

# **Creating the World: Grafik, Design und Animation in 3D**

**Michael Rihs  
Flurina Brodwolf  
Romina Schmid  
Fred Mast**



# Creating the World: Grafik, Design & Animation

**Version:** 2025

**Erstversion:** 2021

## **Autoren:**

Michael Rihs\*

Flurina L. Brodwolf

Romina Schmid

Fred W. Mast

Abteilung für kognitive Psychologie, Wahrnehmung und Methodenlehre

Institut für Psychologie

Universität Bern

## **Kontakt**

**\*Dr. Michael Rihs**

Institut für Psychologie

Fabrikstrasse 8

3012 Bern

[michael.rihs@unibe.ch](mailto:michael.rihs@unibe.ch)

## **Erstellung der Website**

Die Unterlagen zu diesem Buch sind auf der dazugehörigen Website (<https://mrihs.github.io/Mrihs.Creating-the-World.github.io/>) zu finden. Die Website wurde mit Hilfe von RStudio/Posit und Quarto entwickelt. Die Website, sowie die Unterrichts-Unterlagen sind im zur Website gehörigen GitHub Repository (<https://github.com/Mrihs/Mrihs.Creating-the-World.github.io>) hinterlegt

## **Lizenz**

Dieses Buch und die dazugehörige Website stellt eine offene Bildungsressource (Open Educational Resource) dar. Sie darf frei verwendet, bearbeitet und weitergegeben werden, sofern die Urheber namentlich genannt und die Inhalte unter der Lizenz CC BY-SA 4.0 weitergegeben werden.

Abbildungen der Benutzeroberfläche von Blender wurden als Screenshots erstellt und unterliegen der Lizenzbedingungen von Blender.

## **Danksagung**

Besonderer Dank geht an Rahel Steuri und Rebekka Borer, welche bei der Adaption des Kurses im Jahre 2022 beteiligt waren. Weiterer Dank geht an Aurégane Dévaud, welche die Erstellung der Website zum Buch unterstützt hat.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Vorbereitung von Blender</b>	<b>17</b>
1.1 Installation von Blender . . . . .	17
1.1.1 Mac . . . . .	17
1.1.2 Windows . . . . .	17
1.2 Der erste Start von Blender . . . . .	18
1.3 Die Arbeitsoberfläche von Blender . . . . .	18
1.3.1 Das Willkommensfenster . . . . .	18
1.3.2 Die verschiedenen Areale beim General-Projekt . . . . .	20
1.4 Übersicht über die Editor-Fenster von Blender . . . . .	20
1.4.1 3D Viewport . . . . .	20
1.4.2 Image Editor . . . . .	20
1.4.3 UV Editor . . . . .	22
1.4.4 Compositor . . . . .	22
1.4.5 Texture Node Editor . . . . .	22
1.4.6 Geometry Node Editor . . . . .	22
1.4.7 Shader Editor . . . . .	22
1.4.8 Video Sequencer . . . . .	22
1.4.9 Movie Clip Editor . . . . .	22
1.4.10 Dope Sheet . . . . .	22
1.4.11 Timeline . . . . .	23
1.4.12 Graph Editor . . . . .	23
1.4.13 Drivers . . . . .	23
1.4.14 Nonlinear Animation . . . . .	23
1.4.15 Text Editor . . . . .	23
1.4.16 Python Console . . . . .	23
1.4.17 Info . . . . .	23
1.4.18 Outliner . . . . .	23
1.4.19 Properties . . . . .	23
1.4.20 File Browser . . . . .	24
1.4.21 Spreadsheet . . . . .	24
1.4.22 Preferences . . . . .	24
1.5 Vorgefertigte Editor-Anordnungen . . . . .	24
1.6 Neuanordnen der Editor-Areale . . . . .	24
<b>2 Die Arbeitsoberfläche des 3D-Viewports</b>	<b>27</b>
2.1 Toolbar . . . . .	27

2.2	Sidebar . . . . .	27
2.3	Header . . . . .	27
2.3.1	Aktions-Einstellungen . . . . .	27
2.3.2	Erweiterte Hilfsmittel zur Bearbeitung . . . . .	28
2.3.3	Bearbeitungsmodus . . . . .	28
2.3.4	Anzeige-Optionen . . . . .	28
2.4	Letzte Aktion verfeinern . . . . .	31
2.5	Dargestellte Viewport-Overlays . . . . .	31
<b>3</b>	<b>Navigation der Ansicht im 3D-Viewport</b>	<b>33</b>
3.1	Navigation mit der Maus . . . . .	33
3.2	Navigation mit der Tastatur . . . . .	33
3.3	Navigation mittels Gizmos . . . . .	35
<b>4</b>	<b>Erste Schritte</b>	<b>37</b>
4.1	Die Default-Szene . . . . .	37
4.2	Auswahl von Objekten . . . . .	37
4.3	Hinzufügen von Objekten . . . . .	38
4.4	Löschen von Objekten . . . . .	39
4.5	Objekte vervielfältigen . . . . .	40
4.5.1	Objekte duplizieren . . . . .	40
4.5.2	Verbundene Duplikate erstellen . . . . .	40
4.5.3	Copy-Paste von Objekten . . . . .	40
4.6	Verbinden von Objekten . . . . .	40
4.7	Verstecken von Objekten . . . . .	41
4.8	Anordnen in Collections . . . . .	41
4.9	Speichern . . . . .	42
<b>5</b>	<b>Objektarten</b>	<b>43</b>
5.1	Mesh . . . . .	43
5.2	Curve . . . . .	43
5.3	Surface . . . . .	43
5.4	Metaball . . . . .	43
5.5	Text . . . . .	44
5.6	Volume . . . . .	44
5.7	Grease Pencil . . . . .	44
5.8	Armature . . . . .	44
5.9	Lattice . . . . .	44
5.10	Empty . . . . .	44
5.11	Image . . . . .	44

5.12 Light . . . . .	45
5.13 Light-Probe . . . . .	45
5.14 Camera . . . . .	45
5.15 Speaker . . . . .	45
5.16 Force Field . . . . .	45
5.17 Collection Instance . . . . .	45
5.18 Zusammenfassung der Objektarten . . . . .	45
<b>6 Primitive Meshes</b>	<b>47</b>
6.1 Plane . . . . .	47
6.2 Cube . . . . .	47
6.3 Circle . . . . .	47
6.4 UV Sphere . . . . .	47
6.5 Ico Sphere . . . . .	48
6.6 Cylinder . . . . .	48
6.7 Cone . . . . .	48
6.8 Torus . . . . .	48
6.9 Grid . . . . .	48
6.10 Monkey . . . . .	48
<b>7 Methoden der Objekt-Transformation</b>	<b>51</b>
7.1 Die drei grundlegenden Objekt-Transformationen . . . . .	51
7.2 Location . . . . .	51
7.3 Rotation . . . . .	51
7.4 Scale . . . . .	52
7.5 Dimension . . . . .	53
7.6 Transformationen sperren . . . . .	53
<b>8 Objekte im Viewport-Display transformieren</b>	<b>57</b>
8.1 Position . . . . .	57
8.2 Rotation . . . . .	58
8.3 Scale . . . . .	58
<b>9 Object- und Edit-Mode</b>	<b>61</b>
9.1 Die verschiedenen Bearbeitungs-Modi . . . . .	61
9.2 Struktur von 3D-Meshes . . . . .	62
9.2.1 Vertices . . . . .	62
9.2.2 Edges . . . . .	63
9.2.3 Faces . . . . .	63
9.3 Anzahl Vertices in einem Face . . . . .	63

9.4 Auswahl von Vertices, Edges und Faces im Edit-Mode . . . . .	66
9.5 Das Innere des Objekts . . . . .	66
9.6 Normalen: die richtige Seite der Faces finden . . . . .	67
<b>10 Einstieg in den Edit-Mode</b>	<b>69</b>
10.1 Grab, Scale, Rotate . . . . .	69
10.2 Add, Delete, Dissolve . . . . .	70
10.3 Duplicate . . . . .	70
10.4 Globale vs. lokale Koordinaten . . . . .	71
<b>11 Methoden der Objektbearbeitung im Edit-Mode</b>	<b>73</b>
11.1 Fill . . . . .	73
11.2 Extrude . . . . .	73
11.3 Knife . . . . .	74
11.4 Loop Cut . . . . .	75
11.5 Edge Slide . . . . .	76
11.6 Subdivide . . . . .	76
11.7 Bevel . . . . .	77
11.8 Inset Faces . . . . .	77
11.9 Spin . . . . .	78
11.10 Merge . . . . .	79
11.11 Weitere Operationen in der Toolbar . . . . .	80
11.11.1 Add Cube . . . . .	80
11.11.2 Poly Build . . . . .	80
11.11.3 Smooth . . . . .	81
11.11.4 Shrink/Fatten . . . . .	81
11.11.5 Shear . . . . .	81
11.11.6 Rip Region . . . . .	81
<b>12 Hilfestellungen für die Objektbearbeitung</b>	<b>85</b>
12.1 Die Position des 3D-Cursors verändern . . . . .	85
12.2 Transform Orientation . . . . .	86
12.2.1 Global . . . . .	87
12.2.2 Local . . . . .	87
12.2.3 Normal . . . . .	87
12.2.4 Gimbal . . . . .	87
12.2.5 View . . . . .	87
12.2.6 Cursor . . . . .	88
12.2.7 Custom . . . . .	88
12.3 Pivot Point . . . . .	88

12.3.1 Bounding Box Center . . . . .	88
12.3.2 3D Cursor . . . . .	89
12.3.3 Individual Origins . . . . .	89
12.3.4 Median Point . . . . .	89
12.3.5 Active Element . . . . .	89
12.4 Snap . . . . .	90
12.4.1 Increment . . . . .	90
12.4.2 Vertex . . . . .	90
12.4.3 Edge . . . . .	91
12.4.4 Face . . . . .	91
12.4.5 Volume . . . . .	91
12.4.6 Edge Center . . . . .	91
12.4.7 Edge Perpendicular . . . . .	91
12.4.8 Was wird angedockt? . . . . .	91
12.5 Proportional Editing . . . . .	92
12.6 Weitere Optionen . . . . .	93
<b>13 Tutorial: Erstellen eines Glases</b>	<b>95</b>
13.1 Alternative Methode zur Erstellung eines Glases . . . . .	100
<b>14 Objekterstellung mittels Modifizieren</b>	<b>103</b>
14.1 Ein glas mittels Modifizieren erstellen . . . . .	103
14.1.1 Vorbereitung . . . . .	103
14.1.2 Hinzufügen von Modifizieren . . . . .	104
14.1.3 Der Subdivision-Surface-Modifier . . . . .	106
14.2 Funktionsweise von Modifizieren . . . . .	106
14.3 Weitere Glättung erzielen durch Smooth-Shading . . . . .	109
14.4 Die Vielzahl von Modifizieren . . . . .	109
14.4.1 Generate-Modifier . . . . .	109
14.5 Grenzen der Objektbearbeitung mittels Modifizieren . . . . .	124
<b>15 Eigenschaften innerhalb eines Meshes definieren</b>	<b>127</b>
15.1 Edge Crease . . . . .	127
15.2 Bevel Weight . . . . .	128
15.3 Vertex Groups . . . . .	129
<b>16 Materialien, Texturen und Shader</b>	<b>133</b>
<b>17 Materialien</b>	<b>135</b>
17.1 Bedeutung von Materialien . . . . .	135
17.2 Materialien betrachten . . . . .	135

17.3 Materialien hinzufügen . . . . .	137
<b>18 Der Shader-Editor</b>	<b>141</b>
<b>19 Grundlegende Eigenschaften von Materialen</b>	<b>145</b>
19.1 Farbe . . . . .	145
19.1.1 Farbauswahl von Hand . . . . .	145
19.1.2 Übertragen von Farben mittels Eyedropper . . . . .	145
19.2 RGB-Werte . . . . .	147
19.2.1 HSV-Werte . . . . .	148
19.2.2 Hexadezimale Farbdefiniton . . . . .	149
19.2.3 Farben aus anderen Farbboxen hineinziehen . . . . .	149
19.3 Roughness . . . . .	150
19.4 Metallic . . . . .	151
19.5 Parameter richtig einstellen . . . . .	154
19.6 Mehrere Materialien verwenden . . . . .	155
<b>20 Tutorial: Strandball</b>	<b>157</b>
<b>21 Texturen</b>	<b>165</b>
<b>22 UVs</b>	<b>169</b>
22.1 Wie kommen die Texturen auf ein Objekt? . . . . .	169
22.2 UV-Mapping . . . . .	169
<b>23 Texturen zu einem Material hinzufügen</b>	<b>179</b>
23.1 Texture-Nodes hinzufügen . . . . .	179
23.2 Texture-Mapping hinzufügen . . . . .	182
23.3 Schnelleres Hinzufügen von Image-Texture-Nodes . . . . .	183
<b>24 Texturen für Parameter verwenden</b>	<b>185</b>
<b>25 Welche Bilder eignen sich als Texturen?</b>	<b>189</b>
<b>26 Arten von Texturen</b>	<b>191</b>
26.1 Color-Textur . . . . .	191
26.2 Albedo-Textur . . . . .	191
26.3 Metallic-Textur . . . . .	191
26.4 Roughness-Textur . . . . .	192
26.5 Glossy-Textur . . . . .	192
26.6 Normal-Textur . . . . .	192
26.7 Displacement-Textur . . . . .	194

26.8 Ambient-Occlusion-Textur . . . . .	196
26.9 Alpha-Textur . . . . .	198
26.10 Reflection-Textur . . . . .	198
26.11 Und nun alle zusammen! . . . . .	198
26.12 Texturen auf Material betrachten mithilfe des Node-Wrangler-Add-ons .	198
<b>27 Tutorial: Einen Hammer texturieren</b>	<b>201</b>
27.1 UV-Mapping . . . . .	201
27.2 Materialen erstellen . . . . .	202
27.3 Metall texturieren . . . . .	203
27.4 Holz texturieren . . . . .	207
<b>28 Displacement mit dem Displacement-Modifier erstellen</b>	<b>209</b>
<b>29 Erstellen von Landschaften</b>	<b>213</b>
29.1 Die Optionen im A.N.T. Landscape-Add-on . . . . .	214
29.1.1 Presets . . . . .	214
29.1.2 Refresh . . . . .	215
29.1.3 Main Settings . . . . .	215
29.1.4 Noise Settings . . . . .	215
29.1.5 Displace Settings . . . . .	216
29.1.6 Water Plane . . . . .	217
<b>30 Tutorial: Erstellen einer Düne</b>	<b>219</b>
30.1 Landschaft erstellen . . . . .	219
30.2 Prozedurales Texturieren . . . . .	219
30.3 Arbeiten mit der Color-Ramp . . . . .	220
30.4 Wave-Texture . . . . .	223
30.5 Mix RGB . . . . .	224
30.6 Prozedurales Texturieren . . . . .	225
<b>31 Parameter im Principled-BSDF-Shader</b>	<b>227</b>
31.1 Subsurface-Scattering . . . . .	227
31.2 Specularity . . . . .	229
31.2.1 Einfallswinkel und Index of Refraction . . . . .	230
31.2.2 Specularity ermitteln . . . . .	230
31.3 Anisotropie . . . . .	233
31.4 Sheen . . . . .	234
31.5 Clearcoat . . . . .	234
31.6 Transmission . . . . .	234
31.7 Emission . . . . .	235

31.8 Distribution . . . . .	236
<b>32 Der Wechsel von Eevee zu Cycles am Beispiel von Glas</b>	<b>237</b>
32.1 Gläser in Eevee richtig darstellen lassen . . . . .	237
32.2 Der Wechsel von Eevee zu Cycles . . . . .	238
32.3 Rendern mit der GPU in Cycles . . . . .	238
<b>33 Lichtquellen in einer Szene</b>	<b>241</b>
<b>34 Lichtobjekte</b>	<b>245</b>
34.1 Lichtquellen einstellen . . . . .	245
34.2 Point . . . . .	247
34.3 Sun . . . . .	248
34.4 Spot . . . . .	249
34.5 Area . . . . .	250
<b>35 Welten</b>	<b>253</b>
35.1 HDRIs hinzufügen . . . . .	254
35.2 Einen prozeduralen Sternenhimmel erstellen . . . . .	255
<b>36 Kamera</b>	<b>259</b>
<b>37 Rendern</b>	<b>263</b>
37.1 Renderprozess in Cycles beschleunigen . . . . .	266
<b>38 Tutorial: Ein Glas mit Wasser erstellen</b>	<b>267</b>
38.1 Wasser hinzufügen . . . . .	267
38.2 Lichtbrechung zwischen mehreren Materialien . . . . .	268
38.3 Kondenswasser am Glas hinzufügen . . . . .	271
38.3.1 Vorbereitung . . . . .	271
38.3.2 Haare . . . . .	274
38.4 Partikel . . . . .	279
<b>39 Bäume mittels Add-on erstellen</b>	<b>285</b>
39.1 Die Einstellungsoptionen von «Sapling Tree Gen» . . . . .	285
39.1.1 Geometry . . . . .	286
39.1.2 Branch Radius . . . . .	287
39.1.3 Branch Splitting . . . . .	289
39.1.4 Branch Growth . . . . .	289
39.1.5 Pruning . . . . .	290
39.1.6 Leaves . . . . .	290
39.2 Blätter texturieren . . . . .	291

<b>40 Workflows der Charaktererstellung</b>	<b>293</b>
40.1 Charaktererstellung . . . . .	293
<b>41 Character-Modeling</b>	<b>295</b>
41.1 Sculpting von Charakteren . . . . .	295
41.1.1 Der Sculpt-Mode . . . . .	295
41.1.2 Retopology . . . . .	296
41.1.3 Sculpt-Mesh neu berechnen lassen . . . . .	299
41.2 Direktes Modellieren eines Charakters . . . . .	303
41.3 Alternative Tools zur Erstellung von Charakteren . . . . .	304
41.4 Die Rolle der Kleider . . . . .	305
<b>42 Tutorial: Eine Cartoon-Katze als Charakter erstellen</b>	<b>307</b>
42.1 Mesh-Erstellung . . . . .	307
42.1.1 Grundformen hinzufügen . . . . .	307
42.1.2 Körper und Kopf verbinden . . . . .	310
42.1.3 Extremitäten hinzufügen . . . . .	312
42.1.4 Schwanz hinzufügen . . . . .	320
42.2 Textur-Vorbereitung . . . . .	322
42.3 Textur-Erstellung . . . . .	325
42.4 Die Katze geht zum Friseur . . . . .	328
<b>43 Was ist Rigging?</b>	<b>331</b>
<b>44 Objekte mit Armaturen verformen</b>	<b>335</b>
44.1 Skelet erstellen . . . . .	335
44.2 Mesh dem Skelet zuweisen . . . . .	336
44.3 Skelet verformen . . . . .	336
44.4 Posen abspeichern . . . . .	337
<b>45 Charakter-Rigging</b>	<b>339</b>
45.1 Charakter-Rigging mittels Rigify . . . . .	339
45.1.1 Skelet erstellen . . . . .	339
45.1.2 Rig generieren . . . . .	340
45.2 Charakter-Rigs und Charakter-Animation mit Mixamo . . . . .	343
<b>46 Vom Bild zur Animation</b>	<b>345</b>
46.1 Was sind Animationen? . . . . .	345
46.2 Framerate . . . . .	345
46.3 Animationseinstellungen in Blender definieren . . . . .	346

<b>47 Animationen erstellen</b>	<b>349</b>
47.1 Keyframes erstellen . . . . .	349
<b>48 Animationen verfeinern</b>	<b>353</b>
48.0.1 Beispiel Pendel . . . . .	353
48.0.2 Animationen im Graph-Editor nachbearbeiten . . . . .	354
<b>49 Animationen rendern</b>	<b>359</b>
49.0.1 Animationen direkt rendern . . . . .	359
49.0.2 Bilder rendern und anschliessend Animationen rendern . . . . .	359

# Vorwort

Dieses Buch wurde für die Lehrveranstaltung "Creating the World: Grafik, Design & Animation (inkl. Einführung in die 3D Modellierung mit Blender)" entwickelt. Der Kurs wurde erstmals im Jahr 2021 als Methodenkurs für Masterstudierende der philosophisch-humanwissenschaftlichen Fakultät der Universität angeboten. Die Lehrveranstaltung wurde durch das Förderprogramm "Der Mensch in der digitalen Transformation" von der philosophisch-humanwissenschaftlichen Fakultät gefördert. In der Veranstaltung wurde der Prozess der Erstellung virtueller 3D-Objekte, -Welten und Animationen vor dem Hintergrund aktueller Forschung erläutert und durch praktische Beispiele veranschaulicht. Die Studierenden erlernten die Inhalte praxisnah mithilfe der frei zugänglichen Software Blender und erhielten dabei fundierte Einblicke in die grundlegenden Merkmale von 3D-Objekten, -Welten und Animationen.

## Hinweise zur Verwendung von Boxen

Im Verlaufe des Buches werden verschiedene Boxen verwendet, um wichtige Informationen hervorzuheben. Die Boxen haben folgende Bedeutung

### Tipps



Diese Box kennzeichnet nützliche Tipps.

### Merke...



Diese Box kennzeichnet besonders wichtige Inhalte, die nicht vergessen werden sollten.

## Übung 1 Übungen

Diese Box kennzeichnet praktische Übungen.



### Rückmeldung

Haben Sie Rückmeldungen, Anregungen oder Fehler entdeckt? Diese können gerne an Dr. Michael Rihs ([michael.rihs@unibe.ch](mailto:michael.rihs@unibe.ch)) zurückgemeldet werden.

# 1. Vorbereitung von Blender

## 1.1 Installation von Blender

Um Blender auf einem Rechner zu installieren, muss das Installationspaket von Blender auf dessen Website <https://www.blender.org/> unter dem Reiter «Download» heruntergeladen werden. Dort sollte bereits automatisch das Betriebssystem des Rechners erkannt und die aktuellste Version angeboten werden. Ansonsten lässt sich mittels eines Auswahlfeldes auch die entsprechende Version auswählen.

Installationsdatei herunterladen

Unter <https://www.blender.org/download/releases/> lassen sich zudem frühere Versionen von Blender herunterladen. Dieser Kurs ist auf Blender 3.3 ausgerichtet, weshalb der Download dieser Version empfohlen wird.

Frühere Versionen von Blender

### 1.1.1 Mac

Mac-Benutzer wählen den Link mit der Endung «.dmg». Abhängig vom Computermodell gibt es zwei Versionen. Für Apple-Computer, welche Apples hauseigenen Prozessor M1 eingebaut haben, wird die Version mit der Endung «arm64.dmg» benötigt. Für die anderen Apple-Computer die Version mit der Endung «x64.dmg». Um herauszufinden, welcher Prozessor/Chip im eigenen Apple-Gerät eingebaut ist, kann man im Menü «Über diesen Mac» (oben links beim Apfelsymbol zu finden) nachschauen. Wenn Apples eigener Chip verbaut ist, wird «*Chip Apple M1*» aufgelistet. Wenn der Computer nicht über den M1-Chip verfügt, wird an dieser Stelle der Prozessor aufgeführt.

Installationsdatei für Mac-User

Nach dem Download sollte das entsprechende .dmg-Paket geöffnet werden. Anschließend öffnet sich ein Fenster, dass die Blender-Software und den Applikationsordner zeigt. Hier sollte nun die Blender-Software in den Applikationsordner gezogen werden. Anschließend ist die Installation abgeschlossen.

Installation

### 1.1.2 Windows

Windows-Benutzer können den Link mit der Endung «.msi» auswählen. Nach dem Download kann die Datei geöffnet werden und die Installation konfiguriert werden.

Installation für Windows-User

Es ist auch möglich, Blender ohne eine Installation zu verwenden – hierfür muss der Link mit der Endung «.zip» ausgewählt werden. Nach dem Extrahieren der Dateien kann Blender über diesen Ordner gestartet werden. Dadurch kann Blender auf ein externes Speichermedium transferiert werden und an anderen Computern gestartet werden. Dies hat allerdings einige Nachteile. Der Computer weiß dadurch etwa nicht, mit welchem Programm er standardmäßig die Dateien von Blender öffnen kann, und Blender wird auch nicht unter den installierten Programmen aufgelistet.

Blender ohne Installation nutzen

## Weiterführende Informationen



Seit der Version 2.81 von Blender werden nur noch Computer mit einer 64-Bit-Architektur unterstützt. Microsoft unterstützt diese Systeme seit 2020 nicht mehr und auch andere Software-Entwickler haben den Support dieser Systeme eingestellt.

## 1.2 Der erste Start von Blender

Beim ersten Start von Blender erscheint ein Quick-Setup-Menü, bei dem einige Grund-einstellungen eingestellt werden können. Diese können in der Regel so belassen werden, wie sie sind. Die folgenden Einstellungen stehen zur Verfügung:

- **Language:** Hier kann die Sprache eingestellt werden.
- **Shortcuts:** Hier können die Shortcut-Einstellungen ausgewählt werden. Dieser Kurs orientiert sich an der Default-Einstellung «*Blender*».
- **Select with:** Hier kann eingestellt werden, ob jeweils mit der linken oder der rechten Maustaste Objekte ausgewählt werden können. Dieser Kurs geht davon aus, dass eine Auswahl mit der linken Maustaste erfolgt.
- **Spacebar:** Die Funktion der Leertaste kann drei verschiedenen Funktionen zugewiesen werden. Per Default wird die Leertaste verwendet, um Animationen zu starten (Option «*Play*»). Allerdings kann sie auch der Option «*Tools*» zugewiesen werden. Mittels der Einstellung «*Search*» wird durch die Leertaste ein Suchfeld geöffnet, mit dem Befehle gesucht werden können. Für diesen Kurs spielt es keine grosse Rolle, welche Funktion der Leertaste zugewiesen wird. Die Befehlssuche ist allerdings sehr nützlich, kann aber alternativ auch mit der Taste **F3** geöffnet werden.
- **Theme:** Hier kann das farbliche Layout von Blender angepasst werden. Grafiken in diesem Kurs wurden mit dem Theme «*Blender Dark*» erstellt.

## 1.3 Die Arbeitsoberfläche von Blender

### 1.3.1 Das Willkommensfenster

Blender begrüßt seine Nutzer mit einem Willkommensfenster. In diesem Fenster werden die letzten geöffneten Projekte auf der rechten Seite unter den «*Recent Files*» aufgelistet. Auf der linken Seite des Willkommensfenster kann unter «*New File*» ein neues Projekt erstellt werden. Dabei lässt sich die Art des Projekts bereits genauer definieren. Je nach ausgewählter Projektart werden unterschiedliche Ansichtsvorlagen geladen.

Zu den möglichen Ansichtsvorlagen gehören:

- **General:** Öffnet eine Standardvorlage für das Bearbeiten von 3D-Objekten.
- **2D Animation:** Öffnet eine Vorlage zum Erstellen von 2D-Animationen.
- **Sculpting:** Öffnet eine Vorlage, welche für das Sculpting von Objekten geeignet



Abbildung 1.1: Willkommensfenster

Fokus auf  
«General»

ist. Dabei werden Objekte anhand von Pinseln direkt in ihrer Form verändert.

- **VFX:** Öffnet eine Vorlage für die Erstellung visueller Effekte (VFX), beispielsweise in Videos.
- **Video Editing:** Öffnet eine Vorlage zum Bearbeiten von Videos.

Dieser Kurs wird sich auf die 3D-Modellierung fokussieren. Deshalb wird jeweils die Ansichtsvorlage «General» verwendet. Diese Vorlage ist so generell, dass sie im Hintergrund schon geladen ist, während das Willkommensfenster dargestellt wird. Deshalb ist es auch möglich, einfach ausserhalb des Willkommensfensters zu klicken. Dadurch verschwindet das Willkommensfenster und die General-Vorlage, die bereits im Hintergrund besteht, wird sichtbar.

## 1.3.2 Die verschiedenen Areale beim General-Projekt

Default  
Editoren

Die verschiedenen Werkzeuge, welche Blender anbietet, sind innerhalb verschiedener Editoren aufzufinden. Diese Editoren werden als separate und austauschbare Areale in Blender dargestellt. Beim Start eines neuen Projekts (mit der Vorlage General) ist die Ansicht in vier Areale unterteilt:

- **3D Viewport:** Überspannt von der oberen linken Ecke den grössten Teil des Bildschirms.
- **Outliner:** Befindet sich in der oberen rechten Ecke.
- **Properties:** Befindet sich in der unteren rechten Ecke.
- **Timeline:** Befindet sich links am unteren Rand.

Gerade der 3D-Viewport, der Outliner und die Properties sind für das Erstellen von 3D-Objekten mit Blender von hoher Bedeutung. Die Timeline wird bei Animationen verwendet.

## 1.4 Übersicht über die Editor-Fenster von Blender

Editoren  
austauschen

In jedem Editor-Areal befindet sich in der linken oberen Ecke eine Schaltfläche. Durch das Drücken dieser Schaltfläche wird ein Dropdown-Menü geöffnet. Darin sind alle verfügbaren Editoren aufgelistet. Indem ein anderer Editor ausgetauscht wird, wechselt die Anzeige in diesem Areal zu dem ausgewählten Editor.

### 1.4.1 3D Viewport

«General»  
Edito-ren

Der 3D-Viewport stellt die bearbeiteten Szenen und die dazugehörigen 3D-Objekte dar. Er bietet die Möglichkeit zur direkten Interaktion mit diesen Objekten und ist für das Modellieren von Objekten essenziell. Bei der Arbeit mit 3D-Objekten ist es der wichtigste Editor.

### 1.4.2 Image Editor

Anhand des Image-Editors können 2D-Grafiken betrachtet und bearbeitet werden. Gerenderte Bilder werden ebenfalls in diesem Editor angezeigt.

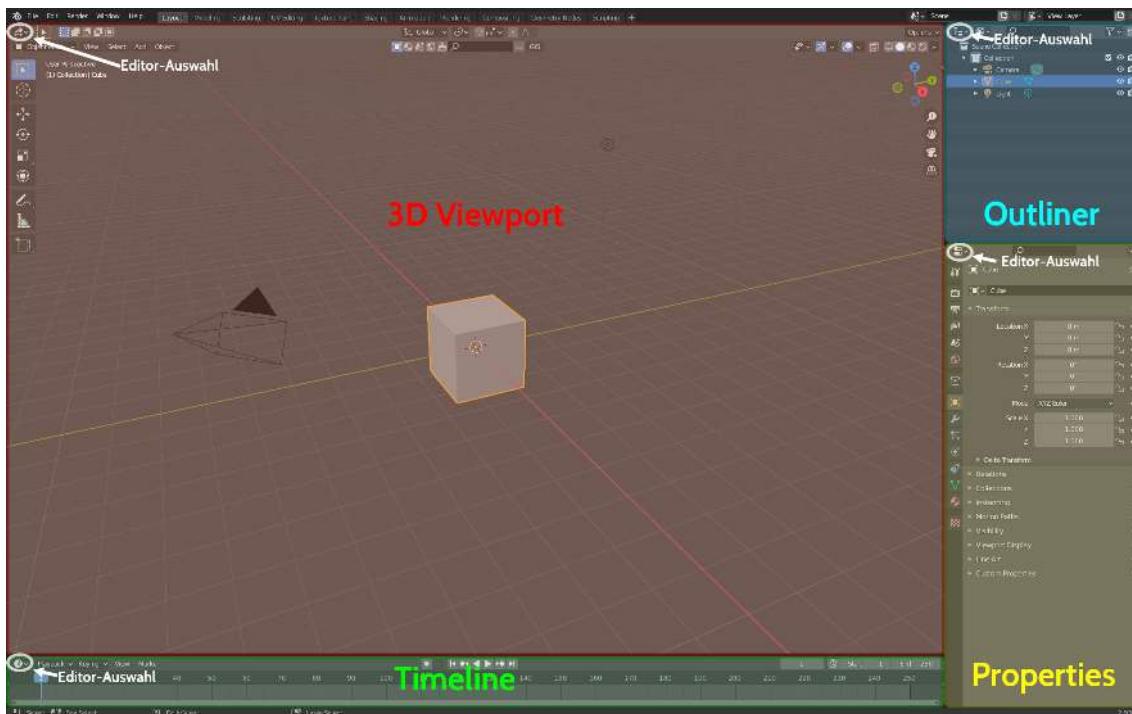


Abbildung 1.2: Default-Aufteilung der Arbeitsbereiche.

General	User Perspectives	Animation	Scripting	Data
3D Viewport		Dope Sheet	Shift F12	Text Editor
Image Editor		Timeline	Shift F12	Python Console
UV Editor		Graph Editor	Shift F6	Info
Compositor		Drivers	Shift F6	
Texture Node Editor		Nonlinear Animation		
Geometry Node Editor				
Shader Editor				
Video Sequencer				
Movie Clip Editor				

Abbildung 1.3: Die Auswahl an verschiedenen Editoren, welche Blender standardmässig mit sich bringt.

### 1.4.3 UV Editor

Der UV-Editor wird verwendet, um den Flächen von Objekten eine bestimmte Position auf einer Textur (sogenannte UVs) zuzuweisen oder dessen Zuweisung zu betrachten.

### 1.4.4 Compositor

Mithilfe des Compositors lassen sich Bilder, welche beim Rendern erstellt werden, nachträglichen Bearbeitungen unterziehen. Auch externe Bilder können hier bearbeitet werden. Die Bearbeitung erfolgt mittels einer visuellen Programmiersprache.

### 1.4.5 Texture Node Editor

Mithilfe des Texture-Node-Editors können Texturen anhand einer visuellen Programmiersprache erstellt werden. Dieser Editor wird allerdings in Zukunft durch andere Bearbeitungsoptionen ersetzt.

### 1.4.6 Geometry Node Editor

Der Geometry-Node-Editor ermöglicht das Bearbeiten von Objekten mittels einer visuellen Programmiersprache. Innerhalb dieses Editors erfolgt dabei die Programmierung der geometrischen Figuren, während die Darstellung der Figuren im 3D-Viewport erfolgt. Bei den Geometry Nodes handelt es sich um eine neue Funktion von Blender.

### 1.4.7 Shader Editor

Mithilfe des Shader-Editors können die Materialien, welche einem dreidimensionalen Objekt zugewiesen sind, bearbeitet werden. Dadurch lässt sich bearbeiten, wie die Oberfläche eines Objektes aussieht. Die Bearbeitung erfolgt hier mittels einer visuellen Programmiersprache. Innerhalb dieses Editors werden lediglich die Einstellungen für die Materialien gemacht. Um die Auswirkungen der Materialien zu sehen, wird der 3D-Viewport verwendet.

### 1.4.8 Video Sequencer

Mithilfe des Video-Sequencers können Videoaufnahmen bearbeitet werden. Dieser Editor verfügt zusätzlich über eine Vorschau-Option, mit der sich die Videos direkt betrachten lassen.

### 1.4.9 Movie Clip Editor

Der Movie-Clip-Editor ermöglicht das Erfassen von Bewegungen in Filmen, sodass diese Bewegungen beispielsweise auch auf 3D-Objekte angewendet werden können. Zudem lassen sich hier auch Videos maskieren.

### 1.4.10 Dope Sheet

Das Dope-Sheet stellt einzelne Animationspunkte eines Projektes in einem zeitlichen Ablauf tabellarisch dar. Dies basiert auf der früher angewendeten Planung von handgezeichneten Animationen.

### 1.4.11 Timeline

Die Timeline stellt einen zeitlichen Verlauf von Animationen dar. Für die ausgewählten Objekte wird hier durch Punkte dargestellt, wann eine Animation im Zeitstrang starten oder enden soll. Zudem befindet sich hier auch eine Schaltfläche, um Animationen abspielen zu lassen.

### 1.4.12 Graph Editor

Mittels des Graph-Editors können Animationen über die Zeit hinweg verfeinert werden. Hierfür werden die einzelnen Animationen mittels Grafen dargestellt. Durch eine Veränderung dieser Grafen wird die Animation verfeinert.

### 1.4.13 Drivers

Der Driver-Editor ermöglicht es, Animationen gezielt zu steuern. Dabei können die Eigenschaften eines Objektes verwendet werden, um ein anderes Objekt zu steuern.

### 1.4.14 Nonlinear Animation

Mittels des Editors für nonlineare Animationen können Animationen ausserhalb eines linearen Ablaufes gesteuert werden. Dies kommt etwa bei komplexeren Veränderungen von Szenen zum Einsatz.

### 1.4.15 Text Editor

Im Text-Editor können Textdokumente eingesehen und erstellt werden. Diese Textdokumente können auch verwendet werden, um mittels der Programmiersprache Python Funktionen für Blender zu verfassen. Zudem können im Text-Editor auch direkt Programmfunctionen in Textdokumenten ausgeführt werden.

Editorien für  
Programmier-  
Skripte

### 1.4.16 Python Console

Anhand der Python-Konsole lassen sich Codes in der Programmiersprache von Python eingeben. Blender führt diese Codes anschliessend aus.

### 1.4.17 Info

Im Info-Editor werden durchgeführte Aktionen in der Python-Programmiersprache nacheinander aufgelistet. Hier lassen sich auch Fehlermeldungen und Warnungen nachträglich einsehen.

### 1.4.18 Outliner

Im Outliner werden alle Daten, welche sich in einer Blender-Datei befinden, aufgelistet. Hier lassen sich Objekte innerhalb einer Szene auswählen oder in Ordnerstrukturen (sogenannten Collections) anordnen und gruppieren.

«Data»-  
Editoren

### 1.4.19 Properties

Im Properties Editor lassen sich eine Reihe von Einstellungen machen. Es umfasst neben Einstellungen zu einem aktuell ausgewählten Objekt auch Einstellungen zum Rendern,

zur Szenengestaltung oder zu physikalischen Simulationen.

### 1.4.20 File Browser

Mithilfe des File-Browsers lassen sich Dateien auf dem Computer darstellen und suchen. Dadurch können Dokumente direkt in die Szene hineingezogen werden, ohne dass Blender minimiert werden muss. Zudem können hier auch Dateien abgespeichert werden.

### 1.4.21 Spreadsheet

Mithilfe des Spreadsheets lassen sich alle Datenpunkte eines Objektes mitsamt deren Positionen in der 3D-Welt angeben. Nebst den Punkten können auch die Positionen der verschiedenen Kanten und Flächen von Objekten angezeigt werden.

### 1.4.22 Preferences

Unter den Preferences lassen sich die Einstellungen von Blender bearbeiten. Die Preferences können auch unter «Edit / Preferences» geöffnet werden.

## 1.5 Vorgefertigte Editor-Anordnungen

Schnelle Auswahl von Editoren mittels Editor-Anordnungen

In der Menüleiste sind für verschiedene Arbeitsschritte bei der 3D-Modellierung bereits vorgefertigte Ansichtsoptionen verfügbar. Durch einen Klick auf den Reiter «Texture Paint» wird beispielsweise eine Anordnung gezeigt, welche ideal dafür ist, um ein Objekt mit einer Textur zu bemalen. In diesem Falle wird beispielsweise nebst dem 3D-Viewport auch der Image Editor geöffnet. Mittels der Registerkarte «+» können zudem weitere Editor-Anordnungen basierend auf einer Vorlage für die Schnellauswahl hinzugefügt werden.

## 1.6 Neuanordnen der Editor-Areale

Grösse der Editor-Areale verändern

Die einzelnen Editor-Fenster können nicht nur beliebig ausgetauscht werden, sondern auch nach eigenem Belieben vergrößert oder verkleinert werden. In den Abgrenzungsbereichen zwischen den Fenstern verändert sich der Mauszeiger. Von dort aus lassen sich die Editor-Areale durch Hin- und Herziehen vergrößern oder verkleinern.

Neue Editoren öffnen

In den Ecken der einzelnen Editor-Fenster gibt es zudem die Möglichkeit, durch Ziehen der Ecke in eine Richtung das Fenster in zwei Editoren aufzuteilen. Wenn dabei gleichzeitig die `Shift`-Taste gedrückt wird, wird derselbe Editor in einem neuen, einzelnen Fenster geöffnet.

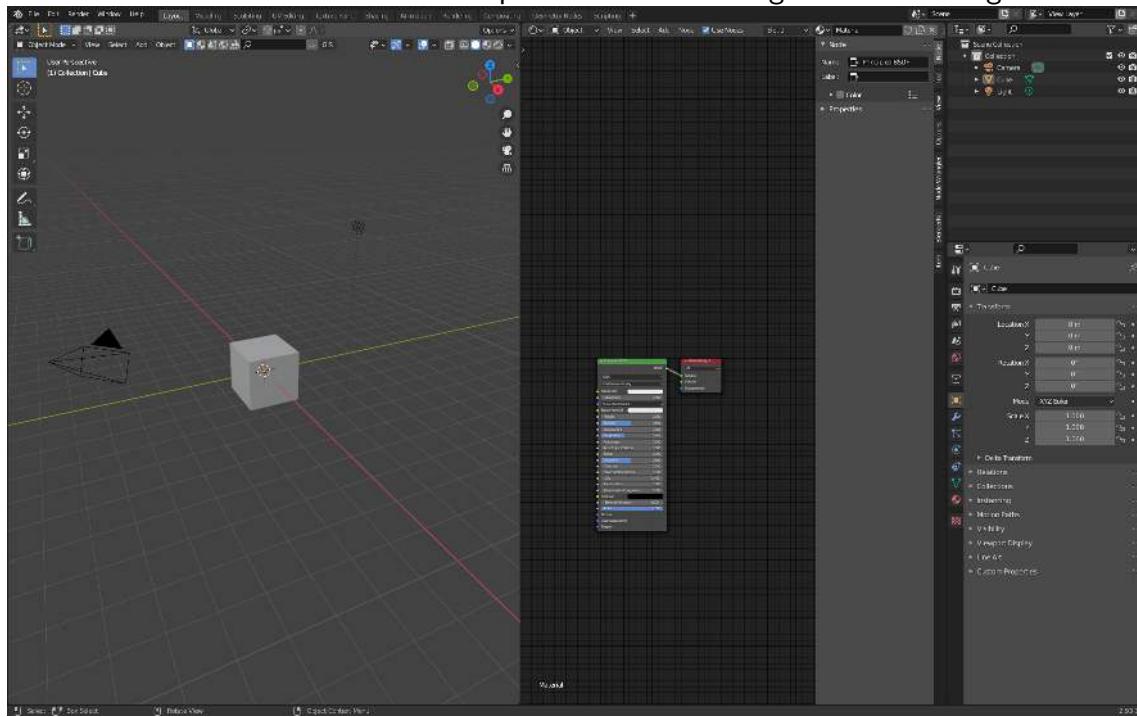
Editor-Areal schliessen

Um ein Editor-Fenster zu schliessen, wird jeweils ein anderes Editor-Fenster über das zu schliessende Fenster gezogen. Dadurch werden die beiden Fenster verbunden. Um zwei Fenster zu verbinden, wird eine der beiden Ecken, welche sich zwischen den beiden Fenstern befindet, ausgewählt und das zu behaltende Fenster über das zu entfernende Fenster gezogen. Dies ist manchmal etwas knifflig, da die Aktion ähnlich zum Öffnen von neuen Fenstern ist.

Übung 1: Editor-Auswahl

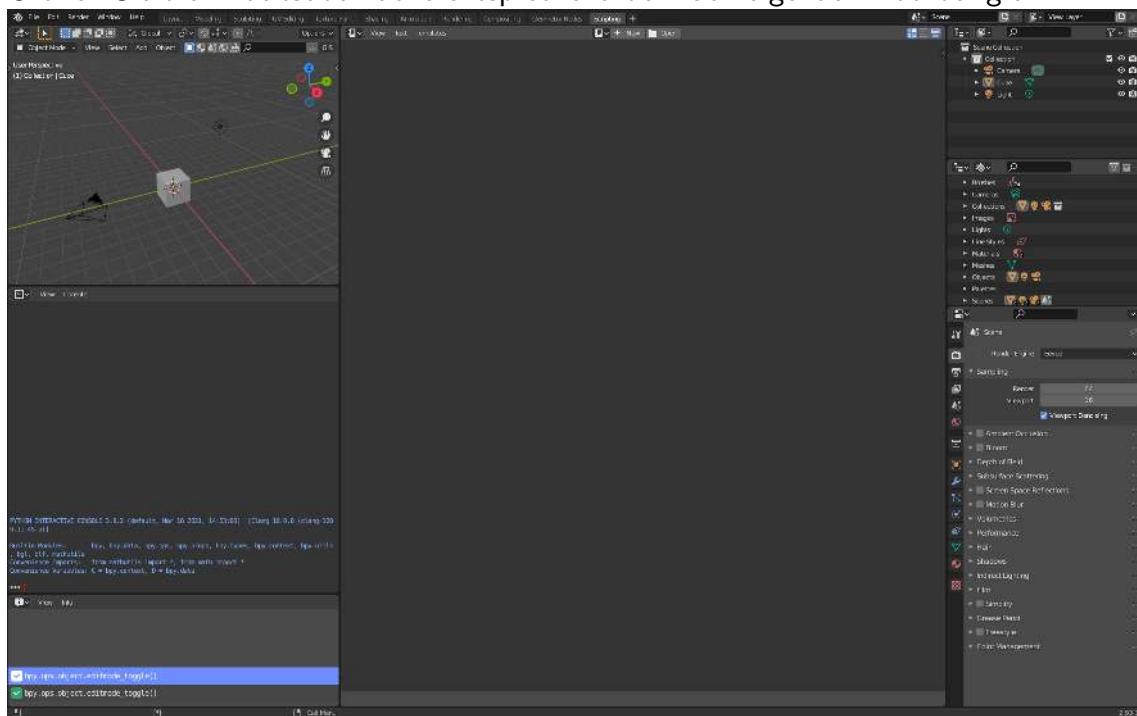
## Übung 1.1

Ordnen Sie die Arbeitsoberfläche entsprechend der nachfolgenden Abbildung an.



## Übung 1.2

Ordnen Sie die Arbeitsoberfläche entsprechend der nachfolgenden Abbildung an.





## 2. Die Arbeitsoberfläche des 3D-Viewports

Der 3D-Viewport stellt eine der wichtigsten Arbeitsoberflächen in Blender dar. In ihm werden die 3D-Objekte sowie die Szenen, in denen sie integriert werden, angezeigt. Zudem werden im 3D-Viewport eine Reihe anderer Einstellungen dargestellt, welche in anderen Editoren konfiguriert werden können. Die Bearbeitung der grundlegenden Struktur von 3D-Objekten erfolgt in der Regel direkt im 3D-Viewport. Der Arbeitsbereich des 3D-Viewports lässt sich in verschiedene Areale aufteilen, welche nachfolgend genauer betrachtet werden.

Funktion des  
3D-Viewports

### 2.1 Toolbar

Die Toolbar befindet sich auf der linken Seite der 3D-View. Allerdings sind Toolbars auch in anderen Editoren anzutreffen. Die Toolbars lassen sich jeweils mit der Taste **T** ein- und ausblenden. Da es auch im 3D-Viewport verschiedene Bearbeitungsmöglichkeiten gibt, variieren die Elemente in der Toolbar abhängig vom Bearbeitungsmodus. Diese sind entweder per Mausklick über diese Toolbar oder mithilfe von Tastenkombinationen aufrufbar. In diesem Kurs wird vor allem auf Tastenkombinationen verwiesen, wenn Operationen durchgeführt werden.

### 2.2 Sidebar

Die Sidebar befindet sich auf der rechten Seite des Viewport-Displays, muss allerdings noch mit der Taste **N** geöffnet werden. Mit dieser Taste lässt sich die Sidebar ebenfalls wieder verbergen. Die Sidebar ist auch in anderen Editoren anzutreffen und wird dort ebenfalls mit der Taste **N** ein- und ausgeblendet. Die Sidebar ist zudem anhand von Registerkarten in zusätzliche Kategorien eingeordnet. Unter dem Register «*Item*» können etwa Einstellungen zum aktuell ausgewählten Objekt betrachtet und verändert werden, im Register «*Tool*» können Einstellungen zum aktuell ausgewählten Werkzeug verfeinert werden und unter dem Register «*View*» können Einstellungen zur Ansicht betrachtet und verfeinert werden.

### 2.3 Header

Im Header sind zusätzliche Einstellungen aufzufinden. Diese können nicht nur zwischen den einzelnen Editoren variieren, sondern auch zwischen den einzelnen Bearbeitungsmodi innerhalb der 3D-View.

#### 2.3.1 Aktions-Einstellungen

In der oberen linken Ecke, direkt neben dem Bedienfeld für die Auswahl des Editors, befinden sich Einstellungsmöglichkeiten, welche basierend auf der aktuell durchgeführten Aktion verfeinert werden können.



Abbildung 2.1: Aktions-Einstellungen am Beispiel der Auswahl.

### 2.3.2 Erweiterte Hilfsmittel zur Bearbeitung

Hilfsmittel zur Bearbeitung von Objekten

In der Mitte des Headers befinden sich eine Reihe von erweiterten Einstellungen, welche bei der Objektbearbeitung als Hilfsmittel verwendet werden können. Hierzu gehört beispielsweise die proportionale Bearbeitung von Objekten oder das Festlegen von Bezugspunkten für Transformationen. Diese Hilfsmittel werden in einem späteren Kapitel ausführlich behandelt.



Abbildung 2.2: Erweiterte Hilfsmittel.

### 2.3.3 Bearbeitungsmodus

Auswahl des Bearbeitungsmodus

In der Zeile unterhalb des Headers befindet sich links das Menü zur Auswahl des Bearbeitungsmodus. Dabei wird definiert, wie das aktuelle Objekt bearbeitet werden soll. So kann beispielsweise im Object-Mode das Objekt als Ganzes bearbeitet werden, während im Edit-Mode die Struktur des Objektes bearbeitet werden kann.



Abbildung 2.3: Auswahl des Bearbeitungsmodus.

### 2.3.4 Anzeige-Optionen

Anzeige-Optionen

In der rechten oberen Ecke befinden sich Optionen zur Darstellung der Objekte in der 3D-View. Diese umfassen:

- View Object Types
- Show Gizmo
- Show Overlay
- Toggle X-Ray
- Viewport Shading

#### View Object Types

Ein- und Ausblenden von Objektarten

Hier lassen sich verschiedene Arten von Objekten alle gemeinsam innerhalb einer Szene verstecken, indem das Auge zu der entsprechenden Objektart abgewählt wird. Durch das Abwählen des Auges neben dem Objekttyp «*Camera*» werde etwa alle Kameras aus der Szene unsichtbar gemacht. Die Objekte sind allerdings noch vorhanden und weisen immer noch dieselbe Funktion auf – sie werden lediglich nicht mehr im 3D-Viewport angezeigt. Neben dem Auge lässt sich zudem anhand der Schaltfläche mit einem abgebildeten Cursor

einstellen, dass die entsprechenden Objektarten nicht mehr auswählbar sind.

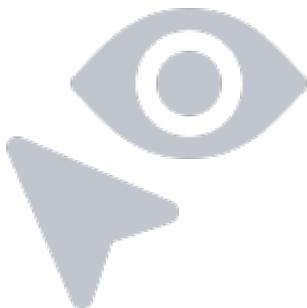


Abbildung 2.4: View Object Types.

### Show Gizmo

Innerhalb dieser Option lassen sich in der oberen rechten Ecke Tools zur Navigation mittels der Kamera ein- und ausblenden. Zudem kann hier die Darstellung eines Gizmos bei der aktuellen Auswahl aktiviert werden. Dieses Gizmo kann verwendet werden, um Objekte mittels der Maus zu rotieren, zu skalieren oder zu bewegen.

Navigations-Tools ein- und ausblenden

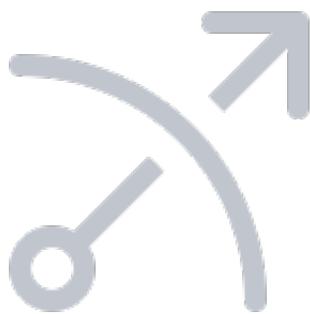


Abbildung 2.5: Show Gizmo.

### Show Overlays

Durch die Deaktivierung der Viewport-Overlays wird im 3D-Viewport die Ansicht bestimmter Hilfsmittel (beispielsweise die Achsen oder die Markierung der aktuellen Auswahl) ausgeschaltet. Im Dropdown-Menü lässt sich zudem die Darstellung von einzelnen Hilfsmitteln individuell an- und abwählen.

Orientierungsobjekte im Viewport ein- und ausblenden

### Toggle X-Ray

Wenn die Schaltfläche «Toggle X-Ray» ausgewählt ist, erweitert sich die Ansicht von Objekten, sodass durch sie hindurchgesehen werden kann. Dies ermöglicht es etwa, dass auch ein Objekt, welches hinter einem anderen Objekt verborgen liegt, betrachtet werden kann. Wenn diese Option aktiviert ist, können zudem die verborgenen Objekte mittels

Röntgenblick ein- und ausschalten

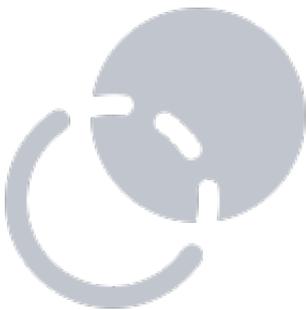


Abbildung 2.6: Show Overlays.

eines Mausklicks angewählt werden. Die Schaltfläche kann auch mit den Tasten **Alt** + **Z** ein- und ausgeschaltet werden.

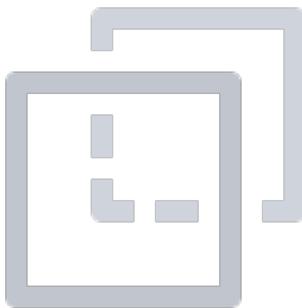


Abbildung 2.7: Toggle X-Ray.

### Viewport Shading

Art der  
Objektdar-  
stellung im  
Viewport

In der rechten oberen Ecke befinden sich vier Schaltflächen, um einzustellen, welche Elemente bei der Darstellung der Objekte berücksichtigt werden sollen. Je nach Auswahl werden dadurch die Objekte unterschiedlich dargestellt:

- **Wireframe:** Die Objekte werden in ihrer Struktur als Gitternetz angezeigt, sodass deren Aufbaugitter klar ersichtlich wird. Hierbei werden die Flächen der Objekte nicht dargestellt.
- **Solid:** Die Objekte werden als Ganzes dargestellt, sodass auch die Flächen sichtbar sind. Allerdings werden die verwendeten Materialien und Texturen nicht berücksichtigt.
- **Material Preview:** Die Objekte werden als Ganzes dargestellt, inklusive deren Materialien und Texturen. Die Umgebung wird anhand von vorgefertigten Szenen und Umgebungen beleuchtet, sodass eine schnelle Vorschau möglich ist.
- **Rendered:** Die Objekte werden als Ganzes dargestellt, inklusive deren Materialien

und Texturen. Die Umgebung und die Beleuchtung entsprechen den Einstellungen der aktuellen Szene, sodass eine Vorschau für die gerenderte Szene möglich ist. Alternativ kann die Taste **Z** gedrückt werden. Dadurch erscheint beim Mauszeiger ein Menü mit allen vier Optionen zum Viewport Shading zur Auswahl.



Abbildung 2.8: Schaltflächen für die Shading-Optionen im Viewport.

## 2.4 Letzte Aktion verfeinern

Wenn eine Aktion in Blender durchgeführt wird, erscheint in der linken unteren Ecke des 3D-Viewports temporär ein Menü. Dieses Menü kann aufgeklappt werden und bietet abhängig von der durchgeföhrten Aktion eine Reihe Verfeinerungen. Zu beachten ist jedoch, dass dieses Menü sofort wieder verschwindet, sobald ein Mausklick ausserhalb des Menüs erfolgt. Um das Menü wieder erscheinen zu lassen, muss die Aktion rückgängig gemacht und erneut durchgeführt werden.

Temporäres  
Menü zur  
Verfeinerung  
der letzten  
Aktion

## 2.5 Dargestellte Viewport-Overlays

Sofern die Ansicht der Viewport-Overlays aktiviert ist, werden im 3D-Viewport einige Achsen nützliche Dinge dargestellt. Zum einen werden die verschiedenen drei Achsen in unterschiedlichen Farben vom Nullpunkt der Szene aus dargestellt:

- X-Achse: rot
- Y-Achse: grün
- Z-Achse: blau

Zudem wird leicht schattiert ein Gitternetz dargestellt, bei dem jedes Quadrat eine Einheit von einem Meter darstellt. Wird aus der Szene hinausgezoomt, werden diese Quadrate zunehmend kleiner, dafür werden anschliessend quadratische Felder mit der Einheit von 10 Metern sichtbar.



Abbildung 2.9: 3D-Cursor.

3D-Cursor

Innerhalb des 3D-Viewports ist ausserdem der 3D-Cursor sichtbar. Dieser ist an einer bestimmten Position in der Szene platziert und dort mittels eines rot-weissen Kreises dargestellt. Neu erstellte Objekte werden an seiner Position in die Szene eingefügt und der 3D-Cursor kann als Bezugspunkt für Transformationen verwendet werden.

## 3. Navigation der Ansicht im 3D-Viewport

Die Ansicht auf die Objekte im 3D-Viewport kann beliebig verändert werden. Nebst der standardmässigen Ansichtssteuerung über die Maus kann auch das Nummernfeld der Tastatur verwendet werden. In der Regel werden beide Optionen verwendet. Die Navigation mit der Maus bietet tendenziell eine grössere Flexibilität, während die Navigation mit der Tastatur eine grössere Präzision ermöglicht.

Navigation in der 3D-Ansicht

### 3.1 Navigation mit der Maus

Je nach Aufbau der verwendeten Computermaus unterscheidet sich die Navigation durch den 3D-Viewport mit der Maus etwas. Bei einer Computermaus mit einem Mausrad erfolgt die Navigation im 3D-Viewport durch Mausbewegungen bei gedrückter Rad-Taste. Bei Trackpads oder Mäusen mit integriertem Trackpad erfolgt die Navigation mittels Wischbewegungen. Bei einer normalen Bewegung wird dabei lediglich die Ansicht entsprechend der Bewegung rotiert. Durch gleichzeitiges Drücken der **Shift**-Taste wird die Ansicht in die entsprechenden Richtungen bewegt (ohne eine Rotation). Mittels gedrückter **Ctrl**-Taste kann durch die Mausbewegung hinein- oder hinausgezoomt werden. Durch das Drehen des Mausrads wird die Ansicht ebenfalls hinein- oder hinausgezoomt.

Ansicht mit der Maus verändern

### 3.2 Navigation mit der Tastatur

Nebst der Maus kann auch die Tastatur verwendet werden, um die Ansicht zu verändern. Diese Option ergibt sich allerdings nur, wenn man über einen Nummernblock verfügt. Wenn kein Nummernblock zur Verfügung steht, lassen sich auch die Zahlen-Tasten oberhalb der Buchstaben für die Navigation verwenden. Hierfür muss allerdings in den Benutzereinstellungen («Edit / Preferences») in den Einstellungen zum «Input» beim Keyboard-Reiter die Einstellung «Emulate Numpad» aktiviert werden.

Emulation des Nummernblocks

Mittels der Tasten **2**, **4**, **6** und **8** kann die Ansicht entsprechend ihrer relativen Anordnung auf dem Nummernblock rotiert werden: Die Taste **2** rotiert nach unten, die Taste **4** nach links, die Taste **6** nach rechts und die Taste **8** nach oben. Werden dieselben Tasten bei gedrückter **Ctrl**-Taste gedrückt, wird die Ansicht in die entsprechende Richtung bewegt, ohne eine Rotation durchzuführen. Mittels gedrückter **Shift**-Taste kann die Ansicht durch die Taste **6** zudem im Uhrzeigersinn und mittels der Taste **4** gegen den Uhrzeigersinn gedreht werden. Um näher hineinzuzoomen wird die Taste **+** und zum Hinauszoomen die Taste **-** verwendet.

Rotieren und Drehen der Ansicht

Mittels der Taste **1** kann die Ansicht direkt in die Vorderansicht gedreht werden. Die Ansicht erfolgt anschliessend entlang der Y-Achse. Die Rückansicht ist mit der Tastenkombination **Ctrl** + **1** einstellbar. Mittels der Taste wird die Seitenansicht – von der rechten Seite aus zum Objekt hingewählt. Das Objekt wird in diesem Falle entlang der

Präzise Ansichten ansteuern

X-Achse betrachtet. Mit der Tastenkombination **Ctrl** + **3** ist die Seitenansicht von der linken Seite aus einstellbar. Um die Szene aus der Vogelperspektive zu betrachten, kann die Taste **7** gedrückt werden. Hierbei erfolgt die Ansicht der Z-Achse entlang. Mittels der Tastenkombination **Ctrl** + **7** erfolgt die Ansicht von unten.

**Perspektivische und orthogonale Darstellung** Jede der Ansichten kann auf zwei Arten erfolgen: perspektivisch oder orthogonal. Die perspektivische Ansicht berücksichtigt Tiefeninformationen, sodass weiter entfernte Objekte kleiner dargestellt werden. Die orthogonale Perspektive ignoriert die Tiefeninformationen, wodurch weiter entfernte Objekte gleich gross angezeigt werden wie nähere gleich grosse Objekte auf der entsprechenden Achse. Diese Perspektive hat den Vorteil, dass Objekte in ihrer geometrischen Form in 2D betrachtet werden können. Mittels der Taste **5** kann zwischen diesen beiden Ansichtsmodi gewechselt werden.

**Kamera-Ansicht** Mittels der Taste **0** kann die Ansicht direkt in die Position der Kamera gelegt werden. Dadurch wird die Szene genau so betrachtet, wie sie im finalen Render betrachtet werden wird. Wenn in einer Szene keine Kamera vorhanden ist, steht diese Ansicht nicht zur Verfügung. Wenn mehrere Kameras vorhanden sind, wird jeweils die Kamera, welche die aktive Render Kamera darstellt, anvisiert. Um die Kameraperspektive zu verlassen kann die Ansicht mittels der Maus bewegt werden, oder erneut die Taste **0** gedrückt werden.

Merke...



Fokus auf ein Objekt

In komplexeren Szenen kann es sein, dass man die Übersicht über die Objekte verliert, oder dass sie sich gegenseitig im Weg stehen bei der Ansicht. Mittels der Taste **.** auf dem Nummernblock wird die Ansicht direkt auf ein ausgewähltes Objekt gezoomt. Diese Aktion lässt sich nicht mit der Taste **.** ausserhalb des Nummernblocks emulieren. Mittels der Taste **/** kann zudem die lokale Ansicht aktiviert werden. In dieser Ansicht wird lediglich das ausgewählte Objekt dargestellt, sodass es in komplexen Szenen besser

betrachtet werden kann. Allerdings muss anschliessend die Taste erneut gedrückt werden, um die lokale Ansicht wieder zu verlassen. Auch diese Aktion lässt sich nicht mit einer anderen Taste ausserhalb des Nummernblocks emulieren.

### 3.3 Navigation mittels Gizmos

Auf der rechten Seite des 3D-Viewports lassen sich zudem Schaltflächen anzeigen, mit denen die Ansicht gesteuert werden kann. Um diese anzeigen zu lassen, müssen die Gizmos eingeschaltet sein. Wird die linke Maustaste auf das Kamera-Icon angewendet, wird die Kamera-Ansicht aktiviert. Das Icon darunter, welches ein Gitternetz darstellt, dient dem Wechsel zwischen perspektivischer und orthogonaler Ansicht. Die beiden oberen Icons dienen dem Zoomen (mittels der Lupe) und dem Bewegen der Ansicht (Hand). Hierfür muss das Icon angeklickt und die Maus anschliessend bei weiterhin gedrückter Maustaste bewegt werden. Zuoberst findet sich zudem ein Koordinatensystem, mit dem die Perspektive per Mausklick oder mittels gedrückter Maustaste verändert werden kann.



## 4. Erste Schritte

### 4.1 Die Default-Szene

Beim Start eines neuen Projekts erscheint eine Default-Szene. Diese Szene beinhaltet bereits die wesentlichen Dinge, welche für eine 3D-Szene benötigt werden:

Objekte in der Default-Szene

- **Würfel:** Genau in der Mitte der Szene befindet sich der Default-Cube. Bei diesem Würfel handelt es sich um ein 3D-Objekt. Er hat eine Größe von 2x2x2 Metern.
- **Kamera:** Von der Kamera aus wird eine Szene nach deren Verarbeitung (z.B. in einem gerenderten Bild oder einem Video) betrachtet. In der Default-Szene ist die Kamera auf den Würfel gerichtet.
- **Lichtquelle:** Die Lichtquelle wird dafür benötigt, dass der Würfel in der gerenderten Aufnahme beleuchtet wird. Ohne eine Lichtquelle sind die 3D-Objekte beim anschliessenden Rendern nicht sichtbar – es sei denn, sie stellen selbst eine Lichtquelle dar.

#### Weiterführende Informationen



Die Default-Szene kann manuell angepasst werden. Hierfür muss zunächst eine Default-Szene erstellt werden, welche bei jedem Start erscheinen soll. Diese kann dann unter «\*File\* || \*Defaults\* || \*Save Startup File\*» als neue Start-up Szene gespeichert werden.

### 4.2 Auswahl von Objekten

Durch das Anklicken mittels der linken Maustaste können Objekte im 3D-Viewport ausgewählt werden. Die ausgewählten Objekte sind anschliessend anhand einer farblichen Markierung erkennbar. Durch das Klicken in den leeren Raum des Viewport-Displays lassen sich die Objekte wieder abwählen. Zudem wird durch die Auswahl eines anderen Objektes das vorher ausgewählte Objekt abgewählt.

Auswahl und Abwahl mittels Mausklick

Um mehrere Objekte gleichzeitig auszuwählen, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Eine Möglichkeit besteht darin, dass nacheinander Objekte bei gedrückter **Shift**-Taste angeklickt und so zur Auswahl hinzugefügt werden. Durch die Auswahl von mehreren Objekten wird das zuletzt ausgewählte Objekt mit einer orangen und die vorherig ausgewählten Objekte mittels einer roten Farbe markiert.

Mehrfachwahl mittels **Shift**

Die Markierung mit einer orangen Farbe gibt jeweils an, dass es sich bei diesem Objekt um das aktive Objekt handelt. Diese Unterscheidung wird in späteren Kapiteln noch von Bedeutung sein, etwa wenn Merkmale vom aktiven Objekt auf andere Objekte übertragen werden sollen, oder wenn ein Objekt in Bezug zum aktiven Objekt verändert werden soll. Für den aktuellen Stand ist jedoch vor allem wichtig, wie die Objekte ausgewählt werden,

Aktives Objekt

und hierfür macht die rote oder orange Markierung noch keinen Unterschied aus.

Box-Selection  
mittels **B**

Alternativ kann auf den Box-Select-Modus zurückgegriffen werden. Dieser wird mit der **B** Taste aktiviert. Durch das Gedrückthalten der linken Maustaste lässt sich anschliessend ein Viereck über den Bildschirm ziehen. Alle Objekte, welche sich anschliessend innerhalb dieser Box befinden, werden nach dem Loslassen der linken Maustaste ausgewählt. Mittels der Taste **esc** oder der rechten Maustaste lässt sich die Box-Selection abbrechen.

Circle-Selection  
mittels **C**

Alternativ können Objekte auch mit dem Circle-Select-Modus ausgewählt werden. Der Circle-Select Modus wird mit der Taste **C** aktiviert. Bei der Verwendung des Circle-Select-Modus ist der Mauszeiger von einem Kreis umgeben. Mithilfe des Mausrads kann die Grösse des Kreises eingestellt werden. Durch einen Klick mit der linken Maustaste werden die Objekte, welche sich innerhalb dieses Kreises befinden, alle ausgewählt. Durch das Bewegen des Mauszeigers bei gedrückter linken Maustaste können so eine Reihe weiterer Objekte ausgewählt werden. Der Circle-Select-Modus muss allerdings aktiv beendet werden, da ein weiterer Klick mit der linken Maustaste zu einer weiteren Auswahl von Objekten führt. Um den Circle-Select-Modus wieder zu verlassen, kann die Taste **Enter**, **esc** oder der rechten Maustaste gedrückt werden. Anschliessend sind alle Objekte, welche im Circle-Select-Modus angeklickt wurden, ausgewählt.

Auswahl  
umkehren

Mittels der Tastenkombination **Ctrl** + **I** ist es möglich, die Auswahl umzukehren. Dadurch werden alle ausgewählten Objekte abgewählt und alle anderen Objekte ausgewählt. Wenn alle Objekte innerhalb einer Szene ausgewählt werden sollen, kann die Taste **A** gedrückt werden. Dadurch werden auch Objekte, die möglicherweise ausserhalb des gerade sichtbaren Bereichs liegen, ausgewählt.

Auswahl von  
Objekten im  
Outliner

Im Outliner auf der rechten Seite wird mittels einer blauen Markierung angezeigt, welches Objekt gerade ausgewählt ist. Zudem lassen sich auch hier Objekte auswählen, indem sie mittels der linken Maustaste angeklickt werden. Die Auswahl von mehreren Objekten kann analog wie im Viewport-Display mittels des Gedrückthaltens der **Shift**-Taste getroffen werden oder durch eine Box-Auswahl mittels der Taste **B**. Auch hier können alle Objekte mittels der Taste **A** gemeinsam ausgewählt werden. Der Circle-Select-Modus funktioniert allerdings nicht im Outliner.

### 4.3 Hinzufügen von Objekten

Hinzufügen von  
Objekten  
mittels **Shift**  
+ **A**

Mittels der Tastenkombination **Shift** + **A** erscheint beim Mauszeiger das Menü-Feld «Add». Dabei handelt es sich um dasselbe Menü-Feld, welches auch unter dem Reiter «Add» in der linken oberen Ecke aufgerufen werden kann. Mithilfe dieses Menü-Felds können eine Reihe von verschiedenen Objekten im Viewport Display hinzugefügt werden. Es gibt eine Reihe verschiedener Objektarten, welche hinzugefügt werden können. Beispielsweise kann unter «Mesh | Cube» ein Würfel in die Szene hinzugefügt werden. Ein neues Objekt wird jeweils an der Position des 3D-Cursors eingefügt.

Wenn ein neues Objekt hinzugefügt wird, wird dieses Objekt direkt angewählt und farblich markiert. Zudem erscheint in der unteren linken Ecke des Viewport-Displays ein Kontext-Menü-Feld. Dieses Menü-Feld kann aufgeklappt werden und beinhaltet Einstellungen zum Objekt, welche noch spezifiziert werden können. Beim Hinzufügen eines Würfels besteht etwa die Möglichkeit, dass man dessen Grösse (Size), seine Position und seine Rotation entlang der X-, Y- und Z-Achse anpassen kann. Da das Objekt jeweils an der Stelle des 3D-Cursors erscheint, entspricht die Position des Objektes in diesem Menü jeweils auch der Position des 3D-Cursors.

Neue Objekte anpassen

Das Kontext-Menü, welches beim Hinzufügen von Objekten erscheint, ist nur temporär vorhanden. Sobald mit der linken Maustaste in einen Bereich ausserhalb des Kontext-Menüs geklickt wird, verschwindet das Menü-Feld. Es gibt keine Möglichkeit, dieses Menü-Feld zurückzuholen – es ist für immer für dieses Objekt verschwunden. Wenn das Menü nochmals benötigt werden sollte, muss das entsprechende Objekt erneut zur Szene hinzugefügt werden.

Kontext-Menü zum neuen Objekt

Merke...

Kontext-Menü-Felder erscheinen in der linken unteren Ecke des Viewport-Displays und sind nur temporär verfügbar. Nach einem Klick ausserhalb des Menü-Feldes verschwinden dieses Felder und können nicht mehr zurückgeholt werden.

## 4.4 Löschen von Objekten

Wenn ein Objekt gelöscht werden soll, muss dieses zunächst ausgewählt werden. Mittels der Taste **X** wird der Befehl für die Löschung des ausgewählten Objektes gegeben. Dieser muss anschliessend bestätigt werden, entweder mit einem Mausklick auf das daraufhin beim Mauszeiger erscheinende «*Delete*»-Feld oder mittels der Taste **Enter**. Alternativ kann auch die Taste **Delete** verwendet werden – hierbei wird das Objekt direkt gelöscht, ohne dass eine Bestätigung nötig ist.

Löschen von Objekten mittels **X**

Übung 2: Hinzufügen und Löschen

### Übung 2.1

Löschen Sie alle Objekte aus der Szene.

### Übung 2.2

Erstellen Sie einen neuen Würfel mit der Grösse 1 und einer Rotation von 90°. Welche Achse Sie hierfür wählen, spielt keine Rolle.

Merke...

Mittels **Shift** + **A** erscheint beim Mauszeiger das Menü zum Hinzufügen von Objekten.

Um Objekte zu löschen, müssen sie zunächst ausgewählt werden und können anschliessend mit der Taste **X** oder **Delete** gelöscht werden.

## 4.5 Objekte vervielfältigen

Methoden zur  
Vervielfältigung  
von Objekten

Ausgewählte Objekte können auf verschiedene Arten dupliziert werden. Jede dieser Arten hat ihre eigenen Besonderheiten:

- Duplizieren des Objektes
- Verbundene Duplikate erstellen
- Einfügen einer Kopie des Objektes mittels Copy-Paste

### 4.5.1 Objekte duplizieren

Duplikat eines  
Objektes  
erstellen mittels  
**Shift** + **D**

Die schnellste Methode, um Objekte zu duplizieren, besteht darin, dass die entsprechenden Objekte, welche dupliziert werden sollen, ausgewählt werden und anschliessend mit der Tastenkombination **Shift** + **D** der Befehl zur Duplikation der Objekte gegeben wird. Dadurch entsteht an der Position des originalen Objekts ein Duplikat, welches mit der Bewegung des Mauszeigers im Raum bewegt werden kann. Durch einen Klick mit der linken Maustaste, **Space**- oder **Enter**-Taste wird das Objekt anschliessend platziert. Die Bewegung des duplizierten Objekts kann auch mittels abgebrochen werden. Dadurch wird das Duplikat allerdings nicht gelöscht, sondern an derselben Position wie das Original platziert.

### 4.5.2 Verbundene Duplikate erstellen

Verbundene  
Duplikate  
erstellen mittels  
**Alt** + **D**

Nebst einem normalen Duplikat kann auch ein verbundenes Duplikat erstellt werden. Hierfür wird nach der Auswahl der zu duplizierenden Objekte die Tastenkombination **Alt** + **D** gedrückt. Auch bei dieser Methode kann das Objekt mit der Maus im Raum bewegt und mittels der linken Maustaste oder **Enter**-Taste platziert werden. Wird nun in weiteren Arbeitsschritten entweder das originale oder das verbundene duplizierte Objekt bearbeitet, führt dies dazu, dass dieselben Veränderungen gleichzeitig auch bei allen verbundenen Objekten durchgeführt werden.

### 4.5.3 Copy-Paste von Objekten

Objekte mittels  
Copy-Paste  
vervielfältigen

Eine weitere Methode zur Vervielfältigung von Objekten besteht darin, dass die zu vervielfältigenden Objekte ausgewählt und mittels **Ctrl** + **C** kopiert und anschliessend mittels **Ctrl** + **V** wieder eingefügt werden. Im Gegensatz zur normalen und zur verbundenen Duplizierung werden die eingefügten Objekte direkt platziert und müssen durch weitere Befehle verschoben werden. Zudem werden bei dieser Methode auch von den Materialien des Objektes eine Kopie erstellt, welche dann dem neu eingefügten Objekt zugewiesen wird. Dadurch führt eine Bearbeitung des Materials des originalen Objekts nicht zu einer Veränderung des Materials des neu eingefügten Objekts. Allerdings kann dem eingefügten Objekt auch wieder das originale Material zugewiesen werden.

## 4.6 Verbinden von Objekten

Join mittels  
**Ctrl** + **J**

Mehrere Objekte lassen sich auch verbinden, sodass sie zu einem Objekt werden. Hierfür

müssen die zu verbindenden Objekte markiert werden. Die Verbindung der Objekte erfolgt anschliessend mittels der Tastenkombination **Ctrl + J**. Wichtig ist dabei, dass eines der markierten Objekte das aktive Objekt darstellt. Üblicherweise handelt es sich dabei um das zuletzt ausgewählte Objekt. Das aktive Objekt ist jeweils anhand einer orangen statt einer roten Markierung ersichtlich. Die anderen Objekte werden anschliessend zum aktiven Objekt hinzugefügt. Wenn mehrere Objekte ausgewählt sind, allerdings kein Objekt der Auswahl das aktive Objekt darstellt, wird das Verbinden von Objekten nicht durchgeführt.

## 4.7 Verstecken von Objekten

Gerade bei sehr komplexen Szenen kann es vorkommen, dass sich die Objekte gegenseitig verdecken und die Bearbeitung etwas schwieriger wird. In diesem Falle gibt es die Möglichkeit, Objekte in der Ansicht zu verstecken. Ausgewählte Objekte können mittels der Taste versteckt werden. Im Outliner sind die Objekte nach wie vor noch angegeben, allerdings grau hinterlegt. Mittels der Tastenkombination **Alt + H** werden alle versteckten Objekte wieder angezeigt. Mittels der Tastenkombination **Shift + H** lassen sich zudem alle Objekte, ausser den ausgewählten Objekten, verstecken. Dadurch sind nur noch die markierten Objekte sichtbar.

Verstecken von  
Objekten  
mittels **H**

### Weiterführende Informationen



Statt Objekte in einer Szene zu verstecken kann alternativ auch die lokale Ansicht mittels der Taste **/** auf diese Objekte angewendet werden. In dieser Ansicht werden alle anderen Objekte ausgeblendet. Um wieder in die normale Ansicht zu gelangen, muss erneut die Taste **/** gedrückt werden.

Um einzelne Objekte wieder anzeigen zu lassen, kann im Outliner das geschlossene Auge neben dem entsprechenden Objekt angewählt werden. Analog kann auch ein geöffnetes Auge angewählt werden, um die Objekte zu verstecken. Das Verstecken von Objekten bezieht sich nur auf den Viewport-Display. In einem finalen Render werden die Objekte trotzdem gerendert und sind dementsprechend sichtbar.

Versteckte  
Objekte im  
Outliner  
aufdecken

## 4.8 Anordnen in Collections

Im Outliner lassen sich die verschiedenen Objekte in Collections anordnen. Hierfür werden die Objekte jeweils in eine Collection hineingezogen. Anschliessend werden die Objekte innerhalb dieser Collection aufgelistet. Auch andere Collections können in eine Collection hineingezogen werden. Somit können mithilfe der Collections Ordnerstrukturen im Outliner erstellt werden. Dies ermöglicht, dass die Objekte innerhalb einer Collection als gemeinsame Gruppe für komplexere Vorhaben verwendet werden können – etwa für

## Partikel-Effekte.

Hinzufügen und  
Deaktivieren  
von Collections

Mithilfe der Schaltfläche oben rechts in der Ecke des Outliners können neue Collections hinzugefügt werden. Hierfür muss je nach Bildschirmgrösse allenfalls der Header des Outliners nach rechts gescrollt oder der Outliner vergrössert werden. Mittelt dem Kontrollkästchen neben einer Collection lassen sich die Objekte innerhalb einer Collection deaktivieren. Die entsprechenden Objekte werden anschliessend im Viewport nicht mehr angezeigt und auch beim Rendern nicht mehr berücksichtigt.

## 4.9 Speichern

Zwischenspeichern  
mittels **Ctrl**  
+ **S** ist  
unabdingbar

Bisher wurden bereits einige Tastenkombinationen angesprochen. Die wichtigste Tastenkombination stellt allerdings die Kombination für das Abspeichern des aktuellen Projekts dar: **Ctrl** + **S**. Zwischenspeichern ist bei der Arbeit mit Blender eine wichtige Empfehlung. Je nach Komplexität des Projektes kann es manchmal vorkommen, dass das Programm unerwartet abstürzt und die Fortschritte bis zum letzten Speicherpunkt verloren gehen. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, das Projekt lieber einmal zu viel als einmal zu wenig abzuspeichern.

Kopie speichern

Alternativ kann das Projekt auch unter «File | Save» abgespeichert werden. Nebst der Möglichkeit, dass ein Projekt unter einem neuen Namen gespeichert und fortgeführt wird («File | Save as» bzw. **Ctrl** + **Shift** + **S**), gibt es auch die Möglichkeit, mittels «File | Save Copy» (**Ctrl** + **Alt** + **S**) eine Backup-Version abzuspeichern und in dem originalen File weiterzuarbeiten.

.blend-Files

Die Projekte werden jeweils in Blenders programmeigenem Format «.blend» abgespeichert. Diese Datei enthält alle Objekte, Animationen und Einstellungen des Projektes. Das .blend-Dateiformat kann lediglich mit Blender geöffnet werden. Wenn externe Dateien (beispielsweise Texturen, Soundeffekte oder Videos) im Projekt eingebunden werden, müssen diese ebenfalls mit dem Projekt weitergegeben werden. Es gibt jedoch die Möglichkeit, unter «File | External Data | Pack all into.blend» alle diese externen Dateien in das .blend-File einzuspeichern. Dadurch erhöht sich allerdings die Grösse des abgespeicherten Files.

Exportieren

Um Programme auch für andere Projekte verfügbar zu machen, müssen sie in einem anderen Dateiformat ausgegeben werden. Unter «File | Export» steht eine Reihe von verschiedenen Dateiformaten zur Verfügung, welche von unterschiedlichen Programmen geöffnet werden können. Die meisten dieser Dateiformate kann Blender wiederum importieren und darstellen.

Merke...

Lieber einmal mehr mit der Kombination **Ctrl** + **S**, speichern, als die Fortschritte zu verlieren.

## 5. Objektarten

Beim Hinzufügen von Objekten mittels der Tastenkombination **Shift** + **A** erscheint das Menü für das Hinzufügen von Objekten beim Mauszeiger. Die verschiedenen Objekte sind dabei in verschiedene Typen von Objekten unterteilt. Diese Objekte unterscheiden sich hinsichtlich ihres Aufbaus, aber auch hinsichtlich ihrer Funktion.

Verschiedene Arten von Objekten

### 5.1 Mesh

Ein Mesh stellt ein 3D-Objekt dar. Meshes haben eine gitterähnliche Struktur aus Punkten, Linien und verbundenen Flächen, welche in ihrer Gesamtstruktur das Objekt darstellen. Der Hauptfokus dieses Kurses wird auf die Meshes gelegt, von daher werden sie später noch ausführlich beschrieben.

Meshes

### 5.2 Curve

Vor der Entwicklung der Meshes wurden in Computergrafiken Kurven und Oberflächen verwendet. Sie haben den Vorteil, dass sie weniger Computerleistung benötigen. Kurven verfügen über weniger Kontrollpunkte, wodurch sie auch einfacher zu bearbeiten sind. In einigen Anwendungen werden sie heute immer noch verwendet. Blender verfügt über zwei Arten von Kurven: Bézier-Kurven und Nurbs-Kurven. Die beiden Arten von Kurven unterscheiden sich hinsichtlich ihrer zugrundeliegenden Berechnungen.

Kurven

Neu hinzugefügte Kurven beinhalten zunächst keine Oberfläche und erscheinen dadurch nicht beim Rendern. Allerdings können ihnen Oberflächen hinzugefügt werden, sodass sie auch als Objekte erkennbar werden. Zudem können Kurven auch als Hilfestellung bei Animationen verwendet werden, indem etwa Pfade für eine Animation mit ihnen vorgegeben werden.

Kurven können Oberflächen enthalten

### 5.3 Surface

Die Surfaces sind ähnlich zu den Kurven. Während Kurven 2D-Objekte darstellen, sind Surfaces die Surfaces ihre 3D-Erweiterungen. Obwohl Kurven und Surfaces somit denselben Typ von Objekten darstellen, können sie nicht gleichzeitig auftreten. In einem Objekt können somit nicht sowohl Kurven als auch Surfaces vorhanden sein.

Surfaces

### 5.4 Metaball

Metabälle gehören zur Objekt-Familie der Metas, welche Blender prozedural aufbaut. Metas Anders als beispielsweise Meshes oder Kurven sind sie nicht durch Kontrollpunkte oder Gitternetze aufgebaut, sondern werden mathematisch von Blender berechnet. Wenn zwei Meta-Objekte in der Nähe voneinander sind, können sie miteinander interagieren.

### 5.5 Text

Text Text-Objekte beinhalten einen Text, der anschliessend als Objekt dargestellt wird. Der Text hat dabei wie die Kurven oder die Oberflächen lediglich zwei Dimensionen.

### 5.6 Volume

Volumen-Objekte Volumen-Objekte sind lediglich Objekt-Container. Ihnen können OpenVDB-Dateien angehängt werden, um volumetrische Daten (beispielsweise Wolken oder Rauch) zu erzeugen. Diese Dateien können mithilfe von Blenders eigenen Simulationen erzeugt werden, oder in anderen Programmen erzeugt und abgespeichert werden.

### 5.7 Grease Pencil

Grease Pencil Grease Pencils sind Objekte, welche es ermöglichen, direkt in den dreidimensionalen Raum zu zeichnen. Zudem können mit ihnen 2D-Animationen erstellt werden – etwa wenn Blender für ein 2D- statt 3D-Projekt verwendet wird. Objekte der Kategorie «Grease Pencil» sind dabei eigentlich Behälter-Objekte, in welche anschliessend die Linien gezeichnet werden.

### 5.8 Armature

Armaturen Armaturen werden verwendet, um Meshes zu animieren. Hierbei wird innerhalb eines Meshes ein Gerüst erstellt, anhand dessen die Animation anschliessend erfolgen soll. Dieses Gerüst stellt sozusagen das Skelett dar, welches anschliessend für die Animation verwendet werden soll. Dementsprechend werden die einzelnen Gerüstteile auch Bones (Knochen) genannt. Armaturen werden beim Rendern nicht angezeigt. Bei ihnen handelt es sich lediglich um ein Werkzeug zur Animation.

### 5.9 Lattice

Lattice Das Lattice stellt ein dreidimensionales Gerüst aus Punkten dar, welches allerdings nicht gerendert werden kann. Es dient als Werkzeug zur komplexeren Transformation von Objekten.

### 5.10 Empty

Empties Empties sind Knotenpunkte an einem einzigen Punkt in der virtuellen Welt. Sie beinhalten weder Oberflächen noch Volumen und können auch nicht gerendert werden. Sie lassen sich allerdings beispielsweise als Bezugspunkte für Objekte verwenden.

### 5.11 Image

Bilder Blender ermöglicht es, dass auch externe Bilddateien direkt einer Szene hinzugefügt werden können. Hierfür kann ein solches Image-Objekt erstellt und das Bild anschliessend diesem Objekt angefügt werden. Bilder können allerdings auch direkt in den Viewport-

Display gezogen werden, wodurch sie anschliessend hinzugefügt werden.

## 5.12 Light

Licht-Objekte stellen die Quelle für die Beleuchtung von Szenen dar. Sie sind nicht als Lichtquellen Mesh oder Kurve modellierbar, sondern stellen vielmehr einen Punkt oder Bereich dar, von dem die Beleuchtung ausgeht.

## 5.13 Light-Probe

Light Probes werden in der Eevee-Render-Engine als Hilfsobjekte verwendet. Dabei werden Light Probes beispielsweise Informationen über indirekte Beleuchtungseffekte gespeichert. Diese Informationen werden anschliessend im finalen Render berücksichtigt, während das Light-Probe-Objekt als solches nicht im finalen Render dargestellt wird.

## 5.14 Camera

Kameras stellen den Punkt dar, von dem aus die Welt in der gerenderten Szene betrachtet Kamera wird. Die Kameras als solche sind in den gerenderten Bildern nicht sichtbar.

## 5.15 Speaker

Speaker werden verwendet, um an bestimmten Positionen in der Szene Töne erklingen Lautsprecher zu lassen. So wie die Lichtquellen sind die Speaker nicht modellierbar, sondern stellen einen Punkt in der drei dimensionalen Welt dar, von dessen Position ein Klang ausgeht.

## 5.16 Force Field

Force Fields sind Objekte, welche in Simulationen Kräfte auf andere Objekte ausüben Kraftfelder können. So können andere Objekte beispielsweise angezogen oder absorbiert werden. Beim Rendern sind diese Objekte als solche nicht sichtbar, allerdings die Auswirkungen, welche deren Kräfte auf Objekte haben können.

## 5.17 Collection Instance

Collections sind Einheiten, um Objekte anzugeordnen und zu gruppieren. Sie erscheinen Collections nicht im Viewport, sind aber im Outliner aufzufinden. Sie können wie Dateiordner verstanden werden.

## 5.18 Zusammenfassung der Objektarten

Die verschiedenen Objektarten dienen also entweder der Darstellung von Objekten, der Darstellung von externen Dateien, der Darstellung der Szene oder haben vor allem unterstützende Funktionen:

Tabelle 5.1: Übersicht über die verschiedenen Objektarten. Mit einem Stern markierten Objektarten sind renderbare Objekte.

Gitter-basiert*	Kurven-basiert*	<b>Metas*</b>	Linien*	Szenen-tools	Externe Daten	Hilfs-Werkzeuge
Mesh	Curve	Metaball	Grease Pencil	Camera	Volume	Armature
	Surface			Light	Image	Lattice
	Text			Speaker		Empty
						Force
						Field
						Speaker
						Light
						Probe
						Collection
						Instance

# 6. Primitive Meshes

Wie bereits erwähnt fokussiert sich dieser Kurs auf den Umgang mit Meshes. In der Primitives Auswahl zum Hinzufügen werden verschiedene grundlegende Formen von Meshes bereitgestellt. Diese grundlegenden Formen werden als Primitives bezeichnet. Zu den Primitives gehören:

- Plane
- Cube
- Circle
- UV Sphere
- Ico Sphere
- Cylinder
- Cone
- Torus
- Grid
- Monkey

## 6.1 Plane

Die Plane stellt das grundlegendste Primitive dar. Es handelt sich dabei lediglich um eine Fläche einzelne Fläche, bestehend aus einer Fläche mit vier Eckpunkten. Per Default hat die Plane eine Dimensionalität von 2x2x0 Metern.

## 6.2 Cube

Der Cube entspricht dem Standardwürfel, den Blender bei der Default-Szene anzeigt. Würfel Per Default hat der Würfel eine Dimensionalität von 2x2x2 Metern.

## 6.3 Circle

Der Circle entspricht einem runden Kreis mit dem Radius von einem Meter, wodurch Kreis er eine Dimensionalität von 2x2x2 Metern innehaltet. Der Kreis besteht lediglich aus mit Linien verbundenen Punkten, ohne eine innere Fläche. Allerdings kann im Kontext-Menü zum Hinzufügen des Kreises auch eine Füllfläche erstellt werden.

## 6.4 UV Sphere

Die UV-Sphere stellt eine Kugel dar, mit der Dimensionalität von 2x2x2 Metern. Die Kugel besteht aus viereckigen Flächen, wobei sie an den Endpunkten der Z-Achse durch dreieckige Flächen verbunden ist. Die Anzahl der Segmente um die Kugel herum sowie die Anzahl Ringe lassen sich im Kontext-Menü beim Erstellen der Kugel einstellen. Die Segmente beschreiben dabei die Anzahl Unterteilungen, welche ein Ring entlang der XY-Achse der Kugel beinhaltet, während die Anzahl Ringe beschreibt, wie oft die Kugel der

Kugel  
bestehend aus  
Vierecken

Z-Achse entlang unterteilt werden soll.

### 6.5 Ico Sphere

Kugel  
bestehend aus  
Dreiecken

Die Ico-Sphere stellt ebenfalls eine Kugel dar, allerdings mit den Dimensionen 1.9x2x2 Meter. Anders als die UV-Sphere besteht sie nur aus dreieckigen Flächen. Dies hat den Vorteil, dass die Form der Faces über die ganze Kugel hinweg etwa gleich bleibt. Im Kontext-Menü zur Erstellung der Ico Sphere kann mit der Anzahl Subdivisions eingestellt werden, wie oft die Dreiecke dieser Kugel unterteilt werden sollen. Mit zunehmenden Subdivisions nähert sich die X-Dimensionalität auch 2 Metern an.

### 6.6 Cylinder

Zylinder

Der Zylinder stellt zwei Kreise dar, welche durch Flächen miteinander verbunden sind. Seine Dimensionalität entspricht 2x2x2 Metern mit einem Radius der Kreise von 1 Meter. Im Kontext-Menü zur Erstellung des Zylinders lässt sich die Anzahl Unterteilungen im Kreis einstellen. Zudem lässt sich hier analog zum Kreis einstellen, ob die Kreisfläche mit einer Füllfläche versehen werden soll und mit welcher Art von Füllfläche.

### 6.7 Cone

Kegel

Der Kegel stellt einen Spezialfall des Zylinders dar, bei dem die Radien der beiden Enden variiert werden können und einer der beiden Kreise einen Radius von 0 innehaltet. Auch hier kann wieder eingestellt werden, wie viele Unterteilungen die Kreise innehaben sollen und wie die Kreisflächen gestaltet werden sollen.

### 6.8 Torus

Torus

Der Torus stellt eine ringförmige Gestalt dar, welche aus einer Major- und einer Minor-Komponente besteht. Die Major-Komponente beschreibt dabei den Kreis von der Vogelperspektive herab auf den Torus und die Minor-Komponente den Kreis, welcher sich aus dem Querschnitt des Torus ergibt. Für beide Komponenten kann die Anzahl Unterteilungen über das Segment-Feld im Kontext-Menü eingegeben werden. Die Dimensionalität kann entweder hinsichtlich der Major- und Minor-Komponente festgelegt werden oder alternativ als Radius des inneren und des äusseren Ringes.

### 6.9 Grid

Gitternetz

Das Grid stellt eine Alternative zur glatten Fläche dar, ist allerdings bereits in weitere kleine viereckige Flächen unterteilt. Im Kontext-Menü lässt sich anhand der Subdivisions eingeben, wie viele Unterteilungen das Gitternetz entlang der X- und der Y-Achse haben soll. Die Dimensionalität des Grids ist analog zur Plane per Default 2x2x0 Meter.

### 6.10 Monkey

Suzanne

Bei der Auswahl des Monkeys generiert Blender das Modell eines Affenkopfs. Dabei

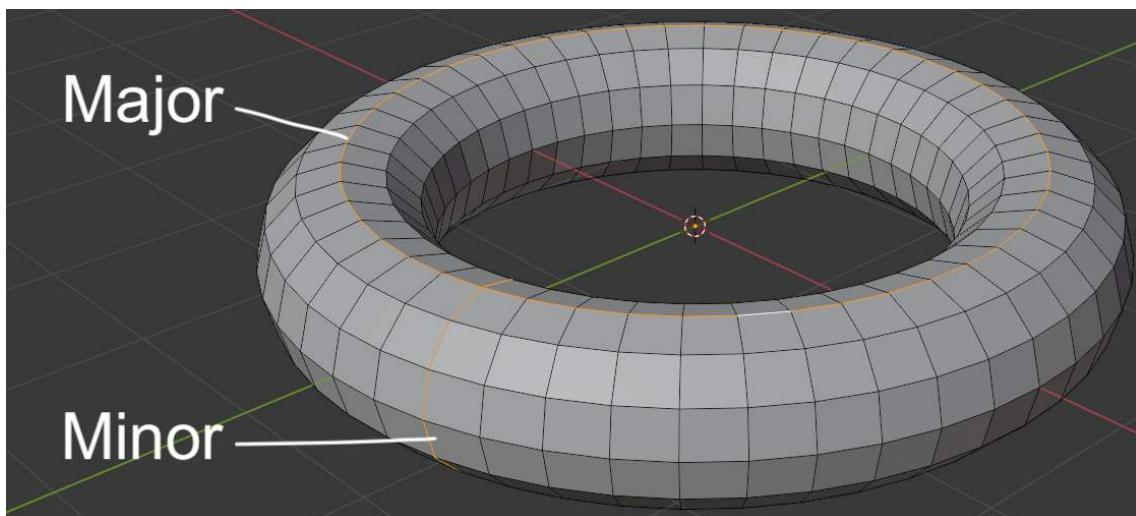


Abbildung 6.1: Major- und Minor-Komponente des Torus.

handelt es sich um Suzanne, das Maskottchen von Blender.



# 7. Methoden der Objekt-Transformation

## 7.1 Die drei grundlegenden Objekt-Transformationen

Jegliche 3D-Meshes beinhalten drei grundlegende Eigenschaften. Diese Grundeigenschaften können jederzeit variiert werden. Es handelt sich dabei um:

Grundlegende Transformationen

- Position
- Rotation
- Skalierung

Alle drei Optionen sind in der Sidebar (ein /ausblenden mittels **N**) unter dem Menü «*Item*» unter dem Reiter «*Transform*» sichtbar. Die Eigenschaften beziehen sich jeweils auf das ausgewählte Objekt. Wenn kein Objekt ausgewählt ist, beziehen sie sich auf das zuletzt ausgewählte Objekt. Mittels der Einstellungen in der Sidebar lassen sich diese drei Eigenschaften beliebig durch die Eingabe von Zahlen variieren.

### Weiterführende Informationen



Statt Zahlen können auch mathematische Berechnungen in die Felder eingegeben werden. Dadurch lassen sich komplexere Positionen ermitteln. Wenn etwa ein Objekt genau mittig zwischen einem Objekt mit einer Position von  $X = 4$  und einem Objekt mit einer Position von  $X = 17$  platziert werden soll, kann der X-Wert des zu platzierenden Objektes auf  $X = 4 + ((17 - 4) / 2)$  festgelegt werden. Das Objekt wird anschliessend mittig der beiden Objekte ( $X = 10.5$ ) platziert.

## 7.2 Location

Die Location beschreibt die Position eines 3D-Meshes in der dreidimensionalen Welt. Position Die Position wird mittels drei Werten angegeben: einem Wert für die X-Achse, einem für die Y-Achse und einem für die Z-Achse. Jeder dieser drei Werte lässt sich individuell verändern. Durch das Verschieben des X Wertes verschiebt sich das Objekt beispielsweise der X-Achse entlang.

Die genaue Position des Objektes wird anhand eines kleinen orangen Punktes im Viewport-Display angezeigt. Bei diesem Punkt handelt es sich um den Ursprung des Objektes (Origin). Die Position eines Objektes bezieht sich immer auf diesen orangen Punkt, selbst wenn das Mesh selbst diese Position gar nicht abdeckt. Position befindet sich am Ursprung des Objekts

## 7.3 Rotation

Die Rotation eines Objektes beschreibt, wie sehr das Objekt entlang der drei Achsen rotiert wird. Analog zur Position ist die Rotation ebenfalls in die drei Achsen X, Y und Z

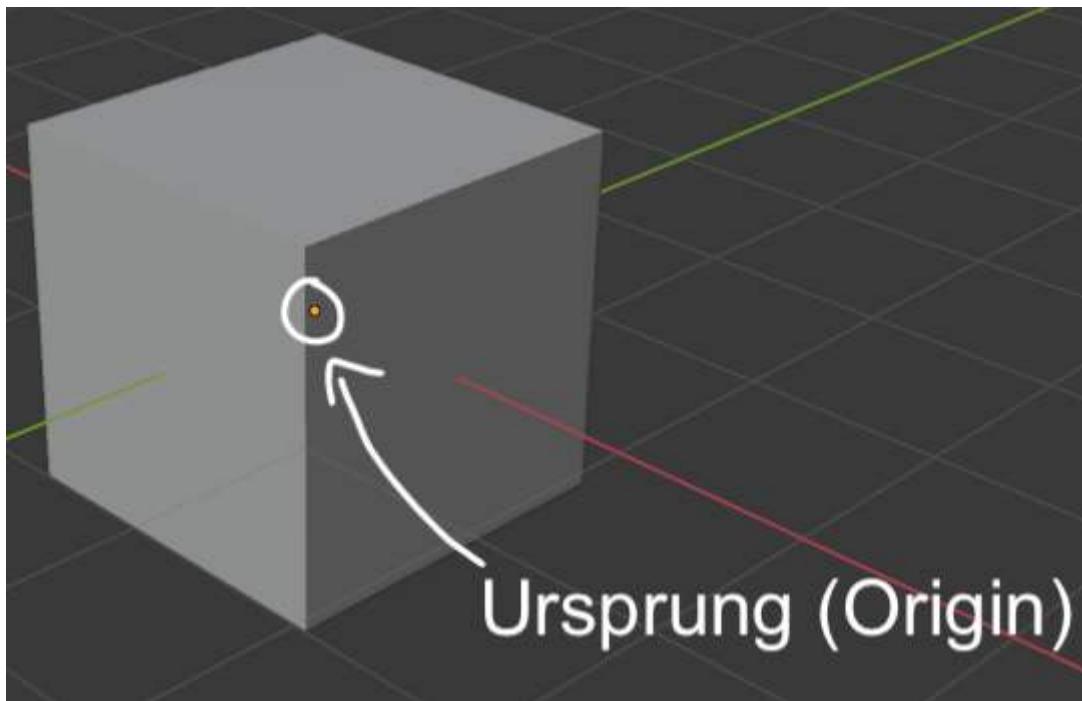


Abbildung 7.1: Der orangene Punkt markiert den Ursprung (Origin) eines Objektes.

aufgeteilt. Beispielsweise führt eine Veränderung der Rotation beim Wert X dazu, dass das Objekt entsprechend entlang der X-Achse rotiert wird. Durch die Verwendung aller drei Achsen können so komplexe Rotationen erfolgen. Indem alle Werte erneut auf 0 gesetzt werden, befindet sich das Objekt wieder in seiner Grundposition.

#### Drehpunkt der Rotation

Der Ursprung des Objektes stellt den Drehpunkt für die Rotation mittels der Sidebar dar. Das heisst, die Objekte werden jeweils um den Ursprungspunkt herumrotiert. Dies wird beispielsweise deutlich, wenn sich der Ursprungspunkt ausserhalb des Objektes befindet.

## 7.4 Scale

#### Skalierung

Die Skalierung eines Objekts beschreibt, wie stark ein Objekt vergrössert oder verkleinert wird. Diese Objekteigenschaft lässt sich ebenfalls individuell für alle drei Achsen einstellen. So kann ein Objekt entlang der X-Achse vergrössert werden, indem der dazugehörige X-Wert auf einen Wert über 1 festgelegt wird. Werte im Bereich von grösser als 0 und kleiner als 1 führen zu einer Verkleinerung des Objektes entlang der entsprechenden Achse. Ein Wert von 0 führt dazu, dass das Objekt entlang der entsprechenden Achse keine Grösse mehr hat und aus der entsprechenden Perspektive dem entsprechend nicht mehr sichtbar ist.

#### Bezugspunkt der Skalierung

Analog zu der Position und der Rotation bezieht sich die Skalierung ebenfalls auf den Ursprung des Objektes. Wenn sich das Mesh ausserhalb des Ursprungs befindet, führt dies dazu, dass auch der Leerraum zwischen dem Mesh und dem Ursprung entsprechend skaliert wird. Befindet sich die Grenze eines Objektes etwa um den Wert 1 vom Ursprung entfernt, führt eine Skalierung um den Wert 2 dazu, dass das Mesh selbst verdoppelt

wird – allerdings wird die Distanz zum Ursprung des Objektes ebenfalls verdoppelt.

## 7.5 Dimension

Unterhalb des Eingabefeldes für die Skalierung befindet sich ein weiteres Feld, welches die Dimensionen eines 3D-Meshes basierend auf den drei Achsen angibt. Die Dimensionen des Objektes sind direkt mit der Skalierung des Objektes verbunden. Eine Veränderung der X-Achsen-Dimension führt dazu, dass die Skalierung anhand der X-Achse so angepasst wird, dass sie der eingegebenen Grösse des Objektes entsprechen. Dadurch kann etwa direkt bestimmt werden, dass ein Objekt entlang der verschiedenen Achsen eine bestimmte Grösse innehaltet, ohne dass die Skalierung der entsprechenden Grösse angepasst wird.

Dimensionen von Objekten

## 7.6 Transformationen sperren

Neben den Werten für die Position, Rotation und Skalierung befinden sich drei aufgeschlossene Schlosser. Durch das Anklicken dieser Schlosser lässt sich die dazugehörige Eigenschaft auf einer Achse sperren, sodass sie nicht mehr verändert werden kann. Das entsprechende Symbol verändert sich dadurch zu einem geschlossenen Schloss.

Transformationen sperren

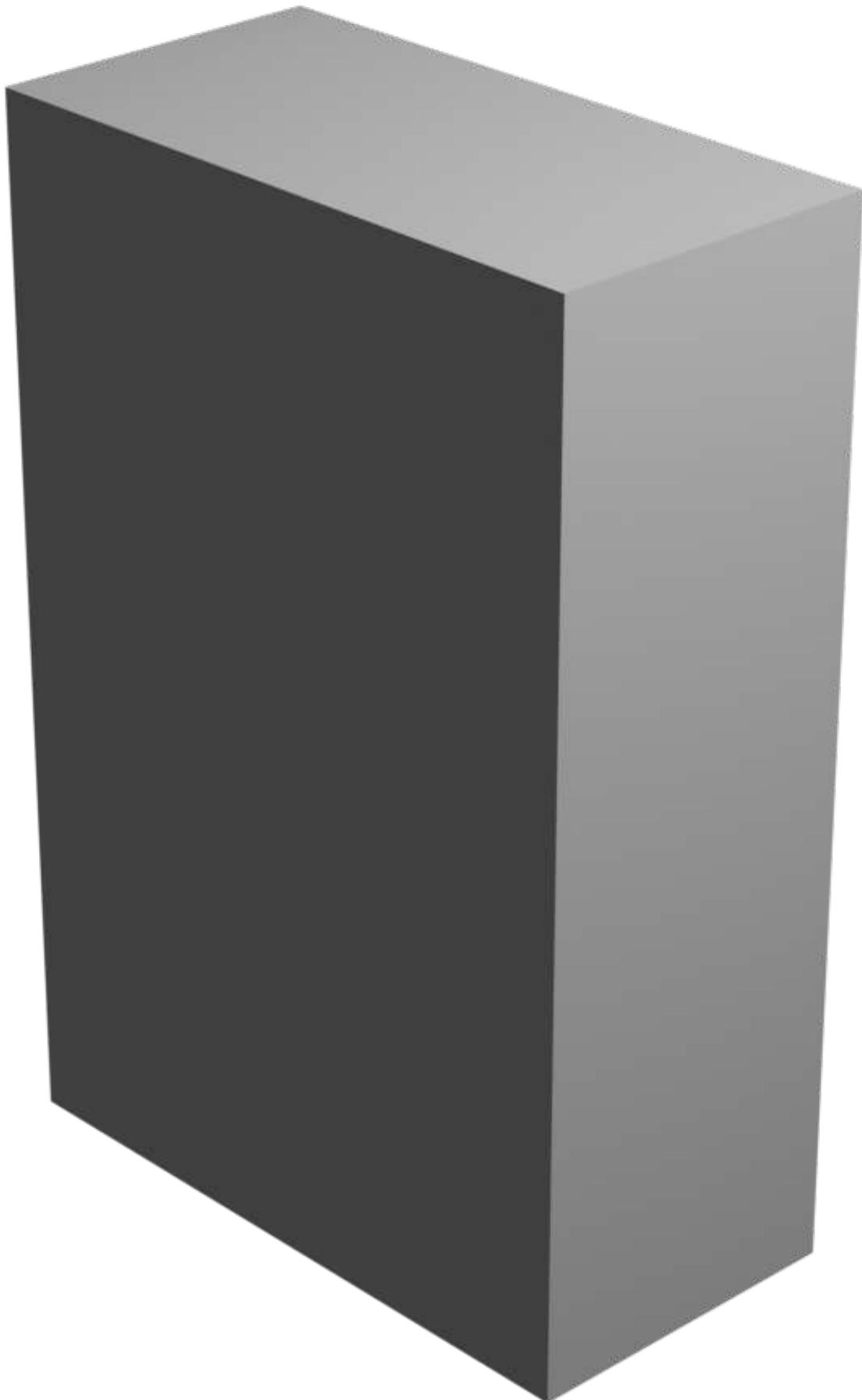
Die Werte links neben dem Schloss lassen sich allerdings immer noch verändern, was kontraintuitiv wirken mag. Dies liegt daran, dass sich diese Sperrung auf Veränderungen mittels des Viewport Displays bezieht, welche nun als Nächstes betrachtet werden.

Sperrung gilt nur für Viewport-Display

Übung 3: Verwendung der Sidebar

### Übung 3.1

Versuchen Sie den Standardwürfel so zu skalieren, dass er entsprechend der Abbildung einen in die Höhe ragenden Quader darstellt.



### Übung 3.2

Versuchen Sie den Standardwürfel so zu verändern, dass er aus der orthogonalen (Taste **5**) Vorder/Rück-Ansicht (Taste **1**) nicht mehr sichtbar ist.

Merke...

Die drei Transformationen Location, Rotation und Scale aus der Sidebar beziehen sich alle drei jeweils auf den Ursprung des Objektes.

Dimension des Objektes hängt mit dessen Skalierung zusammen.



# 8. Objekte im Viewport-Display transformieren

Statt mit der Sidebar können Objekte auch direkt im 3D-Viewport-Display transformiert werden. Sobald ein Objekt – oder auch mehrere Objekte – ausgewählt sind, lassen sich die Objekte direkt im Viewport mittels der folgenden Befehle transformieren:

Befehle für Transformatio-nen

- Position: **G** («Grab»)
- Rotation: **R**
- Skalierung: **S**

## 8.1 Position

Durch das Drücken der Taste **G** lässt sich ein ausgewähltes Objekt mit der Maus im Raum verschieben. Blender aktualisiert parallel die Position des Objektes in der Sidebar, sodass diese klar nachvollziehbar ist.

Objekte bewegen mittels **G**

Es ist auch im Viewport möglich, ein Objekt nur entlang einer Achse zu bewegen. Hierfür wird nach dem Drücken der Taste **G** die Taste für die entsprechende Achse festgelegt (**X**, **Y** oder **Z**). Der farbige Strich im Viewport-Display, welcher die entsprechende Achse markiert, leuchtet dadurch heller auf. Wenn die Maus nun bewegt wird, bewegt sich das Objekt lediglich entlang dieser Achse. Um die Bewegung zu beenden oder zu bestätigen, wird entweder die linke Maustaste oder die **Enter**-Taste gedrückt. Um die Transformation abzubrechen, kann die rechte Maustaste oder die **esc**-Taste gedrückt werden. Das Objekt wird dadurch wieder in seine Ursprungsposition zurückgestellt.

Bewegung entlang einer Achse

Es ist auch möglich, zwei Achsen gleichzeitig für eine Bewegung auszuwählen. Dabei wird die Bewegung entlang einer Achse gesperrt, sodass nur die beiden anderen Achsen für eine Bewegung freigegeben werden. Hierfür wird die Taste **Shift** in Kombination mit der Taste für die zu sperrende Achse (**X**, **Y** oder **Z**) gedrückt. Wenn ein Objekt also lediglich entlang der X- und Y-Achse bewegt werden soll, aber die Z-Achse nicht verändert werden soll, kann nach dem Drücken der Taste **G** bei gedrückter **Shift**-Taste die Z-Achse mittels der Taste **Z** gesperrt werden.

Bewegung entlang einer Achse sperren

Statt mit der Maus kann während des Bewegungsvorgangs eine Zahl eingegeben werden, um eine Bewegung zu quantifizieren. Soll ein Objekt etwa um 2 Meter entlang der X-Achse verschoben werden, so wird, nachdem die Bewegung mittels der Taste **G** gestartet und mittels der Taste **X** auf die X-Achse festgelegt wird, die Taste **2** gedrückt, um die Bewegung auf 2 Meter festzulegen. Durch das gleichzeitige Drücken der Taste **-** können auch negative Werte eingegeben werden, sodass die Bewegung in die entgegengesetzte Richtung geschieht. In der linken oberen Ecke des Viewport Displays wird jeweils die entsprechende Zahl angezeigt. Es ist zudem möglich, Zahlenangaben mit Dezimalstellen für Bewegungen einzugeben.

Bewegung mittels Zahlen präzise angeben

## 8.2 Rotation

Objekte  
rotieren mittels  
**R**

Um ein ausgewähltes Objekt mit der Maus zu rotieren, wird die Taste **R** gedrückt. Wie auch bei der Bewegung lässt sich eine Transformation entlang einer Achse ansteuern, indem die Taste für die entsprechende Achse gedrückt wird (**X**, **Y** oder **Z**). Ebenso lässt sich eine Achse für die Rotation sperren, indem die entsprechende Taste für diese Achse bei gedrückter **Shift**-Taste gedrückt wird. Wenn nun also ein Objekt entlang der Z-Achse rotiert werden soll, wird zunächst das entsprechende Objekt ausgewählt und anschliessend die Taste **R** für den Befehl der Rotation gedrückt. Indem die Taste **R** anschliessend gedrückt wird, lässt sich das Objekt nun lediglich entlang der Z-Achse rotieren. Während der Rotation verändert sich die Form der Maus und sie ist mit einem Strich zu dem Punkt, um den die Rotation erfolgt, verbunden. In der Regel handelt es sich dabei um den Ursprung des Objektes. Allerdings kann die Rotation im Viewport-Display auch hinsichtlich anderer Punkte im Raum erfolgen – dies wird in einem späteren Kapitel ausführlicher beschrieben.

Präzise  
Rotation  
mittels Zahlen

Auch während der Rotation kann mit der Eingabe von Zahlen gearbeitet werden. Um ein Objekt beispielsweise um 45 Grad entlang der Z-Achse zu drehen, wird nach dem Start der Rotation mittels der Taste **R** und der Festlegung der Z-Achse mit der Taste **Z** die Zahl 45 mittels der Tasten **4** **5** eingegeben. Auch hier lässt sich die Richtung umkehren, indem die Taste **-** gedrückt wird.

## 8.3 Scale

Objekte  
Skalieren  
mittels **S**

Um ein ausgewähltes Objekt mit der Maus zu skalieren, wird die Taste **S** gedrückt. Wie auch bei der Bewegung und der Rotation lässt sich eine Transformation entlang einer einzelnen Achse ansteuern, indem die Taste für die entsprechende Achse gedrückt wird (**X**, **Y** oder **Z**). Ebenso lässt sich eine Achse für die Rotation sperren, indem die entsprechende Taste für diese Achse bei gedrückter **Shift**-Taste gedrückt wird.

Skalierung  
entlang einer  
Achse

Um ein Objekt nur entlang der X-Achse zu vergrössern oder zu verkleinern, wird nach der Auswahl des Objektes die Taste **S** gedrückt, um mit der Skalierung zu starten. Anschliessend kann durch das Drücken der Taste **X** festgelegt werden, dass die Transformation lediglich entlang der X-Achse vollzogen werden soll. Während der Skalierung verändert sich der Mauszeiger ebenfalls. Zudem ist er mittels eines Striches mit dem Punkt verbunden, zudem hin sich die Skalierung orientiert. Wird die Maus näher zu diesem Punkt bewegt, verkleinert sich das Objekt. Wenn die Maus von diesem Punkt weiter entfernt wird, vergrössert sich das Objekt.

Präzise  
Skalierung  
mittels Zahlen

Die Skalierung kann mittels Zahleneingaben ebenfalls sehr genau vorgenommen werden. Um ein Objekt etwa in seiner Grösse zu verdoppeln, kann nach dem Start der Transformation mittels der Taste **S** die Zahl **2** eingegeben werden. Dadurch wird das Objekt um den Faktor 2 vergrössert. Auch hier lässt sich ein negativer Wert mittels der Taste **-** festlegen. Dies führt dazu, dass das Objekt durch seinen Bezugspunkt hindurch in die

andere Richtung skaliert und gespiegelt wird. Während dies bei symmetrischen Objekten zu keinem bemerkbaren Unterschied führt, wird der Effekt bei asymmetrischen Objekten deutlich.

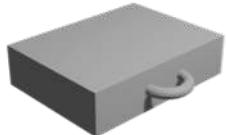
#### Übung 4 : Objekttransformationen

##### Übung 4.1

Skalieren Sie einen Würfel entlang der X-Achse auf seine halbe Grösse.

##### Übung 4.2

Bilden Sie das unten abgebildete Objekt nach.



Merke...

Mittels der Tasten **G**, **R** und **S** lassen sich Objekte auch im Viewport-Display bewegen, rotieren und skalieren.

Mittels der Eingabe von Zahlen können Bewegungen, Rotationen und Skalierungen genau vorgenommen werden.

Mittels der Tasten **X**, **Y** und **Z** können Transformationen auf der eine Achse festgelegt werden.

Mittels der Tasten **X**, **Y** und **Z** bei gedrückter **Shift**-Taste können Transformationen auf der entsprechenden Achse unterbunden werden.



