mit Bezug auf die Skalierung zu bewegen.

Die Feineinstellung von Objektverschiebung und -drehung kann auch mit Hilfe der Pfeiltasten erfolgen, nachdem das entsprechende Icon ausgewählt wurde. Das/die aktuell ausgewählte(n) Objekt(e), wird/werden abhängig vom gewählten Ansichtsfenster und der benutzen Pfeiltaste bewegt bzw. gedreht.

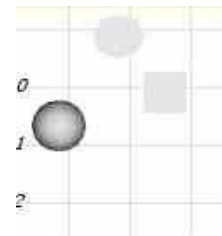
## 4.4. Objekt ausrichten

Dieser Befehl aus dem **Objekt** Menü ermöglicht ausgewählte Objekte an einander auszurichten. Die Dialogbox sieht so aus:

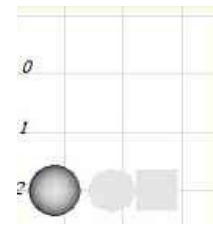
Objekte können an jeder Achse mit Bezugnahme auf ihre(n) Vorderseite, Mittelpunkt, Rückseite, oder Ursprung (Quelle) ausgerichtet werden. Zusätzlich können die Objekte an jedem beliebigen Punkt entlang der Achse posi-



tioniert werden, indem Werte in das "Ausrichten zu"-Feld eingegeben werden. Hier das Beispiel: In der Dialogbox ist die Ausrichtung des Mittelpunktes M am Wert 2 gewählt. Das bewegt den Mittelpunkt aller angewählten Objekte zu M = 2, wie man hier erkennen kann:



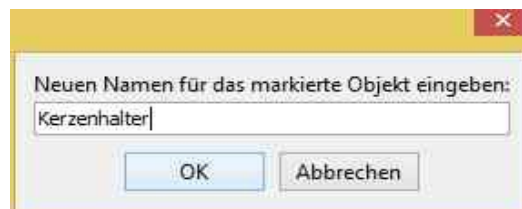
Vor der Ausrichtung



Mittelpunkt ausgerichtet an 2

## 4.5. Objekt umbenennen

Neuen Objekten wird in **Art of Illusion** ein automatisch erstellter Name zugewiesen, der auf dem ObjektTyp fußt. Kopierte Objekte behalten den Namen 'ihres' Originals. In beiden Fällen ist es wesentlich übersichtlicher, die Objekte sinnvoll umzubenennen. Das ist möglich, indem man das Objekt anklickt und dann **Objekt -> Objekte umbenennen** aus dem Menü wählt. In der erscheinenden Dialogbox kann der neue Name eingegeben werden.



Die Umbenennung kann hierzu wahlweise auch im Namensfeld des Eigenschaftentafel erfolgen. Statt des 'OK' der Dialogbox, erfolgt die Bestätigung dort mit der **<Eingabe/Enter>**-Taste (oder durch einfaches Bewegen des Mauscurors über die Unterkante der Tafel hinaus).

## 4.6. Objekte kopieren

Jedes Objekt einschließlich Kameras und Lichtern kann kopiert werden. Die Befehle **Ausschneiden**, **Kopieren** und **Einfügen** finden sich dazu im **Bearbeiten**-Menü. Diese Befehle arbeiten wie in den meisten anderen Programmen die **Ausschneiden** und **Kopieren** anbieten. Diese beiden Befehle kopieren ein Objekt in die Zwischenablage, - wobei **Ausschneiden** das Ausgangsobjekt in der Szene auch gleich löscht. Mit **Einfügen** kann das Objekt dann wieder in der selben Szene neu bzw. vervielfacht eingebaut, oder auch in einer anderen geöffneten Szene eingesetzt werden.

Zusätzlich zu diesen Befehlen gibt es noch das besondere Kopier-Kommando **Bearbeiten -> Abhängige Kopie erzeugen**. Das erzeugt eine übereinstimmende Kopie aller ausgewählten Objekte auf gleiche Art wie **Kopieren**, aber diesmal ist jedes neue Objekt mit dem Original so verbunden, daß alle Veränderungen (auch Texturen usw.) des Originalobjektes auf seine abhängige(n) Kopie(n) automatisch übertragen werden. Wenn Du diese Beziehung beenden möchtest, einfach die Kopie(n) anwählen, die von nun an eigenständig sein soll(en) und **Bearbeiten -> Abhängige Kopie vom Original lösen** klicken.



*Abhängige Kopien reduzieren die Dateigröße merklich und lassen vielleicht gerade damit jenen Raum im Arbeitsspeicher, den umfängliche Dateien beim Rendern benötigen!*

## 5. AoI – Beleuchtung


Die Beleuchtung einer Szene ist sehr wichtig, um die passende Atmosphäre und Stimmung von Unbeschwertheit bis Dramatik zu schaffen. Zu erörtern, wie man derartige Stimmungen erzeugt, liegt jenseits der Absichten dieses Handbuches (hierzu sei auf einschlägige 3D- und Künstlerseiten im Netz verwiesen, die sich ausgiebig mit diesem Thema auseinandersetzen,) so werde ich mich daran halten, die Lichtformen, die in **Art of Illusion** möglich sind, sowie einzelne besondere Effekte zu erklären und Dich, den Nutzer, damit weiters experimentieren lassen.

Es gibt zunächst 3 Lichttypen in **Art of Illusion**: Das Punktlicht, die gerichteten Lichtquellen und den ('bündelbaren') Spot. Dazu gibt es auch Spielarten davon, deren Eigenschaften prozedural (*also durch eine modulare Rechenvorschrift*) bestimmt werden.

Das Skalierungswerkzeug hat auf Lichtobjekte allgemein keinen Einfluß.

### 5.1. Punktlichter

Dieser Lichttyp strahlt Licht gleichmäßig in alle Richtungen ab.

Punktlichter sind entweder dadurch erhältlich, dass das Licht-Icon  angeklickt wird und danach, um die Position zu bestimmen, ein Klick in einem Ansichtsfenster, oder über das obere Menü **Objekt** → **Standardform erzeugen** → **Punktlichtquelle** erfolgt, der eine Einstelldialogbox aufruft, in die man Position und Ausrichtung des Punktlichtes genau eingeben kann.

Im Ansichtsfenster sieht das Punktlicht so aus:

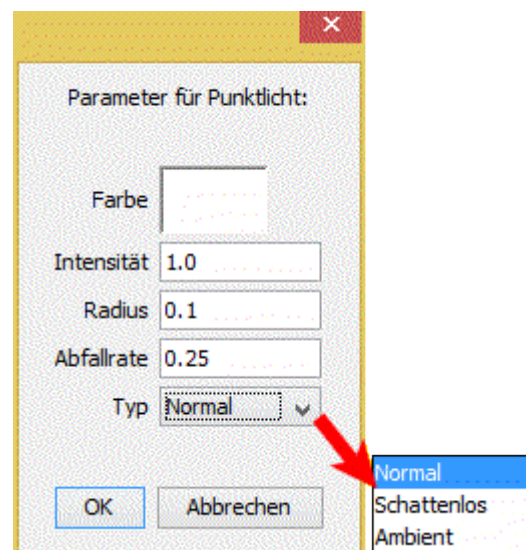


Ist das Punktlicht erstellt, kann er weiter bearbeitet werden, entweder mit einem Doppelklick auf das Objekt in der Objektliste, oder durch Markieren und Klicken auf **Objekt** → **Objekt bearbeiten**.

Die Leuchtpunkt-Dialogbox ist rechts gezeigt:

Um die Lichtfarbe zu bestimmen, auf das **Farbe**-Feld klicken. Das öffnet den Farbdialog, in dem Werte nach Helligkeit/ Sättigung/ Tönung (HSV), Rot/ Grün/ Blau (RGB)-Schema, oder Helligkeit/ Intensität/ Sättigung (HLS) festgelegt werden können. (Die Farbdialogbox merkt sich die letztgewählten Farben.)

Die **Intensität**,  $I_0$ , des Lichts bestimmt einfach wie hell es ist. Voreingestellt ist dieser Wert auf 1. Die Intensität dieses Lichtes in jedem Punkt des Raumes,  $I(r)$ , ist eine Funktion dieses Wertes, der (**Abfall**- oder) **Minde-rungsrate**  $d$ , und der Entfernung von der Lichtquelle,  $r$ , wie folgt:

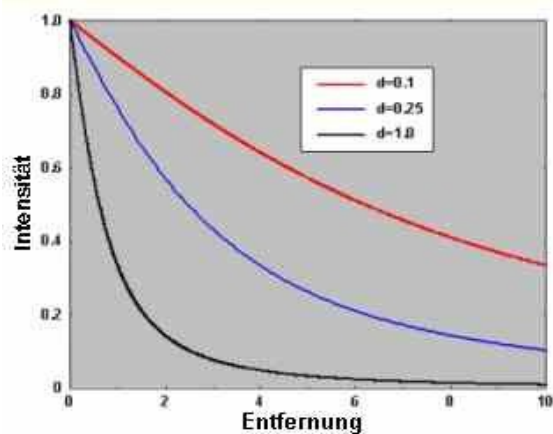


$$I(r) = I_0 / (1 + dr + (dr)^2)$$

Nah an der Lichtquelle ( $r \ll 1/d$ ) ist die Lichtstärke nahezu konstant. Weiter weg von der Lichtquelle ( $r \gg 1/d$ ) folgt es dem reziprok quadratischen Gesetz (d.h. Minderungsrate  $1/r^2$ ) wie hier bei einer Anordnung von Minderungsrate  $d$  gezeigt:



Die **Intensität** einer Lichtquelle kann auch negativ sein. In diesem Fall wird es eine Quelle der Dunkeheit, was, obgleich physikalisch unrealistisch, ein brauchbarer Effekt sein kann ( z.B. um GI Schatten zu "faken" und so zügiger zu rendern.)

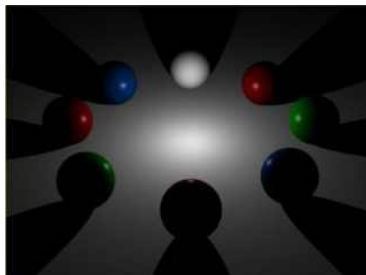


Die **Minderungsrate** bestimmt den Helligkeitsschwund des Lichts pro Entfernungseinheit zum Leuchtkörper. Ein hoher Wert bedeutet, dass das Licht nur nahe an der Quelle sehr hell ist, dann aber schnell schwächer wird, während sich das Licht bei einem niedrigen Wert nur langsam mindert. Ein Wert von Null bedeutet, daß die Helligkeit überall gleich bleibt (das Licht also nirgends schwächer wird).

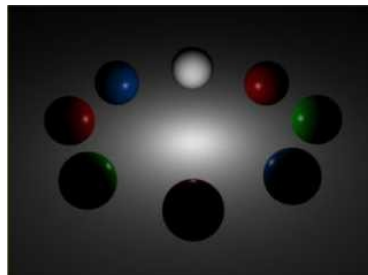
Der **Radius** bestimmt die physikalische Größe des Lichts. Das zeigt nur dann Wirkung, wenn Soft Shadows (weiche Schattierungen)

zum Rendern im Raytracer angeschaltet sind: Die Vergrößerung des Lichtdurchmessers bewirkt (zusammen mit der Option im Raytracedialog) weichere Verläufe der Schatten an ihren Rändern.

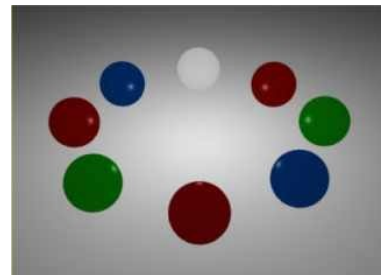
Als Licht-**Typ** kann **Ambient (Umgebend)**, **Shadowless (Schattenlos)** oder **Normal** gewählt werden. **Normal** bedeutet, dass das Licht sich naturalistisch verhält, **Ambient** (Umgebend) bedeutet, das Licht kommt aus allen Richtungen und beleuchtet alle Oberflächen eines Körpers gleichmäßig, **Shadowless** (Schattenlos) bedeutet, das Licht beleuchtet Oberflächen erwartungsgemäß, stellt aber keine Schatten bereit. Die Bildreihe hier unten zeigt die Unterschiede dieser Einstellungen jeweils mit gleichbleibender Lichtintensität und Minderungsrate:



*Normal*



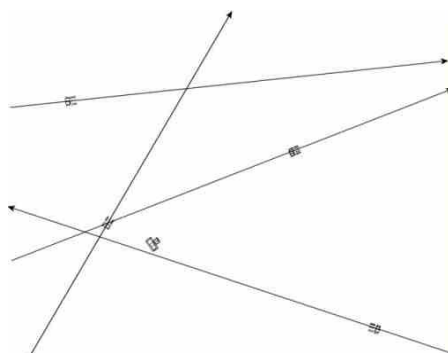
*Schattenlos*



*Umgebend*

## 5.2. Gerichtete Lichter

Gerichtete Lichtquellen in **AOI** sind entfernungsmäßig unbegrenzte Strahlen parallelen Lichts, d.h. das von ihnen abgegebene Licht bewegt sich nur in eine Richtung. Diese hängt von der Ausrichtung der jeweiligen Lichtquelle ab. Es ist wichtig zu wissen, dass



das Licht von einem unendlich entfernten Punkt in dieser Richtung zu laufen beginnt, nicht erst ab dem Lampenzeichen, wie links erkennbar ist. Diese Zeichen sind viel-mehr nur dazu geeignet, die Richtung der unendlichen Strahlen festzulegen. Sie könnten auch irgendwo im All platziert sein und hätten immer noch die gleiche Wirkung; nur ihre Ausrichtung ist es, die zählt.

Gerichtete Lichtquellen sind gut zu gebrauchen, um weit entfernte Lichtquellen nachzuahmen, wie die

Sonne, als offensichtlichstes Beispiel. Die Lichtstrahlen der Sonne wirken nahezu parallel, wegen ihres winzigen Winkels, den sie selbst noch für den gesamten Erddurchmesser zur Beleuchtung brauchen. Ebenso mindert sich ihre Intensität für uns nicht merklich, da der Erddurchmesser, verglichen mit dem Weg, den das Licht bereits zurückgelegt hat, gering ist.

Um eine gerichtete Lichtquelle zu erstellen, entweder auf das Licht-Icon und dann in einem Ansichtenfenster klicken und gleichzeitig in der benötigten Richtung ziehen (ohne Ziehen entsteht ein Punktlcht), oder über **Objekt** → **Standardform erzeugen** → **Ausgerichtete Lichtquelle** wählen und Position und Ausrichtung wie angefordert in das Dialogfeld eingeben.

Gerichtete Lichtquellen werden im Ansichtenfenster mit diesem Zeichen angezeigt, dessen feine Strahlen die Richtung des Lichts angeben:



Aufgrund der diesem Lichttyp innewohnenden Einfachheit kann der Bearbeiten-Dialog, der mit einem Doppelklick auf das Objekt, oder über **Objekt** → **Objekt bearbeiten** aufgerufen wird, lediglich mit 2 Eigenschaften aufwarten, die angegeben werden können:

**Farbe** ermöglicht die Farbe des ausgestrahlten Lichts mit den üblichen 3 Farbeinstellungsbalken HSV/ RGB/ HLS zu bestimmen.

**Intensität** legt die Helligkeit (Intensität) des Lichts fest. Dieser Wert ist bei gerichtetem Licht unabhängig von Position oder Entfernung.

**Kantenradius** legt physikalische Maße des Lichts fest. Das wirkt sich nur aus, wenn Soft Shadows (weiche Schattierungen) zum Rendern im Raytracer angeschaltet sind: Die Vergrößerung des Kantenradius bewirkt (zusammen mit der Option im Raytracerdialog) weichere Verläufe der Schattenränder.

**Typ** entspricht den Wahlmöglichkeiten, wie sie für Leuchtpunkte oben bereits erläutert wurden.

## 5.3. 'Bündelbares' Licht – Spots

Spot-Lichtquellen erzeugen einen wie mit einer Sammellinse bündelbaren Lichtkegel. Sie werden erstellt mit **Objekt** → **Grundform erstellen** → **Spot-Lichtquelle** und anschließender Festlegung von Position und Ausrichtung.

Spot-Lichtquellen sehen im Ansichtenfenster so aus: Das zeigt die Ausrichtung des Lichtkegels deutlich.



Einmal erstellt, können Spotlichter entweder per Doppelklick in der Objektliste oder natürlich über das obere Menü **Objekt** → **Objekt bearbeiten** im entsprechenden Dialog (wie unterhalb zu sehen) bearbeitet werden:

**Kegelwinkel** ist der Bereich der Winkelöffnung des Lichtstrahls. Ein kleiner Wert erzeugt einen schmalen Lichtkegel.

(radiale, 1./obere) **Abfallrate** bestimmt die Minderungsrate des Lichtkegels von seiner Mitte aus zu seinem Rand hin (so kann man Lichtkreise mit weichen Kanten erzeugen). Ein Wert von 0 bedeutet keinerlei Minderung. Das Licht hat deshalb einheitliche Intensität innerhalb seines Kegels, außerhalb dessen ist die Null (somit bildet der Kegelrand

eine harte Hell-Dunkel-Kante). Die (schematische) Vorschau des Dialogs zeigt die Einstellungen des Lichtkegels direkt an.

**Radius** betrifft die physikalische Größe des Lichtes und beeinflusst ausschließlich die Option "Weiche Schattierungen" in den Render-Optionen (siehe Rendern).

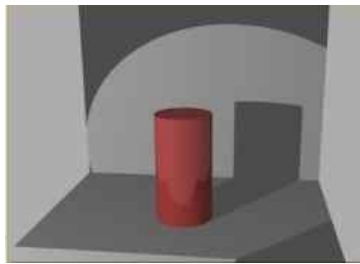
**Farbe, Intensität, (2./untere) Abfallrate** (Minderungsrate) und **Typ** entsprechen den für Punktlichtquellen dargelegten Einstellmöglichkeiten.



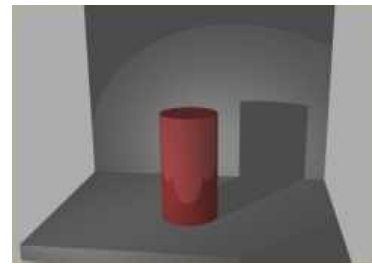
Die folgenden Beispiele zeigen die Wirkungen von Veränderungen bei Kegelwinkel und (radialer) Minderungsrate:



*Kegel = 10 Grad,  
Minderung = 0*



*Kegel = 20 Grad,  
Minderung = 0*



*Kegel = 20 Grad,  
Minderung = 1*

## ZIELGENAUE SPOTLICHTER

Oft ist die Möglichkeit brauchbar, das Spotlicht zielgenau auszurichten, um einen bestimmten Teil der Szene zu erleuchten. Nachfolgend gibt es 2 hilfreiche Hinweise, die das ermöglichen:

### 1. Benutzen einer "SpotCam"

Erstelle Dein Spotlicht via **Objekt** → **Grundform erstellen** → **Spot-Lichtquelle** und akzeptiere die Standardwerte. Jetzt erstelle eine Kamera dazu und akzeptiere ebenfalls die Standardwerte. Beide haben jetzt dieselbe Position und Ausrichtung. Mache die Kamera (vielleicht als 'Spotcam1' benannt,) zum Kind-Objekt des Spotlights (schiebe die Kamerabezeichnung (hier: Spotcam1) in der Objektliste direkt unter das Spotlicht, so, dass der Pfeilzeiger dabei etwas nach rechts einrückt (siehe auch [hier](#) für weitere Einzelheiten), nun wird diese Kamera folgen, wohin auch immer man den Spot verschiebt, oder worauf man ihn ausrichtet. Um nun zu sehen, wohin das Spotlicht deutet, wird eines der Ansichtenfenster so eingestellt, daß es die Sicht der 'Spot-cam1' anzeigt. Drehe und schiebe Deinen Spot jetzt, die Kamerasicht wird Dir wiedergeben, was der Spot gerade anleuchtet. Bewege den Spot so lange, bis der entsprechende Szenenausschnitt im 'Spotcam1-Fenster' sichtbar ist. Dein Spotlicht weist nun in die richtige Richtung.

### 2. Verwendung einer Begrenzungs-Spur

Animationsspuren haben Anwendungsmöglichkeiten auch außerhalb der reinen Animation, hier kommt ein Beispiel dafür. Bei Nutzung dieser Methode haben wir die Möglichkeit, das Spotlicht (oder auch eine Kamera) dauerhaft auf ein bestimmtes Objekt zu richten (bei anderen Softwarepaketen heißt das auch "Look-at".)

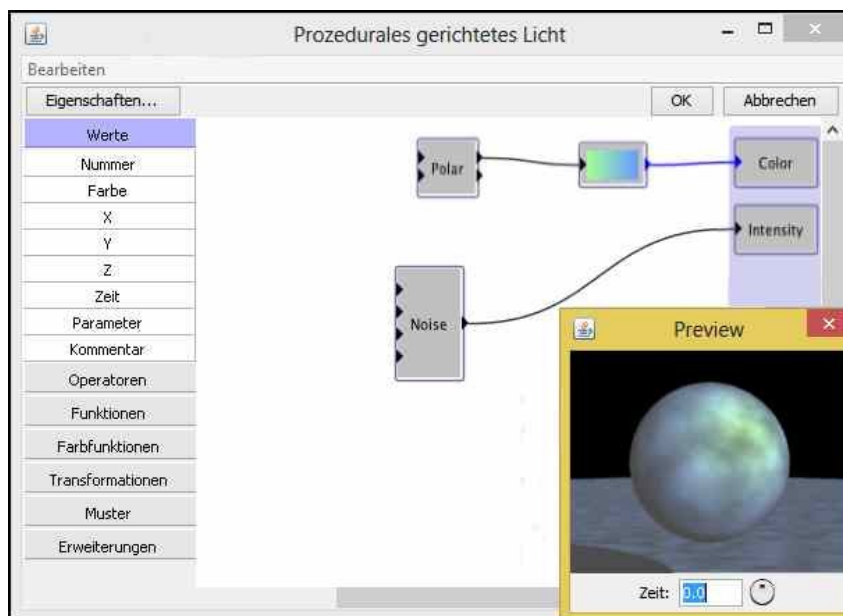
Erstelle in üblicher Weise ein Spotlicht. Klicke auf **Animation** → **Zeitlinie anzeigen**, wähle das Spotlicht an und gehe dann auf **Animation** → **Spur zu markierten Objekten hinzufügen** → **Begrenzen (Constraint)**. Jetzt das Spotlicht dort positionieren, wo

man es haben möchte, und ein Null-Objekt erstellen, das das Ziel für das Spotlicht darstellt. Das Null-Objekt nun so positionieren, wie es gewünscht ist. Dann wieder das Spotlicht auswählen und die Constraint (*ist in der Zeitleiste nicht übersetzt!*) -Spur doppelklicken. In der sich öffnenden Dialogbox den Wert "Orientierung" auf Z-Achse setzen und den Schalter rechts, "Sieht auf ..." (*sollte "faces towards" heißen*), wählen, dann auf Zusammenstellung klicken und das Null-Objekt (oder ein anderes Zielobjekt) auswählen. Mit OK und nochmal OK den Dialog verlassen und in die Szene zurückgehen. Das Spotlicht sollte nun in Richtung des Null Objektes zeigen (*falls noch nicht: Einfach mal den Zeiger der Zeitleiste ein wenig hin- und herrutschen. Das gilt auch insbesondere, wenn man das Null-Objekt verschiebt - der Spot folgt nicht in Echtzeit - man muß erst die Zeitvorschau bewegen, damit die Veränderung gezeigt wird.*)

## 5.4. Prozedurale Lichter

Die hier bislang beschriebenen Lichtquellen sind von einfachen physikalischen Eigenschaften bestimmt: ihrer Farbe, ihrer Helligkeit und ähnlichem. Manchmal wünscht man sich etwas Ausgefalleneres. Wie wäre's mit einer Lichtquelle, die verschiedene Farben in unterschiedliche Richtungen abgibt? Oder eine, die ein Bild auf eine Wand projiziert? Oder ein Licht, das helle und dunkle Streifen in unterschiedlicher Entfernung zur Quelle erzeugt? All das können Sie mit wandlungsfähigen oder prozeduralen Lichtquellen machen.

Nach Erzeugung der Lichtquelle (**Objekt** → **Standardform erzeugen** → **Prozedurale ...**) kann sie entweder mit Doppelklick in der Objektliste, oder durch Auswahl und Klicken von **Objekt** → **Objekt bearbeiten** in der oberen Menüleiste (weiter) eingerichtet werden. Das erscheinende Fenster wird in etwa wie dieses aussehen:



Dies ist ein Verfahrens- oder Prozeduren-Editor. Die 'Farbe' (Color) und 'Intensität' (Intensity) -Kästchen rechts sind die Eigenschaften der Lichtquelle an einem Ort im Raum: ihre Farbe und ihre Intensität (Helligkeit). Man kann genau bestimmen, wie jene Eigenschaften berechnet werden sollen. Das tut man, indem man aus verschiedenen Modulen eine mathe-

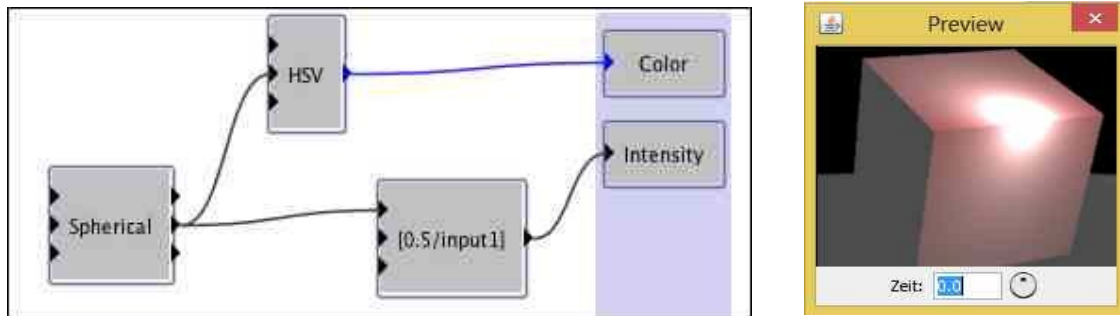
mathematische Vorgehensweise erstellt, die die X-, Y- und Z-Koordinaten eines Punktes im Raum nimmt (bestimmt im lokalen Koordinatensystem des Lichtobjektes), und Farbe und Helligkeit an diesem Punkt errechnet. Schau Dir das Kapitel über prozedurale Texturen an, um zu lernen, wie man Prozeduren erstellt.

Klicke die '**Eigenschaften ...**'-Fläche zur Bearbeitung der übrigen Eigenschaften dieser Lichtquelle: ihren Radius (Für einen Leuchtpunkt) oder Winkelradius (für eine gerichtete Lichtquelle) und Typ. Das sind genau die gleichen Inhalte wie bei normalen Punktluchtern oder gerichteten Lichtern.



Bei normalen gerichteten Lichtquellen spielt es keine Rolle, wo man sie in der Szene platziert, weil sie das gleiche Licht überall erzeugen. Das trifft auf prozedurale gerichtete Lichter nicht notwendigerweise zu: Man kann eine Prozedur aufbauen, die eine Lichtquelle ihre Farbe und Intensität je nach ihrer Position wandeln lässt. In diesem Fall spielt es sehr wohl eine Rolle, wo man die Lichtquelle hintut.

Prozedurale Spotlichter sind( im Menü) deshalb nicht zu finden, weil es das nicht braucht: Man benutzt einfach ein prozedurales Punktlicht, zu dem man eine Prozedur bastelt, die dessen Helligkeit mit einem Winkel wandelbar einschränkt:



Wandelbare Lichtquellen sind besonders nützlich zur Erzeugung von 'nicht-physikalischen' Beleuchtungswirkungen, die mit naturalistischen Lichtquellen niemals erzielbar wären. Das ist nicht wirklichkeitsgetreu, klar, aber für eine gestalterische Wirkung kann es sehr brauchbar sein.

Sei zurückhaltend damit, prozedurale Lichtquellen zusammen mit Photonen-Mapping (hier beschrieben) zu verwenden. Photonen-Mapping setzt ein physikalisch stimmiges Beleuchtungsmodell voraus. Wenn Du es mit einem nicht-realistischen prozeduralen Licht benutzt, können die Ergebnisse unvorhersagbar werden und sind normalerweise nicht das, was man wollte.

## 5.5. Beleuchtungseffekte

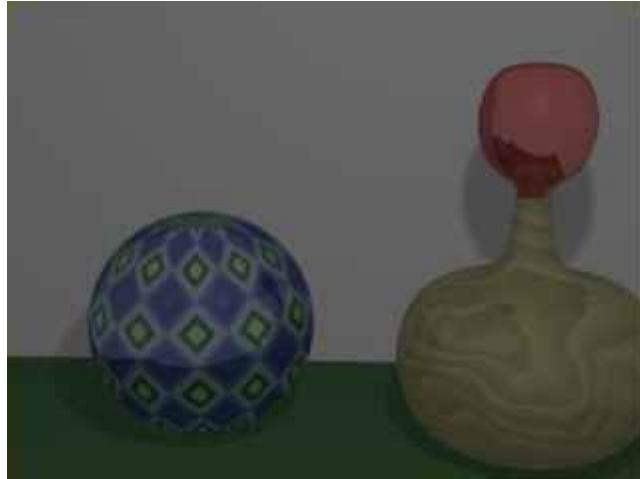
### 5.5.1. 'Naturgetreue' Lichtquellen

Wie bei den meisten 3D-Paketen sind auch in **Art of Illusion** die Lichtquellen an sich (im gerenderten Bild) gar nicht sichtbar - es wird also in einem Kamerabild, das auf eine Lichtquelle gerichtet ist *kein* heller Bereich sichtbar. Lichter sind nur im Zusammenwirken mit den anderen Objekten um sie herum wahrnehmbar. In den meisten Fällen ist das hilfreich, da Lichter irgendwo in der Szene gesetzt werden können, ohne sich darum kümmern zu müssen, dass sie gesehen werden könnten, wie in Wirklichkeit.

Manchmal ist es aber dennoch wünschenswert, wirkliche Lichtquellen nachzubilden. Eine 'echte' Lichtquelle nachzuahmen, bedingt 2 Voraussetzungen: (1) Das Objekt muß Licht abstrahlen, das mit seiner Umgebung realistisch reagiert, und (2) muß das Objekt selber "glühen". Im wirklichen Leben sind diese Eigenschaften Ausdruck der gleichen physikalischen Erscheinung (Licht, Wärme, Helligkeit, Strahlung), aber im 3D-Bereich ist das - wie so oft - ganz anders.

Als Erstes sollte man ein Objekt schaffen, das die Lichtquelle darstellt. Das Bild auf der nächsten Seite ist ein Beispiel einer Glühbirne, die mit Anwendung des Rotationskörper-Werkzeugs auf eine Kurve erzeugt wurde.

Das gerenderte Bild zeigt die Lampe "ausgeschaltet". Um die Lampe in eine Lichtquelle zu verwandeln, muß eine Lichtquelle in sie eingesetzt werden. Ein Punktlicht ist wohl der beste Typ dafür. Ist die Lichtquelle in der Glühbirne, sollte diese durchsichtig gemacht werden, so das das Licht ausströmen kann. Nur so kann es ja mit der Umgebung zusammenwirken. Die Transparenz dafür kann in der [Textur](#) eingestellt werden.



Das Licht wird zwar nun ausgehend von der Glühbirne scheinen, aber die Glühbirne selbst wird deshalb nicht "erglühen" und darum unecht wirken. Um diesen Effekt zu gewinnen, werden diffuse und emissive Farbe dem Objekt zugewiesen. Die diffuse und emissive Farbe im Texturdialog also möglichst so einstellen, daß sie einander und der Lichtfarbe ähneln. Das (nächste) rechte Bild zeigt das Ergebnis dieser Änderungen.



Zu beachten wäre, daß 'soft shadows' zum Rendern eingestellt sein müssen - anderenfalls könnten Bildberechnungsfehler (Artefakte) dadurch auftreten, daß Lichtquellen *innerhalb* eines Objektes sitzen.



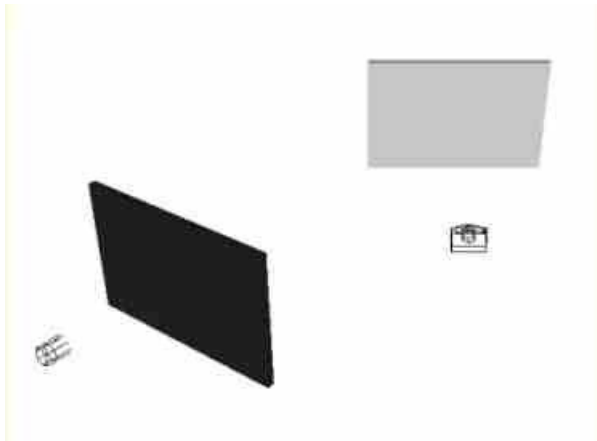
Ein weiteres Beispiel für realistische Beleuchtung ist hier nebenan gezeigt. Die "Lichter" sind Zylinder mit je einem darin platzierten Punktlicht.

Wenn man mit Global Illumination (GI) rendert, gibt es noch eine weitere Option; die wäre, ein Objekt mit emissiver Textur direkt zur Lichterzeugung zu nutzen. Mit der GI-Option geben emissive Texturen tatsächlich Licht ab, das, um zu vermeiden, transparente Objekte mit Lichtquellen darin benutzen zu müssen, dienlich sein könnte. Schau [hier](#) für weitere Einzelheiten nach.

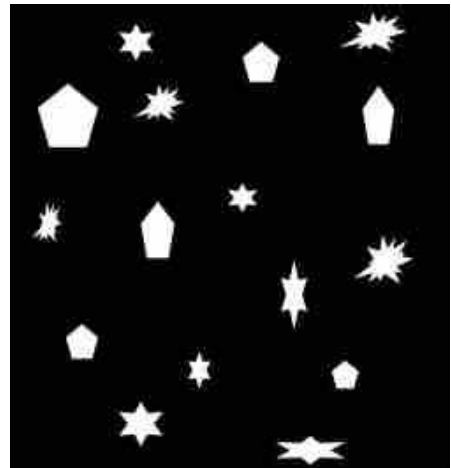
## 5.5.2. Folien, Schatten-/ Lichtmasken & Lichtdurchlässigkeit

Obwohl gerichtete Lichtquellen einfach gehalten sind, sind sie bestens zum Gebrauch bei weiter entwickelten Lichttechniken geeignet. Z. B. ein "Kokolores" genannter Schattenwerfer, oder eine "Cookie" genannte Lichtmaske, beides im Theater- und Filmbereich ge

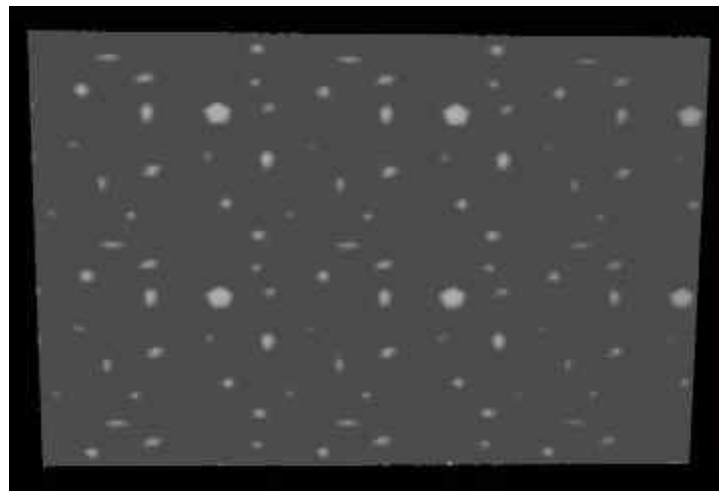
nutzte Einsätze, um spezielle Licht- bzw. Schattenwirkungen (etwa leuchtender Sternenhimmel oder schattengebendes Baumgeäst) zu erzielen. Im unteren Beispiel wurde solch eine Cookie mit einem 2D-Grafikprogramm erzeugt und als einfaches Zweitton-Bild (schwarz-weiß) gespeichert. Wenn dieses nun im transparenten Kanal in einer Image-map (Siehe Textur und Material) wie in der Szene unten zum Einsatz kommt, werden nur die Löcher leuchten, die die weißen Bereiche dabei erzeugen, weil nur dort das Licht hindurch gehen kann. Diese Effektart wurde in computergenerierten Filmen für Dinge wie blättergetüpfelten Waldschatten benutzt. Die parallelen Eigenschaften des gerichteten Lichtes sorgen dafür, daß die ausgestanzten Figurenformen erhalten bleiben.



*Perspektivische Ansicht vom Aufbau einer Cookie-Szene. Die schwarze Bildfläche links enthält das als transparente Oberfläche aufgezeichnete Cookie-Bild, das auf die rechte graue Bildfläche, auf die die Kamera gerichtet ist, abgebildet bzw. projiziert wird.*



*Als Zweitton-2D Grafik erzeugtes Bild*

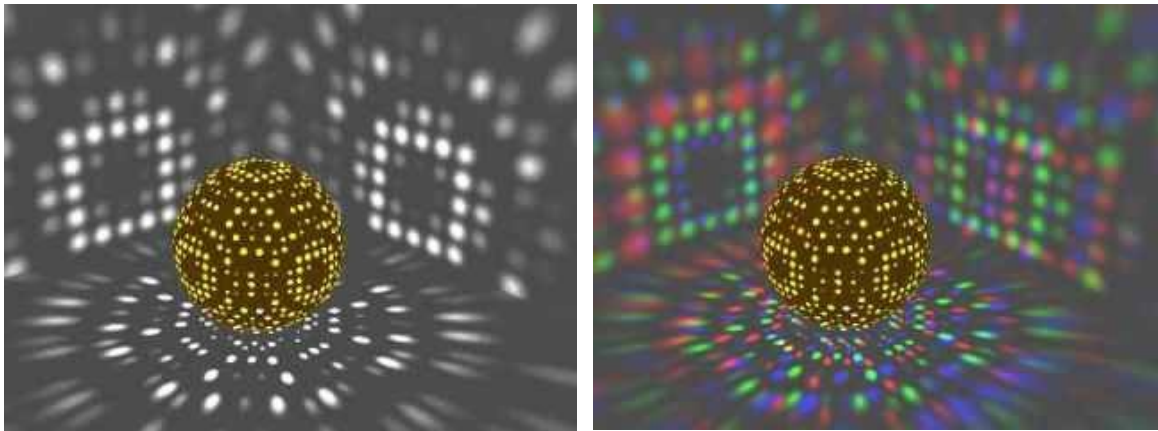


*Ergebnisbild. Könnte zu fleckigen Schattenwürfen wie von Blättern usw. benutzt werden. Das 2-Ton-schwarz-weiß-Bild könnte von einer durchscheinenden Bildhülle ersetzt werden, um eine Dia- oder Folienprojektion nachzuahmen.*

Die Durchlässigkeit / Kollimation von Lichtquellen kann auch mit guter Wirkung genutzt werden, entweder mittels geometrischer Objekte oder des geschickten Gebrauchs von Texturen. Im folgenden Bild benutzt der Lampenschirm die Technik der Kollimation / (Teil-) Durchlässigkeit, um das Leuchten solch einer Lampe nachzuahmen.



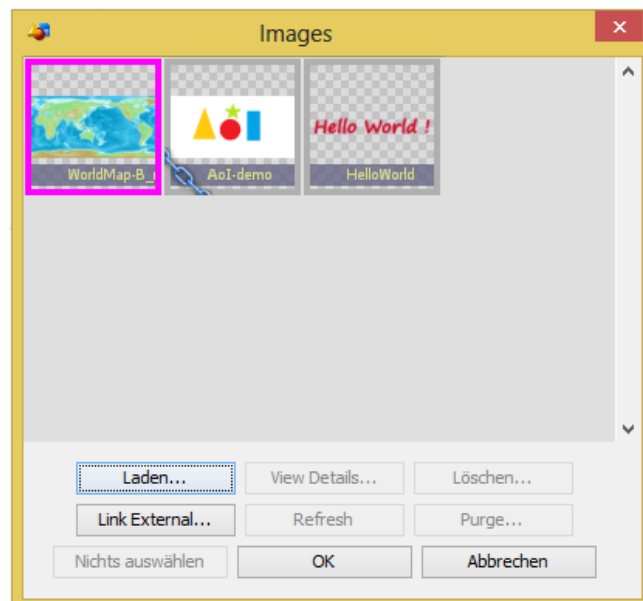
Die Bilder hier unten wurden erstellt, indem Lichtquellen in einer Kugel positioniert wurden, der dann eine prozedurale Textur zugewiesen wurde, die kreisförmige transparente Flächen aufweisen. Im linken Bild wurde ein weiße Lichtquelle eingesetzt, im rechten Bild 3 Lichter mit verschiedenen Positionen und Farben (Rot, grün und blau) - alle Bilder wurden mit angeschalteten Soft Shadows gerendert. (Dazu bitte in Rendern nachschlagen).



## 6. AoI – Bildquellen

### 6.1. Der Bildverwaltungsdialog

In **Art of Illusion** kann man Bilder zur Texturerzeugung verwenden. Wähle zum Verwalten der Bilder **Szene → Bilder...** .



Bildbasierende Texturen und Prozedurale Editoren öffnen ebenfalls diesen Dialog zum Umgang mit Bildern.



Vergrößern des Dialograhmens vergrößert auch die Bildmarker (Icons)



### 6.1.1. Die Icon Symbole



**Farbrahmen:** Aktuell für eine Aktion angewählt.  
- Die Anwählfarbe ist im aktuellen Farbschema festgelegt.



**Büroklammer:** Das Bild wird als Textur oder Material verwendet.  
- Bilder die verwendet werden, können nicht gelöscht werden.



**Kette:** Dieses Bild ist aus einer externen Datei verlinkt.  
- Du kannst das Bild weiter bearbeiten und gespeicherte Änderungen mit **Refresh** (= Aktualisieren) übernehmen.



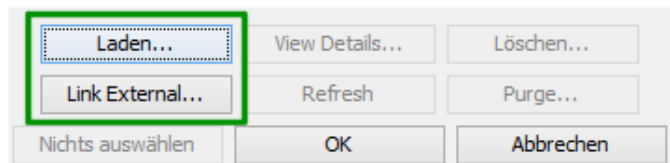
**Gebrochene Kette:** Das verlinkte Bild konnte nicht gelesen werden.  
- Das Icon zeigt, welche Art von Bild fehlt.  
- Versuche **View Details ...** (= Zeige Details ...) → **Reconnect** (= Wieder verbinden) zum Finden des Bildes.

### 6.1.2. Bilder verwenden

Um ein Bild für Deine Textur zu verwenden, klicke zur Anwahl auf ein Bildicon und dann **OK**.

## 6.2. Bilder importieren

Du hast zwei Möglichkeiten Bilder zu importieren: Du kannst sie als lokale Bilder in die Szene **laden** (Laden ...), oder als externe Dateien **verlinken** (Link External ...).



**Ein geladenes Bild** wird mit der Szene gespeichert. Es wird sicher bewahrt vor jeglichen Änderungen am Original, kann aber nicht bearbeitet oder aktualisiert werden.

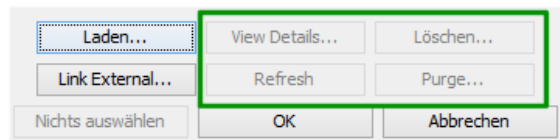
- Die Bilder werden in verlustfreien Formaten, \*.png, \*.hdr, oder \*.svg gespeichert.
- Transparenz wird wo möglich unterstützt.
- Geladene Bilder *können* exportiert werden.

**Ein verlinktes Bild** verbleibt als eine unabhängige Bilddatei. Man kann das Bild nachträglich bearbeiten, oder sogar das Bild wechseln, auf das sich der Link bezieht. Der Link ist sowohl in relativer als auch absoluter Form gesichert: Wenn man die Szene an eine andere Stelle der Festplatte versetzt, kann man entweder eine vollständige Ordnerstruktur inklusive Bildern versetzen, oder die Bilder in einer ortsfesten Bibliothek verwahren.

Verlinkte Bilder sind durch ein Kettenstück über der unteren linken Ecke des Bildicons

gekennzeichnet. Wenn die Bilddatei nicht gefunden wird, erscheint das Kettenbild gebrochen und das ausgegebene ursprüngliche Icon zeigt, was für eine Art von Bild fehlt. Um den Link zu einem verlorengegangenen Bild wieder herzustellen, klicke erst das Icon zur Auswahl und dann **View Details ...** (= Zeige Details ...) → **Reconnect** (= Wieder verbinden).

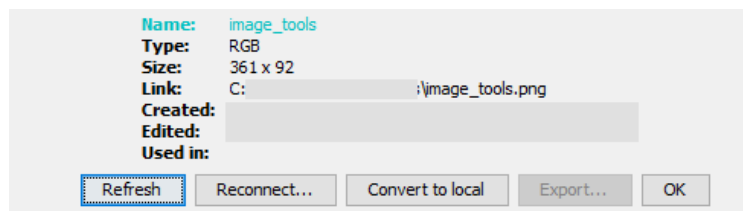
## 6.3. Werkzeuge zur Bildverwaltung



**Refresh** (= Aktualisieren): Lädt verlinkte Bilder neu. Nutze dies, wenn Du ein verlinktes Bild während der aktuellen Arbeit mit **AoI** bearbeitet hast.

**Löschen ...**: Entfernt das gewählte Bild oder den gewählten Link.

**View Details** (= Zeige Details): Öffnet einen Dialog zur Behandlung des aktuell gewählten Bildes.



Hier kannst Du:

- Einige Metadaten des Bildes finden (Format, Name, Typ, Erstellungsdatum ...)
- Das Bild lokal umbenennen. (Klicke das Namefeld!)
- Ein verlinktes Bild erneut laden. (Nützlich, wenn man das Bild gerade bearbeitet hat!)
- Einen Link wieder herstellen. Man kann das nutzen, um einen gebrochenen Link zu erneuern, oder das Bild auszutauschen.
- Ein verlinktes Bild in ein lokal gespeichertes wandeln.
- Ein lokal gespeichertes Bild in eine neue Datei exportieren.

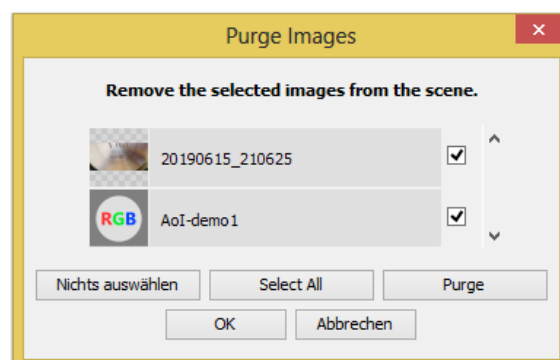


### Tipp:

Es kann praktisch sein, ein verlinktes Bild zu verwenden, während Du es weiter verbesserst.

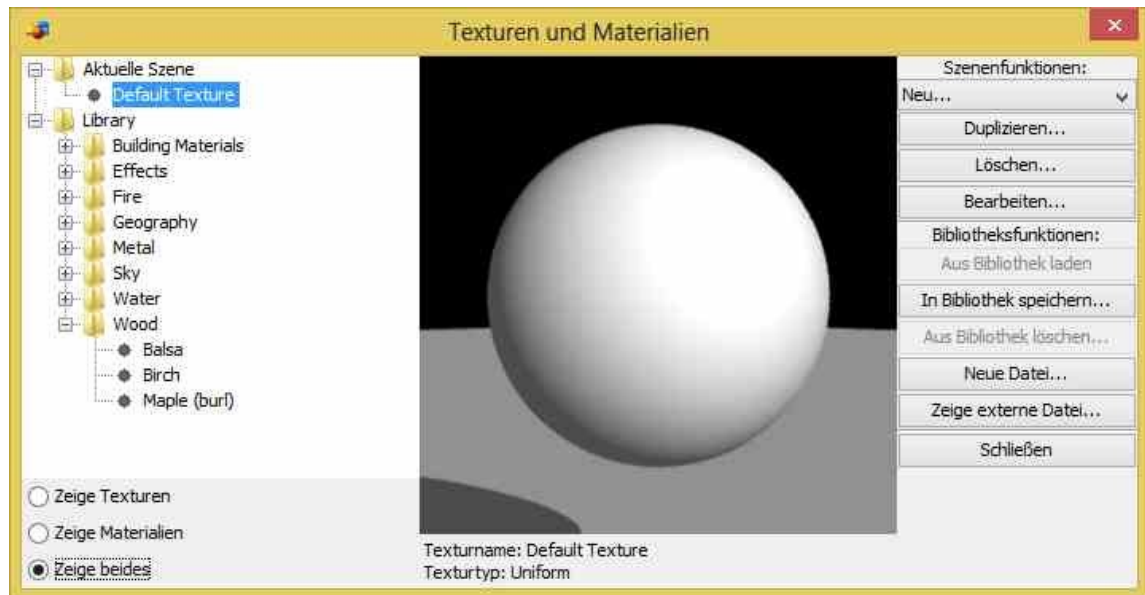
Wandle es am Ende in ein lokal Gespeichertes zur einfacheren Aufbewahrung, oder um Deine \*.aoi Datei mit anderen zu teilen.

**Purge** (= Bereinigen): Löschen von nicht-benutzten Bildern. Der Purge Dialog listet alle unbenutzten Bilder und Links zur möglichen Löschung. Du kannst vor der Durchführung der Aktion individuell wählen, was entfernt werden soll. Purge löscht keine Bilder, die aktuell verwendet werden.



## 7. AoI – Texturen

Texturen definieren solche Oberflächeneigenschaften von 3D Objekten wie Farbe, Reflektion, Transparenz, Rauheit usw. Es gibt 4 Texturarten in **Art of Illusion** : einheitliche (= uniform), bildbasierte (= image mapped), prozedurale 2-D und prozedurale 3-D. Diese werden unten im Einzelnen besprochen. Wähle **Szene** → **Texturen**, um eine neue Textur zu bestimmen, oder eine zu bearbeiten, die schon kreiert ist. Das bringt die folgende Dialogbox:



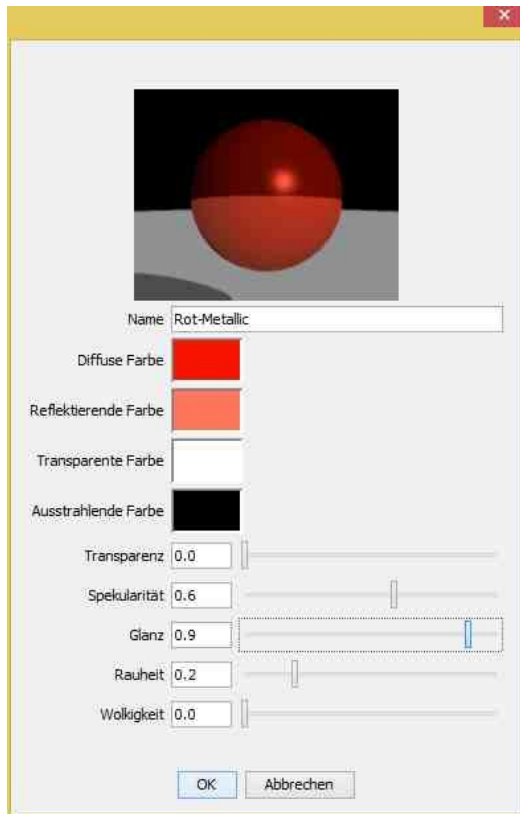
Die Ordner in der linken Liste enthalten die Texturen und **Materialie** aus der aktuellen Szene, ebenso wie jene der Texturenbibliothek die **AoI** mitliefert. In der Mitte des Fensters ist eine Vorschau von welcher/m auch immer aktuell gewählten Textur oder Material, und rechts sind Schaltflächen zur Bearbeitung von Texturen und Materialien. Die meisten davon sind selbsterklärend. Die Schalter unter 'Szenenfunktionen:' (im Dialog rechts oben) ermöglichen die Arbeit an den Texturen der aktuellen Szene. Man kann eine **neue** Textur erstellen, eine vorhandene **duplizieren** sowie eine gewählte **löschen** oder **bearbeiten**.

Die Schaltflächen unter '**Bibliotheksfunktionen**' dienen zur Arbeit mit dem Archiv. Man kann eine Textur aus dem Archiv in die aktuelle Szene (mit **Aus Bibliothek laden**), oder von der aktuellen Szene ins Archiv (mit **In Bibliothek speichern**) kopieren, eine Textur aus dem Archiv löschen (mit **Aus Bibliothek löschen**) oder eine neue Texturdatei darin speichern (mit **Neue Datei**) Man kann Texturen auch durch Verschieben zwischen den Ordnern von Archiv und aktueller Szene kopieren. **Zeige externe Datei** ist brauchbar, um Texturen und Materiale zwischen Dateien umzukopieren. Wählt man diese Schaltfläche, fordert sie dazu auf, eine **AoI**-Szene zu markieren, die dann links in der Dialogbox erscheint, als ob sie Teil des eingebauten Archivs wäre.

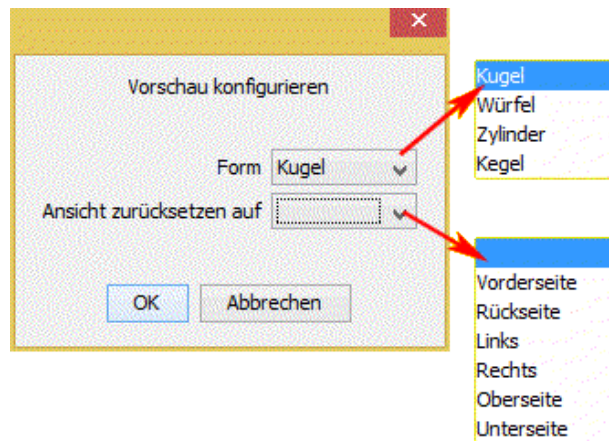
Einmal erstellt, können Texturen jedem 3D-Objekt zugewiesen und in jeder gewünschten Art auf dessen Oberfläche angewendet (gemappt) werden, indem ihre Größenänderung (Skalierung), Ausrichtung und/oder ihre Position auf das Objekt bezogen angepaßt werden. Texturen können auch in Schichten übereinander gelegt werden, um aufwändige, echt wirkende Oberflächen nachzuahmen.

## 7.1. Einheitliche Texturen

einheitliche (uniforme) Texturen sind in **Art of Illusion** der einfachste Texturentyp. Sie verleihen den Objekten diverse Oberflächeneigenschaften einheitlich über das ganze Objekt. Um nun eine gleichförmige Textur zu erzeugen auf **Szene** → **Texturen** und dann im Texturendialog auf **Neu** und **Uniform texture** klicken. Das öffnet eine derartige Dialogbox:



Eine gerenderte Vorschau, oben in der Dialogbox, zeigt die aktuell gewählte Textur, aufgebracht auf eine Kugel. Ein Doppelklick auf diese Vorschau öffnet den unteren Auswahldialog:



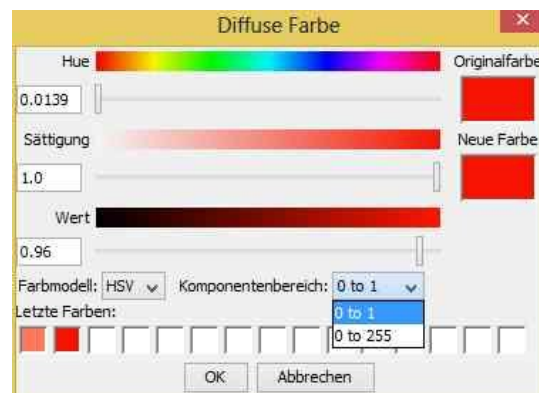
Das obere Klappmenü darin ermöglicht, andere Grundkörper als die Kugel zur Vorschau zu nutzen, das untere den Betrachtungswinkel zu ändern.

Die Vorschau kann bei zusätzlich zur rechten Maustaste gedrückt gehaltener **<STRG>**-Taste durch Auf- bzw. Abbewegung des Cursors auch gezoomt, mit gedrückter rechter Maustaste allein in der Bildebene verschoben werden.

Darunter sind nach der Namenseingabemöglichkeit die verschiedenen Eigenschaften gelistet, die verändert werden können. Es gibt 4 Farben die bestimmt werden können. Einfach auf das Farbfeld klicken - das öffnet das Wählfeld hier rechts.

Farben werden über diesen Dialog in einem von 3 möglichen Farbprofilen bestimmt:

- **HSV** (Farbausprägung, Sättigung und Schattierung/ Wert),
- **RGB** (Rot, Grün und Blau) oder
- **HSL** (Farbausprägung, Sättigung und Helligkeit).



Jedem Farbbestandteil kann ein Wert zugeordnet werden, der einem der beiden wählbaren Bereiche (= **Komponentenbereich**) von 0 - 1 oder 0 - 255 entspricht.

Die fünfzehn letztgenutzten Farben werden über die Palette am unteren Ende der Dialogbox auch zur Wiederwahl bereitgehalten.



Die 4 Farbeigenschaften des obigen Dialoges sind:

### **Diffuse Farbe**

Das ist die zugrundegelegte Ausgangsfarbe des Objektes. Sind keine anderen Eigenschaften bestimmt, richtet die Objektoberfläche ihr Aussehen nach dieser Farbe.

### **Reflektierende Farbe**

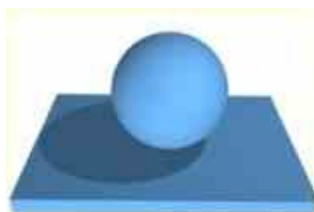
Die reflektierende Farbe sorgt für die Glanz- bzw. Spiegelfähigkeit des Objektes. Die hierfür angegebene Farbe legt fest, in welcher Färbung das Objekt auftreffendes Licht zurückwirft. Zu beachten ist dabei, daß diese Wirkung sich nur zeigen kann, wenn der Spiegelungswert (= die Spekularität) größer als 0 eingestellt ist. (siehe unten).

### **Transparente Farbe**

Wenn die Transparenz der Objekttextur größer als Null gesetzt ist, ist es diese Färbung, die sich vermittelt, wenn Licht das Objekt durchläuft (siehe unten).

### **Ausstrahlende Farbe**

Diese Eigenschaft wird benutzt um leuchtende Objekttexturen nachzuahmen. Die hier gewählte Farbe wird von der Objekttextur auf die Umgebung abgestrahlt. Einige Beispiele sind unten gegeben. Darin wurden Farbausprägung (Hue) und Sättigung der diffusen Farbe mit geänderten Beträgen bei Schattierung/Wert als ausstrahlende Farbe genommen. Bemerkenswert ist, daß die Abstrahlungsmenge des Lichts in unmittelbarer Beziehung zu Schattierung/Wert des HSV Farbprofils steht, weswegen das HSV-Farbprofil vermutlich das am besten geeignete für diese Oberflächeneigenschaft ist.



*Abstrahl-Wert 0.2*



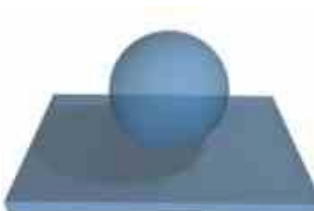
*Abstrahl-Wert 0.5*



*Abstrahl-Wert 0.9*

Unterhalb der Farbeigenschaften befinden sich 5 numerische Größen (verschiedener Eigenschaften) mit Schieberegler oder direktem Feldeintrag zur Wertebestimmung.

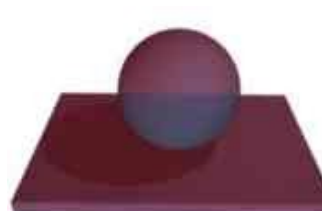
**Transparenz** ist der Grad in welchem das Licht durch das Objekt hindurchgeht. Ein Wert von 1 bedeutet, daß das Objekt komplett durchsichtig ist, - während ein Wert von 0 bedeutet, daß das Objekt komplett opak (= undurchsichtig) ist. Die Bilder unten zeigen Objekte mit einer Transparenz von 0.5. Die Auswirkung der Veränderung von **Transparente Farbe** ist darin veranschaulicht. Normalerweise wird ein durchsichtiges Objekt das Licht in einer seiner diffusen Farbe ähnlichen Färbung weitergeben, aber in computergrafischer Bildnerie sind wir nicht von physikalischen Gegebenheiten begrenzt.



*Transparenzfarbe weiß*



*Transparenzfarbe  
= Diffuse Farbe*

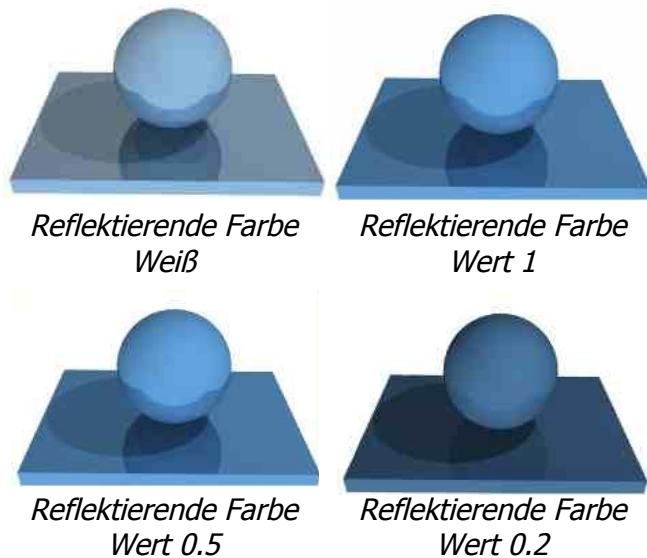


*Transparenzfarbe rot*

**Spekularität** ist das Spiegelungsverhalten der Objekttextur. Ein Wert von 1 bedeutet das die Objekttextur ein vollkommener Spiegel und seine diffuse Farbe deshalb nicht sichtbar ist. Ein Wert von 0 ist gänzlich spiegelungsfrei.

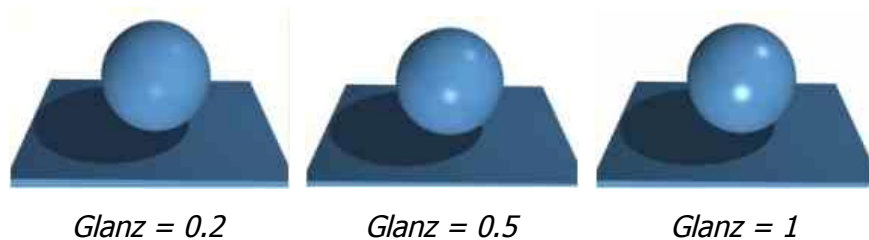
Die Objekte der Bilder rechts haben alle Spekularität 0.3 und zeigen die Wirkung des Änderns von **Reflektierende Farbe**.

Plastikartige Objekte werfen normalerweise das Licht weiß zurück, während metallische Objekte dazu neigen, ihre Reflektionen in der diffusen Farbe zu tönen. In den Beispielen hier sind Farbausprägung (Hue) und Sättigung der diffusen Farbe auch für die reflektierende Farbe mit geänderten Beträgen bei Schattierung/Wert und abgeglichen mit "plastiktypisch" weißer Spekularität benutzt worden.



Zusätzlich zur Spekularität gibt es den Kennwert **Glanz**, der die Stärke von sich spiegelnden Glanzlichtern steuert. Obwohl glänzende Oberflächen in der Wirklichkeit eigentlich nur durch Spiegelungen hervorgerufen werden, ist der Glanz-Parameter sinnvoll, um einige typische Wirkungen vorzutäuschen, wenn man z.B. plastikartige Oberflächen ohne recht augenfällige Spiegelung darstellen will. In den meisten Fällen wollen Sie beides einsetzen, **Spekularität** und **Glanz**. Nachfolgend sind Beispiele für verschiedene Glanzwerte mit und ohne Spiegelung gegeben.

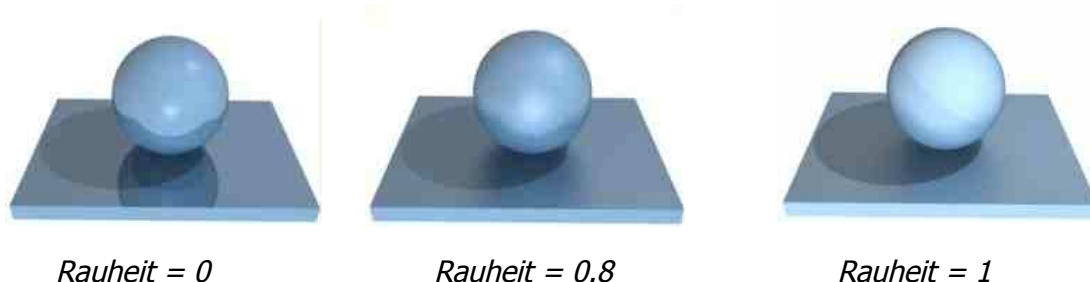
#### Einfacher Glanz



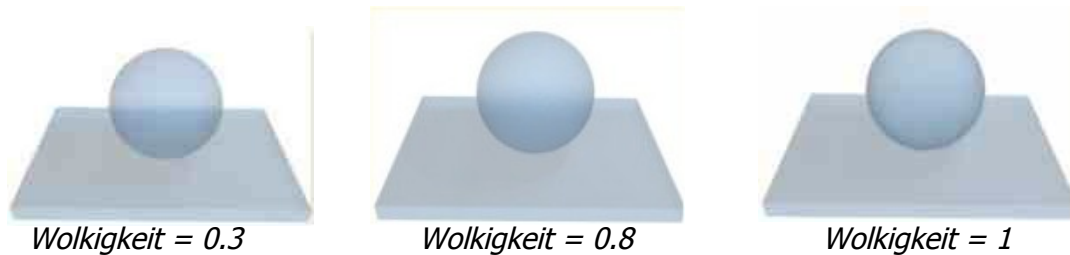
#### Glanz & Spiegelung



**Rauheit** Dieser Parameter kann genutzt werden, um die natürliche Wirkung nachzuahmen, daß eine aufgeraute Oberfläche die Schärfe von Reflektionen verringert. Hohe Rauheitswerte ergeben unschärfer gezeichnete Spiegelungen und weiter gestreute Glanzlichter, wie unten erkennbar. Zu beachten ist, dass Glanz / Lichtdurchlässigkeit zum Rendern mit der Raytracer-Ausstattung (siehe [Rendern](#)) ermöglicht (= 'enabled') worden sein muß, um die Wirkung sichtbar zu machen.

