



# CINEMA 4D



## CURRICULUM

Stand 12/2019

**MAXON**  
A NEMETSCHKE COMPANY

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Beschreibung des Curriculums</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Einführung zum Thema 3D</b>	<b>12</b>
2.1	Technische Visualisierungen	12
2.2	Medizinische Visualisierungen oder „Erklärfilme“	12
2.3	Werbung und Motion Graphics	12
2.4	Special Effects	12
2.5	Computerspiele	12
<b>3</b>	<b>Zum Leistungsspektrum von Cinema 4D</b>	<b>13</b>
3.1	Stärken und Schwachpunkte von Cinema 4D	13
<b>4</b>	<b>Ein erster Blick auf Cinema 4D</b>	<b>13</b>
4.1	Hinweis zu automatischen Updates	13
4.2	Das Interface von Cinema 4D	14
4.3	Nützliche Voreinstellungen von Cinema 4D	14
4.3.1	Interface	14
4.3.2	Einheiten	15
4.3.3	Speicher	16
4.3.4	Import/Export	16
4.4	Die wichtigsten Elemente des Standard-Layouts	17
4.4.1	Die 3D-Ansicht	17
4.4.1.1	Die Navigation in der Zentralperspektive	18
4.4.1.2	Vorstellung der anderen Ansichten	19
4.4.1.3	Die Filter-Optionen vorstellen	19
4.4.1.4	Shortcuts für die Navigation vorführen	19
4.4.1.5	Die verschiedenen Qualitätsstufen der 3D-Ansicht	19
4.4.1.5.1	OpenGL	20
	Zusammenfassung Layout	21
4.4.2	Der Objekt-Manager	22
4.4.2.1	Zusätzliche Optionen des Objekt-Managers	23
4.4.3	Der Attribute-Manager	23
4.4.3.1	Der Basis-Reiter	24
4.4.3.2	Der Koordinaten-Reiter	24
4.4.3.2.1	Die Standard-Werkzeuge zum Verschieben, Skalieren und Drehen	26
4.4.3.2.1.1	Informationen zum Skalieren von Objekten	27
4.4.3.3	Der Objekt-Reiter	28
4.4.3.4	Zusätzliche Optionen des Attribute-Manager	28
4.4.4	Der Koordinaten-Manager	28
	Zusammenfassung Objekt- und Attribute-Manager	29
4.5	Snapping nutzen	30
4.5.1	Quantisierung	32
4.5.2	Dynamische Hilfslinien	32
4.5.3	Verstecktes Snapping-Feature	33
	Zusammenfassung Snapping, Tastenkürzel, Hilfslinien	34

<b>5</b>	<b>Die Modellierung</b>	<b>35</b>
5.1	<b>Parametrische Grundobjekte</b>	<b>35</b>
5.1.1	Parametrische Grundobjekte bedienen	35
5.1.1.1	Bedeutung der Segmente	36
5.1.2	Die Optionen der Grundobjekte	37
5.1.3	Arbeitsbeispiele	38
5.1.4	Grundobjekte konvertieren	39
5.2	<b>Selektionen erzeugen und verwalten</b>	<b>39</b>
5.2.1	Die Live-Selektion	40
5.2.1.1	Die Modellierachse	40
5.2.1.1.1	Der Achse bearbeiten-Modus	41
5.2.2	Weitere Standard-Selektionsmethoden	42
5.2.3	Weitere Selektionswerkzeuge	42
5.2.4	Selektionen umwandeln und verwalten	43
5.2.5	Weiche Selektionen	45
5.2.6	Vertex Maps	46
5.2.6.1	Das Pinsel-Werkzeug	47
5.2.6.2	Vertex-Farben	48
5.2.7	Selektions-Filter	49
	Zusammenfassung Selektionen	50
5.3	<b>Spline-Objekte</b>	<b>51</b>
5.3.1	Ein Spline-Objekt zeichnen	51
5.3.2	Die innere Struktur eines Splines	55
5.3.2.1	Der Struktur-Manager	55
5.3.2.2	Einige spezielle Spline-Funktionen	56
5.3.2.3	Spline-Segmente	58
5.3.2.4	Die Zwischenpunkte	59
5.3.3	Spline-Grundobjekte	61
	Zusammenfassung Spline-Objekte	62
5.3.4	Mit Splines modellieren	63
5.3.4.1	Splines miteinander kombinieren	63
5.3.4.2	Das Extrudieren-Objekt	63
5.3.4.2.1	Die Deckflächen	64
5.3.4.2.1.1	N-Gons	66
5.3.4.2.1.2	Deckflächen aus Drei- oder Vierecken	66
5.3.4.2.1.3	Delaunay-Unterteilung	67
5.3.4.3	Das Lathe-Objekt	67
5.3.4.4	Das Loft-Objekt	69
5.3.4.5	Das Sweep-Objekt	71
	Zusammenfassung Generatoren	73
5.4	<b>Polygon-Modellierung</b>	<b>74</b>
5.4.1	Polygone erzeugen	74
5.4.2	Kanten schneiden	77
5.4.3	Die Schnittwerkzeuge	78
5.4.3.1	Der Linienschnitt	78
5.4.3.2	Der Ebenenschnitt	79
5.4.3.3	Der Loop/Pfad-Schnitt	80
5.4.3.3.1	Zusätzliche Interaktion-Optionen	81
5.4.3.3.2	Die Form-Einstellungen	82

5.4.4	Das Punkt erzeugen-Werkzeug .....	82
5.4.5	Der Unterteilen-Befehl .....	83
	<b>Zusammenfassung Polygon-Modellierung .....</b>	<b>84</b>
5.4.6	Weitere Modellierwerkzeuge .....	85
5.4.6.1	Das Brücke-Werkzeug .....	85
5.4.6.2	Das Extrudieren-Werkzeug .....	86
5.4.6.3	Das Innen extrudieren-Werkzeug .....	89
5.4.6.4	Das Bevel-Werkzeug .....	89
5.4.6.5	Der Bevel-Deformator .....	94
5.4.6.6	Das Gleiten-Werkzeug .....	95
5.4.6.7	Das Vernähen-Werkzeug .....	96
5.4.6.8	Der Polygonloch schließen-Befehl .....	96
5.4.6.9	Schmelzen und N-Gons auflösen .....	97
5.4.6.10	Normalen umdrehen und ausrichten .....	98
5.4.6.11	Verschieben, Skalieren, Drehen entlang der Normalen .....	98
5.4.6.12	Die Abtrennen- und Ablösen-Befehle .....	99
5.4.6.13	Objekte verbinden .....	99
5.4.6.14	Der Optimieren-Befehl .....	99
	<b>Zusammenfassung Modellierwerkzeuge .....</b>	<b>100</b>
5.4.7	Das Subdivision Surface-Objekt .....	101
5.4.7.1	Die Typ-Einstellung .....	102
5.4.7.2	Sonderfunktionen des Subdivision Surface-Objekts .....	103
	<b>Zusammenfassung Subdivision-Surface .....</b>	<b>106</b>
<b>5.5</b>	<b>Deformationen .....</b>	<b>107</b>
5.5.1	Deformationsbereiche anpassen .....	107
5.5.2	Die wichtigsten Deformator-Objekte .....	109
5.5.2.1	Der Biegen-Deformator .....	109
5.5.2.2	Der Bulge-Deformator .....	109
5.5.2.3	Der Scheren-Deformator .....	110
5.5.2.4	Der Stauchen-Deformator .....	110
5.5.2.5	Der Verdrehen-Deformator .....	110
5.5.2.6	Kombinationsmöglichkeiten .....	110
5.5.2.7	Der Spline-Wickler-Deformator .....	111
5.5.3	Deformationen fixieren .....	111
	<b>Zusammenfassung Deformationen .....</b>	<b>112</b>
<b>5.6</b>	<b>Modeling-Objekte und Hilfsfunktionen .....</b>	<b>113</b>
5.6.1	Die Modeling-Objekte .....	113
5.6.1.1	Das Array-Objekt .....	113
5.6.1.2	Das Atom-Array-Objekt .....	114
5.6.1.3	Das Boole-Objekt .....	115
5.6.1.4	Das Splinemaske-Objekt .....	116
5.6.1.5	Das Objekt verbinden-Objekt .....	117
5.6.1.6	Das Instanz-Objekt .....	118
5.6.1.7	Das Metaball-Objekt .....	119
5.6.1.7.1	Das Metaball-Tag .....	119
5.6.1.8	Das OpenVDB-System .....	120
5.6.1.8.1	Der Volumenerzeuger .....	120
5.6.1.8.2	Der Volumenmesher .....	121
5.6.1.9	Das Symmetrie-Objekt .....	122

5.6.1.10	Das LOD-Objekt .....	122
5.6.1.10.1	Das LOD-Kriterium .....	123
5.6.1.10.2	Der Vereinfachung LOD-Modus .....	124
5.6.1.10.3	LOD-Optionen .....	124
5.6.1.11	Die Polygonreduktion .....	125
5.6.1.12	Hilfsfunktionen .....	125
5.6.1.12.1	Die Duplizieren-Funktion .....	125
5.6.1.12.2	Die Zufall-Funktion .....	126
	Zusammenfassung Modeling-Objekte und Hilfsfunktionen .....	127
<b>6</b>	<b>Testberechnungen auslösen .....</b>	<b>128</b>
6.1	<b>Die Rendervoreinstellungen .....</b>	<b>128</b>
6.1.1	Die Wahl des Renderers .....	128
6.1.2	Die Ausgabe-Parameter .....	129
6.1.3	Die Antialiasing-Einstellungen .....	130
6.1.4	Die zusätzlichen Optionen .....	133
6.1.4.1	Einziges Material .....	135
6.1.4.2	Weiterführende Optionen .....	135
6.1.5	Das Editor-Rendering .....	136
6.1.6	Der interaktive Renderbereich .....	136
6.1.7	Testberechnungen mit ProRender .....	138
6.1.8	Vorschau erzeugen .....	138
	Zusammenfassung Rendervoreinstellungen .....	139
<b>7</b>	<b>Beleuchtung .....</b>	<b>140</b>
7.1	<b>Die richtige Beurteilung von Licht .....</b>	<b>140</b>
7.2	<b>Die Aufgabe von Licht .....</b>	<b>141</b>
7.2.1	Typische Lichteffekte .....	141
7.2.1.1	Das Hauptlicht .....	141
7.2.1.2	Aufhelllicht .....	142
7.2.1.3	Gegenlicht/Streiflicht/Effektlicht .....	142
7.2.2	Die Unterschiede zwischen realem Licht und Cinema 4D-Lichtquellen .....	143
7.2.3	Die Punkt-Lichtquelle .....	144
7.2.4	Die Spot-Lichtquelle .....	144
7.2.5	Das parallele Licht .....	145
7.2.6	Unendliches Licht .....	145
7.2.7	Das Fläche-Licht .....	145
7.2.8	Das physikalische Licht .....	146
7.2.9	Die IES-Lichtquelle .....	146
7.2.10	Die Allgemein-Einstellungen der Lichtquellen .....	146
7.2.10.1	Der weiche Schatten/Shadow-Maps .....	147
7.2.10.1.1	Shadow-Maps optimieren .....	147
7.2.10.2	Harte Schatten/Raytraced .....	149
7.2.10.3	Fläche-Schatten .....	149
7.2.10.4	Sichtbares Licht .....	150
7.2.10.5	Optionen der Lichtberechnung .....	153
7.2.11	Die Details-Einstellungen .....	154
7.2.11.1	Die Abnahme der Lichtleistung .....	155
7.2.11.2	Eigenheiten des Fläche-Lichts .....	157

7.2.12	Die Fotometrisch-Einstellungen .....	158
7.2.13	Die Caustics-Einstellungen .....	160
7.2.14	Die Noise-Einstellungen .....	161
7.2.15	Die Linsen-Einstellungen .....	162
7.2.16	Die Projekt-Einstellungen .....	164
7.2.17	Hilfsmittel für die gezielte Beleuchtung .....	165
	Zusammenfassung Licht .....	166
<b>8</b>	<b>Die Umgebung-Objekte .....</b>	<b>167</b>
8.1	Das Boden-Objekt .....	167
8.2	Das Himmel-Objekt .....	167
8.3	Das Umgebung-Objekt .....	167
8.4	Vordergrund- und Hintergrund-Objekte .....	168
8.5	Das Stage-Objekt .....	168
8.6	Der Physikalische Himmel .....	169
8.6.1	Die Basis-Einstellungen .....	169
8.6.1.1	Die Himmel-Option .....	169
8.6.1.2	Die Sonne-Option .....	169
8.6.1.3	Die Atmosphäre-Option .....	169
8.6.1.4	Die Wolken-Option .....	170
8.6.1.5	Die Volumetrische Wolken-Option .....	170
8.6.1.6	Die Nebel-Option .....	170
8.6.1.7	Die Regenbogen-Option .....	170
8.6.1.8	Die Sonnenstrahlen-Option .....	170
8.6.1.9	Die Sky-Objekte-Option .....	170
8.6.2	Die Zeit und Position-Einstellungen .....	171
8.6.3	Die Himmel-Einstellungen .....	172
8.6.4	Die Sonne-Einstellungen .....	174
8.6.5	Die Atmosphäre-Einstellungen .....	177
8.6.6	Die Wolken-Einstellungen .....	178
8.6.7	Volumetrische Wolken .....	180
8.6.7.1	Das Wolkenwerkzeug .....	180
8.6.7.2	Wolken gruppieren .....	181
8.6.7.3	Die Wolken-Einstellungen .....	182
8.6.7.4	Volumetrische Wolken-Einstellungen .....	184
8.6.8	Die Nebel-Einstellungen .....	185
8.6.9	Die Regenbogen-Einstellungen .....	186
8.6.10	Die Sonnenstrahlen-Einstellungen .....	187
8.6.11	Die Sky-Objekte-Einstellungen .....	187
8.6.12	Die Details-Einstellungen .....	188
8.7	Die Gras-Simulation .....	190
8.7.1	Die Qualitätseinstellungen bei Gras .....	192
8.7.1.1	Die Rendern-Einstellungen .....	192
8.7.1.2	Die Objekte-Einstellungen .....	192
8.7.1.3	Die Multi-Pass-Einstellungen .....	193
8.7.1.4	Veränderungen bei Nutzung des Physikalischen Renderers .....	193
	Zusammenfassung Umgebung-Objekte .....	196

<b>9</b>	<b>Das Materialsystem</b>	<b>197</b>
<b>9.1</b>	<b>Der Material-Manager</b>	<b>197</b>
9.1.1	Das Bearbeiten-Menü	197
9.1.2	Material-Funktionen	198
9.1.2.1	Materialien berechnen lassen	199
9.1.2.2	Materialien gruppieren und sortieren	199
<b>9.2</b>	<b>Das Erzeugen-Menü</b>	<b>200</b>
<b>9.3</b>	<b>Der Material-Editor</b>	<b>201</b>
9.3.1	Die Art und Größe der Materialvorschau	203
9.3.2	Die Basis-Einstellungen	203
9.3.3	Die Animation-Einstellungen	205
	<a href="#">Zusammenfassung 3D-Volumen-Shader</a>	<a href="#">206</a>
<b>9.4</b>	<b>Das Cinema 4D Standard-Material</b>	<b>207</b>
9.4.1	Der Farbe-Kanal	207
9.4.1.1	Das Schattierungsmodell	208
9.4.2	Der Diffusion-Kanal	208
9.4.3	Der Leuchten-Kanal	209
9.4.4	Der Transparenz-Kanal	210
9.4.5	Der Reflektivität-Kanal	212
9.4.5.1	Die verschiedenen Ebenen-Typen	212
9.4.5.2	Anisotropie	214
9.4.5.3	Diffuse Ebenen	217
9.4.5.4	Irawan (Gewebe Textilien)	218
9.4.5.5	Kompatibilitäts-Modi	220
9.4.5.6	Die Farbe-Einstellungen	221
9.4.5.7	Die Ebene maskieren	221
9.4.5.8	Der Fresnel-Effekt	221
9.4.5.9	Die Sampling-Einstellungen	222
9.4.5.10	Die Distanzabblendung	223
9.4.6	Der Umgebung-Kanal	223
9.4.7	Der Nebel-Kanal	224
9.4.8	Der Relief-Kanal	224
9.4.9	Der Normale-Kanal	225
9.4.10	Der Alpha-Kanal	226
9.4.11	Der Glühen-Kanal	227
9.4.12	Der Displacement-Kanal	227
9.4.13	Die Editor-Einstellungen	229
9.4.14	Die Illumination-Einstellungen	230
9.4.15	Die Zuweisen-Liste	231
	<a href="#">Zusammenfassung Textur-Kanäle</a>	<a href="#">232</a>
<b>9.5</b>	<b>Shader und Texturen benutzen</b>	<b>233</b>
9.5.1	Der Farbe-Shader	233
9.5.2	Der Farbverlauf-Shader	234
9.5.3	Der Fresnel-Shader	235
9.5.4	Der Noise-Shader	235
9.5.5	Der Colorizer-Shader	236
9.5.6	Der Ebene-Shader	237
9.5.7	Der Filter-Shader	238

9.5.8	Der Fusion-Shader .....	238
9.5.9	Der Posterizer-Shader .....	238
9.5.10	Die Effekte-Shader .....	239
9.5.10.1	Ambient Occlusion .....	239
9.5.10.2	Die Lichtstreuung-Shader .....	240
9.5.10.2.1	Der ChanLum-Shader (Abkürzung für Channel Luminance) .....	240
9.5.10.2.2	Der Rücklicht-Shader .....	241
9.5.10.2.3	Der Subsurface Scattering-Shader .....	242
9.5.10.3	Der Distorter-Shader .....	244
9.5.10.4	Der Dünnfilm-Shader .....	244
9.5.10.5	Der Falloff-Shader .....	245
9.5.10.6	Der Geländemaske-Shader .....	245
9.5.10.7	Der Linsenverzeichnung-Shader .....	246
9.5.10.8	Der Lumas-Shader .....	246
9.5.10.9	Der Normalenrichtung-Shader .....	247
9.5.10.10	Der Normalizer-Shader .....	247
9.5.10.11	Der Pixel-Shader .....	248
9.5.10.12	Der Projector-Shader .....	248
9.5.10.13	Der Proximal-Shader .....	248
9.5.10.14	Der Spektral-Shader .....	249
9.5.10.15	Der Spline-Shader .....	250
9.5.10.16	Der Variation-Shader .....	251
9.5.10.17	Der Vertex Map-Shader .....	251
9.5.10.18	Der Verwittern-Shader .....	252
9.5.10.19	Der Wellen-Shader .....	252
9.5.11	Die Oberflächen-Shader .....	253
9.5.11.1	Der Einfache Turbulenz-Shader .....	253
9.5.11.2	Der Einfacher Noise-Shader .....	253
9.5.11.3	Der Erde-Shader .....	253
9.5.11.4	Der Feuer-Shader .....	253
9.5.11.5	Der Flamme-Shader .....	253
9.5.11.6	Der Formel-Shader .....	254
9.5.11.7	Der Galaxie-Shader .....	254
9.5.11.8	Der Holz-Shader .....	254
9.5.11.9	Der Karo-Shader .....	255
9.5.11.10	Der Marmor-Shader .....	255
9.5.11.11	Der Metall-Shader .....	255
9.5.11.12	Der Planet-Shader .....	255
9.5.11.13	Der Rost-Shader .....	255
9.5.11.14	Der Sonnenkorona-Shader .....	256
9.5.11.15	Der Steinpflaster-Shader .....	256
9.5.11.16	Der Stern-Shader .....	256
9.5.11.17	Der Sternfeld-Shader .....	256
9.5.11.18	Der Tiles-Shader .....	256
9.5.11.19	Der Venus-Shader .....	257
9.5.11.20	Der Wasser-Shader .....	257
9.5.11.21	Der Wolken-Shader .....	257



9.5.11.22	Der Ziegel-Shader .....	257
9.5.11.22.1	Die Fugen .....	258
9.5.11.22.2	Die Schmutzschicht .....	259
9.5.11.23	Der Zyklon-Shader .....	259
	<a href="#">Zusammenfassung Kanal-Shader</a> .....	<a href="#">260</a>
<b>9.6</b>	<b>Das Material-Tag</b> .....	<b>261</b>
<b>9.7</b>	<b>Das Material anheften-Tag</b> .....	<b>263</b>
<b>9.8</b>	<b>Projektionsarten editieren und konvertieren</b> .....	<b>263</b>
	<a href="#">Zusammenfassung Material-Tag</a> .....	<a href="#">264</a>
<b>10</b>	<b>Kameras benutzen</b> .....	<b>265</b>
<b>10.1</b>	<b>Kameras aktivieren und positionieren</b> .....	<b>265</b>
<b>10.2</b>	<b>Bildgröße und Brennweite editieren</b> .....	<b>266</b>
<b>10.3</b>	<b>Die Art der Projektion</b> .....	<b>267</b>
<b>10.4</b>	<b>Der Weißabgleich</b> .....	<b>268</b>
<b>10.5</b>	<b>Einen Fokus simulieren</b> .....	<b>269</b>
10.5.1	Die manuelle Definition der Schärfentiefe .....	269
10.5.2	Physikalisch korrekte Fokusberechnung und Unschärfe .....	270
10.5.3	Linsenverzerrung .....	273
10.5.4	Der Vignettierungseffekt .....	273
10.5.5	Chromatische Aberration und Bokeh-Effekt .....	274
10.5.6	Die Details-Einstellungen .....	275
10.5.7	Sphärische Kamera .....	276
	<a href="#">Zusammenfassung Kamera</a> .....	<a href="#">277</a>
<b>11</b>	<b>Die Rendervoreinstellungen</b> .....	<b>278</b>
<b>11.1</b>	<b>Die Speichern-Einstellungen</b> .....	<b>278</b>
11.1.1	Externe Komposition-Tags .....	279
<b>11.2</b>	<b>Multi-Pass Rendering</b> .....	<b>279</b>
11.2.1	Auswahl der Multi-Pass-Ebenen .....	280
<b>11.3</b>	<b>Das Render-Tag</b> .....	<b>281</b>
11.3.1	Die Tag-Einstellungen .....	281
11.3.2	Die GI-Einstellungen .....	283
11.3.3	Die Ausschließen-Einstellungen .....	283
	<a href="#">Zusammenfassung Render-Tag</a> .....	<a href="#">284</a>
<b>11.4</b>	<b>Spezielle Render-Effekte</b> .....	<b>285</b>
11.4.1	Ambient Occlusion .....	285
11.4.1.1	Die Ambient Occlusion Cache-Einstellungen .....	286
11.4.2	Caustics .....	288
11.4.3	Globale Illumination .....	288
11.4.3.1	Die Primäre Methode .....	289
11.4.3.2	Die Sekundäre Methode .....	291
11.4.3.2.1	Licht-Maps .....	292
11.4.3.2.2	Radiosity-Maps .....	295
11.4.4	Denoiser .....	296
<b>11.5</b>	<b>Der Physikalische Renderer</b> .....	<b>296</b>
11.5.1	Die Basis-Einstellungen .....	297
11.5.1.1	Unschärfen .....	298

<b>11.6 ProRender</b> .....	<b>298</b>
11.6.1 Progressives Rendering .....	301
11.6.2 Renderaktualisierungsintervall .....	302
11.6.3 Optionen und technische Vorgaben .....	302
11.6.4 Multi-Passes rendern mit ProRender .....	303
Zusammenfassung Renderer .....	304
<b>12 Team Render</b> .....	<b>305</b>
<b>13 Der Bild-Manager</b> .....	<b>306</b>
13.1 Der Info-Bereich .....	308
13.2 Der Ebenen-Bereich .....	308
13.3 Die Filter-Einstellungen .....	308
<b>14 Der Render-Manager</b> .....	<b>309</b>
Zusammenfassung Render-Manager .....	311
<b>15 Projekte und Versionen verwalten</b> .....	<b>312</b>
15.1 Der Basis-Take .....	312
15.2 Kameras umschalten .....	312
15.3 Rendervoreinstellungen umschalten .....	312
15.4 Sichtbarkeiten und Tags umschalten .....	312
15.5 Parameter überschreiben .....	313
15.6 Takes rendern .....	313
15.7 Takes verwalten und umschalten .....	313
15.7.1 Übung zum Anlegen und Rendern verschiedener Takes .....	313
<b>16 Grundlagen der Animation</b> .....	<b>314</b>
16.1 Die Projekt-Voreinstellungen .....	314
16.1.1 Die Keyframe-Interpolation .....	315
16.1.1.1 Keyframes sperren .....	315
16.1.1.2 Die Spline-Interpolation beeinflussen .....	316
16.2 Die einfache Zeitleiste .....	316
16.2.1 Der Abspielmodus .....	317
16.3 Parameter animieren .....	318
16.4 Die Zeitleiste .....	319
Zusammenfassung Zeitleiste .....	320

# Curriculum zu Maxon Cinema 4D R21

## 1 Beschreibung des Curriculums

Dieses Dokument wurde konzipiert, um Dozenten einen Leitfaden für den Aufbau eines Kurses an die Hand zu geben. Der Aufbau wurde didaktisch so angelegt, dass er dem normalen Aufbau einer Vorlesung folgt. Dabei werden sowohl die notwendigen theoretischen Hintergründe, als auch praktische Beispiele vorgestellt, um die Software Cinema 4D im Rahmen eines Kurses zu erlernen. Dieses Curriculum geht dabei von einem Grundlagen-Kursus aus, stellt also keinerlei Voraussetzungen an die Studenten, außer dem sicheren Umgang mit dem Computer. Behandelt werden dabei alle benötigten Grundlagen bezüglich der Bedienung von Cinema 4D, der Modellierung, Ausleuchtung, Texturierung, des Renderings und der Animation.

Da Cinema 4D sowohl für Windows- als auch MacOS X-Betriebssysteme angeboten wird, sind an geeigneten Stellen Verweise z. B. auf unterschiedliche Tastenkürzel vorhanden, die zu beachten sind. Ansonsten verhält sich Cinema 4D optisch und von den erzielbaren Ergebnissen her auf beiden Plattformen identisch.

Am Ende jedes thematischen Abschnitts finden Dozenten noch einmal eine stichpunktartige Zusammenfassung, die als Handout für die Studenten genutzt werden kann.

Die enthaltenen praktischen Beispiele sollen Dozenten dabei unterstützen, den vermittelten Stoff gemeinsam mit den Studenten zu festigen. Je nach verfügbarer Unterrichtszeit können selbstverständlich auch Abwandlungen oder weitere Übungen ergänzt werden.

Die besprochenen Beispiele stehen in einem gezippten Verzeichnis zur Verfügung und können nach dem Entpacken über den normalen Öffnen Befehl von Cinema 4D geladen werden.

## 2 Einführung zum Thema 3D

Nicht immer ist davon auszugehen, dass die Studenten bereits wissen, was überhaupt mit „3D“ gemeint ist, bzw. wo eine 3D-Software eingesetzt werden kann. Dies trifft vor allem auf Design- oder allgemeine Medien-Studiengänge zu, bei denen „3D“ nur ein kleiner Baustein oder gar nur ein optionales Fach ist.

Die erste Unterrichtseinheit sollte daher durchaus genutzt werden, den Studenten einen Überblick über Einsatzgebiete von 3D-Grafiken und Animation zu geben. Zudem ist sinnvoll, die diversen Berufsbilder anzusprechen, bei denen „3D“ eine Rolle spielt. Ziel ist, das Interesse der Studenten an diesem vielseitigen Themengebiet zu wecken und für genügend Motivation zu sorgen, die notwendige Theorie zu erlernen, bevor es an die praktische Arbeit gehen kann.

Bewährt haben sich in dieser frühen Phase des Kurses kurze Filmvorführungen, Making Offs oder Standbild-Präsentationen aktueller Kinofilme oder Werbekampagnen. Auch das Maxon Demoreel ist dafür geeignet, da es einen schnellen Überblick über die diversen Einsatzgebiete und Stilrichtungen gibt.

Generell sollte kurz auf die verschiedenen typischen Einsatzgebiete von 3D eingegangen werden. Folgende Kategorien können dabei hervorgehoben werden:

### 2.1 Technische Visualisierungen

Hierzu zählen Produktabbildungen, z. B. aus den Bereichen Automobil, Produktabbildungen oder auch der Architektur, bei denen es häufig um einen erhöhten Realismus in der Darstellung geht. Zudem wird die Darstellung von Prototypen möglich, um den Prozess der Designfindung zu unterstützen.

### 2.2 Medizinische Visualisierungen oder „Erklärfilme“

Vieles lässt sich einfach nicht auf traditionellem Wege darstellen, wie z. B. mikroskopisch kleine Prozesse oder Abläufe die in einem sehr großen Maßstab ablaufen. Hierzu zählen also wissenschaftliche Visualisierungen.

### 2.3 Werbung und Motion Graphics

Aus dem Bereich der Werbung und den effektvollen, oft abstrakten Fernsehspots ist „3D“ als Stilmittel nicht mehr wegzudenken. Durch die vollständige Kontrolle sowohl der Kameraführung als auch über die Objektbewegungen existieren keine Grenzen mehr. Jede Idee lässt sich in eine Bilderwelt umsetzen.

### 2.4 Special Effects

Special Effects können überall dort eingesetzt werden, wo aus Kostengründen oder schlicht, weil eine fiktive Situation dargestellt werden soll, keine reale Filmaufnahme möglich ist. Hierzu zählen Explosionen und Flüssigkeits-Simulationen, aber z. B. auch virtuelle Sets oder Hintergründe, die vorhandene Umgebungen ergänzen sollen.

In diese Kategorie fällt also das klassische Matte Painting ebenso, wie die Ergänzung virtueller Charaktere. Themenbereiche, wie Motion Capture oder gar Performance Capture, bei denen reale Schauspieler für die Steuerung virtueller Figuren verwendet werden, zeigen spannende Spezialgebiete von 3D auf.

### 2.5 Computerspiele

Von je her auf rein virtuelle Abbildungen angewiesen sind Computerspiele. Waren aufgrund der Rechenleistung zuerst nur zweidimensionale Spiele möglich, haben wir es heutzutage nahezu ausschließlich mit dreidimensionalen Spielwelten zu tun, in denen sich der Spieler frei bewegen kann. Selbst aktuelle mobile Endgeräte sind in der Lage derartige Spiele anzubieten. Dieses Thema wird sich in naher Zukunft noch verstärken, wenn Geräte, wie Oculus Rift oder Kinect die Bewegung des Spielers direkt auf die Spielfigur übertragen und für eine noch engere Verschmelzung von realer und virtueller Welt sorgen. Die Ergänzung eigener 3D-Objekte durch Interaktivität stellt also ein weiteres Betätigungsfeld für diejenigen dar, die keinerlei Berührungspunkte mit der Programmierung haben. Game-Engines, wie z. B. Unity 3D oder Unreal bieten direkte Schnittstellen auch zu Cinema 4D an, um Projekte direkt für Spiele oder andere interaktive Anwendungen zu nutzen. Dies kann z. B. bereits ein virtueller Rundgang in einem Gebäude sein.

## 3 Zum Leistungsspektrum von Cinema 4D

Cinema 4D versteht sich als 3D-Komplettpaket, beherrscht daher nahezu alle Funktionen, die für die Erstellung von 3D-Objekten, deren fotorealistische oder abstrakte Darstellung und auch deren Animation benötigt werden. Selbstverständlich gibt es aber auch zahlreiche andere Programme, die einzelne Spezialthemen, wie z. B. die Simulation von Flüssigkeiten oder Stoffen, noch besser beherrschen, als Cinema 4D mit seinen Bordmitteln. Besonders wichtig an einem 3D-Programm ist daher weniger, welche Effekte dieses selbst unterstützt als vielmehr, welche Schnittstellen für die Integration in eine „Pipeline“ vorhanden sind. Und hier liegt eine der Stärken von Cinema 4D, denn es stehen nicht nur zahlreiche Im- und Exportformate zur Verfügung, sondern auch gut dokumentierte Programmierschnittstellen, die die nahtlose Integration ergänzender Funktionen ermöglichen. Man spricht dabei von sogenannten „Plugins“. Auf diese Weise lassen sich mit Cinema 4D z. B. auch problemlos externe Renderer einklinken, also Programme, die die Bildberechnung übernehmen.

Andere sehr gut ausgebaute Schnittstellen betreffen die Integration mit Adobe-Produkten, wie z. B. Photoshop für die Standbild-Bearbeitung oder After Effects für die Weiterverarbeitung von Animationen.

### 3.1 Stärken und Schwachpunkte von Cinema 4D

Die Stärken von Cinema 4D liegen u. a. in der einfachen Erlernbarkeit, obwohl der Funktionsumfang mittlerweile immens ist. Dabei kommt das Interface besonders Anfängern entgegen, denn alle wichtigen Funktionen lassen sich sowohl über Icons, Menüs oder auch Tastenkürzel aufrufen. Fortgeschrittene Nutzer können das Interface nach Belieben umbauen und ihrer Arbeitsumgebung, wie z. B. einem Mehr-Monitor-System anpassen. Die einfache Erweiterbarkeit über Plugins wurde bereits angesprochen. Vermeintlich weniger starke Funktionen lassen sich auf diese Weise durch Lösungen von Drittanbietern ausgleichen.

Wer eher im Bereich Produktdesign tätig ist wird so z. B. echte **NURBS** (Non Uniform Rational B-Splines) vermissen, mit deren Hilfe Objekte mathematisch exakt und produktionstauglich konstruiert werden können. Cinema 4D selbst bietet für die Modellierung nur sogenannte **Polygone**, also hauptsächlich Drei- oder Vierecke an.

Diese fehlende Funktionalität kann durch Drittprogramme, wie z. B. Rhino 3D ausgeglichen werden, stellt sich in der Praxis jedoch weit weniger als Hindernis dar. Hochwertige Objekte für die Visualisierung oder auch den 3D-Druck lassen sich natürlich auch mit Cinema 4D konstruieren, nur für die direkte Nutzung dieser Modelle in einem Produktionsprozess sind die entstehenden Daten Prinzip bedingt nicht geeignet.

## 4 Ein erster Blick auf Cinema 4D

Nach diesen allgemeinen Informationen wird es Zeit für einen ersten Blick auf das Interface und die wichtigsten Layout-Bestandteile von Cinema 4D. Ja nach Art der Installation in Ihrem Kursraum sollten die Studenten daher nun Ihre Cinema 4D-Installation starten. Wird ein Lizenz-Server verwendet, ist dieser vor dem Starten der individuellen Clients zu starten.

### 4.1 Hinweis zu automatischen Updates

Oft ist es nach dem ersten Starten des Programms so, dass ein Dialog erscheint, der auf verfügbare Updates hinweist. Cinema 4D ist so konfiguriert, dass beim Starten des Programms eine Verbindung zum Update-Server bei Maxon hergestellt wird. Liegen dort neuere Versionen von Cinema 4D vor, können diese direkt über den angezeigten Dialog geladen und installiert werden. Da dieser Vorgang je nach Umfang der zu aktualisierenden Daten und der verfügbaren Bandbreite in Ihrem Netzwerk einige Minuten in Anspruch nehmen kann, sollten Sie derartige Updates z. B. durch Ihren System-Administrator außerhalb der Vorlesungszeit durchführen lassen. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn die Studenten selbst keine Administrator-Rechte besitzen und das Update daher sowieso nicht installiert werden kann. Die Studenten können derartige Hinweise also schließen, um das Update zu einem späteren Zeitpunkt durchführen zu lassen. In diesem Zusammenhang ist wichtig zu wissen, dass die Versionen ggf. zusätzlich verwendeter Renderclients exakt identisch zu der Cinema 4D-Installation sein müssen, um Renderings im Netzwerk durchführen zu können. Wenn also Teamrender bzw. der Cinema 4D Renderclient zusätzlich genutzt werden soll, ist immer auf eine Gleichheit der Versionsnummern zu achten.

## 4.2 Das Interface von Cinema 4D

Cinema 4D startet automatisch in das Standard-Layout des Programms und begrüßt mit einem **Schnellstartfenster**, über das Tutorials, Branchen-News und zuvor bereits bearbeitete Projekte aufgerufen werden können. Dieses Dialogfenster erscheint automatisch bei jedem Start des Programms, kann aber auch jederzeit über das **Fenster**-Menü aufgerufen werden. Das automatische Erscheinen des **Schnellstartfensters** lässt sich jedoch auch über das **Schnellstartfenster** selbst oder über die **Programm-Voreinstellungen > Netzwerkverbindungen** deaktivieren. Das Startlayout enthält bereits einen Großteil der Menüs und Icons, die für alltägliche Aufgaben benötigt werden. Spezialgebiete, wie z. B. das Sculpting (die Verformung von Objekten mit Pinseln und Stempeln, um die organische Modellierung wie mit Knete oder Ton nachzubilden) oder das Bemalen von Oberflächen in der BodyPaint3D-Umgebung können in eigenen Layouts noch besser bearbeitet werden. Cinema 4D stellt dafür rechts oben ein Layout-Menü zur Verfügung, in dem bereits diverse Einträge vorhanden sind. Hier lassen sich später aber auch eigene Layouts abrufen, die ggf. auf eigene Bedürfnisse zugeschnitten sind. Sollten Studenten das Standardlayout z. B. durch das versehentliche Schließen eines Dialogs oder Fensters verändert haben, kann durch die Auswahl des **Start**-Layouts jederzeit die ursprüngliche Anordnung der Fenster wieder hergestellt werden.

Weisen Sie die Studenten darauf hin, vorerst bei diesem **Start**-Layout zu bleiben, damit die von Ihnen z. B. über einen Beamer zur Verfügung gestellte Abbildung Ihres eigenen Monitors sich auch exakt so bei den Studenten wiederfindet und es keine Verwirrungen über z. B. fehlende oder anders lautende Menüeinträge gibt.

Lassen Sie sich zudem nicht von den andersfarbigen Hervorhebungen einzelner Menüs, von Menüeinträgen, Befehlen oder Parametern verunsichern. Diese Hervorhebung markiert nur die Neuerungen gegenüber älteren Programmversionen. Bei Bedarf kann diese Funktion über die **Programm-Voreinstellungen** des **Bearbeiten**-Menüs in der Untereinstellung **Interface > Features markieren** jederzeit auch wieder deaktiviert werden.

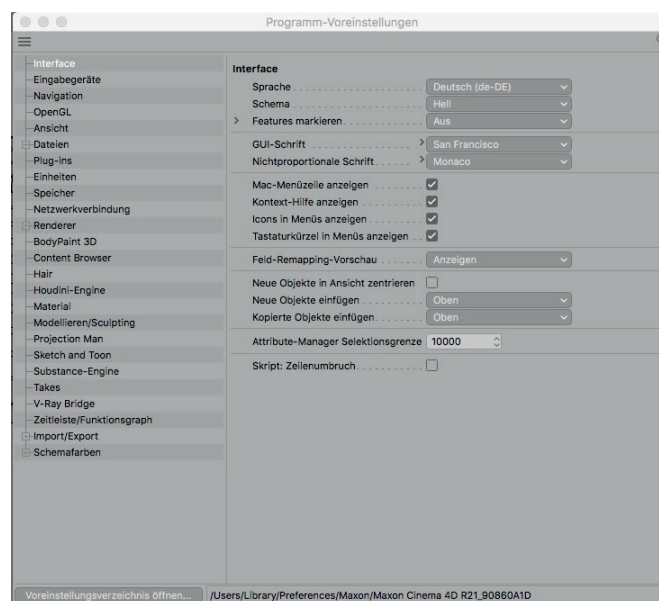
## 4.3 Nützliche Voreinstellungen von Cinema 4D

Bevor auf die einzelnen Fenster, Icons und Manager des Layouts eingegangen wird, sollten einige der **Programm-Voreinstellungen** besprochen werden. Sie finden diese im **Bearbeiten**-Menü von Cinema 4D.

Hier brauchen nicht alle verfügbaren Optionen besprochen zu werden. Zum jetzigen Zeitpunkt sind nur einige Einstellungen dort relevant:

### 4.3.1 Interface

Hier finden Sie die **Schema**-Einstellung.



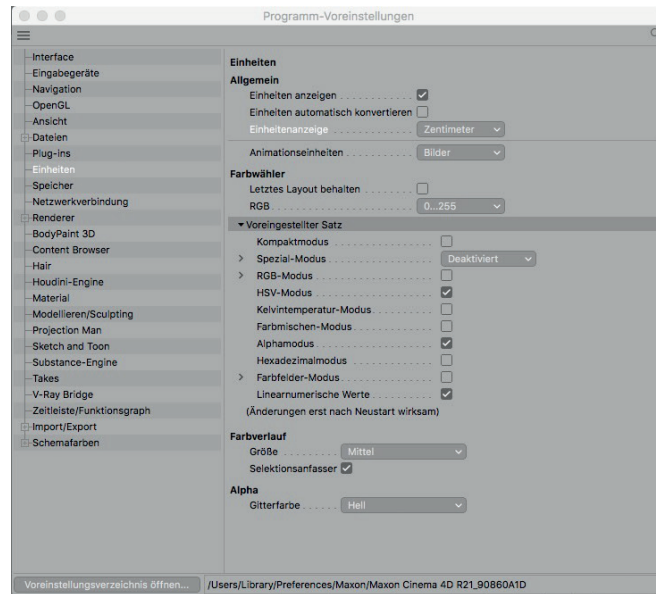
Diese definiert die Farben des Layouts. Oftmals ist das **Hell** Schema für die Darstellung auf einem Beamer besser als das standardmäßige **Dunkel**-Schema geeignet. Die **Features markieren**-Funktion wurde bereits angesprochen. Falls

für Sie Cinema 4D insgesamt neu ist, sollten Sie dieses Menü auf **Aus** stellen, um alle Befehle und Menüs gleichwertig dargestellt zu bekommen.

Auf der gleichen Dialogseite finden Sie die Option für **Tastaturkürzel in Menüs anzeigen**. Diese Option sollte aktiviert werden, um sich über die Zeit hinweg an die wichtigsten Tastenkürzel gewöhnen zu können. Diese werden automatisch rechts neben die Befehle in den Menüs geschrieben.

### 4.3.2 Einheiten

Auf der Einstellungsseite für die **Einheiten** finden Sie ein Menü für die **Einheitenanzeige**.

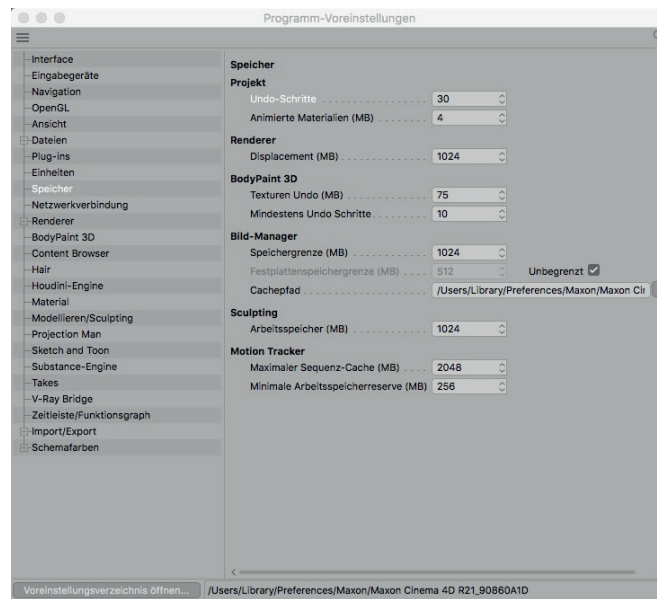


Je nachdem, wie Sie gewohnt sind mit Abmessungen und Positionen umzugehen, sollten Sie hier eine passende Einheit, wie z. B. **mm**, **cm** oder **m** wählen. Weisen Sie frühzeitig darauf hin, dass Cinema 4D von der Nutzung realistischer Abmessungen und Maßeinheiten profitiert. Dies betrifft z. B. die Materialerstellung oder den Umgang mit der Kamera, wenn z. B. realistische Schärfentiefe verwendet werden soll.

Auch die Vorwahl für die **Farbwähler**, die an verschiedenen Stellen im Programm für die Bestimmung von Farbwerten benutzt werden, kann überprüft werden. Hier stehen u. a. **RGB**- oder **HSV**-Regler zur Wahl. Das standardmäßig voreingestellte **HSV**-System ist in der Regel einfacher zu konfigurieren. Ansonsten ist der angesprochene Farbraum natürlich identisch.

### 4.3.3 Speicher

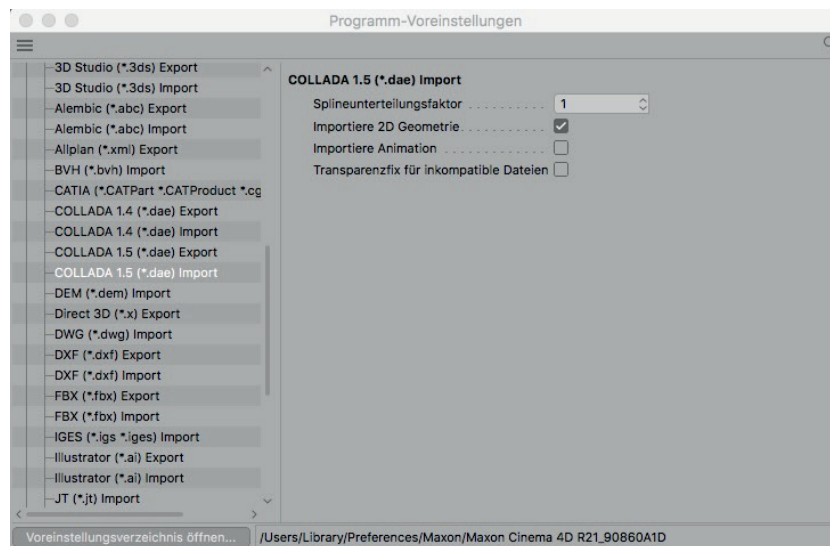
Weisen Sie die Kursteilnehmer auch auf die **Speicher**-Einstellungsseite der **Programm-Voreinstellungen** hin.



Hier finden Sie einen Wert für die maximal möglichen **Undo-Schritte** im Programm. Gerade Anfänger fühlen sich sicherer, wenn sie wissen, dass Sie bei Fehlern auch mehrere Arbeitsschritte wieder zurücknehmen können. Der Standardwert 30 sollte jedoch bereits ausreichend hoch gewählt sein.

### 4.3.4 Import/Export

Der letzte Blick in diesem Dialog sollte der Rubrik für **Import/Export** gelten, um den Studenten einen Überblick über die verfügbaren Austauschformate zu geben, die direkt von Cinema 4D unterstützt werden.



Auf diese Weise erfahren z. B. Grafiker, dass ein direkter Austausch mit Illustrator möglich ist. Nutzer anderer 3D-Programme oder von CAD-Anwendungen können an dieser Liste ebenfalls über mögliche Schnittstellen informiert werden. Weisen Sie darauf hin, dass der Import zu Cinema 4D automatisch über den **Öffnen**-Befehl im **Datei**-Menü erfolgt. Das Sichern in Fremdformate ist über **Datei > Exportieren** verfügbar.

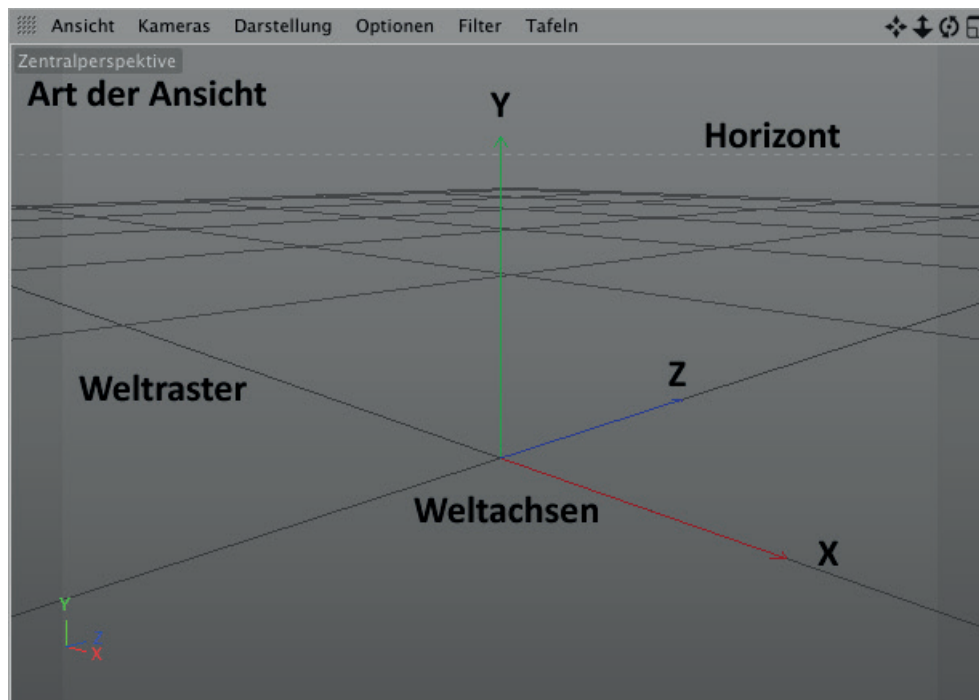


## 4.4 Die wichtigsten Elemente des Standard-Layouts

Das Layout von Cinema 4D besteht aus Menüs in der Kopfzeile des Programms, Icon-Paletten am oberen und linken Rand des Layouts, sowie aus diversen Manager-Fenstern. Der in der Regel größte Bereich des Layouts wird von der 3D-Ansicht eingenommen. Hier werden Modelle erstellt und z. B. geeignete Blickrichtungen für die Bildberechnung festgelegt. Da der richtige Umgang mit diesem Fenster wichtig für alle nachfolgenden Schritte ist, sollte er an dieser Stelle bereits anhand eines Beispiels geübt werden.