# 9. Object- und Edit-Mode

## 9.1 Die verschiedenen Bearbeitungs-Modi

Die bisherigen Transformationen, die an Objekten gemacht wurden, haben sich immer auf den Object-Mode bezogen. Dabei wurden grundlegende Eigenschaften von Objekten (Position, Rotation und Skalierung) verändert. Die Form des Objektes selbst wurde dabei nicht verändert, sondern lediglich seine Darstellungsweise. Durch das Zurücksetzen der Werte in der Sidebar erscheint das Objekt wieder in seiner ursprünglichen Form.

### Weiterführende Informationen



Das Zurücksetzen der Transformationen kann direkt mittels folgenden Shortcuts erfolgen: Zurücksetzen der Position: **Alt** + **G** Zurücksetzen der Rotation: **Alt** + **R** Zurücksetzen der Skalierung: **Alt** + **S**

Durch die bisherigen Transformationen wurde das Objekt als Ganzes bearbeitet. Dies zeichnet die Transformationen im Object-Mode aus. Nebst dem Object-Mode gibt es noch eine Reihe anderer Modi. In der oberen linken Ecke des Viewports ist jeweils ersichtlich, welcher Modus gerade verwendet wird. Durch einen Klick auf das Dropdown-Menü erscheint eine Liste der verfügbaren Modi:

- **Object Mode:** In diesem Modus können die Objekte in einer Szene als Ganzes transformiert und angeordnet werden.
- **Edit Mode:** In diesem Modus können die einzelnen Bestandteile des Objekts animiert und bearbeitet werden.
- **Sculpt Mode:** In diesem Modus kann das Objekt anhand von Sculpting-Tools bearbeitet werden.
- **Vertex Paint:** In diesem Modus werden einzelne Punkte des Objekts angesteuert und mit Attributen versehen.
- **Weight Paint:** In diesem Modus werden dem Objekt verschiedene Gewichte aufgemalt, welche anschliessend für weitere Funktionen verwendet werden können.
- **Texture Paint:** In diesem Modus ist es möglich, ein Objekt mit einer Textur zu bemalen.

Die verschiedenen Bearbeitungs-Modi

Im Rahmen dieses Kurses wird vorwiegend mit dem Object- und dem Edit-Mode gearbeitet. Der Wechsel zwischen diesen beiden Modi stellt einen wichtigen Wechsel zwischen den Modi dar. Deshalb ist es möglich, mittels einer einzigen Taste zwischen dem Object- und dem Edit-Mode hin- und herzuwechseln – nämlich mittels der Taste **Tab**. Da-

Wechsel zwischen Object- und Edit-Mode

bei wird in den Edit-Mode für das aktuell ausgewählte Objekt gewechselt. Für Objekte, welche nicht aus einzelnen Komponenten bestehen (beispielsweise Kameras oder Lichtquellen), ist kein Edit-Mode verfügbar.

### 9.2 Struktur von 3D-Meshes

Der  
Gitteraufbau  
von 3D-Meshes

Beim Wechseln in den Edit-Mode erscheint das Mesh in seiner Struktur, bestehend aus mehreren Polygonen. Dabei handelt es sich um einzelne Oberflächenstrukturen der Meshes. Die Polygone – und somit auch das Mesh – bestehen in ihrer Struktur aus folgenden Elementen:

- **Vertices**: Einzelne Punkte in einem Mesh
- **Edges**: Linien zwischen zwei Vertices in einem Mesh
- **Faces**: Flächen zwischen mehreren Edges/Vertices in einem Mesh

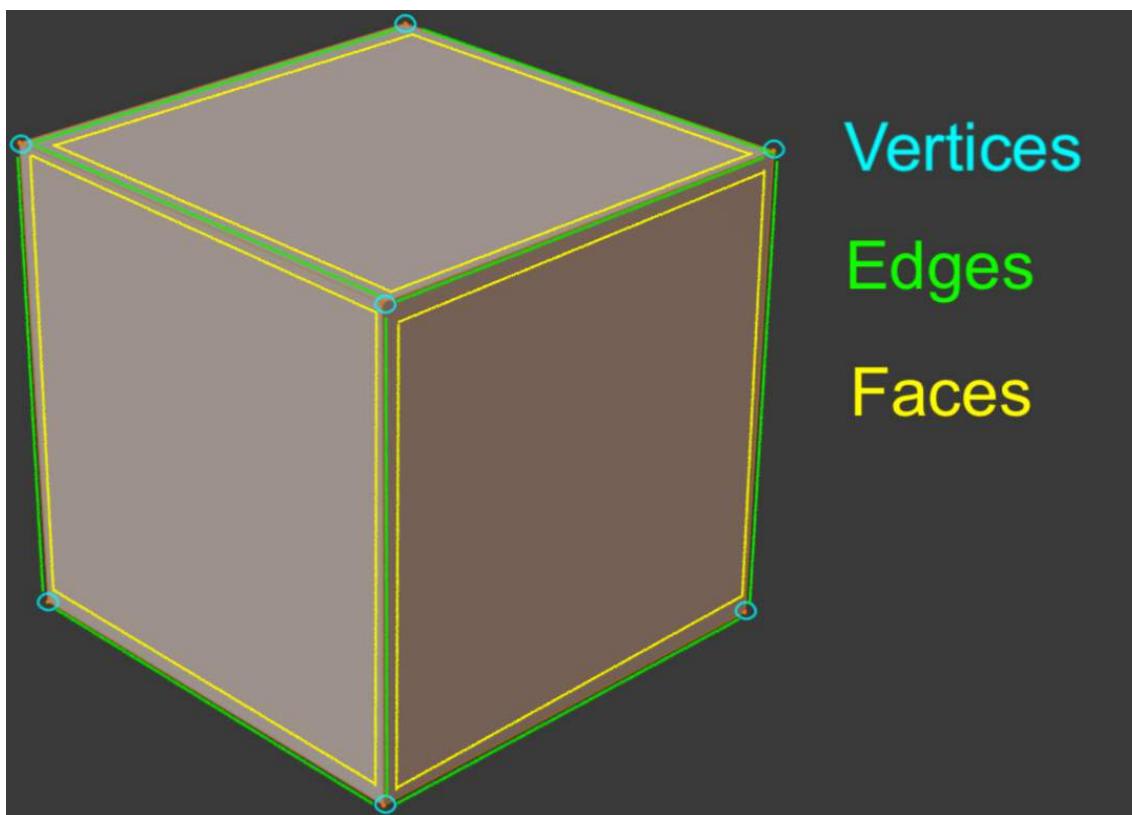


Abbildung 9.1: Vertices, Edges und Faces.

Select-Modus  
wechseln

Im Edit-Mode können wahlweise Vertices, Edges oder Faces ausgewählt werden, je nachdem in welchem Select-Modus man sich befindet. Die drei Select-Modi sind in der linken oberen Ecke direkt neben dem Auswahlfeld für den Bearbeitungs-Modus (in dem Fall der Edit-Mode) aufzufinden.

#### 9.2.1 Vertices

Ein Vertex (Mehrzahl: Vertices) stellt die grundlegendste Einheit in einem Mesh dar. Jeder Vertex beschreibt einen Punkt in einem Mesh. Anders als die Objekte als Gan-

Vertices



Abbildung 9.2: Schaltfläche für den Vertex-, Edge- und Face-Select-Modus in der linken oberen Ecke des Edit-Modes.

zes, verfügen Vertices nur über das Merkmal ihrer jeweiligen Position. Die Merkmale Skalierung und Rotation gibt es für Vertices nicht. Ein Vertex hat deshalb auch keine Dimensionen.

Werden zwei miteinander verbundene Vertices ausgewählt, so wird automatisch auch das dazwischenliegende Edge ausgewählt. Ebenso wird automatisch das dazugehörige Face mit ausgewählt, wenn alle Vertices dieses Faces ausgewählt werden. Ein einzelner Vertex kann lediglich im Vertex Select-Modus angewählt werden.

Auswahl von Vertices

### 9.2.2 Edges

Edges beschreiben Linien, welche zwischen zwei Vertices liegen. Da ein Edge genau der Verbindung zwischen zwei Vertices entspricht, ist dessen Mittelpunkt identisch zur Mitte zwischen den beiden Vertices.

Im Edge-Select-Modus können die Edges als solche ausgewählt werden. Dabei werden automatisch auch die beiden zum Edge dazugehörigen Vertices ausgewählt. Wenn alle Edges eines Faces ausgewählt werden, dann wird automatisch auch das dazugehörige Face ausgewählt.

Auswahl von Edges

### 9.2.3 Faces

Faces stellen die Flächen zwischen verbundenen Edges/Vertices dar. Die Position des Faces entspricht dem Mittelpunkt dieser Fläche und somit dem Mittelpunkt der dazugehörigen Vertices. Es ist allerdings auch möglich, dass mehrere Vertices mittels Edges verbunden sind, ohne eine Fläche zu beinhalten.

Mittels des Face-Select-Modus können Faces direkt angewählt werden. Alternativ kann ein Face auch angewählt werden, indem im Vertex-Select-Modus alle zum Face dazugehörigen Vertices ausgewählt werden, oder indem im Edge-Select-Modus alle zum Face dazugehörigen Edges ausgewählt werden.

## 9.3 Anzahl Vertices in einem Face

### Weiterführende Informationen



Polygone und Faces sind in ihrer Bedeutung praktisch deckungsgleich. Faces beschreiben jedoch eher die Fläche eines Polygons, während das Polygon eher die Gesamtheit von Vertices, Edges und Faces beschreibt. Der Begriff Polygon wird innerhalb von Blender allerdings selten verwendet.

Anzahl Vertices  
in einem Face

Der Default-Cube, den Blender jeweils beim Start eines neuen Projektes zur Verfügung stellt, besteht aus sechs Faces. Jedes dieser Faces beinhaltet vier Vertices. Es ist allerdings auch möglich, dass ein Face aus mehr oder weniger Vertices besteht. Es gibt verschiedene Begriffe, basierend auf der Anzahl Vertices in einem Face:

Bezeichnung  
von Faces  
aufgrund  
Anzahl Vertices

- **Triangles (Tris)**: Faces, die aus drei Vertices bestehen
- **Quadrangles (Quads)**: Faces, die aus vier Vertices bestehen
- **N-Gons**: Faces, die aus n Vertices bestehen

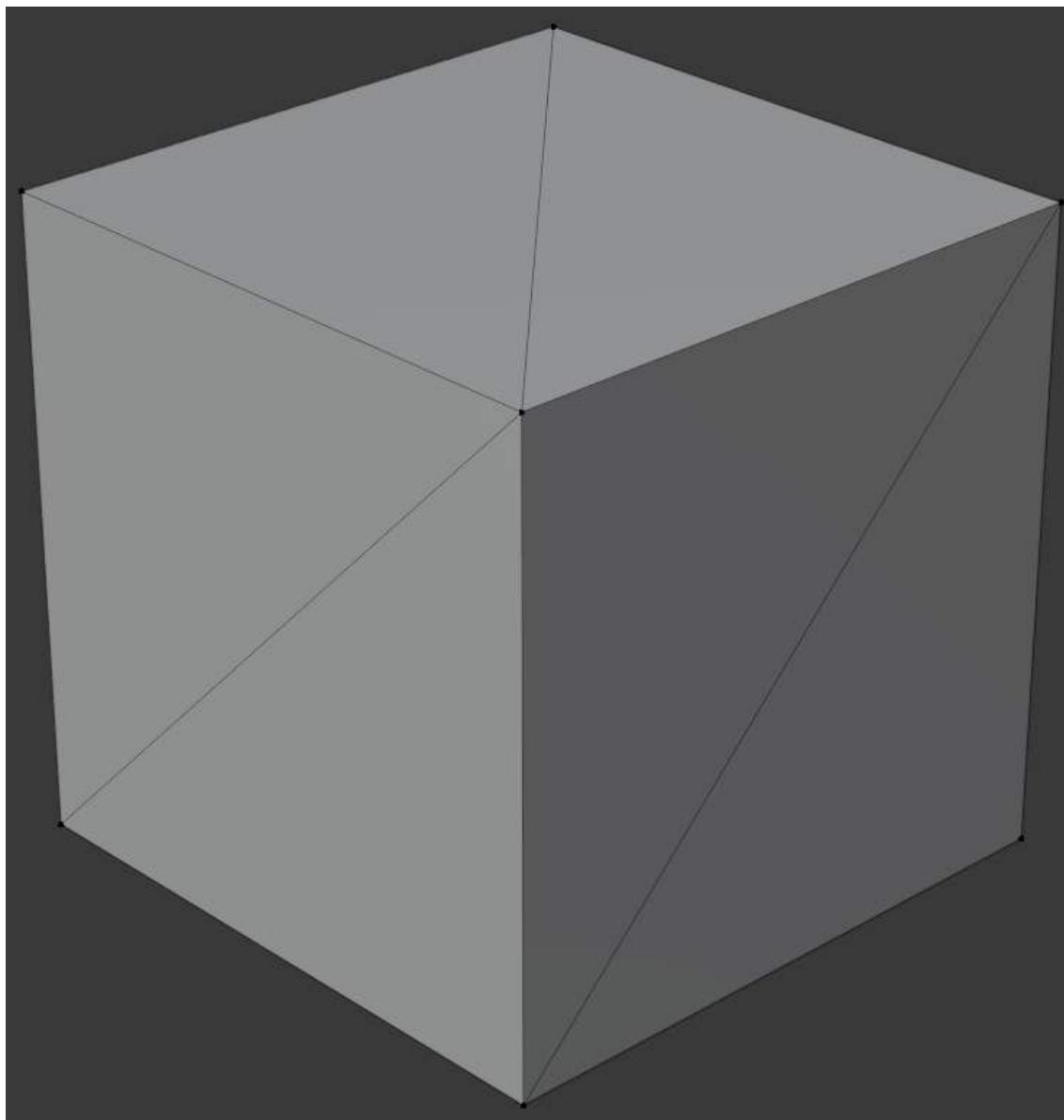


Abbildung 9.3: Der Standardwürfel bestehend aus Tris statt aus Quads.

Tris aus Quads  
ableiten

Aus Quads lassen sich sehr einfach Tris bilden. Hierfür muss lediglich jedes Quad zwischen zwei gegenüberliegenden Vertices zerschnitten werden, sodass die Fläche in zwei Dreiecke unterteilt wird. Beim Rendern von Bildern werden Quads in den 3D-Objekten automatisch in Tris unterteilt, was im Normalfall für den Benutzer jedoch kaum ersicht-

lich ist.

Trotzdem ist es sinnvoll, sich beim Modellieren von 3D-Objekten eher an die Verwendung von Quads zu gewöhnen. Viele Tricks und Kniffe der Objektbearbeitung lassen sich einfacher oder teilweise sogar nur auf Quads anwenden. Somit erleichtert die Arbeit mit Quads den Arbeitsprozess erheblich. Weiterhin sind Quads auch in vielen Animationsstudios der Standard.

Bevorzugung  
von Quads

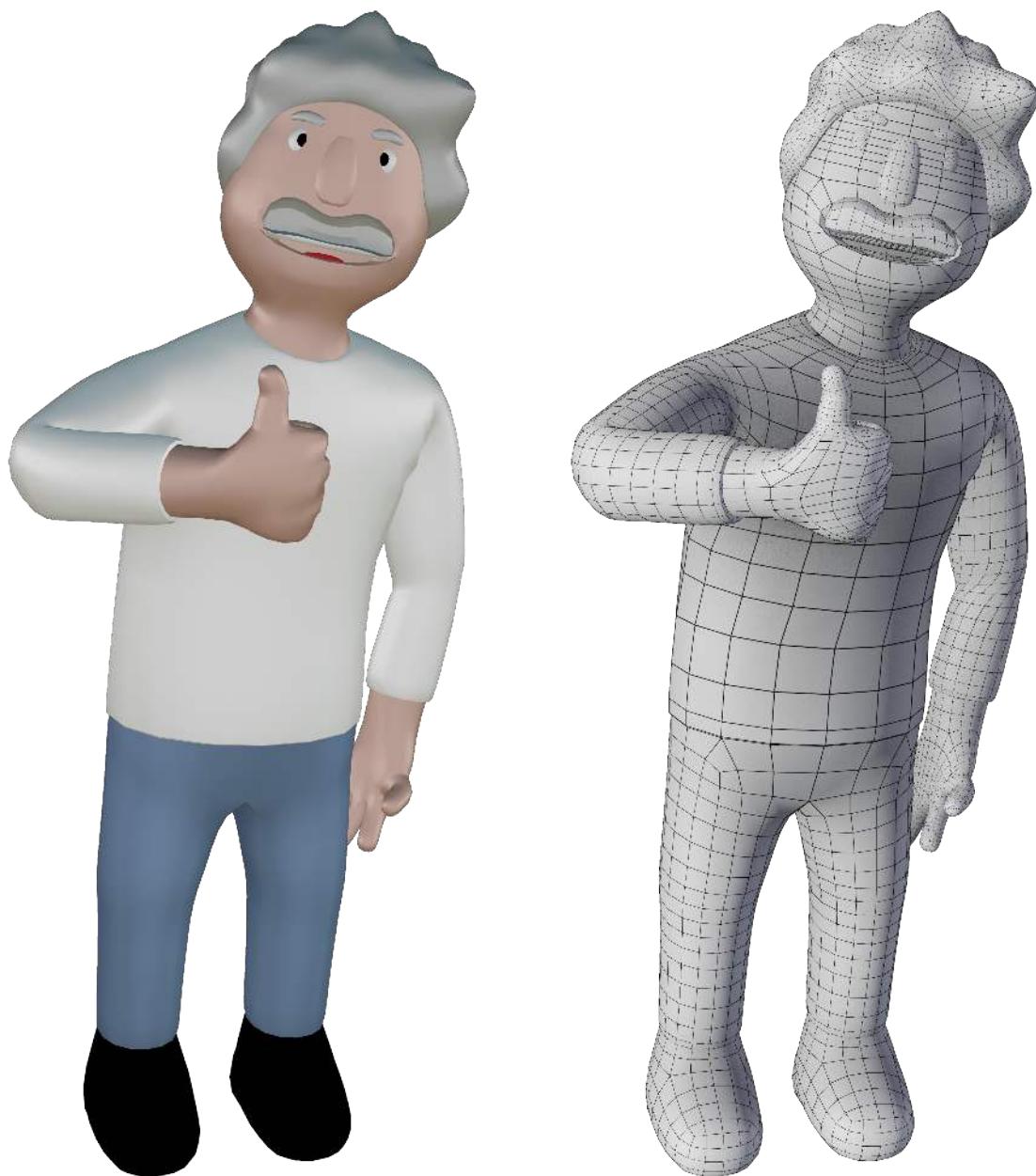


Abbildung 9.4: Links eine gerenderte 3D-Figur und rechts die Figur in ihrer Gitterstruktur.

Arbeiten mit Tris ist trotzdem durchaus möglich und vereinzelte Tris in Objekten sind auch nicht problematisch. In manchen Situationen sind Tris sogar flexibler als Quads. Wenn allerdings die Objekte komplett aus Tris bestehen sollen, macht dies gerade in

Anwendung von  
Tris

gemeinschaftlichen Prozessen nur Sinn, wenn alle beteiligten Personen mit Tris umgehen können.

Merke...

Vertices beschreiben die einzelnen Punkte in einem 3D-Objekt.

Edges beschreiben die verbundenen Punkte in einem 3D-Objekt.

Faces beschreiben Flächen zwischen mehr als zwei verbundenen Vertices.

Faces mit vier Vertices (Quads) sind gegenüber Faces mit drei Vertices (Tris) in den meisten Fällen zu bevorzugen.

### 9.4 Auswahl von Vertices, Edges und Faces im Edit-Mode

Auswahl von Vertices, Edges und Faces im Edit-Mode

Abhängig davon, welcher Select-Modus gerade aktiviert ist, lassen sich entweder die Vertices, Edges oder Faces auswählen. Die Auswahl der jeweiligen Elemente geschieht mittels der linken Maustaste. Wie auch im Object-Mode können bei gedrückter **Shift**-Taste zusätzliche Elemente ausgewählt werden. Ebenso können mit der Taste **C** der Circle-Select-Modus und mittels der Taste **B** der Box-Select-Modus verwendet werden. Zudem kann mit der Tastenkombination **Ctrl** + **I** die Auswahl umgekehrt werden.

Select linked mittels **L**

Im Edit-Mode gibt es weitere Auswahl-Optionen. Wenn sich der Mauszeiger über einem Element eines Objekts befindet, können mit der Taste **L** alle Elemente, welche über Edges damit verbunden sind, ausgewählt werden. Dies ermöglicht es, alle verbundenen Elemente auszuwählen. Um alle Elemente eines Objektes – also auch unverbundene Elemente – auszuwählen, kann die Taste **A** gedrückt werden.

Edge-Loop Select bei gedrückter Taste **Alt**

Weiterhin lassen sich ganze Verbindungen von Edges auswählen, wenn die Taste **Alt** während der Auswahl gedrückt wird. Dadurch werden alle Edges, die gemeinsam eine Linie mit dem gerade ausgewählten Element bilden, ausgewählt. Dies ist auch im Vertex-Select-Modus möglich. Im Face-Select-Modus werden alle Faces, die gemeinsam eine Linie bilden, ausgewählt (hierfür muss der Mausklick allerdings bei einem Edge erfolgen – nicht in der Fläche des Faces).

### 9.5 Das Innere des Objekts

Virtuelle Objekte haben meist keine Füllung

So wie auch in der realen Welt haben virtuelle 3D-Objekte Flächen, welche aus mindestens drei Kanten bestehen und mindestens drei Ecken. Im Gegensatz zu Objekten in der realen Welt bestehen virtuelle Objekte nicht aus einer Füllung. Wird ein realer Apfel mit einem Messer in der Mitte geteilt, so wird der Inhalt unter der Schale – etwa das Fruchtfleisch oder das Kerngehäuse – sichtbar. Bei einem 3D-Mesh gibt es jedoch kein Inneres, sodass lediglich die Oberflächen der äusseren Struktur von der anderen Seite aus ersichtlich werden. Das Mesh besteht somit nur aus der Oberfläche, welche ein leeres Volumen überdeckt.

Aus dem Umgang mit realen Objekten ist der Mensch sich gewohnt, dass Objekte einen Inhalt haben. Dies trifft auf digitale Objekte selten zu. Als Betrachter von digitalen

Objekten ist dieser Sachverhalt nur in den seltensten Fällen bemerkbar. Dadurch wird durch fehlende Auseinandersetzung mit dieser Thematik die Illusion eines möglichen Inhaltes verstärkt.

In Videospielen kann es vorkommen, dass die Kamera durch einen Fehler in ein Objekt hineingelangt. Dadurch wird das Objekt anschliessend von der Innenseite aus betrachtet. Dies muss allerdings nicht immer der Fall sein. In manchen Situationen ist dieses Objekt gar nicht mehr sichtbar, wenn es von innen betrachtet wird.

Wenn das  
Innere sichtbar  
wird

## 9.6 Normalen: die richtige Seite der Faces finden

Da 3D-Meshes keinen inneren Hohlraum haben, bilden die Faces die Oberfläche, welche das Objekt abdeckt. Dies bedeutet aber auch, dass es zwei Seiten von dieser Oberfläche geben muss: eine Seite, die betrachtet werden soll, und eine, die nicht betrachtet werden soll. In den meisten Fällen ist schnell klar, welche Seite eines Objektes von Bedeutung ist. Einen Apfel betrachtet man jeweils von aussen, also ist die nach aussen gerichtete Seite jene Seite, welche betrachtet werden soll. Ebenso verhält es sich bei einem Charakter. In diesem Fall ist ebenfalls die nach aussen gerichtete Seite von Bedeutung und nicht das Innere seines Körpers.

Die zwei Seiten  
von Faces

### Weiterführende Informationen



Bei bestimmten Einstellungen werden die Rückseiten der Oberflächen von Objekten fehlerhaft dargestellt. In diesen Fällen hilft es oftmals, die Ausrichtung der Normalen zu überprüfen und bei Bedarf anzupassen. In manchen Game-Engines werden die Rückseiten von Objekten in den Grundeinstellungen gar nicht angezeigt. Dadurch blickt man bei den Oberflächen mit der falschen Ausrichtung durch das Objekt hindurch. Dies vermittelt den Eindruck, dass ein Teil des Objekts fehlen würde. Dieser Teil ist noch da – allerdings der falschen Richtung zugewendet.

Wie verhält es sich bei Blenders Standardwürfel? Bei diesem wird zunächst die Aussenseite betrachtet. Allerdings wäre es auch möglich, dass der Default-Cube von innen betrachtet werden soll – etwa, wenn eine Szene im Inneren eines Raumes dargestellt werden soll und der Würfel die Wände, den Boden und die Decke des Raumes darstellt. In diesem Fall ist nicht mehr die Aussenseite des Würfels relevant, sondern die Innenseite. Die Normalen eines Objektes geben jeweils an, in welche Richtung Vertices, Edges und Faces gerichtet sind. Wenn ein Würfel etwa von innen betrachtet werden soll, müssen die Normalen nach innen gekehrt werden. Wenn der Würfel allerdings als solcher von aussen betrachtet werden soll, dann müssen die Normalen nach aussen gekehrt sein.

Die zu  
betrachtende  
Seite eines  
Würfels

Normalen  
Normalen

darstellen

Die Normalen eines 3D-Objektes lassen sich im Edit-Mode betrachten, indem die entsprechende Ansicht aktiviert wird. Diese wird im Dropdown-Menü zu den Viewport-Overlays in der rechten oberen Ecke des 3D-Viewports unter dem Abschnitt «Normals» mit der Schaltfläche «Display Normals» aktiviert. Anschliessend erscheinen in den Faces kleine blaue Striche, welche in diejenige Richtung zeigen, gegen die das Face dargestellt ist.

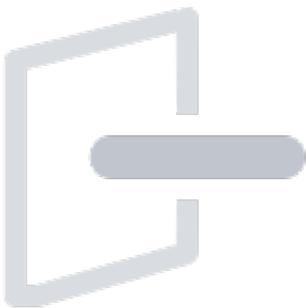


Abbildung 9.5: Icon zur Darstellung der Normalen in den Viewport-Overlays.

Face-  
Orientation  
darstellen

Es ist auch möglich, in den Viewport-Overlays die «Face Orientation» zu aktivieren. Dadurch werden die Oberflächen eines Objekts in blauer Farbe dargestellt, wenn es sich um die Seite der Normalen handelt, oder in roter Farbe, wenn es sich um die Seite ohne Normalen handelt. Diese Ansicht ist auch im Object-Mode verfügbar, allerdings nur in der Solid-Ansicht und wenn X-Ray deaktiviert ist.

Normalen  
umkehren und  
neu berechnen

Wenn alle Faces innerhalb eines Objekts ausgewählt werden, kann mittels der Tastenkombination **Alt** + **N** das Menü «Normals» beim Mauszeiger geöffnet werden. Mit der Option «Flip» können anschliessend alle Normalen in die umgekehrte Richtung gekehrt werden. Zudem können die Normalen mittels der Option «Recalculate Outside» zur äusseren Seite hin oder mittels «Recalculate Inside» zur inneren Seite hin berechnet werden.

# 10. Einstieg in den Edit-Mode

Ein Grossteil der Bearbeitungsmöglichkeiten, welche im Object-Mode mit Objekten möglich sind, kann im Edit-Mode auch auf die Strukturelemente der Objekte angewendet werden.

## 10.1 Grab, Scale, Rotate

Wenn ein einzelner Vertex ausgewählt wird, sind die Transformationsmöglichkeiten relativ beschränkt. Mittels der Taste **G** lässt sich der Vertex im dreidimensionalen Raum verschieben. Da der Vertex allerdings nur einen isolierten Punkt ohne eine Dimension darstellt, kann er weder skaliert, noch rotiert werden. Dementsprechend wird in der Sidebar lediglich die Position des Vertex angegeben, während die Skalierung und Rotation – anders als im Object-Mode – nicht angegeben werden.

Ein Vertex kann nur bewegt werden

Sobald zwei Vertices ausgewählt werden, wird in der Sidebar nicht mehr die Position der einzelnen Vertices angegeben, sondern die Position des Medians zwischen diesen beiden Vertices. Dies ist unabhängig davon, ob die Vertices mittels Edges oder Faces miteinander verbunden sind oder nicht. Mittels der Tasten **R** oder **S** kann die Auswahl rotiert oder skaliert werden. Beide Transformationen beziehen sich dabei auf den Median zwischen diesen beiden Vertices. Wird also beispielsweise eine Skalierung um den Faktor 2 getätigkt (mittels der Tasten **S** und **2**), verdoppelt sich der Abstand der beiden Vertices zum Median. Rotationen führen dazu, dass die Vertices ebenfalls um den Median rotiert werden.

Skalierung und Rotation geschieht um den Median der Auswahl

Dadurch lässt sich bereits ein wichtiges Merkmal der Bearbeitung im Edit-Mode betrachten: Mittels einer Skalierung lässt sich die Distanz zwischen zwei Vertices verändern und dadurch auch ihre Position. Ebenso werden Vertices bei der Rotation relativ zueinander im Raum rotiert und so in ihren Positionen verändert. Dies macht auch einen Abschnitt für die Skalierung oder Rotation in der Sidebar obsolet, da jegliche Transformation lediglich zu einer Veränderung der individuellen Platzierung der Vertices führt.

Skalierung und Rotation verändert Position von Vertices

Anstatt der Vertices können auch Edges und Faces direkt angewählt werden. Dabei werden automatisch die dazugehörigen Vertices mit ausgewählt. Die Transformationen beziehen sich immer noch auf den räumlichen Mittelpunkt zwischen den einzelnen Vertices, weshalb auch in diesem Modus eine Skalierung oder Rotation zu einer Veränderung der Positionen dieser Vertices führen.

Merke...

Wie auch im Object-Mode können Vertices, Edges und Faces mittels der Taste **G** bewegt, mittels der Taste **S** und mittels der Taste **R** rotiert werden.

Skalierungen und Rotationen im Edit-Mode führen lediglich zu einer Veränderung der Positionen der einzelnen Vertices basierend auf dem Median der Vertex-Positionen.

## 10.2 Add, Delete, Dissolve

Primitives innerhalb eines Objektes hinzufügen

Innerhalb eines Objektes im Edit-Mode können weitere Mesh-Primitives hinzugefügt werden. Dies geschieht wie im Object-Mode mit der Tastenkombination **Shift** + **A**. Die Auswahl ist allerdings nur noch auf Mesh-Primitives beschränkt. Dementsprechend ist es nicht möglich, einem Mesh im Edit-Mode ein Kurven-Objekt anzufügen. Allerdings stehen alle primitiven Formen der Meshes zur Verfügung. Wie auch im Object-Mode werden die Objekte an der Position des 3D-Cursors hinzugefügt.

Elemente löschen mit **X**

Wie auch im Object-Mode können im Edit-Mode ausgewählte Elemente gelöscht werden, indem die Taste **X** oder **Delete** gedrückt wird. Anders als im Object-Mode erscheint bei beiden Tasten ein Menü beim Mauszeiger, allerdings weil in diesem Fall der Löschkvorgang präzisiert werden muss. So lassen sich jeweils die ausgewählten Faces, die ausgewählten Edges oder die ausgewählten Vertices löschen.

Elemente, welche beim Löschen eben falls entfernt werden

Wird etwa beim Default-Cube eine einzelne Fläche ausgewählt und das Face gelöscht, so bleiben die Edges, welche sich um die Fläche bilden, erhalten – lediglich das ausgewählte Face wird gelöscht. Wenn allerdings die Edges gelöscht werden, verschwinden alle Edges, welche das ausgewählte Face bilden – lediglich die Vertices bleiben bestehen. Durch die fehlenden Edges verschwinden nun allerdings auch die angrenzenden Faces, da diesen nun je ein Edge fehlt. Wenn stattdessen die Vertices gelöscht werden, fehlen auch für die angrenzenden Edges die Bezugspunkte. Als Folge bleibt nur noch die gegenüberliegende Fläche bestehen.

Faces und Edges isoliert löschen

Bei der Auswahl von mehreren Flächen oder Edges kann das Löschen von Elementen zu grösseren Veränderungen führen. So werden beim Löschen von mehreren aneinander gereihten Faces auch die Edges, welche die Faces abgrenzen, gelöscht. Um dies zu verhindern kann beim Löschen die Option «*Only Faces*» ausgewählt werden. Dadurch bleiben die Edges bestehen. Zudem gibt es die Option «*Only Edges & Faces*» um lediglich die einzelnen Vertices zu erhalten.

Elemente auflösen

Nebst dem Löschen von Elementen besteht auch die Auswahl, dass Elemente aufgelöst werden. Hierfür wird die Option «*Dissolve*» im Löschen-Menü angeboten. Dadurch werden die ausgewählten Elemente gelöscht und die benachbarten Elemente anschliessend verbunden. Wird ein einzelnes Edge ausgewählt, welches zwischen zwei Faces liegt, werden die beiden Faces durch das Auflösen zu einem Face kombiniert. Ähnlich verhält es sich beim Auflösen von Faces und Vertices.

## 10.3 Duplicate

Duplizieren mittels **D**

Auch im Edit-Mode können Elemente mittels der Taste dupliziert werden, wenn sie vorgängig ausgewählt wurden. Nach dem Tastendruck ist es direkt möglich, die Objekte zu bewegen und mittels der linken Maustaste, **Enter**- oder **Space**-Taste zu platzieren. Mittels der Taste **esc** oder der rechten Maustaste kann diese Bewegung abgebrochen werden und das Objekt wird an seine ursprüngliche Position zurückgesetzt. Dadurch ist

allerdings oftmals nicht mehr ersichtlich, dass sich ein Duplikat an der Stelle des Originals befindet. Deshalb ist es sinnvoll, in einem solchen Fall die letzte Aktion – also das Duplizieren – rückgängig zu machen oder das Duplikat direkt zu löschen. Empfehlenswert ist es auch, die Elemente trotzdem an einer anderen Stelle zu platzieren und sie dann erst zu löschen. Dadurch lässt sich erkennen, dass die Elemente dupliziert wurden und noch gelöscht werden müssen.

## 10.4 Globale vs. lokale Koordinaten

Im Edit-Mode gibt es zwei Arten von 3D-Koordinaten, mit denen die Position eines Vertex – respektive der Median der Auswahl mehrerer Vertices – angegeben wird: die globalen und die lokalen Koordinaten. Die globalen Koordinaten entsprechen denselben Koordinaten, die auch im Object Mode verwendet werden. Diese beziehen sich auf den Ursprung der Welt, welcher sich an der Position 0 aller drei Achsen befindet. Dabei handelt es sich auch um den Punkt, an dem sich die Achsen im 3D-Viewport kreuzen. Die lokalen Koordinaten beziehen sich jeweils auf die Koordinaten des aktuellen Objektes. Das heisst, dass diese Koordinaten sich immer auf den Ursprung des Objektes beziehen. Wenn sich der Ursprung des Objektes am Nullpunkt aller drei Achsen befindet und keine Skalierung oder Rotation auf das Objekt angewendet wird, dann sind die globalen und die lokalen Koordinaten identisch. Wenn sich der Ursprung allerdings an einer anderen Stelle im Raum befindet, beziehen sich die lokalen Koordinaten immer auf den Ursprung des Objektes als Nullpunkt.

Zudem bleiben die lokalen Koordinaten auch unangetastet von Skalierungen und Rotationen, welche im Object-Mode für ein Objekt angegeben wurden. Wird der Default-Cube im Object-Mode gedreht, verändert sich die Position der Vertices also in den globalen Koordinaten, allerdings nicht in den lokalen Koordinaten.

**Übung 5:** Edit-Mode

### Übung 5.1

Verändern Sie den Default-Cube so, dass die Position der einzelnen Vertices in der globalen Koordinate gegenüber der lokalen Koordinate doppelt so hohe absolute Beträge aufweisen.

### Übung 5.2

Verändern Sie den Default-Cube so, dass sich sein Ursprung nicht mehr in der Mitte seines Volumens befindet, sondern in der Mitte seiner unteren Fläche.

Globale Koordinaten

Lokale Koordinaten

Skalierung und Rotation des Objekts sind unabhängig vom Edit-Mode



# 11. Methoden der Objektbearbeitung im Edit-Mode

## 11.1 Fill

Wie bereits angesprochen können Elemente mittels der Taste **D** dupliziert werden und an einer anderen Stelle platziert werden. Diese neuen Elemente sind weder durch Edges noch durch Faces mit der originalen Struktur verbunden. Hierfür kann der Befehl «*Fill*» benutzt werden, um Elemente zu verbinden. Mittels der Taste **F** wird der Befehl «*Fill*» gegeben. Werden etwa zwei einzelne Vertices ausgewählt, werden diese mit diesem Befehl durch ein Edge verbunden. Werden drei einzelne Vertices ausgewählt, werden diese nicht nur durch Edges verbunden, sondern zugleich auch mit einem Face.

Elemente verbinden mittels **F**

## 11.2 Extrude

Wenn Elemente dupliziert werden, wird jeweils die Fill-Funktion verwendet, um sie wieder mit ihren ursprünglichen Elementen zu verbinden. Dies ist beschwerlich. Zudem muss auch darauf geachtet werden, dass allfällige innere Faces wieder entfernt werden. Deshalb wird selten mit dem Duplizieren gearbeitet, sondern mit der Funktion «*Extrude*». Diese Funktion ist in der Toolbar verfügbar, kann aber auch direkt mit der Taste **E** ausgewählt werden.

Extrudieren mittels **E**

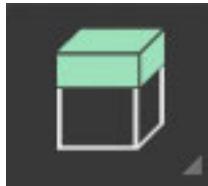


Abbildung 11.1: Extrude-Icon.

Beim Extrudieren von Elementen werden diese Elemente nicht nur dupliziert, sondern auch automatisch mit den originalen Elementen verbunden. Wird bei der Auswahl eines Faces die Taste gedrückt, wird dieses Face von der originalen Position gelöst und kann verschoben werden. Gleichzeitig ist es allerdings über weitere Faces noch mit den Vertices des originalen Faces verbunden. Beim Extrudieren werden also die ausgewählten Elemente aus dem Objekt herausgezogen, ohne die originalen Vertices zu löschen.

Extrusion verbindet Elemente direkt

Nebst Faces lassen sich auch Vertices und Edges extrudieren. Wenn ein einzelner Vertex extrudiert wird, generiert Blender automatisch ein Edge zwischen dem originalen Vertex und dem extrudierten Vertex. Wenn ein Edge extrudiert wird, generiert Blender automatisch ein Face zwischen dem originalen Edge und dem neuen Edge. Wird ein Face extrudiert, werden automatisch Faces zwischen den originalen Vertices/Edges und den neuen Vertices/Edges erstellt.

Beim Extrudieren erzeugte Elemente

Extrudieren  
präzisieren

Wie auch bei Transformationen kann die Extrusion mittels der Tasten **X**, **Y** oder **Z** auf einzelne Achsen beschränkt werden und mittels der Angabe von Zahlen angegeben werden, wie gross die Distanz zum originalen Median der Auswahl sein soll. Zudem kann das Extrudieren auch mittels der Taste **S** mit einer Skalierung verbunden werden.

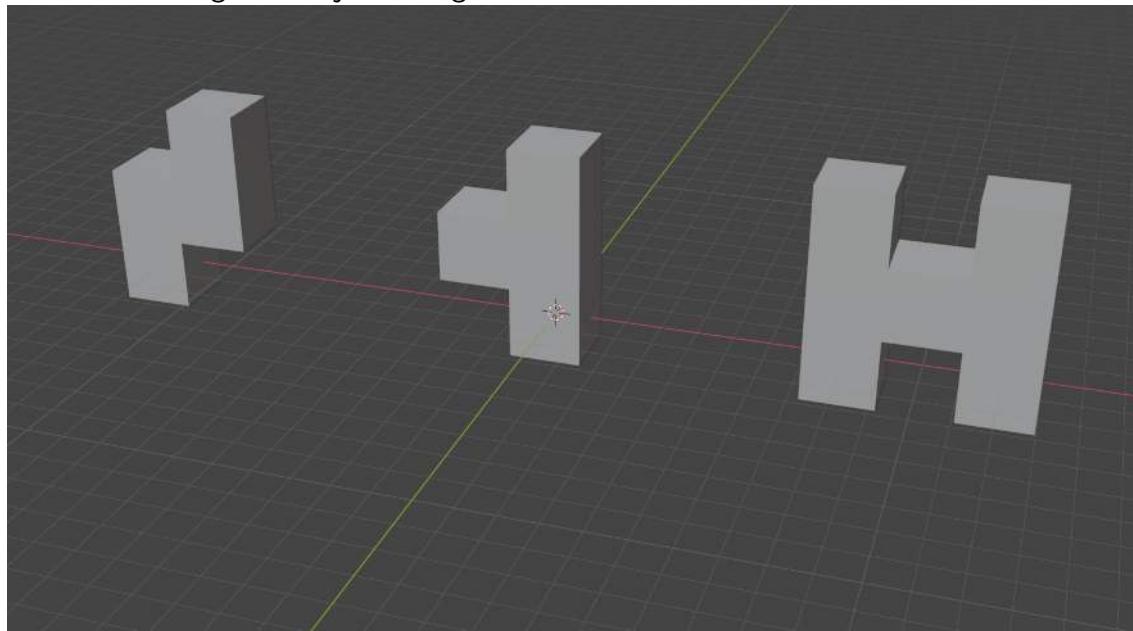
Faces werden  
per Default  
entlang  
Normalen  
extrudiert

Beim Extrudieren von Faces erfolgt die Bearbeitung per Default entlang der Normalen des Faces. Dadurch wird automatisch entlang der Ausrichtung der Faces extrudiert. Dies ist bei Vertices und Edges nicht der Fall.

Übung 6: Extrudieren

### Übung 6.1

Erstellen Sie folgende Objekte ausgehend von einem Würfel.



### 11.3 Knife

Schneiden  
mittels **K**

Es ist möglich, Faces und Edges mittels des Befehls «Knife» zu zerschneiden. Dadurch resultieren neue Vertices und Edges innerhalb von Flächen und Kanten. Diese Operation lässt sich ebenfalls in der Toolbar auswählen. Allerdings ist es auch möglich, mittels der Taste **K** diese Operation direkt auf der Tastatur anzuwählen.

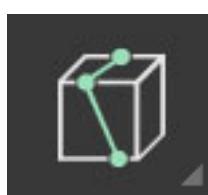


Abbildung 11.2: Knife-Icon.

Ansicht im  
Schnitt-Modus

Sobald das Knife-Werkzeug über die Toolbar oder die Taste **K** aktiviert wird, verwandelt sich der Mauszeiger in ein Messer. Wird die Maus nun über das Objekt bewegt, wird mittels eines grünen Vierecks angezeigt, an welcher Stelle am Objekt gerade geschnitten

werden kann. Befindet sich an dieser Stelle zudem ein Vertex, wird dies durch eine rote Umrandung des grünen Vierecks signalisiert. Befindet sich das grüne Viereck an einem Edge, wird dieses Edge grün markiert.

Um Schnitte zu platzieren, wird die linke Maustaste gedrückt. Die Schnittpositionen werden anhand eines Vierecks markiert und weitere Schnitte können ebenfalls mit der linken Maustaste an der entsprechenden Position gesetzt werden. Dabei werden automatisch Edges zwischen den einzelnen Schnittpunkten erzeugt. Passieren Schnittpunkte ein Edge, wird an der Schnittstelle des Edges zudem automatisch ein Vertex erzeugt.

Mittels der Taste `Space` oder `Enter` wird der Schneidevorgang bestätigt. Dadurch wird der Schneidmodus verlassen und die entsprechenden Vertices und Edges werden gesetzt. Um den Schneideprozess abzubrechen, kann die rechte Maustaste oder `esc`-Taste gedrückt werden.

Schnitte  
bestätigen oder  
abbrechen

## 11.4 Loop Cut

Das Messer-Werkzeug ist nützlich, um kreativ und flexibel Schnitte zu erzeugen. Oftmals werden allerdings gerade Schnitte entlang einer ganzen Fläche benötigt, idealerweise auch in der Mitte der Fläche. Hierfür ist das Loop-Cut-Werkzeug geeignet. Nebst der exakten Mitte können auch andere Schnitteinheiten exakt berücksichtigt werden, beispielsweise dass ein Bereich exakt nach einem Zehntel der Länge geschnitten werden soll.

Prinzip des  
Loop Cuts

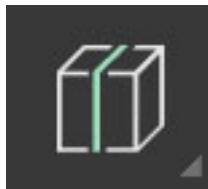


Abbildung 11.3: Loop-Cut-Icon.

Das Loop-Cut-Tool kann entweder in der Toolbar oder mittels der Tastenkombination `Ctrl` + `R` aktiviert werden. Wird anschliessend der Mauszeiger über die Oberfläche des Objekts bewegt, werden Vorschläge dargestellt, wie das Objekt gerade durchtrennt werden kann. Dabei werden aneinandergrenzende Faces als Loop berücksichtigt, sodass sie durchtrennt werden können.

Loop Cut  
mittels `Ctrl`  
+ `R`

Es können auch mehrere parallele Schnitte gemacht werden. Hierfür wird die Anzahl Schnitte als Zahl über die Tastatur eingegeben. So kann etwa der Standardwürfel entlang einer Flächenreihe in vier gleich grosse Flächen unterteilt werden, indem die Taste `3` gedrückt wird. Dadurch werden drei Linien angezeigt, welche den Bereich in vier gleich grosse Teile unterteilen.

Mehrere  
Schnitte im  
Loop Cut  
setzen

Durch einen Klick mit der linken Maustaste oder `Enter`-Taste wird bestätigt, dass das Objekt entlang der dargestellten Linie zerschnitten werden soll. Um den Schneideprozess abzubrechen, kann die rechte Maustaste, `Delete` oder `esc` gedrückt werden.

Loop Cut  
bestätigen oder  
abbrechen

Loop Cut  
justieren

Wenn die Auswahl der Linie bestätigt wird, kann anschliessend noch justiert werden, in welchem Bereich der Schnitt gemacht werden soll. Per Default liegt der Schnitt genau in der Mitte. Mittels einer Bewegung mit dem Mauszeiger kann der Schnitt entlang des Loops verschoben werden. Alternativ kann auch mittels einer Zahleneingabe über die Tastatur definiert werden, in welchem Bereich der Schnitt erfolgen soll. Mit einem Wert von 0.5 wird ein einzelner Schnitt prozentual um die Hälfte in die eine Richtung verschoben, mit einem Wert von -0.5 um die Hälfte in die andere Richtung. Durch einen Klick mit der linken Maustaste oder **[Enter]**-Taste wird die Linie bestätigt und die Schnitte werden gesetzt. Durch das Drücken der **[Delete]**- oder **[esc]**-Taste wird der Schnitt in der Mitte des Loops vollzogen.

### Weiterführende Informationen



Der Loop Cut kann auch auf Edges angewendet werden, die noch nicht Teil eines Faces sind. Dabei wird das Edge genau in der Mitte durch einen Vertex in zwei Edges unterteilt.

## 11.5 Edge Slide

Edge Slide

Der Loop Cut beinhaltet somit zwei Schritte: Die Festlegung eines Schnittes innerhalb eines Loops und zusätzlich die Festlegung, in welchem Bereich des Face-Loops der Cut erfolgen soll. Letzterer Prozess kann bei der Auswahl eines Loops an bereits gesetzten Edges direkt erfolgen. Dieser Prozess wird als Edge Slide bezeichnet und ist in der Toolbar verfügbar. Dadurch lässt sich eine Reihe von Edges proportional entlang anderer Edges verschieben.

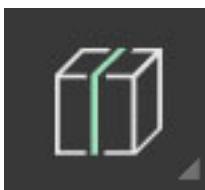


Abbildung 11.4: Edge-Slide-Icon.

## 11.6 Subdivide

Unterteilung  
mittels Loop  
Cut

Dank des Loop Cuts ist es möglich, dass der Standardwürfel in gleich grosse Unterwürfel unterteilt wird. Hierfür muss lediglich auf alle drei Loops – also entlang der X-, Y- und Z-Achse – des Würfels ein Cut angewendet werden. Anschliessend ist jede Seite des Würfels in vier Faces unterteilt.

Subdivision, um  
Objekte zu  
unterteilen

Statt alle drei Loop Cuts einzeln zu erstellen, kann der Würfel mittels des Befehls «*Subdivide*» unterteilt werden. Dieser ist über das Menü «*Edge / Subdivide*» verfügbar. Anschliessend werden alle ausgewählten Faces entlang zweier Achsen unterteilt, sodass sie

aus vier einzelnen Faces bestehen. Diese Aktion kann auch auf Edges angewendet werden, die nicht Teil eines Faces sind. Im Kontext-Menü zur letzten durchgeführten Aktion kann zudem die Anzahl Unterteilungen erhöht werden.

## 11.7 Bevel

Mithilfe der Bevel-Transformation können Kanten abgerundet werden. Hierfür wird das entsprechende Edge durch mehrere Edges ersetzt, sodass eine Abrundung der Kante erfolgt. Der Befehl für das Abschrägen kann über die Toolbar erfolgen oder mittels der Tastenkombination **Ctrl** + **B**.

Abrunden  
mittels **Ctrl**  
+ **B**



Abbildung 11.5: Bevel-Icon.

Um eine Kante abrunden zu können, muss das entsprechende Edge zunächst ausgewählt werden. Nach der Auswahl kann die Bearbeitung mit der Tastenkombination **Ctrl** + **B** gestartet werden. Dadurch erscheint am Mauszeiger ein Faden, welcher zum Median der Auswahl führt. Durch das Bewegen des Mauszeigers vom Median weg werden die ausgewählten Edges in je zwei Edges aufgeteilt, die sich von den originalen Edges weg entfernen und dabei eine Abrundung bilden. Durch einen Klick mit der linken Maustaste oder **Enter**-Taste wird die Abrundung zu einer bestimmten Position bestätigt. Durch das Drücken der rechten Maustaste, **Delete**- oder **esc**-Taste wird der Vorgang abgebrochen.

Abrundung  
durchführen

Im Kontext-Menü zur letzten durchgeführten Aktion sind weitere Optionen zur Abrundung möglich. So können die Anzahl Segmente, mit der die Abrundung erfolgt, noch erhöht werden. Je mehr Segmente, desto glatter wirkt die Abrundung. Zudem kann die Form anhand des Faktors für die «*Shape*» bearbeitet werden. Je näher dieser Faktor gegen 0 strebt, desto mehr erfolgt die Abrundung hin zum Inneren des Objektes, und je näher der Faktor gegen 1 strebt, desto mehr erfolgt die Abrundung hin zum Äusseren des Objektes.

Abrundung  
verfeinern

Die Bevel-Transformation kann sowohl für Edges als auch für Vertices angewendet werden. Hierfür muss im Kontext-Menü zur letzten durchgeführten Aktion eingestellt werden, dass die Vertices bearbeitet werden anstelle der Edges. Hierfür werden unter der Zeile «*Affect*» die Vertices ausgewählt. Dadurch lassen sich Ecken abrunden. Durch die Auswahl von Edges bei der Zeile «*Affect*» werden die Kanten abgerundet.

Vertices  
abrunden

## 11.8 Inset Faces

Intrusion  
mittels **I**

Die Transformation «Inset Faces» stellt einen Spezialfall der Extrusion dar. Dabei wird eine Fläche unterteilt in zusätzliche Flächen innerhalb dieser Fläche. Wie auch bei der Extrusion werden dabei neue Vertices erstellt, welche direkt an den originalen Vertices andocken. Unterschiedlich ist allerdings, dass die neuen Vertices einen Teil der originalen Faces darstellen und somit entlang der Ausrichtung der Fläche vergrössert oder verkleinert werden können. Die Bearbeitung mittels Inset Faces kann entweder über die Toolbar oder mittels der Taste **I** erfolgen.



Abbildung 11.6: Inset-Faces-Icon.

Intrusion durchführen

Um die Bearbeitung zu starten, muss mindestens ein Face ausgewählt werden und die Taste **I** gedrückt werden. Wie auch beim Skalieren von Elementen ist der Mauszeiger nun mittels eines Fadens zum Median der Auswahl verbunden. Wenn die Maus näher zum Median hin bewegt wird, erscheinen zusätzliche Faces innerhalb der Auswahl, die jeweils kleiner werden, je näher der Mauszeiger dem Median kommt.

Dicke der Intrusion

Die Intrusion wird anhand der Breite der neu erstellten Faces beschrieben. Wird beispielsweise nach dem Drücken der Taste **I** die Taste **1** gedrückt, sind die neuen Faces jeweils um einen Meter von ihren ursprünglichen Edges entfernt. Durch zu hohe Zahlen kann dies dazu führen, dass sich die Faces kreuzen.

Individuelle Intrusion

Die Funktion Inset Faces kann zudem auf die Faces individuell angewendet werden. Im Normalfall werden zwei nebeneinander ausgewählte Faces gemeinsam bearbeitet. Es ist jedoch auch möglich, die Faces individuell anzusteuern, sodass die ausgewählten Faces individuell bearbeitet werden. Hierfür muss im Kontext-Menü zur letzten durchgeföhrten Aktion die Option «*Individual*» angewählt werden.

### 11.9 Spin

Spin

Mittels «Spin» können einzelne oder mehrere Vertices in einer kreisförmigen Anordnung extrudiert werden. Wenn diese Transformation ausgewählt ist, erscheint in der Nähe des 3D-Cursors ein Gizmo, welches eine abgerundete Linie mit einem Plus-Symbol an beiden Enden darstellt. Falls dieses Gizmo nicht angezeigt wird, sollte überprüft werden, ob die Darstellung der Gizmos im 3D-Viewport aktiviert ist.

Spin durchführen

Um Vertices nun kreisförmig zu extrudieren, müssen Sie zunächst ausgewählt werden. Anschliessend kann an einem der beiden Pluszeichen gezogen werden und die Vertices werden kreisförmig um den 3D-Cursor herum extrudiert. Dabei werden per Default zwölf Vertices erstellt – unabhängig davon, wie weit im Kreis extrudiert wird.

Spin verfeinern



Abbildung 11.7: Spin-Icon.

Im Kontext-Menü zur letzten durchgeführten Aktion kann die Aktion noch bearbeitet werden, sodass etwa die Anzahl extrudierter Vertices unter «*Steps*» verändert werden kann. Je mehr Vertices extrudiert werden, desto glatter wirkt der Kreis. Unter «*Angle*» kann mittels einer Winkelangabe eingestellt werden, wie weit die Extrusion um den 3D-Cursor herum erfolgen soll. Wenn die Zeile «*Auto Merge*» aktiviert ist, werden Vertices an derselben Position – beispielsweise die Vertices am Anfang und Ende einer 360°-Umdrehung – zu einem Vertex kombiniert.

## 11.10 Merge

In den bisherigen Transformationen wurden jeweils neue Vertices, Edges oder Faces hinzugefügt. Manchmal kommt es vor, dass einige Elemente wieder entfernt werden müssen, oder dass sie an einer Stelle verbunden werden müssen. Hierfür kann der Befehl «*Merge*» verwendet werden. Dieser lässt sich mittels der Taste **M** innerhalb eines Menüs beim Mauszeiger auswählen.

Verbinden  
mittels **M**

Wenn beispielsweise zwei Vertices ausgewählt werden und die Taste **M** gedrückt wird, können die Vertices durch «*At Center*» beim Median zwischen den beiden Vertices verbunden werden. Dabei werden die beiden Vertices zusammengeführt zu einem Vertex, welches alle Edges und Faces der originalen Vertices aufnimmt. Das Mergen kann zudem mit beliebig vielen Vertices vollzogen werden. Bei der Auswahl von Edges und Faces werden dabei die beteiligten Vertices zur Zusammenführung verwendet.

Elemente beim  
Median  
verbinden

Nebst dem Medianpunkt der Vertices können auch folgende Positionen zur Zusammenführung ausgewählt werden:

Andere Verbin-  
dungspunkte

- **At Cursor:** Die Vertices werden an der Position des 3D-Cursors zusammengeführt.
- **At First:** Die Vertices werden beim Vertex, welcher als Erstes ausgewählt wurde, zusammengeführt.
- **At Last:** Die Vertices werden beim Vertex, welcher als Letztes ausgewählt wurde, zusammengeführt.
- **Collapse:** Wenn mehrere Edges ausgewählt werden, die nicht miteinander verbunden sind, werden die Vertices jeweils in der Mitte des jeweiligen Edges zusammengeführt. Das Zusammenführen erfolgt also hierbei einzeln für jedes Edge in dessen Mitte (bei den anderen Optionen werden alle Vertices an denselben Punkt zusammengeführt).

Eine besondere Rolle kommt der Funktion «*Merge by Distance*» zu. Dabei werden alle

Merge by  
Distance

Vertices zusammen verbunden, deren Distanz geringer als die vorgegebene Distanz ist. Im Kontext-Menü zur letzten Aktion lässt sich die Distanz, unterhalb derer alle Vertices verbunden werden sollen, anpassen. Die Funktion wird allerdings nur auf die ausgewählten Vertices angewendet. In der Fussleiste von Blender wird temporär angegeben, wie viele Vertices bei dieser Aktion aufgelöst werden.

Merge erfolgt  
nur auf Auswahl

Diese Methode ist besonders geeignet, um allfällige Vertices, welche an derselben Position wie andere Vertices liegen, zu eliminieren oder zu verbinden. Da die Aktion allerdings nur auf ausgewählte Vertices angewendet wird, empfiehlt es sich, vorgängig alle Vertices direkt mit der Taste **A** auszuwählen.

### 11.11 Weitere Operationen in der Toolbar

Nebst den bisher behandelten Operationen zur Objektbearbeitung im Edit-Mode bietet die Toolbar noch eine Reihe weiterer Optionen, welche der Vollständigkeit halber noch kurz aufgeführt werden.

#### 11.11.1 Add Cube

Würfel  
hinzufügen

Mittels des Befehls «Add Cube» kann ein neuer Würfel erstellt werden. Um den Mauszeiger herum erscheint dadurch ein Gitternetz, um zu signalisieren, wo der Würfel erstellt wird. Anschliessend kann mittels gedrückter linken Maustaste der Grundriss des Würfels erstellt werden. Nachdem die linke Maustaste losgelassen wurde, lässt sich anschliessend noch die Höhe des Würfels einstellen, welche anschliessend mit bestätigt werden muss.

Mit **esc** oder die rechte Maustaste lässt sich der Vorgang abbrechen.



Abbildung 11.8: Add-Cube-Icon.

Die neu erstellten Würfel werden im Edit-Mode zu Bestandteilen des Objekts, welches gerade bearbeitet wird. Der Befehl «Add Cube» steht allerdings auch im Object-Mode zur Verfügung. Werden dort neue Würfel erstellt, bilden diese jeweils eigenständige Objekte.

#### 11.11.2 Poly Build

Poly-Build-  
Modus

Beim Poly Build handelt es sich um einen interaktiven Modus, um Geometrien zu erweitern. Dabei schlägt Blender bei gedrückter **Ctrl**-Taste vor, wie neue Elemente erstellt werden können, und durch einen Klick mittels der linken Maustaste wird die Erstellung bestätigt. Mittels gedrückter linken Maustaste können Vertices bewegt werden und mittels der Kombination **Shift** + linke Maustaste.



Abbildung 11.9: Poly-Build-Icon.

### 11.11.3 Smooth

Mittels des Befehls «Smooth» können Objekte glatter gemacht werden. Dies geschieht, Objekte glätten indem die Winkel der Edges gemittelt werden. Statt eines  $90^\circ$ -Winkels entsteht dann ein flacherer Winkel. Es ist allerdings auch möglich, den gegenteiligen Effekt zu erzielen und Winkel spitzer zu machen.

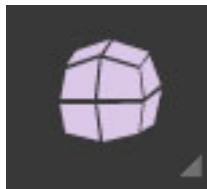


Abbildung 11.10: Smooth-Icon.

### 11.11.4 Shrink/Fatten

Beim Befehl «Shrink/Fatten» werden die ausgewählten Vertices entlang ihrer eigenen Normalen bewegt. Dadurch kann das Objekt aufgebläht oder zusammengezogen werden. Dies ist beispielsweise nützlich, wenn der Mantel eines Zylinders ausgewählt und sein Radius vergrössert werden soll, ohne dessen Höhe zu verändern.

Objekte zusammenziehen oder aufblähen

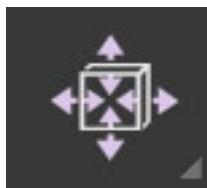


Abbildung 11.11: Shrink/Fatten-Icon.

### 11.11.5 Shear

Mittels der Shear-Transformation werden die ausgewählten Punkte in einer Achse aus einandergedrängt. Die Transformation geschieht dabei so, dass parallel verlaufende Linien gescherzt und in entgegengesetzte Richtungen auf einer Achse verschoben werden.

Objekte auseinanderziehen

### 11.11.6 Rip Region

Mittels des Befehls «Rip Region» können Vertices, welche an mehreren Faces andocken, aufgeteilt werden. Die Faces werden dabei an der Stelle der entsprechenden Vertices getrennt und durch Vertices, welche sozusagen von den originalen Vertices abgezogen

Regionen aufteilen



Abbildung 11.12: Shear-Icon.

werden, neu gebildet.



Abbildung 11.13: Rip-Region-Icon.

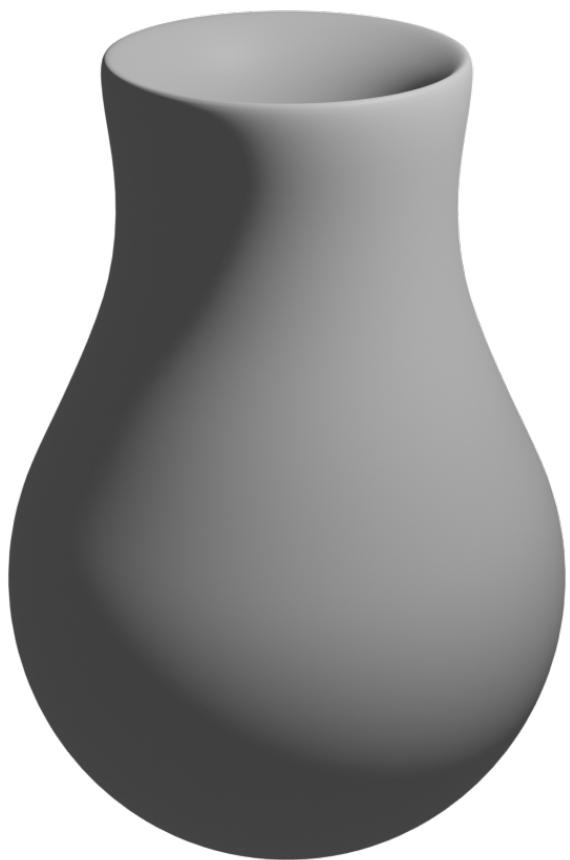
### Übung 7: Objektbearbeitung

#### Übung 7.1

Verändern Sie den Standardwürfel im Edit-Mode so, dass er die Form eines Hauses hat.

#### Übung 7.2

Erstellen Sie eine Vase. Die Vase sollte rund sein und eine Öffnung haben – ansonsten sind Sie frei in Ihrer Gestaltung. Achten Sie zudem darauf, dass Sie unterschiedliche Faces für den Innenbereich und für den Außenbereich der Vase verwenden, sodass die Vase ein gewisse Dicke besitzt.





# 12. Hilfestellungen für die Objektbearbeitung

Blender bietet eine Reihe von Hilfestellungen, welche nützlich für die Erstellung von 3D-Objekten sind. Einige dieser Hilfestellungen sind im Header des 3D-Viewports aufzufinden.

## 12.1 Die Position des 3D-Cursors verändern

Der 3D-Cursor wird für einige der Hilfsmittel benötigt. Deshalb ist es sinnvoll, sich damit zu befassen, wie der 3D-Cursor bewegt werden kann. In der Sidebar, welche mit der Taste **N** ein- und ausgeblendet werden kann, befindet sich unter dem Register «View» ein Abschnitt zum 3D-Cursor. An dieser Stelle kann die Position des Cursors im dreidimensionalen Raum anhand der X-, Y- und Z-Achse definiert werden. Nebst der Position verfügt der 3D-Cursor über eine Rotation, welche ebenfalls an dieser Stelle definiert werden kann. Durch eine Veränderung der Rotation des 3D-Cursors verändert sich auch die Rotation der Linien, welche den 3D-Cursor im 3D-Viewport kreuzen. Diese Linien stellen die Rotation des 3D-Cursors dar.

3D-Cursor verschieben und rotieren

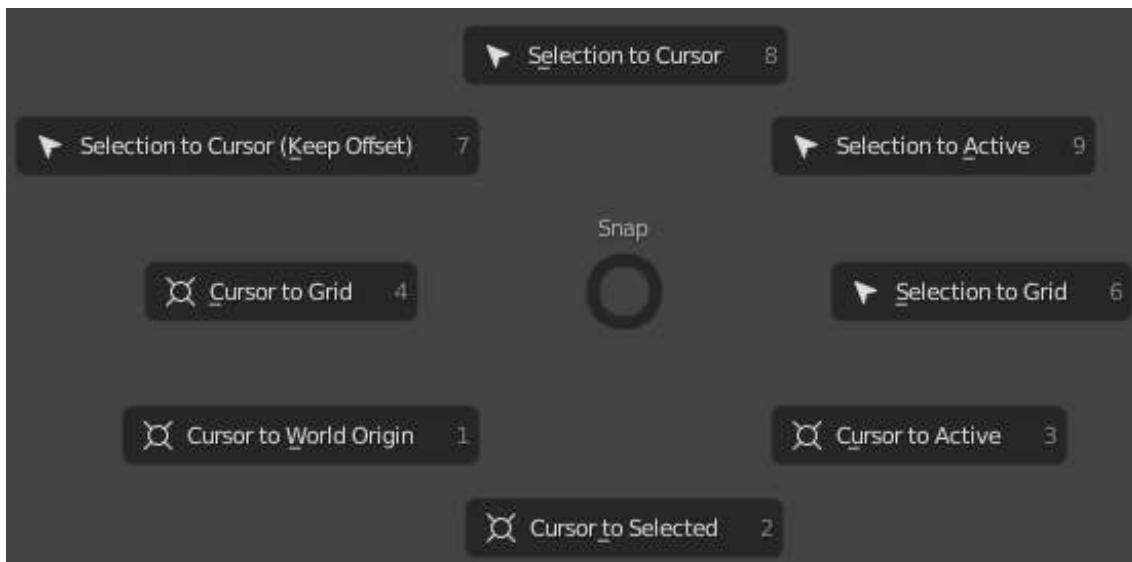


Abbildung 12.1: Snap-Menü.

Mittels der Tastenkombination **Shift** + **S** lässt sich das sogenannte «*Snap*»-Menü öffnen. Dieses erscheint direkt beim Mauszeiger und ermöglicht es, ausgewählte Objekte oder den 3D-Cursor an bestimmte Positionen zu verschieben. Das Menü beinhaltet folgende Optionen:

- **Cursor to Grid:** Dadurch wird der 3D-Cursor an die nächstliegende Position des Koordinatengitters verschoben, welches als Viewport-Overlay angezeigt wird.
- **Cursor to World Origin:** Dadurch wird der 3D-Cursor an den Ursprung der Welt

positioniert. Dies entspricht dem Nullpunkt aller drei Achsen.

- **Cursor to Selected:** Der 3D-Cursor wird an der Position des ausgewählten Objektes respektive dem Median der aktuellen Auswahl positioniert.
- **Cursor to Active:** Der 3D-Cursor wird an der Position des aktiven Elementes positioniert.
- **Selection to Cursor (Keep Offset):** Alle ausgewählten Elemente werden zum 3D-Cursor verschoben, sodass sich der Median der ausgewählten Elemente an der Position des 3D-Cursors befindet. Die Relationen zwischen den ausgewählten Objekten bleiben dabei bestehen.
- **Selection to Cursor:** Alle ausgewählten Elemente werden zum 3D-Cursor verschoben, sodass sich die Position jedes individuellen Elementes an der Position des 3D-Cursors befindet. Im Edit Mode führt dies dazu, dass alle ausgewählten Vertices auf der Position des 3D-Cursors liegen.
- **Selection to Active:** Die Auswahl wird an die Position des aktiven Objektes verschoben. Im Edit Mode führt dies dazu, dass alle ausgewählten Vertices auf derselben Position liegen.
- **Selection to Grid:** Das ausgewählte Element oder der Median der ausgewählten Elemente wird an die nächstliegende Position des Koordinatengitters verschoben, welches als Viewport-Overlay angezeigt wird. Im Edit-Mode werden die ausgewählten Elemente ebenfalls an die nächstliegende Position des Koordinatengitters verschoben. Wenn die Ansicht jedoch zu weit hinausgezoomt wird und die Elemente dadurch visuell an derselben Stelle zu sein scheinen, werden alle ausgewählten Vertices dabei an derselben Position platziert.

### 12.2 Transform Orientation

Verschiedene Orientierungen für Transformationen

Bei Transformationen können die X-, Y- und Z-Achsen zu Hilfe genommen werden. Diese Achsen scheinen fix festgelegt zu sein. Es gibt allerdings verschiedene Orientierungen für diese Achsen. Die Transform-Orientation beschreibt diese Orientierung der Achsen. Es stehen folgende Orientierungen zur Verfügung:

- Global
- Local
- Normal
- Gimbal
- View
- Cursor



Abbildung 12.2: Auswahl der Transform-Orientation.

Um ein besseres Verständnis für die Unterschiede in den Transform-Orientierungen zu bekommen, ist es sinnvoll, unter dem Dropdown-Menü für die Viewport-Gizmos das Gizmo für die Bewegung einzuschalten. Dadurch erscheint ein Gizmo, welches vorgibt, in welche Richtung die Achsen durch die Transform-Orientierung verlaufen.

Gizmos helfen bei der Orientierung

### 12.2.1 Global

Die globale Orientierung entspricht immer genau den Achsen der Welt. Das heißt, man kann sich dabei immer an den vorgegebenen Achsen im Viewport-Overlay orientieren.

Globale Orientierung

### 12.2.2 Local

Die lokale Orientierung entspricht jeweils der Orientierung eines Objektes. Wenn ein Objekt im Object-Mode um  $20^\circ$  rotiert wurde, sind auch die Achsen um diese  $20^\circ$  rotiert. Dies Einstellung gilt sowohl für den Object- als auch für den Edit-Mode. Im Object-Mode unterscheiden sich die Gizmos zwischen den verschiedenen Objekten, je nach deren Rotation.

Lokale Orientierung

### 12.2.3 Normal

Die Orientierung anhand der Normalen verläuft im Edit-Mode so, dass die Z-Achse immer den Normalen der ausgewählten Einheiten entspricht. Die X- und Y-Achse beschreiben dann die Achsen im Verhältnis zu den Normalen. Wenn mehrere Elemente ausgewählt sind, entspricht die Z-Achse dem Mittelwert der Normalen. Im Object-Mode ist diese Orientierung äquivalent zur lokalen Orientierung.

Orientierung entlang der Normalen

## Weiterführende Informationen



Beim Extrudieren mittels `E` schlägt Blender eine Extrusion entlang der Z-Achse in der Normal-Orientierung vor. Deshalb muss jeweils zweimal die Taste `Z` gedrückt werden, um entlang der globalen Z-Achse zu extrudieren – einmal, um die Z-Achse entlang der Normal-Orientierung abzuwählen, und einmal, um die Z-Achse entlang der eingestellten Orientierung auszuwählen.

### 12.2.4 Gimbal

Die Gimbal-Orientierung stellt eine fortgeschrittene Orientierungsmethode dar, welche bei Euler-Rotationen von Nutzen sein kann. Im Rahmen dieses Kurses werden Euler-Rotationen nicht behandelt, weshalb nicht weiter auf diese Orientierung eingegangen wird.

Gimbal-Orientierung

### 12.2.5 View

Die View-Orientierung entspricht der Orientierung entsprechend der Ansicht auf dem Bildschirm. Die X-Achse verläuft horizontal über den Bildschirm und die Y-Achse vertikal.

Orientierung entlang der Ansicht

Die Z-Achse beschreibt die Achse der eigenen Ansicht nach näher oder weiter weg.

### 12.2.6 Cursor

Orientierung entsprechend dem 3D-Cursor

Die 3D-Cursor-Orientierung verläuft entlang des 3D-Cursors. Dabei wird die Rotation des 3D-Cursors berücksichtigt, sodass die Achsen entsprechend der 3D-Cursor-Rotierung verlaufen.

### 12.2.7 Custom

Eigene Orientierung hinzufügen

Mittels der Plus-Schaltfläche ist es möglich, eigene Orientierungen zu erstellen. So kann die lokale Orientierung eines Objekts abgespeichert werden, um sie bei Objekten, die eigentlich eine andere lokale Orientierung aufweisen, ebenfalls verwenden zu können.

## 12.3 Pivot Point

Verschiedene Drehpunkte

Eine Reihe von Transformationen orientieren sich an einem bestimmten Drehpunkt im dreidimensionalen Raum. Wenn vom Standardwürfel etwa zwei gegenüberliegende Faces ausgewählt werden, orientiert sich eine Skalierung der Faces anhand der Medianposition der Vertices. Mittels des Menüreiters «*Transform Pivot Point*» können auch andere Drehpunkte ausgewählt werden. Die Optionen sind dabei:

- Bounding Box
- Center
- 3D Cursor
- Individual Origins
- Median Point
- Active Element



Abbildung 12.3: Icon für den Pivot-Point in der Default-Auswahl (Median-Point).

### 12.3.1 Bounding Box Center

Bounding Box Center als Drehpunkt

Die Option «*Bounding Box Center*» berechnet jeweils eine dreidimensionale Box um die ausgewählten Einheiten, welche gerade so gross ist, dass sich die gesamte Auswahl darin befindet. Der Mittelpunkt dieser Box wird als Drehpunkt für Transformationen verwendet.

det. Im Object-Mode werden lediglich die Ursprünge von Objekten für die Berechnung der Box verwendet, nicht die Meshes. Im Edit-Mode wird die Box um alle ausgewählten Einheiten berechnet.

### 12.3.2 3D Cursor

Die Option «*3D Cursor*» verwendet die Position des 3D-Cursors als Drehpunkt für Transformationen. Der 3D-Cursor kann in seiner Position verändert werden, wodurch sich jede beliebige Stelle im drei dimensionalen Raum als Drehpunkt verwenden lässt. Ein Objekt, das sich an einer anderen Stelle als der 3D-Cursor befindet, würde bei dieser Einstellung um den 3D-Cursor rotiert.

3D-Cursor als Drehpunkt

### 12.3.3 Individual Origins

Die Option «*Individual Origins*» benutzt für jede ausgewählte Einheit den individuellen Ursprung als Drehpunkt. Wenn im Object-Mode mehrere Objekte ausgewählt sind, deren Ursprünge sich an verschiedenen Positionen befinden, verwendet jedes Objekt seinen eigenen Ursprung als Drehpunkt. Im Edit-Mode werden ausgewählte Einheiten, die nicht direkt miteinander verbunden sind, als individuelle Einheiten betrachtet. Diese verwenden den Median der Auswahl als Drehpunkt für Transformationen. Werden vom Default-Cube beispielsweise zwei gegenüberliegende Faces ausgewählt, wird von jedem Face individuell der Median berechnet und dieser für das jeweilige Face als Drehpunkt verwendet. Wenn mehrere Faces, die direkt nebeneinander liegen, ausgewählt sind, werden die aneinanderliegenden Faces zusammengefasst und für diese gemeinsam ein individueller Ursprung berechnet und als Drehpunkt verwendet.

Individual Origin als Drehpunkt

### 12.3.4 Median Point

Die Option «*Median Point*» wird bei neuen Projekten als Default-Auswahl für den Drehpunkt von Transformationen verwendet. Dabei handelt es sich um die mittlere Position zwischen allen ausgewählten Vertices im Edit-Mode. Wenn mehrere Objekte im Object-Mode ausgewählt sind, wird der Median zwischen den Objekt-Ursprungspositionen als Drehpunkt verwendet.

Median als Drehpunkt

### 12.3.5 Active Element

Die Option «*Active Element*» verwendet den Ursprung des aktiven Elements als Drehpunkt für Transformationen. Beim aktiven Element handelt es sich um das zuletzt ausgewählte Objekt, welches mit einer orangen Umrandung gekennzeichnet ist. Der Ursprungspunkt dieses Objekts wird als Drehpunkt für Transformationen verwendet. Im Edit-Mode ist das aktive Element mit einer weissen Einfärbung markiert. Dieses Element, respektive der entsprechende Median bei mehreren Edges, Faces oder Vertices, wird anschliessend als Drehpunkt für Transformationen verwendet.

Ursprung des aktiven Elements als Drehpunkt

## 12.4 Snap

Elemente an  
anderen  
Elementen  
andocken lassen

Die Option «*Snap*» ist bei der Verschiebung von Objekten nützlich. Dadurch können andere Elemente benutzt werden, um die zu verschiebenden Objekte direkt an deren Struktur andocken zu lassen. So müssen nicht die etwaigen Koordinaten ermittelt werden, sondern Blender rastet die zu bewegenden Objekte direkt an anderen Objekten ein. Die anvisierten Strukturen können dabei im Edit-Mode Teil des eigenen Objektes sein, aber auch Teil eines anderen Objektes. Im Object-Mode wird zudem jeweils der Ursprung des Objektes zum Andocken verwendet. Im Dropdown-Menü kann ein gestellt werden, an welchen Stellen jeweils angedockt werden soll:

- Increment
- Vertex
- Edge
- Face
- Volume
- Edge Center
- Edge Perpendicular



Abbildung 12.4: Snap-Icon.

### 12.4.1 Increment

Snap auf ein  
Inkrement

Ist Snap auf «*Increment*» eingestellt, so werden die Inkremente der Welt verwendet, um Objekte anders zu platzieren. Mit diesen Inkrementen sind die Gitterraster im Hintergrund der 3D-Ansicht gemeint. Jedes Viereck stellt dabei ein Inkrement dar. Durch stärkeres Hinein- oder Hinauszoomen im 3D-Viewport werden jeweils grössere oder kleinere Inkremente sichtbar. Die ausgewählten Objekte rasten proportional zueinander an der Stelle in einem Inkrement ein.

### 12.4.2 Vertex

Snap auf  
Vertices

Ist Snap auf «*Vertex*» eingestellt, so können andere Vertices angesteuert werden und Blender verbindet die Auswahl direkt auf der entsprechenden Position. Dabei können

auch die Vertices von anderen Objekten angesteuert werden, selbst wenn diese nicht innerhalb des Edit-Modes mitaktiviert wurden.

#### 12.4.3 Edge

Ist Snap auf «*Edge*» eingestellt, so können andere Edges als Ziel angesteuert werden und die Auswahl wird direkt passend auf eine Position auf dem Edge eingestellt. Dabei kann die ganze Länge eines Edges ausgewählt werden. Es können zudem Edges von anderen Objekten angesteuert werden, selbst wenn diese nicht innerhalb des Edit-Modes aktiviert wurden. Snap auf Edges

#### 12.4.4 Face

Ist Snap auf «*Face*» eingestellt, so versucht Blender, die Auswahl direkt an der Position von anderen Faces anzudocken. Dabei kann jeder Punkt auf einem Face ausgewählt werden. Zudem können auch hier die Faces von anderen Objekten angesteuert werden. Snap auf Faces

#### 12.4.5 Volume

Mittels der Einstellung von Snap auf «*Volume*» lässt sich das Volumen eines Objektes als genaues Ziel zum Einrasten einer Auswahl verwenden. Oft ist nicht klar ersichtlich, wo genau das Objekt nun einrastet, da das Volumen eines Objektes häufig durch die Faces verdeckt wird. Hierbei kann die Wireframe-Ansicht helfen. Snap auf das Volumen

#### 12.4.6 Edge Center

Mittels der Einstellung von Snap auf «*Edge Center*» werden jeweils die Mittelpunkte von Edges anvisiert. Hierbei werden also keine Vertices anvisiert, sondern der Median des Edges. Andere Punkte auf dem Edge werden nicht zum Einhaken angeboten. Snap auf die Mitte von Edges

#### 12.4.7 Edge Perpendicular

Mittels der Einstellung von Snap auf «*Edge Perpendicular*» wird die Auswahl bei dem Punkt eines Edges eingerastet, welcher im Lot zur aktuellen Auswahl steht. Dabei können nicht alle Edges verwendet werden, da nicht alle einen solchen Winkel zur Auswahl aufweisen. Snap auf senkrechte Edges

#### 12.4.8 Was wird angedockt?

Wenn lediglich ein einzelner Vertex ausgewählt und verschoben wird, ist klar, welcher Punkt jeweils an den anvisierten Stellen andockt: der ausgewählte Vertex. Wenn allerdings mehrere Elemente ausgewählt wurden, benutzt Blender per Default das jeweils ursprünglich am nächsten liegende Element zum Andocken. Es kann allerdings eingestellt werden, dass der Median der aktvierten Auswahl oder das aktive Element verwendet wird. Dies kann unter «*Snap With*» eingestellt werden. Zusätzlich gibt es noch die Auswahl «*Center*», welche zusätzlich noch weitere Abweichungen vom Drehpunkt mitberücksichtigt (beispielsweise die ursprüngliche Abweichung vom 3D-Cursor). Quelle des Snaps einstellen

## 12.5 Proportional Editing

Proportionale Bearbeitung mittels **0** aktivieren

Die Option «*Proportional Editing*» ermöglicht es, dass nahe beieinanderliegende Elemente proportional zu ihrer Nähe bearbeitet werden können. Diese Option kann auch mit der Taste **0** aktiviert oder deaktiviert werden. Wenn diese Option aktiviert ist und eine Transformation durchgeführt wird (z.B. eine Rotation), erscheint um den Bezugspunkt ein Kreis. Alle Elemente, welche sich innerhalb dieses Kreises befinden, werden diese Transformation nun ebenfalls durchführen. Der Radius des Kreises kann mittels des Mausrads vergrössert oder verkleinert werden. Dadurch wird der Erfassungsbereich der proportionalen Bearbeitung variiert. Alternativ kann die Taste **PageUp** zum Vergrössern des Kreises oder **PageDown** zum Verkleinern des Kreises gedrückt werden..

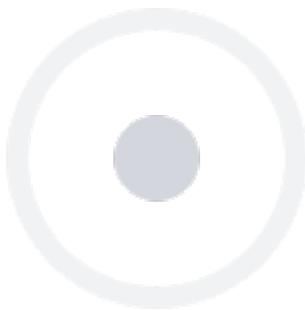


Abbildung 12.5: Icon für Proportional Editing.

Proportionale Bearbeitung im Object-Mode

Im Object-Mode müssen jeweils die Ursprünge der Objekte, welche proportional transformiert werden sollen, innerhalb des Erfassungskreises liegen. Dabei spielt es keine Rolle, ob das Mesh des Objektes ebenfalls erfasst wird oder nicht. Im Edit-Mode können lediglich die Vertices der aktuell ausgewählten Objekte proportional mittransformiert werden. Zudem gibt es im Edit-Mode die Möglichkeit, im Dropdown-Menü des Proportional Editings die Option «*Connected Only*» anzuwählen. Dadurch werden lediglich Vertices bei der proportionalen Bearbeitung berücksichtigt, die über Edges mit den zu bearbeitenden Vertices verbunden sind.

Form der proportionalen Bearbeitung

Die Elemente, welche sich innerhalb des Erfassungskreises befinden, werden anschließend alle proportional mittransformiert. Die Proportion erfolgt dabei einer vorgegebenen Kurve, welche sich anhand des Dropdown-Menüs genauer definieren lässt. Mithilfe der proportionalen Bearbeitung lassen sich durch die Bearbeitung eines einzigen Vertex komplexe Strukturen erstellen.

Anwendungsbereiche für proportionale Bearbeitung

Gerade natürliche Objekte (Früchte, Landschaften, Bäume, Blumen, usw.) sind selten symmetrisch. Oftmals gibt es Dellen oder andere Verformungen. Mittels der proportionalen Bearbeitung können solche Verformungen leicht auf grössere Flächen angewendet werden, ohne dass jeder Vertex einzeln bearbeitet werden muss.

Übung 8: Proportional Editing

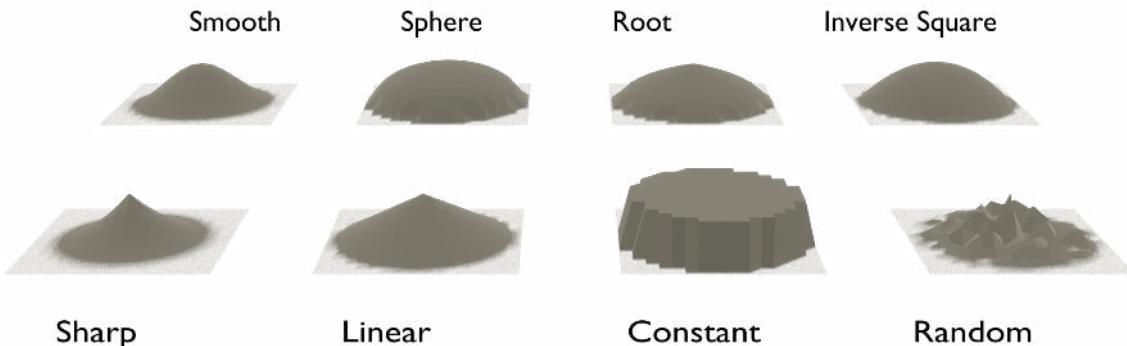


Abbildung 12.6: Die verschiedenen Formen zur proportionalen Bearbeitung im Vergleich. Beispiele zeigen eine Fläche von 2x2 Metern, bestehend aus 16x16 Faces. Diese Faces wurden mittig um 0.5 Meter entlang der Z-Achse bewegt.

### Übung 8.1

Erstellen Sie eine UV-Sphere und versuchen Sie, damit eine Birne zu modellieren. Nutzen Sie hierfür die proportionale Bearbeitung.

## 12.6 Weitere Optionen

Im Edit-Mode sind in der oberen rechten Ecke weitere Optionen verfügbar. Zum einen sind die drei Achsen X, Y und Z als Schaltfläche anwählbar. Durch das Anwählen eines dieser Icons wird das Objekt entsprechend der ausgewählten Achse symmetrisch bearbeitet. Eine Veränderung des Objekts auf der einen Seite der Achse wird dabei also gleichzeitig auch auf der gegenüberliegenden Seite durchgeführt. Gerade bei symmetrischen Objekten hat dies den Vorteil, dass der Fokus nur auf eine Seite gelegt werden muss, ohne dass die Bearbeitungsschritte auf der anderen Seite nochmals wiederholt werden müssen.

Symmetrische Bearbeitung

Bei der symmetrischen Bearbeitung muss allerdings darauf geachtet werden, dass diese Option nicht immer funktioniert. Sobald die Bearbeitung des Objektes begonnen hat, kann Blender teilweise diese Symmetrie nicht mehr berücksichtigen. Wenn eine symmetrische Objektbearbeitung nötig ist, sollte diese also gleich zu Beginn aktiviert werden.

Symmetrische Bearbeitung zu Beginn aktivieren

Neben den Schaltflächen für die drei Achsen befindet sich zudem das Icon für die Option «Auto Merge Vertices». Durch das Aktivieren dieser Option werden Vertices, welche während der weiteren Bearbeitung auf derselben Position platziert werden, automatisch miteinander verbunden. Dadurch ist es nicht mehr nötig, von Hand Vertices zu einem Vertex zu verbinden.

Vertices automatisch verbinden



Abbildung 12.7: Icon für Auto Merge Vertices.

## 13. Tutorial: Erstellen eines Glases

Bislang wurden die grundlegenden Prinzipien der Objektbearbeitung behandelt. Diese ermöglichen eine Vielzahl von Bearbeitungsmöglichkeiten, sodass bereits sehr komplexe Objekte modelliert werden können. Nachfolgend daher eine Erklärung, wie beispielsweise die erläuterten Bearbeitungsmöglichkeiten verwendet werden können, um ein Glas zu modellieren, wie etwa in Abbildung 1.

Ziel dieses Tutorials

Zunächst wird ein neues Blender-Projekt geöffnet. Da das Glas eine runde Form hat, ist der Standardwürfel nicht geeignet, um das Glas nachzubilden. Aus diesem Grund wird er mittels der Taste **X** gelöscht.

Würfel löschen

Generell ist es empfehlenswert, bei der Erstellung von Objekten mit Referenzbildern zu arbeiten. Aus diesem Grund wird eine Bildvorlage für das Glas benötigt. Hierfür kann eine Bilddatei direkt aus einem Ordner oder vom Desktop in den 3D-Viewport hineingezogen werden, sodass das Bild anschliessend direkt in der Szene sichtbar wird. Das Bild wird allerdings so eingefügt, dass es senkrecht zur Benutzeransicht sichtbar ist. Das bedeutet, dass das Bild entsprechend der eigenen Benutzeransicht positioniert und rotiert wird. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, vor dem Hineinziehen des Bildes mit der Taste **1** in die Frontansicht zu wechseln. Dadurch wird das Bild lediglich entlang der X-Achse um 90° rotiert eingefügt. Alternativ kann das Bild über das «Add»-Menü (**Shift** + **A**) unter «Image / Reference» hinzugefügt werden. Zudem ist das Bild jeweils nur sichtbar, wenn die Viewport-Overlays aktiviert sind.

Referenzbild einfügen

Allenfalls sollte das Referenzbild noch im Raum platziert werden. Idealerweise wird das Bild so platziert, dass sich der Mittelpunkt des unteren Endes des Glases am Nullpunkt der Welt befindet. An dieser Stelle sollte sich ebenfalls der 3D-Cursor befinden.

Bild platzieren

Als Nächstes wird das Objekt hinzugefügt, aus dem anschliessend das Glas geformt werden soll. Dieses hat im Idealfall bereits eine ähnliche Form wie das zu erstellende Objekt. In diesem Fall würde dies einem Zylinder entsprechen. Über das «Add»-Menü (**Shift** + **A**) wird unter «Mesh / Cylinder» ein Zylinder an der Position des 3D-Cursors erstellt. Der Zylinder kann in seinen Default-Einstellungen belassen werden.

Primitive Mesh erstellen

Mittels der Taste **Tab** wird in den Edit-Mode gewechselt, um die Bearbeitung des Zylinders zu starten. Die Höhe des Zylinders erstreckt sich nun von  $Z = -1m$  bis  $Z = 1m$ . Somit liegt ein Teil des Zylinders unterhalb des Ursprungs des Objektes. Deshalb wird der Zylinder nun um einen Meter entlang der Z-Achse nach oben verschoben. Mittels der Taste **A** werden alle Elemente des Zylinders ausgewählt. Um eine Verschiebung entlang der Z-Achse um einen Meter zu bewirken, wird die Taste **G** zum Starten der Bewegung, die Taste **Z** zum Einrasten entlang der Z-Achse, die Zahl **1** zur Angabe der Bewegung um einen Meter und die Taste **Enter** zum Bestätigen gedrückt. Nun sollte der Boden des Zylinders am Nullpunkt liegen, so wie in Abbildung 2.

Zylinder positionieren



Abbildung 13.1: Bildvorlage zur Erstellung eines Glases.

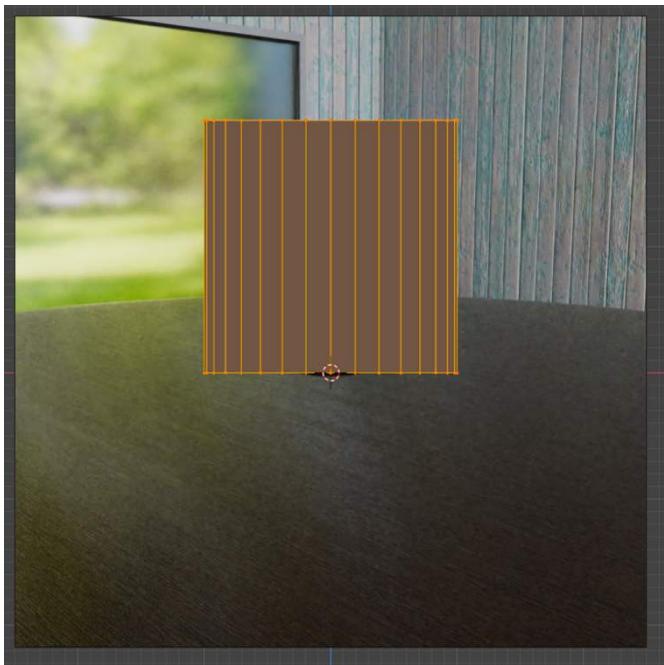


Abbildung 13.2: Zylinder, nachdem seine Vertices um einen Meter entlang der Z-Achse nach oben verschoben wurden.

Der Zylinder ist nun an der Position des Glases, allerdings weist er die falschen Dimensionen auf. Durch eine Skalierung des Zylinders würde sich auch der soeben angepasste Boden verschieben. Deshalb werden die Vertices des Deckels manuell ausgewählt und verschoben. Hierfür wird bei gedrückter **Alt**-Taste ein Edge entlang des Zylinderdeckels ausgewählt. Dadurch werden alle Vertices entlang der Schlaufe dieses Edges ausgewählt – also in dem Fall alle Vertices auf dem Deckel des Zylinders. Diese Vertices werden nun entlang der Z-Achse um den Wert -1.2 verschoben, sodass sie die Höhe  $Z = 0.8$  aufweisen.

Höhe des Zylinderdeckels anpassen

Als Nächstes wird der Mantel des Zylinders angepasst, sodass er der maximalen Breite des Glases entspricht. Hierfür werden alle Vertices ausgewählt und entlang der X- und Z-Achse kleiner skaliert. Mittels der Taste **A** werden alle Vertices ausgewählt. Anschliessend wird mittels der Taste **S** der Skalierungsvorgang gestartet, und mittels der Tastenkombination **Shift** + **Z** die Z-Achse ignoriert. Durch die Eingabe von **0 . 6** und der Bestätigung mittels **Enter** wird anschliessend das Objekt entlang der X- und Y-Achse um den Faktor 0.6 skaliert.

Breite des Zylinders anpassen

In den nächsten Bearbeitungsschritten muss der Mantel des Zylinders entsprechend der Form angepasst werden. Hierfür werden weitere Vertices innerhalb des Zylindermantels benötigt. Um diese hinzuzufügen, werden mit einem Loop Cut zehn Edges entlang des Zylindermantels eingefügt. Hierfür wird mit der Tastenkombination **Ctrl** + **R** zunächst der Loop-Cut-Modus gestartet. Anschliessend wird der Mauszeiger über die Edges, welche vertikal dem Zylindermantel entlang verlaufen, bewegt. Dadurch sollte Blender nun einen Schnitt entlang des Zylindermantels in der Mitte der Höhe vor schlagen. Um statt

Zylindermantel in Edges unterteilen

eines Schnittes gleich zehn Schnitte zu erhalten, wird die Zahl `1 0` eingegeben und der Schnitt anschliessen mittels der linken Maustaste oder `Enter` bestätigt. Danach muss nochmals mittels der linken Maustaste oder `Enter` bestätigt werden, dass der Loop Cut mittig der Flächen verlaufen soll. Wenn die Maus bereits bewegt wurde, erfolgt der Schnitt nicht mehr mittig. In diesem Fall sollte die Platzierung mittels `esc` der Taste beendet werden.

### Anpassen der Breite von Hand

Die neu erstellten Edges werden nun horizontal der Breite des Glases auf der jeweiligen Höhe angepasst. Dies kann zum einen manuell von Hand für jede Reihe an Edges erfolgen. Hierfür wird mittels `Alt` + der linken Maustaste auf ein horizontales Edge die gesamte Reihe von Edges ausgewählt. Mittels der Skalierung (`S`) entlang der X- und Y-Achse (`Shift` + `Z`) kann der Radius für die entsprechende Höhe eingestellt werden. Der Radius wird nacheinander für jede Edge-Reihe angepasst.

### Anpassen der Breite mittels Proportional Editing

Alternativ kann auch auf das «*Proportional Editing*» zurückgegriffen werden, welches mittels der Taste `O` aktiviert wird. Dadurch kann etwa die oberste Reihe von Edges mittels `Alt` + der linken Maustaste ausgewählt werden. Anschliessend wird mittels der Taste `S` die Skalierung gestartet. Für die proportionale Bearbeitung wird nun ein Kreis dargestellt. Dieser kann mittels des Mausrads verkleinert oder vergrössert werden. Sein Radius ist im oberen Bildschirmrand angezeigt und sollte etwa 0.75 betragen. Anschliessend kann die Skalierung entlang der X- und Y-Achse festgelegt (`Shift` + `Z`) und um den Faktor 0.85 skaliert werden. Dieser Vorgang wird anschliessend nochmals am unteren Rand des Zylinders wiederholt (mit einem Radius von ca. 0.5 und einer Skalierung um den Faktor 0.5). Anschliessend wird bei deaktivierter proportionaler Bearbeitung noch der untere Rand erneut um den Faktor 0.9 entlang der X- und Y-Achse skaliert und der obere Rand ebenfalls um den Faktor 0.975.

### Zylinderdeckel löschen

Der Zylinder sollte nun bereits die Form des Glases aufweisen. Durch einen Wechsel in den Face-Select-Modus ist es möglich, direkt das Face, welches den Deckel des Zylinders darstellt, auszuwählen und mittels `X` zu löschen. Anschliessend ist das Glas so gut wie fertig – ihm fehlt lediglich noch eine Dicke.

### 3D-Cursor verschieben

Um die Dicke des Glases zu erstellen, sollen alle Faces gegen den Mittelpunkt des oberen Randes des Zylinders hinausgezogen werden. Hierfür muss zunächst der 3D-Cursor mittig des oberen Randes platziert werden. Dies geschieht, indem alle Edges entlang des oberen Randes ausgewählt werden (hierfür muss wieder in den Edge- oder Vertex-Select-Modus gewechselt werden). Anschliessend wird mittels der Tastenkombination `Shift` + `S` das Snap-Menü geöffnet. Mit der Auswahl «*Cursor to Selected*» wird der 3D-Cursor mittig in der Auswahl zu platzieren.

### Fläche nach innen extrudieren

Anschliessend wird der Bezugspunkt für Transformationen auf den 3D-Cursor gewechselt (unter der Schaltfläche «*Transform Pivot Point*» im Header). Nachdem alle Elemente des Zylinders mittels `A` ausgewählt wurden, können nun alle Flächen mit der Taste `E` extrudiert werden. Mittels der Taste `S` wird skalierend extrudiert und mit den Tasten `0`

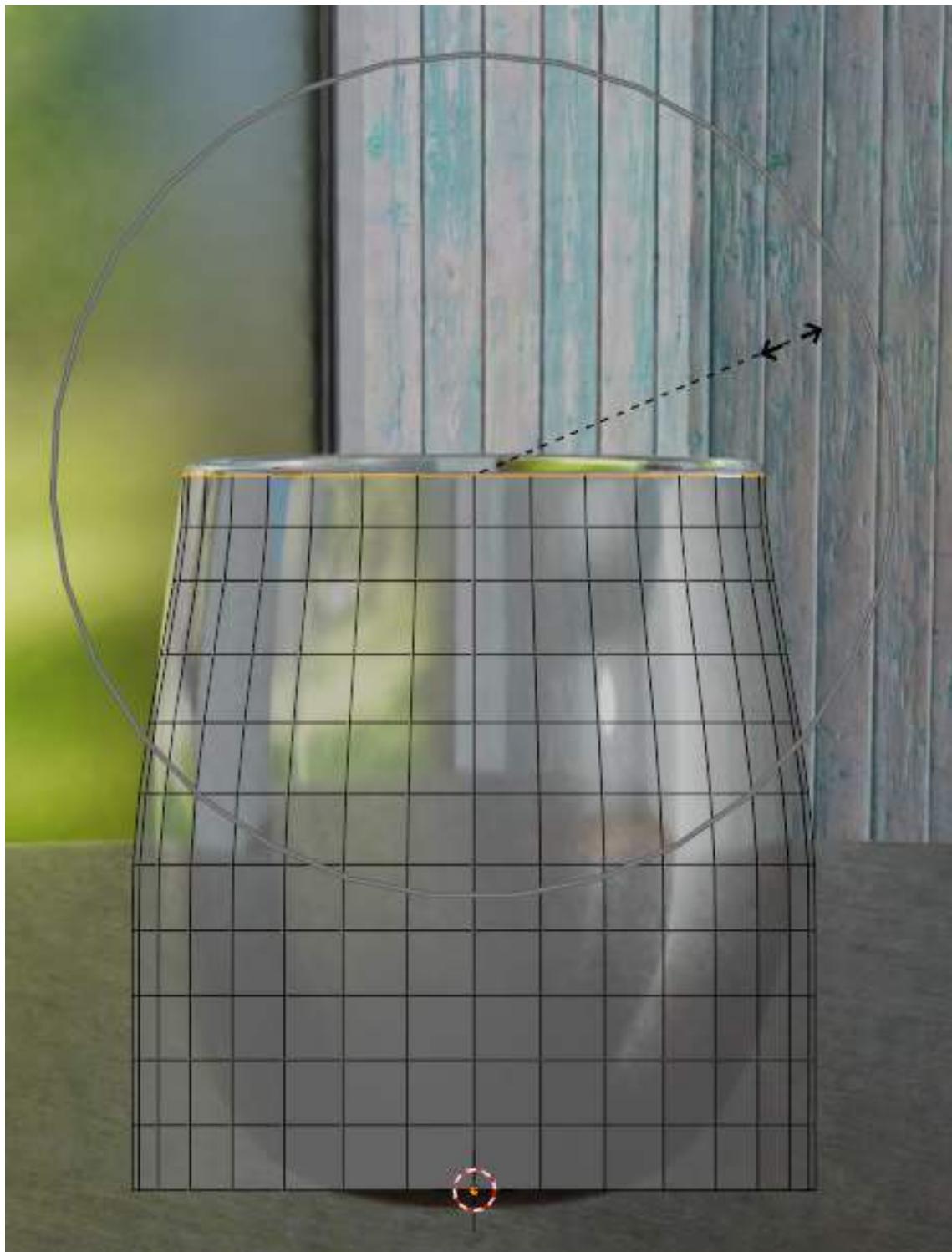


Abbildung 13.3: Proportionale Anpassung der Breite des Zylinders entsprechend der Bildvorlage.

`. [9] [5]` der Faktor 0.95 festgelegt. Dies kann schliessend mittels der linken Maustaste oder `Enter` bestätigt werden. Mit diesem Schritt ist das Glas bereits fertiggestellt. Es sieht noch etwas eckig und kantig aus, aber in den nächsten Kapiteln wird behandelt, wie das Glas noch glatter erscheint.



Abbildung 13.4: Alle Faces des Glases werden zum 3D-Cursor hin extrudiert, damit das Glas eine Dicke erhält.

### 13.1 Alternative Methode zur Erstellung eines Glases

Backup-Objekt erstellen

Es gibt noch eine andere Methode zur Erstellung des Glases. Zur Veranschaulichung dieser Methode kann im Object-Mode nach der Auswahl des Glases mittels der Taste `D` ein Duplikat erstellt werden, welches mit der Taste `H` versteckt werden kann. Dadurch bleibt dieses Duplikat erhalten, sodass trotzdem die andere Methode ausprobiert werden kann.

Querschnitt des Glases erstellen

Nun wird das andere Glas im Edit-Mode bearbeitet. Das Ziel ist es hierbei, dass ein Querschnitt des Glases entsteht. Diese Methode erfordert den Vertex-Select-Mode. Mittels

**A** + der linken Maustaste wird ein Edge, welches vertikal dem Glas entlang verläuft, ausgewählt und mittels der Tastenkombination **Ctrl** + **I** die Auswahl umgekehrt. Nun wird diese Auswahl von Vertices mittels **X** gelöscht. Dadurch sollten nun lediglich die Vertices übrigbleiben, die den Rand eines Glases vertikal darstellen. Die äussersten Vertices werden anschliessend extrudiert und auf ihrer jeweiligen Höhe am Nullpunkt der Szene plaziert.

Anhand eines solchen Querschnittes eines Glases kann nun mittels des Spin-Tools kreisförmig die Form des Glases extrudiert werden. Hierfür wird zunächst in der Toolbar das Spin-Tool aktiviert. Anschliessend werden alle Vertices mit der Taste **A** ausgewählt. Durch das Ziehen entlang einer der beiden «+»-Symbole des Spin-Gizmos kann anschliessend das Glas kreisförmig aus dem Querschnitt herausgezogen werden. Im Kontext-Menü zur letzten Aktion kann anschliessend der Radius noch auf 360° festgelegt werden und darunter «Auto Merge» aktiviert werden. Dadurch werden die beiden Enden des extrudierten Bereichs zusammen verbunden. Zusätzlich kann unter «Steps» noch die Anzahl extrudierter Faces erhöht werden, um einen glatteren Kreis zu erhalten.

Kreisförmiges Herausziehen mittels des Spin-Tools

Übung 9: Eigenes Glas erstellen

### Übung 9.1

Nehmen Sie ein rundes Glas aus Ihrem eigenen Haushalt, welches Sie anschliessend in Blender nachbauen. Idealerweise nehmen Sie ein Glas ohne weitere Oberflächenstrukturen. Machen Sie ein Foto von diesem Glas von der Seite in einem möglichst rechten Winkel und verwenden Sie dieses Foto anschliessend als Vorlage in einem Blender-Projekt. Bauen Sie dieses Glas anschliessend als 3D-Objekt nach.

Speichern Sie das Glas zudem ab, um es in späteren Kapiteln verwenden zu können.

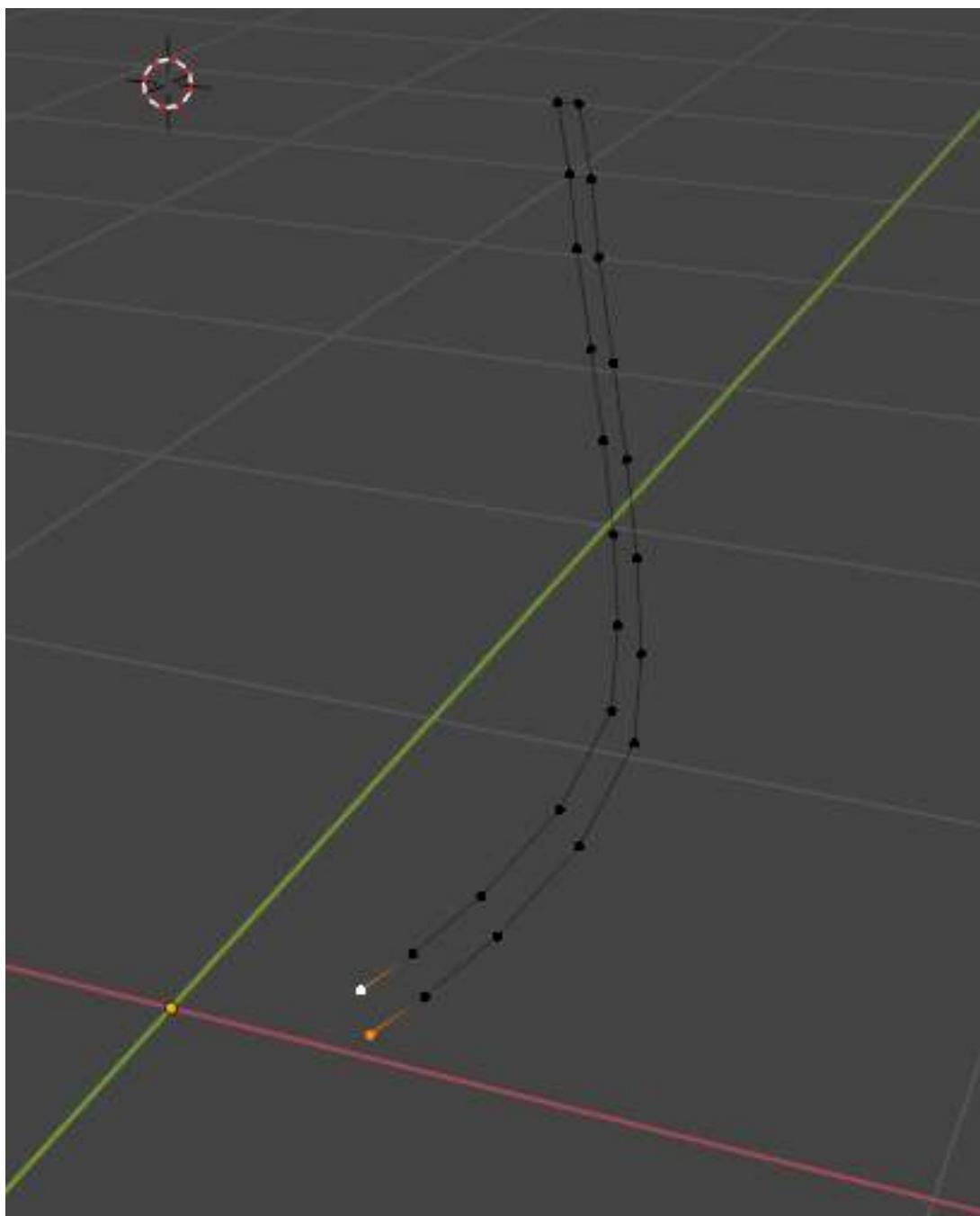


Abbildung 13.5: Querschnitt des Glases. Die in der Abbildung ausgewählten Vertices müssen entlang der X- und Y-Achse noch zum Ursprung des Objektes extrudiert werden.

# 14. Objekterstellung mittels Modifiern

Die bislang besprochenen Methoden der Objektbearbeitung stellen destruktive Methoden dar. Bei destruktiven Methoden wird das Objekt so abgeändert, dass es seine originale Form verliert. Ein Zylinder, der mit destruktiven Methoden zu einem Glas modelliert wird, verliert also seine Form als Zylinder.

Destruktive Objektbearbeitung

Durch die destruktive Objektbearbeitung ist es schwierig, wieder an einen früheren Punkt der Bearbeitung zurückzukehren. Mittels der Tastenkombination **Ctrl** + **Z** können zwar Schritte wieder rückgängig gemacht werden, allerdings ist die Anzahl dieser Schritte beschränkt. Zudem gehen diese Bearbeitungsschritte verloren, sobald Blender geschlossen wird, sodass Bearbeitungsschritte von früheren Blender-Sessions nicht rückgängig gemacht werden können.

Destruktive Bearbeitung ist schwer zurückzuverfolgen

Gerade wenn komplexe Objekte bearbeitet werden, kann es vorkommen, dass frühere Schritte sich später als Fehler herausstellen. Dann muss das Objekt möglicherweise über komplexe Umwege wieder in den gewünschten früheren Zustand zurückgebracht werden. Zudem können gewisse Schritte zum einen Zeitpunkt dazu führen, dass andere Schritte zu einem späteren Zeitpunkt komplexer werden.

Komplexität durch destruktives Vorgehen

Wäre es von daher nicht praktisch, wenn Objekte mittels möglichst simpler Parameter bearbeitet werden könnten, welche sich auch nachträglich jederzeit wieder bearbeiten liessen? Genau hierfür gibt es die sogenannten Modifier. Die Modifier ermöglichen eine nicht-destruktive Form der Objektbearbeitung. Sie können als Funktionen verstanden werden, welche auf ein Objekt angewendet werden und deren Einstellungen jederzeit nachjustiert werden können.

Modifier zur nicht-destruktiven Bearbeitung von Objekten

## 14.1 Ein glas mittels Modifiern erstellen

### 14.1.1 Vorbereitung

Im vorherigen Kapitel wurde bereits behandelt, wie ein Glas mittels destruktiver Methoden erstellt werden kann. Die Form des fertiggestellten Glases kann noch verändert werden, allerdings ist es komplex, die Vertices so zu bearbeiten, dass die Struktur erhalten bleibt. Deshalb wird nun ein neues Glas mittels Modifiern erstellt.

Bisheriges Glas stellt eine komplexe Struktur dar

Um ein neues Glas zu erstellen, wird in diesem Fall ein beliebiges primitives Mesh erstellt. Danach werden im Edit-Mode (Wechsel mittels **Tab**) alle Vertices ausgewählt (**A**). Anschliessend werden diese Vertices alle zu einem einzigen Vertex zusammengefasst, indem mittels der Taste **M** der Merge-Befehl «At Center» aufgerufen wird. Nun sollte nur noch ein einziger Vertex vorhanden sein. Dieser sollte am Ursprung des Objektes platziert werden. Hierfür kann in der Sidebar (Aufrufen mittels **N**) der Vertex im lokalen Koordinatensystem am Nullpunkt platziert werden. Dieser Vertex stellt nun den Mittelpunkt des Glasbodens dar.

Objekt auf einen einzelnen Vertex reduzieren

## Neue Vertices extrudieren

Als Nächstes wird die Form des Glases im Querschnitt erstellt. Am besten wird das Objekt in der Vorderansicht betrachtet. Zunächst wird der Radius des Glasbodens festgelegt. Hierfür wird ein Edge entlang der X-Achse beispielsweise um 0.1 Meter extrudiert (`E`, `X`, `0` `.` `1`, danach bestätigen mittels der Taste `Enter`). Anschliessend wird von diesem Vertex ebenfalls ein Vertex herausgezogen, welches entlang der Z-Achse (und bei Bedarf auch entlang der Y-Achse) verschoben wird. Dadurch sollte nun ein Querschnitt eines halben Glases erstellt worden sein, wie in Abbildung 1 dargestellt.

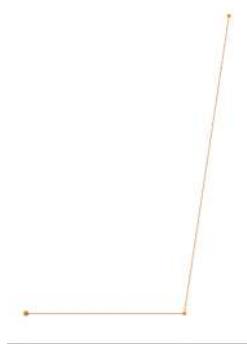


Abbildung 14.1: Der Querschnitt eines halben Glases.

## Vertices mit der Maus erstellen

Eine alternative Möglichkeit, um Vertices zu extrudieren, besteht darin, dass im Edit-Mode bei gedrückter `Ctrl`-Taste mit der rechten Maustaste in den 3D-Viewport geklickt wird. An der Stelle des Klicks wird anschliessend ein neuer Vertex erstellt. Wenn davor ein Vertex ausgewählt wurde, wird der mit dem Klick erstellte Vertex über ein Edge mit dem ausgewählten Vertex verbunden. So kann der Umriss des Glases auch mittels der Maus erstellt werden.

## Weitere Schritte zur Erstellung des Glases

Mithilfe dieser drei Vertices kann bereits ein Glas erstellt werden. Hierfür wird Folgendes benötigt:

- Die drei Vertices müssen, wie mit dem Spin-Tool, im Kreis extrudiert werden.
- Das Objekt benötigt eine Dicke.

## 14.1.2 Hinzufügen von Modifiern

## Modifier-Panel im Properties-Editor

Modifier sind jeweils im Properties-Editor aufzufinden, welcher das Areal in der rechten unteren Ecke von Blender darstellt. Auf der linken Seite dieses Editors befindet sich ein Reiter mit verschiedenen Symbolen. Die Modifier werden dort als Schraubenschlüssel symbolisiert. Durch einen Klick auf den Schraubenschlüssel wird der Modifier-Reiter geöffnet. Darin werden alle Modifier aufgelistet, die dem aktiven Objekt oder dem gerade bearbeiteten Objekt zugewiesen sind.

## Modifier hinzufügen

Der Reiter für die Modifier ist noch leer, da dem Objekt noch kein Modifier hinzugefügt wurde. In der Dropdown-Liste «Add Modifier» können Modifier hinzugefügt werden. Diese Modifier werden auf das aktive Element oder das Objekt, welches gerade im Edit-Mode bearbeitet wird, angewendet.



Abbildung 14.2: Modifier-Icon, welches im Reiter des Properties-Editors aufzufinden ist.

Als Erstes wird ein Modifier benötigt, der das Spin-Tool auf das Glas anwendet. Dieser kann mittels des Modifiers «Screw» erstellt werden. Dieser Modifier extrudiert Objekte kreisförmig um den Ursprung herum, analog zum Spin-Tool. Per Default wird das Objekt bei der Anwendung des Modifiers um 360° im Kreis gedreht. Dadurch sollte aus dem Querschnitt ein rundes Glas erstellt werden.

Screw-Modifier,  
um im Kreis zu  
extrudieren

Bei der destruktiven Methode mit dem Spin-Tool war es unerlässlich, dass direkt bei der Durchführung der Transformation bestimmt wird, um wie viele Grad die Operation durchgeführt werden soll, wie viele Faces gebildet werden sollen und ob die Elemente automatisch verbunden werden sollen. Bei der Bearbeitung mittels des Screw-Modifiers können diese Einstellungen jederzeit in den Einstellungen des Modifiers verändert werden. Für das aktuelle Glas-Objekt ist es sinnvoll, hier die Einstellung «Merge» zu aktivieren, sodass die Vertices am Start und am Ende der Umdrehung zu je einem Vertex verbunden werden.

Veränderbarkeit  
von Modifizieren



Abbildung 14.3: Glas, erstellt mittels eines Screw- und eines Solidify-Modifiers.