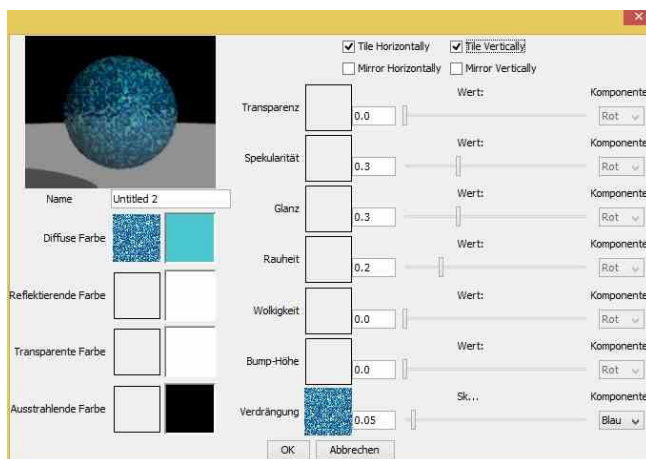


**Wolkigkeit** kontrolliert den Grad der Lichtdurchlässigkeit für durchscheinende Objekte. Höhere Werte bedingen größere Unschärfe des übermittelten Lichtes, wie unten gezeigt. Wie beim Rauheit-Kennwert muß Glanz / Lichtdurchlässigkeit während des Renderns ermöglicht (= 'enabled') worden sein, um die Wirkung sichtbar zu machen.



## 7.2. Bildbasierte Texturen

Dieser Texturtyp ermöglicht, die Oberflächeneigenschaften auf der Grundlage eines 2-D Bildes festzulegen. Diese Bilder werden normalerweise in 2-D Malprogrammen erstellt. Um eine neue bildbasierte Textur zu erzeugen, geht man auf **Szene** → **Texturen**, nach dem Klick im Dialog auf **Neu** wählt man **Image Mapped** aus der Aufklappliste. Darauf hin wird die folgende Dialogbox ausgegeben:



Die selben Oberflächeneigenschaften, wie im **Einheitliche Texturen**-Dialog beschrieben, gibt es auch hier. Diesmal werden Farben und Werte der unterschiedlichen Eigenschaften jedoch durch die Auswahl von 2D-Bildern bestimmt. Das bedeutet, die Werte der Parameter ändern sich über die Objektoberfläche hin, dem / den verwendeten Bild(ern) entsprechend, statt gleichförmig zu bleiben.

Links in der Dialogbox sind diffuse, reflektierende, transparente und

ausstrahlende Farbe angeordnet. Klickt man auf das jeweilige Geviert gleich rechts neben der Bezeichnung, öffnet sich eine weitere Dialogbox, 'Images' benannt.

Zum Einlesen eines neuen Bildes darin auf **Laden** klicken. Das Bildformat kann dabei \*.jpg, \*.png, \*.gif, \*.svg oder \*.hdr sein. Einfach das Bild finden, markieren und mit 'Öffnen' in den Dialog aufnehmen. Ein Stellvertreter-Bildchen (Thumbnail) davon wird sichtbar und automatisch als gewählt markiert (= dick in schwarz gerahmt). Sind schon andere Bilder eingelesen, kann man (auch) eines von ihnen durch Anklicken wählen. Ist das vorgesehene Bild markiert, auf **OK** klicken. (Ist kein Bild gewünscht, auf **Nichts auswählen** klicken.)

Bemerkenswert ist auch das 'einheitliche Farbe'-Feld, jeweils direkt rechts neben dem Bild-Feld. Die Farbe die man hier einstellt, beeinflusst die Farben der bildbasierten Textur gleichmäßig.

Wie schon beim [Uniform Texture-Dialog](#), wird mit einem Doppelklick auf die Vorschauansicht der Dialogbox ein Menü für Vorschauobjekt und Blickwinkel angeboten. Die Vorschau kann gezoomt (mit gehaltener **<STRG>**-Taste + rechter Maustaste Cursor auf bzw. ab bewegen), oder verschoben werden (nur mit gehaltener rechter Maustaste ziehen).

Die Bilder unten rechts zeigen die Wirkung der Zuweisung einer Bildtextur an verschiedene Farbeigenschaften. Das Bild für die Textur selbst ist links davon zu sehen:



*Diffuse Farbe*



*Spiegelnde Farbe*



*Transparente Farbe*



*Ausstrahlende Farbe*

Die rechte Seite des Image-mapping-Dialoges besetzen numerische Eigenschaften. Die im Uniform-Texture-Dialog bereits verfügbaren Eigenschaften **Transparenz**, **Spekularität**, **Glanz** und **Wolkigkeit** gibt es auch hier, aber zusätzlich noch zwei weitere Eigenschaften: **Bumphöhe** und **Verdrängung**. Die steuern die 'Krumpeligkeit' einer Oberfläche. Bump-Mapping variiert die Oberflächennormale, um 'Krumpel' in der Geometrie vorzutäuschen, während Verdrängung (Displacement Mapping) tatsächlich die Oberflächengeometrie verändert.

Bei bildbasierten Texturen wird der Grad der Transparenz, Spiegelung usw. von der Image-Map festgelegt, die über das Anklicken des quadratischen Wahlfeldes direkt neben der Beschriftung erstellt wird. Ist kein Bild gewählt, kann eine einheitliche Farbe über Anklicken des Quadrates rechts daneben mit Hilfe einer dann erscheinenden Farbeinstellbox und ihrer Schieberegler angegeben werden. Wenn jedoch ein Bild gewählt wurde, ändert sich die jeweilige Eigenschaft auf der Oberfläche dem Bild entsprechend. Ob die Werte **Rot**, **Grün** oder **Blau** zur Steuerung der einzelnen Eigenschaften genommen werden, kann dabei durch Anklicken der passenden Komponente des Aufklapp-Feldes rechts im Dialog gewählt werden. Für Bilder mit Informationen in einem Alpha-Kanal, oder solche, die transparente Bereiche enthalten (von den unterstützten Bildformaten sind \*.png, \*.svg und \*.gif transparenzfähig), wird (sofern so ein Kanal im Bild vorhanden ist) eine zusätzliche Komponente, **Maske** bezeichnet, in dieser Auswahl verfügbar. Die ist hervorragend brauchbar, um Effekte auf einzelne Bereiche der Oberfläche zu begrenzen, so können etwa nur Bildteile einer Alpha-Auswahl glänzend gemacht werden usw. . Die Ausgabe über Maske kann auch für die Zuweisung von Oberflächeneigenschaften, die von der Transparenz im Bild abhängig sind, verwendet werden. Das naheliegendste Beispiel wäre, sie in der Transparenzeigenschaft zu nutzen, wo die durchsichtigen Teile des Bildes dann als durchscheinende Bereiche der Textur dienen (siehe unteres Beispiel). Allerdings kann die Maske auch bei jeder der übrigen Eigenschaften für andere Wirkungen Verwendung finden.



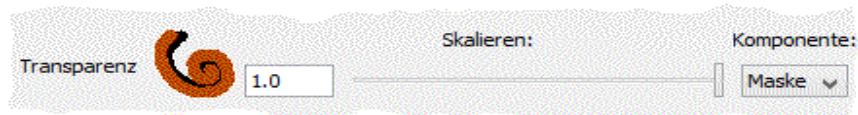
*Originalbild*

(Gitter zeigt Transparenzbereich)



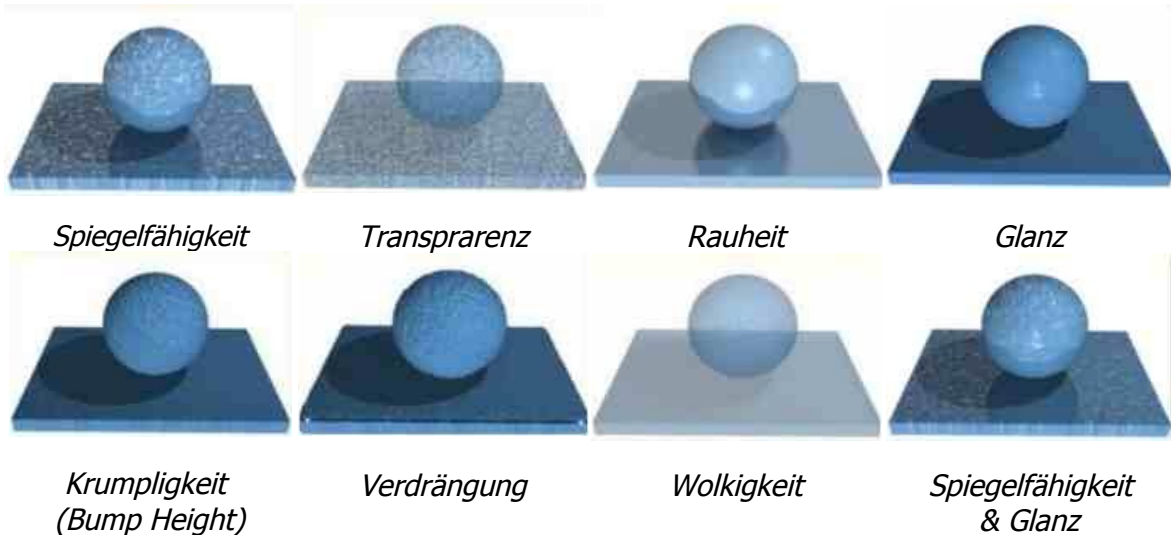
*Ergebnistextur  
einer Kugel angepasst*





### *Ausriß des Image-Mapping: Transparenzeinheit mit Einstellung Maske*

Die Schieberegler ändern sich dann, um den Grad des jeweiligen Effektes zu steuern. Auf diese Weise kann man nur einzelne Teile der Oberfläche transparent, glänzend usw. aussehen lassen. Einige Beispiele sind hier unten zu sehen:



Der Imagemap-Dialog ermöglicht auch eine Kachelung des Bildes (Voreinstellung: An) (es wird also endlos aneinandergereiht), so daß die gesamte Objektoberfläche bedeckt werden kann, wenn das Bild kleiner bemessen ist, als sie. Und gespiegelt kann das Bild in beiden Achsen zudem werden.

Die (Pixel-)Bilder die für Texturen beigezogen werden, können unmittelbar über **Szene** → **Bilder** verwaltet werden. Man kann sie so laden, sichern und/oder löschen. (Gespeichert werden diese Bilder in der **AoI** Datei ohne weitere Komprimierung, außer der der **AoI** Datei selbst, also verlustfrei).

## **7.3. Prozedurale Texturen**

Wandlungsfähige (= Prozedurale) Texturen sind solche, deren verschiedene, oben erläuterte Eigenschaften mit Hilfe mathematischer Rechenvorschriften beschrieben werden.

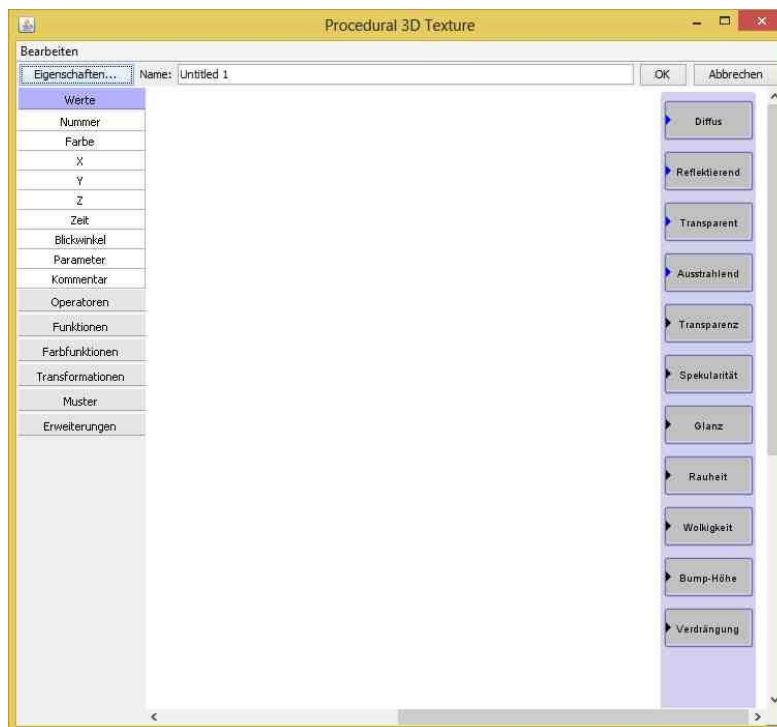
2 Arten von prozeduralen Texturen in **Art of Illusion** gibt es: Prozedurale 2D- und prozedurale 3D-Texturen.

Die 2D-Texturen kann man sich als "bemalte Papierbogen" vorstellen, die um das Objekt herumgewickelt werden – in einer Weise, die vom Mappingtyp (siehe [Kapitel 8 Texturen an Objekte zuweisen](#)) bestimmt wird.

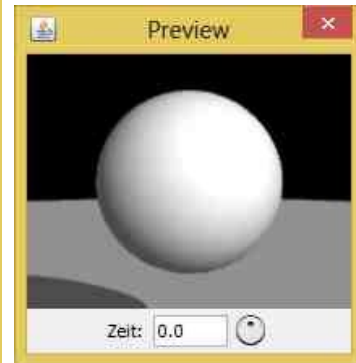
Prozedurale 3D-Texturen ihrerseits, sind sozusagen "körperlich massive, solide wirkende" Texturen. Objekte, denen sie zugewiesen werden, sehen aus, als wären sie aus einem Block davon herausgeschnitten worden.

Die graphischen Schnittstellen zu Festlegungen für beide Typen sind jedoch identisch, daher werden in diesem Abschnitt beide gemeinsam beschrieben.

Um eine neue prozedurale Textur zu erstellen, geht man auf **Szene** → **Texturen**, klickt auf **Neu** und wählt **Procedural 2D-Texture** oder **Procedural 3D-Texture** als Texturtyp. Folgender Editor wird angezeigt:



Dazu erscheint ein (frei positionierbares) Vorschaufenster, das die aktuelle Textur des Editors auf eine Kugel aufgebracht darstellt.



Das Vorschaufenster wird bei einer Änderung der Textur automatisch nachgeführt. Die Größe des

Vorschaufensters lässt sich ändern, indem man an seinen Seiten zieht. Die Vorschau kann auch gezoomt werden (mit **<STRG>**-Taste + rechter Maustaste gedrückt, den Cursor auf bzw. ab bewegen), und Drehen (= bei gedrückter mittlerer Maustaste ziehen), wie auch Verschieben des Vorschauobjektes (= bei gedrückter rechter Maustaste ziehen) ist ebenfalls möglich. Wie im [Uniform Texturedialog](#) werden mit Doppelklick in die Vorschau zwei Aufklappmenüs zugänglich, die ermöglichen, Vorschauobjekt und Blickwinkel zu ändern.

Die Vorschau kann auch dazu dienen, die Textur zu einem vorgegebenen Zeitpunkt darzustellen. - Nützlich bei Texturen, die sich mit der Zeit verändern (siehe das Beispiel viel weiter unten).


Anfangs zeigt das Vorschaufenster eine gleichförmig weiße Textur, weil diese voreingestellt ist. Beachtenswert ist, daß 2D-Texturen mit [Projection-Mapping](#) gezeigt werden, während 3D-Texturen lineares Mapping aufweisen. Deshalb dürfte die selbe prozedurale Textur in der 2D-Vorschau anders aussehen, als in der 3D-Vorschau. Alle folgenden Beispiele sind deshalb als 3D-Texturen erstellt. - Zur Übung könnte man eine hier vorgestellte prozedurale Textur überprüfen, ob sie als 2D-prozedurale Textur anders aussieht, und wenn das der Fall ist, weshalb.

Die Felder rechts im Prozedurale Textureditor zeigen die Oberflächeneigenschaften an, die für andere Texturtypen weiter oben bereits beschrieben sind. Die Idee beim Prozedurale Textureditor ist, den entsprechenden Eigenschaftsfeldern Werte (aus Farben oder Zahlen) zuzuordnen. Das erfolgt, indem Werte, Funktionen und Transformationen gesetzt, (evtl. auch untereinander verknüpft) und in die jeweiligen Eigenschaftsfelder eingegeben werden. Das bringt eine Gruppe von Werten hervor, die für jeden Punkt der Oberfläche berechnet wird und so die Textur erzeugt.

Entlang der linken Seite des Editorenfensters ist ein Menü von 'Modulen' eingerichtet, die zu einer Rechenvorschrift zusammengesetzt werden können. Sie sind in Kategorien wie Werte, Operatoren, Funktionen usw. sortiert. Man kann eine Kategorie anklicken, um sie aufzufalten und die Module, die sie enthält zu sehen.

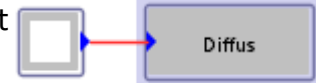
Nehmen wir ein einfaches Beispiel: Eine gleichförmige diffuse Farbe. Vergewissere Dich,

dass die **Werte**-Kategorie aufgeklappt ist, klicke darin auf **Farbe**, oder ziehe ersatzweise mit gedrückter Maustaste das **Farbe**-Feld auf den freien weißen 'Maltuch'-Hintergrund.

Ein kleines ( und weil aktuell gewählt, rot umrandetes) Quadrat erscheint, das so  aussieht.

Zur Aufbringung dieser Farbe verbinde sie mit dem Diffus-Feld durch Klick auf den blau gefüllten Pfeil an der rechten Seite des 'Farbe'-Moduls, den Du mit gedrückt gehaltener Maustaste auf den blauen Pfeil am Diffus-Feld ziehst und dann auslässt.

Nun sollte eine Linie dargestellt sein, die beide Felder verbindet



Das Vorschaufenster wird sich unverändert zeigen, weil die voreingestellte Farbe im Farbe-Modul auch weiß ist. Ein Doppelklick darauf ruft ein Farbwahlfeld auf. Stelle darin die Farbe Deiner Wahl ein, und klicke OK. Das Vorschaufenster wird nun die neue gleichförmige diffuse Farbtextur zeigen.

Jedes der aus dem Menü gewählten Werte-, Funktionen- usw. Module hat wenigstens einen Ausgang (als aus dem Feld deutender Dreieckspfeil dargestellt), der entweder eine Zahl oder eine Farbe "liefert". Blaue Pfeile zeigen einen Farbwert an, während schwarze Pfeile einen Zahlenwert enthalten. Um genau zu sein, sind die Ausgaben je eine Gruppe von Werten, die Farbe oder Zahl an jedem Punkt der Oberfläche vertritt. Die meisten (Module) haben auch wenigstens einen Eingangswert, der als zur Feldmitte gerichteter Dreieckspfeil dargestellt ist.

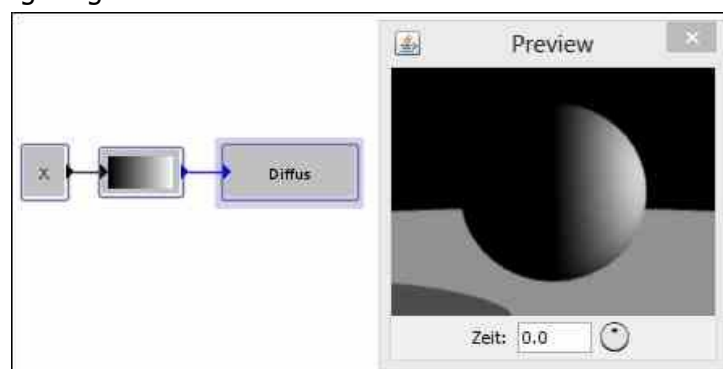
Probieren wir nun etwas minimal Anspruchsvolleres: - ein Farbverlauf über die Oberfläche. Klicke auf das farbige Quadrat und drücke **<Entf (del)>** um es zu löschen. Dieses Mal klicke auf **Farbfunktionen**, um sie auszubreiten, dann ziehe **Individuell** auf die Freifläche (oder klicke es nur an).



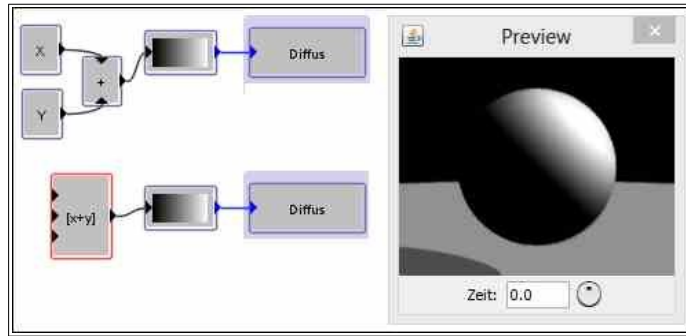
Das erstellt ein (solches) Farbverlaufs- Modul:

Verbinde dessen Ausgang mit dem Diffus-Feld. Die Vorschau zeigt nun eine schwarze Kugel. Das kommt daher, daß die ausgewählte Farbe von dem schwarzflächigen Eingangspfeil dieses Moduls abhängt. Wenn Sie diesen anklicken und die Maustaste dabei gedrückt halten, zeigt er den aktuellen Wert (= Index) an, der "0" (Null) ist, was bedeutet, dass die Farbfunktion eine Wertangabe braucht, die auf Null voreingestellt ist und der aus der Farbkarte (andererseits) schwarz entspricht.

Um einen Verlauf zu erhalten, müssen wir diese gewählte Farbe bezüglich ihrer räumlichen Lage ändern. Wenn also der Farbverlauf in X-Richtung erfolgen soll, müssen wir X in den Eingang des Verlaufsmoduls eingeben. Öffne die Kategorie **Werte** und wähle **X**. Das erzeugt eine Modul mit der Bezeichnung X. Dessen Ausgabe bezeichnet den X-Wert jedes einzelnen Punktes auf der Oberfläche. Verbinde jetzt diese Ausgabe mit der Eingabe des Farbverlaufsmoduls, und im Vorschaufenster wird auf der Kugel nun der Farbverlauf wie unten angezeigt:



Hätte man ein **Y**-Modul verwendet, wäre der Verlauf in Y-Richtung erfolgt. Was aber, wenn wir einen diagonalen Verlauf möchten? In diesem Fall müßten wir ein **(X+Y)** in das Verlaufsmodul einspeisen. Wähle also beides, ein X- und ein Y-Modul aus der **Werte**-Kategorie. Wähle, um die Addition durchzuführen, unter **Operatoren** das **Hinzufügen**-Modul. Dann verbinde zunächst die Ausgänge der X- und Y-Module mit den Eingangspfeilen des **Hinzufügen**-Moduls und dessen Ausgang dann mit dem Verlaufsmodul (*umgekehrt klappt es auch, keine Sorge !*), wie im oberen der beiden 'Schaltbilder' rechts:



Es gibt noch einen anderen Weg, wie dies erreichbar wäre. Unter **Funktionen** finden wir das leistungsfähige **Ausdruck**-Modul. Wähle es, und doppelklicke darauf. Diese Funktion gestattet die Eingabe jedes mathematischen Ausdruckes von X, Y, Z, Zeit und Modul-Eingaben. Trage 'x+y' ein und klicke dann OK. Verbinde diese Ausgabe mit dem Verlaufsmodul und die selbe Wirkung ist erzielt, wie vorangehend im zweiten, unteren 'Schaltbild' dargestellt.

(Eine weitere Möglichkeit wären Transformationen, aber dazu kommen wir erst noch ...)

Wollen wir nun die verfügbaren Werte, Funktionen, Transformationen usw. etwas genauer betrachten.

## Werte

So sieht das **Werte**-Menü aus:

Werte
Nummer
Farbe
X
Y
Z
Zeit
Blickwinkel
Parameter
Kommentar

Die meisten der Einträge hier sind selbsterklärend:

**Nummer** fügt ein Modul mit einer einzelnen festgesetzten Zahl ein. Um deren Wert zu ändern auf das Modul doppelklicken.

**Farbe** fügt eine Box mit einer einzelnen Farbe ein. Um den Farbwahl-Dialog aufzurufen, auf das Modul doppelklicken.

**X, Y** und **Z** fügen Module ein, deren Ausgänge einfach die X-, Y- und Z-Werte jedes Punktes auf der Oberfläche vertreten.

**Bei prozeduralen 2D-Texturen ist z=0. (Wichtiger Unterschied zu prozeduralen 3D-Texturen!)**

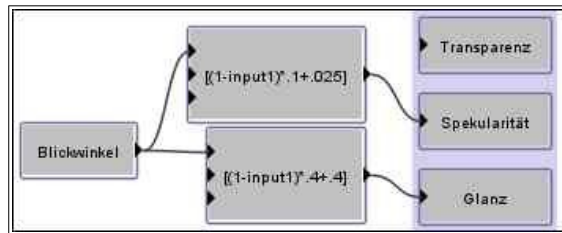
**Zeit** fügt ein Modul ein, dessen Ausgabe den aktuellen Zeitwert des Zeitstreifens darstellt. In Animationen wird sich dieser Wert ändern, wodurch sich Texturen entsprechend [animieren](#) lassen.

**Blickwinkel** Dieses Modul kann benutzt werden, um Oberflächeneigenschaften eines Objektes abhängig vom Blickwinkel der Kamera auf einen Punkt der Oberfläche erscheinen zu lassen. Es kommt zum Einsatz, um Fresnel-Wirkungen nachzuahmen, bei denen die Spekularität in nahezu senkrechtem Auftreffwinkel geringer ist und sich mit schräger werdenden Sichtwinkeln verstärkt. Das **Blickwinkel**-Modul gibt den Kosinus des Einfallwinkels aus. Das Beispiel unten zeigt, wie das zur Erzeugung einer Fresnelwirkung genutzt werden kann:

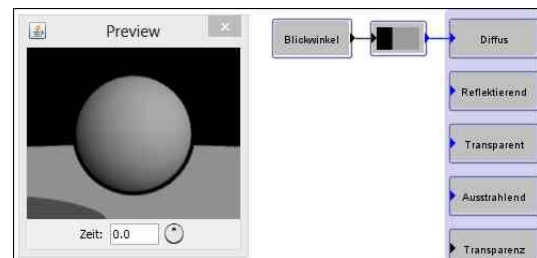
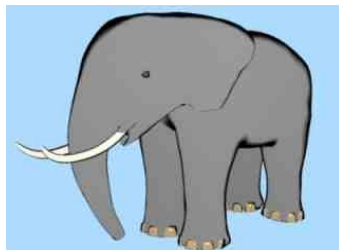
In dem Beispiel wurde die auf der nächsten Seite oben links gezeigte prozedurale Textur benutzt, um die linke Vase durch verstärkte Reflektionen an Schrägsichtwinkeln 'plastischer' erscheinen zu lassen.

Die metallische Vase rechts daneben hat eine höhere Spiegelungsfähigkeit, die allerdings (zum Vergleich) auch gleichförmig (ohne Blickwinkelabhängigkeit) aufgebracht wurde.



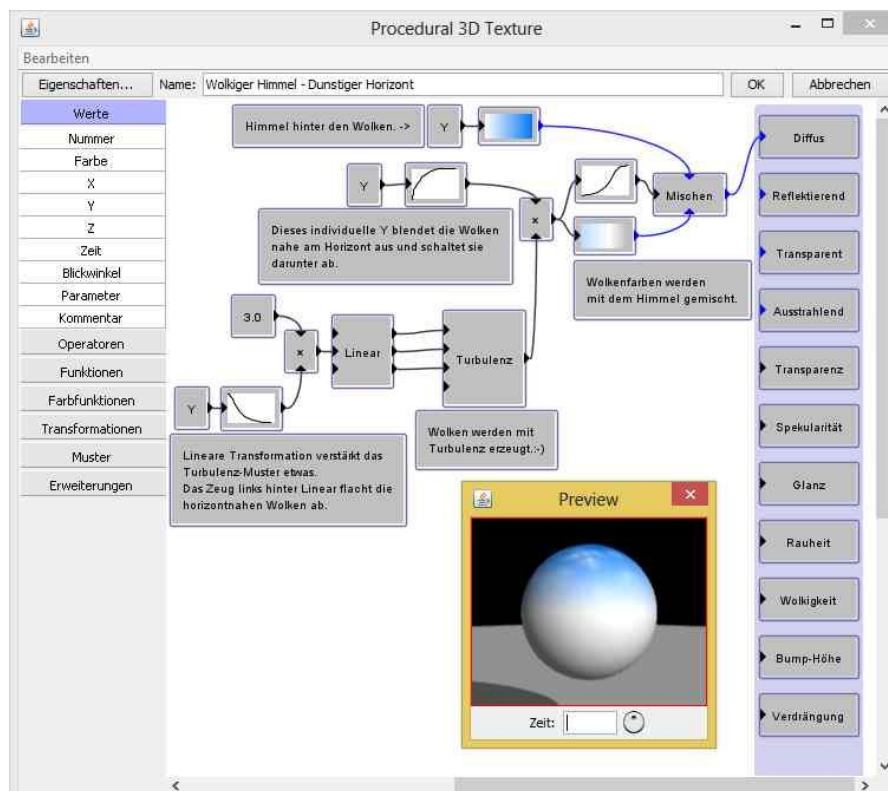


Das Modul hat auch viele andere Verwendungsmöglichkeiten, eine davon ist die Herstellung einfacher (Car-) 'Toon'-Texturen, wie die unten gezeigte:



**Parameter** gestattet Texturen, abhängig von nutzerbestimmten Kennwerten zu sein, die beim Mappen der Textur einzeln für Objekte und sogar für besondere Teile von Objekten festgelegt werden können. (Man kann damit Teile einer Textur auch nur Teilen von Objekten zuordnen - eben abhängig von Parametern.) Siehe [Textur Parameter](#) für Näheres dazu. (Soviel sei hier gesagt: Man kann sich damit häufig ein UV-Mapping ersparen und viel interessantere Eigenschaften erstellen.)

**Kommentar** Dieses Modul ist ein reines Textfeld, das ermöglicht, Kommentare in der Rechenvorschrift anzu-bringen, also Teile der Prozedur zu beschreiben, wie im unteren Beispiel. (Damit kann man auch nach langer Zeit noch erkennen, was man eigentlich machen wollte, bzw. Andere können das so leichter nachvollziehen.)



## Operatoren

Dies ist das **Operatoren**-Menü. Alles sind normale mathematische Operatoren:

Operatoren
Hinzufügen
Subtrahieren
Multiplizieren
Dividieren
Quadrat
Mod
Größer als
Min
Max

**Hinzufügen** (Addieren), **Subtrahieren**, **Multiplizieren**, **Dividieren**: Diese Module haben je zwei Eingänge deren Werte zusammengezählt, abgezogen (unterer vom oberen Eingangswert), miteinander malgenommen, oder geteilt werden (oberer durch unteren Eingangswert), abhängig vom gewählten Vorgang.

**Quadrat** (Potenzieren): Der ausgegebene Wert hiervon ist der linke Eingangswert zur Potenz der Hochzahl (vom oberen Eingang).

**Mod** (Restwert) hat zwei Eingänge, die Datengruppe die verarbeitet wird (linker Eingang) und den Teiler (unterer Eingang). Es gibt den Restwert der Teilung von Datenseiteingabe durch den Teiler aus, wenn also die Eingabe 5 war, und der Teiler war 4, wäre die Ausgabe der Rest der Teilung 5 durch 4, welcher gleich 1 ist.

**Größer als**: Ist die obere Eingabe größer als die untere, gibt es 1 aus, sonst Null.

**Min, Max**: Jedes von beiden hat 2 Eingänge, die verglichen werden, und Minimum bzw. Maximum davon wird ausgegeben.

## Funktionen

Dies ist das **Funktionen**-Menü. Seine Einträge werden auf Zahlenwerte angewendet, um diese auf unterschiedliche Weise zu beeinflussen:

Funktionen
Ausdruck
Individuell
Skalieren/Verschieben
Betrag
Verwischen
Zuschneiden
Interpolieren
Sinus
Kosinus
Quadratwurzel
Exponential
Log
Neigung
Zunehmen
Zufall

**Ausdruck** ermöglicht die Eingabe jeglichen mathematischen Ausdrucks von  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $t$  ( $t$  steht für Zeit) und 3 Eingänge ins Modul. Diese Eingänge sind benannt *Value (= Wert) 1*, *Value 2* und *Value 3*.

Ausdrücke können folgende mathematische Operationen ausführen:  $+$ ,  $-$ ,  $/$  (Division),  $*$  (Multiplikation),  $^$  (potenziert zu, 'hoch'),  $\%$  (Restwert). Sie können folgende Funktionen enthalten: **sin(a)**: Sinus von  $a$ , **cos(a)**: Kosinus von  $a$ , **sqrt(a)**: Quadratwurzel von  $a$ , **abs(a)**: absoluter Wert von  $a$ , **log(a)**: natürlicher Logarithmus von  $a$ , **exp(a)**:  $e$  'hoch'  $a$  (das selbe wie  $e^a$ ), **min(a, b)**: Minimum von  $a$  und  $b$ , **max(a, b)**: Maximum von  $a$  und  $b$ , **pow(a, b)**:  $a$  'hoch'  $b$  (das selbe wie  $a^b$ ), **angle(a, b)**: der Winkel, den ein rechtwinkeliges Dreieck an seinen Seiten  $a$  bzw.  $b$  bildet, **bias(a, b)**: die Bias-Funktion mit  $a$  bias von  $b$ , **gain(a, b)**: die Gain-Funktion mit  $a$  gain von  $b$ .

Die Konstanten **Pi** und **e** werden ebenfalls erkannt.

**Individuell** ermöglicht eine Kurve zu zeichnen, die die Ausgabe zur Eingabe in Beziehung (skurve) setzt. Neue Punkte können mit gedrückter **<STRG>**-Taste + Mausklick in die Kurve eingefügt und vorhandene Punkte mit Klicken + Ziehen bewegt werden. Die Kurve kann auch durch Anhängen der entsprechenden Option geglättet werden. Zudem kann diese Funktion periodisch gesetzt werden, d.h. sie wiederholt sich außerhalb des 0-1 Bereiches unendlich. Eingaben kleiner als 0 erzeugen eine Ausgabe von 0, und Eingaben größer als 1 erzeugen Werte von 1.

**Skalieren/Verschieben** multipliziert den Eingabewert mit einem konstanten Wert und addiert einen Versatzwert. Ein Doppelklick auf das Modul ermöglicht die Änderung beider Werte.

**Betrag** gibt einen Wert absolut aus, d.h., ist die Zahl positiv, ändert sich nichts, ist sie negativ, wird der positiv entsprechende Wert ausgegeben (-5 wird +5).

**Verwischen (Blur)** erzeugt eine (Bewegungs-)Unschärfewirkung. Es gibt 2 Eingänge, der eine ist für die Wertegruppe die verwischt/unscharf dargestellt werden soll, der andere setzt den Wert der Effekt-Stärke fest. Etwas genauer ist dieser zweite Wert die Spanne, in der sich die Glättung vollzieht.

**Zuschneiden:** Diese Funktion grenzt die Eingabe bis auf eine Spanne ein, die nach Doppelklick auf das Modul eingegeben werden kann. Eingabewerte, die innerhalb der Begrenzungen liegen, bleiben unverändert. Werte unterhalb des Minimums werden dem Minimum gleichgesetzt, Werte oberhalb des Maximums werden dem Maximum gleichgesetzt.

**Interpolieren:** Die Ausgabe fußt auf 3 Werten. Wert 1 und Wert 2 (obere und untere Eingabe) bestimmen Maximum und Minimum und die Bruch (fraction)-Eingabe bestimmt den Wert zwischen Minimum und Maximum. Als Beispiel: Wenn die Bruch (Fraction)-Eingabe 0,5 wäre, läge der Wert auf halbem Wege zwischen den Extremwerten, ist er 0,25 wäre die Ausgabe ein Viertel der Strecke zwischen diesen usw. .

**Sinus, Kosinus, Quadratwurzel, Exponential, Log** sind eigentlich selbsterklärende mathematische Funktionen mit je einem einzigen Eingang und Ausgang. Eingaben für Sinus und Kosinus sind im Bogenmaß. Das Log Modul ist ein (zur Basis e) natürlicher Logarithmus.

**Neigung:** Dieses Modul berechnet Ken Perlin's Bias-Funktion. Bei einem gegebenen Eingangswert zwischen 0 und 1 berechnet es einen Ausgabewert, der ebenfalls zwischen 0 und 1 liegt in Abhängigkeit von:  $y(x) = x^{(\log(B)/\log(0.5))}$ , wobei der Eingabewert  $x$  und Bias  $B$  mit den zwei Eingabemöglichkeiten übereinstimmen. Wenn  $B=0.5$ , dann  $y(x)=x$ . Werte von  $B$  weniger als 0.5 verschieben die Ausgabe in Richtung geringerer Werte, während Werte von  $B$  größer als 0.5 die Ausgabe in Richtung größerer Werte verschieben.

**Zunehmen:** Dieses Modul kalkuliert Ken Perlin's Gain-Funktion. Angenommen sei eine Eingabe zwischen 0 und 1, dann kalkuliert das Modul einen Ausgabewert, der seinerseits auch zwischen 0 und 1 liegt in Abhängigkeit von:  $y(x) = \text{Bias}(2*x, 1-G)/2$  wenn  $x < 0.5$   $1-\text{Bias}(2-2*x, 1-G)/2$  wenn  $x > 0.5$ , wobei der Eingabewert  $x$  und das Gainmodul  $G$  den beiden Eingängen zuzuordnen sind, und Bias die oben beschriebene Bias( $x$ ,  $B$ ) Funktion ist. Wenn  $G=0.5$ , dann ist  $y(x)=x$ .  $G$ -Werte kleiner als 0,5 glätten die Eingabe, indem sie die Ausgabe in Richtung 0,5 drücken, während größere Werte die Ausgabe in Richtung 0 oder 1 beeinflussen und damit die Eingabe "schärfen".

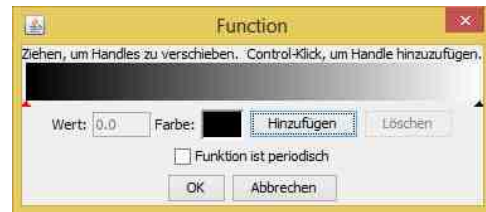
**Zufall:** Dieses Modul ist ein eindimensionales Zufalls-Rauschmuster. Es hat 2 Eingänge, wobei einer die Dimension (Einheit) darstellt, auf welche das Zufallsrauschen angewendet wird und der andere die Menge des Rauschens. Die voreingestellte Eingabedimension ist Zeit (*time*), da diese Funktion meist genutzt wird, um eine Positionsänderung/Drehung während einer Animation zu erzeugen. Diese Funktion könnte genutzt werden, um Zufallsmuster im Raum zu erzeugen, oder, gewiß auch, um zufällige Änderungen bei Texturmustern aufzubringen. Ähnlich wie bei einigen hier beschriebenen **Mustern**, gestattet ein Doppelklick auf das Modul, den Amplitudenwert und die Anzahl der Oktaven zu bestimmen. Schau in die Beschreibung des [Rauschen](#) Moduls für weitere Einzelheiten zu diesen Kennwerten.

## Farbfunktionen

Dieser Abschnitt beschreibt das **Farbfunktionen**-Menü. Seine Module werden genutzt, um Farbwerte auf unterschiedliche Weisen zu erzeugen oder zu ändern:

Farbfunktionen
Individuell
Mischen
Hinzufügen
Subtrahieren
Multiplizieren
Heller
Dunkler
Größe
RGB
HSV
HLS

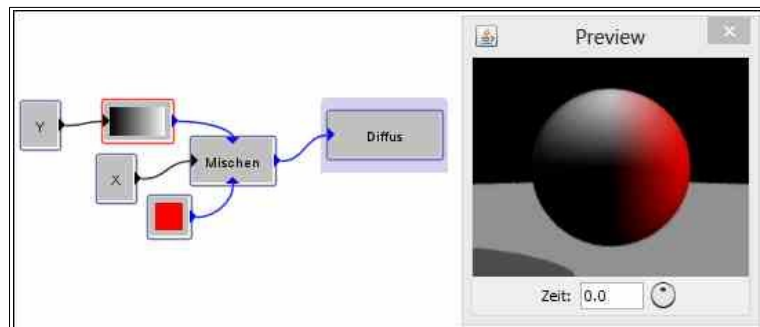
**Individuell:** Wie wir weiter oben bereits gesehen haben, kann man diese Funktion benutzen, um Farben nach ihren Eingabewerten auszuwählen (0-255). Der Standardfarbverlauf ist am einen Ende schwarz und weiß am anderen. Ein Doppelklick darauf öffnet den Dialog rechts oben. Um eine Farbe zu ändern, klickt man unter dem Farbbalken auf den kleinen Dreieckspfeil, der zum Zeichnen seiner Aktivierung auf rot wechselt. Der nächste Klick auf das Farbe-Feld öffnet das Farbwahlfeld, um das Einstellen bzw. die Wahl der neuen Farbe zu ermöglichen. Weitere Farben können über **Hinzufügen** in den Farbbalken eingebracht werden. Damit wird jeweils ein weiteres Dreieck eingefügt, dem man eine Farbe nach Wunsch zuordnet (so dass



der Farbverlauf aus beliebig vielen Zwischenfarben bestehen kann). Die Positionen der Farben können über Verschieben ihrer kleinen Dreiecke mit der Maus an die entsprechende Position oder über die Eingabe einer Zahl zwischen 0 und 1 ins **Wert**-Feld bestimmt werden. Der Farbverlauf kann mit dem entsprechenden Häkchen periodisch gesetzt werden. Das bedeutet das sich der Farbverlauf für alle Punkte der Oberfläche unendlich wiederholt. Ist diese Möglichkeit nicht angehakt, werden die Teile der Oberfläche außerhalb des Farbverlaufs eine gleichmäßige Farbe vom ihnen nächstliegenden Ende des Farbverlaufsbalkens übernehmen.

**Mischen** ist eine weitere Möglichkeit eine Farbe aus einem Bereich auszuwählen. Es nimmt 2 Farbwerteingaben entgegen und mischt sie entsprechend der Zahlenwerteingabe.

Der wichtigste Unterschied zwischen diesem und dem 'Individuell'-Modul ist, dass hier zwei der Eingaben Farbwerte sind, und deshalb auch von anderen Funktionen erzeugt werden können. Hier rechts ist ein einfaches Beispiel, worin einer der Farbeingänge eine festgelegte rote Farbe erhält und der andere eine Farbe, die aus einer individuellen Karte gewählt wurde. Der Wert, der die Farbe aus der Karte bestimmt, ist



schlicht Y - das einen Verlauf in Y Richtung erzeugen würde. Die gewählte und in das Mischen-Modul eingespeiste Farbe verändert sich dadurch von weiß nach schwarz, abhängig von der Y-Position. Dies, mit der roten Farbe gemischt, wird auf die X-Position bezogen, da das der Zahlenwert ist, der in die Mischen-Farbfunktion eingespeist wurde. Offenbar können deutlich schwierigere Funktionen festgelegt werden.

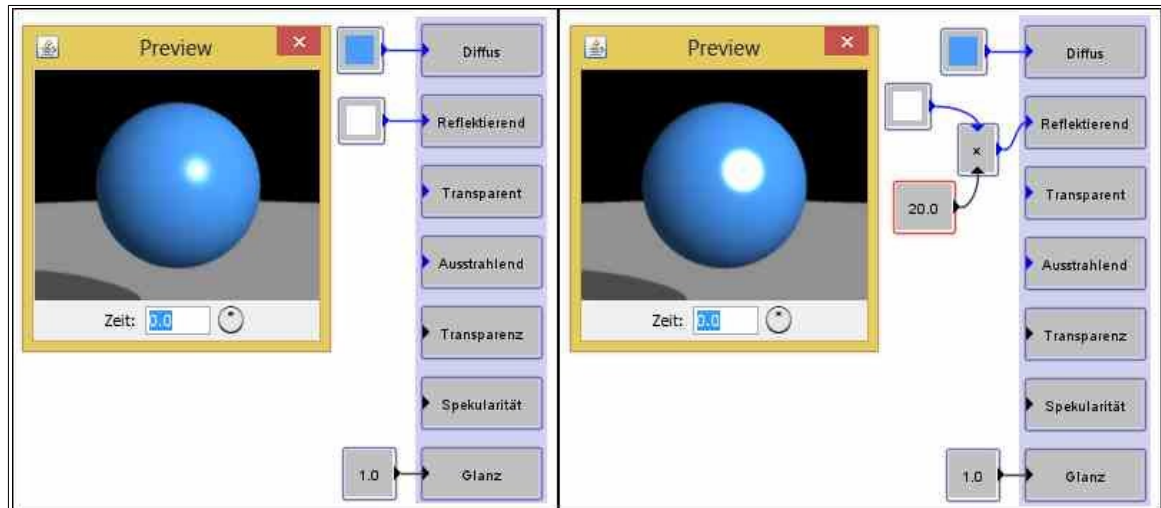
**Hinzufügen, Subtrahieren und Multiplizieren** sind einfache (Farb-)Funktionen die 2 Farbeingaben annehmen und die entsprechende mathematische Operation an deren RGB-Anteilen vornehmen.

**Heller, Dunkler** Beide Funktionen nehmen 2 Farben entgegen und geben davon die aus, die heller bzw. dunkler ist. Bestimmt wird das von der Luminanz-Komponente des CIE XYZ Farbsystems.

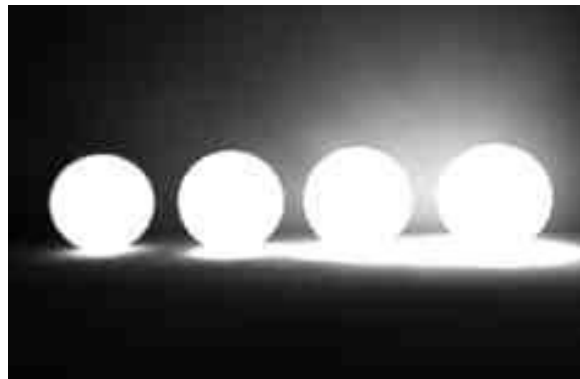
**Größe** erlaubt die Eingabefarbe mit einer Zahleneingabe zu skalieren. Jeder Farbanteil der Eingabe wird mit dem eingegebenen Zahlenwert multipliziert. Eine einigermaßen versteckte Besonderheit ist, daß dieses Modul genutzt werden kann, um Eigenschaften wie Spiegelfähigkeit, Glanz, Durchsichtigkeit usw. über ihren normalen Maximalwert von 1 hinaus zu verstärken. Das kann man durch die Skalierung der passenden Farbeigen-



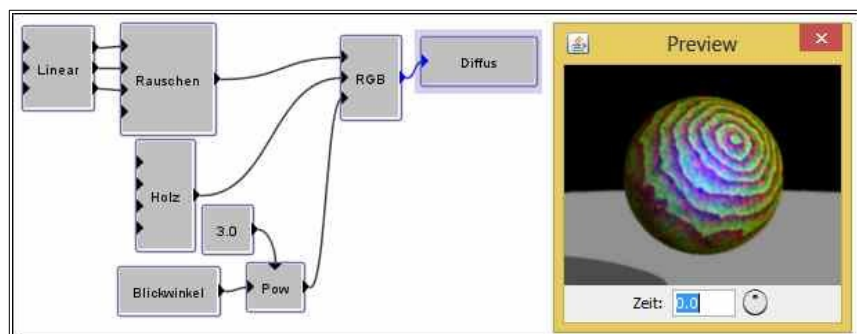
schaft (für Spiegelungsfähigkeit und Glanz ist das **Reflektierend**, für Durchsichtigkeit **Transparent**) mit Zahlen größer als 1 bewirken. Der sich ergebende Eigenschaftswert ist das Produkt des zu skalierenden Farbwertes und der eingegebenen **Zahl** der Eigenschaft. Ein Beispiel ist unten gezeigt: Im linken Bild ist die reflektierende Farbe weiß (also Hue = 0, Sättigung = 0 und Wert = 1) und der Glanz ist auf 1 gesetzt. Der endgültige Glanz ist damit das Produkt von  $1 \times 1 = 1$ . Das rechte Bild nutzt das **Größe** Modul, um den Wert auf 20 zu erhöhen; das Produkt ist daher  $20 \times 1 = 20$ , und das Ergebnis ist ein (künstlich) wesentlich strahlender reflektierendes Glanzlicht auf der Vorschaukugel, das beispielsweise als cartoonartig glänzende Textur brauchbar wäre.



Eine andere Anwendungsmöglichkeit gibt es bei abstrahlenden Texturen; Das Modul **Größe** kann in ähnlicher Weise (wie oben) benutzt werden, um das Licht zu verstärken, das von einem abstrahlenden Objekt erzeugt wird, wenn es mit 'Globale Ausleuchtung' gerendert wird. Das untere Bild zeigt die Wirkung der Anwendung des Farbfunktion-Moduls **Größe** auf die ausstrahlende Farbe einer Kugel mit den jeweils eingegebenen Zahlenwerten 1, 2, 5 und 10. Das Bild wurde mit Photonen-Mapping unter 'Globale Ausleuchtung' gerendert.

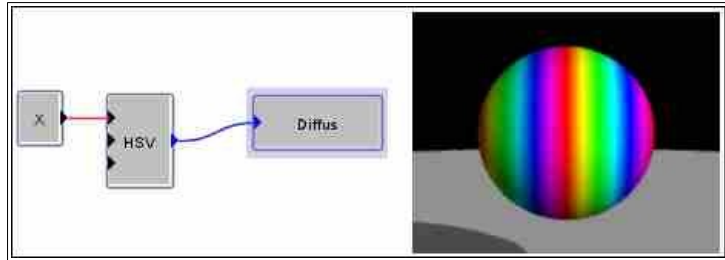


**RGB:** Dieses Modul gestattet Rot-, Grün- und Blau-Komponenten mit eingegebenen Zahlenwerten zu bestimmen, was eine scheinbar einfache Funktion ist. Seine Leistungsfähigkeit liegt in der Tatsache, dass die Bestandteile Eingabewerte sind, die somit von anderen Funktionskombinationen berechnet werden können. Im rechten Beispiel ist die rote Komponente durch ein (lineares) Rauschen-Modul bestimmt, die grüne Komponente wird durch ein Holz-Modul

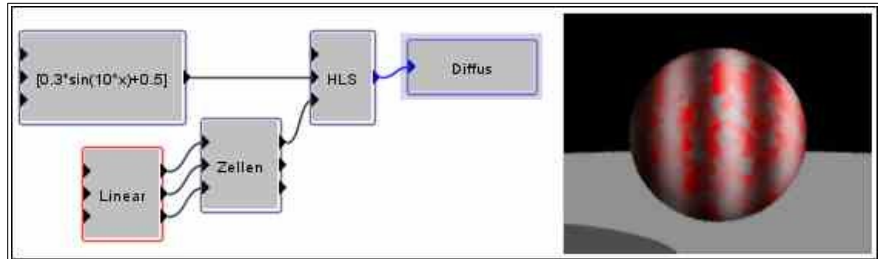


erzeugt, und die blaue Komponente basiert auf einer Blickwinkelabhängigkeit mit Potenz 3 (hoch 3).

**HSV:** Wie das RGB-Modul hat dieses Modul 3 Eingänge zur Zahleneingabe; ein Eingang für jeden Farbanteil. Nur werden hier Farbausprägung (Hue), Sättigung und Farbschattierung mit Zahleneingaben bestimmt, wie im einfachen rechten Beispiel, in dem die Farbausprägung (auf der Oberfläche) von der X-Position bestimmt ist.



**HLS:** Wie die vorangegangenen beiden Module, hat auch dieses 3 Eingänge für Zahlenwerte, einen für jeden Farbanteil. Diesmal werden Farbausprägung (H), Helligkeit (L) und Sättigung (S) bestimmt, wie im Beispiel gezeigt, in dem die Helligkeit sich sinusartig ändert und die Sättigung von einem (linear) skalierten Zellen-Muster bestimmt wird.



## Transformationen

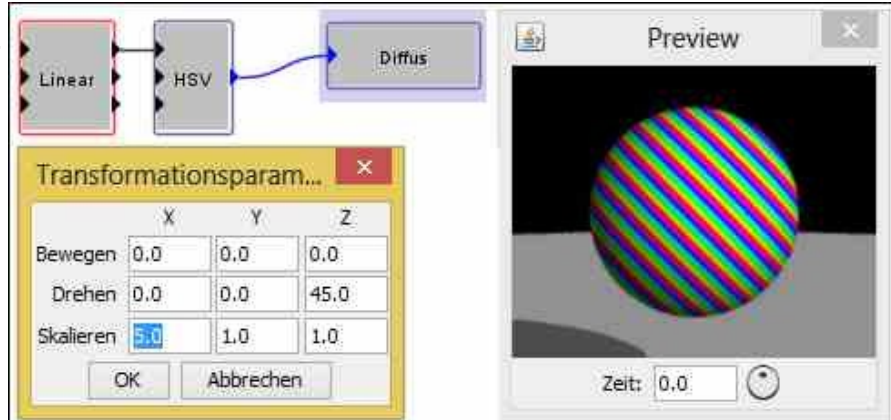
Die Module dieses Menüs erzeugen Veränderungen über das Koordinatensystem. Es ist das **Transformationen**-Menü:



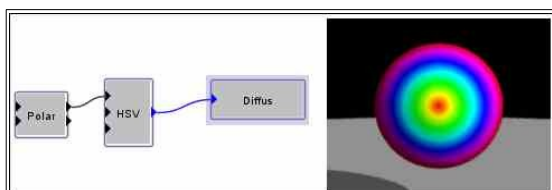
**Linear** Dieses Modul erlaubt Skalierung, Drehung und Umrechnung von x,y oder z. Ein Doppelklick auf das Modul öffnet einen Dialog, der es ermöglicht, die relevanten Transformationsparameter einzugeben.

Ein Beispiel ist unten zu sehen. Darin ist die gleiche einfache Textur wie in dem HSV Beispiel oben benutzt worden. Der X-Ausgang des Linear-Moduls wird in den Eingang der Komponenten-

te Farbausprägung (Hue) des HSV-Farbfunktions-Moduls eingeleitet. Mit den Standardeinstellungen würde das die selbe Textur ergeben wie oben. Aber hier wurde ein Skalierungsfaktor von 5 in der X Spalte eingegeben und eine 45° Drehung um die Z-Achse zur Erzeugung der veränderten rechts sichtbaren Textur.

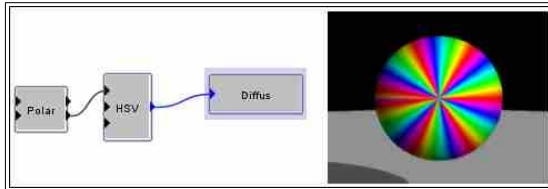


**Polar** Das Polar-Modul rechnet das lineare Koordinatensystem von x und y zum polaren Koordinatensystem um, das von r (radialer Strecke) und theta (Winkel) beschrieben wird. Ein Beispiel ist links zu sehen.



Das Beispiel zeigt das Ergebnis der Koordinate r im Hue-Eingang des HSV Moduls. Das

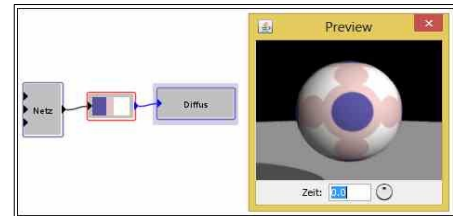
erzeugt ein Muster, in dem die gleiche Entfernung eines jeden Punktes zur Mitte die selbe Farbe erzeugt, wodurch Farbringe entstehen.



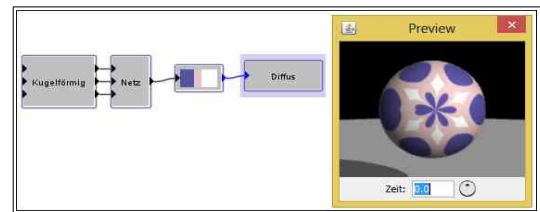
Ähnlich die theta-Ausgabe: Punkte, die denselben Winkel haben, bekommen dieselbe Farbe, wie hier links gezeigt.

**Kugelförmig** Dieses Modul übersetzt das lineare Koordinatensystem in ein kugelförmiges Koordinatensystem.

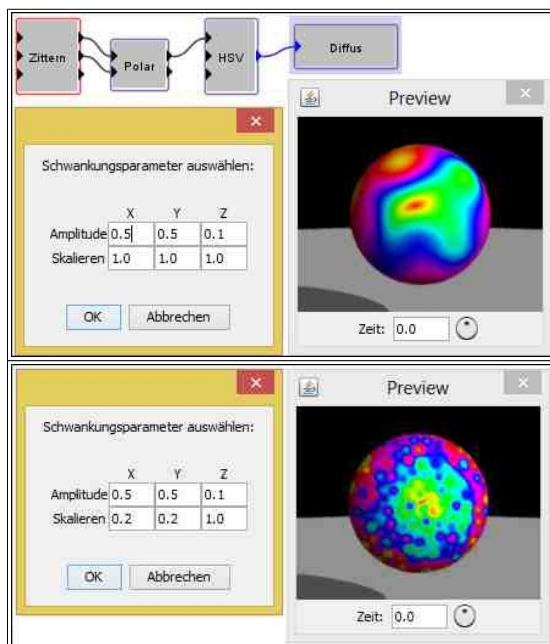
Das Beispiel, rechts, zeigt ein Gitternetz-Muster (siehe dazu weiter unten), das dazu benutzt wird, Farben eines individuellen Farbverlaufs musterartig auf die Kugel aufzubringen.



Wird das Kugelförmig-Modul dem Gitter-Modul in allen Achsen vorgeschaltet, entsteht dieses Bild rechts.



**Zittern** Dieses Transformationsmodul behält das lineare Koordinatensystem bei, erzeugt aber ein zufälliges Zittern der Textur. Doppelklicken des Moduls öffnet den Dialog zur Steuerung der Amplitude und des Bereiches, über den das Zittern stattfindet.



In den Beispielen links ist die Textur des 'Polar'-Beispiels oben genommen worden. Das produziert normalerweise eine vielfarbige Ringgruppe. Diesmal wurde jedoch ein Zittern-Modul mit Amplitude 0.5 in die X- und Y-Koordinate eingeschaltet. Das obere Bild zeigt die Wirkung mit einer Skalierung von 1, und das untere Bild zeigt, was geschieht, wenn die Skalierung verkleinert wird.

## Muster

Muster
Rauschen
Turbulenz
Netz
Zellen
Marmor
Holz
Schachbrett
Ziegel
Bild

Es gibt mehrere vorgegebene Textur-Muster in **Art of Illusion**, verfügbar über das **Muster**-Menü, wie hier links gezeigt.

Jedes Muster hat 3 Eingänge für die X-,Y- und Z-Koordinaten.

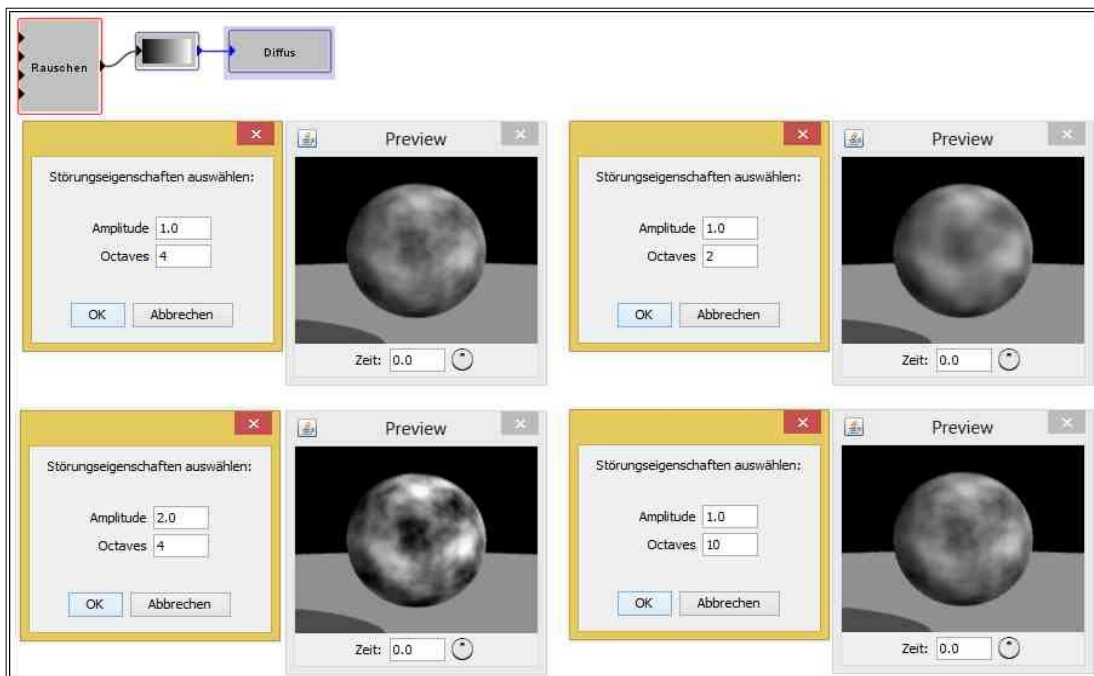
Im Weiteren schauen wir uns jedes Muster und einige seiner Spielarten an. In jedem dieser Fälle wurde die Ausgabe des Muster-Moduls in eine Individuelle Farbverlaufsbox gesteckt und deren Ausgang wiederum in das Diffus-Feld.

## Rauschen

Dieses Modul erzeugt ein fraktales Rauschmuster unter Gebrauch von Stefan Gustavsons Umsetzung von Ken Perlins Simplex-Rauschen-Funktion. Für technische Einzelheiten lies bitte [hier weiter](#). Jede Oktave hat die doppelte Frequenz der vorhergehenden Oktave. Sie können die Anzahl der Oktaven und die Amplitudenhöhe der ersten Oktave durch Doppelklick auf das Rauschen Modul und Eintrag der gewünschten Werte festlegen. Die Amplitude jeder höheren Oktave errechnet sich aus der Multiplikation der Amplitude der vorangehenden Oktave mit dem Eingangswert des Rauschen-Moduls (der typischerweise zwischen 0 und 1 liegt, obgleich das nicht zwingend erforderlich ist). Weil es eher ein Eingang als ein Kennwert ist, muss es keine Konstante sein. Das ist besonders nützlich zur Erzeugung von Rauschen-Mustern, deren Charakter sich über die Oberfläche eines Objektes hin verändert.

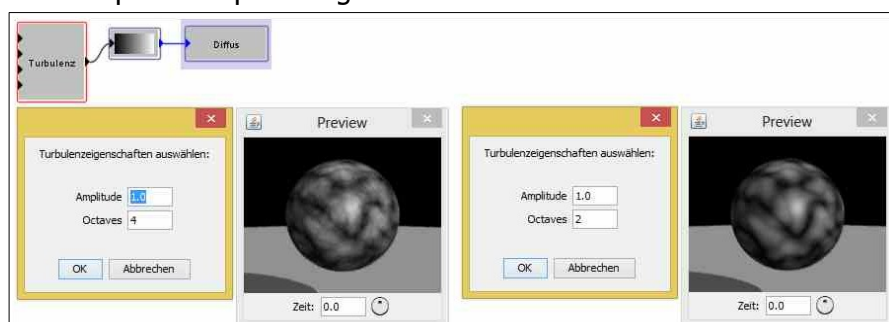
Die Rauschen Funktion ist skaliert, so daß die Ausgabe typischerweise zwischen 0 und 1 liegt. Abhängig von den Parameterwerten und der Eingabe können die Werte aber auch außerhalb dieses Bereiches liegen.