### 4.4.1 Die 3D-Ansicht

- Erläuterung der sichtbaren Elemente: Weltraster, Welt-Achsen, Horizont, Name der Ansicht in der oberen linken Ecke, verkleinerte Achs-Darstellung unten links

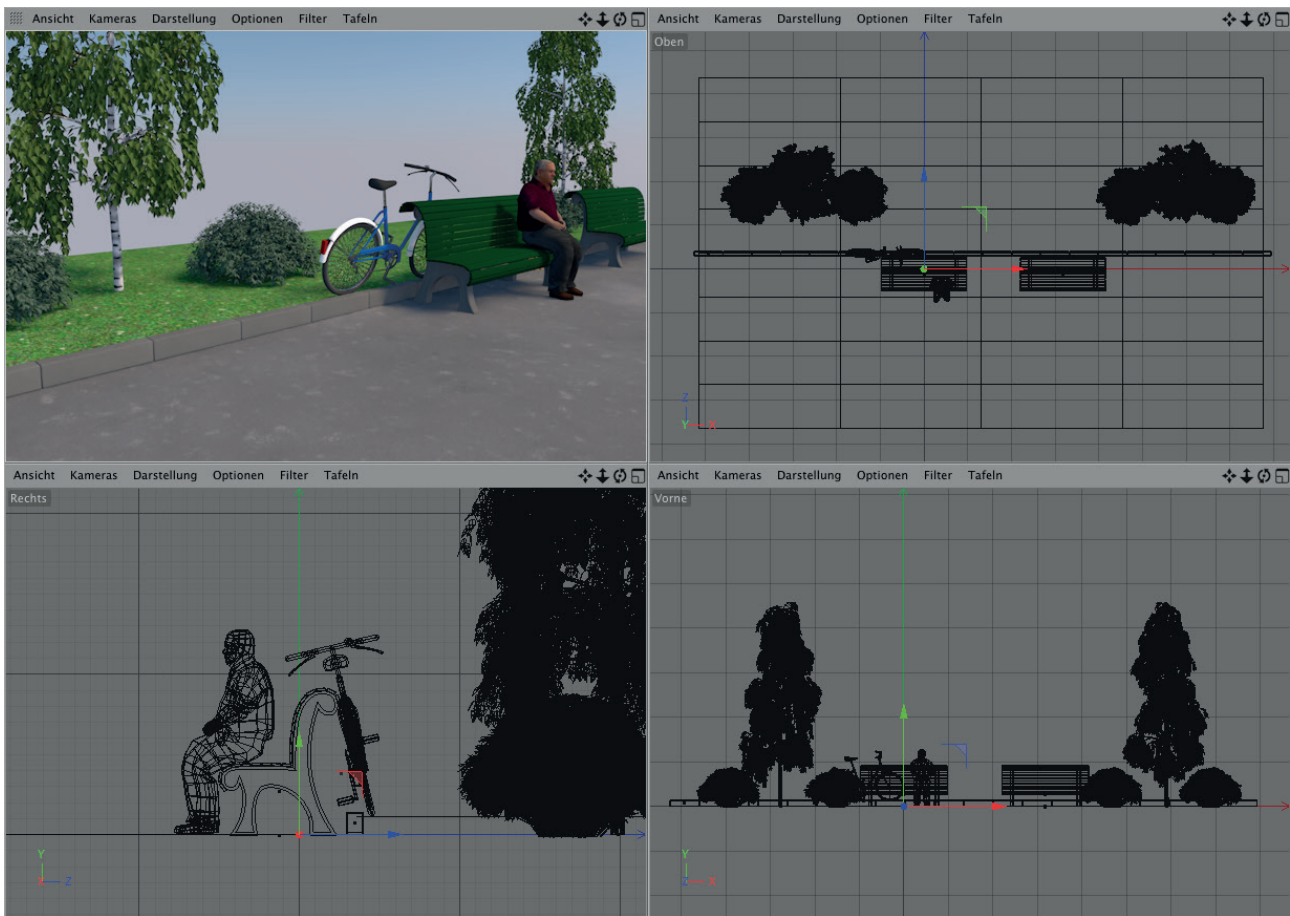


- Erläuterung des Begriffs „Zentralperspektive“: Darstellungsart, bei der die Form und Größe der Objekte von der Position des Betrachters abhängt. Nahe Objekte werden größer dargestellt. Zudem kommt es zu einer Simulation einer Brennweite. In der Szene parallele Linien werden nicht unbedingt parallel dargestellt. Dies lässt sich gut am Weltraster beobachten.
- Vorteile der Zentralperspektive: realistische Darstellung der Objekte, freie Wahl des Betrachterstandpunkts und der Brennweite.
- Nachteile der Zentralperspektive: die Ansicht eines Objekts kann täuschen, was vor allem für die exakte Modellierung ungünstig ist.

#### 4.4.1.1 Die Navigation in der Zentralperspektive

Die Navigation kann über die Icons in der Titelzeile der 3D-Ansicht erfolgen. Anfänger sollten sich jedoch von Anfang an die Navigation über Tastenkürzel gewöhnen.

Um dies zu üben, öffnen Sie die Szene „1\_ViewportNavigation“.



Sie finden diese wie auch alle anderen Beispielszenen über den *Content Browser* am rechten Rand des Layouts in der Kategorie „Presets/Curriculum“.

- Taste „1“+linke Maustaste zum Verschieben der Ansicht
- Taste „1“+rechte Maustaste zum Hinein- oder Herausfahren aus der Ansicht
- Alternativ: Scrollrad der Maus zum Hinein- und Herausfahren aus der Ansicht
- Alternativ: Taste „2“ und linke Maustaste zum Hinein- oder Herausfahren
- Taste „3“+linke Maustaste zum Rotieren der Ansicht
- Taste „3“+rechte Maustaste zum Drehen um die Sichtachse herum
- Wird beim Rotieren zusätzlich **Strg/Ctrl** gehalten, wird ein spezieller **Orbit**-Modus verwendet, der sich durch flüssigere Drehungen auszeichnet, der vor allem beim Bemalen von Objekten und beim Sculpting vorteilhaft ist. Um den Horizont dabei waagrecht zu halten kann zusätzlich **Shift** gehalten werden.

Führen Sie vor, wie durch die Platzierung des Mauszeigers in der Ansicht die Rotation und auch das Hinein- oder Herausfahren in der Ansicht individuell, relativ zum Objekt erfolgen können. Die alternative Verwendung der Navigationsicons in der Kopfzeile bietet diesen Mehrwert nicht, denn damit sind Rotationen z. B. immer nur um den Mittelpunkt der Ansicht möglich.

#### 4.4.1.2 Vorstellung der anderen Ansichten

Durch einen Klick auf das vierte Icon in der Titelzeile der Ansicht oder mit der Funktionstaste **F5** kann in eine 4-Tafel-Ansicht umgeschaltet werden. Diese beinhaltet zusätzlich zur **Zentralperspektive** auch Ansichten für **Vorne**, **Oben** und **Rechts**, die ohne perspektivische Verzerrung arbeiten. Demonstrieren Sie auch in diesen Ansichten die Navigation, wobei Unterschiede z. B. bei der Drehung deutlich werden.

Über das vierte Icon in der Kopfzeile aller Ansichten kann die jeweilige Ansicht wieder isoliert und somit in maximaler Größe angezeigt werden. Alternativ hierzu stehen die Funktionstasten **F1** bis **F4** zur Verfügung. Verweisen Sie auch auf das **Tafeln**-Menü der 3D-Ansichten zum Umschalten der Ansichten. Zum schnellen Wechseln zwischen der isolierten Darstellung einer Ansicht und der 4-Tafel-Ansicht kann auch die mittlere Maustaste (bzw. das Scrollrad) benutzt werden.

Das Größenverhältnis der Ansichten kann durch Ziehen mit der Maus an den Begrenzungen zwischen den Ansichten verstellt werden. Ein Doppelklick auf den Kreuzungspunkt zwischen den vier Ansichten stellt wieder eine gleichmäßige Größe her. Alternative Anordnungen von Ansichten lassen sich über das **Tafeln**-Menü unter **Anordnung** auswählen.

#### 4.4.1.3 Die Filter-Optionen vorstellen

Nicht immer ist es gewünscht, alle Elemente in der 3D-Ansicht tatsächlich angezeigt zu bekommen. Das **Filter**-Menü stellt eine Liste zur Verfügung, in der z. B. Elemente, wie das Welstraster oder der Horizont einfach ausgeblendet werden können.

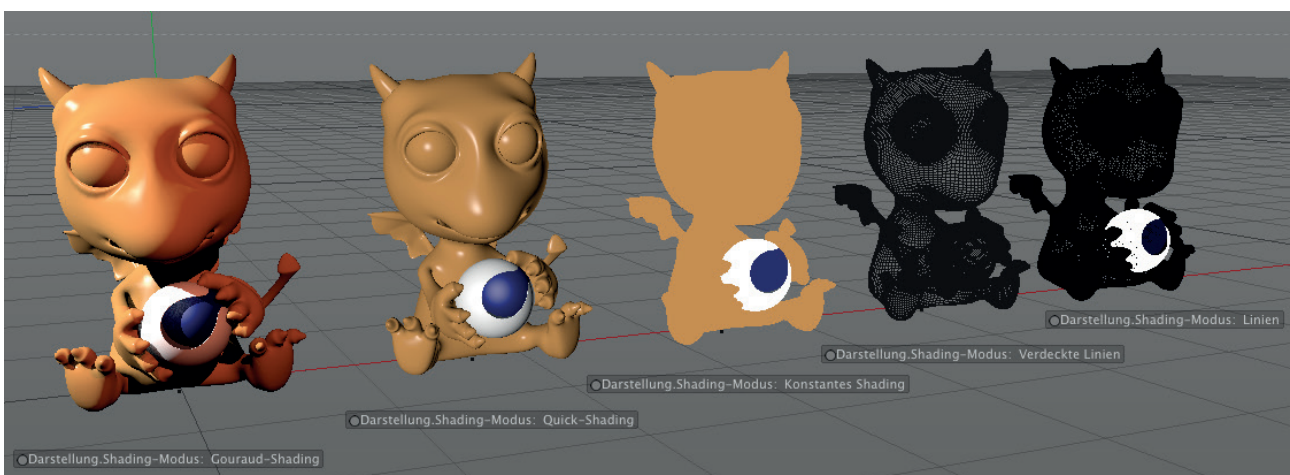
#### 4.4.1.4 Shortcuts für die Navigation vorführen

Das **Ansicht**-Menü jeder 3D-Ansicht stellt Befehle zur Verfügung, mit denen die Ansicht auf ein selektiertes Objekt oder das Welt-Achsensystem zentriert werden kann. Durch die Auswahl von **Standard-Ansicht** kann der ursprüngliche Blick auf das Welt-Achsensystem wiederhergestellt werden. Mit **Auf selektiertes Objekt zoomen** (Tastenkürzel **O**) wird z. B. ein ausgewähltes Objekt in der Ansicht zentriert.

Zudem zeigt ein blauer Pfeil am Rand einer 3D-Ansicht die Richtung eines ausgewählten Objekts an, sofern dieses nicht in der Ansicht zu sehen ist. Ein Mausklick auf diesen Pfeil verschiebt die Ansicht ebenfalls auf die Position dieses Objekts.

#### 4.4.1.5 Die verschiedenen Qualitätsstufen der 3D-Ansicht

Objekte können in verschiedenen Qualitätsstufen abgebildet werden.



Nicht immer ist dabei sinnvoll, nur die beste Darstellungsart zu wählen. Besonders während der Modellierung macht auch die Nutzung relativ einfacher Darstellungsarten Sinn.

Die Optionen ergeben sich daraus, dass die meisten Objekte in Cinema 4D aus **Polygonen** bestehen.

Polygone sind einfache Flächen mit in der Regel nur drei oder vier Eckpunkten. Die Eckpunkte der Polygone sind durch gerade Linien, den sogenannten **Kanten** miteinander verbunden. Zwischen den Kanten entsteht eine Fläche. Ein Hauptunterschied der verschiedenen Darstellungsmodi betrifft daher die Darstellungsart dieser Flächen und der begrenzenden Kanten.

Prinzip bedingt führt die realistische Darstellung einer Fläche dazu, dass diese massiv erscheint. Andere Kanten oder Flächen die aus Sicht des Betrachters räumlich dahinter liegen, können dann nicht länger gesehen werden. Die qualitativ schlechtere Darstellung der Flächen nur als Kanten-Gerüst kann daher bei der Modellierung hilfreich sein, um tatsächlich alle Strukturen eines Objekts einsehen zu können.

Zum Vergleich der verschiedenen Qualitäten der Objektdarstellung in den 3D-Ansichten öffnen Sie die Szene „2\_DisplayQuality“ über den **Content Browser**. Weisen Sie darauf hin, dass die Einstellung **Goraud-Shading** die einzige ist, die auch Lichtquellen in der Szene realistisch auswerten kann. **Quick-Shading** kann ähnlich wirken, nutzt jedoch nur das **Standardlicht** der 3D-Ansicht. Stellen Sie die Einstellungen zum Standardlicht im **Optionen**-Menü der 3D-Ansicht kurz vor. Demonstrieren Sie, wie die Darstellung von Kanten oder Isobaten mit Schattierungen kombiniert werden kann und stellen Sie fest, dass die Qualität der Darstellung in jeder 3D-Ansicht individuell gewählt werden kann.

#### 4.4.1.5.1 OpenGL

Die Qualität der Darstellung kann durch die Verwendung von **Erweitertes OpenGL** im **Optionen**-Menü der 3D-Ansichten weiter gesteigert werden. Besonders Helligkeitsverläufe und Glanzlichter, aber auch Schattenwürfe und die Darstellung von Materialien können von dieser Option profitieren. Der Nutzen hängt von der verbauten Grafikkarte und deren Treiber ab. Sie finden hierzu in den **Programm-Voreinstellungen** in der Kategorie **OpenGL** einen Kurztest, der über die Schaltfläche **OpenGL-Fähigkeiten zeigen** gestartet wird. Deuten Sie kurz an, dass bei aktivem **Erweitertem OpenGL** zusätzliche Eigenschaften von Materialien und von Lichtquellen direkt in den Ansichtsfenstern dargestellt werden können. Dazu gehören Spiegelungen, Displacement und Schatten sowie speziellere Effekte, wie Ambient Occlusion und Unschärfen. Wir kommen darauf u. a. bei der Besprechung der Lichtquellen und Materialien zurück.

Weisen Sie darauf hin, dass die Darstellungsqualität in der 3D-Ansicht trotz der eindrucksvollen Möglichkeiten von OpenGL in einigen Bereichen noch hinter der Qualität eines echten Renderings zurückbleibt. Dies betrifft vor allem die Darstellung von Schatten, brechenden Materialien und korrekten Spiegelungen zwischen Objekten. Dennoch gibt es viele Situationen, in denen die Darstellungsqualität der Ansichtsfenster bereits ausreichend gut ist und daher durchaus direkt für die Ausgabe geeignet ist

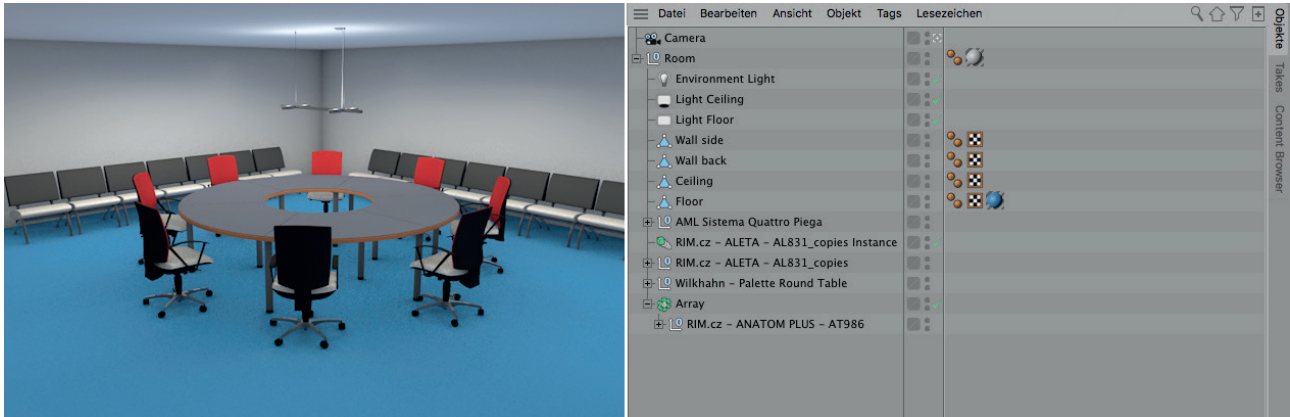
## ZUSAMMENFASSUNG LAYOUT

- In den Programm-Voreinstellungen finden Sie grundsätzliche Vorgaben bezüglich der Maßeinheiten, Farbwähler und Import-/Export-Einstellungen.
- Die optionale Einblendung von Tastenkürzeln in den Menüs erleichtert das Erlernen.
- Cinema 4D profitiert von der Nutzung realistischer Abmessungen bei der Modellierung und Szenengestaltung.
- Versehentliche Veränderungen am Layout lassen sich durch den Aufruf des Standard-Layouts zurücknehmen.
- Die Zentralperspektive bildet den Blick durch eine Kamera nach und simuliert perspektivische Verzerrungen.
- Die Tasten 1, 2 und 3, sowie das Scrollrad der Maus können für die Navigation in der 3D-Ansicht benutzt werden.
- Wird beim Rotieren der Ansicht zusätzlich **Strg/Ctrl** gehalten, wird der Orbit-Modus benutzt, bei dem **Shift** zu einer Fixierung des Horizonts führt.
- Befehle im Ansicht-Menü der 3D-Ansicht erleichtern die Zentrierung eines selektierten Objekts oder des Welt-Achsensystems in der Ansicht.
- Mit der Funktionstaste F5 oder einem Klick auf die mittlere Maustaste bzw. das Scrollrad kann auf eine 4-Tafel-Ansicht umgeschaltet werden.
- Die 4-Tafel-Ansicht enthält drei zusätzliche Ansichten für Vorne, Oben und Rechts, die ohne eine perspektivische Verzerrung der Objekte auskommen. Diese Ansichten eignen sich daher besonders für das präzise Modellieren.
- Die Anzahl und Anordnung der Ansichten kann über das Tafeln-Menü zusätzlich konfiguriert werden.
- Die Darstellungsqualität lässt sich für jede Ansicht individuell über deren Darstellung-Menü einstellen. Das Gouraud-Shading ist dabei die qualitativ beste und die Linien-Darstellung die einfachste Darstellungsart. Viele Darstellungsarten lassen sich mit der Linien-Darstellung kombinieren.
- Erweitertes OpenGL sollte generell im Optionen-Menü der 3D-Ansichten zugeschaltet werden, um die Darstellungsqualität und -Geschwindigkeit zu steigern.
- Die Qualität der OpenGL-Darstellung kann durch Spiegelungen, Schatten, Tiefenschärfe, Displacement oder Screen Space Ambient Occlusion (SSAO) noch weiter gesteigert werden und so bereits nahe an die Qualität von Renderings heranreichen.
- Das Filter-Menü der 3D-Ansichten kann zum Ein- und Ausblenden bestimmter Objekt-Typen oder Anzeige-Elemente benutzt werden.

## 4.4.2 Der Objekt-Manager

Der **Objekt-Manager** dient als Übersichtsfenster, welche Objekte in dem Projekt vorhanden sind. Zudem ermöglicht er die Erstellung von Objektgruppen und die Steuerung z. B. der Sichtbarkeit von Objekten. Weitere Aufgaben dieses Managers umfassen die Organisation von sogenannten **Tags**. Tags sind Eigenschaften oder z. B. auch Schaltungen, mit denen das Aussehen oder Verhalten der Objekte zusätzlich beeinflusst werden kann.

Öffnen Sie die Szene „**3\_ObjectManager**“, um die Funktion und Bedienung des **Objekt-Managers** vorzuführen.



- Namen von Objekten lassen sich per Doppelklick editieren
- Objekte können per Drag&Drop zu Gruppen organisiert werden
- Oft lassen sich Objektgruppen bereits beim Aufrufen eines neuen Objekts automatisch erstellen. Wird z. B. die **Alt**-Taste beim Erstellen eines neuen Objekts gehalten, wird das bereits vorhandene und zuvor selektierte Objekt dem neuen Objekt direkt untergeordnet. Dies bietet sich beim Aufruf vieler Generatoren an. Wird hingegen beim Aufruf z. B. eines Deformator-Objekts die **Shift**-Taste gehalten, ordnet sich dieses automatisch dem aktuell selektierten Objekt im **Objekt-Manager** unter.
- Objekte lassen sich hier durch Anklicken selektieren oder auch per „Rückschritt“- oder „Entfernen“-Taste löschen
- Es stehen diverse Optionen zur Selektion mehrerer Objekte zur Verfügung:
  - Aufziehen eines Selektionsrahmens mit gehaltener linker Maustaste
  - Selektion mehrere Objekte durch Anklicken mit gehaltener **Strg/Ctrl**-Taste
  - Anklicken eines Objekts und **Shift**-Anklicken eines zweiten Objekts selektiert alle Einträge zwischen den beiden Objekten
- Duplizieren von Objekten durch Halten von **Strg/Ctrl** bei Drag&Drop
- Hinzufügen von Objekten zu „Ebenen“ über das erste Symbol in der Spalte hinter den Objektnamen. Ebenen erleichtern später die Übersichtlichkeit bei Projekten mit vielen Einzelobjekten, da z. B. die Sichtbarkeit von Objekten unabhängig von deren Gruppierung im **Objekt-Manager** gesteuert werden kann.
- Steuerung der Objekt-Sichtbarkeit über die beiden kleinen Punkte hinter den Objektnamen
- Vorführen der Auswirkungen bei der Nutzung verschiedener Sichtbarkeiten innerhalb einer Objekt Hierarchie
- Hinweis auf die alternative Solo-Funktion, mit der selektierte Objekte und deren Hierarchien automatisch im Editor sichtbar geschaltet werden, wobei alle übrigen Objekte ausgeblendet werden.
- Funktion des grünen Hakens hinter den Objekten erläutern. Begriff des „**Generator-Objekts**“ einfließen lassen
- Generatoren sind generell Objekte, die eine Form oder Geometrie erzeugen. Dabei laufen Formeln oder Programme ab, die die Form „generieren“. Wird der grüne Haken ausgeschaltet, entfällt die Berechnung eines Generators. Dies kann bei komplexen Formen Rechenzeit einsparen helfen und ist daher noch etwas anders, als wenn nur die Sichtbarkeit dieses Objekts deaktiviert würde.

- Tags erscheinen in der rechten Spalte hinter den Objekten. Einige sind standardmäßig vorhanden, viele andere können aber individuell hinzugefügt werden. Zu den Tags, von denen nahezu jedes Objekt profitiert, gehört das **Phong**-Tag. Es kontrolliert die Berechnung der Schattierung auf der Oberfläche. Schattierung meint den Helligkeitsverlauf, der durch Lichteinfall entsteht. Der Effekt ist gut an einer Kugel zu demonstrieren, die mir Quick- oder Gouraud-Shading angezeigt wird. Die Absenkung des **Glätten bis**-Winkels im **Phong**-Tag kontrolliert den Schattierungsübergang zwischen den Polygonen.

#### 4.4.2.1 Zusätzliche Optionen des Objekt-Managers

In der rechten oberen Ecke des *Objekt-Managers* befinden sich einige Symbole.

Die **Lupe** öffnet eine zusätzliche Suchzeile, über die nach Objektamen gesucht werden kann. Das **Haus**-Symbol lässt eine Pfad-Zeile erscheinen. Wird ein Objekt selektiert und dann im **Ansicht**-Menü des *Objekt-Managers* der Befehl **Als Wurzel setzen** aufgerufen, werden nur noch die Objekte dargestellt, die unter dem Wurzel-Objekt eingruppiert sind.

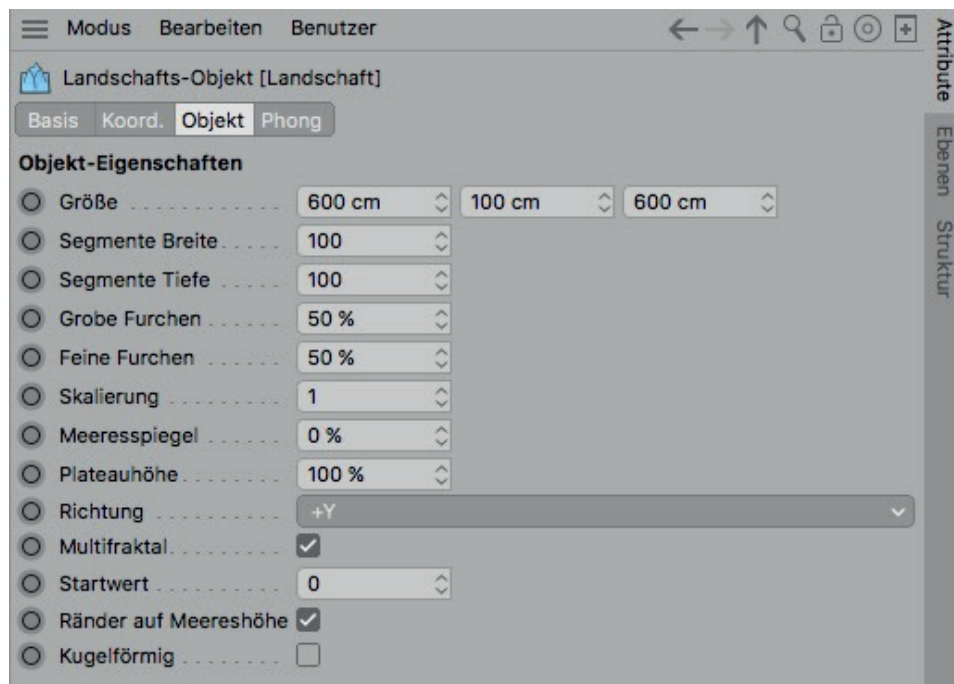
Über den nach oben weisenden **Pfeil** neben der Pfad-Zeile kann die Wurzel stufenweise in der Hierarchie nach oben verschoben werden. Das **Haus**-Symbol selbst stellt die ursprüngliche Darstellung aller Objekte im *Objekt-Manager* wieder her.

Das **Augensymbol** öffnet einen zusätzlichen Bereich, über den die Art und Anzahl aller Objekte, Ebenen und Tags angezeigt wird. Doppelklicks auf einzelne Einträge dort führen zu einer Selektion aller Elemente im *Objekt-Manager*, die den gleichen Typ haben.

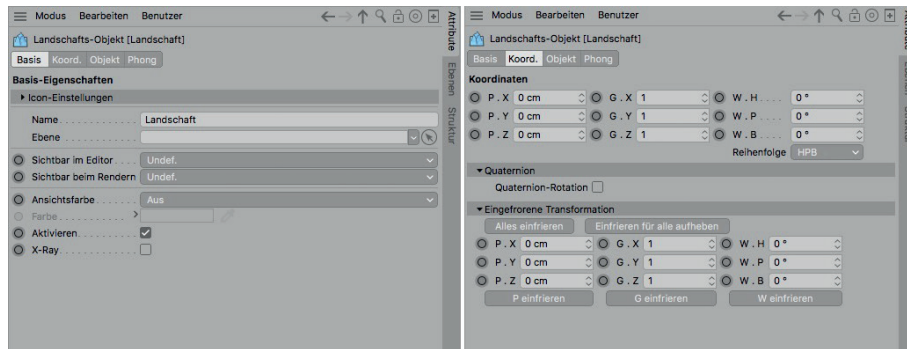
Das **Plus**-Symbol schließlich öffnet einen neuen *Objekt-Manager*. Auf diese Weise lassen sich mehrere, ggf. unterschiedlich konfigurierte *Objekt-Manager* gleichzeitig nutzen. Alternativ hierzu kann auch das Fenster-Menü von Cinema 4D benutzt werden. Dort findet sich ein Unterpunkt für Zusätzliche Manager, über den ebenfalls weitere *Objekt-Manager* geöffnet werden können. In der Regel reicht jedoch ein einziger bereits aus.

#### 4.4.3 Der Attribute-Manager

War der *Objekt-Manager* hauptsächlich zum Organisieren von Objekten und deren Hierarchien gedacht, ermöglicht der *Attribute-Manager* den Zugriff auf alle Optionen eines ausgewählten Objekts oder Werkzeugs.



Aufgrund der Fülle an Optionen werden diese in verschiedenen Reitern angezeigt. Einige dieser Reiter sind z.B. bei Objekten immer vorhanden, andere ergänzen sich in Abhängigkeit zum Objekttyp. Zu den bei selektierten Objekten immer angezeigten Bereichen gehören **Basis** und **Koordinaten**.



#### 4.4.3.1 Der Basis-Reiter

In dieser Kategorie des *Attribute-Managers* tauchen viele Bekannte wieder auf, die bereits beim *Objekt-Manager* besprochen wurden. Daneben werden aber z.B. auch Icon-Einstellungen angeboten, über die sich ein eigenes Icon-Bild für die Darstellung des Objekts im Objekt-Manager auswählen lässt. Dafür kann eine Bitmap-Datei geladen werden oder auch die ID-Nummer eines bereits an anderer Stelle in Cinema 4D benutzten Icons verwendet werden. Diese IDs lassen sich über den Befehls-Manager (Fenster > Anpassen > Befehle anpassen) in Erfahrung bringen. Zusätzlich steht auch eine separate Farbe zur Verfügung, über die sich das Objekt-Icon umfärben lässt. Neu ist in den Basis-Einstellungen auch die Einstellung für **Farbe aktivieren**, über die der Objektdarstellung in den Ansichtsfenstern ein beliebiger Farbanstrich gegeben werden kann. Je nach Auswahl im Farbe aktivieren-Menü ist diese Farbe dann immer oder z.B. nur so lange zu sehen, wie kein Material zugewiesen wurde. Bei der Bildberechnung wird in jedem Fall ein zugewiesenes Material bevorzugt.

Über die **X-Ray**-Option kann das Objekt halb transparent angezeigt werden. Dies erleichtert die Arbeit an anderen Objekten, die z.B. hinter oder gar innerhalb des X-Ray-Objekts liegen. Bei der Bildberechnung wird das Objekt jedoch in jedem Fall wieder massiv dargestellt. Transparenzen lassen sich nur über ein **Darstellung-Tag** oder über entsprechende Materialien auch im berechneten Bild darstellen.

#### 4.4.3.2 Der Koordinaten-Reiter

Alle Objekte besitzen ein eigenes Achsensystem, die sogenannten **Objektachsen**. Die Anordnung der Objektachsen entspricht dem Weltachsen-System, lässt sich jedoch von uns frei editieren. Objektachsen können daher beliebig verschoben, gedreht oder gar skaliert werden. Diese Drehung, Verschiebung oder Skalierung überträgt sich direkt auf die Form des Objekts. Auf diese Weise lassen sich Objekte an beliebiger Stelle im 3D-Raum platzieren.

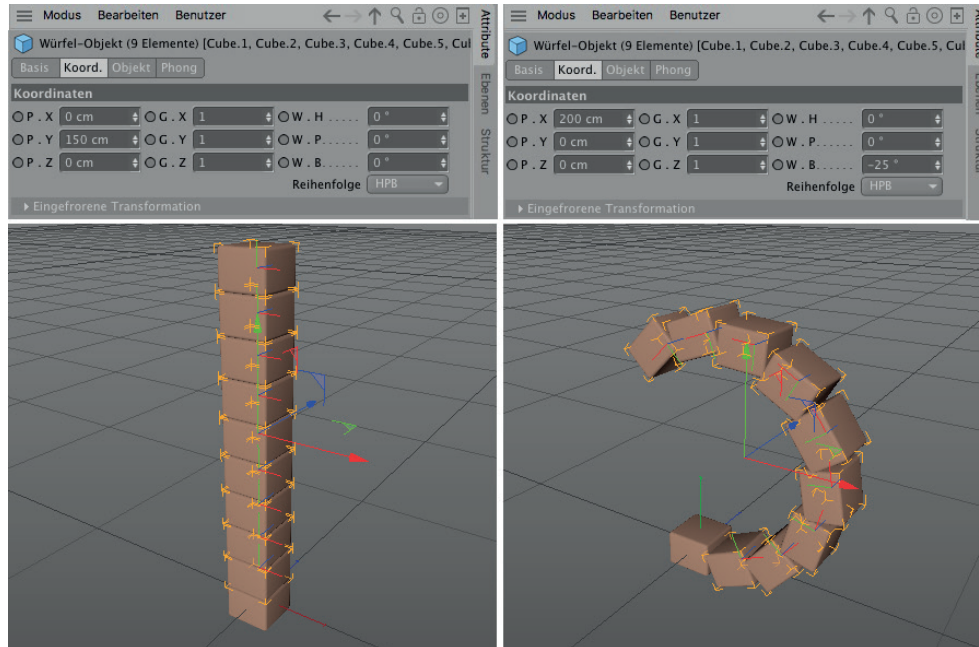
Ist Präzision gefragt, greift man auf numerische Werte für Position, Größe und Winkel zurück. Diese Werte können über die **Koordinaten**-Rubrik im *Attribute-Manager* eingesehen und auch editiert werden. Dabei ist zu beachten, dass diese Wertangaben immer nur auf das übergeordnete Objekt bezogen werden. Die Hierarchie der Objekte im *Objekt-Manager* beeinflusst daher die Koordinaten-Angaben. Benutzen Sie die Szene „4\_AttributeManager“ um dieses Prinzip deutlicher zu machen.





Die Szene enthält einige Würfel. Gruppieren Sie diese im *Objekt-Manager* so, dass jeder Würfel bis auf den obersten unter einem anderen eingeordnet ist. Selektieren Sie dann alle Würfel bis auf den obersten und verändern Sie im *Attribute-Manager* den Wert für **P.Y**. Die Würfel stapeln sich gleichmäßig zu einer Säule auf. Führen Sie **P.Y** zurück auf den Wert 0 und wiederholen Sie die Prozedur mit **P.X**, um die Würfel nebeneinander zu platzieren.

Nutzen Sie anschließend **W.P**, um die Würfel wie einen Skorpionschwanz aufzurollen und erläutern Sie das Zustandekommen des Effekts.



Einschub zu den verschiedenen Farbwählern, nachdem die individuelle Farbgebung von Objekten im Ansichtsfenster bereits besprochen wurde.

- Das HSV-System ist das Standard-Wählsystem und aufgrund der Farbwinkel-Einstellung besonders intuitiv zu bedienen. Die beiden weiteren Regler dieses Systems kontrollieren die Sättigung und die Helligkeit.
- Das RGB-System ist hilfreich, wenn exakte Farbwerte übernommen werden sollen, denn RGB-Werte werden häufig angegeben.
- Die Farbwahl über die Kelvin-Farbttemperatur ist eher physikalischer Art und vor allem für Lichtquellen hilfreich, da der Kelvin-Wert von Leuchtmitteln oft von deren Verpackungen abgelesen werden kann.
- Der Misch-Modus erleichtert die Angabe von zwei beliebigen Farben, zwischen denen dann ein weiche Farbverlauf entsteht, aus dem an beliebiger Stelle ein Farbwert entnommen werden kann.
- Mit der Pipette lässt sich eine Farbe direkt von einer beliebigen Stelle des Bildschirms entnehmen, also durchaus auch von einem Fenster, das zu einem ganz anderen Programm gehört.
- Das Farbrad entspricht einem alternativen Dialogelement des HSV-Systems und kann nach einem Rechtsklick darauf individuell skaliert und auch in einen künstlerischen Modus geschaltet werden, bei dem häufig verwendete Farben automatisch mehr Platz auf dem Farbkreis erhalten. Zudem stehen diverse Modi zur Verfügung, z. B. um die Auswahl von Farbwelten oder von Komplementärfarben zu erleichtern
- Ein Farb-Mischfeld stellt die Sättigungen und Helligkeiten eines gewählten Farbwerts in einem Mischfeld dar
- Der Bild-Modus erlaubt das Laden eines Bilds, auf dem beliebig viele Farb-Picker platziert werden können.
- Gewählte Farben lassen sich in Ordnern zusammenfassen, speichern und laden, um sie an anderer Stelle im Projekt oder auch in anderen Projekten erneut zur Verfügung zu haben

#### 4.4.3.2.1 Die Standard-Werkzeuge zum Verschieben, Skalieren und Drehen

Ist nicht unbedingt Präzision gefragt, können Objekte auch manuell platziert werden. Benutzen Sie dazu das **Verschieben**-Werkzeug mit dem Tastenkürzel **E** im **Modell bearbeiten-Modus**.

Skaliert werden kann über die Taste **T** und gedreht werden über die Taste **R**. Weisen Sie zusätzlich auf die entsprechenden Icons oberhalb des Ansichtsfensters hin.

Sprechen Sie die Möglichkeiten zur Beschränkung von Achsen an:

- Direkt auf die Achsen oder Rotationsbänder klicken
- die Icons/Tasten X, Y, Z benutzen
- die farbigen Ecken am Objektachsensystem benutzen
- Manipulationen rastern/quantisieren durch Halten der **Shift**-Taste

Durch Nutzung der Option **Manipulation pro Objekt** beim **Verschieben**-, **Skalieren**- oder **Drehen**-Werkzeug sind die gleichen Effekte möglich, wie wir sie gerade bei Skorpionschwanz erzielt haben.

Erläutern Sie die Bedeutung der Kürzel **H**, **P** und **B** (Heading, Pitch, Banking) für die Rotation. H steht anfänglich für die Drehung um die Y-, P für die Drehung um die X- und B für die Drehung um die Z-Achse. Verdeutlichen Sie, wie nach einigen Drehungen sich aber auch mehrere Werte verändern, selbst wenn nur um eine Achse rotiert wird.

Für Übersicht bei mehreren Rotationen an einem Objekt, die alle mit bestimmten Winkeln um bestimmte Objektachsen durchgeführt werden sollen, sorgt die **Eingefrorene Transformation** in der **Koordinaten**-Rubrik des **Attribute-Managers**.

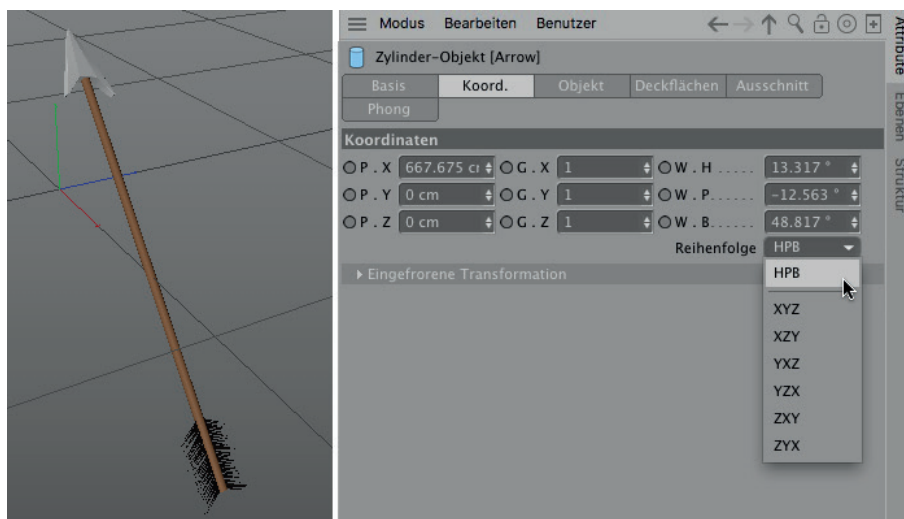
Eingefrorene Positionen, Größen oder Winkel leeren den oberen Teil des **Koordinaten**-Bereichs und ermöglichen dann wieder direkte Werteingaben z. B. für **W.H**, **W.P** oder **W.B** um gezielt nur um eine Achsrichtung drehen zu können.

Es kann jederzeit eingefroren oder auch wie aufgehoben werden, ohne dass sich an der Lage des Objekts etwas verändert.

Kurz die Dreh-**Reihenfolge** ansprechen. Das HPB-Drehsystem bietet den Vorteil, dass die Reihenfolge, in der die Winkel auf das Objekt angewendet werden für die Endstellung keine Bedeutung hat. Bei den anderen Reihenfolge-Einstellungen wird hingegen eine feste Abfolge beibehalten. Dies kann z. B. bei der Animation Vorteile bringen, falls ein Objekt ungewollte Drehungen zwischen den Keyframes ausführt.

Das **Drehen**-Werkzeug bietet eine dazu passende Vorschau der Rotationsbänder an. Öffnen Sie hierzu die Szene „5\_RotationOrder“.

Die Szene zeigt ein Objekt, das gedreht werden soll.



Aktivieren Sie beim **Drehen**-Werkzeug die Option für **Gimbal-Drehung** und selektieren Sie das zu drehende Objekt, um dessen Rotationsbänder sehen zu können. Schalten Sie die verschiedenen Modi für die **Reihenfolge** der Rotationen in der **Koordinaten**-Rubrik des **Attribute-Managers** durch und beobachten Sie, wie sich die Rotationsbänder verändern. Einige Modi sind für die gewünschte Rotationsrichtung besser geeignet als andere.

Dennoch kann es trotz dieser Hilfsmittel Probleme beim Drehen aus besonderen Objektstellungen geben. Dies betrifft vor allem Ausrichtungen, bei denen die Z-Achse eines Objekts exakt senkrecht steht, wie z. B. beim Ober- oder Unterschenkel einer stehenden Figur. Beim Drehen der Objekte aus dieser Position kann es in einer Animation zu unerwünschten Schlenkern oder „Umwegen“ kommen. Im Fachjargon spricht man dann von einem „Gimbal-Lock“-Problem. In solchen Fällen kann die Animationsberechnung von Objektdrehungen über die alternative **Quaternionen-Rotation** erfolgen, die generell immer die kürzeste Drehbewegung zwischen zwei Zuständen berechnen können. Sie aktivieren diese Berechnungsart im **Koordinaten**-Tab eines Objekts.

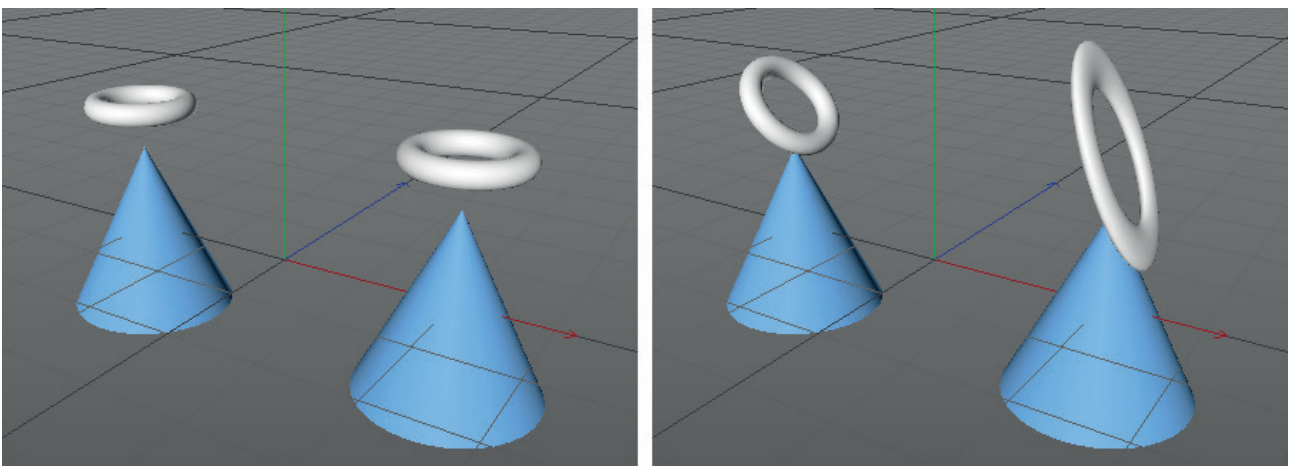
#### 4.4.3.2.1.1 Informationen zum Skalieren von Objekten

Weisen Sie auf die beiden Möglichkeiten zum Skalieren von Objekten hin. Objekte können entweder durch Skalierung der Objektachsen oder durch Vergrößern oder Verkleinern der Form (also der Punkte, Kanten und Flächen) skaliert werden.

Die Größe-Werte im **Koordinaten**-Bereich des **Attribute-Manager** geben immer nur die Längen der Objektachsen wider.

Beim Skalieren der Achsen bleiben die Punkte, Kanten und Polygone des Objekts an Ort und Stelle. Die Form des Objekts erscheint nur kleiner oder größer, weil das Bezugssystem skaliert wurde. Bei der Nutzung des Skalieren-Werkzeugs bleiben die Achslängen unverändert. Die Punkte, Kanten und Flächen des Objekts werden jedoch verändert.

Weisen Sie darauf hin, dass skalierte Achsen zu Problemen in Objekthierarchien führen können, da sich eine Skalierung des Achsensystems eines Objekts auch auf die untergeordneten Objekte überträgt. Werden diese dann gedreht, können unerwünschte Verzerrungen auftreten. Die Szene „**6\_ObjectScale**“ gibt dazu ein Beispiel. Die Szene enthält zwei optisch identische Objekthierarchien. Die Unterschiede treten erst beim Rotieren der untergeordneten Objekte zutage.



Nutzen Sie dieses Negativbeispiel, um die Studenten anzuhalten, bei den Objekten auf die Größen 1, 1, 1 zu achten. Falls die Achsen bewusst skaliert werden sollen, weisen Sie auf den **Objekt bearbeiten**-Modus hin. Um versehentlich skalierte Achsen auf deren Standardlänge zurückzusetzen steht der Befehl **Mesh > Achse > Größe zurücksetzen** zur Verfügung.

#### 4.4.3.3 Der Objekt-Reiter

In dieser Rubrik lassen sich alle objektspezifischen Einstellungen finden, also z. B. bei einem Würfel die Abmessungen oder zusätzliche Optionen für seine Abrundung. Demonstrieren Sie anhand eines **Würfel**-Grundobjekts, welche Manipulationsmöglichkeiten bestehen. Weisen Sie auf den Spezialfall der parametrischen Grundobjekte hin, die über das **Skalieren**-Werkzeug immer nur proportional skaliert werden können. Individuelle Skalierungen sind nur über die Achslängen oder über die Parameter der **Objekt**-Seite im *Attribute-Manager* möglich.

#### 4.4.3.4 Zusätzliche Optionen des Attribute-Manager

In der Kopfzeile des *Attribute-Managers* befinden sich einige zusätzliche Icons. Da der *Attribute-Manager* stets die Parameter des zuletzt angewählten Objekts oder Werkzeugs anzeigt, kann über die **Pfeil**-Icons nach links oder rechts wie in einem Browser zwischen früheren und späteren Inhalten navigiert werden.

Ist ein Objekt ausgewählt, springt das nach oben zeigende **Pfeil**-Icon eine Hierarchiestufe höher. Es können dann auch die Eigenschaften eines Objekts editiert werden, das gar nicht selektiert ist. Weitere Klicks auf den nach oben weisenden Pfeil navigieren schließlich zur Anzeige der **Projekt-Voreinstellungen**, die ansonsten auch über das Bearbeiten-Menü von Cinema 4D zu erreichen sind.

Das **Lupe**-Symbol öffnet eine Suchzeile. Durch Eingabe von Buchstaben werden dann die Parameter ausgefiltert, die diese Buchstaben enthalten. Durch Eingabe von „P“ bleiben dann in dem **Koordinaten**-Reiter z. B. nur noch die Positionen übrig.

Das **Bügel**schloss sperrt den *Attribute-Manager* und hält dadurch seinen Inhalt auch dann fest, selbst wenn ein anderes Objekt oder ein anderes Werkzeug ausgewählt wurde. Ähnlich wirkt das letzte Icon in der Kopfzeile, das einen neuen *Attribute-Manager* erscheinen lässt. Dieser ist dann ebenfalls bereits über das Bügel Schloss-Icon gesperrt.

Das Icon mit der **Zielscheibe** beschränkt den *Attribute-Manager* auf die aktuell angezeigte Art der Parameter. Wurde z. B. zuerst ein Würfel ausgewählt und dann das entsprechende Icon aktiviert, können fortan nur noch Objekt-daten im *Attribute-Manager* angezeigt werden. Einstellmöglichkeiten eines Werkzeugs oder einer Modellierfunktion werden nicht länger berücksichtigt. Diese Art der Modus-Sperrung macht daher nur Sinn, wenn mehrere *Attribute-Manager* vorhanden und unterschiedlich konfiguriert sind.

Der aktuelle Modus eines *Attribute-Managers*, bzw. welche Art Parameter dort angezeigt werden können, lässt sich über dessen **Modus**-Menü konfigurieren.

#### 4.4.4 Der Koordinaten-Manager

Der *Koordinaten-Manager* bietet die gleichen Werte wie der **Koordinaten**-Reiter im *Attribute-Manager*. Es besteht jedoch zusätzlich eine Option in Form eines Modus-Menüs unterhalb der **Position**-Spalte zum Wechsel des Bezugssystems. Neben der lokalen **Objekt**-Koordinaten in **absoluter** oder **relativer** Form (je nachdem, ob eingefrorene Transformationen vorhanden sind oder nicht) können auch Koordinaten bezogen auf das **Welt**-Achsen system angezeigt oder eingetragen werden.