Das Glas benötigt noch eine Dicke. Auch diese kann mittels eines Modifiers hinzugefügt werden. Hierfür wird mittels des Dropdown-Menüs «Add Modifier» ein «Solidify»-Modifier hinzugefügt. Dieser extrudiert alle Faces entlang ihrer Normalen und verbindet sie gemeinsam, sodass das Objekt eine Dicke erhält. Somit hat das Glas nun bereits seine eigentliche Form erhalten.

Solidify-  
Modifier, um  
Dicke zu  
erstellen

### 14.1.3 Der Subdivision-Surface-Modifier

Subdivision Surface zum Glätten

Das Glas ist allerdings sehr eckig. An dieser Stelle kommt der wohl wichtigste Modifier zur Anwendung: der Subdivision-Surface-Modifier. Der Subdivision-Surface-Modifier unterteilt alle Faces im Modell durch zwei Edges in jeweils vier kleinere Faces – so wie auch der Befehl «*Subdivide*». Zusätzlich passt der Modifier die neu gebildeten Edges so an, dass die Oberflächen abgerundet und geglättet werden. Dadurch können klobige und eckige Modelle besonders schnell zu abgerundeten und glatten Modellen umgewandelt werden.

Subdivisions hinzufügen

Unter «*Add Modifier*» kann der «*Subdivision Surface*»-Modifier ausgewählt werden. Beim Modifier kann anschliessend unter «*Levels Viewport*» eingegeben werden, wie viele Subdivisions erzeugt werden sollen. Es können maximal sechs Subdivisions im Modifier durchgeführt werden (wobei auch mehr Subdivisions möglich sind, indem ein weiterer Subdivision-Surface-Modifier hinzugefügt wird). Je höher die Anzahl Subdivisions, desto glatter wird die Fläche. Allerdings erhöht sich dadurch auch die Anzahl Vertices zur Berechnung des Objektes, was mehr Leistung vom Computer erfordert. Es ist deshalb ratsam, es nicht mit diesem Modifier zu übertreiben.

Subdivisions beim Rendern

Unterhalb der Zeile «*Levels Viewport*» befindet sich die Zeile «*Render*». Dadurch lässt sich die Anzahl Subdivisions für den finalen Render einstellen. Dies ermöglicht eine höhere Anzahl Subdivisions für den finalen Render-Prozess, während die Bearbeitung mit einer geringeren Anzahl erfolgt und weniger Leistung benötigt wird.

Catmull vs. Simple

Zusätzlich verfügt der Subdivision-Surface-Modifier über die Einstellungsoption «*Catmull-Clark*» oder alternativ «*Simple*». Per Default ist die Option «*Catmull-Clark*» eingestellt, welche dafür sorgt, dass das Objekt geglättet wird. Die Option «*Simple*» unterteilt das Objekt lediglich in mehr Vertices, ohne deren Position so anzupassen, dass das Objekt glatter erscheint.

## 14.2 Funktionsweise von Modifern

Fehlende Dicke

Nun sollten dem Glas drei Modifier in der folgenden Reihenfolge zugeordnet sein: ein Screw-Modifier, welcher die drei Vertices kreisförmig extrudiert, ein Solidify-Modifier, welcher den Faces eine Dicke hinzufügt, und ein Subdivision-Surface-Modifier, welcher das Objekt durch zusätzliche Vertices glättet. Das Objekt erscheint nun glatt, aber nicht mehr besonders dick. Dies liegt daran, dass der Solidify-Modifier dem Glas eine Dicke zuweist, der Subdivision-Surface-Modifier allerdings die Vertices dieser Dicke so stark glättet, dass die Dicke wieder verschwindet. Zudem fällt auch auf, dass der runde Boden des Glases stark verformt wird und unverhältnismässig kantig erscheint.

Verwendung von Tris bei Modifern

Die seltsame Form am Boden ist auf die Form der Faces zurückzuführen, welche durch die Modif entstehen. Durch die kreisförmige Extrusion der Vertices im Screw-Modifier entstehen am Boden eine Reihe Tris, die sich kreisförmig um den Mittelpunkt bilden. Die meisten Modif können mit Tris umgehen, allerdings nicht alle gleich gut. In diesem Fall

liegt die Ursache beim Subdivision-Surface-Modifier, welcher die kreisförmigen Vertices unterschiedlich stark zum Mittelpunkt hin glättet.

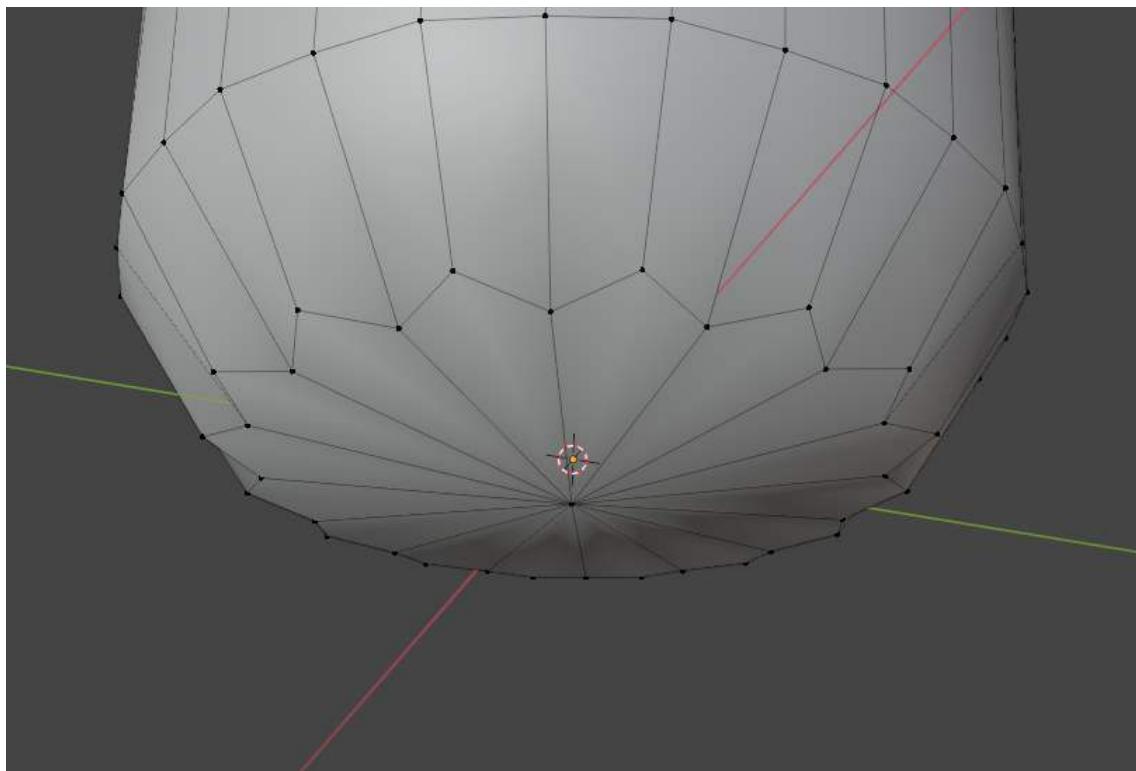


Abbildung 14.4: Verzerrung von Tris am Glasboden durch den Subdivision-Surface-Modifier.

Sowohl das Problem der geringeren Dicke als auch das Problem der unterschiedlich stark geglätteten Vertices am Glasboden kann mittels eines zusätzlichen Modifiers behoben werden. Das Ziel hierfür ist, dass alle Edges mit grösseren Winkeln abgerundet werden. Dies kann mittels des Bevel-Modifiers erzielt werden. Dieser führt einen Bevel-Prozess in einer nicht-destructiven Methode durch. Unter «Add Modifier» kann «Bevel» ausgewählt werden, um diesen Modifier hinzuzufügen.

Das Hinzufügen des Bevel-Modifiers reduziert das Problem der Dicke des Glases, allerdings bleiben die Verformungen am Boden des Glases bestehen. Dies liegt daran, dass der Bevel-Modifier noch vor dem Subdivision-Surface-Modifier angewendet werden sollte, respektive der Subdivision-Surface-Modifier nach dem Bevel-Modifier. In der rechten oberen Ecke des Subdivision-Surface-Modifiers befindet sich eine Schaltfläche. Bei gedrückter linker Maustaste auf diese Schaltfläche lassen sich die Modifier verschieben. Es muss nun entweder der Bevel-Modifier über den Subdivision-Surface-Modifier gezogen werden oder der Subdivision-Surface-Modifier unterhalb des Bevel-Modifiers. Nun sollten beide Probleme gelöst sein. Mittels eines Wertes von 2 für die Subdivisions im Viewport müsste das Glas glatt aussehen.

Nebst der Schaltfläche zum Verschieben beinhaltet der Header eines Modifiers noch weitere Punkte:

Bevel-Modifier

Reihenfolge von  
Modifern  
ändern

Schaltflächen  
im Header des  
Modifiers

- Innerhalb eines Textfeldes wird der Name des Modifiers angezeigt. Dieser kann auch abgeändert werden, damit etwa die Funktion des Modifiers klarer wird.
- Daneben sind drei weitere Schaltflächen anzutreffen, die wahlweise aktiviert oder deaktiviert werden können:
  - **On Cage:** Wenn diese Schaltfläche aktiviert ist, wird im Edit-Mode angezeigt, wie sich die Bearbeitung von Vertices auswirkt. Dieses Feld ist allerdings nicht bei allen Modifiern verfügbar. Da es beim Screw-Modifier nicht verfügbar ist, wird es im Beispiel mit dem Glas auch bei den nachfolgenden Modifiern nicht angezeigt. Durch das Deaktivieren der Schaltfläche «*Edit Mode*» (siehe nächsten Aufzählungspunkt) beim Screw-Modifier wird die Schaltfläche «*On Cage*» bei den darauffolgenden Modifiern jedoch wieder sichtbar.
  - **Edit Mode:** Wenn diese Schaltfläche aktiviert ist, wird während der Bearbeitung im Edit-Mode der Effekt des Modifiers auf das gesamte Objekt gezeigt. Ansonsten bleibt dieser Modifier im Edit-Mode unberücksichtigt.
  - **Realtime:** Der Modifier wird im 3D-Viewport angezeigt.
  - **Render:** Der Modifier wird beim Rendern berücksichtigt.
- Innerhalb des Dropdown-Menüs sind folgende Optionen anzutreffen:
  - **Apply:** Der Modifier wird auf das Objekt angewendet. Dadurch verschwindet der Modifier aus der Ansicht und kann auch nicht mehr weiterbearbeitet werden. Wird zudem ein Modifier angewendet, der nicht an der obersten Position der Modifier-Reihenfolge liegt, werden alle vorgängigen Modifier bei der Anwendung ignoriert.
  - **Duplicate:** Der Modifier wird dupliziert und direkt unter dem originalen Modifier platziert.
  - **Copy to Selected:** Wenn mehrere Objekte ausgewählt sind, kann der Modifier des aktiven Elements durch diesen Befehl auf die anderen Objekte übertragen werden.
  - **Move to First:** Der Modifier wird in der Reihenfolge der Modifier an die erste Stelle verschoben.
  - **Move to Last:** Der Modifier wird in der Reihenfolge der Modifier an die letzte Stelle verschoben.
- Mittels des Kreuzes wird ein Modifier gelöscht.

Merke...

Modifier werden verwendet, um Objekte nicht-destruktiv bearbeiten zu können.

Modifier werden auf Objekte angewendet.

Wenn mehrere Modifier auf ein Objekt angewendet werden, werden sie nacheinander in der Modifier-Ansicht von oben nach unten angewendet.

## 14.3 Weitere Glättung erzielen durch Smooth-Shading

Blender bietet eine Möglichkeit, um Objekte noch über den Subdivision-Surface-Modifier hinaus zu glätten. Hierfür muss das entsprechende Objekt im Object-Mode ausgewählt werden. Anschliessend kann unter «Object / Shade Smooth» eingestellt werden, dass das Objekt geglättet dargestellt wird. Unter «Object / Shade Flat» kann ein geglättet dargestelltes Objekt wieder ohne eine Glättung dargestellt werden.

Shade Smooth und Shade Flat

Bei dieser Art der Glättung wird nichts an der Struktur des Objektes geändert, sondern dessen Darstellung geglättet. Diese Darstellung wirkt allerdings bei sehr kantigen Objekten und daher auch beispielsweise bei Objekten im Low-Poly-Stil befremdlich. In diesem Fall ist eher «Shade Flat» zu empfehlen. Zudem ist für die Berechnung dieser geglätteten Fläche wichtig, dass die Normalen in die richtige Richtung orientiert sind. Nebst zu kantigen Flächen sind falsch orientierte Normalen eine häufige Ursache, wenn ein Objekt unter «Shade Smooth» schlecht dargestellt wird.

Häufige Fehler beim Smooth-Shading

## 14.4 Die Vielzahl von Modifiern

Blender verfügt über eine sehr hohe Anzahl verschiedener Modifier, welche auch stetig zunimmt. Einige dieser Modifier werden sehr selten und für sehr spezifische Verfahren verwendet. Andere Modifier sind hingegen praktisch unerlässlich für die Arbeit mit 3D-Objekten.

Vielfalt der Modifier

Die verschiedenen Modifier sind in vier verschiedene Arten unterteilt:

Arten von Modifiern

- **Modify:** Diese Modifier fokussieren sich auf die Datenstruktur innerhalb der Meshes.
- **Generate:** Diese Modifier ermöglichen eine nicht-destructive Bearbeitung von Objekten.
- **Deform:** Diese Modifier ermöglichen eine Veränderung der Form von Objekten.
- **Physics:** Diese Modifier werden verwendet, um Objekten in Simulationen in Blender eine Rolle zuzuweisen.

### 14.4.1 Generate-Modifier

Für die Objekterstellung werden vor allem die Generate-Modifier verwendet. Auf ihnen liegt deshalb auch der Fokus in diesem Kurs.

#### Array

Der Array-Modifier erstellt beliebig viele Duplikate eines Objektes. Diese Duplikate werden in einer Reihe aufgestellt. Dadurch können sich wiederholende Muster mittels dieses Modifiers erstellt werden. Hierfür lässt sich die Anzahl Wiederholungen des Objektes unter «Count» einstellen. Anschliessend kann entlang der drei Achsen eingestellt werden, in welchem Abstand die Wiederholungen jeweils zueinander stehen sollen. Dieser Abstand kann relativ zur Grösse des Objektes eingestellt werden, indem «Relative Offset» aktiviert wird. In diesem Fall wird der Abstand um einen Faktor relativ zur Objektgrösse definiert.

Objekte wiederholen mittels Array-Modifier

Ein Wert von 1 würde bedeuten, dass das Objekt direkt an der Stelle wiederholt wird, an der das Original seine äusserste Grenze hat. Wenn hingegen «Constant Offset» aktiviert wird, werden die Wiederholungen ausgehend vom Ursprung des Objektes um den angegebenen Wert verschoben wiederholt. Beide Abstandsoptionen lassen sich zudem miteinander kombinieren. Mittels der Einstellung «Merge» lassen sich zudem die wiederholten Objekte an den Vertices zwischen den Wiederholungen verbinden – vorausgesetzt diese befinden sich an derselben Position.

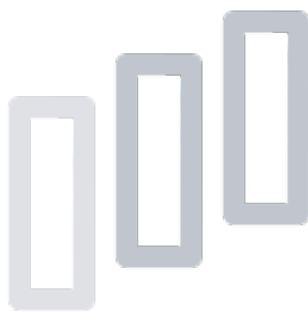
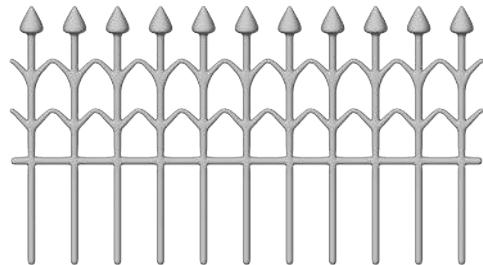


Abbildung 14.5: Icon für den Array-Modifier.



Original



Array

Abbildung 14.6: Ein Objekt sowie eine Anwendung mittels eines Array-Modifiers.

### Bevel

Kanten  
abrunden  
mittels  
Bevel-Modifier

Der Bevel-Modifier rundet die Kanten eines Objektes ab. Dabei kann eingestellt werden, wie stark die Abrundung erfolgen soll und wie viele Segmente für die Abrundung gebildet werden sollen. Zusätzlich kann eine Abrundung auch auf Edges mit bestimmten Merkmalen fixiert werden (beispielsweise nur Edges mit bestimmten Winkeln oder einer bestimmten Datenstruktur). Zudem können auch Vertices abgerundet werden. Hierfür

muss im oberen Bereich des Modifiers «Vertices» statt «Edges» ausgewählt werden.

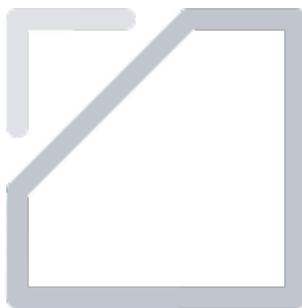


Abbildung 14.7: Icon für den Bevel-Modifier.

### Boolean

Der Boolean-Modifier wird verwendet, um die Teilmengen von zwei Objekten zu bearbeiten. Hierfür wird im Modifier ein zweites Objekt ausgewählt. Wahlweise kann anschliessend die gemeinsame Schnittmenge der beiden Objekte ausgewählt («Intersect»), verbunden («Union») oder entfernt werden («Difference»). Zu beachten ist jedoch, dass beim Verbinden (Union) beide Objekte lediglich zu einem Objekt miteinander verbunden werden. Die Vertice-Strukturen der originalen Objekte bleiben erhalten und werden nicht miteinander kombiniert. Bei den beiden anderen Optionen werden die Vertices der beiden Objekte verbunden.

Schnittmenge zwischen Objekten verwenden mittels Boolean-Modifier

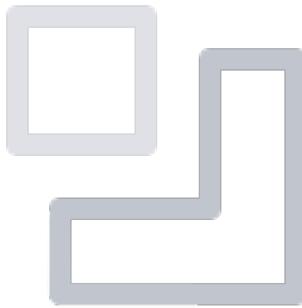


Abbildung 14.8: Icon für den Boolean-Modifier.

### Build

Der Build-Modifier ermöglicht es, dass ein Objekt im Rahmen einer Animation sukzessive aufgebaut wird. Dabei lassen sich der Zeitpunkt des Startes («Start Frame») und die Dauer der Animation festlegen («Length»).

Objekt-Aufbau animieren mittels Build-Modifier

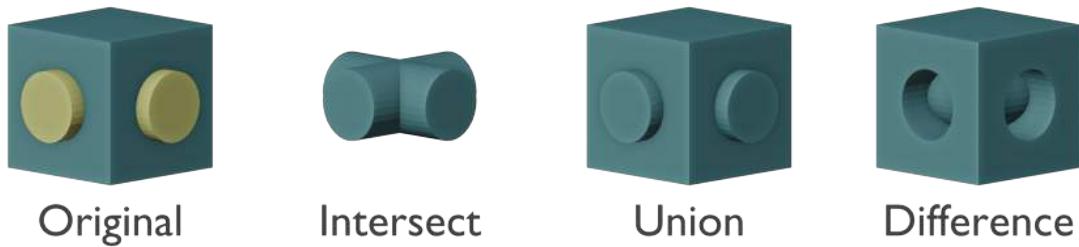


Abbildung 14.9: Der Boolean-Modifier eines Würfels in Kombination mit einem Zylinder. Die drei verschiedenen Boolean-Einstellungen führen zu unterschiedlichen Ergebnissen.

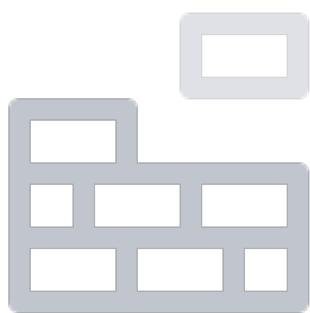


Abbildung 14.10: Icon für den Build-Modifier.

## Decimate

Der Decimate-Modifier reduziert die Anzahl Vertices in einem Objekt. Dabei wird das Objekt entweder um einen Faktor runtergebrochen («Collapse»), «un-subdivided» oder abgeflacht («Planar»). Der Un-Subdivide-Modus stellt das Gegenteil des Subdivision-Surface-Modifiers dar. In diesem Modus muss allerdings beachtet werden, dass die Anordnung der Edges zwischen den Faces bei jedem ungeraden Schritt der Un-Subdivision verändert wird, während sie bei geraden Anzahlen Un-Subdivisions erhalten bleibt, wie in Abbildung 12 dargestellt.

Vertice in  
einem Objekt  
reduzieren  
mittels  
Decimat-  
Modifier

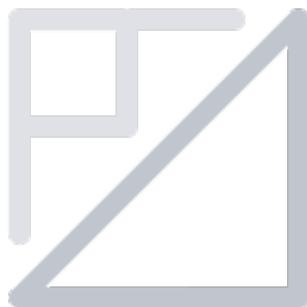


Abbildung 14.11: Icon für den Decimate-Modifier.

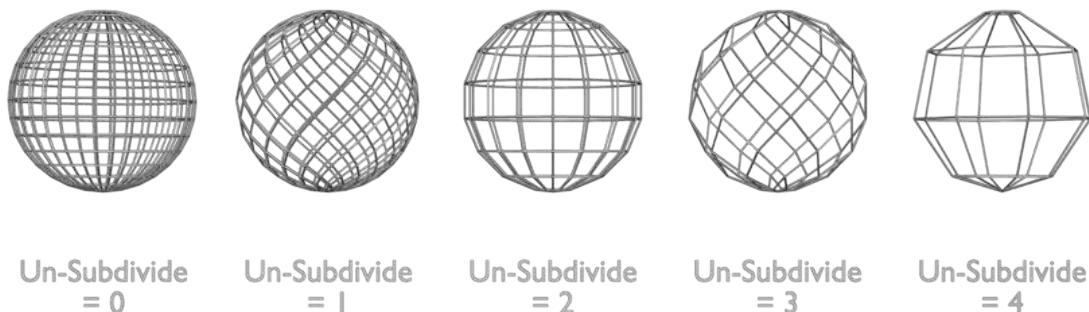


Abbildung 14.12: Veränderung der Edge-Anordnung durch Un-Subdivide.

## Edge Split

Der Edge-Split-Modifier kann dazu verwendet werden, um Edges von zwei aneinanderliegenden Faces aufzuteilen. Dadurch scheinen die Faces zwar aneinanderzuliegen, allerdings handelt es sich dabei um zwei Faces, die nicht miteinander verbunden sind. Dies hat den Vorteil, dass Kanten, welche durch den Subdivision-Surface-Modifier abgerundet werden, nun als einzelne Kanten betrachtet und nicht abgerundet werden. Hierfür muss der Edge-Split-Modifier jedoch vor dem Subdivision-Surface-Modifier platziert werden. Im Edge-Split-Modifier kann unter «Edge Angle» definiert werden, bis zu welchem Winkel die Edges jeweils separiert werden sollen. Bei der Einstellung  $30^\circ$  werden alle Edges

Edges zwischen  
Faces aufteilen  
mittels Edge-  
Split-Modifier

separiert, deren Faces in einem grösseren Winkel als  $30^\circ$  zueinander stehen.

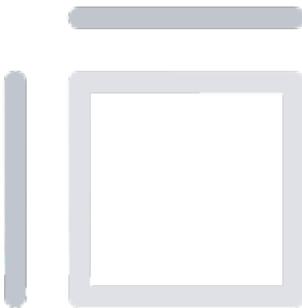


Abbildung 14.13: Icon für den Edge-Split-Modifier.

### Geometry Nodes

Der Geometry-Nodes-Modifier ist ein relativ neuer Modifier in Blender. Er wird benötigt, um ein Objekt mittels sogenannter Geometry Nodes zu bearbeiten. Die entsprechende Einstellung des Geometry Nodes wird jeweils im Geometry-Nodes-Editor vorgenommen.

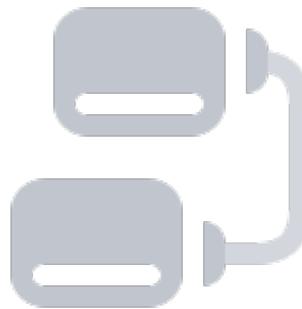


Abbildung 14.14: Icon für den Geometry-Nodes-Modifier.

### Mask

Mittels des Mask-Modifiers können Bestandteile eines Meshes versteckt werden. Hierfür muss eine Gruppe aus Vertices definiert werden, welche versteckt werden soll, und diese Gruppe muss anschliessend im Mask-Modifier angegeben werden. Wie Vertices zu Gruppen zusammengeführt werden, wird im nächsten Kapitel behandelt.

### Mirror

Der Mirror-Modifier spiegelt ein Objekt entlang ausgewählter Achsen vom Ursprung des Objektes aus. Dadurch muss lediglich die Hälfte eines symmetrischen Objektes erstellt oder bearbeitet werden, weil die zweite Hälfte direkt mittels des Mirror-Modifiers erstellt wird. Mittels der Funktion «Clipping» kann zudem eingestellt werden, dass die Punkte,



Abbildung 14.15: Icon für den Mask-Modifier.

welche direkt auf der Spiegelungssachse liegen, miteinander verbunden werden und nicht mehr voneinander losgelöst werden können.

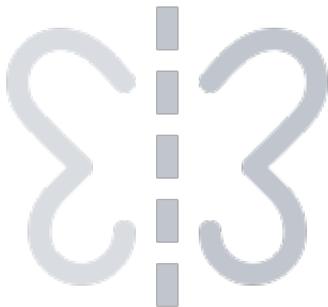


Abbildung 14.16: Icon für den Mirror-Modifier.

## Multiresolution

Der Multiresolution-Modifier führt bei einem Mesh eine Subdivision durch, so wie auch der Subdivision-Surface-Modifier. Anders als beim Subdivision-Surface-Modifier können diese Subdivisions jedoch beim Sculpting von Objekten verwendet werden, ohne dass der Modifier vorgängig auf das Objekt angewendet werden muss.

Mesh für  
Sculpting  
subdividen  
mittels  
Multiresolution-  
Modifier

## Remesh

Mithilfe des Remesh-Modifiers können die Vertices, Edges und Faces eines Objektes neu generiert werden. Hierbei stehen verschiedene Möglichkeiten zur Auswahl, wie Blender bei dieser Neugenerierung vorgehen soll:

Mesh neu  
generieren  
mittels  
Remesh-  
Modifier

- **«Blocks»:** Die Form des Objektes wird blockartig erstellt.
- **«Smooth»:** Die Form des Objektes wird mit einer geglätteten Oberfläche erstellt.
- **«Sharp»:** Die Form des Objektes wird mit einer geglätteten Oberfläche erstellt, allerdings werden spitze Ecken und Kanten beibehalten.
- **«Voxel»:** Das Objekt wird basierend auf seinem Volumen neu erstellt.



Abbildung 14.17: Icon für den Multiresolution-Modifier.



Abbildung 14.18: Icon für den Remesh-Modifier.

### Screw

Objekte  
kreisförmig  
extrudieren  
mittels  
Screw-Modifier

Der Screw-Modifier wird verwendet, um Strukturen kreisförmig entlang einer Achse um ihren Ursprung zu extrudieren. Zusätzlich kann ein «Screw»-Faktor definiert werden. Dieser verschiebt die Umdrehung um den Screw-Faktor entlang der ausgewählten Achse, sodass eine Schraubenform entsteht.

### Skin

Vertices zu  
Mesh  
extrudieren  
mittels  
Skin-Modifier

Der Skin-Modifier versieht den Vertices in einem Objekt eine zusätzliche Haut in Form eines Würfels, der um den Vertex oder entlang der Edges gebildet wird. So kann eine Form aus Vertices und Edges gebildet werden und mittels des Skin-Modifiers mit einem Körper entlang der Edges versehen werden. Dieser Modifier ist ähnlich zum Solidify-Modifier, wobei der Skin-Modifier vor allem für Objekte ohne Faces verwendet wird. Die Verwendung bei Objekten mit Faces in Kombination mit dem Skin-Modifier kann sehr viel Rechenleistung erfordern.

Durch das Hinzufügen des Skin-Modifiers ist es möglich, jeden Vertex mittels einer Skalierung zu bearbeiten. Hierfür muss ein Vertex im Edit-Mode ausgewählt werden.

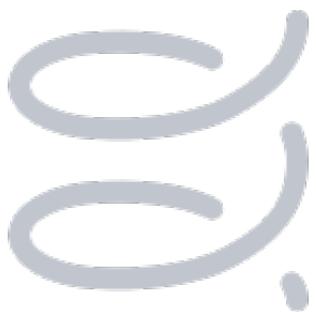


Abbildung 14.19: Icon für den Screw-Modifier.

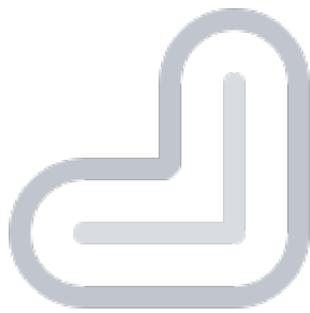
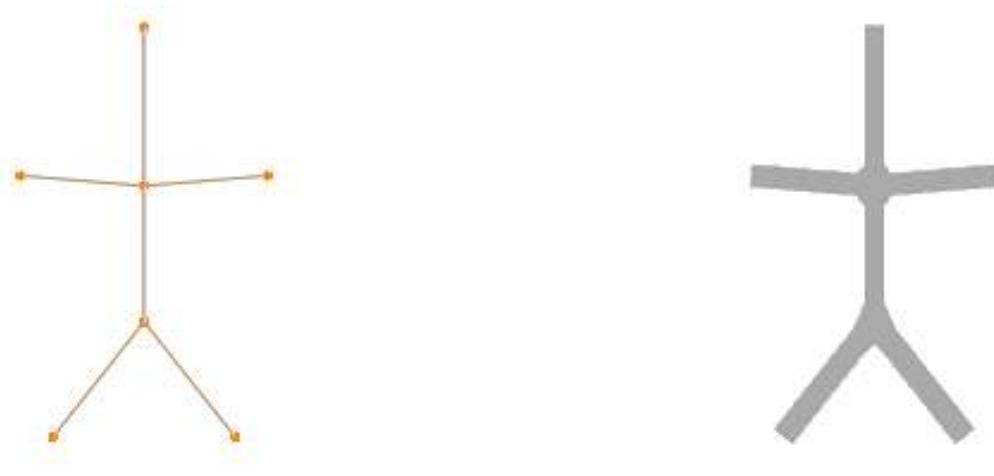


Abbildung 14.20: Icon für den Skin-Modifier.

Mittels der Tastenkombination **Ctrl** + **A** kann der Radius des Körpers bei diesem Vertex eingestellt werden. Ohne das Hinzufügen des Skin-Modifiers steht diese Funktion allerdings nicht zur Verfügung.



# Original

# Skin

Abbildung 14.21: Ein Objekt aus Vertices und Edges sowie seine Form mit dem Skin-Modifier.

### Solidify

Faces extrudieren mittels Solidify-Modifier

Der Solidify-Modifier wird verwendet, um Objekten eine Dicke hinzuzufügen. Dabei werden alle Faces um den Wert der Dicke extrudiert. Die Extrusion erfolgt entlang der Normalen eines Faces um einen Offset-Wert. Wenn dieser Wert 1 oder -1 beträgt, werden die originalen Vertices genau an derselben Stelle belassen und je nach Vorzeichen verändert sich die Richtung der Extrusion. Bei einem negativen Wert erfolgt die Extrusion entlang der Seite ohne Normalen, bei einem positiven Wert entlang der Seite mit Normalen. Bei einem Wert von 0 werden die Flächen so gebildet, dass sich die originalen Faces genau in der Mitte der neuen Faces befinden.

Faces subdivisionen mittels Subdivision-Surface-Modifier

### Subdivision Surface

Der Subdivision-Surface-Modifier wird verwendet, um die Struktur des Objektes zu glätten, indem die Struktur des Objektes unterteilt wird. Dieser Modifier wurde vorgängig ausführlich behandelt.

Quads zu Tris umwandeln mittels Triangulate-Modifier

### Triangulate



Abbildung 14.22: Icon für den Solidify-Modifier.

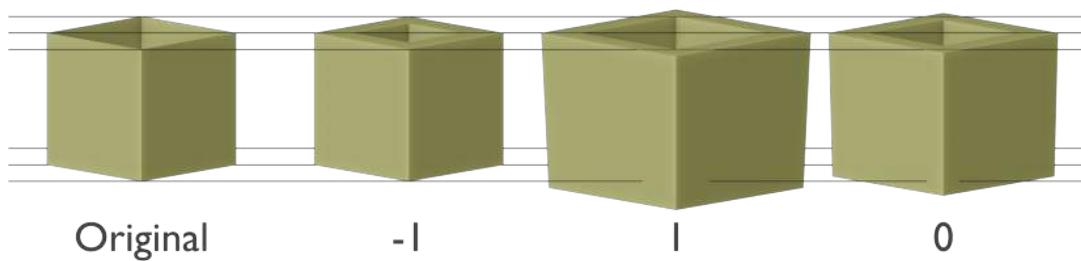


Abbildung 14.23: Ein Würfel ohne Deckel mit den Normalen nach aussen gerichtet. Daneben Anwendungen des Solidify-Modifiers mit unterschiedlichen Offset-Werten.

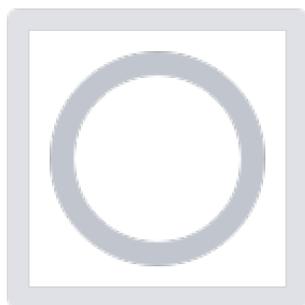


Abbildung 14.24: Icon für den Subdivision-Surface-Modifier.

Der Triangulate-Modifier ermöglicht es, dass die Edges von Faces neu berechnet werden, sodass die Faces lediglich aus Tris bestehen. Es stehen dabei verschiedene Methoden zur Auswahl, welche individuell auf Quads und N-Gons angewendet werden können. Durch eine Erhöhung der Zahl unter «*Minimum Vertices*» lässt sich einstellen, dass nur Faces mit mindestens der entsprechenden Zahl von Vertices zu Tris umgewandelt werden.



Abbildung 14.25: Icon für den Triangulate-Modifier.

### Volume to Mesh

Volumen zu  
Mesh  
umwandeln  
mittels  
Volume-to-  
Mesh-Modifier

Mithilfe des Volume-to-Mesh-Modifiers können Volumen-Daten in ein Mesh umgewandelt werden. Da dieser Kurs nicht auf Volumen-Objekte eingeht, wird dieser Modifier nicht weiter behandelt.



Abbildung 14.26: Icon für den Volume-to-Mesh-Modifier.

### Weld

Merge by  
Distance  
mittels  
Weld-Modifier

Der Weld-Modifier stellt die Funktion «*Merge by Distance*» als Modifier dar. Dabei werden alle Vertices, die nahe beieinanderliegen, zu einem Vertex zusammen gefasst. In den Einstellungen zum Weld-Modifier kann unter «*Distance*» festgelegt werden, bis zu welcher Distanz die Vertices zusammengefasst werden sollen. Zudem kann unter «*Mode*» festgelegt werden, ob berücksichtigt werden soll, ob dies nur auf miteinander verbundene

Vertices («Connected») oder alle Vertices («All») angewendet werden soll.

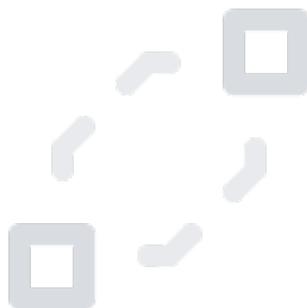


Abbildung 14.27: Icon für den Weld-Modifier.

## Wireframe

Mithilfe des Wireframe-Modifiers werden die Flächen anhand eines Gerüstes dargestellt. Die Edges der Faces werden hierfür aufgehoben und mit vier Faces ersetzt, die entlang der Edges miteinander verbunden werden. Die ursprünglichen Faces werden zusätzlich ebenfalls aufgehoben. Der Wireframe-Modifier bezieht sich dabei lediglich auf die Faces: Einzelne Edges, die nicht Teil eines Faces sind, werden dadurch entfernt und nicht im Gerüst mit aufgenommen.

Gerüst um  
Mesh mittels  
Wireframe-  
Modifier

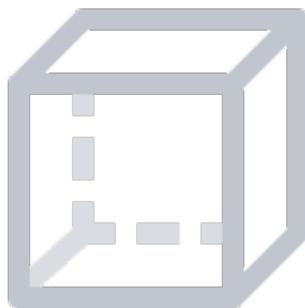


Abbildung 14.28: Icon für den Wireframe-Modifier.

Unter dem Reiter «Thickness» in den Einstellungen zum Wireframe-Modifier lässt sich einstellen, wie gross das Gerüst, welches um die Edges herum gebildet wird, sein soll. Durch den Wireframe-Modifier wird das originale Objekt per Default durch das Gittergerüst ersetzt. Dies kann jedoch in den Einstellungen zum Wireframe-Modifier unter «Replace Original» deaktiviert werden, sodass das originale Objekt nebst dem Gerüst bestehen bleibt.

Gerüst  
anpassen

Übung 10: Modifier

### Übung 10.1

Erstellen Sie eine Wasserflasche mittels Modifiern. Verwenden Sie dabei so wenige Ver-



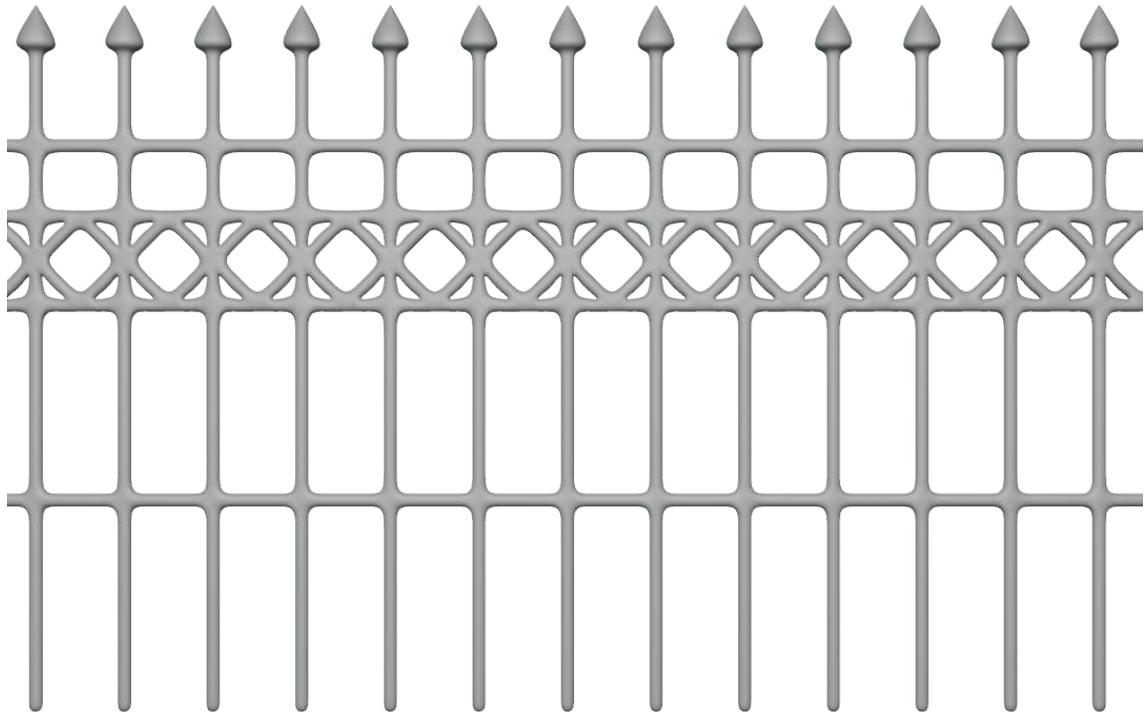
Abbildung 14.29: Würfel mit Triangulate- und Wireframe-Modifier.

tices wie möglich.



### Übung 10.2

Erstellen Sie einen Gartenzaun mittels Modifiern. Verwenden Sie dabei so wenige Vertices wie möglich.



## 14.5 Grenzen der Objektbearbeitung mittels Modifiern

Grenzen von  
Modifiern

Wie beim Beispiel mit dem Glas zu erkennen ist, funktionieren Modifier unter bestimmten Umständen nicht immer perfekt. Die Anwendung des Subdivision-Surface-Modifiers auf einen Zylinder führt beispielsweise dazu, dass nicht nur der Mantel des Zylinders abgerundet wird, sondern auch die Kanten zum Boden beziehungsweise Deckel des Zylinders. Dies führt dazu, dass der Zylinder seine Form verliert und eher einer Kugel ähnelt. Der Boden und der Deckel des Zylinders stellen ein einzelnes N-Gon dar. Durch die fehlenden Quads werden der Boden und der Deckel somit in einer fehlerhaften Form abgerundet. In solchen Fällen macht die Anwendung des Subdivision-Surface-Modifiers in dieser Form keinen Sinn.

Abrundung  
verhindern

Es gibt einige destruktive Lösungsansätze, um die unerwünschten Effekte des Subdivision-Surface-Modifiers zu reduzieren. So können beispielsweise zusätzliche Loop Cuts (`Ctrl + R`) an den Kanten hinzugefügt werden, welche zu stark abgerundet werden. Dies führt dazu, dass Blender eine geringere Länge zur Verfügung hat, um



Abbildung 14.30: Ein Zylinder mit einem Subdivision-Surface-Modifier im Edit-Mode.

Kanten abzurunden.



Abbildung 14.31: Reduzierte Glättung durch Loop Cuts.

Allerdings bleibt der Effekt einer ungenauen Abrundung entlang des Deckels/Bodens bestehen. Um diesen Effekt zu reduzieren, kann das Face des Deckels/Bodens ausgewählt und im Rahmen einer Extrusion kleiner skaliert werden (Taste **E**, danach Taste **S**). Dadurch wird der äusserste Rand des Deckels/Bodens mit Quads dargestellt, die gemeinsam einen Kreis um ein paralleles N-Gon bilden (wie in Abbildung 32 dargestellt).

Abrundung von  
Tris/N-Gons  
verhindern



Abbildung 14.32: Durch Quads am Rand wird das Glätten des N-Gons verhindert.

Die kreisförmig angeordneten Quads liegen in diesem Beispiel nun parallel zu dem N-Gon in der Mitte. Dadurch erübrigt sich eine Glättung des N-Gons entlang seiner Edges. Würde das N-Gon allerdings nicht parallel verlaufen (z.B. wenn es weiter nach aussen gezogen würde, wie in Abbildung 33), so würde das N-Gon wieder geglättet und eine ungewollte Schraffierung entstünde erneut.

Parallelität, um  
Abrundung zu  
verhindern

Dieses Beispiel zeigt, dass die nicht-destruktive Bearbeitung mittels Modifiern teilweise auch Anpassungen im Mesh erfordern. Zudem ist es teilweise nötig, dass Modifier auf ein Objekt angewendet werden, sodass die Vertices, welche durch den Modifier entstehen, destruktiv weiterbearbeitet werden können.

Bearbeitung  
von Meshes  
trotz Modifiern  
notwendig

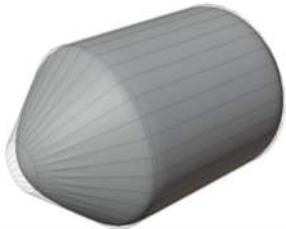


Abbildung 14.33: Glättung des N-Gons entsteht wieder, wenn das N-Gon nicht mehr parallel zu den umgebenden Quads liegt.

Modifier auf  
Teilmengen des  
Meshes  
beschränken

Es gibt allerdings auch noch Lösungsansätze, damit Modifier nicht auf alle Elemente eines Meshes angewendet werden, oder sogar unterschiedlich stark auf unterschiedliche Elemente eines Meshes angewendet werden. Hierfür wird im nächsten Kapitel betrachtet, wie sich solche Einstellungen für unterschiedliche Elemente innerhalb eines Meshes einstellen lassen.

# 15. Eigenschaften innerhalb eines Meshes definieren

## 15.1 Edge Crease

Im letzten Kapitel wurde gezeigt, wie der Effekt des Subdivision-Surface-Modifiers reduziert werden kann. Hierfür wurde erneut auf eine destruktive Bearbeitungsmethode zurückgegriffen. Es gibt allerdings auch Möglichkeiten, um ohne eine destruktive Bearbeitung dem Subdivision-Surface-Modifier mitzuteilen, dass er auf eine Anwendung an bestimmten Stellen im Mesh verzichten soll. Hierfür wird der Edge Crease verwendet.

Subdivision-Surface-Modifier nicht auf alle Edges anwenden

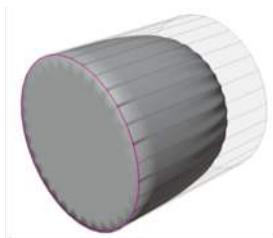


Abbildung 15.1: Anwendung des Edge Creases auf ein N-Gon des Zylinders.

Der Edge Crease stellt ein Merkmal dar, welches einem Edge hinzugefügt werden kann. Edge Crease Je höher der Edge Crease, desto geringer die Glättung durch den Subdivision-Surface-Modifier. Der Edge Crease kann dabei Werte von 0 (normale Anwendung des Modifiers) bis 1 (keine Anwendung des Modifiers) annehmen. Auch Abstufungen dazwischen sind möglich.

Um Edges einen Edge Crease hinzuzufügen, müssen sie zunächst ausgewählt werden. Edge Crease hinzufügen Anschliessend kann mittels der Tastenkombination `Ctrl + E` das «Edge»-Menü beim Mauszeiger geöffnet werden und «Edge Crease» ausgewählt werden. Mittels der Bewegung des Mauszeigers oder durch die Eingabe einer Zahl kann anschliessend der Faktor für den Edge Crease festgelegt werden. Im Edit-Mode wird die Stärke eines Creases für ein Edge jeweils mit einer violetten Markierung angegeben. Eine besonders starke violette Markierung des Edges weist auf einen Edge Crease von 1 hin, eine fehlende Markierung auf einen Edge Crease von 0. Alternativ kann der Edge-Crease auch direkt über die Tastenkombination `Shift + E` bei ausgewählten Edges verändert werden.

Nebst der Einstellung über das Edge-Menü kann der Edge Crease auch über die Sidebar eingestellt werden. Unterhalb des Einstellungsfeldes für die Position eines Vertex oder den Median der Auswahl befinden sich zwei Felder für die Eingabe von «Edge Data». Dort ist ein Feld für den Crease des ausgewählten Edges zu finden. Wenn mehrere Edges ausgewählt sind, wird der Mittelwert der Crease-Werte berechnet und an dieser Stelle angezeigt. Durch das Ersetzen des Mittelwerts durch eine Zahl wird der Crease proportional über die ausgewählten Elemente verändert, sodass der Mittelwert diesem

Edge Crease über die Sidebar einstellen

Wert entspricht. Durch die Eingabe von 0 werden generell alle Edge Creases bei der Auswahl entfernt und durch die Eingabe von 1 werden generell alle Edge Creases bei der Auswahl maximiert.

Edge Crease  
deaktivieren

Per Default ist beim Subdivision-Surface-Modifier eingestellt, dass er Edge Creases im Mesh berücksichtigt. Dies kann allerdings in den Einstellungen zum Modifier unter dem Menü «Advanced» unter «Use Creases» deaktiviert werden.

### 15.2 Bevel Weight

Edge Bevel  
Weight

Nebst den Edge Creases, welche den Subdivision-Surface-Modifier steuern, können die sogenannten Edge Bevel Weights verwendet werden, um den Bevel-Modifier zu steuern. Bevel Weights können ebenfalls einen Wert von 0 bis 1 annehmen. Ein Wert von 0 steht allerdings für keine Anwendung des Bevel-Modifiers und ein Wert von 1 für eine maximale Anwendung des Bevel-Modifiers. Auch Abstufungen dazwischen sind möglich.

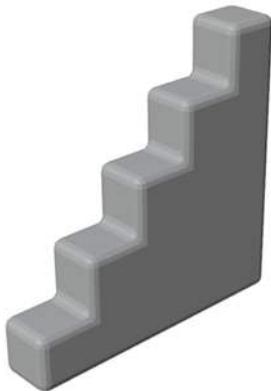


Abbildung 15.2: Eine Treppe mit einem Bevel-Modifier.

Edge Bevel  
Weight  
hinzufügen

Um einem Edge einen Bevel Weight hinzuzufügen, muss das jeweilige Edge ausgewählt werden. Anschliessend kann mit der Tastenkombination **Ctrl** + **E** das «Edge»-Menü beim Mauszeiger geöffnet werden und «Edge Bevel Weight» ausgewählt werden. Anschliessend kann entweder mit einer Bewegung der Maus oder durch die Eingabe einer Zahl der Edge Bevel Weight der Auswahl verändert werden. Im Edit-Mode sind Edge Bevel Weights durch eine blaue farbliche Markierung entlang der Edges ersichtlich. Je stärker die blaue Einfärbung, desto mehr nähert sich der Edge Bevel Weight dem Faktor 1 an. Bei keiner farblichen Markierung beträgt der Bevel Weight 0.

Edge Bevel  
Weight im  
Viewport

Wie auch der Edge Crease kann der Edge Bevel Weight in der Sidebar eingestellt werden. Hierfür wird die Zeile «Bevel Weight» verwendet. Wie auch beim Crease lässt sich hier der Mittelwert der Auswahl proportional anpassen, respektive der Wert 0 oder 1 für die gesamte Auswahl fixieren.

Modifier auf  
Bevel Weights  
einstellen

Der Bevel-Modifier berücksichtigt die Edge Bevel Weights nicht in seinen Default-Einstellungen. In ihm muss deshalb die Option «Limit Method» auf «Weight» umgestellt werden. Dadurch wird der Modifier nur auf Edges mit Bevel Weights angewendet.

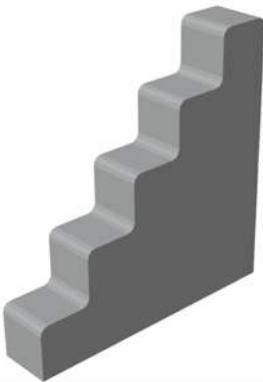


Abbildung 15.3: Eine Treppe mit Edge Bevel Weights auf und zwischen den Stufen und einem Bevel-Modifier, der auf «Weight» limitiert ist.

Bevel Weights können auch auf einzelne Vertices angewendet werden. Hierfür können ausgewählten Vertices in der Sidebar unter «Vertex Data» ein Bevel Weight hinzugefügt werden. Vertex und Edge Bevel Weights werden unabhängig voneinander zugeteilt und berechnet. Ein Vertex, das Teil eines Edges mit einem Edge Bevel Weight von 1 ist, kann einen anderen Vertex Bevel Weight aufweisen.

Vertex Bevel Weight

Der Bevel-Modifier berücksichtigt die Vertex Bevel Weights lediglich, wenn er auf «Vertices» eingestellt wurde. Auch in diesem Fall muss die «Limit Method» auf «Weight» eingestellt werden. Wenn sowohl die Edge Bevel Weights als auch die Vertex Bevel Weights berücksichtigt werden sollen, werden zwei Bevel-Modifier benötigt: ein Modifier für die Vertex Bevel Weights und ein Modifier für die Edge Bevel Weights.

Modifier auf  
Vertex Bevel  
Weight  
einstellen

### 15.3 Vertex Groups

Durch den Edge Crease und den Bevel Weight stehen Möglichkeiten zur Verfügung, um Elemente des Meshes graduell durch die Modifier bearbeiten zu lassen. Für die meisten anderen Modifier steht eine solche graduelle Anwendung nicht zur Verfügung. Es ist jedoch für sehr viele Modifier möglich, dass die Anwendung lediglich auf einzelne Vertices angewendet wird. Dadurch ist zwar keine graduelle Abstufung des Modifiers über das Mesh möglich, allerdings eine Limitierung auf einzelne Vertices.

Limitierung von  
Modifern auf  
einzelne  
Vertices

Im Edit-Mode können einzelne Vertices zu Gruppen zusammengefasst werden. Solche Vertex-Gruppen werden als Vertex Groups bezeichnet. Die Vertex-Gruppen können über den Properties-Editor unter dem Reiter «Object Data Properties» anvisiert werden.

Durch einen Klick auf die «+»-Schaltfläche unter dem Reiter «Vertex Groups» in den Object Data Properties wird anschliessend eine neue Vertex-Gruppe hinzugefügt, welche den Namen «Group» trägt. Dieser Name kann beliebig angepasst werden und sollte – gerade wenn viele Vertex-Gruppen erstellt werden – klar ausdrücken, welche Inhalte diese Gruppe abdeckt.

Vertex-Gruppe  
erstellen

Wenn eine neue Vertex-Gruppe hinzugefügt wird, beinhaltet diese zunächst keine Vertices. Diese müssen der neu erstellten Gruppe hinzugefügt werden. Hierfür werden im

Vertices zu  
Gruppen  
hinzufügen

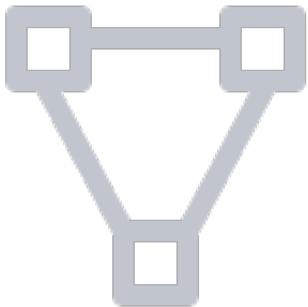


Abbildung 15.4: Icon des «Object Data Properties»-Reiters im Properties-Editor.

Edit-Mode die entsprechenden Vertices ausgewählt und anschliessend die Schaltfläche «Assign» unterhalb der Auflistung der Vertex-Gruppen betätigt. Dadurch werden der Vertex-Gruppe die ausgewählten Vertices hinzugefügt. Analog können mittels der Schaltfläche «Remove» Vertices von bestehenden Vertex-Gruppen entfernt werden.

Vertices mittels  
Vertex-Gruppen  
an- und  
abwählen

Vertex-Gruppen sind auch nützlich, um einzelne Vertices schnell auswählen zu können. Hierfür müssen diese einer Vertex-Gruppe zugewiesen werden. Anschliessend kann diese Vertex-Gruppe markiert werden und mittels der Schaltfläche «Select» werden die Vertices, welche zu dieser Auswahl gehören, im Objekt ausgewählt. Analog können mittels der Schaltfläche «Deselect» die Vertices einer Vertex-Gruppe von der aktuellen Auswahl abgewählt werden.

Vertex-Gruppen  
 sperren

Es ist ausserdem möglich, bestehende Vertex-Gruppen zu sperren, sodass keine weiteren Vertices der Vertex-Gruppe hinzugefügt oder von ihr entfernt werden können. In der Auflistung der Vertex-Gruppen ist auf der rechten Seite jeweils ein Schloss zu finden. Durch das Aktivieren dieses Schlosses wird diese Vertex-Gruppe gesperrt. Dadurch wird verhindert, dass aus Versehen neue Vertices der Gruppe hinzugefügt oder von ihr entfernt werden.

Vertex-Gruppen  
zu Modifien  
hinzufügen

Bei vielen Modifiern lassen sich innerhalb der Einstellungen Vertex-Gruppen in einer Zeile mit der Beschriftung «Vertex Group» auswählen. Wenn eine Vertex-Gruppe für ein Objekt definiert wurde, wird diese anschliessend auswählbar für dieses Feld. Dadurch können die entsprechenden Modifier auf diese Vertex-Gruppen beschränkt werden. Beispielsweise kann der Bevel-Modifier statt mit Bevel Weights auch mit Vertex-Gruppen auf einzelne Edges oder Vertices reduziert werden.

### Übung 11: Objekterstellung mit Mesh-Daten

#### Übung 11.1

Verändern Sie den Standardwürfel mittels Modifiern und Mesh-Daten so, dass das unten abgebildete Objekt dargestellt wird.



### Übung 11.2

Erstellen Sie mittels Modifiern das unten abgebildete Objekt.



# 16. Materialien, Texturen und Shader

Bislang lag der Fokus dieses Kurses auf der Erstellung von Objekten. Die Objekte haben sich lediglich in ihrer Form unterschieden, aber nicht hinsichtlich des Materials, aus dem sie bestehen. Im nächsten Schritt wird die Bedeutung der Materialien behandelt, welche Mechanismen diesen zugrunde liegen und wie diese auf Objekte angewendet werden.

Fokus auf Materialien

- In den nächsten Kapiteln werden daher drei Begriffe von grosser Bedeutung sein: Materialien, Texturen und Shader. Beim Material handelt es sich dabei um ein Merkmal, welches einem Objekt oder einem Teil des Objektes zugewiesen wird. Das Material beschreibt sowohl, was auf der Oberfläche des Objektes (oder in dessen Volumen) abgebildet wird, als auch, wie dies dargestellt wird.

Material

- Innerhalb des Materials wird eine Reihe verschiedener Parameter festgelegt, um eine Vielfalt an Materialien abdecken zu können. Diese Parameter können etwa die Farbe des Materials, aber auch Merkmale der Lichtreflexion beinhalten. Solche Parameter können einheitlich über das ganze Material angewendet werden (z.B. das ganze Material ist überall rot und reflektiert überall gleich stark), oder strukturell variieren (z.B. das Material stellt eine rote Mauer mit weissen Fugen dar – dabei weisen die Fugen eine andere Farbe auf und haben allenfalls auch eine andere Reflexion).

Parameter

- Um Parameter über Flächen hinweg variieren zu können, werden Texturen benötigt. Texturen sind Bilddokumente, welche dem Material zugewiesen werden und dadurch auch dem Objekt zugewiesen werden können. Eine Textur als solche wird jedoch nicht direkt auf ein Objekt angewendet, sondern als Material. Die wohl bekannteste Form der Texturen beschreibt, wie sich die Farbe des Materials über die Fläche des Objektes verändert. Allerdings können Texturen auch verwendet werden, um andere Parameter über die Fläche hinweg zu variieren.

Texturen

Shader stellen Verarbeitungseinheiten der Parameter/Texturen dar. Sie bekommen Informationen aus den Parametern oder Texturen und verarbeiten diese weiter. Ein Emission-Shader nimmt beispielsweise jeweils die Parameter für die Farbe und strahlt diese um den Wert eines weiteren Parameters aus. Andere Shader berücksichtigen zusätzlich das Licht aus der Umgebung und verarbeiten die Parameter und Texturen in Abhängigkeit dieser Lichtquellen oder unter Berücksichtigung weiterer Parameter.

Shader

Ein Material beinhaltet somit sowohl Parameter oder Texturen, welche Informationen beinhalten, als auch die Shader, welche die Informationen verarbeiten. Blender ist mit einer Reihe von eigenen Shadern ausgestattet, mit denen man arbeiten kann. Es ist allerdings auch möglich, eigene Shader zu erstellen oder die Verarbeitung der Informationen

Materialien, Texturen und Shader

zu verändern.

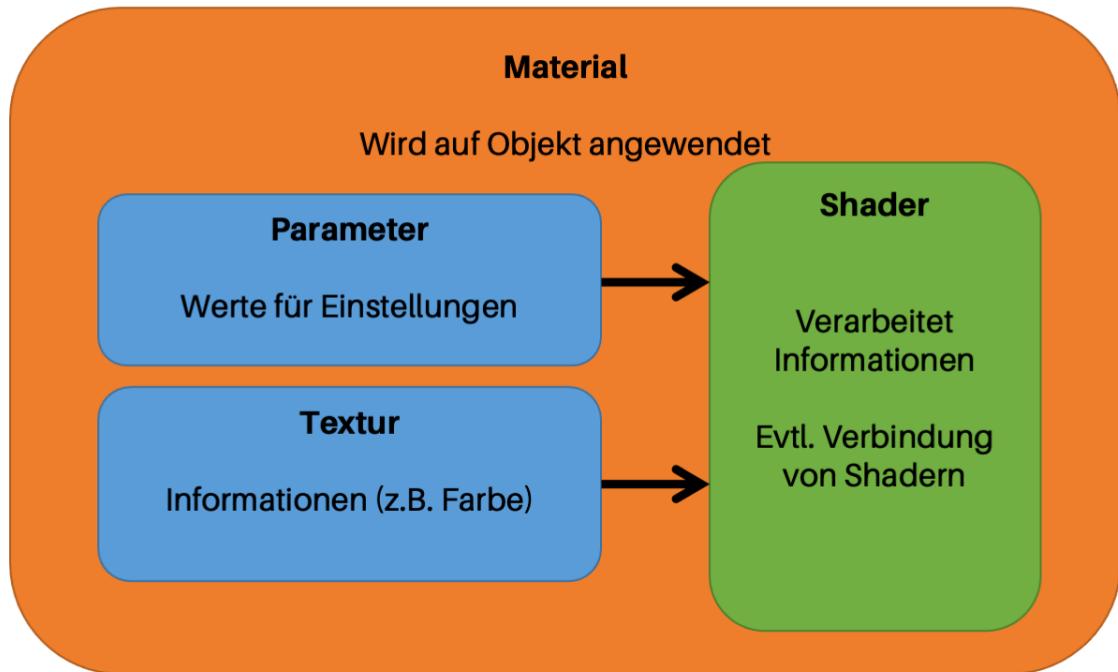


Abbildung 16.1: Zusammenhang zwischen Materialien, Texturen und Shadern.

# 17. Materialien

## 17.1 Bedeutung von Materialien

In den bisherigen Übungen und Aufgaben wurden jeweils Objekte erstellt und es war klar, was diese Objekte darstellen. Ein Haus stellte anhand seiner geometrischen Figur ein Haus dar, ebenso verhielt es sich bei einem Koffer oder auch bei einem Glas. Doch gerade beim Glas kann die Wahrnehmung des Objektes erheblich durch dessen Material beeinflusst werden.

Wozu werden Materialien benötigt?

Zur Veranschaulichung: Das Bild in Abbildung 1 stellt dar, wie Objekte bislang in diesem Kurs betrachtet wurden. Die Oberfläche war für alle Objekte identisch, sodass zumindest erkennbar war, dass eine Oberfläche vorhanden ist. Für eine aussenstehende Person muss nicht zwingen klar sein, dass es sich bei diesem Objekt um ein Glas handelt. Es könnte sich auch um einen Becher handeln, der aus Plastik besteht, oder allenfalls um einen Pappbecher. Abbildung 2 zeigt mögliche Interpretationsbeispiele für dieses Objekt auf. Alle diese Beispiele zeigen dasselbe Mesh mit denselben Vertices, Edges und Faces. Sie unterscheiden sich allerdings hinsichtlich der ihnen hinzugefügten Materialien.

Was stellt das Objekt dar?

Durch die Anwendung von Materialien kann also die Wahrnehmung der Objekte verändert werden. Ein Glas erscheint als Glas, weil es eine gewisse Transparenz aufweist. Andere Materialien verfügen über unterschiedliche Farben und können so voneinander abgegrenzt werden. Hierfür gibt es verschiedene Merkmale der Materialien, welche noch ausführlich beschrieben werden.

Objekt-Benennung durch Materialien

## 17.2 Materialien betrachten

Damit Materialien betrachtet werden können, ist ein Wechsel in der Benutzeroberfläche in Blender nötig. Bislang wurden Objekte im Solid-Viewport-Shading-Modus betrachtet. In diesem Modus werden die Materialien von Objekten nicht für die Darstellung berücksichtigt. Um die Materialien ebenfalls betrachten zu können, wird deshalb ein Viewport-Shading-Modus benötigt, der die Materialien ebenfalls darstellt. Hierfür kann der Material-Preview-Modus oder der Render-Preview-Modus verwendet werden. Beide Einstellungen sind in der rechten oberen Ecke des Viewport-Displays anwählbar. Durch das Drücken der Taste **Z** erscheint zudem bei der Maus ein Kontext-Menü, welches die verschiedenen Modi zur schnellen Auswahl anbietet.

Viewport-Shading-Modus wechseln

Zum jetzigen Zeitpunkt des Kurses ist der Render-Preview-Modus noch nicht zu empfehlen. Dieser Modus berücksichtigt die Lichtquellen und Lichtreflexionen, welche in der Welt dargestellt werden. Dadurch ist es teils schwer abzuschätzen, ob Probleme im Material auf dem Material oder der umgebenden Beleuchtung beruhen. Deshalb wird an dieser Stelle der Material-Preview-Modus verwendet. Dieser stellt die Materialien dar und liefert vorgefertigte Beleuchtungsszenarien für die Welt.

Material-Preview-Modus verwenden

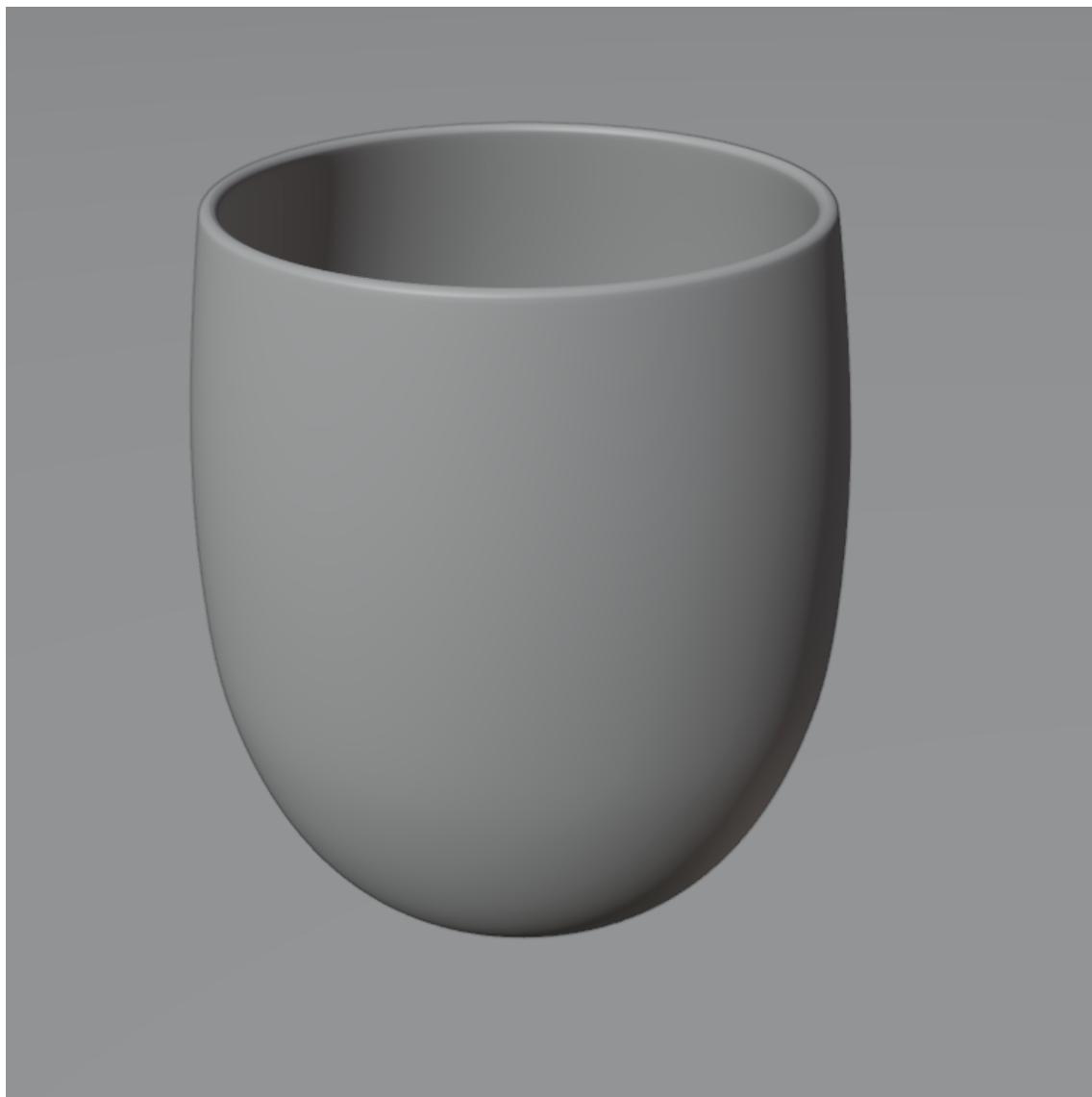


Abbildung 17.1: Ein Objekt im Solid-Shading-Modus.

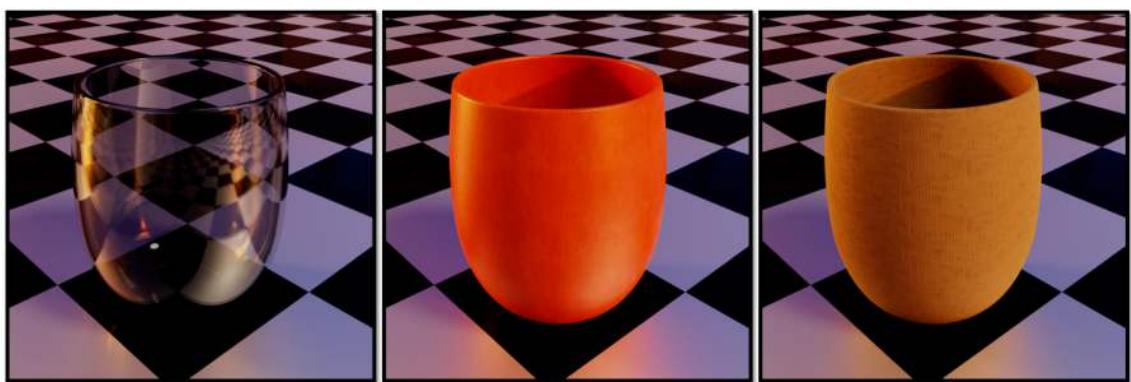


Abbildung 17.2: Ein Objekt mit unterschiedlichen Materialien.

Durch einen Klick auf die Schaltfläche für den Material-Preview-Modus verändert sich die Darstellung der Oberfläche der Meshes. Blender generiert die Materialien, welche dem Mesh zugewiesen sind, und präsentiert diese basierend auf den Einstellungen der Welt – in diesem Fall basierend auf den Einstellungen der Vorschau-Welt.

Material-  
Preview-Modus

## 17.3 Materialien hinzufügen

Jedes Objekt wird im Material-Preview-Modus und im Render-Modus mit einem Material dargestellt. In einer neuen Szene verfügt der Standardwürfel bereits über ein vorgegebenes Material, welches abgeändert werden kann. Ein neu in die Szene hinzugefügtes Objekt wird ebenfalls mit einem Material dargestellt. Im Gegensatz zum Standardwürfel ist dieses Objekt aber eigentlich noch nicht mit einem Material ausgestattet.

Default-  
Material

Um das Material eines Objektes aufzurufen, kann der Material-Reiter im Properties-Editor aufgerufen werden. Unter diesem Reiter werden die Materialien des aktiven Objektes aufgelistet. Wenn mehrere Objekte ausgewählt sind, werden nur die Materialien des aktiven Objekts dargestellt. Die Materialien sind unabhängig davon ersichtlich, ob aktuell der Object- oder der Edit-Mode ausgewählt ist.

Material-Reiter

Wenn ein Objekt noch über kein Material verfügt, ist der Material-Reiter noch leer. Es gibt lediglich folgende Bereiche:

Fehlendes  
Material

- **Leeres Feld:** Darin werden alle Slots für die Materialien eines Objekts aufgelistet.
- «+»: Dadurch lässt sich ein neuer Slot für Materialien erstellen.
- «-»: Dadurch lässt sich ein ausgewählter Slot für Materialien entfernen.
- «New»: Dadurch lässt sich ein neues Material erstellen.

Wenn nun die Schaltfläche «+» betätigt wird, erscheint ein neuer Material-Slot für ein Material in dem Feld, welches vorher leer war. Wichtig ist dabei, dass dies lediglich einen Platzhalter für ein Material darstellt – es wurde noch kein Material hinzugefügt. Durch das erneute Klicken der Taste «+» erscheint ein weiterer Slot für Materialien. Durch das Betätigen der Taste «-» wird dieser Slot wieder entfernt.

Slots für  
Materialien

Durch das Drücken der Schaltfläche «New» wird ein neues Material erstellt. Dieses neue Material wird mit der Beschriftung «Material», und allenfalls gefolgt von einer Nummer hinter der Bezeichnung, an der Stelle angezeigt, an der sich vorher die Schaltfläche «New» befunden hat. Zusätzlich wird das Material nun in der Auflistung der Materialien im darüberliegenden Feld angezeigt. Durch das Hinzufügen eines Materials wird automatisch ein Slot erstellt, selbst wenn die Auflistung der Slots noch leer war. Wenn ein Slot vorhanden ist, dieser aber noch leer ist, wird das Material diesem Slot hinzugefügt. Statt ein neues Material zu erstellen, können auch Materialien, die bereits in demselben Blender-Dokument erstellt wurden, dem Material-Slot zugewiesen werden. Hierfür muss statt auf die Schaltfläche «New» auf das Dropdown-Menü links dieser Schaltfläche geklickt werden. Darin werden alle Materialien aufgeführt, die bereits in diesem Dokument vorhanden sind. Durch die Auswahl eines dieser Materialien wird dieses Material

Neues Material  
erstellen

Materialien  
ausdemselben  
Dokument  
wieder  
verwenden

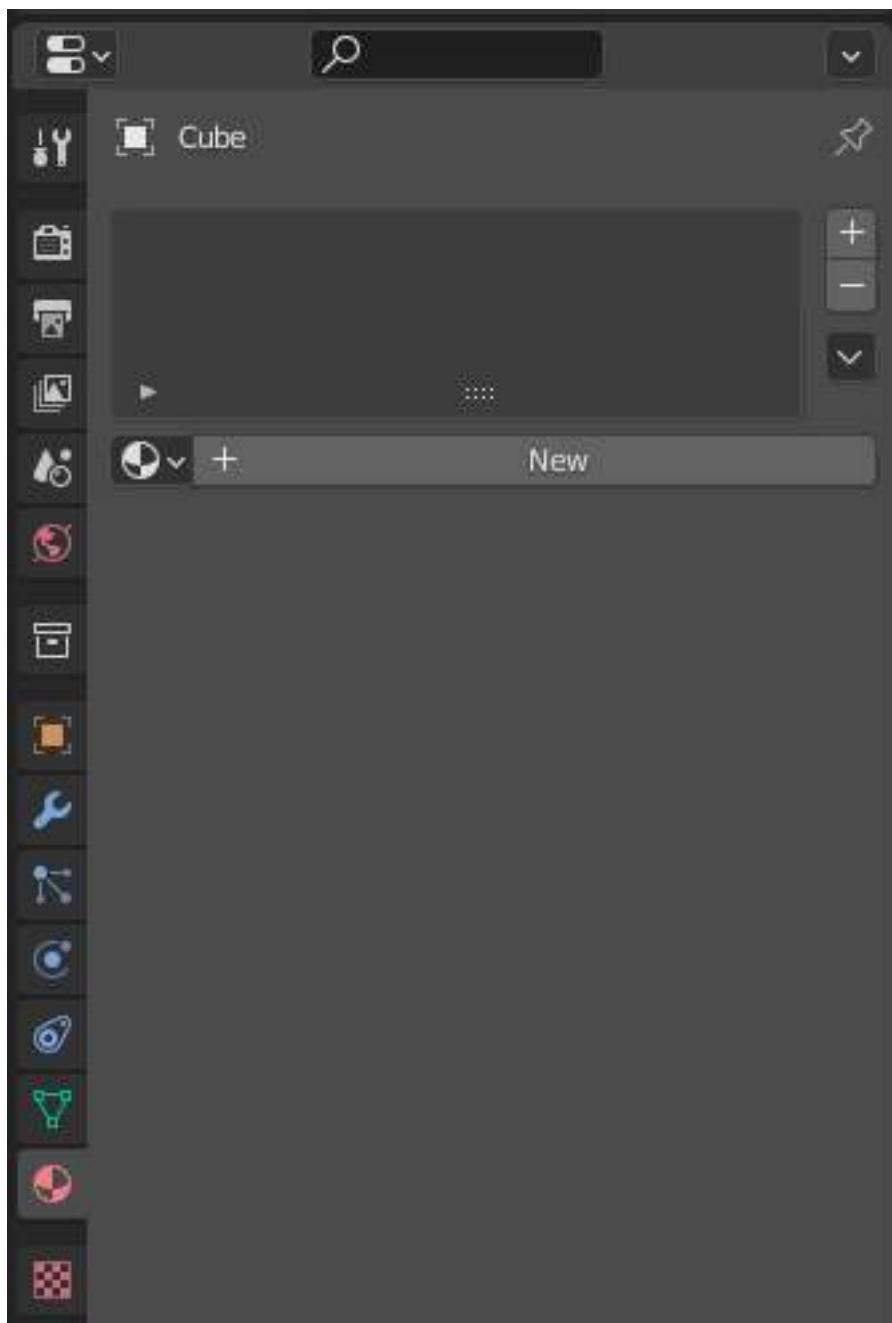


Abbildung 17.3: Das Properties-Panel mit dem ausgewählten Material-Reiter.

anschliessend auch auf das Objekt angewendet. Dabei ist allerdings zu beachten, dass dadurch keine Kopie des Materials erstellt wird. Wird das Material etwa auch von einem anderen Objekt verwendet, so führt eine Veränderung des Materials auch bei diesem Objekt zu einer Veränderung.

Durch die Auswahl oder die Erstellung eines Materials erscheint eine Reihe von Einstellungsoptionen innerhalb des Material-Reiters. Diese sind in folgende Bereiche gegliedert:

- «**Preview**»: Darin wird eine Vorschau des Materials für verschiedene Objektarten angeboten.
- «**Surface**»: Darin werden die grundlegenden Einstellungen der Oberflächenbeschaffenheit des Materials vorgenommen.
- «**Volume**»: Darin können Eigenschaften für das Volumen des Materials definiert werden.
- «**Settings**»: Darin können weitere Einstellungen für die Darstellung des Materials vorgenommen werden.
- «**Line Art**»: Darin können Parameter für die Erstellung von Linien eingestellt werden, wenn die Erstellung von Linien aktiviert ist.
- «**Viewport Display**»: Darin können grundlegende Material-Eigenschaften für die Darstellung des Materials im Solid-Modus erstellt werden. Diese Eigenschaften dienen lediglich der Zurechtfindung im Solid-Modus und haben keinen Einfluss auf die Darstellung des Materials im finalen, gerenderten Produkt.
- «**Custom Properties**»: Darin können eigene Eigenschaften für ein Material definiert werden. Eine grosse Bedeutung kommt den Einstellungsoptionen im Reiter «*Surface*» zu. Diese werden fortan benötigt, um die Materialien zu bearbeiten, während die anderen Optionen noch nicht berücksichtigt werden.

Im Reiter «*Surface*» wird zuoberst die Schaltfläche «*Use Nodes*» blau eingefärbt dargestellt. Dies bedeutet, dass die Einstellung der Oberfläche innerhalb des Shader-Editors bearbeitet werden kann. Die meisten der Einstellungen im Material-Reiter können in diesem Editor erfolgen. Zudem bietet dieser Editor eine Reihe Möglichkeiten, um die Materialien noch genauer zu bearbeiten. Deshalb ist es empfehlenswert, den Shader-Editor zu verwenden.

Einstellungsoptionen  
der Materialien



## 18. Der Shader-Editor

Um den Shader-Editor zu öffnen, sollte ein neues, zusätzliches Editor-Fenster geöffnet werden. Dieses kann aus den Ecken des 3D-Viewport-Editors herausgezogen werden.

Shader-Editor öffnen

In diesem neuen Fenster kann anschliessend der 3D-Viewport-Editor zum Shader-Editor geändert werden.

Im Shader-Editor wird jeweils mittels einer grafischen Programmiersprache durch die Verbindung von Nodes (Knotenpunkten) definiert, wie die Materialien erstellt werden.

Auswahl von Materialien im Shader-Editor

In der Kopfleiste des Editors wird zudem dasselbe Feld zum Auswählen respektive zum Hinzufügen von Materialien angezeigt wie im Material-Reiter im Properties-Editor. Die Auswahl eines anderen Materials im Shader-Editor führt dazu, dass auch das Material im Properties-Editor sowie im Material-Slot automatisch angepasst wird. Umgekehrt führt eine andere Auswahl eines Materials im Properties-Editor dazu, dass im Shader-Editor automatisch auch das entsprechende Material ausgewählt wird.

Sofern ein Material ausgewählt ist, sollten sich innerhalb des Shader-Editors zwei Blöcke befinden. Ein etwas grösserer Block, welcher mit «*Principled BSDF*» beschrieben ist, und ein kleinerer Block, der als «*Material Output*» beschriftet ist, wie in Abbildung 1 dargestellt. Beide Blöcke sind zwischen zwei grünen Punkten mittels eines Fadens miteinander verbunden.

Darstellung eines Default-Materials im Shader-Editor

Bei dieser Darstellung handelt es sich um eine Anordnung im Rahmen einer visuellen Programmiersprache, die mit Nodes arbeitet. Jeder der Blöcke stellt einen Node dar. Auf der linken und der rechten Seite dieser Nodes sind in der Regel Punkte abgebildet. Dabei handelt es sich um Inputs und Outputs, welche die Nodes erhalten und versenden können. Auf der linken Seite sind jeweils die Inputs aufgelistet und auf der rechten Seite die Outputs.

Wenn mit der linken Maustaste auf einen Input oder Output gedrückt wird und der Mauszeiger anschliessend bei gedrückt gehaltener linker Maustaste wegbewegt wird, folgt ein Faden vom Input/Output zum Mauszeiger. Wenn nun ein Input/Output eines anderen Nodes angesteuert wird und die linke Maustaste über diesem Input/Output losgelassen wird, können zwei Nodes verbunden werden. Dabei ist allerdings zu beachten, dass Inputs den Output eines anderen Nodes erhalten müssen. Ein Output kann nicht mit einem Output verbunden werden und ein Input nicht mit einem Input.

Nodes verbinden

Zwischen dem Principled-BSDF-Node und dem Material-Output-Node sind somit nur drei Verbindungen möglich:

Verbindung zwischen Principled-BSDF-Shader und Material-Output

- «BSDF»-Output zu «Surface»
- «BSDF»-Output zu «Volume»
- «BSDF»-Output zu «Displacement»

Die Verbindung von «*BSDF*»-Output zu «*Displacement*» führt allerdings dazu, dass

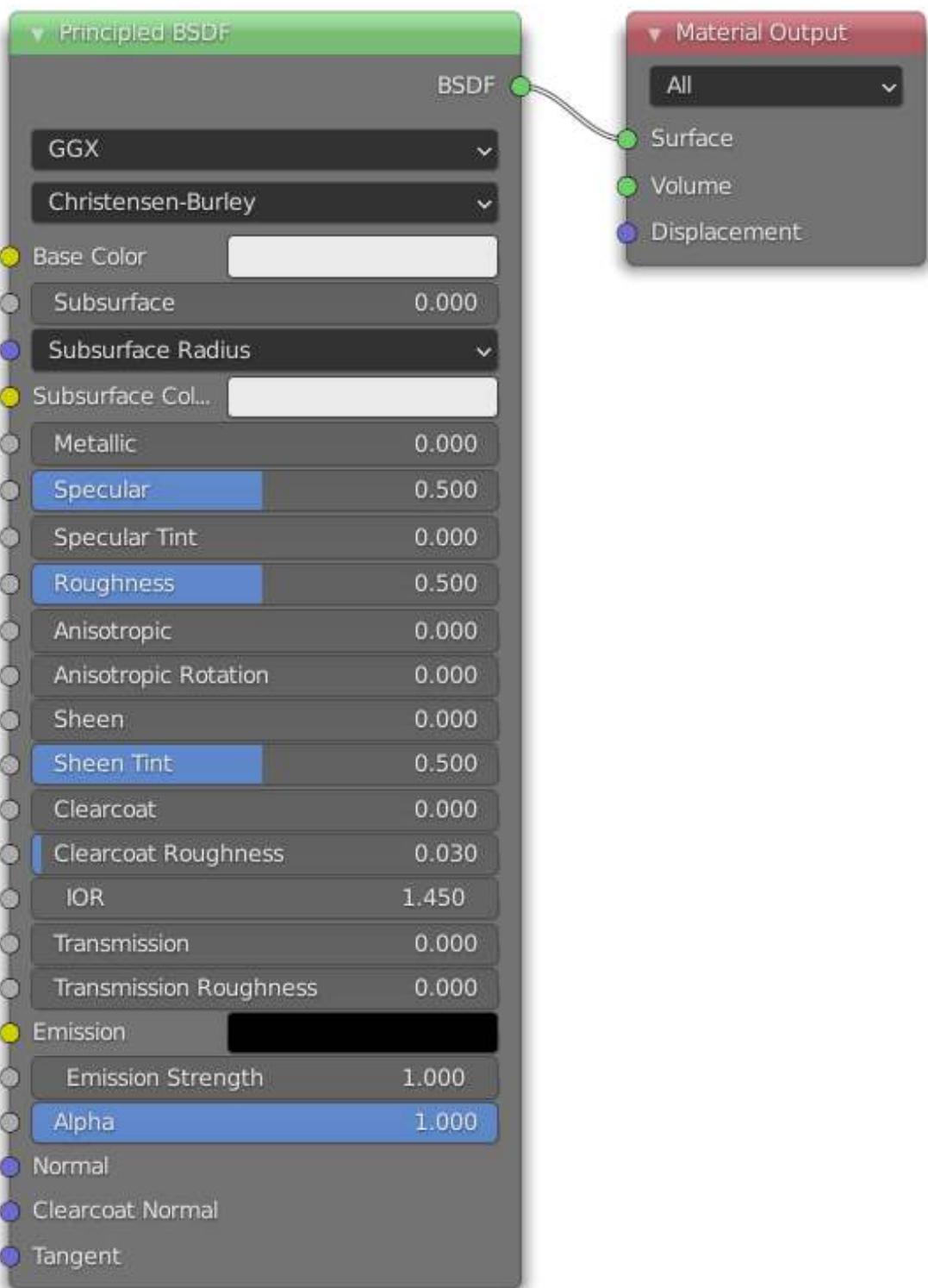


Abbildung 18.1: Ein Principled-BSDF-Shader, der mit dem Material-Output verbunden ist. Dies wird standardmäßig bei einem neuen Material erstellt.

der Faden rot eingefärbt ist. Damit signalisiert Blender, dass es sich um eine unzulässige Verbindung zweier Punkte handelt. In diesem Beispiel wurde ein Shader mit einem Vektor verbunden.

Die Farbe der Inputs/Outputs von Nodes beschreibt jeweils, welche Art von Informationen an dieser Stelle übermittelt wird. Die Farben sind folgende:

Informationsarten im Shader-Editor

- **Grün:** Shader
- **Gelb:** Farben
- **Blau:** Vektoren/Normalen
- **Grau:** Faktoren

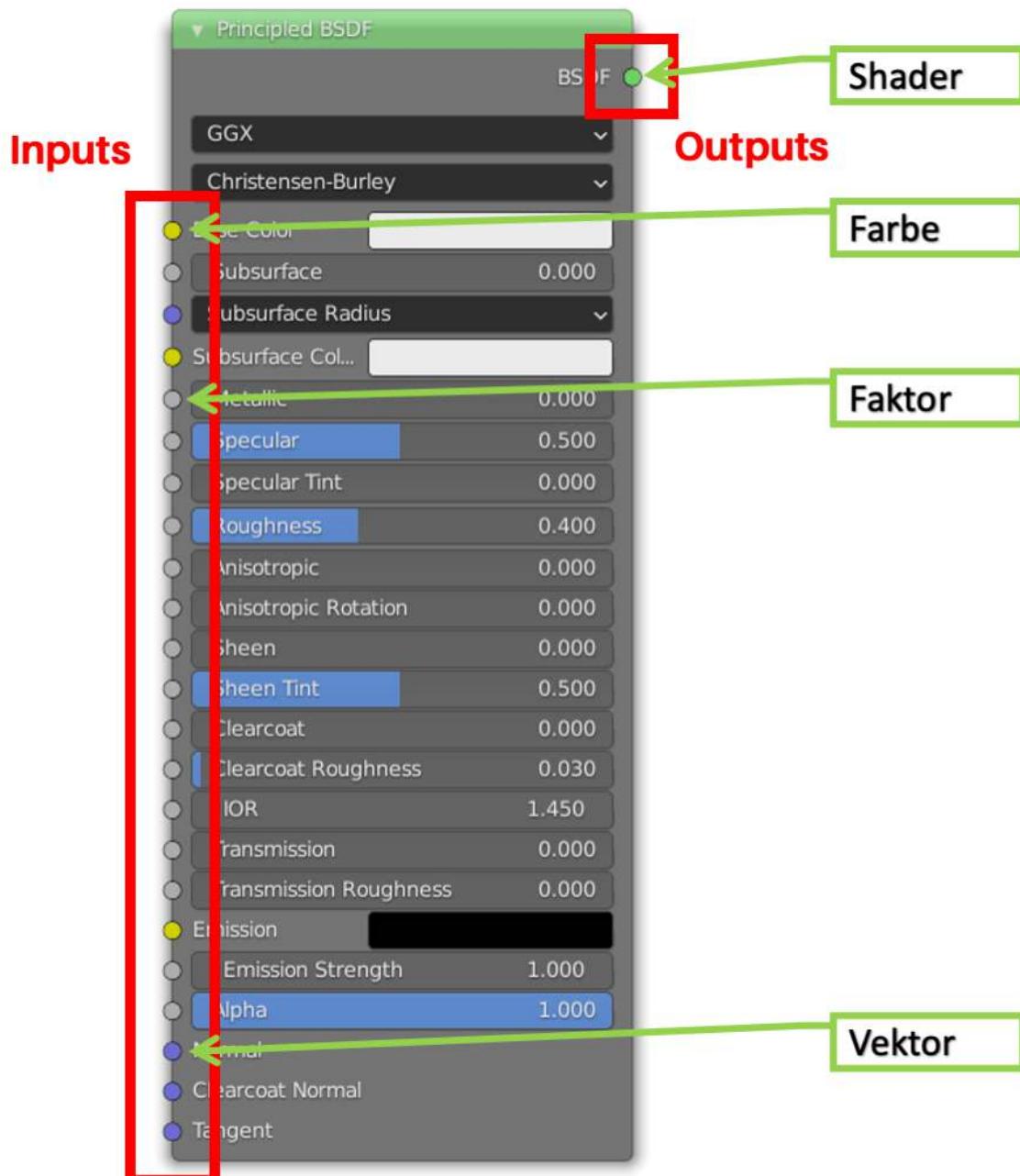


Abbildung 18.2: Darstellung der Inputs und Outputs sowie der verschiedenen Informationsarten anhand des Principled-BSDF-Shaders.

Shader können nur mit Shadern verbunden werden

Die Verbindung zwischen Inputs und Outputs verschiedener Farben ist möglich und teilweise auch nötig. Es gibt allerdings eine Ausnahme: Shader-Outputs (grüne Punkte rechts) können nur mit Shader-Inputs (grüne Punkte links) verbunden werden. Aus diesem Grund lehnt Blender die Verbindung zwischen dem «BSDF»-Output und dem «Displacement»-Input ab.

Principled-BSDF ist ein Shader

Der Principled-BSDF verfügt lediglich über den Shader-Output. Dies liegt daran, dass es sich beim Principled-BSDF um einen Shader handelt. Dies wird mit einer grünen Markierung in der Kopfzeile des Nodes markiert. Dieser sollte somit lediglich mit einem Shader-Input verbunden werden. Wenn eine Verbindung mit einer anderen Art von Input vorgenommen wird, so wird der Verbindungsstrahl zwischen den Nodes in roter Farbe dargestellt, um auf die fehlerhafte Verbindung hinzuweisen.

# 19. Grundlegende Eigenschaften von Materialen

Viele Materialien bestehen in ihren wichtigsten Grundkomponenten aus drei Merkmalen, welche teilweise auch in den verschiedenen Shadern wiederzufinden sind. Bei diesen Eigenschaften handelt es sich um:

Grundlegende  
Eigenschaften  
von Materialien

- **Farbe:** In welcher Farbe ist das Objekt eingefärbt?
- **Roughness:** Wie glatt/rau ist das Objekt?
- **Dielektrisch vs. metallisch:** Stellt das Objekt ein Metall dar, oder nicht?

## 19.1 Farbe

Im Principled-BSDF-Shader wird die Farbe mittels der Einstellung «*Base Color*» eingesetzt. Durch einen Klick auf die Farbfläche nebst der Anschrift «*Base Color*» erscheint ein Menü, mit dem sich die Farbe auswählen lässt. Es gibt insgesamt sechs Möglichkeiten, um eine Farbe auszuwählen:

Möglichkeiten  
zur  
Farbauswahl

- Von Hand
- Übertragen von Farben mittels Eyedropper (Pipette)
- Mittels RGB-Werten
- Mittels HSV-Werten
- Mittels hexadezimaler Farbdefinition
- Farbe einer anderen Farbbox hineinziehen

### 19.1.1 Farbauswahl von Hand

Die Farbauswahl von Hand erfolgt, indem eine Farbe innerhalb des Farbkreises mittels eines Klicks ausgewählt wird. Dadurch können alle Farbtöne ausgewählt werden. Mittels des Schiebereglers auf der rechten Seite lässt sich zudem die Helligkeit der Farbe anpassen.

Farbauswahl  
von Hand

### 19.1.2 Übertragen von Farben mittels Eyedropper

Im rechten unteren Bereich der Farbauswahl ist eine Schaltfläche für den Eyedropper zu finden. Dadurch können Farben innerhalb der Blender-Szene oder Benutzeroberfläche anvisiert werden und als Farbe für die Base-Color verwendet werden. Durch einen Klick auf die Schaltfläche nimmt der Mauszeiger die Form des Eyedropper-Icons an. Anschließend kann an eine beliebige Position innerhalb von Blender geklickt werden und die an dieser Stelle angezeigte Farbe wird verwendet.

Eyedropper



Abbildung 19.1: Farbauswahlmenüs in Blender. Hier am Beispiel der Base-Color im Principled-BSDF-Shader.



Abbildung 19.2: Eyedropper-Icon.

### Weiterführende Informationen



Die Farben von Objektmaterialien im 3D-Viewport stimmen selten mit den eingestellten Farben im Shader-Editor überein. Dies liegt daran, dass bei der Darstellung von Materialien weitere Aspekte wie beispielsweise die Reflexion der Umgebungsbeleuchtung berücksichtigt werden. Dadurch durchläuft die Base-Color einen Verarbeitungsprozess. Wenn der Eyedropper also auf ein im 3D-Viewport-Editor dargestelltes Objekt angewendet wird, entspricht die ausgewählte Farbe nicht zwingend derselben Base-Color des Objektes, welches diese Farbe aussendet.

## 19.2 RGB-Werte

Unter dem Reiter «RGB» werden die ausgewählten Farbwerte mittels des RGB-Farbraums RGB dargestellt. RGB steht für Rot, Grün und Blau. Diese drei Farben stellen die Grundfarben im RGB-Farbraum dar. Durch die Vermischung der Farbanteile dieser drei Farben können alle Farben des Farbspektrums abgebildet werden.

Blender geht bei der Verwendung der RGB-Farbwerte einen speziellen Weg. Normaler-RGB-Werte weise werden RGB-Farbwerte mit Zahlen von 0 bis 255 angegeben. Eine komplett rote Farbe hätte somit die Werte 255-0-0. Dabei ist der Wert für die rote Grundfarbe maximiert und die Werte für die anderen Farben minimiert. Analog dazu würden für eine komplett grüne Farbe die Werte 0-255-0 und für eine komplett blaue Farbe die Werte 0-0-255 verwendet. Für Schwarz sind alle Werte minimiert (0-0-0) und für Weiss sind alle Werte maximiert (255-255-255).

In Blender wird der Anteil der Grundfarben allerdings nicht von 0 bis 255 angegeben, sondern über Dezimalstellen von 0 bis 1. Eine komplett rote Farbe würde in diesem Fall den Code 1-0-0 darstellen. Hierfür müsste dementsprechend der Slider im «RGB»-Reiter

RGB-Werte in Blender

in der Zeile «*R*» auf 1 gestellt werden und die Slider für die Zeilen «*G*» und «*B*» auf 0. Alternativ kann in den entsprechenden Zeilen auch direkt die genaue Zahl mit der Tastatur eingegeben werden.

### Helligkeit der Farben

Der Farbanteil, welcher den höchsten Anteil innehat, definiert durch die Höhe seines Anteils die Helligkeit der Farben. Bei einer roten Farbe mit dem Code 1-0-0 wird die hellste Farbe verwendet. Wenn der Rot-Anteil reduziert wird (z.B. 0.5-0-0) verdunkelt sich auch die Farbe. Wenn hingegen eine gelbe Farbe mit dem Code 1-1-0 eingestellt ist und der rote Farbanteil reduziert wird (z.B. 0.5-1-0) hat die Farbe immer noch dieselbe Helligkeit inne, lediglich der Anteil Rot an dieser Farbe wird reduziert. Um generell eine dunklere Farbe zu erhalten, müsste auch der Grün-Anteil bei dieser Farbmischung reduziert werden (z.B. 0.5-0.5-0).

### Alpha

Unterhalb der drei Zeilen für die RGB-Werte befindet sich eine Zeile «*A*». Diese Zeile beschreibt den Alpha-Wert, welcher für die Transparenz steht. Ein Alpha von 0 steht jeweils für Transparenz, ein Alpha von 1 für keine Transparenz. Damit diese Einstellung allerdings überhaupt einen Einfluss auf die gerenderte Szene hat, werden noch weitere Schritte vorgenommen sein, welche zu einem späteren Zeitpunkt beschrieben werden.

### 19.2.1 HSV-Werte

#### HSV

Unter dem Reiter «*HSV*» lassen sich Farben im HSV-Farbraum ausgeben. Dabei werden die Farben hinsichtlich ihres Farbwertes (Hue), ihrer Farbsättigung (Saturation) und ihres Helligkeitswertes (Value) unterschieden. Auch durch diese Einstellung lassen sich alle Farben darstellen.

#### Farbwert

Ein HSV-Code von 0-1-1 entspricht der Farbe Rot. Mittels der Veränderung der ersten Zahl können andere Farbwerte anvisiert werden, welche dieselbe Helligkeit und dieselbe Farbsättigung aufweisen. Diese Veränderung kann entweder mit der Eingabe einer Zahl oder mittels der Navigation des Sliders erfolgen. Im Menu der Farbauswahl führt eine Erhöhung dieser Zahl dazu, dass sich die ausgewählte Farbe im Kreis bewegt. Beim Wert 1 für den Farbwert hat die Farbauswahl eine ganze Umdrehung im Farbspektrum des Kreises absolviert.

#### Farbsättigung

Eine Veränderung der Farbsättigung führt dazu, dass der Weißanteil an der ausgewählten Farbe erhöht wird. In der kreisförmigen Darstellung der Farben führt eine Veränderung dieses Wertes dazu, dass sich die Auswahl näher zum Mittelpunkt bewegt, je kleiner der Wert für die Farbsättigung ist. In der RGB-Darstellung würde eine Reduzierung dieser Zahl bedeuten, dass die anderen Werte des RGB-Spektrums sich dem dominanten Farbanteil anpassen, sodass die Farbe weißlicher erscheint.

#### Farbhelligkeit

Eine Veränderung des Helligkeitswertes führt dazu, dass die Farbe heller oder dunkler erscheint. Bei einer Veränderung kann dabei der Schieberegler auf der Seite der Farbauswahl betrachtet werden. Dabei gleicht sich die Helligkeit der Farbe entsprechend einer Veränderung der «*V*»-Zeile an.

### 19.2.2 Hexadezimale Farbdefinition

Das Spektrum der möglichen Farben als solches ist limitiert und es ist nicht möglich, eine neue Farbe zu erfinden. Dies hat allerdings den Vorteil, dass jedem Farbwert ein individueller Code zugeordnet werden kann. Die hexadezimale Farbdefinition stellt einen solchen Code dar. Unter dem Reiter «Hex» innerhalb der Farbauswahl kann jeweils dieser Code für die ausgewählte Farbe betrachtet werden. Ebenso kann an dieser Stelle auch ein hexadezimaler Code eingefügt werden, um eine entsprechende Farbe auszuwählen. Anders als bei den RGB- oder HSV-Werten muss hier also lediglich ein Wert übertragen werden und damit wird anschliessend die Farbe ermittelt.

Hexadezimale Farbdefinition

Farbe	Farbe	RGB	Blenders	HSV	Hexadezimal
— — — —	Weiss	255 - 255 - 255	1- 1 -1	0 - 0 - 1	FFFFFF
— — —	Schwarz	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	000000
— — —	Rot	255 - 0 - 0	1 - 0- 0	0 - 1 - 1	FF0000
— — —	Grün	0 - 255 - 0	0 - 1 - 0	0.333 - 1 - 1	00FF00
— — —	Blau	0 - 0 - 255	0 - 0 - 1	0.666 - 1 - 1	0000FF
— — —	Gelb	255 - 255 - 0	1 - 1 - 0	0.167 - 1 - 1	FFFF00
— — —	Aquamarinblau	0 - 255 - 255	0 - 1 - 1	0.5 - 1 - 1	00FFFF
— — —	Magenta	255 - 0 - 255	1 - 0 - 1	0.833 - 1 - 1	FF00FF
— — —	Orange	255 - 165 - 0	1 - 0.376 - 0	0.063 - 1 - 1	FFA500
— — —		0			

### 19.2.3 Farben aus anderen Farbboxen hineinziehen

Wenn in einem Shader-Editor mehrere Farbboxen vorhanden sind, besteht die Möglichkeit, eine Farbe aus einer Farbbox durch einfaches Hinüberziehen in eine andere Farbbox zu übertragen. So kann etwa die Farbe aus der Farbbox «Emission» auf die «Base Color» übertragen werden. Hierfür muss lediglich bei gedrückt gehaltener linker Maustaste die Farbe aus der Emission-Farbbox auf die Base Color-Farbbox gezogen und die linke Maustaste dann losgelassen werden.

Farben aus Farbboxen übertragen

Worin unterscheiden sich die Abbildungen?

### 19.3 Roughness

In Abbildung 3 wird dreimal dasselbe Objekt mit derselben Base-Color im Material dargestellt. Worin unterscheiden sich die drei Objekte visuell?

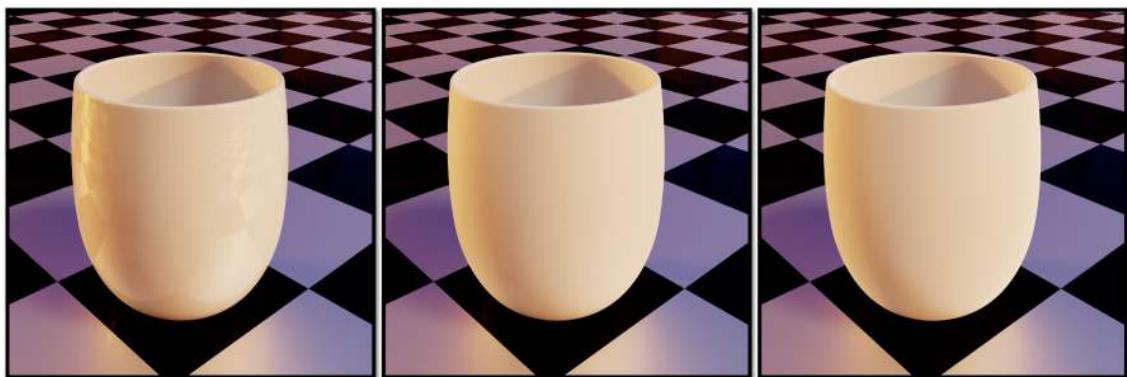


Abbildung 19.3: Dreimal dasselbe Objekt mit derselben Farbe, allerdings unterschiedlichen Roughness-Werten: Links eine Roughness von 0, in der Mitte eine Roughness von 0.5, rechts eine Roughness von 1.

Das erste Objekt auf der linken Seite scheint das Licht in der Umgebung zu spiegeln und ebenso den Fussboden zu reflektieren. Bei den anderen beiden Objekten ist dies nicht der Fall. Zwischen dem mittleren und dem rechten Objekt lässt sich kaum ein Unterschied erkennen.

Alle drei Objekte unterscheiden sich hinsichtlich der Roughness, welche sie innehaben. Das erste Objekt weist eine Roughness von 0 auf, das zweite Objekt eine Roughness von 0.5 und das rechte Objekt eine Roughness von 1. Die Roughness beschreibt die Struktur der Oberfläche. Eine Roughness von 0 bezeichnet eine komplett glatte Oberfläche, während eine Roughness von 1 eine sehr raue Oberfläche darstellt. Realistische Werte für die Roughness liegen im Wert von 0 bis 1. Negative oder grössere Werte sind auch möglich, allerdings werden dabei keine realgetreuen Abbildungen mehr erstellt.

Durch eine geringe Roughness – also eine glatte Oberfläche – scheint das Licht der Umgebung stärker reflektiert zu werden und auch Strukturen in der Umgebung scheinen gespiegelt zu werden. Tatsächlich wird allerdings auch in den anderen Beispielen gleich viel Licht reflektiert. Die Ursache für die unterschiedliche Darstellung liegt somit nicht in den Unterschieden der Reflexion.

Von grösserer Bedeutung in diesem Beispiel ist die Frage, wie das Licht reflektiert wird. Bei einer glatten Oberfläche treffen die Lichtstrahlen parallel zueinander auf eine Oberfläche auf, die über die ganze Fläche hinweg aufgrund der Glätte keine Krümmungen enthält. Dadurch werden alle Lichtstrahlen in demselben Winkel reflektiert. Wenn die Oberfläche allerdings nicht glatt ist und dadurch minimale Buckel auf der Oberfläche entstehen, wie etwa auf der rechten Seite der Abbildung 4 dargestellt, wird das Licht jeweils in unterschiedlichen Winkeln reflektiert. Dadurch scheint das Material durch eine

Roughness beschreibt die Oberflächenstruktur

Identisches Ausmass der Lichtreflexion bei Roughness

Einfluss der Roughness auf die Lichtreflexion

erhöhte Roughness die Umgebung weniger zu reflektieren.

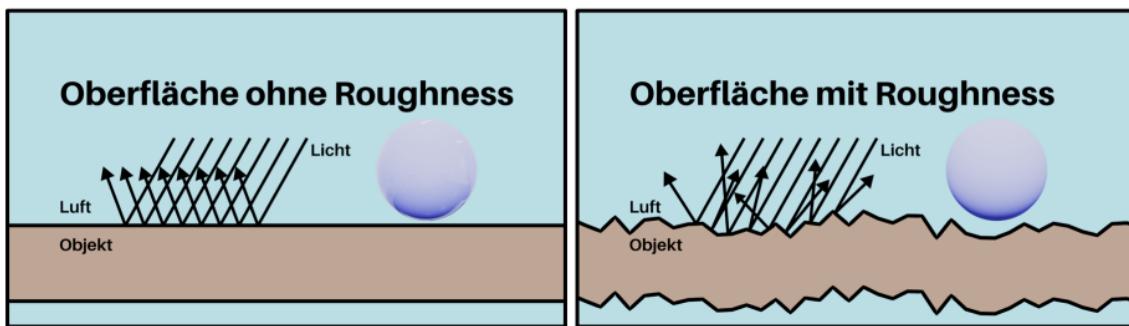


Abbildung 19.4: Schematische Darstellung der Lichtreflexion bei unterschiedlicher Beschaffenheit der Oberfläche. Links, bei fehlender Roughness, reflektiert die Oberfläche das Licht parallel weiter. Rechts, bei einer variablen Oberflächenstruktur durch erhöhte Roughness, entsteht eine diffuse Lichtreflexion.

Die Roughness ist ein Wert, welcher bei vielen Shadern eingestellt werden kann. Hierfür kann bei den entsprechenden Roughness-Zeilen der Slider nach links oder rechts verschoben. Alternativ kann auch ein Wert für die Roughness mittels einer Zahl definiert werden.

Roughness  
einstellen

#### Weiterführende Informationen



Die Blender-Version 2.93 leidet unter einem Bug, sodass teilweise bei der Einstellung einer Roughness von 0 bis 0.003 das Objekt schwarz dargestellt wird. Dies sollte nicht so sein. Das Problem scheint computerabhängig zu sein. Bei einer Roughness von 0.004 sollte das Problem nicht auftreten.

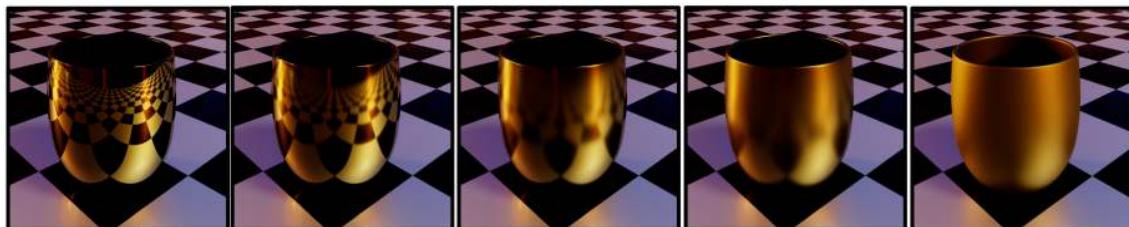


Abbildung 19.5: Dasselbe Objekt mit unterschiedlichen Roughness-Werten. Die Werte betragen von links nach rechts: 0, 0.1, 0.2, 0.3 und 0.4.

## 19.4 Metallic

In Abbildung 6 wird zweimal dasselbe Objekt mit derselben Grundfarbe und derselben Roughness dargestellt. Worin unterscheiden sich die Objekte?

Worin unterscheiden sich die Abbildungen?

Beide Objekte scheinen ihre Umgebung zu reflektieren. Das linke Objekt scheint die Umgebung allerdings deutlich schwächer zu reflektieren, während beim rechten Objekt die

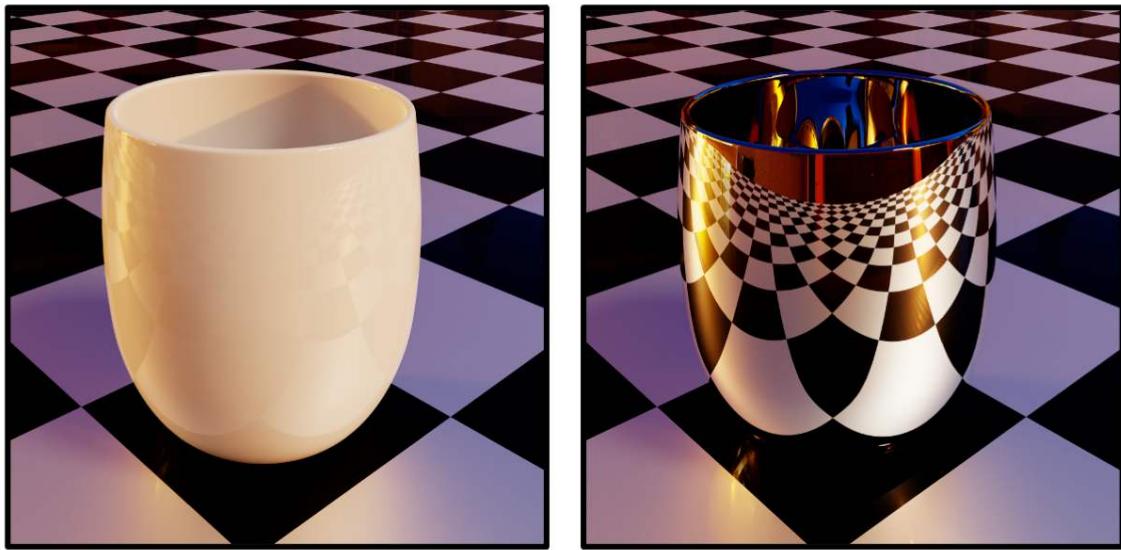


Abbildung 19.6: Dasselbe Objekt mit unterschiedlichen Einstellungen für Metallic. Links ein dielektrisches Objekt (Metallic von 0), rechts ein metallisches Objekt (Metallic von 1).

Umgebung sehr klar ersichtlich ist. Beim rechten Objekt scheint zudem kaum erkennbar, woraus die Grundfarbe des Materials besteht.

**Unterschiedliche Prozesse** Um den Unterschied zwischen diesen beiden Objekten etwas genauer zu verstehen, benötigt es ein Verständnis für die Prozesse, welche bei der Lichtspiegelung vonstattengehen: Reflexion und Refraktion.

**Reflexion** Bei der Erklärung der Roughness wurde bereits auf die Reflexion verwiesen. Dabei prallen die Lichtstrahlen an der Oberfläche eines Objektes ab und entfernen sich wieder vom Objekt. Diese Lichtstrahlen sind anschliessend mit dem menschlichen Auge sichtbar. Die Lichtstrahlen dringen dabei nicht in das Objekt ein, sondern werden lediglich reflektiert.

**Refraktion** Bei der Refraktion werden die Lichtstrahlen, so wie auch bei der Reflexion, vom Objekt aus zurückgesendet. Im Unterschied zur Reflexion dringen die Lichtstrahlen bei der Refraktion allerdings in das Objekt ein, bevor sie sich wieder vom Objekt entfernen. Beim Eindringen in das Objekt werden die Lichtstrahlen zudem gebrochen und verlassen das Objekt dadurch in einem anderen Winkel.

Diese beiden Prozesse – Reflexion und Refraktion – schliessen sich nicht gegenseitig aus. Ein Material kann Lichtstrahlen sowohl reflektieren als auch refraktieren. Solche Materialien werden als dielektrische Materialien bezeichnet.

**Dielektrische Materialien** Eine bestimmte Gruppe von Materialien zeichnet sich allerdings dadurch aus, dass sie keine Refraktion der Lichtstrahlen zulässt. In diesem Fall reflektiert das Material die Lichtstrahlen, aber keine Lichtstrahlen dringen in das Objekt ein. Bei dieser Materialiengruppe handelt es sich um Metalle. Dies macht auch den Unterschied zwischen den beiden Objekten in Abbildung 6 aus. Das linke Objekt stellt ein dielektrisches Material dar, während das rechte Objekt ein metallisches Objekt darstellt.

# Reflexion

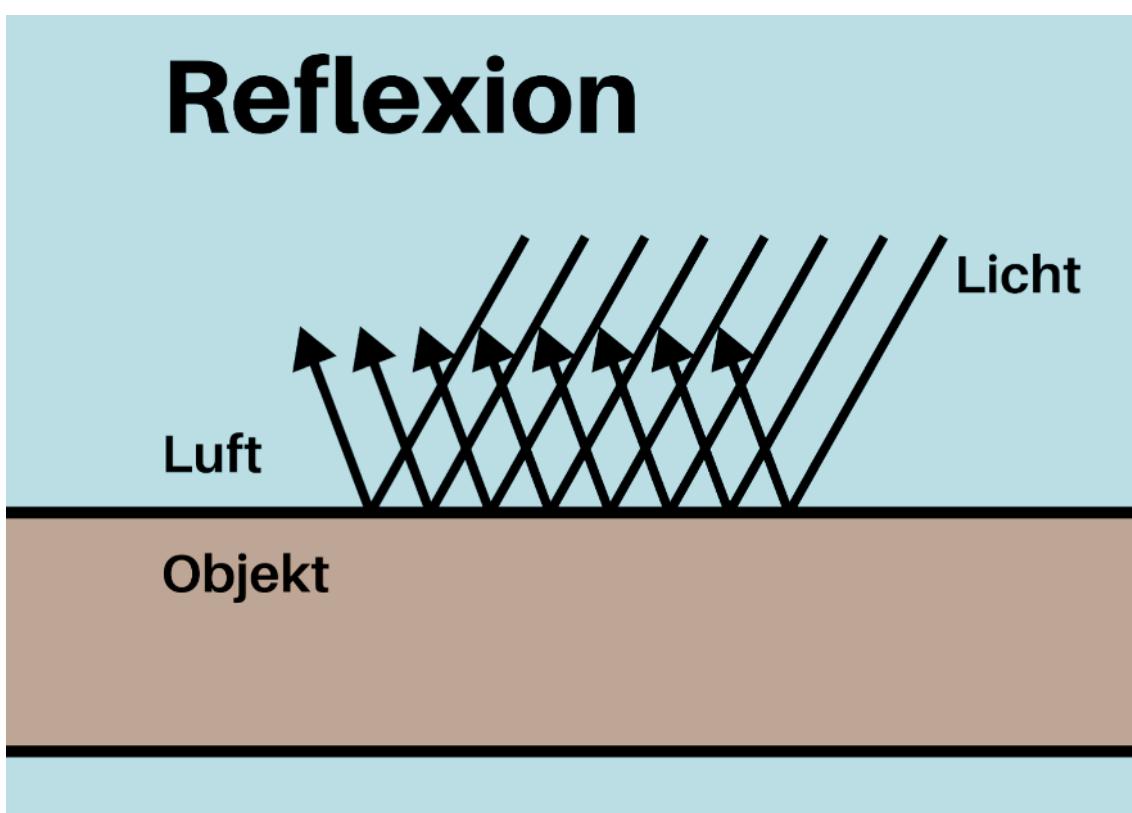


Abbildung 19.7: Schematische Darstellung der Lichtstrahlen bei einer Reflexion.