Hier unten einige Beispiele:

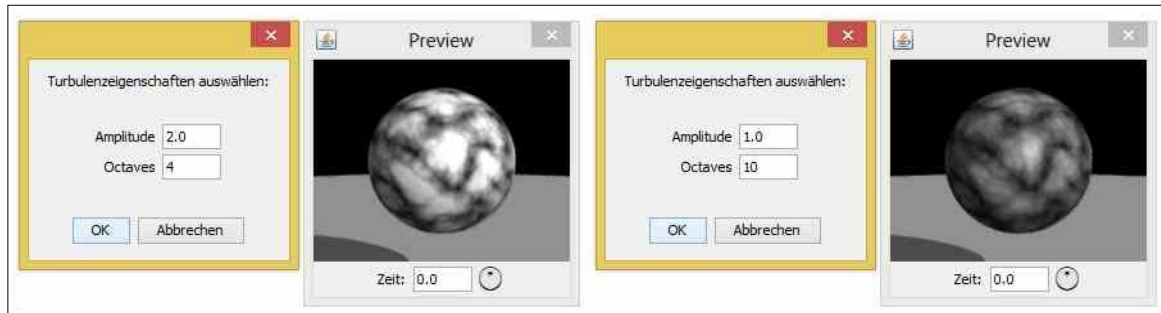


## Turbulenz

Dieses Modul gleicht dem Rauschen Modul mit der Ausnahme, dass es den absoluten Wert jeder Oktave nimmt, bevor es die Werte addiert. Das erzeugt "Knitter" am Ausgang, wobei seine Ableitung sich ungleichmäßig ändert. Das Ergebnis erinnert etwas an verwirbelte Strömungen in Flüssigkeiten. Das Turbulenz-Modul ist skaliert, so dass die Ausgabewerte typischerweise zwischen 0 und 1 liegen. Abhängig von den Parameterwerten und der Rauschen Eingabe können die Ausgabewerte allerdings manchmal auch größer als 1 sein. Ein paar Beispiele folgen:

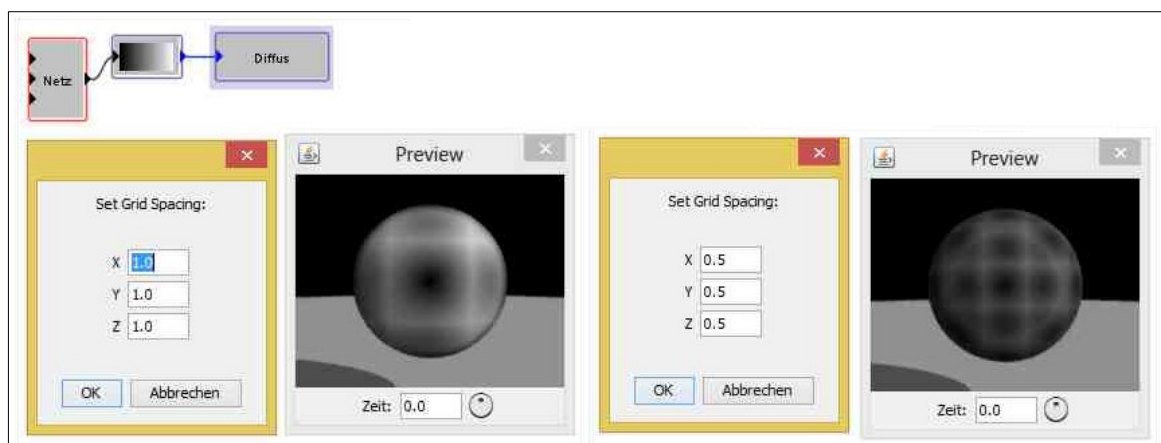






## Netz/Gitter

Dieses Modul ist eine große Hilfe, wenn man gleichförmige Gitternetze erzeugen will: Es legt ein gleichförmiges dreidimensionales Gitter von "Bezugspunkten" an. Der Wert an jedem Punkt ist gleich der Entfernung dieses Punktes zum nächsten "Bezugspunkt". Ein Doppelklick auf das Modul eröffnet die Möglichkeit den Raum zwischen den "Bezugspunkten" zu verändern. Hier unten zwei Beispiele:

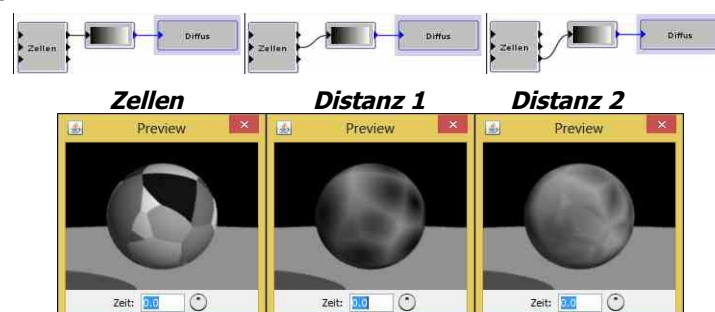


## Zellen

Dieses Texturmuster ist dem Gitter-Modul ähnlich, aber statt die Bezugspunkte gleichmäßig zu verteilen, streut es sie zufällig. Das Zellenmodul hat 3 Ausgänge. Der **Zellen**-Ausgang gibt einen Wert zwischen 0 und 1 aus, den der nächstliegende Bezugspunkt ermittelt. Dieser Wert ist derselbe für jede Zelle die von diesem Bezugspunkt festgelegt wird. Das ist brauchbar, um ungleichmäßig geformte Zellen zu erzeugen, deren jede eine andere Farbe hat. Die **distance 1**- und **distance 2**-Ausgänge geben die Abstände zum nächsten bzw. zum übernächsten Bezugspunkt an. Entfernung (Distance) 1 ist beim Zellenmuster gleich dem Gittermuster.

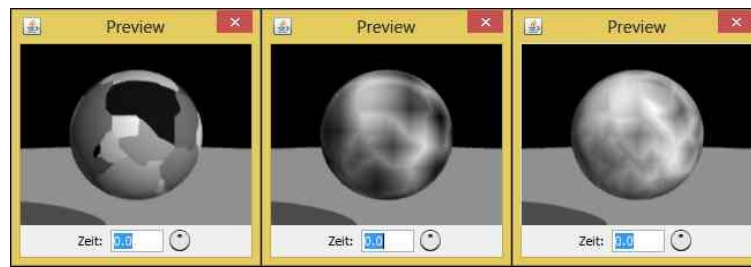
Zusätzlich können die Entfernungen zwischen jedem Punkt und den Bezugspunkten auf 3 mathematische Weisen berechnet werden, was verschiedene Muster ergibt: Euclidean (euklidisch), City Block (stadtviertelartig) und Chessboard(schachbrettartig). Einer dieser Typen kann nach Doppelklick auf das Modul gewählt werden.

Die Ergebnisse mit jeder der 3 Möglichkeiten und 3 verschiedenen Distanz-Einstellungen sind hier gezeigt:

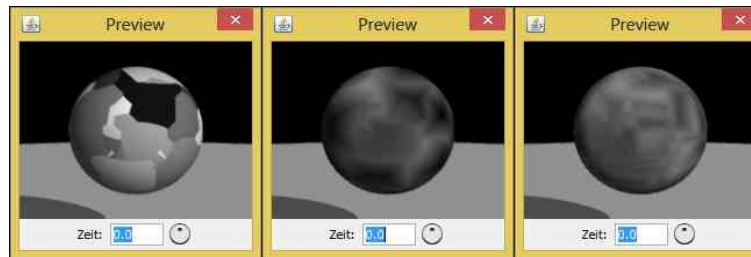


## Euklidisch

## Stadtviertelartig

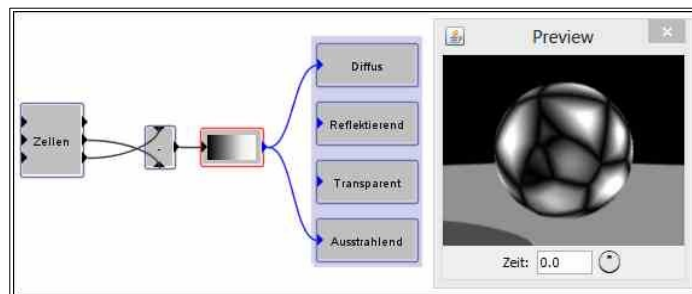


## Schachbrettartig



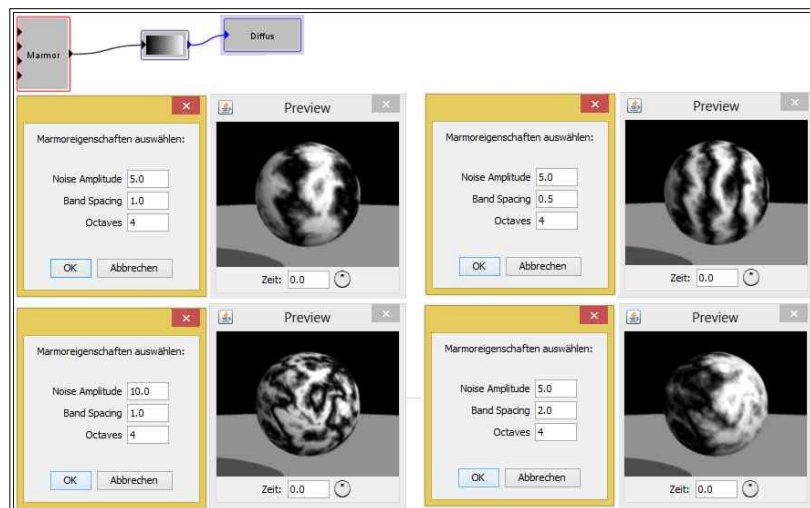
Der Ausdruck *distance2 - distance1* ist eine recht brauchbare Einstellung:

In diesem Beispiel ist der Ausdruck in ein individuelles Farbmodul gesteckt worden und das ist seinerseits mit dem Diffus- und Ausstrahlend-Feld verbunden.



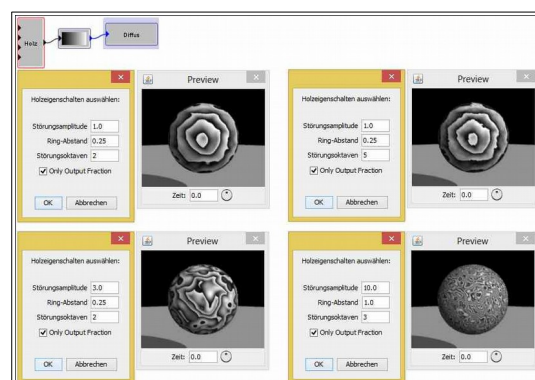
## Marmor

Dies ist ein mathematisches Muster das Marmor simuliert. Zusätzlich zu den X-, Y- und Z-Eingängen hat es einen Rauschen-Eingang. Doppelklicken des Moduls ermöglicht, die Abstände der Marmorierungsbänder, ebenso wie die Rauschen-Amplitude und Anzahl seiner Oktaven zu ändern. Einige Beispiele dazu rechts:



## Holz

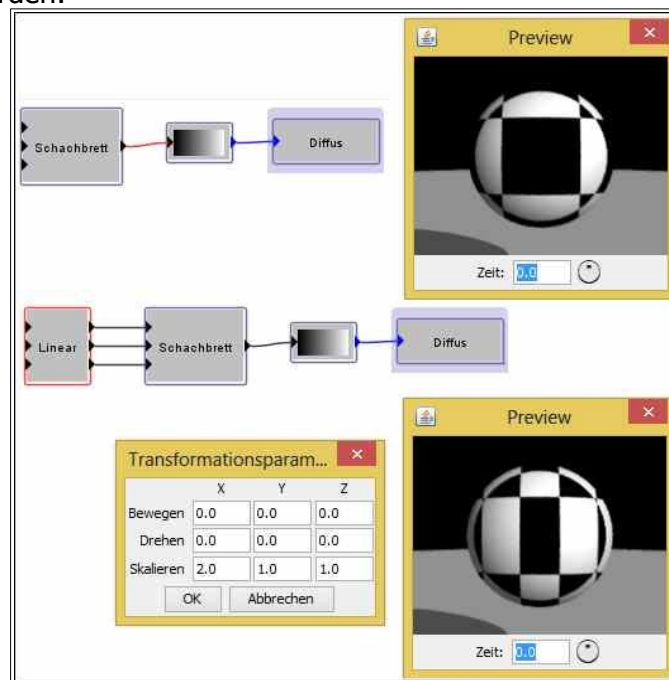
Kaum erstaunlich, ist dieses Muster für holzartige Strukturen brauchbar. Seine Ausgabe für einen gegebenen Punkt ist proportional zur Entfernung von der Y-Achse plus einer Turbulenz-Funktion. Doppelklicken des Moduls gestattet folgende verschiedene Parameter zu ändern: Rauschen-Amplitude, Band-Abstand und Zahl der Rauschen-Oktaven. Hier rechts einige Beispiele:  
Wird das Häkchen bei 'Only Out-put Fraction'



gesetzt, wird für die Ausgabe  $\text{Mod } 1$  berechnet, so dass eine Reihe von konzentrischen Ringen entsteht, deren Ausgabe von 0 zu 1 über die Weite jedes Ringes zunimmt. Der häufigste Gebrauch dieses Moduls ist, einen Ausgang in eine Individuelle Farbfunktion zu speisen, was eine schöne Reihe von Farbbändern in Holzmuster erzeugt. Wenn das Modul so eingesetzt wird, ist es grundsätzlich das Beste, nicht die Option 'Only Output Fraction' anzuhaken, sondern stattdessen die Farbfunktion periodisch zu setzen. Andernfalls kann das Antialiasing des Holz-Moduls zu sichtbaren Artefakten (= Darstellungsfehlern der Textur) führen.

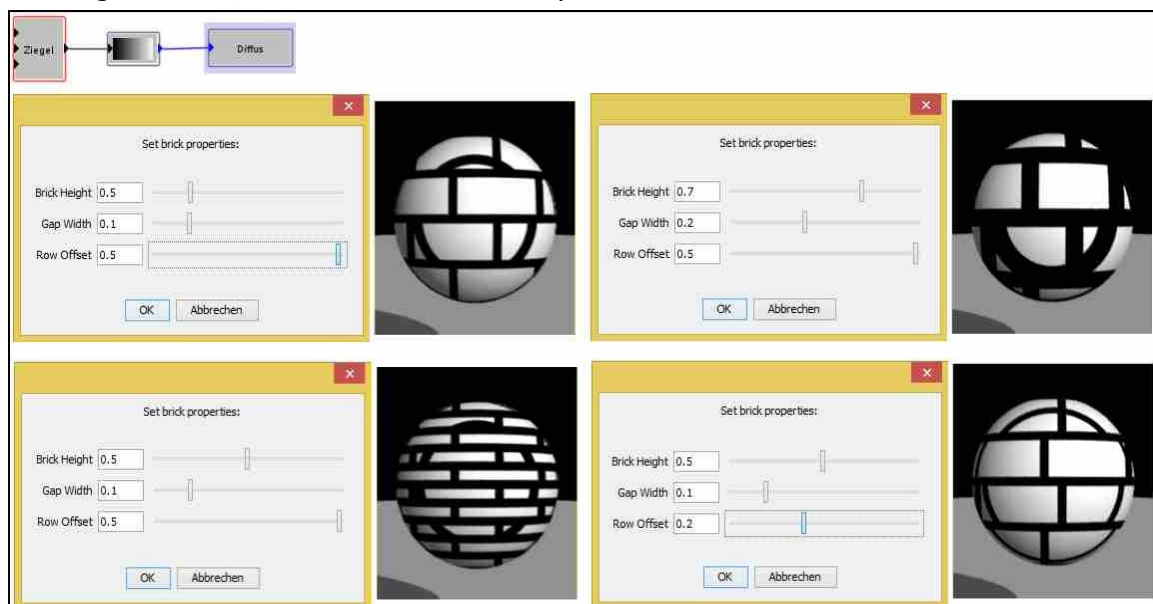
## Schachbrett

Dies Modul erzeugt das Schachbrettmuster, das man so häufig in computergrafischer 3D-Bildnerei zu sehen bekommt. Bei diesem Modul gibt es keine Optionen, aber die Abstände können über Skalierung der Eingabe auf den Koordinaten der X-, Y- und Z-Richtung geändert werden:



## Ziegel

Dieses Modul erzeugt ein Mauersteinmuster das für den 'Stein' eine 1 ausgibt und für den 'Mörtel' eine 0. Doppelklicken ermöglicht eine Eingabe von Steinhöhe, Fugenhöhe und Fugenversatz, wie in den unteren Beispielen zu erkennen:



## Bild

Dieses Modul ermöglicht die Nutzung eines Pixelbildes in der prozeduralen Textur. Wie bei den bildbasierten Texturen auch, muß das Bild im Format \*.gif, \*.png, \*.jpg oder \*.hdr vorliegen. Das Bild-Modul hat 5 Ausgänge: Eine Farbkarte des Bildes und 4 Zahlenwert-Ausgänge die seinen roten, grünen und blauen Bestand-teilen entsprechen, sowie einen Maskenausgang zur Änderung jener Oberflächeneigenschaften, die auf einer Alpha-Kanal-Auswahl/Maske des Bildes oder durchsichtigen Bildbereichen fußen. Lies für nähere Einzelheiten dazu [hier](#) weiter.

Ein Doppelklick öffnet die Dialogbox rechts:

Auf das quadratische Feld klicken ruft den Bildauswahl Dialog auf, der Sie Bilder wählen oder laden läßt.

X und Y werden die Maße des Bildes.

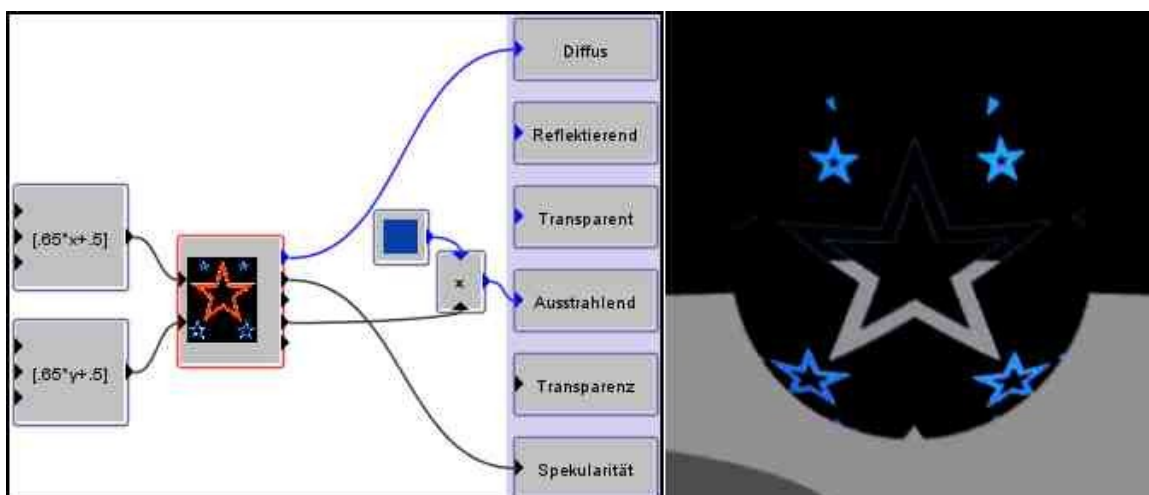
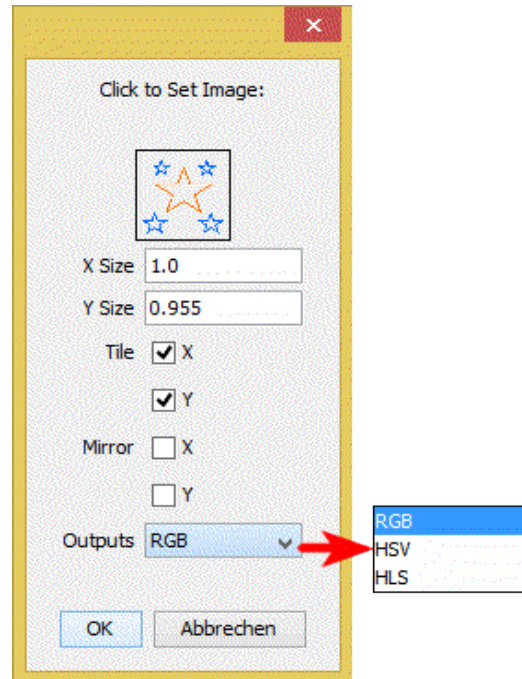
Die **Tile**- und **Mirror**-Optionen ermöglichen, das Bild in der X- und/oder der Y-Richtung zu spiegeln oder zu kacheln (= endlos wiederholen). Im ersten Fall wird das Bild so gekachelt, daß benachbarte Kacheln Spiegelbilder sind; das ermöglicht nahtlose Übergänge auf der Objektoberfläche.

Die **Ausgaben** (Outputs) des Moduls können entweder auf

- Rot, Grün & Blau (**RGB**),
- Farbausprägung, Sättigung & Schattierung/Wert (**HSV**) oder auf
- Farbausprägung, Helligkeit & Sättigung (**HLS**)

gesetzt werden.

Hier unten ist ein Beispiel mit Bildmodul gegeben. Weil der Ausgang auf RGB gesetzt ist, sind die Einzelwerte der Ausgabe des Moduls Farbe und 4 Zahlenwert-Ausgänge in folgender Reihenfolge: Rot, Grün, Blau und Maske. Hier wurde den blauen Sternen ein Leuchten verliehen, indem der blaue Ausgang des Bild-Moduls mit einem Farbskalierungsmodul verbunden wurde, das die Eingabe eines blauen Farbe-Moduls skaliert und in das 'Ausstrahlend'-Feld einleitet. Der rote Ausgang (der im orangen Stern am stärksten vorherrscht) - wird benutzt um die Spiegelung zu steuern, und der Farbausgang 'landet' geradewegs in der Diffus-Eigenschaftsfläche.





## Das Bearbeiten-Menü

Im 'Prozedurale-Texturen'-Editor ist ein Menü verfügbar, und das ist das **Bearbeiten**-Menü:

**Rückgängig / Wiederholen (STRG+Z bzw. STRG+⇧+Z)** Diese Einträge ermöglichen die letzte Aktion rückgängig zu machen bzw. wiederherzustellen.

**Ausschneiden (STRG+X)** kopiert alle ausgewählten Module in die Zwischenablage und löscht sie im Editor.

**Kopieren (STRG+C)** kopiert alle ausgewählten Module in die Zwischenablage ohne sie im Editor zu löschen

**Einfügen (STRG+V)** kopiert die Module aus der Zwischenablage in den Editor.

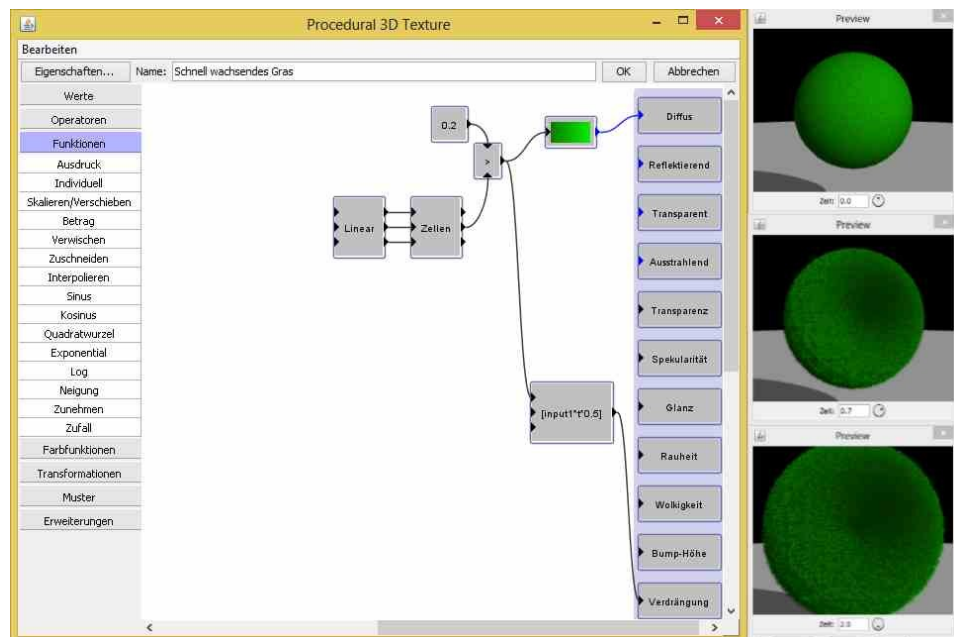
**Löschen** löscht alle ausgewählten Module.

**Eigenschaften (STRG+P):** Diese Schaltfläche wurde zur schnelleren Erreichbarkeit auch zusätzlich noch aus dem Bearbeiten-Menü ausgegliedert. Sie ermöglicht die Änderung der Antialias-Einstellungen der Textur. Normalerweise ist der voreingestellte Wert 1 hinlänglich. Größere Werte bedingen eine stärkere Glättung der Textur.

## Gebrauch der Vorschau-Zeit

Dieses Bild veranschaulicht den Gebrauch eines veränderten Vorschauzeitpunktes.

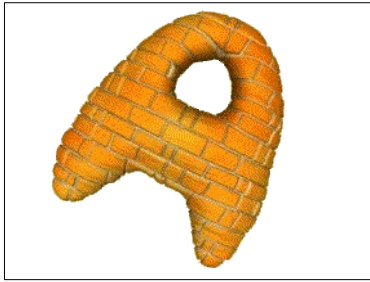
Die Höhe (Displacement) des 'Grases' wird in diesem Beispiel gesteuert von dem Ausdruck **input1\*t\*0.5**. Die Ausgabe dieses Ausdrucks reicht von 0 zur Zeit (t) = 0 bis 0.5 zu t = 1 Sek., 1 zu t = 2 Sek. usw. .



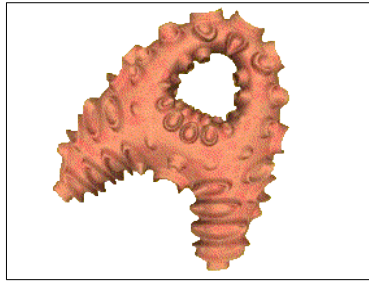
## Beispiele für prozedurale Texturen

Das Werkzeug 'Prozedurale Texturen' ist eine ausgesprochen leistungsfähige Möglichkeit Texturen für Oberflächen zu erzeugen. Die oben dargestellten Abschnitte zeigen zwar alle verfügbaren Module, können aber deren Möglichkeiten lediglich ein Stück weit darstellen, um aufzuzeigen, wie wenig dieser Weg, sich der Struktur für Texturen zu nähern, ist. (Um diese Möglichkeiten vollends zu entdecken, muß man ein wenig Geduld mitbringen, und sie eigenständig erforschen.) Die oben gezeigten Beispiele haben oftmals nur eine Verbindung in das Diffus-Feld gehabt. Die Module können aber genutzt werden, um einige der Farb- und Zahlenwerte zu ändern und dadurch eine große Vielfalt interessanter Texturen zu erzeugen. Zur Anregung sind auf den nächsten Seiten noch drei Beispiele für die Möglichkeiten gegeben, die in den Modulen stecken.

Auch diese Beispiele nutzen nur eine sehr begrenzte Anzahl an Modulen, aber auf etwas anspruchsvollere Weise. Wir beschreiben, wie jedes dieser Beispiele geschaffen wurde.



*Ziegelmauerwerk*



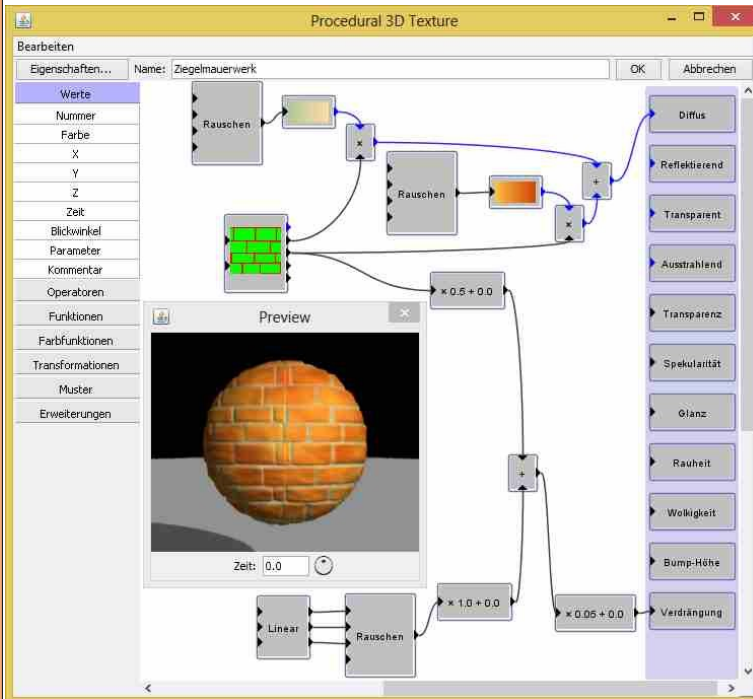
*Tentakel*



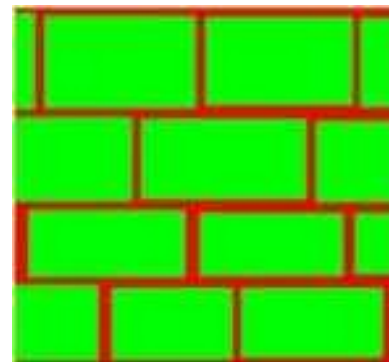
*Blaue Streifen*

## Die Ziegelmauer-Textur

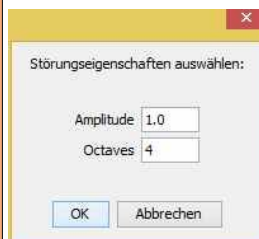
### Das Ergebnis



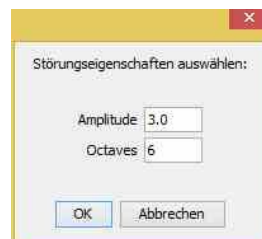
Die Grundlage dieser Textur ist ein Pixelbild, das aussieht wie eine Mauer, bestehend aus grünen Ziegelsteinen ( $R=0, G=1, B=0$ ) und rotem Mörtel ( $R=1, G=0, B=0$ ) wie hier abgebildet:



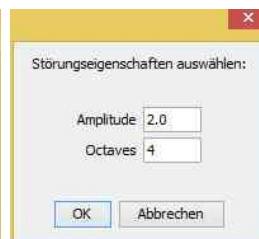
Diese Bild wird mit dem Bild-Modul unter 'Muster' ausgewählt. Aufgrund dessen, wie die Farben gesetzt sind, wird der Modul-Ausgang 'Grün' den Wert 1 für alles Grüne (die 'Ziegel'), für alles andere 0, dagegen der Ausgang 'Rot' für alles Rote (den 'Mörtel') den Wert 1, für alles andere 0 liefern. Das ermöglicht es uns, Ziegeln und Mörtel unterschiedliche Eigenschaften zu geben. Der rote Ausgang wird multipliziert mit einer Rauschen-Funktion (Einstellungen siehe *Bild A*), die einen 'Mörtel'-Farbverlauf beeinflusst.



*Bild A*



*Bild B*



*Bild C*



*Bild D*

Das bewirkt, daß dieser Faktor nur den Mörtel betrifft. Der Ausgang 'Grün' wird in ähnlicher Weise einem mauersteinartigen, mit Rauschen-Funktion (Einstellungen siehe *Bild B*) angesteuerten Farbverlauf zugewiesen.

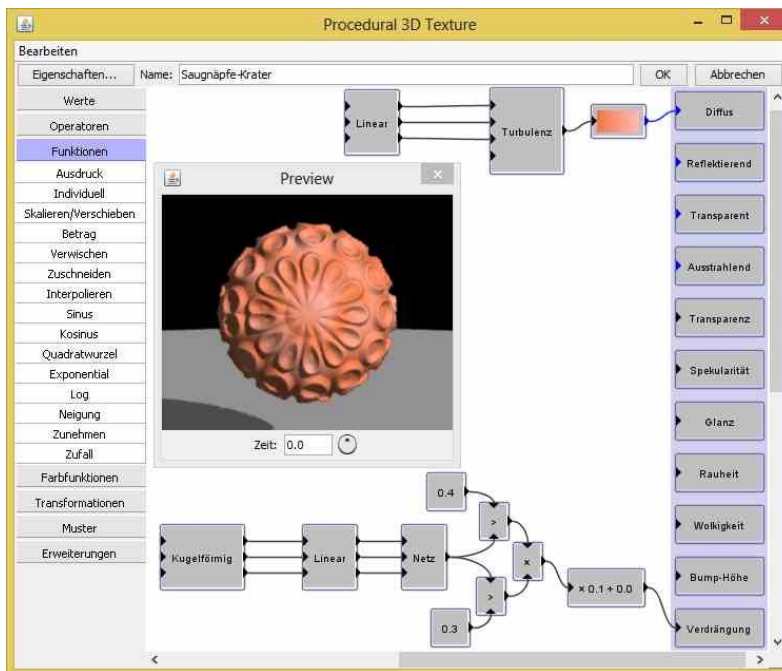
Beide Ergebnisse werden zusammengezählt um den Steinen und dem Mörtel ihre diffuse Farbe zu geben.

Wir wollen die Steine etwas vor den Mörtel heraustreten lassen. Das könnte über den Bump-Höhe-Kennwert vorgetäuscht werden, aber für eine natürlichere Wirkung werden wir einen wirklichen Versatz (Displacement) nehmen. Der Ausgang 'Grün' des Bild-Moduls ist für die Auswahl der Steine allein genutzt. Dieser Wert ist um 0.5 verkleinert und mit einem weiteren Rauschen-Modul (Werte in *Bild C*) zusammengezählt worden, um zufällige Unregelmäßigkeiten zu erzielen. Eine lineare Transformation (*Bild D*) wurde dem Rauschen auferlegt um die Unregelmäßigkeiten der Größe der Steine anzupassen.

Ein weiterer Skalierungsfaktor von 0.05 wurde dazwischengeschaltet, um den Versatz der Ziegel und die Unregelmäßigkeit ihrer Oberflächen auf ein naturgetreueres Maß zu verringern.

## Die Tentakel-Textur

### Das Ergebnis



Diese Textur basiert auf dem Netz Modul. In diesem Muster ist der Wert an jedem Punkt auf der Oberfläche gleich der Entfernung dieses Punktes zum nächsten 'Bezugspunkt', welcher auf einem Gitter/ Netz angeordnet ist. Die Ausgabe des Netz-Moduls geht in ein **Größer als** Modul, welches eine 1 ausgibt für jeden Punkt, dessen Wert kleiner als 0,4 ist (dessen Entfernung innerhalb von 0,4 Einheiten zu einem Bezugspunkt liegt), überall sonst eine 0. Die Netzausgabe wird auch noch in ein wei

teres **Größer als**-Modul geleitet, welches eine 1 ausgibt, wenn der Wert größer als 0,3 ist und andernfalls eine 0. Die Ergebnisse der beiden werden miteinander multipliziert. Punkte die einen Wert von 1 in jeder der **Größer als** Funktionen haben, sind dann also die einzigen die einen Wert von 1 ausgeben, das heißt, die überlagernden Bereiche, die kreisrunde Ringe sind. Die kugelförmige Transformation wurde hinzugefügt, um kugelförmige Symmetrie zu gewinnen, sowie eine lineare Transformation, die das Muster etwas verkleinert (Mit einer 2 in allen Achsrichtungen). Das Bild auf der nächsten Seite ob-

en zeigt, was man bekommt, wenn man die Ausgabe der Multiplikation der **Größer als**-Module mit der Standardfarbe in das Diffusfeld einleitet:

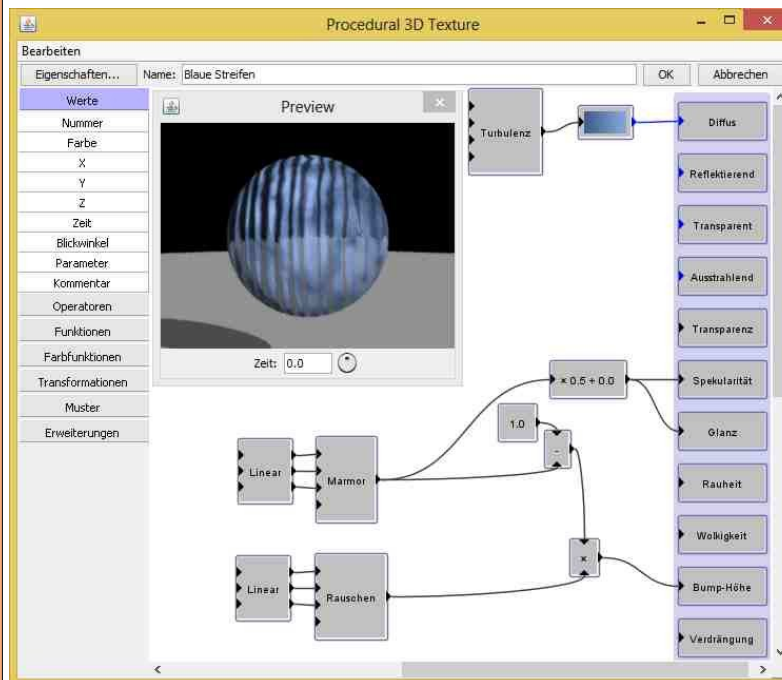


Anstelle des Diffusfeldes wird es aber in das Displacementfeld gesteckt: So wird es zum 'Saugnapf'.

Eine einfache Farbfunktion basierend auf einem Turbulenz-Modul wurde noch in die Diffusbox gesteckt.

## Die Blaue Streifen-Textur

## Das Ergebnis



Diese Textur fußt auf dem Marmor Modul. Das ist gedehnt über ein lineares Transformations-Modul ( $x:2, y:0.1, x:1$ ). Der Ausgang ist skaliert und mit der Spiegelungs- (Spekularität) und Glanz-Fläche verbunden, was zwar die Streifen glänzen läßt, den Hintergrund aber nicht.

Kleine "Bumps" werden dann den nicht reflektierenden Streifen zugewiesen. Die können ausgewählt werden, indem man das Marmor-Modul von 1 abzieht, was das Muster tatsächlich umkehrt, weil Einsen zu Nullen werden und andersherum. Dies Ergebnis wird mit dem linear transfor

mierten Rauschen Modul multipliziert und in das Bumphöhe-Feld eingespeist, so dass die Bumphöhe für die reflektierenden Flächen 0 ist.

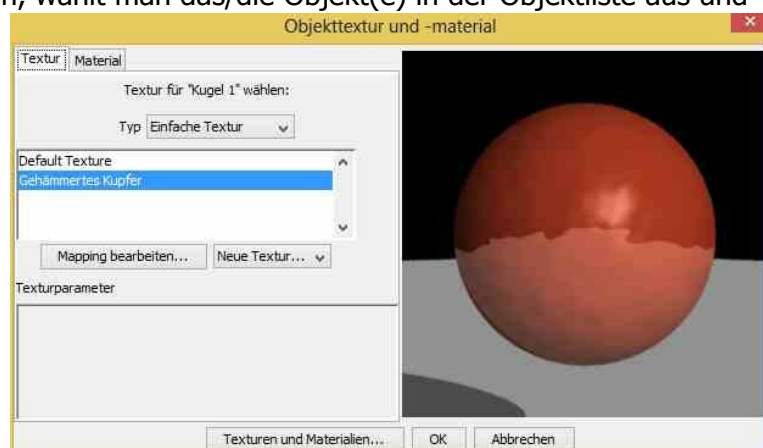
Zuletzt kommt noch ein diffuser Farbverlauf dazu, den ein Turbulenz Modul bestimmt.

## 8. AoI – Texturen an Objekte zuweisen

## 8.1. Einfache Texturen

Sind Texturen einmal erstellt, müssen sie dem/den betreffenden Objekt(en) noch zugewiesen werden. Um das zu tun, wählt man das/die Objekt(e) in der Objektliste aus und klickt auf **Objekt** → **Textur zuweisen**. Damit wird solch ein Dialog sichtbar:

Auf der linken Seite der Dialogbox findet sich die Liste verfügbarer Texturen. Wenn man eine davon anklickt, wird diese auf eine Kugel aufgebracht angezeigt (was bei sehr komplexen Texturen auch mal einen Augenblick in Anspruch nehmen kann), wie





in den Werkzeugen zur Texturerstellung. Ähnlich dem [Uniforme Texturen Dialog](#) lassen sich mit einem Doppelklick auf das Vorschauenfenster über ein Menü Ansicht und Vorschauobjekt ändern. Die Vorschau kann (mit **<STRG>** + Ziehen per rechter Maustaste) gezoomt und (mit gedrückt gehaltener rechter Maustaste allein) verschoben werden.

Darunter ist ein Feld mit der Bezeichnung **Textur Parameter** - siehe den [dazu folgenden Abschnitt](#) für weitere Informationen.

Beachtenswert wäre auch, das es eine **Typ**-Auswahl oben im Dialog gibt. Sie bietet sowohl einfache als auch geschichtete (gelayerte) Texturen. [Geschichtete Texturen](#) werden später besprochen.

Ebenso kann man von hier aus **Neue Texturen** erzeugen und den **Texturen und Materialien**-Dialog öffnen.

Für gleichförmige (uniforme) Texturen muß lediglich die entsprechende Textur gewählt und OK geklickt werden. Bei den anderen Texturtypen können wir zudem bestimmen, in welcher Art und Weise sie auf das Objekt aufgebracht werden, was man "Mapping" nennt. Um die Art des Mapping für das jeweilige Objekt einzustellen, auf **Mapping bearbeiten** klicken. Dann erscheint folgende Dialogbox:



Diese Dialogbox zeigt das ausgewählte Objekt, das die Textur angepaßt bekommen soll. Das Objekt kann im Vorschauenfenster gedreht und verschoben werden, um besseren Rundum-Überblick per Klicken und Ziehen mit der linken Maustaste im Vorschauenfenster zu ermöglichen. Die Vorschau kann gezoomt (**<STRG>** + Auf- bzw. Ab-Ziehen mit gedrückter rechter Maustaste), verschoben (nur Ziehen mit rechter Maustaste) und mit nach außen Ziehen der Dialogbox-Seiten insgesamt neu bemessen werden. Die Ansicht kann mit Doppelklick auf die Vorschau und anschließender Wahl des gewünschten Blickwinkels aus dem Aufklappmenü geändert werden.

Die Art des Mappings kann mit dem Aufklapp-Menü direkt unter der Vorschau ausgewählt werden (Einzelheiten dazu sind weiter unten nachzulesen).

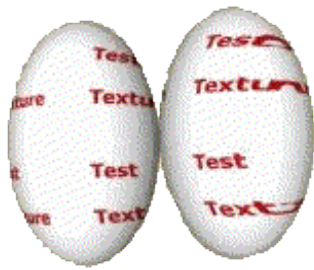
Darunter sind eine Reihe von Eingabefeldern für Größenänderung, Ausrichtung und Drehung zur besseren Anpassung auf das Objekt. Die Verfügbarkeit der bearbeitbaren Werte hängt von der jeweiligen Art des Mappings ab:

### Mapping-Arten

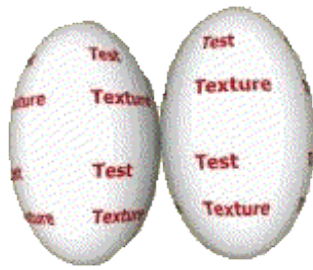
Bei prozeduralen 3D-Texturen gibt es nur eine Art des Mappings: **Linear**. Das kommt daher, dass 3D-Texturen "solid" (= Volumen darstellend, massiv) sind, und das Objekt, dem sie zugewiesen werden, dann aussieht, als ob es aus seiner Textur herausgeschnitten worden wäre.

Bei bildbasierten Mappings und 2D Texturen wird die Textur um das Objekt herum "gewickelt", was auf unterschiedliche Weisen erfolgen kann. In diesem Fall ist die Art des Mappings entweder **Projektion**, **Zylindrisch**, **Kugelförmig** oder **UV**.

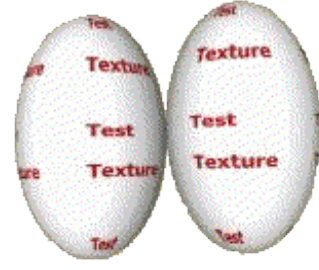
**Projektion** legt die Textur auf das Objekt, als ob diese mit Hilfe eines (Dia-)Projektors aufgebracht würde. Das funktioniert gut bei flachen Objekten, ergibt aber Verzerrungen an steilen Übergängen wie im unteren Beispiel. In diesem Beispiel sieht die Textur gut aus, bis sie sich um die Seite legt, wo sie gestreckt erscheint. Die Projektion auf **Zylindrisch** zu ändern, bringt bei diesem Objekt ein besseres Ergebnis. Auch **Kugelförmig** ergibt ein annehmbares Ergebnis:



Projektion



Zylindrisch



Kugelförmig

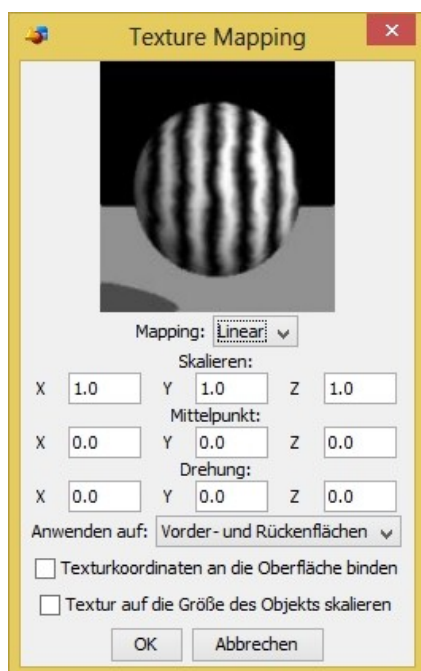
Welche Art des Mappings die beste ist, hängt von der Geometrie des Objektes ab. Zylindrisches und kugelförmiges Mapping funktionieren so, dass die Textur perfekt um ein zylindrisches bzw. kugelförmiges Objekt passen würde. Wenn also Objekte geometrisch einem Zylinder oder einer Kugel ähnlich sind, werden diese Arten des Mappings gut genug arbeiten.

In den meisten Fällen sind Objekte allerdings weder flach noch zylindrisch oder kugelförmig. Dafür gibt es dann das sogenannte **UV-Mapping**. UV-Mapping ermöglicht die (nahezu) vollständige Steuerung der Platzierung von Texturkoordinaten auf Netzobjekten, die das Aufbringen der Textur so genau wie erforderlich gestattet. Lies [weiter unten](#) Einzelheiten hierzu.

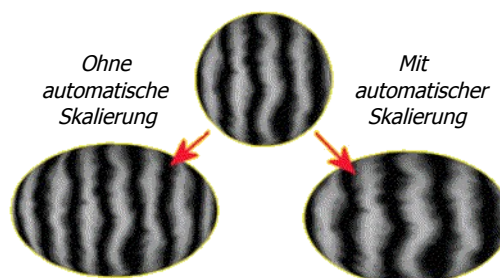
## Änderung von Mapping-Parametern

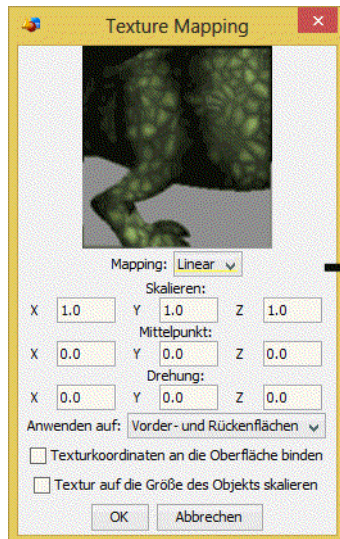
Ist die Art des Mappings gewählt, können wir nun die Textur dem Objekt anpassen, indem wir die Wertvorgaben des Mappings ändern.

**Bei prozeduralen 3D-Texturen** zu denen (lediglich) die Option **Linear** verfügbar ist, können Größe, Mittelpunkt und Drehung bestimmt werden, wie im Dialog oben gezeigt. **Skalierung** ändert die Größe der Textur auf dem Objekt, die Option **Mittelpunkt** steuert deren Position, und **Drehung** beeinflusst deren Ausrichtung. Jeder dieser Werte kann für die X-, Y- und Z-Achse bestimmt werden. Wie im Hauptfenster ist **Y** "Auf- oder Abwärts", **X** ist "Links oder Rechts" und **Z** ist "Vor oder Zurück" (aus dem oder in den Bildschirm).



Eine weitere Möglichkeit die Textur anzupassen ist (seit Version 2.5 von **AoI**) **Textur auf die Größe des Objekts skalieren**, das gestattet, die Textur automatisch auf die Größe des Objektes anzupassen, wie im Beispiel unten gezeigt. Ist die Option angehakt, sind die in dieser Dialogbox gesetzten Größe und Mittelpunkt bezogen auf das Objektmaß (eigentlich das Maß seines Begrenzungsnetzes), wobei 0 die eine Kante und 1 die andere Kante des Objektes ist. Dies aktualisiert das Texturmapping automatisch, sobald das Objekt in seiner Größe verändert (= skaliert) wird.





In diesem Beispiel der Verknüpfung einer Textur mit einem Meshobjekt wurde die 'Eidechsenhaut'-Textur um 0.5 in jeder Dimension skaliert, um die Streifen der Eidechse in ihrem Maß zu verkleinern.

Eine Drehung von 45 Grad um die Z-Achse wurde auch aufgebracht, die ergibt, dass die Streifen schräg abfallen.

Ist das Objekt ein Netz (Mesh)-Objekt, wird eine weitere Option verfügbar: **Texturkoordinaten an die**

**Oberfläche binden.** Ist sie angehakt, wird die Textur mit dem Mesh verformt, sowie das Mesh Änderungen oder Verformungen erfährt (auch bei Animationen). Kein Häkchen läßt das Objekt bei Verformung sozusagen unter der Textur entlanggleiten.

Hier unten sind beide Fälle gezeigt. Das Objekt ist eine zum Dreiecksmesh umgewandelte Kugel und die benutzte prozedurale 3D-Textur ist auf dem Original Objekt zu sehen. Eine einfache Skalierung wird dem Objekt sowohl mit, als auch ohne Anbindung zugewiesen. Das eine Objekt ohne Anbindung skaliert allein und zeigt die Textur quasi endlos an, während bei dem anderen die (angebundene) Textur mitskaliert ist.



*Verwendete Textur*

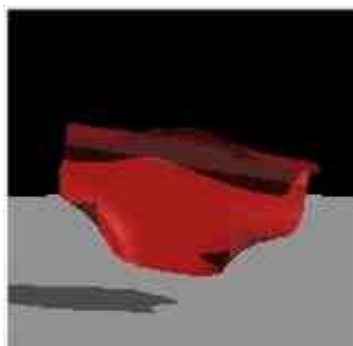


*Ohne Texturanbindung*



*Mit Texturanbindung*

Die letzte Wahlmöglichkeit in dieser Dialogbox ist, ob die Textur auf beiden Seiten, oder nur auf Front- bzw. Rückenfläche(n) aufgebracht werden soll. Der Unterschied spielt nur bei offenen Objekten (Oberflächen) eine Rolle. Im unteren Beispiel ist ein Splineobjekt auf sich selbst zurückgebogen. Die Textur auf beiden Seiten anzubringen, sichert die Sichtbarkeit des ganzen Objektes, während jeweils die Textur nur auf Vorder- oder Rückseite die Gegenseite unsichtbar erscheinen läßt.



*Vorder- und Rückseite*



*Nur Vorderseite*



*Nur Rückseite*

Ein wichtiger Anlaß, nur eine Seite texturieren zu können, ist bei [Geschichteten Texturen \(layered textures\)](#) gegeben, wo die Wahlmöglichkeit bestünde, auf verschiedene Seiten unterschiedliche Texturen aufzubringen (z.B. ein Kotflügel: innen schwarzer Unterbodenschutz, außen lackiert).



Für **prozedurale 2D- und bildbasierte Texturen** sind die Mapping Wahlmöglichkeiten folgende:

- **Projektion** (= Projection),
- **zylindrisch** (Cylindrical),
- **kugelförmig** (Spherical)
- (und auch **UV**, dies wird aber gesondert im nachfolgenden **Kapitel 5.1.5.** erläutert).

Die verfügbaren Einstellwerte hängen von der gewählten Art des Mappings ab.



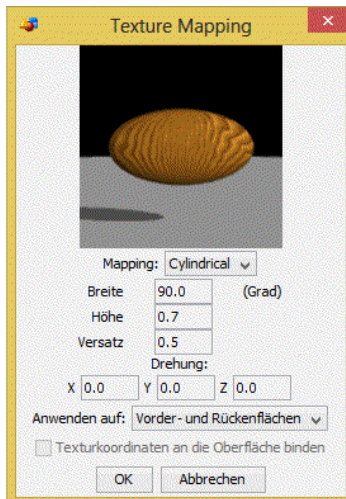
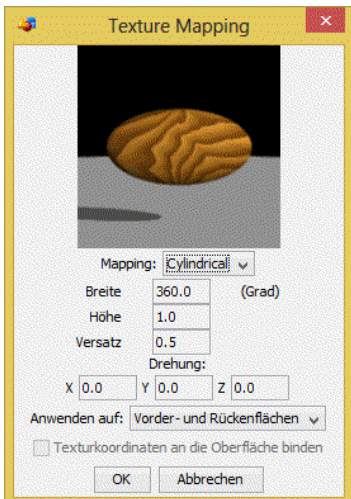
Für die Mappingart **Projection** sind die Einstellwerte in der Dialogbox links aussen gezeigt. Skalieren und Mittelpunkt können nur auf X- und Y-Achse bestimmt werden, weil die Textur wie ein 2D-'Papierblatt' auf das Objekt projiziert wird. Die Drehung kann jedoch in allen 3 Achsen (X,Y, und Z) erfolgen.

Eine Beispielveränderung ist links innen gezeigt.

**Texturkoordinaten an die Oberfläche binden** ist für Meshobjekte hier wieder verfügbar.

bar.

**Textur auf die Größe des Objekts skalieren** ist auch für das Projektionsmapping verfügbar.



Die Einstellmöglichkeiten des **Cylindrical** Mapping sind hier links aussen zu sehen. Die Textur ist dieselbe wie im oberen Beispiel. Diesmal haben wir allerdings eine andere Gruppe von Werten zur Einstellung:

**Breite** (Weite), die in Grad angegeben wird, ist die Skalierung um die waagerechte Kugelachse. 360 Grad bedeuten, daß die Textur genau 1 mal um die Achse liegt. Ein kleinerer Wert bedeutet das die Textur nicht ganz herumreicht (wünschenswert für z.B. ein

Flaschenlabel), weil sie verkleinert wird oder umgekehrt.

**Höhe** ist die Skalierung um die senkrechte Kugelachse. Ein kleinerer Wert resultiert in einer Kürzung der Textur in dieser Achse.

Der **Versatz (Offset)** kontrolliert die Zentrierung auf der Zylinderfläche.

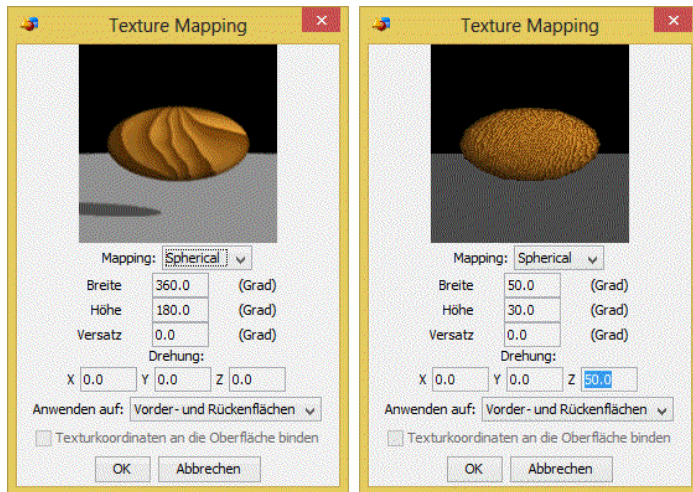
Die **Drehung** um die X-,Y- und Z- Achse kann auch bestimmt werden.

Ein Beispiel Mapping dazu ist oberhalb rechts zu sehen.

**Texturkoordinaten an die Oberfläche binden** ist für Meshobjekte hier wieder verfügbar.

Die **Kugelförmigen (Spherical)** Mapping Einstellmöglichkeiten sind rechts gezeigt.





**Breite** (Weite), die in Grad angegeben wird, ist die Skalierung um die horizontale Kugelachse. 360 Grad bedeuten, dass die Textur genau 1 mal um diese Achse gelegt ist. Ein kleiner Winkel bewirkt, dass die Textur nicht ganz herumreicht, weil sie verkleinert wird und umgekehrt.

**Höhe** ist die Skalierung um die vertikale Kugelachse, ebenfalls in Grad anzugeben.

**Versatz** steuert die Ausmittlung

der Textur und ist auch in Grad anzugeben.

**Drehung** um die X-,Y- und Z- Achse kann (wiederum in Grad) gleichermaßen bestimmt werden.

Ein Beispiel-Mapping dazu gibt es oberhalb rechts.

**Texturkoordinaten an die Oberfläche binden** ist für Meshobjekte auch hier wieder verfügbar.

## 8.2. U-V Mapping

Auch wenn UV-Mapping "nur" eine andere Art ist, in der, wie oben, 2D-Texturen um Objekte gelegt werden können, rechtfertigt es sein eigenes Kapitel aufgrund seiner Vielseitigkeit.

Im Wesentlichen gestattet UV-Mapping zu steuern, wie eine Textur für eine (Mesh)Oberfläche (UV-Mapping geht nur bei Meshes/ Netzobjekten) in ihrer Größe verändert, gedreht usw. wird. Das geschieht, indem je-dem einzelnen Netzknoten-Punkt (Vertex) Texturkoordinaten (UV-Koordinaten) zugewiesen werden. U und V repräsentieren dabei die waagrechte und senkrechte Richtung einer Textur.

Die erste Stufe des UV-Mapping in **Art of Illusion** ist, zu versuchen die Textur in herkömmlicher Weise (mit den oben beschriebenen Methoden) so nah wie möglich am gewünschten Ergebnis mit Projektion, zylindrischem oder kugelförmigem Mapping und der Anpassung von Größe, Mittellage und Ausrichtung aufzubringen. Ist das Mapping dann so nah wie möglich am Wunschergebnis, wählt man UV im Ausklappenmenü **Map-ping**. Das öffnet eine neue Dialogbox. Mit einem Klick auf **UV Koordinaten bearbeiten** öffnet sich die UV-Mapping-Hauptdialogbox, die der unten gezeigten ähnelt. Die Dialogbox wirkt etwas verwirrend, deshalb wollen wir sie nachfolgend im Einzelnen betrachten.

In der oberen rechten Ecke ist das Netz Objekt selbst in geglätteter Ansicht dargestellt. Diese Ansicht kann auf gleiche Weise wie in den Mesh-Editoren verschoben, gedreht und gezoomt werden. Auch Punkte (Vertices) können wie gewohnt angewählt (aber nicht bewegt) werden.

Unten rechts wird das Meshobjekt mit der aktuell aufgebrauchten Textur angezeigt. Wie bei der normalen Texturvorschau kann auch diese Ansicht mit Ziehen im Fenster gedreht werden.

Die linke Seite der Dialogbox zeigt die Textur selbst. Man kann hier verschiedene Bestandteile einer Textur, z.B. diffuse Farbe, Glanzwert, Spiegelung oder emissive Farbe zur Unterstützung des Mapping-Fortschritts auswählen. Das geht in dem Aufklappmenü **Angezeigte Komponente**. Zudem kann eine niedrige, mittlere oder hohe Ausführung der Texturdarstellung im Aufklappmenü **Auflösung (Resolution)** gewählt werden. Das verändert die Textur natürlich in keiner Weise; lediglich die Art der Wiedergabe ist davon betroffen: Niedrige (grobe) Auflösungen werden schneller angezeigt als hohe (feine) (wichtig für jede Bewegung im Ansichtsfenster).

Die Vorschauen können in ihrer Größe verändert werden, indem die Seiten der ganzen Dialogbox (bis auf Bildschirmgröße) auseinandergezogen werden.

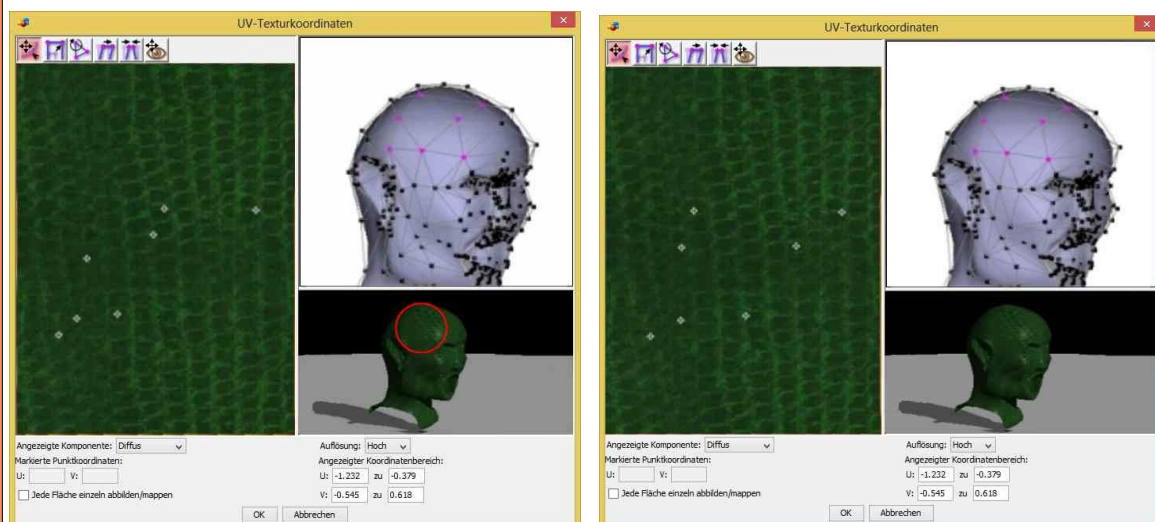
Unterhalb dieser Menüs (und Vorschau-Fenster) werden Informationen gegeben, die den Bereich der dargestellten Textur anzeigen. Der **Angezeigte Koordinatenbereich** zeigt die Spanne der U- und V-Koordinaten, die aktuell in der Texturansicht gezeigt wird. Wenn Sie weiter außen etwas sehen müssen, läßt sich der Bereich durch *Erhöhung* der U- und V-Werte anpassen (herauszoomen). Um hineinzuzoomen, *verringern* Sie die Werte.

Alternativ kann man die Texturvorschau auch zoomen und verschieben, indem man das

Icon  klickt

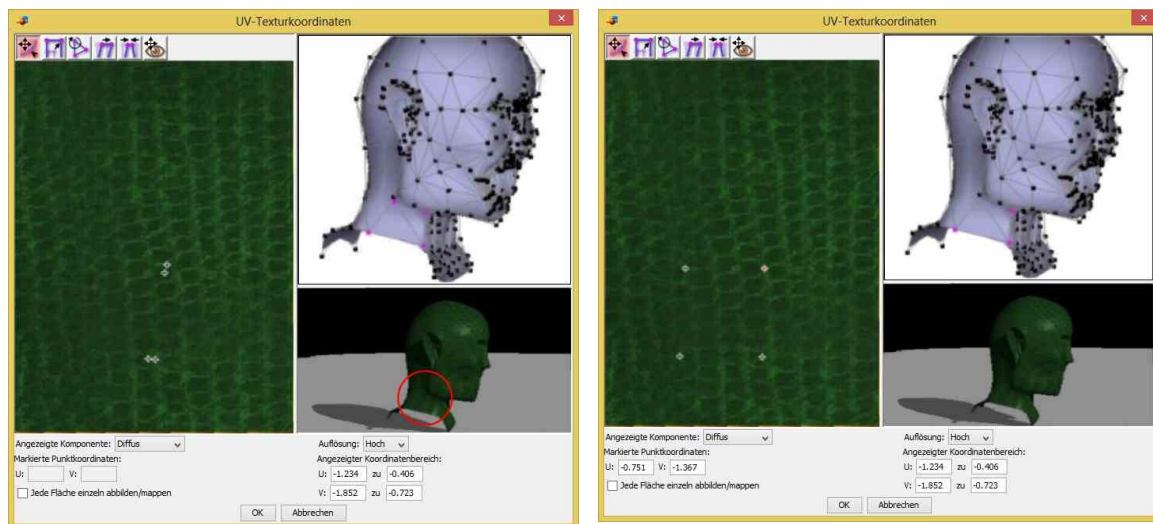
(zum Zoomen zusätzlich **<STRG>** gedrückt hält und mit gedrückter linker Maustaste zieht), oder mit gedrückter rechter Maustaste zieht (zum Zoomen wieder **<STRG>**-Taste dazu gedrückt halten).

Um das Texturmapping an einer bestimmten Stelle der Meshoberfläche zu ändern, wählen Sie den/die Punkt(e) (Vertex/Vertices) an dieser Stelle in der Meshansicht. Das führt dazu, daß die damit verknüpften Texturkoordinaten in der Texturansicht als kleine Kreuze dargestellt werden; ein Kreuz für jeden Netzknotenpunkt/ Vertex (siehe unten links). Diese Kreuze können dann mit Auswahl der Markieren/Verschieben-Schaltfläche (Icon links oben) ihrerseits gewählt und verschoben werden. Ihre Markierung erfolgt mit Anklicken (**↑+Klick** für Dazunahme zu einer Auswahl, **<STRG>+Klick** zum Entwählen, sowie **Klick-Ziehen** zur Markierung alles innerhalb des aufgezogenen Rechtecks Liegenden). Wurde ein einzelner Punkt in der Texturansicht markiert, werden dessen UV-Koordinaten im Dialog unter **Markierte Punkt-Koordinaten** angezeigt (und können direkt bearbeitet werden). Wenn mehr als ein Kreuz gewählt ist, werden nur die von allen geteilten U- oder V-Koordinaten angezeigt. Ausgewählte Kreuze können dann mit Wahl des entsprechenden oberen Icons (einzeln oder in der Gruppe) verschoben, skaliert, gedreht, verzerrt oder zugespitzt werden. Die Veränderung ihrer Position führt dazu, dass dabei die Textur über die Meshoberfläche bewegt wird. Die Texturvorschau wird diese Veränderungen in Echtzeit wiedergeben.



Im oberen Beispiel versuchen wir eine Schlangenhaut-Textur bei einem Kopf aufzubringen. Es gibt dabei einzelne Problembereiche - das Bild oben links zeigt Verzerrungen der Textur auf der Seite des Kopfes. Die Auswahl einiger Vertices in diesem Bereich zeigt deren korrespondierende Texturkoordinaten in der Textur-Ansicht an. Auch in diesem Fall wollen wir die Texturkoordinaten zum Ausgleich der Verzerrung strecken. Die UV-Koordinaten davor und danach werden in den Bildern oben links, bzw. rechts angezeigt. Das hat die Anpassung der Textur verbessert.