Die mittlere Spalte kann zudem nicht nur die Achslängen als **Größe**, sondern auch noch die tatsächlichen **Abmessungen** eines Objekts oder gar einer Hierarchie (**Abmessung+**) anzeigen. Änderungen an Werten lassen sich durch Bestätigen mit **Return/Enter** oder über die **Anwenden**-Schaltfläche auf das Objekt übertragen.

► *Siehe Übungen zu den Themen Objektachsen, Bezugssysteme und Koordinaten*

## ZUSAMMENFASSUNG OBJEKT- UND ATTRIBUTE-MANAGER

- Der **Objekt-Manager** listet die Objekte der Szene auf und ermöglicht deren individuelle Organisation in Gruppen.
- Ein Doppelklick auf den Objektnamen macht diesen editierbar.
- Das erste Symbol hinter dem Objekt steht für das Ebenen-System. Dieses ermöglicht die Nutzung einer von der Objekthierarchie unabhängige Ordnung.
- Die kleinen Punkt-Icons in der mittleren Spalte des **Objekt-Managers** können durch Anklicken farblich umgeschaltet werden. Ein grüner Punkt steht für Sichtbarkeit, ein roter für Unsichtbarkeit. Ein grauer Punkt steht für Neutralität. In diesem Fall werden ggf. die Sichtbarkeitseinstellungen übergeordneter Objekte übernommen. Der obere Punkt steuert die Sichtbarkeit im Ansichtsfenster, der untere die Sichtbarkeit bei der Bildberechnung.
- Objekte, die Formen generieren haben einen zusätzlichen grünen Haken hinter sich im **Objekt-Manager**. Wird dieser auf ein rotes X umgeschaltet, entfällt die Generierung dieses Objekts. Dies kann helfen, bei aktuell nicht benötigten Objekten Rechenzeit zu sparen.
- Die rechte Spalte des **Objekt-Managers** ist den sogenannten Tags vorbehalten. Tags sind Eigenschaften und zusätzliche Informationen, die den Objekten mitgegeben werden können. Einige dieser Tags, wie z. B. das Phong-Tag sind bei vielen Objekten bereits standardmäßig vorhanden. Andere Tags lassen sich manuell z. B. über das Tags-Menü des **Objekt-Managers** hinzufügen.
- Der **Attribute-Manager** liegt unterhalb des **Objekt-Managers** und ist für die Darstellung aller Parameter und Optionen des zuletzt ausgewählten Objekts zuständig. Einstellungsgruppen für Basis und Koordinaten sind bei Objekten immer vorhanden, andere Einstellungen passen sich je nach dem selektierten Objekt an.
- Die Basis-Einstellungen bilden nahezu deckungsgleich die bereits beschriebenen Optionen im **Objekt-Manager** ab, über die z. B. Namen oder Sichtbarkeiten von Objekten definiert werden. Zusätzlich lassen sich aber auch Darstellungsfarben oder spezielle Transparenzeffekte aktivieren.
- Die Koordinaten-Rubrik gibt Auskunft über die Position, Größe und Drehung eines Objekts. Diese Werte beziehen sich immer auf das Objektachsensystem und werden relativ zum übergeordneten Objekt berechnet.
- Verschiedene Farbwähler erleichtern die Auswahl von Farbwelten, die auch gesichert werden können.
- Durch die Nutzung der Einfrieren-Tasten in der Rubrik für Eingefrorene Transformation lassen sich Werte zwischenspeichern, was besonders bei Rotationen hilfreich sein kann, um exakte Drehwinkel für bestimmte Drehachsen eintragen zu können.
- Die Reihenfolge bei der Anwendung von Drehwinkeln hat Auswirkungen auf die Endstellung des Objekts nach der Drehung. Zudem kann das Umschalten der Reihenfolge für die Drehwinkel das Animieren eines Objekts vereinfachen.
- Um die richtige Reihenfolge für Winkel zu erfahren, bietet das Rotieren-Werkzeug eine Option für Gimbal-Drehung an.
- Um Objekte zu manipulieren stehen die Werkzeuge Verschieben, Skalieren und Drehen zur Verfügung, die auch auf beliebige Achskombinationen beschränkt werden können. Dazu muss nur auf die entsprechenden Rotationsbänder, Achsen oder Achs-Ecken geklickt werden. Alternativ hierzu stehen auch die X, Y, Z-Icons zur Verfügung.
- Skalierungen möglichst über die Objekt-Parameter oder durch Skalieren im Modell bearbeiten-Modus umsetzen. Achs-Skalierungen im Objekt-bearbeiten-Modus oder durch Veränderung der Größe-Werte können untergeordnete Objekte negativ beeinflussen.
- Über den **Koordinaten-Manager** lassen sich ebenfalls absolute und eingefrorene Objekt-Koordinaten ausgeben und editieren. Zusätzlich können die Koordinaten aber auch auf das Welt-Achsensystem bezogen werden, um z. B. die Raum-Position eines Objekts unabhängig von dessen Hierarchie-Einsortierung abzufragen oder einzutragen.
- Der **Koordinaten-Manager** ermöglicht zudem auch die Anzeige der tatsächlichen Abmessungen eines Objekts oder gar einer Objektgruppe.

## 4.5 Snapping nutzen

Die früheren Beispiele haben gezeigt, dass die exakte Platzierung oder gar Ausrichtung von Objekten aufeinander aufwendig sein kann. Hier kann das Snapping helfen, dessen Optionen unter dem Symbol des Hufeisenmagnets in der linken Icon-Palette zu finden sind. Alternativ hierzu kann auch das Tastenkürzel **P** benutzt werden.

Nach dem Aktivieren von Snapping stehen verschiedene Modi zur Verfügung.

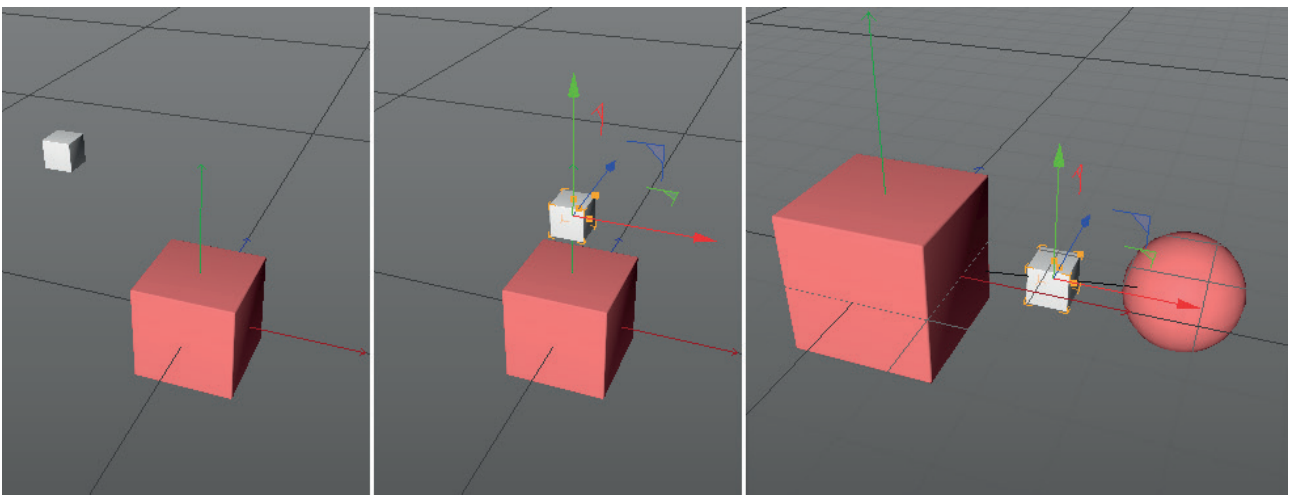
**3D-Snapping** ist das „echte“ Snapping, bei dem Objekte dreidimensional aneinander ausgerichtet werden oder einrasten.

Beim **2D-Snapping** wird ausschließlich aus der aktuellen Betrachterperspektive eingerastet.

Mit **Auto-Snapping** erfolgt ein automatisches Umschalten zwischen 2D- und 3D-Snapping, je nachdem, in welchem Ansichtsfenster gearbeitet wird. In der Zentralperspektive würde dann immer **3D-Snapping** benutzt. In den Standardansichten käme immer **2D-Snapping** zum Einsatz.

Die nachfolgenden Optionen des Snapping-Menüs legen fest, auf was eingerastet werden soll. Dabei sind auch Kombinationen möglich, wie z. B. **Kanten-Snapping** und **Mittelpunkt-Snapping**, um auch exakt auf die Mitten der Polygonkanten einrasten zu können.

Generell ist es so, dass bei diesen Snapping-Methoden keine Veränderung der Objekt-Rotation erfolgt. Das Snapping erfolgt beim Bewegen von Objekten immer bezogen auf deren Achsensystem. Öffnen Sie dazu das Beispiel „**8\_Object Snapping**“.



**Erste Aufgabe:** Der kleine Würfel soll mittig über dem großen Würfel platziert werden, ohne dessen Y-Position zu beeinflussen.

Lösung: In der Ansicht von oben mit **2D-** oder **Auto-Snapping** arbeiten. Dazu die Optionen **Polygon-Snapping** und **Mittelpunkt-Snapping** benutzen

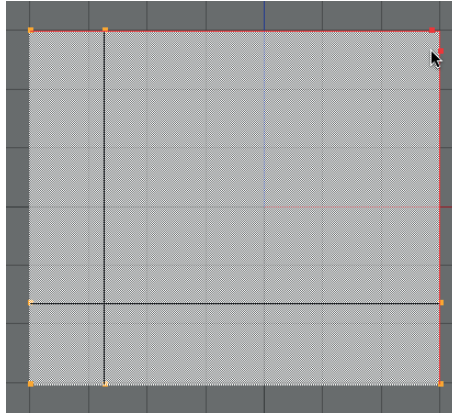
**Zweite Aufgabe:** Der kleine Würfel soll exakt in der Mitte zwischen zwei anderen Objekten platziert werden. Dazu schalten Sie in der geladenen Szene **8\_ObjectSnapping** die Kugel auf sichtbar.

Lösung: Derartige Aufgaben lassen sich gut über **Hilfslinien** lösen. Das Hilfslinie-Objekt lässt sich in der Gruppe der parametrischen Grundobjekte finden.

- Schritt 1: Benutzen Sie in der Zentralperspektive **3D-** oder **Auto-Snapping**
- Schritt 2: Aktivieren Sie ausschließlich **Achsen-Snapping** und ziehen Sie die Endpunkte der Hilfslinie damit auf die Achsensysteme der Kugel und des großen Würfels
- Schritt 3: Die Hilfslinie bietet im **Attribute-Manager** mehrere Modi an. Benutzen Sie dort den **Linienmodus Segment**, damit die Hilfslinie beidseitig an den eingerasteten Endpunkten endet.
- Schritt 4: Benutzen Sie die Snapping-Kombination **Hilfslinien-Snapping** und **Mittelpunkt-Snapping**, um den kleinen Würfel mittig auf der Hilfslinie einzurasten.

Weisen Sie in diesem Zusammenhang auf die verschiedenen Modi der Hilfslinie hin, die auch die Form eines Achsensystems oder einer Ebene annehmen kann. Sollen mehrere Hilfslinien benutzt werden, ist das **Hilfslinien-Werkzeug** zu empfehlen. Sie finden die im **Werkzeuge**-Menü. Mit einzelnen Mausklick lassen sich dann zuerst Endpunkte einer Linie und dann mit dem dritten Klick auch eine Ebene aufziehen. Wird nach dem ersten Klick die Maustaste gehalten entsteht beim Lösen der Maustaste nur eine Linie. Bei einer Hilfs-Ebene können mit der Maus parallele Linien vom Rand der Ebene aus gezogen werden.

Rote Punkte weisen auf diese Funktion hin, sobald sich der Mauszeiger dem Rand der Ebene nähert.

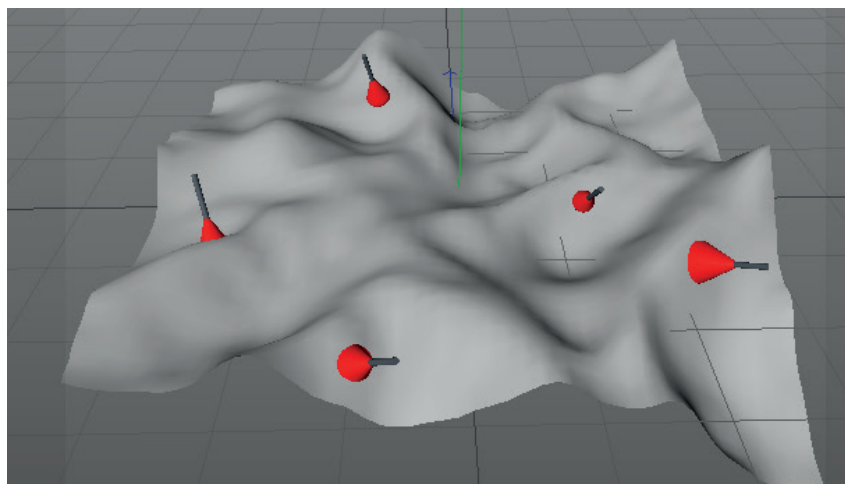


Sich schneidende Hilfslinien bieten eine zusätzliche Snapping-Option für **Schnittpunkte-Snapping** und können so z. B. zum Nachzeichnen eines Gebäude-Grundrisses interessant werden.

Auch auf die Arbeitsebene kann eingerastet werden. Dies wird durch die Option **Arbeitsebenen-Snapping** in Kombination mit **Rasterpunkt-** oder **Rasterlinien-Snapping** erreicht. Die Arbeitsebene lässt sich in dem **Arbeitsebene-Modus** beliebig über das **Verschieben-** oder **Drehen-Werkzeug** manipulieren. Um der Arbeitsebene eine parallele Lage zum Weltsystem zu geben, stehen Optionen, wie **Arbeitsebene auf X ausrichten**, **Arbeitsebene auf Y ausrichten** oder **Arbeitsebene auf Z ausrichten** zur Verfügung.

Die Arbeitsebene kann auch interaktiv platziert und gedreht werden. Dazu finden Sie ein Beispiel in der Szene „**9\_WorkplaneSnapping**“. Aktivieren Sie dort den **Modell-bearbeiten-Modus** und die **Planare Arbeitsebene**. Schalten Sie zusätzlich **Interaktive Arbeitsebene** ein. Sobald der Mauszeiger über die Oberfläche des Objekts bewegt wird, springt die Arbeitsebene in die Mitte des entsprechenden Polygons und nimmt die Neigung dieser Fläche an. Um die Arbeitsebene dort fixieren zu können, muss **Verriegelte Arbeitsebene** (Tastenkürzel **Shift+X**) aufgerufen werden.

Ein neu aufgerufenes Objekt wird nun automatisch mittig und auch senkrecht zur Arbeitsebene platziert.



Andere Modi für die Arbeitsebene richten diese automatisch senkrecht zur Kamera (**Kamera-Arbeitsebene**), parallel zu den Weltachsen je nach Blickrichtung (**Planare Arbeitsebene**) oder zentriert und parallel zur XZ-Ebene des aktuell ausgewählten Objekts aus (**Achsen-Arbeitsebene**).

### 4.5.1 Quantisierung

Unter der Quantisierung versteht man die Rundung von Werten z. B. beim Verschieben oder Drehen eines Objekts. Die Quantisierung wird durch Halten der **Shift**-Taste ausgelöst, die aber erst **nach** dem Betätigen der linken Maustaste z. B. während des Drehens oder Verschiebens gehalten werden darf. Alternativ hierzu findet sich auch **Quantisieren aktivieren** in den Snapping-Optionen. Der Effekt ist identisch, nur dass nun das Halten der **Shift**-Taste nicht länger nötig ist.

Die Schrittweite der Quantisierung ist so eingestellt, dass Drehungen nur in 10°-Schritten möglich sind. Verschiebungen erfolgen nur in 10er-Einheiten und Skalierungen in 10%-Schritten. Es können aber auch individuelle Schrittweiten verwendet werden.

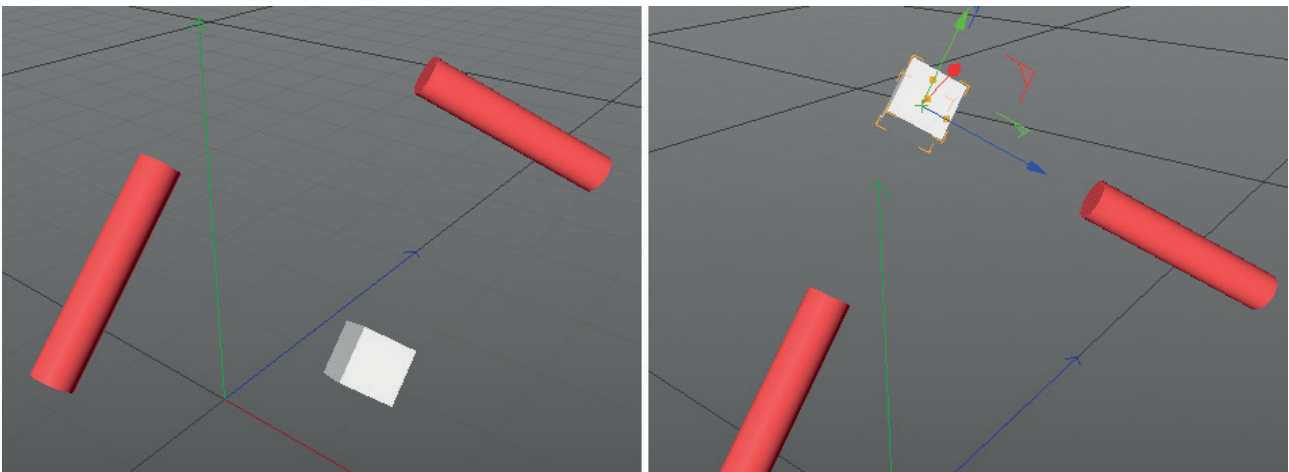
Öffnen Sie dazu im *Attribute-Manager* das Menü **Modus > Modellieren**. Sie finden dort unter dem **Snapping**-Reiter Einstellungen für das Snapping, um z. B. auch den Radius für das Snapping beeinflussen zu können.

Unter dem Reiter **Quantisieren** sind die verschiedenen Schrittweiten zu finden, die hier auch individuell variiert werden können.

### 4.5.2 Dynamische Hilfslinien

Ist das Snapping für **Hilfslinien-Snapping** mit **Dynamische Hilfslinien** kombiniert, kann auch auf Richtungen eingearastet werden, die gar nicht als echte Hilfslinie vorliegen. Öffnen Sie dazu die Szene „10\_DynamicGuides“.

Aufgabe: Der Würfel soll in dem Kreuzungspunkt der durch die Zylinder vorgegebenen Richtungen platziert werden.



- Schritt 1: Aktivieren Sie zusätzlich Achsen-Snapping und Schnittpunkte-Snapping
- Schritt 2: Verschieben Sie den Würfel auf den Mittelpunkt eines Zylinders, bis dieser dort einrastet und warten Sie dort eine halbe Sekunde
- Schritt 3: Bewegen Sie den Würfel, ohne zuvor die Maustaste zu lösen, zum zweiten Zylinder, bis dieser dort ebenfalls am Mittelpunkt einrastet.
- Schritt 4: Mit weiterhin gehaltener Maustaste ziehen Sie den Würfel nach kurzer Wartezeit in Richtung der Zylinder-Verlängerungen, bis Sie ein eingezeichnetes Sternchen im Editor bemerken. Dies ist der berechnete Schnittpunkt der dynamischen Hilfslinien. Lassen Sie den Würfel dort einrasten und lösen Sie die Maustaste.

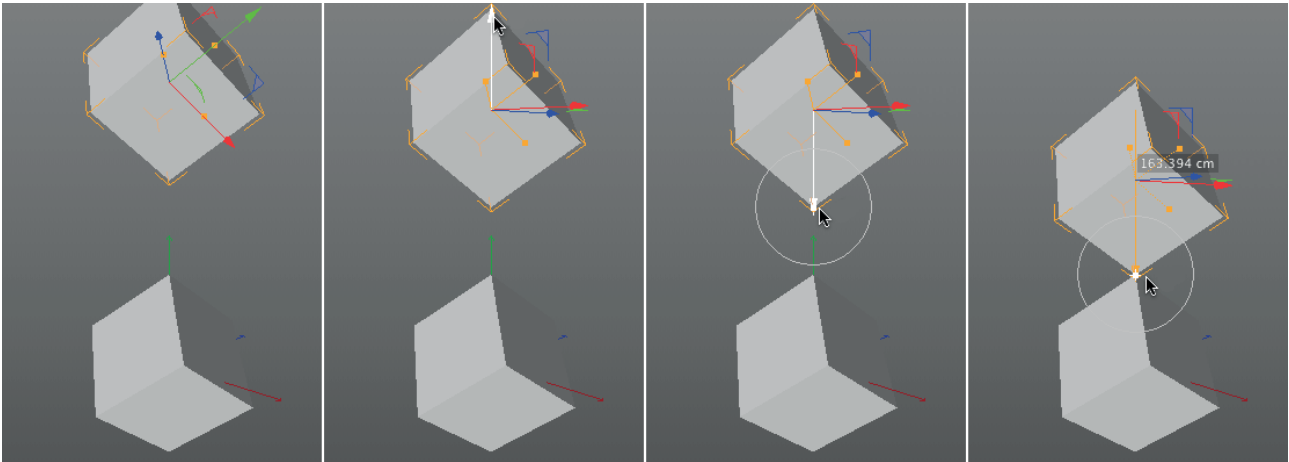


### 4.5.3 Verstecktes Snapping-Feature

Die Objektachsen können kurzfristig beliebig verlängert oder gar in eine entgegengesetzte Richtung gezogen werden, um spezielle Snapping-Funktionen zu nutzen. Betrachten Sie dazu das Beispiel in Szene „11\_SnappingSpecial“.

Aufgabe: Die Szene enthält zwei verdrehte Würfel, wobei beide Spitze auf Spitze stehend platziert werden sollen.

Lösung: Normale Snapping-Methoden führen hier zu keiner Lösung, da diese keine Rücksicht auf die Außenform der Objekte nehmen. Über eine Tastenkombination kann jedoch die Achse der Objekte selbst für das Snapping genutzt werden.



- Schritt 1: Da beide Würfel verdreht vorliegen, liegt keine der Objektachsen in einer günstigen Richtung. Dies kann korrigiert werden, wenn für das Verschieben-Werkzeug die Nutzung der Welt-Koordinaten aktiviert wird. Die Ausrichtung der Objektachsen wird dadurch parallel zu den Welt-Achsen angezeigt.
- Schritt 2: **3D-** oder **Auto-Snapping** mit der Option **Punkt-Snapping** aktivieren
- Schritt 3: Mit **Strg/Ctrl** einen **Rechtsklick** auf die Y-Achse des oberen Würfels ausführen. Diese Objektachse lässt sich nun mit dem Mauszeiger beliebig skalieren und auch nach unten ziehen, bis diese an dem unteren Eckpunkt des oberen Würfels einrastet.
- Schritt 4: Die linke Maustaste halten während der obere Würfel nach unten gezogen wird, bis dieser am oberen Punkt einrastet. Die Spitzen beider Würfel stehen nun exakt aufeinander.

## ZUSAMMENFASSUNG SNAPPING, TASTENKÜRZEL, HILFSLINIEN

- Das Einrasten von Elementen und Objekten aneinander kann über Snapping aktiviert werden.
- Es existieren diverse Optionen für das Snapping z. B. an Punkten, Kanten, Polygonen, Objektachsen oder auch Hilfslinien.
- Zusätzliche Optionen bieten Konkretisierungen, wie z. B. das Snapping auf die Mitte oder auf Schnittpunkte an.
- Hilfslinien können einzeln aus dem Menü der Grundobjekte abgerufen werden.
- Über ein eigenes Hilfslinien-Werkzeug lassen sich mehrere Hilfslinien oder auch Hilfsebenen noch schneller erstellen.
- Mit dem Hilfslinien-Werkzeug können innerhalb einer Hilfsebene zusätzliche Hilfslinien aus den Rändern herausgezogen werden.
- Dynamische Hilfslinien lassen sich durch das Snapping an beliebigen Elementen erzeugen, sofern die eingerastete Position ca. eine halbe Sekunde lang gehalten wird.
- Auch das Weltraster bzw. die Arbeitsebene lassen sich für das Snapping nutzen.
- Lage und Ausrichtung der Arbeitsebene können im Arbeitsebenen-Modus manuell mit dem Verschieben- oder Drehen-Werkzeug editiert werden.
- Alternativ hierzu stehen verschiedene Standardausrichtungen und auch automatische Ausrichtungen basierend auf der Betrachterposition bereit.
- Im Modus Interaktive Arbeitsebene legt sich die Arbeitsebene auf die Polygone unterhalb des Mauszeigers. Um die Arbeitsebene dort zu fixieren muss diese verriegelt werden. Dieser Befehl sollte über den **Befehls-Manager** mit einem Tastenkürzel belegt werden.
- Die Quantisierung kann ebenfalls über das Snapping-Menü oder durch Halten der **Shift**-Taste aktiviert werden. Elemente lassen sich dann nur noch in einheitlichen Schritten editieren.
- Die Einteilung der Quantisierung kann über Modus > Modellieren im *Attribute-Manager* vorgegeben werden.
- Durch einen **Strg/Ctrl** Rechtsklick auf eine Achse lässt sich diese beliebig skalieren und auch mit Snapping nutzen.

## 5 Die Modellierung

Unter dem Begriff Modellierung wird die Erzeugung von Formen verstanden, die später mit Lichtquellen beleuchtet und Materialien belegt werden können. Die dadurch entstehenden Formen ergeben also die für uns sichtbaren Bestandteile des Bilds oder der Animation. Die Modellierung greift auf diverse Grundkörper und Werkzeuge zurück.

Die folgenden Abschnitte stellen die diversen Grundobjekte sowie Hilfsobjekte für die Modellierung vor. Später folgt die Vorstellung der Modellierwerkzeuge und diverser Modellier Techniken.

### 5.1 Parametrische Grundobjekte

Unter den parametrischen Grundobjekten versteht Cinema 4D Grundformen, die über Parameter, also Zahlenwerte und Optionen, konfiguriert werden können. Der Vorteil dieser Objekte liegt in dem einfachen Zugriff auf immer wieder benötigte Formen und in der einfachen Steuerung z. B. der Abmessungen. Die Nachteile werden nur dann relevant, wenn Abweichungen von der Grundform des Objekts gewünscht sind, die so über dessen Parameter nicht vorgesehen sind. In diesen Fällen muss das Grundobjekt konvertiert werden, was jedoch den Verlust der praktischen Parameter mit sich bringt. Im Gegenzug erhalten wir dann jedoch den vollen Zugriff auf die Punkte, Kanten und Polygone des Objekts.

#### 5.1.1 Parametrische Grundobjekte bedienen

Grundobjekte können über das Icon-Menü oder auch über **Erzeugen > Grundobjekt** abgerufen werden. In diesen Gruppen existieren nur drei Objekte, die aus dem Rahmen fallen:

1. Das **Null**-Objekt generiert keine sichtbare Form, sondern besteht nur aus einem Achsensystem. Es handelt sich hierbei um ein typisches Hilfsobjekt, das z. B. zum Gruppieren von Objekten benutzt werden kann. Dessen Erzeugen kann abgekürzt werden, wenn nach der Selektion mehrerer Objekte im *Objekt-Manager* einfach das Tastenkürzel **Alt + G** benutzt wird. Es entsteht ein neues **Null**-Objekt, unter dem die zuvor selektierten Objekte eingruppiert wurden. **Null**-Objekte sind später im berechneten Bild nicht zu sehen.
2. Das **Hilfslinie**-Objekt ist nur zur Unterstützung des Snappings gedacht und nicht für die Modellierung von Formen. Auch dieses Objekt ist später, egal ob als Linie oder Ebene, nicht im Bild zu sehen.
3. Das leere Polygon-Objekt kann selbst mit Punkten und Flächen gefüllt werden, ist zu Beginn jedoch völlig leer und entspricht in diesem Zustand dem **Null**-Objekt. Zum Erzeugen von Punkten, Kanten und Polygonen in so einem Objekt kann z. B. der **Polygon-Stift** aus dem **Mesh**-Menü verwendet werden. Dieses Objekt stellt keine **Objekt**-Rubrik im *Attribute-Manager* zur Verfügung und bietet daher auch keine Parameter an, die mit der Modellierung zu tun haben.

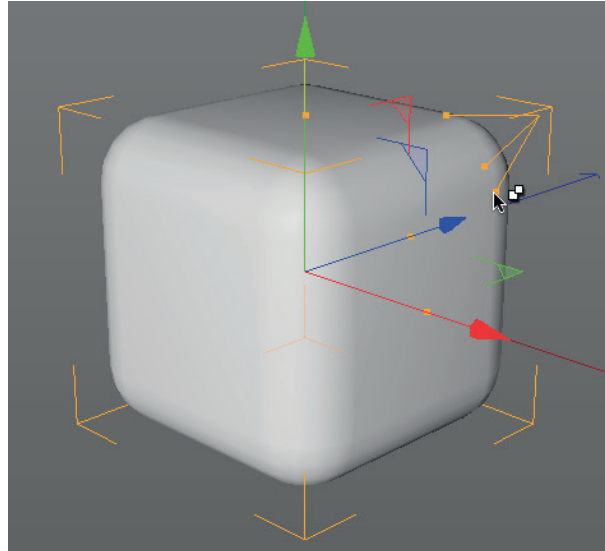
Die Bedienung der übrigen Grundobjekte kann wahlweise direkt mit der Maus in den Ansichtsfenstern oder über die Parameter im **Objekt**-Reiter des *Attribute-Managers* erfolgen. Die Einstellmöglichkeiten gehen dort generell über die Optionen im Ansichtsfenster hinaus.

Sollen Grundobjekte, wie z. B. ein **Würfel** interaktiv bedient werden, sollte der **Modell bearbeiten**-Modus ausgewählt und das Grundobjekt selektiert sein. Das Grundobjekt zeigt nun kleine orangefarbene Punkte, die sogenannten **Anfasser** an.

Durch das Bewegen dieser Anfasser mit dem **Verschieben**-Werkzeug können nun die Dimensionen des Würfels entlang seiner X-, Y- und Z-Achse verändert werden.

Den gleichen Effekt hat das Editieren der Parameter für **Größe.X**, **Größe.Y** und **Größe.Z** im *Attribute-Manager*.

Zusätzliche Anfasser werden beim Aktivieren der Option **Rundung sichtbar**. Über **Rundung Größe** bzw. direkt durch Ziehen der Anfasser kann die Abrundung der Kanten eingestellt werden.

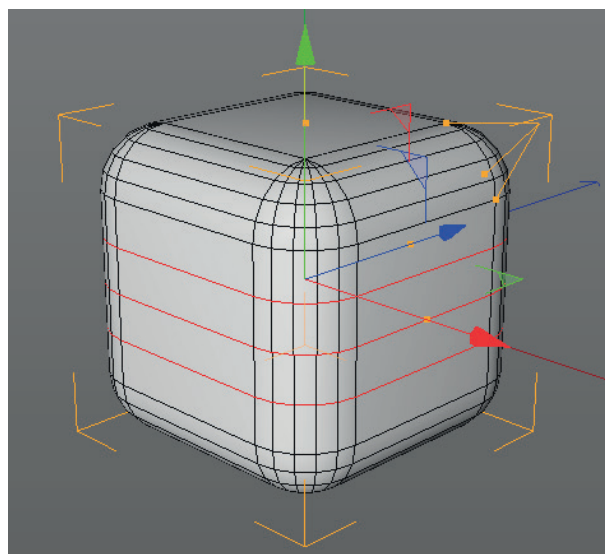


#### 5.1.1.1 Bedeutung der Segmente

Die **Segmente** stehen für die Anzahl an Unterteilungen, also für die Anzahl der Punkte, Kanten und Polygone, aus denen die Oberfläche des Objekts bestehen sollen.

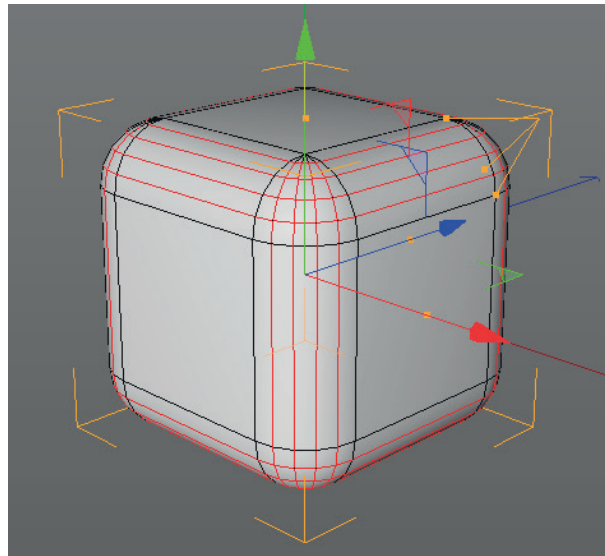
Da jedes Segment mehr auch zu mehr Daten in Ihrer Szene führt, sollte generell die Anzahl der Segmente an Grundkörper auf das notwendige Maß beschränkt werden.

So fügen **Segmente X**, **Segmente Y** und **Segmente Z** bei einem **Würfel**-Grundobjekt z. B. in den verschiedenen Achsrichtungen mehr Unterteilungen hinzu, die Qualität des Objekts profitiert davon jedoch nicht.



Dies lässt sich gut in einem der Darstellungsmodi des Ansichtsfensters beobachten, der zusätzlich Linien einblendet (z. B. **Gouraud-Shading (Linien)** in Verbindung mit **Drahtgitter**).

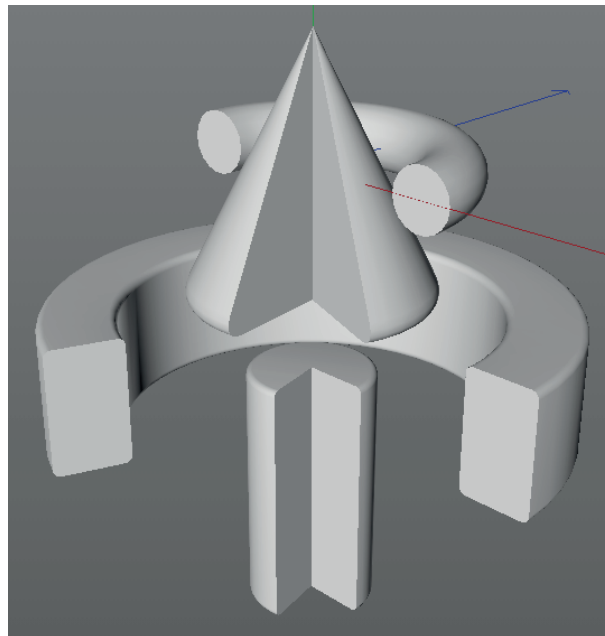
Anders bei **Rundung Segmente**, wodurch die Qualität der Kantenrundung vorgegeben werden kann. Eine Erhöhung der Segmente macht daher vor allem bei gerundeten Objekten oder Abrundungen Sinn.



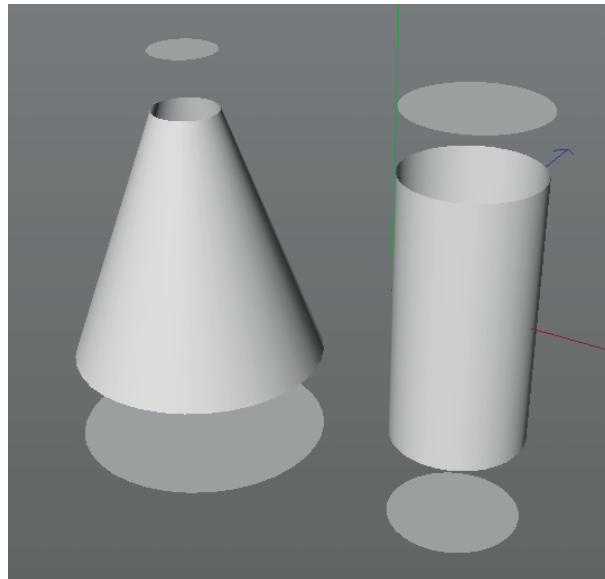
Mehr Segmente auf ansonsten geraden Abschnitten der Objekte werden erst dann hilfreich, wenn das Objekt deformiert werden soll oder Sie eine höhere Unterteilungsdichte für die nachfolgenden Modellieretechniken benötigen.

### 5.1.2 Die Optionen der Grundobjekte

- Demonstrieren Sie die Benutzung der Anfasser und die Wirkung der verschiedenen Segment-Vorgaben auch anhand anderer Grundobjekte, wie z. B. **Ebene**, **Landschaft** oder **Kugel**.
- Weisen Sie bei den Grundobjekten **Ring**, **Röhre**, **Kapsel**, **Öltank** und **Scheibe** auf die zusätzliche Kategorie **Ausschnitt** hin, über die ein Winkelabschnitt des Objekts übersprungen werden kann.



- Objekte, wie **Zylinder** oder **Kegel** bieten zusätzliche Einstellungen für die **Deckflächen** und deren Abrundung an. Erläutern Sie den Begriff der Deckfläche als eine zweidimensionale Form, die ansonsten offenen Bereiche am Objekt verschließt.



### 5.1.3 Arbeitsbeispiele

Geübt werden soll der Umgang mit den verschiedenen Grundobjekten den Anfassern und den einfachen Werkzeugen zum Verschieben und Drehen. Die Aufgabe besteht in der Konstruktion eines einfachen Gebäudes auf einer Landschaft. Dabei gilt es, eine Auswahl geeigneter Grundobjekte passend zueinander zu platzieren.

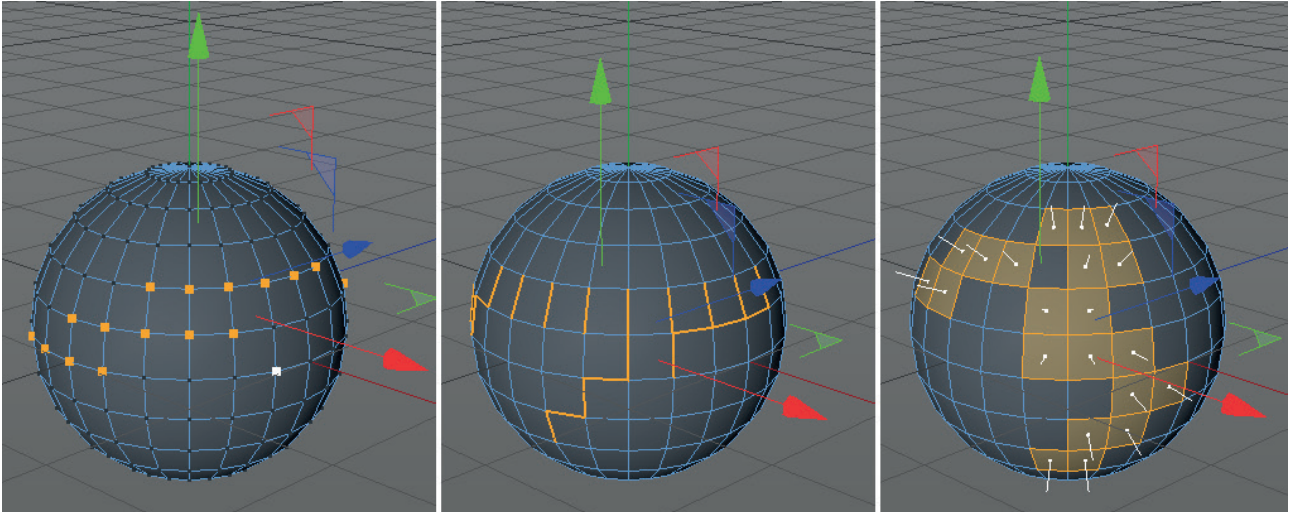
Weitere Beispiele könnten die Modellierung eines Game-Controllers oder einer Comicfigur sein. Fertige Beispiele sind in der Szene „12\_PrimitiveExamples“ vorhanden.



### 5.1.4 Grundobjekte konvertieren

Der Begriff **Konvertieren** meint die Erzeugung von Punkten, Kanten und Polygonen aus einem parametrischen Objekt bzw. einem Generator-Objekt. Dabei gehen alle spezifischen Parameter des Objekts verloren. Oft bleiben nur die Einstellungen für **Basis** und **Koordinaten** im *Attribute-Manager* übrig. Diese Konvertierung will daher immer gut überlegt sein.

Der Vorteil der Konvertierung liegt in der Weiterverarbeitung des Objekts. Abschnitte der Oberfläche können nun z.B. gelöscht, verformt oder ergänzt werden. Dazu stehen die drei Betriebsmodi **Punkte-**, **Kanten-** und **Polygone-bearbeiten** zur Verfügung.



Die Konvertierung kann durch das Anklicken des Icons, durch Auswahl von **Mesh > Konvertieren > Grundobjekt konvertieren** oder mit dem Tastenkürzel **c** ausgeführt werden.

Ein konvertiertes Objekt kann in den drei genannten Betriebsmodi bearbeitet werden. So lassen sich z.B. mit dem **Verschieben**-Werkzeug die Punkte eines konvertierten Objekts direkt mit der Maus greifen und verschieben. Dazu ist keine Auswahl der Punkte nötig. Eine Selektion macht jedoch auch das Beeinflussen größerer Abschnitte der Oberfläche möglich. Dafür stehen diverse Selektionsmethoden zur Verfügung.

## 5.2 Selektionen erzeugen und verwalten

Wir kennen bereits die Auswahlmöglichkeiten für Objekte, es können jedoch auch die Punkte, Kanten oder Polygone eines Objekts ausgewählt werden, sofern es sich z. B. um ein konvertiertes Grundobjekt handelt.

Folgende einfache Auswahlmethoden stehen zur Verfügung:

Auswahl durch Anklicken mit der Maus z. B. mit dem **Verschieben**-Werkzeug. Durch Halten der **Shift**-Taste können weitere Elemente der Selektion hinzugefügt werden.

Mit gehaltener **Strg/Ctrl**-Taste lassen sich bereits ausgewählte Elemente wieder aus der Selektion entfernen.

**Nachteil:** Beim Anklicken können Elemente bereits ungewollt verschoben werden.

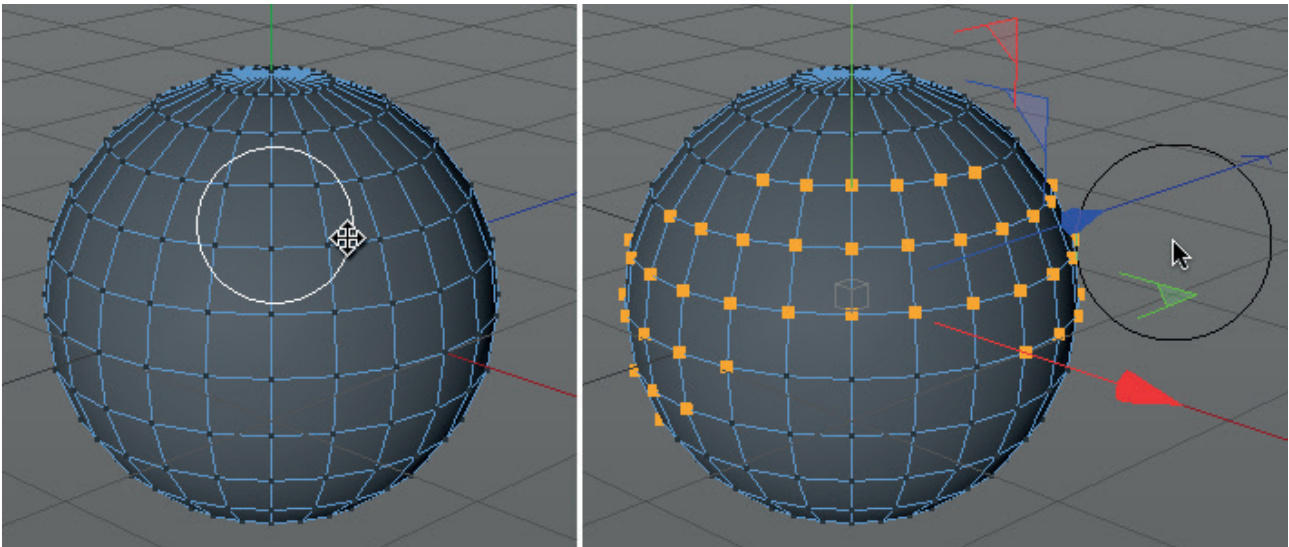
**Zu beachten:** Wenn eine schattierende Darstellungsart im Editor gewählt ist, lassen sich nur Elemente auf der Vorderseite des Objekts auswählen. Nur im Darstellungsmodus **Linien** können z. B. auch Punkte auf der Rückseite des Objekts selektiert werden, ohne die Ansicht verändern zu müssen.

Wird z. B. mit dem **Verschieben**-Werkzeug die **rechte Maustaste** gehalten, können mehrere Elemente direkt übermalt und dabei selektiert werden. Auch hier können nur dann Elemente auf der Rückseite des Objekts erreicht werden, wenn der Linien-Darstellungsmodus aktiv ist. Die Tastenkürzel **Shift** und **Strg/Ctrl** sind hier ebenfalls möglich.

## 5.2.1 Die Live-Selektion

Dieses spezielle Selektionswerkzeug funktioniert wie die rechte Maustaste in Verbindung mit dem **Verschieben**-, **Skalieren**- oder **Drehen**-Werkzeug. Es stehen jedoch noch mehr Optionen zur Verfügung, die über Tastenkürzel oder direkt im **Attribute-Manager** zu erreichen sind.

**Radius** definiert den Selektionsradius um den Mauszeiger herum. Dieser kann auch interaktiv mit der Maus im Ansichtsfenster gewählt werden, wenn die mittlere Maustaste bzw. das Scrollrad der Maus gedrückt gehalten werden und die Maus nach links oder rechts verschoben wird.



Besonders wichtig ist jedoch die Option für **Nur sichtbare Elemente selektieren**. Diese legt fest, ob nur die direkt dem Betrachter zugewandten Elemente auf der Vorderseite des Objekts, oder alle Elemente unter dem Mauszeiger und in dessen Selektionsradius erfasst werden. Diese Einstellung ist dann unabhängig vom Darstellungsmodus der benutzten Editoransicht. Es kann also z. B. auch bei Nutzung von **Quick-Shading** eine Selektion von Punkten an der Vorder- und an der Rückseite des Objekts erfolgen.

**Tolerante Kanten-/Polygonelektion** ist nur in den Modi **Kanten bearbeiten** und **Polygone bearbeiten** relevant und legt fest, wann eine Kante oder Fläche selektiert wird: Bereits bei der ersten Berührung durch das Selektionswerkzeug oder nur dann, wenn die Kante oder Fläche vollständig im Selektionsradius des Mauszeigers liegt.

### 5.2.1.1 Die Modellierachse

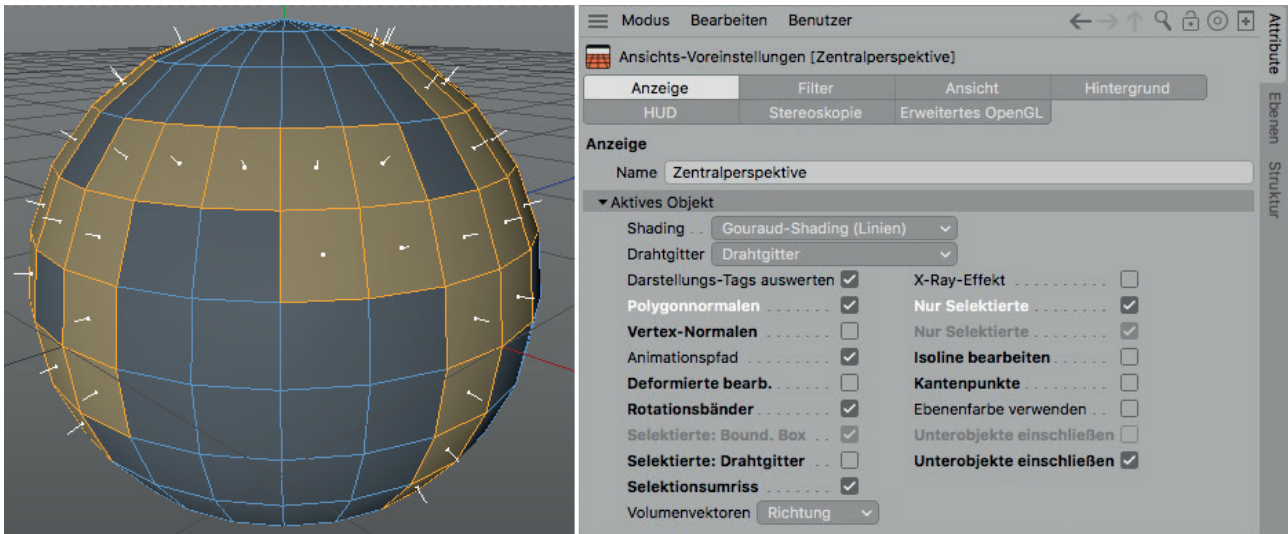
Beim Selektieren von Punkten, Kanten oder Polygonen fällt auf, dass ein Achsensystem eingezeichnet wird, das sich automatisch innerhalb der Selektion zentriert. Diese Modellierachse kann unabhängig von der Objektachse platziert werden. Da die Modellierachse als Bezugspunkt für Skalierungen und als Drehpunkt für Rotationen fungiert, kann die individuelle Platzierung dieses Achsensystems hilfreich sein.