# Refraktion

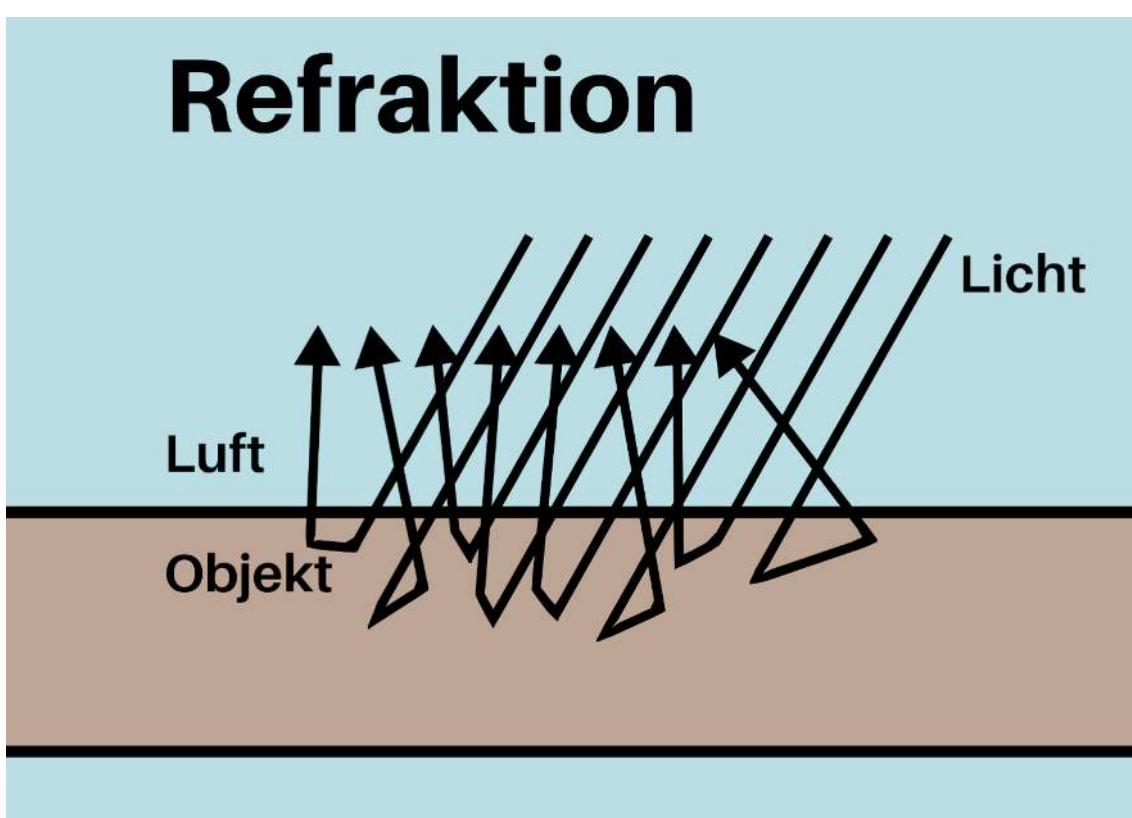


Abbildung 19.8: Schematische Darstellung der Lichtstrahlen bei einer Refraktion.

Metallic-Wert  
im Principled-  
BSDF-Shader

Im Principled-BSDF-Shader kann der Metallgehalt eines Materials durch die Zeile «*Metallic*» variiert werden, entweder durch eine Bewegung des Sliders oder durch eine Zahleneingabe. Ein Wert von 0 beschreibt dabei, dass es sich um ein dielektrisches Material handelt, welches Licht sowohl reflektiert als auch refraktiert. Ein Wert von 1 hingegen beschreibt ein metallisches Material, bei dem Licht lediglich reflektiert wird. Je grösser der Metallic-Wert, desto weniger Licht wird durch das Material refraktiert.

Parameter  
kombinieren

## 19.5 Parameter richtig einstellen

Durch die Kombination der bislang erläuterten Parameter lassen sich bereits viele Arten von Materialien erstellen. Ein metallisches Objekt unterscheidet sich ebenfalls hinsichtlich der Roughness und kann auch unterschiedliche Farbwerte annehmen. Dadurch lassen sich bereits viele Materialien nachbilden.

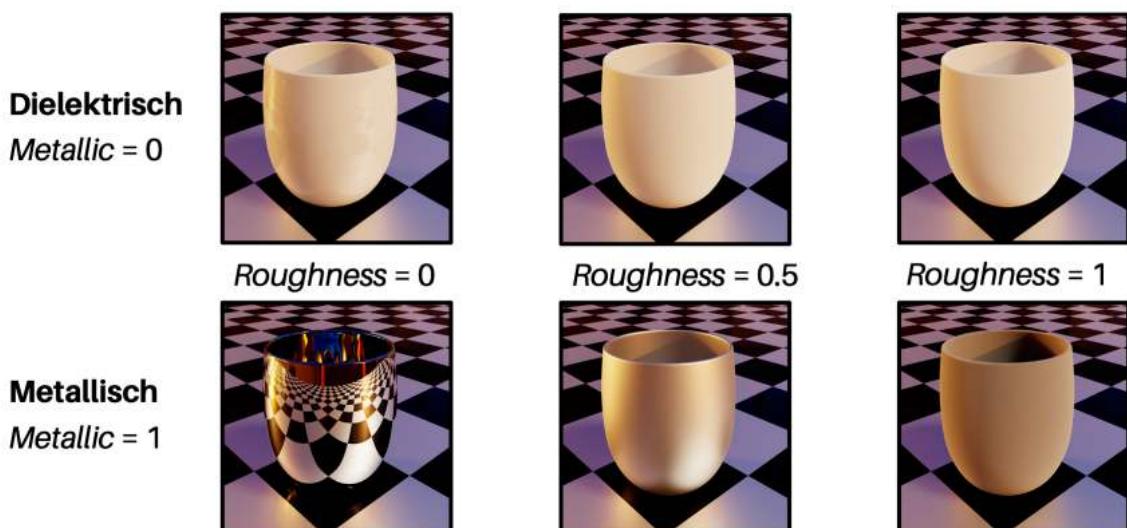


Abbildung 19.9: Darstellung desselben Objektes unter denselben Lichtverhältnissen bei unterschiedlichen Werten für Metallic und Roughness.

Verwendung  
von  
Bildvorlagen,  
um Materialien  
nachzubilden

Um möglichst realistische Abbildungen von Materialien zu erstellen, empfiehlt es sich, jeweils mit einer Bildvorlage zu arbeiten. Diese sollte möglichst genau studiert werden und es sollte betrachtet werden, wie die entsprechenden Materialien agieren. Wie stark reflektieren die Materialien? Sind die Materialien glatt? Bestehen die Materialien aus Metall? Welche Farbe liegt dem Material zugrunde? Dies stellt lediglich eine Reihe von Fragen dar, welche bei der Anpassung von Materialien berücksichtigt werden. Durch weitere Parameter der Materialien wird die Komplexität, mit der Materialien abgebildet werden, zusätzlich erhöht.

Merke...

Base-Color, Roughness und Metallic beschreiben grundlegende Eigenschaften von Objekt-Materialien.

Die Base-Color beschreibt die Farbe des Materials.

Die Roughness beschreibt, wie stark die Reflexion des Materials gebündelt wird.

Metallic beschreibt, ob ein Objekt aus Metall ist, und dadurch keine Refraktion aufweist.

Übung 12: Materialien nachbilden

### Übung 12.1

Öffnen Sie die Datei «Uebung\_12\_1» und wechseln sie in den Rendered-Viewport-Shading-Modus. Dieses File ist bereits mit einer Hintergrundwelt und einer Beleuchtung ausgestattet, sodass Sie den Rendered-Viewport-Shading-Modus verwenden können. Verändern Sie von den fünf abgebildeten Kugeln die Einstellungen für die Base-Color, Roughness und Metallic so, dass die Kugeln möglichst ähnlich den über ihnen abgebildeten Kugeln erscheinen.

## 19.6 Mehrere Materialien verwenden

Wie bereits betrachtet kann ein Objekt mehrere Slots für Materialien innehaben. Dadurch ist es auch möglich, dass ein Objekt mehrere unterschiedliche Materialien beinhaltet. Die Materialien werden dabei den einzelnen Faces der Objekte zugewiesen. Dadurch kann ein Face einem bestimmten Material zugewiesen werden und das danebenliegende Face einem anderen Material.

Mehrere Materialien in einem Objekt verwenden

Wenn sich in der Auflistung der Material-Slots mehrere Slots befinden, werden standardmäßig alle Faces des Objektes dem ersten Slot und somit auch dem Material im ersten Slot zugewiesen. Wenn ein zweiter Slot mit einem zweiten Material erstellt wurde, dann müssen im Edit-Mode die entsprechenden Faces ausgewählt werden, welche diesem zweiten Slot zugewiesen werden sollen. Mittels der Schaltfläche «Assign» können anschliessend die entsprechenden Faces diesem Slot zugewiesen werden.

Materialien Slots zuweisen

Durch die Zuweisung mittels «Assign» werden die ausgewählten Faces nicht direkt einem Material zugewiesen, sondern zu einem Material-Slot. Das Material kann nachträglich immer noch geändert werden, indem über das Dropdown-Menü ein anderes Material für diesen Slot ausgewählt wird. Dies führt dazu, dass auch die Faces, welche diesem Slot zugewiesen wurden, nun mit dem neu ausgewählten Material dargestellt werden.

Zuweisung erfolgt zu Material-Slots und nicht zu Material

Mittels der Schaltfläche «Select» lassen sich im Edit-Mode die Faces markieren, die zu dem Material-Slot gehören, der gerade in der Auflistung ausgewählt wurde. Dadurch kann schnell ermittelt werden, welche Faces zu einem Material-Slot gehören. Mittels der Taste «Deselect» können zudem die Faces, die zum aktuell angewählten Material-Slot gehören, von der aktuellen Auswahl deaktiviert werden. Durch diese Optionen stellen die Material-Slots eine zusätzliche Hilfestellung dar, um Elemente in komplexen Objekten schnell auswählen zu können.

Auswahl von Faces mittels Materialien



## 20. Tutorial: Strandball

Das Ziel dieses Tutorials ist es, einen Strandball ähnlich der Abbildung 1 zu erstellen. Hierfür werden verschiedene Materialien zu einem Objekt hinzugefügt und variiert. Der erste Schritt dazu besteht aus dem Erstellen eines Objektes für den Strandball. Hierfür kann im 3D-Viewport-Editor mittels der Tastenkombination **Shift** + **A** das «Add»-Menü geöffnet werden und unter «*Mesh / UV Sphere*» eine Kugel hinzugefügt werden. Diese kann in ihren Standardeinstellungen so belassen werden, wie sie ist. Damit ist bereits die Grundstruktur des Strandballs vorhanden.

Ziel dieses  
Tutorials

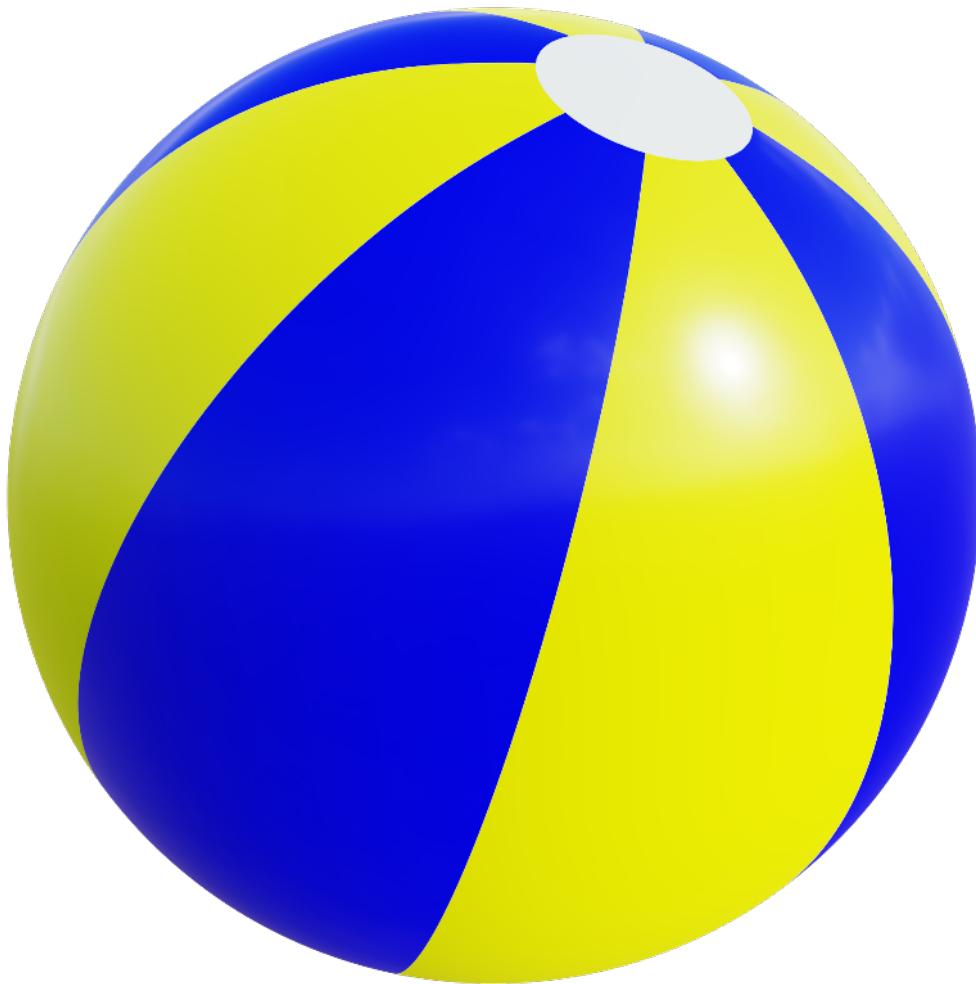


Abbildung 20.1: In diesem Tutorial soll dieser Strandball erstellt werden.

Im nächsten Schritt geht es um die Erstellung von Materialien. Hierfür sollte der 3D-Viewport-Editor zunächst in zwei Editoren aufgeteilt werden, indem ein zweiter Editor aus einer der Ecken des 3D-Viewport-Editors herausgezogen wird. Anschliessend kann einer

der beiden 3D-Viewport-Editoren zum Shader-Editor umgewandelt werden, indem auf die Schaltfläche in der linken oberen Ecke des 3D-Viewport-Editors geklickt wird und der «*Shader Editor*» ausgewählt wird. Im anderen 3D-Viewport-Editor sollte das Viewport-Shading auf «*Material Preview Mode*» umgestellt werden, damit die Materialien sichtbar sind. Zudem ist es sinnvoll, im Properties-Editor auf den Reiter für die Materialien zu wechseln. Anschliessend sollte der Bildschirm etwa so wie in Abbildung 2 angeordnet sein.



Abbildung 20.2: Anordnung der Editoren für die Erstellung des Strandballs.

Neues Material erstellen

Im Header des Shader-Editors kann nun durch das Klicken der Schaltfläche «*New*» ein neues Material erstellt werden – hierfür sollte die UV-Sphere als aktives Objekt ausgewählt sein. Dadurch wird der Kugel ein neues Material hinzugefügt. Im Properties-Editor wird dafür ein neuer Slot für Materialien erstellt und gleich das erstellte Material diesem Slot hinzugefügt. Im Shader-Editor wird der Principled-BSDF-Shader hinzugefügt und mit dem Material-Output verbunden.

Blaue Farbe erstellen

Nun wird zunächst das erste Material des Strandballs erstellt. Dieses Material soll die blauen Streifen des Balls abdecken. Hierfür wird zunächst im Principled-BSDF-Shader die «*Base Color*» verändert, indem auf die weiße Fläche in der entsprechenden Zeile geklickt wird. Hierdurch öffnet sich das Fenster zur Auswahl einer neuen Farbe. Die Farbe soll blau werden. Dies lässt sich am besten im «*RGB*»-Reiter einstellen, indem dort die RGB-Werte 0-0-1 eingegeben werden.

Shade Smooth

Um den Grad der Reflexion besser nachvollziehen zu können, empfiehlt es sich, das Objekt geglättet darstellen zu lassen. Hierfür wird im 3D-Viewport das Menü «*Object*» geöffnet und die Option «*Shade Smooth*» ausgewählt. Dadurch werden die Kanten des

Objektes geglättet dargestellt.

Im nächsten Schritt werden die Parameter für das Material eingestellt. Der Strandball wird nicht metallisch sein, somit kann der Wert für «*Metallic*» auf dem Wert 0 belassen werden. Der Strandball sollte allerdings glatter erscheinen. Deshalb wird der Wert für die «*Roughness*» etwas reduziert. Ein Wert von 0 führt allerdings zu einer zu starken Reflexion. Deshalb ist ein Roughness-Wert von etwa 0.2 eher zu bevorzugen.

Parameter  
einstellen

Das aktuell ausgewählte Material wird später verwendet, um die Oberflächen mit der blauen Farbe darzustellen. Um etwas Ordnung in die Materialien zu bringen, wird dieses Material umbenannt. Hierfür kann entweder im Header des Shader-Editors auf die Bezeichnung des Materials geklickt werden, um diese umzubenennen, oder alternativ kann dies auch im Properties-Editor erfolgen. Dort kann die Standardbezeichnung «*Material*» mit dessen Nummerierung beispielsweise zu «Ball\_Blau» geändert werden.

Material  
benennen

Als Nächstes wird ein weiteres Material erstellt, welches eine andere Farbe darstellen soll. Hierfür wird im Properties-Editor ein neuer Slot für ein Material erstellt, indem auf die Schaltfläche «+» geklickt wird. Die Auswahl des Material-Slots wird nun auf den neuen Slot umgestellt, der allerdings noch kein Material innehalt. Nun könnte an dieser Stelle ein neues Material erstellt werden.

Neuen  
Material-Slot  
hinzufügen

Das zweite Material wird allerdings praktisch dieselben Eigenschaften innehaben wie das Material «Ball\_Blau». Aus diesem Grund ist es sinnvoller, eine Kopie dieses Materials zu erstellen und darauf basierend die Parameter abzuändern, die unterschiedlich sein sollen. Hierfür kann im Dropdown Menü neben der Schaltfläche «*New*» erneut das Material «Ball\_Blau» ausgewählt werden. Nun befindet sich in beiden Material-Slots dasselbe Material. Mittels eines Klicks auf das Icon für «*New Material*» wird eine Kopie des Materials erstellt, welche nun als «Ball\_Blau.001» bezeichnet wird.

Kopie eines  
Materials  
erstellen

Das kopierte Material wird als Nächstes mit einer gelben Grundfarbe versehen. Damit dies auch in dessen Bezeichnung ersichtlich ist, wird es vorher noch zu «Ball\_Gelb» umbenannt. Anschliessend wird im Shader-Editor im Principled-BSD-Shader die «*Base Color*» auf einen RGB-Wert von 1-1-0 gesetzt. Dadurch sollte nun das Material «Ball\_Gelb» eine unterschiedliche Farbe als «Ball\_Blau» aufweisen, aber in allen anderen Parametern identisch sein.

Gelbes Material  
erstellen

Als Nächstes wird im Edit-Mode definiert, welche Faces zu welchem Material gehören. Hierfür wird mittels der Taste **Tab** in den Edit-Mode gewechselt. Alle Faces haben nun noch standardmässig das Material des ersten Material-Slots inne. Deshalb werden nun alle Faces ausgewählt, denen das Material aus dem zweiten Material-Slot zugewiesen werden soll. Jeweils vier aufeinanderfolgende Streifen werden mit demselben Material ausgestattet. Indem im Face-Select-Modus bei gedrückter Tastenkombination **Shift** + **A** mit der linken Maustaste auf die Streifen der UV-Sphere geklickt wird, können diese gleich als Ganzes ausgewählt werden. Anschliessend müssen der Auswahl noch von Hand die dazugehörigen Tris an den beiden Polen der Kugel hinzugefügt werden.

Faces für  
zweiten  
Material-Slot  
auswählen

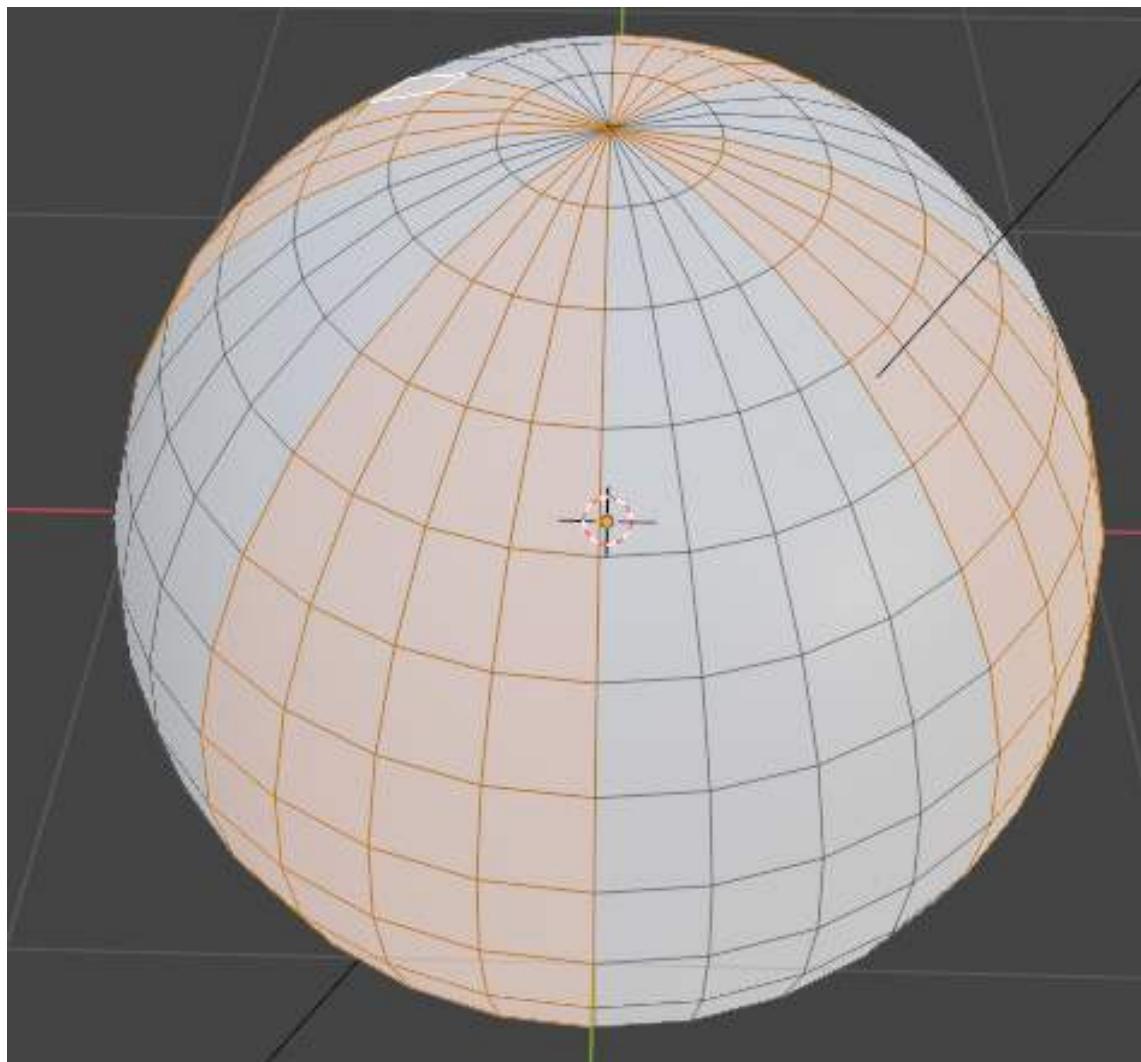


Abbildung 20.3: Auswahl der Faces zur Zuweisung des zweiten Material-Slots.

Im Properties-Editor kann nun im Material-Reiter der zweite Material-Slot ausgewählt werden. Wenn nun die Schaltfläche «Assign» gedrückt wird, sollte den ausgewählten Faces das Material im zweiten Material-Slot zugewiesen werden.

Zweites Material den Faces hinzufügen

Als Nächstes wird ein weiterer Material-Slot erstellt und diesem eine weitere Kopie des ersten (oder alternativ des zweiten) Materials zugewiesen. Dieses Material wird in diesem Beispiel den Polen des Balls zugewiesen und könnte etwa als «Ball\_Weiss» bezeichnet werden. Auch bei diesem Material wird anschliessend lediglich die Farbe verändert, nämlich auf weiss (RGB-Code 1-1-1).

Weisses Material erstellen

Im Edit-Mode werden anschliessend alle Faces an den Polen der Kugel ausgewählt. Diese Faces wird dann das neu erstellte Material zugewiesen, indem das dritte Material ausgewählt wird und auf «Assign» geklickt wird.

Weisses Material hinzufügen

An dieser Stelle könnte der Ball bereits fertig sein. Bei genauerer Betrachtung sind allerdings noch einige Kanten von Vertices zu erkennen. Deshalb wird dem Ball noch ein Subdivision-Surface-Modifier hinzugefügt, um auch die Struktur des Objektes etwas abzuglättten. Hierfür wird im Properties-Editor auf den Reiter für die Modifiers geklickt und unter «Add Modifier» der «Subdivision Surface»-Modifier hinzugefügt. Unter «Levels Viewport» kann anschliessend noch die Anzahl Subdivisions auf den Wert 2 erhöht werden. Dadurch erscheint der Ball weniger kantig.

Subdivision-Surface-Modifier hinzufügen

Durch den Subdivision-Surface-Modifier ergibt sich nun jedoch ein neues Problem. Die Faces an den Polen der Kugel stellen jeweils Tris dar, welche unregelmässig geglättet werden. Um dieses Problem zu lösen, wird der jeweils erste Edge-Ring an den Polen ausgewählt, indem im Edge-Select-Modus bei gedrückter **Alt**-Taste ein Edge dieses Rings angeklickt wird. Anschliessend kann in der Sidebar (öffnen mittels **N**) der Edge-Crease für diese Edges auf 0.5 eingestellt werden, wodurch diese Kante etwas weniger stark verzogen wird. Dadurch sollte nun der Strandball fertiggestellt sein.

Creases hinzufügen

Übung 13: Materialien zuweisen und nachbilden

### Übung 13.1

Öffnen Sie die Datei «Uebung\_13\_1» und wechseln Sie in den Material-Preview-Shading-Modus. Sie finden ein Feuerzeug vor, dem noch keine Materialien zugewiesen wurden. Orientieren Sie sich hierfür an realen Beispielen oder Beispielbildern aus dem Internet.

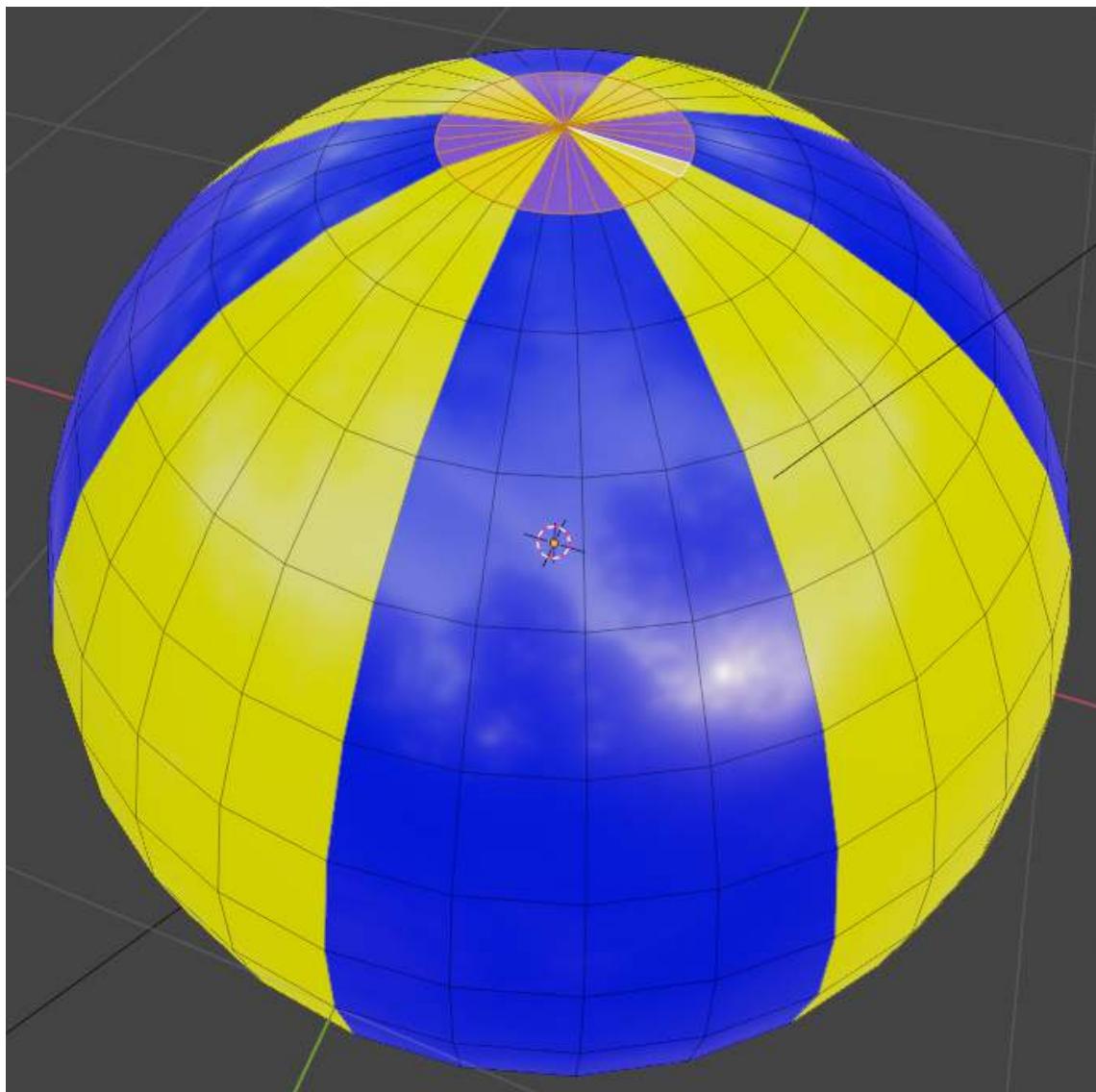


Abbildung 20.4: Auswahl der Faces für den dritten Material-Slot.



Abbildung 20.5: Creases an der Abgrenzung der Tris.



## 21. Texturen

Bislang wurden für die verschiedenen Einstellungsoptionen von Materialien konstante Parameter Werte verwendet. Das heisst: Einem Material wurde stets eine gewisse Farbe zugewiesen (z.B. Rot) und diese Farbe wurde auf alle Oberflächen, die diesem Material zugewiesen wurden, aufgetragen – so wie in Abbildung 1. Ebenso verhielt es sich mit der Roughness: Für diese wurde ein fixer Wert definiert, welcher für das ganze Material angewendet wurde. Eine Variation innerhalb des Materials war dabei nicht möglich.

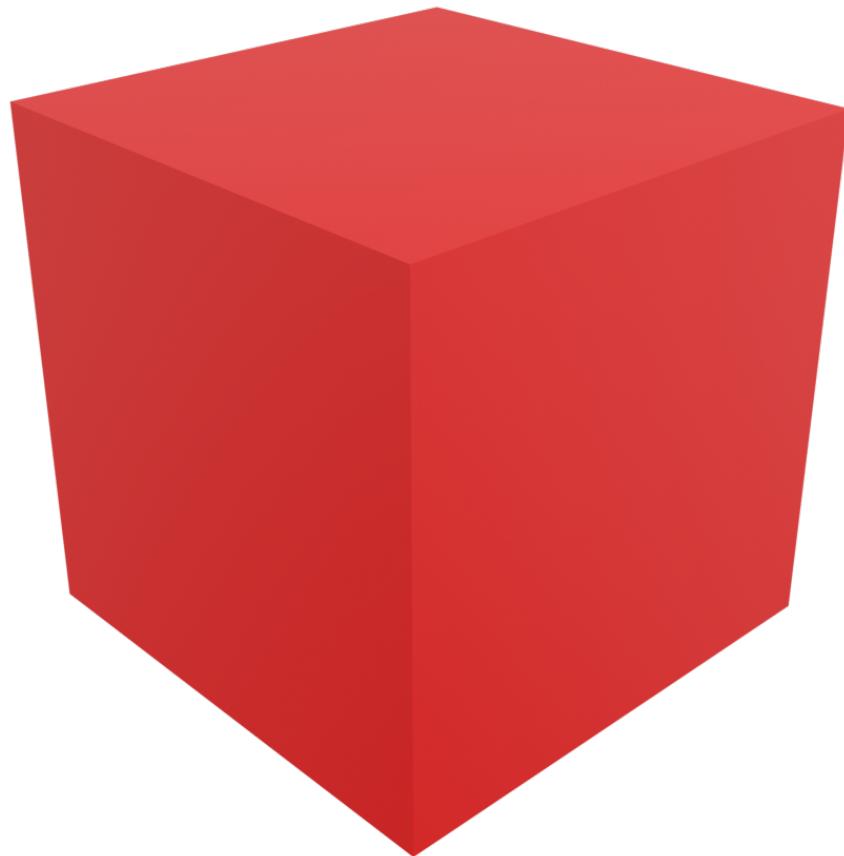


Abbildung 21.1: Der Standardwürfel mit einer roten Base-Color.

Texturen stellen eine Möglichkeit dar, um verschiedene Werte für eine Einstellung zu definieren und diese auf ein Objekt zu übertragen. Dadurch können komplexere Farverläufe oder Variationen von Farben über die Breite einer Oberfläche erstreckt werden – wie beispielsweise in Abbildung 2.

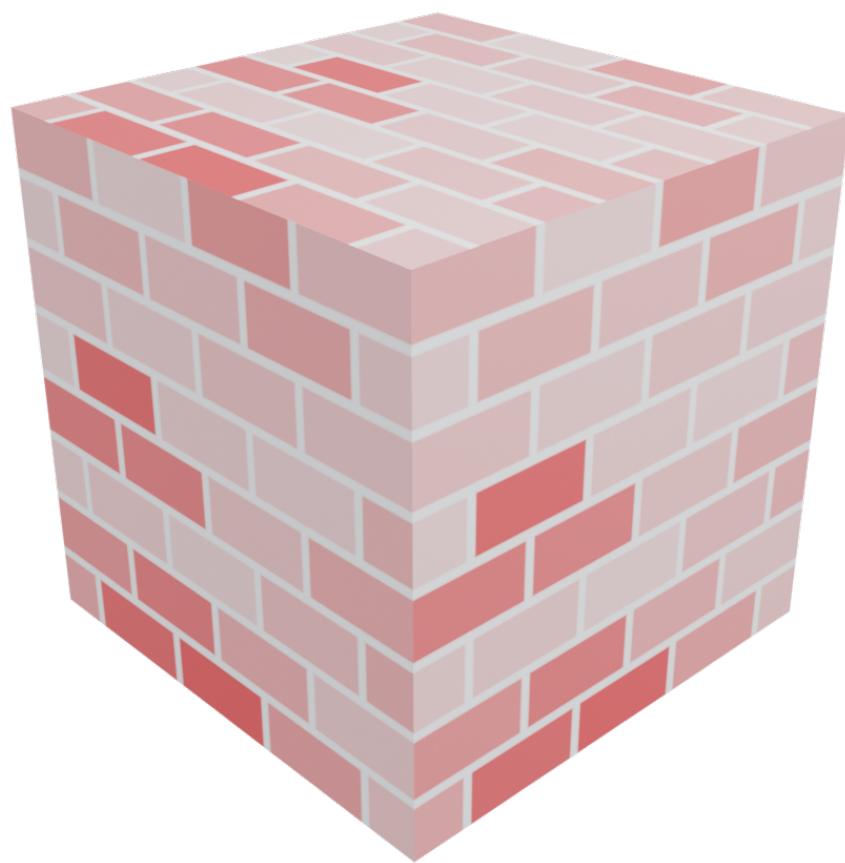


Abbildung 21.2: Der Standardwürfel mit einer Textur in der Base-Color.

Der Unterschied zwischen Abbildung 1 und Abbildung 2 ist in Abbildung 3 ersichtlich. Beide Bilder in der Abbildung 3 zeigen eine Textur. Die linke Textur, welche komplett aus einer roten Fläche besteht, beschreibt die Textur, welche auf den Würfel in Abbildung 1 aufgetragen wird. Die rechte Textur aus der Abbildung 3 zeigt eine Textur, welche auf den Würfel in der Abbildung 2 aufgetragen wird.

Beispiel mit  
zwei  
verschiedenen  
Texturen

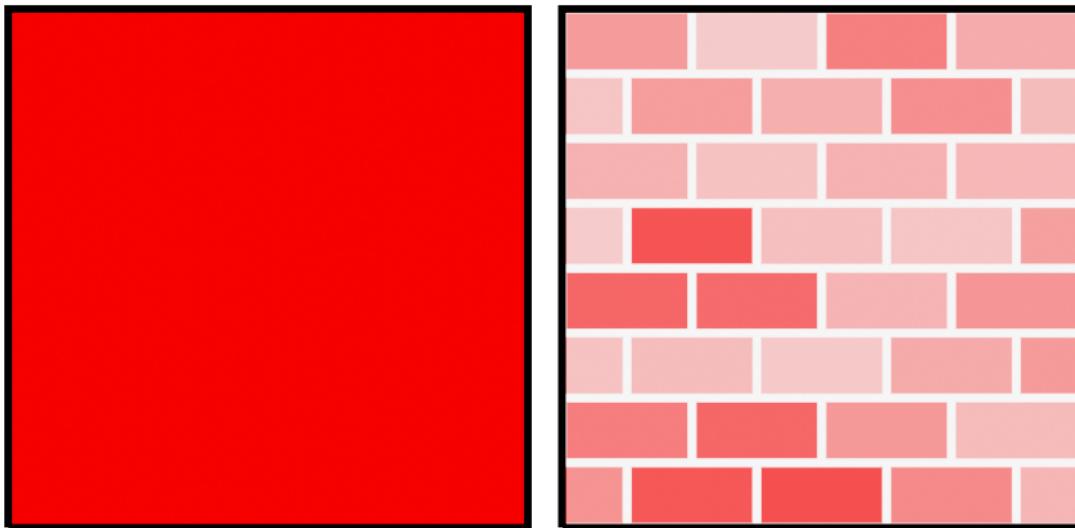


Abbildung 21.3: Links eine einfarbige rote Textur und rechts eine Textur mit einem Mauer-Muster.

Die linke Textur müsste allerdings nicht verwendet werden. Die gesamte Textur beschreibt eine konstante Farbe, namentlich die Farbe Rot, und weist keinerlei Variation im Bild auf. Deshalb könnte man stattdessen die Grundfarbe im Principled-BSDF-Shader auf Rot stellen und bräuchte keine Textur. Der Parameter für die Base-Color wäre dann auf die Farbe Rot eingestellt. In solchen Fällen würde man meistens auf die Textur verzichten, da diese als zusätzliche Bilddatei mit dem 3D-Objekt abgespeichert wird und mehr Speicherplatz benötigt.

Texturen  
werden nicht  
für Parameter  
verwendet

Die rechte Textur, welche auf den Würfel der Abbildung 2 übertragen wird, könnte nicht mittels einer einzelnen Farbe im Principled-BSDF-Shader dargestellt werden. In der Base-Color des Shaders kann lediglich eine Farbe ausgewählt werden, welche angezeigt wird – also kann lediglich ein Parameter definiert werden. Um eine Variation an Parametern zu erzielen, wie in Abbildung 2, wird eine Textur benötigt, welche anschliessend der Base-Color im Principled-BSDF-Shader zugewiesen wird.

Textur für  
Variation



## 22. UVs

### 22.1 Wie kommen die Texturen auf ein Objekt?

Stellen Sie sich vor, sie möchten den Standardwürfel aus Blender als reales Objekt mit Papier oder Karton nachbauen. Wie würden Sie vorgehen? Eine Möglichkeit wäre, dass eine Form, ähnlich derjenigen aus Abbildung 1, ausgeschnitten wird und anschliessend an den Kanten zusammengefaltet und an den entsprechenden Stellen zusammenklebt wird. Dadurch entsteht ein Würfel. Wenn dieser Würfel aus einem normalen einfarbigen Papier erstellt wird, besteht seine gesamte Oberfläche aus einem einzelnen Wert – der Farbe des Papiers. Man könnte sich also vorstellen, dass das Material dieses Würfels in Blender die Farbe des Papiers als Parameter in der Base-Color des Principled-BSD-Shaders innehaltet.

Einen Würfel aus Papier erstellen

Statt eines einfarbigen Papiers könnte auch eine Fotografie verwendet werden – wie in diesem Fall das Bild einer Steintextur in Abbildung 2 (Bildquelle: <https://ambientcg.com/view?id=Rocks024S>). Diese Abbildung würde anschliessend mitsamt den farblichen Strukturen des Bildes auch auf der Oberfläche des Würfels dargestellt. Der Würfel aus Abbildung 2 weist auf seiner Vorderseite dieselbe Struktur auf, wie sie in dem Kasten der Vorlage auf der linken Seite zuoberst dargestellt ist. Analog stellen die anderen Seiten des Würfels ebenfalls einen Kasten aus der Vorlage auf der linken Seite dar. In diesem Fall wird die Fotografie als Textur verwendet, welche verschiedene Farbvariationen beinhaltet und als Base-Color fungieren kann.

Würfel aus einer Fotografie abbilden

Würde man nun eine kleinere Fläche dieses Fotos verwenden, um die Vorlage zu erstellen, oder das Foto vergrössern, kann dieselbe Vorlage zum Zusammenfalten des Würfels verwendet werden. Die einzelnen Seiten entsprechen räumlich immer noch denselben Kästen aus der linken Abbildung – allerdings weichen die gewählten Bildausschnitte ab, wie in Abbildung 3 dargestellt.

Veränderung des Bildes

### 22.2 UV-Mapping

Der soeben dargestellte Prozess wird auch in der 3D-Modellierung bei der Verwendung von Texturen durchgeführt und wird als UV-Mapping bezeichnet. Hierbei wird für alle Oberflächen auf einem dreidimensionalen Objekt eingestellt, wie diese ein zweidimensionales Bild abdecken sollen. Diese räumliche Zuordnung von Oberflächen in einem dreidimensionalen Objekt auf ein zweidimensionales Bild wird als UV bezeichnet.

UV-Mapping

Um die UVs eines Objektes in Blender zu betrachten, wird ein neuer Editor benötigt, der neben dem 3D-Viewport-Editor geöffnet wird – der UV-Editor. Hierfür muss ein neuer Editor aus den Ecken des 3D-Viewport-Editors herausgezogen werden und dieser neue Editor auf den «UV Editor» umgestellt werden.

UV-Editor

Auf den ersten Blick scheint der UV-Editor leer zu sein. Dies liegt daran, dass in diesem

Alle UVs eines Objektes anzeigen lassen

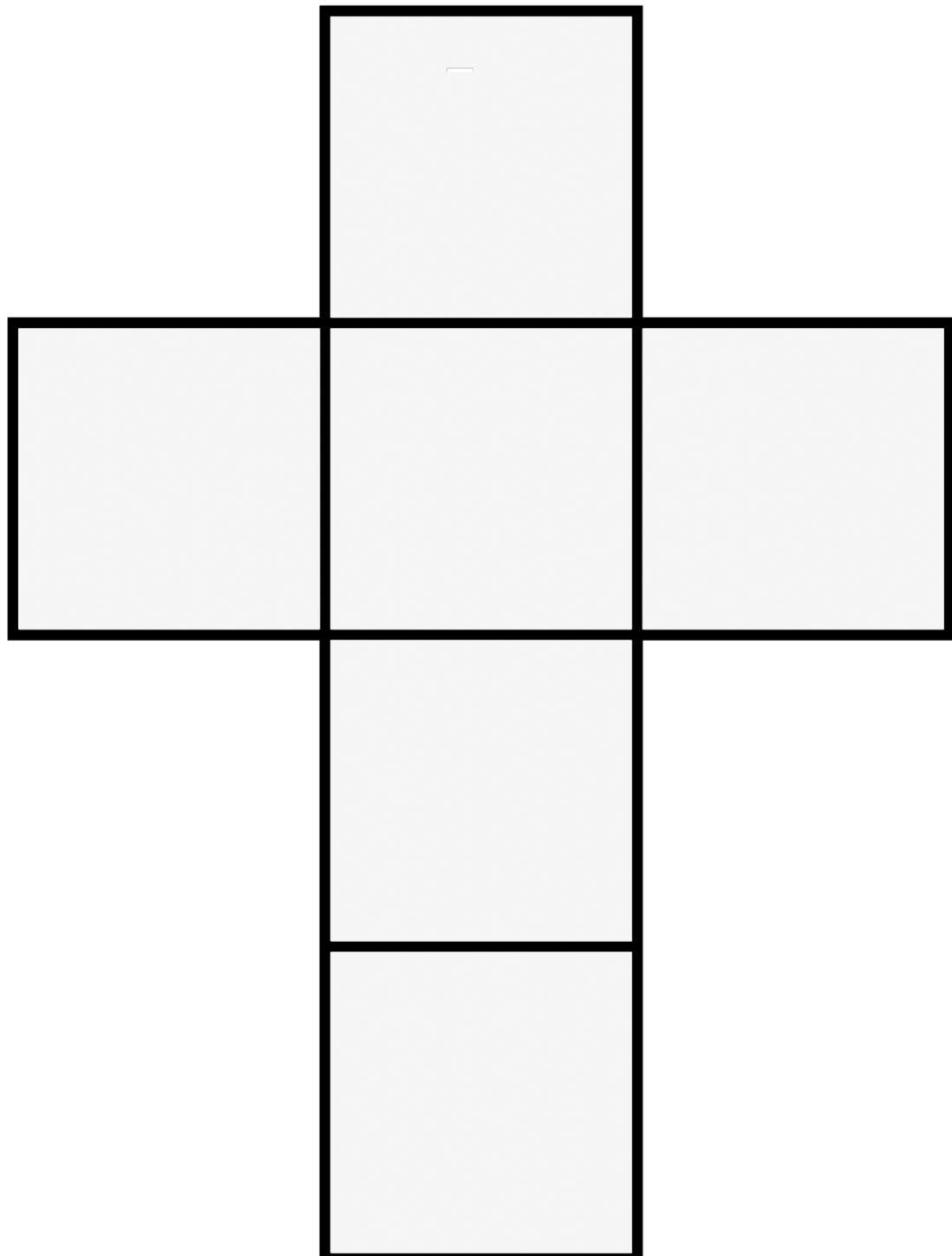


Abbildung 22.1: Form, aus der ein Würfel gefaltet werden kann.

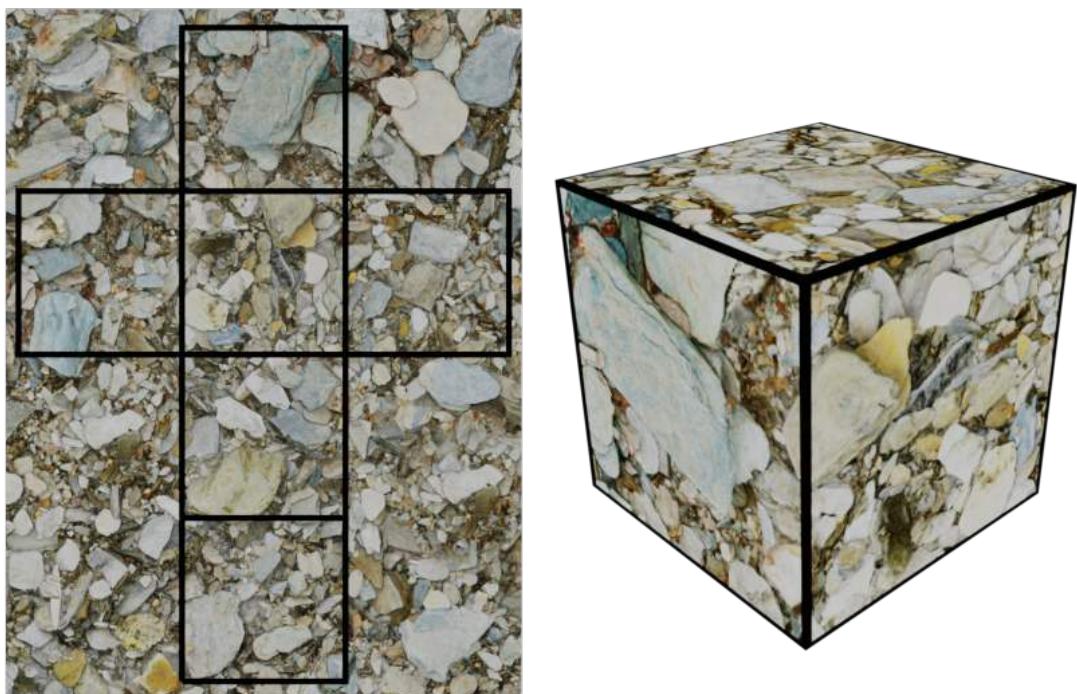


Abbildung 22.2: Eine Form auf einem Foto sowie ein Würfel, der aus dieser Form zusammengefaltet wurde.

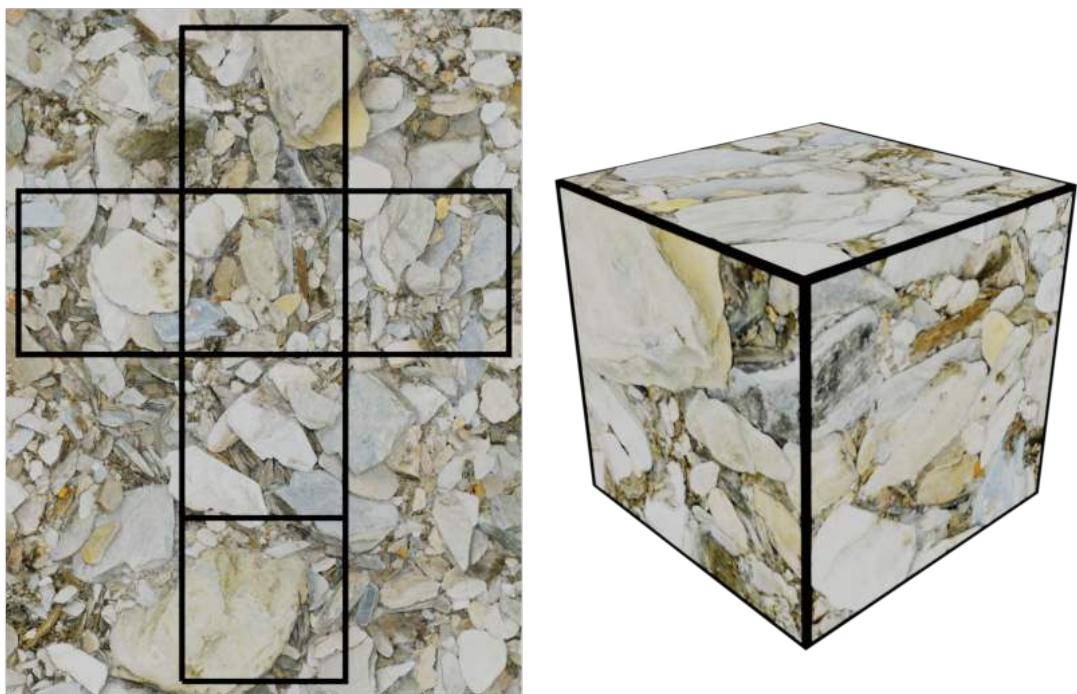


Abbildung 22.3: Dasselbe Foto aus Abbildung 2, allerdings mit einer kleineren Fläche, aus welcher der Würfel erstellt wird.

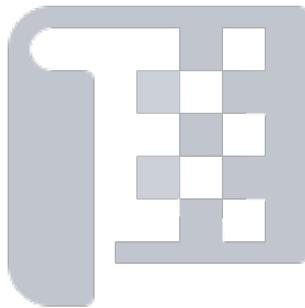


Abbildung 22.4: Icon für den UV-Editor.

Editor jeweils die UVs der gerade ausgewählten Faces dargestellt werden. Um die UVs zu betrachten, muss deshalb im 3D-Viewport-Editor in den Edit-Mode gewechselt werden und alle Faces ausgewählt werden. Anschliessend werden im UV-Editor die UVs dieser Auswahl angezeigt, wie in Abbildung 5 dargestellt.

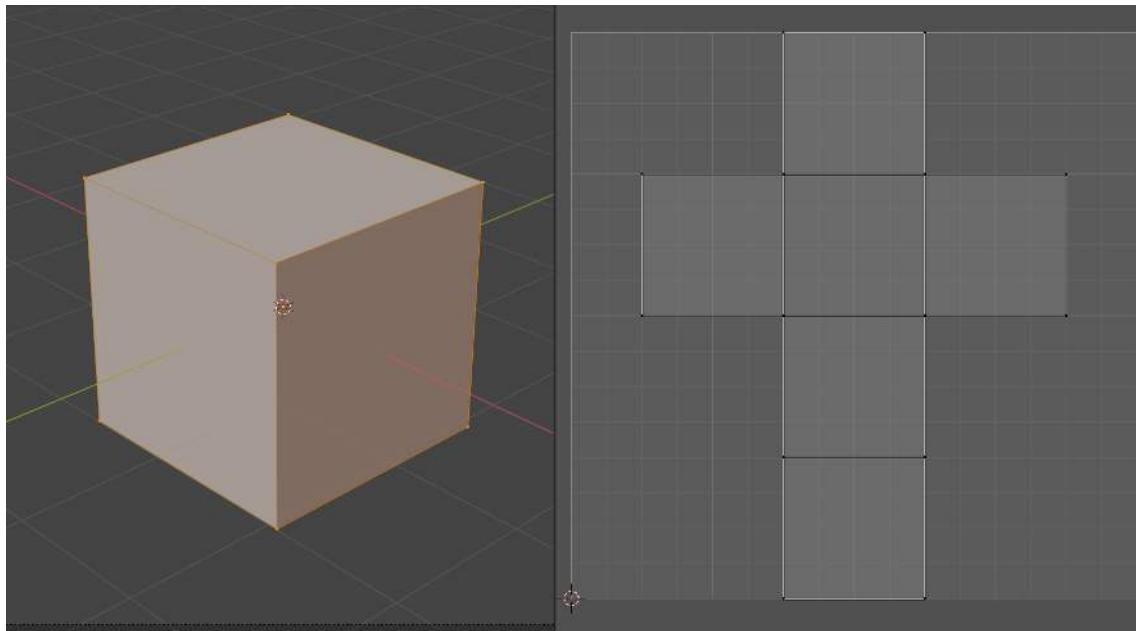


Abbildung 22.5: Der Standardwürfel und seine UVs im UV-Editor.

Zugehörigkeit  
einer UV  
ermitteln

Auf den ersten Blick ist dabei nicht ganz klar, welche UV zu welchem Face gehört. Wenn man beispielsweise wissen möchte, welche UV ein bestimmtes Face darstellt, können alle Faces abgewählt werden und lediglich dieses eine Face ausgewählt werden, wie in Abbildung 6. Dadurch wird im UV-Editor lediglich die UV dieses einen Faces dargestellt.

UVs werden mit  
neuem Objekt  
erstellt

Jedes neu hinzugefügte Objekt in Blender wird bereits mit einem UV-Mapping erstellt. Das heisst, ein neu hinzugefügter Würfel beinhaltet bereits das standardmässige UV-Mapping, welches bislang dargestellt wurde. Auch andere Mesh-Formen werden standardmässig mit ihren UV-Mappings erstellt. Abbildung 7 zeigt die Mesh-Primitives in

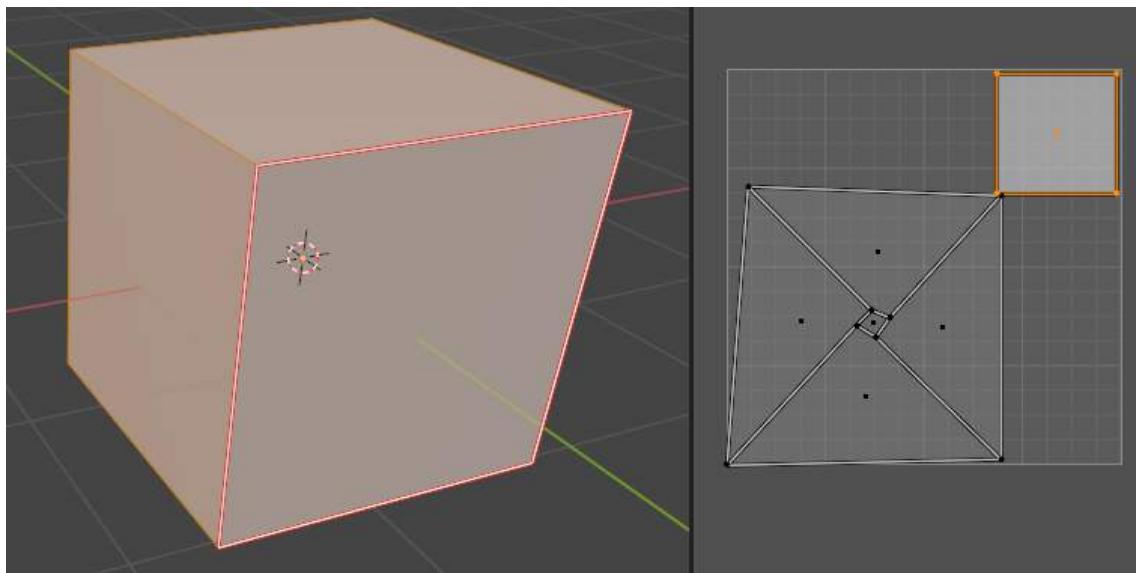


Abbildung 22.6: Auswahl eines Faces des Standardwürfels, um seine dazugehörige UV zu ermitteln.

ihren Default-Einstellungen inklusive einer auf sie angewendeten Textur und darunter das entsprechende Mapping dieser Texturen.

Wenn Objekte im Edit-Mode bearbeitet werden und komplexere Formen annehmen, kann es vorkommen, dass die UVs nicht mehr passend erscheinen. In solchen Fällen sollten die UVs jeweils angepasst werden. Statt einer manuellen Anpassung besteht allerdings auch die Möglichkeit, dass Blender die UVs neu für die veränderte Form erstellt. Dieser Prozess wird als UV-Unwrapping bezeichnet.

Das UV-Unwrapping erfolgt im Edit-Mode. Dabei werden die Faces, bei denen das UV-Unwrapping erfolgen soll, ausgewählt und anschliessend die Taste **U** gedrückt. Beim Mauszeiger erscheint anschliessend das «UV Mapping»-Menü, bei dem aus verschiedenen Optionen zum Unwrapping ausgewählt werden kann. Diese Optionen sind:

- **«Unwrap»:** Dabei wird das Mesh auf eine zweidimensionale Fläche projiziert. Hierfür werden auch manuell gesetzte Grenzen in Texturen berücksichtigt.
- **«Smart UV Project»:** Die UVs werden basierend auf den Winkeln zwischen Faces erstellt und separiert.
- **«Lightmap Pack»:** Hierbei werden UVs erstellt, welche für Lightmaps besonders geeignet sind, weil die UVs so angeordnet werden, dass möglichst die gesamte Fläche der Textur verwendet wird. Bei den Lightmaps handelt es sich dabei um Texturen, welche Informationen über die Beleuchtung beinhalten.
- **«Follow Active Quads»:** Die aktiven Quads werden als Grundlage für die UV-Erstellung verwendet und ausgehend von den Loops, welche diese Quads bilden, werden die UVs erstellt.
- **«Cube Projection»:** Das Unwrapping erfolgt ausgehend von der Grundform eines Würfels.

**U**, um  
Objekte zu  
unwarpfen

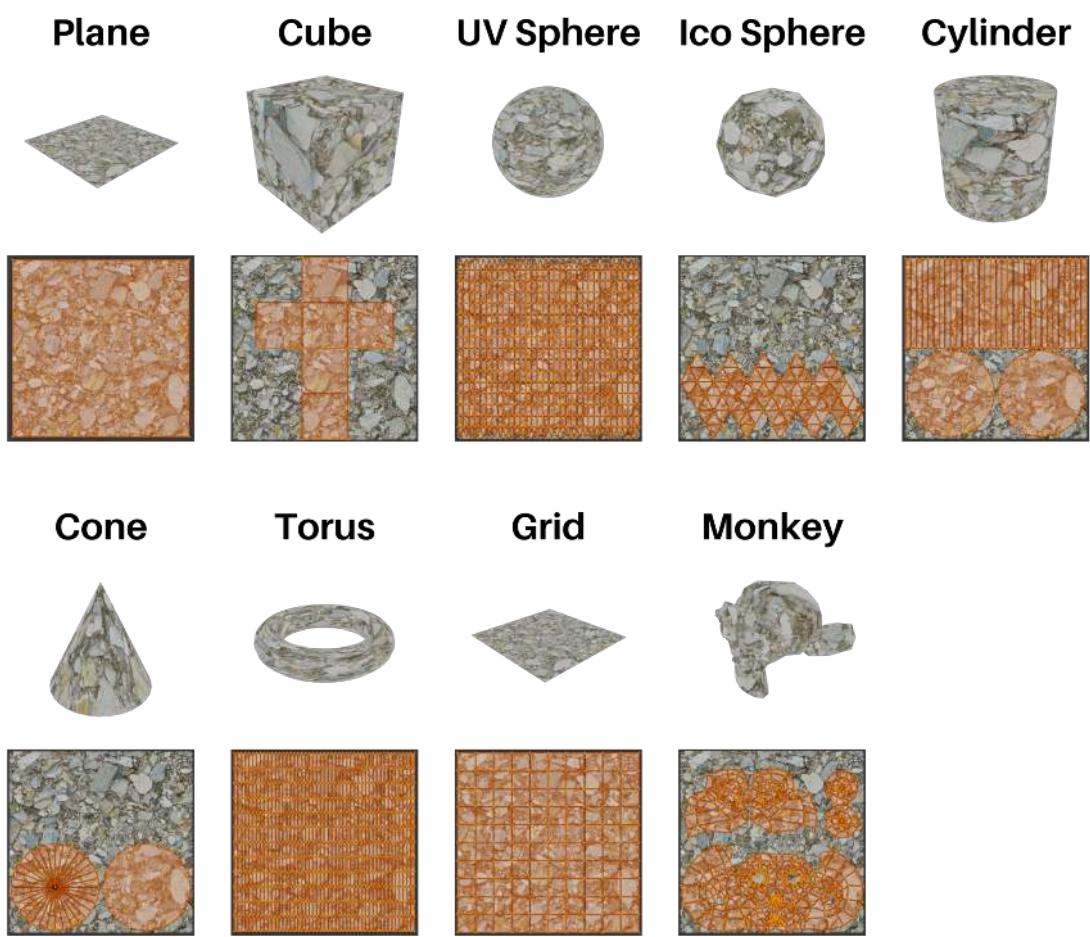


Abbildung 22.7: Die Mesh-Primitives und die standardmäßig dazu erstellten UV-Mappings.

- «**Cylinder Projection**»: Das Unwrapping erfolgt ausgehend von einem Zylinder.
- «**Sphere Projection**»: Das Unwrapping erfolgt ausgehend von einer Kugel.
- «**Project from View**»: Das Unwrapping erfolgt ausgehend von der aktuellen Ansicht im 3D Viewport-Editor.
- «**Project from View (Bounds)**»: Das Unwrapping erfolgt ausgehend von der aktuellen Ansicht im 3D-Viewport-Editor, wobei die Anordnung der UVs bis zu den Grenzen der Textur gestreckt werden.
- «**Mark Seam**»: Ein Seam wird hinzugefügt. Dabei handelt es sich um manuell gesetzte Schnitte im UV-Mapping.
- «**Clear Seam**»: Ein Seam wird entfernt.
- «**Reset**»: Das UV-Mapping wird zurückgesetzt, sodass alle Faces den gesamten UV-Raum ausfüllen und somit dieselbe Größe innehaben.

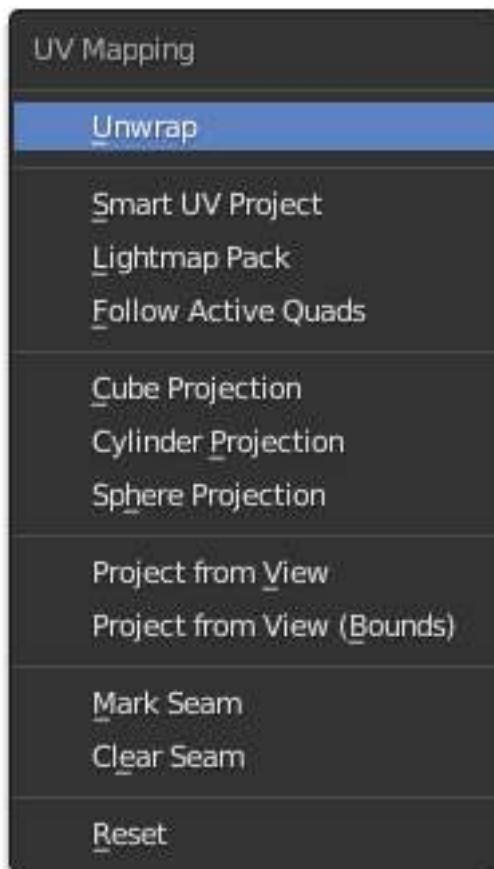


Abbildung 22.8: UV-Mapping-Menü.

Damit im UV-Editor die jeweilige Textur angezeigt wird, auf welche die UVs angepasst werden sollen, muss im UV-Editor diese Textur ausgewählt werden. In der Mitte des Headers im UV-Editor befindet sich ein Auswahlmenü, in dem die entsprechenden Texturen ausgewählt oder geladen werden können. Nach der Auswahl der entsprechenden Textur wird diese im Hintergrund des UV-Editors angezeigt, sodass die Anordnung der

Texturen im  
UV-Editor  
anzeigen

## Creating the World

UVs entsprechend der Textur verändert werden kann. Dadurch wird dem Objekt selbst diese Textur allerdings noch nicht hinzugefügt.

UVs mittels  
Seams trennen

In manchen Situationen ist es erforderlich, dass eigenhändig definiert wird, an welchen Stellen die UVs geschnitten werden sollen. Möchte man beispielsweise, dass die UVs entlang einer Reihe von Edges nicht miteinander verbunden werden oder dass separate Inseln von UVs zwischen mehreren Bereichen entstehen, so können Seams auf die entsprechenden Edges angewendet werden.

Seams  
hinzufügen

Beispielsweise könnten im Standardwürfel alle Edges ausgewählt werden, welche zu einer Fläche gehören, und diesen jeweils ein Seam hinzugefügt werden. Um einen Seam hinzuzufügen, kann mittels der Tastenkombination **Ctrl** + **E** das Edge-Menü beim Mauszeiger geöffnet werden. Mittels der Option «*Mark Seam*» können dann die Seams an den ausgewählten Edges hinzugefügt werden. Im Edit-Mode sind diese anschliessend anhand einer roten Markierung entlang der entsprechenden Edges ersichtlich. Mittels der Option «*Clear Seam*» können Seams bei ausgewählten Edges wieder entfernt werden.

Seams beim  
Unwrapping  
berücksichtigen

Damit die gesetzten Seams auch in den UVs des Objektes berücksichtigt werden, muss erneut ein Unwrapping auf das Objekt erfolgen. Die Option «*Unwrap*» im Menü «*UV Mapping*» berücksichtigt jeweils die gesetzten Seams.

Auswahl von  
UVs im  
UV-Editor

Im UV-Editor können die einzelnen UVs, aber auch die Vertices und Edges ausgewählt werden. Wenn der Edit-Mode aktiviert ist, erscheinen in der linken oberen Ecke des UV-Editors verschiedene Schaltflächen, mit denen die Auswahl bestimmt werden kann. Nebst der Auswahl von Vertices, Edges und Faces können im UV-Editor zudem auch ganze Inseln ausgewählt werden. Dabei werden alle UVs, die zusammen eine UV-Insel bilden, gemeinsam ausgewählt.

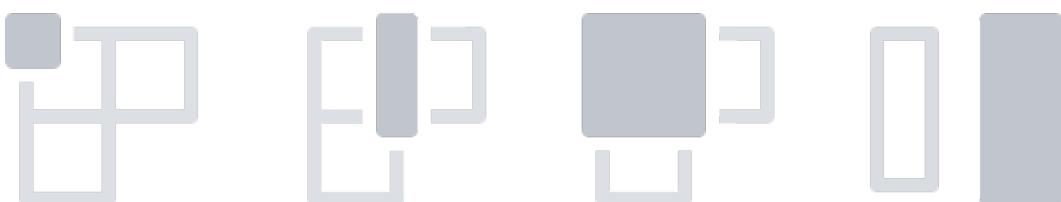


Abbildung 22.9: Select-Modes für die Auswahl von UVs.

UVs im  
UV-Editor  
anpassen

Im UV-Editor ist es zudem möglich, die Platzierung der UVs zu verändern. Hierfür werden die entsprechenden UVs im UV-Editor ausgewählt. Anschliessend können diese mittels der Taste **G** bewegt, mittels der Taste **S** skaliert und mittels der Taste **R** rotiert werden. Dadurch können die UVs auch entsprechend den Bedürfnissen in einem Projekt angepasst werden.

Grösse der UVs

Gerade bei komplexen Objekten mit vielen Details sind die UVs von grosser Bedeutung. Je grösser die UV ist, desto detailliertere Inhalte können innerhalb der dazugehörigen Faces dargestellt werden. Dementsprechend ist es sinnvoll, für Bereiche mit weniger benötigten

Details kleinere UVs zu verwenden und für Bereiche, die mehr Details benötigen, grössere UVs zu verwenden. Gerade wenn mittels Blender eigene Texturen erstellt werden, wird dieses Vorgehen relevant. Für die nächsten Kapitel muss allerdings noch nicht zu stark auf die Größenverhältnisse der UVs geachtet werden.



# 23. Texturen zu einem Material hinzufügen

## 23.1 Texture-Nodes hinzufügen

Bislang wurde betrachtet, wie die dreidimensionale Struktur mittels UVs auf Texturen angewendet wird. Allerdings wurde noch nicht besprochen, wie die Texturen auf dem Objekt erscheinen. Damit die Texturen auf ein Objekt angewendet werden, müssen sie Teil eines Materials sein, welches anschliessend auf das Objekt angewendet wird. Deshalb wird erneut der Shader-Editor benötigt, wenn die Texturen einem Objekt hinzugefügt werden sollen.

Texturen als Teil eines Materials

Wenn die Base-Color des Principled-BSDF-Shaders keine einheitliche Farbe darstellen soll, muss der Base-Color eine Textur zugewiesen werden. In der Farbbox der Base-Color besteht keine Möglichkeit, eine Textur auszuwählen. Stattdessen muss eine Textur mit dem Base-Color-Input des Principled-BSDF-Shaders verbunden werden. Hierfür wird ein neuer Node im Shader-Editor benötigt, welcher die Textur beinhaltet. Dieser wird anschliessend mit der Base-Color verbunden.

Textur muss mittels Nodes verbunden werden

Um einen neuen Node hinzuzufügen, wird die Tastenkombination `Shift` + `A` verwendet. Dadurch öffnet sich beim Mauszeiger das «Add»-Menü für den Shader-Editor. Anschliessend kann über das Menü der entsprechende Node gesucht werden. Die Nodes sind in unterschiedliche Kategorien aufgeteilt, die zu einem späteren Zeitpunkt ausführlich beschrieben werden. Statt den entsprechenden Node durch die Kategorien auszuwählen, kann auch die Suchleiste zuoberst im Menü ausgewählt werden und nach dem entsprechenden Node gesucht werden.

Node hinzufügen

Um eine Textur hinzuzufügen, wird der Node «*Image Texture*» benötigt. Dieser kann unter «*Textures / Image Texture*» hinzugefügt werden oder über die Suchleiste gesucht werden. Dadurch erscheint der Image-Texture-Node, welcher mittels eines Mausklicks platziert werden kann. Da der Output des Image-Texture-Nodes anschliessend mit dem Input des Principled-BSDF-Shaders verbunden wird, sollte der Image-Texture-Node links vom Principled-BSDF-Shader platziert werden, wie in Abbildung 1 dargestellt.

Texture-Node hinzufügen

Der Image-Texture-Node verfügt noch über keine Textur, sondern stellt lediglich einen Platzhalter dar. Um ihm eine Textur hinzuzufügen, bestehen folgende Möglichkeiten im Image-Texture-Node:

Methoden, um dem Image-Texture-Node ein Bild zuzuweisen

- «**New**»: Damit wird eine neue, einfarbige Textur erstellt, welche anschliessend in Blender bearbeitet und als Bilddatei auf dem Rechner abgespeichert werden kann.
- «**Open**»: Damit lässt sich eine bestehende Bilddatei auf dem Rechner auswählen und dem Image-Texture-Node hinzufügen. Hierfür öffnet sich ein Browser-Fenster, in dem zum entsprechenden Speicherort der Textur navigiert und die entsprechende Bilddatei ausgewählt werden kann.
- **Dropdown-Menü auf der linken Seite**: Damit lassen sich bereits in Blender

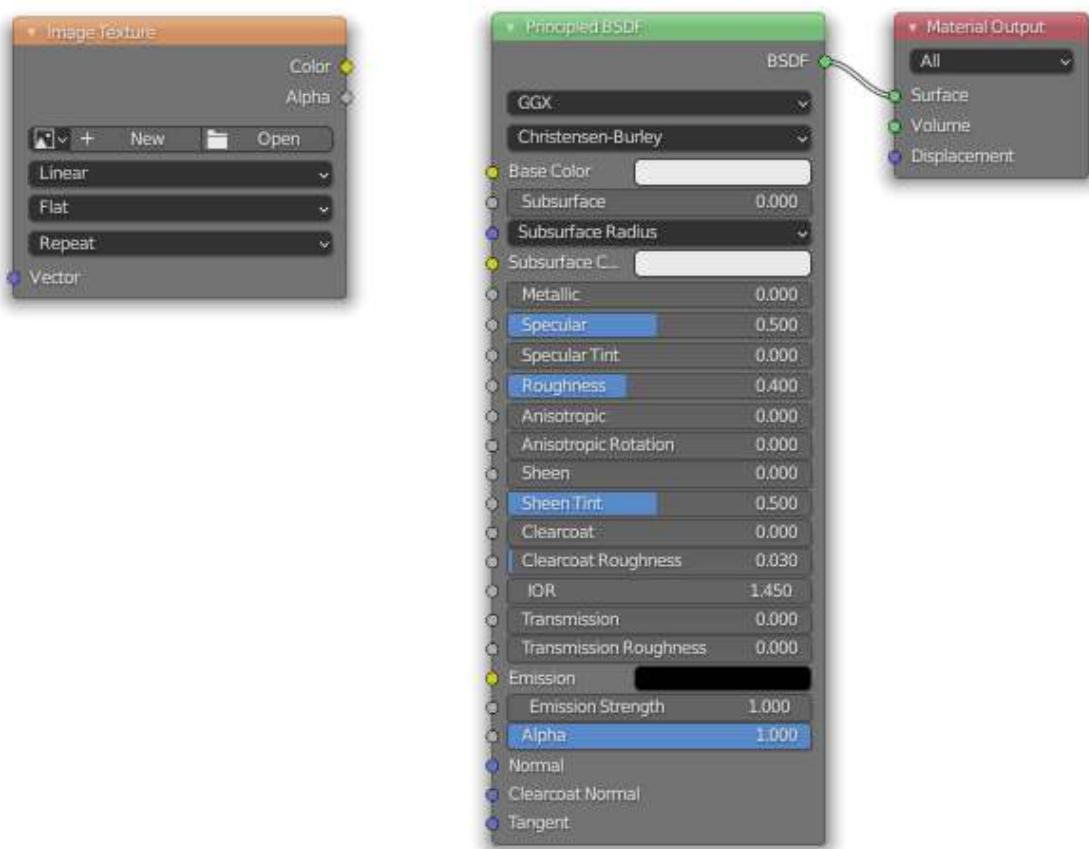


Abbildung 23.1: Image-Texture-Node, der neben dem Principled-BSDF-Shader hinzugefügt wurde.

geladene Bilddateien auswählen und dem Image-Texture-Node zuweisen.

Sobald dem Image-Texture-Node eine Textur zugewiesen wurde, wird der Name dieser Textur anstelle der Auswahloptionen «New» und «Open» angezeigt. Mittels des Ordner-Icons neben dem Namen kann eine andere Textur geöffnet und dem Image-Texture-Node hinzugefügt werden, und mittels des Kreuz-Icons kann die Textur aus dem Image-Texture-Node entfernt werden.

Der Image-Texture-Node beinhaltet nun die geladene Bilddatei als Information, die er mittels des Outputs «Color» weiterleiten kann. Diese Farbe stellt nun keine einheitliche Farbe mehr dar, sondern die Bilddatei. Der Color-Output des Image-Texture-Nodes kann nun mit dem Base-Color-Input des Principled-BSDF-Shaders verbunden werden, wie in Abbildung 2 dargestellt. Dadurch verschwindet das Auswahlfeld, mit der eine Farbe für die Base-Color des Principled-BSDF-Shaders ausgewählt werden kann. Dies liegt daran, dass dieser Informationsparameter für die Farbe bereits belegt ist, nämlich durch die Textur, welche mit dem Input der Base-Color verbunden wurde. Wird das Objekt, zu dem das Material gehört, nun im 3D-Viewport-Editor in der Material-Preview betrachtet, sollte die Textur des Objektes nun zu erkennen sein.

Hinzugefügte Textur im Image-Texture-Node

Image-Texture-Node verbinden

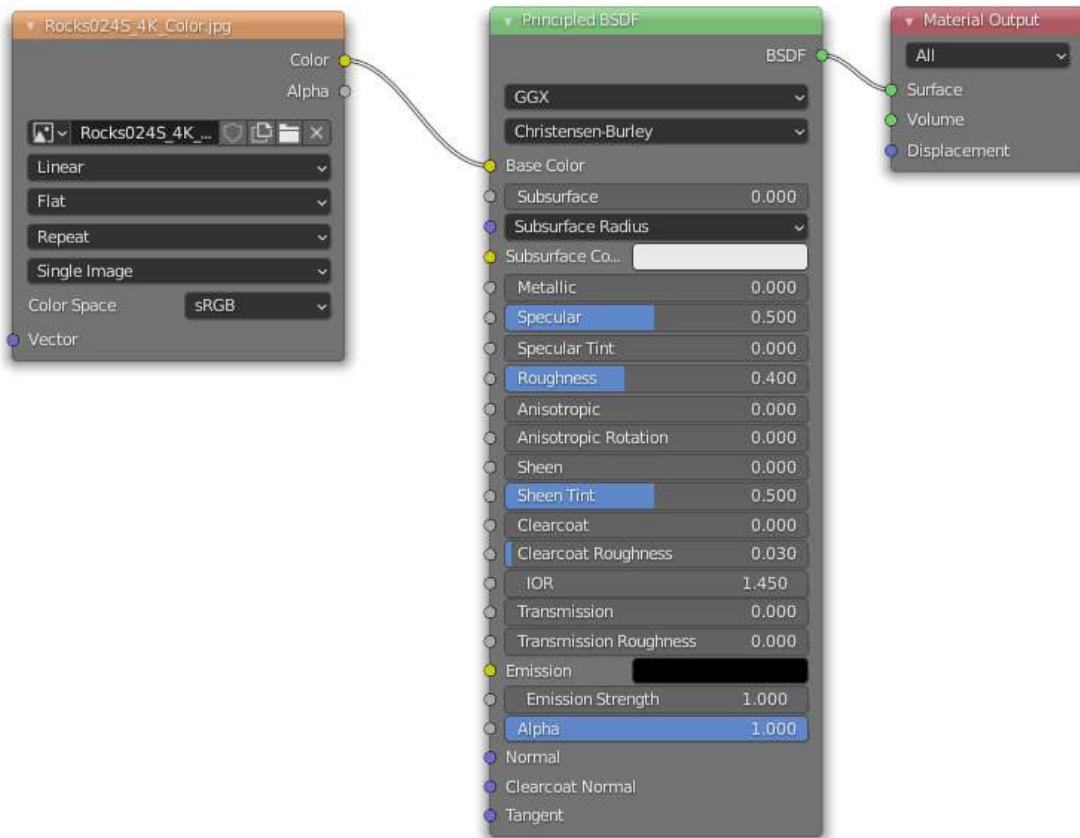


Abbildung 23.2: Verbindung zwischen einem Image-Texture-Node und der Base-Color des Principled-BSDF-Shaders.

Merke...

Texturen werden jeweils auf Materialien angewendet.

Um eine Textur einem Material hinzuzufügen, wird diese mit einem Image-Texture-Node dem Material hinzugefügt und über einen Faden mit dem fargebenden Input des Shaders verbunden.

## 23.2 Texture-Mapping hinzufügen

Mapping-Node	Die Texturen, welche über den Image-Texture-Node mit dem Principled-BSDF-Shader verbunden werden, können auch variert werden. So lassen sich die Positionen verschieben, rotieren und skalieren. Damit dies möglich ist, wird ein « <i>Mapping</i> »-Node benötigt. Dieser ist im Add-Menü unter « <i>Vector / Mapping</i> » auffindbar. Der Mapping-Node sollte dabei links vom Image-Texture-Node platziert werden, da der Vector-Output des Mapping-Nodes mit dem Vector-Input des Image-Texture-Nodes verbunden wird.
Texture-Coordinate-Node	Durch die Verbindung des Mapping-Nodes mit dem Image-Texture-Node wird die Textur nicht mehr auf dem Objekt angezeigt. Dies liegt daran, dass der Mapping-Node keine Informationen darüber verfügt, wie die Texturen jeweils auf ein Objekt angewendet werden. Deshalb wird ein Node benötigt, welcher dem Mapping-Node diese Informationen übermittelt – nämlich der « <i>Texture Coordinate</i> »-Node. Der Texture-Coordinate-Node ist im « <i>Add</i> »-Menü jeweils unter « <i>Input / Texture Coordinate</i> » zu finden. Dieser Node sollte links vom Mapping-Node platziert werden, damit er anschliessend mit dem Vector-Input des Mapping-Nodes verbunden werden kann.
Outputs des Texture-Coordinate-Nodes	Im Texture-Coordinate-Node gibt es sechs verschiedene Outputs, die mit dem Vector-Input des Mapping-Nodes verbunden werden können. Jeder dieser Outputs beschreibt eine andere Methode, wie die Texturen auf ein Objekt angewendet werden können. Wenn der entsprechende Output mit dem Vector-Input verbunden wird, wird diese Methode angewendet.
Verbindung von Texture-Coordinate- und Mapping-Node	Häufig werden die UVs verwendet, um das Mapping der Texturen auf das Objekt zu bestimmen. Dabei handelt es sich um die Standardoption, welche der Image-Texture-Node ohne den Mapping-Node durchführen würde. Somit wird in der Regel der UV-Output des Texture-Coordinate-Nodes mit dem Vector-Input des Mapping-Nodes verbunden und der Vector-Output des Mapping-Nodes mit dem Vector-Input des Image-Texture-Nodes, so wie in Abbildung 3. Durch diese Anordnung wird die Textur wieder auf dem Objekt sichtbar.
Zuordnungspunkte bewegen	Durch den Mapping-Node ist es nun möglich, die Darstellung der Textur auf dem Objekt anzupassen. Durch eine Veränderung der Werte im Bereich « <i>Location</i> » kann die Textur etwa verschoben werden. Genau genommen wird dabei nicht die Textur verschoben, sondern die Zuordnungspunkte (z.B. UVs), auf denen die Textur dargestellt wird. Hinsichtlich der Z-Achse zeigt sich dabei kein Unterschied, da diese auf dem zweidimensionalen Zuordnungssystem nicht berücksichtigt wird.
Skalierung und Rotation des Zuordnungsbereichs	Mittels des Bereichs « <i>Rotation</i> » werden die Zuordnungspunkte rotiert und mittels des

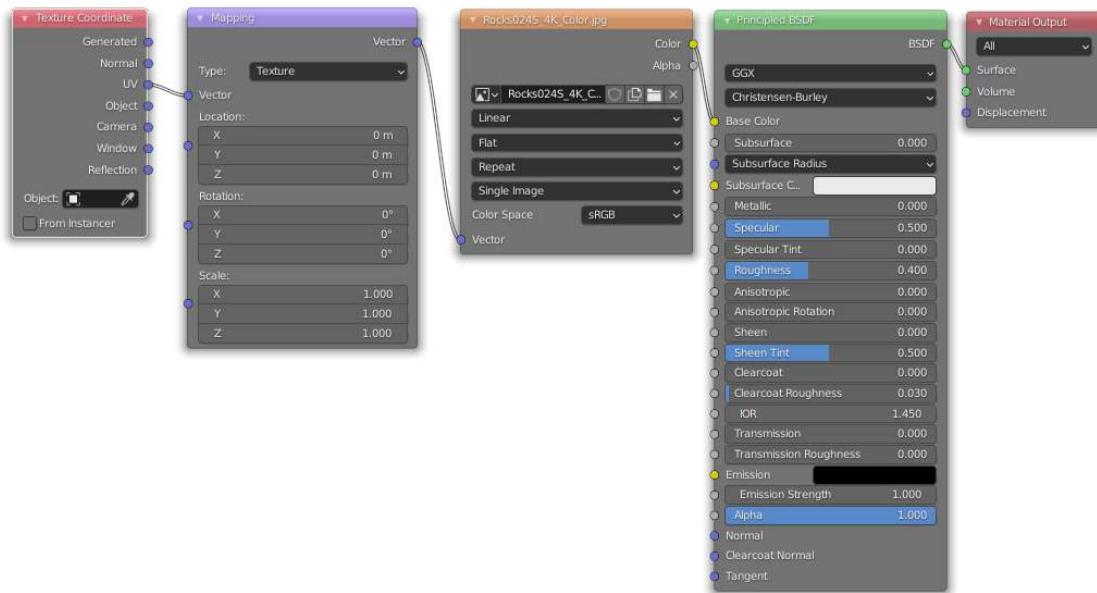


Abbildung 23.3: Ein Image-Texture-Node, der mit einem Texture-Coordinate- und einem Mapping-Node verbunden ist.

Bereichs «*Scale*» werden die Zuordnungsbereiche skaliert. Eine Skalierung um den Wert 2 führt dazu, dass die Zuordnungspunkte doppelt so gross über die Textur erstreckt werden. Als Folge erscheinen die Objekte und Muster auf der Textur kleiner auf dem Objekt. Wenn die Muster der Textur einen grösseren Bereich auf dem Objekt einnehmen sollen, muss ein Wert kleiner als 1 eingestellt werden. Dies führt dazu, dass der Zuordnungsbereich verkleinert wird und somit die Muster grösser in diesem Bereich erscheinen.

### 23.3 Schnelleres Hinzufügen von Image-Texture-Nodes

Die soeben aufgezeigte Verbindung von Nodes ist essenziell für das Hinzufügen von Texturen. Deshalb besteht ein grösserer Teil des Texturierens aus dem Hinzufügen der Nodes, wie gerade dargestellt. Wäre es nicht praktisch, wenn mittels eines einzelnen Klicks diese Nodes direkt hinzugefügt werden könnten?

Node-Verbindungen erstellen als zentraler Bestandteil des Texturierens

Dank einem Add-on, welches direkt mit Blender mitgeliefert wird, ist dies sehr leicht möglich. Es handelt sich dabei um das Node-Wrangler-Add-on. Um dieses zu aktivieren, müssen die Einstellungen aufgerufen werden (*Edit / Preferences*) und darin auf der linken Seite der Reiter «*Add-ons*» ausgewählt werden. Im Suchfeld kann anschliessend nach «*Node Wrangler*» gesucht werden. Anschliessend müsste die Zeile «*Node: Node Wrangler*» angezeigt werden. Durch das Aktivieren des Kontrollkastens am Zeilenanfang wird das Add-on aktiviert, sodass das Einstellungsfenster bereits wieder geschlossen werden kann.

Node-Wrangler-Addon aktivieren

Wenn nun ein Node ausgewählt wird, indem er angeklickt wird, kann die Tastenkombination **Ctrl** + **T** gedrückt werden. Danach wird automatisch ein Texture-Coordinate-Node, verbunden mit einem Mapping-Node und dieser wiederum verbunden mit einem

Vorlage für Image-Textures hinzufügen

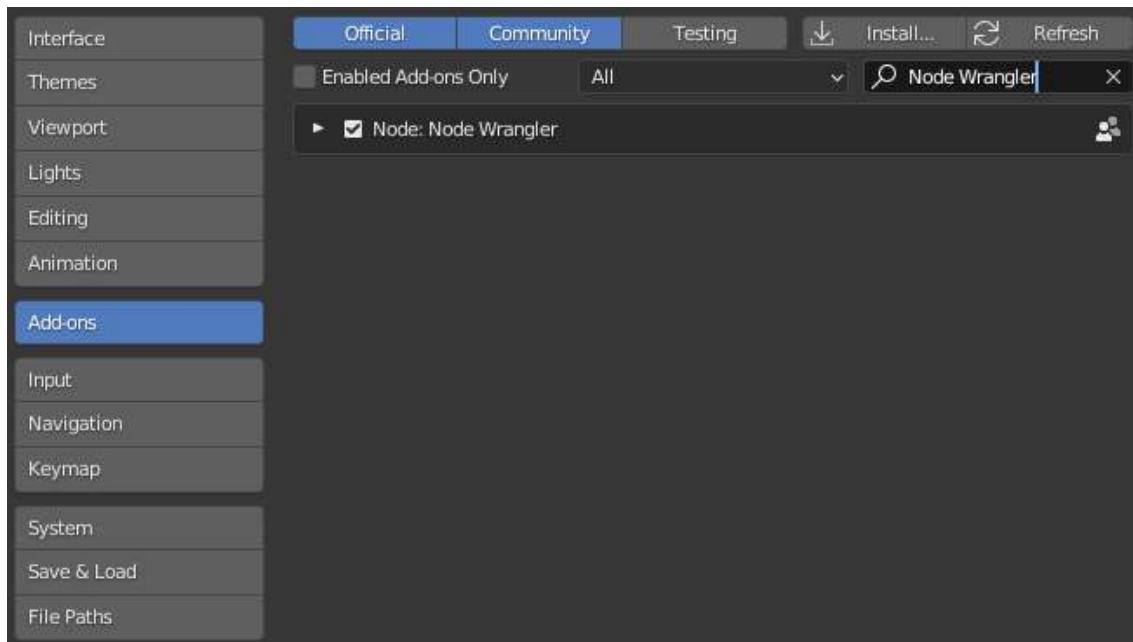


Abbildung 23.4: Aktiviertes Node-Wrangler-Add-on.

Image-Texture-Node, hinzugefügt und mit dem ersten freien Input des ausgewählten Nodes verbunden. Dies erspart das Suchen und Anordnen der einzelnen Komponenten.

Weiterhin ist es zudem möglich, dass Bilddateien direkt vom Desktop oder aus Ordnern in den Shader-Editor hineingezogen werden. Diese Bilddateien werden anschliessend dem aktuell bearbeiteten Material als Image-Texture-Node hinzugefügt, müssen allerdings noch mit dem entsprechenden Shader verbunden werden. Wenn das Node-Wrangler-Add-on aktiviert ist, können diesem Image Texture-Node mit der Tastenkombination **Ctrl** + **T** zudem ein Texture-Coordinate-Node und ein Mapping-Node hinzugefügt werden.

Merke...

Texturen werden mit einem Mapping- und einem Texture-Coordinate-Node versehen, damit die Texturen über den Mapping-Node angepasst werden können.

Übung 14: Textur zuweisen

### Übung 14.1

Fügen Sie die Textur «Rocks024S\_4K\_Color.jpg» der Base-Color eines Materials hinzu, welches Sie dem Standardwürfel zugewiesen haben.

## 24. Texturen für Parameter verwenden

Es ist auch möglich, innerhalb von Blender eigene Texturen zu emulieren. Beispielsweise kann innerhalb des Shader-Editors eine Checker-Textur hinzugefügt werden. Diese ist im Add-Menü unter «*Texture / Checker Texture*» zu finden. Diese kann anschliessend mit der Base-Color des Principled-BSDF-Shaders verbunden werden, wie in Abbildung 1 abgebildet. Dadurch wird ein schachbrettartiges Muster aus zwei Farben erstellt und als Grundfarbe verwendet. Die Farbe kann dabei beliebig verändert werden, beispielsweise in Schwarz und Weiss, sodass eine Textur entsteht, wie sie in Abbildung 2 auf den Standardwürfel angewendet wurde. Über die beiden Farbboxen zu den Parametern «*Color1*» und «*Color2*» können die Farben verändert werden.

Checker-Textur  
innerhalb von  
Blender  
erstellen

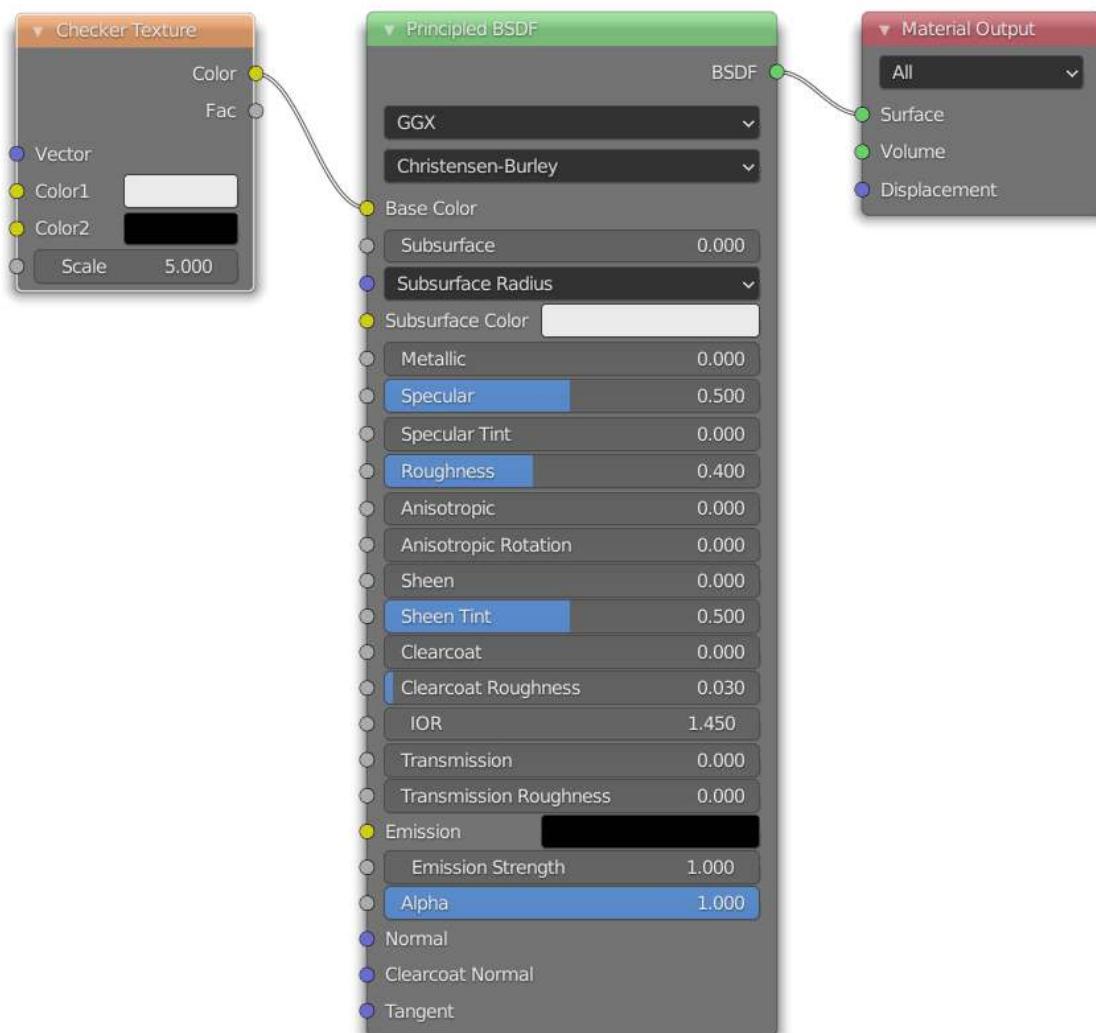


Abbildung 24.1: Eine Checker-Textur, die mit der Base-Color des Principled-BSDF-Shaders verbunden ist.

Checker-Textur  
mit Roughness  
verbinden

Bislang wurden Texturen lediglich verwendet, um die Farbe der Oberflächen zu variieren. Es ist allerdings auch möglich, dass andere Parameter eines Shaders mittels Texturen variiert werden können. Beispielsweise könnte die Checker-Textur statt mit der Base-Color mit der Roughness verbunden werden. Abbildung 3 stellt denselben Standardwürfel wie in Abbildung 2 dar, jedoch wurde bei ihm die Checker-Textur mit dem Roughness-Input des Principled-BSDF-Shaders verbunden statt mit der Base-Color. Zusätzlich wurde die Base-Color auf blau gestellt, um die Veränderungen besser sichtbar zu machen.

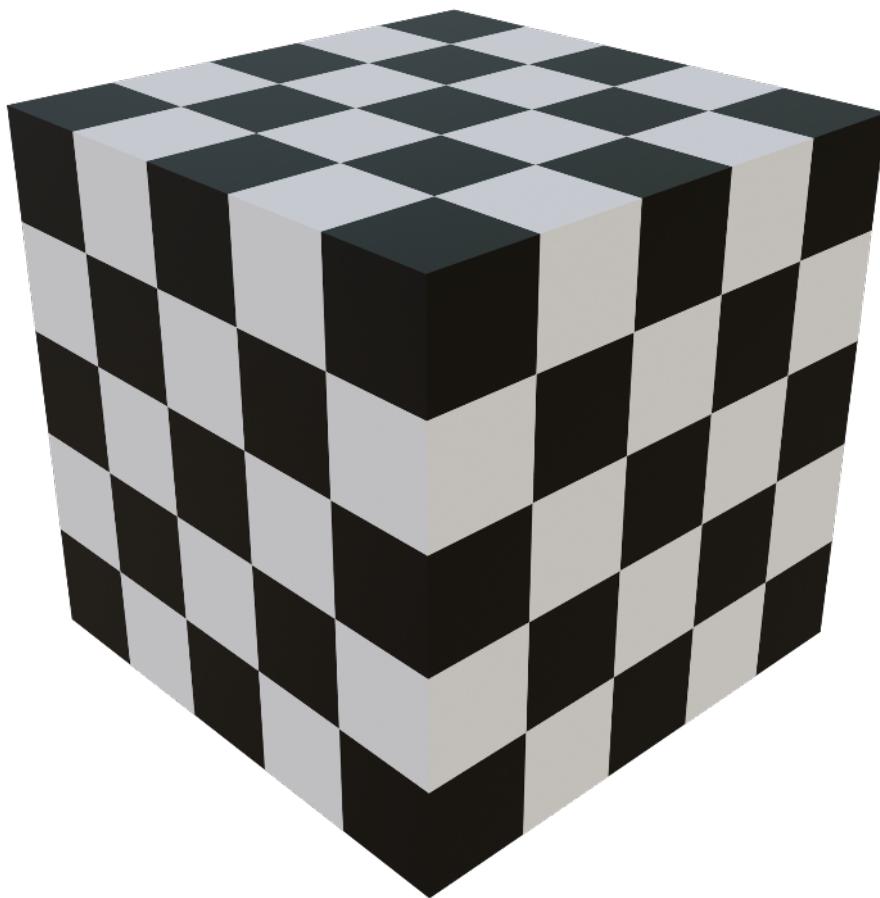


Abbildung 24.2: Der Standardwürfel mit einer schwarz-weissen Checker-Textur als Input für die Base-Color.

Veränderung  
der Roughness  
über die  
Oberfläche  
hinweg

Was ist in Abbildung 3 mit dem Material geschehen? Die Farbe ist über die gesamte Oberfläche identisch – und trotzdem scheint die Textur einen Einfluss zu haben. In diesem Fall wurden die Farbwerte der Textur übernommen und mit diesen die Roughness angepasst. Bereiche, welche in der Abbildung 2 eine schwarze Farbe aufwiesen, sind in der Abbildung 3 nun deutlich glatter und reflektieren das Licht dadurch gebündelter.

Bereiche, welche in der Abbildung 2 hingegen eine weisse Farbe aufwiesen, sind in der Abbildung 3 nun deutlich rauer und reflektieren das Licht gestreuter. Somit variiert die Roughness nun basierend auf der Textur.

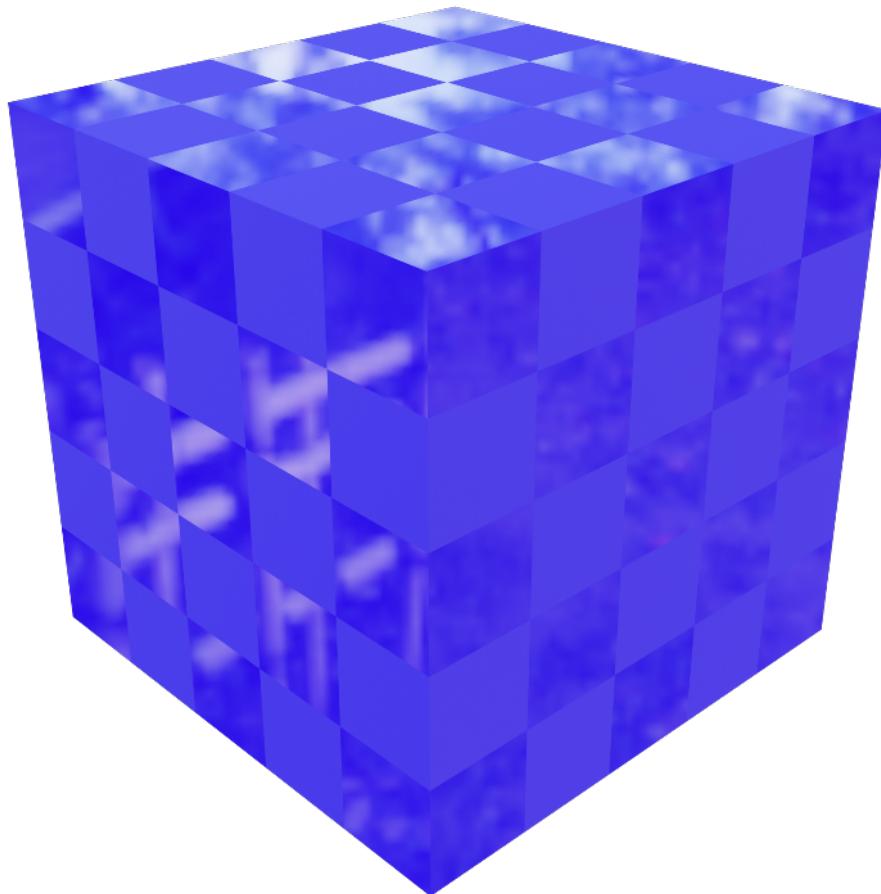


Abbildung 24.3: Der Standardwürfel mit einer schwarz-weissen Checker-Textur als Input für die Roughness.

In diesem Beispiel wurden die Farben Schwarz und Weiss in der Checker-Textur verwendet. Schwarz weist einen RGB-Wert von 0-0-0 auf und einen HSV-Wert von 0-0-0. Weiss weist hingegen einen RGB-Wert von 1-1-1 auf und einen HSV-Wert von 0-0-1. Der Principled-BSD-Shader hat diese Werte von der Checker-Textur übernommen und diese als Parameter für die Roughness eingestellt.

An den Stellen mit einer schwarzen Farbe wird eine Roughness von 0 eingesetzt und an den Stellen mit einer weißen Farbe eine Roughness von 1. Durch eine Verdunkelung oder eine Erhellung der Farben innerhalb des Checker-Texture-Nodes – dies kann im Reiter «HSV» unter der Zeile «V» erzielt werden – variiert auch die Roughness

Farbwerte können auch als Faktoren verwendet werden

Schwarz für den Wert 0, Weiss für den Wert 1 und grau für die Abstufungen dazwischen

dementsprechend für die Bereiche, welche diese Farbe innehaben. Dieses Prinzip kann auch für andere Werte übernommen werden. Auch der Wert für Metallic kann mit dieser Vorgehensweise über Texturen variiert werden.

## 25. Welche Bilder eignen sich als Texturen?

Damit einem Objekt Texturen hinzugefügt werden können, werden zunächst einmal Texturen benötigt. Rein theoretisch lässt sich jedes Bild als Textur verwenden. Es gibt dabei allerdings, gerade wenn eine Textur über grössere Bereiche erstreckt wird, ein häufig auftauchendes Problem, welches in Abbildung 1 dargestellt wird.

Jedes Bild kann eine Textur sein

Auf der linken Seite der Abbildung 1 ist ein Bild dargestellt, welches als Textur verwendet wird. Gerade bei grösseren Flächen wird die Skalierung der Textur so angepasst, dass die Textur jeweils wiederholt wird. Dadurch könnte ein Muster, wie es auf der rechten Seite der Abbildung 1 abgebildet ist, entstehen. Hierbei wurde die Textur entlang beider Achsen einmal wiederholt. Die Strukturen am oberen Ende des Bildes passen nicht zu den Strukturen am unteren Ende des Bildes. Ebenso verhält es sich mit den Strukturen am linken und am rechten Rand des Bildes. Dies führt dazu, dass ein Schnitt an der Wiederholungsstelle der Textur ersichtlich wird.

Schnitte durch Wiederholungsmuster



Abbildung 25.1: Links eine Textur und rechts eine 2x2-Anordnung dieser Textur.

Bilder, die besonders gut als Textur geeignet sind, weisen am linken und am rechten Rand sowie am oberen und am unteren Rand des Bildes identische Strukturen auf, so dass bei einer Wiederholung ein fliessender Übergang entsteht. Abbildung 2 zeigt ein Beispiel einer solchen Textur (<https://ambientcg.com/view?id=Rocks005>). Solche Texturen werden als nahtlose Texturen (seamless textures) bezeichnet. Gerade bei namhaften Datenbanken mit hochwertigen Texturen sind die Texturen in der Regel so bearbeitet,

Nahtlose Texturen

dass sie nahtlos sind.



Abbildung 25.2: Links eine nahtlose Textur und rechts eine 2x2-Anordnung dieser Textur.

### Texturen-Datenbanken

Es gibt eine Reihe verschiedener Datenbanken im Internet, die verschiedene Texturen anbieten. Zu diesen gehören beispielsweise:

- <https://polyhaven.com/>: Poly Haven verfügt sowohl über Texturen als auch über 3D-Modelle und HDRIs, welche von anderen Nutzern gratis zur Verfügung gestellt werden. Alle Inhalte auf dieser Plattform fallen unter die CC0-Lizenz und können problemlos für alle Projekte verwendet werden.
- <https://ambientcg.com/> : AmbientCG beinhaltet wie Poly Haven eine Reihe von Texturen, 3D-Modellen und HDRIs, welche problemlos für alle Projekte verwendet werden können.
- <https://3dtextures.me/> : Auf dieser Website sind eine Reihe verschiedener Texturen zu finden, welche alle unter der CC0-Lizenz stehen und somit für alle Projekte verwendet werden können. Nebst realistischen Texturen werden auch stilisierte Texturen angeboten.
- <https://www.textures.com> : Auf dieser Website werden verschiedene Texturen, Bilder, HDRIs und 3D Objekte angeboten. Eine Registrierung ist erforderlich und der Nutzer erhält ein tägliches Kontingent an kostenlosen Credits, um Texturen zu beziehen. Die Texturen können für verschiedene Projekte verwendet werden, aber mit Einschränkungen. So dürfen diese Texturen etwa nicht für ein Open-Source-Videogame verwendet werden. Es empfiehlt sich deshalb, einen Blick in die Lizenzbedingungen der Website zu werfen.

# 26. Arten von Texturen

Beim Herunterladen der Texturen von Datenbanken fällt auf, dass eine Reihe verschiedener Texturen angeboten wird. Beim Download wird oftmals nicht nur eine Textur mit Farbe heruntergeladen, sondern auch andere Texturarten. Diese werden in diesem Kapitel ausführlich beschrieben.

Verschiedene Arten von Texturen

## 26.1 Color-Textur

Bislang wurden Texturen verwendet, um mittels Bildern Farbvariationen innerhalb eines Objektes zu erstellen. Diese Textur wird als Color-Textur bezeichnet. Sie beinhaltet die Farben, welche auf dem Objekt zu sehen sind. In Online-Datenbanken werden diese Texturen teilweise mit der Endung «color» oder «col» versehen.

Color-Textur für Materialfarben

## 26.2 Albedo-Textur

Die Albedo-Textur stellt einen Spezialfall der Color-Textur dar. Dabei handelt es sich ebenfalls um die Farben, welche auf das jeweilige Material übertragen werden. Im Unterschied zur Color-Textur beinhaltet die Albedo-Textur allerdings keine Schatten oder Lichtpunkte. In Online-Datenbanken werden diese Texturen teilweise mit der Endung «albedo» oder «alb» versehen. In der Regel wird die Albedo-Textur statt der Color-Textur angeboten. Sie kann also wie die Farb-Textur verwendet werden.

Albedo-Textur beinhaltet keine Schatten

## 26.3 Metallic-Textur

Die Metallic-Textur stellt eine schwarz-weiße Textur dar. Mit ihr wird angegeben, an welchen Teilen der Oberfläche welcher Metallic-Wert verwendet wird. Je heller ein Punkt auf der Textur, desto höher ist der Metallic-Wert an dieser Stelle. In Online-Datenbanken werden diese Texturen teilweise mit der Endung «metallic» oder «metal» versehen.

Metallic-Textur, um Metallic-Parameter variieren zu lassen

Die Metallic-Textur wird jeweils zusätzlich zur Color-Textur verwendet und mit dem Metallic-Input verbunden. Eine Textur, die sowohl aus Metall als auch aus Rost besteht, würde etwa an den Stellen, an denen Rost dargestellt wird, einen geringeren Metallic-Wert aufweisen. Abbildung 1 zeigt links ein Beispiel einer solchen Color-Textur und rechts die dazugehörige Metallic-Textur, bei der rostige Anteile durch schwarze Anteile dargestellt werden (Bildquelle: <https://ambientcg.com/view?id=Metal022>)

Metallic-Textur verfeinert die Color-Textur

Bei Texturen, die dielektrische Materialien abbilden, werden selten Metallic-Texturen mitgeliefert. Dies liegt daran, dass bei diesen Texturen über die gesamte Textur hinweg kein Metall auftritt. In diesem Fall würde die Metallic-Textur lediglich ein schwarzes Bild darstellen. Statt also ein Bild zu verwenden, kann direkt der Metallic-Parameter auf 0 gesetzt werden.

Fehlende Metallic-Textur

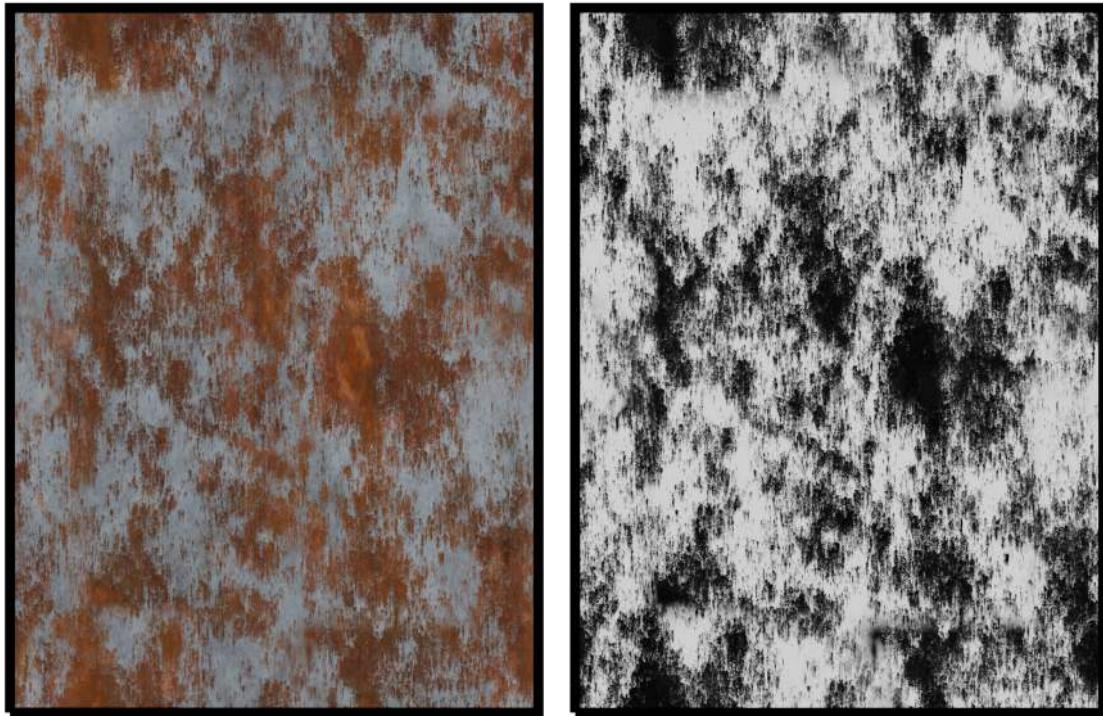


Abbildung 26.1: Links die Color-Textur eines verrosteten Metalls, rechts die dazugehörige Metallic-Textur.

### 26.4 Roughness-Textur

Roughness-Textur, um Roughness-Parameter variieren zu lassen

Die Roughness-Textur funktioniert ähnlich wie die Metallic-Textur. Sie ist ebenfalls schwarz-weiss aufgebaut und gibt mit ihren Helligkeitswerten an, wie hoch die Roughness an der entsprechenden Stelle der Textur sein sollte. Die Roughness-Textur wird zusätzlich zur Color-Textur verwendet und mit dem Roughness-Input des Shaders verbunden. In Online-Datenbanken werden diese Texturen teilweise mit der Endung «roughness» oder «rough» versehen.

### 26.5 Glossy-Textur

Glossy-Textur als Gegenteil der Roughness-Textur

Die Glossy-Textur beschreibt das Gegenteil der Roughness-Textur. Sie ist ebenfalls schwarz-weiss aufgebaut, allerdings stehen bei ihr hellere Stellen für Bereiche, die eine geringere Roughness aufweisen und dadurch gebündelter zu reflektieren scheinen. Dies stellt somit gerade die invertierte Einstellung der Roughness dar. Eine Glossy-Textur kann mit dem Roughness-Input eines Shaders verbunden werden. Dazwischen sollte allerdings ein «*Invert*»-Node eingefügt werden. Dadurch werden die Werte invertiert, sodass sie einer Roughness-Textur entsprechen.

### 26.6 Normal-Textur

Normal-Textur, um Unebenheiten im Objekt zu simulieren

Die Normal-Texturen fallen visuell auf, da sie eine bizarrerscheinende blaue Verfärbung aufweisen, wie die Normal-Textur auf der rechten Seite der Abbildung 3 (Bildquelle:

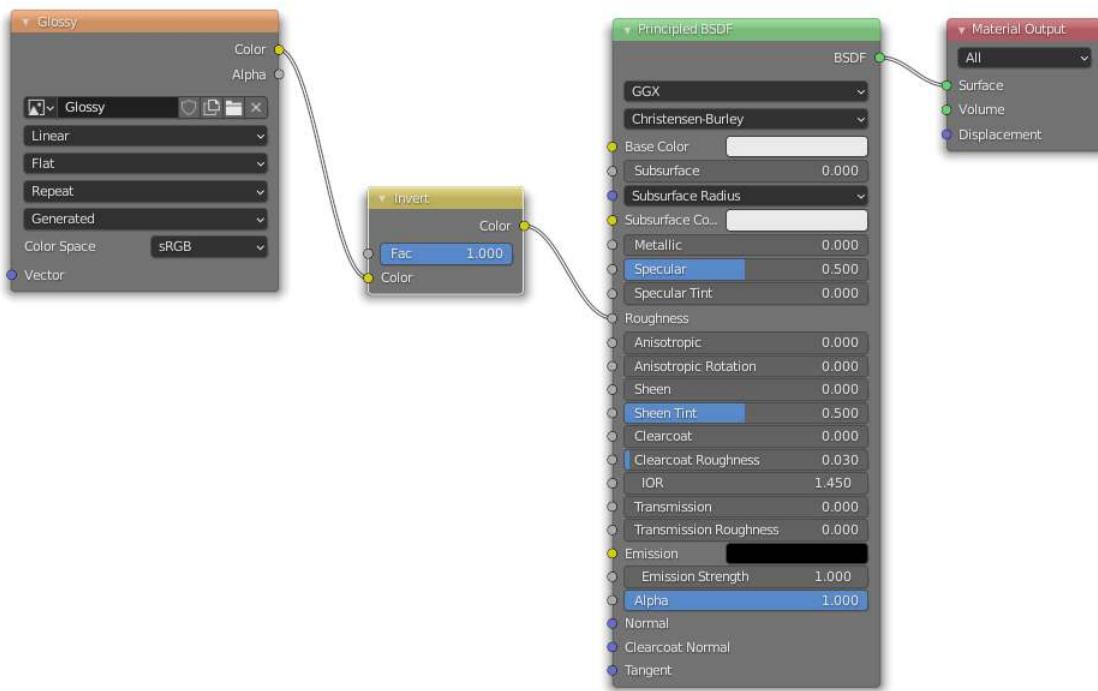


Abbildung 26.2: Node-Anordnung, um mit einer Glossy-Textur umzugehen.