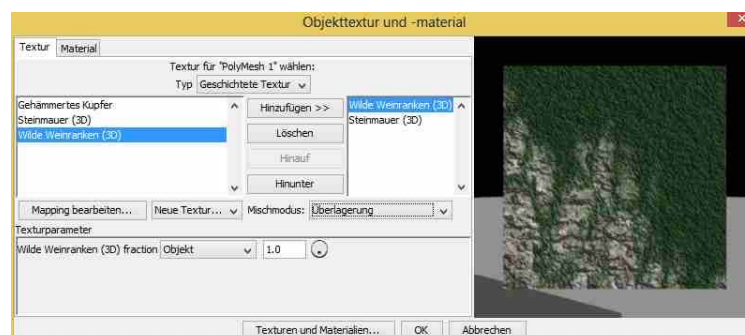
Unten zeigt einen weiteren Problembereich - um die Seite des Halses ist die Textur ebenfalls gedehnt. Wieder hilft die Auswahl der Vertices dieses Bereichs in der Meshansicht und anschließendes Strecken der entsprechenden Texturvorgaben die Problemlösung anzugehen (unten rechts).



Der letzte bemerkenswerte Punkt ist hier die **Jede Fläche einzeln abbilden/mappen**-Option. Das Häkchen davor zu klicken, schaltet die Meshansicht in den Fläche-Modus um. Die Vertices, die zusammen ein Polygon ausmachen, können wie zuvor im UV-Raum gemappt werden, mit der Ausnahme, dass die Vertices der Fläche "angehören". Wenn man zwei aneinandergrenzende Polygonflächen auswählt (die ja Vertex-Netzpositionen miteinander teilen), können deren Vertices dennoch völlig unabhängig gemappt werden, obwohl sie räumlich die gleiche Position besetzen. Das erlaubt klar getrennte Wechsel des Texturverlaufs auf der Oberfläche.

## 8.3. Geschichtete Texturen verwenden

**Art of Illusion** gestattet es, mehrere Texturen der gleichen Objektoberfläche zuzuweisen, indem man geschichtete Texturen benutzt. Um eine geschichtete Textur zu erstellen, markiert man das Objekt, klickt auf **Objekt** → **Textur und Material zuweisen** und wählt **Geschichtete Textur** aus dem **Typ** Aufklappmenü, oben in der Dialogbox. Ein Auswahlfenster ähnlich dem hier unten abgebildeten wird dann angezeigt:



Auf der linken Dialogseite ist eine Liste, aller in der Szene vorkommender Texturen. Um eine davon zur geschichteten Textur hinzuzufügen, wählt man sie an und klickt **Hinzufügen**. Das fügt die Textur der Liste in der Mitte hinzu. Diese Liste zeigt die einzelnen Schichten an, und deren Reihenfolge ist wichtig! Die oberste Position ist die Oberflächenschicht, die anderen liegen um jeweils eine Schicht darunter. Die Reihenfolge kann jederzeit geändert werden, indem die Textur angewählt wird und auf **Hinauf** (oder **Hinunter**) geklickt wird. (Auch das Entfernen der markierten Schicht aus dieser Schichtung ist mit einem Klick auf **Löschen** möglich.)

Jeder Schicht kann einer von 3 **Mischmodi** aus dem Aufklappmenü rechts zugeordnet werden:

**Mischen** bedeutet das eine gewichtete Mittelwert-Textur zwischen der Textur und der darunterliegenden erzeugt wird. Die Gewichtung wird von dem Prozentregler (Schieber oder Drehknopf) beeinflusst, der sich im Feld Texturparameter links neben der Vorschau (dort rechts neben der gewählten Textur) findet. Wird dieser z.B. auf 0,7 gestellt, dann wird die ausgegebene Textur zu 70 % wie die obere aussehen und zu 30 % wie die Untere. Alle Textureigenschaften wie Diffuse Farbe, Spiegelung, Transparenz usw. werden auf entsprechende Weise gemittelt.

**Überlagerung** legt die aktuelle Textur auch über die darunter liegende, aber, abhängig vom Aufbau der oberen Textur, werden deren durchsichtige Bereiche die Textur darunter durchscheinen lassen, ihre deckenden Bereiche aber nicht (wie im oberen Beispiel zu sehen). Wieder kann eine prozentuale Gewichtung eingestellt werden, die teilweise Transparenz ergibt.

**Überlagerung (bumps add)** ist eine spezielle Ausführung des Überlagerungsmodus', in der alle Bump- und Displacement-Maps der Schichtung zusammengezählt dargestellt, statt ausgemittelt oder durch darüber liegende Schichten ausgelöscht werden.

Wissenswert ist, daß geschichtete Texturen mit Hilfe der Textur-Parameter auch pro **Eckpunkt**, pro **Fläche** und pro **Fläche - Eckpunkt** zugewiesen werden können, indem die passende Auswahl des Aufklappmenüs neben dem Prozentregler angeklickt wird. Lies [hier](#) weitere Einzelheiten.

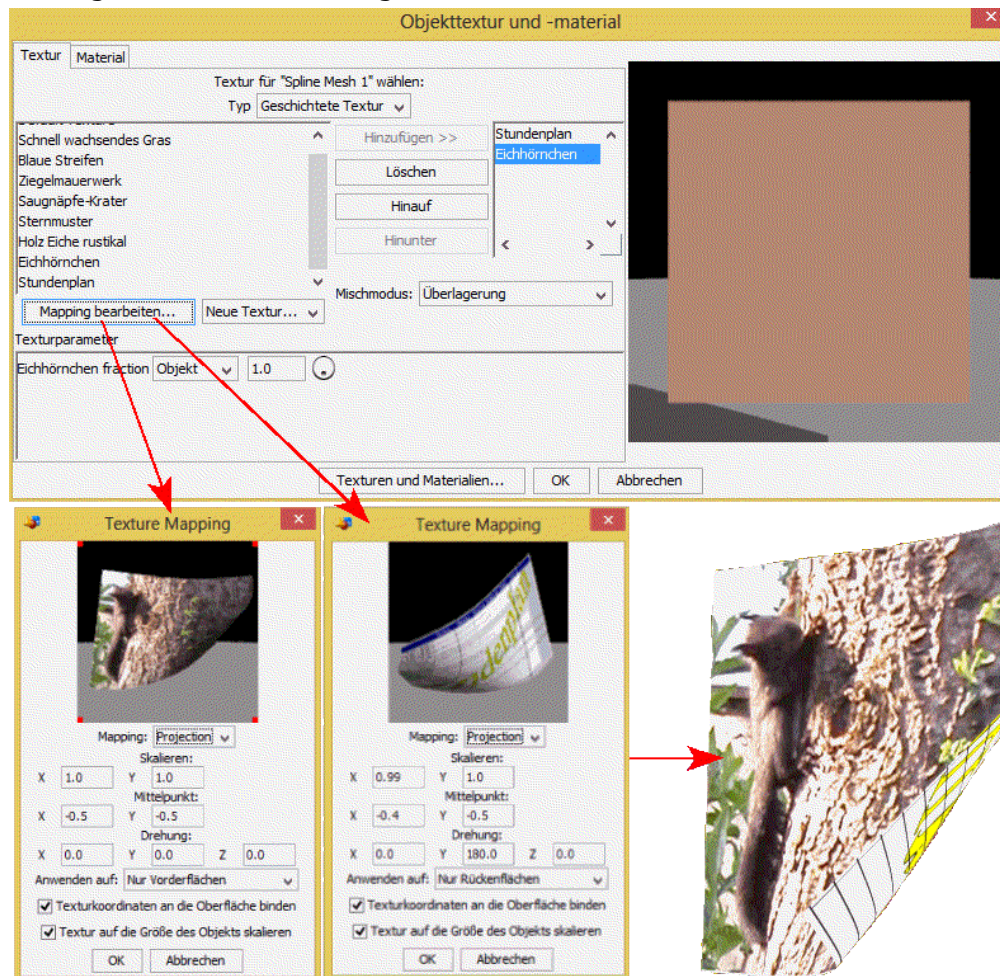


Geschichtete Texturen können auch benutzt werden, um jeder Seite eines Objektes verschiedene Texturen zuzuweisen. Im unteren Beispiel wurden 2 Texturen erstellt – die eine mit einem Foto, und die andere mit einem Text.

Mit Hilfe einer geschichteten Textur für dieses Splinemeshobjekt, in die beide Einzeltexturen geladen wurden, kann jede per 'Mapping bearbeiten' und **Nur Vorderflächen-** bzw. **Nur Rückenflächen-**Optionen einer Seite zugewiesen werden.

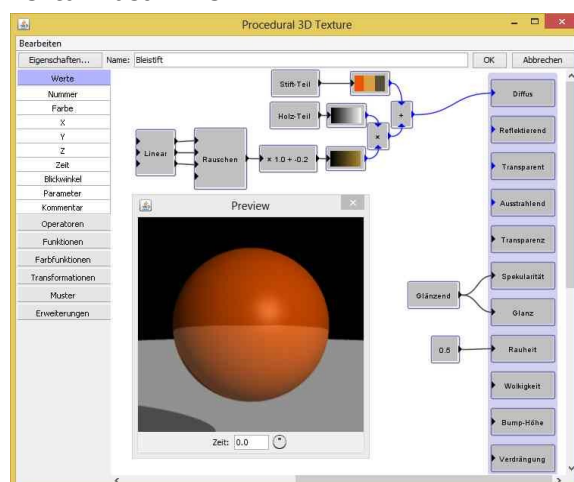


Das Ergebnis ist ein zweiseitiges Blatt:



## 8.4. Texturparameter verwenden

Textur-Kennwerte (-Parameter) erlauben Texturen bezüglich ihrer Lage auf einer Mesh-Oberfläche einzurichten. Ein Texturparameter ist ein Zahlenwert der in einer prozeduralen Textur definiert (worden) ist. Der Wert dieses Parameters wird im Mesheditor (Trimesh oder Polymesh) gesetzt, sodaß bestimmten Bereichen eines 3D-Mesh-Objekts unterschiedliche Kennwerte zugewiesen werden können. Der beste Weg, das anschaulich zu machen, ist, es anhand eines Beispiels durchzugehen. In diesem Beispiel wird einem Bleistift-Objekt-Mesh seine Textur zugewiesen. Und so setzt sich diese prozedurale 3D-Textur zusammen:



Die Vorschau sieht nicht sonderlich auffregend aus, kann aber die aktuelle Textur auch nicht recht wiedergeben, da diese sich auf der Meshoberfläche, der wir sie zuweisen, mit der Position ändern wird.

Um einen Texturkennwert zu erstellen, wählt man aus der linken Liste unter **Wer-te** das Feld **Parameter**. Doppelklicken auf das dann im Hauptfeld des Prozedural-Editors erscheinende Modul(-kästchen) öffnet so eine Dialogbox, wie sie nachfolgend zu sehen ist.

Darin können der **Name** für dieses Modul, sein **Minimum**, **Maximum** und der **Standard**-Wert eingetragen werden:



Weil das Modul in dieser prozeduralen Textur dreimal Verwendung findet, sind hier alle drei Dialogboxen wiedergegeben.

Die 3 Parameter für diese Textur sind hier also: **Stift-Teil**, welcher dazu dienen soll, abhängig von der Position auf der Bleistift-Oberfläche die Farbe für Miene, Holzmantel und Lackierung zu stellen, der **Holz-Teil**, welcher lediglich für die Teile aus Holz (also den angespitzten Teil) auf 1 gesetzt wird, und durch ein Rauschen-Muster ergänzt ist, sowie **Glänzend**, was den spiegelnd lackierten Teil des Bleistift-Meshes aus-macht.

Nun ist das Objekt 'Bleistift' zu wählen und auf **Objekt** → **Textur und Material zuweisen** für folgende Dialogbox zu klicken:



Wie Du bemerken wirst, erscheinen nach Anwahl der Textur 'Bleistift' deren Parameter auf der dafür vorgesehenen Fläche links unten im Dialogfenster gelistet.

Die Werte jedes dieser Parameter können mit der Meshoberfläche auf zahlreiche Arten verknüpft werden:

Pro **Objekt** setzt den Wert für

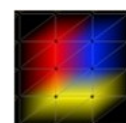
das gesamte Objekt gültig. Unterschiedliche Objekte können jedoch diese(lbe) Textur mit unterschiedlich eingestellten Parametern erhalten.

Pro **Eckpunkt** bedeutet, daß ein Parameter sich ändert, je nach dem, welchem Netzknoten/ Vertex welcher Wert zugewiesen ist. Die Oberfläche zwischen den Vertices wird graduelle Änderung, gemischt aus den umgebenden Werten, zeigen (siehe rechts).

Pro **Fläche** bedeutet, daß bestimmte Polygone/Flächen unterschiedliche Parameterwerte haben können. Dabei kommt es zu einem klaren Wechsel der Textureigenschaften an den Grenzen eines Polygons zu einem mit anderem Wert versehenen anderen (siehe rechts).

Pro **Fläche-Eckpunkt** ist dem pro-Fläche-Mapping ähnlich, außer das den Netzknoten/Vertices die ein Polygon bilden einzeln ihre Parameter-Werte zugewiesen werden können, so daß eine abgestufte Mischung innerhalb der Fläche entsteht (siehe rechts).

Es ist auch durchaus nicht ausgeschlossen eine Mischung aus Parameter-Modis zum Mappen zu nutzen (grenzenlose Möglichkeiten ...).



Pro Eckpunkt



Pro Fläche

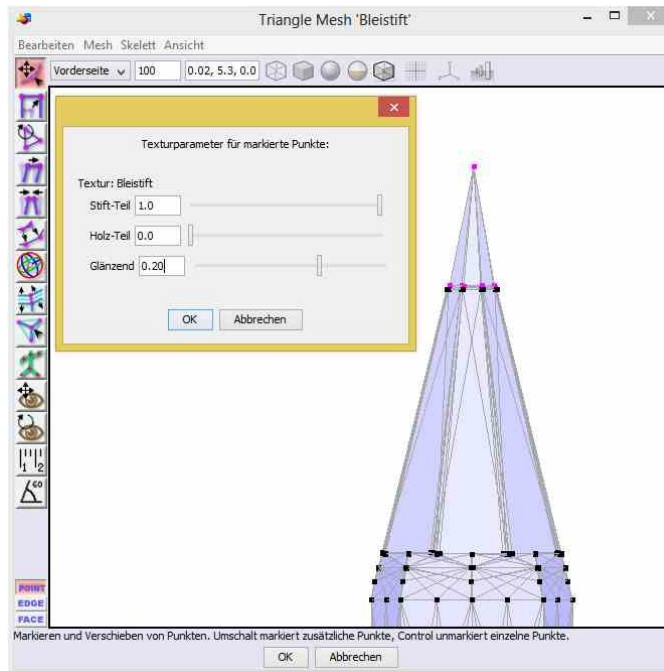


Pro Fläche-Eckpunkt



Für dieses Beispiel sind alle 3 Texturparameter auf "pro Eckpunkt" gesetzt worden. Ein Klick auf OK weist die Textur dem Objekt zu.

Zur Einrichtung der Werte an dem Mesh-Objekt wird nun mit Doppelklick auf das Objekt in der Objektliste der Tri-Mesh-Editor geöffnet:



Dies zeigt die Bleistiftspitze, mit den auf normale Art markierten Punkten/Vertices für die 'Graphitmine'. Um nun diesen Vertices den entsprechenden Texturteil zuzuweisen, ist **Mesh** → **Texturparameter** anzuwählen, um die hier links auf dem Ansichtsfenster platzierte Dialogbox zu öffnen:

Der **Stift-Teil** ist auf 1 gesetzt, womit sich hier eine graue diffuse Farbe ergibt.

Der **Holz-Teil** ist hier auf 0 gesetzt, da die Mine ja nicht aus Holz besteht.

**Glänzend** wird (nach Geschmack) auf 0.2 gestellt, um ein wenig des Glanzes,

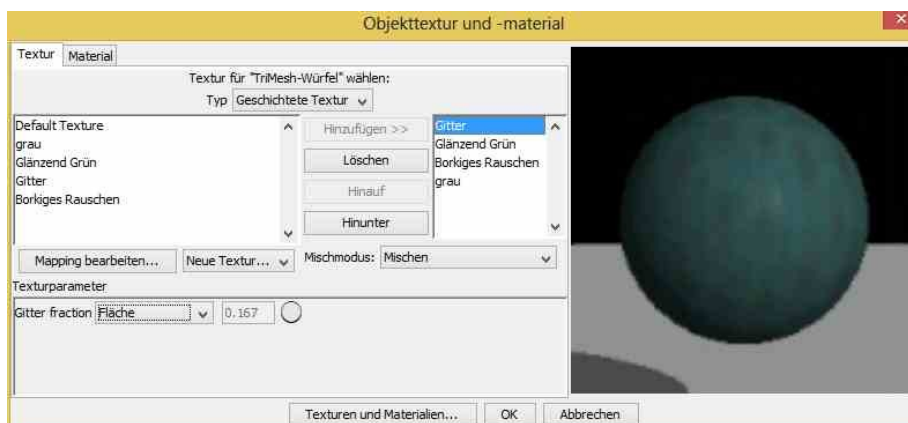


bzw. der Spiegelung (auch hier) aufzu-bringen.

Entsprechend veränderte Werte auf die übrigen Teilbereiche angewandt, führen zum rechten Bild:

Offenkundig gibt es große Flexibilität in der Steuerung von Texturen beim Gebrauch von Texturparametern. Ein wichtiger Bereich der Nutzung von Texturparametern ist die Texturänderung während einer Animation mit dem Einsatz von Texturparameter-Spuren (Tracks). Näheres hierzu ist in [diesem Abschnitt](#) zu finden.

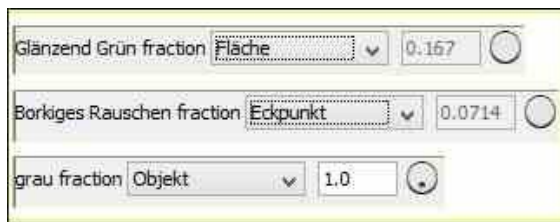
Mischungsanteile für [geschichtete Texturen](#) sind ebenfalls Texturkennwerte und können demnach auch pro Eckpunkt, pro Fläche oder pro Fläche-Eckpunkt gesetzt und animiert werden, wie jeder andere Parameter. Unten ist ein Beispiel, das den Gebrauch von Texturparametern zusammen mit geschichteten Texturen zeigt. Eine geschichtete Textur wird hier benutzt, um einem Würfel die Seiten zu beziehen. Der Würfel wird erzeugt und in ein Dreiecks-Mesh umgewandelt. Texturen werden, wie üblich, für jede Seite einzeln hergestellt; ich habe hier drei unterschiedliche Texturarten zur Veranschaulichung verwendet: Eine gleichförmige ('Glänzend Grün'), eine prozedurale 2D- ('Gitter') und eine prozedurale 3D-Textur ('Borkiges Rauschen').



Eine geschichtete Textur wird nun für den Meshwürfel erstellt: Mit Rechtsklick auf das Objekt in der Objektliste, dann über 'Textur und Material zuweisen' in der erscheinenden Dialogbox oben 'Ge-

schichtete Textur' wählen.

Jetzt können wir die (soeben erstellten) Texturen der Schichtung hinzufügen, mit der wir den Würfel überziehen wollen.

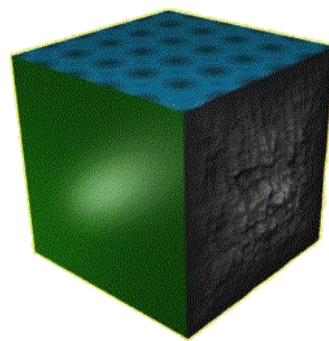
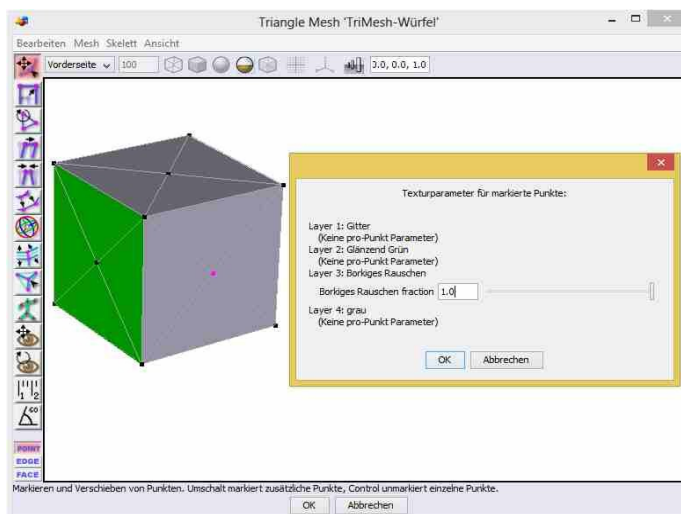


Der Mischmodus wird in diesem Fall für jede Textur der Liste auf 'Mischen' gesetzt. Wie Du bemerkst, ist eine weitere Textur ('grau') dazugesetzt, die die Grundtextur des Würfels abgibt. Alle Teile der Netzgeometrie, denen keine andere Textur zugewiesen ist, werden die graue Textur annehmen.

Das wird dadurch gesichert, dass wir den Mapping-Modus dieser Textur auf 'Objekt' setzen. Da sie so praktisch als Grundierung wirkt, 'landet' sie als unterste Schicht in der Liste. Die anderen Texturen werden auf 'pro Fläche' oder 'pro Eckpunkt' gesetzt, wie oben und links gezeigt.

Die Texturen müßten noch über **Mapping bearbeiten** ausgerichtet und skaliert werden, um sicherzustellen, daß sie für jede Polygonfläche richtig verknüpft sind.

Ist das getan, wird die Dialogbox mit Klick auf OK verlassen. Um unmittelbar die Parameter zu setzen (genau wie im Falle des Bleistifts oben), mit Doppelklick auf den Würfel in der Objektliste in den entsprechenden Mesh-Editor gehen. Die 'Gitter'- und 'Glänzend Grün'-Texturen können zugewiesen werden, indem jeweils die entsprechenden Flächen markiert werden und dann **Mesh** → **Texturparameter** gewählt wird. Die Wertangaben können dann in der erscheinenden Dialogbox eingetragen werden. Die Textur 'Borkiges Rauschen' wird pro Eckpunkt zugewiesen, darum müssen hier Eckpunkte statt der Flächen markiert werden, bevor man **Mesh** → **Texturparameter** aufruft. In diesem Beispiel habe ich einen einzigen Eckpunkt in der Flächenmitte der Würfelseite ausgewählt, wie unten gezeigt:





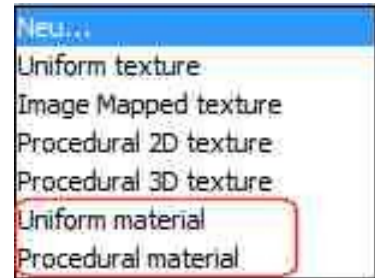
## 9. AoI – Material

Materialien legen die inneren, körperlich-stofflichen Eigenschaften bei Objekten fest und können weit gefächerte Einsatzmöglichkeiten bieten, einschließlich Erscheinungen wie etwa Rauch, Feuer oder Fell, lichtbrechenden Stoffen wie Glas oder Plastik und sog. Sub-surface scattering Materialien, das sind sublim streuende Substanzen wie Wachs, Milch, Haut usw. .

Material kann nur geschlossenen Objekten zugewiesen werden. Bedacht werden sollte auch, dass die Oberflächentextur zumindest teilweise durchsichtig (transparent) sein muß, damit das Material überhaupt sichtbar werden kann. In manchen Fällen muß die Textur auch vollkommen durchsichtig sein; erreichbar ist das, indem man eine gleichförmige (uniforme) Textur im Feld **Transparenz** zur Gänze auf "1" setzt.

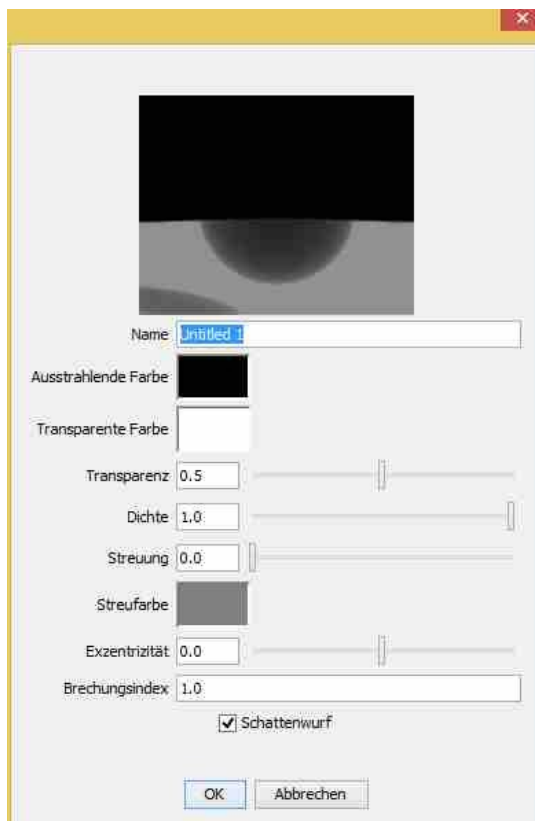
Zwei Materialarten gibt es in **Art of Illusion** : Einheitliches (= uniformes) und wandlungsfähiges (= prozedurales) Material. Materialien werden von der gleichen Dialogbox aus erzeugt und verwaltet, wie Texturen. Um ein neues Material zu erstellen, folglich einfach auf **Szene** → **Texturen** klicken, oder das entsprechende Tastaturkürzel

**<STRG+⇧+U>** drücken und dann, in der Dialogbox **Neu**, den Typ auswählen: Davon stehen, wie gesagt, zwei zur Wahl: **uniform** (also einheitliches) und **procedural material** (wandlungsfähiges) Material.



### 9.1. Einheitliches Material

Ähnlich einheitlichen Texturen, werden uniforme (einheitliche) Materialien auch gleichmäßig, aber eben im Volumen, dem gesamten Innenraum des Objektes also, verteilt. Die Dialogbox zu diesem Materialtyp sieht so aus:



Die Vorschau kann wie im Uniform Texture-Dialog mit Rechtsklick auf das Vorschaufenster und dem dann erscheinenden Aufklappenü eingestellt bzw. ausgetauscht werden.

**Ausstrahlende Farbe** ist die Lichtfarbe, die ein Material abgibt (als Licht wird sie abgestrahlt, wenn mit Global Illumination gerendert wird).

**Transparente Farbe** bestimmt mit welcher Färbung Licht im Durchgang durch das Material übermittelt wird. Seine Intensität bestimmt, wie transparent das Material wird, - d.h., weiß bedeutet völlig durchlässig, während schwarz gänzlich opak (deckend, undurchlässig) ist. Das gilt, obwohl der allgemeine Grad der Transparenz über den Regler **Transparenz** eingestellt wird.

**Dichte** ist der Grad der materialbedingten Lichtminderung. Je höher dieser Wert, desto weniger Licht kann das Material durchdringen.

**Streuung** ist der Grad, in dem Licht in seinem parallelen Verlauf gestört und in andere

Verläufe umgelenkt wird (also 'streut').

**Streufarbe** bestimmt die Färbung des gestreuten Lichtes. **Streuung** muß ungleich 0 sein, damit sich diese Option auswirken kann.

**Streuungsversatz (Exzentrizität)** bestimmt, in welche Richtung mehr Streulicht gelangt (auch dafür muß **Streuung** ungleich 0 sein) und läßt sich auf einen Wert zwischen -1 und +1 einstellen. Ein Wert von 0 entspricht einer isotropen (gleichwertigen) Streuung: Das Licht wird damit also in alle Richtungen gleichmäßig verteilt. Negative Werte bedeuten, dass das Licht mehr vorwärts (bezogen auf seine ursprüngliche Richtung) gestreut wird und positive Werte bedeuten, daß es eher rückwärts (dazu) gestreut wird. Je weiter der Wert des Streuungsversatzes sich 1 nähert, um so richtungshaltender wird das Licht. Ein Wert von -1 bedeutet das das gesamte Streulicht nach vorne fällt. Ein Wert von +1 bedeutet das alles Streulicht gerade nach hinten gerichtet ist.

**Brechungsindex (Index of Refraction)** bestimmt, um welchen Betrag Lichtstrahlen beim Übergang von einem Material zum anderen gebeugt werden und wird gebraucht, um Materiale wie Glas, Plastik, Wasser oder Diamant und Ähnliches nachzuahmen. Je höher der Wert, desto stärker wird das Licht gebeugt (abgelenkt, gebrochen). Typische Werte sind für Glas 1,55 und für Wasser 1,33:



Brechungswert 0



Brechungswert 1.33 (Wasser)



Brechungswert 1.5  
(Glas)



Brechungswert 2.42 (Diamant)

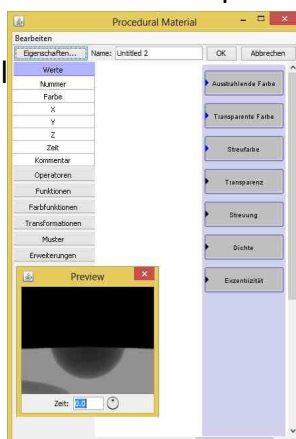
**Schattenwurf (Casts Shadows)** Wenn das Kästchen angehakt ist (= Standard), wird das Material auch einen Schatten werfen, in dem es auftreffendes Licht etwas mindert. Bei nicht angehaktem Kästchen wird kein Schatten erzeugt.

Materialien mit **Subsurface scattering (SSS)**-Eigenschaften (= **Streuschicht-Strahlung**) können nachgeahmt werden, indem man eine transparente Textur mit einem streuenden Material kombiniert und dann mit Photonen-Mapping rendert.

## 9.2. Prozedurales Material

Genau wie prozedurale Texturen, erlauben prozedurale Materialien die Bestimmung verschiedener Materialeigenschaften, wie oben beschrieben, auf Punkt-für-Punkt-Berechnungen fußend. So kann jeder Punkt, den dieses Volumen umfasst, für Material und Farben veränderliche Werte annehmen.

Und so sieht der prozedurale Materialeditor aus:



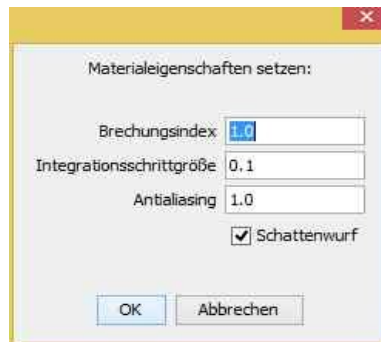
In der Dialogbox sind rechts genau dieselben Eigenschaften gelistet wie im Dialog zu gleichförmigem Material.

Es gibt 2 Aufklappmenüs links oben im Editorfenster:

### Bearbeiten

ermöglicht **Rückgängig (STRG+Z)** machen und **Wiederholen (STRG+⇧+Z)** der letzten Aktion, sowie **Ausschneiden (STRG+X)**, **Kopieren (STRG+C)** und **Einfügen (STRG+V)** der Materialmodule, sowie ihr **Löschen**.

Wählt man **Eigenschaften (STRG+P)**, erscheint folgen-der Dialog:

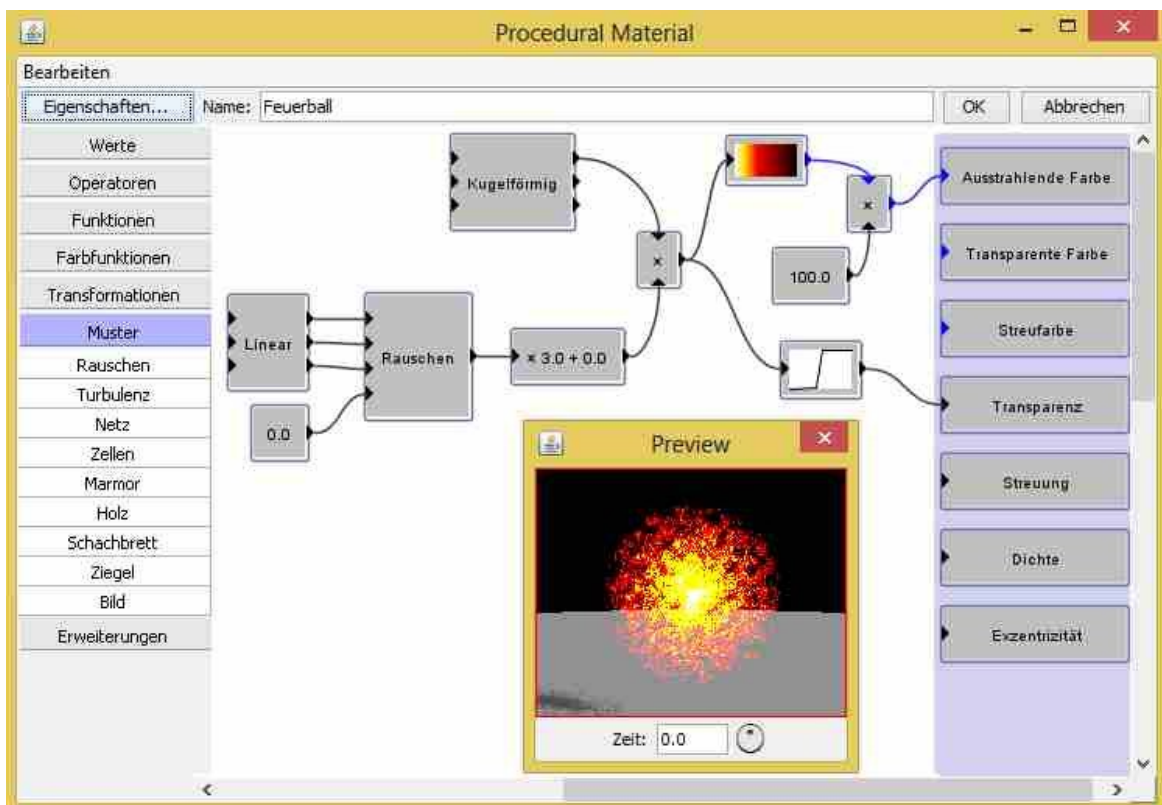


Der **Brechungsindex** ist bereits unter **Einheitliches Material** dargelegt worden.

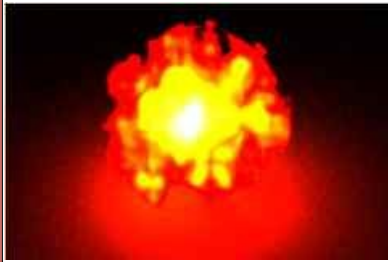
**Integrationsschrittgröße** Dahinter verbirgt sich das mathematische Verfahren für die schrittweise Berechnung der Materialeigenschaften durch das Volumen hindurch. Der Wert der benutzten Schrittweite bestimmt dabei die Genauigkeit der Berechnung. Kleinere Werte bringen genauere Ergebnisse - benötigen aber auch mehr Zeit zur Einbindung. Wenn sehr feine Strukturen im Material vorliegen, muss dieser Wert entsprechend angepasst werden.

**Antialiasing** Wie bei den Texturen steuert dieser Wert die Glättung des Materials. Werte größer als 1 glätten mehr und Werte kleiner 1 weniger. Normalerweise gibt es aber keinen Grund diesen Wert zu ändern. Notwendig kann das dann werden, wenn Fehlan-sichten (Artefakte) auftreten.

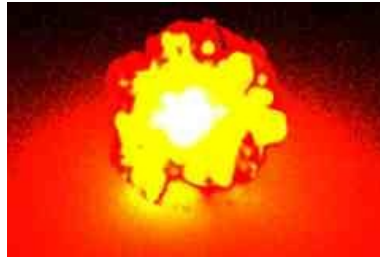
Mit prozeduralen Materialien besteht eine bessere Steuerbarkeit der Farbwerte. Die Farbskalenmodule (im Aufrollmenü links unter **Farbfunktionen**) ermöglichen, z.B. im HSV-Farbmodell, eine Skalierung über 1 hinaus und können so Materiale produzieren die mehr Licht aussenden als uniforme Materiale mit Emission = 1. Das untere Beispiel be-nutzt den Faktor 100 um die Farben noch weiter zu erhellen und produziert so eine feu-erähnliche Material-Farbe.



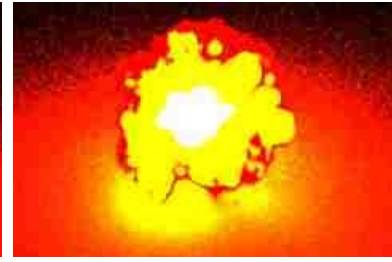
Mit dem Ändern des Skalierungsfaktors können verschiedene Abstrahlweiten erzielt wer-den, wie auf der nächsten Seite gezeigt (gerendert mit [Monte Carlo Global Illumination](#)):



*Faktor = 10*



*Faktor = 50*

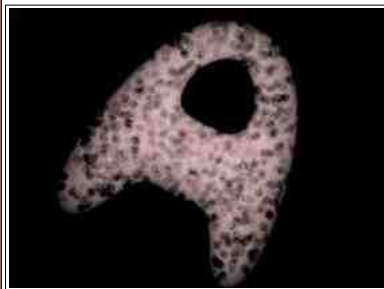


*Faktor = 100*

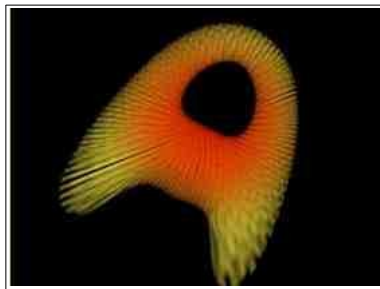
Das gleiche Prinzip gilt für andere Farben, also Streufarbe und Transparenzfarbe, um künstlich den Grad dieser Werte / Effekte anzuheben (z.B. können mit Transparenzen größer 1 einige skurrile Wirkungen erreicht werden).

## Beispiele prozeduraler Materialien

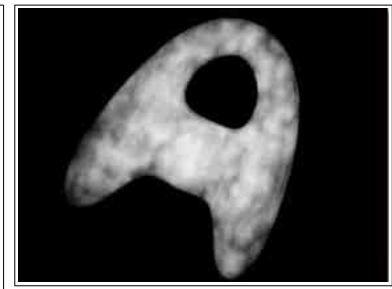
Hier seien drei Beispiele für prozedurale Materialien bereitgestellt, die nur eine kleine Auswahl der verfügbaren Module verwenden. Danach beschreiben wir die Prozeduren mit denen sie geschaffen wurden:



*Schaum*



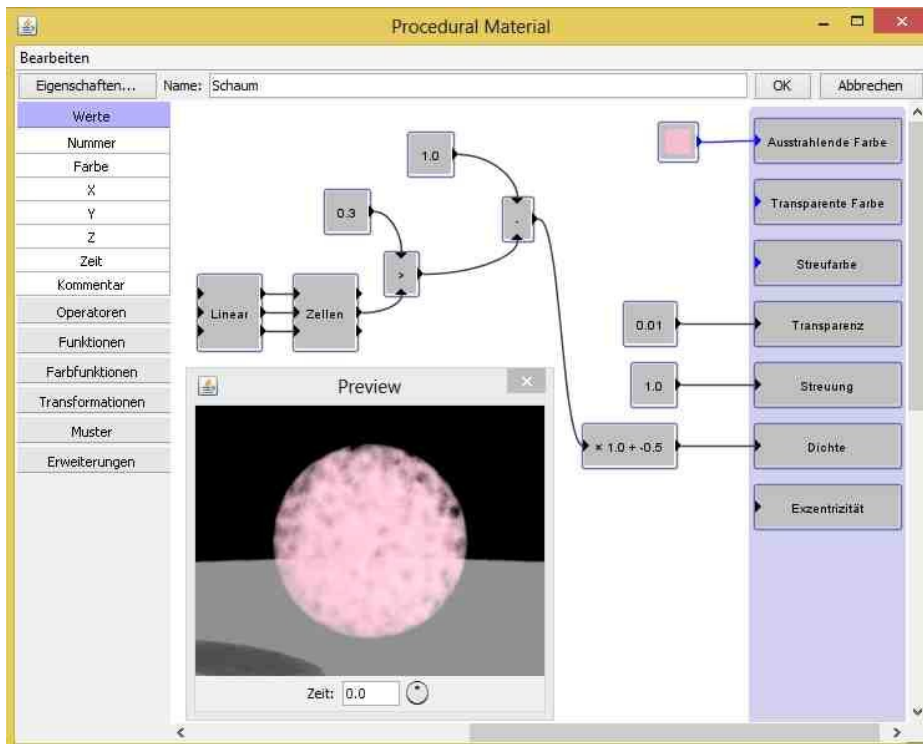
*Borsten*



*Watte*

## Schaum

Dies ist das wandlungsfähige (prozedurale) Material 'Schaum'.



Es ist um das grundlegende Muster **Zellen** herum aufgebaut, das eine zufällige Menge von 'Strukturpunkten' erzeugt. Der 2. (mittlere) Ausgang dieses Moduls betrifft die Entfernung jedes Punktes zum nächsten Strukturpunkt. Der **Größer als** Operator wird benutzt um eine 1 am Ausgang zu erzeugen, falls dieser Wert unter 0,3 läge. Alle anderen bleiben 0; d.h., alle Punkte innerhalb von 0,x bis 0,3 werden zu 1, alles sonst zu 0, was Kugeln mit Radius 0,3 um die Strukturpunkte herum erzeugt. Diese Blasen müssen eine Dichte von "0" haben, also wird die Map umgedreht indem man sie von 1 abzieht.

Dies ist um das grundlegende Muster **Zellen** herum aufgebaut, das eine zufällige Menge von 'Strukturpunkten' erzeugt. Der 2. (mittlere) Ausgang dieses Moduls betrifft die Entfernung jedes Punktes zum nächsten Strukturpunkt. Der **Größer als** Operator wird benutzt um eine 1 am Ausgang zu erzeugen, falls dieser Wert unter 0,3 läge. Alle anderen bleiben 0; d.h., alle Punkte innerhalb von 0,x bis 0,3 werden zu 1, alles sonst zu 0, was Kugeln mit Radius 0,3 um die Strukturpunkte herum erzeugt. Diese Blasen müssen eine Dichte von "0" haben, also wird die Map umgedreht indem man sie von 1 abzieht.



Nun haben wir einen 0-Wert für die Schaumblasen und überall sonst eine 1, und genau das wird in das Dichte-Eigenschaftsfeld auf der rechten Seite eingespeist. Eine leichte Größenänderung/Verschiebung wird auch noch dazugegeben, um ein besseres Aussehen zu erwirken.

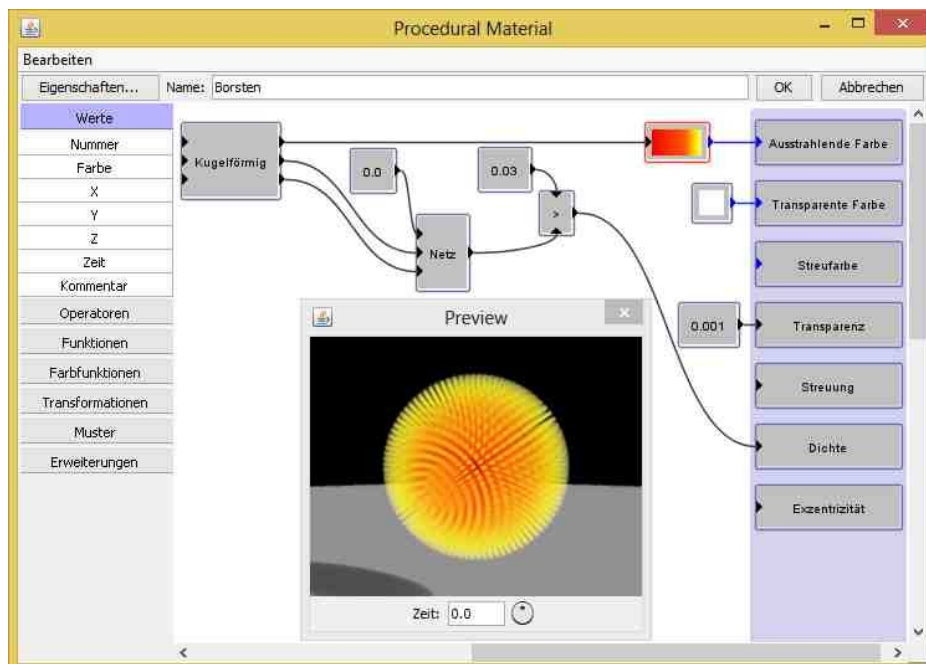
**Streuung** ist auf den Höchstwert 1 gesetzt, so daß alles (auftreffende) Licht gestreut wird.

**Transparenz** ist auf 0,01 gesetzt das macht den "Schaum" beinahe undurchsichtig.

Zuletzt wurde noch ein gleichförmiges Rosa als **Ausstrahlende Farbe** gesetzt - was dem Schaum seine rosa Grundfärbung verleiht.

## Borsten

Dies ist das wandlungsfähige (prozedurale) Material 'Borsten'.



Dieses Material basiert auf dem Muster **Netz**, welches teilweise eine kugelförmige Veränderung erfahren hat. Wie zu sehen, ist die R (Radius)-Ausgabe des **Kugelförmig**-Kastens nicht ins **Netz**-Symbol eingegeben, sondern stattdessen der Wert 0.0, was das Netz-Muster strahlenförmig

nach außen streckt.

Das sich daraus ergebende Netzmuster wird dann mit einem **Größer als**-Operator ausgewertet, um Punkte mit kleinerem Radius als 0,03 herauszufiltern, also dünne Speichen oder Borsten (Der Gitterabstand des Netzes ist demgegenüber 0.1 groß).

Dies wird in das Dichte-Eigenschaftsfeld eingespeist, so daß die Borsten hohe Dichte aufweisen und alles andere (darum herum) Dichte 0 hat (also durchsichtig ist).

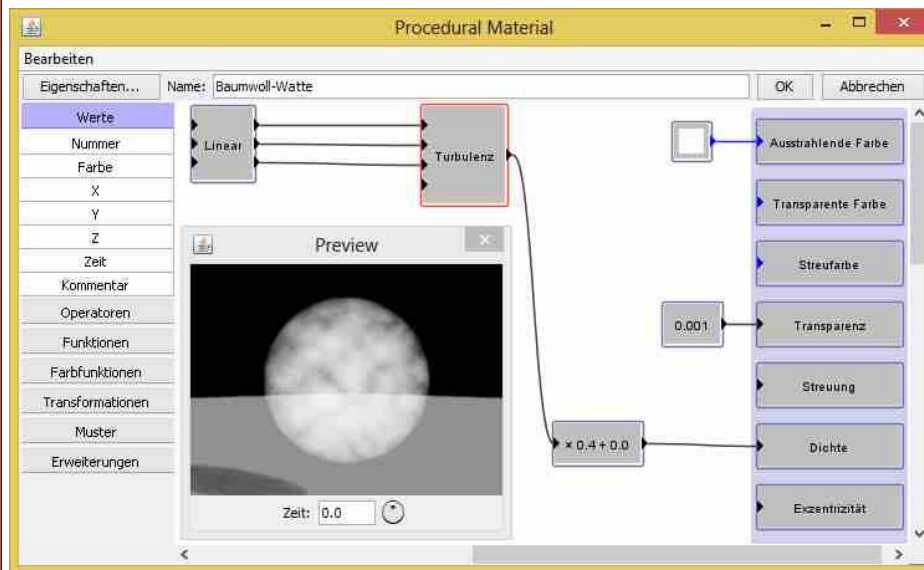
**Transparenz** ist sehr gering (aber nicht 0!), um ein nahezu undurchsichtiges Material zu schaffen.

Schließlich wird die R-Ausgabe der Kugelförmig-Einheit in die **Individuelle** Farbfunktion eines Rot-Gelb Farbverlaufsmusters geleitet, was die Farbe jeder Borste mit der Entfernung zum Mittelpunkt verändert.

Die Integrationsschrittgröße (über **Einstellungen** → **Integrationsschrittgröße**) wurde auf 0,01 reduziert, um ein genaueres Rendern der feinen Borsten (0,03) zu ermöglichen.

## Watte

Dies ist das wandlungsfähige (prozedurale) Material 'Watte'.



Es ist ein recht einfaches Material.

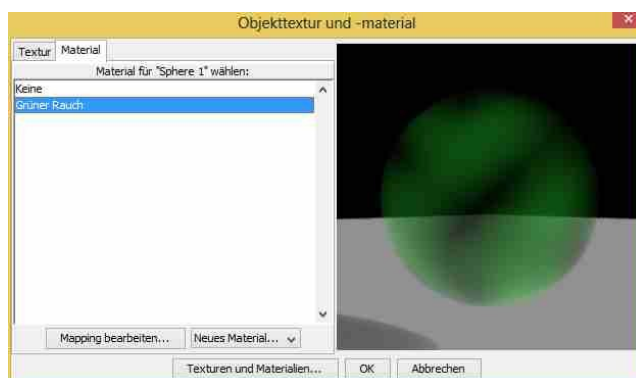
Ein **Turbulenz**-Muster wird benutzt, um eine Wolkenwirkung zu erzeugen. Eine **Lineare** Transformation dient dazu, das Muster zu verkleinern. Das Ergebnis wurde in das **Dichte** Eigenschaftenfeld eingespeist.

**Transparenz** ist auf einen niedrigen Wert (aber nicht 0!) gesetzt; das Material ist also fast undurchsichtig.

**Streuung** wurde auf 0.5 gesetzt, was bedeutet, daß die Hälfte des Lichtes isotropisch gestreut wird (isotropisch, darum, weil der Streuungsversatz, die Exzentrizität, bei 0 verblieben ist).

## 9.3. Material an Objekte zuweisen

Materiale können nur geschlossenen Objekten zugewiesen werden. (*Sollte Ihr Objekt nicht geschlossen sein, können Sie ggf. mit dem TriMeshEditor oder SolidEditor für Abhilfe oder Reparatur sorgen*). Um das Material zuzuweisen, einfach das Objekt anklicken (auswählen) über **Objekt** → **Textur und Material zuweisen (STRG+U)** die folgende Dialogbox aufrufen und den Karteireiter **Material** anwählen:

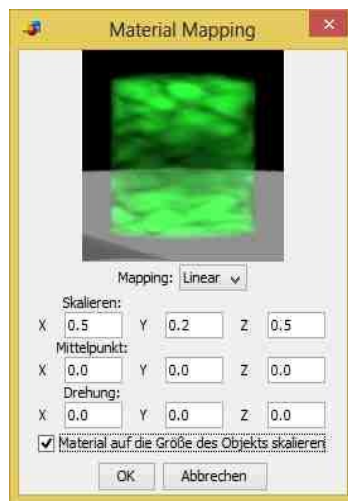


Darin ist eine Liste mit den aktuell verfügbaren Materialien zu sehen. Eines davon anklicken, zeigt rechts dessen Vorschau an. (Die Ausgabe der Vorschau kann öfter etwas langsam gehen, was dann einem aufwändigen Rendervorgang des Materials geschuldet ist.) Klicken und Ziehen im Vorschaufenster ermöglicht die Ansicht zu drehen. Wie beim **Uniform-Texture-Dialog** öffnet ein Rechtsklick auf die

Vorschau ein Menü, in dem sich Vorschauobjekt und Blickwinkel ändern lassen.

Bestehende Materialien können mit einem Klick auf die entsprechende Option links unter der Liste bearbeitet oder neu erstellt werden. Die, linke Schaltfläche **Texturen und Materialien...** ganz unten im Dialog führt zur oben besprochenen Dialogbox des Szenemenüs, von wo aus auch weitere gespeicherte einschlägige Dateien gesucht und importiert werden können.

Um das Material zu mappen, (das bedeutet, es passgenau und wunschgemäß in der Größe zu beeinflussen, zu positionieren und auszurichten,) klickt man einfach die Schaltfläche **Mapping bearbeiten...**. Daraufhin wird folgender Materialanpassungsdialog angezeigt:



Wie bei prozeduralen 3D-Texturen, ist hier nur **Lineares Mapping** möglich.

Geben Sie geeignete Werte in die jeweiligen Felder ein, um Größe, Ausrichtung und/oder Position des Materials am Objekt zu ändern.

Ähnlich Texturen, kann Material auf das vom Netz 'seines' Objektes umschlossene Volumen berechnet werden. Ist **Material auf die Größe des Objektes skalieren** angehakt, wird das Material dem eigentlichen Objektvolumen entsprechend angepasst.

Das Vorschaufenster zeigt hier das gewählte Objekt mit dem gemappten Material. Zur leichteren Überprüfung kann das Objekt im Vorschaufenster per Klick und Ziehen gedreht, sowie das gesamte Dialogfenster vergrößert werden. Alternativ kann auch hier im Vorschaufenster rechts geklickt und dann eine Ansicht ausgesucht werden.

## 10. AoI – Bilder Rendern

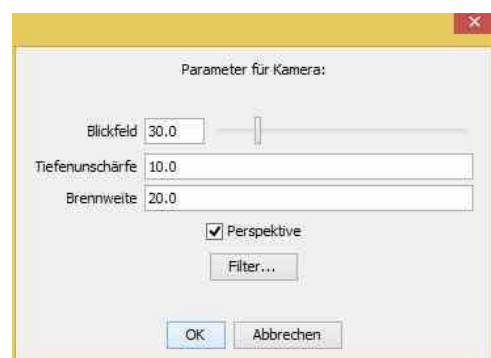
Rendern ist der Vorgang, der aus Szene, 3D-Objekten und Beleuchtung 2D-Bilder, oder auch eine Serie von 2D-Bildern erstellt. Das 2D-Bild, das man durch das Rendern erhält, wird aus den Positions- und Einstellungswerten der zur Szene gehörenden Objekte berechnet. Das Programm, (besser der Programmteil,) das (der) das macht, wird Rendrausstattung genannt, und davon sind zwei in **Art of Illusion** standardmäßig verfügbar: Die Raster- und die Raytracerausstattung. Diese beiden sind in den Kapiteln 10.3. und 10.4. im Einzelnen beschrieben.

### 10.1. Kameras

Kameras sind es, die uns den Blickwinkel geben, von welchem das gerenderte Bild abgenommen wird. Eine Szene kann so viele Kameras haben, wie man will, und die Kamera, deren Sicht genutzt werden soll, kann in den Renderdialogen festgelegt werden.

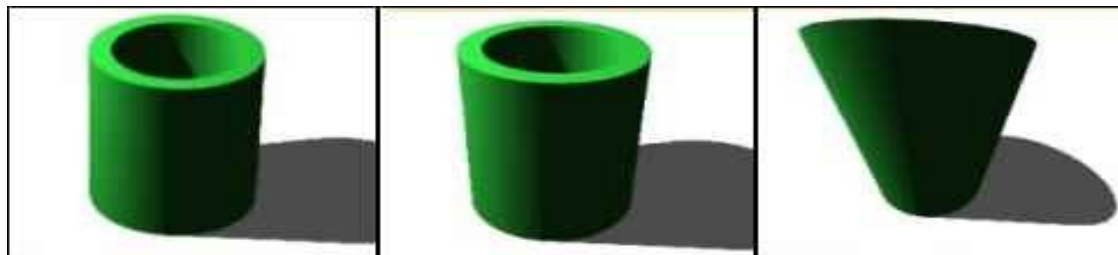
#### 10.1.1. Kamera Optionen

Bevor wir uns die Einzelheiten des Renderns ansehen, sollten wir uns mit den für jede Kamera in der Szene verfügbaren Optionen vertraut machen. Doppelklicken auf eine Kamera in der Objektliste, **Objekt** → **Objekt bearbeiten**, oder rechter Mausklick und Objekt bearbeiten, öffnet einen Dialog, der so aussieht:



Es gibt 3 Parameter, die für jede Kamera gesetzt werden können:

**Blickfeld (Field of View):** Das ist der senkrechte Winkel, den die Kamera 'sehen' kann. Dieser Wert geht von 0° bis zu 180°. Der waagerechte Sicht-Winkel wird vom Seitenverhältnis des Bildes bestimmt. Durch Verstellen dieses Kennwertes können interessante Wirkungen erzielt werden. Die Beispiele unten wurden, durch Änderung des Blickfeld-Wertes und Heranzoomen ans Objekt erreicht:



Blickfeld = 10°

Blickfeld = 30° (Standard)

Blickfeld = 100°

**Tiefe des Schärfebereiches (Depth of Field, in der Box irritierend mit *Tiefenunschärfe* übersetzt):** Das ist der (gleichteilige) Abstand vor und hinter dem Brennpunkt (dem Fokus), der 'im Fokus' (also scharf abgebildet) bleibt. Alles außerhalb dieser Spanne (davor wie dahinter) wird (mehr oder minder) unscharf wiedergegeben. Das wirkt sich im gerenderten Bild nur dann aus, wenn bei der Kamera der Schärfentiefe-Filter verwendet oder im Render-Dialog **Sichtweite** (eigentlich: **Schärfentiefe, Schärfeverteilung**) angehakt wird (derzeit unterstützt diese Möglichkeit nur die Raytracer-Ausstattung).

**Brennweite (Focal Distance):** Das ist die Entfernung in der die Abbildungsschärfe am größten ist. Wie die **Sichtweite** (eigentlich: **Schärfentiefe**) kann sie sich nur auswirken, wenn deren Option im Raytracerdialog mit Häkchen versehen ist.

Das Anhaken der Option **Perspektive** entscheidet, ob das Bild in perspektivischer oder paralleler Darstellung gerendert wird.

Um Kamera Filter soll es im nächsten Abschnitt gehen.

## 10.1.2. Kamera Filter

Kamerafilter sind eine Möglichkeit ein Render-Bild bei der Erstellung zu überarbeiten, d.h. sie sind 2D-Effekte, die auf das vom Renderer erzeugte Bild angewendet werden. Kamerafilter können über die Kamera-Optionen Dialogbox aufgerufen werden. Auf die Schaltfläche **Filter...** klicken öffnet diese Filterdialogbox hier:



Links ist eine Liste, die die verfügbaren Kamerafilter anzeigt. Zur Zeit (Mai 2021) stehen 20 Filter zur Wahl. Zum Anwenden eines Filters markiert man ihn in der Liste und klickt auf **Hinzufügen >>**. Das setzt den ausgewählten Filter in die rechte Liste. Filter dieser rechten Liste werden

der Reihe nach, von oben nach unten, auf das Bild angewendet. Man kann so viele Filter in der Liste haben, wie man möchte und deren Reihenfolge mit den **Hinauf** und **Hinunter** Schaltflächen umschichten. Filter können auch (markiert und) mit **Löschen** aus der rechten Liste wieder entfernt werden.

Werden Filter der rechten Liste markiert, sind ihre Werte im unteren Feld der Dialogbox links zur Anpassung verfügbar. Zum Beispiel sind die Kennwerte des **Glühen** Filters **Radius**, **Intensität** und **Form**.



Rechts in der Dialogbox gibt es eine Vorschau des gerenderten Bildes. Die Rendermaßgaben für diese Vorschau können über **Vorschau konfigurieren** eingestellt werden, da dies einen Dialog mit den meisten der üblichen Optionen zum Rendern öffnet.

Die meisten Filter sind soweit selbsterklärend, und eine Vorschau ist im Dialog verfügbar, sodaß die Effekte fein eingestellt werden können.

Das Beispiel unten zeigt eine Sepia-Tönungswirkung, erreicht mit (Farb-) **Sättigung**-, **Farbton**- und **Helligkeit**-Filtern.



*Ohne Kamera-Filter*



*Mit Sättigung, Farbton und Helligkeit Filtern*

Das nächste Beispiel hier unten zeigt die Benutzung des Outline-Filters (und des Unschärfefilters). Der Outlinefilter zieht Linien um Objektkonturen, die sich in Ihrer Dicke einstellen lassen. Es gibt 4 Werte für diesen Filter: **Dicke (Thickness)** - das ist die Dicke der gezogenen Linie, dann **Change Cutoff** und **Distance Cutoff**, die steuern, wie und wann Linien gezeichnet werden. Die **Farbe (Color)** ist die der gezogenen Linie.



*Keine Filter*



*Mit Outline- und Unschärfe-Filtern*

Der **Exposure correction** (= Bildkorrektur) Filter ist nützlich bei Global Illuminationszenen. Er wendet eine Gamma Korrektur beim gerenderten Bild an, was dunkle Bereiche deutlich verbessern kann, wie hier unten gezeigt: *(Für hochauflösende Bilder gibt es auch den **HDR Exposure Correction** Filter.)*



*Exposure correction -2.0*



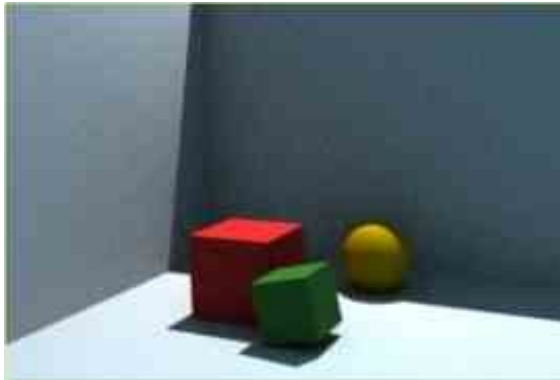
*Exposure correction 0.0*



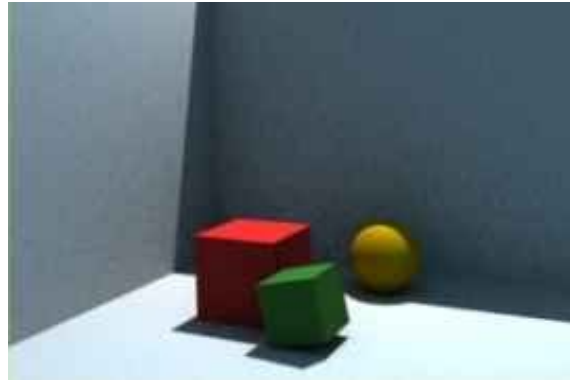
*Exposure correction +2.0*

Der Rauschreduktionsfilter wird eingesetzt, um das Rauschen in Teilen des Bildes zu verwischen. Der Filter wendet 'intelligente' Glättung auf die Bildbereiche an, die das brau-

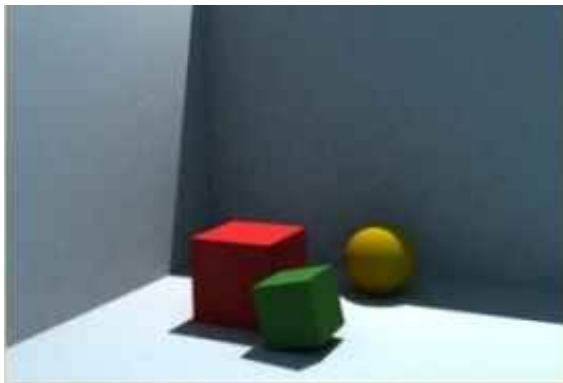
chen, während er gewünschte Bildeigenschaften beibehält. **Rauschreduktion** steuert, wie viel Unschärfe angewendet wird. Je größer die Zahl, desto stärker die Glättung. Ein Beispiel ist unten gegeben. All diese Bilder wurden mit Minimum 4 Strahlen, Maximum 32 Strahlen gerendert und verschiedene Filterungsstufen darauf angewendet. Wie man erkennt, kann dieser Filter wirksam feines Rauschen unter Beibehaltung der Schlüsselemente der Szene ausglätten. Zu viel Filterung jedoch beginnt die erwünschten Eigenschaften zu betreffen.



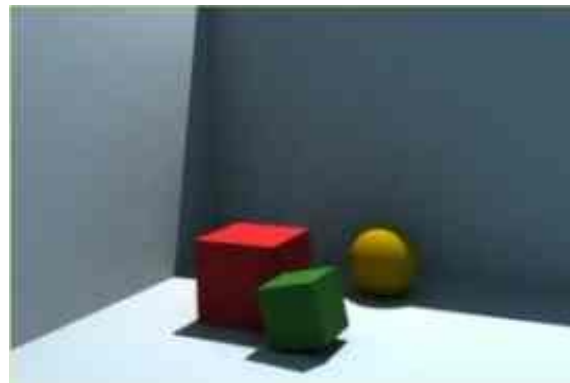
*Ungefiltert*



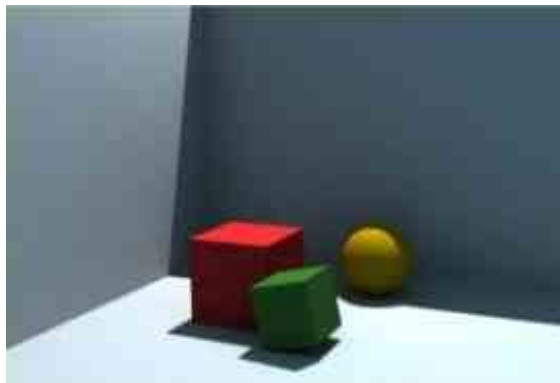
*Rauschreduktion 1 Wiederholung*



*Rauschreduktion 5 Wiederholungen*



*Rauschreduktion 10 Wiederholungen*



*Rauschreduktion 20 Wiederholungen*



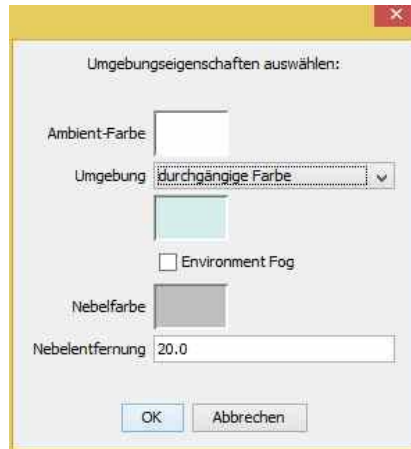
*Rauschreduktion 50 Wiederholungen*

Der Schärfentiefefilter (derzeit mit 'Tiefenunschärfe' bezeichnet) läßt Teile des Bildes unscharf werden, abhängig davon, wie weit sie von der Kamera entfernt sind. Eine Möglichkeit die Schärfentiefe-Wirkung zu erzeugen, in der die Kamera auf eine feste Entfernung 'scharf gestellt' / 'focussiert' ist, während nähere oder entferntere Objekte 'verschwommen' und unscharf sind. (Diese Wirkung kann auch mit der Raytracer-Option Schärfentiefe (derzeit mit 'Tiefenunschärfe' bezeichnet) erreicht werden. Der Raytracer erzeugt eine physikalisch zutreffendere Schärfentiefe-Wirkung, ist aber wesentlich langsamer als dieser Filter.)