Die **Live-Selektion** bietet dazu **X**-, **Y**- und **Z**-Regler in der **Modellierachse**-Rubrik des **Attribute-Managers** an. Die Ausrichtung der Modellierachse kann ebenfalls über das **Richtung**-Menü verändert werden. Möglich sind z. B. Ausrichtungen entsprechend des Objekt-, Kamera- oder Welt-Systems oder auch senkrecht zur Oberfläche, die von der Selektion begrenzt wird. Dieser Richtung-Modus nennt sich **Normale**.



Normalen sind Richtungsvektoren, die in der Regel senkrecht auf jedem Polygon stehen. Ohne unser Zutun ist so eine Normale bereits auf jedem Polygon vorhanden und kann auch in den Editoransichten betrachtet werden. Dazu sollten unter **Optionen > Ansichts-Voreinstellungen** in den Editoransichten die Optionen für **Normalen** und **Nur Selektierte** aktiv sein. Sie finden diese in der **Anzeige**-Gruppe des *Attribute-Managers*.



Die Normalen werden nun als kurze weiße Linien sichtbar, die auf selektierten Polygonen erscheinen. Die Normalen werden für zahlreiche Modellierungswerkzeuge verwendet, dienen aber hauptsächlich Cinema 4D als Rechenhilfe für die Schattierung der Oberflächen durch Licht. Durch die Berücksichtigung des Lichteinfalls relativ zu den Normalen können also die Helligkeitsverläufe durch die Beleuchtung einer Oberfläche errechnet werden. Zudem haben wir bereits über das **Phong-Tag** und dessen Bedeutung für die Schattierung gesprochen. Auch dieses Tag greift auf die Normalen zurück.

Andere Richtungseinstellungen für die Modellierachse greifen auf die Achssysteme übergeordneter Objekte zurück. Nur mit der Einstellung **Richtung Achse** kann die Modellierachse mit dem **Drehen**-Werkzeug beliebig rotiert werden.

#### 5.2.1.1.1 Der Achse bearbeiten-Modus

Was die Platzierung der Modellierachse angeht, so geht es jedoch noch etwas komfortabler, wenn der **Achse-bearbeiten-Modus** z. B. zusammen mit dem **Verschieben**-Werkzeug aktiviert wird. Durch das Anklicken eines beliebigen Punkts am Objekt kann die Modellierachse an dieser Stelle platziert werden.

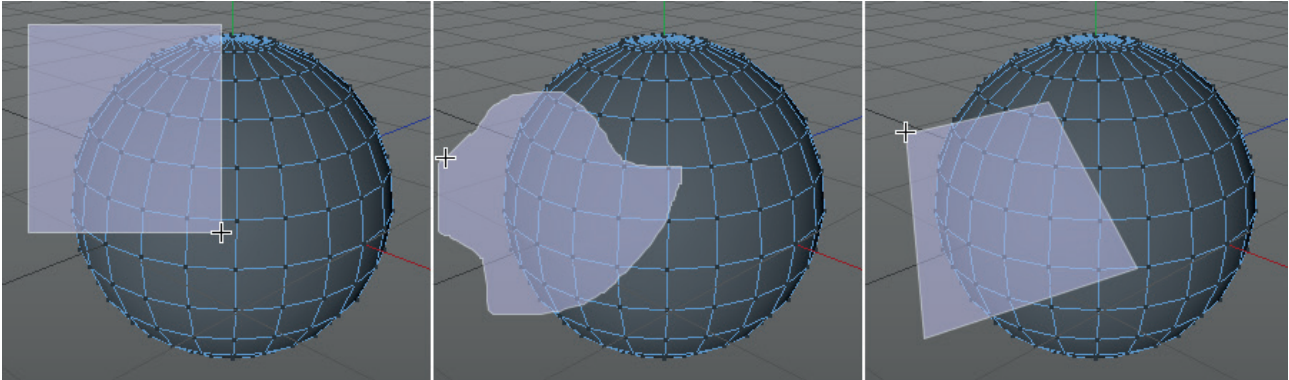
Der **Achse-bearbeiten-Modus** kann dabei nicht nur mit den **Punkte-**, **Kanten-** und **Polygone-bearbeiten-Modi** kombiniert werden, sondern auch mit dem **Modell-** oder dem **Objekt-bearbeiten-Modus**. In diesen Fällen kann dann die Position der Objektachsen editiert werden. Dies funktioniert jedoch nicht mit parametrischen Grundobjekten. Dort muss das Achsensystem zwingend in der Mitte der Form liegen. Wird das Achsensystem verschoben, wirkt das daher so, also würde das gesamte Objekt verschoben.

Das Ein- und Ausschalten des **Achse-bearbeiten-Modus** kann alternativ über das Tastenkürzel **L** vorgenommen werden.

Da das Achsensystem eines Objekts oder die Modellierachse einer Selektion als Bezugssystem für die Skalierung oder Rotation benutzt werden, werden viele Aufgaben nun erst lösbar. Denken Sie z. B. an eine aus einem Würfel modellierte Tür, die über die Scharnierseite geöffnet werden soll. Platziert man das Achsensystem des Würfels an dessen Seite und deaktiviert danach den **Achse-bearbeiten-Modus** wieder, kann die Würfel-Tür realistisch gedreht werden. Gleiches gilt für selektierte Punkte, Kanten oder Polygone.

## 5.2.2 Weitere Standard-Selektionsmethoden

Wie auch aus Grafikprogrammen bekannt, lassen sich Selektionen auch über einen aufgezogenen Rahmen, eine frei umfahrene oder mit geraden Linien begrenzte Fläche erzeugen. Die gleichen Methoden existieren in Cinema 4D in Form der Werkzeuge **Rechteck-**, **Lasso-** und **Polygon-Selektion**.



Auch bei diesen Werkzeugen ist stets auf die Optionen im **Attribute-Manager** zu achten, z. B. wenn es um die Entscheidung geht, ob nur die sichtbaren oder alle Elemente innerhalb des Selektionsbereichs ausgewählt werden sollen.

## 5.2.3 Weitere Selektionswerkzeuge

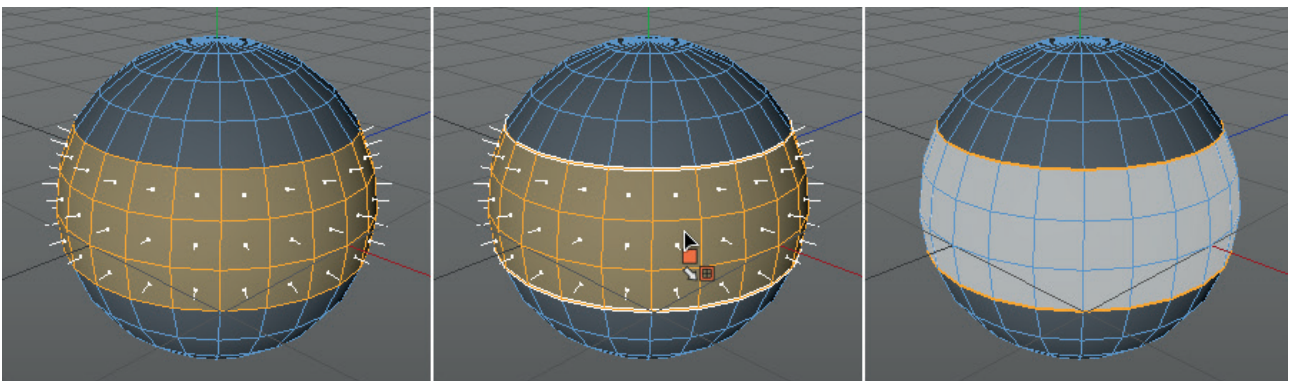
In vielen Fällen ist es einfacher, die Elemente zu selektieren, die später eben nicht ausgewählt sein sollen. In solchen Situationen helfen die Befehle im **Selektieren**-Menü weiter. Mittels **Selektion invertieren** kann eine bestehende Selektion umgekehrt werden. Hier finden Sie auch die Standardbefehle für **Alles selektieren** oder für **Alles deselektieren**.

Über **Selektion vergrößern** und **Selektion verkleinern** wächst oder schrumpft ein selektierter Bereich an seinen Rändern. **Zusammenhang selektieren** sucht selbständig alle Elemente, die eine direkte Verbindung durch eine gemeinschaftliche Kante bzw. ein Polygon zu dem bereits ausgewählten Element aufweisen.

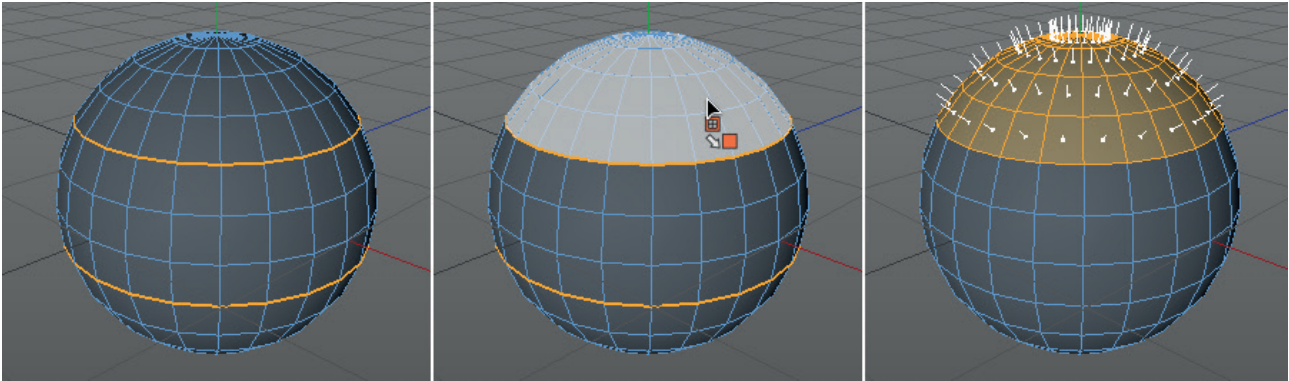
Mit den Werkzeugen **Loop-Selektion** und **Ring-Selektion** kann eine Selektion erstellt werden, die von der Position des Mauszeigers auf dem Objekt abhängt. **Loop-Selektion** sucht nach Strukturen, die die Richtung der Kante auf der der Mauszeiger steht fortführen. **Ring-Selektion** sucht nach parallelen Strukturen zu der Kante unter dem Mauszeiger. Dabei können nahezu alle **Selektions**-Werkzeuge sowohl im **Punkte**-, **Kanten**- oder **Polygone**-Modus benutzt werden.

Die **Loop-Selektion** kann übrigens auch mit einem Doppelklick auf eine Kante erstellt werden, sofern das Verschieben-, Skalieren- oder Drehen-Werkzeug aktiv ist. Ein Doppelklick auf ein Polygon führt automatisch **Zusammenhang selektieren** aus.

Wurden Polygone ausgewählt, kann **Selektionsumriss** aus der Außenkontur dieser Selektion eine Kanten-Selektion erstellen. Dazu muss nur ein Mal auf die selektierten Polygone geklickt werden.

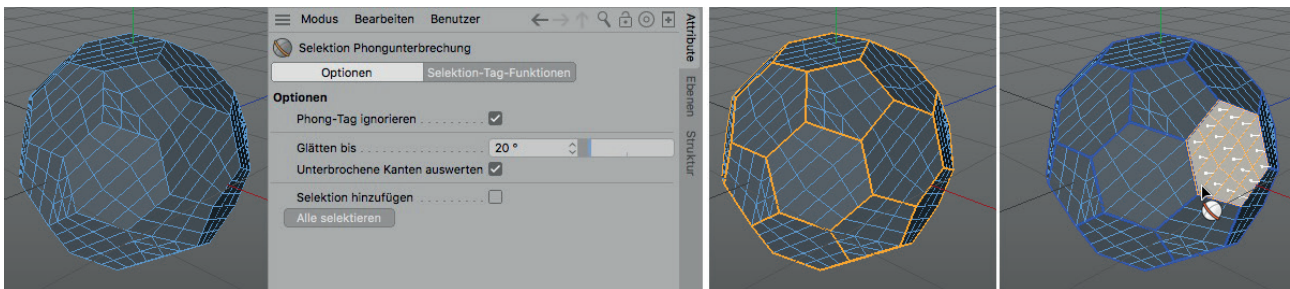


**Selektion füllen** funktioniert ähnlich. Wurde bereits ein Bereich durch eine Kanten- oder Polygon-Selektion begrenzt, kann mit **Selektion füllen** das Innere dieser Bereiche oder auch der außenliegende Teil selektiert werden. Auch hier entscheidet wieder die Position des Mauszeigers bei Anklicken des Objekts darüber, welche Teile ausgewählt werden.



Die **Pfadselektion** ermöglicht das Abfahren von Punkten oder Kanten mit der Maus. Wird dabei die linke Maustaste gehalten, kann eine Selektion Punkt für Punkt oder Kante für Kante aufgemalt werden.

Mit **Selektion Phongunterbrechung** lassen sich Punkte, Kanten oder Polygone an Stellen auswählen, bei denen ein gewisser Neigungswinkel der Oberfläche überschritten wird.



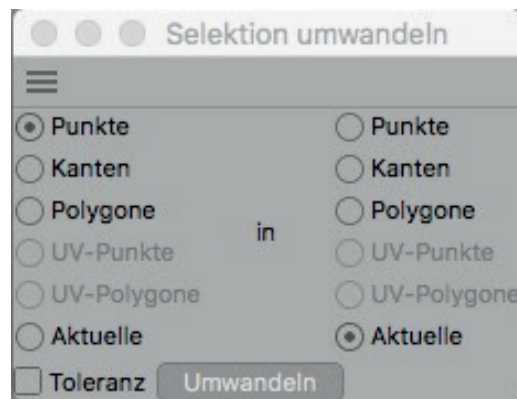
Das Prinzip ist vom **Phong-Tag** bekannt, das die Oberflächenschattierung definiert. Auf dort konnte über einen Winkel vorgegeben werden, welche Kanten hart sichtbar bleiben sollen und über welchen eine weiche Schattierung angezeigt werden soll.

#### 5.2.4 Selektionen umwandeln und verwalten

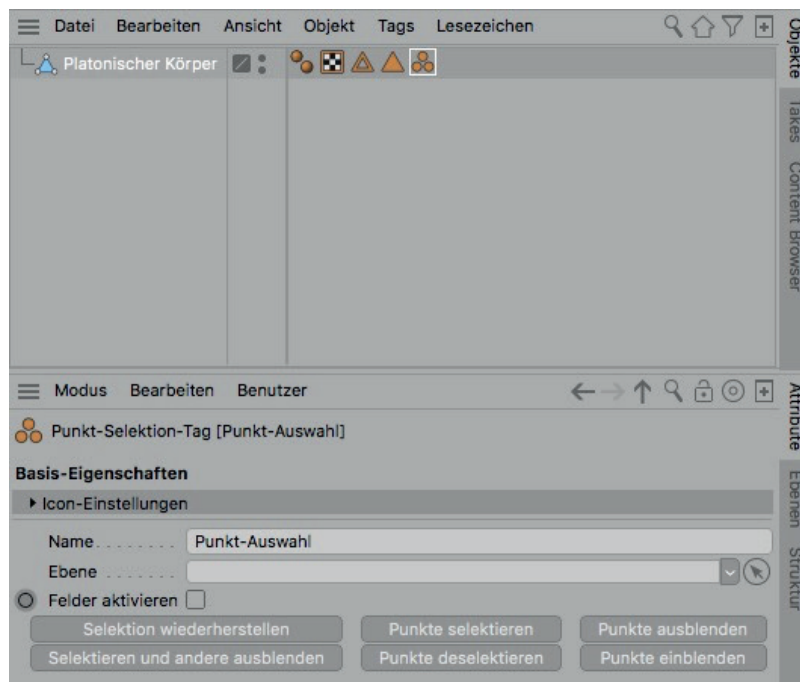
Cinema 4D verwaltet alle angelegten Selektionen separat. Es können daher unabhängig voneinander Selektionen für Punkte, Kanten und Polygone angelegt werden, die beim Umschalten der Betriebsmodi nicht verloren gehen.

Ebenso lassen sich Selektionen ineinander überführen, also z. B. aus einer Polygon-Selektion eine Punkt-Selektion errechnen. Es würden dann z. B. alle Punkte ausgewählt, die Bestandteil eines selektierten Polygons sind. Dafür reicht es aus, mit gehaltener **Strg/Ctrl**-Taste den Betriebsmodus zu wechseln, also z. B. von Polygone- zu Kanten- oder Punktenbearbeiten.

Diese Funktionalität liegt auch als Befehl im **Selektieren**-Menü vor. Per **Selektion umwandeln** kann über einen Dialog gewählt werden, welche Selektionsart in welchen anderen Betriebsmodus überführt werden soll.



Wie wir später noch besprechen werden, sind Selektionen noch für andere Funktionen, z. B. bei der Materialvergabe oder der Arbeit mit Deformatoren hilfreich. Selektionen lassen sich daher auch speichern und somit jederzeit wieder abrufen. Diese Funktion finden Sie unter **Selektieren > Selektion einfrieren**. Dieser Befehl funktioniert im Punkte-, Kanten- und Polygone-bearbeiten-Betriebsmodus und erzeugt hinter dem Objekt im **Objekt-Manager** ein neues **Selektion-Tag**. Diese Tags lassen sich über den **Attribute-Manager** mit beliebigen Namen versehen.



Ein Doppelklick auf diese Tags stellt die darin gespeicherte Selektion wieder her. Zudem werden bei selektiertem Tag über den **Attribute-Manager** auch diverse Schaltflächen angeboten, über die so eine gespeicherte Selektion jederzeit wieder abgerufen, gelöscht oder auch unsichtbar gemacht werden kann. Dies ist vor allem bei Polygon-Selektionen nützlich. Unsichtbare Polygon-Selektionen wirken, als wären die Flächen gelöscht worden und geben so z. B. den Blick in das Innere eines Objekts frei. Bei der Bildberechnung werden diese Flächen jedoch wieder normal angezeigt. Zudem lassen sich diese ausgeblendeten Elemente natürlich auch jederzeit wieder einblenden.

Die gleiche Funktionalität kann auch ohne das Abspeichern von **Selektion-Tags** direkt im **Selektieren**-Menü genutzt werden. Über **Selektierte verbergen** oder **Deselektierte verbergen** können Elemente versteckt, über **Sichtbarkeit invertieren** oder **Alles sichtbar machen** können die Elemente im Ansichtsfenster wieder einblendet werden.

Beachten Sie bei der Erzeugung von **Selektion-Tags**, dass diese auch überspeichert werden können. Wenn Sie mehrere Selektionen nacheinander einfrieren möchten müssen Sie daher nach jedem Einfrieren das entstandene **Selektion-Tag** hinter dem Objekt wieder deselektieren. Dazu reicht z. B. ein **Strg-** bzw. **Ctrl-**Klick auf das selektierte Tag aus. Nur

wenn kein anderes **Selektion-Tag** des gleichen Typs (Punkte, Kanten oder Polygone) an dem Objekt ausgewählt ist, wird tatsächlich ein neues **Selektion-Tag** erzeugt.

Weisen Sie kurz darauf hin, dass Selektion-Tags teilweise auch automatisch z.B. von Spline-Generatoren, wie dem Extrudieren-Objekt erzeugt werden können. Es kann dann auch Selektionen zugegriffen werden, obwohl es sich noch um ein nicht konvertiertes Objekt handelt

### ► *Siehe Übungen zum Selektieren*

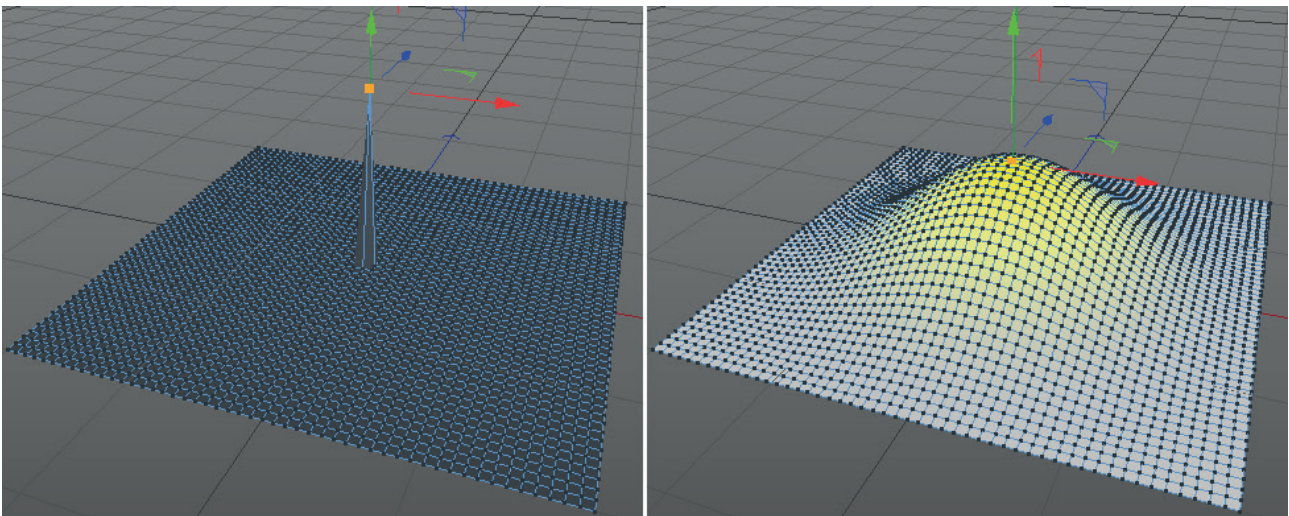
#### 5.2.5 Weiche Selektionen

Normalerweise gibt es bei Selektionen keinen Zwischenzustand. Entweder ist z.B. ein Punkt ausgewählt oder eben nicht. **Weiche Selektionen** weichen die Grenze zwischen diesen beiden Zuständen auf und machen es einfacher, Oberflächen organisch weich zu verformen.

Erstellen Sie dazu ein **Ebene**-Grundobjekt und erhöhen Sie dort die Segmentanzahl auf 50 mal 50 Flächen bevor Sie die Ebene zu einem Polygon-Objekt konvertieren.

Selektieren Sie einen Punkt in der Mitte der Ebene und ziehen Sie diesen mit dem **Verschieben**-Werkzeug entlang der Y-Achse nach oben. Es entsteht eine isolierte Spitze.

Machen Sie diesen Arbeitsschritt rückgängig und wählen Sie das **Verschieben**-Werkzeug erneut an. Im **Attribute-Manager** erscheinen die Einstellmöglichkeiten des Werkzeugs, die u. a. auch eine Rubrik **Weiche Selektion** beinhalten. Sobald aktiviert, ändert sich die Darstellung des Objekts im Editor zu einem grau/orangefarbenen Verlauf, ausgehend von den selektieren Elementen.



Der **Radius**-Wert definiert zusammen mit der **Abnahme**-Funktion den Umfang der weichen Selektion. Wo dabei der Mittelpunkt liegt, wird über den **Modus** bestimmt. **Gruppe** bedeutet, dass die rechnerische Mitte einer Selektion auch in der Mitte der weichen Selektion liegt. Von dort aus legt also der Radius den Einflussbereich der weichen Selektion fest.

Bei **Zentriert** wird die Mitte aller Selektionen als Mittelpunkt der weichen Selektion benutzt. Die Unterschiede zwischen **Gruppe** und **Zentriert** werden also erst dann sichtbar, wenn mehrere Elemente an unterschiedlichen Stellen der Oberfläche selektiert werden.

Der **Modus Alle** wird wohl der gängigste Modus sein, denn hier startet die weiche Selektion erst am Rand jeder selektierten Elementgruppe, also z. B. am Rand einer selektierten Polygoninsel auf der Oberfläche. Dies stellt sicher, dass alle selektierten Elemente immer zu 100% beeinflusst werden und nur die angrenzenden Elemente der weichen Selektion unterworfen werden.

Durch Nutzung verschiedener **Abnahme**-Einstellungen kann der Intensitätsverlauf der weichen Selektion innerhalb des Radius gewählt werden.

Bei aktivem **Gummi** lässt sich eine zusätzliche Verzögerung der mitgezogenen Elemente innerhalb der weichen Selektion hinzuschalten. Schnelles hin und her bewegen der Maus kann dann ggf. auch wellenartige Formen in die Ebene bringen.

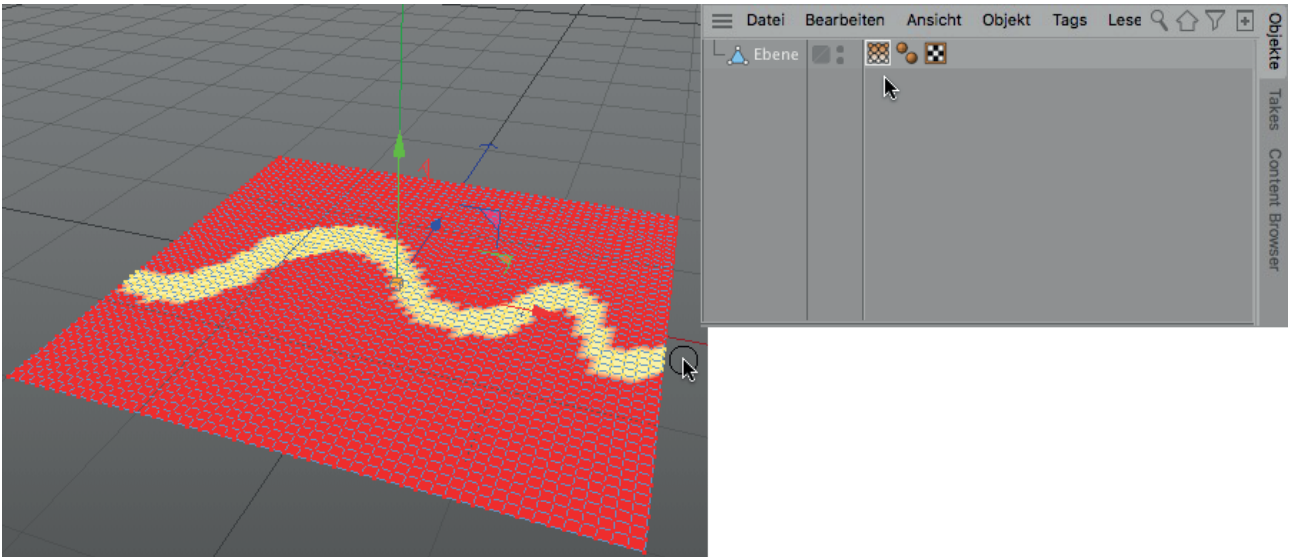
Bei Nutzung von **Oberfläche** breitet sich die weiche Selektion nur entlang der direkt mit den selektierten Elementen verbundenen Punkten, Kanten und Polygonen aus. Ohne diese Option werden alle Teile der Oberfläche beeinflusst, die innerhalb des räumlichen Radius um die echte Selektion herumliegen.

Ist **Beschränken** aktiv, verhält sich die weiche Selektion wie eine normale Selektion. Nur die tatsächlich ausgewählten Elemente können bewegt werden.

## 5.2.6 Vertex Maps

Wir haben nun bereits eine Möglichkeit kennengelernt, „unscharfe“ Selektionen zu nutzen, um organische Übergänge zwischen direkt selektierten und umliegenden Elementen zu erstellen. Ähnlich funktionieren sogenannte **Vertex Maps**, die jedem Punkt der Oberfläche einen Prozentwert zwischen 0% und 100% zuordnen können. Diese Vertex Maps können später mit Materialien oder auch Deformationen genutzt werden.

Vertex Maps lassen sich z. B. direkt mit der bereits bekannten **Live-Selektion** aufmalen.



Sie finden dazu nach dem Auswählen des Werkzeugs **Live-Selektion** in den Optionen des **Attribute-Managers** ein **Modus-Menü**, über das Sie **Punkte-Wichtung** auswählen können. Über ein weiteres Modus-Menü innerhalb der **Punkte-Wichtung**-Rubrik der Einstellungen lassen sich verschiedene Spielarten auswählen. Beim **Setzen** malen Sie einfach nur den Prozentwert auf die Punkte auf, der bei **Stärke** eingestellt wurde. Alternativ hierzu stehen noch die Modi für **Addieren** und **Subtrahieren** zur Verfügung.

Beim Ersten Klick auf ein konvertiertes Objekt werden Sie bemerken, wie dieses nun tiefrot angezeigt wird. Je nach aufgemalter Stärke werden zu 100% gewichtete Punkte hellgelb dargestellt. Diese Information wird in einem neuen Tag hinter dem Objekt im **Objekt-Manager** gespeichert. Durch Anklicken dieses **Vertex-Map**-Tags kann die Punkte-Wichtung jederzeit wieder aufgerufen und editiert werden.

Alternativ zu dieser Methode können Sie auch Punkte mit beliebigen Selektionswerkzeugen selektieren und anschließend über das **Selektieren**-Menü **Punkte-Wichtung setzen** aufrufen. Entsprechend den gerade aufgezählten Modi der **Live-Selektion** finden Sie dort über einen Dialog ebenfalls einen **Wert**-Eintrag über die gewünschte Stärke der Punkte-Wichtung vorgegeben werden kann. Ein **Modus-Menü** bietet die gleichen Optionen für **Wert setzen**, **Wert aufhellen** und **Wert abdunkeln**, was den Funktionen für Addieren und Subtrahieren entspricht.

### 5.2.6.1 Das Pinsel-Werkzeug

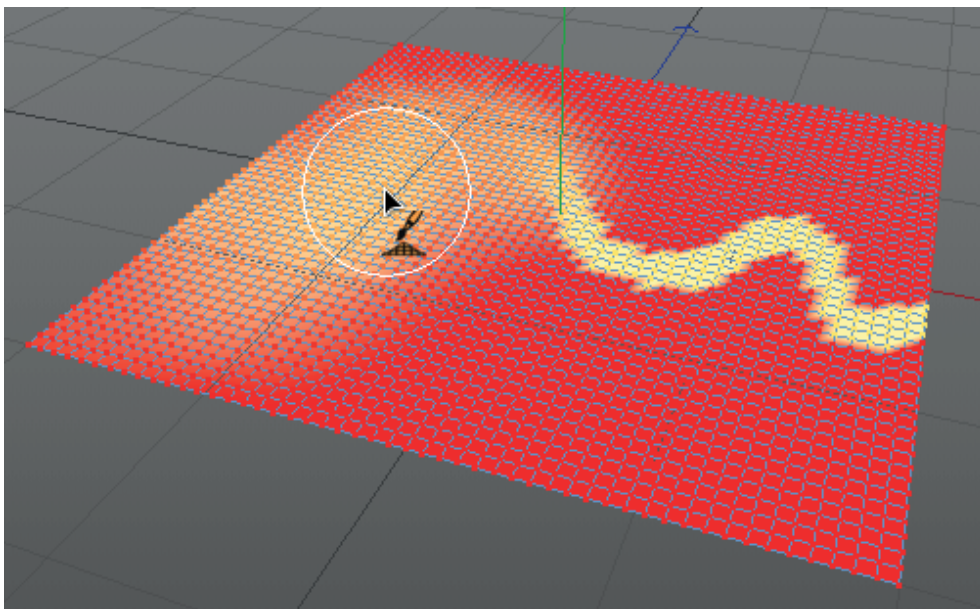
Um Vertex-Maps mit weich auslaufenden Rändern und Übergängen zu erzeugen sind diese Methoden jedoch weniger brauchbar, denn es fehlen Funktionen zum Weichzeichnen der Punkte-Wichtungen oder zum Bemalen mit weich auslaufender Intensität an den Rändern eines Malradius. Exakt diese Optionen stehen an dem sogenannten **Pinsel**-Werkzeug zur Verfügung, das Sie unter **Mesh > Verformen** finden.

Über den **Attribute-Manager** bietet der Pinsel zahlreiche Einstellmöglichkeiten, z.B. bezüglich des Radius oder der Abnahmekurve.

Benutzen Sie dort den **Modus** für **Malen** und den **Stärke**-Wert für die gewünschte Punkte-Wichtung direkt unter dem Mauszeiger, können Sie innerhalb des gewählten **Radius** auch weich auslaufende Wichtungen aufmalen.

Bitte beachten: Der **Pinsel** lässt sich auf bestehende Selektionen beschränken, was beim Malen von Vertex-Maps ungünstig ist. Sie sollten daher vor der Nutzung des Pinsels sicherstellen, dass keine Elemente ausgewählt wurden. Dies kann z. B. durch Auswahl von **Alles deselektieren** im **Selektieren**-Menü erreicht werden.

Über den **Pinsel**-Modus **Weichzeichnen** können zudem harte Übergänge zwischen Wichtungen geglättet werden. Der **Stärke**-Wert hat in diesem Modus also nichts mit dem Wert aufgemalter Wichtungen zu tun, sondern mit der Intensität des Weichzeichnungs-Effekts.

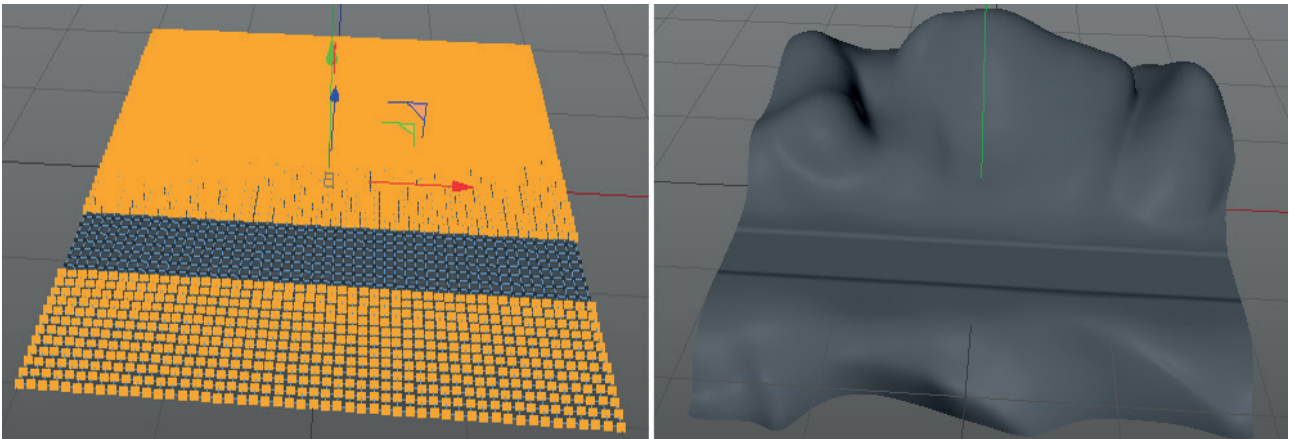


Der Pinsel hat jedoch noch weitere Modi, die gar nichts mit Vertex-Maps bzw. Punkte-Wichtungen zu tun haben. So funktioniert der **Modus Schmieren** z. B. wie ein **Magnet** oder Wischfinger und kann ähnlich wie eine weiche Selektion zur organischen Verformung einer Oberfläche benutzt werden.

Andere Modi, wie z. B. **Normale**, verschieben die Oberfläche in Richtung der Oberflächennormalen, was wie ein Aufblasen der Form wirken kann.

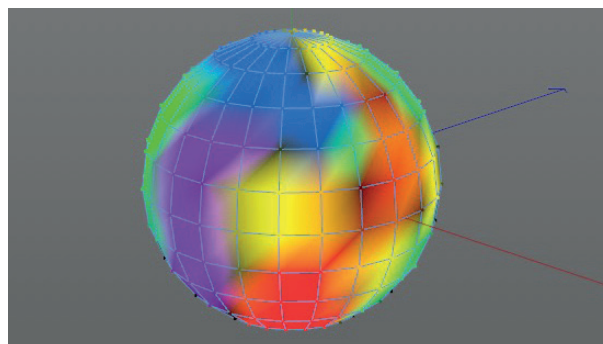
Sehr hilfreich in diesem Zusammenhang ist auch der **Modus Glätten**, mit dem eine Geometrie weich abgerundet werden kann.

Übung: Lassen Sie auf einer hoch unterteilten Ebene mithilfe des Pinsel-Werkzeugs und weichen Selektionen eine Landschaft gestalten. Durch die Nutzung normaler Selektionen können Bereiche für eine Straße oder z. B. einen Fluss gezielt geschützt werden.



### 5.2.6.2 Vertex-Farben

Eine Unterart der Vertex-Maps ermöglichen auch das Speichern von Farbinformationen pro Punkt oder Polygon einer Oberfläche. Dazu weisen Sie dem Polygon-Objekt ein **Vertex Farben-Tag** zu. Dieses Tag kann über ein **Vertex-Farben-Menü** zwischen **Nur Punkte** und **Polygonpunkte** umgeschaltet werden. Der einzige Unterschied dieser Modi besteht darin, dass im **Polygonpunkte**-Modus optional auch eine harte Begrenzung der aufgetragenen Farben an den Polygonkanten erfolgen kann. Ansonsten verlaufen die Farben immer weich, so wie es auch beim Aufbringen von Vertex Map-Wichtungen der Fall ist. In beiden Modi kann durch einen Doppelklick auf das **Vertex Farben-Tag** das **Malwerkzeug** aktiviert werden, das ansonsten auch über das Charakter-Menü von Cinema 4D zu erreichen ist. Dort lassen sich Größe, Deckkraft, Abnahmekurve und natürlich auch die gewünschte Farbe wählen. Zudem ermöglicht das **Malmodus**-Menü dieses Werkzeugs die Auswahl zwischen dem einfachen Aufmalen von Farben, einer Alpha-Maske oder von Farbe und Alpha-Maske gleichzeitig. Die Alpha- und Farbinformationen können später z. B. über einen **Vertex Map-Shader** ausgewertet und so direkt zur Gestaltung der Oberfläche beim Rendern verwendet werden. Die Abbildung zeigt so eine mit verschiedenen Farben bemalte Oberfläche.



Wird der **Polygonpunkte**-Modus verwendet, so lässt sich zusätzlich zu dem bereits beschriebenen Bemalen der Oberflächenpunkte auch eine Selektion von Polygonen mit einer Farbe füllen. Dazu verwenden Sie die **Selektierte zuweisen** Schaltfläche des Malwerkzeugs. Dadurch entstehen harte Ränder zwischen den Farben.

Wurden auch Alpha-Masken aufgemalt lassen sich diese anstatt der Farben über die **Alpha anzeigen**-Option des **Vertex Farben**-Tags im Editor einblenden. Beachten Sie, dass dies nur funktioniert, wenn nicht gleichzeitig das Malwerkzeug aktiv ist. Dieses sorgt nämlich dafür, dass immer die Eigenschaft angezeigt wird, die über das Vertex Farben-Menü gewählt wurde.

Die **Punkte immer anzeigen**-Option des **Vertex Farben**-Tags zeigt die Punktfarben der Oberfläche auch dann noch an, wenn das **Vertex Farben**-Tag selbst nicht selektiert ist. Die Farbverläufe innerhalb der Polygone können dabei jedoch nicht dargestellt werden.



### 5.2.7 Selektions-Filter

Ähnlich wie Punkt-, Kanten- oder Polygon-Selektionen, lassen sich auch selektierte Objekte oder gar Tags automatisch auswählen. Sie finden dafür unter **Selektieren > Selektions-Filter** einen **Selektor**. In diesem Dialog bekommen Sie unter dem **Objekte**-Reiter alle Objekttypen des Projekts aufgelistet. Durch Anhaken der entsprechenden Optionen lassen sich alle Objekte auswählen, die von dem entsprechenden Typ sind.

Ähnlich funktionieren die Optionen auf der **Tags**-Seite des **Selektor**-Dialogs. Hier kann jedoch zusätzlich die Auswahl der Tag-Typen auf die aktuell selektierten Objekte beschränkt werden (**Auf aktive Objekte beschränken**).

Den umgekehrten Effekt haben die Optionen, die sich direkt unter **Selektieren > Selektions-Filter** finden. Nur die dort über einen Haken aktivierten Objekttypen lassen sich überhaupt z. B. durch Anklicken in den Ansichtsfenstern auswählen. Die Selektion durch Anklicken im *Objekt-Manager* funktioniert davon unabhängig immer.

Müssen Sie immer wieder auf die gleichen Objekte zugreifen, kann deren Auswahl durch ein **Selektions-Objekt** vereinfacht werden. Selektieren Sie dazu die gewünschten Objekte und wählen Sie dann unter **Selektieren > Selektions-Filter** den Eintrag für **Selektions-Objekt erstellen** aus. Ein Doppelklick auf dieses Objekt stellt automatisch die Selektion aller darin gelisteten Objekte wieder her. Es entspricht somit einem Selektion-Tag für Punkte, Kanten oder Polygone, nur eben für Objekte.

Zusätzliche Objekte können auch nachträglich noch in die **Liste** des Selektion-Objekts gezogen werden, die im *Attribute-Manager* zu sehen ist. Überzählige Objekte können nach einem Rechtsklick auf deren Listeneintrag und die Auswahl von **Entfernen** wieder entfernt werden.

Besonders hilfreich ist diese Art der Speicherung von Objekten für die Animation. Es können dann automatisch immer sogenannte Keyframes für alle im **Selektions-Objekt** gelisteten Objekte erstellt werden.

## ZUSAMMENFASSUNG SELEKTIONEN

- Grundformen lassen sich als parametrische Grundobjekte abrufen und über Anfasser direkt in den Ansichtsfenstern konfigurieren.
- Tiefer gehende Einstellmöglichkeiten und numerische Vorgaben, z. B. für die exakten Abmessungen lassen sich über den *Attribute-Manager* vornehmen.
- Die Nutzung der Betriebsmodi für Punkte, Kanten und Polygone ist nur an sogenannten Punkt- oder Polygon-Objekten möglich. Parametrische Grundobjekte können durch das Tastenkürzel C zu Polygon-Objekten konvertiert werden. Dabei gehen jedoch alle Objekt-Parameter verloren.
- Um mit den Elementen eines Polygon-Objekts arbeiten zu können, also z. B. Punkte oder Polygone zu verschieben oder gar zu löschen, ist deren Selektion erforderlich. Hierzu stehen zahlreiche Werkzeuge im Selektieren-Menü zur Verfügung.
- Beim Selektieren mit den Standardwerkzeugen **Live-Selektion**, **Rechteck-**, **Polygon-** oder **Lasso-Selektion** immer auf die Optionen im *Attribute-Manager* achten. Hier geht es besonders um die Entscheidung, ob alle Elemente im Selektionsradius, oder nur die direkt einsehbaren Elemente an der Vorderseite des Objekts selektiert werden sollen.
- Durch Halten der **Shift**-Taste können bestehende Selektionen erweitert werden.
- Durch Halten von **Strg/Ctrl** lassen sich Elemente aus einer Selektion entfernen.
- Ein Doppelklick mit dem **Verschieben-**, **Skalieren-** oder **Drehen-**Werkzeug auf ein Polygon führt **Zusammenhang selektieren** aus.
- Ein Doppelklick mit dem **Verschieben-**, **Skalieren-** oder **Drehen-**Werkzeug auf eine Kante führt eine **Loop-Selektion** aus.
- Selektionen lassen sich durch **Selektieren > Selektion einfrieren** in ein Selektion-Tag speichern. Ein Doppelklick auf so ein Tag stellt die gespeicherte Selektion jederzeit wieder her.
- Polygone lassen sich optisch ausblenden, um z. B. einfacher innerhalb eines Objekts arbeiten zu können.
- Selektionen lassen sich durch Hinzuschalten von **Weiche Selektion** mit Übergängen zu nicht selektierten Elementen versehen. Sie finden diese Option z. B. bei der **Live-Selektion** oder bei den Standard-Werkzeugen.
- Das **Pinsel**-Werkzeug im **Mesh**-Menü ermöglicht ebenfalls eine weiche Verformung einer Oberfläche oder sogar deren Glättung.
- Per **Pinsel**-Werkzeug, **Live-Selektion** oder über **Punkte-Wichtung setzen** im **Selektieren**-Menü können Punkte mit Prozentwerten zwischen 0% und 100% versehen werden. Es entsteht ein **Vertex-Map-Tag**.
- Objekte oder Tags lassen sich je nach Typ über **Selektieren > Selektions-Filter > Selektor** auswählen.
- Eine Ankreuzliste unter **Selektieren > Selektions-Filter** legt fest, welche Objekttypen sich überhaupt über die Editoransichten auswählen lassen.
- Eine Selektion mehrerer Objekte kann über **Selektieren > Selektions-Filter > Selektions-Objekt erstellen** gespeichert werden. Ein Doppelklick auf das dadurch entstehende **Selektions-Objekt** stellt die Objekt-Selektion wieder her.

## 5.3 Spline-Objekte

Spline-Objekte enthalten keine Flächen, sondern dienen uns als Hilfsobjekte für die Modellierung oder auch die Animation. So kann ein Spline ebenso für die Modellierung einer Vase oder eines Kabels benutzt werden, wie für die Definition einer Flugbahn z. B. einer Kamera durch ein Gebäude.

Splines sind direkt vergleichbar mit Pfaden z. B. in Photoshop oder Illustrator, sind jedoch beliebig dreidimensional formbar.

Splines bestehen aus Punkten, die über eine Kurve miteinander verbunden werden. Die Art dieser Kurvenverbindung wird **Interpolation** genannt. Eine lineare Interpolation führt somit z. B. zu einer schlichten geradlinigen Verbindung der Splinepunkte. Eine Bézier-Interpolation kann hingegen auch Tangenten verwenden und somit für weich geschwungene Abschnitte zwischen den Punkten sorgen. Der Interpolations-**Typ** eines Splines kann daher das Aussehen eines Splines maßgeblich beeinflussen, selbst wenn die Punkte an exakt gleicher Stelle platziert werden.

Um die Arbeit mit Tangenten zu üben, sollte direkt einmal ein Spline erstellt werden. Hierfür sollte sich angewöhnt werden, in der frontalen Editoransicht zu zeichnen, damit der Spline in der zweidimensionalen XY-Ebene liegt. Dies hat Vorteile für die Weiterverarbeitung. Nur bei Splines, die z. B. eine Bewegungsbahn oder z. B. den Verlauf eines Schlauchs oder Kabels nachbilden sollen, können auch die seitliche oder die Ansicht von oben genutzt werden. Die **Zentralperspektive** sollte für das Zeichnen von Splines vermieden werden, da hier zu wenig Kontrolle über die Platzierung der Splinepunkte im Raum vorliegt.

### 5.3.1 Ein Spline-Objekt zeichnen

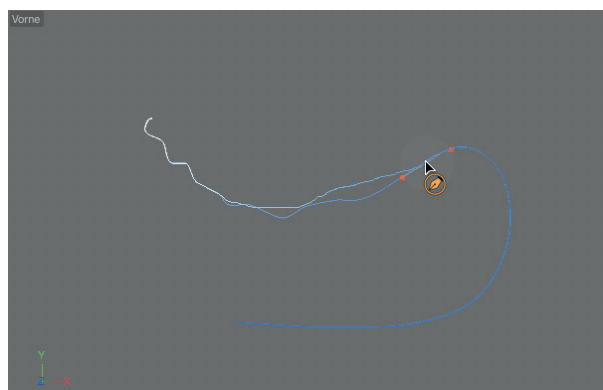
Splinekurven können auf zwei verschiedene Arten gezeichnet werden.

1. Durch Auswahl von **Spline > Skizzieren**
2. Durch Auswahl von **Spline > Spline-Stift**
3. Durch **Aktivieren von Spline > Splinebogen-Werkzeug**

Diese Optionen stehen auch als Icons im Standardlayout von Cinema 4D zur Verfügung.

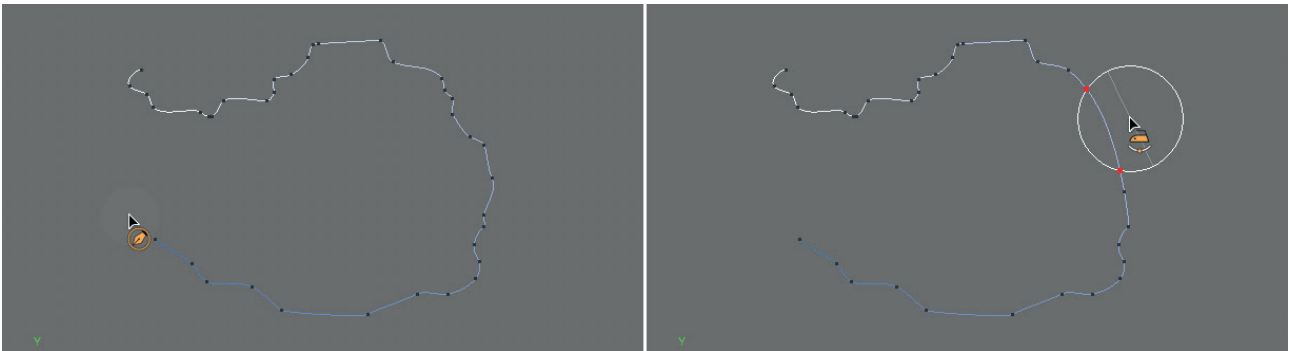
Der **Skizzieren**-Werkzeug muss in einem Zug mit der Maus verwendet werden. Dies kann z. B. für die Arbeit mit einem Grafiktablett hilfreich sein, wenn dort eine Vorlage abgemalt wird. Die anderen Werkzeuge erstellen Splines jeweils Punkt für Punkt und sind daher eher für exaktes Arbeiten gedacht.