<https://ambientcg.com/view?id=Rocks005>). Mittels dieser Textur können minimale Unebenheiten in einem Objekt simuliert werden. Dabei stellt jede Farbe, die in diesem Bild auftritt, eine Achse dar, anhand derer die simulierten Unebenheiten berechnet werden. In Online-Datenbanken werden diese Texturen teilweise mit der Endung «normal» oder «norm» versehen.

Bei einigen Datenbanken werden zwei verschiedene Arten von Normal-Texturen geliefert. Eine, welche jeweils die Endung «GL» innehaltet, und eine, welche jeweils die Endung «DX» innehaltet. Beide Arten stellen Normal-Texturen dar, jedoch agieren sie unterschiedlich, je nachdem, welche Programmierschnittstelle ihnen zugrunde liegt. Normal-Texturen mit der Endung «GL» können für Applikationen verwendet werden, welche auf «OpenGL» basieren – hierzu gehört Blender. Deshalb werden jeweils diese Normal-Texturen benötigt. Die Normal-Texturen mit der Endung «DX» beziehen sich auf Applikationen, die «DirectX» verwenden.

Zwei Arten von  
Normal-  
Texturen

---

	OpenGL- Style	DirectX-Style
<b>Dateiendung</b>	GL	DX
<b>Software</b>	Blender	3ds Max
	Maya	Substance
	Unity	Unreal Engine

---

	<b>OpenGL-Style</b>	<b>DirectX-Style</b>
<b>Render-Engines</b>	Cycles	V-Ray
	Eevee	Corona (bei diesen kann allerdings auch OpenGL eingestellt werden)
	Redshift	
	Arnold	
	Octane	

Verwendung der Normal-Texturen

Um die Normal-Texturen einem Material beizufügen, wird ein Node benötigt, welcher die Daten der Normal-Texturen extrahiert und daraus die Unebenheiten berechnet. Hierfür wird der Bump-Node verwendet. Dieser ist im «Add»-Menü des Shader-Editors unter «Vector / Bump» zu finden. Anschliessend wird der Color-Output der Normal-Textur mit dem «Height»-Input des Bump-Nodes verbunden. Dadurch erhält der Bump-Node als Input die Höhe für die Unebenheiten basierend auf der Textur. Wie stark diese Unebenheiten anschliessend emuliert werden sollen, kann mittels des Reglers «Strength» im Bump-Node eingestellt werden. Der Normal-Output des Bump-Nodes wird anschliessend mit dem Normal-Input des Principled-BSDF-Shaders verbunden.

## 26.7 Displacement-Textur

Displacement-Textur, um grössere Unebenheiten zu emulieren oder zu erstellen

Die Displacement-Textur funktioniert ähnlich wie die Normal-Textur. Sie wird ebenfalls für Unebenheiten im Material verwendet, allerdings für deutlich grössere Unebenheiten. Sie funktioniert wie die Roughness- und die Metallic-Textur auf einer Schwarz-Weiss-Basis. Das heisst: Je heller ein Wert an einer Stelle ist, desto höher sollte die Unebenheit an dieser Stelle sein. In Online-Datenbanken werden diese Texturen teilweise mit der Endung «displacement» oder «disp» versehen. Manchmal wird die Textur aber auch als Height-Textur bezeichnet und entsprechend mit der Endung «height» versehen.

Displacement-Textur wird über Displacement-Node mit dem Material-Output verbunden

Anders als die anderen Texturen, hat die Displacement-Textur keinen Shader als Ziel, sondern den Material-Output-Node. Dazwischen wird ein Displacement-Node eingefügt. Dieser kann im «Add» Menü unter «Vector / Displacement» hinzugefügt werden. Der Color-Output der Displacement-Textur wird anschliessend mit dem Height-Input des Displacement-Nodes verbunden. Dadurch erhält der Displacement-Node die Information, an welchen Stellen der Textur eine höhere Abweichung und an welchen eine geringere Abweichung vom Mesh emuliert werden soll. Über den Reiter «Scale» kann zudem die Stärke dieser Abweichung skaliert werden. In der Regel reichen bereits sehr kleine Werte (z.B. 0.001) aus, während grössere Werte verzerrend wirken. Der Displacement-Output des Displacement-Nodes kann anschliessend mit dem Displacement-Input des Material-Output-Nodes verbunden werden.

Mesh mittels Displacement-Textur verformen

Die Displacement-Textur kann auch verwendet werden, um das Mesh tatsächlich anhand der Textur zu verformen. Dies ist zum einen mit dem Displacement-Modifier möglich.

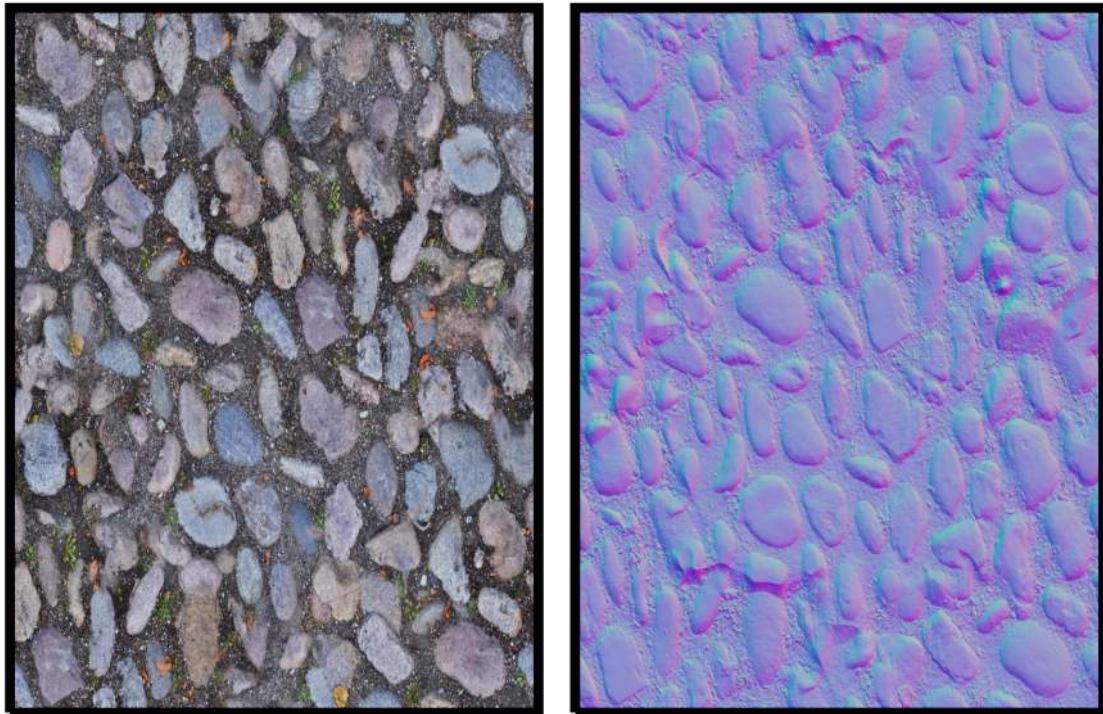


Abbildung 26.3: Links eine Color-Textur, rechts die dazugehörige Normal-Textur.

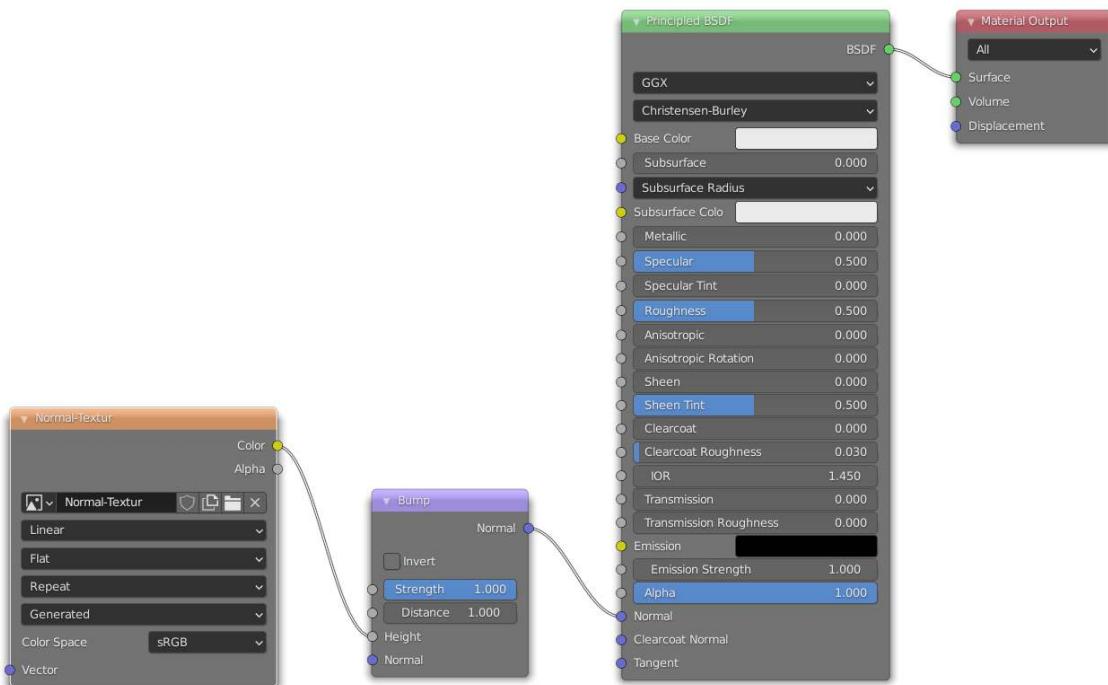


Abbildung 26.4: Anordnung der Normal-Textur mit einem Bump-Node zwischen dem Image-Texture-Node und dem Principled-BSDF-Node.

Dabei werden die einzelnen Vertices des Meshes basierend auf der Textur deformiert. Dies bedeutet allerdings auch, dass sehr viele Vertices benötigt werden, damit möglichst viele Details erfasst werden. In der Render-Engine Cycles kann zum anderen eingestellt werden, dass basierend auf dem Displacement-Material-Output das Mesh verformt wird. Allerdings wird auch dabei eine Vielzahl von Vertices benötigt. In der bislang verwendeten Render-Engine Eevee ist dies jedoch nicht möglich.



Abbildung 26.5: Anordnung der Displacement-Textur mit einem Displacement-Node zwischen dem Image-Texture-Node und dem Material-Output-Node.

## 26.8 Ambient-Occlusion-Textur

Die Ambient-Occlusion-Textur stellt gewissermassen das Gegenteil der Albedo-Textur dar. Während die Albedo-Textur die Grundfarben einer Textur ohne Schattenanteile beinhaltet, besteht die Ambient-Occlusion-Textur lediglich aus Schattenanteilen. In Online-Datenbanken werden diese Texturen teilweise mit der Endung «ambientocclusion», «ao», «occlusion» oder «occ» versehen.

Die Ambient-Occlusion-Textur wird selten bei der Texturierung verwendet. Wenn sie allerdings berücksichtigt werden soll, empfiehlt es sich, diese mit der Color-Textur zu kombinieren. Hierfür wird ein «MixRGB»-Node verwendet, welcher zwei Farben miteinander mischen kann. Dieser ist im «Add»-Menü unter «Color / MixRGB» zu finden. Anschliessend kann der Color-Output der Color-Textur mit dem ersten Color-Input («Color1») verbunden werden und der Color-Output der Ambient-Occlusion-Textur mit dem zweiten Color-Input («Color2»). Im Dropdown-Menü auf der Schaltfläche «Mix» sollte zudem die Option «Multiply» ausgewählt werden. Dadurch werden die Schattenanteile mit den Farbwerten multipliziert (unter der Einstellung «Mix» würden sich lediglich graduelle Abstufungen zwischen den beiden Texturen ergeben). Mithilfe des Reiters «Fac» kann anschliessend der Faktor definiert werden, mit dem die Schattenanteile auf die Grundfarbe multipliziert werden sollen. Der Color-Output des Mix-RGB-Nodes kann anschliessend mit dem Base-Color-Input des Principled-BSDF-Shaders verbunden werden.

Ambient-Occlusion-Textur verwenden

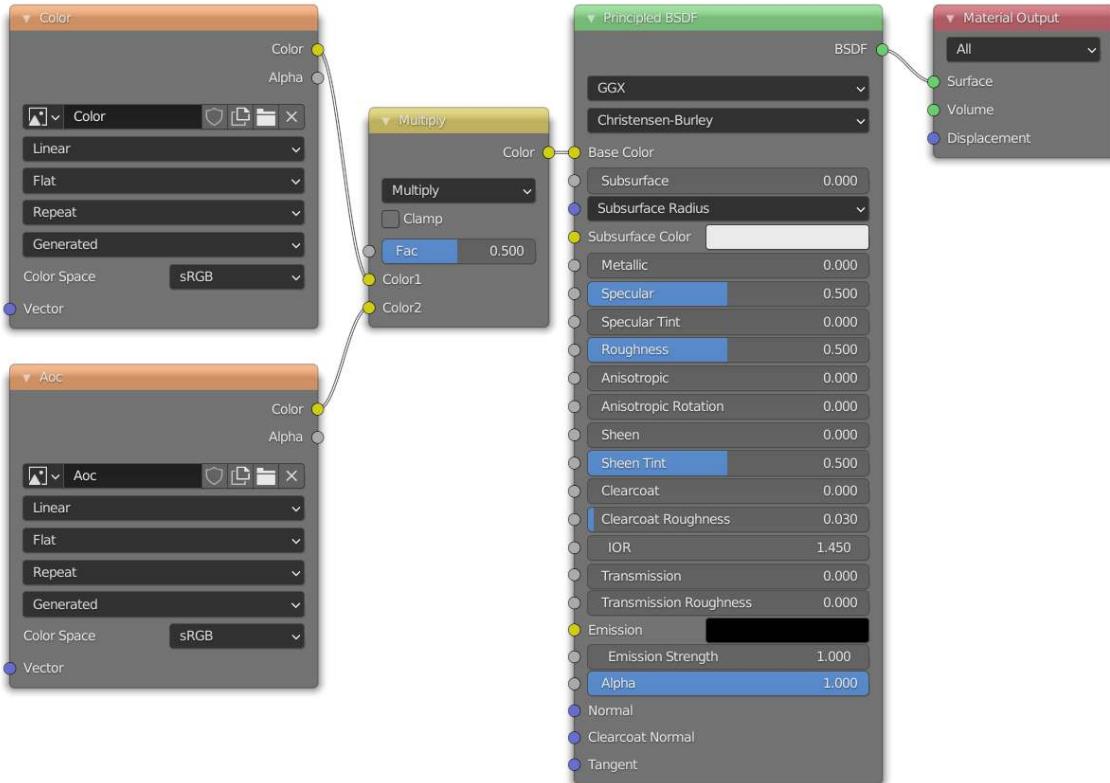


Abbildung 26.6: Node-Anordnung, um die Ambient-Occlusion-Textur mit der Color-Textur zu multiplizieren.

## 26.9 Alpha-Textur

Alpha-Textur,  
um Transparenz  
zu definieren

Die Alpha-Textur basiert ebenfalls auf Schwarz-Weiss-Werten und definiert, an welchen Stellen eine Oberfläche transparent sein soll. Der Color-Output der Alpha-Textur wird jeweils mit dem Alpha-Input des Principled-BSDF-Shaders verbunden. Die weissen Anteile der Textur beschreiben jeweils Bereiche, die sichtbar bleiben sollen, während schwarze Anteile der Textur jeweils die Bereiche beschreiben, welche durch die Transparenz nicht sichtbar werden. Damit die Transparenz auch beim Rendern sichtbar wird, werden noch weitere Einstellungen benötigt, welche zu einem späteren Zeitpunkt ausführlich beschrieben werden. In Online-Datenbanken werden diese Texturen teilweise mit der Endung «alpha» oder «opacity» versehen.

## 26.10 Reflection-Textur

Reflection-  
Textur

Die Reflection-Textur – teils auch als Specularity-Textur bezeichnet – beschreibt, an welchen Stellen der Textur das Licht reflektiert werden soll und an welchen nicht. Diese Einstellung wird allerdings bereits durch die Roughness- und den Metallic-Wert ermittelt. Daher wird die Reflection-Textur selten im Principled-BSDF-Shader verwendet. In Online-Datenbanken werden diese Texturen teilweise mit der Endung «specularity», «spec», «reflection» oder «refl» versehen.

## 26.11 Und nun alle zusammen!

Für jede  
Texturart ein  
Node

Die verschiedenen Texturarten beziehen sich grösstenteils auf unterschiedliche Inputs des Principled-BSDF-Shaders. Das heisst, dass für jede Textur ein eigener Image-Texture-Node benötigt wird, welcher die entsprechende Textur beinhaltet und anschliessend mit den Inputs der nächsten Andockstellen verbunden wird.

Lediglich ein  
Mapping-Node  
für mehrere  
Texturen mit  
identischem  
Mapping

Zusätzlich benötigt jeder Image-Texture-Node einen Mapping-Node, der wiederum auf einen Texture-Coordinate-Node folgt. Dies ist allerdings sehr unübersichtlich und komplex. Da in der Regel alle Texturarten innerhalb eines Materials in gleicher Weise auf das Objekt übertragen werden, kann deshalb für alle Image-Texture-Nodes derselbe Mapping-Node verwendet werden. Dieser sendet anschliessend seine Mapping-Informationen an alle nach ihm folgenden Nodes aus. Dadurch muss lediglich dieser eine Node bearbeitet werden und das Mapping für alle Texturarten wird gleichzeitig bearbeitet, statt dass eine Bearbeitung für mehrere Mapping-Nodes erfolgen muss.

## 26.12 Texturen auf Material betrachten mithilfe des Node-Wrangler-Add-ons

Bild eines  
Nodes direkt  
auf dem Objekt  
betrachten

Bei der Arbeit mit vielen verschiedenen Texturen ist es manchmal nützlich, wenn man direkt sehen kann, wie eine Textur aussieht. Normalerweise wird im 3D-Viewport-Editor das finale Material, welches durch den Material-Output-Node generiert wird, dargestellt. Mittels des Node-Wrangler-Add-ons ist es allerdings möglich, direkt den Einfluss eines

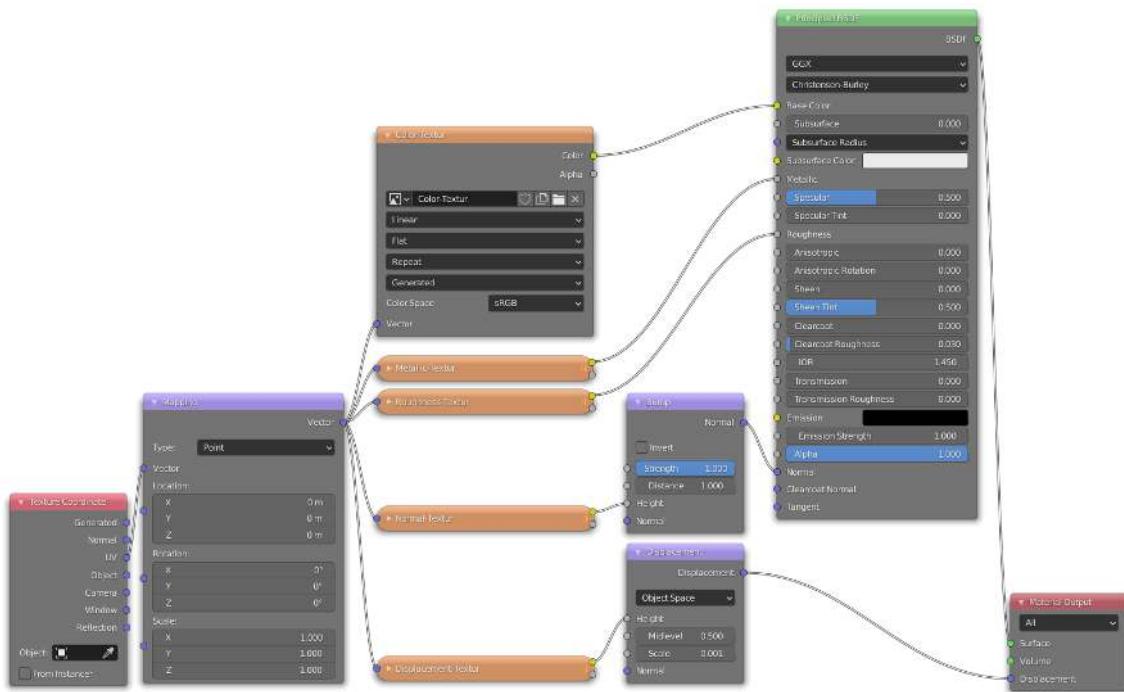


Abbildung 26.7: Anordnung von verschiedenen Texturarten zu einem Material.

Nodes auf ein Material zu sehen.

Sobald das Node-Wrangler-Add-on aktiviert ist, kann im Shader-Editor jeweils bei gedrückter **Ctrl**- + **Shift**-Taste auf einen beliebigen Node innerhalb eines Materials geklickt werden. Daraufhin wird der Output des ausgewählten Materials mit einem neu erstellten «Viewer»-Node verbunden, welcher mit dem Material-Output verbunden ist. Im 3D-Viewport-Editor wird nun bildlich die Information dargestellt, welche über diesen Output gerade an den nächsten Node übergeben wird. Dadurch können die Texturen isoliert betrachtet werden, ohne dass sie bereits innerhalb eines Shaders verarbeitet werden.

Um wieder das richtige Material zu sehen, kann bei gedrückter **Ctrl**- + **Shift**-Taste auf den Shader-Node geklickt werden. Dieser wird anschliessend ohne den Viewer-Node dazwischen mit dem Material-Output verbunden.

Viewer-Node  
aktivieren

Viewer-Node  
deaktivieren



## 27. Tutorial: Einen Hammer texturieren

Als Nächstes wird anhand eines Modelles aufgezeigt, wie das Texturieren erfolgt. Im Zip-Ordner «Hammer» ist ein .blend-File aufzufinden, in dem sich ein Mesh in der Form eines Hammers befindet. Nebst diesem File sind im Ordner «Metal/022\_4K-JPG» verschiedene Texturarten für ein metallisches Material aufzufinden. Dieses Material wird anhand der Texturen in diesem Ordner erstellt und dem Hammerkopf zugewiesen. Anschliessend wird eine weitere Textur gesucht und dem Holzstiel des Hammers zugewiesen.

Ziel dieser Aufgabe



Abbildung 27.1: Der texturierte Hammer als Ziel dieses Tutorials.

### 27.1 UV-Mapping

Nach dem Öffnen des .blend-Files wird der Hammer in Blender angezeigt. In diesem Beispiel sollten zunächst die UVs betrachtet werden. Hierfür wird der UV-Editor benötigt. Um diesen zu öffnen, wird aus den Ecken des 3D-Viewport-Editors ein zweiter Editor herausgezogen. Dieser Editor wird anschliessend als UV-Editor verwendet.

UV-Editor öffnen

Faces auswählen, um UVs zu betrachten

Um im UV-Editor die UVs des Hammers betrachten zu können, müssen die jeweils anzuzeigenden Faces ausgewählt werden. Hierfür muss zunächst der Edit-Mode mit dem ausgewählten Hammer aktiviert werden. Damit alle UVs betrachtet werden können, müssen alle Faces des Hammers mittels der Taste **A** ausgewählt werden. Danach werden im UV-Editor die UVs angezeigt.

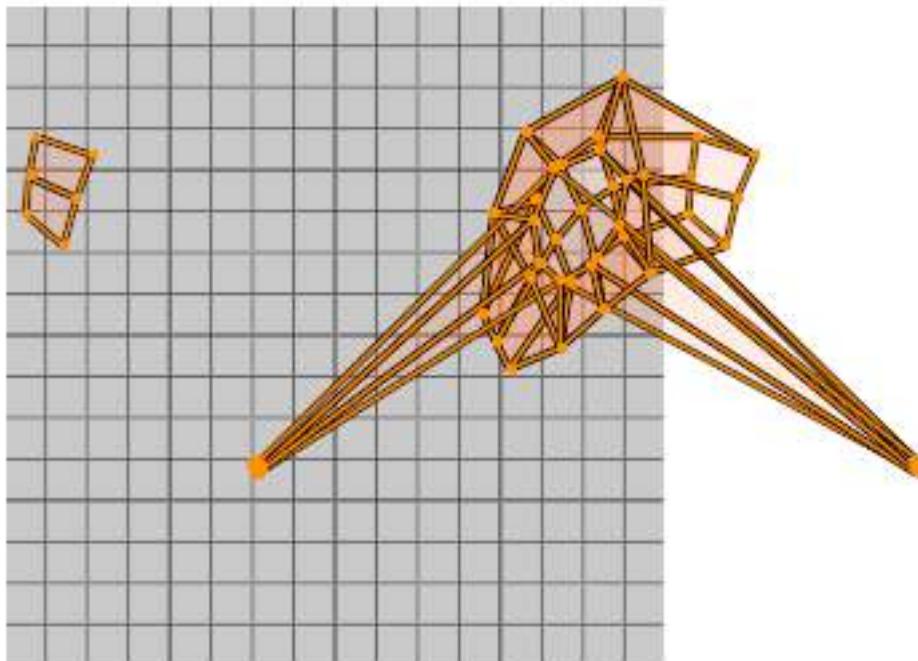


Abbildung 27.2: UVs des Hammers.

UVs mit Cube  
Projection neu  
berechnen

Die angezeigten UVs müssen noch angepasst werden, da diese durch die Erstellung des Hammers aus einem 3D-Würfel entstanden sind. Deshalb wird Blender der Befehl gegeben, dass das Programm selbstständig neue UVs berechnen soll. Hierfür wird im Editor-Mode des 3D-Viewports-Editors die Taste **U** gedrückt. Dadurch erscheint beim Mauszeiger das Menü «UV Mapping» in diesem Menü wird die Option «Cube Projection» ausgewählt. Im UV-Editor werden nun die neu berechneten UVs angezeigt.

## 27.2 Materialen erstellen

Material-Slots  
hinzufügen

Im nächsten Schritt geht es darum, dem Objekt die Materialien zuzuweisen. Hierfür werden zwei Material-Slots benötigt. Um diese zu erstellen, wird im Properties-Editor der Material-Reiter geöffnet und darin zwei neue Slots für Materialien hinzugefügt. Hierfür kann zweimal auf die Schaltfläche «+» geklickt werden.

Reihenfolge der  
Materialien

Manchmal ist es sinnvoll, sich über die Reihenfolge der zu erstellenden Materialien Gedanken zu machen. Per Default werden alle Faces eines Objekts dem ersten Material zugewiesen. Somit wäre es sinnvoll, als zweites Material dasjenige zu verwenden, für welches die entsprechenden Faces einfacher auszuwählen sind. In diesem Falle wäre dies das Holz, welches lediglich die Faces des Stiels abdeckt. Deshalb ist es sinnvoller dem

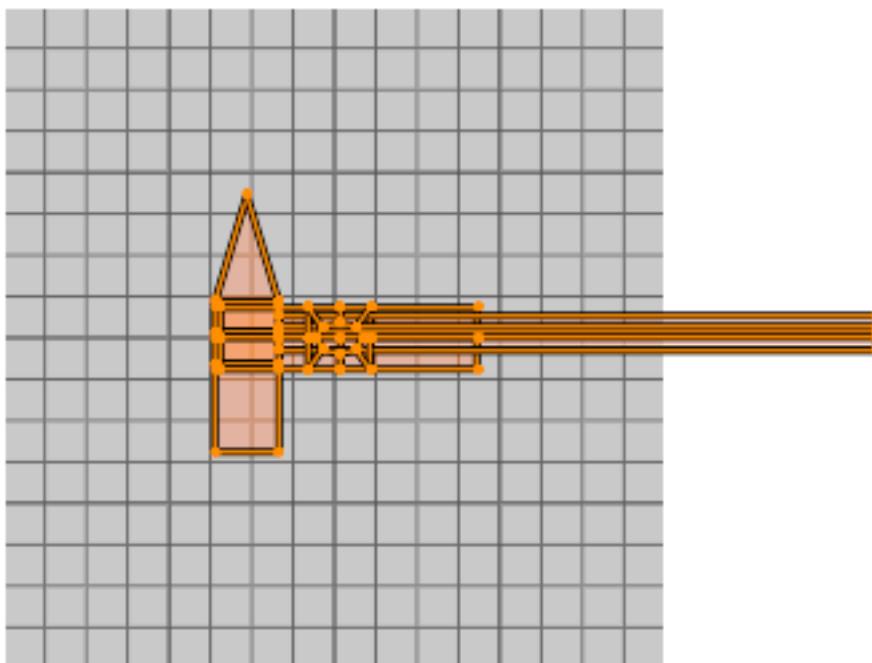


Abbildung 27.3: UVs nach der Bearbeitung mittels Cube Projection.

zweiten Material das Holz zuzuweisen.

Zunächst wird auf den ersten Material-Slot geklickt, um diesen auszuwählen und mit der Schaltfläche «New» ein neues Material hinzugefügt. Dieses Material kann zu «Metall» umbenannt werden. Danach wird der zweite Material-Slot ausgewählt und diesem ebenfalls ein neues Material hinzugefügt, welches als «Holz» benannt werden kann.

Materialien hinzufügen

Im Edit-Mode können anschliessend alle Faces, welche zum Holzstiel gehören, ausgewählt werden. Dazu kann ein Loop-Select verwendet werden. Hierfür wird der Face-Selection-Modus verwendet und bei gedrückter `Ctrl`-Taste auf ein Edge geklickt, welches entlang dem Stiel des Hammers verläuft. Dadurch sollten alle Faces des Stiels, ausser dasjenige am Boden des Hammerstiels, ausgewählt worden sein. Das noch nicht ausgewählte Face des Hammerstiels kann bei gedrückter `Shift`-Taste durch einen Mausklick zur Auswahl hinzugefügt werden.

Faces für Holz-Material auswählen

Die ausgewählten Faces können als Nächstes dem Holz-Material hinzugefügt werden. Hierfür wird im Properties-Editor der zweite Material-Slot mit dem Holz-Material ausgewählt und auf die Schaltfläche «Assign» geklickt. Wenn nun die Auswahl von Faces aufgelöst wird, indem in den leeren Raum im 3D-Viewport-Editor geklickt wird, kann die Taste «Select» im Properties-Editor verwendet werden, um die zum Holz-Material hinzugefügten Faces auszuwählen. Dadurch kann überprüft werden, ob die Faces korrekt zugewiesen wurden.

Materialien anwenden

## 27.3 Metall texturieren

Im Properties-Editor kann nun das Metall-Material ausgewählt werden. Dieses Material

Shader-Editor öffnen



Abbildung 27.4: Faces für das Holz-Material.

wird nun als Nächstes bearbeitet. Hierfür muss der Shader-Editor verwendet werden. Deshalb wird der UV-Editor, welcher fortan nicht mehr benötigt wird, zum Shader-Editor umgewandelt. Zusätzlich sollte im 3D-Viewport-Editor der Material-Preview-Shading-Mode ausgewählt werden, damit Änderungen am Material auch dargestellt werden.

### Image-Texture-Node hinzufügen

Als erstes wird dem Principled-BSDF-Shader im Shader-Editor eine Image-Textur hinzugefügt. Hierfür kann der Principled-BSDF-Shader ausgewählt und die Tastenkombination **Ctrl** + **T** gedrückt werden. Durch das Node-Wrangler-Add-on entsteht links vom Principled-BSDF-Shader eine Image-Textur, welche durch einen Mapping-Node und einen Textur-Coordinate-Node ihre Inputs bekommt. Der Image-Textur-Node sollte automatisch mit der Base-Color des Principled-BSDF-Shaders verbunden worden sein. Für den Fall, dass diese Tastenkombination nicht funktionieren, sollte überprüft werden, ob das Node-Wrangler-Add-on aktiviert ist.

### Color-Textur öffnen

Anschliessend kann im Image-Texture-Node auf die Schaltfläche «Open» geklickt werden. Im anschliessend geöffneten Browser kann zum Speicherort des Hammers navigiert werden und dort im Ordner «Metal022\_4K-JPG» die Datei «Metal022\_4K\_Color.jpg» ausgewählt werden. Dabei handelt es sich um die Color-Textur, welche jeweils mit der Base-Color des Principled-BSDF-Shaders verbunden wird.

### Image-Texture-Node für Metallic hinzufügen

Als Nächstes wird die Metallic-Textur zum Material hinzugefügt. Hierfür kann der Image-Textur-Node ausgewählt und mit der Tastenkombination **Shift** + **D** dupliziert werden. Das Duplikat kann unterhalb des originalen Image-Texture-Nodes platziert werden. Anschliessend sollte der Vector-Output des Mapping-Nodes mit dem Vector-Input des duplizierten Image-Textur-Nodes verbunden werden. Der Color-Output des Image-Texture-Nodes kann mit dem Metallic-Input des Principled-BSDF-Shaders verbunden werden.

### Bilddatei auswechseln

Der Image-Textur-Node beinhaltet als Bild immer noch die Datei «Metal022\_4K\_Color.jpg». Mittels des Ordner-Icons kann nach einer anderen Textur gesucht werden, welche diesem Node hinzugefügt wird. Hierfür wird die Datei «Metal022\_4K\_Metalness.jpg» verwendet.

Die Schritte zum Einfügen der Metallic-Textur können nun wiederholt werden, um die Roughness-Textur einzufügen. Das heisst, der Image-Texture-Node kann dupliziert werden, mit dem Mapping-Node und mit dem Roughness-Input des Principled-BSDF-Shaders verbunden werden. Anschliessend muss die Textur mit der Datei «Metal022\_4K\_Roughness.jpg» ausgewechselt werden.

Roughness-Textur hinzufügen

Für die Normal-Textur wird ebenfalls ein Duplikat des Image-Texture-Nodes erstellt, dessen Input mit dem Vector-Output des Mapping Nodes verbunden und die Datei «Metal022\_4K\_NormalGL.jpg» geöffnet. Zusätzlich wird nun ein neuer Node benötigt, welcher minimale visuelle Unebenheiten basierend auf der Normal-Textur simuliert. Hierfür wird mittels der Tastenkombination **Shift** + **A** das «Add»-Menü geöffnet und unter «Vector / Bump» ein Bump-Node hinzugefügt. Dieser wird zwischen dem Image-Texture-Node und dem Principled-BSDF-Shader platziert. Der Normal-Output des Bump-Nodes wird anschliessend mit dem Normal-Input des Principled-BSDF-Shaders verbunden.

Normal-Textur hinzufügen

Der Bump-Node nimmt die Informationen aus der Normal-Textur auf und simuliert drauf basierend kleine Unebenheiten im Material. Die Normal-Textur beschreibt jeweils die Höhe dieser Unebenheiten. Aus diesem Grund kann der Color-output der Normal-Textur mit dem Height-Input des Bump-Nodes verbunden werden. Mittels des Reiters «Strength» kann zudem eingestellt werden, wie stark diese Unebenheiten dargestellt werden sollen. Beispielsweise kann der Wert 0.45 verwendet werden.

Bump einstellen

Zu guter Letzt wird erneut eine Kopie des Image-Texture-Nodes erstellt, mit dem Mapping Node verbunden und die Datei «Metal022\_4K\_Displacement.jpg» geöffnet. Die Displacement-Textur bietet ebenfalls die Möglichkeit, um Unebenheiten im Material zu simulieren. Im Vergleich zur Normal-Textur handelt es sich hierbei um grössere Unebenheiten.

Displacement-Textur hinzufügen

Zur Verwendung der Displacement-Textur wird ein weiterer Node benötigt, welcher im «Add»-Menü unter «Vector / Displacement» zu finden ist. Dieser wird anschliessend neben dem Image-Texture-Node verbunden. Der Displacement-Output des Displacement-Nodes wird, anders als bei den anderen Texturen, nicht mit einem Shader verbunden, sondern direkt mit dem Displacement-Output des Material-Output-Nodes.

Displacement verbinden

Der Color-Output der Displacement-Textur kann wie auch bei der Normal-Textur und dem Bump-Node mit dem Height-Input verbunden werden. Mittels des Reiters «Scale» kann zudem eingestellt werden, wie stark diese Unebenheiten erstellt werden. In der Regel reichen bereits sehr kleine Werte aus, wie beispielsweise 0.025.

Displacement einstellen

Nachdem alle Texturen eingefügt wurden, kann im Mapping Node die Grösse der Textur angepasst werden. Hierfür kann der Wert bei der Skalierung entlang der drei Achsen vergrössert oder verkleinert werden. Beispielsweise könnte die Textur dreimal so klein dargestellt werden, indem die Skalierung für alle drei Achsen auf den Wert 3 gesetzt wird.

Grösse der Textur einstellen

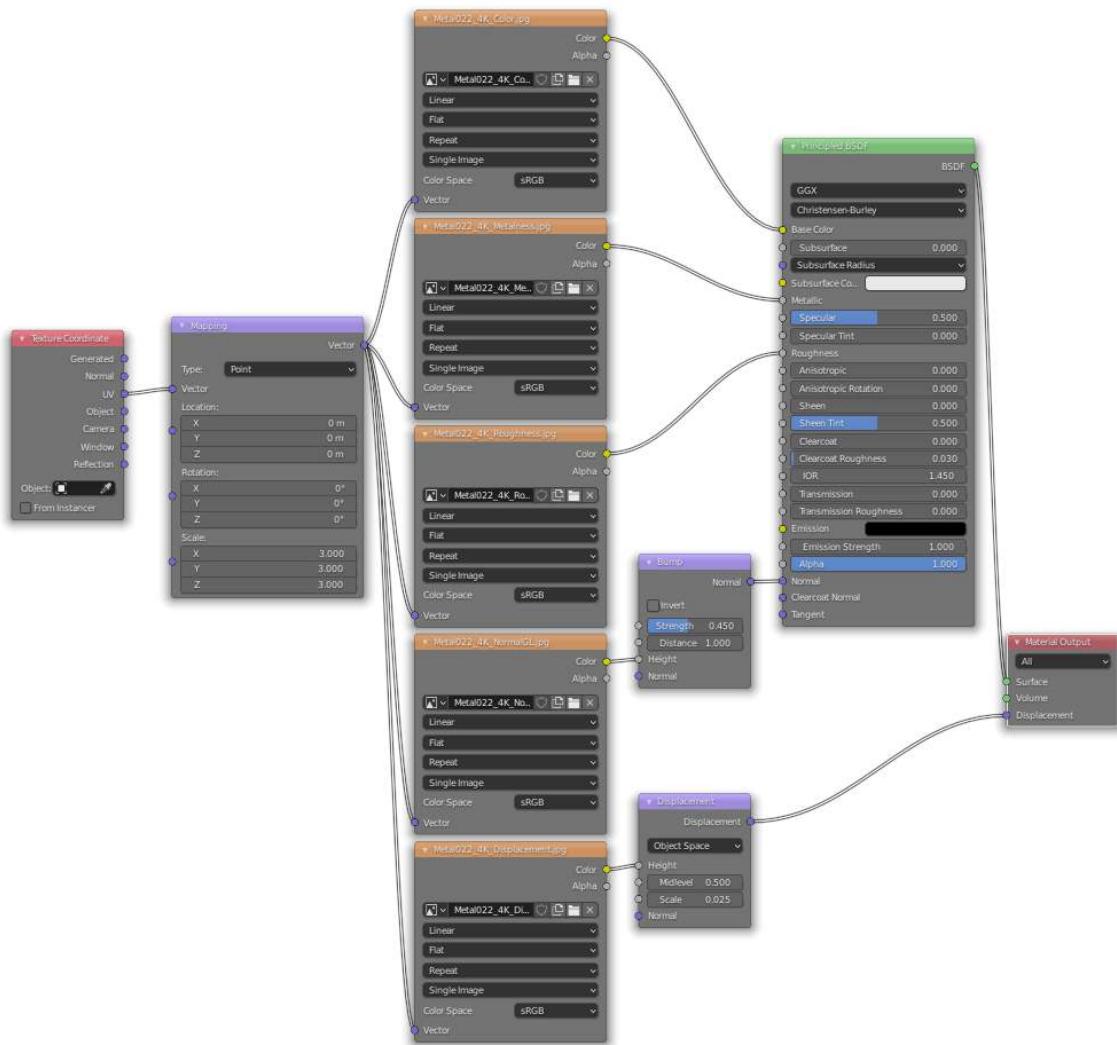


Abbildung 27.5: Node-Struktur für das Metall-Material.

## 27.4 Holz texturieren

Die Metall-Texturen stammen von der Website [https://ambientcg.com/view?id= Metal022](https://ambientcg.com/view?id=Metal022). Diese Website bietet weitere Texturen an, die etwa für die Texturierung des Holz-Stiels verwendet werden können. So könnte für das Holzmaterial die Textur «Wood 057» verwendet werden. Hierfür muss die entsprechende Textur heruntergeladen werden (Bildquelle: <https://ambientcg.com/view?id=Wood057>).

Quelle der Metall-Textur

Nun müsste für das Holz-Material dieselbe Node-Struktur erneut aufgebaut werden. Dies kann etwas übersprungen werden, indem alle Nodes aus dem Metall-Material mittels der Taste **A** ausgewählt und mit der Tastenkombination **Ctrl** + **C** kopiert werden. Anschliessend kann im Properties-Editor der Slot für das zweite Material –das Holz – ausgewählt werden. Dadurch erscheint im Shader-Editor nun die Node-Struktur des Holz-Materials. Hier kann mit der Taste **A** alles ausgewählt und die bestehenden Nodes mit der Taste **X** gelöscht werden. Anschliessend kann mit der Tastenkombination **Ctrl** + **V** die Node-Struktur aus dem Metall-Material eingefügt werden.

Node-System kopieren

Das neu eingefügt Node-System beinhaltet noch die Texturen, welche im Metall-Material verwendet wurden. Deshalb müssen bei allen Image-Texture-Nodes die entsprechenden Texturen mit der äquivalenten Texturart der Holztexturen ersetzt werden. Bei dieser Textur wurde allerdings keine Metall-Textur angeboten, weshalb der Image-Texture-Node, welcher mit dem Metallic-Input des Principled-BSDF-Shaders verbunden ist, entfernt werden kann. Zudem können bei Bedarf die Einstellungen im Bump-Node für die Normal-Textur und die Einstellungen im Displacement-Node für die Displacement-Textur angepasst werden. Im Mapping-Node könnte zudem noch die Einstellung für die Skalierung der Textur angepasst werden, beispielsweise auf einen Wert von 1.5 pro Achse. Anschliessend ist der Hammer fertig texturiert.

Node-System kopieren

Übung 15: Texturieren

### Übung 15.1

Suchen Sie nach einer anderen Holz-Textur und fügen Sie diese dem Material «Holz» des Hammers zu. Suchen Sie hierfür nach Texturen, die verschiedene Texturarten beinhalten.



## 28. Displacement mit dem Displacement-Modifier erstellen

Bislang wurden Texturen innerhalb von Objekten als Bestandteil von Materialien verwendet. So wurde etwa mittels der Color-Textur die Farbe für ein Material über eine Fläche hinweg festgelegt oder mittels der Roughness-Textur bestimmt, welchen Wert die Roughness an einer bestimmten Stelle hat. Im nächsten Schritt wird aufgezeigt, welche Mechanismen hinter der Displacement-Textur stecken. Abbildung 1 zeigt eine Displacement Textur. Was könnte sich hinter dieser Textur verbergen?

Was macht die  
Displacement-  
Textur genau?

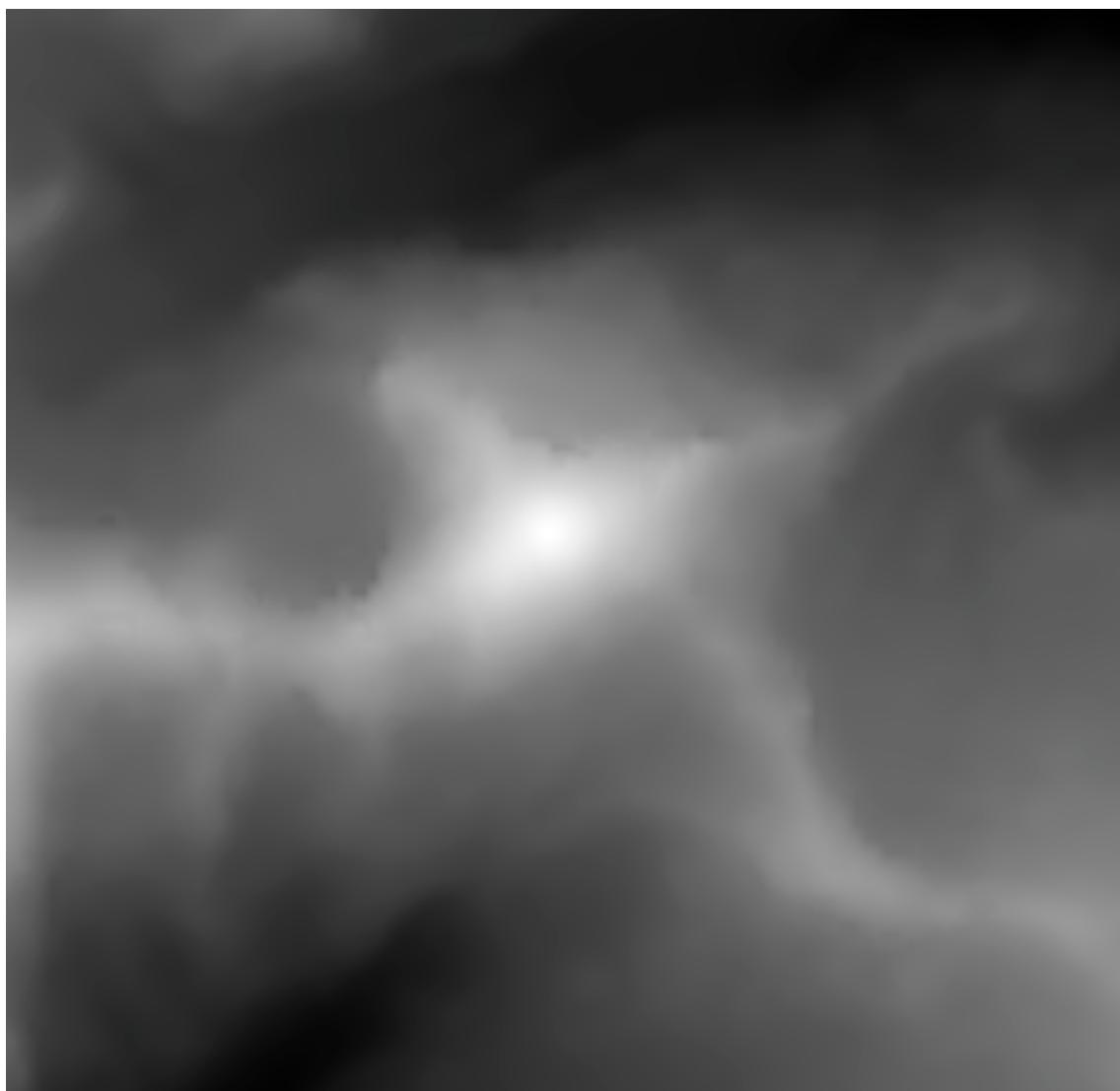


Abbildung 28.1: Eine Displacement-Textur. Was könnte sich dahinter verbergen?

Um zu erkennen, was die Displacement-Textur in diesem Beispiel darstellt, wird sie für einmal nicht als Material verwendet, sondern innerhalb eines Modifiers. Hierfür wird eine flache Oberfläche benötigt, auf welche der Modifier angewendet wird. Deshalb wird im

Plane  
hinzufügen

Subdivision-Surface-Modifier hinzufügen

Displace-Modifier hinzufügen

3D-Viewport-Display eine Plane hinzugefügt. Diese wird über das «Add»-Menü (**Shift** + **A**) unter «Mesh / Plane» erstellt.

Der Plane werden zwei Modifier hinzugefügt. Zunächst wird ein Subdivision-Surface-Modifier hinzugefügt. Damit soll die Fläche in kleinere, gleich grosse Quads unterteilt werden. Allerdings wird dadurch auch die Form der Fläche verändert, da über die Option «Catmull-Clark» die Kanten geglättet werden. Deshalb ist es nötig, im Subdivision-Surface-Modifier den Reiter «Simple» auszuwählen. Dadurch sollte die Fläche ihre originale Form beibehalten.

Als Nächstes wird ein neuer Modifier hinzugefügt. Hierbei handelt es sich um einen Modifier, der bislang noch nicht eingeführt wurde – nämlich um den «Displace»-Modifier. Dieser ist in der dritten Spalte der Modifier-Auswahl unter «Deform» aufzufinden. Sobald dieser hinzugefügt wurde, empfiehlt es sich, die Einstellung «Coordinates» auf «UV» umzuschalten.

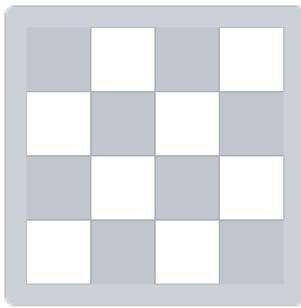


Abbildung 28.2: Icon für den Textur-Reiter im Properties-Editor.

Textur zum Displace-Modifier hinzufügen

Dem Displace-Modifier kann eine Textur hinzugefügt werden. Hierfür muss auf die Schaltfläche «New» geklickt werden. Anschliessend wird von Blender ein Slot für eine neue Textur erstellt, welche nun im Displace-Modifier verwendet wird. Um diese Textur bearbeiten zu können, muss der Textur-Reiter, welcher sich zuunterst im Properties-Editor befindet, geöffnet werden. Alternativ kann auch innerhalb des Displace-Modifiers auf die Schaltfläche «Show texture in texture tab» geklickt werden, welche sich ganz rechts innerhalb des neu erstellten Textur-Slots befindet.

Einstellungen im Textur-Reiter

Im Textur-Reiter des Properties-Editors wird nun angegeben, welche Textur für den Displace-Modifier verwendet wird. Dies ist anhand des ersten Dropdown-Menüs ersichtlich, in welchem «Displace» ausgewählt ist. Mithilfe dieses Dropdown-Menüs könnten Texturen auch für andere Funktionen (z.B. Brushes) verwendet werden. Im zweiten Dropdown-Menü können Texturen, welche bereits in Blender geladen wurden, als Textur ausgewählt werden. Mithilfe der Einstellung «Type» können verschiedene Arten von Texturen anvisiert werden. Dadurch können prozedurale Texturen innerhalb von Blender

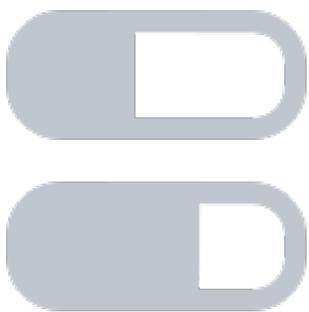


Abbildung 28.3: Icon zur Einstellung der Texturen im Textur-Reiter.

anhand von Parametern erstellt werden, oder es wird die Einstellung «*Image or Movie*» verwendet, um ein Bild oder einen Film als Textur zu verwenden. In diesem Fall wird ein Bild verwendet, weshalb die Einstellung «*Image or Movie*» als Type korrekt ist.

### Weiterführende Informationen



Blender unterscheidet intern zwischen Bilddateien und Texturen. Dadurch sind teilweise Bilddateien in Blender geladen, allerdings nicht als Textur verwendbar. Hierfür muss im Textur-Reiter des Properties-Editors das in Blender geladene Bild noch einer Textur hinzufügt werden. Um nachzuvollziehen, ob man in Blender gerade Bilddateien oder Texturen auswählt, kann man sich jeweils am Icon des Dropdown-Menüs orientieren.

Sobald die Einstellung «*Image or Movie*» ausgewählt ist, wird der Reiter «*Image*» sichtbar. Darin kann auf dieselben Arten wie innerhalb eines Image-Texture-Nodes ein Bild geladen werden. In diesem Fall wird über die Schaltfläche «*Open*» die Bilddatei «*displacement\_map.png*» geöffnet. Anschliessend sollte die entsprechende Bilddatei der Textur hinzugefügt worden sein und die Textur sollte über den Displacement-Modifier eine Veränderung im Mesh bewirken.

Bild zur Textur hinzufügen

Was ist dabei passiert? Jeder Vertex des Meshes wurde entlang der Normalen verschoben. Der Grad dieser Verschiebung ergibt sich anhand der soeben eingefügten Displacement-Textur. Über die UVs ermittelt Blender für jeden Vertex, wo sich dieser auf der Displacement-Textur befindet, und extrahiert aus den Schwarz-weiss-Werten der Textur an dieser Stelle, wie stark die Verschiebung entlang der Normalen vollzogen werden soll. Hellere Werte in der Textur stehen für höhere Bereiche (grösseres Displacement), während dunklere Werte in der Textur für tiefere Bereiche stehen (geringeres Displacement). Dadurch können anhand von Displacement-Texturen Abweichungen im Objekt vollzogen werden.

Effekte der Displacement-Textur

## Creating the World

Displacement benötigt viele Vertices

Bislang ist noch nicht zu erkennen, was die Displacement-Textur eigentlich abbilden soll. Dies liegt daran, dass das Mesh zu wenige Vertices beinhaltet, um möglichst die gesamte Form der Textur abzudecken. Zudem befinden sich die Vertices auch nicht zwingend an den höchsten oder tiefsten Punkten der Textur, wodurch das Maximum und das Minimum der Abweichungen innerhalb der Displacement-Textur möglicherweise nicht abgebildet werden. Hierfür werden demnach weitere Vertices benötigt.

Weitere Vertices hinzufügen

Durch den Subdivision-Surface-Modifier können weitere Vertices hinzugefügt werden, indem die Anzahl Subdivisions im Reiter «*Levels Viewport*» erhöht wird. Diese Option reicht maximal für sechs Subdivisions. Dadurch wird bereits ersichtlich, was sich hinter der Displacement-Textur befindet. Sollten noch mehr Subdivisions benötigt oder gewünscht werden, kann der Subdivision-Surface-Modifier dupliziert werden.

Vorsicht beim Duplizieren des Subdivision-Surface-Modifiers

Beim Duplizieren des Subdivision-Surface-Modifiers ist dringend zu empfehlen, dass die Anzahl Subdivisions vor dem Duplizieren zurückgesetzt wird. Wird ein Subdivision-Surface-Modifier mit sechs Subdivisions dupliziert, führt dies dazu, dass durch das resultierende Duplikat insgesamt zwölf Subdivisions durchgeführt werden. Dies kann je nach Computer einen Grossteil der verfügbaren Leistung benötigen. Durch das Zurücksetzen der Anzahl Subdivisions auf beispielsweise zwei Subdivisions werden mit dem Duplikat zusammen lediglich vier Subdivision durchgeführt.

Reihenfolge der Modifier beachten

Weiterhin ist wichtig, dass die Subdivision-Surface-Modifier in der Platzierung der Modifier vor dem Displace-Modifier platziert werden. Nur Vertices, welche vor dem Displace-Modifier erstellt werden, können von diesem Modifier berücksichtigt werden. Modifier, welche nach dem Displace-Modifier platziert werden, kann der Displace-Modifier nicht berücksichtigen.

Tangram Heightmapper

Die Bilddatei «*displacement\_map.png*» wurde mithilfe des «Tangram Heightmappers» (<http://www.tangrams.github.io/heightmapper>) erstellt. Dadurch können Areale der Erde ausgewählt und eine Höhentextur des entsprechenden Gebiets erstellt werden. Diese Höhentexturen können anschliessend als Displacement-/Height-Textur verwendet werden.

### Weiterführende Informationen



In diesem Beispiel wurde das Material des Objektes nicht bearbeitet.  
Die Displacement-Textur wurde lediglich verwendet, um damit die Oberfläche des Objektes zu verformen.

NA :::::

## 29. Erstellen von Landschaften

Um geografische Landschaften zu erstellen, müssen nicht zwingend Displacement-Texturen verwendet werden. Es ist auch möglich, von Hand Landschaften zu erstellen, was etwa durch die proportionale Bearbeitung etwas vereinfacht wird. Allerdings handelt es sich dabei trotzdem um einen aufwendigen Prozess. Blender beinhaltet jedoch ein integriertes Add-on, welches die schnelle Erstellung von Landschaften ermöglicht. Dieses Add-on heisst «A.N.T.Landscape» und muss zunächst in den Einstellungen von Blender aktiviert werden (unter «Edit / Preferences» und anschliessend unter dem Reiter «Add-ons»).

Landschaften erstellen

### Weiterführende Informationen



Die Abkürzung A.N.T. des Add-ons «\*A.N.T.Landscape\*» steht für «\*another noise tool\*». Dies bezieht sich auf die Erstellung der Landschaften. Es wird jeweils eine Plane gebildet und anhand von zufälligem Noise die Landschaft daraus erstellt.

Durch das Aktivieren dieses Add-ons wird im «Add»-Menü unter dem Menüpunkt «Mesh» die Option «Landscape» verfügbar. Wird eine solche Landschaft hinzugefügt, erstellt Blender eine Fläche in der Welt und bearbeitet diese zu einer Landschaft um. Die Einstellungen dieser Landschaft sind im Kontext-Menü zum Hinzufügen von Objekten in der unteren linken Ecke aufzufinden.

Hinzufügen von neuen Landschaften

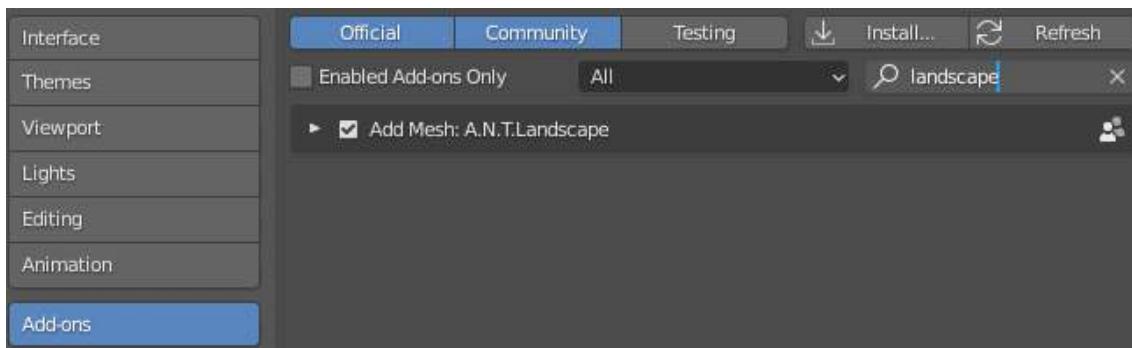


Abbildung 29.1: Aktivieren des Add-ons «A.N.T.Landscape».

Die Einstellung der Landschaft im Kontext-Menü birgt das Problem, dass das Kontext-Menü jeweils wieder verschwindet, sobald ein Klick in den dreidimensionalen Raum des 3D-Viewport-Editors erfolgt. Auch das Durchführen anderer Operationen ausserhalb dieses Kontext-Menus führt zum Verschwinden des Menüs. Die Bearbeitung der Landschaften erfolgt allerdings innerhalb des Kontext-Menus. Durch einen Klick ausserhalb des Kontext-Menus werden alle Einstellungen in diesem Menü unwiderruflich auf das Objekt

Problem der Bearbeitung im Kontext-Menü

angewendet. Sollte dies aus Versehen geschehen, obwohl man noch nicht mit der Einstellung der Landschaft fertig ist, muss man das Landschaftsobjekt löschen und erneut eine Landschaft hinzufügen. Glücklicherweise erinnert sich Blender an die zuletzt verwendeten Einstellungen, sodass die Einstellungen an derselben Stelle weitergeführt werden können.

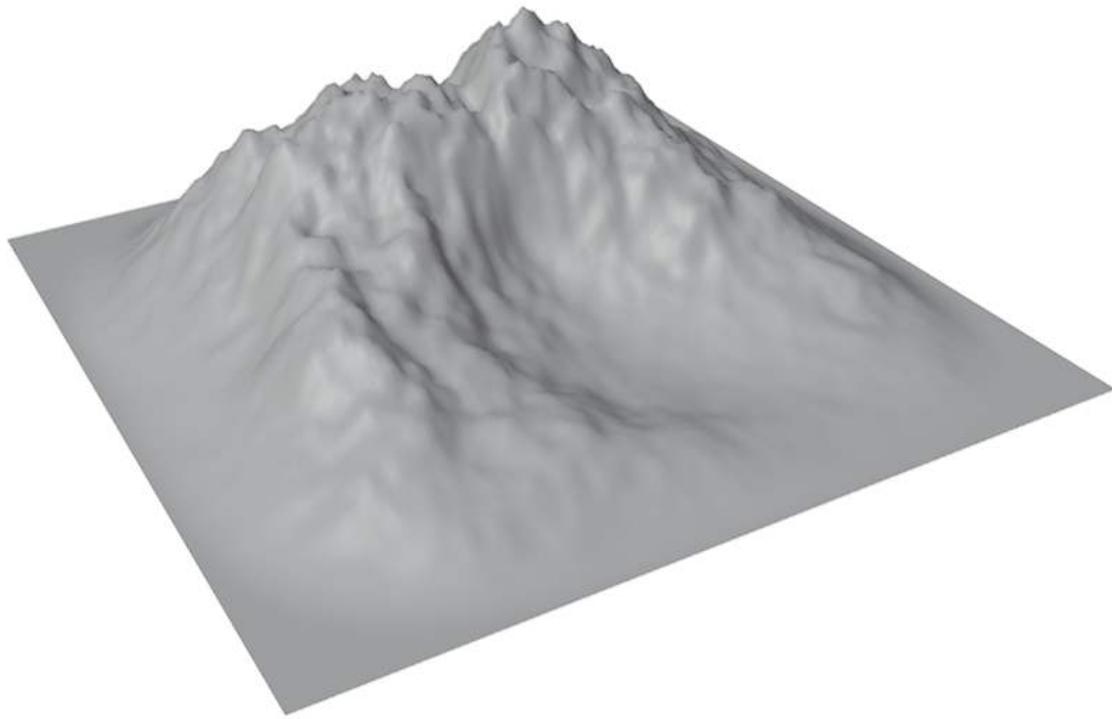


Abbildung 29.2: Eine Landschaft, erstellt mit «A.N.T.Landscape».

## 29.1 Die Optionen im A.N.T. Landscape-Add-on

### 29.1.1 Presets

- |   |  |
|---|--|
| Voreingestellte Landschaften                        | Zuoberst im Kontext-Menü befindet sich ein Dropdown-Menü, welches eine Reihe verschiedener Voreinstellungen für Landschaften liefert. Soll die Landschaft etwa einen Canyon abbilden, so kann die Voreinstellung «Canyon» ausgewählt werden. Soll ein See abgebildet werden, so kann die Voreinstellung «Lake» gewählt werden.                           |
| Voreinstellungen verwerfen vorherige Änderungen     | Werden nach der Auswahl einer Voreinstellung weitere Änderungen vorgenommen, werden diese nicht in den Voreinstellungen abgespeichert. Durch das Auswählen einer anderen Voreinstellung werden alle vorher gemachten Anpassungen zurückgesetzt und können nicht wieder rückgängig gemacht werden.  |
| Hinzufügen und Löschen von eigenen Voreinstellungen | Mittels der Schaltfläche «+» können jedoch eigene Voreinstellungen abgespeichert werden. Dadurch erscheint ein Dialogfeld, bei dem ein Name für die Voreinstellung eingegeben werden kann. Anschliessend kann diese Voreinstellung im Dropdown-Menü ausgewählt werden. Durch das Klicken der Schaltfläche «-» wird die aktuelle Voreinstellung gelöscht. |

### 29.1.2 Refresh

Unterhalb des Dropdown-Menüs befinden sich zwei Schaltflächen. Die erste Schaltfläche, welche ein Auto abbildet, steht für «*automatic refresh*». Wenn diese Schaltfläche aktiviert ist, werden alle Änderungen in den Landscape-Einstellungen automatisch im Mesh dargestellt.

Automatic refresh

Die zweite Schaltfläche «*refresh*» wird verwendet, wenn Änderungen in den Landscape-Einstellungen übernommen und im Mesh dargestellt werden sollen. Wenn allerdings die Option «*automatic refresh*» aktiviert ist, wird diese Schaltfläche obsolet, weshalb sie automatisch mit dieser Option mit ausgewählt wird.

Refresh

### 29.1.3 Main Settings

Innerhalb der Main-Settings sind grundlegende Eigenschaften des Meshes zusammengefasst. Zunächst können mittels drei Schaltflächen folgende Optionen durchgeführt werden:

Grundlegende Einstellungen

- «***Cursor***»: Ist diese Option aktiviert, wird die Landschaft an der Position des 3D-Cursors hinzugefügt. Wenn diese Option deaktiviert ist, wird die Landschaft im Zentrum der Welt hinzugefügt.
- «***Smooth***»: Durch diese Option kann direkt bei der Landschaftserstellung «Shade Smooth» aktiviert werden, um das Objekt möglichst geglättet darzustellen. Ansonsten wird das Objekt anhand von «Shade Flat» erstellt.
- «***Triangulate***»: Wenn diese Option aktiviert ist, werden die Faces als Tris statt als Quads im Mesh gebildet.

Unterhalb dieser drei Optionen befindet sich zudem die Schaltfläche «*Sphere*». Wird diese aktiviert, wird statt einer flachen Landschaft eine Kugel erstellt, welche anhand der Einstellungen bearbeitet wird. Dies ermöglicht es, dass dieses Add-on auch zur Erstellung von Planeten verwendet werden kann. Wenn die Option «*Sphere*» aktiviert ist, kann zudem die Option «*Remove Doubles*» aktiviert werden, um mögliche doppelte Vertices an derselben Position direkt miteinander zu verbinden.

Planeten statt Landschaften bilden

Über die Zeile «*Name*» kann ein Name für das erstellte Mesh definiert werden und mittels der Zeile «*Material*» kann ein bereits erstelltes Material ausgewählt werden, welches dem Objekt hinzugefügt werden soll. Die beiden Zeilen «*Subdivisions*» geben jeweils an, wie viele Subdivisions entlang der jeweiligen Achse im Mesh erstellt werden. Je höher die Anzahl dieser Subdivisions, desto detailliertere Landschaften können erstellt werden, aber desto mehr Leistung wird vom Rechner benötigt. Mittels der Zeile «*Mesh Size*» kann zudem eingestellt werden, wie gross das zu erstellende Mesh sein soll.

Weitere Einstellungen

### 29.1.4 Noise Settings

Die erstellten Landschaften werden im Hintergrund basierend auf einer zufällig generierten Displacement-Textur erstellt. Mittels verschiedener Einstellungsparameter berechnet Blender dabei eine Textur aus Noise, welche anschliessend die Displacement-Textur dar-

Noises generieren die Grundlage des Displacements

stellt. Diese Einstellungen werden im Bereich «*Noise Settings*» vollzogen. Hierfür können unter dem Dropdown-Menü «*Noise Type*» verschiedene Arten von zufällig generierten Noises ausgewählt werden. Im Dropdown-Menü «*Noise Basis*» kann zwischen verschiedenen Algorithmen zur Berechnung des Noises ausgewählt werden. Mittels der Einstellung «*Random Seed*» kann zudem eine Option der Zufallsauswahl im Computer ausgewählt werden. Dadurch können die zufällig erstellten Noises reproduziert werden.

Noise ausrichten und skalieren

Über die Optionen «*Offset*» und «*Size*» kann der resultierende Noise vergrößert oder verkleinert werden. Im Grunde genommen wird über die Einstellung «*Offset*» entlang einer unendlich grossen, automatisch generierten Displacement-Textur gescrollt und mittels der Einstellung «*Size*» diese Textur vergrößert oder verkleinert. Mittels der Option «*Noise Size*» lässt sich diese Option für den Noise ebenfalls vergrößern oder verkleinern.

### Weiterführende Informationen



Wenn ein Computer auf Befehl Dinge «zufällig» verändern oder generieren soll, erfolgt dies gar nicht zufällig. Bei solchen Zufallsoperationen gibt es jeweils eine Reihe von «vorgefertigten Zufällen», welche jeweils eintreten. Dies ermöglicht es, dass scheinbar zufällige Einstellungen ausgewählt werden können. Die Seeds beschreiben jeweils einen Startpunkt, von dem aus der Computer den «Zufall» generiert. Wenn mehrere Computer für dieselbe zufallsbasierte Anwendung denselben Seed verwenden, resultiert dasselbe Ergebnis, da alle auf derselben ausgewählten Zufallsreihenfolge basieren.

Weitere Einstellungen zu Noise sind verfügbar

Unterhalb dieser Optionen gibt es einige weitere Parameter, mit denen der Noise weiterbearbeitet werden kann. Zudem kann mittels des Dropdown-Menüs «*Effect Type*» ein zusätzlicher Effekt mit dem Noise kombiniert werden. Für diesen Effekttyp stehen nochmals eine Reihe weiterer Einstellungsoptionen zur Verfügung.

#### 29.1.5 Displace Settings

Displacement wendet Noise an

Während die Einstellungen in den Noise-Settings für die Veränderung des Noises innerhalb einer generierten Displacement-Textur verwendet werden, kann mittels der Displace-Settings deren Anwendung auf das Mesh verfeinert werden.

Höhe des Displacements anpassen

Mittels der Zeile «*Height*» kann eingestellt werden, zu welcher Höhe das Displacement jeweils führen soll. Mit der Zeile «*Offset*» kann zudem eine gewisse Abweichung von dieser Höhe eingestellt werden. Mittels der Zeilen «*Maximum*» und «*Minimum*» kann zudem definiert werden, in welchen Bereichen der Höhe das Displacement lediglich berücksichtigt wird. Ist beispielsweise als Maximum der Wert 0.5 und als Minimum der Wert 0.1 eingestellt, werden alle Vertices, welche durch das Displacement unter der lokalen Höhe von 0.1 liegen, auf die Höhe 0.1 hochgesetzt. Analog dazu werden alle Vertices, welche

in der Höhe über dem Wert 0.5 liegen, auf den Wert 0.5 heruntergesetzt.

Am Rand der Landschaft wird in der Regel der Effekt des Displacements entfernt. Dies beschreibt der Falloff. Über das Dropdown-Menü «Falloff» kann definiert werden, auf welche Achsen des Meshes dieser Effekt angewendet werden soll. Zudem kann mit der Zeile «Edge Level» definiert werden, auf welcher Höhe sich der Rand des Objektes befinden soll. Mittels der beiden Zeilen «Falloff X» und «Falloff Y» kann angegeben werden, wie gross der Bereich des Falloffs sein soll.

### 29.1.6 Water Plane

Mittels der Option «Water Plane» wird eine weitere Fläche hinzugefügt, die als Wasserfläche dienen kann. Es handelt sich dabei um eine Plane, welche als separates Objekt hinzugefügt wird. Dieser Fläche kann ebenfalls bereits ein Material zugewiesen werden. Mittels der Zeile «Level» wird bestimmt, wie hoch der Wasserspiegel sein soll.

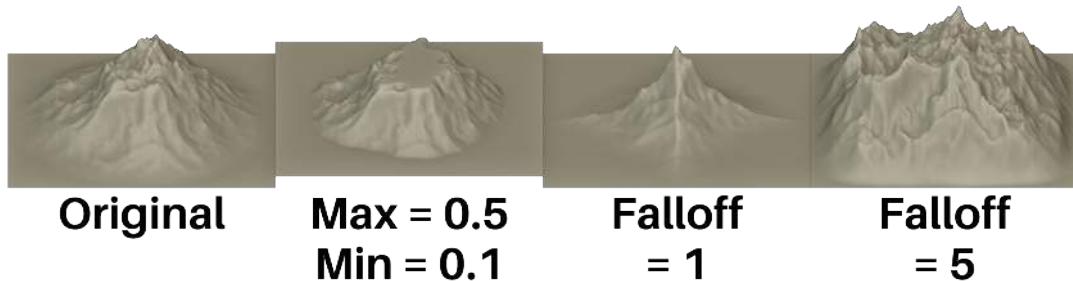


Abbildung 29.3: Links ein mit A.N.T.Landscape erstellter Berg. Daneben ein Berg, dessen Displacement als Minimum 0.1 und als Maximum 0.5 hat. Durch die Anhebung des Wertes «Minimum» auf 0.1 werden alle Vertices im Objekt auf diese Höhe hinaufgesetzt. Danaben zwei Versionen desselben Berges mit unterschiedlichen Falloff-Werten.



# 30. Tutorial: Erstellen einer Düne

Ziel dieses Tutorials ist die Erstellung einer Sanddüne. Hierfür wird zunächst mittels des A.N.T.Land-scape-Add-ons eine Landschaft erstellt und diese anschliessend im Shader-Editor mit einem Material versehen. Diesmal wird allerdings auf die Verwendung von Bilddateien zur Texturierung verzichtet.

Ziel dieses Tutorials

## 30.1 Landschaft erstellen

Als Erstes wird eine neue Landschaft hinzugefügt. Hierfür wird mit der Tastenkombination **Shift** + **A** das «Add»-Menü geöffnet und «Mesh / Landscape» ausgewählt. Dadurch erscheint ein neues Landschaftsobjekt in der Szene.

Mesh hinzufügen

Bei dem Objekt soll es sich um eine Düne handeln. Praktischerweise gibt es hierfür bereits eine Voreinstellung. Im Dropdown-Menü «Operator Presets» kann die Option «Dunes» ausgewählt werden. Dadurch wird das Mesh zu einer Düne angepasst. Für dieses Tutorial wird zudem der «Random Seed» 64 ausgewählt und der Wert für den «Falloff X» und den «Falloff Y» auf 5 gesetzt. Die restlichen Einstellungen können in den Standardeinstellungen belassen werden. Damit ist das Mesh der Landschaft bereits erstellt.

Düne erstellen

Als Nächstes geht es darum, dem Mesh ein Material zuzuweisen. Hierfür wird im Properties-Editor unter dem Material-Reiter auf die Schaltfläche «New» geklickt. Dies fügt ein neues Material hinzu und erstellt ebenso den benötigten Material-Slot für das Material. Damit die Änderungen am Material sichtbar sind, wird im 3D-Viewport-Editor auf den Material-Preview-Shading-Modus gewechselt.

Material hinzufügen

Der nächste Schritt benötigt den Shader-Editor. Hierfür muss aus den Ecken des 3D-Viewport-Editors ein neuer Editor herausgezogen werden und der neue Editor zum Shader-Editor umgewandelt werden. Nun könnte im Internet nach Sand-Texturen gesucht werden und diese anhand der bereits bekannten Methoden dem Material hinzugefügt werden. Dieses Tutorial verzichtet allerdings auf die Verwendung von Bildmaterialen zur Erstellung von Texturen. Stattdessen werden sämtliche Texturen in Blender selbst generiert.

Shader-Editor öffnen

## 30.2 Prozedurales Texturieren

Eine Düne besteht aus einer immensen Anzahl kleiner Sandpartikel. Diese wären in einer Textur als Ansammlung minimaler Punkte sichtbar – ähnlich einem rauschenden Bild. Innerhalb von Blender gibt es zwei Möglichkeiten, um einen solchen Effekt zu erzielen.

Noise als Grundlage

Die erste Möglichkeit besteht darin, dass eine Noise-Textur hinzugefügt wird. Diese erstellt prozedural eine verrauchte Textur, die skaliert und verzogen werden kann. Sie hat allerdings den Nachteil, dass sie bei besonders kleinem Noise sehr viel Rechenleistung

Noise-Textur

benötigt. Deshalb wird in diesem Tutorial auf diese Option verzichtet.

### White-Noise-Textur

Die zweite Möglichkeit besteht aus der Verwendung einer White-Noise-Textur. Diese kann nicht verzogen oder skaliert werden, sondern bildet automatisch möglichst kleine Rauschpunkte. Diese Art der Textur kann besser für besonders kleine Rausch-Elemente verwendet werden, weshalb in diesem Tutorial diese Textur verwendet wird.

### White-Noise-Textur hinzufügen

Mittels der Tastenkombination `Shift` + `A` wird innerhalb des Shader-Editors das «Add»-Menü geöffnet und unter «Texture / White Noise» eine White-Noise-Textur hinzugefügt. Diese wird anschliessend links vom Principled-BSDF-Shader platziert. Wird der neu hinzugefügte White-Noise-Texture-Node bei gedrückter `Ctrl` - + `Shift`-Taste angeklickt, wird über den Viewer-Node eine Vorschau des White-Noise-Texture-Nodes ermöglicht. Sollte dieser Node im Shader-Editor nicht erscheinen, sollte überprüft werden, ob das Node-Wrangler-Add-on aktiviert wurde.

### Texture-Coordinate- und Mapping-Node hinzufügen

Im 3D-Viewport-Editor wird allerdings keine Veränderung durch die Vorschau des White-Noise-Texture-Nodes sichtbar. Dies liegt daran, dass der White-Noise-Texture-Node noch einen Bezugspunkt zum Mesh benötigt. Deshalb wird der White-Noise-Texture-Node ausgewählt und die Tastenkombination `Ctrl` + `T` gedrückt. Dadurch werden ein Texture-Coordinate-Node und ein Mapping-Node dem White-Noise-Texture-Node vorangestellt. Somit kann der White-Noise-Texture-Node nun einen Bezugspunkt zum Mesh generieren und eine Vorschau auf das Mesh sollte möglich sein.

### Farbvariation fehlt in White-Noise-Textur

Würde nun der Color-Output des White-Noise-Texture-Nodes mit dem Base-Color-Input des Principled-BSFD-Shaders verbunden werden, würde lediglich schwarz-weißer Noise resultieren. Sand besteht jedoch aus einer Farbe und nicht nur aus Schwarz-Weiss-Abstufungen. Deshalb muss diese Schwarz-Weiss-Abstufung in eine farbige Abstufung umgewandelt werden. Dies kann mittels eines Color-Ramp-Nodes erzielt werden.

### 30.3 Arbeiten mit der Color-Ramp

#### Color-Ramp hinzufügen und verbinden

Mittels der Tastenkombination `Shift` + `A` kann das «Add»-Menü aufgerufen und unter «Converter / ColorRamp» eine Color-Ramp hinzugefügt werden. Diese wird anschliessend zwischen dem White-Noise-Texture-Node und dem Principled-BSDF-Shader platziert. Zusätzlich wird der Color-Output des White-Noise-Texture-Nodes mit dem Faktor-Input des Color-Ramp-Nodes verbunden. Der Color-Output des Color-Ramp-Nodes wird anschliessend mit dem Base-Color-Input des Principled-BSDF-Shaders verbunden.

#### Was macht die Color-Ramp genau?

Die Color-Ramp nimmt die jeweiligen Inputs, seien es nun Faktoren oder Farben, auf und erstreckt sie entlang einer Farbachse. Diese wird in der Mitte des Color-Ramp-Nodes ersichtlich. Anhand dieser Achse werden anschliessend neue Farbmarker definiert, welche an den jeweiligen Punkten der Input-Achse stehen. Per Default befindet sich ganz links am Ende dieser Achse ein Farbmarker mit der Farbe Schwarz (RGB 0-0-0) und rechts ein Farbmarker mit der Farbe Weiss (RGB 1-1-1). Alle Faktorwerte oder Farbwerte, welche die Color-Ramp als Input bekommt, werden somit entlang dieser Achse ausgestreckt und

graduell zwischen den beiden Farbwerten abgestuft.

Wenn nun einer der beiden Farbmarker verschoben wird, beispielsweise der linke Farbmarker, so vergrössert sich sein Anteil am Spektrum der Color-Ramp. Die gesamte Fläche, welche sich links von diesem Farbmarker befindet, wird zu einer schwarzen Farbe umgewandelt. Gleichzeitig wird der Bereich, in dem eine graduelle Abstufung von Schwarz auf Weiss geschieht, zunehmend kleiner. Dieser Effekt lässt sich am besten betrachten, indem die Color-Ramp ausgewählt und mittels der Tastenkombination **Ctrl + Shift** über den Viewer-Node betrachtet wird. Je weiter der schwarze Farbmarker nach rechts gezogen wird, desto mehr Anteile an der White-Noise-Textur, welche den Input der Color-Ramp darstellt, werden schwarz. Analog dazu werden mehr Anteile der White-Noise-Textur weiss, wenn der weisse Farbmarker nach links verschoben wird.

Jeder Farbmarker innerhalb der Color-Ramp hat dabei eine Rangliste von links nach rechts inne. Der schwarze Farbmarker auf der linken Seite ist der erste Marker und wird deshalb mit der Nummer «0» beschrieben. Dies liegt daran, dass Blender auf Python beruht und Python seine Nummerierungen jeweils bei 0 beginnt. Der zweite Farbmarker hat deshalb die Nummer 1 und ein dritter Farbmarker hätte die Nummer 2, und so weiter. Diese Nummerierung ist jeweils links neben dem Eingabefeld «*Pos*» ersichtlich. Dadurch können die jeweiligen Marker alternativ zu einer Auswahl mittels eines Mausklicks angesteuert werden. Mittels der Schaltfläche «+» kann jeweils ein zusätzlicher Farbmarker hinzugefügt und mittels der Schaltfläche «-» der ausgewählte Farbmarker entfernt werden.

Die Position des aktuell ausgewählten Markers wird zudem Anhand des Eingabefeldes «*Pos*» dargestellt. Dieses Feld kann Werte von 0 bis 1 annehmen. Der Wert 0 befindet sich dabei am linken Ende und der Wert 1 am rechten Ende der Color-Ramp.

Unterhalb der Rangfolge und der Position des ausgewählten Farbmarkers befindet sich eine Farbbox, welche die Farbe des ausgewählten Farbmarkers darstellt. So kann für jeden Farbmarker eine eigene Farbe ausgewählt werden.

Um nun die White-Noise-Textur etwas mehr nach Sand aussehen zu lassen, sollten zunächst die Farben der beiden Farbmarker ausgetauscht werden. Der schwarze Farbmarker wird deshalb auf den RGB-Wert von 0.2-0.1-0 gesetzt und der weisse Farbmarker auf den RGB-Wert 0.5-0.45-0.35 gestellt. Dadurch werden die schwarz-weissen Abstufungen der White-Noise-Textur nun in Abstufungen dieser beiden Farbmarker umgewandelt. Der Color-Output des Color-Ramp-Nodes kann deshalb nun mit dem Base-Color-Input des Principled-BSDF-Shaders verbunden werden. Zudem sollte bei gedrückter Tastenkombination **Ctrl + Shift** auf den Principled-BSDF-Shader geklickt werden, um den Viewer-Node wieder zu deaktivieren.

Als Nächstes benötigt der Principled-BSDF-Shader Informationen für den Roughness-Input. Diese Information sollte idealerweise auch gerade auf dem White-Noise-Texture-Node beruhen. Mittels dessen Value-Outputs könnte etwa diese Information übertragen

Was bewirkt  
eine  
Verschiebung  
der Farbmarker  
in der  
Color-Ramp?

Rangfolge der  
Farbmarker

Position des  
Markers entlang  
der Color-Ramp

Farben von  
Farbmarkern  
einstellen

Color-Ramp für  
Düne anpassen

Roughness  
variiieren lassen

## Creating the World

werden. Dies würde allerdings dazu führen, dass das Material ziemlich glatt erscheint und Licht gebündelt reflektiert, was bei einer Düne nicht erwartet wird. Deshalb müsste der Anteil der geringen Roughness-Werte reduziert werden. Um dies zu erreichen, kann erneut eine Color-Ramp hinzugefügt werden, welche ebenfalls den Color-Output des White-Noise-Texture-Nodes erhält, deren Color-Output allerdings mit dem Roughness-Input des Principled-BSDF-Shaders verbunden wird.

Roughness mit Farbmarkern variieren

Der linke, schwarze Farbmarker deckt nun die tiefstmöglichen Bereiche der Roughness ab, nämlich den Wert 0. Dieser Wert ist allerdings nicht im Sand zu erwarten. Deshalb kann seine Farbbox geöffnet und ihm eine hellere Farbe zugeordnet werden (z.B. RGB = 0.6-0.6-0.6). Dadurch gibt es immer noch eine graduelle Variation der Roughness, allerding in einem geringeren Ausmass.

Bright/Contrast-Node für alternative Vorgehensweise

Es gibt noch eine weitere Option, welche verwendet werden könnte, um die Roughness zu erhöhen. So könnte statt eines Color-Ramp-Nodes ein Bright/Contrast-Node verwendet werden. Dieser ist im «Add»-Menü unter «Color / Bright Contrast» zu finden. Hierbei würde anschliessend der Color-Output des White-Noise-Texture-Nodes mit dem Color-Input des Bright/Contrast-Nodes verbunden werden und dessen Color-Output mit dem Roughness-Input des Principled-BSDF-Shaders.

White-Noise aufhellen mittels Bright/Contrast-Node

Durch eine Erhöhung der Zeile «Bright» wird anschliessend die Noise-Textur farblich erhellt. Dies führt dazu, dass die dunkleren Anteile, welche zu einer tieferen Roughness führen, aufgehellt werden und dadurch eine höhere Roughness aufweisen. Hier könnte beispielweise ein Wert von 0.3 verwendet werden.

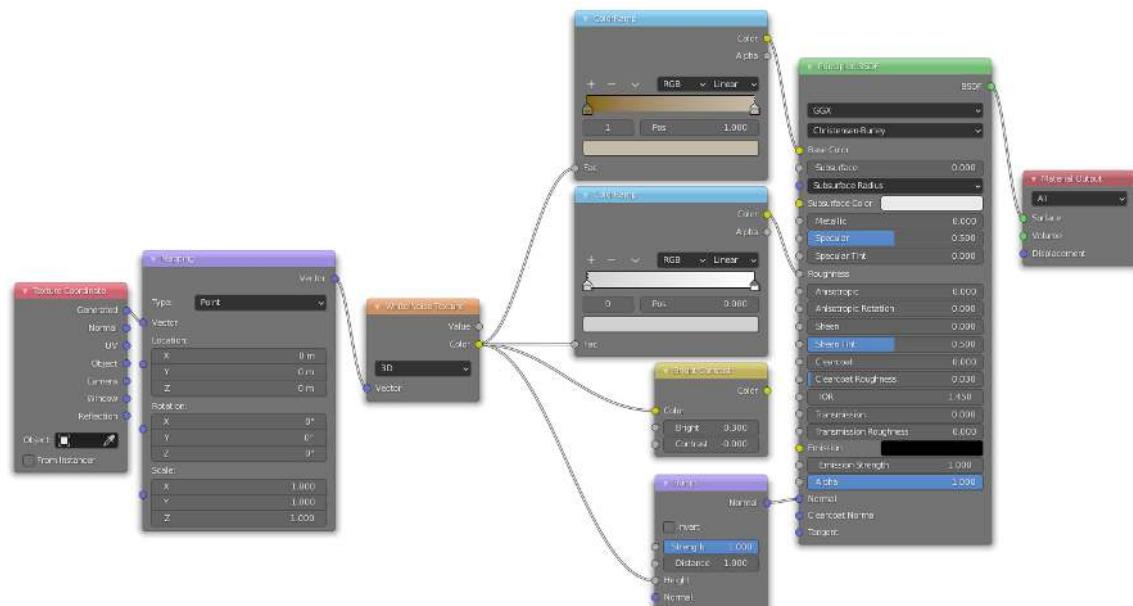


Abbildung 30.1: Nodes-System für prozedurale Sand-Texturen.

White-Noise-Textur als Normal-Textur verwenden

Zusätzlich kann der White-Noise-Texture-Node auch verwendet werden, um die Normal-Textur zu ersetzen. Hierfür wird ein Bump-Node im «Add»-Menü unter «Vector / Bump» hinzugefügt und links vom Principled-BSDF-Shader platziert. Der Normal-Output des

Bump-Nodes kann anschliessend mit dem Normal-Input des Principled-BSDF-Shaders verbunden werden. Dadurch generiert der Bump-Node nun minimale Abweichungen, welche das Material jeweils simuliert. Um die Höhe dieser Abweichungen einstellen zu können, wird der Color-Output des White-Noise-Texture-Nodes mit dem Height-Input des Bump-Nodes verbunden.

## 30.4 Wave-Texture

Teilweise beinhalten Dünen auch leichte Abstufungen, welche der Wind durch seine Verwehungen mit sich bringt. Diese können mittels einer zusätzlichen Textur ebenfalls simuliert werden. Das Ziel hierfür besteht darin, dass sich kreisförmig um alle Hügel innerhalb der Landschaft Abstufungen ergeben.

Eine ideale Grundlage für dieses Unterfangen bildet die Wave-Textur. Diese ist im «Add»-Menü unter «Texture / Wave Texture» zu finden. Der Vector-Input kann dabei mit dem Vector-Output des bereits erstellten Mapping-Nodes verbunden werden. Die Wave-Textur erstellt nun wellenartige Muster über das Mesh hinweg. Dabei orientiert sich die Wave-Textur entlang der X-Achse. Dies ist im zweiten Dropdown-Menü des Wave-Texture-Nodes definiert. Indem in diesem Menü stattdessen die Z-Achse ausgewählt wird, werden die Wellen entlang der Z-Achse gebildet. Dies führt dazu, dass sie sich kreisförmig entlang der Hügel des Meshes erstrecken. Mittels der Zeile «Scale» kann zudem die Skalierung dieser Wellen erhöht werden, sodass mehr Wellen ersichtlich sind. Hierfür kann beispielsweise der Wert 10 verwendet werden.

Mittels der Zeile «Distortion» kann ein Wert festgelegt werden, welcher zu einer Verzerrung der Wellentextur führt. Je grösser dieser Wert, desto mehr wird die originale Wellentextur zufällig verzerrt. Hier könnte beispielsweise der Wert 9 verwendet werden, um auf die Zufälligkeit von natürlichen Verwehungen Rücksicht zu nehmen. Zusätzlich könnte das Ausmass an ersichtlichen Details in den Wellen mittels der Reiter «Detail», «Detail Scale» und «Detail Roughness» bei Bedarf noch variiert werden.

Nun kann ein Displacement-Node über das «Add»-Menü unter «Vector / Displacement» hinzugefügt und unterhalb des Bump-Nodes eingefügt werden. Der Displacement-Node soll nun grössere Oberflächenveränderungen im Mesh simulieren und die Werte für die Höhe anhand des Wave-Texture-Nodes übernehmen. Deshalb wird der Color-Output des Wave-Texture-Nodes mit dem Height-Input des Displacement-Nodes verbunden. Der Wert für die Skalierung sollte innerhalb des Displacement-Nodes zudem noch minimiert werden, da der Effekt sonst zu stark ausfällt. Ein Wert von 0.01 für die Zeile «Scale» sollte daher ausreichen. Zu guter Letzt kann der Displacement-Output des Displacement-Nodes mit dem Displacement-Input des Material-Output-Nodes verbunden werden. Dadurch sollte das Displacement auf dem Mesh ersichtlich werden.

Abstufungen in den Dünen hinzufügen

Wave-Textur hinzufügen

Anpassungen der Wave-Textur

Displacement hinzufügen

## 30.5 Mix RGB

Mix-RGB-Node hinzufügen

Die Abstufungen, welche der Wave-Texture-Node erzielt, sind nun lediglich als Displacement ersichtlich, haben allerdings keinen Einfluss auf die Farbe, die Roughness oder die Normalen des Materials. Wenn diese Abstufungen hierfür auch berücksichtigt werden sollen, müssten die Farbwerte der Wave-Textur mit den Farbwerten der White-Noise-Textur kombiniert werden. Für die Kombination von verschiedenen Farben oder Texturen kann der Mix-RGB-Node verwendet werden. Dieser kann unter dem «Add»-Menü unter «Color / MixRGB» hinzugefügt und neben dem White-Noise-Texture-Node platziert werden.

Graduelle Abstufung von Farbinputs

Der Color1-Input des Mix-RGB-Nodes sollte seine Informationen aus dem Color-Output des White-Noise-Texture-Nodes beziehen. Der Color2-Input sollte seine Informationen aus dem Color-Output des Wave-Texture-Nodes beziehen. Dadurch wird anschliessend mittels des Reiters «Fac» eine graduelle Abstufung zwischen den beiden Texturen möglich.

Multiplizieren von Farben

Das Ziel ist allerdings keine graduelle Abstufung zwischen den beiden Texture-Nodes. Stattdessen sollten die Wellen der Wave-Textur über die White-Noise-Textur gelegt werden. Um dies zu erzielen, kann im Dropdown-Menü, welches mit «Mix» angeschrieben ist, die Option «Multiply» ausgewählt werden. Dadurch werden die beiden Texturen nun nicht mehr miteinander gemischt, sondern multipliziert. Mittel des Reiters «Fac» kann nun ein Grad für diese Multiplikation ausgewählt werden, beispielsweise 0.675. Anschliessend kann der Color-Output des Mix-RGB-Nodes verwendet werden, um die Inputs, welche bisher vom White-Noise-Texture-Node anvisiert wurden, zu ersetzen.

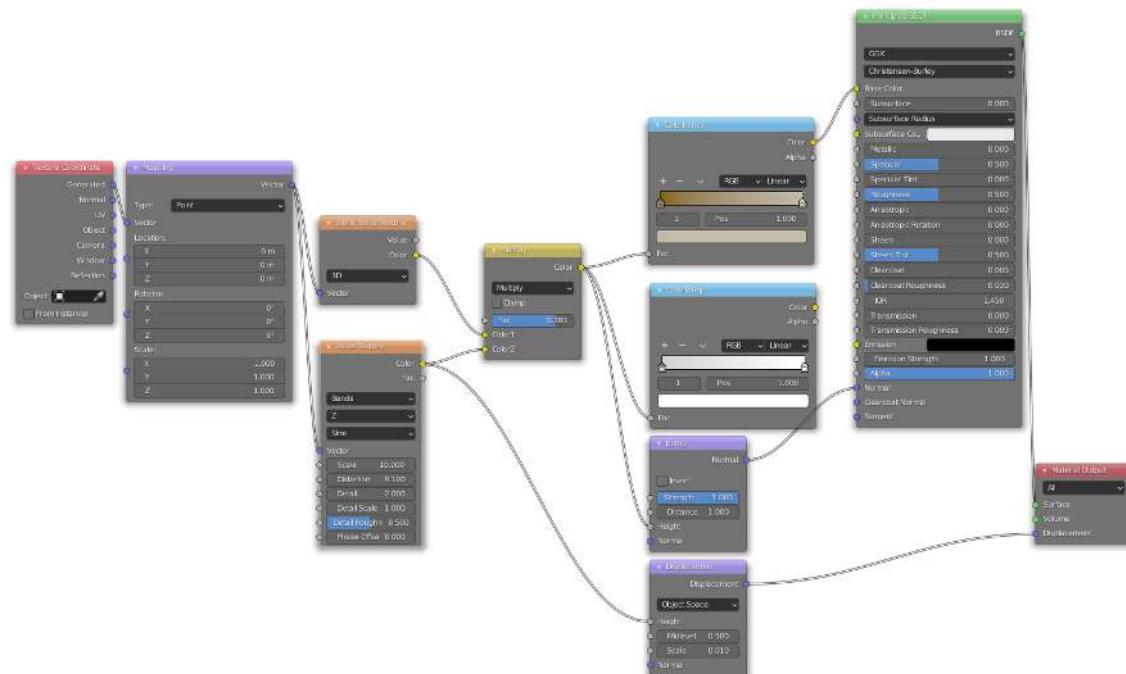


Abbildung 30.2: Kombination der Wave-Textur mit der White-Noise-Textur.

## 30.6 Prozedurales Texturieren

In diesem Tutorial wurde nun auf Bilddateien zum Texturieren verzichtet. Stattdessen wurden Blenders interne, vorberechnete Texturen verwendet, um eine Texturierung der Oberfläche zu erstellen. Eine solche Herangehensweise wird als prozedurales Texturieren bezeichnet. Dies hat den Vorteil, dass man sich keine Gedanken machen muss, wie hochauflösend die Texturen sein sollten. Durch die Berechnung können jeweils höhere Auflösungen erzielt werden.

Ein Nachteil des prozeduralen Texturierens besteht allerdings darin, dass die Texturen eben gerade nicht als Bild vorhanden sind. Dies führt etwa dazu, dass die erstellten prozeduralen Texturen nicht in anderen Programmen (z.B. Unity oder Unreal Engine) dargestellt werden können. Es ist zwar möglich, die prozeduralen Texturen zu extrahieren, indem man sie sozusagen in eine Bilddatei hineinspeichert (ein Prozess, der als Baking bezeichnet wird), allerdings gehen dabei oft Details der prozeduralen Texturen verloren.

Prozedurales  
Texturieren

Nachteile des  
prozeduralen  
Texturierens



# 31. Parameter im Principled-BSDF-Shader

Mittlerweile wurde bereits sehr viel mit dem Principled-BSDF-Shader gearbeitet. Durch solchen sollten die wichtigsten Parameter, welche bei dessen Verwendung berücksichtigt werden, bekannt geworden sein. So wurden die Base-Color, die Roughness und der Metallic-Wert bereits erläutert und durch die Verwendung von Texturen wurden auch bereits die Normal-Werte verwendet. Es gibt allerdings noch eine Vielzahl weiterer Parameter im Principled-BSDF-Shader, welche variiert werden können. Einige davon werden, allerdings sehr selten verwendet.

Parameter im  
Principled-  
BSDF-Shader

## 31.1 Subsurface-Scattering

Bei der Refraktion von Lichtstrahlen dringen diese Lichtstrahlen in ein Objekt ein. Anschliessend werden sie in der Oberfläche des Objektes gestreut und dringen anschliessend wieder aus dem Objekt aus. Diese Lichtstrahlen können dabei unterschiedlich weit innerhalb des Objektes eindringen. Dadurch kann es in manchen Situationen vorkommen, dass die Lichtstrahlen auch aus der anderen Seite des Objektes wieder austreten. Dieser Effekt wird als Subsurface-Scattering bezeichnet. Dabei dringen Lichtstrahlen durch das Objekt hindurch und scheinen auch das Innere des Objektes zu beleuchten.

Was ist  
Subsurface-  
Scattering?

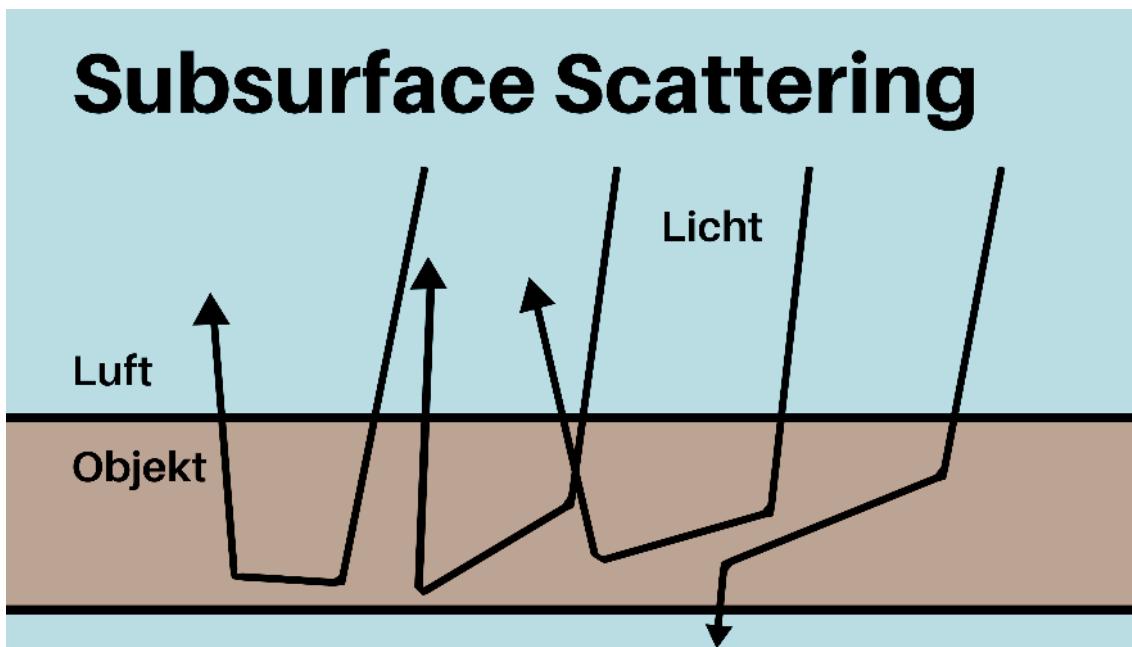


Abbildung 31.1: Lichtstrahlen beim Subsurface-Scattering. Die Strahlen dringen deutlich weiter in das Objekt ein und erhellen dessen Inneres. Bei dünnen Objekten dringen die Strahlen durch das Objekt hindurch.

Abbildung 2 zeigt ein Beispiel für Subsurface-Scattering. Die Katze wird von hinten beleuchtet und die Lichtstrahlen berühren die Rückseite ihrer Ohren. Aus der Perspektive der Fotografie werden anschliessend die Strahlen, die durch das Objekt hindurchdringen,

Beispiel  
Subsurface-  
Scattering

ersichtlich, und führen dadurch zum Effekt des Subsurface-Scattering.

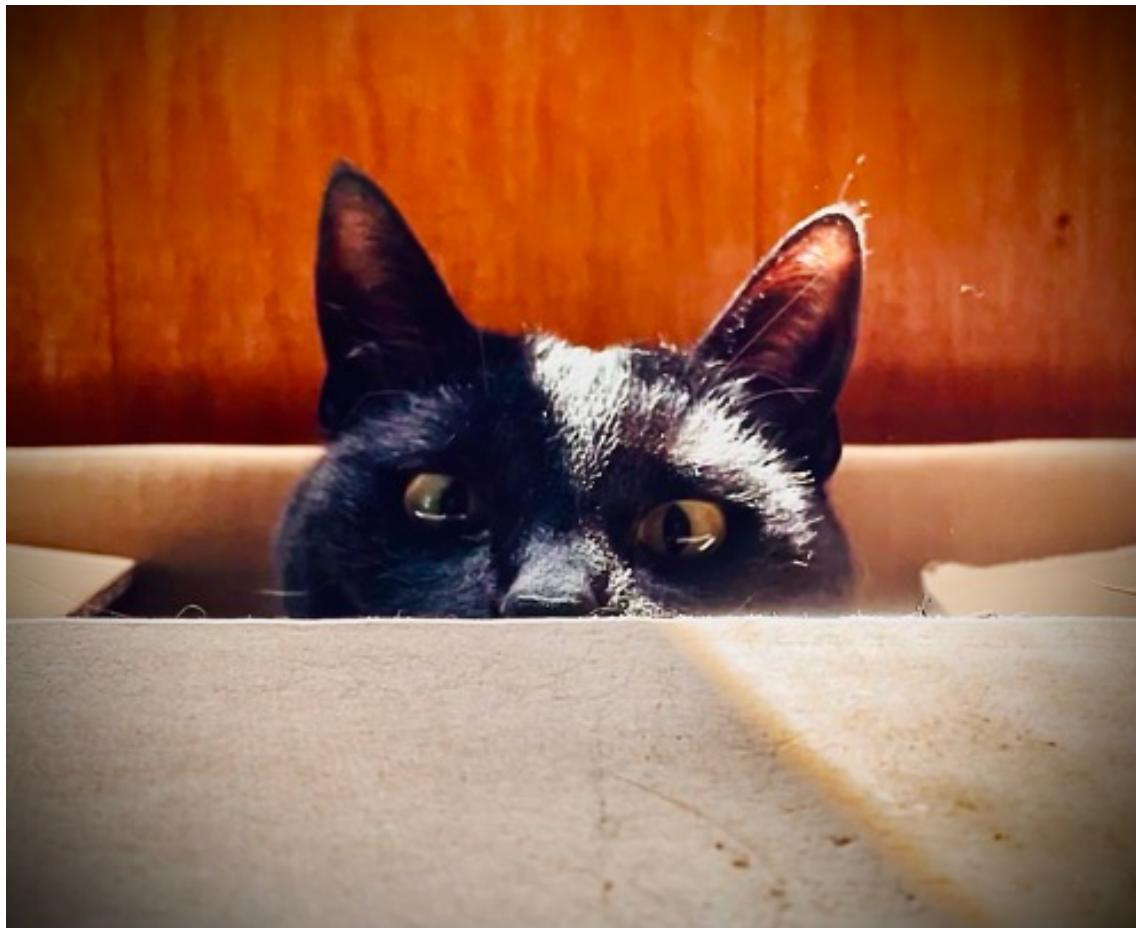


Abbildung 31.2: Ein Beispiel für Subsurface-Scattering.

Subsurface-  
Scattering tritt  
häufig bei Haut  
auf

Abbildung 2 zeigt bereits einen der wichtigsten Anwendungspunkte für Subsurface-Scattering, nämlich die Haut von Lebewesen. Sie können auch bei sich selbst einen Subsurface-Scattering-Effekt induzieren. Schalten Sie eine kleine Taschenlampe (z.B. diejenige Ihres Smartphones) ein und legen Sie einen Finger mit dessen Fingerkuppe direkt auf die Lichtquelle. Wenn Sie dadurch den gesamten Bereich der Lichtquelle abdecken, sollten eigentlich alle Lichtstrahlen abgefangen werden. Sie werden allerdings feststellen, dass ein Teil der Lichtstrahlen durch ihre Haut hindurchdringt.

Subsurface-  
Scattering muss  
nicht zwingen  
durch Objekt  
hindurchdringen

Es gibt allerdings auch viele Situationen, in denen das Licht nicht ganz durch das Objekt hindurchdringt, allerdings trotzdem besonders tief in das Material einzudringen scheint. Dies wird ebenfalls als Subsurface-Scattering bezeichnet. Dieser Terminus beinhaltet sowohl Licht, welches durch die Refraktion durch das Objekt hindurchdringt, als auch solches, welches so tief in das Objekt hinein dringt, dass dessen Beleuchtung im Inneren sichtbar wird. Ein weiteres Beispiel für Subsurface-Scattering sind etwa Wachsobjekte oder Kerzen. Bei diesen reicht das Subsurface-Scattering oftmals nicht durch das Objekt hindurch, aber eine Beleuchtung im Inneren des Objektes wird erkennbar.

Parameter für  
das Subsurface-  
Scattering im  
Principled-  
BSDF-Shad

Für das Subsurface-Scattering gibt es vier Parameter im Principled-BSDF-Shader:

- Subsurface
- Subsurface Radius
- Subsurface Color
- Subsurface Method

In der Zeile «*Subsurface*» des Principled-BSDF-Shaders kann definiert werden, wie stark der Subsurface-Scattering-Effekt bei einem Material eintreten soll. Per Default ist Subsurface-Scattering deaktiviert, indem dessen Subsurface-Wert auf 0 gesetzt ist. Wenn man diesen Wert allerdings erhöht, wird auch der Subsurface-Scattering-Effekt erhöht.

Subsurface-Parameter

Mittels des Dropdown-Menüs «*Subsurface Radius*» lässt sich einstellen, wie hoch der Radius der eindringenden Lichtstrahlen ist. Dabei stehen drei Eingabewerte zur Verfügung. Normalerweise würde man bei der Kombination von Radius und drei Eingabewerten denken, dass es sich um die drei Achsen (X, Y und Z) handeln müsste. Dies ist beim Subsurface-Radius allerdings nicht der Fall. Der Radius ist entlang aller Achsen gleich gross, er unterscheidet sich allerdings hinsichtlich verschiedener Lichtstrahlen. Die drei Achsen stehen für die Farbwerte innerhalb des RGB-Spektrums und beschreiben den Radius von Lichtstrahlen der entsprechenden Farbe.

Subsurface-Radius

Per Default ist der Subsurface-Radius der ersten Zeile, welche für rote Lichtstrahlen steht, am höchsten. Dies macht auch Sinn, da Subsurface-Scattering-Effekte am häufigsten bei Haut anzutreffen sind und dabei rote Lichtstrahlen am stärksten zu erkennen sind. Die zweite Zeile steht für grüne Lichtstrahlen und die dritte Zeile für blaue Lichtstrahlen. In der Regel werden diese Zahlen so belassen, wie sie sind.

Rote  
Lichtstrahlen  
sind oft am  
wichtigsten für  
Subsurface-  
Scattering

Mittels der Farbbox «*Subsurface Color*» kann eine Farbe definiert werden, welche sich unterhalb der Oberfläche befinden soll und so durch das Subsurface-Scattering erscheinen soll. Oftmals handelt es sich dabei um eine hellere Farbe der Base-Color.

Subsurface-  
Color

Das zweite Dropdown-Menü im Principled-BSDF-Shader, in dem per Default «*Christensen-Burley*» ausgewählt ist, beschreibt die «*Subsurface Method*». Dabei kann zwischen zwei Arten der Berechnung des Subsurface-Scattering-Effekts ausgewählt werden. Die Option «*Christensen-Burley*» ist physikalisch weniger akkurat als die Option «*Random Walk*», benötigt dafür allerdings weniger Leistung beim Rendern von Materialien.

Subsurface-  
Method

## 31.2 Specularity

Bislang wurden die Einstellungen «*Metallic*» und «*Roughness*» verwendet, um eine Reflexion zu erzielen. Der Metallic-Wert beschrieb dabei, wie hoch der Anteil der Refraktion ist, welcher zur Reflexion hinzukommt, während die Roughness durch eine unebenere Oberfläche zu einer diffuseren Lichtreflexion führt. Die Specularity wurde dabei jeweils konstant gelassen. Tatsächlich ist allerdings auch die Specularity für die Reflexion mitverantwortlich. Sie dient der Berechnung, an welchen Stellen eine Reflexion erfolgen

Specularity für  
Bereich der  
Lichtreflexion

soll.

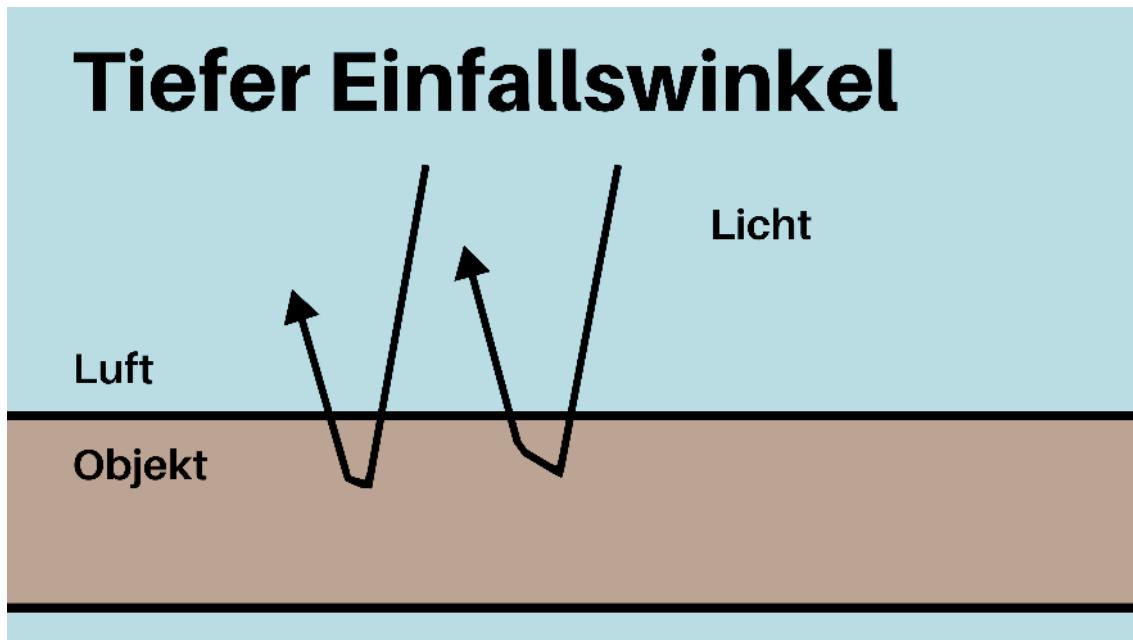


Abbildung 31.3: Lichtstrahlen mit einem tiefen Einfallwinkel. In solchen Fällen kommt es eher zu einer Refraktion.

### 31.2.1 Einfallswinkel und Index of Refraction

Fresnel

Jedes Objekt hat ein gewisses Potenzial, um Licht zu reflektieren. Abbildung 2 zeigt eine Katze innerhalb einer Kartonschachtel. Diese Kartonschachtel reflektiert die Umgebung nicht besonders stark, allerdings zeigt sie an den vorderen und hinteren Kanten des Kartons einen etwas helleren Bereich. An diesen Stellen entsteht ein Effekt, der als Fresnel bezeichnet wird.

Einfallwinkel sorgt für Fresnel

Ein Fresnel-Effekt ergibt sich durch den Einfallwinkel des Lichtes. Je höher der Einfallwinkel des Lichtes ist, desto eher kommt es zu einer Reflexion des Lichtes. Ist der Einfallwinkel des Lichtes geringer, kommt es eher zu einer Refraktion. An Kanten ergeben sich dadurch höhere Einfallwinkel je nach Ausrichtung zu einer Lichtquelle und dadurch wird dort ein höherer Anteil von Licht reflektiert.

IOR

Dieser Fresnel-Effekt hängt nebst dem Einfallwinkel des Lichtes auch vom «Index of Refraction» (IOR) eines Materials ab. Jedes physikalische Material besitzt diese Eigenschaft und beschreibt, wie stark dieses Material Lichtreflexionen bricht. Eine genauere Beschreibung hierzu erfolgt später bei den Transmission-Einstellungen.

### 31.2.2 Specularity ermitteln

IOR berechnen

Durch eine kurze Internetrecherche lässt sich schnell der IOR für ein Material ausfindig machen. So hat Gold einen IOR von 0.479, Eis einen IOR von 1.309, Milch einen IOR von 1.350 und Asphalt weist einen IOR von 1.635 auf (Quelle: <https://pixelandpoly.com/ior.html>). Diese Werte könnten nun direkt in die Zeile «*Specular*» eingegeben werden. Das

# Hoher Einfallswinkel

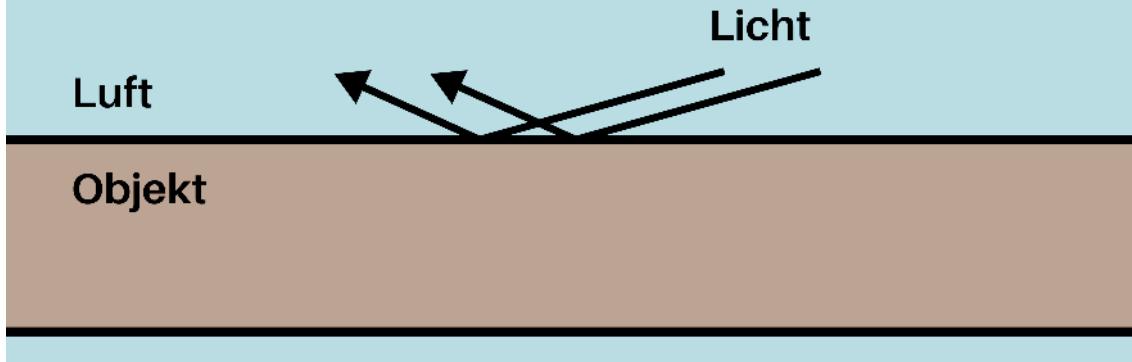


Abbildung 31.4: Lichtstrahlen mit einem hohen Einfallwinkel. In solchen Fällen kommt es eher zu einer Reflexion.

Problem ist jedoch, dass diese Zeile nicht für physikalisch korrekte IOR-Werte angepasst ist und mit Inputs von 0 bis 1 arbeitet. Aus diesem Grund muss der IOR von Hand in den Specular-Input umgewandelt werden. Die Formel hierfür lautet:

$$\text{Specular} = \left( \frac{((IOR - 1)/(IOR + 1))^2}{0.08} \right)$$

Somit könnte man von Hand die Specularity anhand dieser Formel ausrechnen. Es gibt allerdings auch die Möglichkeit, dass Blender diese Formel automatisch für ein Material berechnet. Hierfür wird im Shader-Editor ein «Value»-Node hinzugefügt, welcher im «Add»-Menü unter «Input / Value» zu finden ist. In diesem Node wird anschliessend der Wert des IORs für das entsprechende Material eingegeben, beispielsweise 0.479 für ein goldenes Material.