Die Kennwerte für jeden Filter können auch animiert werden. Weitere Einzelheiten hierzu sind im Kapitel Animation nachzulesen.

## 10.2. Umgebungseinstellungen

Verschiedene Umgebungseinstellungen können über **Szene** → **Umgebung** getroffen werden. Dieser Klick öffnet dazu folgende Dialogbox:



**Ambient-Farbe** bestimmt die Farbe und die Intensität des Umgebungslichtes, das aus keiner bestimmten Quelle kommt, sondern aus allen Richtungen gleichmäßig.

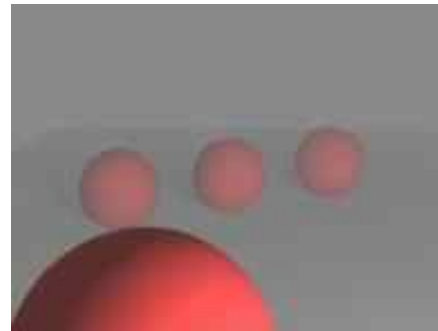
**Umgebung** bestimmt den Hintergrund, der eine Farbe oder eine Textur sein kann. Um eine Farbe zu setzen, wählt man **durchgängige Farbe** aus dem Ausklappenmenü und klickt das darunter liegende Farbfeld an, um die Farbe zu bestimmen. Um eine Textur zu setzen, wählt man **Textur - Diffus (unscharf)** oder **Textur - Emissiv (ausstrahlend)** aus dem Menü. Klicken Sie auf **Auswählen:**, um eine Textur auszusuchen (oder

neu zu erstellen). Die gewählte Textur wird einem Kugelobjekt mit Radius 1 zugewiesen, und die Farbe (entweder die diffuse oder die reflektierende der Textur) an jedem Punkt der Kugel legt das Licht, das aus dieser Richtung kommt, fest. Das wird beim Rendern der Bilder als Hintergrund betrachtet, somit von den glänzenden Objekten der Szene spiegelnd und (wenn Globale Ausleuchtung (GI) eingerichtet ist) von allen übrigen Objekten diffus reflektiert.

**Environment Fog (Umgebungsnebel)** erstellt eine gleichmäßige Nebelwirkung. Die **Nebelfarbe** bestimmt dabei den Farbton des Nebels nach Nutzung des üblichen Farbwählers. Die Lichtmenge die bis zur Kamera von einem Punkt mit Abstand  $r$  zur Kamera durchdringt, ist gegeben von

$$e^{-r/d}$$

wobei  $d$  die **Nebelentfernung** ist. Objekte, die dichter an der Kamera als  $d$  sind, werden vom Nebel verhältnismäßig unverschleiert bleiben. Die besten Effekte erzielt man, wenn die Nebelfarbe der Umgebungsfarbe (= Ambient-Farbe) gleicht.



## 10.3. Raster Renderer

Einziger Vorzug der Raster-Ausstattung gegenüber der Raytracer-Ausstattung ist ihre Geschwindigkeit, doch sollte man bedenken, das die Raster-Ausstattung weder Schatten noch Reflektionen wiedergeben kann.

Ein Raster Renderer arbeitet, indem er Dreiecke auf den Bildschirm malt. Jedes Objekt wird in dreieckige Einheiten unterteilt, eine Umwandlung wird ausgeführt, um die Position jedes Dreiecks im Bild genau zu berechnen, dann wird seine Fläche gefüllt. Die Farbe eines Punktes in diesem Dreieck wird von der Textur an diesem Punkt und dem Licht, das an ihm die Oberfläche trifft, bestimmt. Es gibt 2 Standard-Rechenvorschriften, die von **Art of Illusion** zur Berechnung davon bereitgestellt werden: Gouraud-Abtönung (= Gouraud Shading) und Phong-Abtönung (= Phong Shading).

Gouraud Shading berechnet das Licht, das jeden Eckpunkt des Dreiecks erreicht und mittelt/interpoliert diese Werte, um einen Schätzwert des Lichtes für jeden Pixel zu finden. Phong Shading interpoliert zur Schätzung die Oberflächennormale jedes Punktes und

nutzt das, um das gesamte Licht, das an diesem Punkt die Oberfläche trifft, ausfindig zu machen. Gouraud Shading arbeitet schneller, jedoch weniger genau und besonders schwach bei glänzenden Oberflächen.

Die Rasterausstattung kann - wie bereits erwähnt - keine Schatten und Reflektionen rendern - man wird zu diesen Belangen also auf den Raytracer zurückgreifen müssen.

Um eine Szene mit der Raster-Ausstattung zu rendern, klickt man **Szene** → **Szene rendern** und wählt den **Raster**-Renderer im Ausklapp-Menü oben rechts in der erscheinenden Dialogbox:



**Breite** und **Höhe** legen die Maße (in Pixel) des 2D-Bildes fest, das erstellt wird.

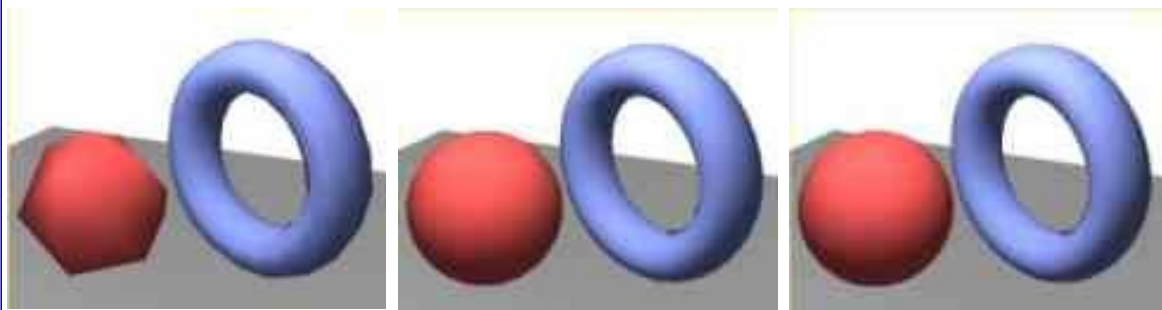
Die gewählte **Kamera** legt fest, welche Ansicht gerendert wird. Diese Ansicht kann als Vorschau ausgegeben werden, indem man die entsprechende Kamera im Ausklappenmenü eines Ansichtsfensters markiert.

Man kann wählen, ob nur ein **Single Image** (= Einzelnes Bild) oder ein **Movie** (= Film) gerendert werden soll. Die

**Movie**-Option erzeugt eigentlich eine Reihe von aufsteigend durchnummerierten Einzelbildern, die in vielen Grafik-(Video)paketen zu einem Videofilm zusammengesetzt werden können. Lesen Sie unter Animation weitere Einzelheiten zum Rendern eines Films.

Die nächste Feldergruppe des Dialogs, also **Startzeit**, **Endzeit**, **Bilder/Sek** und **Bilder/Frame (Mehrfachbelichtung)** ist ganz der Animation gewidmet (Ausnahme: ein "mehrfachbelichtetes" Einzelbild). Lies in dem entsprechenden Kapitel weitere Einzelheiten hierzu.

**Oberflächengenauigkeit** bestimmt mit welcher Genauigkeit die Geometrie der Szene gerendert wird. Je geringer der Wert, desto besser die Genauigkeit. Der Wert stellt eigentlich den Spielraum dar, innerhalb dessen die Dreiecke, die die Oberfläche wiedergeben, sich zur tatsächlichen Oberfläche befinden. Bedenken Sie daher, daß dieses Mehr an Genauigkeit zusätzliche Renderzeiten bedeutet. Hier sind einige Beispiele, die die Oberflächengenauigkeit mit verschiedenen Werten durchspielen: Es sollte nie notwendig werden, die Oberflächengenauigkeit unter 0.005 zu setzen.



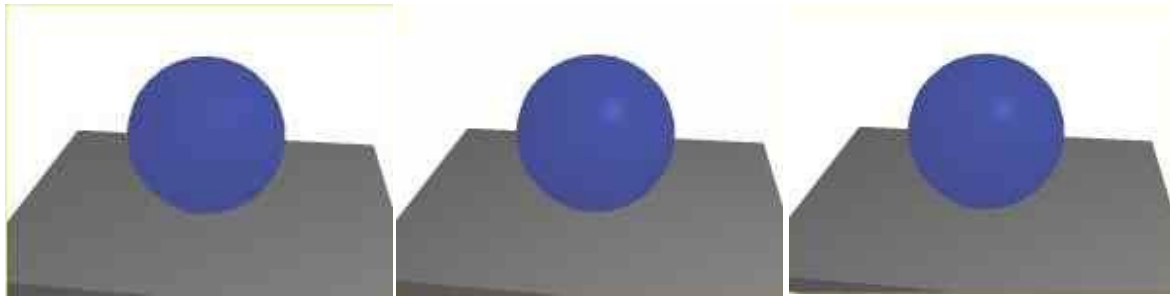
*Oberflächengenauigkeit 0.1*

*Oberflächengenauigkeit 0.02*

*Oberflächengenauigkeit 0.005*

**Schattierungsmethode** ist entweder Gouraud, Phong oder Hybrid. Die beiden ersten sind oben bereits erläutert worden. Die Hybrid Option benutzt eine Kombination beider; Gouraud für die diffusen Reflektionen und Phong für die spiegelnden Glanzlichter. Das bringt Ergebnisse, die ein Zwischending beider Methoden in Geschwindigkeit und Qualität bieten. Ein einfaches Beispiel ist auf der nächsten Seite oben zu sehen:



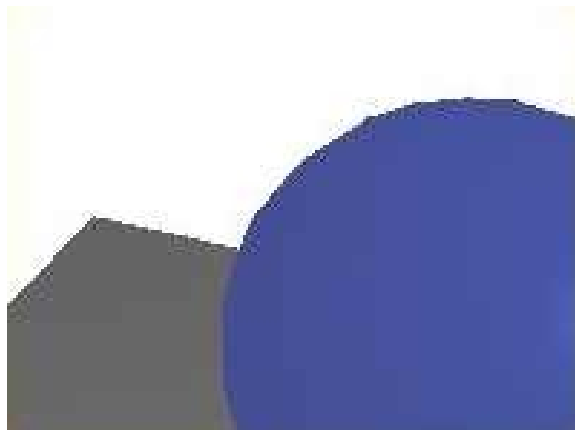


*Gouraud*

*Phong*

*Hybrid*

**Überformende Abtastung (Supersampling)** ist eine Methode, die glatter wirkende Bilder erzeugt, indem sie die gesamte Geometrie ('Alles') oder die 'Kanten', die zu Stufenbildung neigen, einer überformenden Abtastung unterzieht. Der Bereich dieser Zusatzabtastung kann entweder 2x2 Pixel oder 3x3 Pixel groß sein.



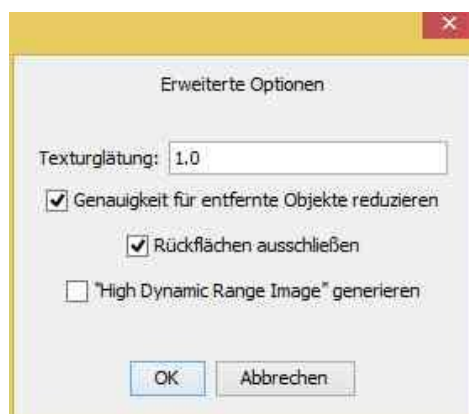
*Ohne Supersampling Abtastung*



*Mit Supersampling Abtastung 'Kanten' 2 x 2*

**Transparenter Hintergrund (Transparent Background)** Diese Option erstellt einen durchsichtigen Hintergrund, d.h. sie fügt dem Bild einen Alphakanal an (wenn es im TIFF Format gespeichert wird). Ein 2D-Bildbearbeitungs- oder Videoprogramm sollte dann dazu gebracht werden können, diese Informationen (als Alphakanal oder Maske) zu nutzen.

Es gibt zudem **erweiterte** Einstellungen. Ein Klick auf diese [Erweitert...](#) Schaltfläche öffnet dazu folgende Dialogbox:



**Texturglättung** belegt alle Texturen der Szene mit Antialiasing, um Einzelheiten, die (im Endbild) kleiner als ein Pixel sind, zu entfernen. Damit werden Probleme vermieden, die durch zu geringe oder überzogene Glättung in Renderer oder Textur auftauchen können. Ein Wert von 1 ist der Standardwert der Glättung. Werte grösser als 1 glätten mehr, Werte kleiner als 1 weniger.

#### **Genauigkeit für entfernte Objekte reduzieren**

Ist diese Option angehakt, haben entferntere Objekte eine geringere Oberflächengenauigkeit, als die (kamera)nahen. Das gewährt bestmögliche

Programmleistungen bei kaum wahrnehmbaren Unterschieden der Ausgabequalität.

**Rückflächen ausschließen** Die Dreiecke, die von der Ausstattung Raster 'gemalt' werden, haben eine Vorder- und eine Rückseite. Normalerweise sind die Rückseiten nicht zu sehen, und das Rendern lässt sich beschleunigen, wenn sie nicht errechnet werden müssen. In manchen Fällen jedoch, etwa (durchscheinende Objekte, oder) innerhalb geschlossener Objekte sind diese Rückseiten sichtbar, und das Häkchen vor dieser Option

sollte dann entfernt werden.

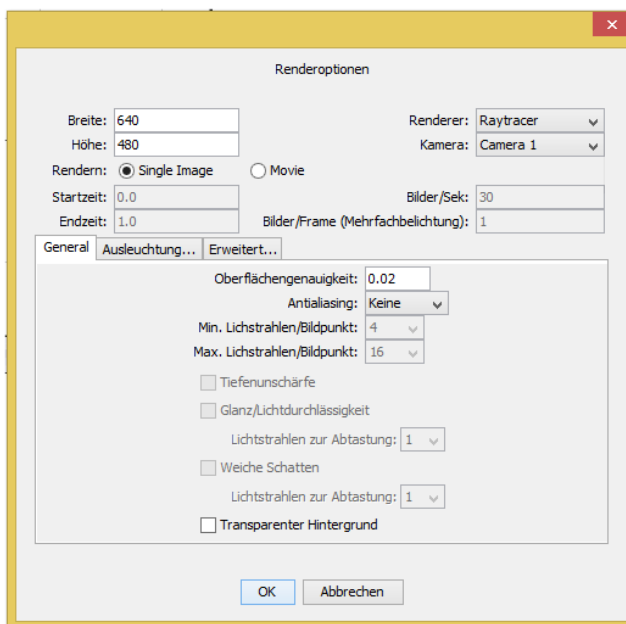
**'High Dynamic Range' Image generieren** Ist diese Option ausgeschaltet (= *nicht* angehakt), wird das Bild im RGB-Farbprofil mit Rot-, Grün- und Blauwerten im jeweiligen Bereich zwischen 0 und 255 ausgegeben. Das begrenzt die Spanne der in einem Bild verfügbaren Farbsättigungen. Das Anhaken/Einschalten dieser Option erzeugt hingegen im gerenderten Bild Pixeldaten mit Gleitkommagenauigkeit, was tatsächlich eine unbegrenzte Spanne für Farben/Sättigungen zuläßt. Das ist natürlich nur des Ausführens wert, wenn das zur Speicherung des/der gerenderten Bildes/Bilder genutzte Format Gleitkomma (und damit die Fülle an) Farben unterstützt, das bedeutet \*.hdr.

## 10.4. Raytracer Renderer

Ein Raytracer "schießt Strahlen" vom Betrachterstandpunkt in die Szene. 'Er' entscheidet welche Farbe einen Bildpunkt/Pixel bildet, indem er eine gerade Linie vom Kamerastandpunkt durch den Punkt der Abbildungsebene, der jenem Pixel entspricht, verfolgt und prüft, ob sie auf irgendein Objekt trifft. Ist das der Fall, wird der getroffene Punkt untersucht. Der Raytracer geht Strahlen zu jeder Beleuchtungsquelle nach, um zu sehen ob auf dem Weg etwas ist. Ist das Objekt transparent, nutzt er den (eingestellten) Brechungsindex zur Bestimmung der "vermittelten Strahlenrichtung" und folgt dann einem Strahl in jener Richtung. Ist ein Objekt glänzend, stellt er die "Ausrichtung des zurückgeworfenen Strahls" fest und verfolgt schon einen anderen Strahl in entsprechender Richtung. Und trifft dieser Strahl seinerseits ein Objekt wird er gleich wieder weiteren Strahlen folgen.

Um eine Szene mit der Ausstattung **Raytracer** zu rendern, wählt man **Szene** → **Szene rendern** und wählt **Raytracer** aus dem Aufklappenmenü rechts oben in der geöffneten Dialogbox:

### Grundlegende Render-Optionen



Die **Breite** und **Höhe** bestimmen die Größe (in Pixel) des 2D Bildes, das erstellt wird.

Die gewählte **Kamera** legt fest welcher Blickwinkel gerendert wird. Diese Ansicht kann nach Markieren der entsprechenden Kamera im Aufklappenmenü eines Ansichtenfensters als Vorschau betrachtet werden.

Man kann wählen, ob nur ein **Single Image** (= Einzelnes Bild) oder ein **Movie** (= Film) gerendert wird. Die **Movie**-Option erzeugt entweder eine Reihe von aufsteigend durchnummerierten Einzelbildern, (die in vielen Grafik-(Video)paketen zu einem Videofilm zusammengesetzt werden

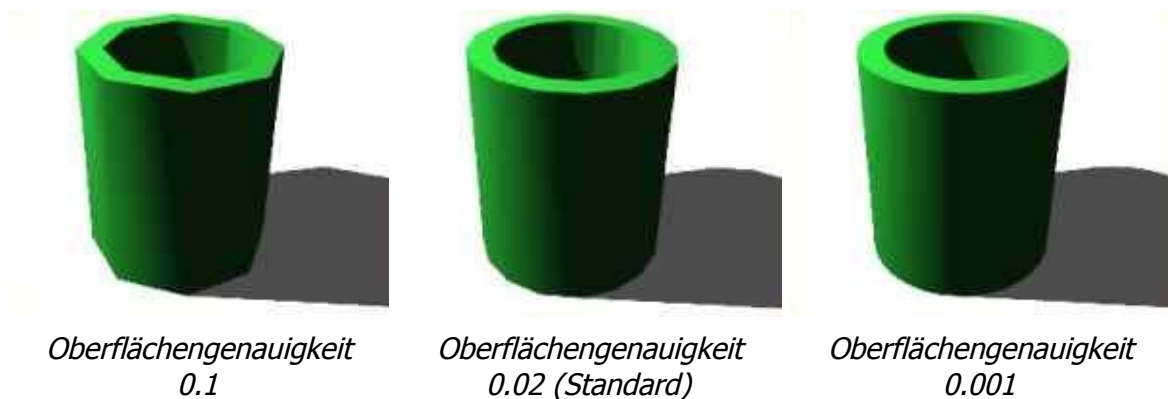
können), oder ein Quicktime-Video. (Zur leichteren Nachbearbeitung werden allgemein Einzelbilder empfohlen.) Lies unter [Animation](#) weitere Einzelheiten zum Rendern eines Films.

Die nächste Feldergruppe des Dialogs, also **Startzeit**, **Endzeit**, **Bilder/Sek** und **Bilder / Frame (Mehrfachbelichtung)** ist ganz der Animation gewidmet (Ausnahme: ein

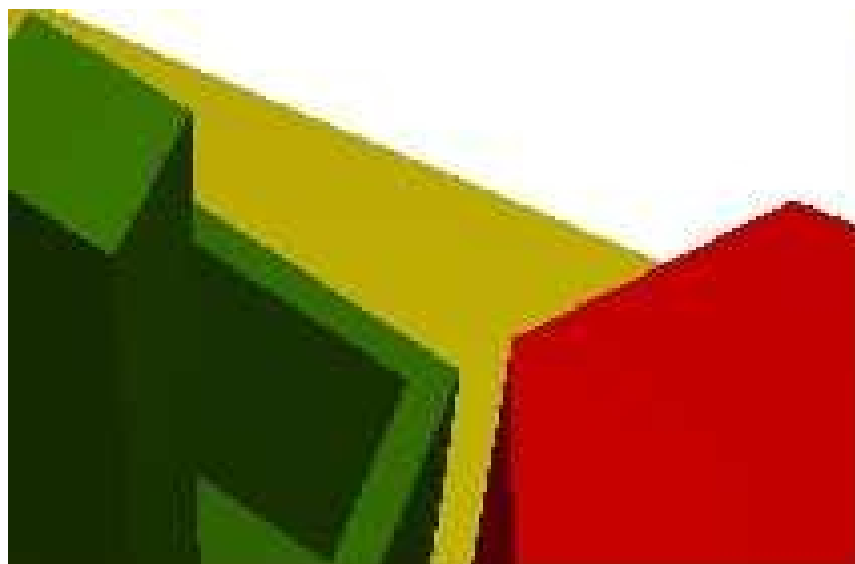
"mehrfach belichtetes" Einzelbild). Lies in dem entsprechenden Kapitel weitere Einzelheiten hierzu.

**Oberflächengenauigkeit** bestimmt mit welcher Genauigkeit/3D-Auflösung die Geometrie einer Szene gerendert wird. Je niedriger der Wert, desto genauer.

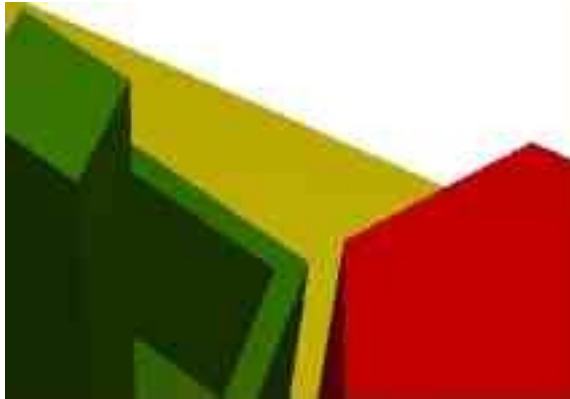
Bedacht werden sollte, dass ein Mehr an Genauigkeit zusätzliche Renderzeit erfordert. (Es sollte nie nötig werden die Oberflächengenauigkeit unter 0.001 zu setzen.) Hier folgen drei Beispiele, die die Wirkung einer Änderung der Oberflächengenauigkeit zeigen:



**Antialiasing** Aliasing heißt die Auswirkung, die schräge oder gebogene Kanten stufig aussehen und dünne Linien brechen lässt. Sie ist im Grunde zu spärlicher Strahlenabtastung jedes Pixels geschuldet. Antialiasing ist ein Verfahren, diese Mängel auszugleichen, das hauptsächlich auf zusätzlicher Abtastung beruht und das auf jene Bereiche angewendet wird, die besonders zum Stufen neigen. **Art of Illusion** ermöglicht 2 Grade von Antialiasing: Medium und Maximum. Maximum Antialiasing bringt normalerweise bessere Ergebnisse als Medium, darum erhält es meist den Vorzug. In seltenen Fällen könnte es sehr feine Einzelheiten zu unscharf aussehen lassen, dann kann man auf Medium ausweichen. Man kann auch die Zahl der zum Antialiasing verwendeten Strahlen ändern. **AoI** nutzt anpassungsfähige Abtastverfahren, die die Zahl der Strahlen in den Bereichen erhöhen, die das erfordern. Die geringste und größte Zahl der (zusätzlich benutzten) Strahlen kann zwischen 4 und 1024 festgelegt werden. Die Zahl der **Minimalen Lichtstrahlen/Bildpunkt** und der **Maximalen Lichtstrahlen/Bildpunkt** weiter unten in der Dialogbox zu erhöhen, wird das Ergebnis verbessern, verlängert aber, was bedenkenswert bleibt, natürlich auch die zum Rendern benötigte Zeit. Der Antialiasing-Wert und damit die benötigte Strahlenzahl, die einzustellen ist, hängt sehr vom Bild (und den verwendeten Besonderheiten) ab. Das untere Beispiel zeigt 2 Grade von Antialiasing, jeden mit anderen Min./Max. Strahlen Vorgaben:



Kein Antialiasing



*Medium Antialiasing Min 4 Max 4*



*Medium Antialiasing Min 4 Max 16*



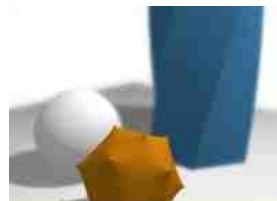
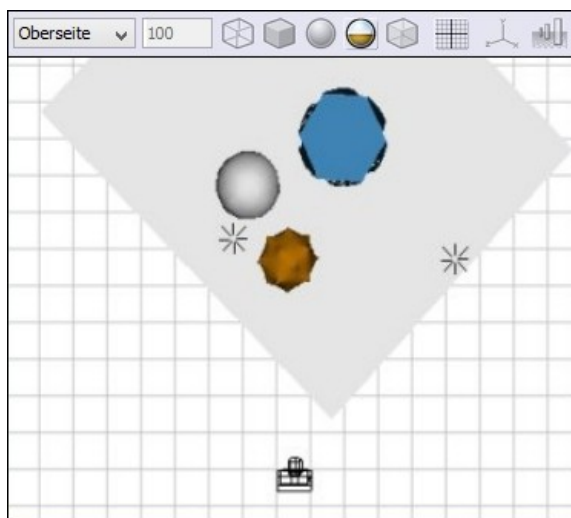
*Maximum Antialiasing Min 4 Max 4*



*Maximum Antialiasing Min 4 Max 16*

In den meisten Ausgangslagen sollten Min. 4, Max. 16 Strahlen hinreichend Antialiasing schaffen. Weitere Strahlen sind aber für Wirkungen wie weiche Schatten, Schärfentiefe oder Glanz / Lichtdurchlässigkeit je nach Verwendung durchaus notwendig. Das Minimum kann üblicherweise wesentlich niedriger gesetzt werden als das Maximum.

**Schärfentiefe** (derzeit mit '**Tiefenunschärfe**' bezeichnet) Diese Option anzuhaken, bringt die Brennweite und die Schärfentiefe der Kamera Optionen zu wirklich fotorealistisch gestalteten Wirkungen ins Spiel. Nur Geometrie im Bereich von Brennweite +/- (je halber) Schärfentiefe wird scharf dargestellt. Je weiter ein Objekt von diesem Bereich entfernt ist, desto unschärfer/verschwommener wird es. Die Brennweite und Schärfentiefe jeder Kamera wird von deren Kamera Optionen gesteuert. Das untere Beispiel zeigt einige Bilder mit unterschiedlichen Kamera-Werten:



*Brennweite 3  
Schärfentiefe 0.5*



*Brennweite 3.7  
Schärfentiefe 0.4*



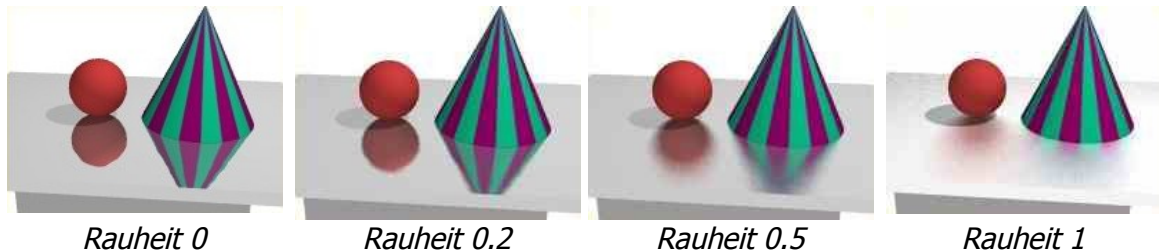
*Brennweite 4  
Schärfentiefe 0.4*



*Brennweite 8  
Schärfentiefe 2*

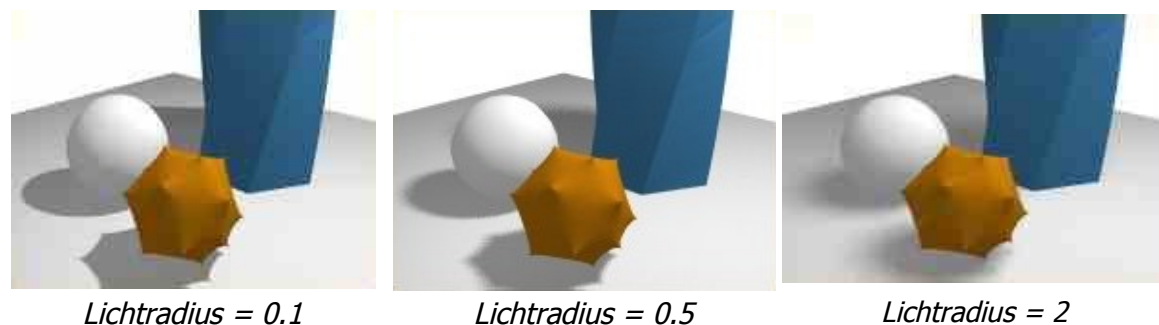


**Glanz/Lichtdurchlässigkeit** Glanz ist hier ein Begriff für die verschwommenen Reflexionen die durch die Rauheit einer Objektoberfläche bzw. ihrer Textur bedingt sind. Lichtdurchlässigkeit ist die Veränderung des von einem durchscheinenden Objekt übermittelten Lichts, abhängig von der **Wolkigkeit** (Dunstigkeit) der Textur bzw. des Materials. Unter [Gleichförmige Texturen](#) bzw. [Gleichförmige Materialien](#) finden Sie weitere Einzelheiten. Die folgenden 4 Bilder geben Beispiele für **Glanz (Gloss)** auf einer leicht aufgerauten metallischen Oberfläche. Beachtenswert wäre, das von den Min Lichtstrahlen/Bildpunkt und den Max Lichtstrahlen/ Bildpunkt bei größerer **Rauigkeit** (auch) mehr benötigt werden, um ein gefälliges Ergebnis zu erhalten:



**Weiche Schatten** Diese Option anzuhaken, ermöglicht, wirklichkeitsgetreuere Schatten mit weichen Randübergängen zu erzeugen. Derartige Schatten entstehen durch ein begrenztes Ausmaß der Lichtquelle, die für gewöhnlich als punktförmig angenommen wird. Eine Änderung der Lichtquellengröße (Radius bei Punkt- und Spotlichtern, Winkelradius bei gerichtetem Licht) macht die Schattenverläufe weicher, wie man unten erkennt.

Beachtenswert ist (wiederum), dass die Min. Lichtstrahlen/Bildpunkt und Max. Lichtstrahlen/Bildpunkt mit wachsendem Lichtradius (gleichfalls) mehr werden müssen, um ein gefälliges Ergebnis zu erwirken:



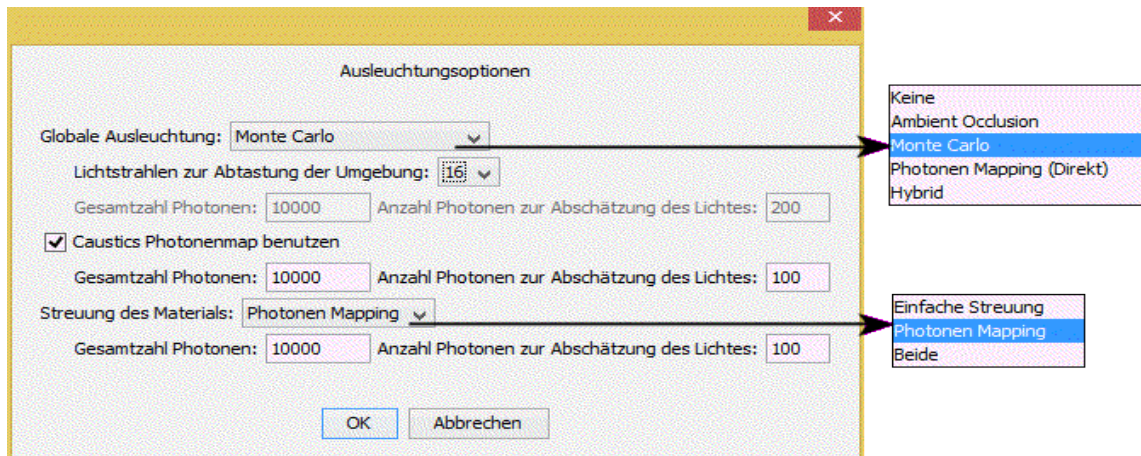
Sowohl für Glanz/Lichtdurchlässigkeit als auch für weichen Schatten, bestehen zwei Möglichkeiten, über die die Zahl der zur Abtastung der Wirkung benutzten Strahlen erhöht werden kann. Als Erstes kann man die Zahl der 'ursprünglichen Strahlen' die durch jeden Bildpunkt/Pixel geschickt werden, durch Heraufsetzen der Eingabe bei Max Lichtstrahlen/ Bildpunkt erhöhen. Als Zweites, kann man dem Raytracer durch Anpassung der Eingabe bei **Lichtstrahlen zur Abtastung** auftragen, mehrfache Strahlen lediglich bei der Abtastung der interessierenden Wirkung zu verwenden. Die zweite Möglichkeit dürfte schneller sein, da sie lediglich für die eine Wirkung zusätzliche Strahlen erzeugt. Andererseits ist sie nicht anpassbar (wie es die ursprünglichen Strahlen sind), so dass diese zusätzlichen Strahlen immer erzeugt werden, selbst wenn sie nicht gebraucht werden (wie beim Rendern weicher Schatten in einem Bildteil, der weit entfernt von irgendwelchen Schatten werfenden Objekten ist). Das bedeutet, daß diese Möglichkeit genauso gut langsamer sein kann. Man muß mit diesen Einstellungen herumprobieren, um zu sehen, welche Zusammenstellung das schnellste Rendern einer bestimmten Szene ergibt.

**Transparenter Hintergrund** Angehakt, wird ein Bild erzeugt dessen Hintergrund durchsichtig ist, d.h. es fügt dem Bild einen Alphakanal bei (wenn in \*.tif oder \*.png Format gespeichert). Ein 2D Grafikprogramm sollte dann mit Nutzung des Alphakanals eine Auswahl gestatten.

## 10.5. (Globale) Ausleuchtung, Brechungsreflexe & Streuschichtstrahlung (SSS)

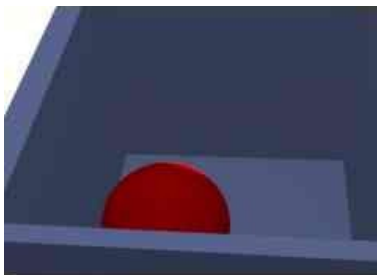
Die Raytracer-Dialogbox erlaubt auch noch weitere Wirkungen, die über die folgenden 2 Reiterkarten zugänglich werden: **Ausleuchtung...** und **Erweitert...**.

Die Schaltfläche **Ausleuchtung...** öffnet folgende (weitere) Karteikarte, die gestattet, Umgebungslicht (Globale Ausleuchtung), Lichtbündelungsreflexe (caustics) und Streuschichtstrahlung (Subsurface Scattering / SSS) einzurichten:

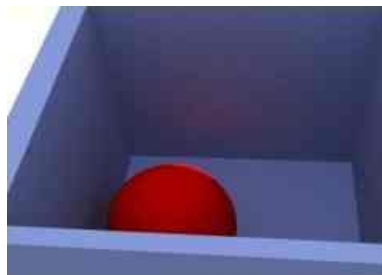


### Umgebungslicht/Globale Ausleuchtung (GI)

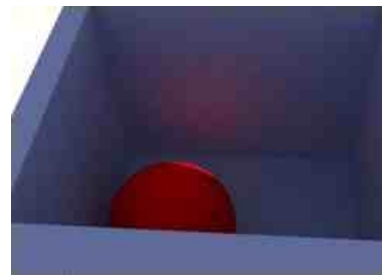
**Umgebungslicht/Globale Ausleuchtung (= Global Illumination)** (GI) ist eine Methode, um von Oberflächen zurückstreuendes Licht nachzuahmen. In der Praxis bedeutet dies, das Oberflächen, die in enger Nachbarschaft liegen, einander Licht "zuschubsen" (können, das sie selbst erhalten). Im unteren Beispiel strahlt ein Spotlicht unmittelbar auf die rote Kugel in der Kiste. Links ist die Szene ohne GI und mit einem Punktlicht über den Objekten gerendert; kein rotes Licht wird von der Kugel auf die Kistenwand übertragen, wie es in Wirklichkeit zu erwarten wäre. In der Mitte, mit angeschaltetem GI, gibt es einen roten Hauch auf der Kistenwand, der von dem zurückgestreuten Licht der Kugel stammt. Die Menge des gestreuten Lichtes hängt von den Einstellungen des Umgebungslichtes (Ambient Color Optionen) und der diffusen Farbe des Objektes, von dem Licht zurückstreut, ab.



*Kein Umgebungslicht, Spot auf Kugel  
Punktlichtquelle oberhalb*



*Umgebungslicht (GI), Spot auf Kugel  
Punktlichtquelle oberhalb*



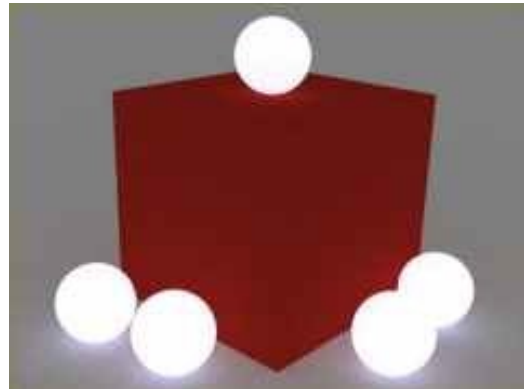
*Umgebungslicht (GI), Spot auf Kugel  
Keine Lichtquelle oberhalb*

Wenn GI benutzt wird ist es auch möglich den Umgebungshintergrund als Lichtquelle zu nutzen, wie rechts oben gezeigt.

Diese Technik ist sehr wirkungsvoll wenn man das Licht eines bewölkten Tages darstellen möchte (wie im Beispiel unten) oder eine Innenraumszene mit großen Oberlichtquellen.



Zudem wird mit eingeschaltetem GI auch von emissiven Texturen wirklich Licht abgegeben. Das emittierte Licht kann mit der Funktion "**Gewichten**" (**Scale**) verstärkt werden. Lesen Sie weitere Einzelheiten [hier](#).



Globale Ausleuchtung kann einige naturgetreue und eindrucksvolle Wirkungen erzielen, wenn es in Verbindung mit bildbasierter Lichtgebung (= Image Based Lighting/IBL) verwendet wird. Das wird erreicht, in-dem ein Bild als Hintergrundtextur gesetzt und diese als die Lichtquelle hergenommen wird. Das ist noch wirkungsvoller wenn High dynamic range oder radiance (\*.hdr) Bilder eingesetzt werden.



Umgebungslicht (GI) wirksam zu nutzen, erfordert das Gleichgewicht mehrerer Faktoren. Grundsätzlich: Halten Sie die diffusen Farben dunkler als normal, und verwenden Sie eine beinahe schwarze Umgebungsfarbe. Hellen Sie Lichtquellen (wenn genutzt) auf und verwenden Sie viele Lichtstrahlen/Pixel um ein gefälligeres Bild zu erzeugen.

Es gibt in **Art of Illusion** 4 Methoden, GI zu berechnen, wie in der Optionenliste oben dargelegt: **Monte Carlo**, **Ambient Occlusion** (Umgebungsabsorption), **Photonen-Mapping** (Kartierung) (**Direkt**) oder **Hybrid**.

### Globale Ausleuchtung Monte Carlo

Die **Monte Carlo** Methode fügt gestreute (oder diffus reflektierte) Lichtstrahlen dem Raytracing Algorithmus hinzu. Diese Lichtstrahlen werden in zufällige Richtungen abgegeben und können - wenn genug Max. Lichtstrahlen/Pixel verwendet werden, das vollständige einfallende Licht ermitteln, das von anderen als den normalen Lichtquellen kommt. Die Glättung des Ergebnisbildes wird durch die Anzahl der Lichtstrahlen gesteuert, die in der Raytracer Dialogbox gesetzt werden, bzw. wirksamer mit dem Wert von **Lichtstrahlen zur Abtastung der Umgebung** in der Ausleuchtung Dialogbox. In beiden Fällen steigt die Ansehnlichkeit des Bildes, je mehr Strahlen verwendet werden. Der Unterschied ist, dass die Anhebung der Min./Max. Strahlen im Raytracer Dialog die Zahl der über den ganzen Rendervorgang verwendeten Strahlen erhöht, während die Vermehrung der **Lichtstrahlen zur Abtastung der Umgebung** nur die Zahl der Strahlen erhöht, die zur Auswertung der GI gebraucht werden, was schnelleres Rendern für den gleichen Betrag GI-Rauschen ergibt.



## Globale Ausleuchtung Monte Carlo

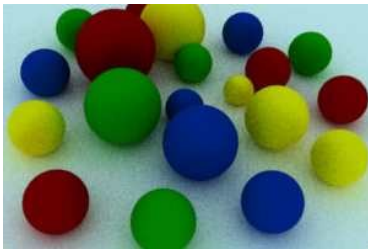


Strahlen z. Abtastung d. Umgebung: 4    Strahlen z. Abtastung d. Umgebung: 16    Strahlen z. Abtastung d. Umgebung: 64

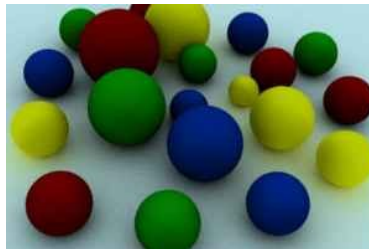
Wenn Hintergrundbilder für IBL (Bild/Image-basierte-Lichtgebung) genutzt werden, ist auch die auf das Bild angewendete Glättung wichtig (siehe **Zusätzliche Glättung für Globale Ausleuchtung** weiter unten).

## Ambient Occlusion

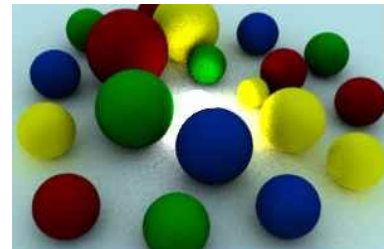
**Ambient Occlusion** (= Umgebungsabsorption) ist eine vereinfachte Fassung der Monte Carlo GI Rechenvorschrift. Während Monte Carlo weiter alle Strahlen verfolgt und berechnet, die gestreut und rückgestreut werden, bis sie die Szene verlassen (oder zu schwach werden) - bestimmt Ambient Occlusion keine diffusen Zwischenreflektionen, mit dem Ergebnis, daß kein "Ausblühen" von Farben geschieht. Dennoch erlaubt Ambient Occlusion, Szenen allein über die Umgebung oder emmissive Objekte zu beleuchten, wie in den Monte Carlo- gegenüber den Ambient Occlusion-Bildern hier unten gezeigt: Ambient Occlusion ist auch schneller.



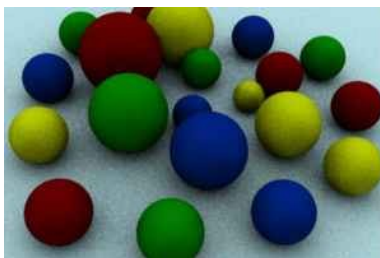
**Monte Carlo** 8 Strahlen



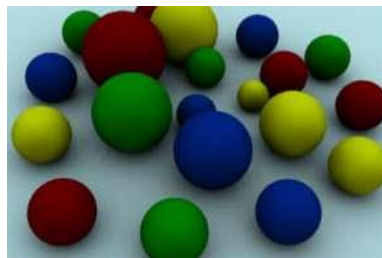
**Monte Carlo** 64 Strahlen



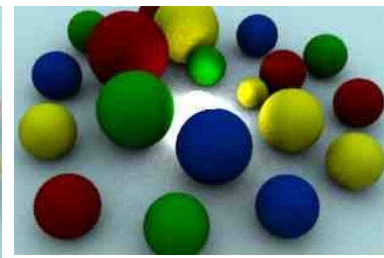
**Monte Carlo** 64 Strahlen  
mit emissiverTextur



**Ambient Occlusion**  
8 Strahlen



**Ambient Occlusion**  
64 Strahlen



**Ambient Occlusion** 64 Str.  
mit emissiver Textur

## Photonen Mapping (Direkt)

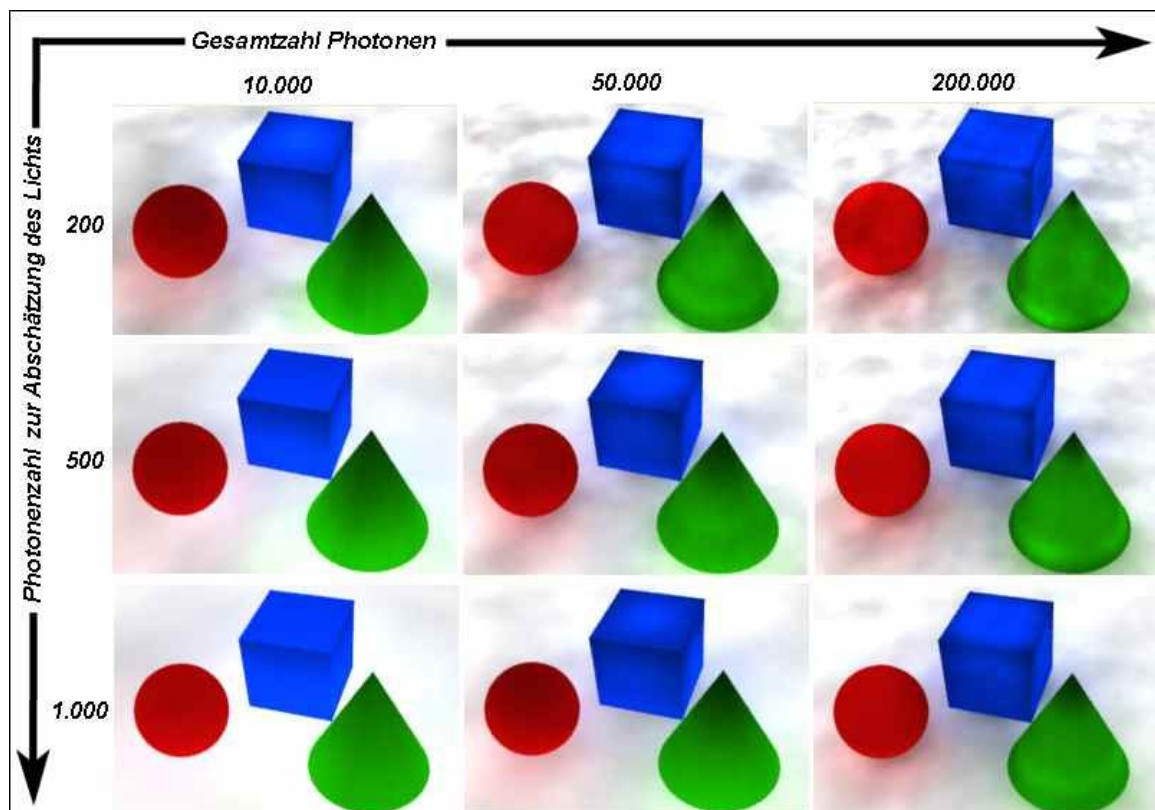
**Photonen Mapping (Direkt)** ist ein weiterer Weg um GI zu errechnen. Bei dieser Methode wird eine GI Photonenkartierung, aufgebaut aus den Pfaden einzelner, von jeder Lichtquelle (und Objekten mit emmissiven Texturen) ausgesandter Photonen. Die Anzahl der Photonen, die so insgesamt 'verspurt' werden, wird mit der **Gesamtzahl Photonen** in der Ausleuchtung Dialogbox festgelegt. Wie man erwarten könnte, je mehr Photonen benutzt werden, desto genauer wird die Photonenkartierung. Allerdings braucht die Erhöhung dieses Wertes mehr (Arbeits-)Speicher und Zeit zum Rendern.

Die Photonenkartierung wird dafür gebraucht, das Licht an jedem Punkt der Szene zu berechnen. Genauer: Um das Rauschen zu reduzieren, wird das Licht über einen gewichteten Mittelwert aus einer bestimmten Zahl von Photonen um diesen Punkt herum (stim

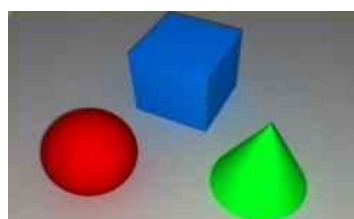


mig zur Entfernung von dem Punkt) berechnet. Die zu dieser Berechnung genutzte Zahl Photonen wird mit dem Wert **Anzahl der Photonen zur Abschätzung des Lichts** in der Ausleuchtung-Dialogbox gesetzt. Die Erhöhung dieses Wertes verringert das Rauschen, könnte aber ein "Verschwimmen" der Photonenkarte verursachen. Das kommt dadurch, daß, um die größere Zahl an benötigten Photonen zu bekommen, notwendigerweise größere Entfernungen von dem Punkt aus abgetastet werden. Auch Darstellungsfehler (Artefakte) können davon verursacht werden, besonders an scharfen Ecken. Diese nachteiligen Wirkungen können durch die Erhöhung der **Gesamtzahl Photonen** ein wenig verringert werden.

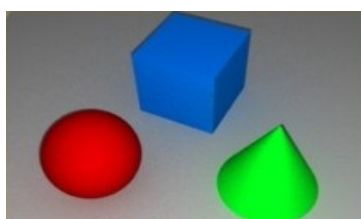
Die Tafel hier unterhalb zeigt die Änderung der Bildqualität die mit dem Austausch der 2 Photonenwerte erreicht wird. Wie zu sehen ist, ergibt die Erhöhung der **Gesamtzahl Photonen** eine schärfere, genauere Kartierung, während die Erhöhung der **Anzahl der Photonen zur Abschätzung des Lichts** das Rauschen verringert, aber das "Verschwimmen" verstärkt.



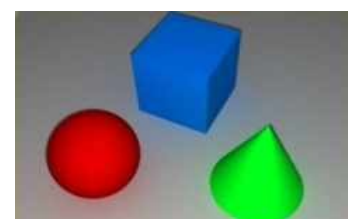
Die letzte Methode Globaler Ausleuchtung ist **Hybrid** benannt. Sie ist eine Verknüpfung von Monte Carlo und Photonenkartierung. Die Monte Carlo Methode wird für die Strahlen benutzt, bevor sie diffus zurückgeworfen werden, die Photonen Methode wird auf Strahlen angewendet, die diffus reflektiert worden sind. Bei dieser Methode wird die Photonenkartierung nur von diffus gestreuten Strahlen "gesehen", was bedeutet, daß die Genauigkeit der Kartierung weniger wichtig ist als die Photonenkartierungsmethode selbst. Das kann unten begutachtet werden; die Bilder sind verhältnismäßig unempfindlich für Änderungen der Photonenzahl:



Gesamtzahl Photonen: 10.000  
Photonen z. Abschätzg. d. Lichts: 200



Gesamtzahl Photonen: 50.000  
Photonen z. Abschätzg. d. Lichts: 200

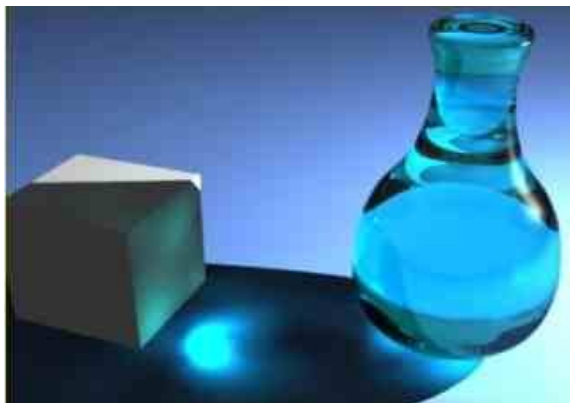


Gesamtzahl Photonen: 10.000  
Photonen z. Abschätzg. d. Lichts: 1000

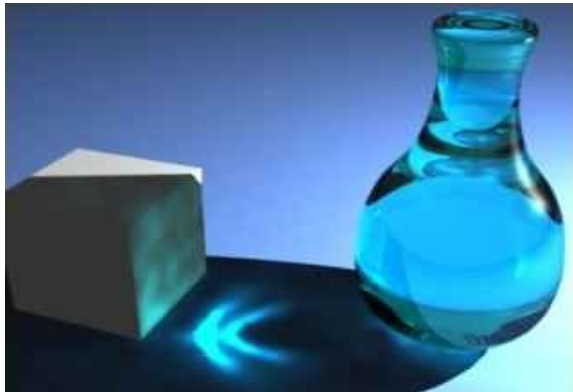
## Brechungsreflexe/Caustics

Wenn diese Option in der Ausleuchtung-Dialogbox angehakt ist, wird eine andere Photonenkartierung berechnet, die nur entweder gespiegelt reflektierte oder mindestens einmal gebrochene Photonen enthält. Das ermöglicht natürliche Lichtbrechungsreflexwirkungen, bei denen Licht gebündelt wird und helle Muster und Lichtflecke erzeugt. Wie beim Photonenmapping für Globale Ausleuchtung (GI) können die Zahlen der **Gesamten Photonen** und **zur Abschätzung des Lichts** festgeschrieben werden. Die Bildfolge unten zeigt Beispiele. Die Erhöhung der **Zahl der Gesamten Photonen** (unten die linke Bilderspalte) macht diese Lichtbrechungsreflexkartierung genauer. Das Erhöhen der **Photonenzahl zur Abschätzung des Lichts** (unten die rechte Bilderspalte) verringert anfänglich das Rauschen, beginnt aber, wenn sie zu hoch angesetzt wird, die Abbildung verschwimmen zu lassen.

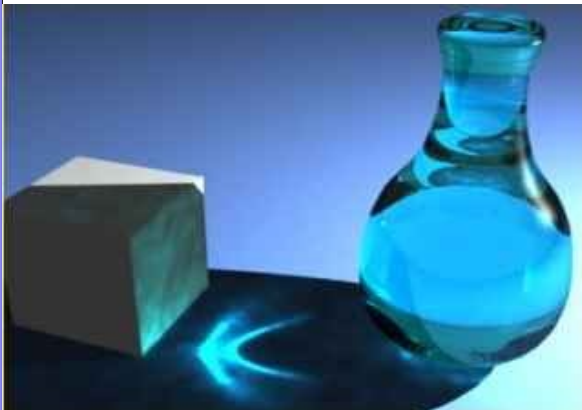
Änderungswirkung  
**Gesamte Photonenzahl**



*Gesamte Photonen: 5.000 Zur Lichtabschätzung: 100*

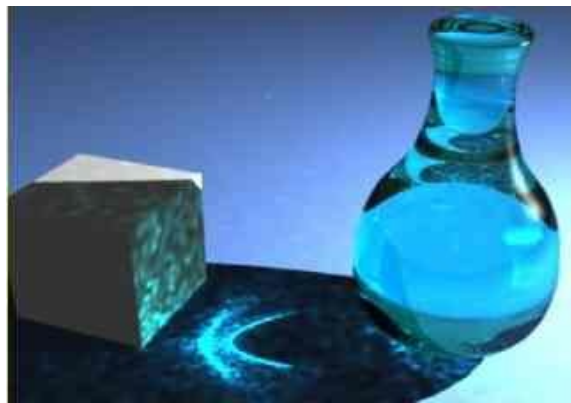


*Gesamte Photonen: 50.000 Zur Lichtabschätzung: 100*

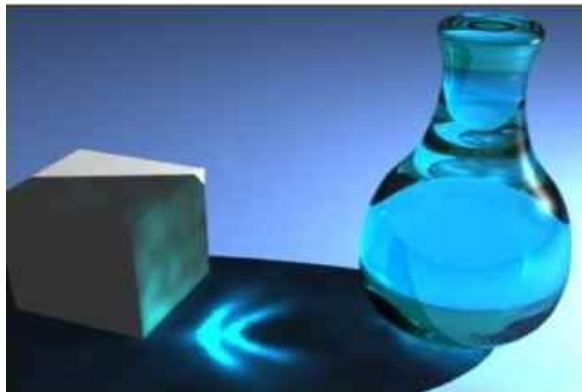


*Gesamte Photonen: 200.000 Zur Lichtabschätzung: 100*

Änderungswirkung  
**Photonen zur Lichtabschätzung.**



*Gesamte Photonen: 50.000 Zur Lichtabschätzung: 10*



*Gesamte Photonen: 50.000 Zur Lichtabschätzung: 100*

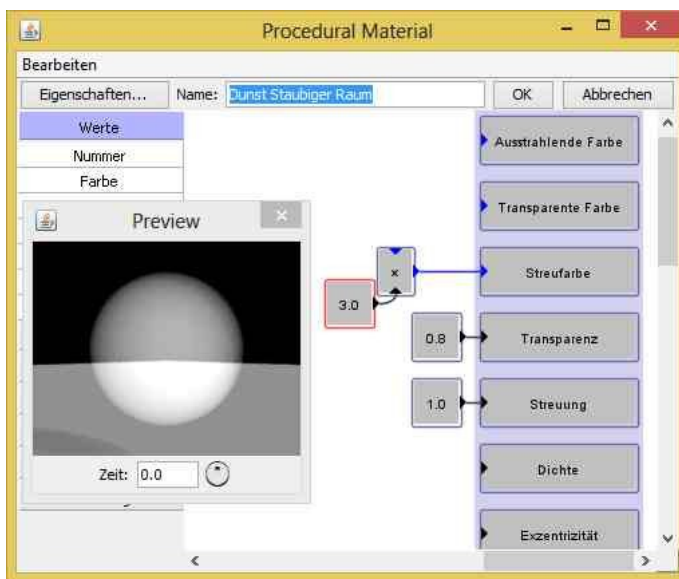


*Gesamte Photonen: 50.000 Zur Lichtabschätzung: 1.000*

## Streuung durch Materialien

Hat man Objekte, denen streuendes Material zugewiesen ist, sollte das Licht innerhalb des Objektes gestreut werden. Die Methode, die benutzt wird, um das gestreute Licht zu berechnen, wird hier eingestellt. Innerhalb eines Materials gibt es 3 Möglichkeiten der Streuung: **Einfache Streuung**, **Photonen-Mapping** oder **Beide**.

**Einfache Streuung:** Ein vereinfachter Ansatz wird hier genutzt, der Rechenzeiten verkürzt, zum Preis von geringerer Genauigkeit und weniger naturgetreuer Wirkung. Ein Strahl, der sich durch streuendes Material fortpflanzt, sendet an jeder Stelle einen Strahl zu jeder Lichtquelle aus, um herauszufinden ob der blockiert wird. Das klappt bei Materialien gut, die nur ein kleinwenig streuen, etwa Licht durch einen staubigen Raum, wie unten. In diesem Beispiel wurde ein, mit vollständig durchsichtiger Textur und dem unten links gezeigten Material versehener, den Raum füllender Quader erstellt. Dieses Material ist halbttransparent und hat einen hohen Streuungswert durch die skalierte Streufarbe.



**Photonen-Mapping:** Diese Methode ahmt Streuschichtstrahlung (Subsurface Scattering/SSS) nach, die unverzichtbar zur naturgetreuen Darstellung von Materialien wie Wachs, Haut, Milch, Marmor usw. ist. Diese Methode erstellt eine Kartierung durch "Beschuss" aller Objekte aus streuenden Materialien mit Photonen, die sie im Objekt herumprallen läßt, um festzustellen wohin sie gelangen.

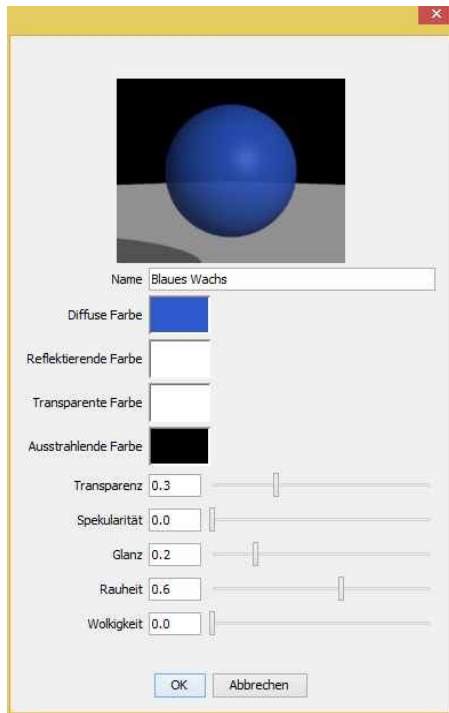
Dies ist langsamer als die **Einfache Streuung** Methode, außer es gibt eine Menge Lichtquellen, in dem Fall kann diese Methode sogar schneller sein. Allerdings ist es für Fälle wie den Sonnenstrahl im staubigen Raum nicht so gut, da die Kanten des Sonnenstrahls dann nicht sonderlich scharf begrenzt erscheinen.

Durch die Photonen-Einstellungen werden Genauigkeit und Gefälligkeit des Ergebnisses beeinflusst, wie im umseitigen Beispiel veranschaulicht. Es ist ein Versuch Wachs unter Gebrauch von gezeigter/m Textur und Material nachzuahmen.

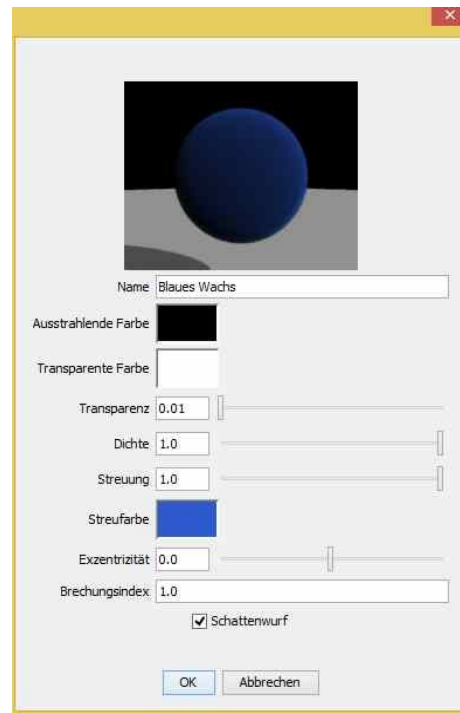
Die Szene besteht aus einem einfachen Objekt, das mit einem Punktlicht innerhalb einer transparenten, aber abstrahlenden Kugel beleuchtet wird (die emissive Eigenschaft der Kugel wird mehr als eine lediglich sichtbare Wirkung, denn als eine Licht verströmende Textur verwendet – einzige Lichtquelle der Szene ist das Punktlicht innerhalb der Kugel).

Mit **Einfacher Streuung** erhält man das unnatürliche Ergebnis, das auf der nächsten Seite in der Mitte rechts gezeigt ist.

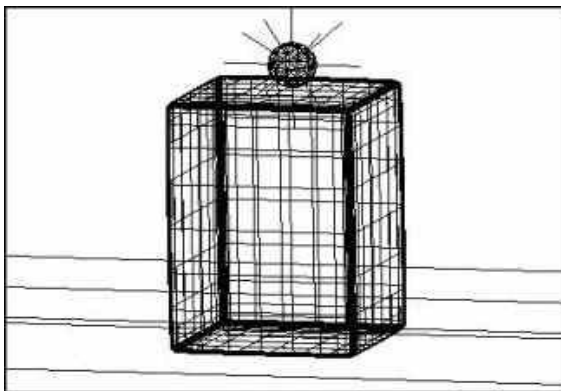
Der Gebrauch des **Photonen Mapping** mit verschiedenen Photonenzahleingaben liefert weit bessere Ergebnisse.