Mit dem **Skizzieren**-Werkzeug können missglückte Abschnitte auch erneut übermalt werden, um diese zu ersetzen.



Dabei lassen sich ein Radius-Wert und ein **Übergang**-Parameter verwenden, um einen Aktionsradius beim Übermalen eines Splines festzulegen.

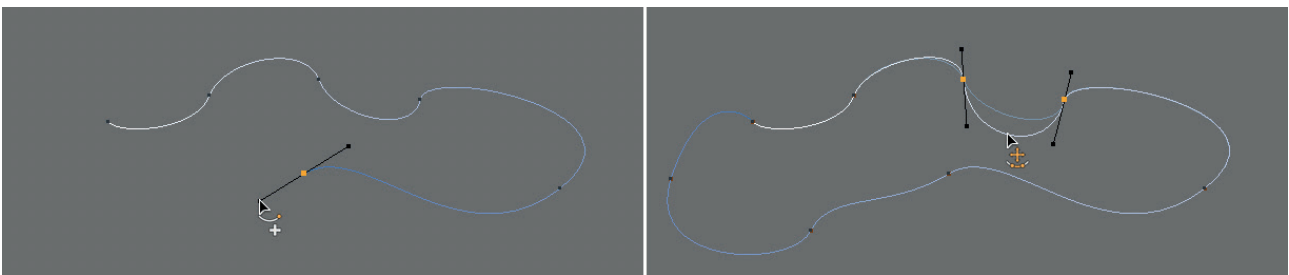
Durch Betätigen von **Shift** kann jederzeit das separate **Spline glätten**-Werkzeug hinzugeschaltet werden, das u. a. das Glätten, Verwirbeln und Knittern von Spline-Abschnitten erlaubt.



Mit dem **Spline-Stift** werden Splines Punkt für Punkt aufgebaut. Dabei können auch bereits vorhandene Splines jeweils vom zuletzt ausgewählten Splinepunkt aus fortgeführt werden. Durch **Esc** kann dieser Zeichenvorgang jederzeit unterbrochen und nach dem Anklicken eines beliebigen Spline-Endpunkts wieder fortgesetzt werden.

Wird beim Erstellen eines neuen Splinepunkts die linke Maustaste gehalten und verwendet der Spline-Stift den **Typ Bézier**, kann durch eine Mausverschiebung gleichzeitig eine Tangente an diesem Punkt erstellt werden.

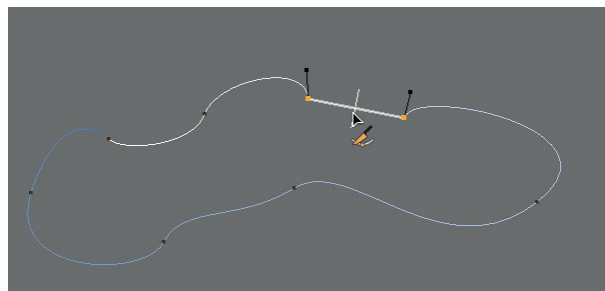
Die Spline-Abschnitte zwischen bereits gesetzten Punkten lassen sich direkt mit der Maus anfassen und verschieben.



Optionen im **Attribute-Manager** können dabei wahlweise die Länge oder den Winkel der beteiligten Tangenten fixieren.

Splinepunkte lassen sich auch während des Zeichenvorgangs mit der Maus neu positionieren. Um Tangenten bereits gesetzter Punkte zu editieren, muss der entsprechende Splinepunkt zuvor jedoch selektiert werden.

Ein Doppelklick auf einen Spline-Abschnitt zwischen zwei Punkten oder auf einen Punkt linearisiert diesen.

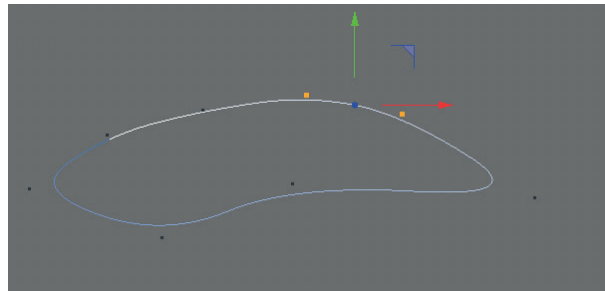


Ein weiterer Doppelklick stellt eine weiche Interpolation dieses Abschnitts oder Punkts wieder her.

Ein **Strg**- bzw. **Ctrl**-Klick auf den Spline setzt einen neuen Punkt so, dass der vorhandene Verlauf unverändert bleibt.

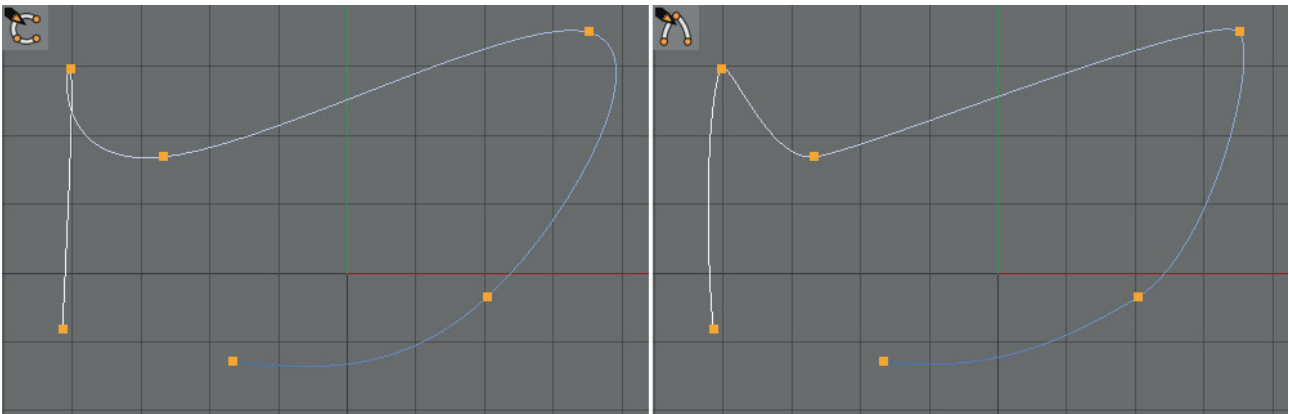
Wird während des Zeichens das andere offene Ende des Splines angeklickt, kann dadurch der Spline geschlossen werden. Alternativ hierzu findet sich auch eine **Spline schließen**-Option in den Einstellungen eines selektierten Spline-Objekts im **Attribute-Manager**. Der **Typ** eines erzeugten Splines kann jederzeit ebenfalls in seinen Einstellun-

gen verändert werden. Beachten Sie daher, dass durch das Umschalten des Typs an einem Spline, dessen Form verändert werden kann. Dies gilt vor allem für den Typ **B-Spline**, bei dem der Spline nicht zwingend durch die gesetzten Punkte verlaufen muss.

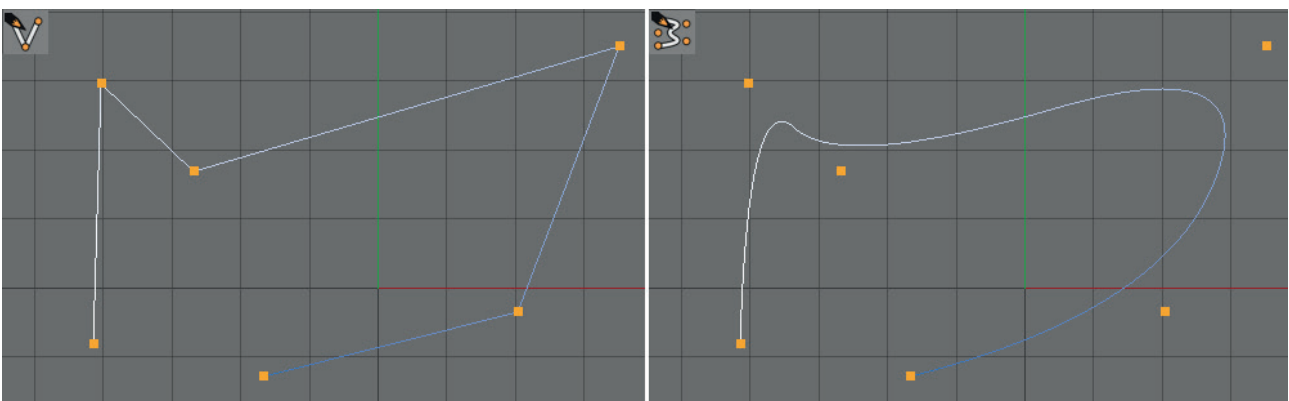


Generell gilt bei der Arbeit mit dem **Spline-Stift**, dessen Zeichenmodus über die **Esc**-Taste beendet wurde, dass gängige Befehle auch über ein Kontext-Menü zu erreichen sind, dass sich nach einem gehaltenen Linksklick auf ein Spline-segment oder einen Splinepunkt öffnet. Diese Funktion ist vor allem für Benutzer von Grafiktablets oder von Trackpads gedacht, die oft keinen einfachen Rechtsklick ausführen können.

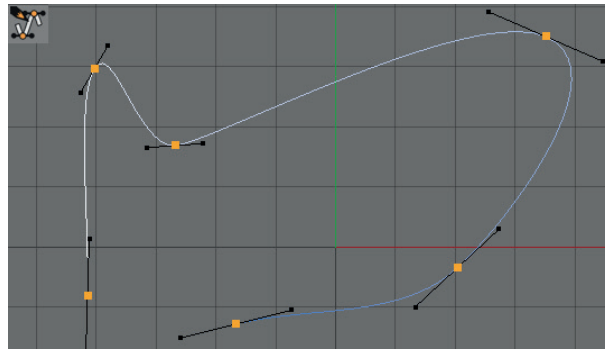
Die Interpolationsarten **Kubisch** und **Akima** erzeugen unterschiedlich stark gerundete Kurven zwischen den Punkten.



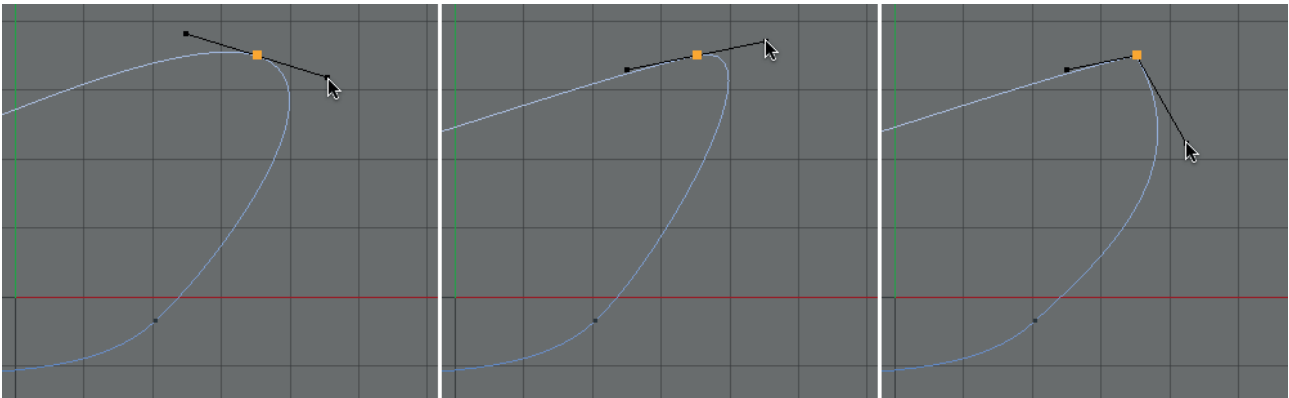
Bei **Linear** kommt es nur zu einer geraden Verbindungslinie zwischen den Punkten. Beim **B-Spline** werden die geraden Verbindungen zwischen benachbarten Punkten als Tangenten interpretiert. Die entstehende Kurve ist daher extrem gerundet und verläuft nicht zwingend durch die gesetzten Punkte.



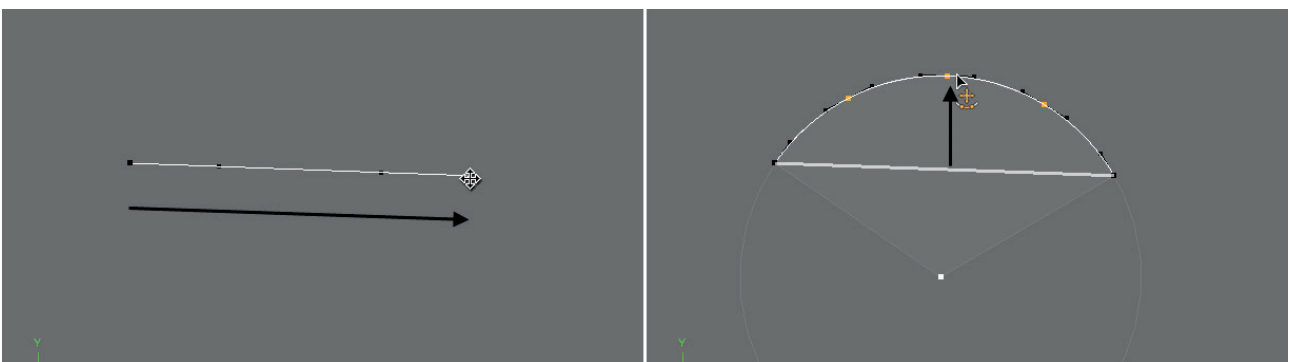
Der **Bézier-Spline** ist schließlich die einzige Interpolationsart, die zusätzliche **Tangenten** an den Splinepunkten anbietet und ermöglicht daher die präziseste Steuerung des Kurvenverlaufs zwischen den Punkten.



Wird beim Skalieren oder Drehen einer Tangente zusätzlich die **Shift-Taste** gehalten, kann der angeklickte Tangentenarm unabhängig von der anderen Tangentenseite bewegt werden. Wir sprechen hier vom **Brechen der Tangente**. Auf diese Weise lassen sich ungleichmäßig gekrümmte Kurven und harte Knicke im Kurvenverlauf beliebig kombinieren.



Mit dem **Splinebogen-Werkzeug** lassen sich exakte Bogenabschnitte konstruieren. Dazu ziehen Sie mit gehaltener linker Maustaste zuerst eine Linie. Nach dem Lösen der Maustaste entstehen dadurch ein Anfangs- und ein Endpunkt für einen Bogen. Durch Betätigen von **Esc** kann das Weiterzeichnen des Bogens unterbrochen werden und Sie können mit der Maus direkt den Abschnitt zwischen diesen Punkten greifen und zu einem Bogen formen.



Der Mittelpunkt des Krümmungskreises, die Endpunkte des Bogens, der Bogen selbst und auch die Verbindungslinien vom Mittelpunkt des Kreises zu den Endpunkten des Bogens können mit der Maus verschoben werden. Sind Sie mit dem Bogen zufrieden, kann diese Form durch Anklicken eines seiner Endpunkte mit dem **Spline-Stift** oder erneut mit dem **Splinebogen-Werkzeug** fortgeführt werden.



### 5.3.2 Die innere Struktur eines Splines

Splines bestehen also genau wie z. B. konvertierte Polygon-Objekte aus Punkten und lassen sich daher im **Punkte bearbeiten**-Modus z. B. mit dem **Verschieben**-, **Skalieren**- oder **Drehen**-Werkzeug direkt in ihrer Form editieren. Besonders wichtig ist bei Splines jedoch die Reihenfolge, in der die Punkte angeordnet sind. Cinema 4D benutzt daher einen Farbverlauf entlang der Splinekurve, um uns diese Reihenfolge der Punkte deutlich zu machen. Ist ein Spine selektiert und der **Punkte**-Modus aktiv, stellt das weiße Ende des Splines die Lage des ersten Punktes und das blaue Ende den Endpunkt des Splines dar.

Diese Punktreihenfolge muss von uns beachtet werden, wenn Splines für die Modellierung z. B. mit dem Loft- oder Sweep-Objekt benutzt werden. Aber auch bei der Animation ist die Punktreihenfolge eines Splines zu beachten, denn Sie legt z. B. fest, an welchem Ende des Splines eine Kamerafahrt beginnt.

Eine Übersicht über die Punkte eines Splines, deren Reihenfolge und Position, sowie einen Überblick über eventuell vorhandene Tangenten liefert auch der **Struktur-Manager**.

Punkt	X	Y	Z	<- X	<- Y	<- Z	X ->	Y ->	Z ->
0	-413.034 cm	43.083 cm	0 cm	-16.859 cm	22.478 cm	0 cm	16.859 cm	-22.478 cm	0 cm
1	-225.717 cm	9.366 cm	0 cm	-46.829 cm	-33.717 cm	0 cm	46.829 cm	33.717 cm	0 cm
2	30.907 cm	9.366 cm	0 cm	-33.717 cm	43.083 cm	0 cm	33.717 cm	-43.083 cm	0 cm
3	349.346 cm	52.449 cm	0 cm	14.985 cm	-108.644 cm	0 cm	-14.985 cm	108.644 cm	0 cm
4	216.351 cm	247.259 cm	0 cm	82.42 cm	11.239 cm	0 cm	-82.42 cm	-11.239 cm	0 cm
5	-57.132 cm	108.644 cm	0 cm	144.234 cm	-43.083 cm	0 cm	-144.234 cm	43.083 cm	0 cm

#### 5.3.2.1 Der Struktur-Manager

Sie finden den **Struktur-Manager** im Standard-Layout von Cinema 4D rechts unten hinter dem **Attribute-Manager**. Ein Klick auf den **Struktur**-Reiter bringt das Fenster in den Vordergrund. Der **Struktur-Manager** bietet mehrere Modi an, um z. B. die Polygone, Punkt-Wichtungen, UVW-Koordinaten oder eben die Punkte eines Objekts anzuzeigen. Sofern ein Spline-Objekt ausgewählt wurde sehen Sie in der linken Punkte-Spalte die Punktnummern am Spline in aufsteigender Reihenfolge. Die Zählweise beginnt dabei generell beim ersten Punkt mit der Ziffer 0.

Die nachfolgenden Spalten für **X**, **Y** und **Z** zeigen die Punktkoordinaten im lokalen Bezugssystem des Spline-Objekts an. Die Koordinaten sind also generell relativ zum Achsensystem des Spline-Objekts aufgelistet.

Sofern es sich um einen Bézier-Spline handelt, folgen weitere Spalten, die jeweils die Länge und Richtung des linken und des rechten Tangentenastes an den Punkten anzeigen. Auch diese Koordinaten sind lokal in relativ zur Punktkoordinate gespeichert. Werte für **<- X**, **<- Y** und **<- Z** von jeweils 0 bedeuten also, dass der linke Tangentenarm an

diesem Punkt keine Länge hat. Wurde der Spline in der frontalen Editoransicht gezeichnet, kann eine Tangente durch das Eintragen von 0 für  $\leftarrow Y$  und  $Y \rightarrow$  sehr einfach exakt horizontal eingestellt werden. Stehen die Werte für  $\leftarrow X$  und  $X \rightarrow$  auf 0 resultiert eine senkrechte Tangente.

Sie können alle Werte für die Punktpositionen und Tangenten manuell editieren, indem Sie im *Struktur-Manager* doppelt auf das entsprechende Zahlenfeld klicken.

Die Reihenfolge der Punkte kann per Drag&Drop durch das Ziehen der Punktnummer in der ersten Spalte des *Struktur-Managers* umsortiert werden. Praktischer lässt sich dies jedoch durch den Aufruf eines Kontextmenüs in der Editoransicht erledigen.

### 5.3.2.2 Einige spezielle Spline-Funktionen

Befinden Sie sich im **Punkte bearbeiten**-Modus und ist ein Spline-Objekt selektiert, reicht ein Rechtsklick in eine beliebige Editoransicht aus, um ein Kontextmenü zu öffnen. Dieses enthält diverse Befehle, die für die Bearbeitung von Splines und deren Tangenten interessant sind.

Ist ein Punkt am Spline selektiert, kann dieser per **Anfangspunkt neu setzen** an den Anfang der Liste im *Struktur-Manager* verschoben werden. Dieser Punkt bildet dadurch von nun an den Anfangspunkt des Splines. Die übrigen Punkte sortieren sich entsprechend neu ein. Ist der Spline nicht geschlossen, wandert dadurch die Lücke zwischen dem ersten und dem letzten Splinepunkt an eine andere Stelle und kann somit die Form des Splines verändern.

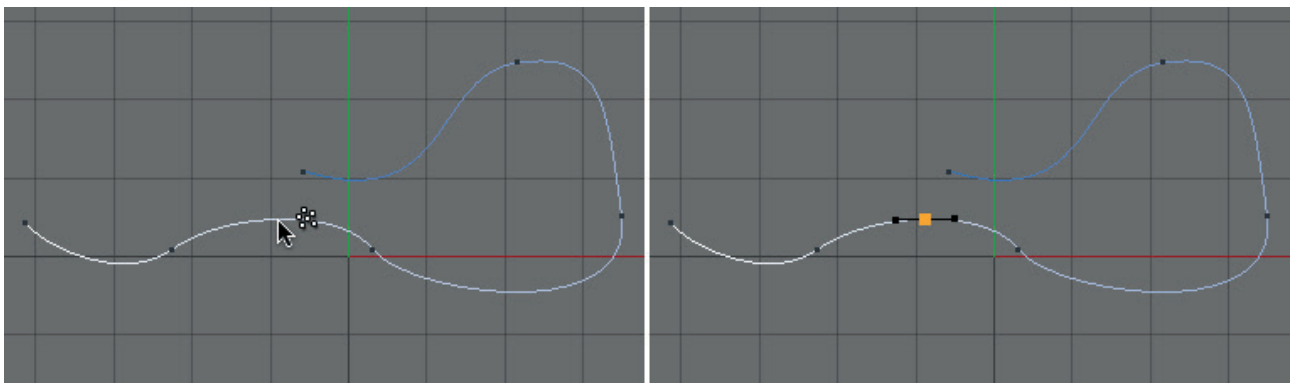
Mit **Reihenfolge umkehren** kann die Reihenfolge der Punkte invertiert und somit die Laufrichtung des Splines invertiert werden. Die Form des Splines bleibt dabei unverändert.

**Reihenfolge rückwärts** und **Reihenfolge vorwärts** verschiebt die Einordnung der Punkte im *Struktur-Manager* jeweils um einen Eintrag nach unten oder oben. Bei offenen Splines wird dadurch gleichzeitig die Lücke zwischen dem ersten und dem letzten Splinepunkt verschoben.

Die folgenden Befehle sind nur relevant, wenn es sich um einen **Bézier**-Spline mit Tangenten handelt:

- |   |   |
|---|---|
| <b>Harte Interpolation:</b>             | Die Tangenten der selektierten Punkte werden auf 0 skaliert   |
| <b>Weiche Interpolation:</b>            | Die Tangenten der selektierten Punkte werden so konfiguriert, dass ein harmonischer Kurvenverlauf entsteht. Dabei werden automatisch gebrochene Tangenten wieder auf eine einheitliche Linie gebracht und symmetrisch skaliert. |
| <b>Tangentenlänge angleichen:</b>       | Die linken und rechten Tangentenarme der selektierten Splinepunkte werden einheitlich skaliert.   |
| <b>Tangentenausrichtung angleichen:</b> | Gebrochene Tangenten an selektierten Punkten werden wieder auf eine einheitliche Richtung gebracht.   |

Wurde beim Zeichnen des Splines ein Punkt vergessen, können Sie mit dem **Verschieben**-Werkzeug einfach die **Strg/Ctrl**-Taste zusätzlich halten und damit direkt auf die Spinekurve klicken.

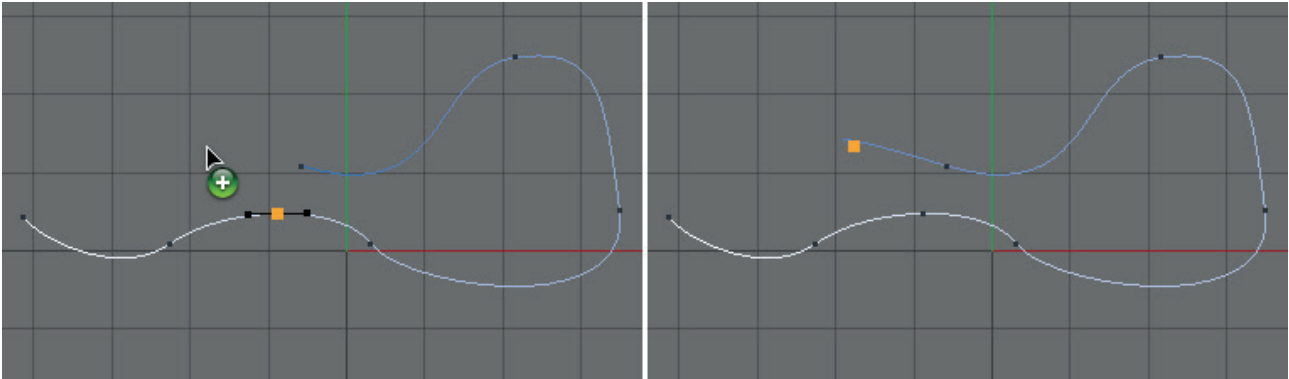




An der angeklickten Stelle entsteht ein zusätzlicher Punkt. Alternativ hierzu kann auch **Punkt erzeugen** aus dem Kontextmenü gewählt und ohne zusätzliches Tastenkürzel auf den Spline geklickt werden.

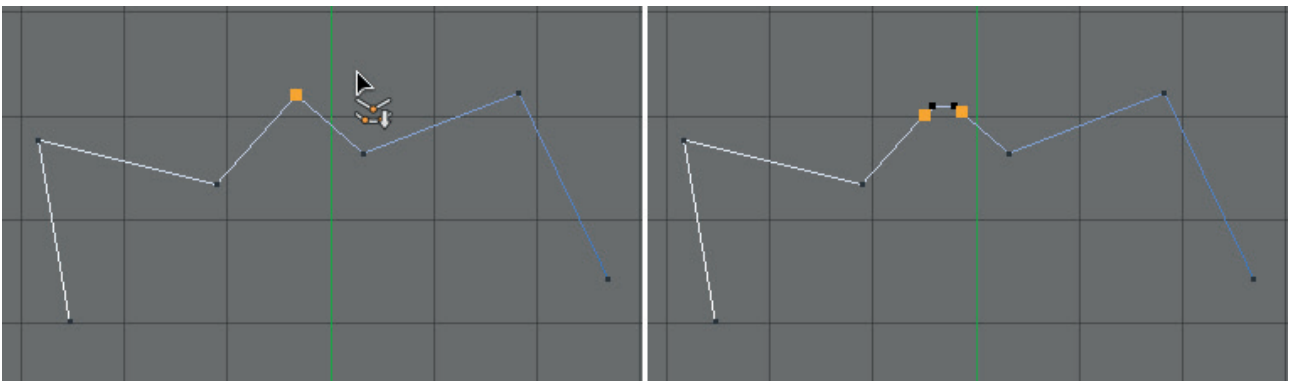
Handelt es sich um einen linearen oder eine **Bézier**-Spline bleibt die alte Splineform dabei erhalten. Bei den anderen Interpolationsarten wird sich durch das Hinzufügen eines Punkts der Verlauf der Kurve verändern.

Befindet sich der Mauszeiger beim **Strg/Ctrl**-Klicken zu weit außerhalb der Kurve, wird ein grün hinterlegtes Plus-Zeichen angezeigt. Bei einem Mausklick entsteht nun ein neuer Punkt, der automatisch mit dem Ende des Splines verbunden wird.



Soll der neue Punkt mit dem Anfang des Splines verbunden werden, muss vor der Erzeugung des Punkts die Reihenfolge der Splinepunkte umgekehrt werden. Die Erzeugung eines neuen Punkts außerhalb der existierenden Spinekurve ist auch mit dem **Punkt erzeugen**-Befehl nur durch das zusätzliche Halten von **Strg** bzw. **Ctrl** möglich.

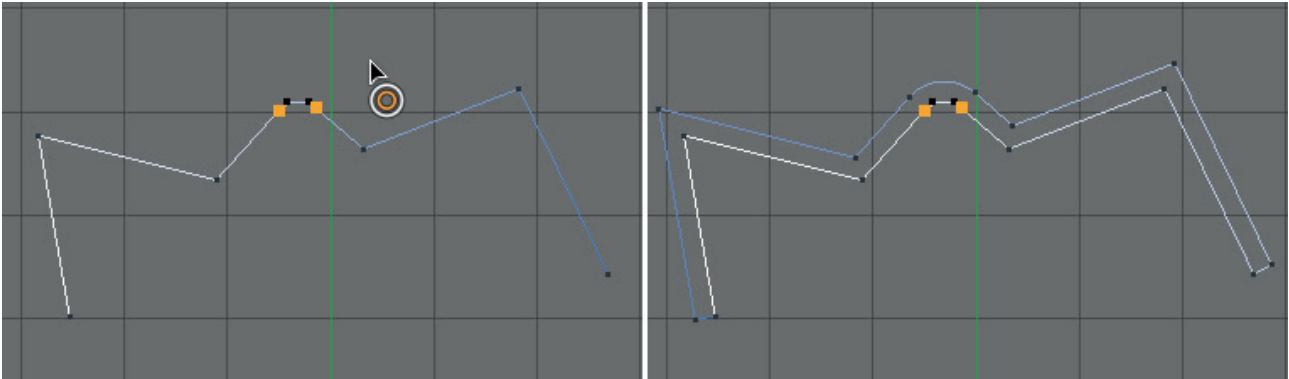
Durch das Benutzen einer weich interpolierten Tangente an einem vormals hart interpolierten Punkt wird der Verlauf des Splines bis zu den benachbarten Splinepunkten verändert. Soll die Kurve nur begrenzt an der Position eines Punkts gerundet werden, selektieren Sie den Punkt und rufen anschließend nach einem Rechtsklick in ein Ansichtsfenster den Befehl **Fasen** aus dem Kontextmenü auf. Klicken Sie neben den selektierten Punkt und halten Sie dabei die linke Maustaste gedrückt, während sie die Maus verschieben. Der Punkt teilt sich in zwei neue Punkte auf, deren Tangenten eine Rundung erzeugen.



Der **Radius** der Rundung kann über den **Attribute-Manager** editiert werden. Eine dort ebenfalls angebotene **Linear**-Option führt zu einer geraden Fase an dem ehemaligen Splinepunkt.

**Wichtig!** Beachten Sie bei der interaktiven Bedienung des Werkzeugs, dass jeder Mausklick eine erneute Ausführung des **Fasen**-Befehls bewirkt. Das kurze Lösen und wieder Betätigen der Maustaste beim Ziehen im Ansichtsfenster führt daher schnell zu einer mehrfachen Teilung der Splinepunkte.

Die Bedienung des Befehls für **Umriss erzeugen** ist identisch zur Bedienung des **Fasen-Werkzeugs**, nur dass dabei zuvor keine Punkte ausgewählt werden müssen. Umriss erzeugen wirkt immer auf den gesamten Spline und erstellt eine zusätzliche Kurve, die größtenteils parallel zur Originalkurve verläuft.

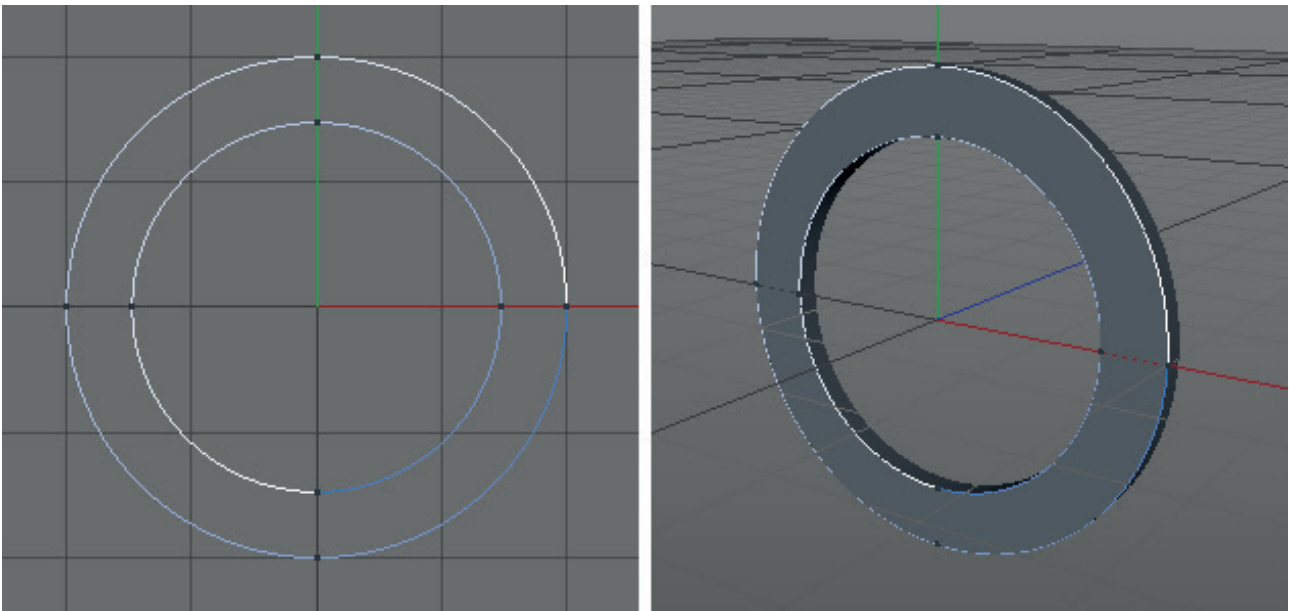


Dabei entsteht kein neues Spline-Objekt. Splines können nämlich auch aus mehreren getrennten Abschnitten bestehen, den sogenannten **Segmenten**.

### 5.3.2.3 Spline-Segmente

Segmente sind wie separate Kurven innerhalb eines Spline-Objekts. Sie erkennen Sie an den eigenen weiß zu blau Farbverläufen in den Ansichtsfenstern. Geschlossene Splines enthalten automatisch auch geschlossene Segmente. Die Mischung von geschlossenen und offenen Kurven innerhalb eines Spline-Objekts ist nicht möglich.

Geschlossene Segmente, die vollständig innerhalb einer anderen geschlossenen Segmentkurve liegen werden bei der Modellierung mit Splines von Cinema 4D automatisch als Öffnungen oder Löcher wahrgenommen. Ein typischer Fall sind z. B. Buchstaben, wo das O ja auch aus einer kreisförmigen Außenlinie und einem Kreis im Inneren besteht. Das innere Kreissegment wird automatisch als Öffnung umgesetzt.



Segmente können z. B. direkt mit dem Spline-Stift oder dem Skizzieren-Werkzeug erstellt werden, wenn dort die Option für **Neuen Spline erzeugen** ausgeschaltet bleibt.

Segmente können aber auch durch das Verbinden verschiedener Spline-Objekte entstehen. Zeichnen Sie z. B. hintereinander beliebige Kurven als separate Spline-Objekte (aktive **Neuen Spline erzeugen**-Option) und selektieren Sie anschließend diese Splines über den **Objekt-Manager**. Im **Mesh**-Menü finden Sie nun unter **Konvertieren** die beiden Befehle für **Objekte verbinden** und **Objekte verbinden + Löschen**.

**Objekte verbinden** erstellt ein neues Objekt, in dem alle selektierten Splines als Segmente vorkommen. Die Original Splines bleiben anschließend unverändert erhalten. Bei Aufruf von **Objekte verbinden + Löschen** geschieht das gleiche, nur dass die Original anschließend automatisch aus der Szene entfernt werden.

Die Segmente eines Splines lassen sich nachträglich verbinden oder neue Segmente aus Punkt-Selektionen einer Splinekurve erstellen. Sie benutzen dafür wieder das Kontextmenü, das sich nach einem Rechtsklick in die Editoransicht öffnet. Alternativ hierzu finden Sie diese Befehle auch über **Mesh > Spline**. Selektieren Sie den Endpunkt des einen und den Anfangspunkt des anderen Segments, können Sie beide Segmente durch Aufruf von **Segmente verbinden** zu einem Segment zusammenfügen lassen. Auf der Kurve ausgewählte Punkte können mit **Segment abtrennen** zu einem eigenen Segment abgetrennt werden. Soll aus den selektierten Splinepunkten ein neues Spline-Objekt entstehen, wählen Sie stattdessen den Befehl **Abtrennen**. Der Original Spline bleibt dadurch unverändert.

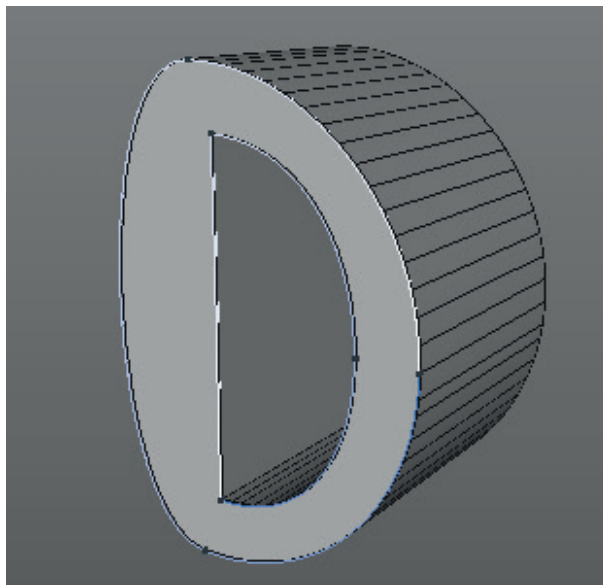
#### 5.3.2.4 Die Zwischenpunkte

Der Verlauf eines Splines zwischen seinen Punkten wirkt nur auf den ersten Blick mathematisch exakt. Auf den zweiten Blick fällt auf, dass selbst Kurven aus kleinen geraden Abschnitten zu bestehen scheinen. Dies liegt daran, dass Splines bereits in sich die Information tragen, wie mit ihrer Hilfe Polygone und somit sichtbare Formen erzeugt werden können. Die geraden Abschnitte der Splines stehen somit für die Kanten der Polygone, die damit erzeugt werden können.

Wie bei der Abrundung der Würfel-Kanten bereits beobachtet, steigt die Präzision einer Rundung dadurch an, dass die Anzahl der **Segmente** und somit die der Polygone angehoben wird. Indirekt verkürzen sich dadurch die beteiligten Kanten und fallen so nicht mehr auf.

Diese Art der Segmente nennt sich an Spline-Optionen **Zwischenpunkte** und wird über den *Attribute-Manager* eingestellt. Es stehen verschiedene Algorithmen für die Verteilung der Zwischenpunkte zur Verfügung, die dabei helfen sollen, ein gutes Verhältnis zwischen der Präzision der Form und einer dennoch möglichst geringen Anzahl an Segmenten zu finden.

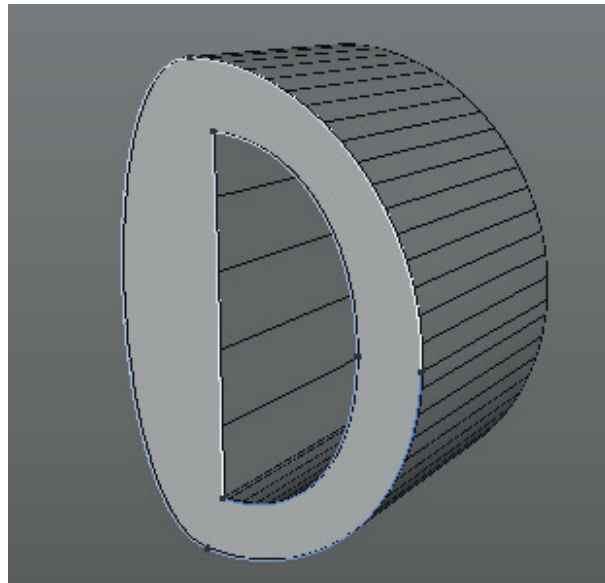
Voreingestellt ist der Modus **Angepasst**, der nur dort Zwischenpunkte benutzt, wo die Splinekurve gerundet ist. Hierbei fließt der **Winkel**-Wert mit ein.



Immer wenn sich der Spline um mindestens diesen Winkel in seinem Verlauf verändert, wird ein neues Segment bzw. ein Zwischenpunkt eingesetzt. Dieser Modus ist bereits recht brauchbar, da er die verfügbare Anzahl an Segmenten auf die Abschnitte beschränkt, die von einer höheren Unterteilung profitieren.

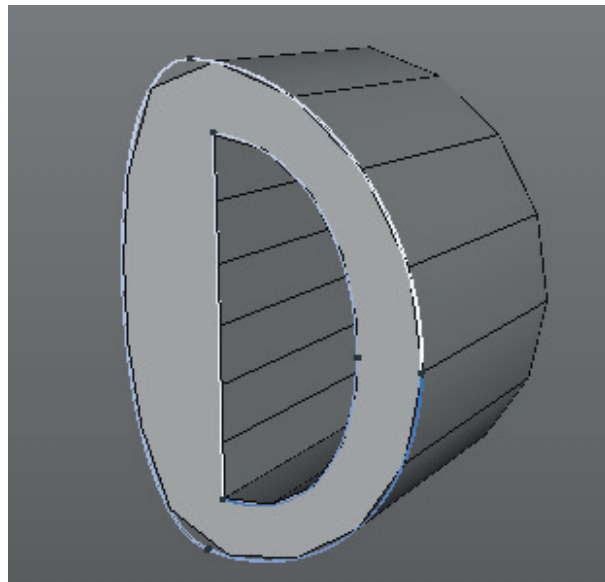
Verändert sich die Kurve jedoch nur gemächlich, können diese kleinen Details der Form praktisch unter den Tisch fallen. In solchen Fällen kann es helfen, den Winkel-Wert weiter abzusenken. Wir bekommen dann jedoch auch noch mehr Segmente in den vielleicht schon genügend unterteilten Bereichen.

Besser ist dann oft das Umschalten auf den Modus **Unterteilt**.



Dieses bietet einen zusätzlichen Parameter für **Maximale Länge**, der Kurven unabhängig von ihrem Verlauf, nur in Abhängigkeit ihrer Länge unterteilt. Sobald ein Abschnitt also länger als bei **Maximale Länge** angegeben ist, wird automatisch ein Zwischenpunkt gesetzt, auch wenn es sich vielleicht nur um einen linearen Abschnitt handelt.

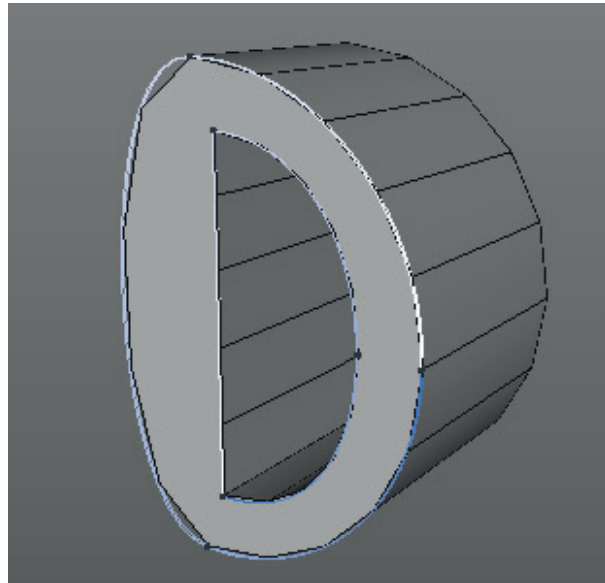
In einigen Fällen ebenfalls interessant kann die Zwischenpunkte-Einstellung **Gleichmäßig** sein.



Über einen **Anzahl**-Wert kann hier indirekt die Gesamtzahl der zu verwendeten Segmente auf dem Spline vorgegeben werden. Die Segmente sind alle gleich lang und verteilen sich somit gleichmäßig über die gesamte Splinelänge.

Die tatsächliche Anzahl der Segmente basiert auf der Anzahl der Splinepunkte-1. Dieser Wert wird bei einer **Anzahl** von 0 verwendet. Mit **Anzahl** 1 verdoppelt sich diese Segmentanzahl. Bei **Anzahl** 2 wird sie verdreifacht usw.

Die Einstellung **Zwischenpunkte Natürlich** verwendet den gleichen Mechanismus für die Anzahl der Segmente.



Hierbei kommen jedoch unterschiedlich lange Abschnitte zustande. Jede Strecke zwischen zwei benachbarten Splinepunkten erhält die gleiche Anzahl an Segmenten.

### 5.3.3 Spline-Grundobjekte

Glücklicherweise müssen wir nicht alle benötigten Formen selbst zeichnen, sondern können auch hier wieder viele Formen bereits fertig abrufen. Sie finden diese parametrischen Splineformen unter **Erzeugen > Spline** oder dem entsprechenden Icon-Menü oberhalb der Ansichtsfenster. Sie finden hier so gängige Formen, wie einen **Kreis**, oder ein **Rechteck**, aber auch komplexere Verläufe, wie einen **Text** oder ein **Zahnrad**. Ähnlich den parametrischen Grundobjekten können auch diese Spline-Grundobjekte über Parameter im **Attribute-Manager** individuell in Größe und Aussehen konfiguriert werden. Einziger Unterschied z. B. zu einem **Kugel**-Grundobjekt ist, dass keine Anfasser in den Editoransichten verwendet werden können.

Spline-Grundobjekte können ebenfalls durch das Tastenkürzel **c** oder z. B. durch Auswahl von **Mesh > Konvertieren > Grundobjekt konvertieren** zu einem normalen Spline-Objekt umgewandelt werden. Dieses lässt sich dann falls nötig, mit den oben beschriebenen Spline-Werkzeugen beliebig weiter editieren.

## ZUSAMMENFASSUNG SPLINE-OBJEKTE

- Spline-Objekte sind Hilfsobjekte für die Modellierung und die Animation.
- Splines können direkt in die Editoransichten skizziert werden. Exakter ist jedoch die Erzeugung Punkt-für-Punkt mit dem Spline-Stift oder dem Splinebogen-Werkzeug. Der gewählte Typ der Interpolation entscheidet über den Kurvenverlauf zwischen den erzeugten Punkten.
- Bis auf wenige Ausnahmen, sollten Splines in der frontalen Editoransicht erzeugt werden.
- Nur der Typ **Bézier**-Spline ermöglicht die zusätzliche Steuerung des Verlaufs über Tangenten.
- Durch Halten von **Shift** nach dem Anklicken eines Tangenten-Endes lassen sich Tangenten auch brechen.
- Durch das Halten von **Strg/Ctrl** in Verbindung mit dem **Verschieben**-Werkzeug können zusätzliche Punkte direkt in den Spline geklickt oder am Ende angefügt werden.
- Splines können durch die Verwendung der **Spline schließen**-Option im **Attribute-Manager** jederzeit geschlossen oder geöffnet werden.
- Mithilfe des **Spline glätten**-Werkzeugs lassen sich verschiedene Verformungen und auch eine Reduzierung von Details aufmalen.
- Die Reihenfolge der Punkte im Spline wird im **Struktur-Manager** aufgelistet und zusätzlich über einen weiß zu blau-Farbverlauf im Editor angezeigt.
- Einträge im **Struktur-Manager** können per Drag&Drop der Punktnummern umsortiert werden.
- Per Doppelklick auf die Position- oder Tangentenwerte im **Struktur-Manager** können diese direkt numerisch editiert werden.
- Spezielle Befehle für die Bearbeitung von Splines sind im **Spline-Menü** oder im **Punkte bearbeiten**-Modus nach einem Rechtsklick in eine Ansicht zu finden.
- Splines können aus autarken Segmenten bestehen, die innerhalb eines einzelnen Spline-Objekts gesammelt werden.
- Geschlossene Segmente, die innerhalb einer größeren Segmentform liegen werden später bei der Modellierung automatisch als Öffnungen interpretiert.
- Segmente lassen u. a. sich durch das Verbinden einzelner Splines erzeugen, z. B. über **Mesh > Konvertieren > Objekte verbinden + Löschen**.
- Die Präzision des Kurvenverlaufs wird durch die an sich unsichtbaren Zwischenpunkte der Splines definiert. Deren Verteilung und Anzahl kann über den **Attribute-Manager** eingestellt werden. Diese Einstellung bildet das Fundament für die Modellierung mit Splines und legt in vielen Fällen die Größe und Anzahl der entstehenden Polygone fest.
- Viele gängige Formen, aber auch spezielle Kurven lassen sich fertig abrufen und über Parameter im **Attribute-Manager** konfigurieren.
- Parametrische Splines können zu normalen Spline-Objekten konvertiert werden, was deren Weiterverarbeitung mit den übrigen Spline-Werkzeugen ermöglicht.