Value-Node  
hinzufügen und  
IOR eintragen

Nun wird ein «Math»-Node benötigt. Dieser ermöglicht die Durchführung mathematischer Operationen anhand eingegebener Werte. Der Math-Node kann im «Add»-Menü unter «Converter / Math» hinzugefügt und rechts neben dem Value-Node platziert werden. Der Value-Output des Value-Nodes wird anschliessend mit dem ersten Value-Input des Math-Nodes verbunden. Im zweiten Value-Feld des Math-Nodes kann anschliessend der Wert 1 eingegeben werden. Dies führt nun dazu, dass die Operation, welche im Math-Node ausgewählt ist, mit diesen beiden Werten durchgeführt wird. In dem Fall berechnet der Node also  $0.479 + 1$ .

Math-Node  
zum  
Addieren  
verwenden

Der Math-Node kann nun mittels der Tastenkombination **Shift** + **D** dupliziert und oberhalb des ersten Math-Nodes platziert werden. Sein erster Value-Input sollte eben-

Math-Node  
zum  
Subtrahieren  
verwenden

falls die Informationen aus dem Value-Output des Value-Nodes erhalten. Nun soll allerdings die Differenz zwischen dem Value-Input und 1 berechnet werden. Deshalb wird im Dropdown-Menü innerhalb des Nodes statt der Operation «Add» die Operation «Subtract» ausgewählt. Dadurch wird nun  $0.479 - 1$  berechnet.

Math-Node  
zum  
Dividieren  
verwenden

Nun wird der Math-Node erneut dupliziert und das Duplikat rechts neben den beiden bisherigen Math-Nodes platziert. Der erste Value-Input dieses neuen Math-Nodes sollte den Value-Output des subtrahierenden Math-Nodes erhalten und der zweite Value-Input den Value-Output des addierenden Math-Nodes. Dieser Math-Node wird anschliessend im Dropdown-Menü auf «Divide» umgestellt. Dadurch wird der Output des subtrahierenden Math-Nodes durch den Output des addierenden Math-Nodes dividiert.

Math-Node  
zum  
Potenziern  
verwenden

Als Nächstes wird erneut ein Duplikat des Math-Nodes erstellt und rechts neben den dividierenden Math-Node platziert. Dieser Math-Node sollte als ersten Value-Input den Value-Output des dividierenden Math-Nodes erhalten und in der zweiten Zeile sollte der Wert 2 eingegeben werden. Die Operation dieses Math-Nodes sollte auf «Power» gestellt werden. Dadurch wird nun das Ergebnis der Division potenziert.

Math-Node  
zum  
erneutem  
Dividieren

Nun wird noch ein letztes Mal ein Duplikat des dividierenden Math-Nodes erstellt und rechts neben den potenzierenden Math-Node platziert. Der erste Value-Input wird mit dem Value-Output des potenzierenden Math-Nodes verbunden und die zweite Value-Zeile wird auf 0.08 gesetzt. Dadurch wird der Output des potenzierenden Math-Nodes durch den Wert 0.08 dividiert. Wenn nun alle Nodes entsprechend der Abbildung 6 eingefügt wurden, sollte der Output des letzten Math-Nodes nun den Wert für den Specular-Input enthalten.

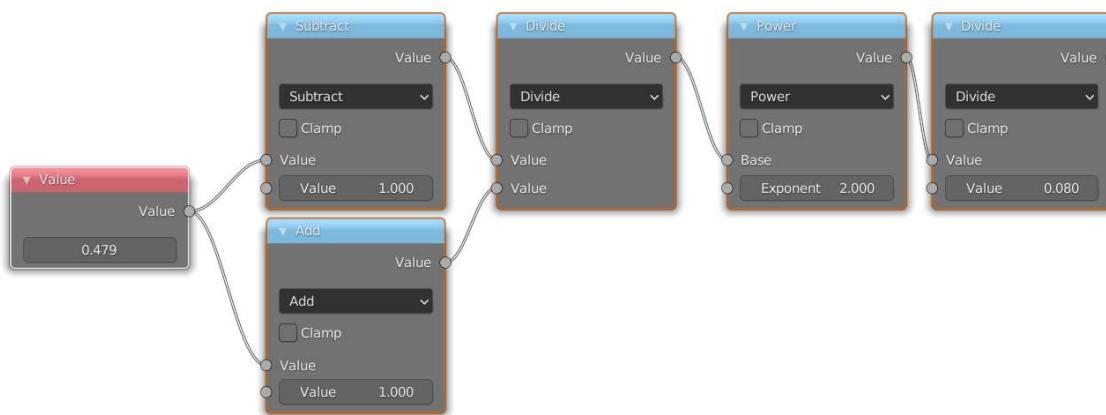


Abbildung 31.5: Node-Anordnung, um die Specularity anhand des IORs zu berechnen.

Was ist dabei  
passiert?

Über den Value-Node wird eine Zahl als Input definiert – in diesem Fall der IOR, welcher für das Material bekannt ist. Dieser IOR durchläuft anschliessend die Operationen zur Berechnung der Specularity und gibt dieses anschliessend als Wert des letzten Math-Nodes aus. Dieser kann nun direkt mit dem Specular-Input des Principled-BSDF-Nodes verbunden werden. Wenn ein anderer IOR verwendet werden müsste, kann lediglich der Wert

innerhalb des Value-Nodes verändert werden und Blender berechnet basierend auf dem Node-System anschliessend die korrekte Specularity und überweist diese dem Specular-Input des Principled-BSDF-Shaders.

### Weiterführende Informationen



Wenn Sie mit Nodes in Blender arbeiten, stellt dies eine Form des Programmierens dar. Statt mit Codes und Zeilen wird allerdings mit Nodes und Verbindungen zwischen den Nodes gearbeitet. Dies stellt eine Form des Programmierens dar, welche auch in einigen Game-Engines zur Verfügung steht. Sollten Sie die Anleitung zur Berechnung des IORs selbst ausprobiert haben: Gratulation, Sie haben eine Funktion zur Berechnung der Specularity anhand des IORs in Blender erstellt!

Nebst dem Specular-Reiter verfügt der Principled-BSDF-Shader noch über den Reiter **Specular-Tint** *(Specular Tint)*. Die Reflexion der Lichtstrahlen basierend auf dem Specular-Wert erfolgt jeweils anhand weisser Farbe. Diese Farbe kann allerdings auch mit der Base-Color des jeweiligen Materials gemischt werden. Hierfür steht der Reiter Specular-Tint zur Verfügung. Je höher dieser Reiter ist, desto höher ist der Anteil der Base-Color in der Mischung der weissen Reflexionsfarbe.

Über den Nutzen des Specularity-Effekts gibt es verschiedene Meinungen. Jedes Material verfügt über einen Fresnel-Effekt. Dementsprechend verfügt auch jedes Material über eine gewisse Specularity. Per Default ist der Wert für den Specular-Reiter bereits auf 0.5 eingestellt. Einige Nutzer von Blender verweisen darauf, dass dieser Wert direkt so belassen werden kann, da dies in den meisten Fällen ausreichend ist.

Muss die Specularity angepasst werden?

### 31.3 Anisotropie

Mithilfe der Einstellungen zur Anisotropie kann die räumliche Ausbreitung von Reflexionen gesteuert werden. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass diese Einstellung in der bislang verwendeten Render-Engine (Eevee) nicht berücksichtigt wird. Um den Effekt der Anisotropie auf einem Modell nachvollziehen zu können, müsste Cycles als Render-Engine ausgewählt werden.

Die Reflexion durch die Anisotropie erfolgt entlang der sogenannten Tangente. Diese **Tangente** kann angesteuert und verändert werden, indem ein entsprechender «*Tangent*»-Node, welcher im «Add»-Menü unter «*Input / Tangent*» zu finden ist, mit dem Tangent-Input des Principled-BSDF-Shaders verbunden wird.

Mithilfe des Reiters «*Anisotropic*» kann bearbeitet werden, wie sich Glanzlichter einer **Anisotropic** Reflexion entlang eines Objekts vollziehen. Je höher dieser Wert eingestellt ist, desto mehr werden Reflexionslichter entlang der Tangente erstreckt. Negative Werte führen

hingegen dazu, dass sich die Reflexionslichter senkrecht zur Tangente erstrecken.

### Anisotropic Rotation

Mithilfe des Reiters «*Anisotropic Rotation*» kann zudem eine Rotation für die Anisotropie erzeugt werden. Ein Wert von 1 bedeutet dabei, dass die Anisotropie kreisförmig verläuft, während ein Wert von 0 zu einer Ausbreitung entlang einer Linie führt.

## 31.4 Sheen

### Sheen

Die Einstellung «*Sheen*» wird lediglich in sehr seltenen Fällen verwendet. Dadurch wird die Reflexion von Oberflächen an deren Kanten abgedämpft. Dieser Effekt ist vor allem bei Textilien relevant, da diese an den Kanten etwas weniger stark reflektieren. Mithilfe des Reiters «*Sheen*» wird angegeben, wie stark dieser Abdämpfungseffekt vollzogen werden soll. Für Textilien wäre ein Wert von 1 zu empfehlen, während für andere Materialien die Standardeinstellung von 0 verwendet werden kann.

### Sheen Tint

Mithilfe des Reiters «*Sheen Tint*» kann dem Sheen-Effekt ein Mass für die Einfärbung mittels der Base-Color zugewiesen werden. Der Effekt der Sheen-Reflexion basiert auf einer Reflexion mit weisser Farbe. Mithilfe des Reglers «*Sheen Tint*» kann diese Farbe mit der Base-Color vermischt werden. Je höher der Wert des Sheen-Tints, desto höher der Anteil der Base-Color am Sheen-Effekt.

## 31.5 Clearcoat

### Clearcoat

Mittels der Clearcoat-Einstellungen kann eine weitere Schicht über einem Material simuliert werden. Dadurch erscheint das Material, als würde es aus mehreren Schichten bestehen. Die zweite Schicht stellt den Clearcoat dar. Dabei handelt es sich um eine reflektierende Oberfläche. Clearcoat kann etwa für Lack verwendet werden, welcher eine zusätzliche reflektierende Oberfläche auf einem bestehenden Metall-Material darstellt.

### Einstellungen für den Clearcoat

Für den Clearcoat gibt es folgende Einstlungsmöglichkeiten im Principled-BSDF-Shader:

- «**Clearcoat**»: Mittels des Reiters «*Clearcoat*» kann das Ausmass der Reflexion der Clearcoat Schicht, welche über dem Material simuliert wird, eingestellt werden. Ein Wert von 0 bedeutet dabei, dass der Clearcoat nicht berücksichtigt wird, während ein Wert von 1 für einen stark reflektierenden Clearcoat verwendet wird.
- «**Clearcoat Roughness**»: Mittels des Reiters «*Clearcoat Roughness*» kann für die Clearcoat Schicht ein individuelles Ausmass der Roughness definiert werden.
- «**Clearcoat Normal**»: Mittels des Inputs «*Clearcoat Normal*» kann für die Clearcoat-Schicht ein eigener Normalen-Input verwendet werden. Dies ermöglicht es etwa, dass ein Bump-Node mit der Clearcoat-Normal verbunden wird. Dadurch können Unebenheiten auf der Clearcoat-Schicht individuell erstellt werden.

## 31.6 Transmission

### Transmission

Die Einstellungen zur Transmission werden verwendet, um Materialien zu erstellen, durch

die man hindurchblicken kann – beispielsweise Gläser. In solchen Fällen durchdringen die Lichtstrahlen das Objekt vollständig und Inhalte, welche sich hinter dem Objekt befinden, werden sichtbar. Dabei werden die Lichtstrahlen je nach Beschaffenheit des Materials gebrochen. Dadurch werden Inhalte, die sich hinter dem Glas befinden, zu einem gewissen Grad verschoben dargestellt. Diese Brechung der Lichtstrahlen beschreibt der IOR.

Ein IOR mit einem Wert von 1 würde bedeuten, dass keine Brechung der Lichtstrahlen IOR erfolgt. Je stärker der IOR vom Wert 1 abweicht, desto stärker werden die Lichtstrahlen gebrochen. Das heisst: Ein Glas, welches einen IOR von 1 aufweist, würde Licht refraktieren lassen, aber es gäbe keine Brechung in der Refraktion. Dadurch würde das Glas unsichtbar und könnte nicht mehr erkannt werden. Ein IOR von 1.01 würde allerdings bereits zu einer Brechung der Lichtstrahlen führen, wodurch das Glas ersichtlich wird. Durch einen IOR von 1.45 wird diese Brechung nochmals erhöht.

Um den IOR bei der Transmission festzulegen, kann im Principled-BSDF-Shader die Zeile «*IOR*» verwendet werden und dort der jeweilige IOR eingegeben werden. Die Zeile «*IOR*» bezieht sich lediglich auf den IOR im Falle einer Transmission. Deshalb ist es beispielsweise bei der Einstellung der Specularity nötig, den IOR mittels des Specular-Reiters zu definieren.

IOR für Gläser  
festlegen

Der Reiter «*Transmission*» beschreibt anschliessend den Anteil an Lichtstrahlen, welche das Material durchdringen. Eine Transmission von 0 bedeutet, dass kein Licht das Objekt durchdringt, während eine Transmission von 1 bedeutet, dass das gesamte Licht durchdringt. In der Regel wird für die Erstellung eines Glas-Materials dieser Wert auf 1 gesetzt.

Transmission

Mittels des Reiters «*Transmission Roughness*» kann zudem eingestellt werden, wie gebündelt die Lichtstrahlen das Objekt durchdringen sollen. Durch eine erhöhte Transmission-Roughness erscheint ein Glas zunehmend milchiger, weil die Lichtstrahlen zunehmend diffuser durch das Glas hindurchscheinen.

Transmission-  
Roughness

## 31.7 Emission

Die Einstellungen des Materials hängen zu einem Grossteil auch von den Lichtquellen innerhalb einer Szene ab. Wenn ein Material kein Licht bekommt, kann es kein Licht reflektieren und wird deshalb schwarz dargestellt.

Abhängigkeit  
von  
Lichtquellen

Es ist allerdings möglich, dass ein Material Licht aussendet. Hierfür können die Parameter «*Emission*» und «*Emission Strength*» verwendet werden. In der Farbbox «*Emission*» kann eine Farbe ausgewählt werden, welche das Material anschliessend ausstrahlt. Mittels des Reiters «*Emission Strength*» kann eingestellt werden, wie stark diese Farbe ausgestrahlt wird. Eine Emission von 0 steht für keine Ausstrahlung und eine Emission von 1 steht für eine Ausstrahlung. Dieser Wert kann allerdings noch deutlich erhöht werden, um eine noch stärkere Ausstrahlung zu erzielen.

Emission, um  
Licht durch das  
Material  
auszustrahlen

Bei einer genauen Betrachtung fällt allerdings auf, dass der Principled-BSDF-Shader in

Schwarze Farbe  
strahlt nicht  
aus

seinen Standardeinstellungen eine Emission-Strength von 1 aufweist. Trotzdem wurde bislang nie eine Farbe ausgestrahlt. Dies liegt daran, dass in den Standardeinstellungen die Farbe Schwarz in der Emission-Farbbox ausgewählt ist. Diese verfügt über keine Helligkeitswerte, welche ausgestrahlt werden können. Deshalb wird in diesem Fall keine Farbe ausgestrahlt. Sobald eine andere Farbe in der Emission-Farbbox ausgewählt wird, sollte diese Farbe ausgestrahlt werden.

Emission  
überdeckt  
andere  
Parameter des  
Materials

Die ausgestrahlte Farbe überdeckt jeweils die anderen Einstellungen im Principled-BSDF-Shader. So bleibt die Darstellung der Materialien identisch, wenn beispielsweise die Roughness- oder die Metallic-Parameter verändert werden. Lediglich bei einer sehr geringen Emission-Strength lässt sich noch ein minimaler Einfluss, beispielsweise der Base-Color, erkennen.

### 31.8 Distribution

Distribution-  
Einstellungen

Zuoberst im Principled-BSDF-Shader befindet sich das Dropdown-Menü «*Distribution*». Dieses ist standardmäßig auf «GGX» eingestellt. Alternativ kann die Einstellung «*Multiscatter GGX*» eingestellt werden. Bei diesen Optionen handelt es sich um Einstellungen, anhand derer Blender die Materialien berechnet. GGX ist schneller in der Berechnung als Multiscatter-GGX, aber physikalisch weniger akkurat. In der Regel kann GGX als Einstellung beibehalten werden. Zudem ist zu beachten, dass bei der Verwendung von Multiscatter-GGX die Transmission-Roughness nicht mehr definiert werden kann.

## 32. Der Wechsel von Eevee zu Cycles am Beispiel von Glas

### 32.1 Gläser in Eevee richtig darstellen lassen

Das Arbeiten mit Glas als Material benötigt einige Anpassungen bei der Darstellung innerhalb der Einstellungen der aktuellen Render-Engine (Eevee). Die Datei «*Beispiel\_Glas\_Material*» wird nachfolgend verwendet, um diese Problematik aufzuzeigen. Innerhalb dieser Datei ist ein Glas auf einem Tisch dargestellt. Sämtliche Texturen und Materialien wurden bereits für die verschiedenen Objekte erstellt. Deshalb kann das Beispiel im Render-Shading-Modus betrachtet werden.

Beispiel mit Glas auf Tisch

Das Glas reflektiert seine Umwelt zu einem bestimmten Grad, allerdings wirkt die Umwelt stark verzogen. Dies liegt daran, dass die aktuell ausgewählte Render-Engine (Eevee) darauf ausgelegt ist, dass Inhalte möglichst schnell und idealerweise in Echtzeit gerendert werden. Hierfür müssen einige Abstriche gemacht werden. Ein solcher Abstrich ist nun bei diesem Glas sichtbar.

Weitere Einstellungen benötigt, um Glasmaterialien zu verwenden

Um möglichst schnell arbeiten zu können, ist bei Eevee standardmäßig eine komplexere Berechnung von Reflexionen ausgeschaltet. Diese wird nun allerdings benötigt, damit das Glas realistischer erscheint. Um diese Option einzuschalten, muss im Properties-Editor der zweitoberste Reiter «*Render Properties*» geöffnet werden. Darin ist ein Reiter für die «*Screen Space Reflections*» aufzufinden, der allerdings deaktiviert ist. Dieser Reiter sollte aktiviert werden. Durch die Aktivierung dieses Reiters ist bereits ersichtlich, dass Reflexionen nun deutlicher wiedergeben werden. Zusätzlich sollte allerdings dieser Reiter geöffnet und «*Refraction*» aktiviert werden. Dadurch sollte nun auch das Fenster im Hintergrund lichtdurchlässig und die Außenwelt sichtbar werden.

Screen-Space-Reflections aktivieren

Im Glas selbst hat sich allerdings bislang noch keine Veränderung gezeigt. Dies liegt daran, dass in Eevee zusätzlich für jedes Material per Default die Einstellung zur komplexeren Berechnung von Reflexionen deaktiviert ist. Deshalb muss das Glas ausgewählt werden und der Material-Reiter im Properties-Editor geöffnet werden. Unter dem Reiter «*Settings*» können anschliessend weitere Einstellungen vorgenommen werden. Hier muss nun für das ausgewählte Material die Einstellung «*Screen Space Refraction*» aktiviert werden. Dadurch werden auch beim Glas, welches sich auf dem Tisch befindet, die Reflexionen durch das Glas korrekt berechnet.

Screen-Space-Refraction für ein Material aktivieren

Um Gläser korrekt anzeigen zu lassen, sind somit folgende drei Einstellungen in Eevee nötig:

Zusammenfassung der Einstellungen, um Gläser in Eevee anzeigen zu lassen

- In den Render-Properties muss «*Screen Space Reflections*» aktiviert werden.
- Im Reiter zu den Screen-Space-Reflections muss «*Refraction*» aktiviert werden.
- In den Einstellungen zum Glas-Material muss zusätzlich «*Screen Space Refraction*»

aktiviert werden.

Glas-Parameter variieren

Mithilfe dieser Vorbereitungen kann nun anhand dieses Beispiels betrachtet werden, welche Auswirkungen verschiedene IOR-, Transmission- und Transmission-Roughness-Werte mit sich bringen. Ein IOR von 1 führt beispielsweise dazu, dass das Glas praktisch unsichtbar erscheint. Durch eine Erhöhung der Transmission-Roughness wird das Glas wiederum etwas milchiger.

### 32.2 Der Wechsel von Eevee zu Cycles

Eevee vs. Cycles

Wie bereits erwähnt, ist Eevee als Render-Engine darauf ausgerichtet, dass Bilder möglichst in Echtzeit erzeugt werden. Dies geschieht auf Kosten von realitätsgenauen Darstellungen. Blender verfügt nebst Eevee noch über eine zweite Render-Engine namens Cycles. Diese Engine benötigt deutlich mehr Leistung und braucht dadurch auch länger, um die Darstellung von Inhalten zu berechnen. Dabei hängt es stark von den Kapazitäten des jeweiligen Rechners ab, wie lange diese Berechnung dauert. Zusätzlich gibt es noch die Render-Engine «Workbench». Diese ist sehr rudimentär aufgebaut und ist nicht für realistische Darstellungen geeignet.

Render-Engine wechseln

Die Render-Engine lässt sich im Properties-Editor unter dem Reiter für die Render-Properties einstellen. Zuerst wird dabei unter «*Render Engine*» ein Dropdown-Menü dargestellt, in dem zwischen den verschiedenen Engines gewechselt werden kann. Durch die Auswahl von Cycles wird das Bild anschließend mittels dieser Engine berechnet.

Arbeitsweise von Cycles

Cycles funktioniert etwas anders als Eevee. Während Eevee ein finales Bild erzeugt hat, erstellt Cycles eine Vielzahl von Bildern (sogenannte Samples) und überlappt diese zu einem finalen Bild. Dies führt zu realistischeren Darstellungen, aber auch dazu, dass es Fehler in der Abbildung gibt. Dies zeigt sich in der Form von weißem Noise, welcher über das Bild gestreut wird. Die einzelnen Punkte dieses Noises werden als Fireflies bezeichnet.

Fireflies entfernen

In Blender gibt es eine eingebaute Option, damit die Fireflies entfernt werden. Diese ist in den Render-Properties unter dem Reiter «*Sampling*» unter dem darunterliegenden Reiter «*Denoising*» zu finden. Dort kann die Einstellung «*Viewport*» aktiviert werden. Dadurch entfernt Blender automatisch die Fireflies im 3D-Viewport-Editor. Wird zudem die Option «*Render*» ausgewählt, geschieht dies auch bei finalen Renders.

Pausieren des Renderns

Durch den Wechsel der Render-Engine erscheint im 3D-Viewport-Editor in der rechten oberen Ecke eine zusätzliche Schaltfläche. Diese gibt jeweils an, ob gerade gerendert wird oder nicht. Sollte das Bild einmal einfrieren und nicht neu gerendert werden, sollte anhand dieser Schaltfläche überprüft werden, ob das Rendern gerade pausiert wurde.

### 32.3 Rendern mit der GPU in Cycles

Prozessorleistung benötigt für Cycles

Bei der Erstellung der 3D-Objekte wird jeweils der Prozessor des Computers verwendet. Die Leistung, welcher dieser Prozessor aufweist, hängt dabei vom jeweiligen Modell ab. Dadurch kann es vorkommen, dass manche Computer für komplexere Projekte weniger

geeignet sind. Durch den Wechsel der Render-Engine von Eevee auf Cycles wird die Rechenleistung des Prozessors zunehmend bedeutsamer, da in Cycles bereits die Vorschau im 3D-Viewport-Editor im Render-Shading-Modus vom Prozessor abhängt. Etwas schneller verläuft hingegen die Darstellung im Material-Preview-Shading-Modus. Dies liegt daran, dass dieser Modus auf Eevee zurückgreift, selbst wenn Cycles als Render-Engine ausgewählt ist.

Auf einigen Computern ist es möglich, dass die Grafikkarte verwendet wird, um die nötige Renderleistung zu erzielen. Dies bringt allerdings nur einen Vorteil mit sich, wenn die Grafikkarte die entsprechende Leistung aufbringen kann. Zudem hängt dies auch von Eigenschaften des Gerätes und des Betriebssystems ab. Auf Apple-Geräten steht diese Option beispielsweise nicht zur Verfügung.

GPU kann zum  
Rendern in  
Cycles  
verwendet  
werden

Windows-Nutzer können unter «*Edit / Preferences*» im Reiter «*System*» nachverfolgen, ob das Ansteuern der Grafikkarte möglich ist. Unter dem Bereich «*Cycles Render Devices*» sind jeweils vier Tabs aufzufinden. Für Mac-Nutzer wird dieser Reiter gar nicht angezeigt. In den Reitern «*CUDA*», «*OptiX*» und «*OpenCL*» wird jeweils die Grafikkarte nebst dem Prozessor aufgeführt, insofern diese durch die entsprechenden Optionen anwählbar sind. Sollte die Grafikkarte dort auffindbar sein, kann diese angewählt werden. Von nun an kann die Grafikkarte (GPU) statt des Prozessors (CPU) für das Rendern in Cycles verwendet werden.

Cycles-Render-  
Devices

Damit die GPU auch wirklich beim Rendern verwendet wird, muss im Render-Properties-Reiter des Properties-Editors die Einstellung «*Device*» von der Auswahl «*CPU*» auf «*GPU Compute*» umgestellt werden. Die erste gerenderte Darstellung mittels der GPU wird allerdings eine Weile benötigen. Blender nimmt im Hintergrund einige Anpassungen vor, um mit der GPU zu arbeiten. Dadurch erscheint es, als ob das Unterfangen nicht funktioniert. Sollten die Viewport Overlays aktiviert sein, wird allerdings mittels eines Textes in der linken oberen Hälfte erläutert, dass aktuell die Render-Kerne geladen werden und dies einige Minuten in Anspruch nehmen wird.

GPU zum  
Rendern  
aktivieren

## Weiterführende Informationen



Unterschiedliche GPUs und CPUs benötigen in Cycles unterschiedlich lange zum Rendern von Szenen. Auf der Website <<https://opendata.blender.org/>> sind Benchmarks für verschiedene Prozessoren, Grafikkarten und Betriebssysteme ersichtlich. So kann verglichen werden, wie lange verschiedene Hardware-Optionen zum Rendern verschiedener Beispiele benötigen. Zudem kann auch eine Applikation heruntergeladen werden, welche einen Benchmark auf dem eigenen Rechner durchführt.

GPU Compute  
ohne  
entsprechende  
Devices  
lässt nichts  
drehen

Die Option «*GPU Compute*» kann auch von Nutzern ohne die entsprechende Hardware ausgewählt werden, allerdings wird sich kein Effekt zeigen. Dies ist jeweils daran zu erkennen, dass das Dropdown-Menü mit der Auswahl von «*GPU Compute*» dann grau hinterlegt wird.

## 33. Lichtquellen in einer Szene

Die Abbildung 1 zeigt eine in Blender gerenderte Szene einer Spielfigur auf einem Spielbrett. Damit diese Szene überhaupt erstellt werden kann, benötigt es eine Beleuchtung. Anhand der Beleuchtung erhalten die Objekte Lichtstrahlen, welche sie reflektieren können. Ohne die reflektierten Lichtstrahlen würde das Objekt schwarz dargestellt. Wenn kein Licht in einer Szene vorhanden ist, wird eine gerenderte Szene komplett schwarz dargestellt.

Lichtstrahlen  
werden benötigt

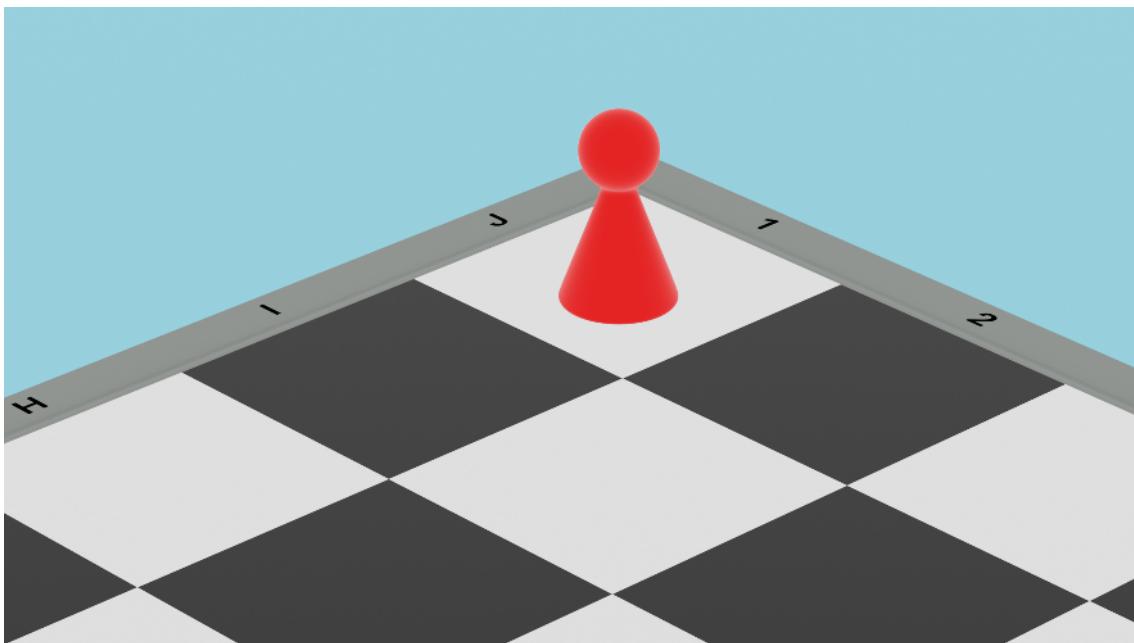


Abbildung 33.1: Eine Spielfigur auf einem Spielfeld. Die Beleuchtung erfolgt aus allen Winkeln gleichmäßig durch die Hintergrundwelt.

Um eine Beleuchtung zu erzielen, gibt es drei gängige Methoden:

- Ein Lichtobjekt wird der Szene hinzugefügt (z.B. Lampe, Sonne).
- Die Welt im Hintergrund der Szene wird als Lichtquelle verwendet.
- Ein Material wird als Lichtquelle verwendet (z.B. über die Einstellung «*Emission*» im Principled BSDF-Shader).

Möglichkeiten,  
um  
Lichtstrahlen zu  
erzeugen

In der Abbildung 1 werden das Spielbrett, der darunterliegende blaue Boden und die Spielfigur durch die Hintergrundwelt beleuchtet. Die Hintergrundwelt besteht in diesem Beispiel aus einer konstanten Farbe, welche aus allen Winkeln gleich stark ausgestrahlt wird. Dadurch reflektieren die Objekte die Strahlen aus allen Richtungen gleich stark.

Welt als  
Lichtquelle

Die Abbildung 2 zeigt dieselbe Szene. In dieser Szene wurde zusätzlich ein Lichtobjekt der Szene hinzugefügt. Die Objekte werden durch die Hintergrundwelt immer noch aus allen Winkeln mit dem gleichen Ausmass beleuchtet. Anhand des Lichtobjekts werden die Objekte nun allerdings zusätzlich durch dieses Objekt beleuchtet, wodurch sich bei-

Einfluss von  
einzelnen  
Lichtquellen

spielsweise auf der Spielfigur eine zusätzliche Reflexion ergibt. Ausserdem ist nun etwas deutlicher zu erkennen, dass das Spielfeld am Rand eine kleine Einkerbung hat. Diese war im vorangehenden Beispiel nicht ersichtlich, da sich durch die identische Beleuchtung aus allen Winkeln keine Schatten innerhalb der Kerbe bilden konnten.

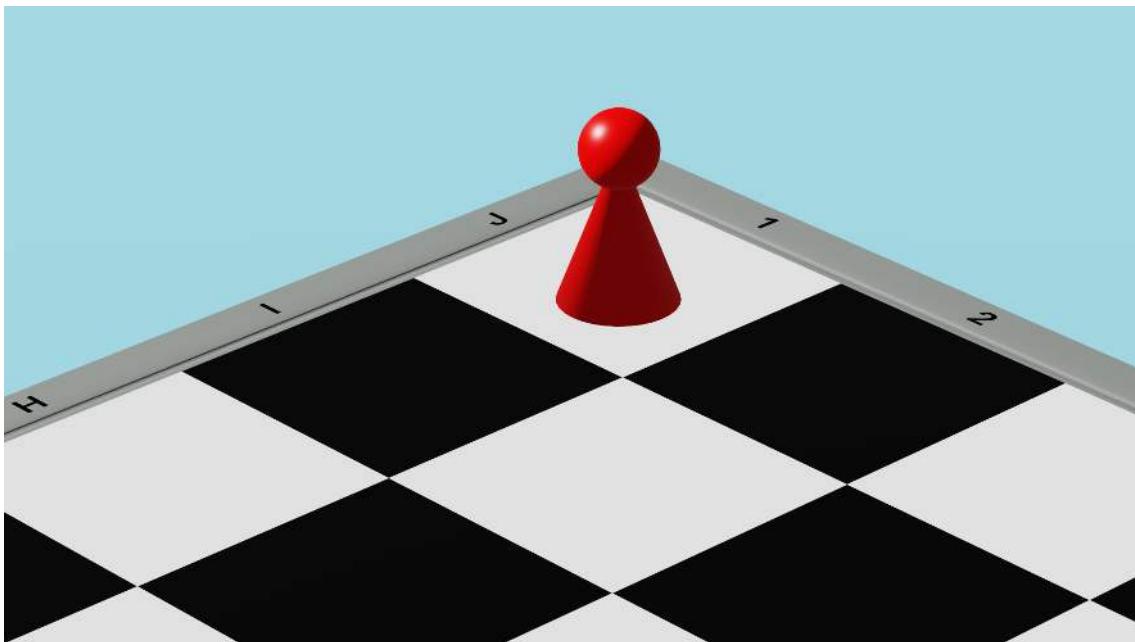


Abbildung 33.2: Eine Spielfigur auf einem Spielfeld. Nebst der Beleuchtung durch die Hintergrundwelt werden die Objekte auch durch ein Lichtobjekt beleuchtet.

### Szene mit Schatten

Die Abbildung 3 zeigt erneut dieselbe Szene wie in Abbildung 1 und Abbildung 2. In den vorherigen Szenen wurde in den Material-Einstellungen der Figur der Schatten für das entsprechende Material deaktiviert. Deshalb wurde kein Schatten dargestellt. Nun mit dem Schatten der Figur werden zusätzliche Informationen zu den Verhältnissen im dreidimensionalen Raum dargestellt. Durch den Abstand des Schattens zur Figur wird klar, dass die Figur sich nicht direkt auf dem Spielfeld befindet und stattdessen darüber schwebt. Tatsächlich befindet sich die Spielfigur über dem Spielfeld I2 und schwebt darüber.

### Einfluss von Schatten

Anhand dieses simplen Beispiels wird bereits deutlich, dass Schatten auch verwendet werden, um Objekte im dreidimensionalen Raum zu verordnen. Damit es Schatten aber überhaupt geben kann, wird eine Lichtquelle benötigt.

### Material als Lichtquelle

Eine weitere Option für eine Lichtquelle könnte in diesem Beispiel die Figur respektive deren Material darstellen. Die Abbildung 4 zeigt eine gelbe Spielfigur, welche sich tatsächlich auf dem Spielfeld J1 befindet. Sämtliche Lichtquellen, also das Lichtobjekt und die Hintergrundwelt, wurden ausgeschaltet. Bei beiden Beispielen innerhalb der Abbildung 4 wurden beim Material der Spielfigur der «Emission»-Wert im Principled-BSD-Shader auf 25 und die Farbe auf gelb (RGB 1-1-0) gestellt. Dadurch sendet die Spielfigur nun Licht aus. Beide Beispiele in der Abbildung 4 zeigen diese Grundeinstellung, allerdings

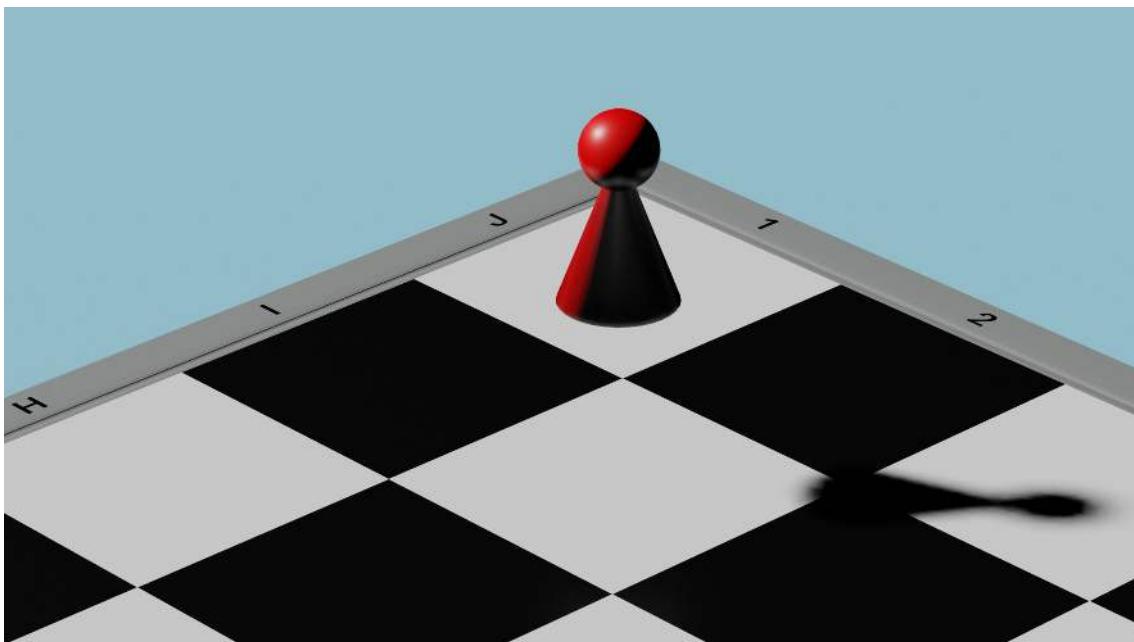


Abbildung 33.3: Dieselbe Szene erneut dargestellt. Im Material der Spielfigur wurde nun ein Schatten hinzugefügt. Dadurch wird erkennbar, dass sich die Spielfigur gar nicht auf dem Feld J1 befindet, sondern über dem Feld I2 schwebt.

wurde für die linke Abbildung Eevee und für die rechte Abbildung Cycles verwendet.

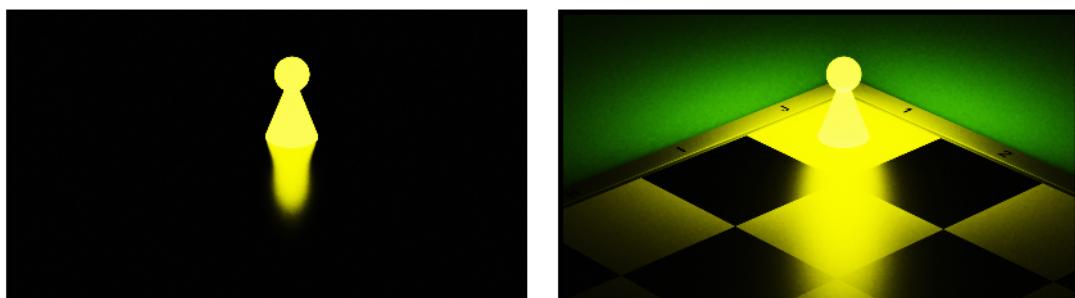


Abbildung 33.4: Zweimal eine Szene, deren einzige Lichtquelle aus dem Material einer Spielfigur besteht. Links ein Beispiel mit Eevee als Render-Engine, rechts ein Beispiel mit Cycles als Render-Engine.

Cycles verarbeitet die Informationen akkurate und viel weitläufiger, wodurch sich eine bessere Beleuchtung der Szene durch das Material ergibt. Anhand dieses Beispiels wird allerdings bereits ersichtlich, dass das Material nur begrenzt als Lichtquelle verwendet werden kann. Nichtsdestotrotz kann die Emission manchmal auch sinnvoll sein, wenn etwa ein Material ohne Lichtquelle oder unabhängig von der Lichtquelle dargestellt werden soll.

Limitation der  
Emission von  
Materialien



# 34. Lichtobjekte

## 34.1 Lichtquellen einstellen

Lichtobjekte werden wie auch Meshes im «Add»-Menü hinzugefügt. Unter «Light» sind die jeweiligen Lichtquellen zu finden. Es gibt vier verschiedene Arten von Lichtquellen, welche jeweils unterschiedliche Eigenschaften mit sich bringen. Nach dem Hinzufügen einer Art von Lichtobjekten kann die Art des Lichtobjektes jederzeit wieder geändert werden. Die verschiedenen Arten von Lichtobjekten sind:

- Point
- Sun
- Spot
- Area

Wird ein Lichtobjekt hinzugefügt und ausgewählt, wird das Icon des Reiters «Object Data Properties» im Properties-Editor mit dem Icon einer Glühbirne ausgetauscht. Dadurch wird visualisiert, dass das ausgewählte Objekt nun kein Mesh mehr darstellt, sondern ein Lichtobjekt.

Lichtobjekte  
hinzufügen

Object-Data-  
Properties für  
Licht



Abbildung 34.1: Icon des «Object Data Properties»-Reiters im Properties-Editor, wenn ein Lichtobjekt ausgewählt wurde.

Innerhalb des Reiters «Object Data Properties» können nun genauere Einstellungen für das Licht-Objekt vorgenommen werden. Die nachfolgende Beschreibung der Lichtobjekte orientiert sich an den Einstellungsoptionen in Eevee. Einige dieser Einstellungsoptionen stehen in Cycles nicht zur Verfügung. In Cycles ist es dafür möglich, die Lichtobjekte mittels des Shader-Editors genauer zu bearbeiten. Hierfür muss allerdings jeweils die Einstellung «Use Nodes» in den «Object Data Properties» ausgewählt werden.

Unterschiedliche  
Einstellungen in  
Eevee und  
Cycles

Unter dem Reiter «Light» kann die Art, wie das Objekt Licht ausstrahlt, bearbeitet werden. Darin befindet sich zuoberst eine Auflistung der vier Arten von Lichtobjekten. Durch die Auswahl einer anderen Art kann so jederzeit unkompliziert zwischen den Lichtarten gewechselt werden. Einige der Einstellungsoptionen variieren zwischen den verschiedenen

Wechsel  
zwischen den  
Lichtobjekt-  
Arten

Objektarten.

Stärke des Lichts

Während in der Farbbox «Color» eine Farbe für das Licht ausgewählt werden kann, kann im Feld «Power» die Stärke des ausgestrahlten Lichts eingestellt werden. Je höher dieser Wert ist, desto stärker wird die Szene durch das Lichtobjekt beleuchtet. Die Stärke des Lichts wird in Watt angegeben. Dabei handelt es sich allerdings nicht um dieselben Watt-Angaben, wie sie beispielsweise auf Glühbirnen angegeben werden. Eine LED-Birne mit 60 Watt (oder etwa 800 Lumen) würde mittels der Power von etwa 2.1 W angegeben werden. Um die jeweiligen Werte, welche in Blender verwendet werden sollten, zu erzielen, müssten komplexe Umrechnungen erfolgen. Im Handbuch zu Blender sind allerdings einige Beispielwerte aufgelistet sowie die dazu verwendeten Arten von Lichtobjekten (Quelle: [https://docs.blender.org/manual/en/latest/render/lights/light\\_object.html](https://docs.blender.org/manual/en/latest/render/lights/light_object.html)).

Objekt	Power/Strength	Lichtobjekt-Art
Kerze	0.05 W	Point
LED-Birne (800 lm)	2.1 W	Point
Glühbirne (1000 lm)	2.9 W	Point
Scheinwerfer (1500 lm)	4 W	Area (Form: Disk)
Leuchtstoffröhre (2500 lm)	4.5 W	Area (Form: Rectangle)
Autoscheinwerfer (5000 lm)	22 W	Spot (Grösse: 125°)
Klarer Himmel	1000 W/m <sup>2</sup>	Sun
Bewölkter Himmel	500 W/m <sup>2</sup>	Sun
Wolkenbedeckter Himmel	200 W/m <sup>2</sup>	Sun
Mondlicht	0.001 W/m <sup>2</sup>	Sun

Faktoren, um die Lichtquelle zu präzisieren

Um das Licht etwas genauer bearbeiten zu können, stehen drei zusätzliche Faktorwerte zur Verfügung:

- «**Diffuse**»: Der Faktor «Diffuse» beschreibt, ob das Licht der Lichtquelle stark gebündelt ausgesendet wird oder stärker streut. Je höher der Diffuse-Wert ist, desto breiter wird das Licht gestreut. Bei einem tieferen Diffuse-Wert wird das Licht stärker gebündelt.
- «**Specular**»: Der Faktor «Specular» beschreibt, wie stark das Licht der Lichtquelle die Fähigkeit zur Specularity aufweist. Wenn dieser Faktor auf 0 gesetzt wird, können keine Lichtstrahlen basierend auf dieser Lichtquelle reflektiert werden.
- «**Volume**»: Mittels des Faktors «Volume» kann ein Wert festgelegt werden, mit dem Lichtstrahlen in Volumen multipliziert werden. Da dieser Kurs allerdings nicht auf Volumen eingeht, kann dieser Faktor ignoriert werden.

Je kleiner die Lichtquelle, desto heller

Anhand des Feldes «Radius» respektive «Size» kann definiert werden, wie gross das Lichtobjekt ist. Je kleiner der Radius ist, desto stärker erhellt die Lichtquelle die unmittelbare Umgebung. Durch eine Vergrösserung des Radius wird der Bereich, von dem

aus die Punkt-Beleuchtung, ausgedehnt. Da die Lichtstärke allerdings gleich bleibt – nämlich entsprechend dem Wert der «Power» – wird diese Stärke nun über einen größeren Bereich ausgestrahlt. Dies hat zur Folge, dass die umliegenden Objekte weniger hell beleuchtet werden.

Mittels der Option «*Custom Distance*» kann definiert werden, dass die Lichtstrahlen des Lichtobjektes lediglich bis zu einer gewissen Distanz reichen. Alle Bereiche, welche weiter als diese definierte Distanz von der Lichtquelle entfernt liegen, werden nicht davon beleuchtet. Per Default ist diese Option allerdings ausgeschaltet.

Custom Distance

Im Reiter «*Shadow*» sind weitere Einstellungen zu Schatten, welche diese Lichtquelle erzeugt, zu finden. So kann der gesamte Reiter deaktiviert werden, wenn diese Lichtquelle keine Schatten erzeugen soll. Zudem kann mittels «*Clip Start*» eine Distanz definiert werden, ab welcher Objekte ausgehend von der Lichtquelle einen Schatten werfen können.

Schatten

## 34.2 Point

In der Datei «*Gameboard\_Lights*» sind verschiedene Beispielszenen für unterschiedliche Belichtungen aufzufinden. Die verschiedenen Beispiele sind in unterschiedliche Szenen aufgeteilt. Um zwischen den Szenen wechseln zu können, muss im Dropdown-Menü «*Browse Scene to be linked*», welches in der Ecke oben rechts zu finden ist, die entsprechende Szene ausgewählt werden. Auch die Beispiele aus dem vorangehenden Kapitel sind in dieser Datei aufzufinden.

Navigation zwischen Szenen

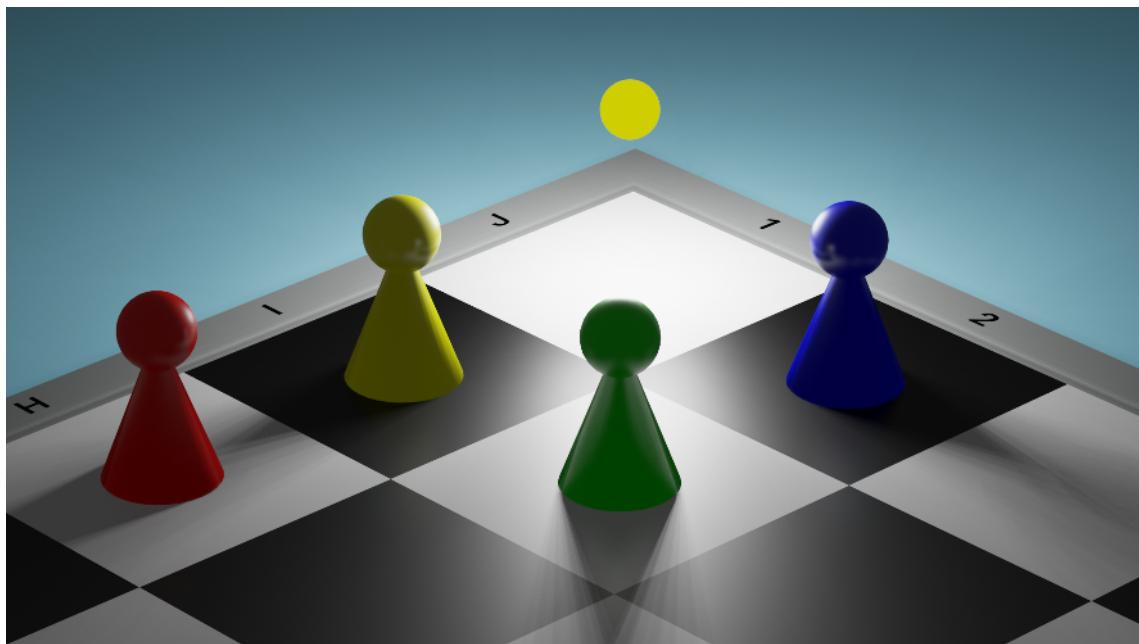


Abbildung 34.2: Eine Szene, welche mit einer Point-Lichtquelle beleuchtet wird.

«*Example6\_Light\_Point*» beinhaltet das Beispiel aus der Abbildung 2. In diesem Beispiel befindet sich ein Lichtobjekt des Typs «*Point*» oberhalb des Spielfelds J1. Die Lichtobjekte als solche werden beim Rendern nicht dargestellt, sondern lediglich die Reflexionen des

Beispiel eines Point-Lichtobjektes

Lichtes. Aus diesem Grund wurde die Position des Point-Lichtobjektes in der Abbildung 2 mit einer Sphere visualisiert.

Points können bewegt werden, aber ihre Rotation hat keine Auswirkung

Anhand eines Point-Lichtobjektes werden ausgehend von der Position des Lichtobjektes die Lichtstrahlen kreisförmig ausgestrahlt. Dementsprechend führt eine Rotation des Objektes zu keiner Veränderung der Lichtausstrahlung. Lediglich aufgrund der Position des Lichtobjektes des Typs «*Point*» kann eine Veränderung der Beleuchtung erfolgen.

### 34.3 Sun

Beispiel eines Sun-Lichtobjektes

Die Abbildung 3 zeigt ein Beispiel, in dem eine Szene mit einem Sun-Lichtobjekt beleuchtet wird. Die Sonne ist dabei auf derselben Höhe wie die Köpfe der anderen Spielfiguren auf dem Feld J1 platziert und gegen die blaue Spielfigur rotiert.

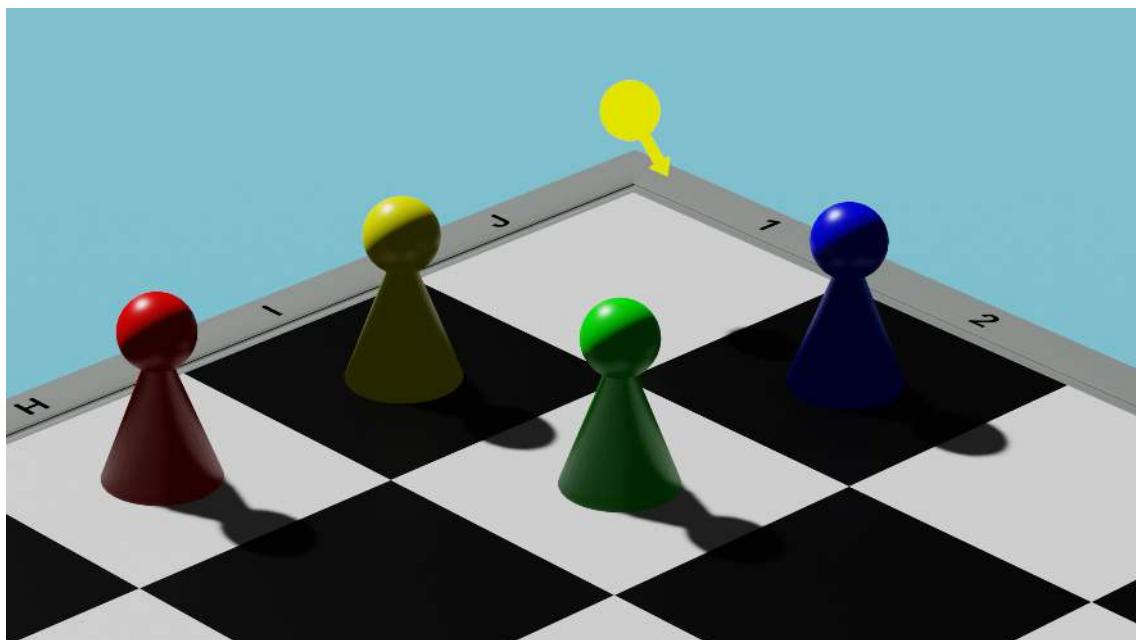


Abbildung 34.3: Eine Szene, welche mit einer Sun-Lichtquelle beleuchtet wird.

Sonnen können rotiert werden, allerdings hat ihre Position keine Auswirkung

Ein Lichtobjekt des Typs «*Sun*» wird jeweils über die gesamte Szene erstreckt und beleuchtet die Objekte allesamt entsprechend der Rotation der Sonne. In ihren Grund-einstellungen mit einer Rotation von 0-0-0 werden alle Objekte senkrecht entlang der Z-Achse beleuchtet. Durch eine Veränderung der Rotationswerte kann der Winkel, mit dem die Sonne auf die Objekte eintrifft, variiert werden. Zu beachten ist dabei, dass die Position der Sonne keinen Einfluss auf die Beleuchtung hat. Mithilfe der Sonne wird eine Beleuchtung erschaffen, welche im gleichen Winkel über die ganze Szene erstreckt wird.

Andere Masseinheit für die Stärke der Lichtstrahlen

Da die Distanz von Sonnen-Objekten keinen Einfluss auf die Wirkung der Sonne hat, wird die Masseinheit für die Sonnenausstrahlung mit «*Strength*» ausgegeben und anhand von Watt pro Quadratmeter definiert. Zudem werden für Sonnen sehr hohe Werte verwendet ( $200\text{-}1000 \text{ W/m}^2$ ).

Helligkeitsadaption erstellen

Die hohen Werte für die Sonnenausstrahlung führen dazu, dass die Objekte deutlich überbelichtet werden. Im Gegensatz zum menschlichen Auge verfügen der Computer und die Render-Engine über keine Möglichkeiten, um an die Helligkeit der Sonne zu adaptieren. Cycles verfügt über die Möglichkeit, dass in den Render-Einstellungen im Properties-Editor unter «*Film*» der Exposure-Wert reduziert werden kann. In Eevee steht diese Option nicht zur Verfügung, allerdings kann zumindest für die gerenderten Farben der Exposure-Wert unter dem Reiter «*Color Management*» angepasst werden. Alternativ kann auch ein geringerer Wert für die Sonne verwendet und auf die realitätsgetreuen Werte verzichtet werden.

## 34.4 Spot

In Abbildung 4 wird eine Szene mittels eines Spot-Lichtobjektes beleuchtet. Der Spot agiert wie ein Scheinwerfer, mit dem gezielt ein Objekt beleuchtet werden kann. Hierfür sind sowohl die Position als auch die Rotation des Spot-Lichtobjektes bedeutsam. Anhand dieser beiden Merkmale kann der Spot entsprechend auf ein Objekt ausgerichtet werden. Die Beleuchtung erfolgt anschliessend ausgehend von der Form eines Cones, der von der Position des Lichtobjektes ausgeht.

Spot als  
Beleuchtungs-  
option

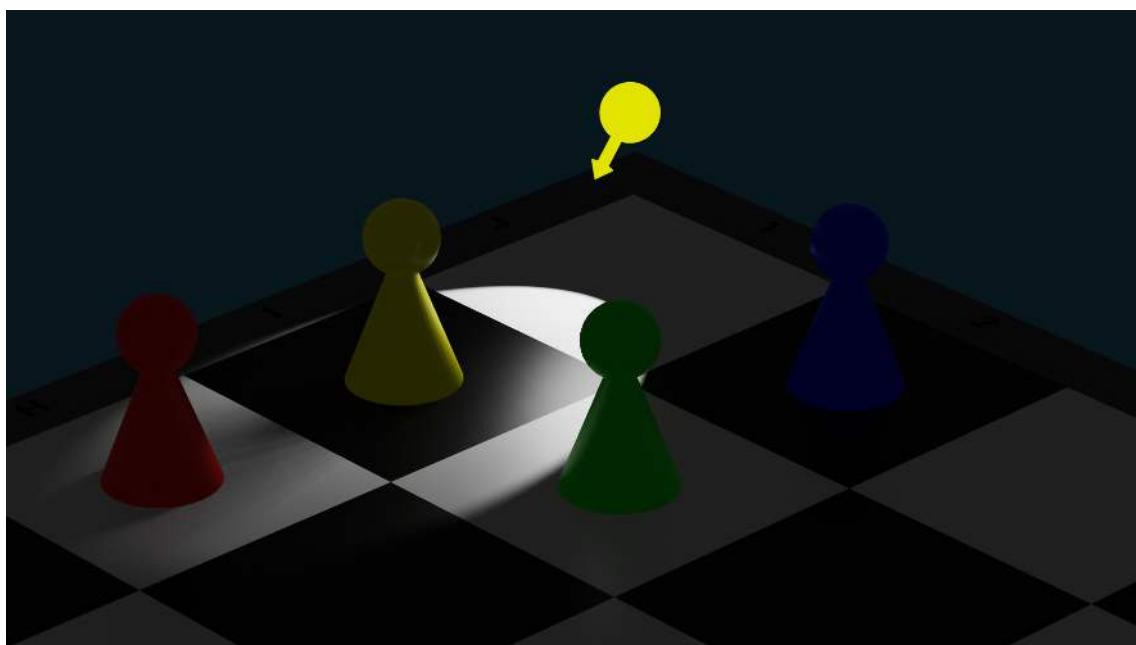


Abbildung 34.4: Eine Szene, welche mit einer Spot-Lichtquelle beleuchtet wird.

In den Einstellungen zum Lichtobjekt findet sich unter dem Reiter «*Spot*» zusätzlich ein Reiter «*Spot Shape*». Innerhalb dieses Reiters können weitere Verfeinerungen an der Art der Beleuchtung vorgenommen werden. Mittels der Option «*Size*» kann definiert werden, wie gross der Bereich ist, welcher der Spot erfassen kann. Dieser Bereich kann von  $0^\circ$  bis  $180^\circ$  variieren. Bei einer Grösse von  $180^\circ$  wird der gesamte Bereich, welcher sich vor dem Spot befindet, beleuchtet. Je kleiner die Grösse ist, desto mehr fokussiert sich die

Grösse des  
Spots einstellen

Blend-Einstellung

Beleuchtung auf einen entsprechenden Bereich.

Mittels des Feldes «*Blend*» kann der Übergang vom Bereich, welcher durch den Spot beleuchtet wird, zu dem Bereich, welcher nicht beleuchtet wird, beschrieben werden. Je höher dieser Wert ist, desto weicher wird der Übergang von beleuchteten zu nicht beleuchteten Arealen. Bei einem tiefen Wert erscheint dieser Übergang als klare Linie. Zudem kann mittels der Option «*Show Cone*» das Licht auch innerhalb des Volumens der Spotbeleuchtung dargestellt werden.

### 34.5 Area

Areale als Beleuchtungsobjekt

Die Abbildung 5 zeigt eine Szene, welche mit einem Area-Lichtobjekt beleuchtet wird. Diese Art der Beleuchtung hängt wie auch der Spot von der Position und der Rotation des Lichtobjektes ab. Mithilfe des Area-Lichtobjektes kann ein Bereich erstellt werden, welcher Licht aussendet. Dabei kann ein viereckiges Areal definiert werden, indem im Dropdown-Menü «*Shape*» die Option «*Square*» für ein Quadrat oder die Option «*Rectangle*» für ein Rechteck ausgewählt wird. Mittels der Optionen «*Disk*» für einen Kreis und «*Ellipse*» für eine Ellipse können auch runde Areale gewählt werden.

Grösse der Areale variieren

Mittels des Reiters «*Size*» kann die Grösse des Areals definiert werden. Bei aktivierten Viewport-Overlays kann diese Veränderung direkt visuell nachverfolgt werden. Das Quadrat und der Kreis als Option verfügen lediglich über einen Reiter für die Grösse. Bei den Formen Rechteck und Ellipse können zwei Achsen für die Grösse unabhängig voneinander definiert werden.

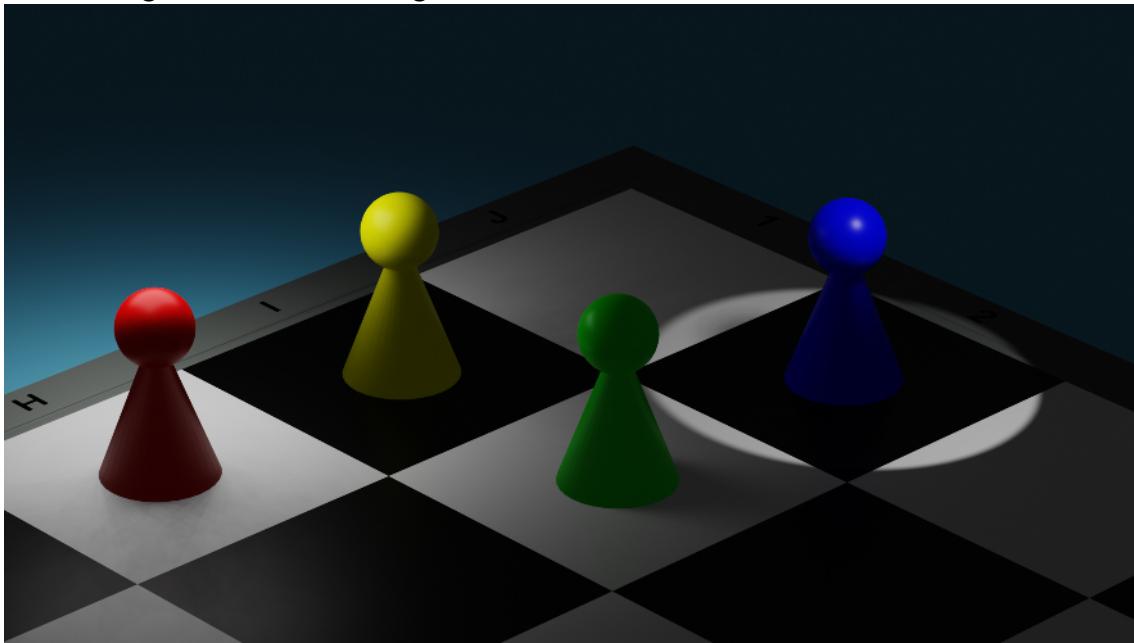


Abbildung 34.5: Eine Szene, welche mit einer Area-Lichtquelle beleuchtet wird.

Übung 16: Lichtobjekte

#### Übung 16.1

Öffnen Sie in der Datei «Gameboard\_Lights» die Szene «Exercise\_Lights» und versuchen Sie, die abgebildete Beleuchtungssituation nachzustellen.



Die Lösung finden Sie in der Szene «Exercise\_Lights\_Solution»



## 35. Welten

Mithilfe der Lichtobjekte ist es nun möglich, die Szenen in Blender mit Licht auszustatten. Damit der Einfluss dieser Lichtobjekte sichtbar ist, muss allerdings der Rendered-Viewport-Shading-Modus im 3D-Viewport-Editor ausgewählt werden. Im Material-Preview-Viewport-Shading-Modus werden diese Lichtobjekte per Default nicht mit angezeigt.

Verwendung von Licht beim Rendern

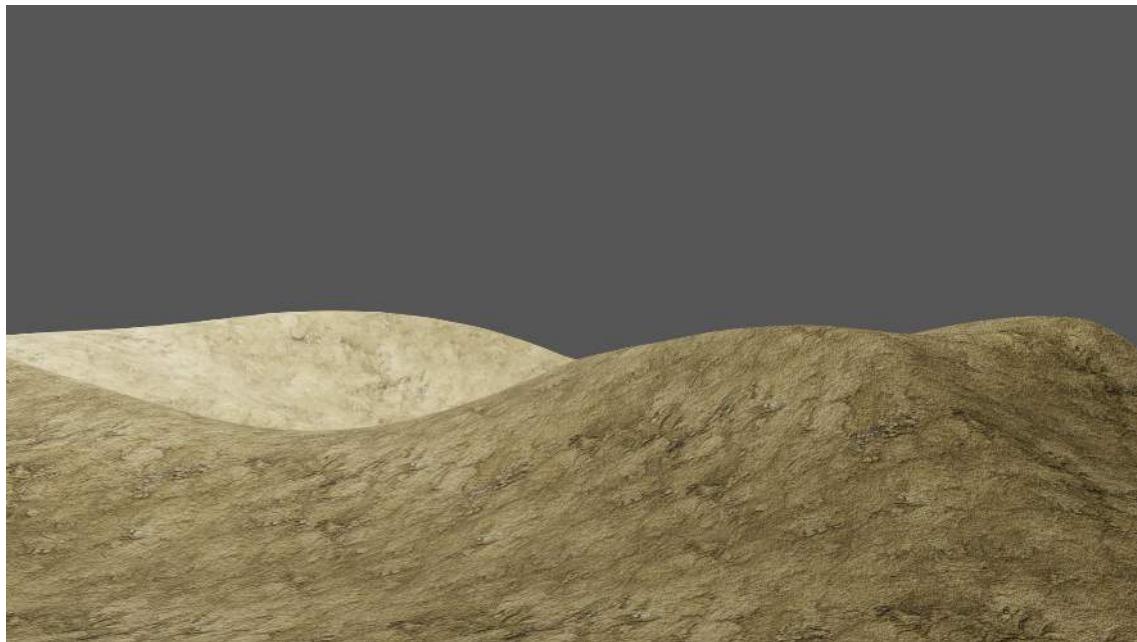


Abbildung 35.1: Eine gerenderte Szene.

Die Abbildung 1, welche auch in der Datei «*Dune*» zu finden ist, zeigt eine gerenderte Szene, so wie sie auch im Rendered-Viewport-Shading-Modus dargestellt wird. Das Objekt zeigt eine Düne mit einer Sandtextur, welche von einer Sonne beleuchtet wird. Dahinter verbirgt sich ein leerer, grauer Hintergrund. Dabei handelt es sich um den Standardhintergrund, der in einer Szene per Default eingestellt ist. Dieser Hintergrund bildet die sogenannte Welt der Szene ab.

Der gerenderte Hintergrund

Die Welt stellt im Grunde genommen eine unendlich grosse Kugel dar, welche um die Szene gespannt wird. Das Ende dieser Welt kann somit nie erreicht werden. Man könnte sich dies auch als eine UV-Sphere vorstellen, welche so stark vergrößert wird, dass sie die gesamte Szene in sich beheimatet. Im Unterschied zur Welt, wäre die UV-Sphere allerdings endlich, da sie einen klar definierten Durchmesser innehaltet, welcher die Szene umfasst. Die Welt hingegen, stellt ein unendliches Konstrukt dar.

Die Unendlichkeit der Welt

Für die Einstellung der Welt findet sich im Properties-Editor unter dem Reiter «*World Properties*» die Möglichkeit, Eigenschaften der Welt zu definieren. Allerdings kann diese Einstellung der Welt auch im Shader-Editor vorgenommen werden. Im Shader-Editor

World-Properties

können nicht nur Materialien, sondern auch die Welt und Linien bearbeitet werden.



Abbildung 35.2: Icon des «*World Properties*»-Reiters im Properties-Editor.

**Weltbearbeitung im Shader-Editor öffnen** In der linken oberen Ecke des Shader-Editors, direkt neben dem Dropdown-Menü zur Auswahl des Editors, findet sich ein weiteres Dropdown-Menü, welches standardmäßig auf «Object» eingestellt ist. Unter dieser Auswahl werden jeweils die Materialien des Objekts dargestellt und bearbeitet. Wird im entsprechenden Dropdown-Menü allerdings «World» ausgewählt, werden die Einstellungen der Welt dargestellt und können bearbeitet werden.

**Background-Node** Standardmäßig wird für die Welt der «Background»-Shader verwendet. Dieser verfügt lediglich über die Einstellungen «Color» und «Strength». Bei der Farbe handelt es sich um die Hintergrundfarbe, welche in der gerenderten Ansicht dargestellt wird. Diese Farbe sendet zudem auch Lichtstrahlen aus. Das Ausmass, in dem Licht ausgestrahlt werden soll, kann mit der Einstellung «Strength» definiert werden. Indem diese beiden Parameter variiert werden, können bereits unterschiedliche Hintergrundbeleuchtungen erzielt werden.

### 35.1 HDRIs hinzufügen

**HDRI** Welten können, so wie auch bei Materialien, Texturen hinzugefügt werden. Dabei werden allerdings in der Regel besondere Arten von Texturen verwendet, sogenannte HDRIs. HDRI steht für «High Dynamic Range Image» und beschreibt Bilder, welche sehr hohe Helligkeitsunterschiede innerhalb des Bildes aufweisen. Dies ist besonders zur Darstellung von Welten geeignet.

**HDRIs im Internet beziehen** HDRIs können so wie auch Texturen im Internet bezogen werden. Teilweise bieten die Datenbanken, welche Texturen anbieten, in einer gesonderten Kategorie zusätzlich HDRIs an. Etwa die Webseiten <https://polyhaven.com/> und <https://ambientcg.com/> beinhalten gesonderte Kategorien für HDRIs. Oftmals werden verschiedene Auflösungen angeboten. Bei den HDRIs, welche für die Hintergrundwelt verwendet werden, empfiehlt es sich, eine etwas grössere Auflösung zu verwenden, da die entsprechenden Bilder anschliessend über die gesamte Welt gezogen werden.

Die HDRLs können nun im Shader-Editor als Textur hinzugefügt werden. Hierfür kann der Background-Shader-Node ausgewählt werden und die Tastenkombination **Ctrl** + **T** gedrückt werden. Dadurch werden automatisch ein Texture-Node, ein Mapping-Node und ein Texture-Coordinate-Node hinzugefügt. Anders als bei den Materialien wird allerdings kein Image-Texture-Node hinzugefügt, sondern ein Environment-Texture-Node. Dieser fungiert ähnlich wie der Image-Texture-Node, ist allerdings darauf angepasst, dass er die runde Welt überspannt, statt ein Objekt. Im «Add»-Menü kann dieser Node unter «*Texture / Environment Texture*» hinzugefügt werden. Innerhalb dieses Environment-Texture-Nodes kann anschliessend das HDRI-Bild geöffnet werden.

Abbildung 3 zeigt eine gerenderte Szene, deren Welt auf einem HDRI basiert. Hierfür wurde das HDRI «*Sky-Only HDRI 009*» von der Website <https://ambientcg.com/> verwendet. Mittels des Mapping-Nodes kann die Welt zusätzlich angepasst werden. Durch eine Rotation entlang der Z-Achse kann die Textur etwa innerhalb der Szene gedreht werden, oder mittels einer Veränderung der Position entlang der Z-Achse kann der Horizont in der Höhe etwas verschoben werden.



Abbildung 35.3: Eine gerenderte Szene mit einem HDRI-Bild als Welt.

## 35.2 Einen prozeduralen Sternenhimmel erstellen

Welten können, so wie bereits bei den Texturen betrachtet, auch prozedural aufgebaut werden. So kann etwa ein Sternenhimmel erstellt werden, ohne dass eine Bilddatei dafür benötigt wird. Abbildung 4 zeigt ein Beispiel für eine gerenderte Szene, die im Hintergrund einen solchen prozedural erstellten Sternenhimmel beinhaltet.

Um einen solchen Effekt zu erzielen, kann eine Noise-Textur verwendet werden. Diese kann im «Add»-Menü des Shader-Editors unter «*Texture / Noise Texture*» hinzuge-

HDRI in  
Blender  
einfügen

Welten rotieren  
und verschieben

Prozedurale  
Welten erstellen

Noise-Textur  
hinzufügen

fügt werden. Diese Noise Textur kann anschliessend ausgewählt werden und mittels der Tastenkombination **Ctrl** + **T** ein Mapping- und ein Texture-Coordinate-Node hinzugefügt werden. Die Noise-Textur erzeugt ein zufälliges schwarz-weisses Bild, bestehend aus Noise.

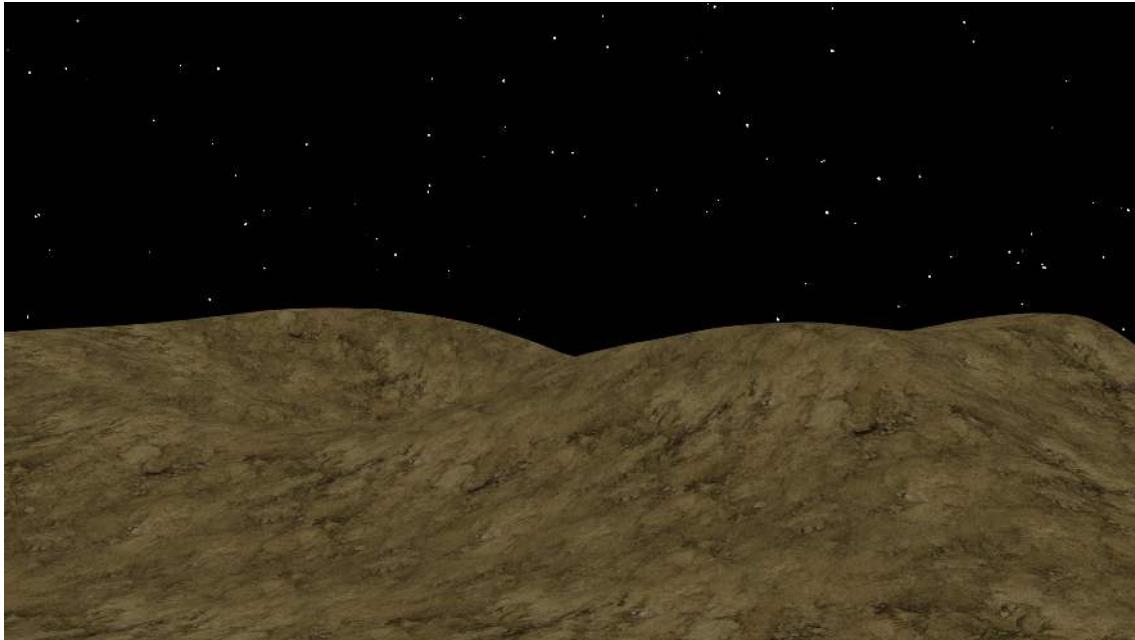


Abbildung 35.4: Eine gerenderte Szene mit einem prozedural erstellten Sternenhimmel als Hintergrundwelt.

### Parameter des Noise-Texture-Nodes

Der Noise-Texture-Node beinhaltet verschiedene Möglichkeiten, um bearbeitet zu werden. Die entsprechenden Parameter sind:

- «**Scale**»: Wie stark soll das resultierende Bild mit dem Noise skaliert werden? Je grösser der Wert, desto grösser wird das dargestellte Bild und desto detaillierter werden die dargestellten Inhalte. Gleichzeitig benötigt ein höherer Wert allerdings auch mehr Leistung.
- «**Detail**»: Mittels des Detail-Parameters kann definiert werden, dass der Noise detaillierter dargestellt wird. Auch dies geht zulasten der Computerleistung.
- «**Roughness**»: Mittels der Roughness-Einstellung kann definiert werden, wie sehr die Übergänge des Noises ineinander überfliessen sollen. Je höher der Roughness-Wert, desto weicher und fliessender werden die Übergänge.
- «**Distortion**»: Mittels des Distortion-Parameters kann der Noise zusätzlich verzogen werden. Je höher dieser Wert, desto mehr wird der Noise verzogen.

### 4D-Option, um mittels des W-Werts den Noise zu variieren

Zusätzlich verfügt der Noise-Texture-Node über ein Dropdown-Menü, mit dem eine Dimensionalität der Noise-Textur ausgewählt werden kann. In der Regel wird die Option «3D» ausgewählt. Die Option «4D» hat allerdings den Vorteil, dass ein zusätzliches «W» im Noise-Texture-Node hinzugefügt wird. Mithilfe dieses Parameters kann zwischen verschiedenen Abstufungen des Noises gewählt werden. Dadurch können unkompliziert

andere Ergebnisse in dem prozedural erstellten Sternenhimmel erzielt werden, lediglich indem dieser Parameter variiert wird.

Für das Beispiel aus der Abbildung 4 wurde die Dimensionalität «4D» verwendet und der Parameter «W» auf 15.2 eingestellt. Zudem wurde der Faktor «Scale» auf den Wert 10 und die «Roughness» auf 1 erhöht. Im Mapping-Node wurde die Skalierung ebenfalls auf den Wert 15 entlang aller drei Achsen erhöht.

Um den Noise der Noise-Textur nun in einen Sternenhimmel zu verwandeln, wird eine Color-Ramp benötigt. Diese ist im «Add»-Menü unter «Converter / ColorRamp» zu finden. Der Fac-Output des Noise-Texture-Nodes kann anschliessend mit dem Fac-Input des Color-Ramp-Nodes verbunden werden.

Der Noise-Texture-Node kann sowohl farbigen Noise als auch schwarz-weissen Noise erzeugen. Mittels des Color-Outputs kann die farbige Version des Noises verwendet werden, mittels des Fac-Outputs kann die schwarz-weisse Version des Noises verwendet werden. Die schwarz-weisse Version des Noises hat den Vorteil, dass die Schwarz-weiss-Abstufungen direkt als Faktor verwendet werden können. Die Color-Ramp kann auch mit farbigen Inputs umgehen und diese umwandeln, allerdings werden die Farben dann anders über die Color-Ramp aufgespannt. Schlussendlich können allerdings beide Outputs verwendet werden.

Innerhalb der Color-Ramp kann anschliessend der Noise zum Sternenhimmel umgewandelt werden. Um diese Prozesse zu verstehen, empfiehlt es sich, bei gedrückter Tastenkombination **Ctrl** + **Shift** die Color-Ramp auszuwählen, um den Viewer-Node zu öffnen und mit der Color-Ramp zu verbinden. Dadurch kann der Effekt der Color-Ramp im 3D-Viewport-Editor betrachtet werden.

Innerhalb der Color-Ramp werden nun die schwarz-weissen Abstufungen der Noise-Textur entlang der Farbachse aufgespannt. Schwarze Farben befinden sich am linken Ende der Farbachse und weisen den Faktor 0 auf, während weisse Farben am rechten Ende der Farbachse zu finden sind und den Faktor 1 aufweisen. Wenn nun der schwarze Farbmarker am linken Ende nach rechts verschoben wird, beispielsweise auf die Position 0.732, werden alle Schwarz-weiss-Abstufungen, welche für einen Wert unterhalb von 0.732 stehen, konstant schwarz gehalten. Die Werte rechts daneben, welche zwischen dem schwarzen und dem weissen Farbmarken liegen, werden graduell neu berechnet. Visuell hat dies die Folge, dass ein Grossteil der Noise-Textur nun schwarz geworden ist.

Damit nun vereinzelt weisse Punkte in der Noise-Textur erscheinen, muss der zweite, weisse Farbmarker am rechten Ende etwas nach links verschoben werden. Wird dieser beispielsweise auf die Position 0.795 gesetzt, werden alle Faktor-Werte der Noise-Textur, welche über 0.795 liegen, weiss eingefärbt. Durch diese Einstellung sollte sich nun ein schwarzer Himmel mit vereinzelten weissen Punkten ergeben. Dieser kann nun als Sternenhimmel verwendet werden, indem der Color-Output der Color-Ramp mit dem Color-Input des Background-Nodes verbunden wird. Durch einen Klick auf den Background-

Color-Ramp hinzufügen

Wieso wird der Fac-Output der Noise-Textur verwendet?

Viewer-Node zur Color-Ramp hinzufügen

Schwarzanteil durch die Color-Ramp erhöhen

Weissanteil durch die Color-Ramp erhöhen

## Creating the World

Node bei gedrückter Tastenkombination **Ctrl** + **Shift** wird der Viewer-Node zudem wieder geschlossen.

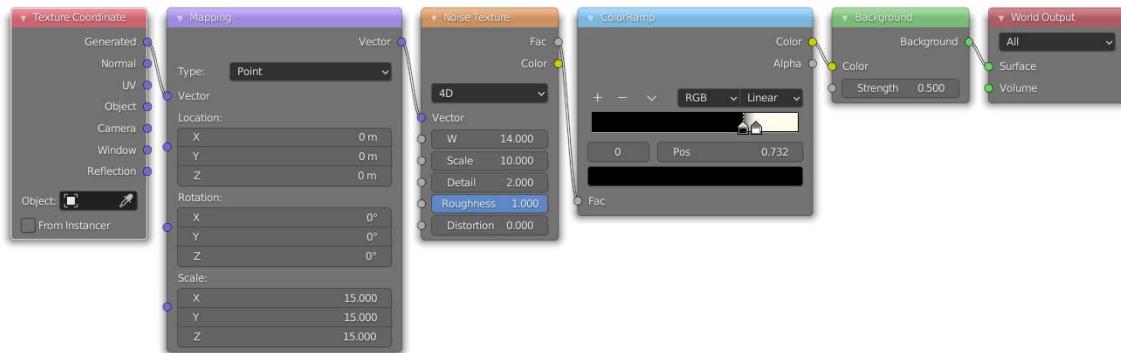


Abbildung 35.5: Node-System, um einen prozeduralen Sternenhimmel als Welt zu erstellen.

## 36. Kamera

Mit den bisher besprochenen Inhalten können komplexe Szenen erstellt und in Blender Kameras betrachtet werden. Durch das finale Rendern der Szenen können Bilder oder Filme erstellt werden, welche auch in anderen Programmen betrachtet werden können. Die Erstellung dieser Bilder und Filme geht von der Kamera aus, welche jeweils in einer Szene platziert wird und auch in der Default-Szene vorzufinden ist.

Falls eine neue Kamera innerhalb einer Szene benötigt wird, kann diese jederzeit im «Add»-Menü unter «Camera» hinzugefügt werden. Die Kamera stellt eine eigene Objektart dar. Um die Einstellungen der Kamera anzupassen, kann im Properties-Editor der Reiter «Object Data Properties» ausgewählt werden. Für die Kameras wird ein anderes Symbol als bei einem Mesh angezeigt, um zu verdeutlichen, dass es sich um eine andere Objektart handelt. Um den Einfluss der Kameraeinstellungen besser nachvollziehen zu können, empfiehlt es sich, die Kamera als Ansicht im 3D-Viewport mit der Taste  0 auszuwählen.

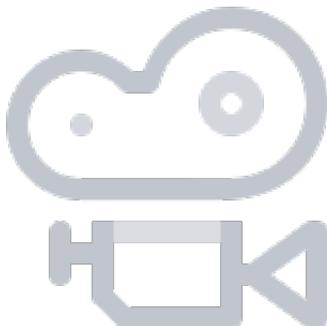


Abbildung 36.1: Icon für den Reiter «Object Data Properties» bei einer Kamera.

In den Object-Data-Properties kann im ersten Reiter «Lens» die Linse der Kamera an-Kameralinsen gepasst werden. Je nach Art der Kameralinse werden die Objekte innerhalb einer Szene unterschiedlich dargestellt. Hierfür stehen drei verschiedene Ansichten zur Verfügung:

- «Perspective»
- «Orthographic»
- «Panoramic»

Die perspektivische Linse entspricht der perspektivischen Ansicht, die im 3D-Viewport-Editor verwendet werden kann. Dabei werden tiefenperspektivische Inhalte berücksichtigt. Dies hat zur Folge, dass Objekte zunehmend kleiner dargestellt werden, je weiter weg sie sich von der Kamera befinden. Abbildung 2 zeigt den Standardwürfel aus der Kameraansicht mit einer perspektivischen Linse. Obwohl die Edges des oberen Faces gleich

lang sind, werden sie durch die perspektivische Linse unterschiedlich lang dargestellt.

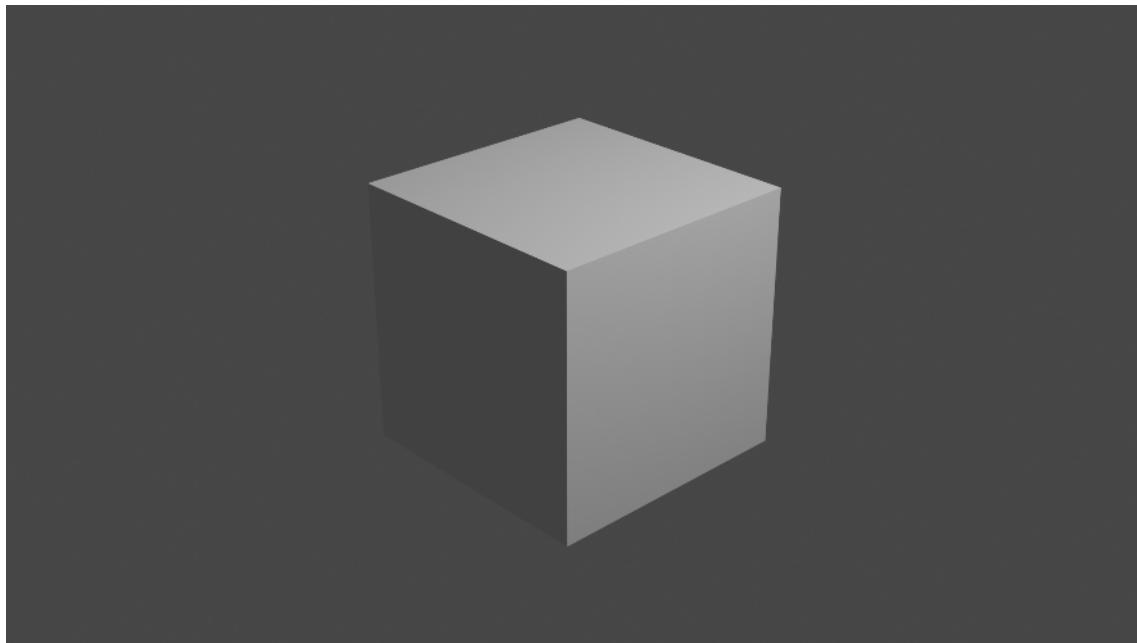


Abbildung 36.2: Die Default-Szene aus der Sicht der Kamera.

### Orthografische Kameralinse

Die orthografische Linse entspricht der orthografischen Ansicht, die im 3D-Viewport-Editor verwendet werden kann. Tiefenperspektivische Inhalte werden dabei nicht berücksichtigt. Dies hat zur Folge, dass Objekte mit derselben Grösse gleich gross dargestellt werden, unabhängig von der Distanz zur Kamera. Abbildung 3 zeigt den Standardwürfel mit einer orthografischen Kameralinse. Da die Tiefenperspektive nicht berücksichtigt wird, sind die Edges gleich lang dargestellt.

### Panoramische Kameralinse

Mithilfe der panoramischen Kameralinse können Panoramabilder erstellt werden. Diese Option ist lediglich in der Render-Engine Cycles verfügbar. Dabei wird ausgehend von der Kameraposition ein Panoramabild erstellt. Mithilfe des Dropdown-Menüs «Panorama Type» können verschiedene Formen von Panoramabildern ausgewählt werden.

### Sichtfeld der Kamera

Mittels der Zeile «*Focal Length*» kann mit der Kamera hinein- oder hinausgezoomt werden. Dadurch wird das Blickfeld von der Kamera vergrössert oder verkleinert. Durch einen höheren Wert für die Focal-Length wird hineingezoomt und mit einem tieferen Wert wird hinausgezoomt. Alternativ kann die «*Lens Unit*» von «*Millimeters*» auf «*Field of View*» umgestellt werden. Dadurch kann ein Winkel für die Breite des Sichtfelds angegeben werden.

### Wie weit reicht die Kamera?

Die Kamera erfasst nicht alle Inhalte, welche sich in ihrem Sichtfeld befinden. Wenn Objekte zu nah oder zu weit von der Kamera entfernt sind, werden diese von der Kamera nicht berücksichtigt – unabhängig davon, wie gross und deutlich ersichtlich die Objekte eigentlich sind. Standardmässig werden Objekte, welche näher als 0.1 Meter vor der Kamera liegen, und Objekte, die über 100 Meter von der Kamera entfernt sind, nicht berücksichtigt. Diese Werte können allerdings in den Zeilen «*Clip Start*» und «*End*»

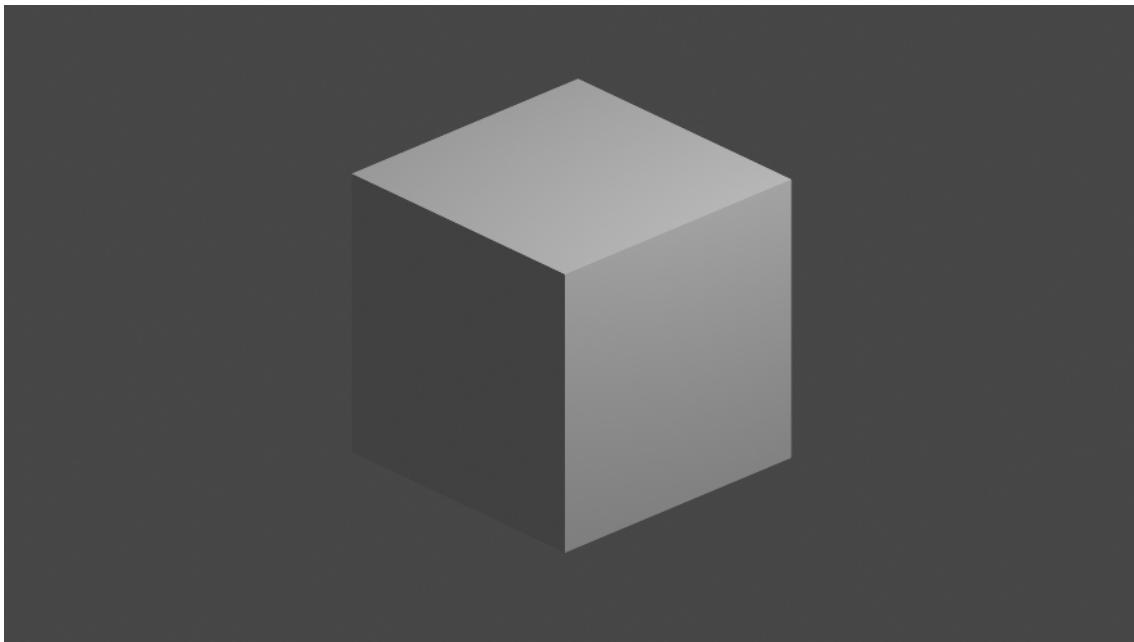


Abbildung 36.3: Die Default-Szene aus einer orthografischen Kameraperspektive.

verändert werden.

Innerhalb des Reiters «*Depth of Field*» kann die Tiefenschärfe bearbeitet werden, sofern diese Option aktiviert wurde. Dabei kann die Tiefenschärfe entweder mittels «*Focus Distance*» auf Objekte mit einer bestimmten Distanz zur Kamera oder mit der Option «*Focus on Object*» direkt passend auf ein Objekt fokussiert werden.

Tiefenschärfe definieren

Um die Kamera im Raum auszurichten, kann ihre Position und ihre Rotation wie bei anderen Objekten bearbeitet werden. Eine alternative Bearbeitungsform besteht darin, die Kamera an die Ansicht im 3D-Viewport anzupassen. Hierfür muss zunächst die Kameraansicht mit der Taste **0** ausgewählt werden. In der Sidebar kann unter dem Reiter «View» unter «View Lock» die Option «*Camera to View*» aktiviert werden. Durch diese Einstellung wird die Kamera nun an die eigene Ansicht gekoppelt. Bei einer Veränderung der Ansicht wird dementsprechend automatisch die Kamera verschoben und rotiert. Anhand der roten Umrandung des Kamerafelds ist jeweils ersichtlich, dass die Option «*Camera to View*» aktiviert ist. Um die Ansicht verändern zu können, ohne die Kamera zu verschieben, muss die Option «*Camera to View*» wieder deaktiviert werden.

Kamera auf die Ansicht ausrichten

Die beste Ansicht für eine Kamera zu finden, ist manchmal schwierig. Teilweise findet man während des Bearbeitungsprozesses plötzlich eine Ansicht, die besonders für die Kameraansicht geeignet wäre. In solchen Fällen kann die Kamera direkt zur aktuellen Ansicht umgeändert werden, indem die Tastenkombination **Ctrl** + **Alt** + **0** gedrückt wird.

Kamera auf aktuelle Ansicht umsetzen

Sollten sich innerhalb einer Szene mehrere Kameras befinden, kann lediglich eine davon als aktive Kamera verwendet werden, um Szenen zu rendern. Im Properties-Editor innerhalb des Reiters «*Scene Properties*» kann jeweils nachverfolgt werden, welche Kamera

Aktive Kamera auswählen

die Szene rendern wird. Innerhalb des Reiters «*Scene*» wird in der Zeile «*Camera*» das entsprechende Kamera-Objekt aufgeführt, oder kann bei Bedarf gewechselt werden.



Abbildung 36.4: Icon für den Reiter «*Scene Properties*».

## 37. Rendern

Um ein Bild ausgehend von der Perspektive der Kamera in einer Szene zu erhalten, muss dieses Bild gerendert werden. Diese Funktion ist in der Menüleiste «*Render / Render Image*» aufzufinden, kann allerdings auch mit der Taste **F12** gestartet werden. Dadurch öffnet sich ein neues Fenster mit dem Image-Editor. Abhängig von der Leistungsstärke des Computers kann es einen Moment dauern, bis das gerenderte Bild im Image-Editor dargestellt wird.

Renderprozess starten

Das gerenderte Bild kann in der Menüleiste unter «*Image / Save*» abgespeichert werden. Dabei sind zusätzlich verschiedene Optionen einstellbar. Per Default wird das Bild als PNG-File abgespeichert. Allerdings sind auch andere Bildformate möglich, wie beispielsweise JPEG oder TIFF.

Bild abspeichern

Während des Renderprozesses kann die Taste **esc** gedrückt werden, um den Renderprozess abzubrechen. Ebenfalls erscheint während des Renderprozesses in der Fußleiste von Blender ein Fortschrittsbalken inklusive einer Schaltfläche mit einem Kreuz. Durch einen Klick auf dieses Kreuz kann der Renderprozess ebenfalls abgebrochen werden. Wenn der Renderprozess allerdings abgebrochen wird, kann der Prozess nicht später an der Abbruchstelle fortgeführt werden. Es ist also nötig, dass der gesamte Renderprozess am Stück absolviert wird.

Rendern abbrechen

Beim Rendern wird ein Bild erzeugt. Dabei wird für jedes Pixel des Bildes ermittelt, wie dieses auszusehen hat. Dies geschieht anhand mehrerer Samples, die miteinander abgeglichen werden. Die Anzahl der Samples lässt sich im Render-Properties-Reiter des Properties-Editors unter «*Sampling*» definieren. Die Anzahl der Samples hat einen Einfluss auf die Dauer des Renderprozesses. Je mehr Samples benötigt werden, desto länger dauert das Rendern.

Was passiert beim Rendern?



Abbildung 37.1: Icon für den Reiter «*Render Properties*».

Die ausgewählten Render-Engines unterscheiden sich deutlich in der Zeit, welche sie für das Rendern benötigen. Eevee erzielt jeweils schnellere Render-Ergebnisse, während Cy-

Dauer des Renderprozesses

cles in der Regel deutlich länger braucht. Dies liegt daran, dass Cycles das zu erstellende Bild in kleine Unterareale aufteilt – sogenannte Tiles – und diese einzeln nacheinander rendert. Dies führt auch dazu, dass Eevee jeweils das ganze Bild auf einmal erstellt, während man bei Cycles die Erstellung jedes einzelnen Tiles auf dem Bildschirm nachverfolgen kann. Cycles gibt während des Renderprozesses in der oberen linken Ecke des Image-Editors an, wie lange der Renderprozess bereits benötigte, und schätzt die noch benötigte Dauer des Renderprozesses.

Auflösung verändern

Die Grösse und die Auflösung des Bildformats basieren auf den Render-Einstellungen, welche wiederum auch das Format der aktiven Kamera beeinflussen. Im Properties-Editor kann im Reiter «*Output Properties*» definiert werden, wie der Output erzeugt wird. Unter dem Reiter «*Dimensions*» kann die Auflösung des Bildformats anhand der X- und der Y-Achse der Kamera definiert werden. Je höher diese Auflösung ist, desto mehr Pixel werden verwendet, um das Bild zu erzeugen. Dies führt allerdings auch zu einem grösseren Dateiformat des gerenderten Bildes und zu einer längeren Dauer des Renderprozesses.

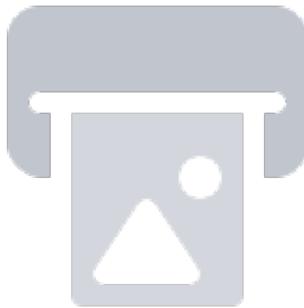


Abbildung 37.2: Icon für den Reiter «*Output Properties*».

Bildformat verändern

Durch eine Veränderung der Pixelwerte lediglich anhand einer Achse der Dimensionen wird das Bildformat der Kamera verändert. Wenn etwa ein quadratisches Bild entstehen soll, müssten die Werte der Auflösung für die X- und die Y-Achse identisch sein. Um die Veränderung der Bildschirmauflösung nachvollziehen zu können, empfiehlt es sich, jeweils die Kameraansicht im 3D-Viewport-Editor mit der Taste **0** zu aktivieren.

Bezeichnungen für verschiedene Bildschirmauflösungen

Per Default beträgt die Auflösung 1920 x 1080 Pixel. Eine solche Auflösung wird als «High Definition» (HD) bezeichnet. Durch eine Verdopplung der Anzahl Pixel auf 3840 x 2160 Pixel wird eine Ultra-HD-Auflösung erzielt. Teilweise wird diese Auflösung als «4K» bezeichnet. Die Auflösung 4K wird allerdings in einem anderen Bildformat erzielt. Die Bildauflösung HD und Ultra-HD verwenden ein Bildformat von 16:9. Das heisst, die Auflösung 3840 x 2160 ist ein Vielfaches von 16 x 9. Die Auflösung 4K basiert hingegen auf dem Bildformat 17:9 und entspricht 4096 x 2160. Dadurch beinhaltet 4K in der Breite über 4000 Pixel.

Nebst den bisher erwähnten Bezeichnungen wird die Auflösung von Bildern teilweise auch anhand der vertikalen Anzahl Pixel angegeben. Beispielsweise kann auf YouTube die Bildschirmauflösung von Videos anhand dieser Bezeichnung eingestellt werden. Diese Angabe wird jeweils mit dem Kürzel «p» angegeben. Eine Ultra-HD-Auflösung mit 3840 x 2160 Pixeln würde dementsprechend als 2160 p bezeichnet. Ebenso wird die 4K-Auflösung mit 4096 x 2160 Pixeln mit 2160 p bezeichnet.

Bezeichnung  
der Auflösung  
anhand der  
vertikalen  
Anzahl Pixel

Auflösung	Format	Anzahl Pixel	Vertikale Anzahl Pixel
<b>Standard- Definition (SD)</b>	16:9	720 x 576	576 p
<b>HD-Ready/Half- HD</b>	16:9	1280 x 720	720 p
<b>High Definition (HD)</b>	16:9	1920 x 1080	1080 p
<b>Ultra-HD</b>	16:9	3840 x 2160	2160 p
<b>Ultra-HD-2</b>	16:9	7680 x 4320	4320 p
<b>Digital Cinema Initiatives (DCI) 4K</b>	17:9	4096 x 2160	2160 p
<b>Digital Cinema Initiatives (DCI) 8K</b>	17:9	8192 x 4320	4320 p

Es ist auch möglich, ein transparentes Bild zu Rendern. Dabei handelt es sich um eine Render-Einstellung, welche im Properties-Editor im Reiter «*Render Properties*» vorgenommen werden muss. Im Reiter «*Film*» kann das Kontrollkästchen für «*Transparent*» aktiviert werden. In der gerenderten Ansicht wird die Hintergrund-Welt anschliessend mit einem schachbrettartigen Muster überzogen, um die Transparenz zu signalisieren. Dieses Muster wird nach dem Rendern ebenfalls im Image-Editor angezeigt, um darauf hinzuweisen, dass der Hintergrund transparent ist.

Transparenter  
Hintergrund

Beim Abspeichern von transparenten Bildern sollte darauf geachtet werden, dass ein Dateiformat verwendet wird, welches Transparenz unterstützt. JPEG unterstützt beispielsweise keine Transparenz, während PNG Transparenz unterstützt. Zudem sollte auch darauf geachtet werden, dass die korrekte Farbeinstellung beim Abspeichern von transparenten Bildern verwendet wird. In der Regel werden die Farbeinstellungen «*BW*» (schwarz-weiss), «*RGB*» (Farben, ohne Transparenz) und «*RGBA*» (Farben, mit Transparenz) angeboten. Für transparente Bilder müsste die Option «*RGBA*» verwendet werden.

Transparente  
Bilder speichern

### 37.1 Renderprozess in Cycles beschleunigen

Quelle: <https://www.blenderguru.com/articles/4-easy-ways-to-speed-up-cycles>

Renderprozess  
beschleunigen

Beim Rendern in Cycles kann es ratsam sein, gewisse Vorkehrungen zu treffen, um den Renderprozess zu beschleunigen. Hierfür gibt es einige Tricks, um dies zu erzielen:

- GPU statt CPU fürs Rendern verwenden.
- Die Auflösung des Bildes reduzieren.
- Sampling reduzieren.
- Tile-Größe reduzieren.
- Anzahl berechneter Lichtreflexionen reduzieren.

Tile-Größe  
variiieren

Die Anzahl Pixel, welche in einem Tile erzeugt werden, kann in den Render-Properties unter «Performance / Tiles» definiert werden. Bei der Verwendung der CPU ist eine geringere Größe der Tiles mit kürzeren Renderzeiten verbunden. Diese Faustregel kann allerdings nicht bei der GPU angewendet werden. Zudem sollten die Anzahl Tiles eine Potenzierung von 2 darstellen (beispielsweise  $2^6 = 64$  Pixel pro Tiles).

Anzahl  
Light-Bounces  
reduzieren

Der realistische Effekt von Cycles basiert darauf, dass auch Lichtreflexionen, welche sich durch die Reflexion anderer Objekte ergeben, fürs Rendern berücksichtigt werden. Dies führt dazu, dass das Rendern längere Zeit in Anspruch nimmt. In den Render-Properties kann unter «Light Paths / Max Bounces» definiert werden, wie oft das Licht von Oberflächen abprallen kann. Je höher dieser Wert ist, desto mehr Berechnungen müssen beim Rendern durchgeführt werden. Hierbei können die Anzahl berücksichtigter Lichtreflexionen auch für verschiedene Einstellungen («Glossy», «Transparency», «Volume», usw.) einzeln definiert werden.

## 38. Tutorial: Ein Glas mit Wasser erstellen

Im Rahmen dieses Tutorials wird ein vorgefertigtes Glas mit Wasser, Kondenswasser und Kohlensäurebläschen ergänzt. Damit wird auch die Funktionsweise von Partikeln und Haaren erläutert. Als Vorlage kann die Datei «*Glas\_Particles*» verwendet werden. Diese Vorlage beinhaltet ein Glas innerhalb einer Szene, welches mit Materialien ausgestattet ist.

Ziel dieses  
Tutorials



Abbildung 38.1: Das Ziel dieses Tutorials: Ein Glas mit Wasser, Kondenswasser am Glas und Kohlensäurebläschen.

### 38.1 Wasser hinzufügen

Im ersten Schritt geht es darum, das Glas mit Wasser zu ergänzen. Hierfür wird ein Mesh benötigt, welches dieselbe Form wie das Innere des Glases hat. Hierfür kann das bereits

Duplikat des  
Glases erstellen

Nicht benötigte Vertices aus Duplikat entfernen

vorhandene Glas mit der Tastenkombination **Shift** + **D** dupliziert und an derselben Stelle platziert werden. Auf diesem Duplikat sollte anschliessend der Subdivision-Surface-Modifier im Modifier-Properties-Reiter des Properties-Editors angewendet werden.

Oberfläche des Wassers nach innen extrudieren

Das Duplikat kann anschliessend im Edit-Mode bearbeitet werden. Als Erstes wird die erste Reihe Vertices auf der Innenseite des Glases, welche sich oberhalb der gewünschten Wasserhöhe befindet, bei gedrückter **Alt**-Taste mit einem Mausklick ausgewählt. Diese Reihe wird danach mit der Taste **X** und dem Befehl «Delete / Vertices» gelöscht. Nun kann der Mauszeiger über den äusseren Bereich des Glases bewegt werden und die Taste **L** gedrückt werden. Dadurch werden alle verbundenen Vertices ausgewählt, sodass der gesamte Teil des Glases, welcher nicht für das Wasser verwendet wird, mit der Taste **X** gelöscht werden kann.

Normalen umkehren

Das Wasser beinhaltet noch keine Oberfläche. Aus diesem Grund wird die oberste Reihe der Vertices ausgewählt und der ausgewählte Kreis mittels der Taste **E** extrudiert und mittels der Taste **S** verkleinert. Dieser Schritt wird mehrmals wiederholt, bis nur noch ein kleines Loch übrigbleibt. Dieses Loch kann anschliessend mit der Taste **F** gefüllt werden.

Auto-Smooth der Normalen

Das nun resultierende Mesh hat bereits die Form des Wassers, welches erstellt werden soll. Allerdings sind die Normalen des Wassers in die falsche Richtung ausgerichtet. Die Seite, welche zuvor im Glas nach aussen gerichtet war, ist nun beim Wasser nach innen ausgerichtet. Deshalb sollten alle Vertices ausgewählt werden, mittels der Tastenkombination **Alt** + **N** das «Normals»-Menü geöffnet werden und die Option «Flip» ausgewählt werden.

Neues Material

An der Kante der Wasseroberfläche ist nun eine Scharfe Kante zwischen den horizontalen und den vertikalen Faces entstanden. Dies führt dazu, dass das geglättete Shading des Objekts verzerrt wird. Um dies zu eliminieren, kann Blender damit beauftragt werden, die dazugehörigen Normalen ebenfalls zu glätten. Diese Option findet sich im Objekt-Data-Properties-Reiter des Properties-Editors unter dem Abschnitt «Normals». Dort kann die Option «Auto Smooth» aktiviert werden. Dadurch werden die Normalen von nebeneinanderliegenden Faces geglättet, wenn der Winkel zwischen diesen Faces grösser als ein vordefinierter Winkel ist. Dieser vordefinierte Winkel lässt sich im Feld neben der Option «Auto Smooth» definieren.

Das Wasser-Objekt beinhaltet noch die Materialien des Glases. Aus diesem Grund wird im Material-Reiter des Properties-Editors eine Kopie des Materials erstellt, welches anschliessend umbenannt werden kann (beispielsweise in «Wasser»). Das Wasser kann in seinen Einstellungen praktisch identisch zum Glas belassen werden. Lediglich der Wert für die IOR sollte auf 1.33 gesetzt werden.

### 38.2 Lichtbrechung zwischen mehreren Materialien

Quelle: <https://www.aversis.be/tutorials/vray/vray-20-glass-liquid-01.htm>

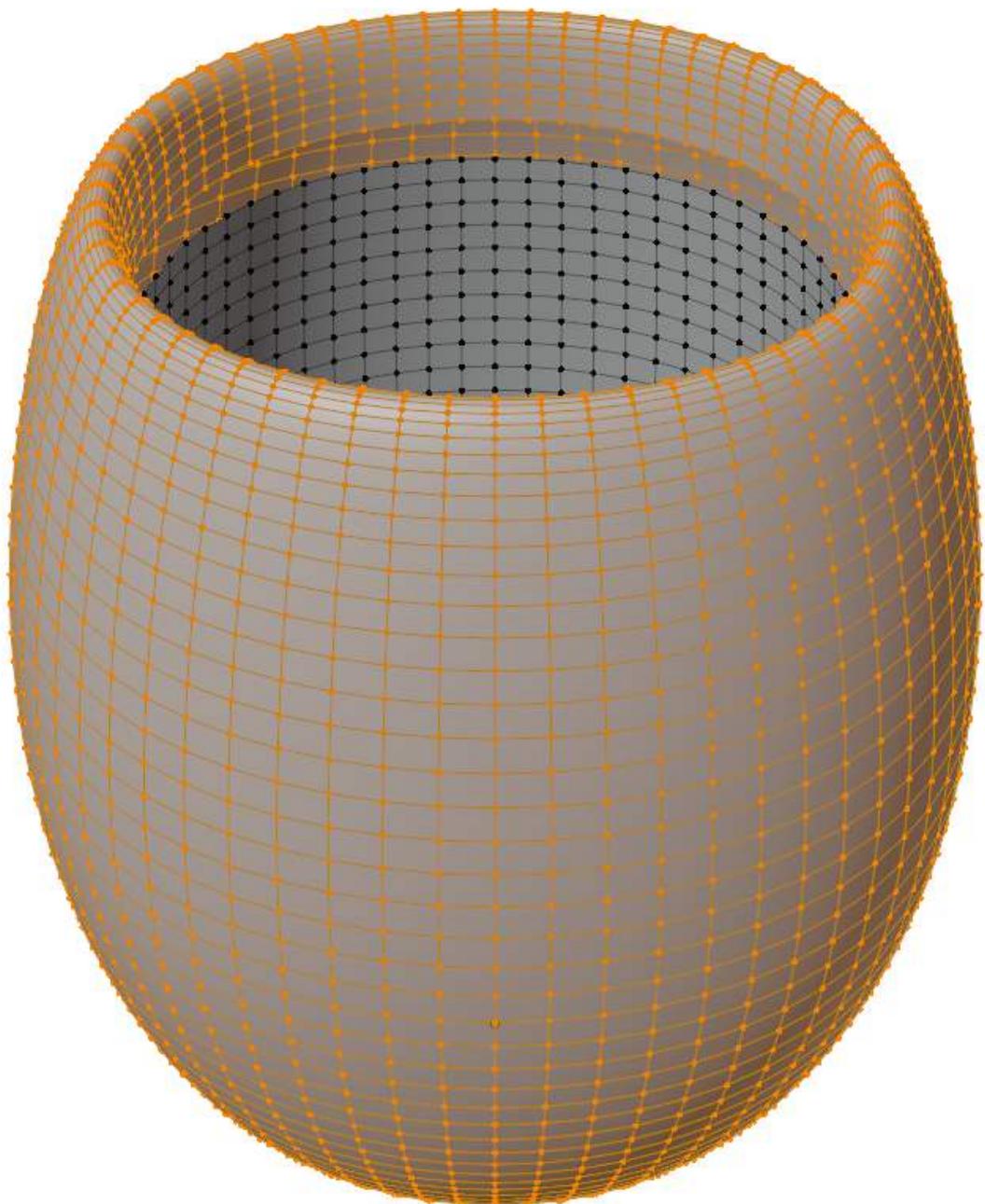


Abbildung 38.2: Die Kopie des Glases, aus der eine Reihe von Vertices im Inneren entfernt wurde. Der äussere Rand kann nun mittels «Select Linked» einfach ausgewählt werden.

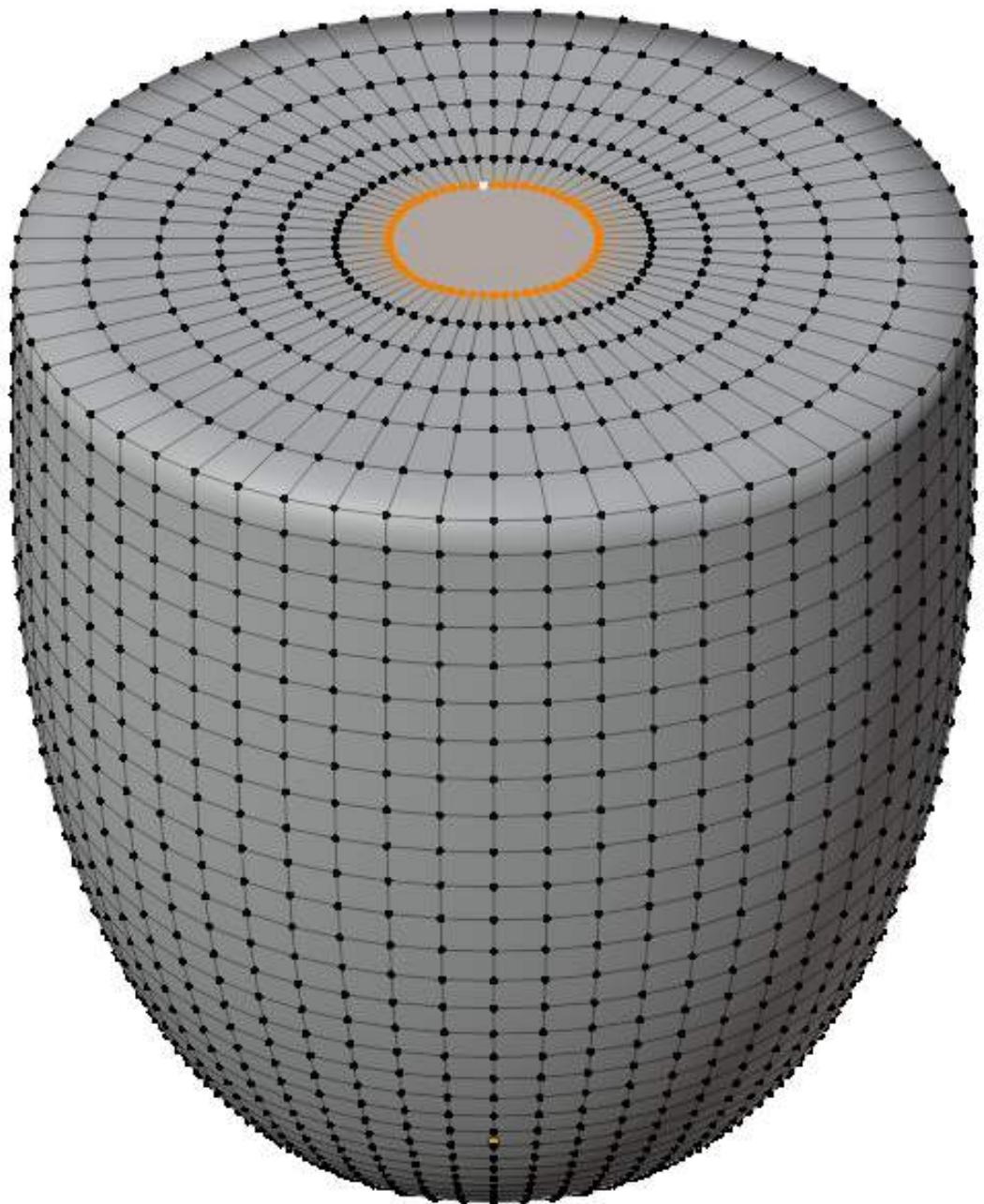


Abbildung 38.3: Die Form des Wasser-Objekts.

Das erstellte Wasser stellt eine exakte Kopie der Innenfläche des Glases dar und beinhaltet den korrekten IOR für Wasser. Ebenso beinhaltet das Glas den korrekten IOR von Glas. Da sich allerdings sowohl das Glas als auch das Wasser an einer bestimmten Stelle berühren, resultiert ein komplexerer, inakkurater IOR-Wert.

Wasser innerhalb des Glases verschieben

Der IOR beschreibt die Brechung des Lichtes, wenn es auf ein bestimmtes Material trifft oder dieses Material durchdringt. Genauer gesagt beschreibt der IOR die Brechung des Lichts an der Übergangsstelle zwischen zwei Materialien. Was ist das zweite Material? Bei diesem Material handelt es sich um Luft. Jede Lichtbrechung durch Materialien stellt also nicht eine Brechung durch das Material, sondern eine Brechung durch den Übergang vom Material zur Luft dar. Hierfür wird der Luft per Definition ein IOR von 1 zugewiesen. Wenn sich nun zwei Materialien berühren, ohne dass sich Luft dazwischen befindet, so müssten die jeweiligen IORs miteinander dividiert werden. Da diese Werte allerdings anschliessend inakkurat sind, müssten die Normalen dieser Faces umgekehrt werden, um damit die IOR anzupassen. Dies hat allerdings einen negativen Effekt auf das Shading, weshalb diese Faces in separate Objekte aufgeteilt werden müssten. Ein komplexer Prozess.