*Wachs Textur*



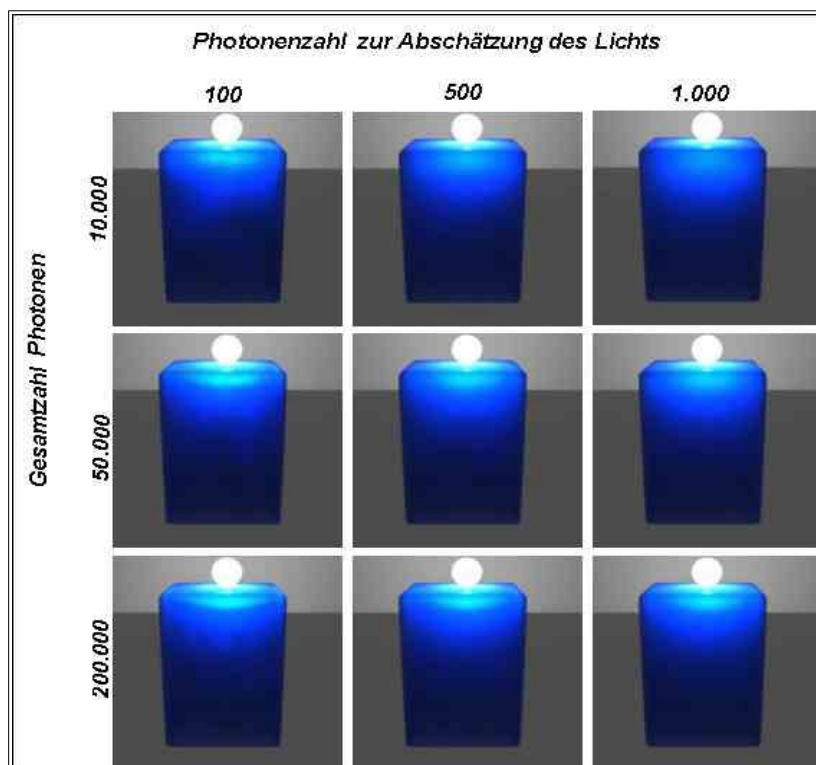
*Wachs Material*



*Drahtgitteransicht zeigt Szenenaufbau*



*Gerendert mit Einfache Streuung*

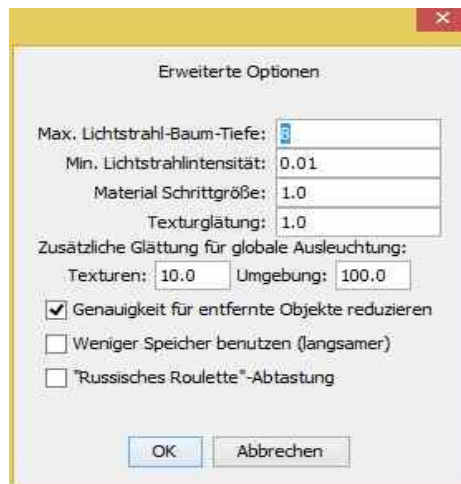




**Beide** benutzt eine Kombination des Standardraytracens für einfache und Photonenmappings für mehrfache Streuungen. Theoretisch sollte das die besten Ergebnisse liefern, aber es ist auch die langsamste Methode.

### 10.5.1. Erweiterte Einstellungen

Wie bei der Ausstattung Raster, gibt es auch beim Raytracer **Erweiterte** Einstellungen. Ein Klick auf die Schaltfläche **Erweitert...** öffnet folgende Dialogbox:



Zum Verständnis der hier verfügbaren Optionen müssen wir den Vorgang 'Raytracen' betrachten. Die Ausstattung Raytracer schickt einen Strahl von der Kamera durch jeden Pixel des Bildes und achtet auf Wechselwirkungen mit Objekten auf dem Weg. Wenn der Strahl ein glänzendes oder transparentes Objekt trifft, sendet das mehrere Strahlen aus, die ihrerseits wiederum zu weiteren Strahlen führen usw. . Das erzeugt einen 'Baum' von Strahlen, der aus dem anfänglich einzigen Lichtstrahl entsteht und sich immer so weiterentwickeln könnte.

Um den Vorgang an einem sinnvollen Punkt gezielt zu beenden, gibt es 2 Kennwerte: **Max. Lichtstrahl-Baum Tiefe**, das die max. Anzahl von Ebenen vorgibt die der ursprüngliche Strahl erzeugen kann, und **Min. Lichtstrahl-Intensität**,

das den Vorgang beendet, sowie die Intensität der Strahlen diesen Wert unterschreitet, ihr Beitrag zur Farbbestimmung eines Pixels zu vernachlässigen ist. Zudem sind diese Werte Möglichkeiten Renderzeit und Renderqualität aneinander auszubalancieren.

Man wird den Wert Max. Lichtstrahl Baum Tiefe anzupassen haben, wenn es (in der Szene) eine große Zahl an Reflektionen oder transparenten Objekten gibt. Im unteren Beispiel ist ein roter Zylinder zwischen 2 parallele Spiegel gesetzt, die eine unendliche Zahl von Spiegelungen erzeugen sollten. In dieser Situation muss (um ein bestimmtes Spiegelungsergebnis zu erreichen,) die Max Lichtstrahl-Baum Tiefe erhöht werden, wie gezeigt.



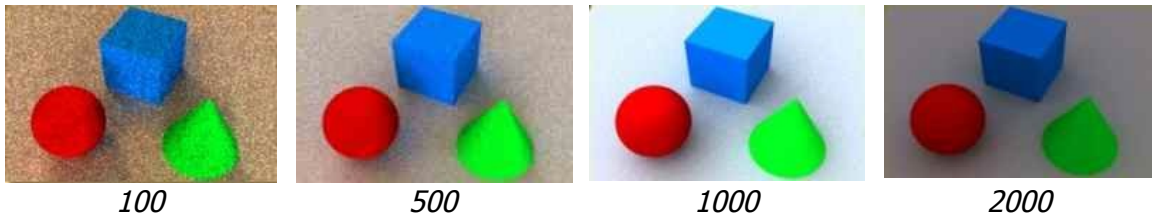
Max. Strahlenbaum Tiefe = 4      Max. Strahlenbaum Tiefe = 8      Max. Strahlenbaum Tiefe = 20

**Material Schrittgröße** Dies ist eine Steuerung zur Einbindung der Schrittweite von Materialien in einer Szene. Die Schrittgröße jedes Materials wird vom Programm bestimmt, kann aber hier beeinflusst werden. Kleine Werte führen zu langen Renderzeiten, könnten aber für sehr fein strukturierte Materialien notwendig sein. Große Werte ergeben schnellere Rendervorgänge, können aber auch Unschärfen von Material bewirken. (*Normalerweise kann man die vorgegebenen Werte belassen.*)

**Texturglättung (Texture Smoothing)** wendet Antialiasing auf alle Texturen in einer Szene an, um Details die kleiner als ein Pixel sind zu entfernen. Damit werden Probleme vermieden, die durch Über- oder Unterglättung im Renderer oder der Textur auftreten können. Werte größer als 1 (= *Standardeinstellung*) glätten stärker und Werte kleiner als 1 schwächer.

**Zusätzliche Glättung für Globale Ausleuchtung** stellt zusätzliche Glättung für das an sich rauschenträchtigere Verfahren Globale Ausleuchtung bereit. Der Bedarf an Glättung hängt von der Intensitätsspanne der verwendeten Bilder (Bitmaps) in Texturen und

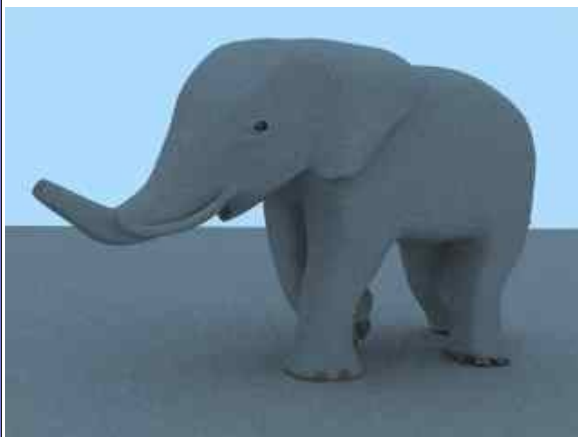
Umfeld ab. Die Glättung wird nur angewendet, nachdem die Lichtstrahlen wenigstens einmal diffus reflektiert worden sind. Umgebungsabtastungen können einen höheren Glättungsgrad haben, da die Strahlen von dem Umgebungsbereich ausgehen, der physikalisch weit weg von den Objekten der Szene ist. Diese Entfernung bedeutet, daß jeder Punkt einer Oberfläche weite Bereiche der Umgebungsabtastung "sehen" kann und somit zusätzliche Glättung wenig Wirkung entfaltet. HDR-Bilder benötigen sogar grundsätzlich mehr Glättung (Werte bis 1000 oder höher), um das Rauschen auf Grund der zusätzlichen Intensitätsspanne im abschließenden Rendern zu vermindern. Die unteren Beispiele zeigen die Auswirkung dieser Glättung für eine HDRI Umgebungsabtastung – bemerkenswert ist, das sich, genauso wie beim Glätten des gerenderten Bildes allgemein, die Farben merklich unterscheiden, während die Umgebungsabtastung verschwimmt.



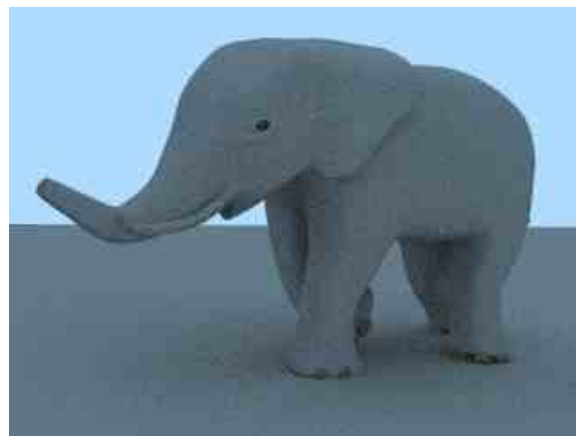
**Genauigkeit für entfernte Objekte reduzieren** Wenn diese Option angehakt ist, haben in der Szene entferntere Objekte eine geringere Oberflächengenauigkeit, als die, die nah sind. Das bietet bestmögliche Programmwirkung bei kaum wahrnehmbaren Unterschieden in der Ausgabequalität.

**'Russisches Roulette' Abtastung** ist eine andere Möglichkeit übermittelte oder zurückgeworfene Strahlen zu verfolgen. Statt die Intensität all solcher Strahlen zu erhöhen, schätzt dieses Verfahren die Wahrscheinlichkeit, ob ein Strahl überhaupt erzeugt wird. Erwägen Sie beispielsweise eine Textur die eine Spekularität (Spiegelfähigkeit) von 0.2 hat: Der normale Raytracervorgang würde die Intensität aller spiegelnd reflektierten Strahlen mit dem Faktor 0.2 multiplizieren. Die Abtastung 'Russisches Roulette' andererseits wird Strahlen der Intensität 1 erzeugen, aber nur 20% der Zeit. Das hat den Vorteil, nicht so viel Zeit damit zu verbringen Strahlen zu rendern, die nur einen kleinen Anteil zur letztendlichen Farbe eines Pixels beitragen. In der Praxis ist 'Russisches Roulette' Abtastung grundsätzlich schneller, erzeugt aber verrauschtere Bilder. Ihr Hauptvorteil ist die zügigere Herstellung von Rendervorschauen besonders bei Verwendung Globaler Ausleuchtung (GI). Für endgültiges Rendern ist diese Option vermutlich am besten auszuschalten.

Die untenstehenden Bilder verdeutlichen die Unterschiede von Qualität und Renderzeit des Standard Raytracers im Vergleich zu einem GI-Render mit 'Russisches Roulette' Abtastung:

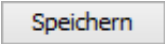


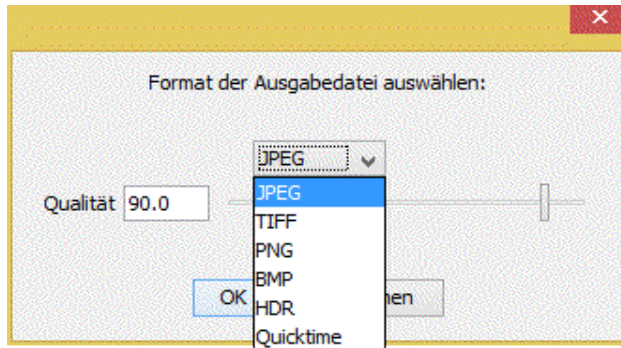
*Standard Raytracer  
Render Zeit :12 Min. 46 Sek.*



*'Russisches Roulette' Abtastung  
Render Zeit: 10 Min. 01 Sek.*

## 10.6. Sichern gerenderter Bilder

Wenn ein Bild fertig gerendert ist wird ein "Rendern abgeschlossen" im oberen Teil des Dialogfeldes eingeblendet, und man bekommt die Möglichkeit das/die Bild/er zu **Speichern**. Auf die Schaltfläche  klicken öffnet folgende Dialogbox:



Hier können Sie das Format zum Speichern des Bildes wählen, entweder JPEG (\*.jpg), TIFF (\*.tif), PNG (\*.png), Windows bitmap (\*.bmp), oder Radiance, bzw. High Dynamic Range Image (\*.hdr) Format.

Wenn Sie einen transparenten Hintergrund haben, sollten Sie im TIF, BMP oder PNG Format speichern, um diese Transparenzinformation etwa in einem

Bildbearbeitungsprogramm (oder Videoeditor) weiter benutzen zu können.

Der Schieberegler für die **Qualität** bestimmt mit seinem Wert den (prozentualen) Grad der Kompression des Bildes, wenn es im JPG Format gespeichert wird. Ein höherer **Qualität** Wert bedeutet ein besser aussehendes Bild auf Kosten der Dateigröße (und also des Speicherplatzes).

Auf OK klicken öffnet den nächsten Dialog, in dem Dateiname und Speicherort bestimmt werden können.

Das Feld, in dem das fertig gerenderte Bild erscheint, hat auch eine Schaltfläche **Filter**. Anklicken ermöglicht die verwendeten Kamerafilter anzupassen. Das ist dann hilfreich, wenn man nach dem Rendern eines Bildes feststellen muss, dass die Filter nicht wunschgemäß wirken. So aber können sie angepaßt, sofort überprüft und, ist man schließlich damit glücklich, das Bild gesichert werden, ohne es erneut rendern zu müssen.

## 11. AoI – Animation

Dieses Kapitel befasst sich mit den Möglichkeiten, die **Art of Illusion** zur Herstellung von Animationen bereit hält. Die verfügbaren Werkzeuge sind vielseitig genug, um damit auf effiziente Weise qualitativ hochwertige 3D-Animationen zu schaffen.

Bedenke bitte, dass die Beispielanimationen nur sehr einfache Kostproben einzelner Leistungen darstellen, die **AoI** zu erbringen vermag. (Es kann hier nur darum gehen, anhand einfach gehaltener Muster zu verdeutlichen was möglich ist, und wie man es erreicht.)

Bitte bedenke auch, dass die hier gezeigten Beispiele sehr stark komprimiert wurden, um die Größe dieser Datei nicht unnötig aufzublähen. Dadurch ist ihre Qualität wesentlich geringer, als die tatsächlich von **Art of Illusion** erreichte.

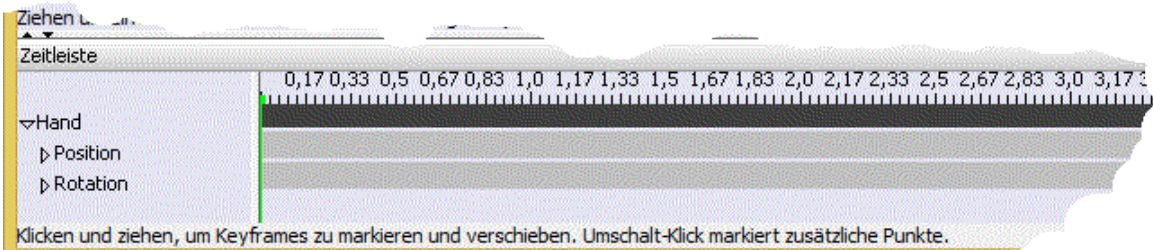
### 11.1. Die Zeitleiste (Score)

Wie viele andere 3D-Animationsprogramme, bedient sich **AoI** bei Animationen eines Zeitstreifens (= Score) auf dem unterschiedliche Ereignisse eingetragen bzw. festgelegt

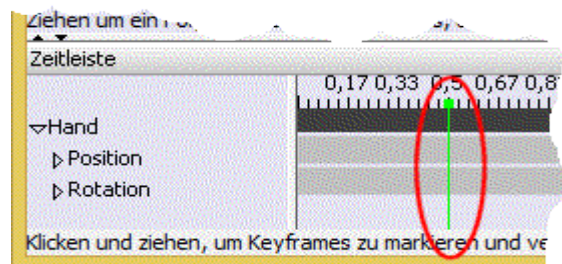
werden können. Jedes Objekt kann eine Reihe verschiedenartiger Spuren (= Tracks) besitzen, die der Zeitleiste entlang ablaufen und unterschiedliche Kennwerte wie Position, Drehung, Größe ebenso wie auch wesentlich umfänglichere Steuerungen, beim Einsatz von Skeletten etwa, überwachen. Das werden wir in den kommenden paar Abschnitten im Einzelnen betrachten.

### 7.1.1. Die Zeitleisten-Ansicht

Wollen wir uns die Zeitleiste und ihren Aufbau genauer ansehen:



So sieht die Zeitleiste aus. Sie kann über die obere Menüleiste mit **Animation → Zeitlinie anzeigen** gewählt werden. Er sollte dann unterhalb der Ansichtsfenster des Hauptprogrammschirms sichtbar werden. (Wenn nicht, genügt es, die untere horizontale Leiste mit den beiden schwarzen Anfasserdreieckchen links aufwärts zu schieben.) Die darin oben anliegende Skala stellt die (Lauf-)Zeit als (in 30stel unterteilte) Sekunden dar. Entlang der linken Seite weist eine Liste die gerade gewählten Objekte mit ihren Animationspuren zusammen aus, sofern die vorhanden sind. In diesem Beispiel ist es ein Objekt namens "Hand", welches eine Position- und eine Rotation Spur besitzt.



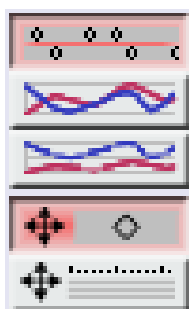
Die **senkrechte grüne Linie** markiert den augenblicklich im Ansichtsfenster gezeigten Zeitpunkt der Animation auf dem Zeitstreifen. Wird dieser Zeiger den Streifen entlang geschoben, werden die Objekte entsprechend angepasst, um ihre jeweilige Stellung in der Animationsabfolge wiederzugeben. Die Position der Animation kann auch mit folgendem Befehlsblock des **Animation**

Menüs (bzw. den rechts dazu benannten Tastaturkürzeln) überprüft werden:

Ein Bild vor	Strg+Schließende Klammer
Ein Bild zurück	Strg+Öffnende Klammer
Zu Zeitpunkt springen...	Strg+J

Die diamantförmigen (= Rauten-)Symbole auf den Spuren zeigen an, daß eine einzelne Position oder Ausrichtung zu diesem Zeitpunkt festgelegt wurde. Solche Positionen werden Keyframes oder Schlüsselmarkierungen genannt. Einzelheiten zu Keyframes erfährst Du im nächsten Abschnitt.

Außer der Zeitleiste selbst sind da noch 5 weitere Schaltflächen auf der rechten Seite des Programmfensterabteils, wie sie hier gezeigt sind:



**Schlüsselbild- / Keyframe-Ansicht**

**Kurvenansicht. Mehrere Spuren auf der gleichen Achsengruppe dargestellt.**

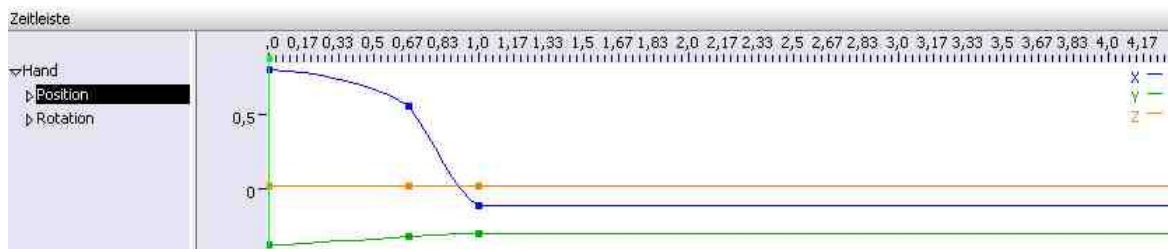
**Kurvenansicht. Mehrere Spuren auf unterschiedlichen Achsengruppen dargestellt.**

**Bearbeitungsmodus. Keyframes können in Keyframe- oder Kurvenansicht angewählt und bewegt werden.**



**Skalieren/Bewegen von Achsen in Keyframe- oder Kurvenansicht.**




Die oberste Schaltfläche zeigt die Ansicht, die wir gerade besprochen haben. Die nächsten Beiden darunter geben uns auf anderem Wege Auskünfte über eine Spur: Sie verwenden Kurven, um Veränderungen bei den verschiedenen Kennwerten wie Position, Rotation (Drehung) usw. (im Zeitverlauf) anzuzeigen. Für das Beispiel von oben ergibt das Anklicken der oberen dieser beiden Kurvendarstellung-Schaltflächen (der zweiten von oben also) und die Wahl der 'Position'-Spur folgende Anzeige:




Hier wird die Positionskurve des Objektes in der X-, Y- und Z-Achse im Zeitverlauf gezeichnet. In diesem Beispiel ändert sich X von ca. 0.75 auf -0.3 Einheiten im Zeitraum von Null bis zu einer Sekunde.

Wird mehr als eine Spur ausgewählt, werden in diesem Modus  die Kurven auf dem selben Achsensatz eingezeichnet. Ist dagegen der zweite Kurvenmodus  (die dritte Schaltfläche von oben) eingeschaltet, werden die Kurven jeder Spur in einem eigenen Achsensatz eingetragen. Das hat dann mehr Sinn, wenn verschiedene Spurtypen gewählt werden, deren Wertestruktur zu unähnlich für ein Achsensystem sind, etwa Positionsänderungen mit Bruchteilen von Einheiten und dagegen Rotationen mit zig Grad.

Die unteren beiden Schaltflächen dieser Gruppe dienen zum Wechsel zwischen dem Bearbeitungsmodus und dem Modus zur horizontalen und vertikalen Anpassung der Größe des Zeitleiste.

Die obere Schaltfläche dieser beiden, , ist der Bearbeitungsmodus, der es erlaubt Keyframediamanten oder Kurvenpunkte auszuwählen und zu verschieben. Klicke einfach auf irgendeinen Punkt und halten die linke Maustaste dann gedrückt, um ihn zu verschieben. Mehrere Keyframes werden bei gedrückter <↑>-Taste ausgewählt, indem man jeden einzeln anklickt. Die ausgewählte Gruppe kann dann zusammen bewegt werden.

Die untere Schaltfläche  ermöglicht, die Achsen des Zeitstreifens zu skalieren und zu bewegen. Nach der Anwahl wird die mittlere Maustaste gedrückt gehalten, dann kann nach links und rechts gezogen werden, um die Achse waagrecht zu verschieben, oder auf und ab, um die Fläche senkrecht zu verschieben. Das selbe mit zusätzlich gedrückt gehaltener <↑>-Taste verändert die Größen/Abstände entsprechend. Diese Befehle können auch ohne gedrückte Schaltfläche erzeugt werden, indem man die rechte Maustaste gedrückt hält, um die Zeitleiste zu verschieben, bzw. mit zusätzlich gedrückter <↑>-Taste zu skalieren. Zum seitlichen Hin- und Herrücken kann man auch das Mausrad nehmen.

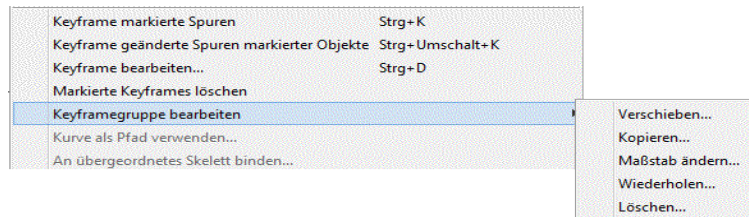
## 11.2. Keyframes (Schlüsselmarkierungen)

Animation geschieht in **Art of Illusion** durch das Festlegen gewisser Schlüsselmarkierungen, beispielsweise zu bestimmten Punkten des Zeitverlaufs ein Objekt an eine bestimmte Position zu bewegen, (eine bestimmte Drehung vorzuschreiben,) eine bestimmte Skelettpose anzuweisen usw. . Diese Punkte nennt man (*an sich Keys (= Schlüssel), da sie aber immer einem der dreißig Sekundenteile der Skala zuordenbar sind, wie dem Einzelbild (= Frame) eines Filmes, der mit 30 Bildern pro Sekunde läuft, spricht man ein*

fach von) **Keyframes**. Sind sie festgelegt, kann das Programm die Positionen, Posen usw. zwischen ihnen selbstständig per Interpolation errechnen.

Keyframes werden üblicherweise erstellt, indem der grüne Zeiger auf einen geeigneten Zeitpunkt geschoben, die jeweilige Eigenschaft des Objektes, etwa seine Position, Ausrichtung o.ä. geändert und danach **Animation** → **Keyframe geänderte Spuren markierter Objekte** (oder **<Strg+⇧+K>**) gewählt wird. Ersatzweise kann durch Anwahl der Spur(en) und Klick auf **Animation** → **Keyframe markierte Spuren** (oder **<Strg+K>**) für (eine) einzelne Spur(en) an jedem beliebigen Zeitpunkt ein Keyframe erzeugt werden.

Ist ein Keyframe einmal erstellt, kann er mit einem Klick markiert (und bewegt,) oder mit Hilfe dieses Blockes aus dem **Animation**-Menü bearbeitet werden:



**Keyframe bearbeiten ...** ermöglicht, verschiedene Kennwerte, die sich auf den Keyframe beziehen, zu ändern. Die verfügbaren Möglichkeiten hängen vom Typ der Spur ab, darum werden nähere Einzelheiten weiter unten in den jeweiligen Abschnitten dieses Kapitels zu den Spuren besprochen.

**Markierte Keyframes löschen** löscht alle markierten Keyframes.

**Keyframe Gruppe bearbeiten** ermöglicht, eine Gruppe von Keyframes zu bearbeiten, wie folgt:



**Verschieben ...** ermöglicht, eine Gruppe von Keyframes auf einen anderen Zeitpunkt zu schieben. Der Dialog dafür wird links angezeigt. Der Vorgang kann auf **Alle Spuren**, **Alle Spuren der markierten Objekte** oder **Markierte Spuren** angewendet werden.

Weiter kann man die Zeitpunkte eingeben, zwischen denen die Keyframes entfernt und den Zeitpunkt ab dem sie wieder eingefügt werden sollen (die jeweiligen Abstände bleiben erhalten).

**ACHTUNG:** Alle vorhandenen Keyframes in Reichweite der einzusetzenden Kopie werden von ihr überschrieben !!!

**Kopieren** entspricht dem Befehl **Verschieben**, jedoch die Ausgangskeyframes bleiben erhalten, während ihre Kopie an die gewünschte Stelle gesetzt wird.



**Maßstab ändern** ermöglicht, Keyframes einer bestimmten Spanne zeitbezogen zu ändern (also 'schneller' oder 'langsamer' zu machen). In dem gezeigten Beispiel werden die Keyframes zwischen 0.4 und 1.0 Sekunde um den Faktor 0.5 geändert, was die Keyframes so zusammenrückt, daß sie in der Hälfte der ursprünglichen Zeit geschehen.



Vor der Änderung

Nach der Änderung



**Maßstab ändern** ermöglicht, Keyframes einer bestimmten Spanne zeitbezogen zu ändern (also 'schneller' oder 'langsamer' zu machen). In dem gezeigten Beispiel werden die Keyframes zwischen 0.4 und 1.0 Sekunde um den Faktor 0.5 geändert, was die Keyframes so zusammenrückt, daß sie in der Hälfte der ursprünglichen Zeit geschehen.



Vor der Änderung      Nach der Änderung



**Wiederholen** ermöglicht, Keyframes aus einem bestimmten Bereich beliebig oft wiederholen zu lassen. Der Dialog ermöglicht die Angabe der Spanne und die Anzahl der Wiederholungen. Die neuen Keyframes werden dann hinter der zuvor eingegebenen Spanne, wie im Beispiel unten, eingefügt:

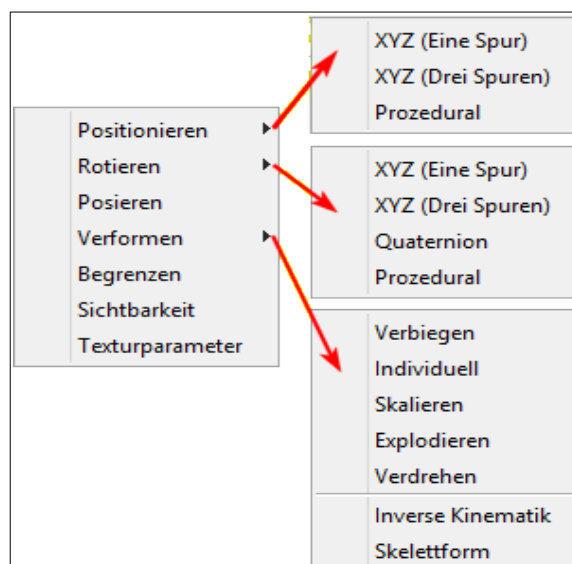


**Löschen** löscht schlicht alle Keyframes die man markiert.

Keyframes können bearbeitet werden indem man sie in der Zeitleiste doppelklickt, oder indem man sie in ihrer Spur markiert und auf **Animation** → **Keyframe bearbeiten** klickt. Das öffnet einen Dialog, der von der Spur abhängt, die das Objekt beeinflusst.

## 11.3. Spuren Hinzufügen & Bearbeiten

Dieser Abschnitt betrachtet im Einzelnen, welche Spur-Arten für das jeweilige Objekt einer Szene eingesetzt werden können. Um eine neue Spur für ein Objekt anzulegen, markiert man es und klickt auf **Animation** → **Spur zu markierten Objekten hinzufügen**. Damit läßt sich eine Menge verschiedener Spuren anfügen:



Die Reihenfolge der Spuren für jedes Objekt ist insofern entscheidend, als die Einflußnahme der einzelnen Spuren auf ihr Objekt von unten nach oben errechnet wird. Spuren lassen sich in ihrer Liste mit Anklicken und Ziehen (allerdings) wie die Objekte der Objekteliste (im Nachhinein) umsetzen.

Jedes Objekt kann mit mehreren Spuren des selben Typs bestückt sein. In diesem Fall kann eine Gewichtung (**Weight**) für jede Spur festgelegt werden, um ihren verhältnismäßigen Einfluß zu bestimmen. Diese Gewichtung läßt sich selbst durch das Setzen von Werten bei eigenen Keyframes im Zeitverlauf verändern. Die Gewichtungsspur (= **Weight**) läßt sich mit dieser Schaltfläche, jeweils links neben dem Spurnamen in der Liste, öffnen.

Ist eine Spur erzeugt, kann sie bearbeitet, gelöscht, verdoppelt und vorübergehend ein-/ausgeschaltet werden, entweder mit Klick der rechten Maustaste auf die betreffende Spur in der Liste des Zeitstreifens oder über die entsprechenden Einträge im Animation-Menü.

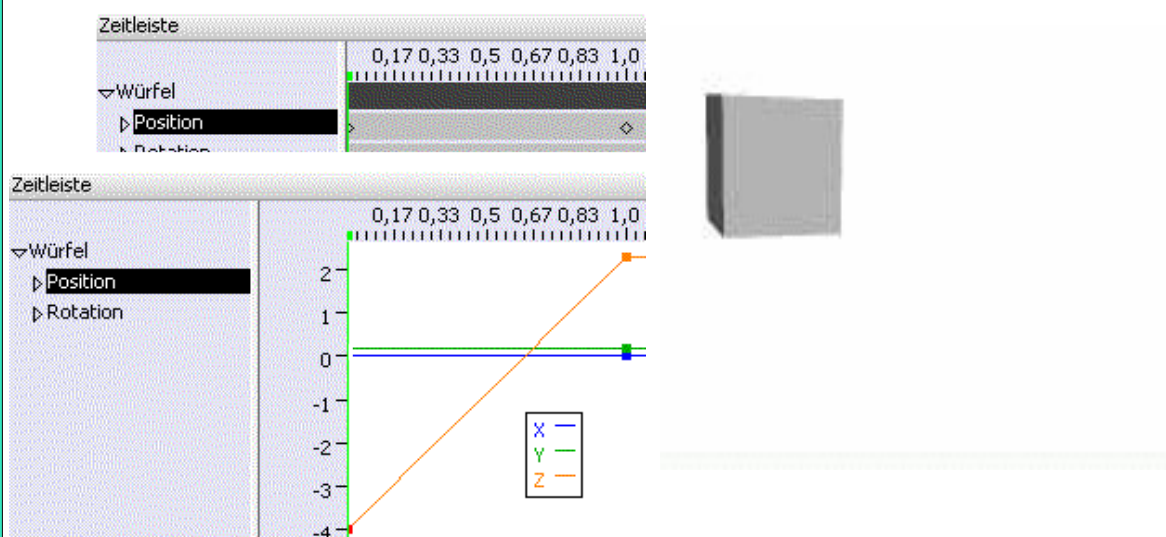
### 11.3.1. Spuren einfach beschränkter Veränderung

Das bezieht sich auf Spuren, die Position und Ausrichtung eines Objektes verändern, ohne die Geometrie des Objektes selbst zu ändern, d.h. die Spuren für **Position** und **Rotation**.

#### Position-Spur(en)

Um eine schlichte Position Spur zu setzen, markiert man das (entsprechende) Objekt und wählt **Position** → **XYZ (Eine Spur)** aus der Liste für Spuren im **Animation** Menü. Im einfachsten Fall ist alles, was zu tun ist, den grünen Zeiger im Zeitstreifen auf den passenden Zeitpunkt zu setzen, das Objekt in die gewünschte Position zu bringen, die es zu dieser Zeit haben soll, und dann **Animation** → **Keyframe geänderte Spuren markierter Objekte** zu klicken (oder **<Strg+⇧+K>** auf der Tastatur zu drücken). Das setzt einen Keyframe-Diamanten an der gewünschten Stelle in den Zeitstreifen ein. Wiederholen Sie diesen Ablauf für andere Zeitpunkte nach Bedarf.

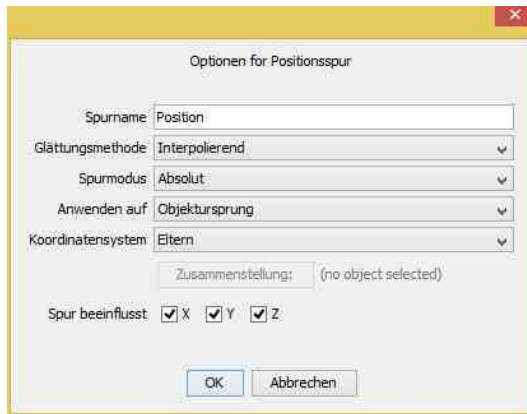
Hier ist das einfache Beispiel eines Würfels, dessen Position in der z-Achse mit nur 2 gesetzten Keyframes verändert wird, wie Keyframe- und Kurvenansicht zeigen, was folgende Animation ergibt:



#### Optionen für Positionsspuren

Für Position-Spuren stehen einige Optionen zur Verfügung. Um den Dialog dazu aufzurufen, entweder auf den entsprechenden Spurnamen im Zeitstreifen doppelklicken oder die Spur markieren und **Animation** → **Spur bearbeiten** wählen. Das bringt folgenden Dialog hervor:





Oben steht der **Spurname** den man ändern kann, wie man möchte.

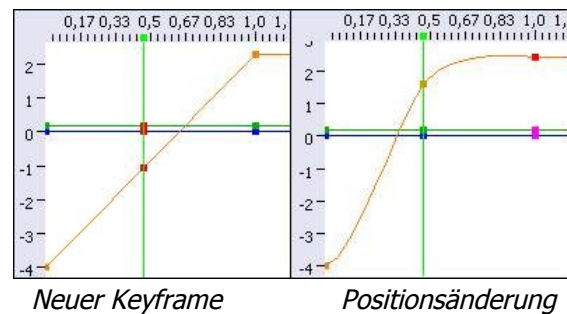
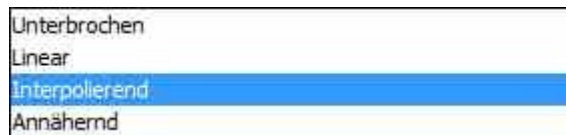
Das Nächste ist die **Glättungsmethode**.

Zum besseren Verständnis wollen wir einen weiteren Keyframe zur obigen Animation dazusetzen: Schiebe den Zeiger auf 0.5 Sek., markiere die Positionsspur und klicke auf **Animation → Keyframe markierte Spuren** (oder drücke die Tastenkombination **<Strg+K>**). Wissenswert ist hierzu, dass **Keyframe geänderte Spuren markierter**

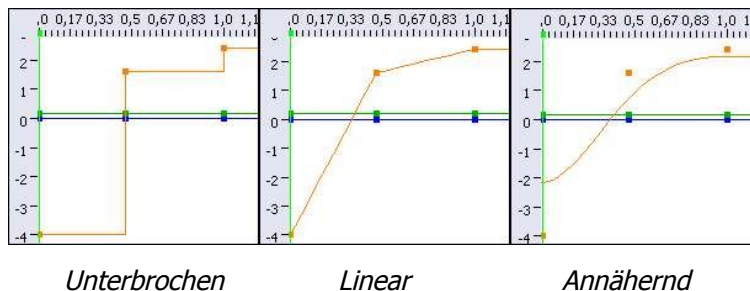
**Objekte** nichts bewirkt hätte, da die Position des Würfels zu diesem Zeitpunkt gegenüber vorher unverändert ist. Erst wenn dieser Keyframe erstellt ist, können wir ihn in der Kurvenansicht des Bearbeitungsmodus verschieben, wie hier unten gezeigt:

Wie man sieht, ist die Kurve, die alle Punkte durchläuft, geglättet. Das kommt daher, dass die voreingestellte Glättungsart 'Interpolierend' ist.

Weitere Wahlmöglichkeiten für **Glättungsmethode** sind:



Die anderen **Glättungsmethoden** erzeugen folgende Kurven:



Im Hinblick auf die Wirkung der Animation, erzeugen **Interpolierend** und **Annähernd** eine allmähliche Verlangsamung des Würfels.

Mit **Annähernd**, bleiben Geschwindigkeit, wie auch Beschleunigung bruchlos.

Dagegen wechselt die Beschleunigung bei **Interpolierend** gebrochen. Die Methode **Annähernd** bringt somit die 'geschmeidigere' Animation.

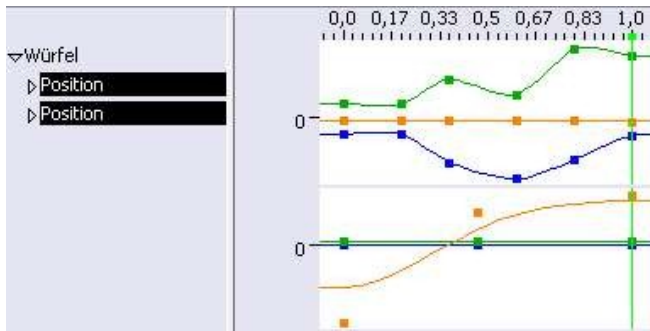
**Unterbrochen** bewirkt schlagartige(n) Positionswechsel.

**Linear** bewirkt eine Bewegung des Würfels mit beständiger Geschwindigkeit bis zum zweiten Keyframe, danach eine langsamere beständige Geschwindigkeit bis zur Endposition.

Aufgrund verschiedenartiger Anforderungen finden alle Spielarten Verwendung.

Der **Spurmodus** ist entweder **Absolut** oder **Relativ**. 'Absolut' bedeutet, daß die Position(en) des Objektes als Versatz zum (Koordinaten-)Ursprung (0,0,0) berechnet wird/werden. 'Relativ' ist der Modus (einer Spur), wenn die Werte der Versätze auf das Ergebnis der in der Liste unter ihr liegenden Spuren bezogen sind.

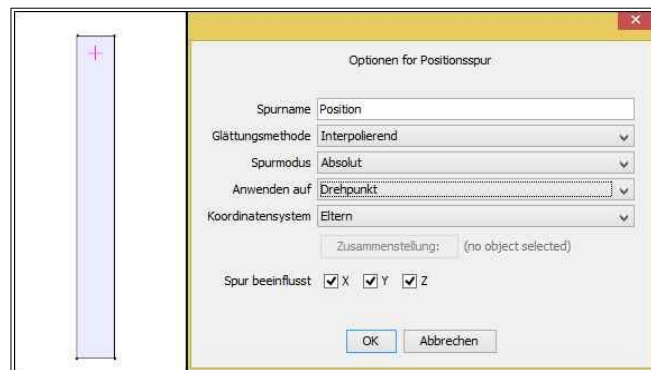
Wir können beispielsweise eine Positionsspur zur obigen Animation hinzufügen und dafür den **Relativ**-Modus setzen. Wir müssen (nur) sicherstellen, daß diese Spur über der 'Absolut'-Positionsspur platziert ist, da die Veränderungen von unten an aufwärts angelegt werden.



Wir können jetzt die Relativspur nutzen, um Versätze zur Hauptspur des Würfels hinzuzufügen, also z.B. ihn 'schütteln' zu lassen, während er rutscht. Im Beispiel wurde auf der Relativspur alle 0.2 Sek. mit **Animation** → **Keyframe markierte Spuren** ein Keyframe gesetzt. Die X- und Y-Koordinaten der erstellten Keyframes wurden dann in der Kurvenansicht auf 'zufällige' Positionen verlegt. Die Auswirkung ist, daß die absolute Position des Würfels zunächst von der Absolutspur bestimmt wird; die Relativspur versetzt dann die X- und Y-Positionen auf die eingegebenen Koordinaten. (Am Besten: Ausprobieren!)

**Anwenden auf** bestimmt, welches Teil des Objektes von der Spur kontrolliert wird, und das ist entweder der **Objektursprung** oder einer der Gelenkpunkte im Skelett.

Zum Beispiel wurde in der folgenden Veranschaulichung mit einem Pendel ein einzelnes Knochengelenk an der Stelle des Drehpunktes angebracht und als das Teil des Objektes genommen, auf das die Position Spur angewendet wird. Die Rotation Spur wird auf den Objektursprung angewendet und die Position Spur bewirkt dazu die Rücksetzung des Objektes, so dass der Drehpunkt auf der vom Keyframe bestimmten Position festliegt:



**Koordinatensystem** ist der Satz von Achsen auf dessen Basis die Veränderungen zugewiesen werden, das bedeutet, wo der Ursprungspunkt liegt und wie die Achsen ausgerichtet sind. Es gibt 3 oder 4 Wahlmöglichkeiten dafür, abhängig davon, welcher Spurmodus eingestellt ist:



Das **Welt**-Koordinatensystem ist das Hauptkoordinatensystem in dem **AoI** arbeitet.

Die **Eltern** Option ist für Objekte die 'Kinder' anderer Objekte sind. In den meisten Fällen wird man die 'Kinder' mit ihren Elterobjekten bewegen, drehen usw. wollen. In diesem Fall gibt man den Kindobjekten eine Position Spur und stellt das **Koordinatensystem** auf 'Eltern'. Setze mindestens an einer Zeitposition einen Keyframe, z.B. zur Zeit 0, um diese Verbindung herzustellen, und die Kindobjekte werden dann ihrem Elter folgen.

**Anderes Objekt ...** ist der **Eltern**-Option ähnlich, mit dem Unterschied, daß jedes beliebige Objekt (der Szene) veranlaßt werden kann, irgend einem anderen zu folgen. Die Wahl dieser Möglichkeit macht die Schaltfläche **Zusammenstellung:** benutzbar. Wird sie geklickt, läßt sich jedes Objekt oder jeder beliebige Knochen irgend eines mit Skelett verbundenen Objektes (der Szene), dem gefolgt werden soll, auswählen.

**Lokal** ist nur für Spuren im **Relativ**-Modus verfügbar und gestattet, Veränderungen relativ zum objekteneigenen Koordinatensystem auszuführen, das im Dialog zur Objektausstattung festgelegt wird.

**Spur beeinflussen** bietet die Möglichkeit, die Bewegung (durch die Spur) lediglich auf bestimmte Achsen zu beschränken.

## Bearbeiten von Position Keyframes

Keyframes können nach einem Doppelklick auf die 'Diamanten' im Zeitstreifen bearbeitet werden, oder, in-dem man einen 'Diamanten' der Position Spur markiert und dann auf **Animation** → **Keyframe bearbeiten** klickt. Das öffnet folgende Dialogbox:

Die ersten 3 Einträge erlauben die Veränderung der Position des Objekts in jeder der drei Achsen des zugewiesenen Koordinatensystems. Dies ist ein Weg die Positionen genauer einzugeben, als demgegenüber durch die Bearbeitung in der Kurvenansicht.

Die nächste Eintragung betrifft die **Zeit**, bei der man den Zeitpunkt für den Keyframe eindeutig angeben kann.



Die untere Hälfte des Dialogs ermöglicht eine weitere Verfeinerung der **Glättungsmethode**. Für die Glättungsmethoden **Interpolierend** und **Annähernd** kann der Kurve ein **Glättungswert** gegeben werden, der festlegt, wie geschmeidig die Kurve ist. Zudem kann dem Teil der Kurve, das links vom Keyframe liegt (also der Zeitraum, der vor dem Keyframe liegt), eine andere **Glättung** als der Kurve rechts vom Keyframe (also der Zeitspanne nach dem Keyframe) zugewiesen werden.

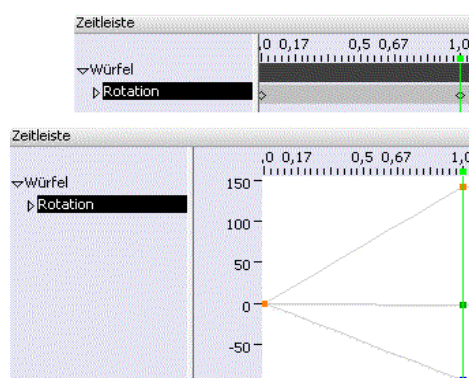
Es ist genauso möglich, getrennte Position Spuren aufzumachen, um eigenständige Bewegungssteuerung für X-, Y- und Z-Richtung zu ermöglichen.

Dies kann automatisch geschehen, indem man

**Animation** → **Spur zu markierten Objekten hinzufügen** → **Positionieren** → **XYZ (3 Spuren)** auswählt. In diesem Beispiel wurden alle 3 Spuren mit der Einstellung **Spur beeinflussen** (jeweils) auf eines von X, Y bzw. Z festgelegt.

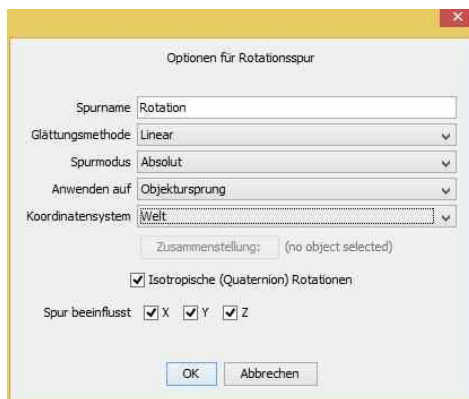
## Rotation-Spuren

Einfache Rotation-Spuren werden gleichfalls mit **Animation** → **Spur zu markierten Objekten hinzufügen** → **Rotieren** → **XYZ (Eine Spur)** erzeugt. Die zugrundeliegende Methode ist der für Position-Spuren ähnlich: Den grünen Zeiger zum gewünschten Zeitpunkt schieben, das Objekt wie gewünscht drehen (in Grad) und dann keyframes (= einen Keyframe davon setzen). Hier unten ist ein einfaches Beispiel mit einem Würfel der in der X- und Z-Achse mit Hilfe von 2 Keyframes gedreht wird:



## Rotation-Spur Optionen

Der Auswahldialog für Rotation-Spuren wird nach Doppelklick auf die Spur angezeigt und sieht so aus:



Die meisten Einstellmöglichkeiten entsprechen denen der Position-Spuren. Lesen Sie [hier](#) Näheres.

Beachte bitte, daß bei Rotationen ein 'Kind'-Objekt, bzw. ein, mit dem Koordinatensystem eines Objektes verbundenes, anderes Objekt, seine eigenen Position und Rotation Spuren benötigt, die auf das richtige Koordinatensystem eingestellt sein müssen, wenn es sich ordnungsgemäß verhalten soll.

Der einzige Unterschied ist eigentlich die **Isotropische (Quaternion) Rotationen** Option. Wenn diese Option angehakt/eingeschaltet ist, bedeutet

dies, daß der Endpunkt der Drehung wichtiger ist, als der Weg dorthin. Das Programm folgt dann nicht zwingend den Drehungswerten auf jeder Achse: Eine Drehung von 270° um die Z-Achse (im Uhrzeigersinn) behandelt **Art of Illusion** mit dieser Option als -90°-Drehung (gegen den Uhrzeiger). Es wählt also den kürzesten Weg. Daher muss man, will man eine Drehung größer als 180° auf irgend einer der Achsen ausführen, diese Option ausschalten (= Häkchen entfernen). Bedenke, daß dann die X-,Y- und Z-Drehungen einzeln in folgender Reihenfolge abgearbeitet werden: Z, X, Y. Die Animation dürfte daher kaum das tun, was man (von ihr) erwartet. In dieser Situation ist es das Beste, nur eine Achse auf einmal zu bewegen und zur Ausführung schwierigerer Drehungen 'Eltern-Kind' Koordinatensysteme zu benutzen.

## Rotation Keyframes bearbeiten

Keyframes können nach einem Doppelklick auf ihre rautenförmigen Diamanten im Zeitstreifen bearbeitet werden, oder durch Anwahl in der Rotation Spur und anschließendes Klicken von **Animation** → **Keyframe bearbeiten**. Beides ruft diese Dialogbox auf:



Die ersten 3 Einträge erlauben die Änderung der Ausrichtung des Objektes zu jeder der 3 Achsen des festgelegten Koordinatensystems am Zeitpunkt des markierten Keyframes.

Wie bei den Keyframes der Position Spuren können die Glättungen vor und nach dem Keyframe (rechts und links davon) bestimmt werden.

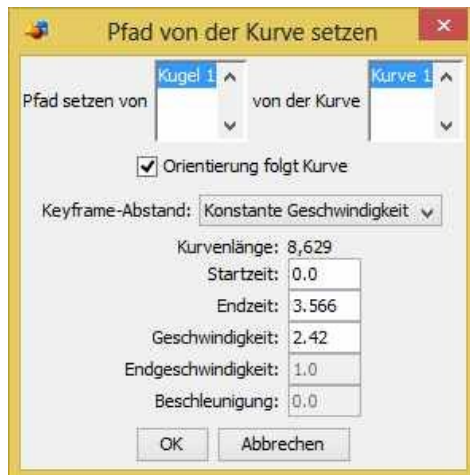
Wie bei Position Spuren gibt es auch hier die Möglichkeit der automatischen Erzeugung bestimmter Spuren über das **Animation** → **Spur zu markierten Objekten hinzufügen** → **Rotation** Menü. Hierüber kann man getrennte Spuren für X, Y und Z wählen und Quaternion-Drehung-Spuren automatisch zuweisen.

## Kurve als Pfad verwenden

Dies ist eine spezielle Methode der Festlegung von Position- und Rotation-Spuren eines Objektes, bei der man eine vorhandene Kurve nutzt, die mit einem der Kurvenwerkzeuge erstellt wurde.



Um diese Methode durchzuführen, wählt man Objekt und Kurve in der Objektliste an und klickt auf **Animation** → **Kurve als Pfad verwenden**. Das öffnet einen dem folgenden ähnlichen Dialog:



Hier können Sie Objekt und Kurve festlegen (falls anfänglich mehr als je eines ausgewählt wurde), die es zu verbinden gilt.

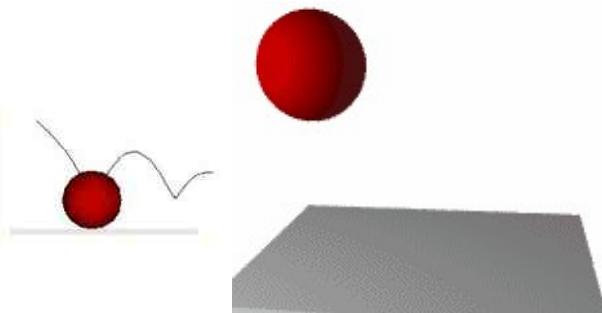
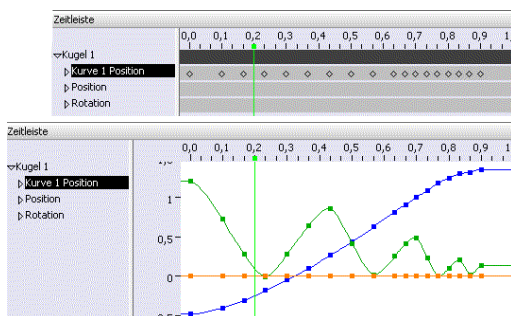
Sie können ebenso festsetzen, ob die Ausrichtung des Objektes der Kurve folgen, oder starr bleiben soll. Im letzten Fall wird keine Rotation Spur erstellt.

Es gibt 3 Optionen zum **Keyframe Abstand**:

**Einheitlicher Abstand, einheitliche Geschwindigkeit** oder **einheitliche Beschleunigung**. Abhängig davon, was man wählt, gibt es zusätzliche Kennwerte, die bestimmt werden können:

**Startzeit** und **Endzeit** legen fest, wie schnell das Objekt die Kurve entlang läuft. Ist **einheitliche Geschwindigkeit** oder **einheitliche Beschleunigung** ausgewählt, werden diese Werte abhängig von der Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung sein, die in den verbleibenden Dialogfeldern eingegeben werden können.

Das Beispiel unten ist einfach. Die Kurve wurde gezeichnet wie die Bahn, der ein aufhüpfender Ball folgt. Der Pfad der Kugel wurde dann mit konstanter Geschwindigkeit festgelegt (natürlich physikalisch nicht wirklichkeitsgetreu). Das Ergebnis ist die automatisch erstellte Positionsspur und (damit) die gezeigte Animation.



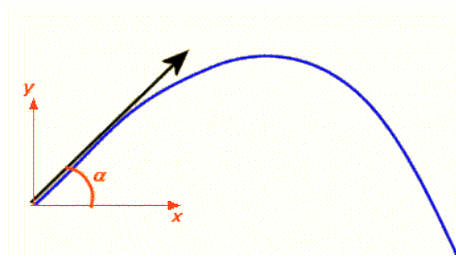
### 11.3.2. Spuren wandlungsfähig bemessener Veränderung

Wandlungsfähig bemessene oder prozedurale Animationsspurten gestatten Position und Ausrichtung jedes Objekts durch Einsatz mathematischer Gleichungen genauestens zu steuern. Das ist zum Beispiel bei der Nachahmung wirklichkeitsgetreuer Physik hilfreich.

Um eine prozedurale Animationsspur hinzuzufügen, markiert man das Objekt, klickt **Animation** → **Spur zu markierten Objekten hinzufügen** und wählt **Position** → **Prozedural** oder **Rotation** → **Prozedural**. Doppelklicke im Zeitstreifen den Spurnamen, oder markiere ihn und klicke auf **Animation** → **Spur bearbeiten**. Das öffnet den prozeduralen Editor, welcher fast jenem gleicht, den es für prozedurale Texturen / Materialien gibt. Der offensichtliche Unterschied ist, dass die Ausgabemodule hier X, Y und Z sind. Im Falle einer Position-Spur liefern sie die X-, Y- und Z-Koordinaten und bei einer Rotationsspur werden sie die Ausrichtung rund um jede Achse enthalten.

Mit einfachem Klick auf die einzelnen Module der verschiedenen Kategorien können Rechenwegvorgaben, sogenannte Prozeduren, zusammengesetzt werden. Einzelheiten hierzu, wie auch zu den verfügbaren Modulen, finden sich unter Prozedurale Texturen.

Die Einträge des Menüs **Eigenschaften** erlauben die Festlegung des Glättungstyps und des Koordinatensystems wie vom Dialog einer einfachen Position Spur bekannt.

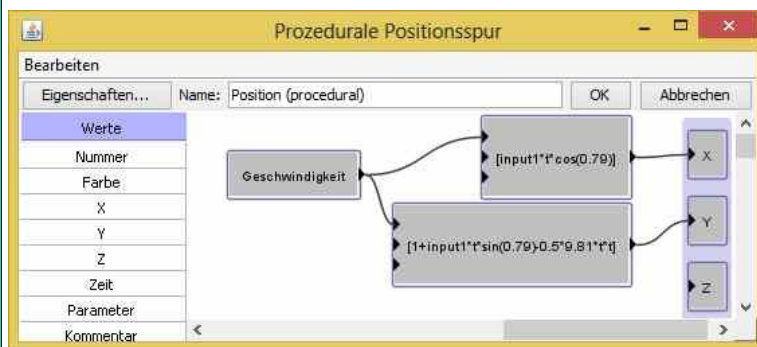


Betrachten wir das Beispiel eines Balls, der in die Luft hinauf (Y-Achse) entlang der X-Achse geworfen wird. Die physikalischen Gleichungen, die die Bewegung dieses Wurfgeschosses beschreiben, erklären uns, dass die Distanz in die X Richtung gegeben wird durch  $x = u t \cos \alpha$  wobei  $u$  die Geschwindigkeit (die, wie wir für den Augenblick annehmen wollen, konstant ist),  $t$  die Zeit und  $\alpha$  der

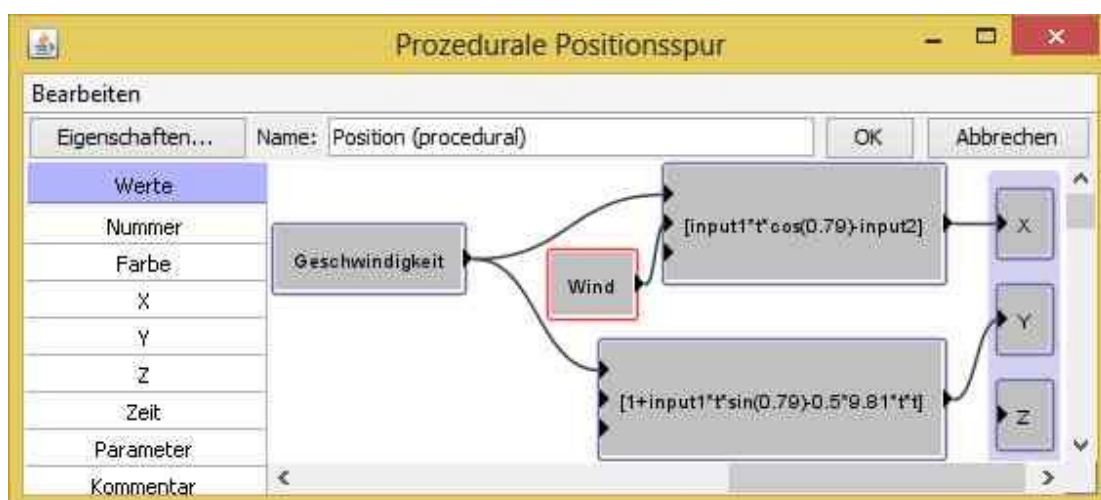
Winkel zur Waagerechten ist, wie auf der Grafik hier oben links erkennbar:

Der Abstand entlang der Y-Achse ist gegeben durch  $y = h + u t \sin \alpha - 0.5 g t^2$ , wobei  $h$  die Ausgangshöhe ist und  $g$  die Beschleunigung infolge der Erdanziehung (= 9.81 m/s<sup>2</sup>).

Da wir die *Position* des Balls steuern wollen, müssen wir diese Gleichungen in eine prozedurale Position Spur einbauen. Eine Möglichkeit, wie unten gezeigt, ist, das **Ausdruck-**Modul zu verwenden und die Ergebnisse in die entsprechenden X- und Y- Ausgabefelder einzuspeisen. In diesem Beispiel wird die Geschwindigkeit des Wurfs von einem Kennwert bestimmt, so dass leicht unterschiedliche Würfe eingegeben werden können. Dies kann man mit den anderen Einflußgrößen dieses Beispiels, wie Ausgangshöhe (die in diesem Beispiel 1.0 ist) und Wurfwinkel, der auf 0.79 Einheitswinkel (= 45°) gesetzt ist, ebenso machen.

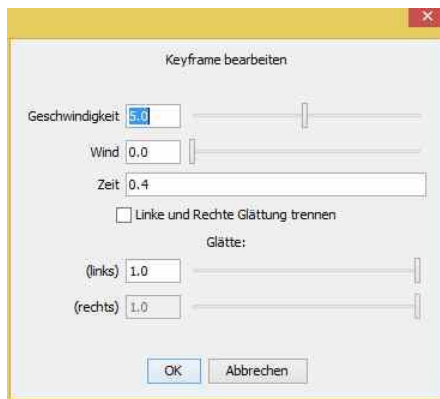


In prozeduralen Animationsspuren ist es auch möglich, beliebige der Kennwerte zu keyframen, die Teil der Prozedur sind. Etwa, wenn wir die obige Prozedur abändern und Windeinwirkung hinzufügen, wie folgt:



Hier habe ich den neuen Parameter (= Kennwert) *Wind* als Input 2 des Ausdrucks eingebaut, der den Versatz auf X steuert. Der Ausdruck wurde etwas modifiziert, um die Wind 'Einwirkung' von der x Position in Abzug zu bringen. Dies ist eine grob vereinfachende Nachbildung, die uns befähigt, festzulegen, wie weit der Wind den Ball zurückdrückt. Jetzt können wir diesen Parameter keyframen, indem wir die Zeiger auf einen bestimmten Zeitpunkt setzen und **Animation** → **Keyframe markierte Spuren** wählen. Dies er-

zeugt einen Keyframe an der geltenden Zeitposition auf dem Zeitstreifen. Doppelklicken des Keyframe öffnet eine Dialogbox, die ermöglicht, den Wert des Keyframe wie unten gezeigt einzugeben:



Hier können die Werte der Parameter zu diesem bestimmten Zeitpunkt eingestellt werden. Die Kennwerte zu den übrigen Zeitpunkten werden dann, unter Einbeziehung des Glättungstyps, der im

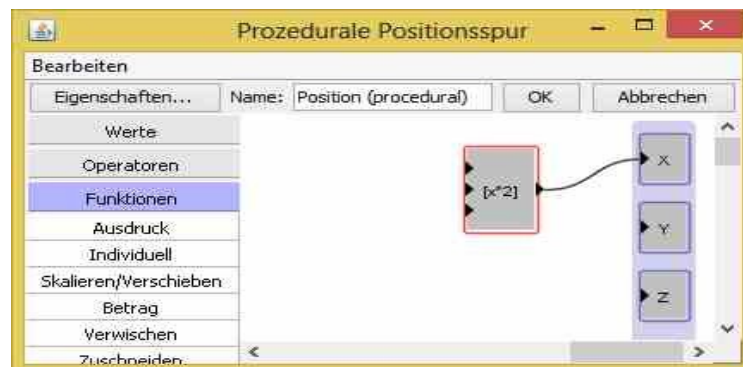


Eigenschaften Menü des prozeduralen Editors gewählt wurde, zwischen den gekeyframen Werten interpoliert.

Wie gehabt, kann der Glättungswert eingegeben werden, wenn der Glättungstyp 'interpolierend' oder 'annähernd' ist, und linke und rechte Glättung können getrennt bestimmt werden.

Die Werteingabe an mehreren Zeitpunkten ergibt die rechts gezeigte stark vereinfachte Windeinwirkung. Selbstverständlich könnten ausgeklügeltere und naturgetreuere Nachahmungen erstellt werden.

Bemerkenswert ist, dass prozedurale Animationsspuren auch dazu genutzt werden können, Bewegungen auf vorher gehende Bewegungen aufzusetzen. Immer wenn X-, Y- oder Z-Werte innerhalb des Prozedureditors genutzt werden, sind es die Positionen oder Ausrichtungen des Objekts genau bevor diese Spur angewendet wird. So würde zum Beispiel die folgende Prozedur jede Bewegung vorhergehender Spuren auf der X-Achse verdoppeln:



### 11.3.3. Pose Spuren und Skelette

Pose Spuren sind eine Methode, weitere Objekteigenschaften zu keyframen und besonders für Meshobjekte brauchbar.

#### Pose Spuren für Objekte in geometrischer Grundform

Bei Objekten in geometrischer Grundform sind die Eigenschaften, die bearbeitet werden können die, die unter **Objekt bearbeiten** gesetzt werden (also Größenänderungswerte). Zur Nutzung, fügt man eine Posen-Spur über **Animation** → **Spur zu markierten Objekten hinzufügen** → **Posieren** ein. Sodann wird ein Keyframe auf dem Zeitpunkt, zu dem die Größenänderungswerte gesetzt werden sollen, mit Markieren der Pose Spur und **Animation** → **Keyframe markierte Spuren** eingefügt. Doppelklicken des Keyframes öffnet den Objekt bearbeiten Dialog, die Werte der Größenänderung werden einge-

tragen und OK angeklickt. Falls erforderlich, wird dies auf weiteren Zeitpunkten wiederholt. Die Werte dieser Parameter können ebenso unmittelbar zur aktuellen Szenenzeit auf der Objekt-Eigenschaften-Tafel eingetragen werden. Die Glättung der Zwischenbilderinterpolation kann über den Spurdialog eingestellt werden.

## Pose Spuren für Lichter

Posen-Spuren können ebenso für Lichtquellen eingerichtet werden, um **Farbe** und **Intensität** (aller Lichtarten), **Radius** und **Minderungsrate** (von Leuchtpunkten und Spotlichtern) sowie **Kegelwinkel** und **Randschärfe-Rate** (für Spotlights) zu steuern. Dies geschieht auf ähnlichem Wege, wie für Objekte von geometrischer Grundform; fügen Sie eine Posen-Spur hinzu, keyframen Sie am erforderlichen Zeitpunkt und klicken Sie auf Keyframe bearbeiten, um die Lichtkennwerte an diesem Zeitpunkt festzulegen. Diese Werte können ebenso unmittelbar zur aktuellen Szenenzeit auf der Objekteigentafel eingetragen werden.

## Pose Spuren für Kameras

Die Kameraeigenschaften **Brennweite**, **Schärfentiefe** und **Sichtfeld** können gleichfalls über Pose Spuren animiert werden. Wieder geschieht dies, wie für Objekte in geometrischer Grundform und Lichtquellen; füge eine Pose Spur hinzu, keyframe die am passenden Zeitpunkt und gehe ins Keyframe bearbeiten Menü, um die Kamerakennwerte zu diesem Zeitpunkt festzulegen.