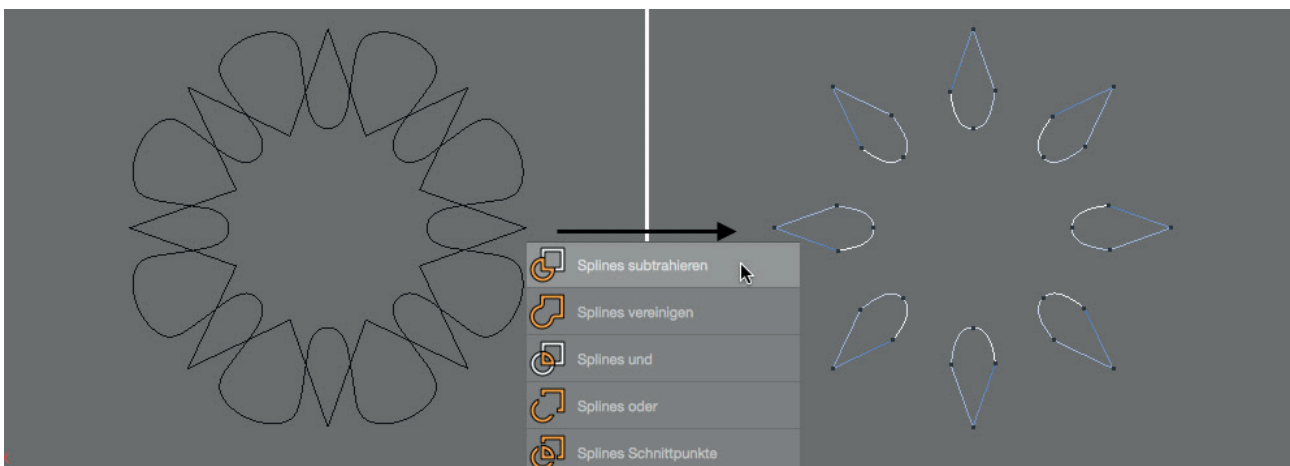
### 5.3.4 Mit Splines modellieren

Splines sind nicht für die Modellierung beliebiger Formen geeignet, denn es stehen nur vier verschiedenen Objekte zur Verfügung, die in Zusammenarbeit mit Splines Geometrie erzeugen können. Darunter sind jedoch sehr hilfreiche Prozeduren, mit denen z. B. rotationssymmetrische Objekte, Kabel, Schläuche und Rohre oder Logos und 3D-Texte erstellt werden können. Das Arbeitsprinzip ist dabei immer identisch. Das Spline-Objekt muss im **Objekt-Manager** dem jeweiligen Modellier-Objekt untergeordnet werden. Einige dieser Modellier-Objekte benötigen oder erlauben auch die Verarbeitung mehrerer Spline-Objekte. In diesen Fällen ist auf die Reihenfolge der Spline-Objekte innerhalb der Gruppierung zu achten.

#### 5.3.4.1 Splines miteinander kombinieren

Praktisch als Vorstufe zu der bereits erwähnten Modellierung von Polygonen mithilfe von Splines lassen sich auch mehrere Splines miteinander kombinieren, um noch komplexere Formen, bzw. Pfade zu erstellen. Hierfür müssen Sie mindestens 2 Splines selektieren, die in einer identischen räumlichen Ebene liegen und sich dabei überlappen. Im **Spline**-Menü unter **Boole-Befehle** finden Sie dann verschiedene Funktionen für **Splines subtrahieren**, **Splines vereinen**, **Splines und**, **Splines oder** und **Splines Schnittpunkte**. Bei einigen dieser Funktionen kann die Reihenfolge der im **Objekt-Manager** selektierten Spline-Objekte eine Rolle spielen. So entstehen z. B. andere Formen bei Splines subtrahieren, je nachdem welche Splinekurve von welcher anderen abgezogen wird. Um das Ergebnis steuern zu können, existieren zwei unterschiedliche Farbtönungen für selektierte Objekte im **Objekt-Manager**. Das zuletzt dort selektierte Objekt wird in der Regel etwas heller hervorgehoben. Sie können diese Einfärbung selbst in den **Programm-Voreinstellungen** unter **Schemafarben > Interfacefarben > Objekt-Manager – Aktive Selektion** editieren, um ggf. den Farbunterschied noch deutlicher zu gestalten.

Nach Auswahl einer der oben bereits genannten Funktionen, verschwinden die ursprünglichen Splines. Stattdessen erscheint ein neues Spline-Objekt, welches das Ergebnis der Operation darstellt. Besonders bei Funktionen, wie **Splines oder** und **Splines Schnittpunkte** können viele neue Segmente entstehen. Um aus diesen Segmenten neue, individuelle Splines zu erschaffen, wählen Sie **Spline > Segmente > Segmente auflösen**. Die Spline-Funktionen zum Kombinieren mehrerer Splines funktionieren direkt sowohl mit selbst gezeichneten als auch mit den parametrischen Spline-Objekten.

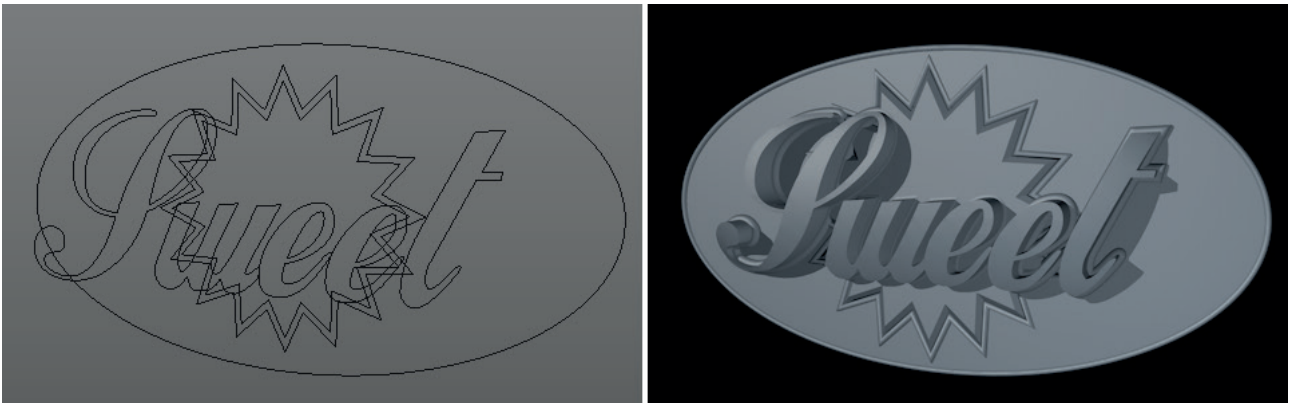


Eine vergleichbare Funktion gibt es dann noch einmal als **Splinesmaske**-Objekt innerhalb der Modeling-Objekte. Dabei bleiben die ursprünglichen Splines erhalten und können jederzeit ausgetauscht, animiert oder erweitert werden. Wir kommen darauf bei der Besprechung der Modeling-Objekte etwas später zurück.

#### 5.3.4.2 Das Extrudieren-Objekt

Hierbei wird der untergeordnete Spline relativ zum Achsensystem des **Extrudieren**-Objekts verschoben. Zwischen dem Original Spline und der verschobenen Lage des Splines entstehen Flächen. Der Betrag der **Verschiebung** kann getrennt für die X-, die Y- und die Z-Richtung im **Attribute-Manager** eingetragen werden.

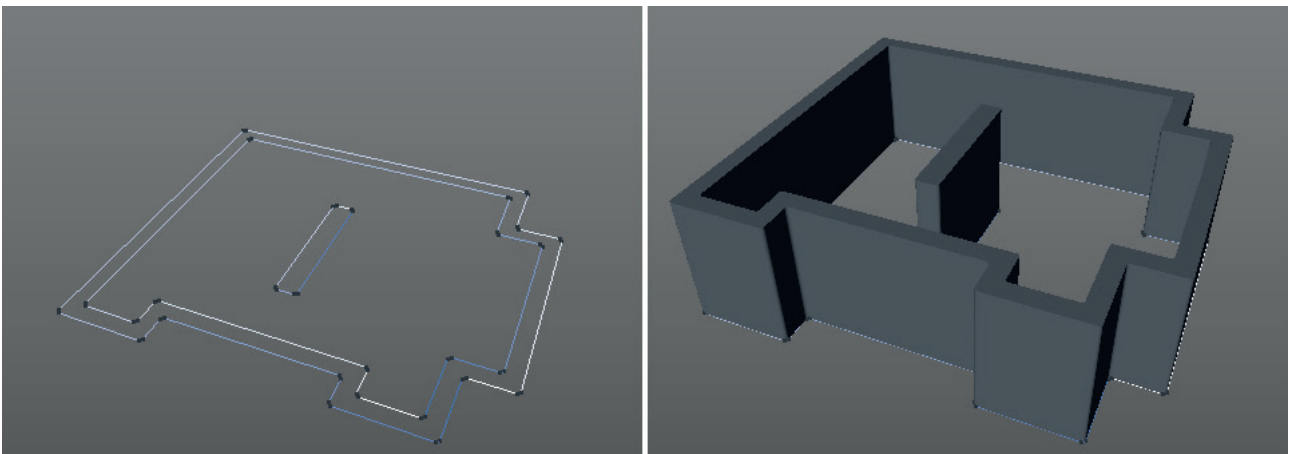
Dieser Effekt ist hilfreich zur Erzeugung von 3D-Texten oder Logos, aber auch, wenn z. B. ein Raumgrundriss aus Splines nachgezeichnet wurde und dann in die Höhe extrudiert wird.



In einem Arbeitsschritt können so ganze Etagen entstehen.

Die Anzahl und Verteilung der Polygone entlang der Splinekurve wird über die **Zwischenpunkte**-Einstellung am Spline gesteuert. Zusätzliche Unterteilungen entlang der Verschiebung können am **Extrudieren**-Objekt über den **Unterteilung**-Wert vorgegeben werden.

Das **Extrudieren**-Objekt vermag auch mehrere untergeordnete Splines gleichzeitig zu extrudieren.



Dabei spielt die Reihenfolge unter dem **Extrudieren**-Objekt keine Rolle.

Um diesen Modus zu aktivieren muss zusätzlich die **Hierarchisch**-Option angeschaltet werden, ansonsten wird immer nur der oberste Spline in der Unterordnung berücksichtigt.

Durch die **Hierarchisch**-Option ändert sich außerdem das Bezugssystem für die Verschiebung. Es wird dann nicht länger das Achsensystem des **Extrudieren**-Objekts, sondern das Achsensystem jedes untergeordneten Splines verwendet. Der **Extrudieren**-Effekt ist dadurch auch dann noch wirksam, wenn die Splines gedreht werden.

Für gute Ergebnisse sollten die verwendeten Splines zweidimensional sein. Es kann ansonsten zu Problemen bei der Berechnung der Deckflächen kommen.

#### 5.3.4.2.1 Die Deckflächen

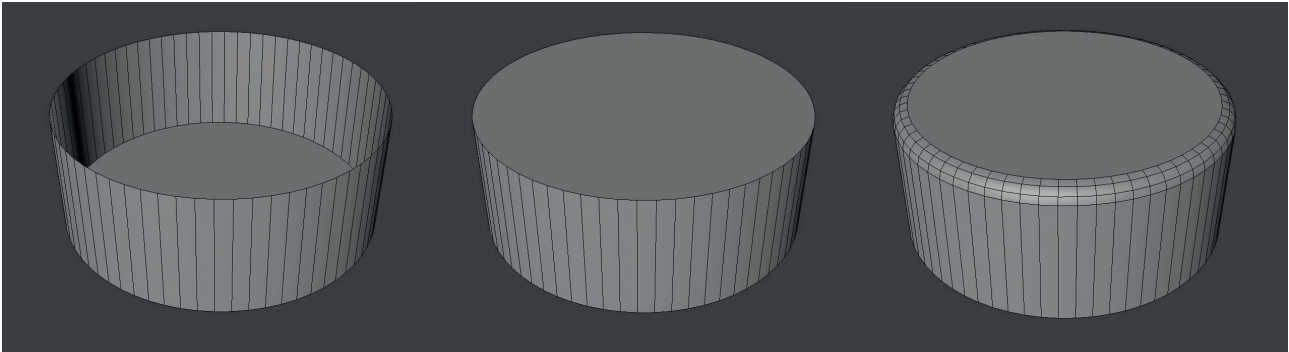
Deckflächen können nur erzeugt werden, wenn geschlossene Splines verwendet werden. Sie verschließen die entstehende Form und lassen diese massiv wirken. Das Aussehen der Deckflächen und ob diese überhaupt berechnet werden sollen, lässt sich über die **Deckflächen**-Rubrik im *Attribute-Manager* einstellen, sofern das **Extrudieren**-Objekt ausgewählt wurde.

Der Dialog bietet dabei individuelle Einstellungen für **Deckfläche Start** und **Deckfläche Ende** an, wenn **Separate Bevel-Einstellungen** aktiv sind, wobei damit die Deckflächen und Abrundungen an der Vorderseite und der Rückseite



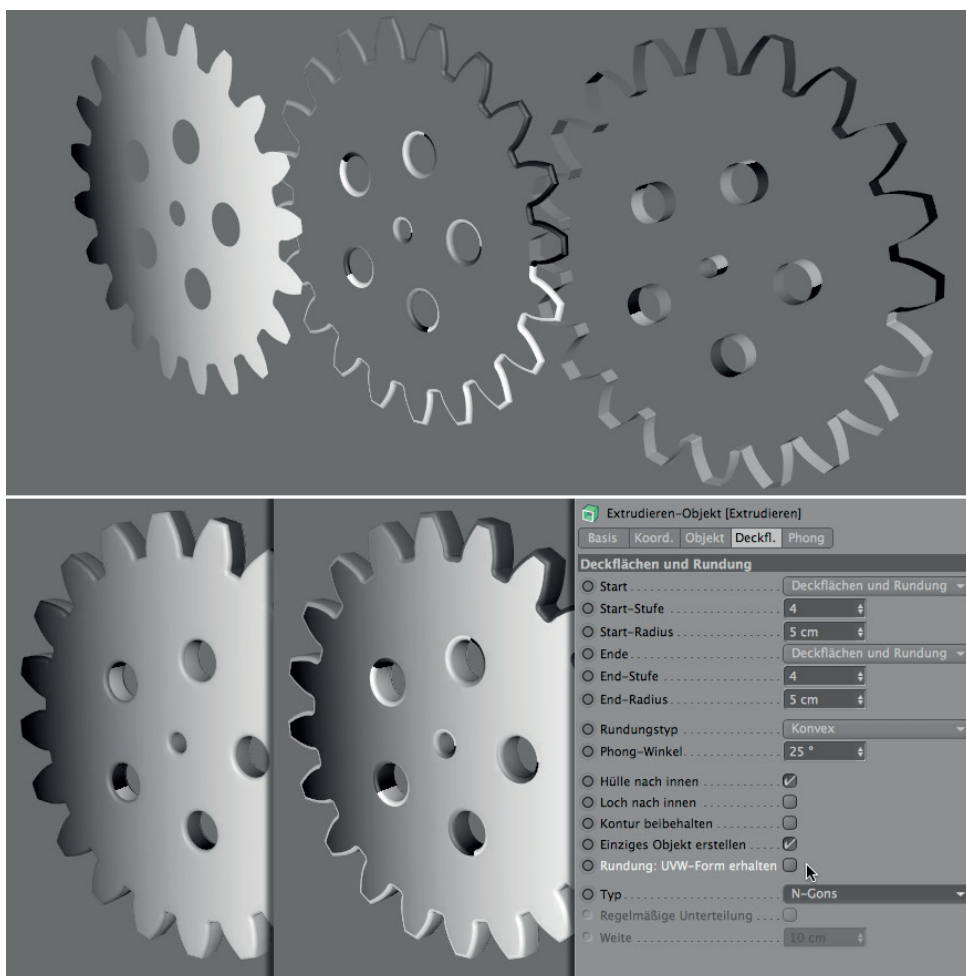
der entstehenden Form gemeint sind. **Start** ist immer die Seite, an der der Original Spline liegt. **Ende** ist der Bereich an dem die **Verschiebung** des Splines endet.

Die Art der Abrundung kann über das **Bevel-Form**-Menü gewählt werden. Die Breite der Abrundung wird dabei über die **Größe** reguliert. Ist die Option für **Selbstüberschneidung aktiv**, werden dabei nur solche Abrundungsradien verwendet, die innerhalb der vorhandenen Splineform Platz haben. Ansonsten kann es zu in der Regel ungewollten Überlappungen und Durchdringungen von Flächen kommen.



Die Erzeugung der Polygone in den Deckflächen kann über das **Deckflächentyp**-Menü gesteuert werden. Voreingestellt ist dort **N-Gons**, was in der Regel eine gute Wahl ist, um die Anzahl der erzeugten Flächen möglichst gering zu halten. Wenn das Objekt jedoch deformiert werden soll, kann eine **Regelmäßige Unterteilung** sinnvoller sein. Deren Rasterweite kann über eine separaten **Größe**-Wert vorgegeben werden.

Die spätere Zuordnung von Deformationen oder Materialien wird durch automatisch generierte Selektionen erleichtert, die unter dem **Selektionen**-Reiter ausgewählt werden können. Dabei stehen vordefinierte **Kanten**- und **Polygonselektionen** zur Wahl. Werfen wir noch kurz einen Blick auf die Optionen für die Verschließung der Deckflächen.



#### 5.3.4.2.1.1 N-Gons

Hierbei handelt es sich um eine spezielle Art der Polygone. Bestehen normale Polygone nur aus drei oder vier Eckpunkten, können N-Gons theoretisch aus beliebig vielen Punkten bestehen. Wie diese Punkte miteinander verbunden und zu drei- und viereckigen Polygonen werden, darum kümmert sich das N-Gon automatisch. Selbst wenn Eckpunkte gelöscht oder hinzugefügt werden, ordnen sich die für uns standardmäßig unsichtbaren Polygone innerhalb des N-Gons automatisch neu an.

Da ein N-Gon also letztendlich auch wieder nur aus Drei- und Vierecken besteht, wir jedoch über deren Anordnung keine Kontrolle haben, funktionieren N-Gons nur zuverlässig in zweidimensionalen Ebenen. Dies ist einer der Gründe dafür, weshalb die verwendeten Splines möglichst nur zweidimensional sein sollten.

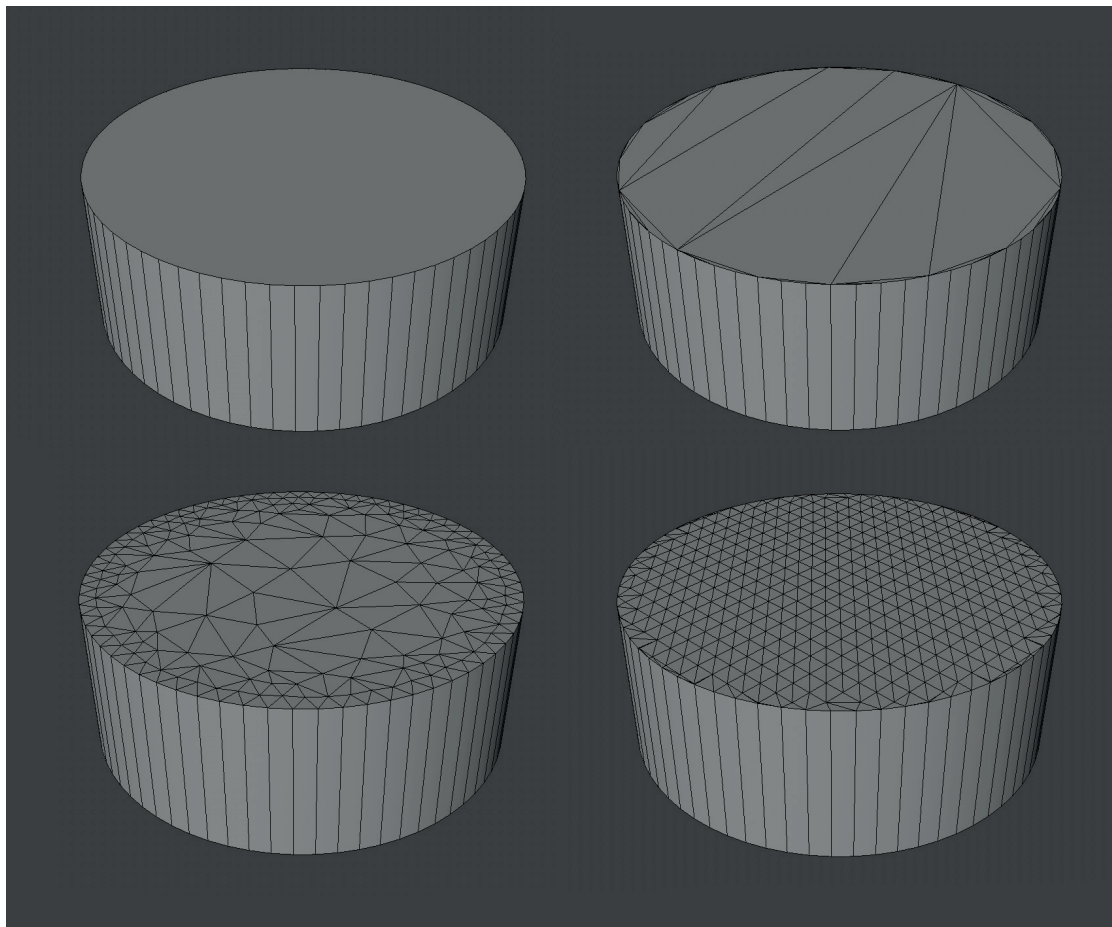
Rein optisch betrachtet und für eventuell nachfolgende Modellerschritte sind N-Gons jedoch sehr hilfreich, da sie uns dabei helfen können, z. B. von Flächen umgebende Bereiche mit einem Mausklick zu verschließen oder die Anzahl von Polygonen an einem Objekt nachträglich zu reduzieren.

#### 5.3.4.2.1.2 Deckflächen aus Drei- oder Vierecken

Wird der **Typ** auf **Dreiecke** oder **Vierecke** geschaltet, werden wieder nur die bekannten Drei- oder Vierecke für die Schließung der Deckflächen verwendet. Dabei kann es auch beim **Typ Vierecke** zur Verwendung von Dreiecken kommen, falls die Anzahl der Eckpunkte am Rand der Deckfläche nicht anders einzubinden ist.

Die Grundproblematik bleibt jedoch auch in diesen Modi erhalten, dass die Deckfläche möglichst eben, also zweidimensional sein sollte.

Soll das Objekt samt seinen Deckflächen später verformt werden, gibt es jedoch einen speziellen Modus, um die Biegsamkeit der Deckflächen zu verbessern. Dazu muss der Deckflächentyp **Regelmäßige Unterteilung** aktiviert werden.



Entsprechend der **Größe**-Einstellung entstehen dadurch zusätzliche Punkte innerhalb der Deckflächen, die in einem regelmäßigen Raster miteinander verbunden werden. Nur im Randbereich kann es dann noch zu chaotischen Quer-

verbindungen von Drei- und Vierecken kommen. Dieser Bereich kann nur durch die Anpassung der **Zwischenpunkte** am verwendeten Spline beeinflusst werden.

Soll das Objekt nicht deformiert werden, sind die regelmäßigen Unterteilungen in der Regel unnötig und treiben nur die Gesamtzahl der Flächen und somit den Speicherverbrauch in die Höhe.

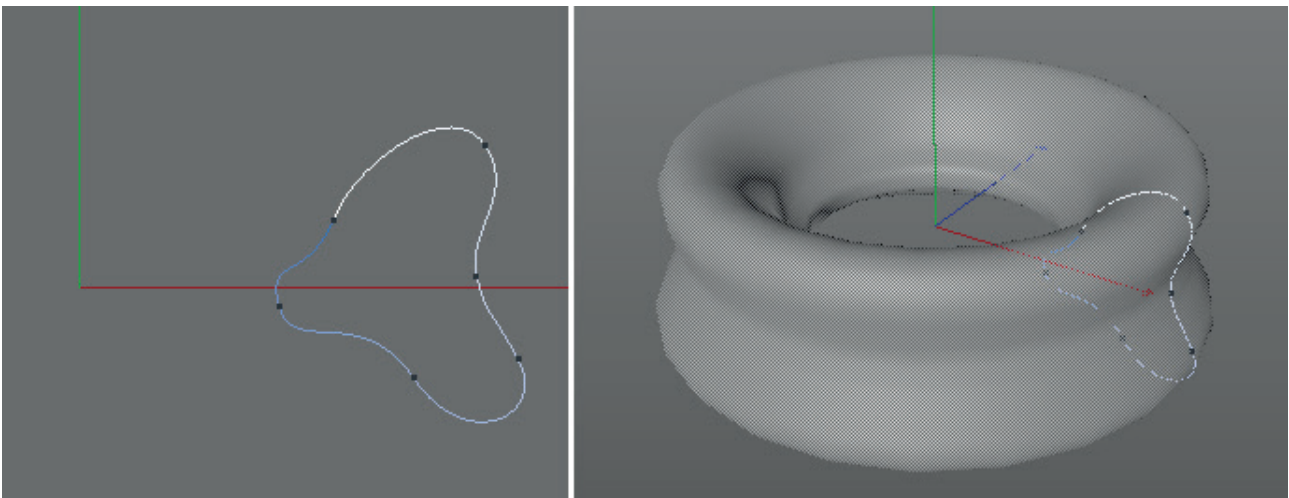
#### 5.3.4.2.1.3 Delaunay-Unterteilung

Auch hier kommen Drei- und Vierecke zum Einsatz, durch die die gesamte Deckfläche in kleine Flächen aufgelöst wird, was die Deformation oder auch nachgelagerte Modellerschritte vereinfachen kann. Es kommt hierbei jedoch nicht zu einem festgelegten Raster von Flächen sondern eher zu einer unregelmäßig wirkenden Anordnung der Polygone, die oft an Spinnennetze oder zerbrochenes Glas erinnern können. Über einen zusätzlichen **Dichte**-Regler kann die Anzahl der Polygone individuell angepasst werden. Diese Steuerungsmöglichkeit betrifft jedoch nur die mittig in den Deckflächen liegenden Bereiche. Die Flächendichte im Randbereich der Deckfläche wird ausschließlich durch die Zwischenpunkte des verwendeten Splines definiert.

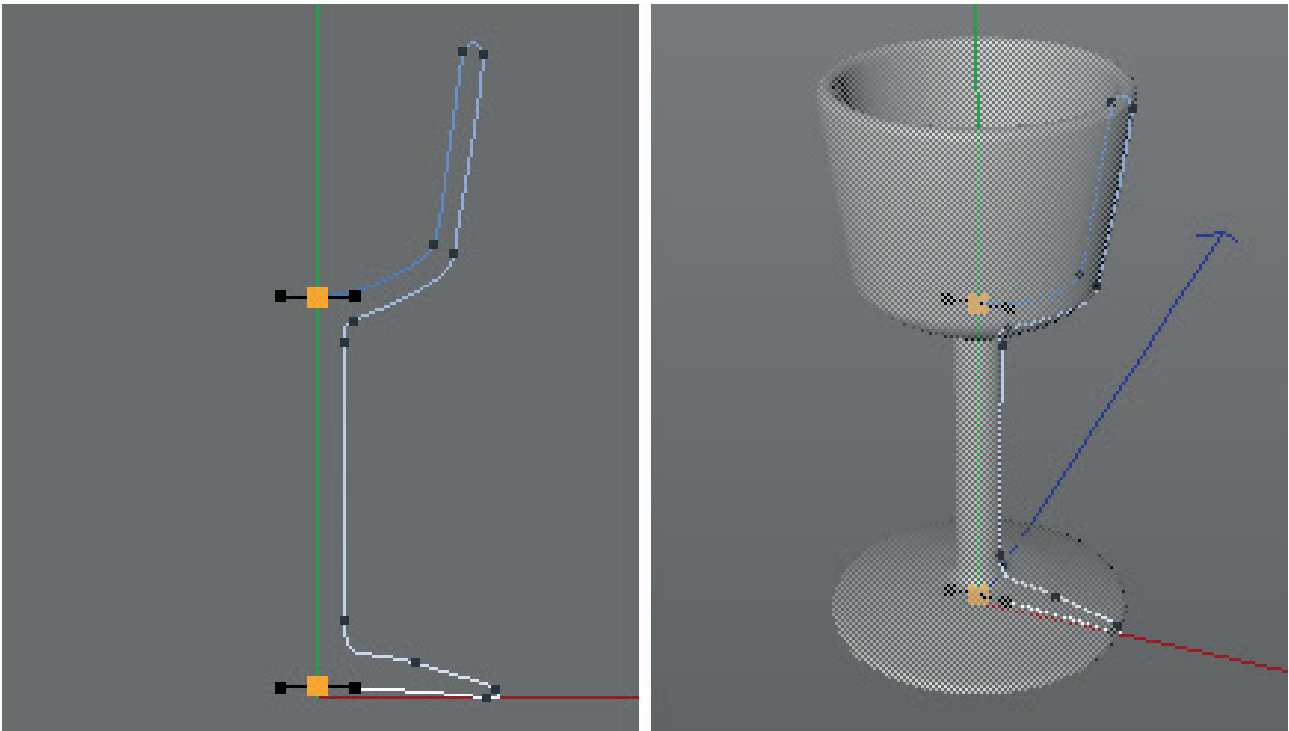
Die bislang erläuterten Einstellmöglichkeiten für die Deckflächen an geschlossenen Splines wiederholen sich bei den nachfolgend beschriebenen Modellier-Objekten für Splines in identischer Form. Auf eine erneute Beschreibung wird daher dort verzichtet.

#### 5.3.4.3 Das Lathe-Objekt

Bereits das Icon dieses Objekts macht den Hauptnutzen deutlich: Das **Lathe** eignet sich besonders gut zur Erzeugung von rotationssymmetrischen Objekten. Stellen Sie es sich einfach als eine Art Töpferscheibe vor, die immer in der XZ-Ebene des **Lathe**-Objekts liegt. Die Drehachse dieser Töpferscheibe ist daher mit der Y-Achse des **Lathe**-Objekts identisch. Wurde der Spline in der frontalen Editoransicht gezeichnet, liegt dieser also in der Regel bereits in der passenden Orientierung vor und kann dem **Lathe**-Objekt direkt untergeordnet werden.



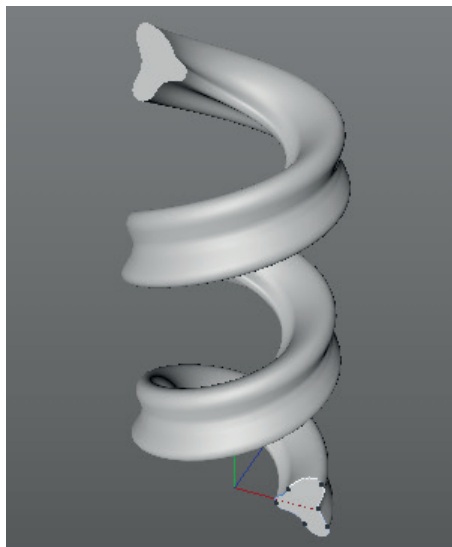
Wird kein geschlossener Spline verwendet, können auch massiv wirkende Objekte entstehen. Dafür sollte der erste und der letzte Punkt des Splines exakt auf der Y-Achse des **Lathe**-Objekts liegen. Diese Technik wird z.B. zur Erzeugung von Trinkgläsern, Vasen oder Flaschen genutzt. Es muss dann nur das halbe Profil des Gegenstands mit einem Spline nachgezeichnet werden. Die Form vervollständigt sich automatisch durch die Rotation um die Y-Achse.



Liegt die Splinekurve vollständig außerhalb der Y-Achse des Lathe-Objekts und hat auf dieser auch keine Berührungspunkte, können ring- oder reifenförmige Formen erzeugt werden, die in der Mitte eine Öffnung haben.

Die Qualität der Form wird entlang der Y-Richtung durch die Anzahl und Verteilung der **Zwischenpunkte** am untergeordneten Spline definiert. Der Parameter **Unterteilung** am **Lathe**-Objekt ist dann für die Segmentanzahl der Rotation verantwortlich. Je höher dieser Wert ist, desto perfekt gerundeter erscheint die Form. Dabei sind wir nicht gezwungen, einen vollständigen Umlauf zu verwenden. Über den **Winkel**-Parameter können auch Werte unter  $360^\circ$  verwendet werden.

Die Verwendung von Winkeln über  $360^\circ$  erscheint zuerst sinnlos, eröffnet jedoch neue Formungsmöglichkeiten in Verbindung mit dem **Verschiebung**-Wert. Dieser führt dazu, dass sich der drehende Spline zusätzlich in Richtung der Y-Achse am **Lathe**-Objekt verschiebt. Es entstehen helix- oder korkenzieherartige Formen.

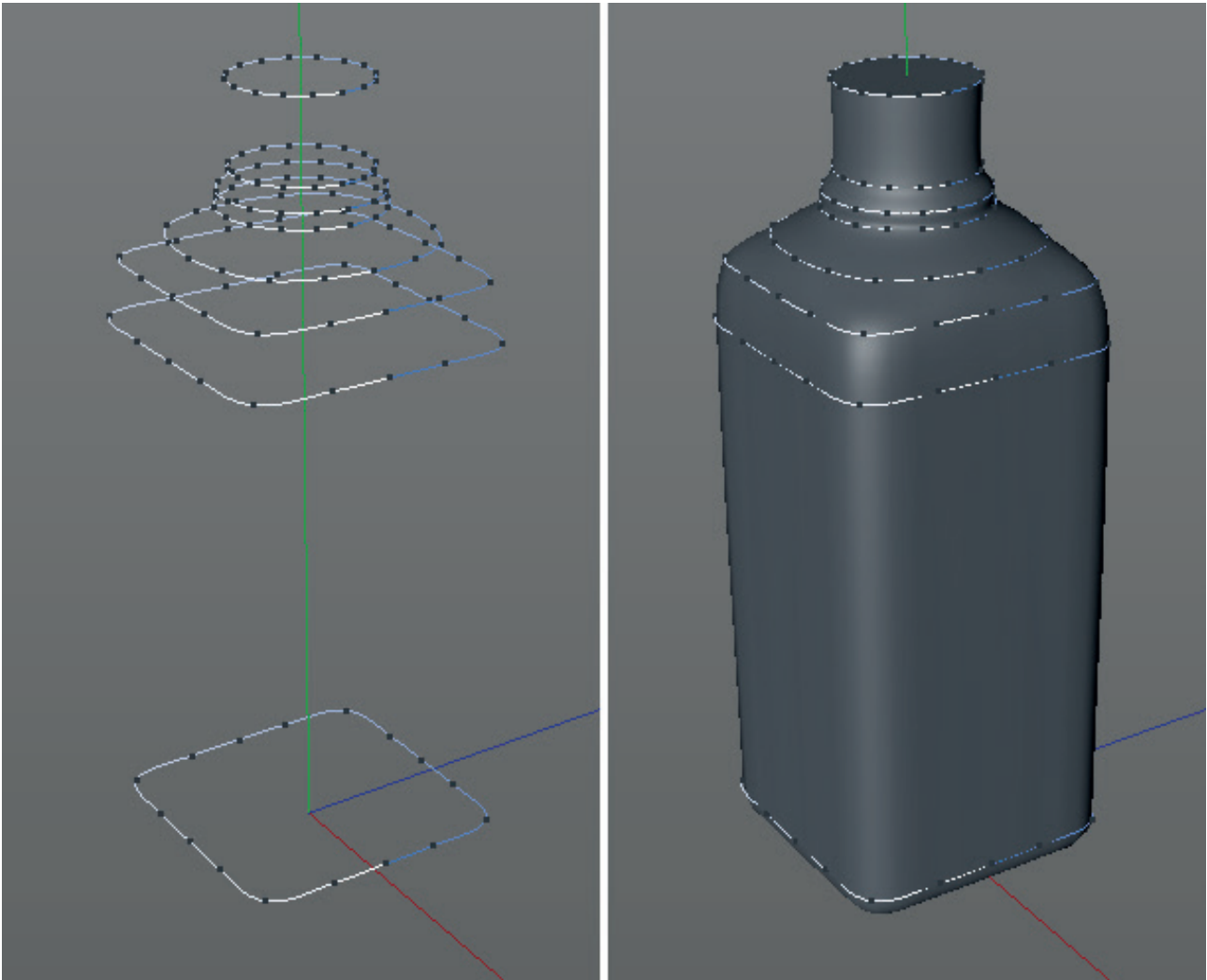


Zusätzlich lässt sich die Splinekurve während der Rotation über den **Skalierung**-Parameter vergrößern oder verkleinern. Mit etwas Experimentieren, können so z. B. auch Schneckengehäuse modelliert werden.

Das **Lathe**-Objekt kann generell nur mit einem Spline-Objekt umgehen. Wurden mehrere untergeordnet, wird immer nur der oberste in der Gruppe benutzt.

#### 5.3.4.4 Das Loft-Objekt

Dieses Objekt fällt erst einmal etwas aus dem bekannten Schema, denn es macht erst dann richtig Sinn, wenn mehrere Splines untergeordnet werden. Dieses Objekt ist nämlich in der Lage, die untergeordneten Splines in der Reihenfolge ihrer Unterordnung miteinander zu verbinden, quasi mit einer Polygonhaut zu überziehen. Dies ist sehr praktisch, wenn z. B. verschiedene Querschnitte eines Objekts bekannt sind. Diese können dann mit einfachen Splines nachgezeichnet und anschließend über ein Loft-Objekt miteinander verbunden werden. Danken Sie z. B. an Übergänge zwischen eckigen und runden Formen, wie sie z. B. bei Ketchupflaschen vorkommen.



Es kann eine beliebige Anzahl an Splines verwendet werden, jedoch sollten auch hier wieder die Splines möglichst in einer Ebene liegen, selbst wenn diese beliebig im Raum verteilt sein können.

Möglich wird diese Formerstellung durch eine Einschränkung: Es kann keine Rücksicht auf die Anzahl der Zwischenpunkte an den verwendeten Splines genommen werden. Das **Loft**-Objekt verwendet eigene Parameter, um die umlaufende Anzahl der Segmente und die Anzahl der Unterteilungen zwischen den Splines festzulegen.

**Mesh-Unterteilung U** ist somit für die Unterteilungen entlang der Splineprofile zuständig und **Mesh-Unterteilung V** für die Segmente zwischen den Splines.

Einige zusätzliche Optionen können zur Steuerung der Geometrieerzeugung genutzt werden.

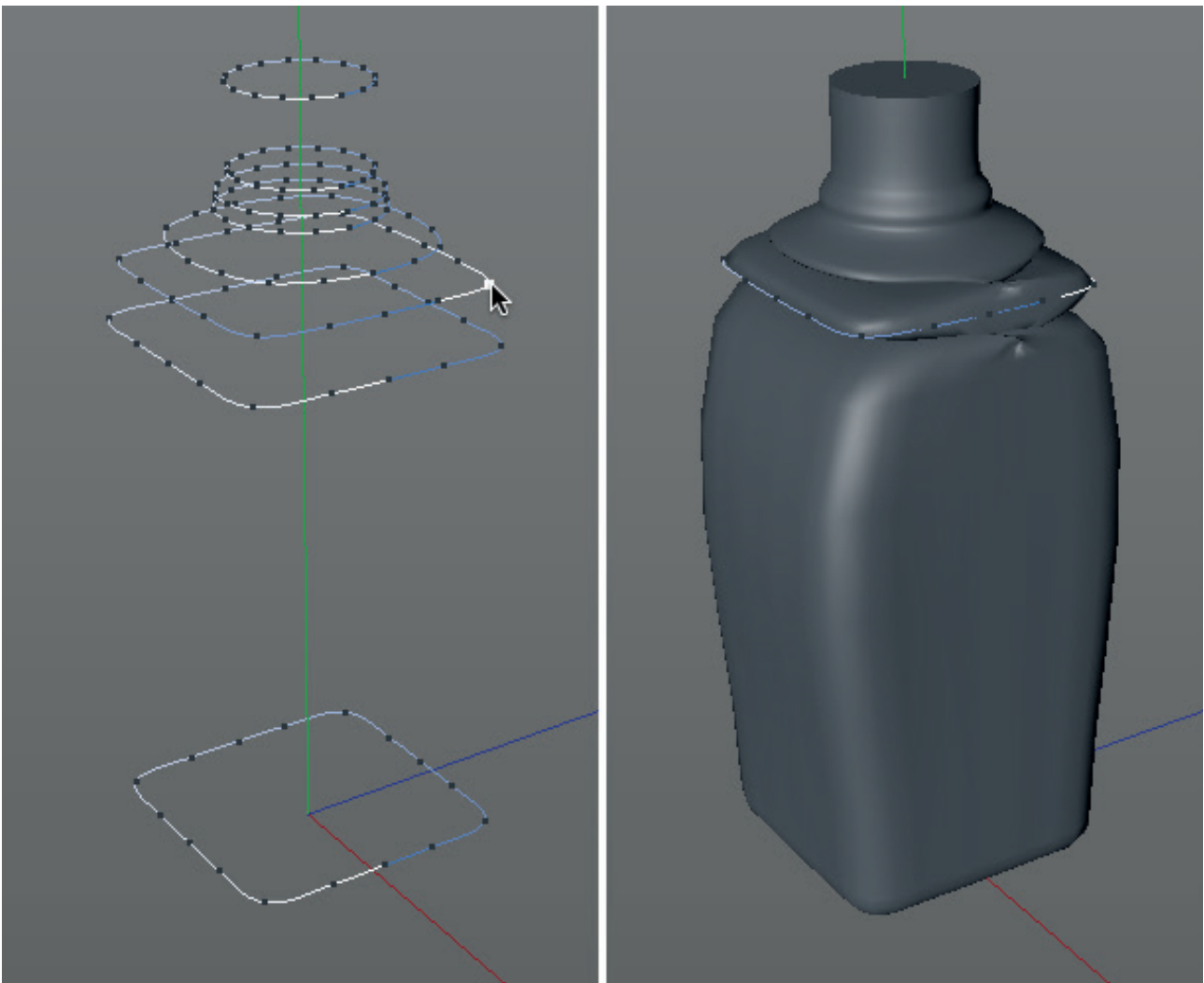
**Lineare Interpolation** berücksichtigt immer nur die gerade Verbindung zum nächsten Spline. Es resultieren scharfkantige Übergänge zwischen den Splinekurven und ein entsprechend mechanisch wirkender Verlauf der Form. Ohne diese Option wird die Lage der Splines zueinander berücksichtigt und eine weiche durch alle Profile schwingende Form berechnet.

Bei Aktivierung von **Schleife** entsteht eine Verbindung zwischen dem ersten und dem letzten Spline unter dem Loft-Objekt und somit eine geschlossene Form. Dabei sollte die räumliche Distanz zwischen diesen Splines jedoch möglichst gering sein, da keine weitere Steuerungsmöglichkeit für diesen Formübergang existiert.

Bei **Unterteilung pro Segment** wird die eingestellte **Mesh-Unterteilung V** jeweils zwischen zwei benachbarten Splines verwendet. Ist die Option ausgeschaltet, muss die gesamte Form mit der **Mesh-Unterteilung V** auskommen. Dafür sind die Segmentgrößen dann jedoch einheitlich und nicht länger vom Abstand zwischen den Splines abhängig.

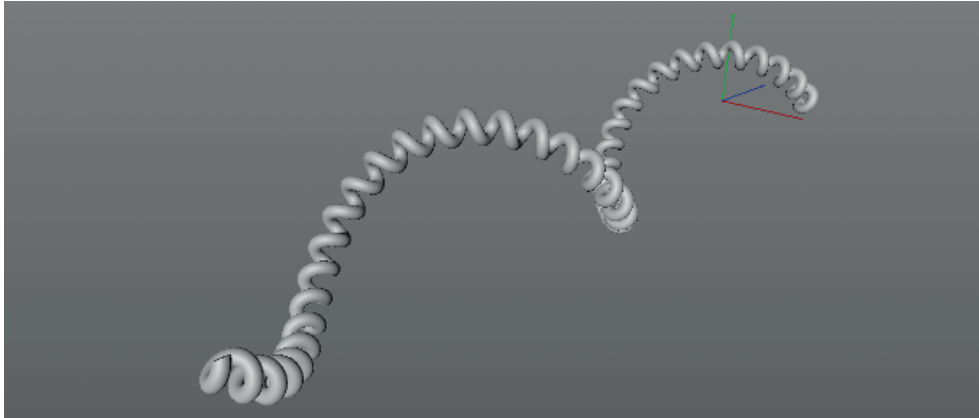
Die Option für **Organische Form** hat nur etwas mit den Abständen der Segmente in U-Richtung, also in Richtung der Kurven zu tun. Ist die Option ausgeschaltet, werden die Segmente exakt durch die Punkte der Splines gelegt. Sofern angeschaltet, wird die verfügbare Anzahl an Segmenten gleichmäßig auf die Länge der Splines verteilt. Dadurch können zwar Details der Kurven verloren gehen, die Übergänge zu dem jeweils nachfolgenden Spline sind jedoch weicher und somit organischer.

**Beachten Sie**, dass die verwendete Splines alle den gleichen Drehsinn haben sollten, die Punkte dieser Splines also z. B. alle im oder gegen den Uhrzeigersinn angeordnet sein sollten. Zudem sollte die Position des jeweils ersten Splinepunkts möglichst auf einer Linie liegen, damit keine verdrehten Formen berechnet werden.



#### 5.3.4.5 Das Sweep-Objekt

Auch dieses Objekt benötigt mehrere Splines, einen sogenannten Profil- und einen Pfad-Spline, und erzeugt hauptsächlich schlauch- oder kabelförmige Strukturen. Ein Spline, hier **Profil** genannt, definiert den Querschnitt des Schlauchs oder Kabels. Der andere Spline, hier **Pfad** genannt, legt den Verlauf des Kabels fest. Der Profil-Spline muss zwingend in der frontalen Editoransicht angelegt oder gezeichnet werden, denn er wird in der XY-Ebene erwartet. Der Pfad-Spline kann beliebig im Raum liegen.



Die Unterordnung dieser Splines unter dem **Sweep**-Objekt ist zwingend so anzulegen, dass zu oberst das Profil und als zweiter Spline der Pfad zu finden ist.

Optional kann ein dritter Spline verwendet werden, der dann an dritter Position unterhalb des Pfad-Splines einzuordnen ist. Darüber kann zusätzlich die Größe und Drehung des Profils entlang des Pfads gesteuert werden. Aber auch das **Sweep**-Objekt selbst bietet in seinem Dialog Kurven dazu an, sodass nicht in jedem Fall die Verwendung eines dritten Splines nötig ist.

Schauen wir uns die wichtigsten Einstellungen des **Sweep**-Objekts an:

**Skalierung Ende** funktioniert wie die Skalierung am **Lathe**-Objekt und gibt die Größe des Profils am Ende des Pfads an. **Rotation Ende** wirkt ähnlich, ist jedoch für die Drehung des Profils um seine Z-Achse zuständig, während es auf dem Pfad entlangfährt. Der Detailgrad der Profil-Rotation ist direkt von der Anzahl und Dichte der Zwischenpunkte am Pfad-Spline abhängig.

Soll eine Rotation benutzt werden, ist daher die Einstellung **Gleichmäßig** in Verbindung mit einer hohen **Anzahl** für die Zwischenpunkte ratsam.

**Wachstum Start** und **Wachstum Ende** beziehen sich auf den Pfad-Spline und geben prozentual den Abschnitt vor, der vom **Sweep**-Objekt genutzt werden soll. Wird **Wachstum Start** 50% und **Wachstum Ende** 100% verwendet, wird also nur die hintere Hälfte des Pfad-Splines mit dem Profil überzogen. Diese Parameter sind besonders im Zusammenhang mit Animationen interessant, da damit dann sehr einfach z. B. das Wachsen eines Grashalms oder das Herausquetschen von Zahnpasta aus einer Tube animiert werden können.

Auch hier wieder ein Blick auf die wichtigsten Optionen:

**Parallele Verschiebung** behält die ursprüngliche Orientierung des Profils bei, während es über den Pfad verschoben wird. **Banking** steht für die automatische Drehung des Profils um die Achse, die auf dem Pfad entlanggeführt wird. Der Effekt entspricht einem sich in die Kurve legen des Profils wenn der Pfad eine Kurve vollzieht. Eine tiefer gehende Kontrolle über die Neigung des Profils ist jedoch nur über die Verwendung eines sogenannten **Rail-Splines** oder über die noch beschriebene **Rotation**-Kurve möglich.

Konstante Querschnitte skaliert das Profil automatisch, wenn harte Knicke oder Spitzen im Verlauf des Pfades vorkommen. Das **Sweep**-Objekt bleibt dadurch optisch gleichmäßiger im Querschnitt.

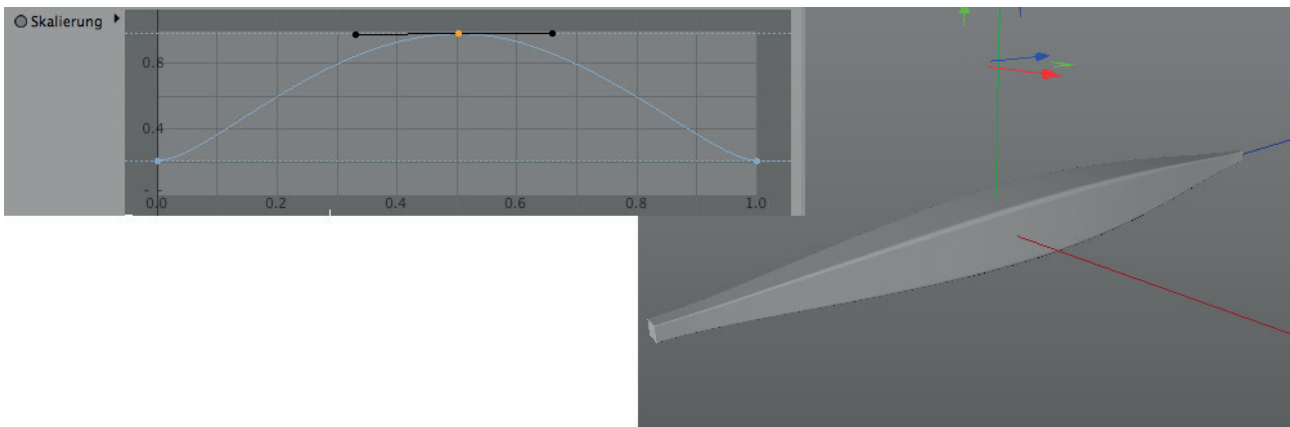
Die folgenden Optionen sind nur dann relevant, wenn Sie einen dritten Spline als virtuelle Schiene, auch **Rail-Spline** genannt, verwenden. Dieser dritte Spline geht oft aus einer Kopie des Pfad-Splines hervor, die mehr oder minder parallel

zum Pfad verläuft. Über den Abstand und die Orientierung dieses Rail-Splines relativ zum Pfad-Spline können Sie wahlweise die Größe, die Rotation, oder beide Eigenschaften des Profil-Splines gleichzeitig steuern.