IOR zwischen zwei Materialien

Eine Alternative zu diesem Prozess besteht darin, das Wasser so anzupassen, dass es sich ein wenig im Inneren des Glases befindet. Hierfür können alle Vertices im Wasser-Objekt ausgewählt und mittels der Taste **S** vergrössert werden, sodass sich das Wasser etwas innerhalb des Glases befindet. Lediglich die Vertices am Rand der Wasseroberfläche sollten dabei an derselben Position wie das Glas bleiben.

Anpassung der Lichtbrechung zwischen zwei Materialien

Zusätzlich sollte allerdings auch eine gewisse Oberflächenspannung erzeugt werden, so dass sich der Rand der Wasseroberfläche ein wenig oberhalb der Wasseroberfläche befindet. Da der Rand der Wasseroberfläche allerdings genau der Position des Glases entspricht, ist es sinnvoller, den Rest der Wasseroberfläche tiefer zu setzen. Hierfür wird die gesamte Oberfläche des Wassers ausgewählt und der Rand der Wasseroberfläche abgewählt. Anschliessend können die inneren Vertices der Wasseroberfläche etwas tiefer gesetzt werden.

Behelfslösung: Wasser in das Glas hineinverschieben

Wasser anpassen

### 38.3 Kondenswasser am Glas hinzufügen

#### 38.3.1 Vorbereitung

Der nächste Schritt besteht darin, dass der äussere Rand des Glases mit Kondenswasser ergänzt wird. Hierfür wird zunächst ein Wassertropfen erzeugt, welcher anschliessend über das Mesh verteilt wird. Dieser Wassertropfen wird sehr klein und sehr häufig dargestellt. Damit dies nicht zu viel Leistung benötigt, sollte der Wassertropfen möglichst wenig Vertices beinhalten. Idealerweise wird hierfür ein Würfel als Mesh verwendet und in seiner Form verändert, ohne weitere Vertices hinzuzufügen.

Kondenswasser mit Wassertropfen erzeugen

Durch die Tastenkombination **Shift** + **A** kann das «Add»-Menü geöffnet werden und unter «Mesh / Cube» ein Würfel hinzugefügt werden. Dabei ist allerdings wichtig, dass

Tropfen des Kondenswassers erstellen

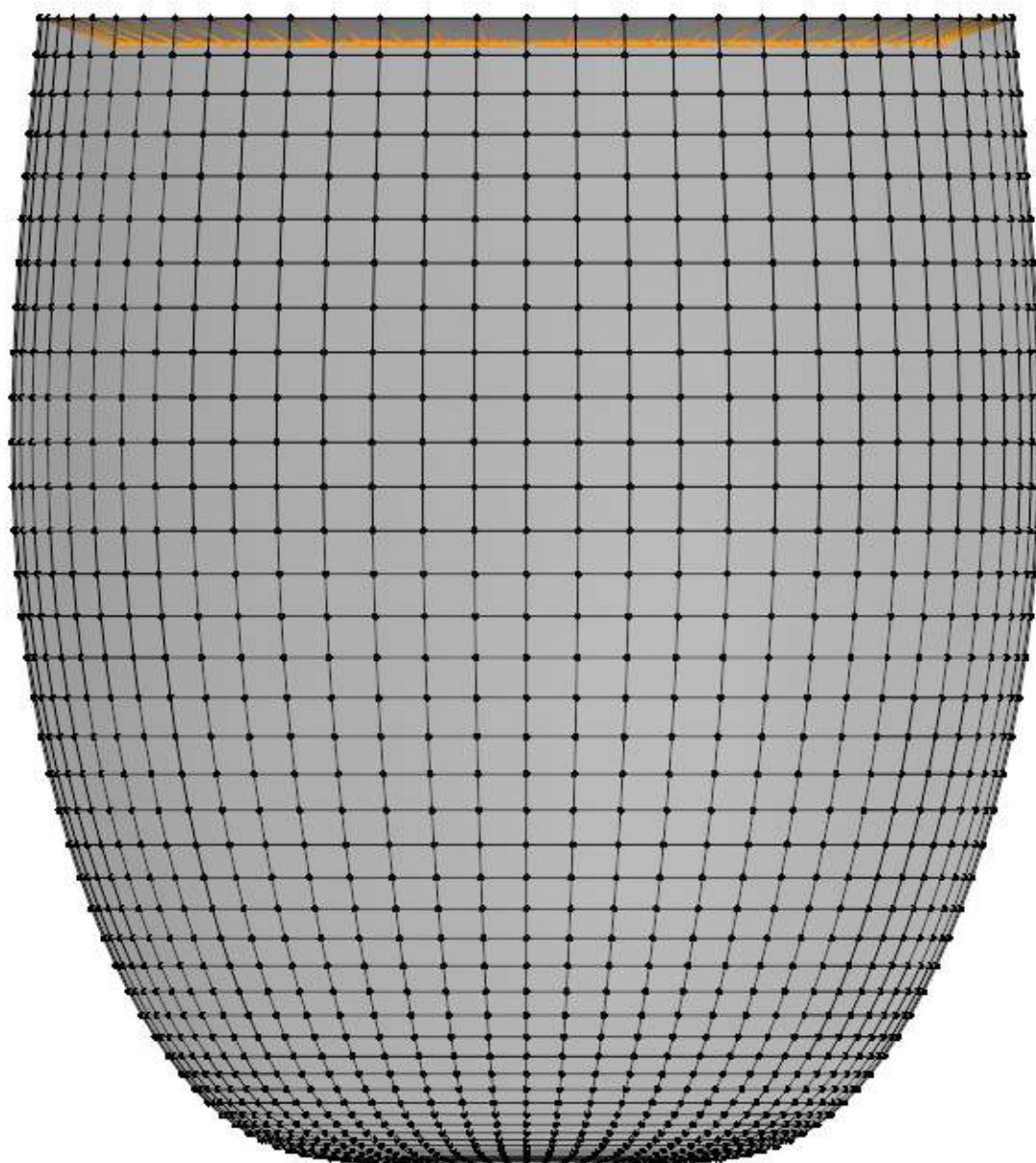


Abbildung 38.4: Die Vertices an der Wasseroberfläche werden etwas nach unten verschoben, sodass die Vertices am Rand eine gewisse Wasserspannung simulieren.

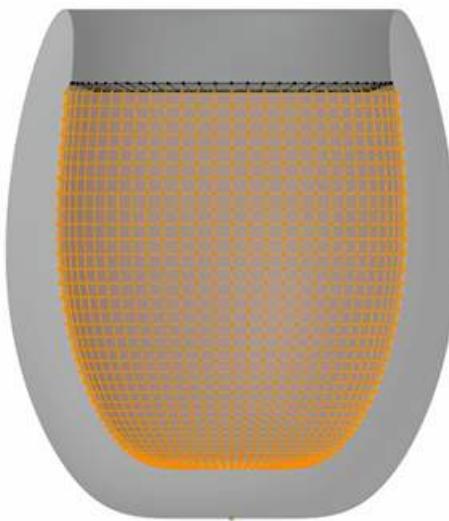


Abbildung 38.5: Die Vertices unterhalb der Wasseroberfläche werden ausgewählt und vergrössert, damit sie sich etwas innerhalb des Glases befinden.

der Würfel anschliessend im Edit-Mode so verschoben wird, dass sich der Ursprung des Würfels am Rand des Würfels befindet. Aus diesem Grund muss der gesamte Würfel im Edit-Mode um den Faktor 1 entlang der Z-Achse verschoben werden (mittels den Tasten **G**, **Z** und **1**).

Anschliessend kann das obere Face des Würfels um den Faktor 0.5 skaliert werden (mittels den Tasten **S**, **Shift** + **Z** und danach **0** **.** **5**) und um einen Meter entlang der Z-Achse nach unten verschoben werden (mittels den Tasten **G**, **Z** und **-** **1**). Dadurch sollte eine Form wie in Abbildung 6 entstehen.

Der Wassertropfen wird wie auch das Wasserobjekt aus einem Wasser-Material bestehen. Damit die Wassertropfen allerdings etwas stärker auffallen, kann ihr Anteil von reflektiertem Licht erhöht werden. Hierfür wird eine Kopie des Wasser-Materials erstellt und dem Wassertropfen zugewiesen. Innerhalb dieses kopierten Materials kann anschliessend der Metallic-Wert etwas erhöht werden (beispielsweise auf 0.3).

Material des  
Wassertropfens

Dieser Wassertropfen sollte nun versteckt werden. Da der Wassertropfen auch im finalen Render nicht dargestellt werden sollte, empfiehlt es sich, im Outliner eine neue Collection hinzuzufügen und den Wassertropfen in diese Collection zu verschieben. Diese Collection kann wahlweise innerhalb oder ausserhalb der bereits bestehenden Collection platziert werden. Anschliessend sollte der Wassertropfen noch sinnvoll benannt werden (beispielsweise «*Wassertropfen*»). Die Collection, welche den Wassertropfen nun beinhaltet, kann nun deaktiviert werden, indem deren dazugehöriges Kontrollkästchen deaktiviert wird. Als Nächstes muss definiert werden, an welchen Stellen des Glases das Kondenswasser auftreten soll. Hierfür werden im Mesh des Glases alle Faces ausgewählt, welche die Wassertropfen aufweisen sollen. Hierfür kann die gesamte äussere Fläche des Glases ausgewählt werden. Anschliessend wird im Object-Data Properties-Reiter des Meshes

Einzelne  
Collection für  
den  
Wassertropfen  
wird erstellt  
und deaktiviert



Abbildung 38.6: Die Form eines sehr simplen Wassertropfens.

eine neue Vertex-Gruppe hinzugefügt und mit einem Namen versehen (beispielsweise «Kondenswasser-Bereich»). Durch einen Klick auf die Taste «Assign» werden anschliessend die ausgewählten Vertices – und somit auch die damit verbundenen Faces – der neuen Vertex-Gruppe zugewiesen. Dadurch sind alle Vorbereitungen abgeschlossen.

### 38.3.2 Haare

Nun wird das Glas mit Haaren versehen. Wieso ein haariges Glas erstellt wird, sollte im Verlaufe des Kapitels klar werden. Hierfür wird das Glas-Objekt ausgewählt und im Properties-Editor der Reiter «Particle Properties» geöffnet. Innerhalb dieses Reiters finden sich die Partikel- und Haar-Systeme, welche auf das aktuell ausgewählte Objekt angewendet werden. Zuoberst in diesem Reiter befindet sich ein Feld, in dem mehrere Slots für Partikel- oder Haarsysteme hinzugefügt werden können, indem die Schaltfläche «+» für das Hinzufügen und die Schaltfläche «-» für das Entfernen gedrückt wird. Wenn solche Systeme vorhanden sind, wird jeweils die Einstellung für das jeweilige Partikelsystem darunter angezeigt. Die Partikel-Einstellungen und die Partikelsysteme lassen sich dabei individuell benennen.

Zunächst werden dem Glas ein paar Haare hinzugefügt. Hierfür sollte die Option «Hair» unterhalb des Namens der Partikel-Einstellungen ausgewählt werden. Im 3D-Viewport werden anschliessend dem Glas Haare hinzugefügt. Diese Haare werden jeweils vom Mesh aus in der Richtung der Normalen erstreckt.

Innerhalb des «Emission»-Reiters können genauere Einstellungen zu den Haaren vorgenommen werden. So lässt sich unter «Number» die Anzahl der Haare definieren und unter «Hair Length» die Länge der Haare. Da doch etwas mehr Haare benötigt werden,

Particle-Properties

Haare hinzufügen

Haar-Einstellungen

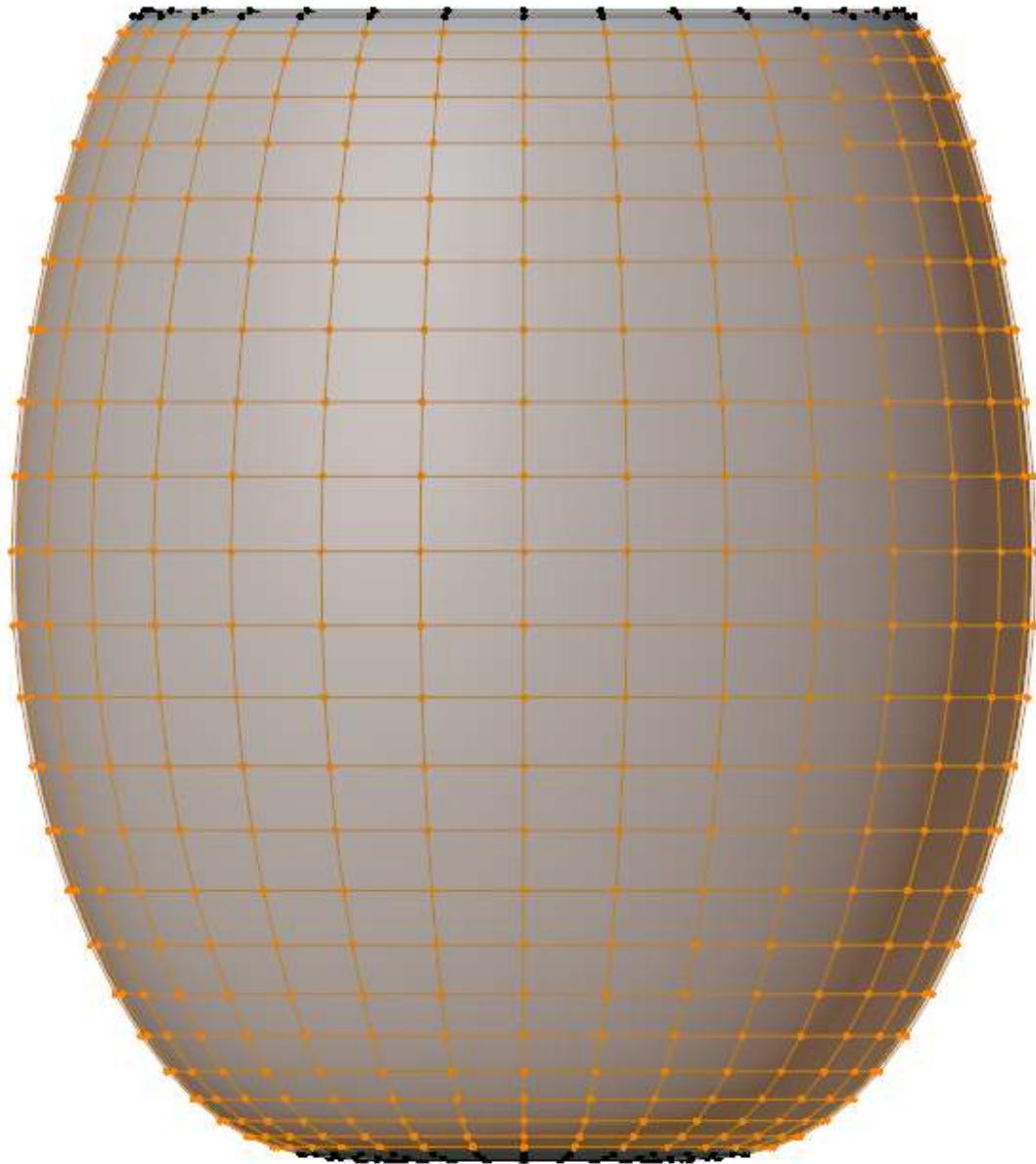


Abbildung 38.7: Vertices, welche später das Kondenswasser abbilden und zu einer Vertex-Gruppe zusammengefasst werden.

kann die Anzahl Haare unter «Number» auf 5000 gesetzt werden. Da die Haare deutlich zu lang sind, kann die «Hair Length» auf 0.01 reduziert werden.



Abbildung 38.8: Das Glas mit Haaren.

### Haarquelle

Die Quelle der Haare kann zusätzlich im Reiter «Emission / Source» bearbeitet werden. Dort kann definiert werden, ob die Haare an den Positionen der Vertices, der Faces oder aus dem Volumen des Objekts erzeugt werden sollen. Diese Einstellung kann unter «Emit From» vorgenommen werden. Zusätzlich kann definiert werden, wie die Haare über das Objekt verteilt werden sollen. Hierfür kann im Dropdown-Menü «Distribution» entweder «Jittered», wenn ein bestimmter Abstandswert zwischen den einzelnen Haaren verwendet werden soll, oder «Random» für eine zufällige Platzierung ausgewählt werden. Mittels

des Kontrollkästchens «*Random Order*» werden die einzelnen Haare in einer zufälligen Reihenfolge auf dem Objekt erstellt. Zusätzlich kann mit der Option «*Even Distribution*» eingestellt werden, ob alle Faces gleichmässig viele Haare aufweisen oder nicht.

Für dieses Beispiel sollten die Einstellungen «*Emit From / Faces*» und «*Distribution / Random*» ausgewählt werden. Zusätzlich kann die Auswahl «*Even Distribution*» deaktiviert werden. So werden die Faces des Glases verwendet, um Haare zu erzeugen. Diese Haare werden anschliessend zufällig über das Mesh hinweg erzeugt und dabei nicht gleichmässig auf die einzelnen Faces verteilt.

Einstellungen  
der Haarquelle  
für das Glas

Natürlich besteht das Ziel dieses Tutorials nicht darin, dass ein haariges Glas erstellt wird. Anstelle der Haare sollen jeweils die Wassertropfchen des Kondenswassers erstellt werden. Im Reiter «*Render*» lässt sich definieren, was die einzelnen Haare darstellen sollen. In diesem Fall sollen die Haare jeweils das Wassertropfen-Objekt darstellen. Deshalb wird die Einstellung «*Render As*» von «*Path*» auf «*Object*» umgestellt. Dadurch kann nun im Reiter «*Render / Object*» unter «*Instance Object*» das Objekt, welches als Haar erzeugt werden soll, ausgewählt werden. Hier wird deshalb nun das Wassertropfen-Objekt ausgewählt.

Wassertropfen  
als Haare

Anstelle der einzelnen Härtchen werden nun die Wassertropfen als Objekt erstellt. Da diese noch klein dargestellt werden, kann ihre Grösse unter «*Render / Scale*» etwas vergrössert werden, etwa auf den Wert 0.2. Zusätzlich kann die Grösse unter «*Scale Randomness*» zufällig variiert werden. Wird dieser Wert auf 1 gesetzt, erfolgt eine maximale zufällige Variation der Grösse. Dadurch werden die Wassertropfen nun etwas grösser, aber unterschiedlich gross dargestellt.

Grösse der  
Wassertropfen  
anpassen

Die Wassertropfen werden allerdings über das gesamte Mesh erzeugt. Tatsächlich werden diese Wassertropfen allerdings lediglich an den Faces benötigt, welche vorhin einer Vertex-Gruppe zugewiesen wurden. Deshalb wird im Reiter «*Vertex Groups*» unter «*Density*» die vorher definierte Vertex-Gruppe ausgewählt. Dadurch wird definiert, dass die Haare lediglich an den Stellen dieser Vertex-Gruppe dargestellt werden.

Haare auf  
Vertex-Gruppe  
beschränken

Bei einer genauen Betrachtung fällt nun auf, dass die Wassertropfen im falschen Winkel dargestellt werden. Dies liegt daran, dass Objekte im Partikelsystem jeweils um 90° gedreht werden. Um dies zu beheben, muss der Wassertropfen nochmals bearbeitet werden. Hierfür muss die Collection des Wassertropfens nochmals aktiviert werden, damit der Wassertropfen wieder angezeigt wird und bearbeitet werden kann. Idealerweise stellt man den 3D-Cursor mittels des Snap-Tools (`Shift + S`) auf den Ursprung des Wassertropfens. Hierfür muss der Wassertropfen im Object-Mode ausgewählt werden und im Snap-Tool «*Cursor to Selected*» ausgewählt werden. Nun kann der Pivot-Point auf den 3D-Cursor gesetzt werden und der Wassertropfen im Edit-Mode um -90° entlang der X-Achse rotiert werden (`R, X` und `9 0`). Anschliessend kann die Collection des Wassertropfens wieder deaktiviert werden.

Wassertropfen  
rotieren



Abbildung 38.9: Das Glas, dessen Haare nun aus Wassertropfen bestehen.

## 38.4 Partikel

Das jetzt erstellte Glas beinhaltet Wasser ohne Kohlensäure. Im nächsten Schritt werden dem Wasser Kohlensäurebläschen hinzugefügt. Hierfür wird erneut das Wassertropfen-Objekt verwendet. Nun werden die Wassertropfen allerdings vom Boden des Wassers aus aufsteigen. Hierfür wird eine Vertex-Gruppe im Wasser-Objekt erstellt. Im Edit-Mode werden deshalb alle Vertices, welche am Boden des Wassers zu finden sind, ausgewählt und einer neuen Vertex-Gruppe für das Wasser-Objekt hinzugefügt.

Vertex-Gruppe  
im  
Wasserobjekt  
definieren

Nun kann dem Wasser-Objekt im Particle-Properties-Reiter des Properties-Editors ein neues Partikelsystem hinzugefügt werden. Dieses Partikelsystem wird allerdings nicht aus Haaren bestehen, sondern aus Partikeln. Deshalb wird die Option «*Emitter*» anstelle der Option «*Hair*» verwendet. Auch hier werden die Einstellungen «*Emit From / Faces*», «*Distribution / Random*» und keine «*Even Distribution*» im Reiter «*Emission / Source*» verwendet. Unter «*Vertex Groups*» wird für die «*Density*» die neu definierte Vertex-Gruppe ausgewählt.

Emitter-  
Einstellungen

Nun kann das Wassertropfen-Objekt für das Erzeugen der Kohlensäurebläschen verwendet werden. Hierfür muss in der Option «*Render As*» die Einstellung «*Object*» ausgewählt werden und anschliessend der Wassertropfen als «*Instance Object*» definiert werden. Die Grösse des Objekts sollte reduziert werden, indem der Wert «*Scale*» beispielsweise auf 0.0025 und der Wert «*Scale Randomness*» auf 1 erhöht wird.

Wasserbläschen  
erstellen

Trotz all dieser Einstellungen sind die Effekte des Partikelsystems wohl nicht klar ersichtlich. Dies liegt daran, dass Partikelsysteme vom Typ «*Emitter*» anders funktionieren als Haare. Bei diesem Typ werden nacheinander Partikel erzeugt, welche sich physikalisch während einer Animation durch den Raum bewegen. Dementsprechend muss die Animation gestartet werden, damit der Effekt des Partikelsystems sichtbar wird.

Emitter  
fungieren als  
Animationen

Zum Starten der Animation kann die **Space**-Taste verwendet werden. Je nach Grund-einstellungen in Blender ist dieser Taste möglicherweise eine andere Funktion zugewiesen. In diesen Fällen kann die Tastenkombination **Shift** + **Space** verwendet werden. Alternativ kann der Timeline-Editor geöffnet werden und darin auf den «*Play*»-Button gedrückt werden, um die Animation zu starten. Der Timeline-Editor ermöglicht zudem eine Übersicht der Animation.

Timeline-Editor

Per Default dauert eine Animation 250 Frames, wobei auch eine höhere oder geringere Animationsdauer definiert werden kann. Frames bezeichnen einzelne Bilder, welche im Rahmen einer Animation erstellt werden. Durch die Aneinanderreihung der einzelnen Frames entsteht anschliessend eine Animation. Im Timeline-Editor werden diese Frames anhand eines Zeitstrahls aufgelistet. Durch das Starten der Animation bewegt sich ein blauer Marker entlang dieses Zeitstrahls, während parallel im 3D-Viewport die Szene während dieser Frames dargestellt wird.

Frames

Die Grundeinstellungen zum Partikelsystem des Typs «*Emitter*» hängen von diesen Frames ab. So wird das ganze Partikelsystem über eine gewisse Dauer erzeugt, welche

Partikelsystem  
als  
Animation

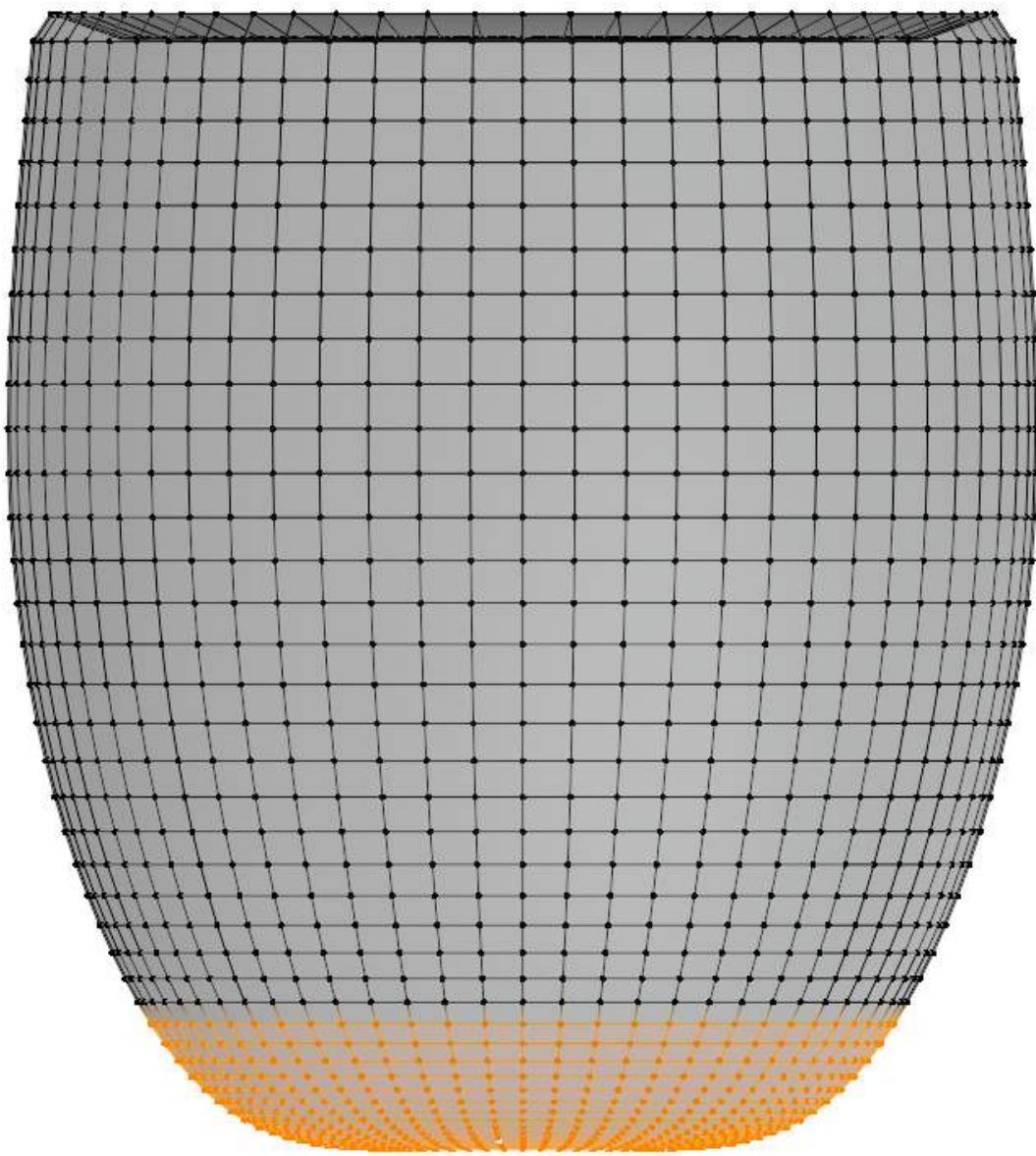


Abbildung 38.10: Die Vertices am unteren Bereich des Wasser-Objekts werden zu einer Vertex-Gruppe zusammengefasst.

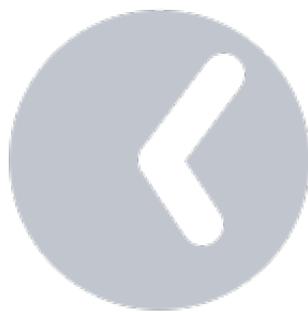


Abbildung 38.11: Icon für den Timeline-Editor.

sich aus dem Startpunkt der Animation und dem Endpunkt der Animation ergibt. Im Reiter «*Emission*» kann unter «*Frame Start*» definiert werden, beim wievielten Frame das Partikelsystem starten soll, und unter «*End*», beim wievielten Frame dieses Partikelsystem enden soll. Die Anzahl Partikel, welche unter «*Number*» definiert sind, werden anschliessend gleichmässig über die ganze Animationsdauer aufgeteilt.

Sobald ein einzelner Partikel erzeugt wird, bestreitet er einen physikalischen Weg – Tote Partikel beispielsweise indem er entlang der Z-Achse fällt. Diese Animation ist allerdings nicht unendlich. Jeder einzelne Partikel lebt nur für eine gewisse Zeit lang und verschwindet anschliessend. Unter der Zeile «*Lifetime*» kann definiert werden, für wie viele Frames ein Partikel existieren soll. Wenn die Lifetime auf 50 gestellt ist, existiert ein Partikel für 50 Frames. Das heisst allerdings nicht, dass nach 50 Frames keine Partikel mehr vorhanden sind, da laufend neue Partikel erstellt werden. Es heisst aber auch, dass nach dem Frame, ab dem der letzte Partikel erzeugt wurde, dieser Partikel noch entsprechend seiner Lebensdauer durch die Szene wandert.

In diesem Beispiel wurden am Boden des Glases Partikel erzeugt. Diese Partikel fallen entlang der Z-Achse durch den physikalischen Raum. Dies basiert auf simulierten Gravitationskräften. Im Reiter «*Field Weights*» lässt sich der Einfluss dieser Gravitationskraft, aber auch anderer Kräfte, einstellen. So kann der Wert «*Gravity*» beispielsweise auf -1 gesetzt werden, um die Gravitationskräfte für dieses Partikelsystem umzukehren. Dadurch steigen die Partikel entlang der Z-Achse hinauf, da die Gravitationskräfte umgekehrt wurden.

Gravitationskräfte und wie sie verändert werden können

Obwohl die Gravitationskräfte umgekehrt wurden, scheinen die einzelnen Partikel zunächst zu fallen, bevor sie entlang der Z-Achse aufsteigen. Dies liegt daran, dass die Partikel zunächst aus dem Mesh ausgeschüttet werden. Dies geschieht entlang der Normalen des Meshes. Die Partikel werden also entlang der Normalen ausgeschüttet und erhalten dadurch einen physikalischen Antrieb, bevor sie schliesslich der manuell erstellten Gravitationskraft folgen.

Ausschütten der Partikel erfolgt entgegen der neuen Schwerkraft

Durch ein Umkehren der Normalen würden die Partikel nach oben ausgestossen und dadurch von Anfang an der Gravitationskraft folgen. Dies würde allerdings dazu führen, dass die Normalen des Wasser-Objekts für die Materialien falsch ausgerichtet wären. Stattdessen kann im Reiter «*Velocity*» der Wert für «*Normal*» von 1 auf -1 gesetzt werden. Dadurch werden die Partikel entgegengesetzt der Normalen ausgeschüttet.

Partikel umgekehrt ausschütteten

Zu guter Letzt werden noch zwei Anpassungen benötigt: Indem unter «*Velocity*» der Wert für «*Tangent*» erhöht wird, beispielsweise auf 0.75, verteilen sich die Partikel etwas mehr entlang der Tangente. Zusätzlich sollte die Lifetime der Partikel so angepasst werden, dass die Partikel nicht so lange leben, dass sie das Glas verlassen (beispielsweise eine «*Lifetime*» von 9, je nach Höhe des Wassers).

Letzte Anpassungen

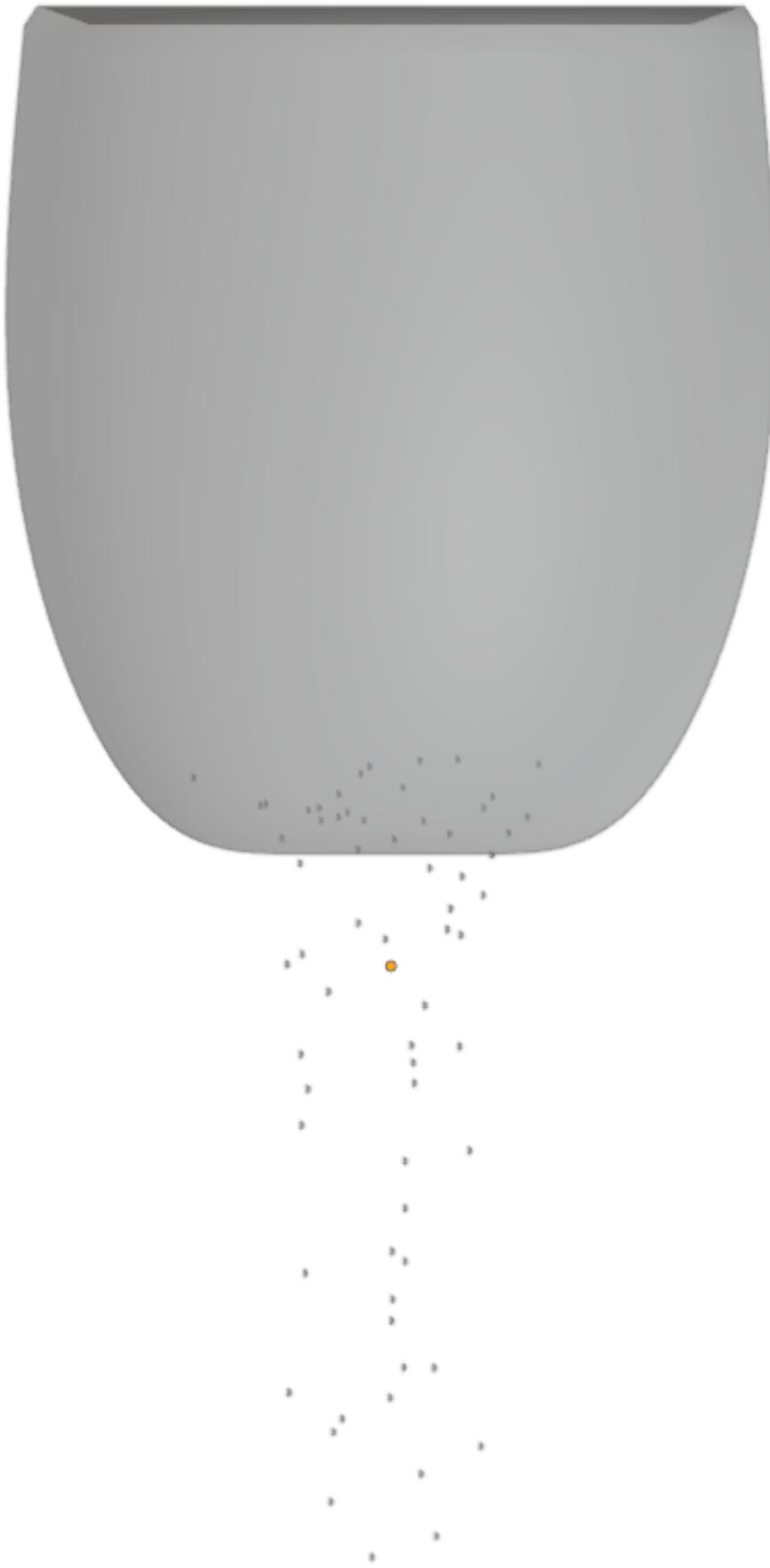


Abbildung 38.12: Das Wasser-Objekt schüttet Wassertropfen aus.

38. Tutorial: Ein Glas mit Wasser erstellen



Abbildung 38.13: Trotz umgekehrter Schwerkraft werden die Wassertropfen entlang der Normalen des Objektes – also nach unten – ausgeschüttet, bevor sie aufsteigen.



## 39. Bäume mittels Add-on erstellen

Mithilfe des Partikelsystems lassen sich Objekte mit vielen Details erstellen. Dies muss nicht nur auf Haare als solche beschränkt sein, sondern kann auch auf eine Reihe weiterer Objekte angewendet werden. Eine Anwendungsoption wäre auch die Erstellung von Bäumen, welche anschliessend Blätter als Haare aussenden. Allerdings gibt es für die Erstellung von Bäumen alternative Vorgehensweisen. Zudem wird mit Blender automatisch ein Add-on mitgeliefert, welches die Erstellung von Bäumen vereinfacht.

Partikel und Haare können für Vielzahl von Objekten verwendet werden

Das Add-on, welches für die Erstellung der Bäume benötigt wird, heisst «*Sapling Tree Gen*». Um dieses Add-on zu aktivieren, müssen die Benutzereinstellungen unter «*Edit / Preferences*» geöffnet werden und im Reiter «*Add-ons*» nach dem Add-on gesucht werden. Anschliessend kann das entsprechende Add-on aktiviert werden.

Add-on aktivieren

Durch das Aktivieren des Add-ons ist eine neue Option zum Erstellen von Bäumen verfügbar. Diese Option basiert auf Kurven und muss deshalb im «*Add*»-Menü unter «*Curve / Sapling Tree Gen*» hinzugefügt werden. Anschliessend wird innerhalb der Szene ein Baum hinzugefügt.

Baum hinzufügen

Unten links im 3D-Viewport-Editor öffnet sich zudem das Kontext-Menü zum hinzugefügten Baum-Objekt. Dieses Menü verschwindet jeweils, wenn mit der Maus ausserhalb des Kontext-Menüs geklickt wird. Dementsprechend ist darauf zu achten, dass nicht ungewollt ausserhalb des Kontext-Menüs geklickt wird und das Menü geschlossen wird. Anders als das A.N.T.Landscape-Add-on erinnert sich das Sapling-Tree-Gen-Add-on nicht an die zuletzt verwendeten Einstellungen und präsentiert bei jedem neuen Objekt wieder dasselbe Standardobjekt. Zur Not kann allerdings die **F9**-Taste gedrückt werden. Diese blendet das Kontext-Menü zur letzten durchgeföhrten Einstellung nochmals bei der Maus ein. Dieses zurückgeholt Kontext-Menü verschwindet allerdings wieder, sobald sich der Mauszeiger ausserhalb des Menüs befindet.

Bearbeitung der Bäume geschieht im Kontext-Menü

### 39.1 Die Einstellungsoptionen von «*Sapling Tree Gen*»

Das Sapling-Tree-Gen-Add-on erstellt jeweils Bäume basierend auf Kurven-Objekten. Dabei wird eine Kurve erstellt und zufällig in einzelne Äste des Baumes unterteilt. Diese Äste können wiederum in weitere Vergabelungen unterteilt werden, und diese Vergabelungen können erneut weitere Vergabelungen von Ästen aufweisen. Mittels des Add-ons können bis zu vier Stufen von Vergabelungen vorgenommen werden.

Vergabelungen von Ästen

Die vier Stufen der Vergabelungen können einzeln innerhalb des Add-ons bearbeitet werden. So können für die Äste der einzelnen Stufen der Vergabelungen individuelle Werte angegeben werden. Hierfür werden die jeweiligen Einstellungswerte innerhalb von vier Feldern, die untereinander dargestellt werden, angezeigt.

Einstellungen werden pro Ebene der Vergabelung definiert

Die Einstellungen des Sapling-Tree-Gen-Add-ons sind jeweils auf verschiedene Menü-

Unterteilung der Einstellungen auf verschiedene Seiten

seiten verteilt. Diese lassen sich mittels des Dropdown-Menüs «*Settings*» auswählen. Innerhalb dieses Kapitels werden ein paar grundlegende Einstellungsoptionen erläutert.

### 39.1.1 Geometry

#### Bevel-Option

Im Bereich «*Geometry*» können grundlegende Einstellungen zu der Geometrie der Bäume vorgenommen werden. Dabei besteht die wichtigste Einstellung aus dem Kontrollkästchen «*Bevel*». Wenn dieses Kästchen aktiviert ist, wird der Baum nicht anhand einer Kurve dargestellt, sondern auch mit einer Oberfläche versehen. Zudem kann mit der «*Bevel Resolution*» und der «*Curve Resolution*» jeweils angegeben werden, wie detailliert die Kurve respektive das Bevel erfolgen soll. Höhere Werte sind dabei mit einer höheren Leistung des Computers verbunden.

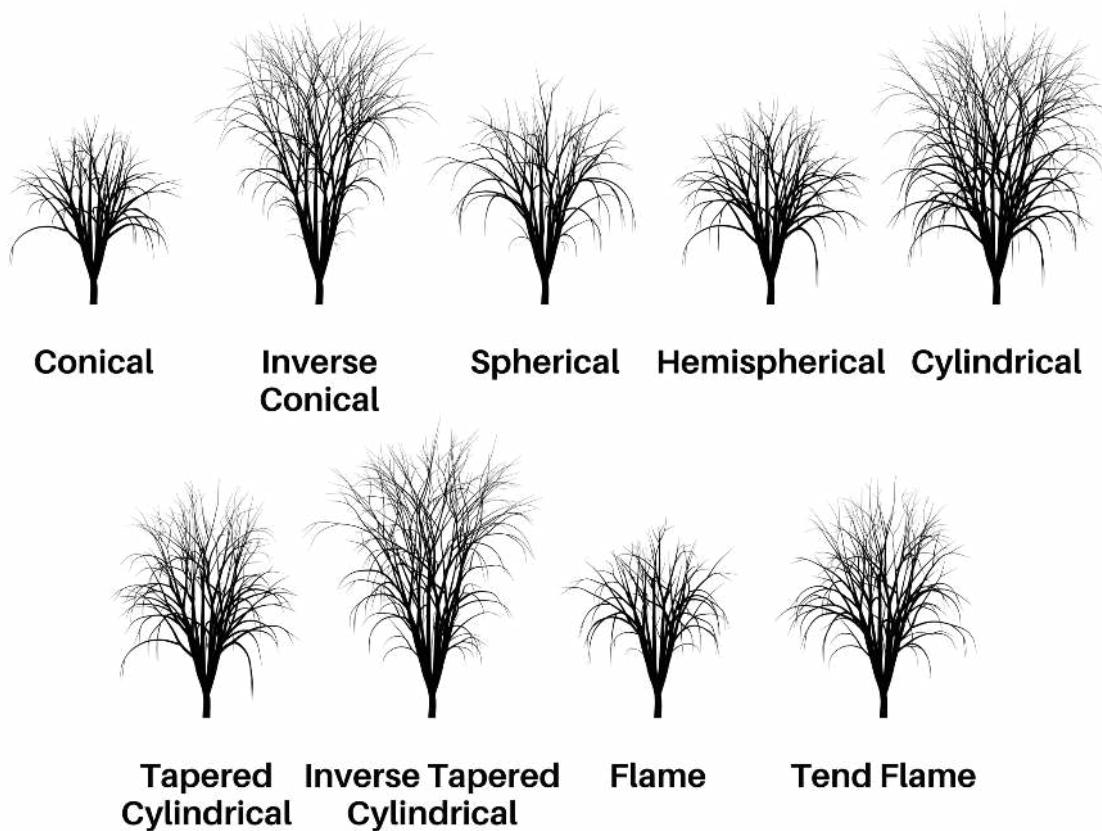


Abbildung 39.1: Die verschiedenen Formen von Bäumen.

#### Shape

Mittels des Dropdown-Menüs «*Shape*» lassen sich verschiedene Formen für den Baum einstellen. Es ist auch möglich, eine eigene Form zu erstellen. Hierfür muss die Option «*Custom Shape*» für die Form ausgewählt werden. Anschliessend kann mittels der vier Zeilen für die Option «*Custom Shape*» definiert werden, wie lang die Äste des Baumes sein sollen.

#### Custom-Shape-Optionen

Die vier Zeilen der Custom-Shape-Option beschreiben:

- Die Länge der unteren Äste

- Die Länge der mittleren Äste
- Die Position der mittleren Äste
- Die Länge der oberen Äste

Zusätzlich können auch die Äste von weiteren Vergabelungen mit einer speziellen Form Astverteilung versehen werden. Hierfür wird im Dropdown-Menü «*Secondary Splits*» die entsprechende Form ausgewählt. Mittels der Einstellung «*Branch Distribution*» kann zudem die Verteilung der Äste eher in den unteren Bereich des Baumes verlagert werden, indem Werte gegen 0 verwendet werden, oder in den oberen Bereich des Baumes, indem Werte gegen 10 verwendet werden.

Mittels der Option «*Random Seed*» lassen sich verschiedene Formen von zufällig erstellen Zufällige Bäume Bäumen anzeigen, indem ein anderer Seed für den Zufall verwendet wird. Zudem kann der Baum mittels «*Scale*» in der Grösse verändert werden und diese Grösse mittels «*Scale Variation*» zufällig variiert werden. Diese Variation der Skalierung führt dazu, dass die Bäume bei einer Veränderung der Seed mit zufälligen Grössen erstellt werden.

Zuunterst im Dropdown-Menü «*Load Preset*» können verschiedene Voreinstellungen von Voreinstellungen Bäumen geladen werden. Wenn die Option «*Limit Import*» aktiviert ist, werden lediglich basale Einstellungen dieser Voreinstellung übernommen. Durch eine Deaktivierung von «*Limit Import*» wird die gesamte Voreinstellung übernommen. Zudem können eigene Voreinstellungen abgespeichert werden. Hierfür muss im Feld «*Preset Name*» ein Name eingegeben werden und anschliessend auf «*Export Preset*» geklickt werden. Die abgespeicherte Voreinstellung sollte anschliessend unter den Voreinstellungen abrufbar sein.

### 39.1.2 Branch Radius

Im Bereich «*Branch Radius*» können Einstellungen bezüglich der Radien der Äste vorgenommen werden. So kann unter «*Ratio*» ein Verhältnis für die Dicke der Äste zur Grösse des Baumes definiert werden. Mittels der zusätzlichen Einstellungen kann diese Dicke weiter verfeinert werden. Zudem kann der Baumstamm am Ende mittels des Werts «*Root Flare*» proportional skaliert werden.

Ratio der Astdicke bestimmen

Mittels der Funktion «*Close Tip*» werden die Äste an ihren Enden geschlossen. Ist diese Close Tip Option deaktiviert, werden die Enden der Äste zylinderförmig dargestellt, ohne mit einem Face geschlossen zu werden. Durch die Option «*Close Tip*» werden die Enden der Äste jeweils in ihrem Mittelpunkt zusammengeführt und geschlossen.

Mittels der «*Taper*»-Funktion können die Äste verjüngt werden. Das heisst, dass weiter entfernte Äste dünner werden. Per Default sind die Taper-Werte für alle Stufen der Vergabelungen auf den Wert 1 gesetzt, sodass die Äste verjüngt werden. Dieser Wert kann reduziert werden, damit die Äste weniger verjüngt werden. Zudem kann die Option «*Auto Taper*» aktiviert werden, damit dieser Effekt automatisch angepasst wird.

Mittels der Zeilen für «*Tweak Radius*» können die Radien der einzelnen Stufen der Tweak-Radius

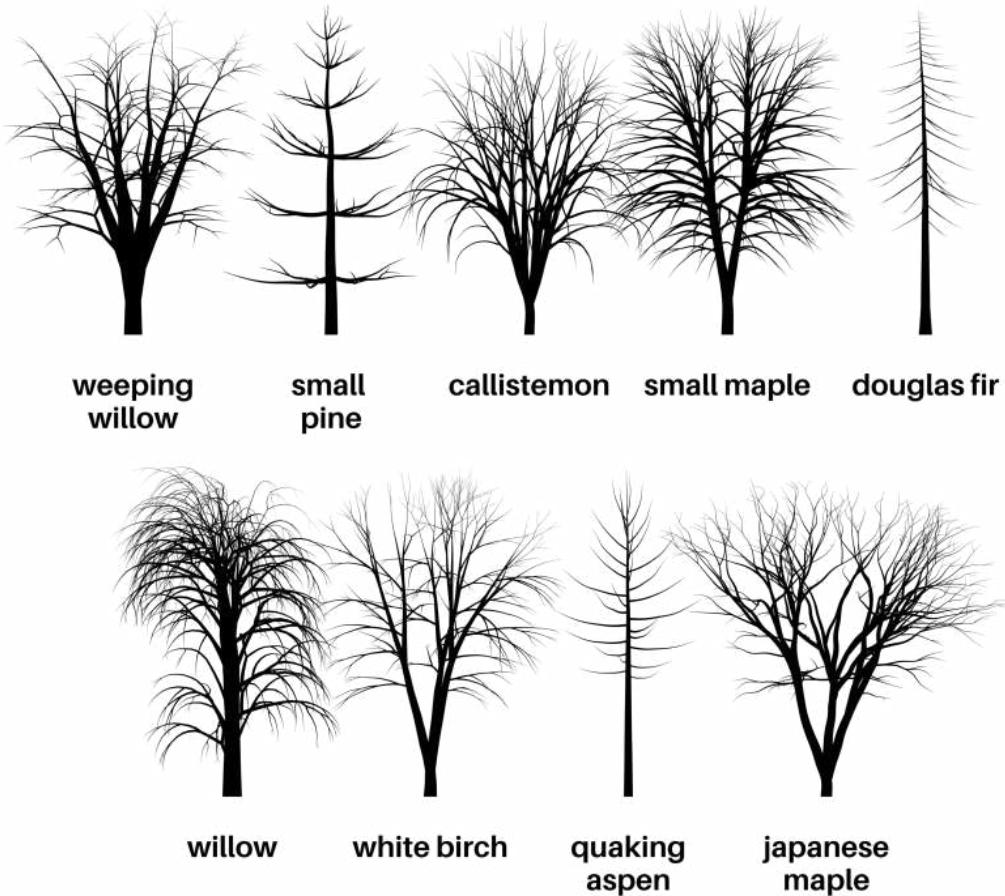


Abbildung 39.2: Die verschiedenen Voreinstellungen von Baumarten.

Vergabelungen individuell angesteuert werden. Dabei wird der Radius jede Stufe mit dem Tweak-Faktor multipliziert. Je kleiner dieser Wert ist, desto dünner werden die Äste auf dieser Stufe.

### 39.1.3 Branch Splitting

Im Bereich «*Branch Splitting*» können die einzelnen Stufen der Baumvergabelungen anvisiert werden. Zunächst kann mittels des Werts «*Levels*» definiert werden, wie viele Stufen von Vergabelungen der Baum beinhalten soll. Diese Option kann Werte von 1 bis 4 annehmen. Zudem kann im Bereich «*Base Splits*» definiert werden, in wie viele Äste der Baumstamm aufgeteilt werden soll. Mittels der «*Trunk Height*» kann die Höhe des Baumstamms definiert werden. Mittels des Werts «*Split Height*» kann zudem eingestellt werden, ab welcher Höhe des Baumes die Vergabelungen beginnen sollen.

Aufteilung der Äste definieren

Für die Vergabelungen gibt es eine Reihe verschiedener Optionen, welche für die verschiedenen Ebenen der Vergabelungen individuell angesteuert werden können:

Einstellungen der Vergabelungen

- «**Branches**»: Damit wird definiert, wie viele Äste pro Stufe erzeugt werden sollen.
- «**Segment Splits**»: Damit wird ein Verhältnis definiert, mit dem die Äste innerhalb einer Stufe in mehrere Äste aufgeteilt werden sollen. Je höher dieser Wert ist, desto mehr Äste werden auf derselben Stufe aufgeteilt.
- «**Split Angle**»: Mittels dieser Option kann eine Krümmung auf den einzelnen Stufen der Äste definiert werden.
- «**Split Angle Variation**»: Mittels dieser Option kann definiert werden, wie stark der Wert für «*Split Angle*» auf dem jeweiligen Level zufällig variiert werden soll.
- «**Rotate Angle**»: Mittels dieser Option kann ein Wert festgelegt werden, mit dem sich Vergabelungen von neuen Ästen vom Ursprungsast wegrotieren.
- «**Rotate Angle Variation**»: Mittels dieser Option kann definiert werden, wie sehr der Wert für «*Rotate Angle*» auf der jeweiligen Stufe zufällig variiert werden soll.
- «**Outward Attraction**»: Mit diesem Wert kann für jede Stufe des Baumes angegeben werden, wie stark sich die Äste nach aussen hin orientieren sollen.
- «**Curve Resolution**»: Mit diesem Wert können die einzelnen Stufen des Baumes detaillierter erstellt werden. Je höher diese Werte sind, desto mehr Leistung wird benötigt.

### 39.1.4 Branch Growth

Im Bereich «*Branch Growth*» können Einstellungen gemacht werden, welche die Verformung der Äste beschreiben:

Branch-Growth-Einstellungen

- «**Length**»: Mit dieser Option kann die Länge der Äste für die einzelnen Stufen des Baumes definiert werden.
- «**Length Variation**»: Mit dieser Option können die Längen der Äste des Baumes auf den einzelnen Stufen zufällig variiert werden.
- «**Down Angle**»: Mit dieser Option kann ein Winkel angegeben werden, in dem die

Äste nach unten gezogen werden.

- «**Down Angle Variation**»: Mit dieser Option kann der maximale Winkel, welcher zufällig dem Wert «*Down Angle*» hinzugefügt wird, eingestellt werden.
- «**Curvature**»: Mit dieser Option kann ein Winkel angegeben werden, mit dem sich die Äste an deren Ende krümmen.
- «**Curvature Variation**»: Mit dieser Option kann der maximale Winkel, welcher zufällig dem Wert «*Curvature*» hinzugefügt wird, eingestellt werden.
- «**Back Curvature**»: Mit dieser Option kann ein Winkel für die Krümmung in der zweiten Hälfte der Äste definiert werden.
- «**Vertical Attraction**»: Mit diesem Wert kann ein Wert für eine vertikale Anziehung der Äste nach oben definiert werden.

### 39.1.5 Pruning

Bäume  
beschneiden

Innerhalb der Einstellungen zum «*Pruning*» kann der Baum geschnitten werden. Hierfür muss die Option «*Prune*» aktiviert werden. Anschliessend erscheint ein Viewport-Overlay, welche die Form der Beschneidung des Baumes veranschaulicht. Diese Beschneidung kann dabei in der Breite variiert werden mit dem Wert «*Prune Width*» und in der Höhe mit dem Wert «*Prune Base*». Mittels «*Prune Width Peak*» kann die Baumkrone bearbeitet werden und mittels der Zeilen «*Prune Power*» kann die Beschneidung am unteren Ende und am oberen Ende nicht-linear variiert werden.

### 39.1.6 Leaves

Blätter  
hinzufügen

Sofern nicht gerade Winter ist, besitzen Bäume auch Blätter. Diese können in den Einstellungen zu den «*Leaves*» bearbeitet werden. Hierfür muss allerdings die Option «*Show Leaves*» aktiviert werden. Mit dem Wert «*Leaves*» kann die maximale Anzahl der Blätter pro Ast definiert werden. Dabei ist darauf zu achten, dass eine hohe Anzahl Blätter sehr viel Leistung vom Computer benötigt.

Blätter-Formen

Die Blätter können verschiedene Formen annehmen und unter «*Leaf Object*» kann auch ein Objekt als Blatt verwendet werden. Es gibt folgende Formoptionen:

- «**Hexagonal**»: Ein achteckiges Blatt.
- «**Rectangular**»: Ein viereckiges Blatt.
- «**DupliFaces**»: Faces, welche sich quer durch den Ast erstrecken.
- «**DupliVertices**»: Es werden lediglich Vertices an den Stellen der Blätter erstellt.

Einstellungen  
der Blätter

Für die Blätter können weitere Einstellungen vorgenommen werden:

- «**Leaf Down**»: Der Winkel, zu dem die Blätter vom Ast herabhängen.
- «**Leaf Down Variation**»: Der Wert, zu dem die Einstellung «*Leaf Down*» zufällig variiert werden.
- «**Leaf Rotation**»: Der Winkel, zwischen einem Blatt und dem Ast.
- «**Leaf Rotation Variation**»: Der Wert, zu dem die Einstellung «*Leaf Rotation*» zufällig variiert wird.

- «**Leaf Scale**»: Einstellung der Grösse der Blätter.
- «**Leaf Scale X**»: Einstellung der Breite der Blätter.
- «**Leaf Scale Taper**»: Wie lange die Blätter sein sollen.
- «**Leaf Scale Variation**»: Der Wert, zu dem die Grösse der Blätter variieren darf.
- «**Leaf Angle**»: Ein Wert, der beschreibt, wie stark die Blätter vertikal ausgerichtet werden sollen.

## 39.2 Blätter texturieren

Sobald ein Baum mit Blättern erstellt wurde, werden die Blätter in einem separaten UVs der Blätter Objekt erstellt. Die Blätter haben alle Form und dieselben UVs pro Blatt. Dementsprechend kann mit diesen UVs ein Material erstellt werden. Häufig werden dabei Texturen für Blätter verwendet. Einige dieser Texturen beinhalten auch mehrere Blätter, sodass die UVs so angepasst werden müssen, dass sie jeweils ein Blatt der Textur abbilden.

Im Material des Blattes sollte jeweils darauf geachtet werden, dass eine Alpha-Textur verwendet wird, welche mit dem Alpha-Input des Principled-BSDF-Shaders verbunden wird. Dadurch wird nicht das gesamte Bild, sondern lediglich der nicht-transparente Bereich des Bildes dargestellt. Dies erfordert bei der Verwendung von Eevee zusätzlich, dass im Material-Reiter des Properties-Editors unter dem Reiter «*Settings*» der «*Blend Mode*» auf «*Alpha Hashed*» oder «*Alpha Blend*» gestellt wird.

Transparenz zu Blättern hinzufügen

Übung 17: Baum erstellen

### Übung 17.1

Erstellen Sie einen eigenen Baum mittels des Sapling-Tree-Gen-Add-ons und fügen Sie dem Baum Blätter hinzu.

### Übung 17.2

Texturieren Sie den Baum und die Blätter.

### Übung 17.3

Rendern Sie ein Bild ihres Baumes.



# 40. Workflows der Charaktererstellung

## 40.1 Charaktererstellung

Die Erstellung von Charakteren stellt einen komplexen Bereich der Erstellung von 3D-Objekten dar. Charakteren beinhalten deutlich komplexere Oberflächen als Gegenstände, was deutlich mehr Zeit erfordert. Wenn zudem ein möglichst fotorealistischer Charakter erzielt werden soll, müssen Unebenheiten und Feinheiten genau ausgearbeitet werden.

Komplexität  
von  
Charakteren

Eine weitere Herausforderung von Charakteren ergibt sich daraus, dass sie stark verformbar sind und verschiedene Posen einnehmen können. Dieses Problem ergibt sich bei den meisten Gegenständen nicht. Dementsprechend sollte bei der Charaktererstellung auch berücksichtigt werden, ob der Charakter in verschiedenen Situationen benötigt wird und ob daher eine Veränderung der Pose benötigt wird. In den meisten Fällen ist dies der Fall. Dementsprechend muss bei der Bearbeitung des Meshes jeweils darauf geachtet werden, dass das Mesh diese Veränderungen der Pose überhaupt ermöglicht.

Charakter  
können Posen  
verändern

Die Erstellung von Charakteren wird in der Regel in unterschiedliche Teilaufgaben unterteilt. Diese Teilaufgaben werden in grossen Studios teilweise auch auf verschiedene Gruppen oder Abteilungen aufgeteilt.

Schritt für  
Schritt

- **Character-Modeling:** Der Charakter wird als Mesh erstellt. Hierfür gibt es eine Reihe verschiedener Vorgehensweisen. Zudem wird der Charakter bereits mit Texturen und texturierten Kleidern ausgestattet.
- **Character-Rigging:** Der Charakter wird für Animationen oder die Erstellung von Posen vorbereitet.
  - Es wird ein Skelett aus Knochen erstellt, welches eine Verformung des Meshes ermöglicht.
  - Das Skelett aus Knochen wird dem Charakter zugewiesen, sodass eine Verformung dieses Skeletts zu einer Verformung des Charakter-Meshes führt.
  - Die Datenstruktur des Meshes wird bearbeitet, sodass das Mesh besser auf das Skelett abgestimmt wird.
- **Character-Animation:** Der gerigge Charakter kann anschliessend verformt werden. Dadurch können verschiedene Posen angesteuert werden (z.B. für Standbilder) oder ein Bewegungsablauf des Charakters erstellt werden (z.B. für Animationen).



# 41. Character-Modeling

Um ein Mesh eines Charakters zu erzielen, gibt es verschiedene Vorgehensweisen. Nachfolgend werden einige dieser Vorgehensweisen erläutert. Diese Liste ist allerdings nicht abschliessend.

Vorgehensweisen  
zur Erstellung  
eines  
Charakters

## 41.1 Sculpting von Charakteren

### 41.1.1 Der Sculpt-Mode

Eine Möglichkeit besteht darin, dass ein Charakter mittels Sculpting modelliert wird. Da der Sculpting-Prozess ziemlich aufwendig ist, wird er an dieser Stelle nur grob umschrieben. Ein ausgewähltes Objekt kann jeweils im Sculpt-Mode skulpturiert werden. Der Sculpt-Mode ist ein alternativer Modus zum Object- und Edit-Mode und kann mit dem Dropdown-Menü in der linken oberen Ecke des 3D-Viewport-Editors ausgewählt werden. In der Toolbar auf der linken Seite des Sculpt-Modes befinden sich unterschiedliche Pinsel, mit denen das Mesh bearbeitet werden kann. Für die Bearbeitung muss jeweils mit der Maus auf die Stelle des Objektes geklickt werden, welche bearbeitet werden soll. Anschliessend wird der Effekt dieses Pinsels auf das Objekt angewendet. Wenn der Mauszeiger bei gedrückter Maustaste bewegt wird, wird der Effekt entlang der Bewegung des Mauszeigers auf das Objekt angewendet.

Pinsel  
anwenden

Um den Mauszeiger herum wird dabei ein Kreis angezeigt. Dieser Kreis gibt an, wie gross die Fläche ist, auf welche der Effekt des ausgewählten Pinsels angewendet werden soll. Durch einen Klick mit der Taste `F` kann die Grösse dieses Kreises verändert werden. Durch eine Bewegung der Maus nach links oder rechts wird dabei das der Kreis vergrössert oder verkleinert. Um die Grösse des Kreises zu akzeptieren, kann die linke Maustaste oder die `Enter`-Taste gedrückt werden. Mittels der `esc`-Taste kann der Vorgang abgebrochen werden.

Pinsel  
vergrössern

In der Sidebar auf der rechten Seite des Sculpt-Modes kann unter dem Reiter «*Tool*» der ausgewählte Pinsel unter «*Brush Settings*» genauer definiert werden. Mit dem Wert «*Radius*» kann der Kreis für die Bearbeitung des Meshes mittels einer Zahl vergrössert oder verkleinert werden. Mittels des Wertes «*Strength*» kann definiert werden, wie stark der Effekt des jeweiligen Pinsels auf das Mesh angewendet werden soll. Mittels der «*Direction*» lässt sich zudem bei vielen Pinseln auswählen, ob mit dem Pinsel der jeweilige Effekt aus dem Mesh herausgezogen werden soll (bei der Option «*Add*») oder in das Mesh hineingedrückt werden soll (bei der Option «*Subtract*»). Dabei erfolgt eine Bearbeitung stets entlang der Seite der Faces, auf der die jeweilige Normale liegt.

Einstellung des  
Pinsels

Beim Skulpturieren werden jeweils die Vertices innerhalb des Meshes entsprechend des Effektes verschoben. Dies bedeutet allerdings auch, dass die Topografie des Meshes genug Vertices beinhalten muss, damit diese bearbeitet werden können. Wird etwa einfach

Dyntopo  
ermöglicht ein  
dynamisches  
Skulpturieren  
von Meshes

der Standardwürfel verwendet, können lediglich dessen acht Ecken bearbeitet werden. Es ist allerdings auch möglich, in der Sidebar unter dem Reiter «Tools» die Option «*Dyn-topo*» auszuwählen. Diese Option ermöglicht es, dass beim Anwenden der Pinsel auf das Mesh direkt neue Vertices erstellt werden, sodass eine dynamische Bearbeitung der Topografie des Meshes möglich ist. Dies hat allerdings zur Folge, dass Mesh-Daten, wie beispielsweise die UVs, verformt werden.

### Weiterführende Informationen



Wenn beim Öffnen eines neuen Blender-Projektes die Auswahl «\*Sculpting\*» verwendet wird, erstellt Blender ein neues File mit einer Kugel als Startobjekt, welche im Sculpt-Mode bearbeitet werden kann. Bei dieser Kugel handelt es sich um eine «\*Quad Sphere\*», welche die beste Grundlage für das Erstellen von Objekten mittels Sculpting darstellt.

#### 41.1.2 Retopology

Sculpting-Modelle sind nicht für weitere Bearbeitungen geeignet

Mesh für Retopology vorbereiten

Shrinkwrap-Modifier

Einstellung der Modifier

Wenn Charaktere im Sculpt-Mode erstellt werden, weisen diese in der Regel eine sehr hohe Anzahl Vertices auf, die durch die Bearbeitung mittels Sculpting entstehen. Ein solches Mesh ist nicht geeignet zum Animieren. Aus diesem Grund wird das gesculptete Mesh als Vorlage verwendet, um ein neues Mesh zu verwenden, das eine praktischere Gitterstruktur als Topologie aufweist. Dieser Prozess wird als Retopology bezeichnet.

Das skulpturierte Mesh stellt beim Retopology jeweils das Base-Mesh dar. Anschliessend wird ein neues Mesh, welches lediglich aus einer Fläche besteht, hinzugefügt. Hierfür kann etwa im «Add»-Menü die Option «*Mesh / Plane*» ausgewählt werden. Diese Fläche wird anschliessend im Edit-Mode vor dem Base-Mesh platziert und um einen Meter entlang der X-Achse verschoben, sodass die beiden linken Vertices der Fläche genau auf dem Nullpunkt der X-Achse liegen. Hierfür muss die Plane zudem um 90 Grad rotiert werden. Anschliessend wird ein Mirror-Modifier hinzugefügt, um das Mesh entlang der X-Achse zu spiegeln. Das Hinzufügen des Mirror-Modifiers erübrigts sich bei einem nicht-symmetrischen Mesh. In diesem Falle müssen beide Seiten individuell erstellt werden. Zusätzlich kann ein Subdivision-Surface-Modifier hinzugefügt werden um die Flächen zu unterteilen.

Anschliessend kann dem Mesh ein «*Shrinkwrap*»-Modifier hinzugefügt werden. Dieser ist in der Modifier-Auswahl in der dritten Spalte unter «*Deform*» zu finden. Mittels dieses Modifiers werden die Vertices eines Objektes direkt auf ein anderes Objekt projiziert. Hierfür muss unter «*Target*» das entsprechende Objekt eingestellt werden.

Um die neu erstellte Fläche auf das Base-Mesh zu übertragen, sollte das Base-Mesh als Target im Shrinkwrap-Modifier ausgewählt werden. Dadurch wird die Fläche des



Abbildung 41.1: Eine Plane zur Vorbereitung des Retopology-Prozesses.  
41. Character-Modeling



Abbildung 41.2: Eine Plane mit Mirror-, Shrinkwrap- und Subdivision-Surface-Modifier.

41. Character-Modeling

neuen Meshes direkt auf die Fläche des Base-Meshes projiziert. Damit die jeweiligen Veränderungen der Modifier im Edit-Mode betrachtet werden können, empfiehlt es sich, bei den drei Modifiern die Einstellung «On Cage» und «Edit Mode» zu aktivieren.

Teilweise entsteht das Problem, dass das Retopology-Mesh nicht klar sichtbar ist, weil das Base-Mesh darüber dargestellt wird. Im Properties-Editor kann innerhalb des Reiters «Object Properties» der Reiter «Viewport Display» ausgewählt werden. Dort können verschiedene Darstellungsoptionen des Objektes im 3D-Viewport-Editor ausgewählt werden. Durch das Aktivieren der Option «In Front» wird das aktuell ausgewählte Objekt immer vor anderen Objekten dargestellt, selbst wenn sich die anderen Objekte eigentlich zwischen der eigenen Ansicht und dem ausgewählten Objekt befinden. Diese Option sollte aktiviert werden, während das Retopology-Mesh ausgewählt ist.

Anschliessend kann das Retopology-Mesh im Edit-Mode bearbeitet werden. Hierfür wird Schritt für Schritt eine neue Fläche aus dem Retopology-Mesh erstellt, indem die einzelnen Edges der bestehenden Faces extrudiert werden, und so das Base-Mesh mit einer klaren Struktur nachgebildet. Damit die extrudierten Faces einfacher platziert werden können, sollte hierfür die Snap-Funktion im Header des 3D-Viewport-Editors aktiviert und beispielsweise auf die Einstellung «Faces» gesetzt werden.

Durch den Mirror-Modifier werden Bearbeitungen des Charakters auf der einen Seite der X-Achse direkt auch auf die andere Seite der X-Achse angewendet. Durch den Shrinkwrap-Modifier werden diese Faces direkt an die Form des Base-Meshes angepasst. Da zuvor noch der Subdivision-Surface-Modifier platziert wurde, kann der Shrinkwrap-Modifier mehr Vertices an das Base-Mesh anpassen und so dessen Verformungen etwas besser berücksichtigen.

Mit diesem Vorgang kann anschliessend der ganze Charakter mit einer sinnvollen Gitterstruktur extrudiert werden. Idealerweise werden die Vertices im Retopology-Mesh so angepasst, dass sie jeweils gewollte Einkerbungen (beispielsweise bei Augenringen) mit abdecken. Zudem sollten Aspekte wie Mund, Nase, Ohren und Augen idealerweise kreisförmig geschlossen sein. Ausserdem sollte beim Retopology darauf geachtet werden, dass Körperbereiche, welche sich stärker verformen (beispielweise, Ellbogen, Knie, Füsse, Hände, Schultern, Gesicht), etwas mehr Vertices aufweisen als Körperteile, welche weniger stark verformbar sein sollten.

Der Retopology-Prozess ist dabei sehr aufwändig. Zudem kann es manchmal zu Schwierigkeiten kommen, wenn etwa mehrere Reihen von Faces miteinander verknüpft werden müssen, diese aber unterschiedliche Anzahl Faces aufweisen. Zudem sollte auch hier darauf geachtet werden, wenn möglich nur Quads zu verwenden.

Objekt immer im Vordergrund darstellen lassen

Snap-Funktion aktivieren

Was bewirken die Modifier?

Probleme beim Retopology-Prozess

#### 41.1.3 Sculpt-Mesh neu berechnen lassen

Blender beinhaltet zwei Möglichkeiten, wie ein Sculpt-Mesh in seinem Aufbau neu berechnet werden kann. Zum einen kann dem skulpturierten Mesh ein Remesh-Modifier

Remesh-Funktionen



Abbildung 41.3: Besondere körperliche Merkmale, wie etwa die Augen, werden mit einer Schlaufe von Faces umreandet.

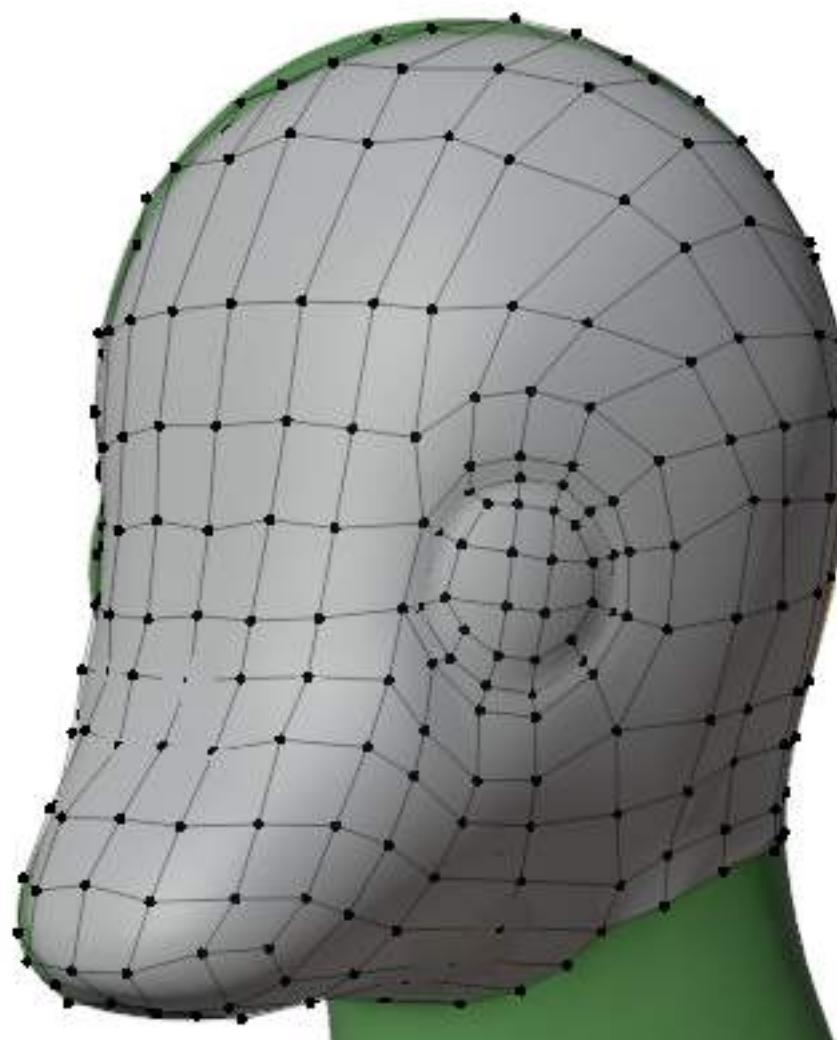


Abbildung 41.4: Die Edges werden schrittweise extrudiert.



Abbildung 41.5: Der Kopf nach dem Retopology-Prozess.

hinzugefügt werden, zum anderen kann ein Mesh im Object-Data-Properties-Reiter des Properties-Editors unter «Remesh» neu berechnet werden. Im Remesh-Menü stehen dabei verschiedene Berechnungsmethoden zur Verfügung. So kann entweder Voxel-basiert das Mesh neu erstellt werden oder basierend auf den Quads der Faces («QuadriFlow Remesh»).

Der Nachteil dieser Methode ist allerdings die geringe Kontrolle. Details im Mesh können nur automatisch ausgearbeitet werden und die resultierende Mesh-Struktur entspricht nicht immer den eigenen Vorstellungen. Zudem werden Symmetrien beim Remesh nicht berücksichtigt.

Nachteile von Remesh

## 41.2 Direktes Modellieren eines Charakters

Eine weitere Möglichkeit, um Charaktere zu erstellen, besteht darin, dass das Mesh direkt im Edit-Mode zu einer Figur verformt wird. Dies ist allerdings ebenfalls mit einem gewissen Aufwand verbunden. Dabei ist zu empfehlen, dass mehrere Fenster des 3D-Viewport-Editors geöffnet werden und diese jeweils dasselbe Objekt aus unterschiedlichen Perspektiven darstellen. Dadurch können Veränderungen schnell aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden. Auch die Verwendung von Vorlagen kann helfen, um ein Mesh nachzubilden.

Charaktere im Edit-Mode erstellen

Eine etwas einfachere Option zur Erstellung von Charakteren ergibt sich zudem durch die Verwendung des Skin-Modifiers. Hierfür wird ein neues Objekt erstellt und alle dessen Vertices in deren Mittelpunkt verbunden, indem im Edit-Mode mit der Taste **A** alle Vertices ausgewählt werden und mit der Taste **M** das Merge-Menü geöffnet wird. Darin kann anschliessend die Option «Merge / At Center» ausgewählt werden. Anschliessend kann dem Objekt ein Mirror-Modifier, gefolgt von einem Skin-Modifier, hinzugefügt werden.

Erstellung von Charakteren mittels Skin-Modifier

Der Mirror-Modifier spiegelt nun die Vertices entlang der X-Achse und der Skin-Modifier erstellt eine Oberfläche um den einzelnen Vertex herum. Wichtig ist dabei, dass die Funktion «Clipping» im Mirror-Modifier aktiviert ist, damit die Vertices nicht über den Nullpunkt der X-Achse verschoben werden können. Dadurch ist es allerdings nicht mehr möglich, Vertices vom Nullpunkt der X-Achse zu entfernen. Dementsprechend muss die Einstellung «Clipping» kurzzeitig deaktiviert werden, um einen Vertex vom Nullpunkt der X-Achse zu entfernen. Zudem sollte die Option «Merge» aktiviert sein, damit die Vertices am Nullpunkt der X-Achse miteinander verbunden werden.

Modifier vorbereiten

Mit diesen Einstellungen kann nun mittels Vertices und Edges ein Gerüst für einen Charakter erstellt werden. Indem die Skalierung der Vertices erhöht oder reduziert wird, kann die Breite verschiedener Körpersegmente, welche durch den Skin-Modifier erzeugt werden, bearbeitet werden. Diese Skalierung der Vertices kann mit der Tastenkombination **Ctrl** + **A** vorgenommen werden.

Charakter anhand eines Vertex erstellen

Der Charakter wird dabei kantig erstellt. Durch das Hinzufügen eines Subdivision-

Kanten aus Charakter entfernen

Surface-Modifiers werden diese Kanten geglättet, wobei die Anzahl Subdivisions in den meisten Fällen noch auf den Wert 2, wenn nicht sogar 3, erhöht werden sollte. Zudem kann im Skin-Modifier die Option «Smooth Shading» aktiviert werden. Dadurch werden noch vorhandene Kanten abgerundet dargestellt. Die Aktivierung des Smooth-Shadings unter «Object / Shade Smooth» führt zu keiner Veränderung, wenn die Option «Smooth Shading» im Skin-Modifier nicht aktiviert wurde.

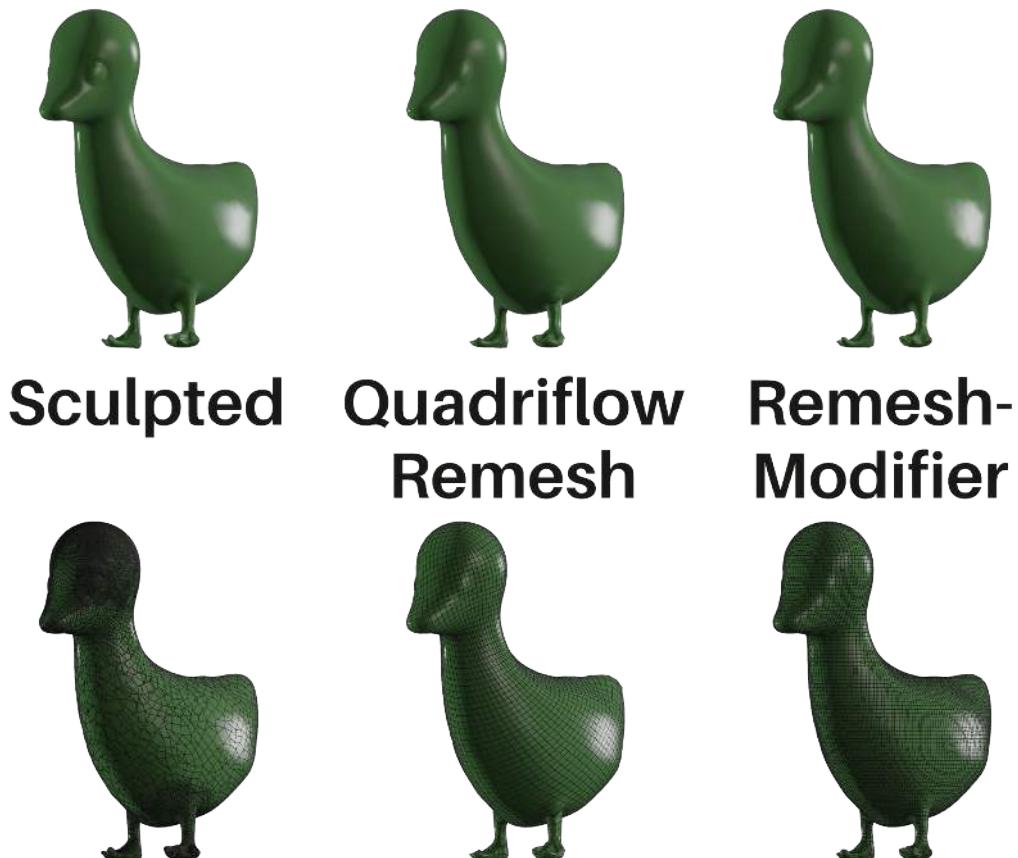


Abbildung 41.6: Ein Mesh, sowie deren Vertices im Vergleich zwischen dem gesculpteten original, einer Bearbeitung mit Quadriflow-Remesh und einer Bearbeitung mit dem Remesh-Modifier.

### 41.3 Alternative Tools zur Erstellung von Charakteren

MakeHuman

Die Erstellung von realistischen menschlichen Charakteren ist komplex aufgrund der vielen Details des menschlichen Körpers. Es gibt allerdings einige praktische alternative Programme, welche eine schnelle Erstellung von menschlichen Charakteren ermöglichen. Das Programm «*MakeHuman*» stellt eine solche Applikation dar, welche ursprünglich als Add-on für Blender erstellt wurde, mittlerweile aber als eigenständiges Programm zur Verfügung gestellt wird.

Download von  
MakeHuman

Bei MakeHuman handelt es sich ebenfalls um ein kostenfreies Programm. Auf der Website <http://www.makehumancommunity.org/> kann das Programm heruntergeladen werden. Zudem gibt es auch Plug-ins für MakeHuman und Add-ons für Blender. Durch diese kann unter anderem ein schneller Transfer der in MakeHuman erstellten Avatare in Blender ermöglicht werden.

Der Vorteil von MakeHuman besteht darin, dass sich leicht sehr unterschiedliche Charaktere erstellen lassen. Diese werden anhand verschiedener Parameter erstellt, welche unterschiedliche Körpereigenschaften der dreidimensionalen Charaktere verändern. Zudem werden Charaktere mit Texturen und Materialien versehen und können auch als 3D-Objekte aus dem Programm exportiert werden.

Funktionsweise von MakeHuman

#### 41.4 Die Rolle der Kleider

Charaktere tragen oftmals Kleidung. Simplere Kleidungsstücke können erstellt werden, indem ein Duplikat des Charakters erstellt wird und von diesem Objekt die Flächen ausgewählt werden, welche ein Kleidungsstück abdecken. Für einen Pullover würden demnach die Vertices des Torsos und der Arme ausgewählt. Die restlichen Vertices werden gelöscht. Dieser Pullover kann anschliessend etwas grösser skaliert werden und mit einer Dicke versehen werden. Dadurch erhält man bereits eine simple Form eines Kleidungsstückes.

Kleider als Duplikat des Körpers

In dem soeben beschriebenen Fall würden die Kleidungsstücke als Duplikat des Körpers erstellt, welches anschliessend einen Teil des Charakter-Meshes überdeckt. In manchen Fällen werden anschliessend die Vertices des Körpers, welche unterhalb der Kleidung liegen und somit nicht sichtbar sind, gelöscht. Dadurch entsteht ein Charakter-Mesh, welches nur die sichtbaren Teile des Körpers beinhaltet, und ein Mesh für die Kleidung, welches die fehlenden Teile des Körpers überdeckt.

Kleider ohne darunterliegenden Charakter-Mesh

Der Verzicht auf die fehlenden Körperteile hat mehrere Vorteile. Zum einen wird damit die Anzahl Vertices, welche der Charakter benötigt, reduziert. Zum anderen kann es beim Posieren oder bei der Animation von Charakteren vorkommen, dass durch Kleidung abgedeckte Körperteile sich so verformen, dass sie teilweise durch die Kleidung hindurchschauen. Wenn diese Körperteile jedoch fehlen, kann das Problem verhindert werden.

Vorteile durch das Entfernen abgedeckter Vertices

Die letzte Option zum Umgang mit Kleidern besteht darin, dass das Mesh so gestaltet wird, dass sich ein fliessender Übergang zwischen den Kleidern und den sichtbaren Körperteilen ergibt und die unsichtbaren Körperteile entfernt werden. Dabei sind die Körperteile und die Kleider direkt mit Vertices verbunden und bilden somit ein verbundenes Objekt.

Kleider und Charakter als verbundene Objekte



## 42. Tutorial: Eine Cartoon-Katze als Charakter erstellen

Das Ziel dieses Tutorials besteht darin, einen simplen Charakter in der Form einer Cartoon-Katze zu erstellen. Hierfür wird zunächst das Mesh der Cartoon-Katze erstellt. Anschliessend wird dieses Mesh texturiert, wobei das Bemalen von eigenen Texturen innerhalb von Blender erläutert wird. Zudem wird der Katze anschliessend ein Fell hinzugefügt.

Ziel dieses Tutorials

Bei der Entwicklung von Figuren für Filme oder Videospiele werden in den frühen Planungsphasen Skizzen der Charaktere erstellt. Solche Skizzen und Vorlagen können für die Erstellung der 3D-Modelle im Entwicklungsprozess verwendet werden. Für das Beispiel in diesem Tutorial wurde ebenfalls eine Vorlage erstellt. In der Referenzvorlage ist die Cartoon-Katze aus allen Perspektiven abgebildet. Idealerweise werden in solchen Fällen sechs Versionen des Referenzbildes erstellt und in der Welt bewegt und rotiert, sodass pro Ansicht auf das Objekt ein Referenzbild verfügbar ist.

Charaktererstellung mit Referenzbildern

In der Datei «*Cat\_Character*» wurden bereits sechs Versionen des Referenzbildes erstellt und ausgerichtet und platziert. Um die Referenzbilder zu sehen, muss jeweils eine entsprechende Perspektive (beispielsweise die Vogelperspektive mit der Taste **[7]**) angesteuert werden. Die Referenzbilder sind in der Collection «*Referenzbilder*» zusammengefasst. Durch ein Deaktivieren dieser Collection im Outliner-Editor werden die Referenzbilder nicht mehr angezeigt.

Referenzbilder sind in Datei eingebunden

### 42.1 Mesh-Erstellung

#### 42.1.1 Grundformen hinzufügen

Die Katze hat einen runden Torso und einen runden Kopf. Aus diesem Grund ist eine Kugel das beste Primitiv, um mit der Erstellung der Katze zu beginnen. Allerdings wird die Verwendung einer UV-Sphere im Verlaufe des Tutorials zu Schwierigkeiten führen, da sich am oberen und unteren Ende der UV-Sphere Tris befinden. Aus diesem Grund werden zunächst die Tris aus einer neu erstellten UV-Sphere entfernt. Dies wird allerdings lediglich auf einer Seite der UV-Sphere durchgeführt, da die Tris auf der anderen Seite der UV-Sphere noch von Nutzen sein werden.

Mesh-Primitive hinzufügen

Um die Tris aus einer UV-Sphere zu entfernen, kann zunächst im «*Add*»-Menü unter «*Mesh / UV Sphere*» eine neue UV-Sphere hinzugefügt werden. Anschliessend sollte das Kontext-Menü zur zuletzt durchgeföhrten Aktion in der linken unteren Ecke des 3D-Viewport-Editors ausgeklappt werden und die Anzahl Vertices und Segmente angepasst werden. Die UV-Sphere soll viermal weniger Subdivisions aufweisen als in den Standardeinstellungen. Hierfür wird die Anzahl «*Segments*» auf 8 gesetzt und die Anzahl «*Rings*» auf 4. Anschliessend kann die UV-Sphere von unten aus mit der Tastenkombination **Alt**

Tris aus UV-Sphere entfernen

+  7 betrachtet werden. Aus dieser Ansicht sollten nun die untersten zwei Reihen von Faces sichtbar sein. Die unterste Reihe besteht aus acht Tris und die untere Reihe aus acht Quads. Je zwei der Tris in der oberen Reihe könnten zu einem Quad zusammengefügt werden. Hierfür muss lediglich jedes zweite Edge zwischen den aneinander gereihten Tris ausgewählt und aufgelöst werden. Dabei ist wichtig, dass jene Edges aufgelöst werden, die nicht direkt auf den Achsen liegen. Zum Auflösen der Edges kann die Taste  zum Öffnen des Lösch-Menüs gedrückt werden, und anschliessend die Option «*Dissolve Edges*» ausgewählt werden. Dadurch werden die Edges entfernt und die jeweiligen Tris zu Quads umgewandelt.

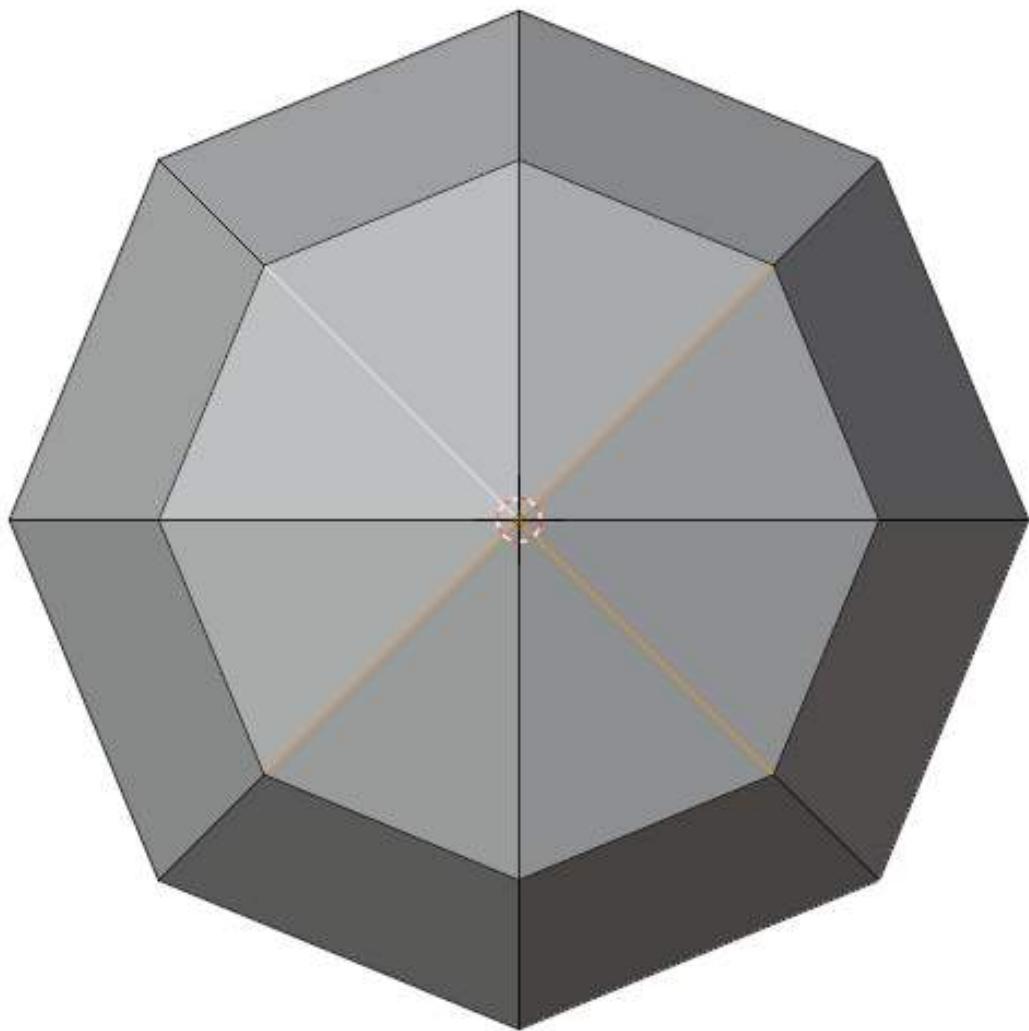


Abbildung 42.1: Die Edges zwischen den Tris, welche nicht entlang der Achsen verlaufen, können aufgelöst werden, damit Quads entstehen.

Subdivision-Surface-Modifier hinzufügen

Der bearbeiteten UV-Sphäre, welche nur noch an einem Ende der Kugel Tris aufweist, kann nun ein Subdivision-Surface-Modifier hinzugefügt werden und dessen Anzahl Subdivisions auf 2 erhöht werden. Die Struktur der Faces wird durch den Subdivision-Surface-

Modifier nun unterschiedlich an den beiden Enden verformt. An der Seite mit den Tris werden lediglich die Edges, welche auf den Tris basieren, verformt und die darüberliegenden Edges werden gleichmässig als Ringe dargestellt. Die Seite mit den Quads wird ebenfalls verformt, sodass sich weniger gleichmässige Ringe bilden. Dafür sind allerdings alle Faces ähnlich strukturiert.

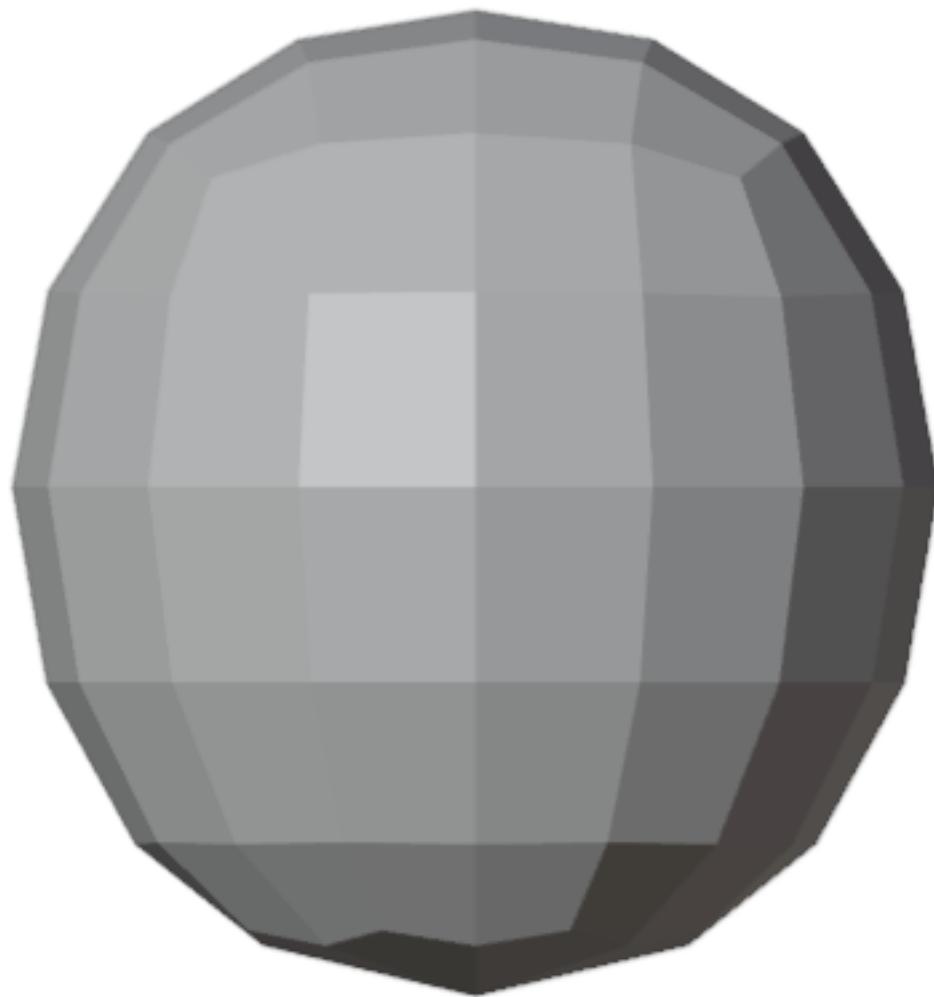


Abbildung 42.2: Eine UV-Sphere, deren unteren Ende lediglich aus Quads besteht und mit einem Subdivision-Surface-Modifier ausgestattet wurde.

Die UV-Sphere kann nun als Körper der Katze verwendet werden. Hierfür wird die UV-Sphere mittig in der Höhe des Torsos der Katze platziert. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass das Ende der UV-Sphere mit den Tris nach oben gerichtet ist.

Körper ausrichten

Anschliessend wird die UV-Sphere im Object-Mode mit der Tastenkombination **Shift** + **D** dupliziert. Das Duplikat wird als Kopf verwendet und wird deshalb mittig des Kopfes ausgerichtet. Das Duplikat der UV-Sphere sollte zudem um 180° entlang der X- oder Y-Achse rotiert werden, damit die Seite mit den Tris bei dieser Kugel nach unten ausgerichtet ist. Zudem kann der Kopf um den Faktor 1.2 skaliert werden, damit er dieselbe Grösse wie auf dem Bild der Katze aufweist.

Kopf erstellen und ausrichten

### 42.1.2 Körper und Kopf verbinden

Als Nächstes soll der Kopf mit dem Körper der Katze verbunden werden. Dies erfordert zunächst allerdings noch Vorbereitungen. Zuerst wird der Subdivision Surface-Modifier bei beiden UV-Spheres angewendet. Hierfür muss jeweils bei dem entsprechenden Modifier das Dropdown-Menü geöffnet und auf «Apply» geklickt werden.

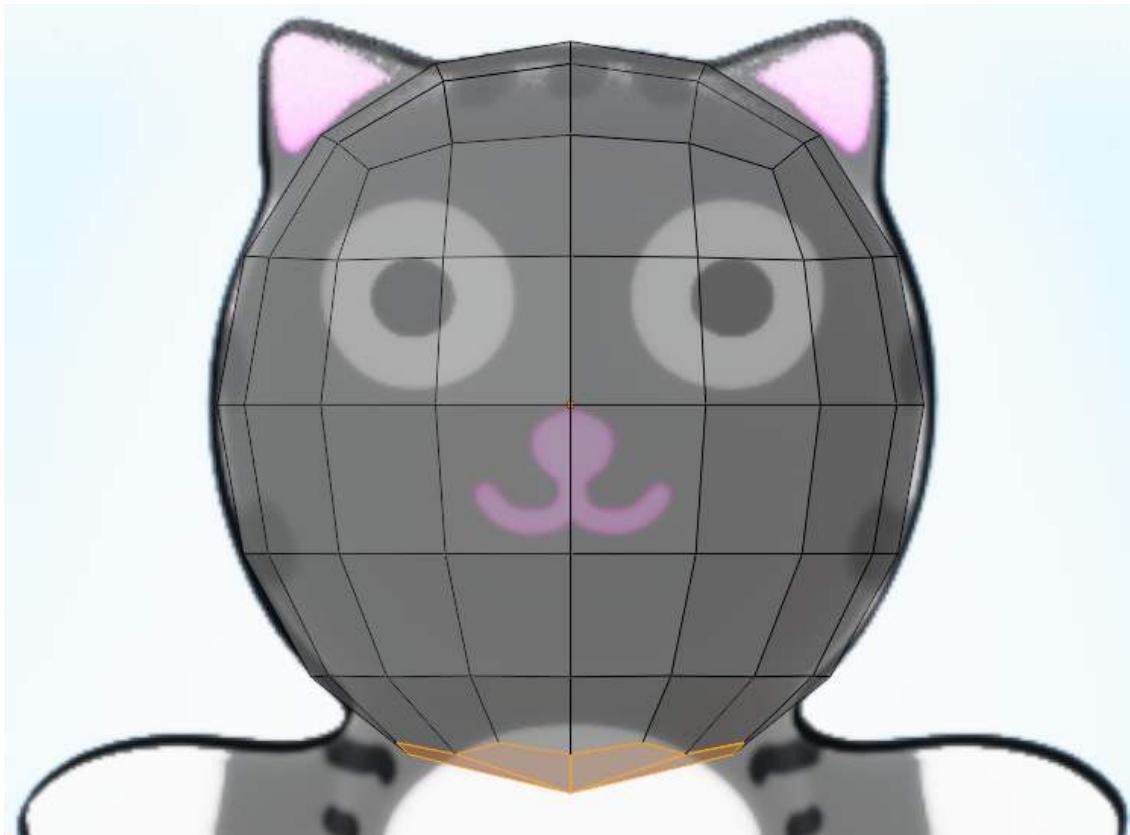


Abbildung 42.3: Die UV-Sphere wird zur Form des Kopfes ausgerichtet. Dabei befindet sich die Seite mit den Tris unten.

Bei der UV-Sphere, welche den Körper der Katze bildet, können nun alle Vertices, welche sich über dem Hals befinden, ausgewählt und gelöscht werden. Bei der UV-Sphere, welche den Kopf der Katze darstellt, können zudem alle Vertices, welche sich unterhalb des Halses der Katze befinden gelöscht werden. Anschliessend können die beiden UV-Spheres im Object-Mode ausgewählt und mit der Tastenkombination `Ctrl` + `J` verbunden werden. Dadurch werden die beiden UV-Spheres zu einem einzigen Objekt verbunden.

Als Nächstes können die Vertices der beiden Kugelöffnungen ausgewählt werden. Diese Vertices sollten nun miteinander verbunden werden. Im Edge-Menü, welches mit der Tastenkombination `Ctrl` + `E` geöffnet werden kann, ist dies direkt mit der Option «*Bridge Edge Loops*» möglich. Dadurch werden die Edges der unteren Kugel passend mit den Edges der oberen Kugel verbunden.

Um den Hals der Katze etwas anzupassen, wird ihm eine zusätzliche Reihe an Edges hinzugefügt. Mittels der Tastenkombination `Ctrl` + `R` wird ein Loop-Cut gestartet

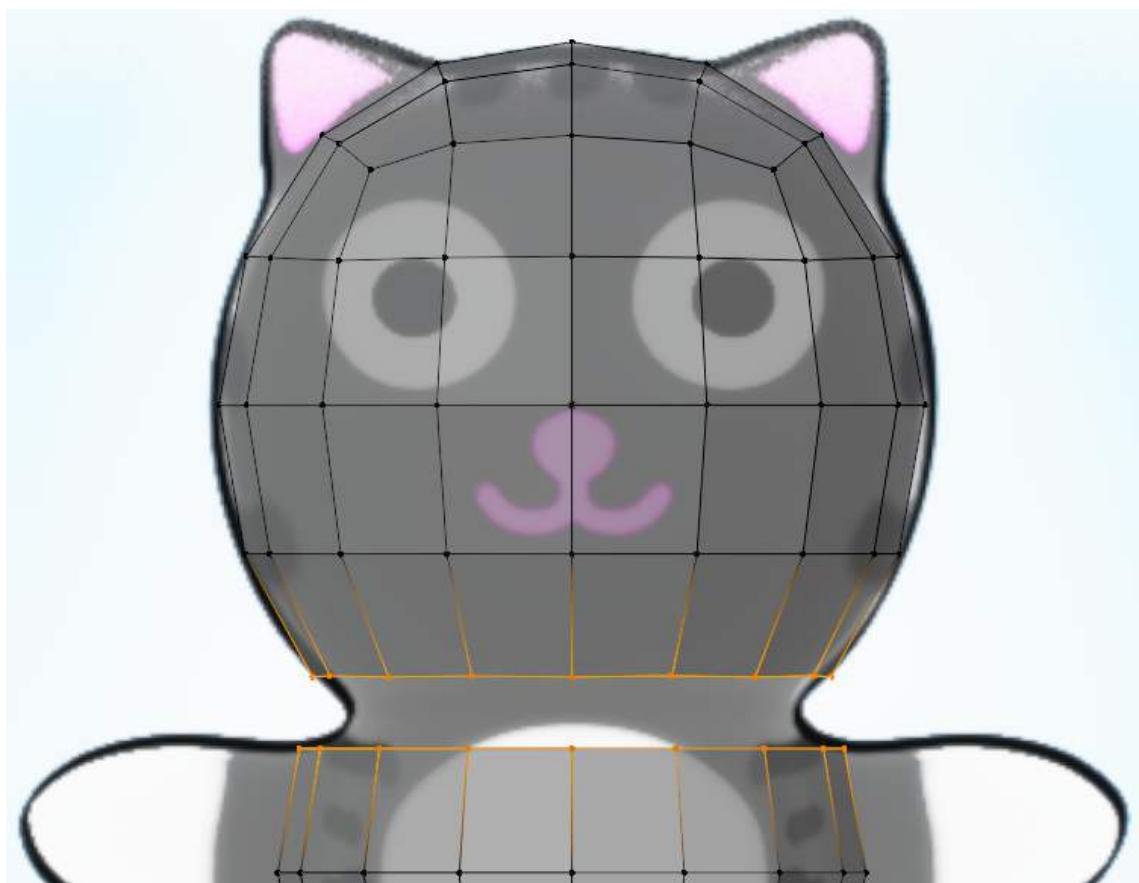


Abbildung 42.4: Die überlappenden Vertices werden von beiden UV-Spheres entfernt und die beiden UV-Spheres miteinander verbunden.

und damit eine neue Reihe von Edges in der Mitte des Halses hinzugefügt. Diese Edges können anschliessend um den Faktor 0.85 skaliert werden.

### 42.1.3 Extremitäten hinzufügen

Extremitäten hinzufügen

Der nächste Schritt besteht darin, der Katze Extremitäten – also Arme, Beine und Ohren – hinzuzufügen. Diese Extremitäten sind auf der linken und der rechten Seite des Katzenkörpers identisch. Deshalb macht es Sinn, eine symmetrische Bearbeitung der Katze vorzunehmen.

Mirror-Modifier hinzufügen

Um die Katze symmetrisch bearbeiten zu können, wird ein Mirror-Modifier verwendet. Dieser macht allerdings nur Sinn, wenn vorher alle Vertices der einen Körperhälfte der Katze entfernt wurden. Deshalb werden alle Vertices der einen Körperhälfte – aber nicht diejenigen in der Körpermitte – ausgewählt und mit der Taste **X** gelöscht. Anschliessend kann der Mirror-Modifier hinzugefügt werden. Im Mirror-Modifier sollte zudem die Option «*Clipping*» aktiviert werden, damit die Vertices nicht über die Körpermitte hinaus verschoben werden, und es sollte überprüft werden, dass die Option «*Merge*» aktiviert ist. Zudem kann ein Subdivision-Surface-Modifier hinzugefügt werden, um die Kanten des Meshes etwas zu glätten.

Armansatz erstellen

Um die Arme der Katze zu erstellen, können vier Faces auf der rechten Seite des Torsos ausgewählt werden, an denen sich nachfolgend die Arme befinden werden. Diese Faces können anschliessend mittels der Taste **E** extrudiert und entlang der Arme der Katze platziert werden, sodass sich ein Armsatz bildet. Hierbei wird idealerweise die Frontalansicht verwendet, damit die Arme nicht schräg nach hinter oder vorne extrudiert werden.

Arme abrunden

Die extrudierten Arme sind aufgrund der Quads viereckig und würden blockartige Arme mit abgerundeten Kanten ergeben. Deshalb werden die Vertices in den Ecken der vier extrudierten Faces ausgewählt. Diese können anschliessend um den Faktor 0.75 skaliert werden. Dadurch werden die Ecken jeweils näher zueinandergezogen, während die Vertices in der Mitte der extrudierten Faces an ihrer Position bleiben. Dies führt zu einer runden Form des Armes.

Arme extrudieren

Die Faces, welche das Ende des Armsatzes bilden, können nun wieder ausgewählt und schrittweise entlang des Armes extrudiert werden. Dabei sollten bei jedem Schritt nebst der Position auch die Rotation und die Skalierung etwas angepasst werden, sodass die Form der Arme aus dem Referenzbild dargestellt wird.

Faces subdividen

Für die Beine werden mehr Faces benötigt. Deshalb wird das gesamte Mesh ausgewählt und im Edge-Menü die Option «*Subdivide*» ausgewählt. Dadurch werden alle Faces in kleinere Faces unterteilt, was mehr Faces zum Erstellen der weiteren Extremitäten bietet.

Beinansatz erstellen

Am Unterkörper der Katze können nun 4x4 Faces ausgewählt werden, welche gemeinsam die Beine der Katze bilden werden. Diese Faces können anschliessend entlang der Beine extrudiert werden, sodass sie einen Ansatz der Beine bilden.

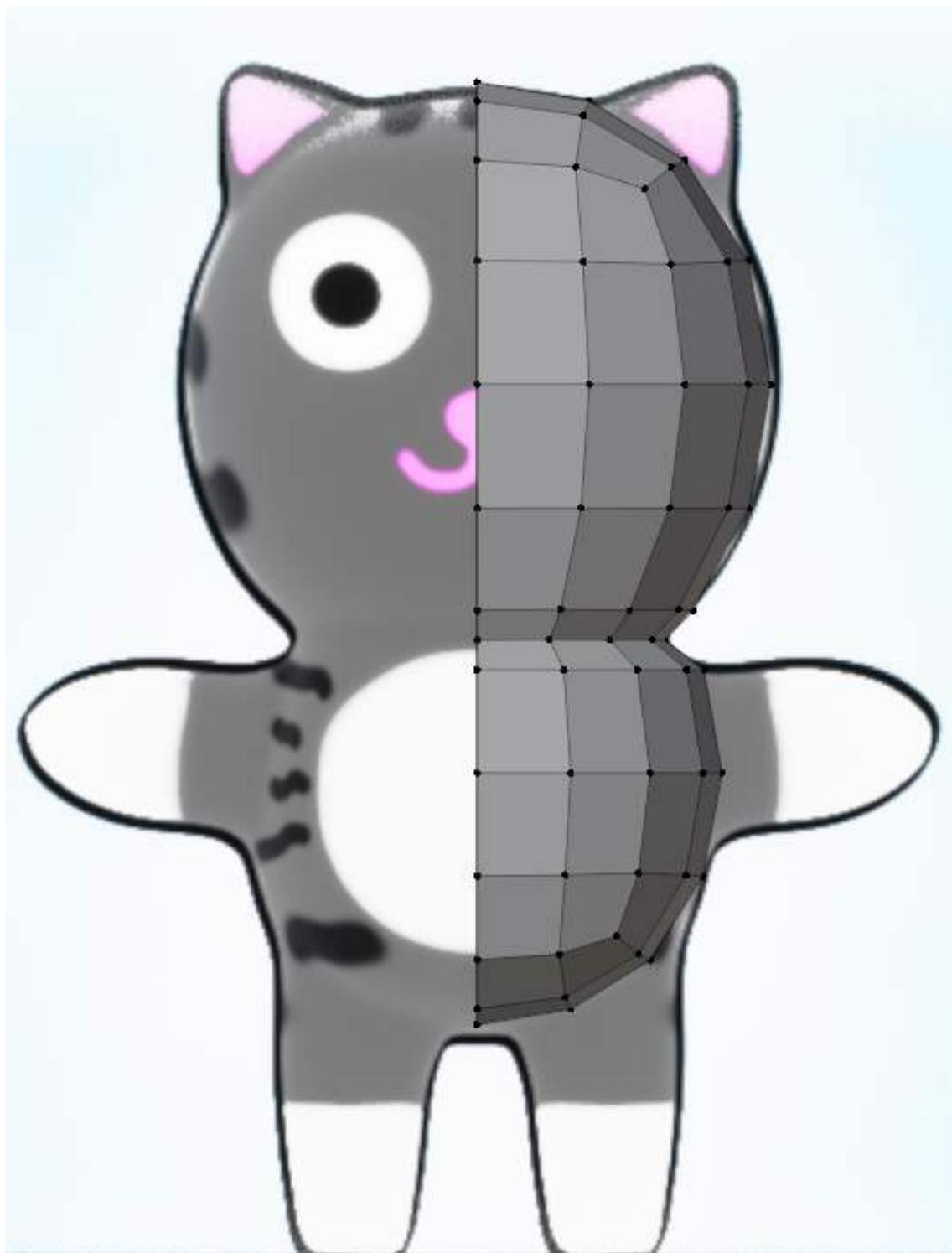


Abbildung 42.5: Die Hälfte des Meshes wird entfernt, damit es mit einem Mirror-Modifier für die weitere Bearbeitung gespiegelt werden kann.

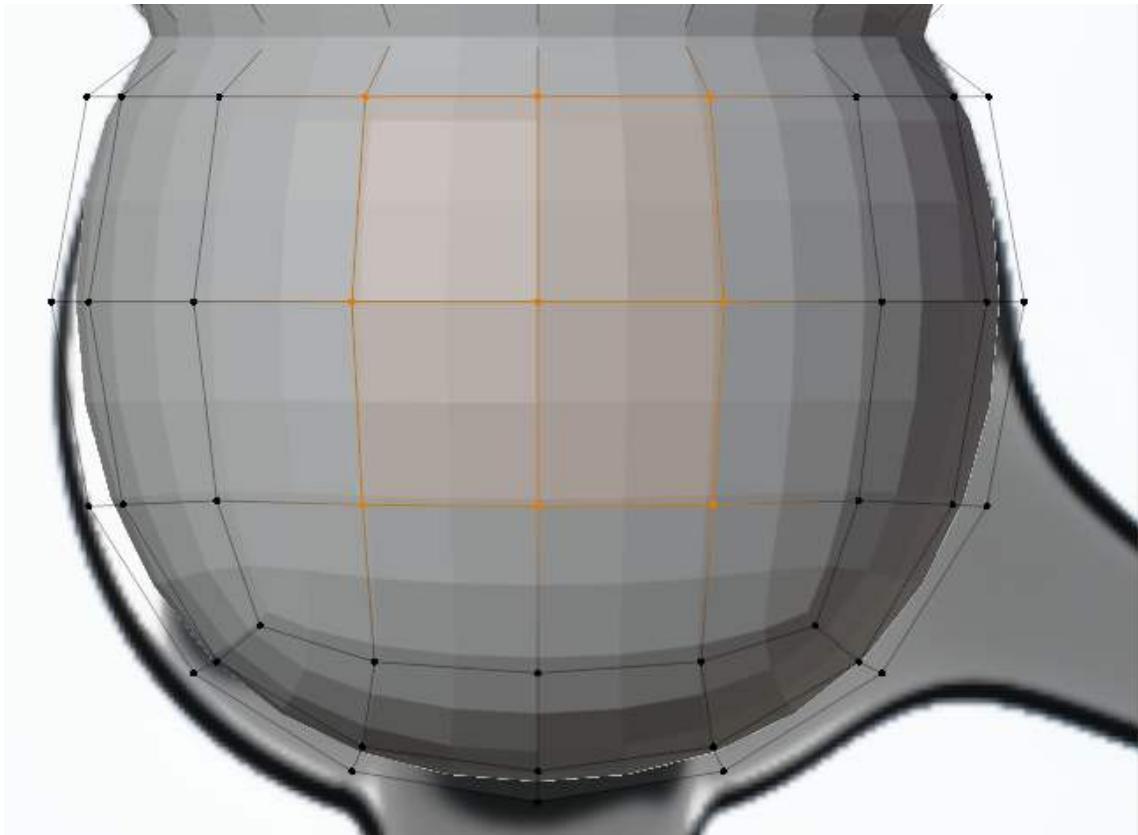


Abbildung 42.6: Die Faces, aus denen der Arm extrudiert werden soll, werden ausgewählt.

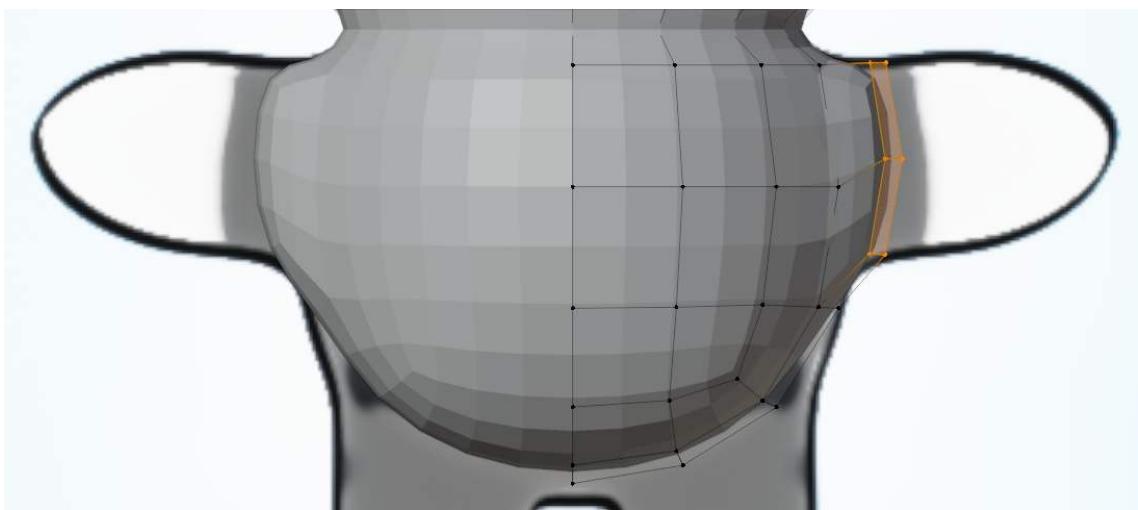


Abbildung 42.7: Ein Ansatz für den Arm wird extrudiert.