Diese Werte können wie immer unmittelbar zur aktuellen Szenezeit auf der Objekteigentafel festgelegt werden.

Kamerafilter-Kennwerte können auch mit Zeit animiert werden, indem man Posen-Spuren benutzt. Die Methode ist geringfügig anders; erst werden der Kamera die erforderlichen Filter (nähere Einzelheiten finden Sie unter Kamerafilter) hinzugefügt, dann setzen Sie eine Posen-Spur. Um die Posen-Spur im Zeitstreifen aufzufächern, klicken Sie auf den kleinen Dreieckspfeil links neben dem Spurtitel und eine jedem Filter entsprechende Spurenliste wird ausgewiesen. Keyframes können dann auf den entsprechenden Spuren gesetzt werden, indem man diese anwählt und **Animation** → **Keyframe markierte Spuren** klickt. Ein Beispiel ist unten gegeben:



## Pose Spuren für Meshobjekte, Röhren und Kurven

Mit Meshobjekten, Röhren und Kurven arbeiten Pose Spuren auf ähnliche Weise, wie mit den Position Spuren, aber auf der Vertex/Punkt-Ebene. Die Grundvoraussetzung ist, dass man mit einem Meshobjekt arbeitet, das eine festgelegte Anzahl von Vertices/Punkten haben muß. Dann können, durch Behandlung des Meshs in seinem jeweiligen Editor, verschiedene 'Posen' des Meshs eingestellt werden. **Art of Illusion** betrachtet daraufhin die Position jedes Punktes im Objektmesh und deren Änderung zwischen den Posen. Der Weg, den jeder Punkt nimmt, wird dann interpolierend für die Frames zwischen den gekeyframeteten Posen berechnet.

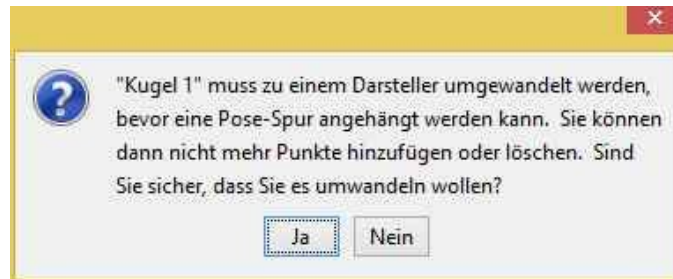
Meshobjekte mit Skeletten arbeiten geringfügig anders, dahingehend, daß die Position



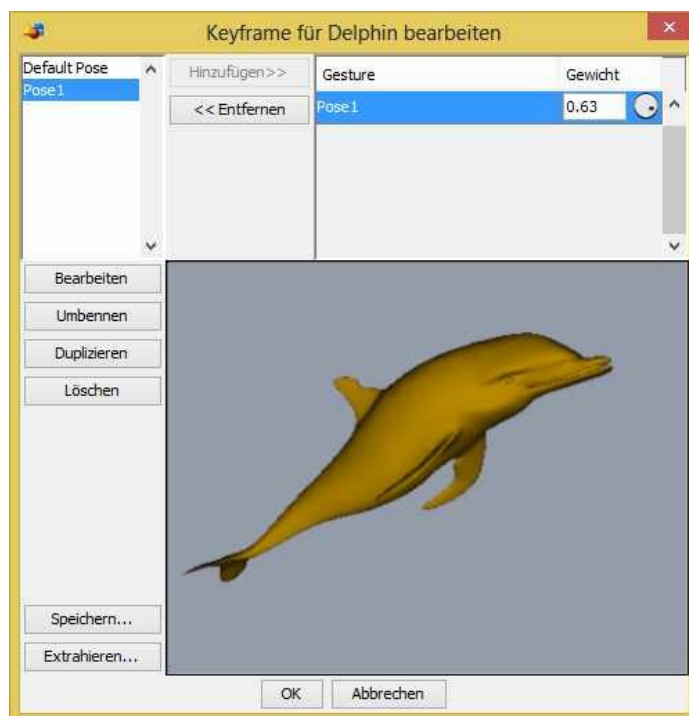
der Knochen des Skeletts für jedes Zwischenbild berechnet wird, danach die Positionen der Punkte, auf den Knochenpositionen fußend.

Um eine Posen-Spur einem Objekt zuzuweisen, klickt man auf **Animation** → **Spur markierten Objekten hinzufügen** und wählt **Posieren** aus. Wie bei Spuren einfach bemessener Veränderung, beruht der Aufbau einer Animation auf dem Setzen des Zeigers auf den entsprechenden Zeitpunkt des Zeitstreifens, der Bearbeitung des einzelnen Objektes durch Gebrauch des geeigneten Dialogs und dem Keyframen der geänderten Spuren. Wahlweise kann ein Keyframe zum erforderlichen Zeitpunkt auch mit Klick auf **Animation** → **Keyframe markierte Spuren** gesetzt werden, der dann mit **Animation** → **Keyframe bearbeiten** eingerichtet werden kann.

Für ein Meshobjekt wird, wenn man eine Pose Spur hinzufügen will, folgende Warnung angezeigt:



Um eine Pose für einen Mesh-'Darsteller' zu erzeugen, bewegt man den Zeiger im Zeitstreifen auf den erforderlichen Zeitpunkt und doppelklickt das Objekt in der Objektliste. Dies öffnet einen Dialog ähnlich dem unteren:



Auf der linken Seite ist eine Liste bestimmter Haltungen, die gesonderte Einrichtungen des Meshs sind. Anfänglich gibt es nur eine: Die voreingestellte Pose (= *Default Pose*), welche das Meshobjekt in der Haltung zeigt, in der es erzeugt wurde. Diese Pose kann nicht gelöscht werden. Um eine neue Pose zu schaffen, markiert man diese voreingestellte Pose und klickt auf **Duplizieren**. Bei Anforderung gibt man einen Namen dafür ein. Das setzt eine neue Pose in die Liste und öffnet den Objekteditor, der die Bearbeitung des Objektes weitgehend in gleicher Weise ermöglicht, wie *normal*, außer Punkte/Vertices löschen, oder neue durch Extrudieren oder

Untergliedern dazusetzen zu können.

Ist die Bearbeitung des Meshs getan, klickt man OK, um die neue Pose festzuschreiben. Um eine Pose dieser (linken) Liste dem gerade gültigen Zeitpunkt zuzuweisen, markiert man sie und klickt auf **Hinzufügen>>**. Das trägt diese Pose in die (rechte) **Aktuelle Pose**-Liste ein. Diese Liste legt fest, wie das Mesh zu diesem Zeitpunkt aussieht: Die endgültige Haltung ist die gewichtete Summe aller (Teil-)Gesten dieser (rechten) Liste, wobei diese als *Veränderungen* der voreingestellten Pose bearbeitet werden.

Ihre **Gewichtung** kann man einstellen, indem die jeweilige (Teil-)Geste in der (rechten) Liste markiert und ein **Gewicht**(ungs)-Wert in die Box direkt daneben eingegeben, oder mit dem Drehknopf eingestellt wird. Man kann auch einfach eine einzelne Pose zur dieser

Liste hinzufügen und OK klicken. Wirft man in diesem Dialog mal einen Blick auf einen Zeitpunkt zwischen zwei Keyframes, ist zu sehen, dass das **Gewicht** jeder Geste entsprechend berechnet worden ist. Es ist auch möglich, negative **Gewicht** Werte einzusetzen.

Noch 2 weitere Optionen stehen in diesem Dialog zur Verfügung:

**Speichern ...** erlaubt Dir eine neue Geste zu erstellen, die dem gewichteten Durchschnitt aller (Teil-)Gesten der **Aktuelle Pose**-Liste entspricht.

**Extrahieren ...** sichert die, von der erstellten Gestengruppe der **Aktuelle Pose**-Liste bestimmte, aktuelle Haltung/Pose als neues Meshobjekt.

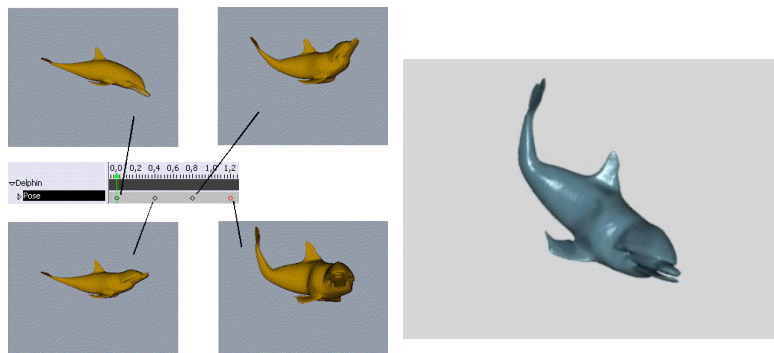
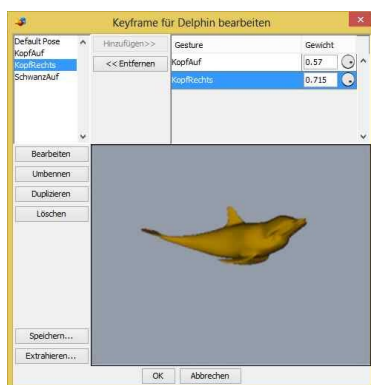
Ist der Mesh-Pose-Dialog schließlich verlassen, setzt man den Keyframe für diese neue Pose durch Anwahl von **Animation** → **Keyframe geänderte Spuren markierter Objekte**.



Posen-Spuren zu nutzen, ermöglicht Effekte wie das Morphen:

Beachtenswert ist, daß die Objekteigenschaftentafel auch zum weit unmittelbareren Setzen von Keyframes für Pose-Spuren von Darstellern genutzt werden kann. Klickt man auf den Darsteller, listet die Eigenschaftentafel alle Posen auf, die zur aktuellen Posen-Liste gehören. Die Gewichtungen zu jeder Pose können in der Eigenschaften-Tafel entweder durch unmittelbare Eingabe von Zahlen oder Benutzung der Drehknöpfe gesetzt werden. Dann kann man sie per **Animation** → **Keyframe geänderte Spuren markierter Objekte** oder mit **<STRG+↑+K>** keyframen.

Die Verwendung von **Skeletten** ist für Animationen oft eine wirksame Möglichkeit, neue Posen/Gesten zu gestalten. Um darüber zu verfügen, erzeugt man ein Skelett in einem Mesh-Objekt und verbindet beide miteinander. Danach bewegt man für jede Pose, gemäß obiger Beschreibung, einfach die Knochen, wie erforderlich, und keyframet die jeweilige Pose. Das Beispiel unterhalb hat 3 Posen zusätzlich zur voreingestellten und 5 Keyframes; die voreingestellte Pose wurde am Anfang und am Ende gesetzt:



Die Optionen für die Posen-Spur werden mit einem Doppelklick auf den Spurnamen im Zeitstreifen sichtbar:



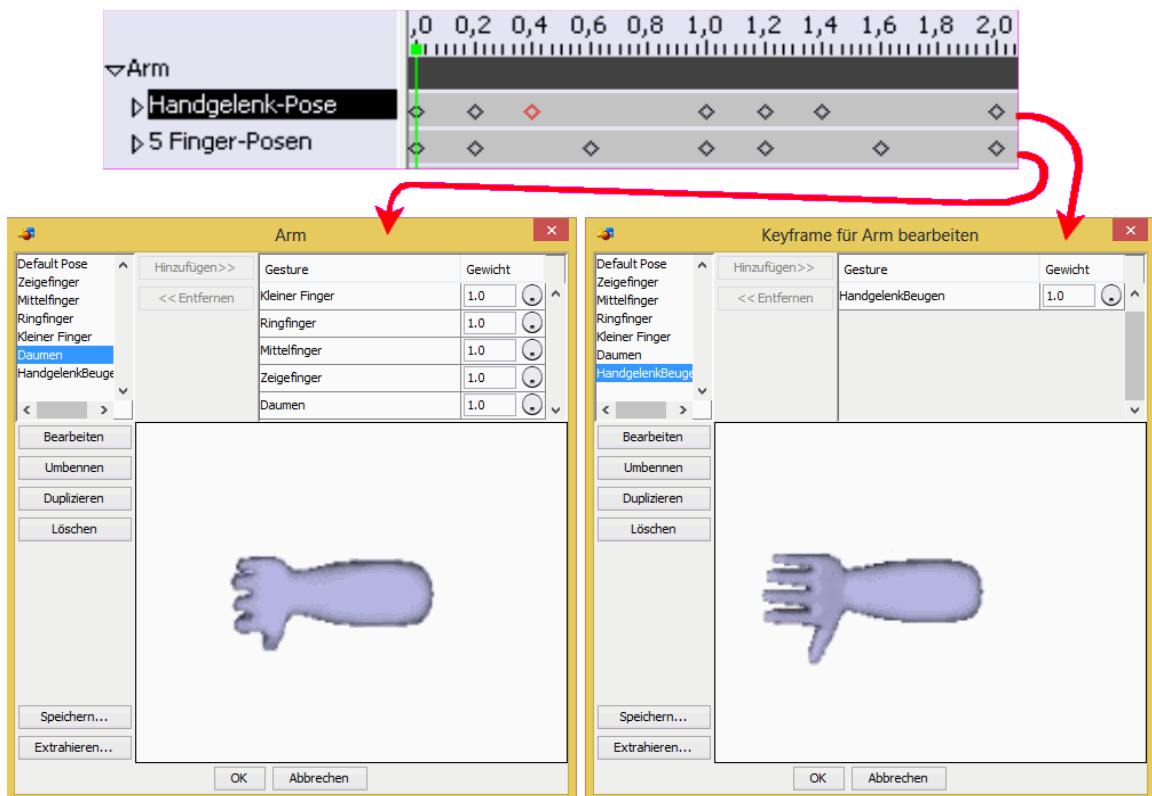
Die Wahlmöglichkeiten sind weniger, als bei den Spuren einfach bemessener Veränderung.

Der **Spurname** kann in jeden Namen der Wahl geändert werden.

Die **Glättungsmethode** bezieht sich auf die Art, wie der Kennwert zwischen den Keyframes interpoliert wird. Im Falle von Meshobjekten ist der maßgebliche Kennwert die Gewichtung (**Gewicht**) der einzelnen Bestandteile, die die Pose ergeben. Siehe oben zu Einzelheiten der unterschiedlichen Glättungsmethoden.

Der **Spurmodus** kann entweder **absolut** oder **relativ** sein. **Absolute** Spuren überschreiben gewissermaßen jegliche anderen Pose Spuren weiter unten in der Liste, **relative** Spuren addieren sich hingegen zu den vorangehenden Posen-Spuren.

**Relative** Pose Spuren sind zum Aufbau umfänglicher Posen, unter Beibehaltung besserer Steuerbarkeit der einzelnen Bewegungen hilfreich. Im unteren Beispiel habe ich eine Reihe von Posen für das einfache Modell eines Armes erstellt. Es gibt getrennte Posen für jeden der Finger in geschlossener Position und eine weitere Pose für das Handgelenk. Durch Erzeugung von 2 Spuren, eine für die Finger (absoluter Spur-Modus) und eine für das Handgelenk (relativer Spur-Modus), wird das Anfügen/Anpassen allein der Handgelenk-Bewegung wesentlich einfacher, als jeden Keyframe in einer kombinierten Posen-Spur einzeln zu bearbeiten.



Zum Beispiel: Hinzufügen oder Entfernen der Handgelenkbewegung ist so einfach, wie das Einschalten/Ausschalten der Handgelenk Pose Spur:



## Kind-Objekte und Animations-Posen



Stellen Sie sich vor, wir fügen ein Augenpaar (als Kindobjekte) zu der mit Pose Spur animierten Schlange dieses Beispiels hinzu. So, wie sich der Schlangenkopf bewegt, würden wir gerne auch die Augen mitbewegen. Versuchen Sie das selbst, werden Sie sich vermutlich über das erste Ergebnis wundern: Kindobjekte bewegen und drehen sich definitionsgemäß mit den Elterobjekten, aber in diesem Fall bewegen sich die Augen nicht. Warum?

Weil in diesem Beispiel Position und Drehung des Schlangenkopfes gar nicht verändert werden. Nur die Pose Spur verändert sich, was sich in der bewegten Haltung der Schlange widerspiegelt.

Kind-Objekte bewegen und drehen sich definitionsgemäß mit Ihrem Elter. Das bedeutet, dass das für die Kindobjekte benutzte Koordinatensystem vorgabegerecht auf 'Eltern' steht. Im Schlangenbeispiel würden wir nun gerne gleichermaßen die Augen mit der Pose der Schlange bewegen. Das können wir erreichen, indem wir das Koordinatensystem der Augen auf einen Knochen im Elterobjektmesh setzen.

Um die Augen der Pose folgen zu lassen, doppelklickt man die Position-Spur der Augen in der Zeitleiste (oder mit Rechtsklick und **Spur bearbeiten** wählen), dazu setzt man das **Koordinatensystem** der Augen auf **Anderes Objekt ....** Nun wird die Schaltfläche **Zusammenstellung:** verfügbar. Ein Klick darauf gestattet die Wahl aus der Liste jedes Knochens aller Objekte (in der Szene) mit festgelegtem Skelett, dem gefolgt werden kann. Wenn man das Schlange-Objekt wählt und die Liste der Untereinträge dazu aufklappt, findet man die Knochen aufgereiht, die das Schlangeobjekt benutzt. Man wählt einen Knochen nahe der Augenposition, und die Augen werden sich nun mit der Pose mitbewegen. Für die Rotationsspur wiederholt man diese Schritte entsprechend.

Mehrere Punkte verdienen Beachtung:

- Man kann weiterhin Keyframes für das Kind-Objekt erstellen und diese eigenständig animieren. Die Position- und Rotationspuren werden sie mit den von den Elterobjekten vorgegebenen Bewegungen verknüpfen.
- Man muß mindestens einen Keyframe für jedes Kind-Objekt setzen, um die Beziehung zu anderen Koordinatensystemen einzurichten.
- Objekte, die den Koordinatensystemen anderer Objekte auf diese Weise folgen, müssen nicht notwendigerweise Kinder jener Objekte sein, aber in den meisten Fällen ist es sinnvoll, wenn sie das sind.
- Um sich das Leben zu erleichtern, können Kindobjekte automatisch mit dem Skelett Ihres Elters verknüpft werden. Man wählt einfach die Kinder des Elters aus (einzeln, oder durch Markierung des Elters und Klick auf **Bearbeiten** → **Unterbjekte markieren**) und klickt **Animation** → **An übergeordnetes Skelett binden...**. Dieses Werkzeug verknüpft jedes Objekt mit dem nächstliegenden Knochen im Elterskelett, erzeugt Position- und Rotation-Spuren für jedes Kind und setzt dazu Keyframes, um die Beziehung herzustellen.

### 11.3.4. Verformen Spuren

Verformen Spuren werden gebraucht, um die Oberfläche eines geometrischen Objektes auf prozeduralem Weg zu beeinflussen. Es gibt derzeit 7 verschiedene Verformen-Spuren in **Art of Illusion**: Verbiegen, Individuell, Skalieren, Explodieren, Verdrehen, Inverse Kinematik und Skelettform. Die ersten 5 wirken direkt auf die Oberfläche der Objekte ein und können für beliebige geometrische Objekte verwendet werden. Die letzten beiden werden auf die Skelette von Meshobjekten angewendet und verändern folglich die Netzoberflächen indirekt. Jede dieser Spuren wird für sich nachfolgend in Einzelheiten erörtert:



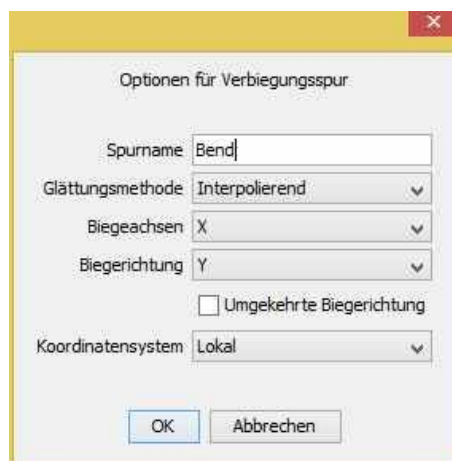
Zu bemerken wäre, daß bei den ersten 5 Arten der Verformen Spuren, wenn das fragile Objekt ein Mesh ist, die Verformung auf jeden Punkt/Vertex angewendet wird, *bevor* die Oberfläche untergliedert wird. Das macht es schnell und hält die Oberfläche glatt. Ist das Objekt kein Mesh, wird es zunächst in ein Dreiecksmesh mit der für das Rendern eingestellten Oberflächengenauigkeit umgewandelt. Danach wird die Veränderung auf jeden Punkt/Vertex des entstandenen Objektnetzes angewendet. Berücksichtige, dass dies nicht die erwarteten Ergebnisse bringen könnte. Zum Beispiel angenommen, Du benutzt eine Skalieren Spur, um eine Kugel zu vergrößern und renderst mit einer Oberflächengenauigkeit von 0.01. Die Kugel wird zuerst mit einer Genauigkeit von 0.01 in ein Dreiecksnetz umgeformt und dieses dann vergrößert - was bedeutet, daß nun (auch) seine (Oberflächen-)Fehler größer als 0.01 sind.

Ein grundsätzlicher Tipp für Verformen Spuren ist, dafür zu sorgen, daß eine angemessene Zahl von Punkten/Vertices im Modell vorliegt. Damit gelingen Verformungen glatter und eher vorhersagbar.

## Verbiegen Spur

Wie der Name nahelegt, verbiegt diese Spur Objekte, über eine Winkelangabe, um eine bestimmte Achse und in einer festgelegten Richtung.

Um eine Verbiegen-Spur einem Objekt anzufügen, markiert man das Objekt und wählt **Animation → Spur zu markierten Objekten hinzufügen → Verformen → Verbiegen**. Die Eigenschaften der Spur können mit Doppelklick auf den Spurnamen in der Zeitleiste bearbeitet werden, oder mit Rechtsklick und Wahl von **Spur bearbeiten**. Das öffnet eine Verbiegen Spurdialogbox, wie die folgende:



Der **Spurname** kann beliebig geändert werden und erscheint mit diesem Namen in der Spurliste der Zeitleiste.

Die **Glättungsmethode** bestimmt, wie die Biegewinkel zwischen Keyframewerten interpoliert werden. Die Möglichkeiten sind oben beschrieben.

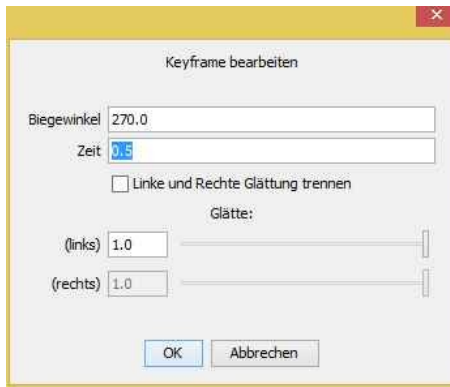
Die **Biegeachse** ist die Achse, um die das Objekt gebogen wird.

Die **Biegerichtung** legt die Richtung fest, in welche das Objekt von der angegebenen Biegeachse weggebogen wird.

**Umgekehrte Biegerichtung** ändert die Biegung des Objektes, indem das festbleibende Ende und das sich biegende Ende gegeneinander vertauscht werden.

Das **Koordinatensystem** bestimmt, ob Biegeachse und Biegerichtung auf das Koordinatensystem des Objektes, oder auf Szenen-Ursprungspunkt und -Ausrichtung bezogen erstellt werden.

Um die Werte für den **Biegewinkel** festzulegen, fügen Sie Keyframes an den erforderlichen Zeitpunkten durch entsprechendes Setzen des Zeigers und Wahl von **Keyframe markierte Spuren** auf der Verbiegen-Spur ein. Die Keyframes können dann per Doppelklick im Zeitstreifen bearbeitet werden, wofür folgende Dialogbox sich öffnet:

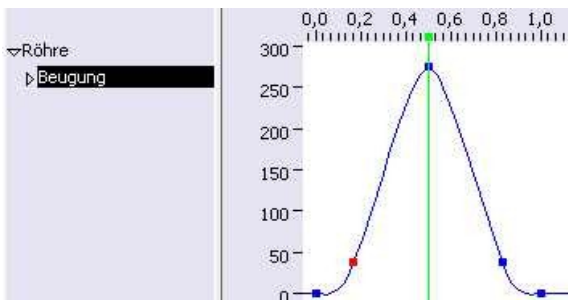


Hier kann man den gewünschten **Biegewinkel** in Grad und die **Zeit** dazu einsetzen.

Wenn entweder **Interpolierende** oder **Annähernde** Glättung im Spur-Optionen-Dialog gewählt wurde, kann hier der Wert des Glättungsgrades eingegeben werden.

Die Glättung (**Glätte**) der Kurve vor dem festgelegten Zeitpunkt kann nach Anhängen von **Linke und rechte Glättung trennen** auch so geändert werden, daß sie sich von der danach unterscheidet.

Das untere Beispiel zeigt eine Verbiegen-Spur, mit von 0 bis 270 Grad und zurück auf 0 laufenden Biegewinkeln, bei interpolierender Glättung, die auf ein Röhrenobjekt angewendet wird.



## Individuell-Verformen Spur

Die Spur für individuelle Verformung ist die anpassungsfähigste der Verformen-Spuren. Tatsächlich könnten die Biegung-, Skalierung- und Verdrehungspuren alle durch Gebrauch dieser Individuell-Verformen Spur ausgeführt werden.

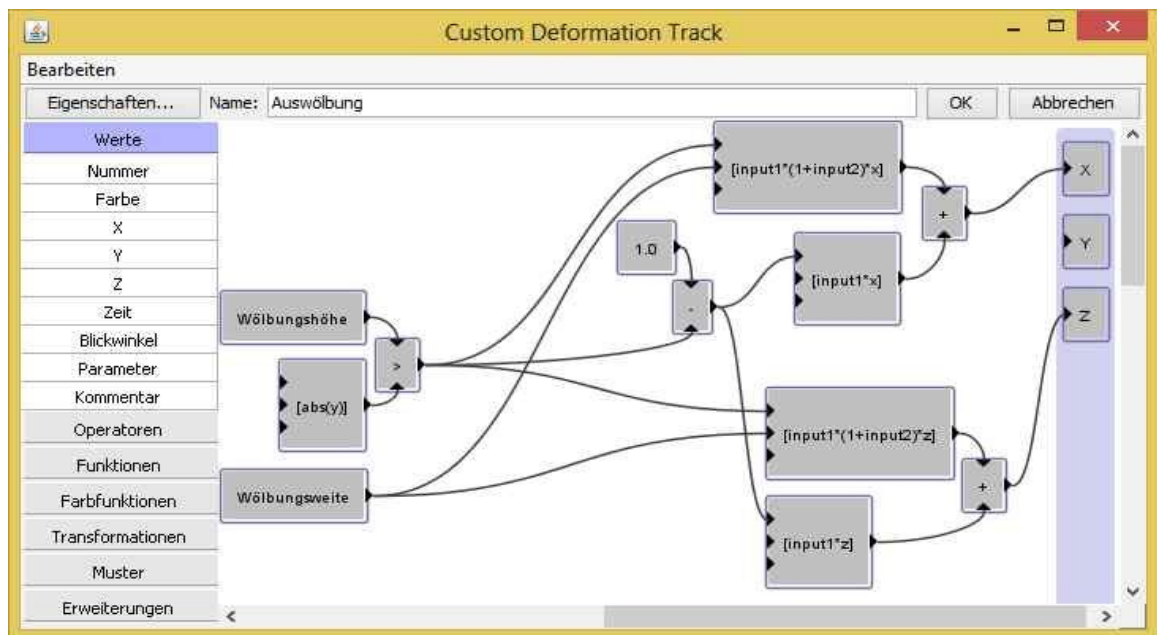
Um eine Individuell-Verformen Spur einem Objekt anzufügen, wählt man **Animation** → **Spur zu markierten Objekten hinzufügen** → **Verformen** → **Individuell**. Das fügt eine 'Deform' benannte Spur in die Spurliste jenes Objektes ein. Die Verformungsberechnung wird mittels des prozeduralen Editors erreicht (bekannt von prozeduralen Texturen und prozeduralen Position / Rotation Spuren). Um den Editor zu öffnen, auf den Spurnamen 'Deform' in der Spurliste doppelklicken, oder nach Rechtsklick darauf **Spur bearbeiten** wählen. Das öffnet den bekannten prozeduralen Editor, der Ausgänge für X, Y, und Z hat. Das sind die Oberflächenverformungen in ihren jeweiligen Achsen. Zum Einfügen hält das Menü links die normalen Module für Werte, Funktionen, Muster usw. bereit, die im Abschnitt über Prozedurale Texturen bereits erörtert wurden.

Zur besseren Veranschaulichung von Nutzen und Fähigkeit der Individuell-Verformen-Spur lassen Sie uns ein Beispiel betrachten. Das Ziel ist, eine Auswölbung-Spur zu einem zylinderartigen Objekt zu erstellen. Die Verformen-Spur wird die Mitte des Objektes veranlassen sich auszuwölben, während seine Enden bewegungslos verbleiben.

Zunächst ein passendes Objekt erzeugen. Um sicherzustellen, das wir über genügend Punkte (Vertices) auf der Oberfläche verfügen, extrudieren wir ein gefülltes Polygon statt eines einfachen Zylinders. Doppelklicken Sie das Polygon-Icon und stellen die Anzahl der Seiten auf 8 und die Form auf **Annähernd** (das betrifft die Glättung), um einen annähernd kreisförmigen Querschnitt zu bekommen. Mit gedrückten **<↑ + STRG>**-Tasten ziehen wir nun in der Ansicht 'Oberseite' den Kreis auf. Dann klicken wir auf **Werkzeuge** → **Extrudieren**, setzen die Extrusion entlang der Y-Achse auf eine passende Höhe und die Zahl der Abschnitte auf, sagen wir: 10.

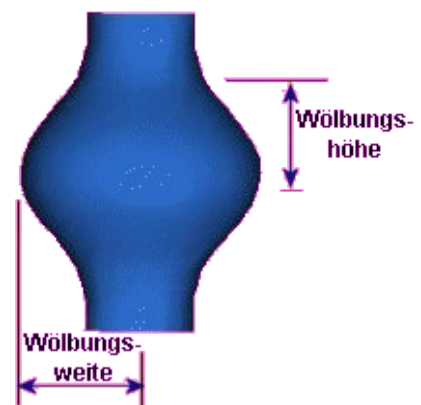
Eine Individuell-Verformen Spur wird, wie oben beschrieben, angefügt und der prozedurale Editor geöffnet. Der zugrunde gelegte Algorithmus für die Auswölbung lautet: Skalieren die X- und die Y-Achse mit einem Wölbungsfaktor aber nur innerhalb einer bestimm

ten Höhe oder Weite. Außerhalb dieser Auswölbungshöhe zeigt das Skalieren keine Wirkung. Hier ist die Rechenvorschrift, die das bewirkt (tragen Sie die erstmal so ein wie hier gezeigt):



Das erscheint etwas verwirrend, ist in Wirklichkeit aber recht einfach.

Zunächst einmal gibt es da 2 Kennwerte/Parameter, die gesetzt wor-den sind: **Wölbungshöhe**, die die von der Auswölbung betroffene 'Strecke' des Objektes festlegt und **Wölbungsweite**, die die Größenänderung/ Skalierung des betreffenden Objektteils wiedergibt, wie rechts bebildert:



Die Wölbung wird auf der Y-Achse des Objektes ausgemittelt, also ist  $Y = 0$ . Die erste Funktion ist '>'; diese gibt 1 aus, solange die Größe von Y weniger als die **Wölbungshöhe** ist und überall sonst 0. Das Ergebnis wird in die Skalierfunktion eingespeist, wo es mit  $(1 + \text{Wölbungsweite}) \cdot x$  multipliziert wird. Dadurch wird der Wert des Ausdrucks an jeder Stelle der Objektoberfläche außerhalb der **Wölbungshöhe** zu 0. Da wir aber die Oberfläche an dieser Stelle des Objektes mit einem Faktor X skalieren wollen und nicht mit 0, fügen wir die + Funktion ein. Das addiert zur Skalierung einen weiteren Ausdruck, der gleich zu X auf jedem Punkt außerhalb der **Wölbungshöhe** ist.

Innerhalb des Wölbungsbereiches, ist der Skalierungsfaktor einfach  $(1 + \text{Wölbungsweite}) \cdot x$ ; der Wert des zweiten Ausdrucks ist innerhalb der Auswölbung 0, somit addiert es zum ersten Ausdruck nichts.

Das wird für die Z-Richtung mit den 2 Ausdrücken wiederholt, dabei X einfach durch Z ersetzt.

Um einen akzeptablen Wertebereich und einen Standardwert für die Parameter **Wölbungshöhe** und **Wölbungsweite** zu setzen, doppelklickt man die Module und gibt die Werte ein.

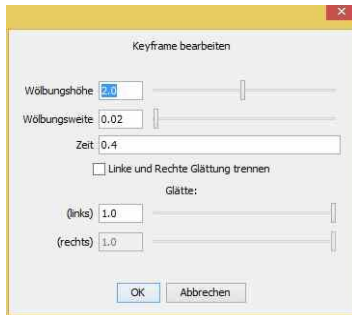
Das **Bearbeiten** Menü, im prozeduralen Editor oben links, enthält eine Rückgängig / Wiederholen Option, sowie die Möglichkeit die Eigenschaften der Deformationsspur zu überprüfen, wie hier rechts gezeigt:



Die Auswahl bei **Glättungsmethode** bestimmt die Art der Glättung der Werte zwischen den Keyframes. Siehe weiter oben für eine vollständige Beschreibung der Glättungsarten.

Das **Koordinatensystem** kann entweder auf **Lokal** oder **Welt** gesetzt werden, um das objekteneigene Koordinatensystem, oder das der Szene zu benutzen.

Da wir Parameter in den Ausdrücken benutzt haben, können wir nun Keyframes auf der Spur setzen. Um das zu tun, schieben Sie den Zeiger auf 0, markieren die Auswölbungsspur und wählen dann **Animation** → **Keyframe markierte Spuren**. Das fügt ein Keyframe am Zeitpunkt 0 ein. Wiederholen Sie das auf einem anderen Zeitpunkt. Um die Kennwerte für den jeweiligen Keyframe zu setzen, doppelklicken Sie den Keyframe, um die Keyframe-Dialogbox (für diesen Punkt) anzeigen zu lassen wie sie hierunter links zu sehen ist:



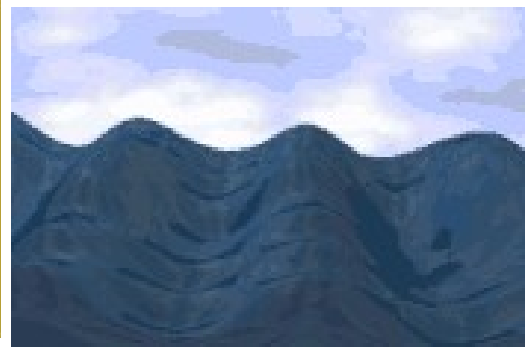
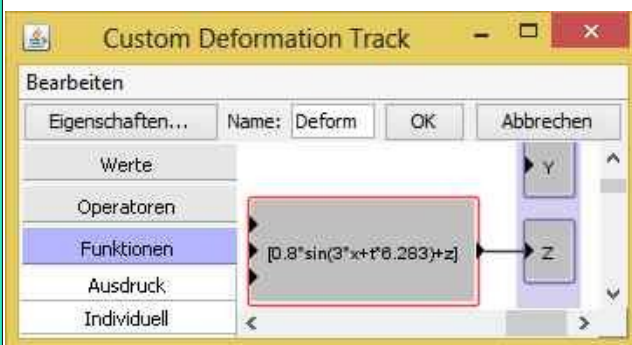
Dieser Dialog listet oben alle verwendeten prozeduralen Parameter mit Schiebereglern zur Einstellung der Werte für diesen bestimmten Zeitpunkt.

Wenn die **Glättungsmethode** entweder auf **Interpolierend** oder **Annähernd** in den Spureigenschaften eingestellt wurde, kann die **Glättung** für die

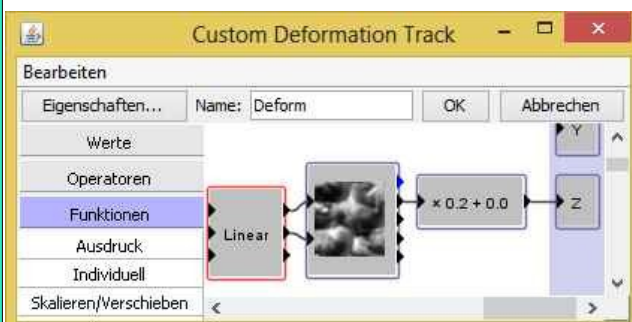
Zeit vor und nach dem Zeitpunkt (links und rechts davon) getrennt gesetzt werden.

Oben rechts ist die endgültige Animation zu begutachten - mit 4 Keyframes und der Veränderung lediglich des **Wölbungsbreite** Wertes erstellt.

Eine andere Beispielanimation ist hiernach zu sehen, die die Sinus-Funktion nutzt, um die Oberfläche eines abgeflachten Kugelmeshes zu verformen, während die Phase der Sinuswelle sich mit der Zeit ändert. Der Wert vor dem X (3 in diesem Fall), legt die Anzahl vollständiger Sinuswellen innerhalb eines bestimmten Abstandes fest. Die Zahl vor dem t kontrolliert die Geschwindigkeit der Sinuswellenbewegung. In diesem Beispiel entsprach das 2 mal Pi (rund 6.283), also einem vollständigen Amplitudendurchlauf pro Sekunde.



Individuell-Verformen Spuren können auch Bilder nutzen, um solch interessante Geometrien, wie in dem Landschaftenbeispiel unten, zu erzeugen:

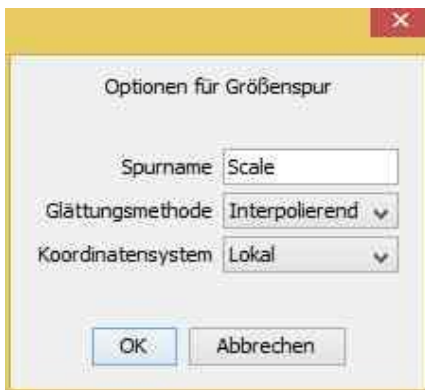




Es sei jedoch gewarnt, dass solch ein aufwendiges Bild eines 'feinmaschigen' Objektnetzes bedarf, um genau abbilden zu können, und das wiederum fordert erheblichen (Arbeits-)Speicher.

## Skalieren Spur / Größen(änderung) Spur

Die Skalieren-Spur ändert die Größe eines Objektes in einzelnen oder allen Richtungen. Um eine Skalieren-Spur einem Objekt anzufügen, wählen Sie das Objekt und dann **Animation** → **Spur zu markierten Objekten hinzufügen** → **Verformung** → **Skalieren**. Ein Doppelklick auf die Spur im Zeitstreifen ruft folgende Dialogbox auf:

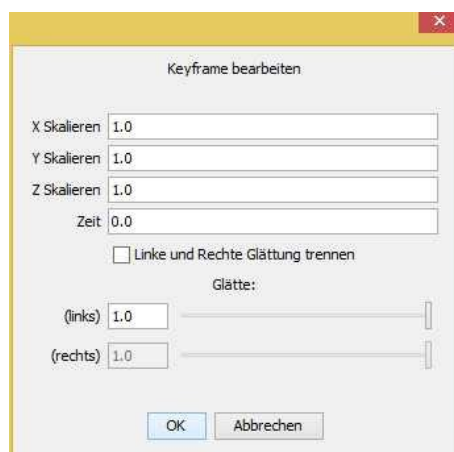


Der **Spurname** kann beliebig geändert werden (und wird mit diesem Namen in der Spurliste des Zeitstreifens erscheinen).

Die **Glättungsmethode** bezieht sich auf die Art, wie die Skalierungsfaktoren zwischen Keyframes interpoliert werden. Die Optionen sind hier die gleichen, wie [oben](#) beschrieben.

Das **Koordinatensystem** bestimmt, ob das **Lokale** oder das **Welt** Koordinatensystem genutzt wird. Gilt das zweite, wird das Objekt mit Bezug auf den Szenenursprungspunkt, statt auf das Objekt-Zentrum skaliert.

Um den Skalierungsfaktor auf einen bestimmten Zeitpunkt zu setzen, verschiebt man den Zeiger auf diesen Zeitpunkt und wählt **Animation** → **Keyframe markierte Spuren**. Das fügt einen Keyframe zu diesem Zeitpunkt in den Zeitstreifen ein. Um in folgendem Dialog dann die Werte einzusetzen, doppelklickt man auf diesen Keyframe:



Die Skalierungsfaktoren können in den **X-Skalieren**-, **Y-Skalieren**- und **Z-Skalieren**-Feldern genau eingetragen werden.

Der Zeitpunkt des Keyframes selbst ist änder- / einstellbar.

Wurde **Interpolierend** oder **Annähernd** als Glättungsmethode im Spur-Optionen-Dialog gewählt, kann die Glättung vor und nach dem Zeitpunkt getrennt und so unterschiedlich festgelegt werden.

## Explodieren / Zertrümmern Spur

Die Zertrümmern-Spur ist das Mittel der Wahl, um eine Explosion abzubilden. Das jeweilige Objekt wird in dreieckige Bruchstücke zertrümmert, die sich als Folge der 'Explosion' (vom Zentrum der Explosion weg) nach außen bewegen. Die Bruchstücke drehen sich, werden von der Erdanziehung (Gravitation) beeinflusst, und man kann sie mit der Zeit 'verschwinden' lassen.

Um nun eine Zertrümmern-Spur hinzuzufügen, markiert man das Objekt und wählt dann **Animation** → **Spur zu markierten Objekten hinzufügen** → **Verformung** → **Explodieren**. Bei diesem Spurtyp gibt es keine Keyframes - alle Steuerungen sind in der Dialogbox zugänglich, die sich mit Doppelklick auf den Spurnamen in der Spurliste der Zeitleiste öffnet. Sie gleicht der auf der nächsten Seite gezeigten:

Der **Spurname** kann beliebig geändert werden und erscheint mit diesem Namen in der Spurliste.

Die **Startzeit** ist die Zeit, zu der die Explosion beginnen soll. Bis zu diesem Zeitpunkt zeigt die Spur keine Wirkung.

**Maximum Fragment Größe** - Die Bruchstücke haben alle dieselbe Größe. Es gibt keine Minimalgröße, da **AOI** die Oberfläche untergliedert, bis die gewünschte Maximalgröße erreicht ist. (Beachtenswert ist hierbei freilich, daß die Leistungsfähigkeit (von Programm und Rechner) zunehmend belastet wird, je kleiner die Partikel werden.) Es gibt indes eine Maximalgröße, die

von der Oberflächengeometrie des Objektes abhängt. Ein Würfel, etwa, kann größere Bruchstücke haben, als eine Kugel, weil die Kubusoberfläche mit größeren Dreiecken abgebildet werden kann, ohne die erforderliche Oberflächengenauigkeit zu verlieren. Diese Option ermöglicht, die (maximale) Größe der Bruchstücke für solche Objekte zu beschränken (also auch den Würfel in, dem Limit entsprechende, kleinere Stücke zerlegen zu lassen).

**Explosionsgeschwindigkeit** ist die Anfangsgeschwindigkeit, mit der die Bruchstücke nach außen streben.

**Fragmentdrehrate** bestimmt wie schnell sich Bruchstücke drehen (ruhig mal ausprobieren).

**Zeit bis zum Verschwinden** Wird hier ein anderer Wert als 0 gesetzt, verschwinden die Bruchstücke innerhalb dieser Zeitspanne zufällig. Die hier vorgegebene Zeit, ist der Zeitpunkt, bis zu dem alle Objekte verschwunden sind. (Gezählt werden die Sekunden vom Zeitpunkt der Explosion an.)

**Schwerkraft (Gravitation)** setzt das Ausmaß der Kraft fest, die auf die Bruchstücke einwirkt.

**Schwerkraftachse** bestimmt, in welcher Achse die 'Gravitations'-Kraft wirkt. Normalerweise ist das natürlich Y, aber das muß (je nachdem welche Wirkung erzielt werden soll,) nicht immer der Fall sein (etwa Wind o.ä.).

Die **Zufälligkeit** bestimmt, wie gleichförmig (oder nicht) die Bewegung während einer Explosion ist. Ein Wert nahe 0 bedeutet eine gleichmäßige Streuung der Bruchstücke, während eine 1 eine sehr zufällige (ungeordnete) Streuung ergibt.

Das **Koordinatensystem** ist entweder das objekteneigene (Lokal), oder das der Szene (Welt). Ist das letzte gewählt, findet die Explosion aus dem Szenenursprung statt, (nicht aus dem Objektmittelpunkt), was eine 'seitliche Druckwelle' ergibt, wenn das Objekt nicht auf dem Ursprungspunkt positioniert ist.

Unterhalb ist als Beispiel eine Explosionsspur auf eine Scheibe angewendet worden. Die **Startzeit** wurde auf den Zeitpunkt gesetzt, der mit der Zeit zusammenfällt, in der ein Ball die Scheibe 'trifft'. Beim hernde' Glättung benutzt, was Dreiecksbruchstücke erzeugt

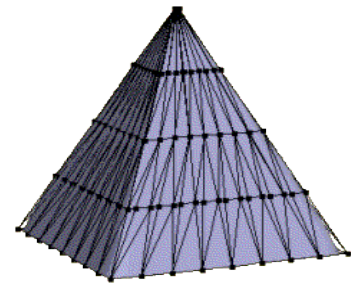
Scheibenmesh wurde 'annä-dazu führt, dass geglättete werden.



## Verdrehen Spur

Die Verdrehen Spur dreht die Oberfläche (ihres Objektes) um eine bestimmte Achse, in einem Winkel, der sich mit dem Abstand entlang dieser Achse vergrößert. Ein Ende des Objektes bleibt fest, während das andere sich herumdreht. Um das besser zu erklären, folgt hier ein Beispiel:

Das in diesem Beispiel verwendete Objekt ist eine Pyramide, die über Extrudieren eines flachen Spline-meshs und anschließende Verminde-rung der Vertices bis auf einen Punkt hin erstellt wurde. Um eine ge-glättetere Verfor-mung zu erhalten, wurde das Mesh mehrmals unterglie-dert, bis es das rechts zu sehende Mesh ergab:



Um eine Verdrehen Spur anzufügen, markiert man das Objekt und wählt **Animation** → **Spur zu markierten Objekten hinzufügen** → **Verformung** → **Verdrehen**.

Zur Bearbeitung der Spuroptionen doppelklickt man auf den Spurnamen im Zeitstreifen, oder rechtsklickt darauf und wählt **Spur bearbeiten**. Beides ruft folgende Dialogbox auf:



Der **Spurname** kann beliebig geändert werden (und wird mit diesem Namen in der Spurliste des Zeitstreifens erscheinen.)

Die **Glättungsmethode** bezieht sich auf die Art, wie die Werte für die Verdrehung zwischen den Keyframes interpoliert werden. Die Optionen sind hier die gleichen, wie oben bereits beschrieben.

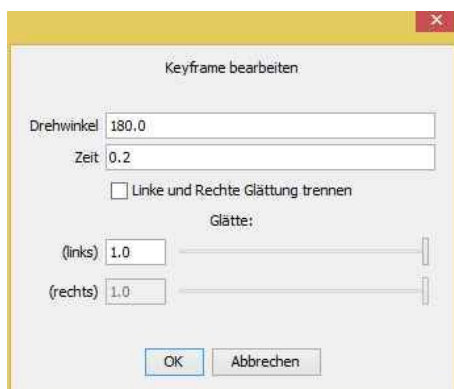
Die **Drehachse** ist die Achse, um die herum das Objekt verdreht wird.

**Umgekehrte Drehrichtung** verdreht das Objekt entgegengesetzt, so, dass das andere Ende statisch

ist.

Das **Koordinatensystem** bestimmt, ob das **Lokale** oder das **Welt** (= Szenen) Koordinatensystem genutzt wird. Wird das letzte gewählt, verdreht sich das Objekt auf den Szenenursprung bezogen, statt auf das Objektzentrum.

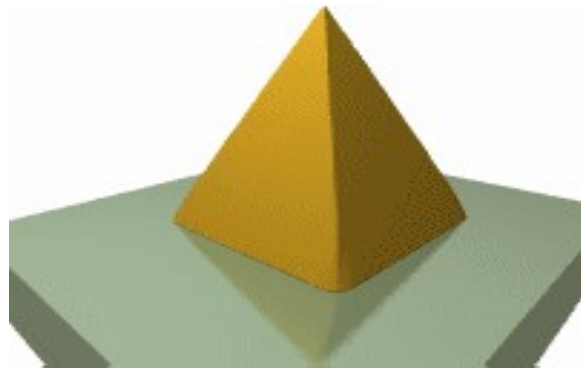
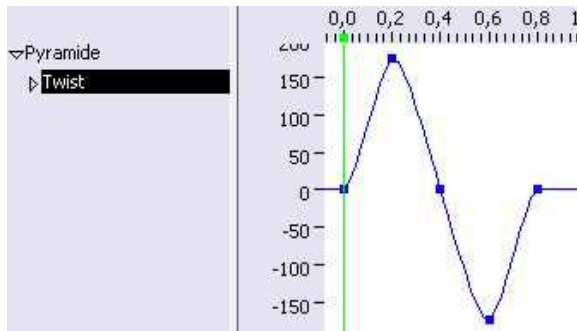
Um die Werte der Verdrehung zu ändern, schiebt man den Zeiger auf den erforderlichen Zeitpunkt und wählt **Animation** → **Keyframe gewählte Spuren**. Das erstellt einen Keyframe am markierten Zeitpunkt. Ein Doppelklick auf den Keyframe öffnet dann folgenden Dialog zur Bearbeitung:



Der **Drehwinkel** steuert den Grad der Verdrehung um die angegebene Achse zur gegebenen Zeit (die sich hier auch wieder ändern lässt).

Sind entweder **Interpolierende** oder **Annähernde** Glättung gewählt, kann deren Stärke in vor und nach dem Zeitpunkt getrennt und unterschiedlich festgelegt werden.

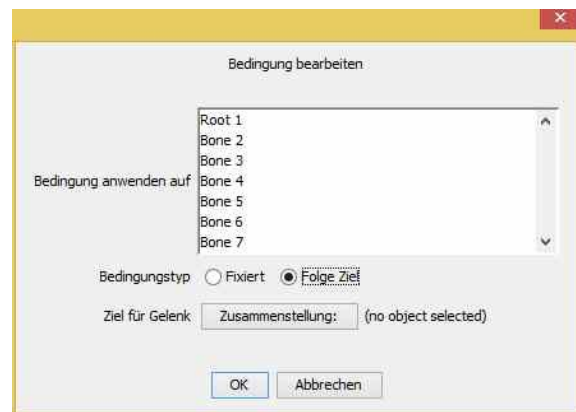
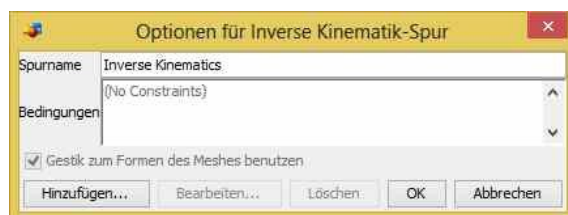
Im umseitigen Beispiel wurde der Verdrehwinkel über 5 Keyframes in einer sinusförmigen Welle verändert, um die gezeigte Animation zu erzeugen:



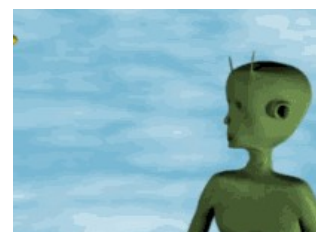
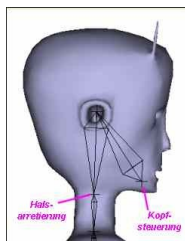
## Inverse Kinematik Spur

Inverse Kinematik Spuren ermöglichen es, Meshes zu verformen, indem den 'Gelenk'-Verbindungen der Objektskelette Bedingungen gestellt werden. Jede Knochenverbindung kann entweder 'fixiert' ('gesperrt'), oder dazu gezwungen werden einem anderen Objekt in der Szene zu folgen.

Um eine Inverse Kinematik Spur anzufügen, markiert man das Meshobjekt und geht auf **Animation → Spur zu markierten Objekten hinzufügen → Verformung → Inverse Kinematik** (= IK). IK Spuren haben keine Keyframes; vielmehr verteilen die Gelenksbedingungen, die gestellt werden, in Abhängigkeit von den (übrigen) Spuren **Gewichtungen**. Die Bedingungen werden über den IK-Spur-Dialog gestellt, der mit Doppelklick auf den Spurnamen im Zeitstreifen (oder mit Rechtsklick und Wahl von **Spur bearbeiten**) zu öffnen ist. Der Dialog unten links listet alle Bedingungen auf, die gestellt wurden. Um eine neue Bedingung dazu zu setzen, klickt man **Hinzufügen...**. Das wiederum ruft einen nächsten Dialog auf, der unten rechts zu sehen ist. Von hier aus kann man eine Knochen-(engl. = bone) Gelenksverbindung (engl. = joint) auswählen und dann bestimmen, ob sie, mit Klick auf das Punktfeld neben 'fixiert', in ihrer Stellung im Skelett belassen, also 'fixiert' ('gesperrt') wird, oder mit Anklicken des Feldes neben 'Folge Ziel', einem anderen (Ziel-)Objekt der Szene folgen soll. In letztem Fall ist dann über Klicken der Schaltfläche **Zusammenstellung** noch das geeignete Ziel zu bestimmen.

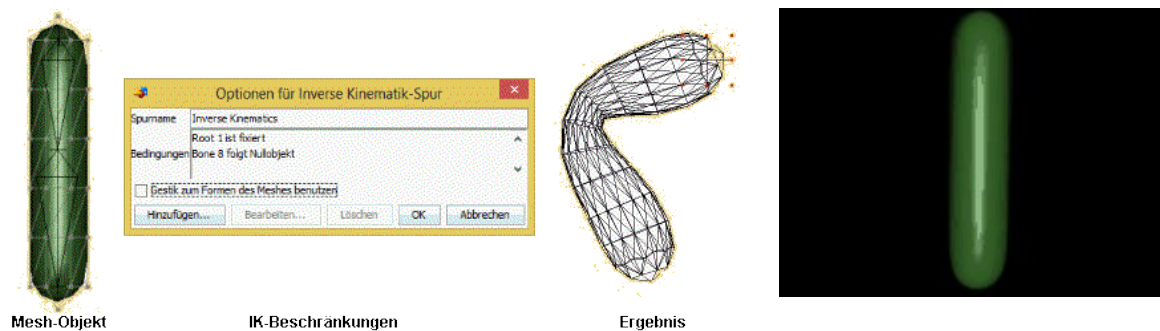


Im unteren Beispiel folgt der Kopf des Wesens einer 'Biene' über deren gesamte Bewegung hin. Das Knochenverbindunggelenk 'Halsarretierung' ist auf 'fixiert' ('gesperrt') gesetzt und die 'Kopfsteuerung' darauf eingestellt, der 'Biene' zu folgen (in diesem Fall wurde der 'Kopfsteuerung' Knochen auch (noch) bezüglich seines Elterknochens über den Mesh Editor 'versteift').

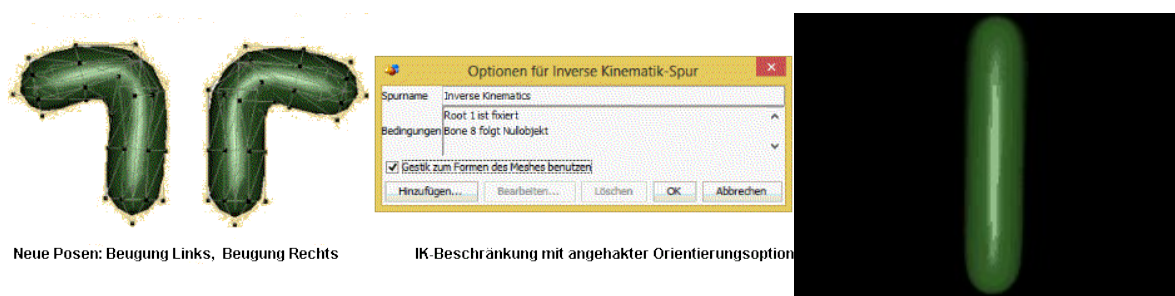




Manchmal lässt sich feststellen, dass die von diesem Spurtyp bedingte Verformung, 'Eindellungen' der Meshoberfläche hervorruft. Etwa im unteren Beispiel: Das unverformte Mesh und sein einfaches Skelett sind links gezeigt. In diesem Beispiel sind die IK Beschränkungen so gesetzt, daß sie das Unterteil des Meshs per gesperrtem Wurzelgelenk (Root) festhalten, und das Gelenk am oberen Ende des Meshs (mit Bone 8) einem Null-objekt (das natürlich animiert werden muss) folgt, wie der IK Beschränkungsdialog ausweist. Das Nullobjekt wurde in einer grob halbkreisförmigen Bahn um das obere Ende des Objektmeshs herumgeführt. Die Animation ist rechts unten gezeigt. Wie man erkennt, wird das Objekt an der Beugestelle nicht hinnehmbar eingedellt.



Um das zu verhindern, können wir die Option **Gestik (Posen oder Gesten) zum Formen des Meshes benutzen** des IK Spurbeschränkungsdialogs anhängen. *(Das geht freilich nur, wenn das fragliche Objekt überhaupt als Darsteller eingerichtet ist.)* Diese Option läßt die IK Spur vorhandene Gesten verwenden, um das Aussehen des Meshobjektes zu steuern, statt dies lediglich der Bewegung des Skeletts zu überlassen. Wir können also (mittels Pose Spur) hier 2 neue Gesten erstellen, die das Mesh in beiden Endstellungen zeigen. Es läßt sich feststellen, daß das Netz, wenn das Skelett entsprechend gebeugt ist, noch immer genauso eindellt, wie in der IK Spur oben (weil es genau das gleiche macht), doch nun lassen sich die Vertices einer Geste verschieben, um das Gelenk so 'auszubeulen', wie es die beiden Posen unten zeigen. Jetzt können wir zum IK Bedingungsdialog zurückkehren und **Gestik zum Formen des Meshes** anwenden. Die IK Spur wird nun das Skelett gemäß der vorher gesetzten Beschränkungen einstellen. Diesmal jedoch wird sie auf die gegebenen Gesten achten und eine Pose mit denen erzeugen, deren Skelettausrichtung auf das von der IK Spur bedingte Skelett passt. Das ergibt bessere und steuerbarere Verzerrungen im Gebrauch von IK Bedingungs Spuren wie man unten sieht:



Eigentlich interessiert die 'Gestik zum Formen des Meshes benutzen'-Option nicht, wie das Skelett in eine bestimmte Anordnung kommt; das muß nicht durch eine IK-Bedingung sein, es könnte auch das Ergebnis einer Posen-Spur oder einer Verbindung von Posen-Spuren sein. Daher braucht man keine IK-Bedingungen eingeben, wenn man nicht will; einfach nur 'Gestik zum Formen des Meshes benutzen' anhängen.

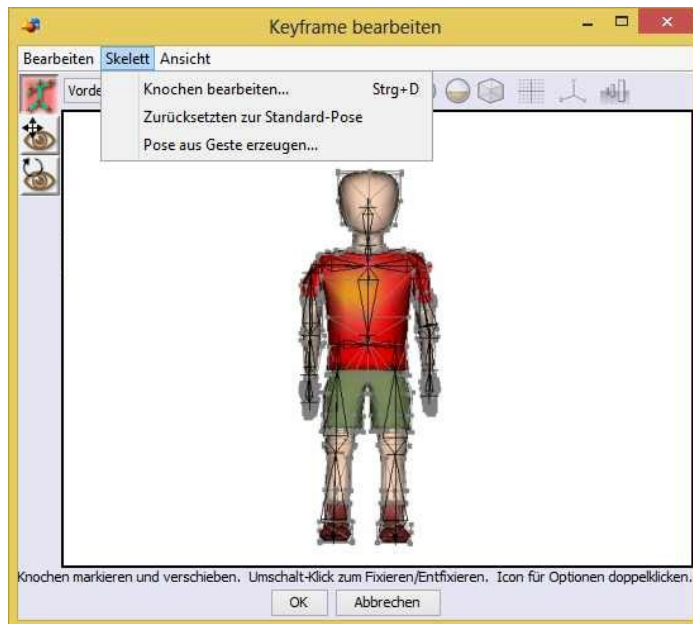
Die Option 'Gestik zum Formen des Meshes benutzen' könnte auch für andere Wirkungen verwendet werden, wie das Anschwellen von Muskeln, wenn sich Gliedmaßen beugen usw. .

(Lies dazu einfach den nächsten Abschnitt.)

## Skelettform Spur

Die Skelettform Spur ist eine Methode ein Mesh mit Skelett posieren zu lassen, was eine weitere Möglichkeit neben einer Pose Spur für diese Objektart darstellt. Skelettform Spuren können Keyframes enthalten, welche die Anordnung des Skelettes zu einem bestimmten Zeitpunkt festlegen.

Um eine Skelettform-Spur zu nutzen, fügt man sie dem mit Skelett bestückten Mesh mit **Animation** → **Spur zu markierten Objekten hinzufügen** → **Verformung** → **Skelettform** an. Ein Keyframe wird an passen-der Stelle gesetzt, indem der Zeiger auf den gewünschten Zeitpunkt geschoben und dann **Animation** → **Keyframe markierte Spuren** geklickt wird. Der Keyframe kann (wie üblich) per Doppelklick auf ihn in ei-nem Dialog, ähnlich dem unten gezeigten, bearbeitet werden:



Der Editor ähnelt dem Mesheditor, nur dass Veränderungen des Meshs lediglich über das Skelett und nicht an Meshpunkten selbst erwirkt werden können.

Das **Bearbeiten**-Menü erlaubt einmaliges Rückgängig / Wiederholen.

**Bearbeiten** → **Eigenschaften** öffnet den Eigenschaftendialog, der gestattet, die Glättungen links und rechts einzustellen, wie bei anderen Spuren.

Das **Skelett**-Menü wird hier links im Bild gezeigt:

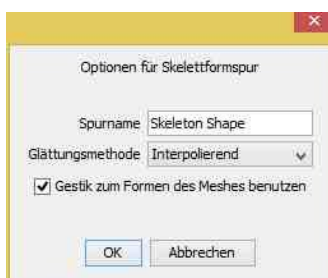
**Knochen bearbeiten** ruft den Knochen / Gelenkeditor auf ([Siehe hier](#)).

**Zurücksetzen zur Standard-Pose** stellt die Original Pose des Objektes wieder her.

**Pose aus Geste erzeugen** zeigt die aktuelle Liste mit Gesten (die Option ist nur verfügbar, wenn das Objekt ein Darsteller ist) und ermöglicht, den Skelettform Keyframe wirklich mit einer individuellen Pose zu erzeugen, die aus der Summe unterschiedlicher Gewichtungen von Gesten aufgebaut ist.

Das **Ansicht**-Menü gleicht dem entsprechenden Menü des Mesheditors.

Die Skelettform-Spur kann per Doppelklick auf den Spurnamen editiert werden, oder mit Rechtsklick darauf und Anwahl von **Spur bearbeiten**. Folgender Dialog erscheint daraufhin:



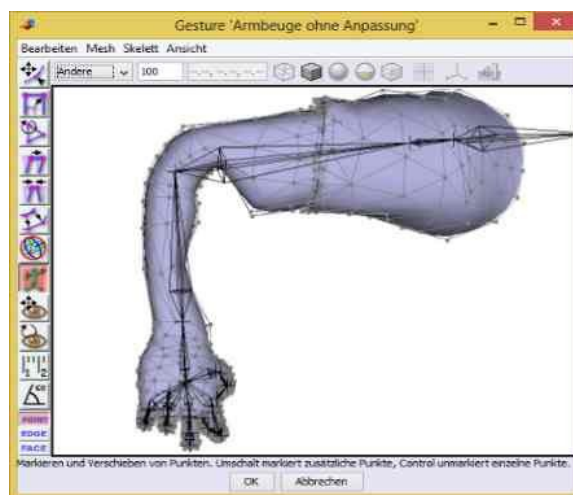
Der **Spurname** ist wie bei anderen Spuren beliebig wählbar und erscheint mit diesem Namen in der Spurliste. Auch die **Glättung** kann wie üblich geändert werden.

**Gestik zum Formen des Meshes benutzen** entspricht der Option in den Verformungsspuren **Inverse Kinematik**. Die Skelettform Spuren verändern ein Mesh nur über Skelettbewegung. In einigen Situationen, die allein von der Verformung durch das Skelett abhängen, kann das zu Schwierigkeiten we-

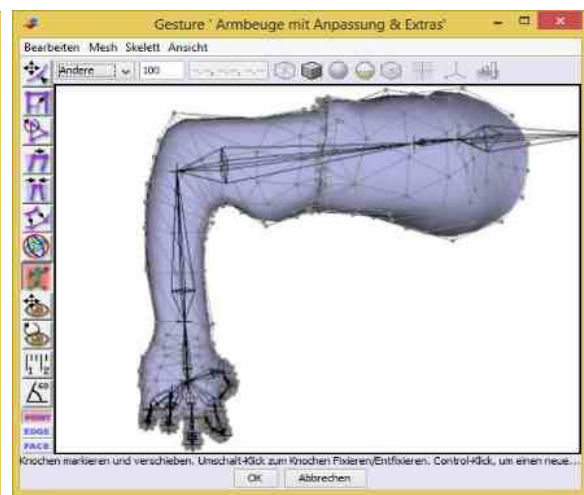
gen eines 'verbeulten' Meshs führen, zum Beispiel geschieht das besonders häufig um manche Gelenke herum. Wenn Sie also mit dem Skelett eine Geste für die Skelettform Spur erzeugen, bei der mit ähnlicher Anordnung das Erwartbare auftritt, können die Punkte / Vertices des Meshs bewegt werden, um diese Schwierigkeiten für diese Geste

'auszuglätten'. Dann einfach **Gestik zum Formen des Meshes benutzen** anhängen, damit die Skelettform Spur selbsttätig diese Schwierigkeiten umgeht. Tatsächlich wird, wenn Sie einen Skelettform Keyframe erzeugen und es bei angehakter Option (mit passend erstellten Gesten) bearbeiten, die 'Ausbeul'-Wirkung in Echtzeit angewendet.