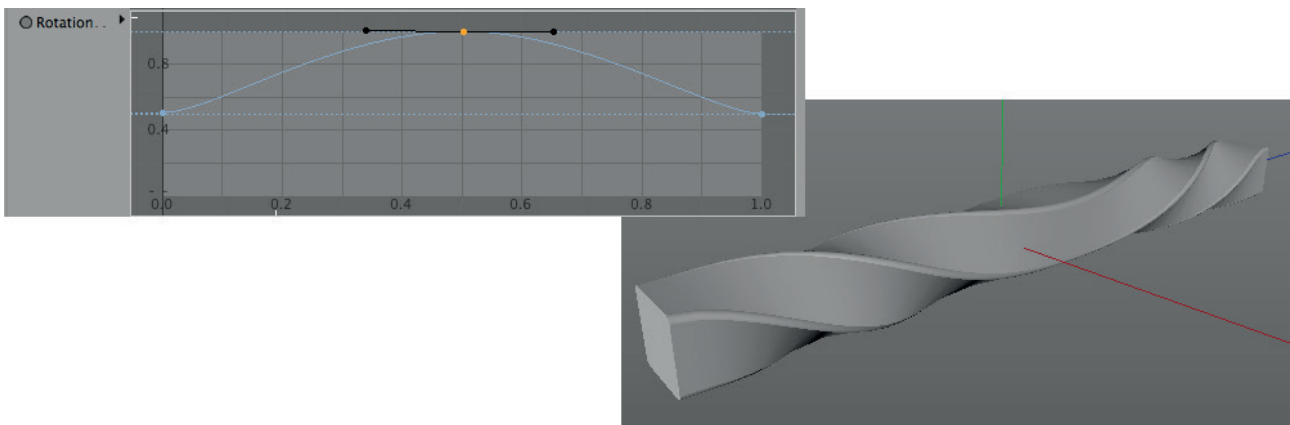
Ist nur **Rail-Richtung benutzen** aktiv, richtet sich die Neigung des Profils an der Richtung zwischen Pfad und Rail aus. Ist nur Rail-Skalierung benutzen angeschaltet, orientiert sich die Größe des Profils an der Lücke zwischen Pfad und Rail. Beide Optionen können auch kombiniert verwendet werden.

Ist zusätzlich **2 Schienen aktiv**, positioniert sich das Profil immer mittig zwischen Pfad und Rail. Ansonsten bleibt es stationär auf dem Pfad, was dann zu einer größeren Form führt.

Die individuelle Skalierung und Drehung des Profils auf dem Pfad kann auch über zwei Kurven erfolgen, die direkt über den Dialog des **Sweep**-Objekts im **Attribute-Manager** angeboten werden. Sie finden diese in der **Details**-Rubrik innerhalb des **Objekt**-Reiters. Horizontal gelesen folgen die Kurven dabei von links nach rechts gelesen dem Verlauf des Pfads. Die Höhe der **Skalierung**-Kurve gibt die Größe des Profils wieder. Eine vollständig am oberen Rand verlaufende Kurve steht für eine gleichmäßige Profilgröße bei 100%.



Die **Rotation**-Kurve schwingt in der Höhe automatisch zwischen den beiden Winkeln, die unter der Kurve mit **Von** und **Zu** angegeben werden können. Verläuft die Kurve horizontal und auf einer Höhe von 0.5 entspricht dies also einem Winkel exakt in der Mitte zwischen **Von** und **Zu**.



Neben den Namen beider Kurven befinden sich kleine Dreieck, die durch Anklicken weitere Optionen zu den Kurven preisgeben.

Die Kurven selbst werden über die bläulichen Punkte bedient, die direkt mit der Maus selektiert und verschoben werden können.

Zusätzliche Punkte können per **Strg/Ctrl**-Klick auf die Kurven erstellt werden. Überzählige Punkte lassen sich durch Anklicken und Betätigen der **Entfernen**- bzw. **Backspace**-Taste wieder löschen.

► *Siehe Übungen zu den Modellier-Objekten für Splines*



## ZUSAMMENFASSUNG GENERATOREN

- Mehrere Splines lassen sich addieren, subtrahieren oder z. B. zur Erzeugung von Schnittmengen kombinieren. Dabei kann die Reihenfolge der Selektion im **Objekt-Manager** eine Rolle spielen, die zusätzlich durch eine andersfarbige Darstellung das zuletzt selektierte Objekt hervorhebt.
- Die Objekte **Extrudieren**, **Lathe**, **Loft** und **Sweep** können aus Splines Geometrie erzeugen. Dazu müssen die Spline-Objekte generell unter diesen Objekten gruppiert werden.
- Das **Extrudieren**-Objekt verschiebt den untergeordneten Spline und kann dadurch ein Objekt mit konstantem Querschnitt erzeugen.
- Das Bezugssystem für die Verschiebung ist das Achsensystem des Extrudieren-Objekts.
- Ist die **Hierarchisch**-Option aktiv, können auch mehrere Splines gleichzeitig extrudiert werden. Das Bezugssystem der Verschiebung ist dann das Achsensystem jedes untergeordneten Splines.
- Das **Lathe**-Objekt rotiert den untergeordneten Spline um seine Y-Achse. Es können auf diese Weise rotationssymmetrische Formen erzeugt werden.
- Wird die Rotation mit zusätzlichen Verschiebungen oder Skalierungen überlagert, entstehen Spiralförmige oder Schneckengehäuse.
- Die Qualität des Querschnitts wird über die Zwischenpunkte des Splines vorgegeben. Die Segmente für die Drehung des Splines werden am **Lathe**-Objekt selbst eingestellt.
- Das **Loft**-Objekt überzieht untergeordnete Splines mit einer Polygonhülle. Die Splines müssen dazu in der Reihenfolge unter dem **Loft**-Objekt gruppiert sein, in der auch die Polygonhaut aufgezogen werden soll.
- Die Laufrichtung der Splines muss identisch sein, um Verdrehungen zu vermeiden. Zudem sollten die Anfangspunkte aller Splines ungefähr auf gleicher Höhe liegen.
- Die Anzahl der Unterteilungen am **Loft**-Objekt wird ausschließlich über die Parameter Mesh-Unterteilung kontrolliert. Die Zwischenpunkte der Splines werden nicht ausgewertet.
- Das **Sweep**-Objekt erleichtert die Erzeugung von Kabeln, Rohren und Schläuchen.
- Dafür werden ein Profil- und ein Pfad-Spline benötigt. Der Profil-Spline muss als erstes Objekt unter dem **Sweep**-Objekt eingeordnet werden.
- Ein optionaler dritter Spline kann an dritter Position unter dem **Sweep**-Objekt verwendet werden, um die Größe und Neigung des Profils an jeder Stelle des Pfads vorzugeben.
- Die Neigung und Größe des Profils kann aber auch direkt über Kurven im Dialog des **Sweep**-Objekts eingestellt werden.
- Alle Modellier-Objekte für Splines bieten zusätzlich die Generierung von **Deckflächen** an. Dazu müssen geschlossene Splines verwendet werden.
- Deckflächen lassen sich optional mit Abrundungen versehen, deren Formen ausgewählt werden können. Die Art und Anordnung der Polygone innerhalb der Deckflächen kann ebenfalls vorgegeben werden.
- Die standardmäßig verwendeten N-Gons helfen Polygone zu sparen und halten die Geometrie übersichtlich.
- Soll das Objekt später verformt werden, sind regelmäßig angeordnete Drei- oder Vierecke besser für die Deckflächen geeignet.

## 5.4 Polygon-Modellierung

Neben der Modellierung mit Grundobjekten und mit Splines stellt die Polygon-Modellierung die mächtigste Möglichkeit in Cinema 4D dar, beliebige Formen zu erzeugen. Dabei können konvertierte Grundobjekte oder Spline-Modellier-Objekte als Basis dienen. Alternativ hierzu ist aber auch möglich, mit einem komplett leeren Polygon-Objekt zu beginnen und dieses Schrittweise mit Polygonen zu füllen.

Dieser Themenblock stellt die verschiedenen Techniken und die wichtigsten Werkzeuge der Polygon-Modellierung vor.

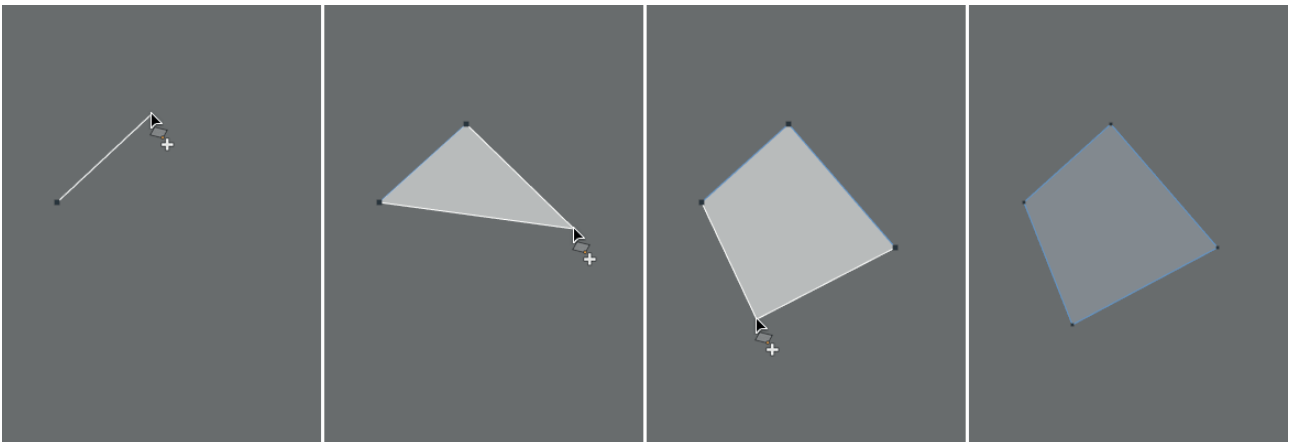
### 5.4.1 Polygone erzeugen

Generell sind nahezu alle Befehle und Funktionen, die mit der Polygon-Modellierung zu tun haben im **Mesh**-Menü von Cinema 4D zu finden. Achten Sie darauf, den **Punkte**-, **Kanten**- oder **Polygone bearbeiten**-Modus vor Auswahl eines Befehls zu aktivieren. Ansonsten sind die meisten Befehle dort ausgegraut. Sie werden zudem feststellen, dass nicht alle Befehle in allen drei Betriebsmodi zur Verfügung stehen. Einige Befehle verhalten sich aber z. B. auch gänzlich anders, je nach aktivem Betriebsmodus. Andere Werkzeuge hingegen funktionieren unabhängig von der Wahl des Betriebsmodus. Zu dieser Kategorie gehört der gleich beschriebene **Polygon-Stift**.

Um Polygone zu erzeugen, muss ein **Polygon-Objekt** vorhanden sein, das diese Flächen und deren Punkte aufnimmt. Sie finden so ein Objekt unter **Erzeugen > Grundobjekt > Leeres Polygon**. Werden neue Polygone mithilfe des **Polygon-Stift**-Werkzeugs gesetzt, wird dieses leere Polygon-Objekt automatisch generiert, sofern nicht bereits ein anderes Polygon-Objekt selektiert wurde, dem die neuen Flächen hinzugefügt werden sollen. Sie finden den **Polygon-Stift** direkt im **Mesh**-Menü.

Der **Polygon-Stift** bietet ein Menü an, über den die Betriebsarten Punkte, Kanten und Polygone direkt ausgewählt werden können. Je nach Wahl, verhält sich das Werkzeug anders beim Erstellen der Polygone.

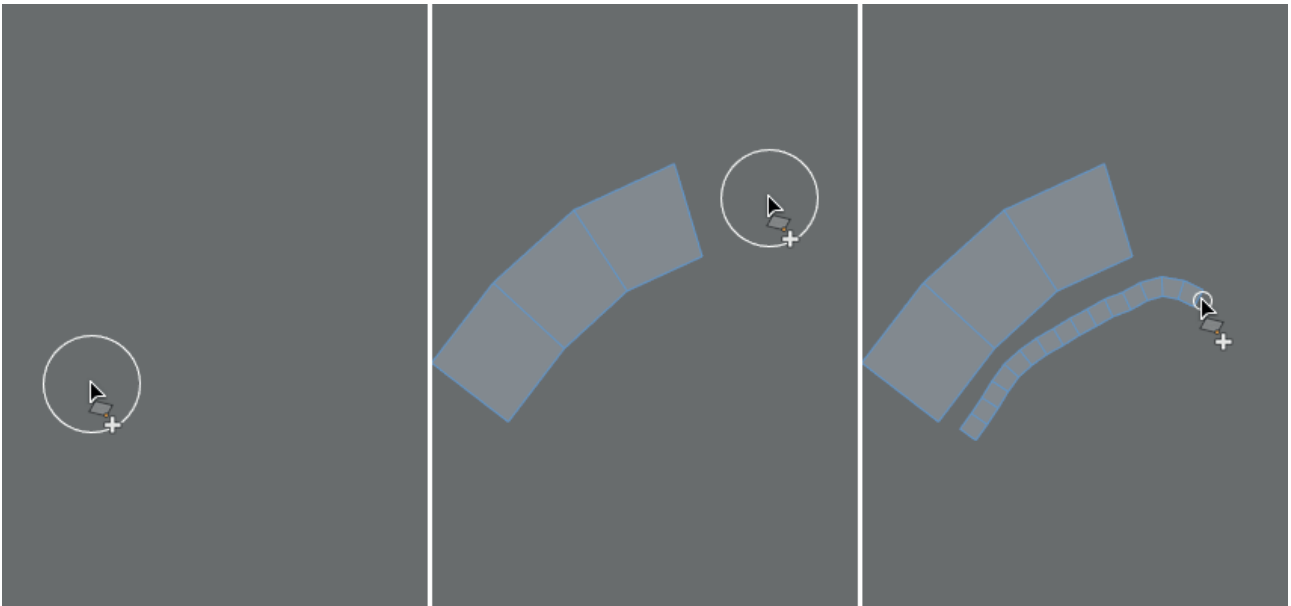
Im **Punkte**-Modus können Sie neue Punkte direkt in die Editoransichten klicken.



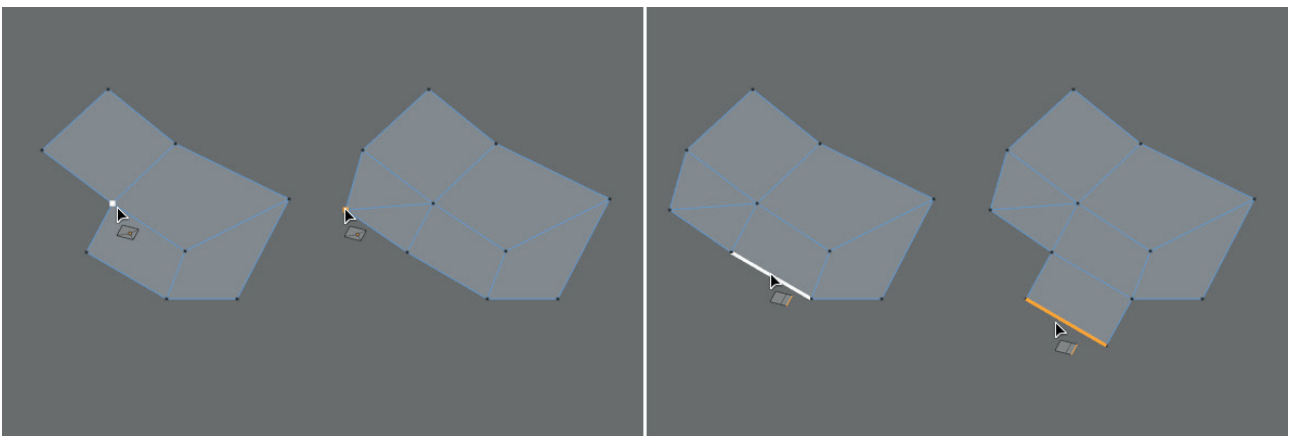
Ein Doppelklick auf den zuletzt erstellten Punkt lässt eine Fläche zwischen den Punkten entstehen. Die Einstellungen des **Polygon-Stift**-Werkzeugs im **Attribute-Manager** ermöglichen eine Festlegung darauf, welche Art Polygon entstehen soll.

Der Modus **N-Gons erzeugen** ermöglicht Ihnen, beliebig viele Punkte in den Raum zu klicken. Erst nach dem Doppelklick auf den letzten Punkt wird die eigentliche Fläche erzeugt. Im **Quadratstreifenmodus** wird das erste Polygon automatisch nach dem Setzen eines vierten Punktes erstellt. Nachfolgend gesetzte Punkte stehen automatisch in Verbindung zu diesem zuletzt erstellten Polygon, so dass anschließend bereits zwei neue Punkte ausreichen, um ein weiteres Viereck neben dem ersten zu erzeugen. Auf diese Weise können sehr schnell sogenannte Polygon-Loops erzeugt werden.

Sollen möglichst schnell viele streifenartig angeordnete Polygone erstellt werden, schalten Sie den **Polygon-Stift** in den **Polygone-Modus**. Der **Polygon-Stift** kann dann mit gehaltener linker Maustaste zum kontinuierlichen Zeichnen eines Polygonstreifens benutzt werden.

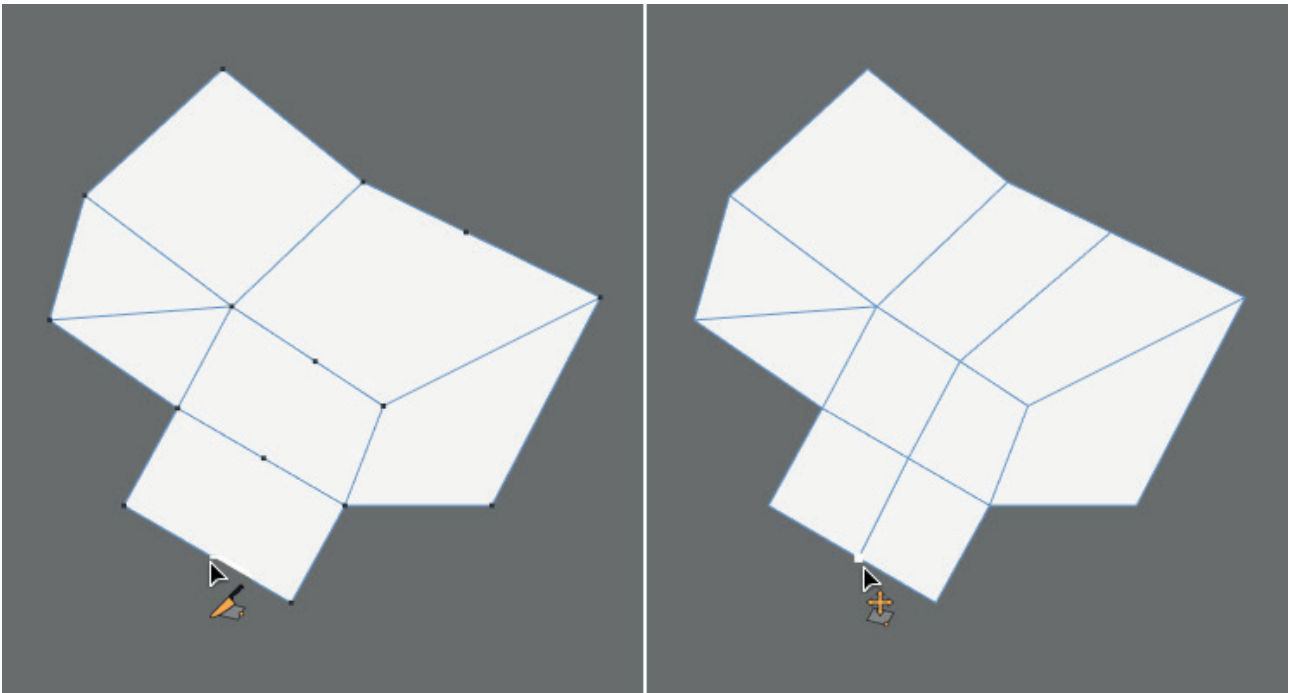


Die Größe dieser Polygone wird über den Radius des **Polygon-Sifts** gewählt werden. Um einen neuen Polygonstreifen an einer bereits vorhandenen Kante beginnen zu lassen, halten Sie beim Malen die **Shift**-Taste gedrückt. Ansonsten kann generell die **Ctrl/Strg**-Taste gehalten werden, um ein mit dem Maus gezogenes Element (Punkt, Kante oder Polygon) zu verdoppeln und dabei zu verschieben.

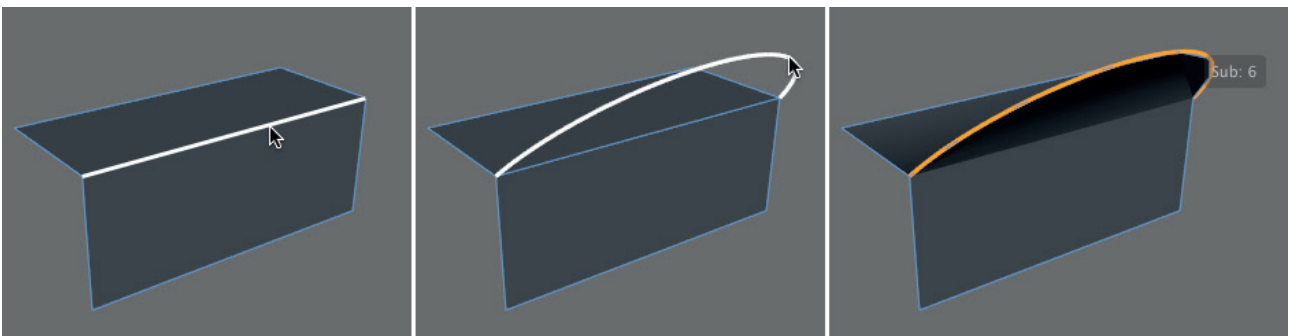


Dieser Vorgang wird **Extrudieren** genannt und steht auch als separates Werkzeug direkt im **Mesh**-Menü noch einmal zur Verfügung.

Vorhandene Kanten lassen sich schneiden, wenn sich das Werkzeug im **Punkte**- oder **Kanten**-Modus befindet und bei einem Klick auf eine Kante die **Shift**-Taste gehalten wird. Ist dabei **N-Gons erzeugen** aktiv, werden erst einmal nur neue Punkte auf die Kanten gesetzt, die dann anschließend durch einfaches Anklicken in der richtigen Reihenfolge mit echten Kanten verbunden werden können.



Steht der Mauszeiger des **Polygon-Stifts** auf einer Kante und werden dabei **Shift** und **Strg/Ctrl** gleichzeitig gehalten, erscheint ein Bogen zwischen den Enden dieser Kante, der durch Verschiebung der Maus skaliert werden kann. Nach einem gehaltenen linken Mausklick und dem Ziehen der Maus nach links oder rechts erscheint diese Form dann als tatsächliche Fläche. Das Ziehen der Maus lässt uns dabei die Punktzahl entlang dieses Bogens wählen. Diese Unterteilung ist auch als Bogenunterteilung im Dialog des Polygon-Stifts zu finden. Der Wert für **Maximale Winkelrichtung** hilft, die Orientierung des Bogens festzulegen, wenn eine Kante benutzt wird, die zwischen zwei Polygonen liegt. Ist **Maximale Winkelrichtung** kleiner eingestellt als der tatsächliche Winkel zwischen den angrenzenden Polygonen ist, wird der Bogen senkrecht zu den Flächen orientiert. Ansonsten liegt der Bogen in einer der angrenzenden Polygone.



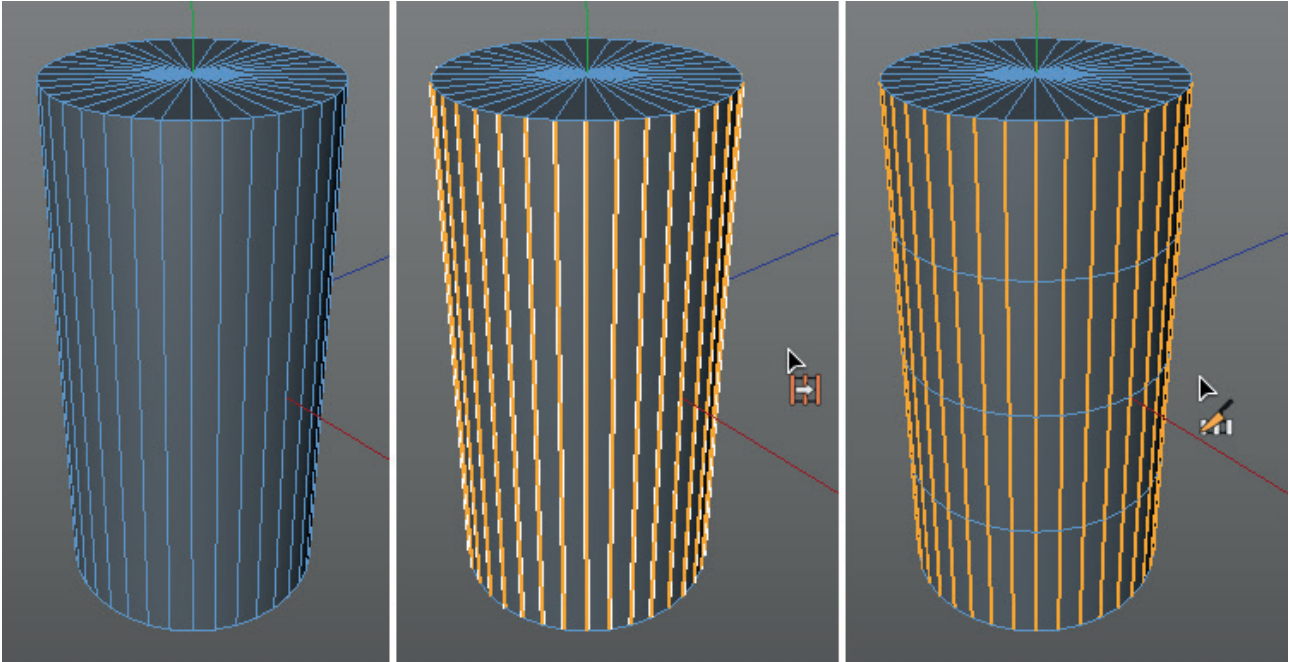
Soll der Bogen in jedem Fall nur den Radius erhalten, der der Hälfte der Kantenlänge entspricht, aktivieren Sie die Option für **Halbkreis erzeugen** am **Polygon-Stift**.

Sind bereits Polygone vorhanden, können deren Punkte, Kanten und die Polygone selbst einfach mit dem **Polygon-Stift** angefasst und verschoben werden. Sie finden dazu ein separates **Tweak-Modus**-Menü im Dialog des Werkzeugs, über das Sie entweder das beliebige Bearbeiten von Punkten, Kanten und Polygonen zulassen können, oder aber Sie schränken den Zugriff z. B. nur auf Punkte ein. Zudem können alle neu erstellten Strukturen automatisch auf Flächen projiziert werden, die aus der aktuellen Blickrichtung dahinter liegen. Dazu aktivieren Sie die **Projizieren**-Option.

Der **Polygon-Stift** vereint somit bereits viele wichtige Polygon-Werkzeuge in sich. Wenn Sie mehrere Elemente auf einmal editieren müssen oder z. B. komplexe Schnitte oder Extrudierungen erzeugen wollen, sind alle diese Funktionen jedoch auch noch einmal als separate Werkzeuge im **Mesh**-Menü verfügbar und lassen sich auf aktive Selektionen an Punkten, Kanten und Polygonen anwenden. Die wichtigsten Werkzeuge hierfür sind nachfolgend beschrieben.

## 5.4.2 Kanten schneiden

Viele Modellierwerkzeuge beschäftigen sich mit Aufgaben, vorhandene Polygone zusätzlich zu unterteilen. Die dadurch neu entstehenden Punkte können zur weiteren Formung der Oberfläche genutzt werden. In diese Kategorie fällt auch **Kanten schneiden**. Dieses Werkzeug ist ebenfalls unter **Mesh > Schneiden** zu finden und ist nur im **Kanten bearbeiten**-Modus nutzbar. Das Werkzeug erwartet eine Kantenselektion. Hierbei kommt in der Regel die **Ring-Selektion** zum Einsatz, denn es werden parallele bzw. sich gegenüberliegende Kanten benötigt, die geteilt werden sollen.



Das Werkzeug selbst bietet im **Attribute-Manager** die Rubriken für die Optionen und das Werkzeug zur Verfügung, die am besten gleichzeitig angezeigt werden.

Dazu fahren Sie mit gehaltener linker Maustaste über beide Kategorie-Reiter. Diese Aufteilung ist bei vielen anderen Werkzeugen nach gleichem Muster vorhanden.

Der Wert für den **Offset** gibt an, an welcher Stelle die Kanten geteilt werden sollen. Die Voreinstellung 50% führt zu einer mittigen Unterteilung der selektierten Kanten. Der Wert für **Unterteilung** gibt die Anzahl der Schnitte vor. Daran erkennen Sie bereits, dass in einem Arbeitsgang bereits mehrere, dann parallel zueinander verlaufende Schnitte erzeugt werden können.

Werden mehrere Schnitte erzeugt, kann über **Skalierung** deren Abstand voneinander eingestellt werden. Mit **N-Gons erstellen** werden nur neue Punkte auf den geschnittenen Kanten erzeugt. Die Flächen dazwischen werden zu N-Gonen, erhalten also keine für uns editierbaren neuen Kanten. In der Regel macht es Sinn, diese Option zu deaktivieren.

Die eigentliche Funktion des Werkzeugs wird erst durch einen Klick auf die **Zuweisen**-Schaltfläche im **Werkzeug**-Bereich des Dialogs gestartet. Anschließend können die Einstellungen in der **Optionen**-Rubrik weiter angepasst werden. Sofern **Echtzeitupdate** aktiv ist, können Sie die Ergebnisse der veränderten Optionen direkt in den Ansichtsfenstern begutachten.

Ein Klick auf **Neu transformieren** schließt das Werkzeug ab und ruft es anschließend erneut auf. Die zuvor zerschnittenen Kanten werden dann also erneut geteilt. Der vorhergehende Arbeitsschritt des Werkzeugs kann nun nicht mehr über die Optionen bearbeitet werden. Im Fall einer notwendigen Korrektur ist also die Nutzung der **Rückgängig**-Funktion aus dem **Bearbeiten**-Menü nötig.

Beachten Sie, dass auch das **Loop/Pfad-Schnitt**-Werkzeug eine vergleichbare Funktionalität mit noch feinerer Vorschaufunktion und Steuerungsmöglichkeit enthält.

### 5.4.3 Die Schnittwerkzeuge

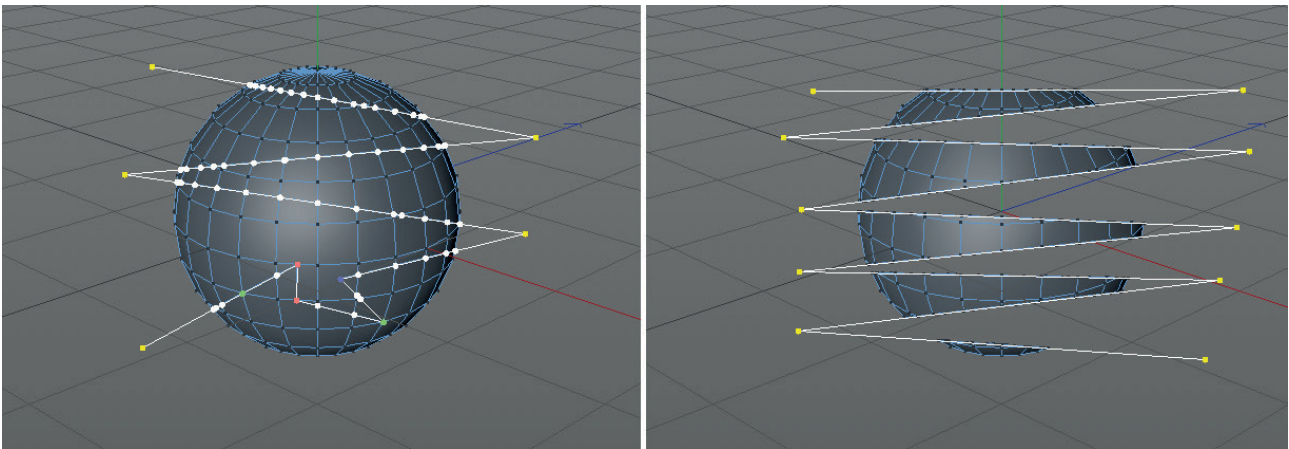
Neben dem Kanten schneiden-Werkzeug existieren noch drei weitere Werkzeuge, über die sich neue Unterteilungen an einem Objekt hinzufügen lassen. Dies sind das Linienschnitt-, das Ebenenschnitt- und das Loop/Pfad-Schnitt-Werkzeug. Für diese Werkzeuge spielt der aktive Betriebsmodus des Projekts keine Rolle, solange Punkte, Kanten oder Polygone bearbeitet werden können. Alle diese Werkzeuge besitzen interaktive Komponenten, sodass z. B. die Schnittführung exakt angepasst werden kann, bevor es zur abschließenden Erstellung des eigenetlichen Schnitts kommt.

#### 5.4.3.1 Der Linienschnitt

Bei diesem Werkzeug legen Sie durch mindestens zwei Mausklicks direkt in ein Ansichtsfenster eine Schnittlinie fest, entlang der neue Punkte und Kanten entstehen sollen. Ist Nur sichtbare schneiden aktiv erfolgt die Schnittführung nur auf den aktuell sichtbaren Flächen des Polygonobjekts. Ansonsten wird die Schnittführung aus Sicht des Betrachters durch das gesamte Objekt projiziert. Spline-Objekte lassen sich ebenfalls mit dem Linienschnitt bearbeiten und an den Schnittstellen zwischen der Schnittlinie und dem Splineverlauf mit neuen Splinepunkten belegen.

Erfolgt der Schnitt auf einem Polygon-Objekt zeigen farbige Punkte an, wo nach Ausführung des Schnitts neue Punkte am Objekt entstehen werden. Gelbe Punkte stellen die Punkte der Schnittlinie dar, die außerhalb des Objekts liegen. Dies ist z. B. der Normalfall, wenn die Start- und Endpunkte einer geklickten Schnittlinie im leeren 3D-Raum, neben dem zu schneidenden Objekt liegen. Schneidet die Schnittlinie eine bereits bestehende Kante am Objekt entsteht dort automatisch ein weiß gefärbter Punkt. Wird während der Erstellung der Schnittlinie bewusst auf eine Objektkante geklickt, erscheint dort ein rötlich gefärbter Punkt. Beim Klick auf ein Polygon färbt sich der Punkt bläulich. Bei einem Klick auf einen Objektpunkt färbt sich dieser grünlich. Aufgrund dieses Farbschemas kann direkt überprüft werden, ob z. B. der geklickte Kontrollpunkt einer Schnittlinie exakt auf einer Kante liegt.

Da bei deaktivierter **Einzelne Linie**-Option durch mehrfaches Klicken eine beliebig lange und abknickende Schnittführung erfolgen kann, lässt sich ein Schnitt auch mehrfach über ein Objekt führen.



Ist dabei die Option für **Echtzeitschnitt** aktiv lassen sich sogar bereits gesetzte Kontrollpunkte eines Schnitts noch verschieben. Verwenden Sie dazu einfach die Maus mit gehaltener linker Maustaste direkt im Ansichtsfenster. Dies funktioniert auch mit den anderen Punkten, die entlang des Schnitts automatisch gesetzt werden. Auf diese Weise kann die Schnittführung flexibel editiert werden. Per **Ctrl**-Klick auf die weiße Schnittlinie können zudem zusätzliche Punkte z. B. innerhalb eines Polygons ergänzt werden. Wie mit der Option **Einzelne Linie** gearbeitet kann eine Schnittlinie mit der Option **Unendlicher Schnitt** automatisch so zu beiden Seiten verlängert werden, dass immer das gesamte Objekt zerschnitten wird.

Die **Auto-Snapping**-Option sorgt generell beim Setzen der Schnittlinienpunkte dafür, dass diese präzise an Eckpunkten oder auf Kanten des zu schneidenden Objekts einrasten. Beachten Sie, dass in Polygone geklickte Schnittlinienpunkte nur dann auch zu einem neuen Punkt in diesem Polygon führen, wenn **Polygone schneiden** aktiv ist. Ansonsten entstehen generell nur neue Punkte auf bereits existierenden Objektkanten. Die angrenzenden Polygone werden dann automatisch zu N-Gons. Diese speziellen Polygone können dadurch mehr als vier Eckpunkte beinhalten.

Sind an einem Objekt bereits N-Gons in gekrümmten Bereichen vorhanden, kann diese Krümmung auch beim Zerschneiden dieses Bereichs beibehalten werden, wenn die Option für **N-Gon-Krümmung beibehalten** aktiviert wird. Solche Bereiche können z. B. durch vorangegangene Nutzung des **Bevel**-Befehls entstehen.

Werden Polygone zerschnitten, lassen sich nach der Ausführung des Schnitts diese Kanten automatisch selektieren, sofern die Option für **Schnitte selektieren** aktiv ist. Sofern bereits vor Aufruf des **Linienschnitts** eine Selektion von Kanten oder Polygonen erfolgt ist, kann diese bei aktiver **Auf Selektion beschränken**-Option berücksichtigt werden.

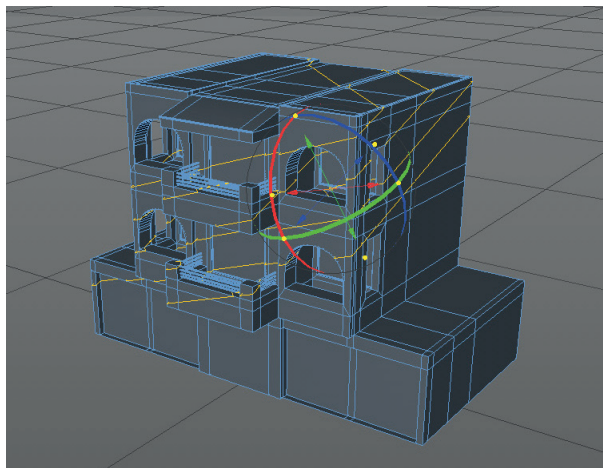
Soll die Schnittführung in einem exakten Winkel erfolgen, kann dazu die **Winkelschränkung** aktiviert werden. Die Schnittlinien lässt sich dann nur noch in einem Vielfachen des ebenfalls angegebenen **Winkel**-Werts anlegen. Eine vergleichbare Funktion können Sie jedoch auch durch Halten der **Shift**-Taste aktivieren. Dadurch wird ebenfalls die sogenannte Quantisierung aktiv.

Ist schließlich die gewünschte Schnittführung gesetzt worden, beendet die **ESC**-Taste den interaktiven Modus des Linienschnitts und führt diesen aus. Die Einstellung im **Schnittmodus**-Menü legt dabei fest, welches Ergebnis zu erwarten ist. Dieses Menü ist jedoch nur verfügbar, wenn **Nur sichtbare schneiden** ausgeschaltet wird. Der Modus **Schneiden** erstellt lediglich Punkte und neue Kanten entlang der Schnittlinie. Das geschnittene Objekt bleibt dabei vollständig erhalten. Der Modus **Trennen** wirkt auf den ersten Blick gleich, löst jedoch die Polygone entlang des Schnitts ab, sodass z. B. der Aufruf von **Zusammenhang selektieren** nur eine der geschnittenen Objekthälften auswählt. Die Polygone auf der einen Seite eines Schnitts lassen sich dadurch unabhängig von den übrigen Polygonen manipulieren, ohne dass sie dazu in ein zusätzliches Polygon-Objekt kopiert oder abgetrennt werden müssen. Die Schnittmodi **Teil A entfernen** bzw. **Teil B entfernen** gehen noch einen Schritt weiter, denn dadurch wird nach Abschluss des Schnitts einer der durch den Schnitt abgetrennten Bereiche automatisch gelöscht. Es kann jedoch nur schwer vorhergesehen werden, welche Hälfte des Objekts davon betroffen ist. Sollten die falschen Polygone verschwinden, schalten Sie einfach den Schnittmodus z. B. von **Teil A** auf **Teil B** um.

#### 5.4.3.2 Der Ebenenschnitt

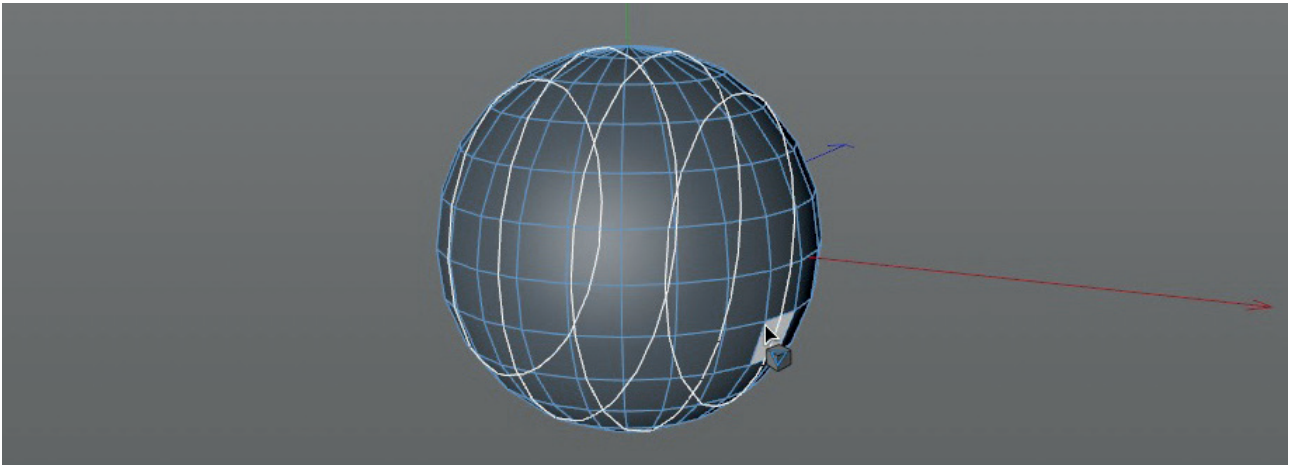
Auch bei diesem Werkzeug lässt sich eine Schnittlinie durch Klicken zweier Punkte in einer Ansicht erstellen. Dabei wird diesmal jedoch eine räumliche Ebene definiert, die sich über ein separates Gizmo-Achsenystem präzise ausrichten lässt. Dazu verschieben oder drehen Sie nach dem Setzen des Anfang- und Endpunkts der Schnittlinie etwas die Ansicht. Es erscheint ein spezielles Achsensystem am Objekt, über das Sie die Schnittebene beliebig verschieben oder drehen können. An diesem Gizmo befinden sich ebenfalls Anfasserpunkte, die sich mit der Maus beliebig ziehen lassen, um die Schnittebene zu drehen. Diese Anfasserpunkte rasten dabei automatisch z. B. an Eckpunkten des Objekts ein, was eine exakte Ausrichtung der Schnittebene erleichtert. Wird ein anderer **Ebenenmodus** als **Frei** verwendet, kann die Schnittebene auch relativ zum **Objekt**-, **Welt**- oder **Kamera**-Achsenystem ausgerichtet werden. Über das **Ebene**-Menü wählen Sie das gewünschte Achsenpaar aus, zu dem die Schnittebene parallel eingestellt werden soll. Alternativ hierzu kann die **Ebenenposition** und der **Ebenenwinkel** auch numerisch exakt eingetragen werden.

Wenn Sie den Wert für die **Schnittanzahl** erhöhen lassen sich mit diesem Werkzeug auch mehrere, parallel zur ursprünglichen Schnittebene verlaufende Schnitte erstellen.



Der Abstand zwischen diesen Schnitten kann über den **Abstand**-Wert gesteuert werden. Der **Offset** legt zusätzlich die Verschiebung relativ zur ursprünglichen Schnittebene fest.

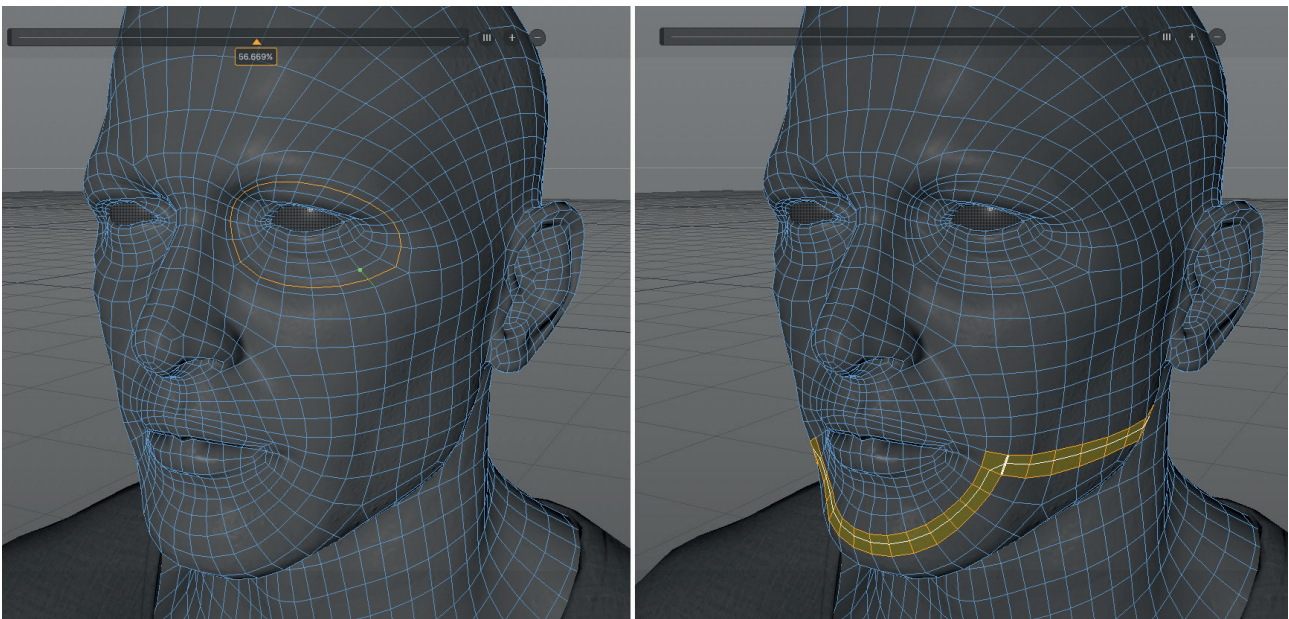
Sollen mehrere Schnitte unabhängig von einer bestimmten Kante das gesamte Objekt erfassen, aktivieren Sie die **Gleichmäßige Schnitte**-Option. Diese steht in allen Modi ausser dem **Ebenenmodus Frei** zur Verfügung und bezieht die gewählte **Schnittanzahl** immer auf die gesamte Größe des Objekts.



Die übrigen Menüs und Optionen entsprechen denen des **Linienschnitt**-Werkzeugs und werden daher hier nicht erneut besprochen.

#### 5.4.3.3 Der Loop/Pfad-Schnitt

Dieses Werkzeug kennt zwei verschiedene Modi, die aber recht ähnlich arbeiten. Im **Loop**-Modus bietet das Werkzeug selbständig eine Schnittführung an, die von der Kante ausgeht, über der der Mauszeiger schwebt. Auf diese Weise lassen sich sehr einfach Schnitte erzeugen, die einem bestehenden Polygonstreifen oder Polygonring folgen, was z. B. zur Unterteilung von Polygonloops bei der Modellierung von 3D-Figuren sehr hilfreich ist. Zudem entstehen bei dieser Art Schnitt aus viereckigen Polygonen wieder nur Vierecke, was die Weiterverarbeitung durch Glättung mit einem Subdivision Surface-Objekt erleichtert. Im **Pfad**-Modus des Werkzeugs lassen sich auch abknickende Schnitte realisieren, wenn zuvor eine Kanten- oder eine Polygonselektion erstellt wurde. Liegt keine derartige Selektion vor, verhält sich der **Pfad**-Modus identisch zum **Loop**-Modus.