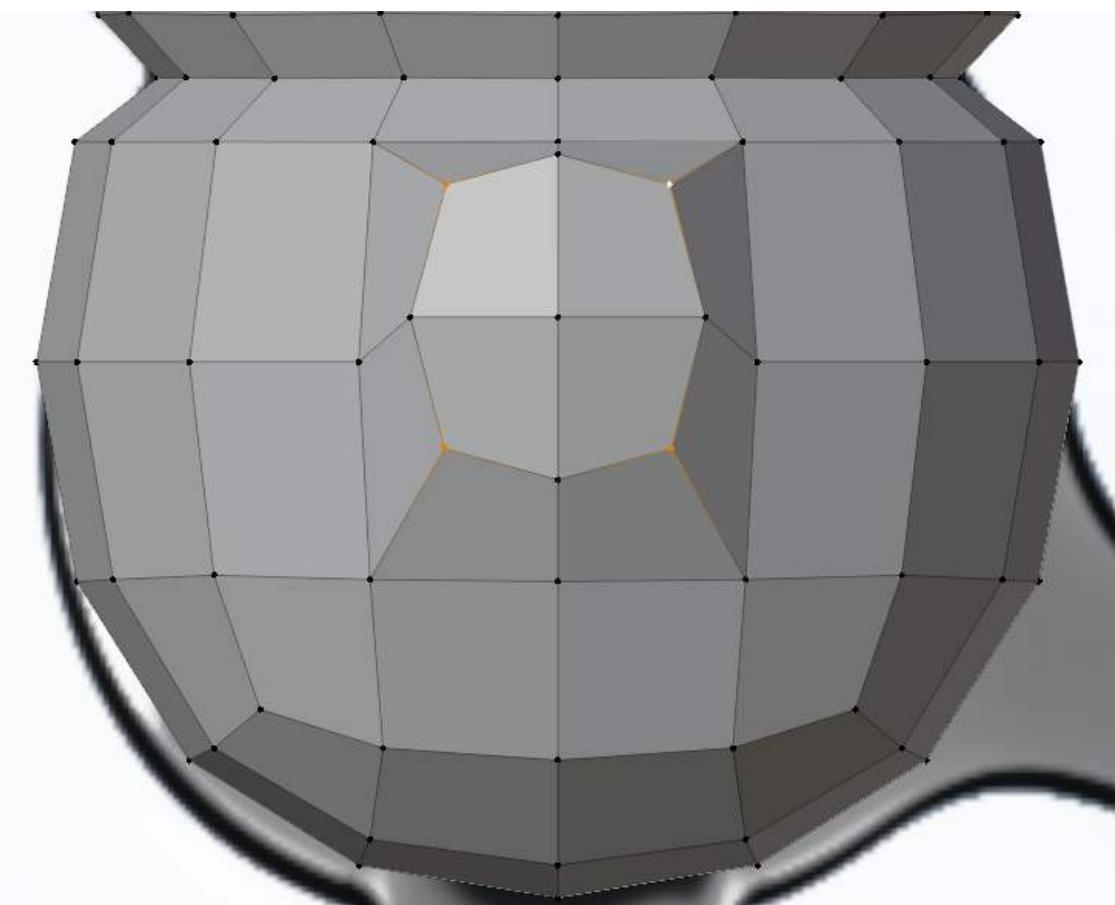


Abbildung 42.8: Die Vertices des extrudierten Armes werden kreisförmig angeordnet.

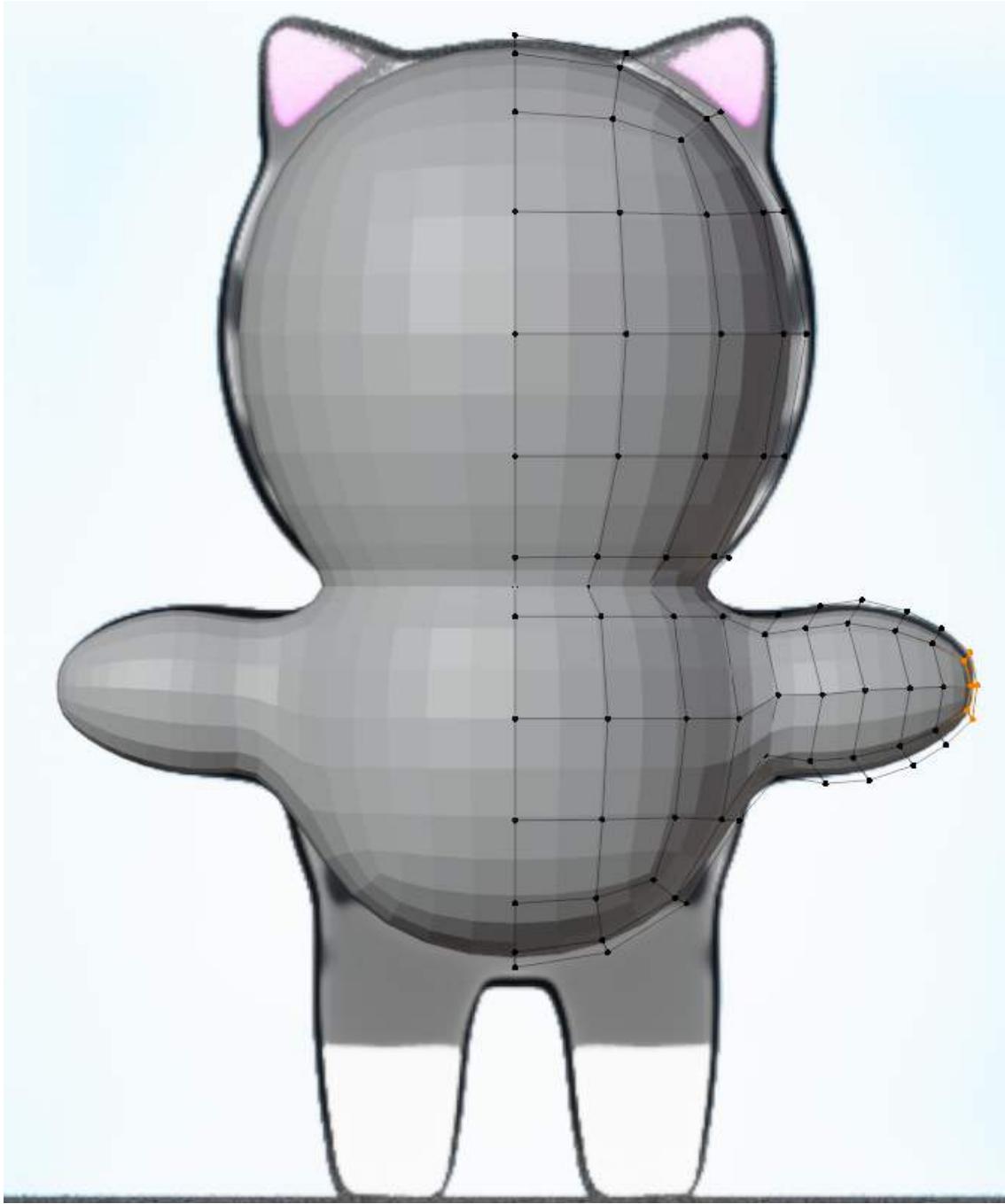


Abbildung 42.9: Die Arme werden entsprechend dem Referenzbild schrittweise extrudiert.

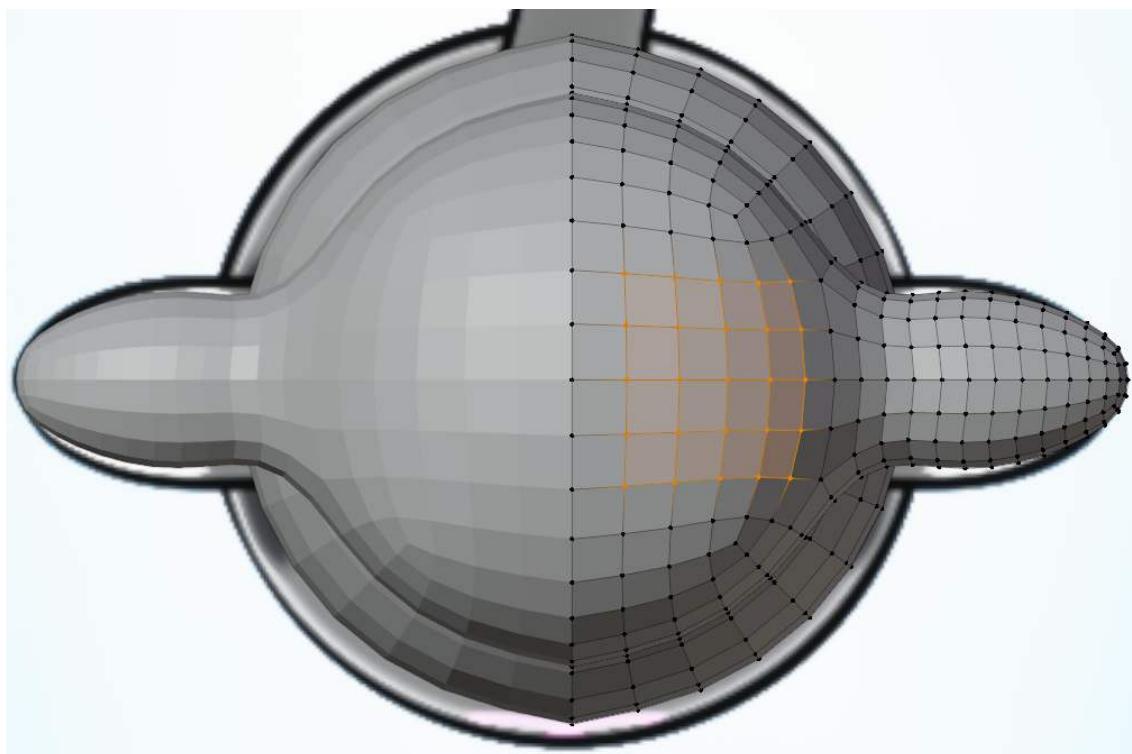


Abbildung 42.10: Die Faces, aus denen die Beine extrudiert werden, werden ausgewählt.

Auch bei den Beinen macht es Sinn, die Vertices des Ansatzes kreisförmig anzurichten. Hierfür können zunächst alle Vertices, welche diagonal zwischen den Ecken und in den Ecken liegen, ausgewählt und um den Faktor 0.7 skaliert werden. Anschliessend können die Vertices, welche an den Kanten zwischen den Ecken und den Kantenmittnen liegen, ausgewählt und um den Faktor 0.9 skaliert werden.

Beinansatz  
rund verformen

Die Faces, welche den Beinansatz bilden, können nun ausgewählt und schrittweise entlang der Beine extrudiert werden. Dabei sollte, wie bereits bei den Armen, die Position, Rotation und Skalierung der Faces bei jedem Zwischenschritt überprüft werden. Damit sind die Beine bereits erstellt.

Beine  
extrudieren

Um die Ohren der Katze zu erstellen, können 3x2 Faces ausgewählt werden, aus denen die Ohren anschliessend schrittweise extrudiert werden. Dabei sollten bei jeder Extrusion die Faces kleiner skaliert werden. Es könnte etwa folgendermassen vorgegangen werden:

Ohren  
extrudieren

- Die Faces werden um 0.1 Meter extrudiert.
- Die Faces werden um den Faktor 0.9 skaliert.
- Die Faces werden um 0.1 Meter extrudiert.
- Die Faces werden um den Faktor 0.7 skaliert.
- Die Faces werden um 0.1 Meter extrudiert.
- Die Faces werden um den Faktor 0.6 skaliert.
- Die Faces werden um 0.05 Meter extrudiert.
- Die Faces werden um den Faktor 0.4 skaliert.

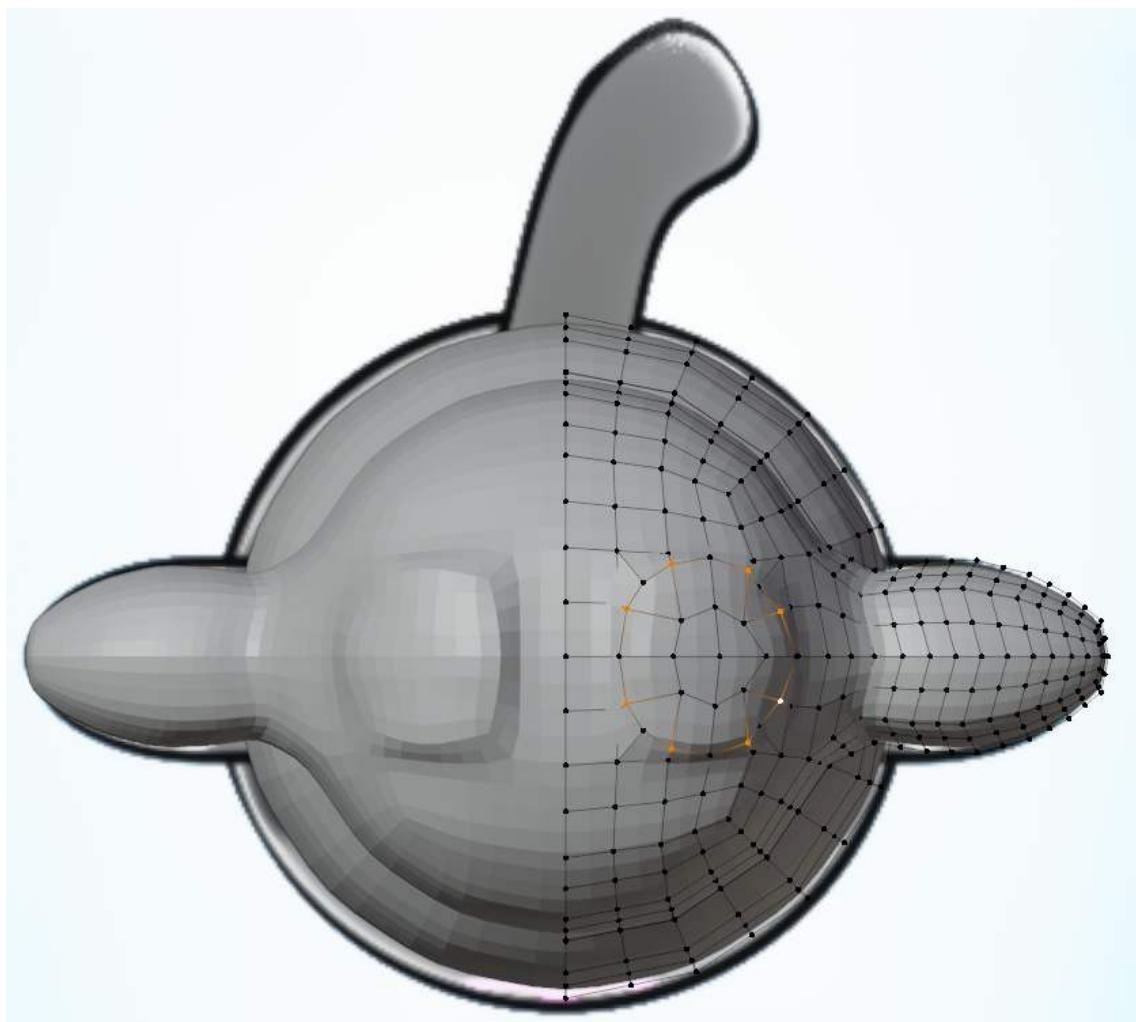


Abbildung 42.11: Die Vertices des Beinansatzes werden kreisförmig angeordnet.

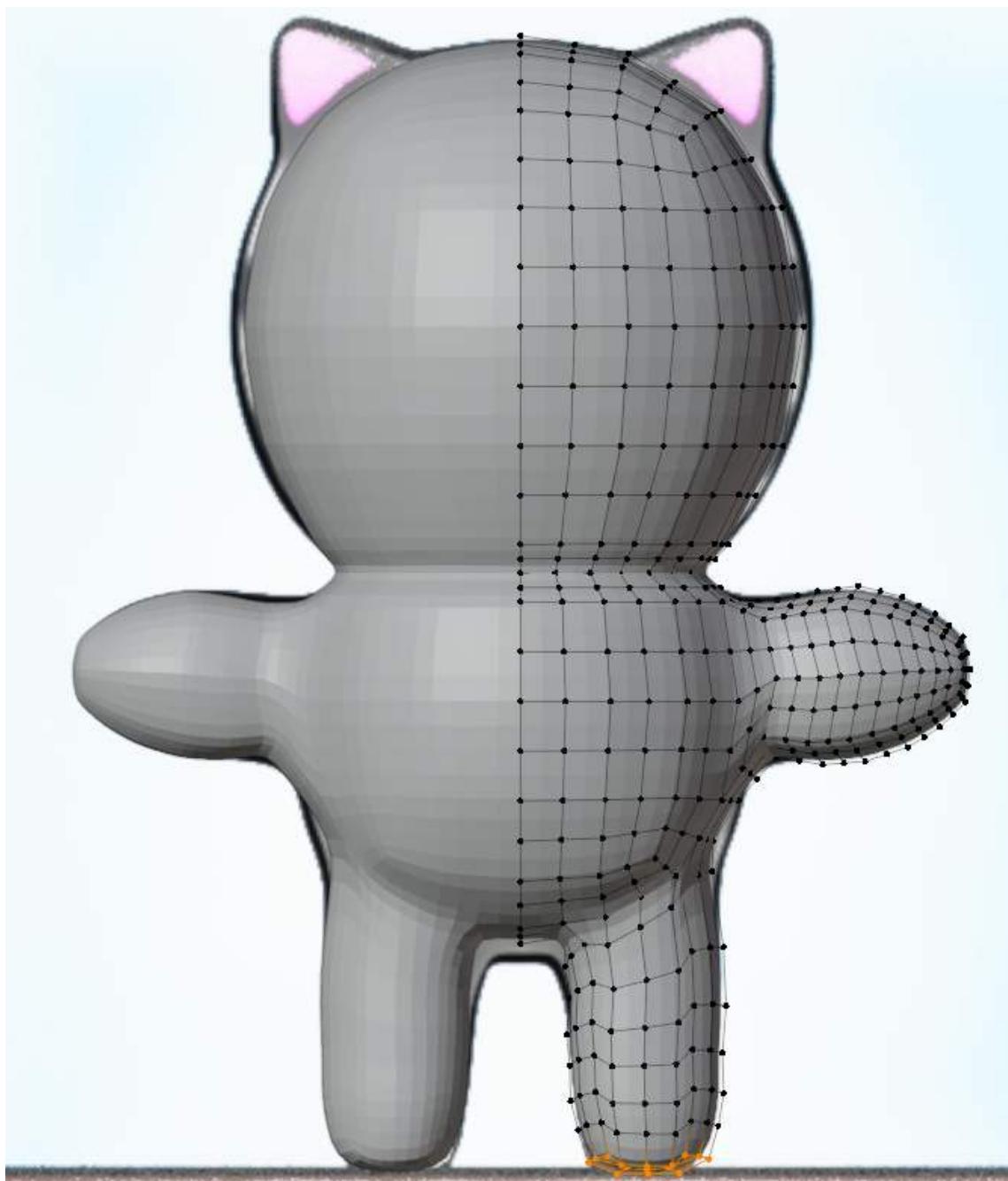


Abbildung 42.12: Die Beine werden schrittweise entlang der Referenzvorlage extrudiert.

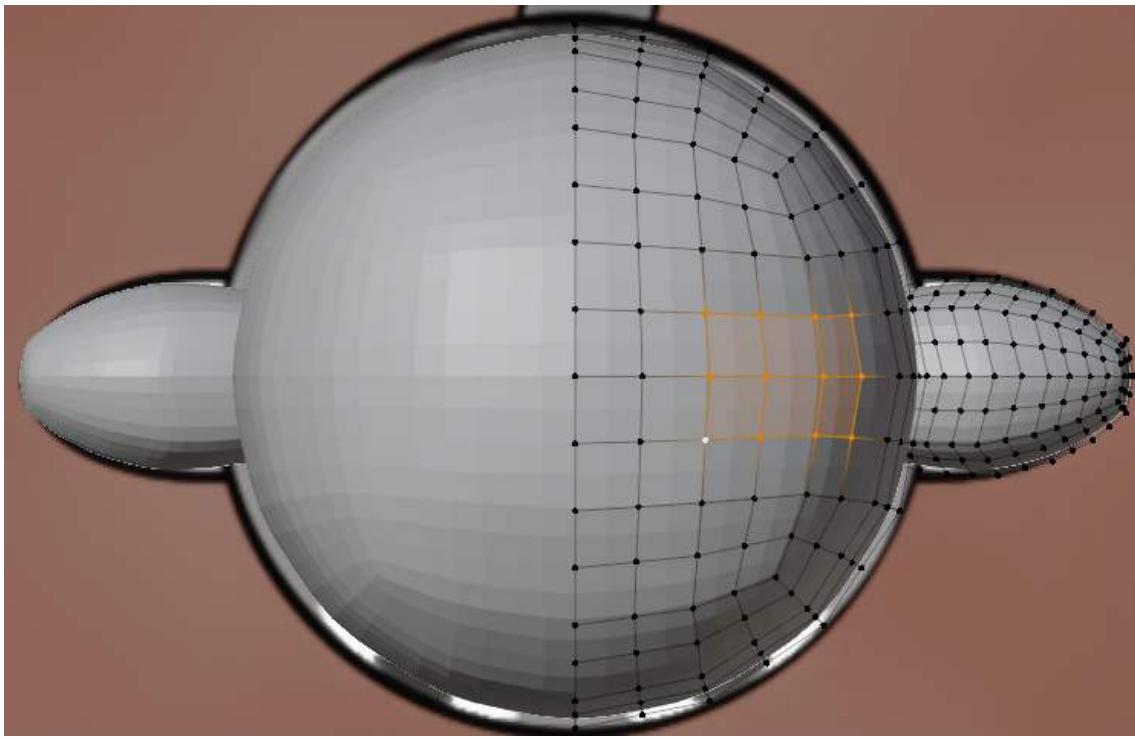


Abbildung 42.13: Die Faces, aus denen die Ohren extrudiert werden, werden ausgewählt.

### 42.1.4 Schwanz hinzufügen

Mirror-Modifier  
anwenden

Der Schwanz der Katze stellt die letzte Extremität dar, welche noch erstellt werden muss. Dieser verläuft allerdings nicht symmetrisch und gerade. Deshalb muss von nun an eine nicht-symmetrische Bearbeitung erfolgen. Aus diesem Grund wird der Mirror-Modifier auf das Mesh angewendet. Dadurch können im Edit-Mode weitere Änderungen durchgeführt werden, welche keine Symmetrie benötigen.

Mehrere  
3D-Viewport-  
Editoren öffnen

Zudem benötigt die Erstellung des Schwanzes einen Abgleich der Vertex-Position aus verschiedenen Ansichten heraus. Hierfür können mehrere weitere 3D-Viewport-Editoren aus den Ecken des 3D-Viewport-Editors herausgezogen und in den jeweiligen Editoren eine andere Kameraansicht ausgewählt werden. Dadurch kann in jedem Editor betrachtet werden, was die Veränderungen aus einer anderen Perspektive bewirken. Dafür sollte die Ansicht von oben und von der Seite verwendet werden. Bei Bedarf können zusätzliche 3D-Viewport-Editore für die Ansicht von hinten und von der anderen Seite verwendet werden.

Schwanz  
extrudieren

Für den Schwanz der Katze können 4x4 Faces ausgewählt werden. Diese können zunächst einmal extrudiert und anschliessend nach demselben Schema wie bei den Beinen kreisförmig angeordnet werden. Anschliessend können die Faces schrittweise entlang des Schwanzes extrudiert werden. Auch hier sollte darauf geachtet werden, dass die Position, Rotation und Skalierung der extrudierten Faces bei jedem Zwischenschritt angepasst werden.

Shade-Smooth

Nach diesem Schritt ist die Mesh-Bearbeitung beendet. Damit das Mesh etwas glatter

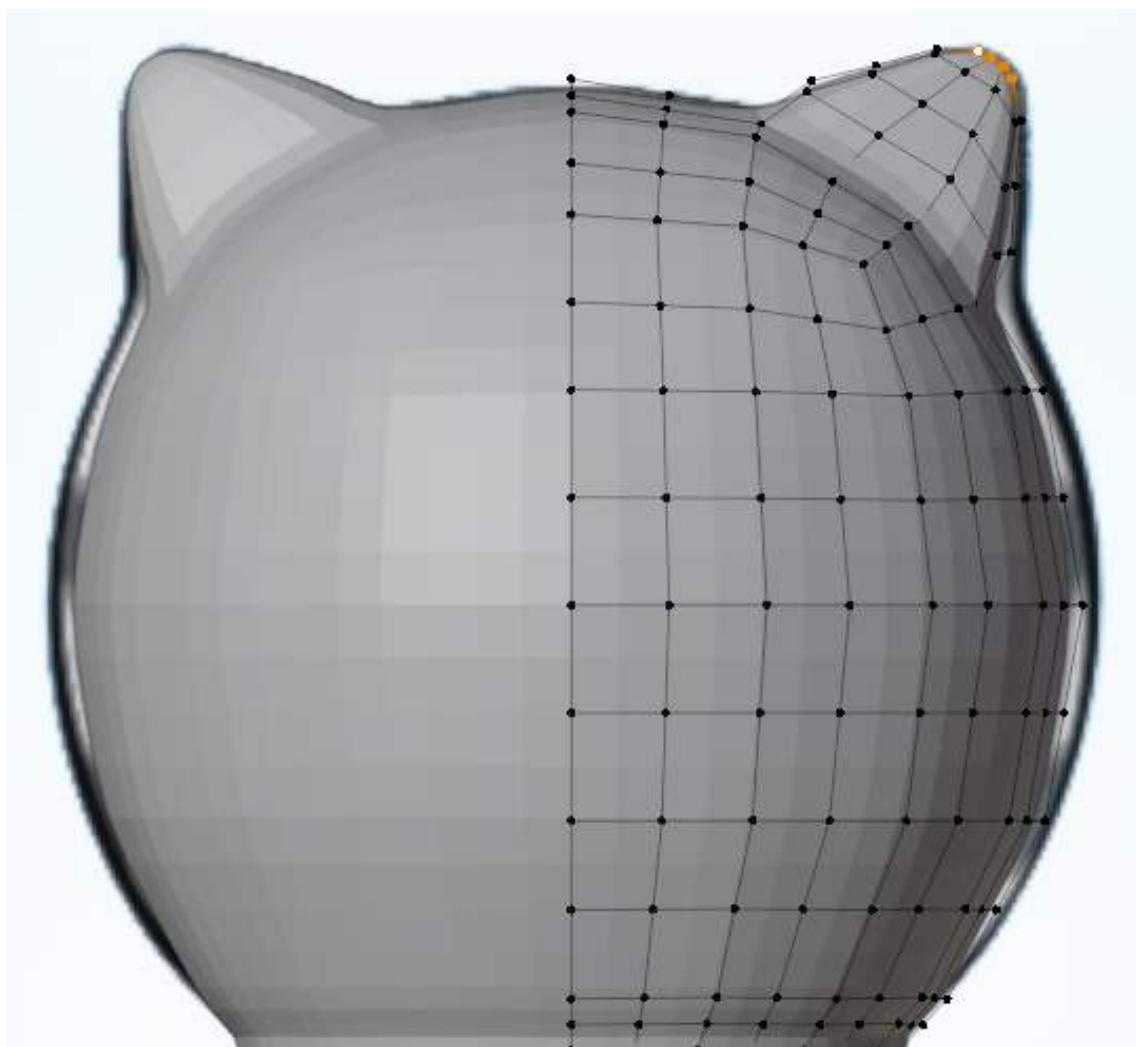


Abbildung 42.14: Die Ohren werden schrittweise entlang der Referenzvorlage extrudiert.

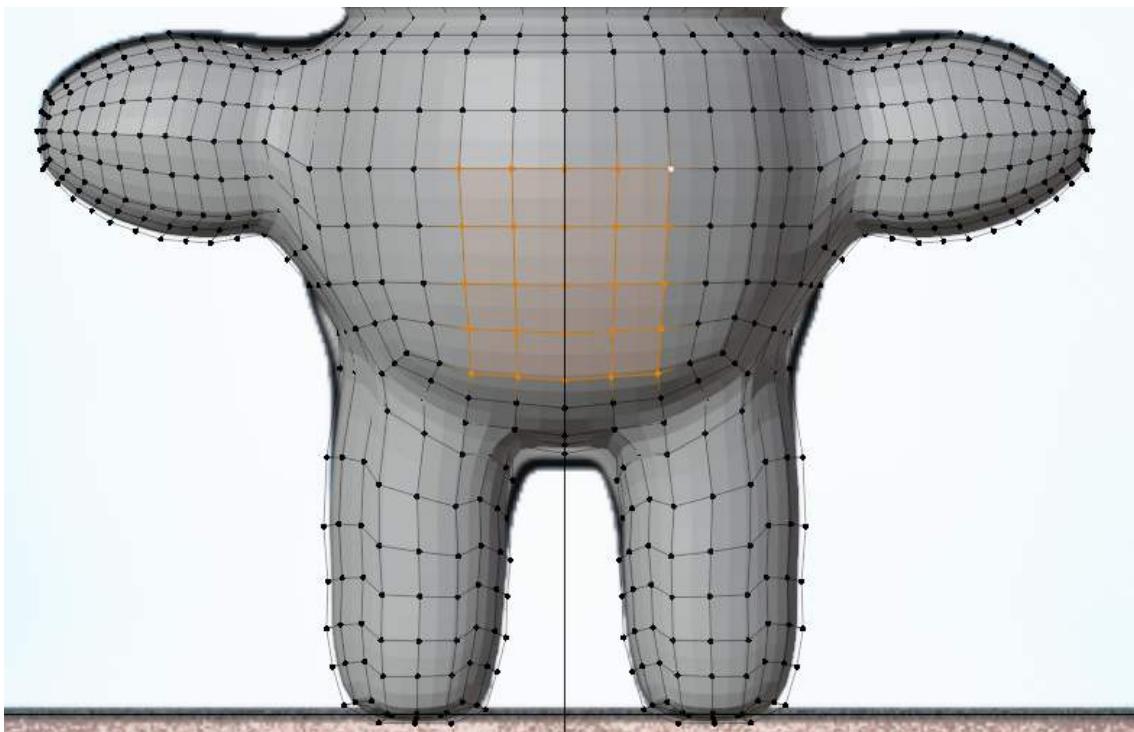


Abbildung 42.15: Die Faces, aus denen der Schwanz extrudiert wird, werden ausgewählt.

aussieht, kann der Wert für die Subdivisions im Subdivision-Surface-Modifier erhöht werden. Zusätzlich kann im Object-Mode unter «Object / Shade Smooth» eine glatte Darstellung der Faces aktiviert werden.

## 42.2 Textur-Vorbereitung

**UVs der Katze** Durch die Bearbeitung der Katze sind die UVs des Meshes stark verzerrt worden. Zudem überlappen sich einige UVs, da das Mesh ursprünglich aus zwei UV-Spheres erstellt wurde. Deshalb sollte das UV-Mapping der Katze verbessert werden.

**UVs sollten dem Detailgrad der Textur angepasst werden** Im Verlaufe der Texturierung wird sich allerdings herausstellen, dass das UV-Mapping in diesem Projekt besonders relevant ist. Einige Bereiche des Meshes weisen in der Textur einen grösseren Detailgrad auf als andere Bereiche. Damit diese Details auch auf der Textur dargestellt werden können, benötigen diese mehr Fläche auf der Textur. Deshalb ist es sinnvoll darauf zu achten, dass die entsprechenden Faces, welche mehr Details aufweisen, auch grössere UVs einnehmen.

**Seams** Um die UVs gezielt vergrössern oder verkleinern zu können, muss definiert werden, welche Bereiche grössere UVs benötigen. Damit diese Flächen angesteuert werden können, kann im Edit-Mode definiert werden, an welchen Edges entlang UVs auseinandergeschnitten werden sollen. Dabei handelt es sich um die Seams der Edges. Um Seams zu definieren, müssen zunächst die entsprechenden Edges, welche mit einem Seam versehen werden sollen, ausgewählt werden. Anschliessend kann das Edge-Menü mit der Tastenkombination **Ctrl** + **E** geöffnet werden. Mit der Option «*Mark Seam*» wird diesen Edges

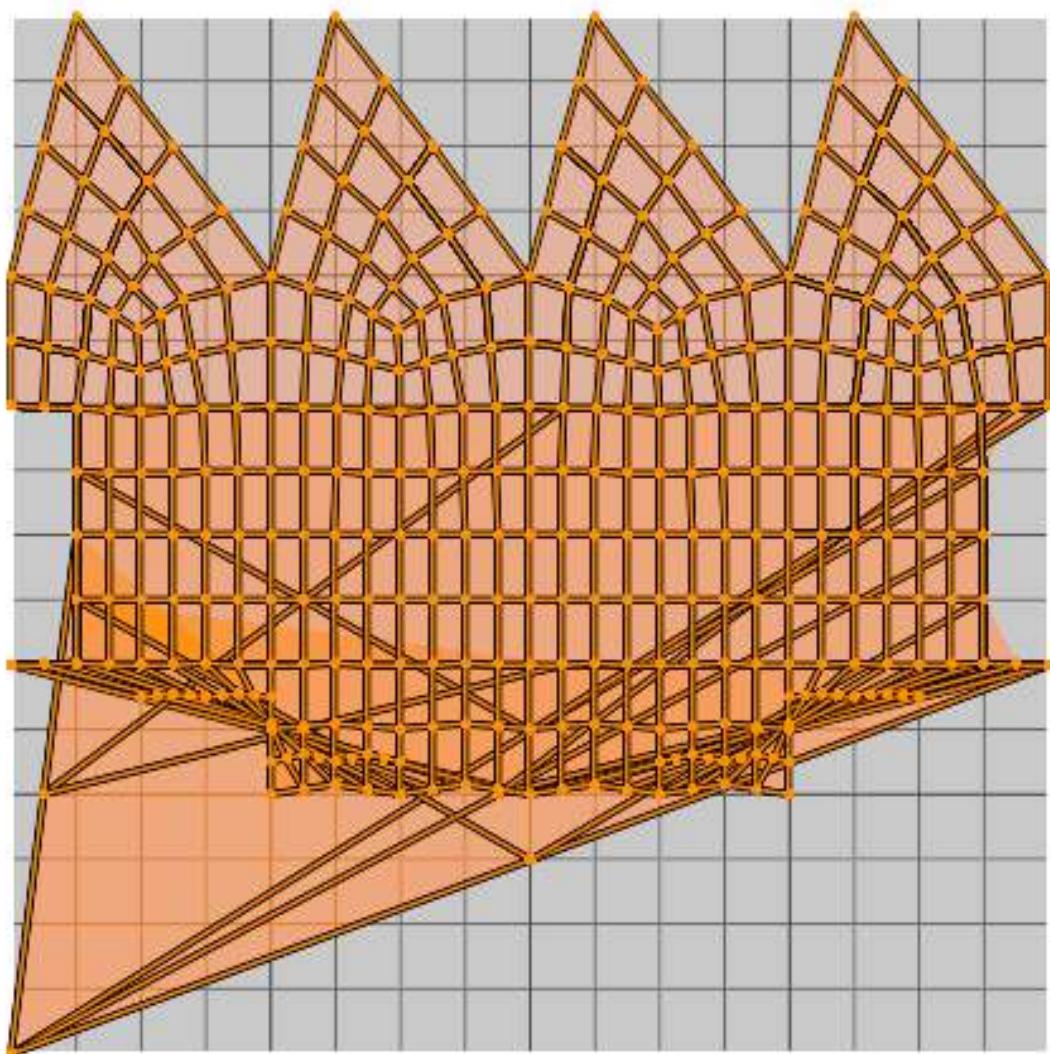


Abbildung 42.16: Die UV-Map der erstellten Katze ist aufgrund der Mesh-Bearbeitung durcheinander geraten.

anschliessend ein Seam zugewiesen. Wenn ein Seam entfernt werden soll, kann das entsprechende Edge ausgewählt und die Option «*Clear Seam*» im Edge-Menü verwendet werden. Die Seams werden mit einer roten Markierung im Edit-Mode dargestellt.

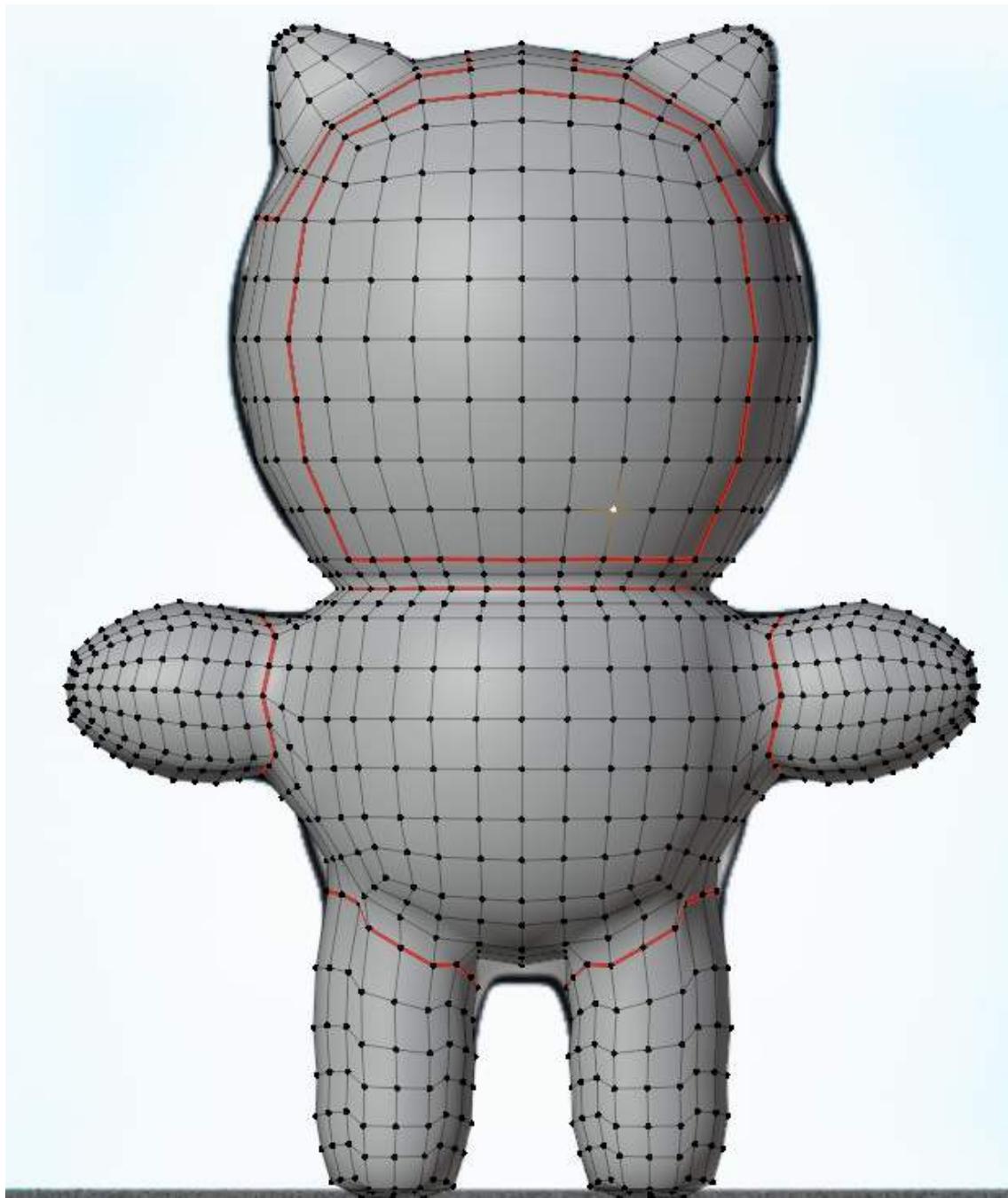


Abbildung 42.17: Durch die Seams wird vorgegeben, welche Faces in der UV-Map als gemeinsame Insel dargestellt werden sollen.

### Seams dem Mesh hinzufügen

Die wichtigen Konturen der Katze, welche mehr Details erfordern, stellen die Ohren, die Arme, die Beine, den Schwanz und den Gesichtsbereich dar. Dementsprechend müssen diese Bereiche durch die Zuweisung von Seams in verschiedene Areale unterteilt werden. Bei den Ohren sollte zudem darauf geachtet werden, dass ein Seam entlang des Ohres verläuft, sodass die Vorderseite des Ohres eine separate Fläche bildet, die mit Seams

abgegrenzt wird.

Nachdem die Seams definiert wurden, sollten die UVs erneut erstellt werden. Hierfür werden zunächst alle Vertices mit der Taste **A** ausgewählt. Mit der **U**-Taste kann das Menü «UV Mapping» geöffnet und darin die Option «Unwrap» ausgewählt werden. Dadurch werden die UVs neu berechnet und dabei die Seams berücksichtigt. Im Kontext-Menü kann zudem unter «Margin» angegeben werden, dass ein gewisser Abstand zwischen den einzelnen UVs im Mapping berücksichtigt werden soll. Dieser Wert kann beispielsweise auf 0.01 gesetzt werden.

Im UV-Editor können anschliessend die erstellten UVs betrachtet werden. Dort sollte darauf geachtet werden, dass die UVs der Ohren etwas vergrössert werden, sodass sie einen grösseren Bereich innerhalb der Textur einnehmen. Durch die Auswahl der Faces, welche die Vorderseite der Ohren abbilden, werden deren UVs im UV-Editor sichtbar. Wenn mittels der Taste **A** anschliessend alle Faces des Meshes ausgewählt werden, erscheinen die anderen UVs ebenfalls wieder im UV-Editor. Anschliessend kann der Mauszeiger über die UV-Insel der Ohren gelegt werden und die Taste **L** gedrückt werden, um alle Vertices der Ohren auszuwählen.

Die ausgewählten UVs der Ohren können anschliessend, so wie auch Elemente im 3D-View-Port-Editor, mit der Taste **G** bewegt, der Taste **S** skaliert und der Taste **R** rotiert werden. So können die UVs der vorderen Ohrenseite vergrössert werden. Dabei sollte dann darauf geachtet werden, dass sich die vergrösserten Ohren nicht über anderen UVs befinden. Bei Bedarf können auch die UV-Inseln der anderen Körperteile, welche mehr Details benötigen vergrössert werden. Um sich mehr Platz im UV-Raum zu verschaffen müssen hierfür möglicherweise andere Inseln, welche weniger Details beinhalten, verkleinert werden.

### 42.3 Textur-Erstellung

Im nächsten Schritt wird die Katze texturiert. Hierfür wird dem Mesh ein neues Material hinzugefügt und im Shader-Editor wird dem Principled-BSD-Shader eine Textur hinzugefügt. Hierfür sollte der Principled-BSD-Shader ausgewählt und die Tastenkombination **Ctrl** + **T** gedrückt werden. Dadurch wird ein Image-Texture-Node mitsamt einem Mapping- und einem Texture-Coordinate-Node hinzugefügt.

Im Image-Texture-Node wird nun eine neue Textur erstellt, indem auf die Schaltfläche «New» geklickt wird. Dadurch öffnet sich ein Dialogfeld, in dem der Name definiert werden kann. Unter «Width» und «Height» können die Grössenverhältnisse und die Auflösung der Textur definiert werden. Hierfür kann die standardmässige Auflösung von 1024 x 1024 Pixel verwendet werden. Zudem kann unter «Color» eine Farbe ausgewählt werden, mit der die Textur erstellt wird. In diesem Falle kann eine graue Farbe ausgewählt werden. Diese wird anschliessend die Grundfarbe der Katze darstellen.

Anschliessend kann der Image-Editor statt des Shader-Editors geöffnet werden. Dort kann

UV-Unwrapping

Zugehörigkeit  
der UVs  
ermitteln

UVs anpassen

Material  
hinzufügen

Neue Textur  
erstellen

anschliessend im Dropdown-Menü links neben der Schaltfläche «New» die soeben erstellte Textur ausgewählt werden. Diese sollte anschliessend innerhalb des Image-Editors angezeigt werden.

Texturen müssen separat abgespeichert werden

Diese Textur stellt nun allerdings lediglich ein Bild dar, welches innerhalb von Blender erzeugt wird. Beim Schliessen des Programmes wird diese Textur nicht abgespeichert.

Es ist deshalb jeweils notwendig, diese Textur im Image-Editor unter «Image / Save» als externe Bilddatei abzuspeichern.

Hierfür kann beispielsweise ein Bild im PNG-Format abgespeichert werden. Auch zusätzliche Änderungen auf der Textur müssen unter diesem Menüpunkt nochmals abgespeichert werden. Sobald eine Textur bearbeitet wurde und es nicht abgespeicherte Änderungen gibt, wird dies mit einem Sternchen in der Menüleiste signalisiert. Die Menüleiste «Image» wird dann als «Image\*» gekennzeichnet.

Wo wird die Textur bemalt?

Als Nächstes geht es darum, die Textur zu bemalen. Dabei gibt es zwei Möglichkeiten. Entweder wird im Image-Editor direkt die Textur bemalt. Hierfür muss allerdings die Einstellung des «View» Modes in der linken oberen Ecke des Image-Editors auf den «Paint»-Mode umgestellt werden. Die zweite Methode besteht darin, dass die Textur auf dem Mesh im 3D-Viewport-Editor bemalt wird. Hierfür muss der Texture-Paint-Mode anstelle des Object- oder Edit-Modes ausgewählt werden. Diese Methode ist in der Regel praktischer. Unabhängig davon, welche der beiden Methoden verwendet wird, sind die Tools identisch.

Toolbar des Texture-Paint-Modes

In der Toolbar des Texture-Paint-Modes finden sich ein paar Werkzeuge, um die Textur zu bemalen. Mittels der Option «Draw» kann etwa gemalt werden und mittels der Option «Fill» kann eine Farbfläche mit einer Farbe gefüllt werden. Zudem besteht auch die Möglichkeit, Farbübergänge zu verwischen mittels «Smear» oder weicher zu gestalten mittels «Soften».

Brush-Settings

In der Sidebar auf der rechten Seite des 3D-Viewport-Editors finden sich zudem weitere Einstellungen zu dem ausgewählten Werkzeug unter dem Reiter «Brush Settings». So können an dieser Stelle die anzuwendende Farbe und die Stärke, mit der die Farbe auf die Textur angewendet wird, definiert werden. Im Bereich «Radius» kann zudem der Radius des Pinsels definiert werden. Dies kann allerdings, wie im Sculpt-Mode, auch mit der Taste **F** und einer Mausbewegung geschehen. Dabei führt eine Mausbewegung nach links zu einer Verkleinerung des Radius und eine Mausbewegung nach rechts zu einer Vergrösserung des Radius.

Farbpaletten

Wenn eine Farbe häufiger verwendet wird, kann eine Farbpalette erstellt werden und diese Farbe der Farbpalette hinzugefügt werden. Unter dem Reiter «Color Palette» kann mit der Schaltfläche «New» eine neue Farbpalette hinzugefügt werden, und mittels der «+»-Schaltfläche die aktuell ausgewählte Farbe der Farbpalette hinzugefügt werden. Durch einen Klick auf eine Farbe innerhalb der Farbpalette wird diese automatisch ausgewählt.

Texture-Slots

Eine wichtige Einstellung findet sich im Reiter «Texture Slots». Dort wird die aktuell

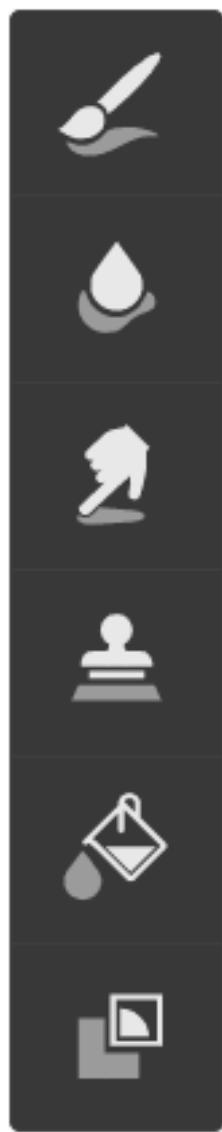


Abbildung 42.18: Icons in der Tool-Bar des Texture-Paint-Mode.

bearbeitete Textur angezeigt. Wenn sich keine Veränderungen in der Textur des Meshes bei der Bearbeitung ergeben, sollte überprüft werden, ob die korrekte Textur in diesem Slot ausgewählt ist.

### Linien stabilisieren

Innerhalb des Reiters «*Stroke*» der «*Brush Settings*» findet sich eine nützliche Einstellung zur Erstellung von Linien. Die Option «*Stabilize Stroke*» hilft bei der Stabilisierung der Maus beim Zeichnen. Dabei wird eine Linie jeweils mit einer Verzögerung gezeichnet. Während dieser Verzögerung wird die derweil zurückgelegte Bewegung der Maus berechnet und geglättet. Dadurch ergeben sich klarere Linien.

### Katze bemalen

Nun kann die Katze bemalt werden. Hierfür müssen jeweils die korrekten Farben ausgewählt werden und die entsprechenden Bereiche auf dem Objekt mit dem Draw-Tool bemalt werden. Die bemalten Bereiche werden anschliessend direkt auf die Textur übertragen, anhand der UVs. Sollten sich mehrere UVs übereinander befinden, werden automatisch auch die anderen UVs mit bemalt.

### Symmetrisches bemalen

Viele Aspekte der Katze, welche bemalt wird, erfolgen symmetrisch. Die weissen Füsse, die weissen Arme, die Augen, die Nase und die Ohren sollten auf beiden Seiten symmetrisch bemalt werden. Im Reiter «*Symmetry*» der Sidebar kann eine Achse aktiviert werden, damit eine symmetrische Bearbeitung erfolgt. In diesem Fall kann die X-Achse ausgewählt werden, damit gleichzeitig beide Seiten des Meshes bearbeitet werden. Um die Schwanzspitze weiss einzufärben, sollte jeweils darauf geachtet werden, dass die Symmetrie wieder ausgeschaltet wird.

### Maximaler Detailgrad

Der Detailgrad, mit dem auf die Textur gemalt werden kann, hängt nebst der Anordnung der UVs auch von der Auflösung der Textur ab. Je höher die erstellte Textur aufgelöst ist, desto detaillierter kann gezeichnet werden. Wenn die Zeichnungsfläche auf der Textur zu klein ist und somit mehrere Pixel überproportional auf das Mesh angewendet werden, kann dies dazu führen, dass verformte Zeichnungen entstehen. Eine höher aufgelöste Textur bringt allerdings auch den Nachteil, dass es abhängig von der Rechenleistung des Computers zu längeren Wartezeiten während des Bemalens der Textur kommt.

### Textur abspeichern

Sobald die Katze fertig bemalt wurde, sollte unbedingt daran gedacht werden, die Textur im Image-Editor nochmals zu speichern. Ansonsten geht die erstellte Textur beim Beenden von Blender verloren.

#### Übung 18: Katze bemalen

##### Übung 18.1

Fügen Sie einen zweiten Image-Texture-Node im Material der Katze ein und verbinden Sie diesen mit dem Color-Input des Principled-BSDF-Shaders. Erstellen Sie eine neue Textur und bemalen Sie die Katze nach eigenen Vorstellungen.

## 42.4 Die Katze geht zum Friseur

### Zweites Material der Katze hinzufügen

Zu guter Letzt wird noch aufgezeigt, wie der Katze Haare hinzugefügt werden können. Hierfür wird der Katze ein zusätzliches Material hinzugefügt. Diesem Material kann

ebenfalls die Textur der Katze als Grundfarbe zugewiesen werden. Dieses Material wird anschliessend das Material der Katzenhaare darstellen.

Im Particle-Properties-Reiter des Properties-Editors kann anschliessend ein neues Partikelsystem auf die Katze angewendet werden und dafür die Einstellung «*Hair*» verwendet werden. Die Anzahl der Haare kann dabei deutlich reduziert werden, da anschliessend manuell weitere Haare hinzugefügt werden. Zudem kann die Länge der Haare ebenfalls reduziert werden, beispielsweise auf 0.1 Meter. Ebenso können die Anzahl Segmente der Haare reduziert werden, etwa auf den Wert 3. Unter dem Reiter «*Render*» kann im Dropdown-Menü «*Material*» das neu erstellte Material für die Haare ausgewählt werden. Dieses wird anschliessend auf die erstellen Haare angewendet.

Haare hinzufügen

Durch das neu hinzugefügte Haar-Partikelsystem ist im 3D-Viewport-Editor nun ein neuer Bearbeitungsmodus verfügbar. Statt des Object-Modes wird deshalb nun der Particle-Edit-Mode verwendet. Mit dieser Option können die Haare eines Objektes innerhalb des 3D-Viewport-Editors bearbeitet werden. Durch diese Bearbeitung gehen allerdings einige Einstellungsmöglichkeiten im Particle-Properties-Editor verloren.

Particle-Edit-Mode

An dieser Stelle ist es allerdings je nach Rechenleistung empfehlenswert das aktuelle Blender-Projekt nochmals abzuspeichern, falls die Hardware nicht mehr mit den Partikeln mithalten kann. Zudem sollte auch in den nächsten Bearbeitungsschritten jeweils zwischengespeichert werden.

Speichern nicht vergessen

In der Toolbar des Particle-Properties-Editors findet sich die Option «*Add*». Wenn diese Option ausgewählt ist, können neue Haare mit der Maus auf dem Mesh platziert werden.

Haare hinzufügen

In der Sidebar lassen sich zudem der Radius und die Anzahl Haare, die gemeinsam platziert werden, einstellen. Mittels der Option «*Keys*» kann definiert werden, wie viele Segmente die hinzugefügten Haare aufweisen sollen. Hierfür sollten bereits 3 Segmente ausreichen.

Mittels der Funktion «*Length*» kann die Länge der Haare variiert werden. In der Sidebar kann dabei ausgewählt werden, ob man gerade Haare verlängern oder kürzen möchte. Ist die Funktion «*Length Mode*» auf «*Grow*» gestellt, werden die Haare verlängert, und wenn sie auf «*Shrink*» gestellt ist, werden die Haare verkürzt. Um Haare ganz zu entfernen, kann zudem in der Toolbar die Funktion «*Cut*» ausgewählt werden.

Haarlänge bearbeiten

Mit der Funktion «*Comb*» können diese Haare in verschiedene Richtungen gekämmt werden. Je mehr Segmente dem Haar hinzugefügt wurden, desto mehr Winkelveränderungen können durch das Kämmen erzielt werden und umso glatter können die Haare verformt werden.

Haare kämmen

## Übung 19: Particle-Edit-Mode

### Übung 19.1

Frisieren Sie die Katze im Particle-Edit-Mode.



Abbildung 42.19: Icons in der Toolbar des Particle-Edit-Modus.

## 43. Was ist Rigging?

Ein 3D-Charakter kann im Unterschied zu anderen Objekten – beispielsweise einem Stuhl – verschiedene Posen einnehmen. Dadurch können Informationen, beispielsweise über die aktuelle Handlung des Charakters oder dessen scheinbare Stimmung vermittelt werden. Jede dieser Posen stellt dabei einen spezifischen Zustand des Charakter-Meshes dar. Es wäre möglich, das Mesh für eine Pose abzuändern und verschiedene Meshes für verschiedene Posen zu erstellen (z.B. ein Mesh für eine winkende Pose eines Charakters, ein Mesh für eine nachdenkliche Pose eines Charakters, usw.). Dies führt allerdings dazu, dass es für jede Pose ein einzelnes Mesh braucht. Zudem sind dadurch auch keine Animationen des Meshes möglich.

Posen als verschiedene Mesh-Zustände

Um diese Probleme zu lösen, können den Charakteren – aber auch generell Meshes, Rigging welche verschiedene Posen einnehmen können – mit einem Rigging versehen werden. Dabei wird ein Gerüst erstellt, anhand dessen sich das Mesh verformen lässt. Dieses Gerüst stellt ein Skelet dar, mit verschiedenen Knochen, anhand deren sich das Mesh verformen lässt.

Abbildung 1 zeigt einen Charakter mit einem dazugehörigen Skelet. Indem der Charakter Skelet anschliessend diesem Skelet zugewiesen wird, kann er anhand der einzelnen Knochen bewegt und posiert werden.

Die einzelnen Knochen des Skelets werden als Oktaeder – ein Objekt mit vier Flächen Knochen – dargestellt. Am Anfang und am Ende des Oktaeders befinden sich je eine Kugel, welche den Kopf oder den Schwanz des Oktaeders darstellen. Diese Kugeln werden jeweils verwendet, um Gelenke darzustellen.

Die Knochen ermöglichen eine Verformung des Meshes entlang der Länge der jeweiligen Knochen. Der Knochen selbst, kann allerdings nicht verbogen werden. Dies entspricht auch den Bewegungsmustern von realen Menschen. Menschliche Verbiegungen ergeben sich jeweils an den Gelenken zwischen mehreren Knochen und werden dann entlang der Knochen ausgerichtet. Ein Knochen selbst wird allerdings (zumindest bei gesunden Bewegungen) nicht verformt.

Knochen als Grundlage für Verformungen



Abbildung 43.1: Das Mesh eines Charakters, mit einem dazugehörigen Skelet für das Rigging.

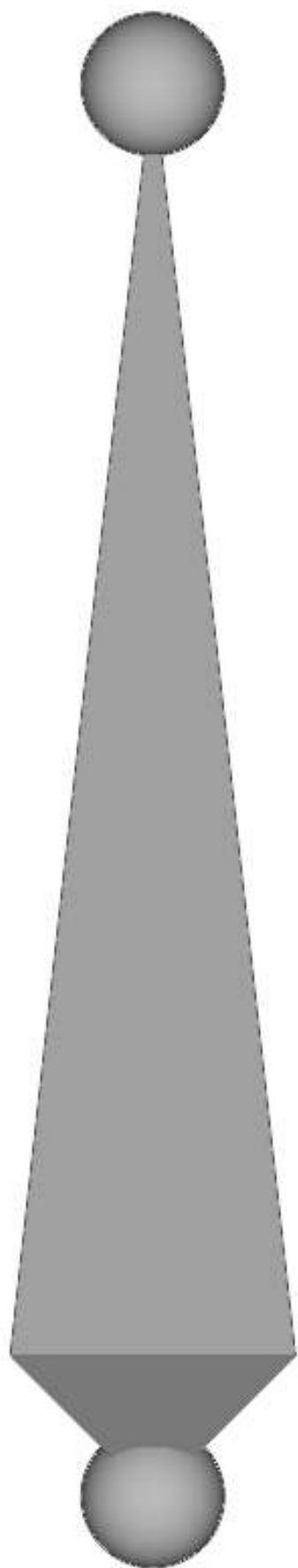


Abbildung 43.2: Ein Knochen.



## 44. Objekte mit Armaturen verformen

In der Datei «Schwimmnudel» ist ein langgezogener Zylinder vorzufinden – ähnlich einer Schwimmnudel. Dieser kann mittels eines Skelets mit Knochen wie eine Schwimmnudel dynamisch verformt werden. So kann die Schwimmnudel etwa verbogen werden.

Datei  
«Schwimmnu-  
del»

### 44.1 Skelet erstellen

Um ein neues Skelet zu erstellen, kann im «Add»-Menü die Option «Armature / Single Bone» ausgewählt werden. Dadurch wird ein Armature-Objekt erstellt mit einem einzelnen Knochen erstellt. Dieses Objekt kann danach im Edit-Mode bearbeitet werden. Dabei ist es ratsam, den Röntgenblick mittels «Toggle X Ray» zu aktivieren.

Skelet  
hinzufügen

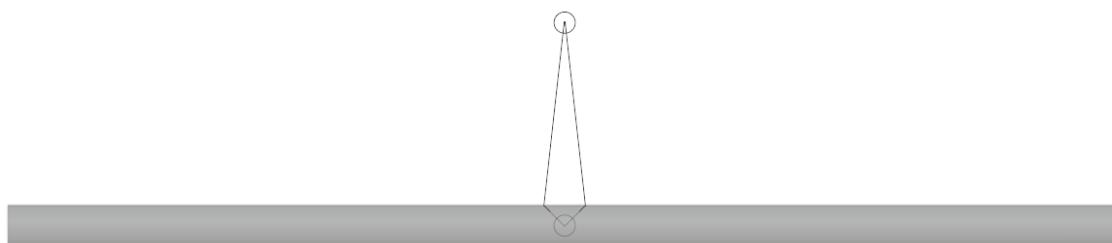


Abbildung 44.1: Die Schwimmnudel und ein hinzugefügter Knochen.

Im Edit-Mode können nun drei Elemente des Knochens ausgewählt werden:

Auswahl von  
Knochenele-  
menten

- «**Head**»: Dabei handelt es sich um den Kopf des Knochens, welcher sich jeweils am Ende des kürzeren Teiles des Knochens befindet. Seine Position ist in der Sidebar unter dem Reiter «*Head*» aufgelistet
- «**Tail**»: Dabei handelt es sich um den Schwanz des Knochens, welcher sich jeweils am Ende des langgezogenen Teiles des Knochens befindet. Seine Position ist in der Sidebar unter dem Reiter «*Tail*» aufgelistet.
- Oktaeder: Durch die Auswahl des Oktaeders werden der dazugehörige Kopf und der dazugehörige Schwanz ebenfalls mit ausgewählt. Der Oktaeder kann nicht unabhängig von diesen beiden Gelenken ausgewählt werden.

Der Schwanz des hinzugefügten Knochens kann nun entlang der X-Achse platziert werden. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass er sich innerhalb des Meshes der Schwimmnudel befindet (beispielsweise an der Position X = 0, Y = 0, Z = 0.5). Um einen neuen Knochen hinzuzufügen, wird nun der Schwanz ausgewählt werden und ein neuer Knochen mittels der Taste **E** extrudiert. Der neue Knochen kann anschliessend entlang der X-Achse weiter entlang dem Mesh platziert werden (beispielsweise X = 0, Y = 0, Z = 1).

Knochen  
extrudieren  
mittels **E**

Der neu extrudierte Knochen ist direkt mit dem alten Knochen über das dazwischen liegende Gelenk verbunden. Der Kopf des neuen Knochens stellt dabei den Schwanz

Kopf/Schwanz  
zwischen  
Knochen

des alten Knochens dar. Dementsprechend wird die Ausrichtung der Knochen durch eine Verschiebung des Kopfes/Schwanzes zwischen den Knochen verändert. Um einen Knochen von den mit ihm verbundenen Knochen zu lösen, kann der Befehl «*Split*» mittels der Taste **Y** ausgeführt werden.



Abbildung 44.2: Der Knochen wird entlang der Schwimmnudel platziert.

Vollständiges Skelett extrudieren

Um ein vollständiges Skelett zu erhalten, können nun weitere Knochen entlang der X-Achse extrudiert werden. Dies sollte anschliessend ebenfalls entlang der anderen Seite der Schwimmnudel erfolgen. Am Schluss sollte das Skelet ähnlich der Abbildung 3 aussehen.



Abbildung 44.3: Der Knochen wird entlang der Schwimmnudel platziert.

## 44.2 Mesh dem Skelet zuweisen

Verbindung von Mesh und Skelet

Als Nächstes geht es darum, das Mesh der Schwimmnudel und das Skelet miteinander zu verbinden. Das Ziel ist es, dass das Mesh basierend auf den Veränderungen im Skelet verformt wird. Deshalb wird das Mesh als Kind des Skeletes definiert.

Parenting

Um das Mesh als Kind des Skeletes zu definieren, müssen das Mesh und das Skelet nacheinander ausgewählt werden. Dabei ist die Reihenfolge zu beachten, sodass das Skelet als letztes Objekt ausgewählt wird. In diesem Falle ist das Skelet nun das aktive Objekt. Mittels der Tastenkombination **Ctrl** + **P** kann beim Mauszeiger das Menü «*Set Parent to*» geöffnet werden, in dem nun die Option «*Armature Deform / with automatic Weights*» ausgewählt werden kann. Dadurch wird das Mesh nun hierarchisch als Kind des Skeletes definiert. Als Folge dessen, ist das Mesh der Schwimmnudel nun auch im Outliner-Editor im Dropdown-Bereich des Skelets aufgelistet.

## 44.3 Skelet verformen

Pose-Mode

Objekte des Typs «*Armature*» verfügen nebst dem Object- und dem Edit-Mode über einen weiteren Bearbeitungsmodus. Dabei handelt es sich um den Pose-Mode. Dieser kann im Dropdown-Menü zur Auswahl des Bearbeitungsmodus ausgewählt werden, sobald das Skelet ausgewählt wird.

Pose verformen

Innerhalb des Pose-Mode sind nun ebenfalls alle Knochen auswählbar. Der Kopf und der Schwanz des Knochens werden jeweils automatisch mit ausgewählt. Anders als im Edit-Mode können allerdings nur die Knochen als Ganzes ausgewählt werden. Durch eine Veränderung der Knochen in ihrer Rotation wird anschliessend ebenfalls das Mesh entsprechend dieser Knochen verformt.

Um die Schwimmnudel zu biegen, können alle Knochen auf der einen Seite des Skelets ausgewählt werden und um einen bestimmten Wert rotiert werden. Damit dieselbe Verformung auch auf der anderen Seite vollzogen wird, sollten auch diese Knochen ausgewählt werden und um den gleichen Betrag in die entgegengesetzte Richtung rotiert werden. Um dies zu erzielen, muss lediglich ein negativer Betrag eingegeben werden.

Die Verformung des Meshes erfolgt anhand der Struktur des Meshes. Wenn sich entlang mehrerer Knochen keine Vertices befinden, können die Strukturen der Knochen entlang dieser Fläche nicht mitberücksichtigt werden. Deshalb ist darauf zu achten, dass im Mesh genug Vertices entlang der dazugehörigen Knochen aufzufinden sind.

Schwimmnudel  
verbiegen

Vertices für  
Verformung  
benötigt



Abbildung 44.4: Die gebogene Schwimmnudel.

Meshes, welche einer Armature zugewiesen wurde, erhalten jeweils einen neuen Modifier. Dabei handelt es sich um den «Armature»-Modifier, welcher jeweils in der dritten Spalte der Modifier-Auswahl aufzufinden ist. Sobald ein Mesh einem Armature-Objekt zugewiesen wurde, wird diesem automatisch der Armature-Modifier hinzugefügt. Dieser Modifier kann anschliessend innerhalb der Reihenfolge der Modifier platziert werden. So können beispielsweise mittels eines Subdivision Surface-Modifiers nach dem Armature-Modifier die Verformungen durch die Posen geglättet werden.

Armature-  
Modifier

#### 44.4 Posen abspeichern

Um eine erstellte Pose schnell aufrufen zu können, lassen sich verschiedene Posen in einer Posen-Bibliothek abspeichern. Diese sind im Reiter «Object-Data-Properties» von Armaturen aufzufinden. Unter dem Reiter «Pose Library» kann anschliessend eine neue Posen-Bibliothek erstellt werden.

Posen-  
Bibliothek

Um eine neue Pose abzuspeichern, müssen im Pose-Mode jeweils alle Knochen ausgewählt werden, deren Anordnung für eine Pose gespeichert werden sollen. Um die aktuelle Anordnung abzuspeichern, kann anschliessend auf die Schaltfläche «+» geklickt werden. Anschliessend wird eine neue Pose innerhalb der Posen-Bibliothek erstellt. Dabei ist zu beachten, dass lediglich die ausgewählten Knochen für diese Pose abgespeichert werden. Sind nicht alle relevanten Knochen ausgewählt, wird die entsprechende Pose nur unvoll-

Posen  
abspeichern



Abbildung 44.5: Icon des Reiters «Object Data Properties» bei Armaturen.

ständig abgespeichert. Mittels der Schaltfläche «*Apply Pose Library Pose*» wird zudem eine bereits ausgewählte Pose aufgerufen.

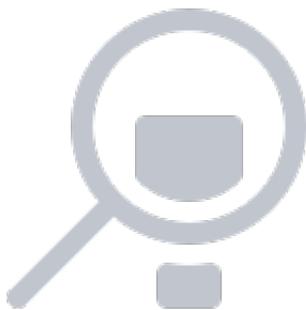


Abbildung 44.6: Icon für die Schaltfläche “*Apply Pose Library Pose*”.

# 45. Charakter-Rigging

## 45.1 Charakter-Rigging mittels Rigify

### 45.1.1 Skelet erstellen

Das Prinzip der Knochenerstellung für Armaturen kann auch verwendet werden, um ein Skelet für Charakteren zu erstellen. Dabei handelt es sich allerdings um einen etwas aufwändigeren Prozess, da deutlich mehr Knochen benötigt werden. Nebst den Knochen für Arme, Hände, Beine und Füsse können auch Knochen verwendet werden, um das Gesicht zu verformen und so Charakteren mit unterschiedlicher Mimik darzustellen.

Skelet für Charakteren

Die Datei «Charakter» beinhaltet einen Charakter, welcher mittels MakeHuman erstellt wurde. Um diesen Charakter zu posieren, wird nun ein entsprechendes Skelet benötigt.

Datei «Charakter»

Mittels dem Add-on «Rigify» kann direkt eine Vorlage für ein Skelet geladen werden. Dies erspart bereits einige Schritte bei der Skelet Erstellung. Das entsprechende Add-on muss zunächst in den Einstellungen («Edit / Preferences») unter «Add-ons» aktiviert werden. Durch das Aktivieren dieses Add-ons stehen im «Add»-Menü unter dem Reiter «Armature» nun weitere Optionen zur Verfügung. Statt eines einzelnen Knochens kann nun etwa direkt ein ganzes menschliches Skelett mittels «Human (Meta-Rig)» hinzugefügt werden. Zudem sind unter «Animals» auch Skelete für verschiedene Tiere auffindbar.

Add-on «Rigify»

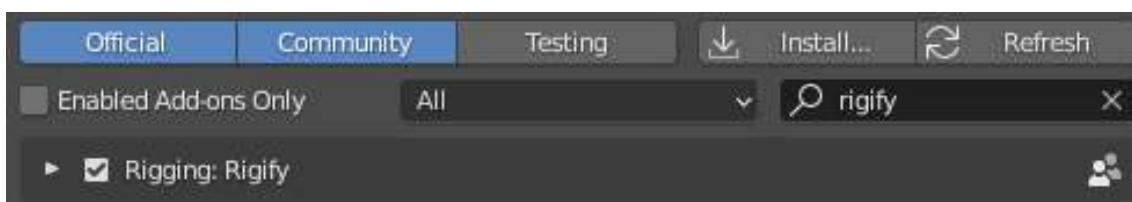


Abbildung 45.1: Das Add-on “Rigify” muss zunächst in den Einstellungen aktiviert werden.

Unter der Option «Basic / Basic Human (Meta-Rig)» ist eine vereinfachte Version eines menschlichen Skeletes vorzufinden, welches auf Knochen im Gesicht verzichtet. Dieses Skelet kann beispielsweise verwendet werden, wenn lediglich die Extremitäten eines Charakters posiert werden sollen. Für die ersten Schritte mit einem menschlichen Skelet ist dies wohl die einfachere Variante.

Basic Human Armature

Das hinzugefügte Skelet sollte genaue an derselben Position hinzugefügt werden, an der sich der Ursprung des Charakters befindet. Zudem sollte der Charakter keine Transformationen (beispielsweise Position, Skalierung oder Rotation) aufweisen. Anschliessend kann das Skelet im Edit-Mode bearbeitet werden, sodass die einzelnen Knochen das jeweilige Körperteil abbilden. Wenn die Viewport-Overlays aktiviert sind, wird in der oberen linken Ecke jeweils beschrieben, wofür der ausgewählte Knochen steht. Wichtig ist dabei, dass keine Knochen gelöscht oder entfernt werden.

Knochen anordnen

Symmetrische Bearbeitung

Damit die Knochen jeweils nur auf einer Seite angeordnet werden müssen, kann die Option «*X-Axis Mirror*» in der Sidebar unter dem Reiter «*Tool*» aktiviert werden. Dadurch werden automatisch die Knochen auf der gegenüberliegenden Seite entsprechend mit bearbeitet. Dies ermöglicht eine symmetrische Bearbeitung des Skelets und halbiert den Aufwand bei der Ausrichtung der Knochen.

### Knochen anordnen

Am Schluss sollten alle Knochen dem Mesh angepasst worden sein. Dabei sollten sich diese Knochen jeweils innerhalb des Meshes auffinden. Abbildung 2 zeigt eine mögliche Anordnung der Knochen.

### 45.1.2 Rig generieren

#### Automatisierung durch Rigify

Durch das Rigify-Add-on werden nicht nur Vorlagen für Armaturen zur Verfügung gestellt, sondern auch Automatisierungsprozesse für das Character-Rigging. Nebst der Zuweisung des Meshes zum Skelett lassen sich noch eine Reihe weiterer Verfeinerungen vornehmen, die jedoch deutlich komplexer sind. Durch das Rigify-Add-on lassen sich einige dieser Prozesse im Hintergrund automatisch durchführen.

#### Rig erstellen

In den Object-Data-Properties des Skelets, welches sich im Properties-Editor befinden, sind durch das Aktivieren des Rigify-Add-ons einige weitere Reiter erstellt werden. Im Reiter «*Rigify Buttons*» kann über die Schaltfläche «*Generate Rig*» aus dem Skelett ein Rig erstellt werden. Damit diese Schaltfläche ersichtlich ist, muss das Skelet im Object-Mode ausgewählt sein.

#### Neue Objekte nach Rig-Erstellung

Nach der Erstellung des Rigs erscheint ein neues Skelet im 3D-Viewport-Editor. Dieses besteht nicht aus Knochen, sondern aus verschiedenen Formen. Bei diesem Skelet handelt es sich nun um den erstellten Rig. Dieser Rig verfügt über zusätzliche Funktionen und angepasste Steuerungen im Vergleich zu den normalen Knochen. Im Outliner ist zudem eine neue Collection entstanden («*WGTS\_rig*»). Dabei handelt es sich um Datenstrukturen, welche für den Rig benötigt werden. Daher sollten die entsprechenden Objekte nicht gelöscht werden. Allerdings kann die Collection weiterhin deaktiviert bleiben. Der Meta-Rig als solches wird von nun an nicht mehr benötigt und kann ebenfalls in einer deaktivierten Collection versteckt werden.

#### Charakter dem Rig zuweisen

Nun kann der Charakter als Kind dem Rig hinzugefügt werden. Hierfür wird nacheinander das Mesh des Charakters und der Rig ausgewählt. Dabei sollte der Rig anschliessend das aktive Objekt sein. Sollte ein Charakter aus mehreren Teilen bestehen, so müssen alle Mesh-Teile des Charakters ausgewählt werden und zuletzt der Rig, damit dieser das aktive Objekt darstellt. Mittels der Tastenkombination **Ctrl** + **P** kann anschliessend das Menü «*Set Parent to*» geöffnet und die Option «*Armature Deform / with automatic Weights*» ausgewählt werden.

#### Rig-Objekte

Wenn nun der Rig ausgewählt und in den Pose-Mode gewechselt wird, kann der Charakter nun anhand der verschiedenen Formen innerhalb des Rigs posiert werden. In der Sidebar sind durch das Rigify-Add-on zwei neue Reiter unter «*Item*» erstellt worden: «*Rig Main*

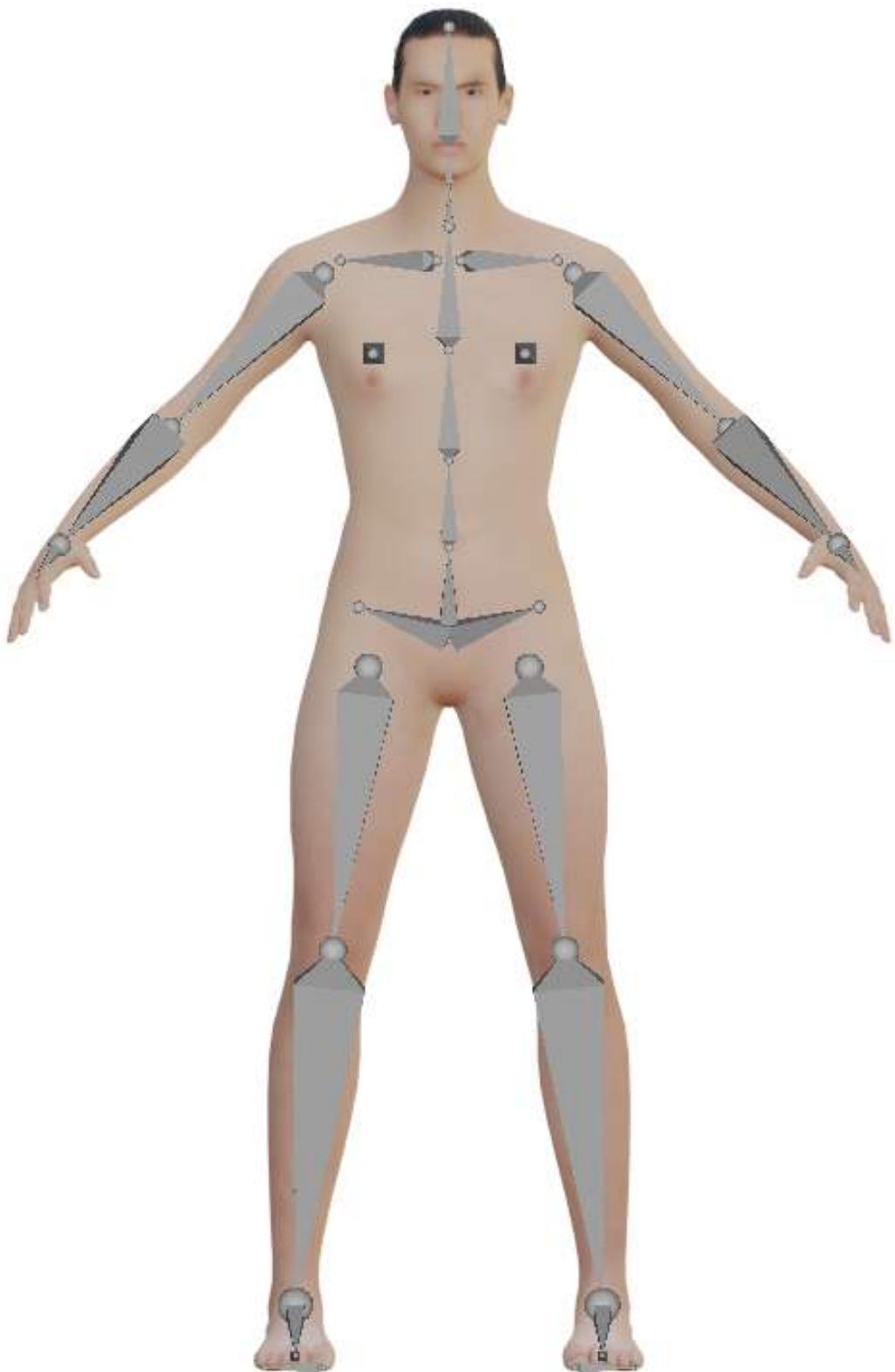


Abbildung 45.2: Der Charakter mit einem Skelet.

Properties» und «Rig Layers». Die verschiedenen Körperteile des Rigs werden unter dem Reiter «Rig Layers» aufgelistet. Dabei können einzelne Symbole ausgeblendet werden, damit nur die relevanten Formen des Rigs angezeigt werden.

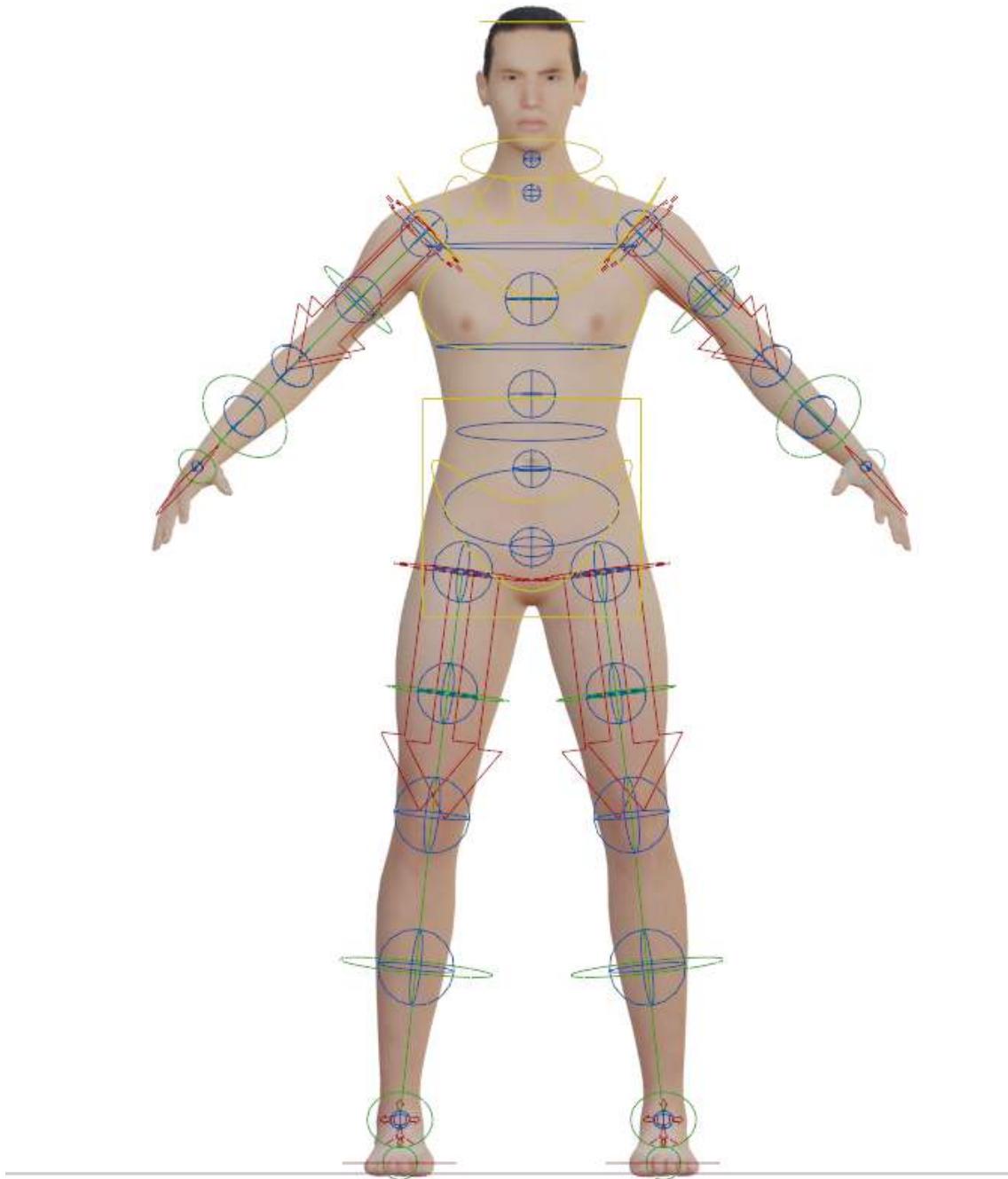


Abbildung 45.3: Der Charakter mit dem dazugehörigen Rig.

### Arten von Rig-Strukturen

Für einzelne Körperteile werden mehrere Elemente in den Rig-Layers aufgelistet, beispielsweise für die Arme. In Klammern werden die Unterschiede dieser Formen beschrieben.

- «IK»: Die Abkürzung IK steht für Inverse Kinematics. Dies stellt eine alternative Form zur bisher verwendeten Forward Kinematics dar. Strukturen im Rig, welche

- sich der Inverse Kinematics bedienen, werden jeweils in roter Farbe dargestellt.
- «**FK**»: Die Abkürzung FK steht für Forward Kinematics. Dies stellt eine alternative Form zur Inverse Kinematics dar. Strukturen im Rig, welche sich der Forward Kinematics bedienen, werden jeweils in grüner Farbe dargestellt.
  - «**Tweak**»: Die Strukturen aus der Kategorie Tweak werden für genauere Anpassungen verwendet. Die entsprechenden Elemente werden in blauer Farbe dargestellt.

### Weiterführende Informationen



Bei der Forward Kinematics müssen alle Knochen und Gelenke einzeln posiert werden. Soll die Hand eines Charakters etwa eine bestimmte Position einnehmen, müssen die Schulter, der Oberarm, der Ellbogen und der Unterarm so angepasst und verschoben werden, damit die Hand am Schluss an der korrekten Position liegt. Mittels Inverse Kinematics kann lediglich die Hand verschoben werden und die anderen Knochen und Gelenke werden automatisch ausgerichtet. Dies erleichtert den Prozess des Posierens deutlich.

Der grosse Vorteil des Rigs, welcher mit Rigify erstellt wurde, besteht darin, dass Inverse Kinematics zur Verfügung steht. Per Default ist dementsprechend auch das gesamte Skelet auf Inverse Kinematics ausgerichtet. Daher können alle Elemente der Forward Kinematics deaktiviert werden.

Möchte man trotzdem Forward Kinematics für ein Körperteil verwenden, können statt dessen die Strukturen in grüner Farbe verwendet werden. Im Bereich «*Rig Main Properties*» muss allerdings der Wert für «*IK-FK*» auf 1 gesetzt werden. Mittels dieses Wertes wird definiert, ob das aktuell ausgewählte Körperteil mittels Inverse Kinematics oder Forward Kinematics bearbeitet werden soll. Für eine Bearbeitung mit Inverse Kinematics wird der Wert 0 angegeben, für eine Bearbeitung mit Forward Kinematics wird der Wert 1 angegeben.

Inverse Kinematics

Zwischen Forward und Inverse Kinematics wechseln

## 45.2 Charakter-Rigs und Charakter-Animation mit Mixamo

Eine weitere Option, um den Rig für einen Charakter zu erstellen, stellt die Online-Plattform <https://www.mixamo.com/#/>. Dabei handelt es sich um ein Tool von Adobe – dementsprechend muss ein Adobe-Account erstellt oder verwendet werden. In Mixamo müssen lediglich ein paar Markierungen für verschiedene Körperteile auf dem Objekt hinzugefügt werden, anschliessend generiert Mixamo automatisch einen Rig für den Charakter.

Mixamo

Der Charakter mit dem dazugehörigen Rig kann anschliessend als 3D-Datei heruntergeladen werden. Zusätzlich kann dem Charakter eine Animation hinzugefügt werden, welche Mixamo aus einer Animations-Bibliothek zur Verfügung stellt.

Charakter herunterladen

- Import/Export Um einen Charakter aus Blender in Mixamo verwenden zu können, muss dieser als 3D-Datei exportiert werden - entweder als .fbx- oder .obj.-Datei. Hierfür muss der Charakter ausgewählt werden und unter «File / Export» die Option «FBX (.fbx)» oder «Wavefront (.obj)» gewählt werden. Anschliessend kann ein Speicherort für die entsprechende 3D-Datei ausgewählt werden. Über die Einstellung «File / Import» kann anschliessend der Charakter, welcher mit Mixamo geriggt und allenfalls auch animiert wurde, wieder importiert werden.

# 46. Vom Bild zur Animation

## 46.1 Was sind Animationen?

Bislang wurde lediglich die Erstellung von statischen Bildern betrachtet. Das Bild ist dann jeweils ein Abbild einer Szene. Das einzelne Bild als solches ermöglicht keine Veränderung der Objekte. So ist es etwa nicht möglich, in einem Bild zu sehen, wie sich jemand bewegt, da das Bild statisch aufgebaut ist. Anhand verschiedener Posen oder Annahmen in Bildern kann allerdings eine Bewegung angedeutet werden, welche vor oder nach dem Bild vollzogen wird. Die Bewegung selbst ist dabei allerdings nie im Bild sichtbar.

Anders als bei statischen Bildern weisen Animationen eine Veränderung von Elementen innerhalb einer Szene auf. Eine Bewegung wird dabei nicht angedeutet oder in einem Bild suggeriert, sondern ist direkt als solche sichtbar. Dies hat zur Folge, dass man sich keine Gedanken machen muss, wie man innerhalb eines einzigen Bildes einen Ablauf darstellen will.

Tatsächlich sind Animationen auch Bilder, respektive die Abfolge mehrerer Bilder. Indem diese Bilder schnell aneinandergereiht werden, entsteht der Eindruck, dass es sich um eine Animation handelt. Dieses Prinzip entspricht etwa demjenigen eines Daumenkinos.

Veränderungen können in Bildern lediglich angedeutet werden

Animationen beinhalten Veränderungen

Animationen als Anreihung von einzelnen Bildern

## 46.2 Framerate

Die Anzahl Bilder, welche während einer Sekunde in einer Animation dargestellt werden, wird als Framerate bezeichnet. Wenn in einer Animation innerhalb von einer Sekunde 24 Bilder angezeigt werden, spricht man dementsprechend von einer Framerate von 24 «frames per second» (fps). Die Frames beschreiben dabei die einzelnen Bilder, welche während dieser Sekunde dargestellt werden. 24 fps werden in der Videobranche als Standard angesehen.

Framerate beschreibt die Anzahl Bilder pro Sekunde

Unabhängig davon, wie viele Frames eine Animation beinhaltet, kann ein Bildschirm nur eine gewisse Anzahl Bilder pro Sekunde erzeugen. Die Anzahl dieser Bilder, die ein Bildschirm erzeugen kann, wird als Bildwiederholrate bezeichnet und mit der Einheit Hertz angegeben. Eine Bildwiederholrate von 120 Hertz bedeutet dabei, dass 120 Bilder pro Sekunde erzeugt werden können. Einige Geräte verfügen dabei über Funktionen, mit denen sie Zwischenbilder berechnen können. Dadurch werden zusätzliche Frames erzeugt, wenn beispielsweise eine Animation weniger Frames in einer Sekunde beinhaltet, als der Bildschirm darstellen könnte.

Bildwiederholrate

## Weiterführende Informationen



Teilweise wird die Framerate bei Produkten zusammen mit der Bildauflösung angegeben. Dabei wird die Bildauflösung mit der vertikalen Anzahl Pixel angegeben (beispielsweise 2160 p), gefolgt von der Framerate (beispielsweise 30). Die Bezeichnung 2160p30 würde dementsprechend bedeuten, dass in der vertikalen Ausrichtung 2160 Pixel angezeigt werden und die Framerate 30 fps beträgt.

Framerate-Einbrüche bei Echtzeit-Rendering

In Videos sind die Animationen jeweils vorgegeben und der Betrachter kann keinen aktiven Einfluss auf das Geschehen nehmen. Dementsprechend betrachten alle Nutzer dieselbe Abfolge von Einzelbilder, welche vorproduziert werden können. Bei anderen Medien wie etwa Videospielen werden unterschiedliche Bilder erzeugt, abhängig von Entscheidungen des Nutzers. In diesen Fällen muss jedes Bild in Echtzeit gerendert werden. Je nach Komplexität der Szenen und Hardware der benutzten Geräte kann es dabei zu Einbrüchen in der Framerate kommen.

### 46.3 Animationseinstellungen in Blender definieren

Default-Einstellungen

Per Default werden in Blender 250 Frames im Rahmen einer Animation mit einer Framerate von 24 fps abgespielt. Im Timeline-Editor wird ein Zeitstrahl dargestellt, welcher diese 250 Frames von links nach rechts anordnet. Mithilfe eines blauen Markers wird signalisiert, welcher Frame gerade ausgewählt ist und im 3D-Viewport-Editor dargestellt wird.

Start- und End-Frame

In der oberen rechten Ecke des Timeline-Editors wird angegeben, ab welchem Frame eine Animation beginnt und bis zu welchem Frame die Animation andauert. Im Feld «*Start*» lässt sich dabei der Start-Frame für eine Animation definieren und im Feld «*End*» der End-Frame für eine Animation. Durch eine Veränderung der Start- und End-Frames kann die Animationsdauer angepasst werden.

Frames auswählen

Links neben dem Feld «*Start*» wird in einem zusätzlichen Feld der aktuell dargestellte Frame angegeben. Durch eine Veränderung dieser Zahl kann ein anderer Frame ausgewählt werden. Alternativ lässt sich auch durch ein Verschieben des blauen Markers in der Zeitleiste ein anderer Frame auswählen. Im 3D-Viewport-Editor wird zudem ebenfalls angezeigt, welcher Frame gerade dargestellt wird. Sofern die Viewport-Overlays aktiviert sind, wird in der linken oberen Ecke anhand einer Textinformation angegeben, welche Ansicht auf die Szene gerade verwendet wird. Darunter wird der aktuelle Frame in einer Klammer angegeben.

Framerate ändern

Die Einstellung der Framerate für ein Blender-File lässt sich in den Output-Properties des Properties-Editors einstellen. Unter dem Reiter «*Format*» kann die Framerate ausgewählt werden. Dadurch wird allerdings lediglich angepasst, wie viele Frames Blender innerhalb

einer Sekunde darstellen soll. Dies hat zur Folge, dass bereits erstellte Animationen schneller ablaufen, weil die Frames nun zeitlich schneller getaktet werden. Wenn dies verhindert werden soll, kann unter «*Frame Range*» und «*Time Stretching*» die Animation angepasst werden. Hierfür wird im Bereich «*Old*» die alte Frame rate angegeben und im Bereich «*New*» die neue Framerate. Dadurch werden anschliessend die bereits gesetzten Animationen umgerechnet.

Merke...

Eine Animation ergibt sich aus der schnellen Abfolge von einzelnen Bildern. Die Zeitspanne für ein Bild wird als Frame bezeichnet.

Die Anzahl Bilder/Frames pro Sekunde wird als Framerate bezeichnet.



# 47. Animationen erstellen

## 47.1 Keyframes erstellen

Eine Animation stellt jeweils eine Veränderung von einer Situation zu einer anderen Situation dar. Beispielsweise befindet sich ein Objekt zunächst an einer bestimmten Position A und bei einem späteren Frame an einer anderen Position B. Dementsprechend stellt die erste Position A die Ausgangssituation dar und im Verlaufe der Animation wird das Objekt zur Position B verschoben. Die Animation verläuft also von der Position A beim Beginn der Animation zu Position B beim Ende der Animation.

Animation verläuft von Situation zu Situation

Ein solcher Gedankengang ist jeweils zentral bei der Erstellung von Animationen. Es wird jeweils eine Ausgangslage zum Beginn der Animation definiert und eine Endsituation zum Ende der Animation. Hierfür werden die Frames, bei denen sich die Objekte an der Ausgangs- und Endlage befinden, mit sogenannten Keyframes versehen. Keyframes stellen Frames dar, welche eine bestimmte Vorgabe für eine Animation aufweisen – beispielsweise, dass sich ein Objekt an einer Stelle befindet oder dass es eine bestimmte Rotation aufweist. Die Animation verläuft anschliessend automatisch von einem Keyframe zum nächsten Keyframe ab, wobei die Frames die dazwischenliegenden Animationschritte automatisch darstellen.

Keyframes geben Situationen vor

Um dies zu veranschaulichen, kann eine neue Szene in Blender erstellt werden. Per Default sollte der Standardwürfel im Mittelpunkt der Welt festgelegt und der erste Frame ausgewählt worden sein. Um nun einen Keyframe für die Position des Standardwürfels festzulegen, kann die Sidebar mit der Taste **N** geöffnet werden. Sobald der Standardwürfel ausgewählt wurde, wird nun im Reiter «Location» dessen Position angezeigt. Wenn der Mauszeiger nun auf den Positions値en in diesem Reiter platziert wurde, kann die Taste **I** gedrückt werden. Dadurch wird beim aktuell ausgewählten Frame ein Keyframe mit der Position des Objektes erstellt.

Keyframe hinzufügen

Wenn ein Wert in Blender mit einem Keyframe versehen wurde, wird dies jeweils dadurch angezeigt, dass das entsprechende Feld für einen Wert mit einer Hintergrundfarbe dargestellt wird. In diesem Beispiel sollten die Werte für die Position mit einer gelben Hintergrundfarbe dargestellt werden. Damit wird signalisiert, dass während des aktuellen Frames ein Keyframe gesetzt wurde. Zusätzlich erscheint im Timeline-Editor beim aktuellen Frame ein gelbes Viereck. Dadurch wird signalisiert, dass das aktuell ausgewählte Objekt bei diesem Frame auf der Zeitachse einen Keyframe beinhaltet.

Gelbe Markierung signalisiert Keyframes beim aktuellen Frame

Wenn nun im Timeline-Editor ein anderer Frame ausgewählt wird (beispielsweise der Frame 50), führt dies dazu, dass sich die farbliche Markierung der Positions値e des Würfels in der Sidebar verändert. Statt mit einer gelben Farbe werden die Werte nun in einer grünen Farbe markiert. Dadurch wird signalisiert, dass dieser Wert im Rahmen eines Keyframes definiert wurde.

Grüne Markierung von Werten



Abbildung 47.1: Die Markierung der Positionswerte, welche beim aktuellen Frame mit einem Keyframe versehen wurden.

Organe  
Markierung von  
Werten

Sollte nun die Position des Würfels verändert werden – entweder, indem er im 3D-Viewport-Editor verschoben wird, oder, indem die Werte für die Position in der Sidebar verändert werden – werden die Werte für die Position in einer orangefarbenen Farbe dargestellt. Damit soll signalisiert werden, dass die Positionswerte einen Keyframe auf der Zeitachse beinhalten, aber beim aktuellen Frame ein anderer Wert eingestellt wurde. Wenn nun der Mauszeiger wieder über die Werte für die Position in der Sidebar gelegt und erneut die Taste `I` gedrückt wird, erscheint eine gelbe statt einer orangefarbenen Markierung bei diesen Werten. Damit wird signalisiert, dass die nun eingestellte Position ebenfalls als Keyframe beim aktuell ausgewählten Frame abgespeichert wurde.

Animation wird  
automatisch  
zwischen  
Keyframes  
erstellt

Nun sollte es zwei Keyframes für die Position geben, welche im Timeline Editor angezeigt werden. Wenn nun Frames zwischen den beiden Keyframes ausgewählt werden, wird der Würfel im 3D-Viewport-Editor an einer Position zwischen der Ausgangsposition und der Endposition liegen. Blender verschiebt den Würfel automatisch über die Dauer der Frames zwischen den beiden Keyframes von einer Position zur anderen. Wenn die Animation nun abgespielt wird (entweder mit der `Space`-Taste oder der Tatenkombo `Shift` + `Space`), läuft die Animation im 3D-Viewport-Editor ab und die Bewegung des Würfels sollte angezeigt werden. Indem der Wert des Ende-Frames in der Timeline auf den zweiten Keyframe gesetzt wird, kann zudem eingestellt werden, dass lediglich die erstellte Bewegungsanimation wiederholt wird.

## Weiterführende Informationen



In der Timeline werden jeweils die Keyframes der ausgewählten Objekte angezeigt. Wenn kein Objekt ausgewählt ist, werden auch keine Keyframes angezeigt. Sollten also bereits gesetzte Keyframes plötzlich verschwunden sein, sollte überprüft werden, ob das richtige Objekt ausgewählt wurde.

Die Keyframes, welche in der Timeline gesetzt werden, können jeweils mit dem Mauszeiger ausgewählt und verschoben werden. Ebenso können ausgewählte Keyframes mittels der Taste **G** verschoben werden und mit einer Zahleneingabe um eine bestimmte Anzahl Frames versetzt werden. Zudem können die Abstände zwischen den Keyframes zum aktuellen Frame vergrössert oder verkleinert werden, indem die Taste **S** gedrückt wird. Merke...

Keyframes im  
Timeline-Editor  
verschieben

Keyframes stellen Frames dar, bei denen bestimmte Vorgaben für Werte in einer Animation definiert werden.

Bei Animationen werden automatisch die Zwischenschritte zwischen zwei Keyframes animiert.

Keyframes können mit der Taste hinzugefügt werden.

Keyframes für die ausgewählten Objekte werden im Timeline-Editor dargestellt und können dort verschoben werden.



# 48. Animationen verfeinern

## 48.0.1 Beispiel Pendel

In der Datei «Pendel» ist ein 3D-Modell eines Pendels vorzufinden. Das Ziel ist es, eine Pendel-Datei Animation zu erstellen, in der dieses Pendel von links nach rechts schwingt und wieder zurück. Diese Animation soll anschliessend unendlich oft wiederholt werden.

Zunächst wird eine Position des Pendels zum Frame 0 definiert. Hierfür wird der Marker im Timeline-Editor auf den Frame 0 platziert. Anschliessend kann die Schwingung des Pendels zu diesem Frame erstellt werden. Frame 0 auswählen

Der Ursprung des Pendel-Objektes befindet sich am Ende von dessen Schnur. Wenn die Rotation dieses Pendels im Object-Mode verändert wird, wird das Pendel dementsprechend um das Ende der Schnur gedreht. Dadurch kann zunächst eine Rotation des Pendels entlang der Y-Achse um 60 Grad definiert werden. Anschliessend kann der Mauszeiger über das Eingabefeld für die Rotation in der Sidebar platziert und die Taste **I** gedrückt werden, um den ersten Keyframe für die Rotation zu setzen. Pendel schwingen

### Weiterführende Informationen



Im Timeline-Editor kann unter «\*View || Show Seconds\*» eingestellt werden, dass statt der Anzahl Frames oberhalb der Timeline die Anzahl Sekunden angezeigt wird. Dadurch werden in der Timeline jeweils ganze Sekunden plus die Anzahl Frames der laufenden Sekunde angezeigt.

Das Pendel soll rund 1.5 Sekunden benötigen, um von einer Seite zur anderen Seite zu schwingen. Die Animation beträgt 24 fps. Dementsprechend werden  $1.5 \times 24$  Frames benötigt, bis das Pendel auf der anderen Seite angekommen ist. Deshalb wird der blaue Marker im Timeline-Editor nun auf Frame 36 platziert. In der Sidebar kann nun der Wert für die Rotation des Pendels entlang der Y-Achse auf -60 Grad gesetzt werden und dieser Wert mit der Taste **I** als Keyframe für Frame 36 hinzugefügt werden. Zweiten Keyframe platzieren

Mit diesen Schritten wurde nun bereits die Schwingung des Pendels von links nach rechts animiert. Um die Schwingung von rechts nach links zu animieren, muss nun lediglich beim Keyframe 72 die Rotation der Y-Achse wieder auf 60 Grad gesetzt werden und dies als Keyframe eingespeichert werden. Alternativ kann allerdings auch im Timeline-Editor der erste Keyframe ausgewählt und mit der Tastenkombination **Shift** + **D** dupliziert und beim Frame 72 platziert werden. Dritten Keyframe setzen

## Weiterführende Informationen



Wenn die Aufnahme-Schaltfläche «Auto Keying» im Timeline-Editor aktiviert ist, werden alle Änderungen zum aktuellen Frame automatisch als Keyframe hinzugefügt. Dadurch müssen diese Änderungen nicht manuell als Keyframes definiert werden.

Animation  
kopieren für  
Wiederholungen

Die Animation des Pendels ist nun bereits mithilfe dieser drei Keyframes vollzogen worden. Allerdings wird diese Animation nun nicht wiederholt. Um eine Wiederholung zu erzielen, könnten nun immer mit einem Abstand von 72 Frames die Animationspunkte wiederholt werden. Es gibt allerdings eine elegantere Methode, um eine Wiederholung der Animation zu erzielen.

Graph-Editor

### 48.0.2 Animationen im Graph-Editor nachbearbeiten

Im sogenannten Graph-Editor werden die gesetzten Keyframes jeweils anhand von Kurven dargestellt. Jeder Wert des ausgewählten Objektes, der mit einem Keyframe ausgestattet wurde, wird dabei mit einer Kurve dargestellt. Zudem werden individuelle Kurven für die X-, Y- und Z-Achse erstellt.

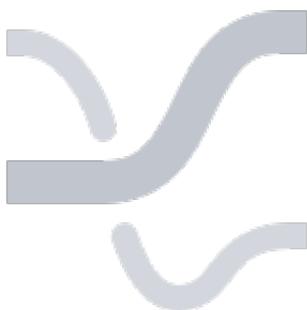


Abbildung 48.1: Icon für den Graph-Editor.

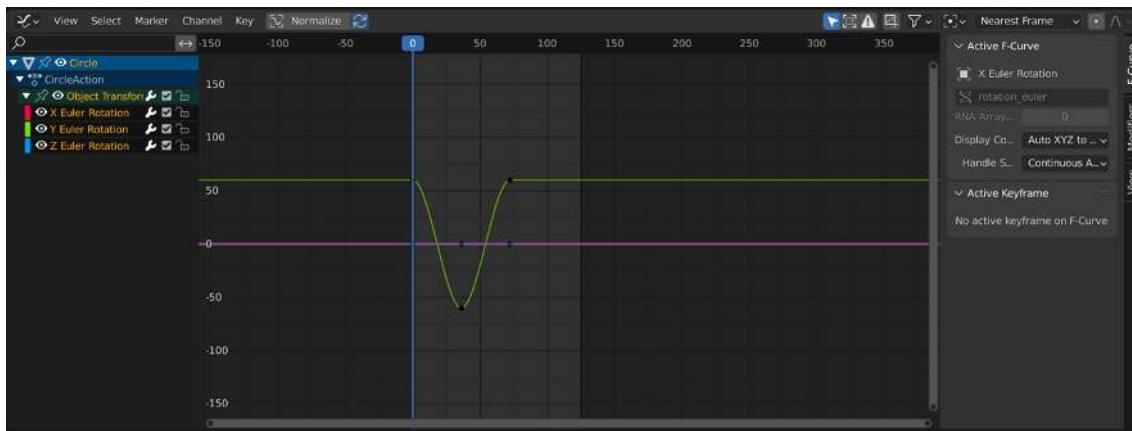


Abbildung 48.2: Der Graf für die Rotationen des Pendels. Die X- und die Z-Achsen-Rotation liegen beide konstant auf dem Wert 0, während die Y-Achsen-Rotation entlang der Werte bei den entsprechenden Keyframes verläuft.

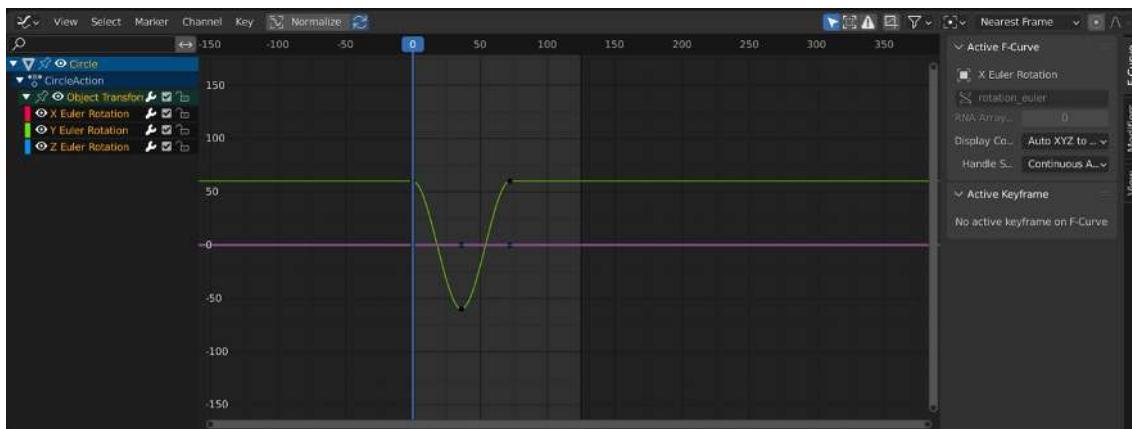


Abbildung 48.3: Der Graf für die Rotationen des Pendels. Die X- und die Z-Achsen-Rotation liegen beide konstant auf dem Wert 0, während die Y-Achsen-Rotation entlang der Werte bei den entsprechenden Keyframes verläuft.

In diesem Beispiel wurde das Pendel in den verschiedenen Keyframes entlang der Y-Achse rotiert. Deshalb wurden drei Kurven für die Rotation des Objektes entlang der drei Achsen erstellt. Eine rote Kurve für die Rotation entlang der X-Achse, eine grüne Kurve für die Rotation entlang der Y-Achse und eine blaue Kurve für die Rotation entlang der Z-Achse. Die einzelnen Kurven verlaufen entlang der X-Achse des Graph-Editors den einzelnen Frames entlang und entlang der Y-Achse werden die tatsächlichen Werte für die jeweiligen Keyframes angezeigt. Da die Rotationen des Pendels entlang der X- und Z-Achse konstant bei 0 belassen wurden, sind deren Kurven konstant auf dem Wert 0 platziert und lediglich die Kurve für die Y-Rotation weist eine Veränderung auf.

Kurven im  
Graph-Editor

Damit die erstellte Animation nun unendlich verläuft, müsste die erstellte Kurve wiederholt werden. Um dies zu erzielen, kann entweder ein Keyframe der Y-Achsen-Rotations-Kurve ausgewählt werden oder in der Toolbar auf der linken Seite des Graph-Editors die «Y Euler Rotation» ausgewählt werden. Anschliessend kann in der Sidebar auf der

Cycles-Modifier

rechten Seite des Graph-Editors auf den Reiter «*Modifiers*» geklickt werden. Dadurch kann nun ein Modifier auf diese Animationskurve angewendet werden. Durch das Hinzufügen des Modifiers «*Cycles*» im Dropdown-Menü «*Add Modifier*» wird die Kurve der Y-Achsen-Rotation nun zyklisch wiederholt. Diese Wiederholung erfolgt unendlich oft. Es ist allerdings möglich zu definieren, dass die Kurve lediglich einmal vor der erstellten Animation wiederholt wird, indem der Wert «*Count*» unterhalb des «*Before Mode*» von 0 auf 1 gesetzt wird. Ebenso kann mit dem Wert «*Count*» unterhalb des «*After Mode*» die Anzahl Wiederholungen nach der erstellten Animation eingestellt werden.

### Weiterführende Informationen



Nebst dem Cycles-Modifier gibt es noch weitere nützliche Modifier, um Animationskurven zu erstellen. Mithilfe des Generator-Modifiers können etwa lineare Regressionskurven für Animationen erstellt werden oder mittels des Noise-Modifiers können dir Kurven zufällig verzerrt werden.

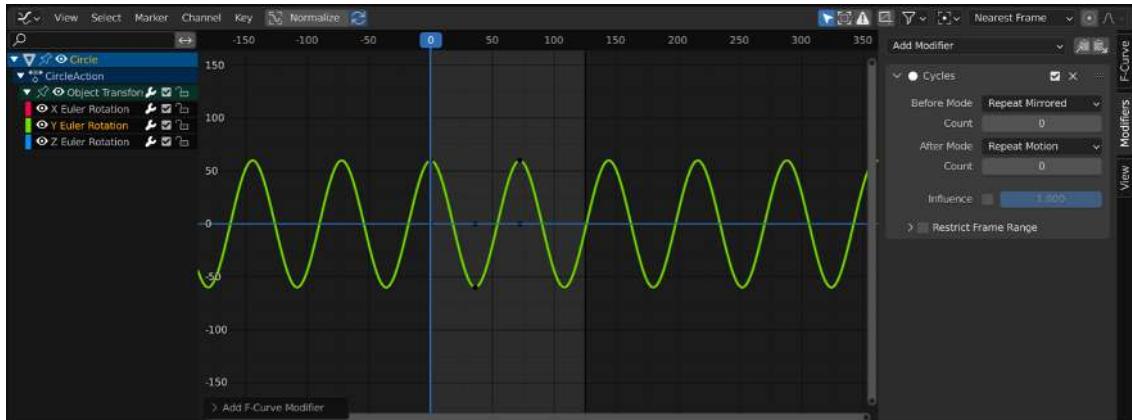


Abbildung 48.4: Der Graf für die Y-Achsen-Rotation mit einem Cycles-Modifier. Dadurch wird die Animation unendlich oft wiederholt.

Kurven-  
Interpolation  
anpassen

Die erstellten Graphen werden an den Keyframes jeweils mittels einer Bézierkurve ausgestattet. Dadurch können die Ausrichtungen der Kurven etwas nachbearbeitet werden. Es ist allerdings auch möglich, Interpolationen für die Transformation zwischen den Keyframes auszuwählen. Hierfür müssen alle Keyframes der entsprechenden Kurve ausgewählt werden. Indem die Maus über einen dieser Keyframes platziert wird und anschliessend die Taste **L** gedrückt wird, werden alle Keyframes dieser Kurve ausgewählt. Mit einem Rechtsklick mit der Maus kann anschliessend das «*F-Curve Context Menu*» geöffnet werden und darunter der Reiter «*Interpolation Mode*» anvisiert werden. Dieses Kontext-Menü zum Interpolationsmodus kann auch mittels der Taste **T** geöffnet werden. In diesem Menü können anschliessende verschiedene Modi zur Interpolation der

Kurven ausgewählt werden. Standardmäßig ist die Option «*Bezier*» ausgewählt, aber je nach Situation können andere Interpolationen ebenfalls sinnvoll sein.



# 49. Animationen rendern

## 49.0.1 Animationen direkt rendern

Erstellte Animationen lassen sich, so wie auch Bilder, rendern. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass eine Animation aus einer Aneinanderreihung von mehreren Bildern besteht. Um eine gesamte Animation zu Rendern, kann im Menüband unter «Render» die Option «*Render Animation*» ausgewählt werden. Anschliessend werden alle Frames vom Start-Frame bis zum End-Frame nacheinander gerendert. Das bedeutet allerdings auch, dass sich die übliche Renderzeit erhöht, da nun so viele Bilder gerendert werden müssen, wie auch Frames vorhanden sind.

Per Default werden Animationen als einzelne Bilder gerendert, welche noch kein Video darstellen. Um ein Video zu erstellen, muss das entsprechende Videoformat als Output des Render-Prozesses angegeben werden. Dies kann im Output-Properties-Reiter des Properties-Editors unter «*Output*» definiert werden. Besonders wichtig ist dabei, dass unter diesem Reiter ein Speicherort für das Output-Video definiert wird. Anders als bei Bildern, können Videos nicht nachträglich in Blender abgespeichert werden. Aus diesem Grund ist es wichtig sich zu vergegenwärtigen, wo das Video abgespeichert wird.

Zudem sollte das Dropdown-Menü «*File Format*» von «*PNG*» auf «*FFmpeg Video*» umgestellt werden. Dadurch erscheint zuunterst im Reiter «*Output*» ein neuer Unterreiter «*Encoding*». Unter diesem Reiter müssen weitere Einstellungen definiert werden, wie das Video jeweils enkodiert werden soll. Auf dem Listen-Symbol rechts des «*Encoding*»-Reiters können verschiedene Voreinstellungen ausgewählt werden. Um ein MP4-Video zu erstellen, kann etwa die Voreinstellung «*H264 in MP4*» ausgewählt werden. Dadurch werden alle anderen Einstellungen automatisch für dieses Dateiformat angepasst.

Beim Rendern der Animation werden anschliessend die Bilder aller Frames innerhalb der Animation nacheinander gerendert. Sobald alle einzelnen Bilder gerendert wurden, erfolgt ein weiterer Render-Schritt, bei dem die einzelnen Bilder zu einem Video zusammengeführt werden. Dieser gesamte Prozess sollte nicht unterbrochen werden, ansonsten sind alle bereits gerenderten Inhalte verloren.

Animationen rendern

Video-Output einstellen

Videoformat definieren

Animations-Rendering darf nicht unterbrochen werden

## 49.0.2 Bilder rendern und anschliessend Animationen rendern

Eine alternative Vorgehensweise beim Rendern von Animationen besteht darin, dass der Renderprozess in zwei Schritte aufgeteilt wird: das Rendern der einzelnen Bilder und das Rendern der Animation. Es handelt sich dabei um den identischen Ablauf wie bereits beschrieben, allerdings werden dabei die einzelnen Frames als einzelne Bilder auf dem Rechner abgespeichert, welche anschliessend wieder in Blender hineingeladen werden, um die finale Animation zu rendern. Dies hat den Vorteil, dass dadurch der Renderprozess jederzeit abgebrochen werden kann und später lediglich die Bilder der noch fehlenden Frames gerendert werden können. Hierfür muss lediglich der Start-Frame in der Timeline

Arbeitsschritte für das Rendern aufteilen

zu demjenigen Frame abgeändert werden, welcher als Erster noch nicht gerendert wurde.

Einzelne  
PNG-Bilder pro  
Frames rendern

Um statt einer gesamten Animation lediglich die einzelnen Bilder zu rendern, kann in den Output Properties des Properties-Editors die Option «*File Format*» auf «*PNG*» belassen werden. Allerdings ist es auch hier unerlässlich, einen sinnvollen Speicherort für die einzelnen Bilder auszuwählen. Wenn anschliessend die Animation gerendert wird, werden alle einzelnen Frame-Bilder in diesem Ordner als separates Bild abgespeichert.

Bildsequenz im  
Video-  
Sequencer-  
Editor  
hinzufügen

Um nach dem Rendern die Bilder zu einem Video zu verknüpfen, kann der VideoSequencer-Editor in Blender verwendet werden. In diesem können unter «*Add / Image/Sequence*» die ausgewählten Bilder eingelesen werden. Anschliessend kann die Output-Einstellung im Properties-Editor auf das Videoformat angepasst werden und durch das Rendern der Animation werden nun lediglich die bereits vorproduzierten einzelnen Bilder noch zu einem Video verknüpft.

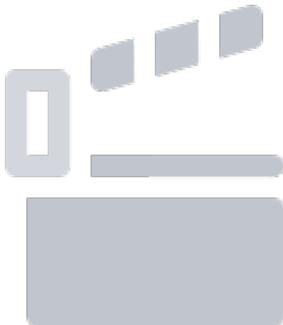


Abbildung 49.1: Icon für den Video-Sequencer-Editor.