Unterhalb folgt wieder ein passendes Beispiel. Hier geht es um einen Arm, der am Ellenbogen gebeugt werden soll. Wenn wir nur den entsprechenden Knochen drehen, gibt es Schwierigkeiten mit dem 'Beulen' rund um das Gelenk wie links unten gezeigt. Wenn wir versuchen den Arm so mit einer Skelettform Spur zu beugen, wären die Ergebnisse nicht annehmbar. Wir können jedoch zunächst eine Geste mit dem Skelett in dieser Position erzeugen und dann, wie rechts unten gezeigt, die Probleme mit den gestauchten Punkten / Vertices beheben. Bemerkenswert wäre auch, daß wir andere Punkte bewegen können, um die Wirklichkeitsnähe mit sowas, wie Bizepswölbung und Schärfe der Ellbogenspitze zu verbessern.



*Geste ohne Punkt/Vertex-Anpassung*



*Geste mit Punkt/Vertex-Anpassung zur 'Gelenkausbeulung', Ellbogenschärfung und Bizepswölbung*

Wenn wir nun also eine Skelettform Spur mit **Gestik zum Formen des Meshes benutzen** erzeugen, einen Keyframe erstellen, bearbeiten und das Ellenbogengelenk bewegen, treten die Problembereiche nicht mehr auf. Sie werden in Echtzeit berichtigt, zusammen mit Bizepswölbung und spitzem Ellenbogen. Unten bebildert das die aus 2 Keyframes erstellte gerenderte Animation, links ohne korrigierende Geste, rechts mit.

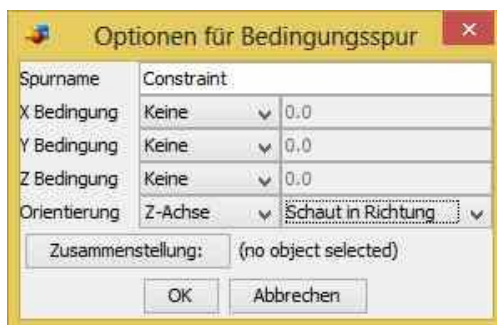


Es ist ersichtlich, dass, wird dieser Ansatz genommen, die Skelettform Spur ein kerzen-gerader Weg ist, um Grundbewegungen eines Wesens zu erstellen. Einige Gesten (bitte dafür erst das Mesh zu einem Darsteller wandeln mit **Objekt** → **In Darsteller umwandeln**) können für die wichtigen und schwierigen Bereiche, wie Gelenke, oder Stellen, an denen Muskelbewegung zusätzlich zur Bewegung des Hauptgelenks eine Meshverzerrung ergäbe, gesetzt werden. Die Skelettform Spur kann dann benutzt werden, um die Bewegung des Wesens zu bearbeiten, ohne weiteren Kummer mit 'beulenden' Gelenken zu haben.

Beachtenswert ist, daß Skelettform Spuren sich 'absolut' verhalten, also andere Skelettform Spuren oder Pose Spuren, die auf der Zeitleiste unter ihnen liegen, übergehen. Eine Skelettform Spur wird normalerweise genutzt, um die generellen Bewegungen einer Figur festzulegen. Relative Posen-Spuren können dann für zusätzliche oder zweitrangige Bewegungen dazugesetzt werden.

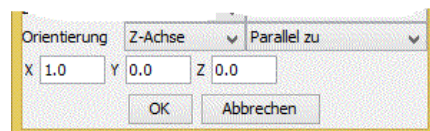
### 11.3.5. Beschränkende Spur

Beschränkende Spuren sind nicht wie die anderen Spuren, die man erstellen kann, insofern sie keine Keyframes kennen. Vielmehr bieten sie eine Möglichkeit die verschiedenen Veränderungen eines Objektes über die gesamte Animation hin zu steuern. Beschränkende (= Constraint) Spuren werden über **Animation** → **Spuren zu markierten Objekten hinzufügen** → **Begrenzen** angelegt. Ein Doppelklick auf den entsprechenden Spurnamen öffnet die folgende Dialogbox:

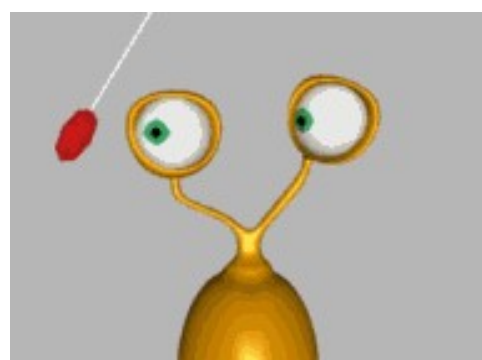
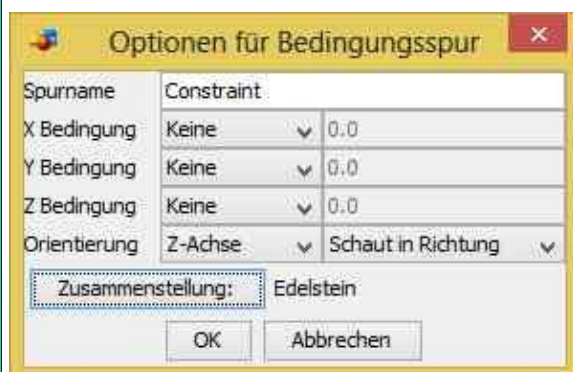


Unter dem anpassbaren **Spurnamen** sind 3 Reihen, die die Weise in der das Objekt positionsmäßig beschränkt wird, festlegen. Für jede Achse kann die Einschränkung (Constraint) aus **Keine**, **Kleiner als**, **Gleich** oder **Größer als** der Wert in **AOI** Einheiten (Eingabe dahinter) gewählt werden. Den X-Begrenzungswert auf **Kleiner als 3** zu setzen bedeutet, daß das Objekt nie weiter als bis zu der Ebene x = 3 geht.

Die **Ausrichtung** wird im nächsten Abschnitt beschränkt. Hier können Sie bestimmen, ob eine Achse (im Koordinatensystem des Objektes) **in Richtung** eines Objektes (bzw. eines Gelenkes von dessen Skelett, wenn es das besitzt) **schaut**, das nach Wunsch wählbar wird, wenn die (damit erscheinende) Schaltfläche **Zusammenstellung:** geklickt wird, oder **parallel zu** oder **rechtwinklig zu** einem Vektor, der in den X-, Y- und Z-Feldern angegeben wird, was dann so aussieht, wie hier rechts:



Eine mögliche Anwendung beschränkender Spuren bietet die Steuerung der Augendrehung einer animierten Figur. Im Beispiel dazu, unten, sind beschränkende Spuren an beiden Augen eingerichtet worden, um diese auf das pendelnde Edelsteinobjekt schauen zu lassen:

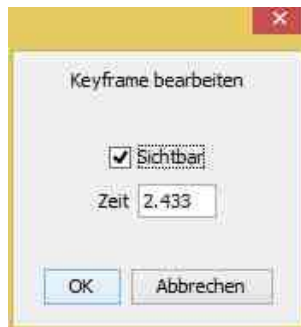


### 11.3.6. Sichtbarkeit Spur

Sichtbarkeit Spuren sind die einfachsten verfügbaren Spuren. Sie steuern, wann Objekte in der Szene sichtbar / unsichtbar werden. Um eine Sichtbarkeit Spur hinzuzufügen, wählt man **Animation** → **Spur zu markierten Objekten hinzufügen** → **Sichtbarkeit**.



Um ein Objekt zu verbergen, schiebt man den Zeiger auf den geeigneten Zeitpunkt und wählt entweder **Objekt** → **Markierte Objekte ausblenden** und dann **Animation** → **Keyframe geänderte Spuren markierter Objekte**, oder man wählt **Animation** → **Keyframe markierte Spuren**, doppelklickt auf den neu erstellten Keyframe und wählt **Animation** → **Keyframe bearbeiten** für die folgende Dialogbox:



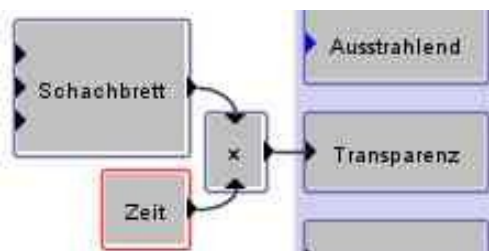
Hier kann man per Anhaken das Objekt auf Sichtbar oder Unsichtbar setzen, sowie den Zeitpunkt dafür genau festlegen.

### 11.3.7. Texturen animieren

Texturen können in **Art of Illusion** auf mehrere Arten animiert werden. Zwei dieser Methoden bedürfen der Verwendung prozeduraler Texturen.

Die erste Methode nutzt den Kennwert **Zeit**, den es im prozeduralen Editor gibt, und der einer Textur dort über **Werte** → **Zeit** beigegeben werden kann. An jeder Stelle der Animation entspricht dieser Wert dem Zeitpunkt der Animation. Deshalb wird eine Textur, die dieses Zeit-Modul nutzt, sich dementsprechend verändern.

Hier unten ist ein Beispiel einer einfachen Textur deren Durchsichtigkeit mit diesem Zeit-Wert wie dargestellt gesteuert wird:



Die andere Methode ist die Nutzung von Texturparametern. Der Wert aller derartigen Parameter, die in einer prozeduralen Textur bestimmt wurden, kann über die Zeit geändert werden, um eine animierte Textur zu gestalten.



Ist eine Textur mit Texturparametern erstellt und dem Objekt zugewiesen, wird die **Textur-Spur** mit Wahl von **Animation** → **Spur zu markierten Objekten hinzufügen** → **Texturparameter** gewählt. Doppelklick auf den Spurnamen im Zeitstreifen erzeugt einen dem linken hier ähnlichen Dialog:

**Spurname** ist der Name der Spur der nach Belieben geändert werden kann.

**Glättungsmethode** wird, wie hier beschrieben, eingestellt. In diesem Fall werden die Werte der Parameter wie eingestellt geglättet.

In dem Bereich darunter ist eine Liste aller augenblicklich festgelegter Texturparameter der Objekt-textur. Hier kann man auswählen, welche Parameter mit dieser Spur gesteuert werden. Mehrfache Wahl ist mit gedrückter <⇧>-Taste und Klick auf die jeweiligen Einträge in der Liste möglich.



**Markierte Spuren einschalten** macht diesen Arbeitsgang rückgängig.

Texturparameter Spuren können auch genutzt werden, um Mischanteile (blending fractions) für geschichtete Texturen zu animieren, mit der Möglichkeit dabei Texturen miteinander zu mischen. Die Werte der Mischanteile erscheinen im Optionendialog der Texturspur(en) und können genau in gleicher Weise wie andere Parameter bearbeitet werden.

Wissenswert ist, dass Texturparameter, die pro Punkt/Vertex eingerichtet sind, nicht genutzt werden können, um Texturen zu animieren. Mit einer Pose Spur kann das jedoch bewerkstelligt werden. Erstelle die Textur, wie normal, und weise diese dem Objekt nach Bedarf pro Punkt/Vertex zu. Wenn das Netzobjekt zu einem 'Darsteller' umgewandelt wird, wird (dabei) die pro Punkt / Vertex Information der Textur beibehalten und, zu unterschiedlichen Stellungen in verschiedenen Keyframes geändert, über Interpolation zwischen (diesen) Keyframes dargestellt.

## 11.4. Animationen Vorschau & Rendern

### 11.4.1. Animationsvorschau

Links in der Zeitleiste finden sich die Wiedergabeschalter:



Drücke den mittleren Schalter um die Animation der Szene anfangen bzw. anhalten zu lassen.

Der linke und rechte Schalter springt jeweils zum Zeitpunkt des allerersten bzw. allerletzten Keyframes eines Objektes.

Durch Bewegen des Schiebereglers ist einstellbar, wie schnell die Animation abgespielt wird.

Ist genauere Kontrolle darüber gewünscht, wie die Animation in der Vorschau gezeigt wird, kann der Befehl **Animation** → **Animationsvorschau ...** (oder das Tastaturkürzel **<Strg+P>**) verwendet werden.

Dadurch wird zunächst eine Dialogbox ähnlich dieser geöffnet:



Das Ausklappmenü **Kamera** ermöglicht das Betrachten der Vorschau über jede Kamera, die in der Szene vorhanden ist.

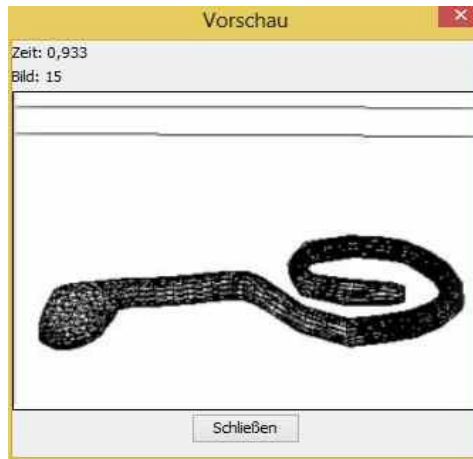
Das Ausklappmenü **Anzeigemodus** gestattet die Wahl der Darstellungsart der Vorschau als Drahtgitter, schattiert, geglättet, texturiert oder transparent.

**Startzeit** und **Endzeit** geben den Zeitabschnitt des Zeitstreifens an, den die Vorschau wiedergeben soll.

**Breite** und **Höhe** sind die Abmessungen des Vorschau Fensters in Pixel.

**Bilder/Sek.** steuert den Fluß der Vorschauwiedergabe. (Normalerweise würde man 25 Bilder /s nehmen, bei Bedarf kann man aber auch weniger wählen. Letztlich ist es eine Vorschau und nicht das fertige Produkt.) Je größer die Zahl der pro Sekunde angezeigten Bilder, desto mehr interpolierte Positionen werden erzeugt und um so 'flüssiger' erscheint der Bewegungsablauf.

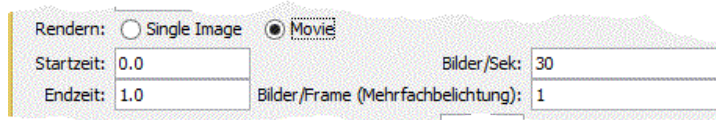
Nach dem Klick auf OK wird die Vorschau im gewählten Modus angezeigt, wie beim umseitigen Beispiel:



Zeitpunkt und Bildnummern werden als Bezugsgrößen eingeblendet. Zum Beenden der Vorschau klickt man auf 'Schließen'.

## 11.4.2. Animationen rendern

Animationen werden in gleicher Weise wie Bilder mittels **Szene** → **Szene rendern** gerendert. Das erzeugt einen Dialog wie er im Kapitel über das [Rendern](#) beschrieben ist. Der für Animationen wichtige Teil ist folgender:



Um eine Animation zu rendern klickt man das **Movie** Feld an.

Man kann einen **Startzeit-**punkt und einen **Endzeit**punkt angeben, zwischen denen gerendert wird.

Die **Bilder/Sek.** steuern den 'Fluß' der Animation; je größer die Anzahl der Bilder pro Sekunde ist, desto mehr interpolierte Positionen erzeugt **Art of Illusion** für die Animation, und um so 'fließender' wird die Animation (aber auch um so länger dauert das Rendern, und um so mehr Speicherplatz wird benötigt).

**Bilder/Frame (Mehrfachbelichtung)** ermöglicht das Erzeugen von mehrfachen 'Belichtungen' je Einzelbild (frame), um Bewegungsunschärfe nachzuahmen, die in der Wirklichkeit immer dann erkennbar wird, wenn Objekte sich so schnell bewegen, daß die Kamera im Verhältnis dazu eine zu lange Belichtungszeit hat, um ein scharfes Bild davon zu erzeugen. Für jedes Einzelbild/Frame werden die festgelegten 'Belichtungsteilzeiten' mit der Interpolation zusätzlicher Zeitpunkte von **AoI** erzeugt, der Mittelwert dieser Bilder berechnet und (schließlich als ein Einzelbild) gespeichert. Unten gibt es ein Beispiel dazu: Die linke Animation wurde mit einer 'Belichtung' pro Einzelbild erzeugt (das bedeutet: keine Bewegungsunschärfe), die rechte Animation hat drei 'Zwischenbelichtungen' pro Einzelbild. Je größer die Zahl der 'Zwischenbelichtungen' je Einzelbild ist, desto fließender wird die Bewegungsunschärfe erscheinen, allerdings auf Kosten der Rendergeschwindigkeit.

*(Interessant ist, daß mit dieser Technik auch für einzelne Bilder ein Wisch- / Bewegungseffekt herstellbar wird.)*



Ohne Bewegungsunschärfe



Mit Bewegungsunschärfe



Mit dem Klick auf OK wird dann, wie hier unten gezeigt, die Bildformat-Dialogbox aufgerufen:

Die **Qualität** bestimmt den Grad der Kompression des Bildes. Ein hoher Wert (weniger komprimiert) läßt das Bild besser aussehen, ergibt aber eine größere Datei.

Einerlei, ob Sie TIFF, JPEG, PNG, BMP oder HDR als Format wählen, werden die Animationen als Reihe einzelner Bilder dieses Dateiformates gesichert. Eines dieser Formate auswählen und OK klicken, öffnet den Dateinamen-Dialog. Jedes als Filmteil gerenderte Einzelbild/Frame wird den Dateinamen tragen, der hier eingegeben wird, zusammen mit einem Zusatz der die Nummerierung des Einzelbildes darstellt, also z.B. Dateiname0001, filename0002 usw. . Die Anfangsnummer kann in der oben gezeigten Dialogbox geändert werden; der voreingestellte Wert davon errechnet sich dem Startzeitpunkt entsprechend.

Wahlweise können Animationen durch Markieren der entsprechenden Option (auch) im Quicktime Format erzeugt werden. Dafür benötigt man das arbeitsfähig installierte Java Media Framework.

*(Zur freieren Beweglichkeit in der Nachbearbeitung wird empfohlen, lieber einzelne Bilddateien beizubehalten.)*

## 12. AoI – Skripten

Unmengen von Möglichkeiten eröffnen sich über **AoI**s Fertigkeiten im Skripten, welche sich der Beanshell und Groovy Skriptsprachen bedienen, um das Programmieren neuer Objekte, Hilfsmittel und etlicher anderer Besonderheiten zu gestatten. Die Fähigkeit mit Skripten umzugehen, erlaubt die Nutzung aller im **AoI** Quellcode enthaltenen Verfahrensweisen und Zusammenhänge.

Die auf Skripten fußenden Hilfsmittel sind im unteren Teil des **Werkzeug**-Menüs untergebracht. Eine vollständige Beschreibung und Tutorials zum Bereich des Skriptens in **AoI** ist verfügbar auf der Haupt-Webseite von **Art of Illusion** ([www.artofillusion.org](http://www.artofillusion.org)). 3 Arten von Skripten gibt es hier:

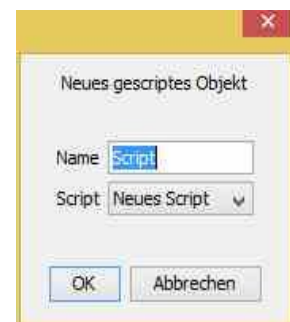
### 12.1. Objektskripte

Objektskripte erstellen neue Objekttypen ('geskriptete Objekte'). In diesem Fall wird das Skript fortgesetzt ausgewertet, sodaß seine Objekte eine gewisse "Intelligenz" in der Weise, wie sie bezüglich Stellung, Ausrichtung oder Zeit etwa reagieren, zeigen.

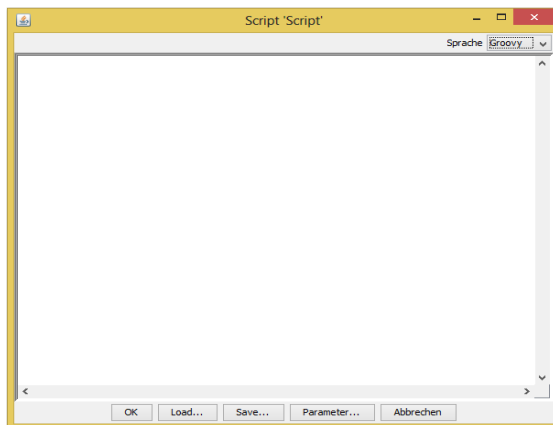
Um ein neues Skriptobjekt anzufügen, wähle **Werkzeuge** → **Geskriptetes Objekt erzeugen**. Das zeigt die rechts abgebildete Dialogbox an:

Jetzt kann man einen Namen in das **Name**-Feld tippen.

Um eine neue Ausgabe eines bereits verfassten Skriptes zu erstellen, wähle das entsprechende Skript einfach in der aufklappenden Auswahlliste an (**AoI** listet automatisch alle Dateien mit \*.bsh Endung auf, die im Skripte/ Objekte Ordner liegen), und klicke auf **OK**.



Um ein Skript neu zu verfassen, wähle **Neues Skript** aus dem **Skript** Menü und klicken **OK**. Das öffnet das Skriptbearbeitungsfenster, in dem das Erstellen eines Textskriptes ermöglicht wird - wie hier gezeigt:



Geben Sie die Zeilen des Skriptes direkt in den Hauptbereich des Fensters ein, oder laden (Schaltfläche **Load**) Sie ein existierendes Script hinein (Spätestens ab hier kommt man um Englischkenntnisse nicht mehr herum). Lesen Sie für Einzelheiten zum Skripten selbst das (englischsprachige) [Scripting Tutorial](#) von Peter Eastman.

Klicken Sie auf **Save** um das Script zu sichern/speichern. Versichern Sie sich bitte, daß das Skript im programmeigen-en Scripte/Objekte-Ordner landet, damit **AoI**

es (wieder-) finden kann.

**Parameter** bietet die Möglichkeit, einem Skript Variablen einzufügen, die außerhalb des Skriptes mit Hilfe von Animationsspuren gesteuert werden können. Lies auch hierzu für Näheres bitte das Scripting Tutorial.

## 12.2. Werkzeugskripte

Werkzeug- oder Hilfsmittelskripte (Tool Scripts) werden als Einzelaktion ausgeführt, da sie bei jedem Aufruf nur einmal durchgerechnet werden (also eher der "klassische" Typ eines Skriptes). Solche Skripte können z. B. neue Objekte in der Szene erstellen, oder vorhandene verändern. Hilfsmittelskripte können aber auch auf vielfältig andere Weise tätig werden, wie bei Texturen und Materialien oder Animationsspuren.

Bestehende Werkzeugskripte können über **Werkzeuge** → **Scripte** und Anwahl des gewünschten Skriptes auf der Liste gestartet werden. Diese Liste enthält alle Hilfsmittelskripte des Tools Skripte Ordners. Je nach Skript muss vorab wenigstens ein Objekt markiert sein, um das Skript ausführen zu können, oder in einer Dialogbox sind Angaben zu machen. Lies die Skripte durch (*Englischkenntnisse !*), seine Bedienungsanleitung steht in jedem Skript drin.

Um ein neues Hilfsmittelskript zu schreiben, wähle **Werkzeuge** → **Script bearbeiten**. Das lässt den Toolskripteditor erscheinen, der dem Objektskripteditor ähnelt. Der Unterschied ist die **'Ausführen'**-Schaltfläche, die das Hilfsmittelskript veranlasst "loszulegen".

## 12.3. Startskripte

Startskripte sind eine besondere Art Skript, die jedesmal beim Start des Programms ausgeführt wird. Diese Skripte müssen im StartUp Skripte Ordner gespeichert sein. Diese Skripte können z.B. dafür sorgen, daß **AoI** immer mit der selben Szene, oder in der selben Aufmachung startet usw. .

Startskripte können (gleichfalls) mit dem Editor über **Werkzeuge** → **Script bearbeiten** hergestellt oder verändert werden. Lade dazu ein gespeichertes Skript, oder erstelle ein neues. Sichere es in dem entsprechenden Ordner (/Scripts/StartUp). Nutze die Scripting Tutorials der **Art of Illusion** Webseite, um mehr zu erfahren.

Eine Aufgabe für Startskripte ist, das Aussehen und den Charakter (= 'Look and Feel', kurz die Aufmachung) der Benutzeroberfläche (GUI) zu bestimmen, was seit Version 1.8 von **AoI** möglich ist. Derartige Aufmachungen können evtl. noch aus dem Internet heruntergeladen werden ([www.javootoo.com](http://www.javootoo.com)). In den meisten Fällen muss man die heruntergeladene JAR-Datei im Java Runtime Environment-Ordner (JRE)/lib/ext) speichern. Des Weiteren muss dazu noch ein einzeliges Startskript verfasst werden, wie im Beispiel hier unten:

```
UIManager.setLookAndFeel("com.birosoft.liquid.LiquidLookAndFeel");
```

Der Teil in Anführungsstrichen ist der aktuelle Pfad zur LookAndFeel class, die natürlich variiert, je nachdem welches 'Look and Feel' man nutzt. Die Dokumentation die damit kommt, sollte den vollständigen Pfad enthalten. Sichern Sie das Startskript unter einem beliebigen Namen. - Es wird dann während des Starts ausgeführt und die gewünschte Aufmachung wird geladen.

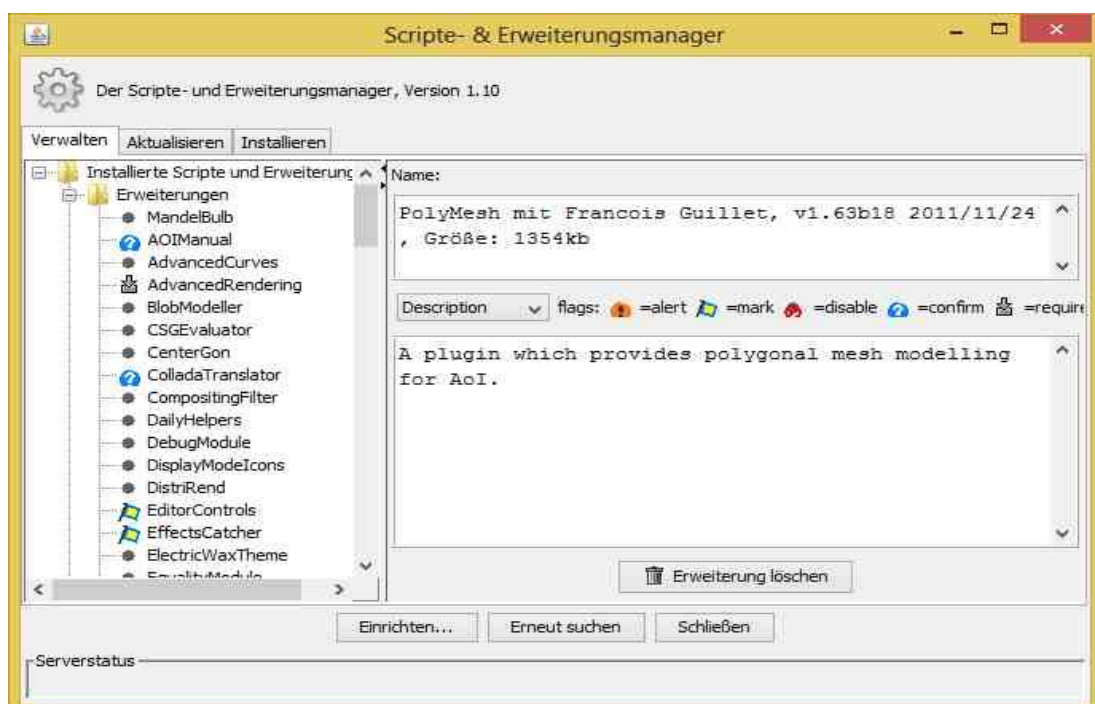
## 12.4. Skripte- & Pluginmanager

### Überarbeitete Teilfassung eines Textes von Francois Guillet.

Beachte bitte, das dieses Kapitel des Handbuches nur eine gekürzte Fassung der vollständigen Dokumentation für diese Programmergänzung darstellt. Die vollständige Dokumentation hierzu ist aber (*derzeit*) leider nicht mehr verfügbar. Das betrifft Informationen zur ordnungsgemäßen Formatierung von Skriptkommentaren usw., die für den Skripte- & Erweiterungsmanager benötigt werden.

Der Skripte- & Erweiterungsmanager ermöglicht, mit in **AoI**s Programmordner installierten Skripten und Erweiterungen (= Plugins) umzugehen. Mit Hilfe dieses Programmelementes können Skripte und Erweiterungen installiert, aktualisiert und entfernt werden - quasi "nebenbei", sogar ohne **AoI** neu starten zu müssen (was aus einleuchtenden Gründen für Startskripte nie gelten kann !) Allerdings ist nach Neu-, Um- oder Deinstallationen auch anderer Erweiterungen immer der Neustart von **AoI** geraten, wenn nicht gar erforderlich (wie bei Änderungen), damit das Programm erwartungsgemäß funktionieren kann.

Um diesen Skripte- & Erweiterungsmanager nutzen zu können, wählt man **Werkzeuge** → **Skripte- & Erweiterungsmanager**. Ein dem folgenden ähnliches Fenster erscheint:



Die Karteikartendarstellung weist links oben 3 Kartenreiter aus: Der Erste (**Verwalten**) erlaubt die derzeit installierten Skripte und Erweiterungen zu überblicken. Der Zweite (**Aktualisieren**) sucht für diese installierten Einheiten in einem Fernlager (genauer: bei Sourceforge bzw. Github), ob Updates verfügbar sind. Der dritte Kartenreiter (**Installieren**) ermöglicht das Auskundschaften bislang noch nicht installierter Erweiterungen, die als Installationskandidaten in Frage kommen. Die Suche im Fernlager nach Skripten und Erweiterungen beginnt nur, wenn eine der beiden letztbeschriebenen Karteikarten ausgewählt ist.

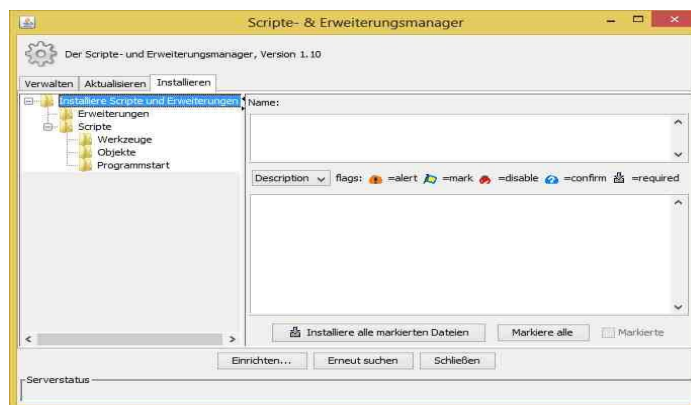
Die Textflächen rechts im Fenster geben Informationen zum aktuell gewählten Skript (u.a. Name, Autor, Version). Ein Aufklappmenü gibt weitere Informationen preis, etwa, ob andere Dateien erforderlich sind und den Entwicklungsfortschritt.

Die **Erweiterung löschen**-Schaltfläche erlaubt die angewählte Datei zu löschen.

**Vorsicht: Lösche keine für AoI lebenswichtigen Erweiterungen (wie etwa Renderer, Betriebssystemrelevante Hilfsprogramme und Übersetzer) !**

Auf einigen Systemen ist es nicht möglich, Erweiterungen zu löschen (Zumindest: Windows) da die PlugIns von AoI als benutzt gemeldet werden und das OS löschen "geöffneter" Dateien verbietet. In solchen Fällen wird der Manager anfragen, ob man das Plugin manuell löschen will, was bedeutet, die entsprechende Datei aus dem Pluginverzeichnis eigenhändig zu löschen, um danach AoI neu zu starten.

Die unterhalb der Textflächen im Fenster angezeigten Schaltflächen sind abhängig vom gültigen Kartenreiter. Das zweite Bild hier zeigt das Aussehen des Dialogs, wenn der Reiter **Installieren** gewählt (und alles Verfügbare auf dem neuesten Stand) ist. Bei **Aktualisieren** sieht es fast identisch aus, jedoch werden nur Erweiterungen angezeigt, die bereits installiert sind, aber zwischenzeitlich ein Update erfahren haben, das heruntergeladen werden könnte.



Diesmal sind es 2 Schaltflächen und eine Checkbox unter dem Schriftfeld. Das **Markierte**-Wahlkästchen erlaubt, Erweiterung oder Skript einzeln zu wählen für Installation bzw. Aktualisierung. Der **Markiere alle** Schalter wählt alle erhältlichen Skripte und Plugins aus. Das jeweils Markierte wird mit dem **Aktualisiere alle markierten Dateien** bzw. **Installiere alle markierten Dateien** Schalter heruntergeladen.

**Installieren** Karte und **Aktualisieren** Karte entsprechen einander darin also.

Sind Skripte oder Erweiterungen installiert oder aktualisiert, stehen sie AoI unmittelbar zur Verfügung (mit den oben genannten Einschränkungen ...). So ist es möglich ein Teil auszuprobieren, das interessant scheint, und zu löschen, wenn es sich als nicht ganz so interessant herausstellt.

Der **Einrichten ...** Schalter erlaubt für das Herunterladen die Wahl des Zugriffs auf eine bestimmte Datenlagerstätte und bietet die Eingabemöglichkeit für einen Proxy, falls man einen solchen Proxy benutzen muss.





Die **Quelle auswählen**:-Aufklappliste läßt die Wahl der normalerweise genutzten Datenlager zu. Das gestattet auch ein Sicherungslager zu wählen, wenn das Hauptlager nicht antwortet. Das gewählte Lager wird beim nächsten Aufruf von **AoI** erinnert. Die Liste wird immer aktualisiert, wenn **AoI** gestartet, oder die **Erneut suchen**-Schaltfläche gedrückt wird. Es ist also nicht notwendig die Liste von Hand zu ändern. Wenn dennoch etwas schief geht, wäre allenfalls die Datei \*.spmanagerprefs von Hand zu löschen und die fest encodierten URLs des Programmteils zu benutzen. Diese Datei ist im gleichen Verzeichnis wie die **AoI** preferences-

Datei gespeichert. Eventuell möchte man dennoch manuell eine URL anfügen (das Format ist recht einfach durchschaubar): Die *current* property (Eigenschaft) muss die Nummer der URL tragen, die man zu der Datei hinzugefügt hat. Sei Dir dennoch bewusst: Jede Änderung von Hand ist nur zeitweilig, da bei der nächstmöglichen Verbindung eine erneuerte Lagerliste heruntergeladen wird (und damit das Vorherige überschreibt).

**Filters** ermöglicht den Zuschnitt der Suche auf bestimmte Typen von Skripten / Erweiterungen. (Etwa, ob auch Beta Versionen, oder nur stabil laufende Versionen installiert werden).

Der Proxy-Abschnitt erlaubt einen Proxy zu benutzen wenn Zugriff über eine Firewall benötigt wird.

**Sicherheitshinweis: Paßwörter werden verschlüsselt gespeichert. Da aber der Code für die Verschlüsselung im Quellcode erhältlich ist, ist es immer möglich diesen Code zu knacken. Wenn Sie nicht wollen, das ein Passwort gespeichert wird, können Sie ein "Dummy" Passwort eingeben, bevor Sie den Manager verlassen.**

Die **Erneut suchen ...** -Schaltfläche ist dafür gedacht, das aktuell eingestellte Datenlager nochmals nach Aktualisierungen zu durchsuchen.

Schließlich gibt es eine Statusanzeige am unteren Ende des Fensters. Dieses Statusfenster zeigt, welche URL kontaktiert wird, und welche Art von Information heruntergeladen wird. Es gibt 2 Fälle, bei denen der Skripte- und Erweiterungsmanager Fernverbindungs-Seiten kontaktiert:

- wenn eine aktuelle Liste vom Datenlager der Sourceforge-Seite heruntergeladen wird, falls diese Liste sich geändert hat.
- wenn das Datenlager (für Änderungen) abgesucht wird.

# 13. AoI – Ansichten Management

Während der Arbeit an Deiner/m 3D Szene oder Modell, wirst Du wahrscheinlich die Ansicht herum bewegen wollen, um die Dinge aus mehreren Perspektiven zu betrachten. Du könntest auch eine Kamera bewegen wollen um eine Szene fürs Rendern passend zu erfassen.

Dieses Kapitel erklärt die dazu verfügbaren Werkzeuge / Hilfsmittel und die 4 Modi, von denen deren Wirkweise abhängt.

## 13.1. Grundlegende Ansichtensteuerungen

Die Ansicht kann mit Gebrauch des Werkzeugs  gedreht werden.

Sie kann mit dem Werkzeug  verschoben werden.

Diese Hilfsmittel werden beide vom Rotation [Modus](#) der aktuellen Ansicht beeinflusst, der unten näher besprochen ist.

Ansichtszoom / Z-Tiefe ist hauptsächlich mit dem Scrollrad steuerbar, ist aber auch vom Modus abhängig. Falls Deine Maus kein Scrollrad hat, kannst Du **<STRG+RMT-Zielehen>** verwenden.

Für fortgeschrittenere Anwender: Wenn man wirklich in den Modellierfluß kommt, will man wahrscheinlich nicht weiter die Werkzeuge wechseln, nur um die Kamera zu bewegen. Alle Ansichtskontrollfunktionen sind über Maus + [Tastenkürzel](#) zugänglich, wie genau unten erklärt.

Jeder Ansicht sind mehrere Einstellfelder zugeordnet, die den Status der Ansicht steuern und anzeigen:



### 13.1.1. Voreingestellte Ansichten Ziele

Diese sind bestimmte Ansichtenorte und -ausrichtungen die direkt mit dem Klick in der Auswahl auf sie eingenommen werden können. Die sechs Hauptrichtungen (Oberseite, Unterseite, Links, Rechts, Vorderseite, Rückseite) sind eigentlich selbsterklärend, doch die anderen Ziele benötigen etwas Erläuterung:

#### **Andere**

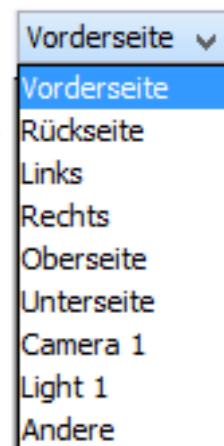
Das ist einfach eine Statusangabe, die anzeigt, dass man augenblicklich keines der voreingestellten Ziele nutzt. Normalerweise zeigt es an, dass man in einer der Hauptrichtungen begonnen und dann die Ansicht verändert hat.

Diese Option würde man also in der Liste generell nicht anklicken.

#### **Camera 1** (2, 3, etc., etc.)

Szenenbetrachtung über die angegebene [Kamera](#).

Verwendet man die Verschiebe- und Drehwerkzeuge zur Ansicht durch eine Kamera, bewegt man natürlich die Kamera! Das ist sehr praktisch, um eine Szene für Rendereinzelnbilder (Stills) einzurichten, oder um Keyframes für Position und Rotation Spuren der Kamera zu bestimmen.





- Bei Ansicht mit einer Kamera ist die Darstellung auf Perspektive festgesetzt.
- Anders als bei anderen Zielen wird der Sichtbereich von der gewählten Kamera bestimmt.

### **Light 1**

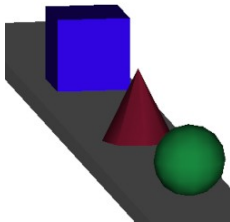
Das ist kein Fehler oder Irrtum! Man kann die Szene aus der Perspektive von [Gerichteten Lichtern](#) und [Spots](#) ansehen. Weshalb könnte man das wollen?

Erfahrung hat uns gezeigt, dass es sehr schwierig sein kann, derartige Lichter aus einem unabhängigen Betrachtungswinkel passend auszurichten. Sehr ähnlich wie bei den Kameras *bewegt* bei Verwendung eines Lichts als Ziel, die Bewegung der Ansicht *das Licht*.

## **13.1.2. Darstellungsart**

*(Anders, als im englischen Handbuch gezeigt, ist die Darstellungsart nicht über ein Aufklappenmenü, sondern über das Perspektive Icon ein- und ausschaltbar. Ist es ausgegraut, ist die entsprechende Ansicht in der Paralleldarstellung, ist es farbig, zeigt die jeweils zugehörige Ansicht darunter die perspektivische Darstellung:)*

### **Parallel**



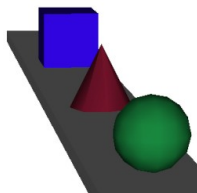
Orthographische Projektion. Alle Abstände werden in der gleichen Skalierung wiedergegeben, ohne Berücksichtigung der Entfernung in der Szene. Keine Verkürzungswirkungen. So würde eine Szene zum Plotten in technischen Zeichnungen wiedergegeben.

Bei diesem Beispiel haben alle drei Grundkörper die gleiche Größe: Eine Einheit in jeder Dimension.



In dieser Darstellung gibt das Zoomfeld die Größe in Pixel pro Szewneneinheit wieder.

### **Perspektive**



Visuell realistischere Projektion, einschließlich Verkürzungswirkungen.

Das zeigt die Szene, wie ein momentaner Beobachter sie sieht. Bei Ansicht der Szene durch eine Kamera wird das Sichtfeld der Kamera verwendet. Von anderen Ansichtsorten aus wird eine generelle Einrichtung von Kameraeinstellungen verwendet.



In dieser Darstellung vertritt das Zoomfeld den Abstand zum Drehzentrum der Ansicht.

## **13.2. Erweiterte Ansichteneinstellungen**

Dieses Kapitel bespricht Tasten-I / Maus-Kürzel für einen ergonomischeren Arbeitsablauf, wie auch die vier Ansichten [Modi](#), die die Steuerungserfahrung fein einstellt.

### **13.2.1. Mauskombinationen**

Alle Ansichtsbewegungen können über eine Standard Maus ausgeführt werden. Eine Dreitasten Maus funktioniert am besten, aber es gibt Tastenkombinationen die eine Ein- oder Zweitasten Maus unterstützen (sofern kein Fenstermanager das Kürzel abfängt!) Die unterstützten Schlüsselkombinationen sind folgende:

*Rechte Taste*

Meta + primäre Maustaste (am üblichsten in OSX)

### Mittlere Taste

Alt + primäre Maustaste

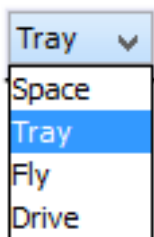
### Scrollrad

STRG + RMT Ziehen (auf und ab).

Wir haben versucht die Kombinationen so glatt und intuitiv wie möglich zu gestalten – probiere sie einfach aus: Du dürftest nie mehr auf die Ansichtenhilfsmitteln zurückgreifen wollen.

Maus Aktion	Tray Modus	Space Modus	Fly Modus	Drive Modus
Mittlere MT Klick in Ansicht	Zentriert Ansicht auf Klickstelle. Stellt Arbeitstiefe auf die Oberfläche des nächstgelegenen Objektes. Falls an dieser Stelle kein Objekt ist, wird die bislang aktuelle Arbeitstiefe beibehalten.			
Mittlere MT Klick in Objektliste	Passt Objekt in aktive Ansicht ein. Setzt Arbeitstiefe auf Objektmitte.			
Mittlere MT Ziehen	Rotiert um die Bildmitte auf Arbeitstiefe		Rotiert um die aktuelle Ortsansicht (in Ebene)	
STRG Mittlere MT Ziehen	Kippt Ansicht um die Z-Achse (Fass rollen)			
STRG + ↑ Mittlere MT Ziehen	Rotiert um den aktuellen Ansichtsort (in Ebene)		Rotiert um die Bildmitte auf Arbeitstiefe	
Rechte MT Ziehen	Ansicht im Bildraum verschieben – Links, Rechts, Auf, Ab			
Scroll- rad	Näher zum /weiter weg vom Rota- tionszentrum bewegen		Entlang der Ansichtsachse bewegen (Siehe <a href="#">Scroll-Schlüssel</a> für einige der Feinheiten)	
Alt + Scroll	Präzisions Z-Bewegung (Langsamer)			

## 13.2.2. Modi



Diese Modi bestimmen, wie die Kamera auf Rotation, Verschieben und Zoom Befehle reagiert.

### Weshalb so viele Arten zum Bewegen einer Kamera?

Manche Aufgaben in **AOI** führen von selbst zu unterschiedlichen Kamerabewegungserfordernissen. Im Allgemeinen gibt es zwei grundsätzliche Arten von Kameraaktivitäten:

#### Modellierung

fokussiert auf ein spezielles Objekt, oder Teil dieses Objektes. Du würdest eine andere Ansicht benötigen, aber das Objekt sollte in der Mitte der Ansicht bleiben. Die Modi [Tray](#) und [Space](#) sind zur Unterstützung dieser Nutzungsweise ausgelegt.

#### Bewegung

fokussiert auf die Bewegung der Kamera durch die Szene, etwa zur Festlegung eines Kameraweges für eine Animationssequenz. Die Modi [Fly](#) und [Drive](#) sind dafür ausgelegt, da sie reale Kamerawägen (= Dollys) nachahmen.

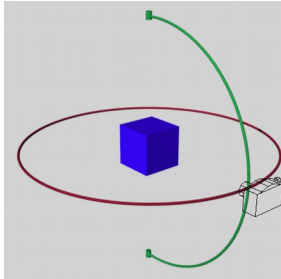


### 13.2.2.2. Tray oder Trickzeichentisch (Turntable)

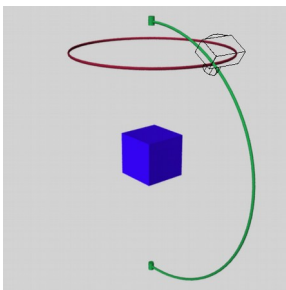
Das ist der voreingestellte Steuermodus. Die Ansicht kreist um einen Punkt im Raum. Du kannst den Drehpunkt mit MMT (= mittlerem Maustaste) Klick entweder in der Ansicht oder der Objektliste wählen (siehe die [Maussteuerungstafel](#)).

Zoom oder Z-Achsenbewegungen bringen die Ansicht näher zum oder weiter weg vom Drehpunkt. Das bewegt *nicht* den Drehpunkt, und man kann auch nicht *über* den Drehpunkt *hinaus* zoomen.

In diesen Bildern wurde der blaue Würfel als Drehpunkt gewählt:



Die grünen und roten Bögen repräsentieren die Wege, denen der Ansichtspunkt folgen wird, wenn die Ansicht gedreht wird.



Im zweiten Bild wurde der Ansichtspunkt aufwärts bewegt. Beachte, dass die Ansichtskamera noch immer direkt zum Drehungsmittelpunkt zeigt.

Links und Rechts Verschieben geschieht in einer zur Y-Achse senkrechten Ebene.



Der grüne Weg endet stets an Punkten direkt ober- und unterhalb des Drehungsmittelpunktes ausgerichtet auf der Y-Achse.



Der Ansichtspunkt kann in diesem Modus nicht „rollen wie ein Fass“. Der obere Endpunkt des grünen Weges wird in der Ansicht stets unmittelbar „oben“ sein.

### 13.2.2.3. Space oder Drehrichtungskugel (Gimbaled Sphere)

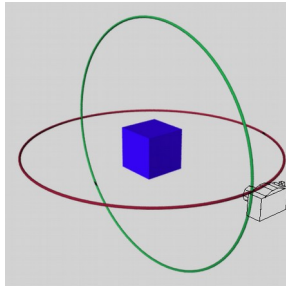
Dieser Modus ist etwas weniger begrenzt als der [Tray](#) Modus. Auch dieser kreist um einen gewählten Mittelpunkt. Den auszuwählen geht genau wie im Tray Modus.

Zoom / Z-Achse funktionieren ebenfalls wie im [Tray](#) Modus.

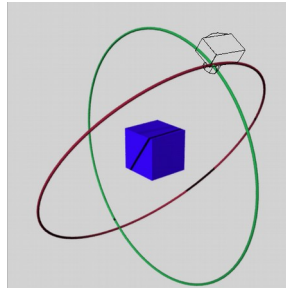


Tipp:

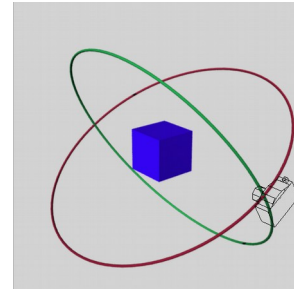
Bei Anwendung des Space Modus ist es etwas leichter, die eigene Orientierung zu verlieren. Passiert das, kann man den Modus vorübergehend auf [Tray](#) zurückstellen. Die Ansicht wird mit ihrer rechten Seite aufwärts gedreht, während sie weiter auf den selben Ort zeigt.



Drehung auf senkrechtem Weg hat keine Endpunkte.



Links & Rechts Drehung sind relativ zur aktuellen Ansichtsrichtung.

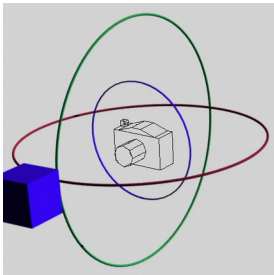


Space Modus bietet „Faß rollen“! (siehe [Maussteuerungstafel](#).) auf und Ab Drehung sind relativ zur aktuellen Ansichtsrichtung.

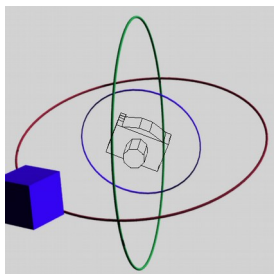
#### 13.2.2.4. Fly „Boom“

Dieser Modus gestattet Dir, Dich in drei Dimensionen durch die Szene zu manövrieren. Drehung geschieht um den Blickpunkt selbst – denke an das Drehen Deines Kopfes, um zur Seite, oder nach oben, oder unten zu sehen.

Zoom / Z-Achsenbewegung geschieht entlang der Blickrichtung. (Sieh aber bei [Scroll Schlüssel](#) – es ist etwas ausgeklügelter als das)



Links und Rechts Verschieben sind relativ zur aktuellen Ansichtsrichtung.

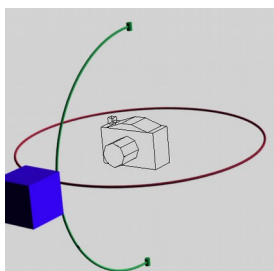


Fly Modus bietet „Faß rollen“ Verschieberichtungen sind auch relativ zum aktuellen Rollwinkel.

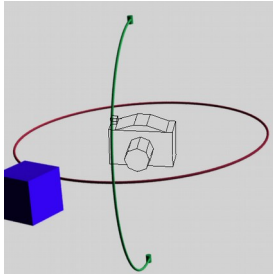
#### 13.2.2.5. Drive oder Dolly

Dieser Modus ist eine etwas flexiblere Version eines guten althergebrachten Kamera Dollys. Der Blickpunkt kan auf und ab drehen, und links / rechts entlang einer zur Y-Achse senkrechten Ebene.

Zoom / Z-Achsenbewegung geschieht entlang einer in Blickrichtung zur Y-Achse senkrechten Ebene – denk an einen Blick zur Decke und mach dabei einen Vorwärtsschritt (siehe auch [Scroll-Schlüssel](#) für einige fortgeschrittenere Dinge die man damit machen kann).



Links und Rechts Verschieben gehen um die Y-Achse der Kamera herum. Auf und Ab Verschieben werden in der Senkrechten gestoppt.



Links und Rechts verschieben gehen weiterhin um die Y-Achse, auch wenn die Kamera aufwärts oder abwärts gekippt wird.

### 13.2.3. Zoom – Steuerungsschlüssel Graphiken

Ist die Ansichtensteuerung in einem der Bewegungsmodi ([Drive](#) oder [Fly](#)), gibt es eine erweitertere Wirkweise für die Nutzung der Zoom Steuerung. Ist der Mauscursor in der Mitte der Ansicht, verhält sich der Zoom wie in dem entsprechenden Abschnitt oben beschrieben. Abseits der Ansichtsmitte jedoch, kommen ein paar zusätzliche Möglichkeiten ins Spiel.

Um Dich in den Gebrauch dieser Möglichkeiten einzuführen, bietet die **AoI** Schnittstelle *auf Wunsch* optische Leithilfen, *Scroll-Schlüssel* (Scroll cues) genannt. Diese können über das **Bearbeiten** → **Einstellungen** Menü ein- und ausgeschaltet werden.

Die Optionen, wann die Schlüssel gezeigt werden sollen, sind:

**Nie** = alle Häkchen aus den zuständigen Kästchen entfernen.

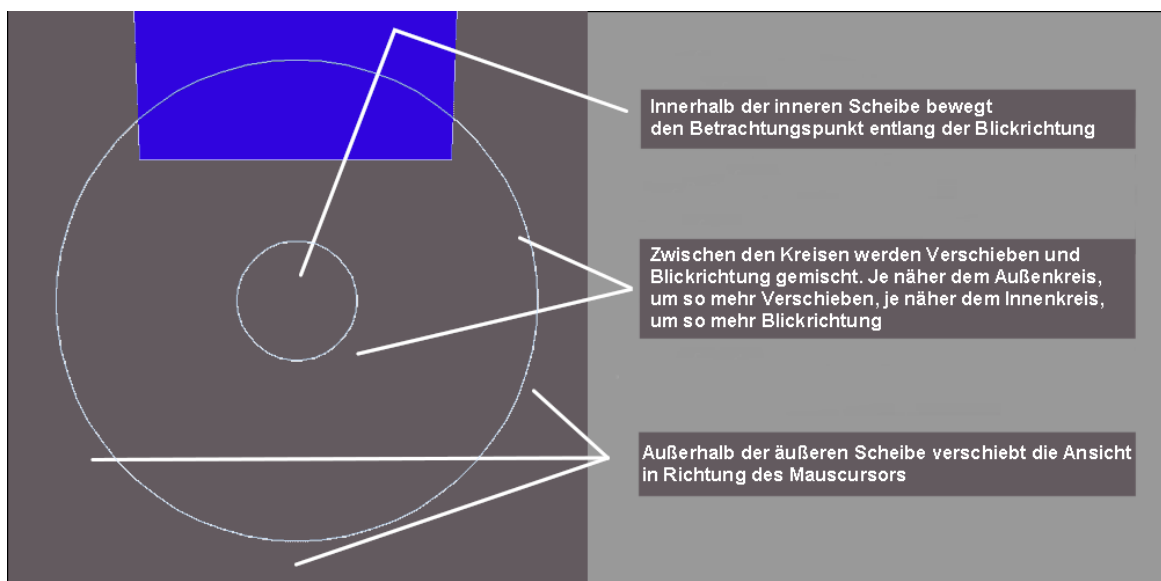
**Während des Scrollens** (= While Scrolling) Zeige den Schlüssel während die Maus-zoomfunktion aktiv ist.

**Passend**(= On Idle) immer dann sichtbar, wenn die Ansicht in einem passenden Modus ist.

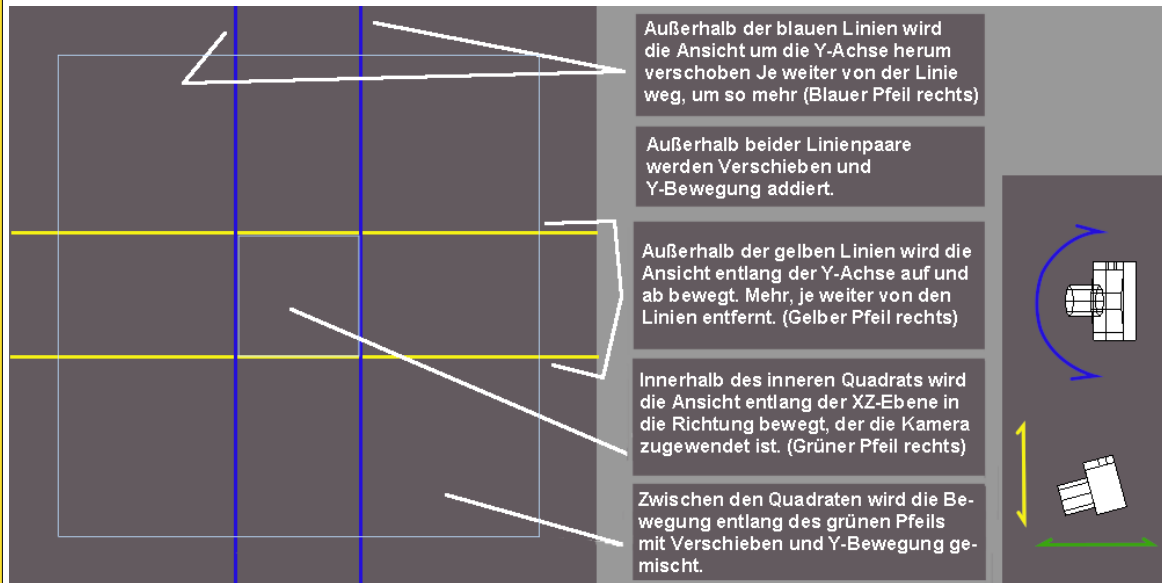


Die Wirkungen, die diese Schlüssel beschreiben sind ständig in Funktion! Von den Einstellungen wird nur gesteuert, ob die „Zielfelder“ dargestellt werden, um sie etwas leichter benutzbar zu machen.

Für den **Fly Modus** ist der Schlüssel von einem Pärchen konzentrischer Kreise gebildet:



Für den **Drive Modus** bildet ein Pärchen ineinander gesetzter Quadrate den Schlüssel. Die unterschiedlichen Bereiche sind auch etwas komplizierter als im **Fly** Modus.



Die vertikalen und horizontalen Farblinien sind nur zur Verdeutlichung – die eigentliche Schlüsselgraphik besteht nur aus den ineinander gesetzten Quadraten.

### 13.2.4. Ansicht Pyramidenbasis (Frustum)-Schlüssel

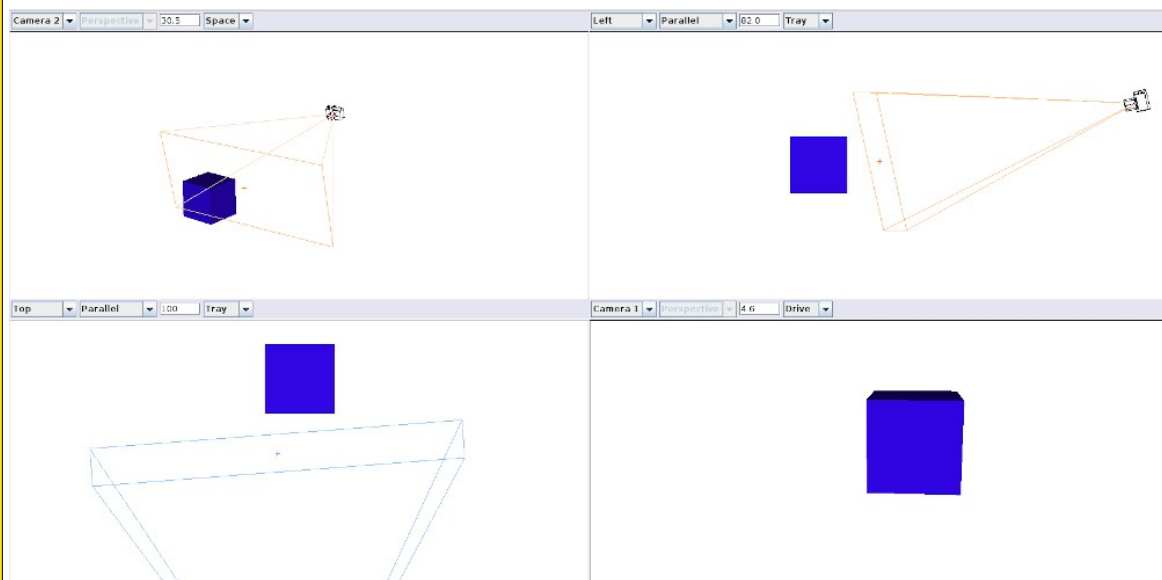
Optional kann **AoI** Schlüssel darstellen, die helfen Ort und Ausrichtung des Blickpunktes zu überprüfen, den man verändert. Das funktioniert nur in der Vier Ansichten Einstellung.

Dieser Schlüssel kann über **Bearbeiten** → **Einstellungen** ein oder ausgeschaltet werden. Man kann ihn für jede aktive Ansicht oder nur für Kameraansichten ausgeben lassen.

Die Farbe des Frustums ist anzeigend: Ist sie hellblau, siehst Du es von der „Außenseite“ - als ob Du über die Schulter des dargestellten Blickpunktes sähest. Ist es orange, siehst Du es von der „Innenseite“ - zurück zum Blickpunkt schauend.

#### 13.2.4.1. Perspektive Frustum

Wenn die Ansicht, die bewegt wird perspektivische **Darstellung** hat, wird deren Frustum sich als vierseitige Pyramide zeigen, mit ihrer Spitze am Blickpunkt.

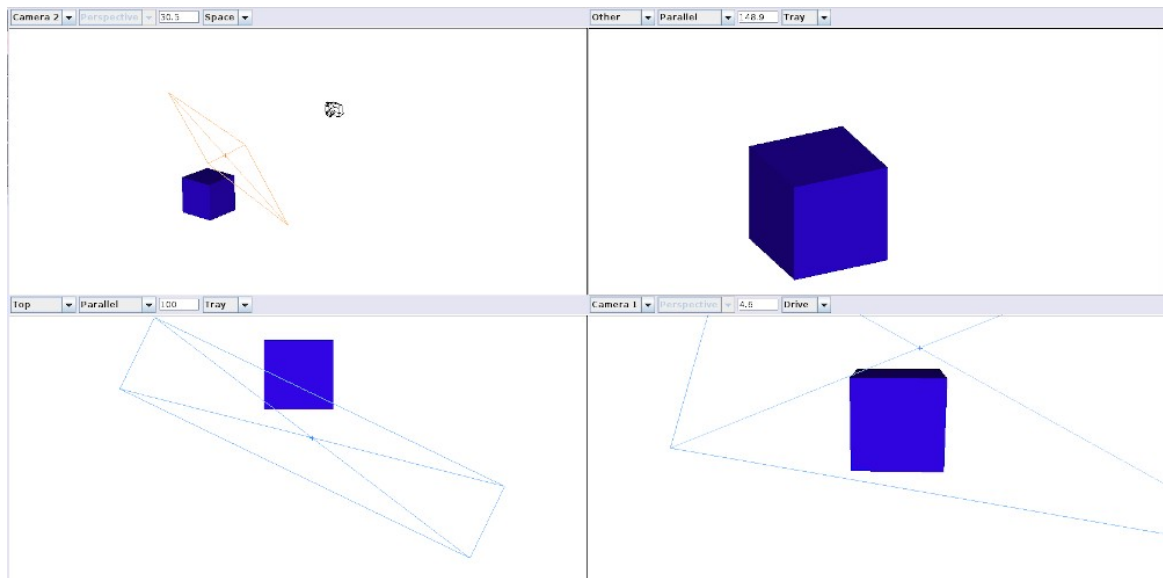




In dieser Aufnahme wird die auf „Camera 1“ eingestellte Ansicht rechts unten bewegt. Beachte, dass Größe und Form der Pyramidenbasis das Blickfeld wiedergeben, das in der „Camera 1“ Ansicht gezeigt wird, die Kamera selbst aber in diesem Blickfeld in der Unendlichkeit verschwunden scheint.

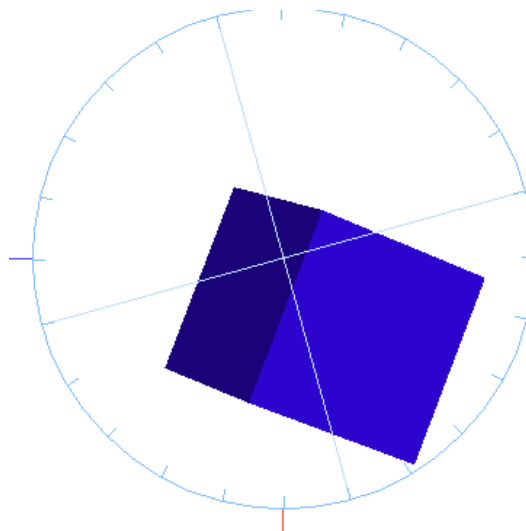
### 13.2.4.2. Parallel Frustum

Wenn die Ansicht, die bewegt wird, in Parallel [Darstellung](#) ist, wird es von einer rechteckigen Ebene wiedergegeben.



In dieser Aufnahme wird die obere rechte Ansicht bewegt. Das Rechteck repräsentiert die genauen Dimensionen der Ansicht, als wäre es wie eine Glasscheibe in die Szene eingebettet.

### 13.2.5. Rotationsanzeigerad



Ein letzter Schlüssel kann eingeschaltet werden: Wenn man „**Show tilt dial**“ (= Drehungsrade anzeigen) anhakt, bekommt man optische Rückmeldung, wie weit die Ansicht bei einer Faß Rolle gedreht wurde.

Im Bild ist die Ansicht annähernd 15° gegen den Uhrzeigersinn gerollt worden.

Die Anzeige bietet die relative Drehung vom Beginn des jeweiligen Rollens an. Lässt man die Maustaste los, wird die Anzeige zurückgesetzt und das nächste Rollen beginnt bei 0°.