In beiden Modi kann die Anzahl der zu erstellenden Schnitte über einen **Schnittanzahl**-Wert vorgegeben werden. Die Schnitte werden kann gleichmäßig entlang der zerschnittenen Kanten verteilt. Ansonsten kann im **Offset-Modus Proportional** über den **Offset**-Parameter die prozentuale Lage relativ zur Kantenlänge abgelesen oder auch vorge-



geben werden. Beim Umschalten auf den **Offset-Modus Kantenabstand** wird die Lage der Schnittkanten absolut über den **Abstand**-Wert angegeben und kann dort auch editiert werden. Dieser **Abstand** bezieht sich immer auf die zuerst mit der Maus angeklickte Kante, die in den Ansichtsfenstern grün markiert dargestellt wird. Sind im Schnittverlauf auch Kanten enthalten, die kürzer als diese grüne Kante sind, wird die Schnittführung automatisch auf den selektierten Bereich limitiert.

Neben der Einstellung der Schnittlinie im *Attribute-Manager* zeigt auch ein grafischer Bereich direkt im Ansichtsfenster die prozentuale Lage des Schnitts auf der ausgewählten Kante an. Diese Markierung kann direkt mit der Maus verschoben werden, um die Positionierung des Schnitts zu beeinflussen. Ein Doppelklick auf die Wertangabe dieses Regler ermöglicht die Werteingabe direkt im Ansichtsfenster. Durch **Ctrl**-Klicks auf den horizontalen Reglerbereich können zusätzliche Schnitte auf der ausgewählten Kante gesetzt werden. Alternativ hierzu lassen sich die Plus- und Minus-Symbole rechts neben dem Reglerbereich zu Hinzufügen und Entfernen von Schnitten nutzen. Dadurch werden die Schnitte jedoch jeweils neu gesetzt und gleichmäßig auf den Kanten verteilt. Ein Klick auf das Icon mit den drei senkrechten Strichen führt immer zu einer gleichmäßigen Verteilung der bereits vorhandenen Schnittlinien.

#### 5.4.3.3.1 Zusätzliche Interaktion-Optionen

Mit **Schnitte wieder verwenden** lassen sich die aktiven Schnittlinien speichern und z. B. direkt auf die nächste angeklickte Kante übertragen. Die prozentuale Platzierung und Anzahl der Schnitte wird dadurch übernommen. Zudem können auch Formungen der Schnitte auf diese Art übertragen werden. Wir kommen gleich noch dazu.

Mit **Bidirektionaler Schnitt** sucht das Werkzeug in beiden Richtungen, senkrecht zur angeklickten Kante nach Polygonen. Ansonsten wird der Schnitt nur in einer Richtung berechnet.

Mit **Symmetrischer Schnitt** wird z. B. ein bei 10% der Kantenlänge platzierter Schnitt automatisch durch einen zweiten Schnitt ergänzt, der bei 90% der ursprünglichen Kantenlänge liegt. Die Schnittführung wird also an der Mitte der geschnittenen Kanten gespiegelt berechnet.

Die Offset-Angabe der Schnittposition wird immer von einem Endpunkt der angeklickten Linie aus errechnet. Dieser Punkt wird ebenfalls im Editor grün hervorgehoben. Wenn Sie die Offset-Berechnung vom anderen Kantenpunkt aus angezeigt bekommen wollen, aktivieren Sie **Richtung wechseln**. Ist **Schnitt an N-Gon stoppen** aktiv endet der Schnitt automatisch wenn eine Kante erreicht wird, die ein N-Gon begrenzt. Ebenso lässt sich die Schnittführung automatisch an Polpunkten unterbrechen, wie sie z. B. oben und unten an einer Standardkugel vorkommen. Aktivieren Sie dazu **Schnitt an Pol stoppen**.

Wenn Sie die Möglichkeit zur freien Platzierung von Schnitten entlang einer Kante einschränken möchten, können Sie dazu Unterteilung quantisieren aktivieren. Der bei Anzahl quantisieren vorgegebene Wert wird dann verwendet, um die Schnittkanten in gleich große Abschnitte zu unterteilen. Mit **Anzahl quantisieren 5** haben Sie dann z. B. nur noch die Möglichkeit, Schnitt auf einem Vielfachen von 20% der Kantenlänge zu platzieren.

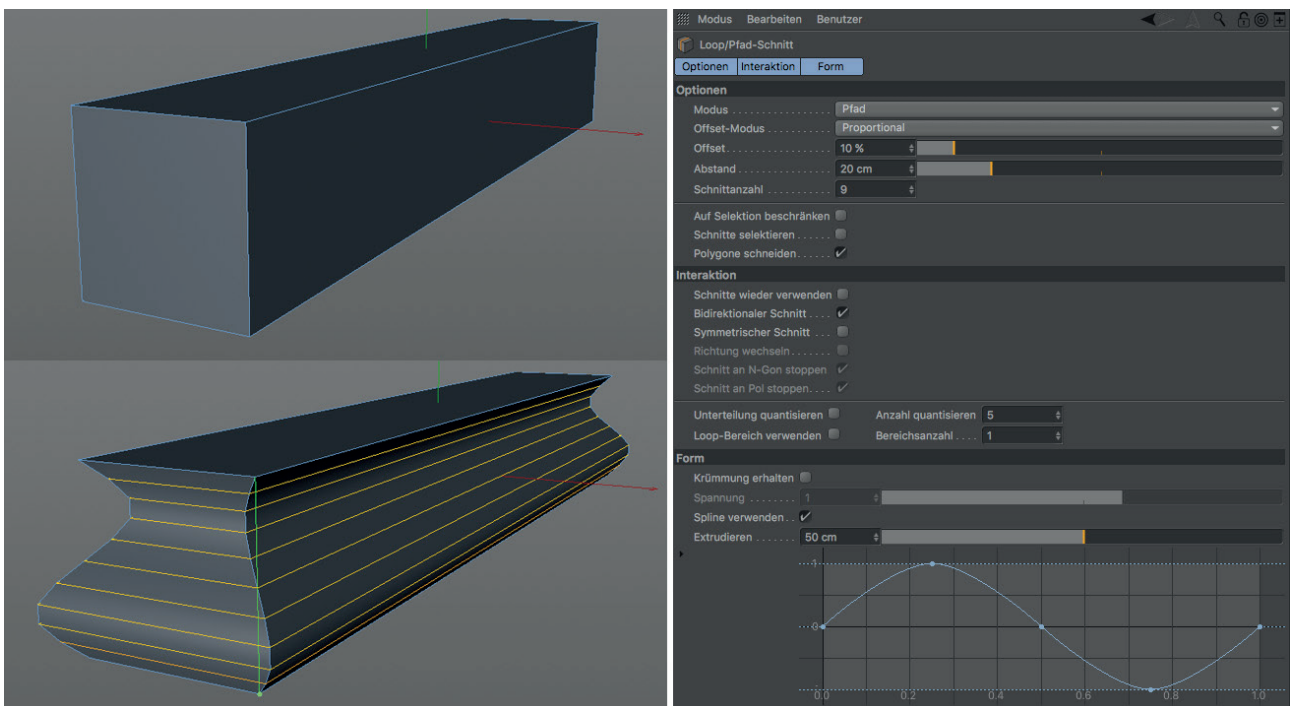
Soll die Anzahl der geschnittenen Polygone eingeschränkt werden, können Sie **Loop-Bereich** verwenden aktivieren und über **Bereichsanzahl** einen entsprechenden Wert vorgeben. Die Schnittlänge wird immer von der anvisierten bzw. angeklickten Kante aus abgezählt. Ist **Bidirektionaler Schnitt** aktiv, wird die **Bereichsanzahl** in beide Richtungen abgezählt, also praktisch verdoppelt angewendet. Weitere Optionen sind bereits von den anderen Schnitt-Werkzeugen her bekannt.

### 5.4.3.3.2 Die Form-Einstellungen

Bei allen bislang beschriebenen Schnittmethoden bleibt die Form des Objekts erhalten. Es werden lediglich neue Punkte, Kanten und Polygone im geschnittenen Bereich hinzugefügt. Beim Schneiden von gekrümmten Formen werden hinzugefügte Unterteilungen jedoch häufig verwendet, um ein Objekt in diesem Bereich zusätzlich runder darstellen zu können, oder die Oberfläche noch präziser ausformen zu können. Dies lässt sich mit dem **Loop/Pfad-Werkzeug** praktisch in einem Arbeitsschritt zusätzlich leisten.

Ist **Krümmung erhalten** aktiv, werden die Schnitte automatisch so verschoben, dass eine Neigung benachbarter Polygone logisch fortgeführt wird. Eine geschnittene Kugel wird dadurch in den geschnittenen Bereichen zusätzlich an Eckigkeit verlieren. Der **Spannung**-Parameter kann dabei eingreifend verwendet werden, um die Krümmung im geschnittenen Bereich nach außen oder nach innen zu verschieben. Eine vergleichbare Funktion findet sich auch am **Bevel-Werkzeug** wieder.

Möchten Sie bei der Formung durch die erzeugten Schnitte noch unabhängiger von der vorhandenen Krümmung der Oberfläche sein, aktivieren Sie **Spline verwenden**.



Über eine Kurve kann nun die Platzierung der Schnitte individuell angepasst werden. Je mehr Schnitte dadurch gesteuert werden, desto präziser kann die angegebene Kurve abgebildet werden. Ein **Extrudieren**-Wert legt dabei den Maßstab für den senkrechten Anteil der Splinekurve fest und steuert dadurch den möglichen Abstand der Schnitte von der Oberfläche. Mit **Ctrl**-Klicks auf die Kurve lassen sich neue Punkte setzen. Selektierte Kurvenpunkte können über die **Entf**-Taste gelöscht werden.

### 5.4.4 Das Punkt erzeugen-Werkzeug

Sie kennen diese Funktionalität bereits von den Splines. Ist das Werkzeug aktiv, können durch einfache Mausklicks auf Kanten oder die Polygone neue Punkte eingefügt werden. Wird zusätzlich **Strg/Ctrl** gehalten, können sogar neue Punkte in den leeren Raum geklickt und später z. B. über den **Polygon-Shift** mit Flächen versehen werden. Ist die Option für **Drei-/Vierecke erstellen** ausgeschaltet, werden an den neuen Punkt angrenzende Polygone automatisch zu N-Gons. Ansonsten entstehen normale Drei- und Vierecke, um die neuen Punkte in den Verbund der vorhandenen Fläche einzuarbeiten.

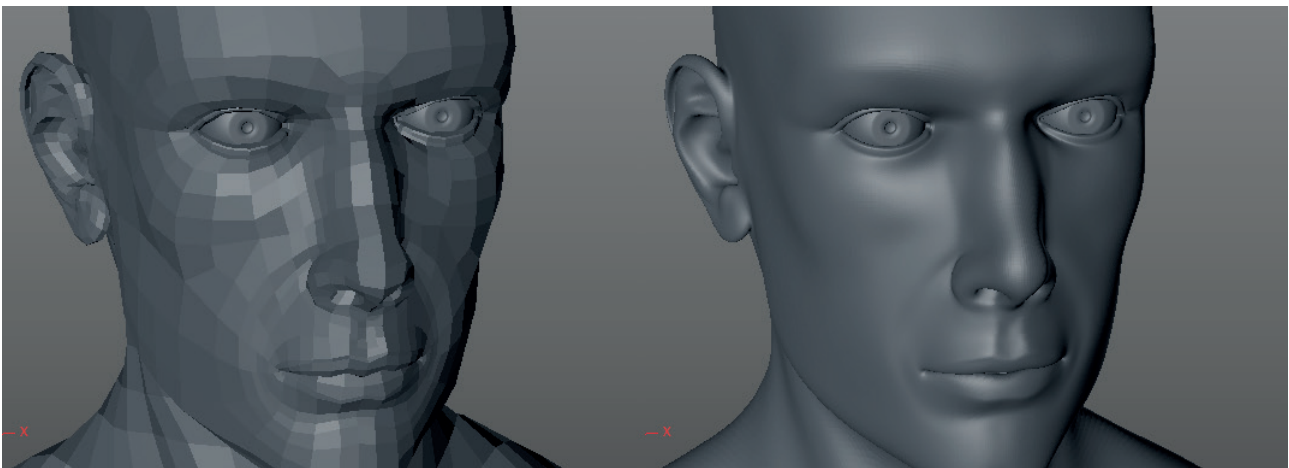
Das Werkzeug funktioniert im Punkte-, Kanten- und Polygone-Modus identisch. Anders als noch bei **Polygon-Shift** muss jedoch in jedem Fall bereits ein **Polygon**-Objekt selektiert sein.

### 5.4.5 Der Unterteilen-Befehl

Soll ein Objekt generell höher mit Flächen unterteilt werden, bietet sich der **Unterteilen**-Befehl an, der unter **Mesh > Hinzufügen** zu finden ist. In dem Menü befindet sich hinter dem Eintrag ein Zahnrad-Symbol. Dieses weist generell auf einen Dialog hin, der wahlweise geöffnet werden kann. Wird nur der Texteintrag des Befehls aufgerufen, wird die Funktion mit den zuletzt benutzten Einstellungen bzw. den Standardwerten ausgeführt. Nur durch Auswahl des Zahnrad-Symbols wird der dazugehörige Dialog vor der Ausführung eingeblendet.

Die Unterteilung kann in verschiedenen Stärken durchgeführt werden. **Unterteilungen 1** bedeutet, dass jedes Polygon horizontal und vertikal mittig durchgeschnitten wird. Aus einem Viereck werden dadurch vier Vierecke. Bei einem **Unterteilungen**-Wert von 2 würde diese vier neuen Polygone erneut durchgeschnitten. Nun bekämen wir schon 16 Polygone für jedes Viereck. Sie erkennen daran bereits, dass schon kleine **Unterteilungen**-Werte relativ viele neue Polygone erzeugen können. Nutzen Sie daher kleine Einstellungen und führen Sie ggf. den Befehl mehrfach hintereinander aus, um sich der gewünschten Polygondichte langsam anzunähern.

Sollen die neu entstehenden Polygone gleichzeitig zur Abrundung der Geometrie benutzt werden, aktivieren Sie vor der Ausführung des Befehls die Option für **Weiche Unterteilung**. Die führt zu einer Glättung harter Kanten und der Übergänge zwischen den ursprünglichen Polygonen. Beachten Sie, dass durch diesen Effekt die ursprüngliche Form immer auch etwas kleiner wird.



Der Wert für **Maximaler Winkel** gibt an, bis zu welcher Neigung zwischen benachbarten Polygonen noch eine Glättung dazwischen berechnet werden soll. Der Standardwinkel von 180° bewirkt, dass das gesamte Objekt gerundet wird.

Beachten Sie, dass die Unterteilen-Funktion auch auf selektierte Polygone beschränkt werden kann. Soll das gesamte Objekt unterteilt oder geglättet werden, wechseln Sie vor dem Aufruf des Befehls in den **Modell bearbeiten**-Modus oder deselektieren im **Polygone bearbeiten**-Modus zuvor alle Flächen.

► *Siehe Übung zu den bislang bekannten Werkzeugen*

## ZUSAMMENFASSUNG POLYGON-MODELLIERUNG

- Polygone bestehen aus Punkten, die über Kanten miteinander verbunden sind.
- Um Polygone zu erzeugen muss ein Polygon-Objekt vorhanden sein, das die enthaltenen Punkte aufnimmt. Dabei kann es sich um ein leeres Polygon-Objekt, ein konvertiertes parametrisches Grundobjekt oder ein konvertiertes Spline-Modellier-Objekt (Extrude, Lathe, Loft oder Sweep) handeln.
- Nahezu alle Modellierwerkzeuge für Polygone sind im Mesh-Menü zu finden.
- Vor Benutzung der Modellier-Werkzeuge ist auf die Auswahl des richtigen Betriebsmodus zu achten. Nicht alle Funktionen und Befehle sind in allen Betriebsmodi verfügbar.
- Der Polygon-Stift erstellt entweder selbst ein leeres Polygon-Objekt oder fügt einem selektierten Polygon-Objekt neue Punkte, Kanten und Polygone durch Mausclicks in die Editoransichten hinzu. Kombinationen mit **Shift** und **Strg/Ctrl** ermöglichen auch das Extrudieren, Runden und Schneiden bereits vorhandener Strukturen.
- Das Punkt erzeugen-Werkzeug ermöglicht das Hinzufügen einzelner Punkte auf Kanten oder innerhalb bestehender Polygone.
- Zuvor selektierte Kanten lassen sich mit dem Kanten schneiden-Werkzeug an beliebiger Stelle teilen. Die Ring-Selektion wird häufig zur Vorbereitung dieses Arbeitsschritts benutzt.
- Mithilfe des **Linienschnitts** lassen sich Objekte entlang einer Schnittlinie feiner unterteilen und ggf. auch auftrennen, um z. B. nur eine Hälfte zu behalten.
- Der **Ebenenschnitt** erzeugt Unterteilungen parallel zu einer räumlichen Ebene.
- Mit dem **Loop/Pfad-Schnitt** kann eine automatische Schnittführung aktiviert werden, die sich prozentual oder absolut entlang einer Kante platzieren lässt. Eine vergleichbare Funktion bietet auch das **Kanten schneiden**-Werkzeug. Der **Loop/Pfad-Schnitt** kann jedoch zusätzlich die erstellten Schnitte zur Rundung oder Formung des entsprechenden Bereichs platzieren.
- Das Unterteilen-Werkzeug ermöglicht die gleichmäßige Unterteilung selektierter Polygone oder des gesamten Objekts. Dabei kann auch ein Glättungsalgorithmus genutzt werden, der die Neigung der Polygone zusätzlich organischer gestaltet und den unterteilten Bereich zusätzlich abrundet.
- Einige Modellierbefehle bieten zusätzliche Einstellmöglichkeiten, die nur nach einem Klick auf das Zahnrad-Symbol hinter deren Menüeinträgen sichtbar werden.
- Nahezu alle Werkzeuge bieten optional die Erzeugung von N-Gons an. Diese speziellen Polygone können für uns unsichtbare Drei- und Vierecke enthalten. Das Objekt wirkt dadurch aufgeräumter. Dafür fehlt uns jedoch häufig der Zugriff auf die Kanten innerhalb des N-Gons und eine Beeinflussungsmöglichkeit bezüglich der Ausrichtung und Anzahl der Drei- und Vierecke innerhalb des N-Gons.

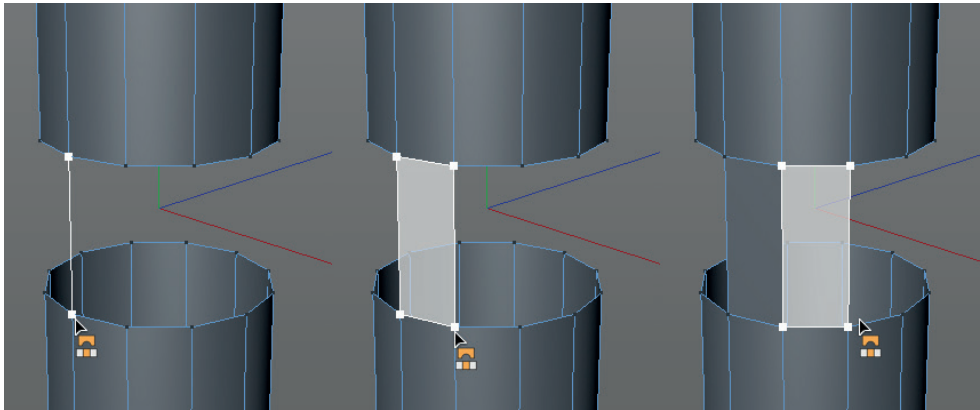
## 5.4.6 Weitere Modellierwerkzeuge

Beschäftigten sich die bislang besprochenen Werkzeuge eher mit der Unterteilung bestehender Polygone und dem Hinzufügen von neuen Punkten oder Polygonen, so gehen die folgenden Funktionen oft darüber hinaus und können die Form eines bestehenden Objekts verändern. Ein Schwerpunkt dieser Funktionen enthält dabei das Extrudieren, also das Kopieren und anschließende Verschieben von Flächen oder Kanten. Zudem erleichtert die Brücke-Funktion das Verbinden bereits existierender Elemente.

### 5.4.6.1 Das Brücke-Werkzeug

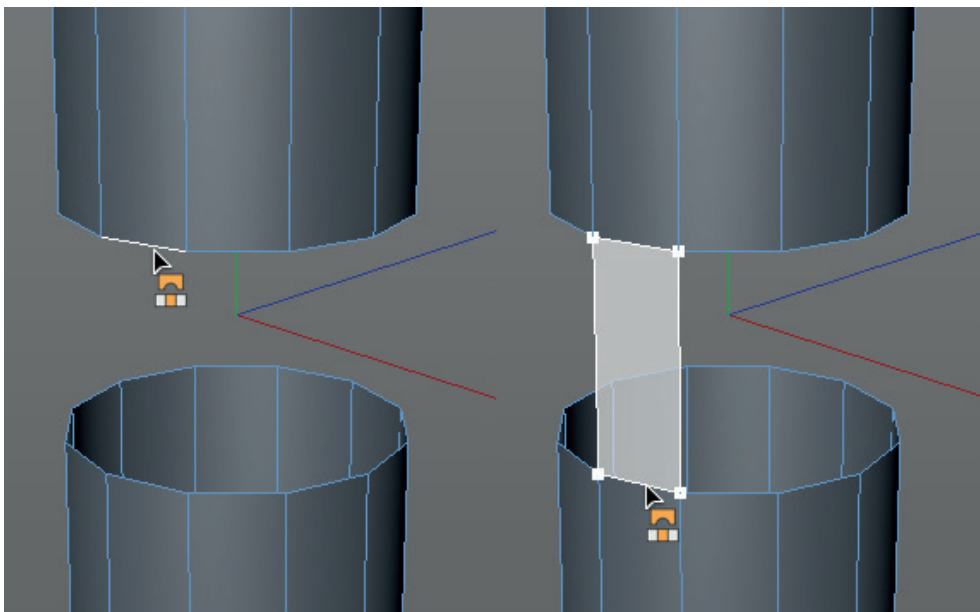
Die **Brücke** verbindet Punkte, Kanten oder ganze Polygone miteinander. Dabei können neue Einzel-Polygone oder auch komplexe Polygon-Tunnel entstehen. Die Bedienung des Werkzeugs erfolgt dabei ausschließlich interaktiv mit der Maus in den Editoransichten.

Sollen im **Punkte bearbeiten**-Modus neue Polygone zwischen bereits existierenden Punkten entstehen, ziehen Sie bei aktivem **Brücke**-Werkzeuge mit der Maus und gehaltener linker Maustaste eine erste Verbindungslinie zwischen zwei Punkten. Nach dem Lösen der Maustaste bleibt eine weiße Linie stehen, welche die erste Kante des Polygons symbolisiert. Wiederholen Sie das Verbinden zweier benachbarter Punkte, um die gegenüberliegende Kante des gewünschten Polygons zu erzeugen. Nach dem Lösen der Maustaste entsteht ein Polygon.



Dieser Vorgang kann nun wiederholt werden, wobei die nachfolgend verbundenen Punkte jeweils mit der Kante des vorherigen Punktpaars ein neues Polygon bilden. Eine vorherige Selektion der Punkte ist nicht nötig.

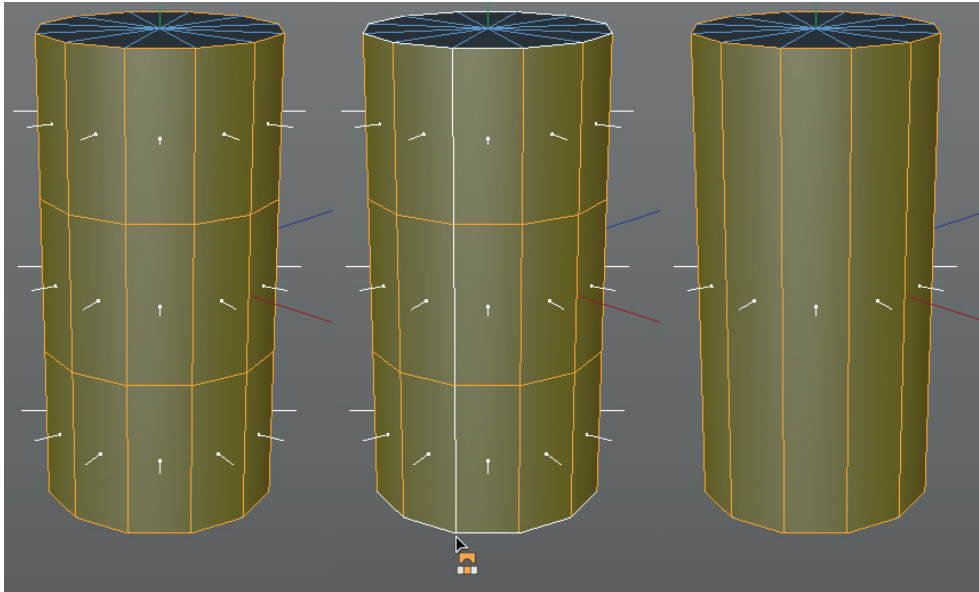
Im **Kanten bearbeiten**-Modus vereinfacht sich die Erstellung neuer Polygone auf das symbolhafte Verbinden zweier Kanten, zwischen denen dann eine neue Fläche erstellt wird. Auch hierbei ist keine vorherige Selektion notwendig.



Im **Polygone bearbeiten**-Modus ändert sich dieses Verhalten und eine zusätzliche Option des **Brücke**-Werkzeugs wird im **Attribute-Manager** freigeschaltet. Sie müssen also zuerst die Polygone auswählen, die mit der Brücke verbunden werden sollen. Dafür bieten sich z. B. Flächen an, die sich gegenüber liegen. Wird dann mit dem Werkzeug eine Verbindungslinie zwischen den Eckpunkten der Polygone gezogen, entsteht eine Art Verbindungstunnel zwischen den ursprünglich selektierten Polygonen. Die funktioniert auch, wenn sich mehrere selektierte Polygone gegenüberstehen, sofern diese eine zusammenhängende Insel bilden.

Sollen anschließend die Originalflächen entfernt werden, aktivieren Sie die **Originalpolygone löschen**-Option im **Attribute-Manager**.

Dieses Werkzeug kann aber auch genutzt werden, um z. B. mehrere parallel zueinander verlaufende Polygonstreifen zu einem einzelnen Streifen zu verbinden.

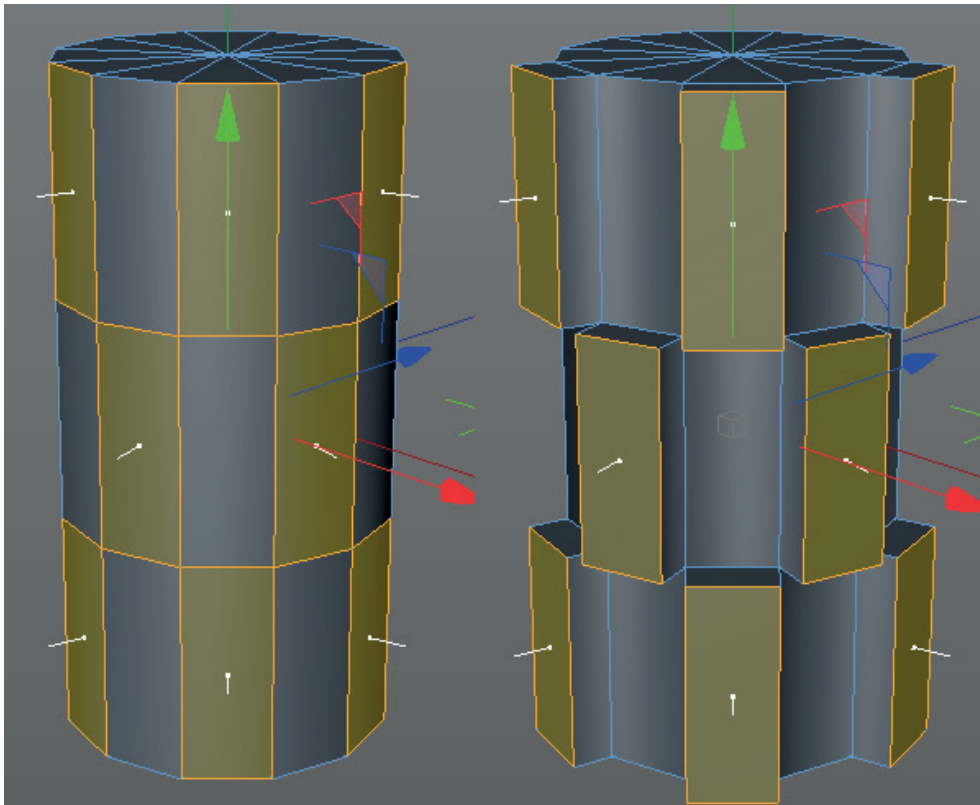


Hierbei muss Originalpolygone löschen jedoch unbedingt aktiv sein, damit keine doppelten, sich überlagernden Flächen entstehen.

#### 5.4.6.2 Das Extrudieren-Werkzeug

Dieses Werkzeug funktioniert zwar auch im Punkte bearbeiten-Modus, wird jedoch häufiger im Kanten- oder Polygone bearbeiten-Modus benutzt. Dabei muss nur dann eine Selektion vorhanden sein, wenn mehrere Punkte, Kanten oder Polygone gleichzeitig bearbeitet werden sollen. Ansonsten reicht das direkte Anklicken und Ziehen mit der Maus aus. Eine ähnliche Funktion kann sogar ganz ohne den Aufruf des Werkzeugs genutzt werden, wenn z. B. das **Verschieben**-Werkzeug aktiv ist und gleichzeitig die **Strg/Ctrl**-Taste gehalten wird. Beim Verschieben eines Punkts, einer Kante oder eines Polygons entsteht dadurch eine Kopie. Somit erweitert sich oft die ursprüngliche Form durch das gezogene Element.

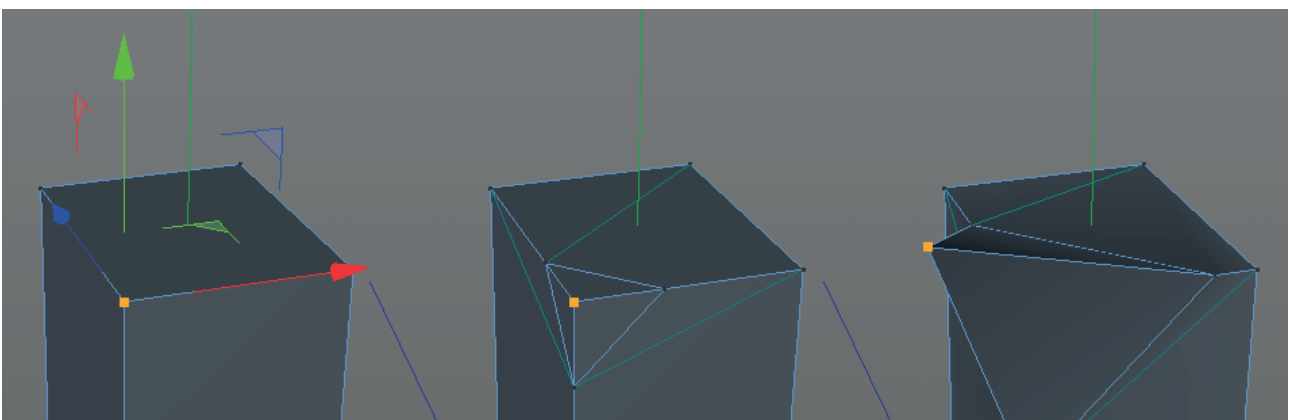
**Extrudieren** kann wahlweise interaktiv mit der Maus oder auch numerisch exakt über den *Attribute-Manager* gesteuert werden. Auch eine Verbindung dieser beiden Techniken ist möglich, wenn z. B. zuerst Kanten oder Polygone durch Ziehen mit der Maus und gleichzeitiges Halten der linken Maustaste nach links oder rechts extrudiert werden.



Anschließend lassen sich u. a. Betrag und Richtung noch über den *Attribute-Manager* editieren. Dies ist so lange möglich, bis das Werkzeug gewechselt, bzw. per Mausklick in den Editor oder Betätigung der **Neu transformieren**-Schaltfläche im *Attribute-Manager* ein neuer Werkzeugaufruf gestartet wird.

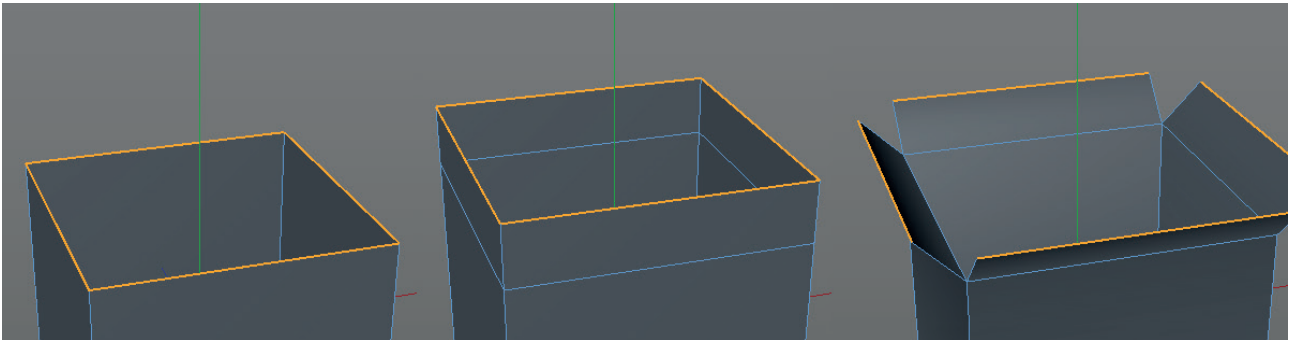
Wird das Werkzeug ausschließlich über den *Attribute-Manager* bedient, ist zur ersten Ausführung des Werkzeugs ein Klick auf die dortige **Zuweisen**-Schaltfläche nötig. Jeder nachfolgende Werkzeugschritt muss durch einen Klick auf die **Neu transformieren**-Schaltfläche eingeleitet werden. Dieses Verhalten ist bei allen Modellierwerkzeugen mit Eingabemöglichkeiten im *Attribute-Manager* identisch.

Im **Punkte bearbeiten**-Modus können Kopien selektierter Punkte über den **Offset**-Wert des Werkzeugs in Richtung der Oberflächennormalen verschoben werden. Durch Nutzung des **Bevel**-Werts lassen sich dabei zusätzliche Punkte auf den angrenzenden Kanten platzieren. In dieser Kombination können sehr einfach Abfasungen an Eckpunkten erstellt werden.



Ist **N-Gons erstellen** aktiv, beschränken sich die neuen Polygone dabei auf den unmittelbaren Bereich um den extrudierten Punkt herum.

Im **Kanten bearbeiten**-Modus lassen sich durch das Extrudieren offene Polygonränder sehr effektiv erweitern. Da neben dem bekannten **Offset**-Wert dort auch ein **Kante Winkel** angegeben werden kann, lassen sich die Orientierungen der neuen Flächen zu der ursprünglichen Kantenrichtung exakt einstellen.



Wurden mehrere Kanten selektiert, sorgen **Gruppen erhalten** zusammen mit **Maximaler Winkel** dafür, dass zusammenhängende Strukturen auch nach dem Extrudieren zusammenbleiben. Nur wenn der Winkel zwischen benachbarten Kanten oder Polygonen größer als **Maximaler Winkel** wird, wird die extrudierte Struktur in diesem Bereich aufgetrennt. Ohne **Gruppen erhalten** oder bei Nutzung eines sehr kleinen **Maximaler Winkel**-Werts wird jedes selektierte Kante separat extrudiert. Auf diese Weise könnten z. B. die vier Laschen eines Kartons in einem Arbeitsschritt extrudiert und passend rotiert werden.

Im **Polygone bearbeiten**-Modus entspricht das Verhalten des Werkzeugs dem Extrudieren von Kanten, nur das hier kein Winkel für die Richtung des **Offsets** angegeben werden kann. Dafür ermöglicht die **Deckfläche**-Option die Erhaltung der ursprünglich selektierten Polygone auch nach der Extrudierung. Diese Option entspricht damit der Umkehrung der **Originalpolygone löschen**-Option am **Brücke**-Werkzeug.

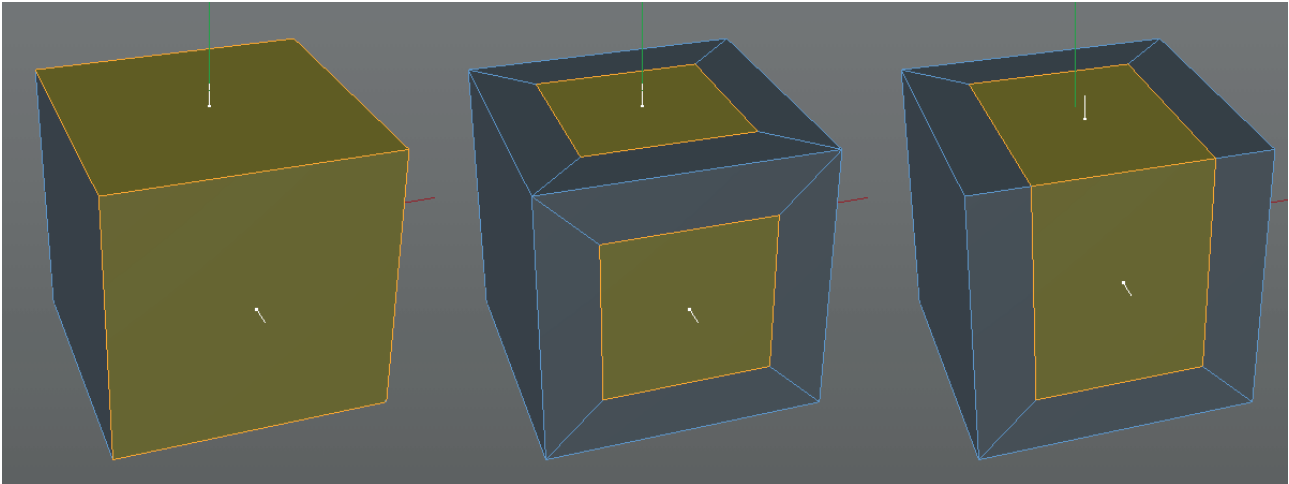
Ist **Deckfläche** aktiv, lassen sich z. B. nur aus einer Polygonwand bestehende Objekte schnell in massive Objekte überführen. Dieser Effekt kann jedoch besonders bei der **Subdivision Surface**-Modellierung störend sein. Überprüfen Sie daher vor jeder Benutzung des **Extrudieren**-Befehls, ob die **Deckfläche**-Option tatsächlich wie gewünscht eingestellt ist.

Geht es Ihnen weniger um Genauigkeit als mehr um das Hinzufügen zufällig wirkender Details, benutzen Sie die **Variation**-Werte des Werkzeugs, um den **Offset** oder bei Punkten die **Bevel**-Einstellung variieren zu lassen. Dies wirkt am eindrucksvollsten, wenn gleichzeitig viele Elemente selektiert wurden und **Gruppen erhalten** deaktiviert wurde.



### 5.4.6.3 Das Innen extrudieren-Werkzeug

Dieses Werkzeug bietet eine ähnliche Funktionalität, kann jedoch nur im **Polygone bearbeiten**-Modus benutzt werden. Anstatt die extrudierten Polygone mittels eines Offsets senkrecht zu verschieben, findet hier eine Skalierung statt.



Der **Offset**-Wert des Werkzeugs macht die Flächen also größer oder kleiner. Dies kann genutzt werden, um die Unterteilungsdichte innerhalb eines Bereichs zu erhöhen oder um die Größe eines Bereichs für eine nachfolgende Extrudierung vorzubereiten. **Innen extrudieren** und **Extrudieren** werden daher oft in stetiger Kombination benutzt.

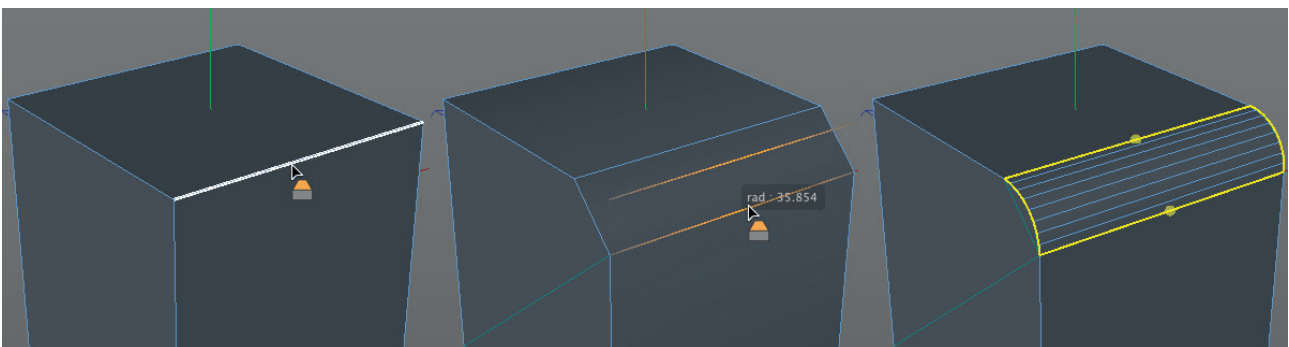
Ein **Unterteilung**-Wert kann zusätzlich benutzt werden, um die hinzugefügten Bereiche mit weiteren Polygonen zu unterteilen.

Ansonsten entspricht die Bedienung dem **Extrudieren**-Werkzeug. Sie können also sowohl interaktiv, als auch ausschließlich über den *Attribute-Manager* arbeiten.

### 5.4.6.4 Das Bevel-Werkzeug

Elemente zu beveln meint das Abrunden eines Bereichs und ist somit eine besonders wichtige Funktion, denn kaum ein reales Objekt verfügt über mathematisch exakte scharfe Kanten. Selbst wenn ein Objekt später eher eine mechanische und harte Optik haben soll, ist das leichte Abrunden der Kanten zu empfehlen, um eine natürlichere Wirkung von Glanz und Licht auf der Oberfläche zu erhalten.

Das Werkzeug funktioniert im **Punkte**-, **Kanten**- und **Polygone bearbeiten**-Modus und kann interaktiv einzelne, nicht ausgewählte Elemente bearbeiten. Sie ziehen dabei einfach mit der Maus an dem gewünschten Element im Ansichtsfenster.



Sollen mehrere Punkte, Kanten oder Polygone gleichzeitig gerundet werden, ist eine vorherige Selektion notwendig. Dabei bietet das Werkzeug diverse Einstellungen im *Attribute-Manager* an die aber auch nach einer Ausführung noch editiert werden können.

Über den **Bevel-Modus** entscheiden Sie, ob Sie z. B. eine Kante abrunden (Einstellung **Fase**) oder mit parallelen Strukturen (Einstellung **Ganz**) versehen möchten. Letzteres wird hauptsächlich in Kombination mit **Subdivision Surface**-Modellierung benutzt. Wir kommen auf diese Technik noch zurück, die sich vor allem für organische Formen eignet.

Der **Offset-Modus** legt fest, wie der nachfolgende **Offset**-Wert angewendet werden soll. **Konstanter Abstand** bedeutet, dass der **Offset** absolut verwendet wird. Es wird also keine Rücksicht auf die vorhandenen Abstände und Größen der Kanten und Flächen genommen. Sind zwei separate Kanten in einem großen und einem kleinen Polygon selektiert worden, so werden beide mit einer identisch großen Abrundung versehen, was natürlich bei großen Werten die Gefahr der Durchdringung mit angrenzenden Strukturen verschärfen kann. Andererseits ist nur in diesem Modus gewährleistet, dass Ihr **Offset** exakt so angewendet wird, wie vorgegeben.

Im **Offset-Modus Proportional** orientiert sich der Offset an den Längen der benachbarten Kanten und wird daher nur prozentual angegeben. Die Rundung kann dadurch unsymmetrisch stark werden, wenn die benachbarten Flächen stark unterschiedlich groß sind. Positiv hieran ist, dass Durchdringungen der neuen Flächen mit der vorhandenen Struktur besser vermieden werden können. Die exakte Vorgabe eines Rundungsradius, den Sie dann eventuell noch an anderer Stelle des Objekts verwenden möchten, ist in diesem Modus jedoch nicht möglich.

Der dritte Modus **Radial** verhält sich nahezu identisch zum Modus **Konstanter Abstand**. Die einzigen Unterschiede sind an Eckpunkten sichtbar, in denen drei Kanten aufeinandertreffen. Die Rundung wird dort kugelförmig ausgeführt.

Da Abrundungen nur durch viele Polygone richtig zur Geltung kommen, kann die Anzahl der neuen Bevel-Flächen über den **Unterteilung**-Wert angepasst werden. Zudem lässt sich die Krümmung einer Abrundung über den **Tiefe**-Parameter skalieren oder sogar invertieren. Eine Abrundung kann dadurch z. B. also auch konkav, statt wie üblich konvex gestaltet werden. Beachten Sie, dass der **Tiefe**-Wert je nach Einstellung im noch folgenden **Form**-Menü absolut oder prozentual arbeitet.

Die **Grenze**-Option sorgt dafür, dass der **Offset** nicht so groß angelegt werden kann, dass die gerundeten Kanten über die Begrenzungen der benachbarten Flächen hinausgeschoben werden können. Zur Vermeidung von unnötigen Durchdringungen sollte diese Option daher generell angeschaltet bleiben.

Die eigentliche Form der Abrundung wird über das **Form**-Menü eingestellt. Die Voreinstellung **Rund** in Verbindung mit einer **Spannung** von 100% entspricht einer typischen kreisrunden Abfasung. Durch Reduzierung der **Spannung** kann die Rundung abgeflacht oder sogar invertiert und nach innen gedrückt werden.

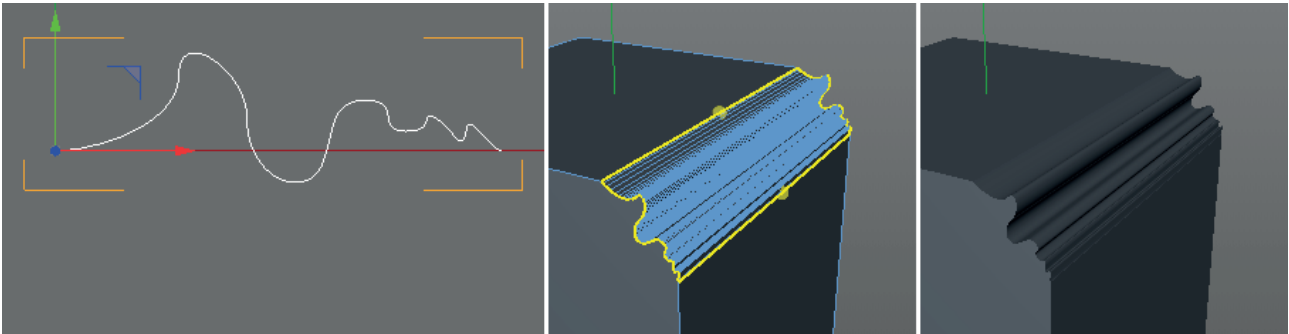
Wer eine individuelle Kurve für die Rundung vorgeben möchte, kann dies in der **Form**-Einstellung durch Auswahl von Benutzer aktivieren. Eine Kurve für die Benutzer-Form wird angezeigt und kann durch Verschieben der Punkte und Editieren der Punkt-Tangenten an der Kurve editiert werden. Zusätzliche Punkte können durch **Strg/Ctrl**-Klicks auf die Kurve hinzugefügt werden. Überzählige Kurvenpunkte können durch Anklicken selektiert und anschließend über die **Entfernen**- oder **Rückschritt**-Taste gelöscht werden. Ein Rechtsklick in den Bereich der Kurve öffnet ein Kontextmenü mit zahlreichen Befehlen, um den Verlauf der Kurve oder die Tangenten der Punkte zu beeinflussen.

Wie die Kurve interpretiert wird, hängt maßgeblich von der **Symmetrie**-Option unter der Kurve ab. Ist diese ausgeschaltet, sind der linke und der rechte Rand der Kurve mit dem Abstand zwischen den neuen Kanten an der Abrundung identisch. Mit anderen Worten entspricht die Mitte der Kurve auch der Mitte des Abrundungsprofils. Mit aktiver Symmetrie stellt der rechte Rand die Mitte der Abrundung dar. Es sind also nur symmetrische Profile für die Abrundung möglich, da die fehlende Seite durch symmetrische Spiegelung der Kurve an der rechten Seite entsteht.

Die Option für **Konstanter Querschnitt** versucht das Volumen des Rundungsprofils über die gerundeten Kanten hinweg konstant zu halten. Je nach Verlauf der selektierten Kanten kann jedoch auch das Ausschalten dieser Option sinnvoll sein und ein besseres Ergebnis liefern.

Generell sollte bei der Verwendung von eigenen Formquerschnitten eine Rundung über harte Eckpunkte hinweg vermieden werden, bei denen z. B. drei selektierte Kanten in einem Eckpunkt zusammentreffen. Die Rundung der Ecke kann in solchen Fällen nicht harmonisch verlaufen. In solchen Fällen sollte in zwei Schritten gerundet werden, also zuerst nur zwei der Kanten, die sich in dem Eckpunkt treffen. Anschließend kann dann die senkrecht dazu stehende Kante gerundet werden.

Eine weitere Option zur individuellen Rundung bietet die **Form**-Einstellung **Profil**. Hierbei muss ein Spline aus dem **Objekt-Manager** in das Feld für **Profil-Spline** gezogen werden.

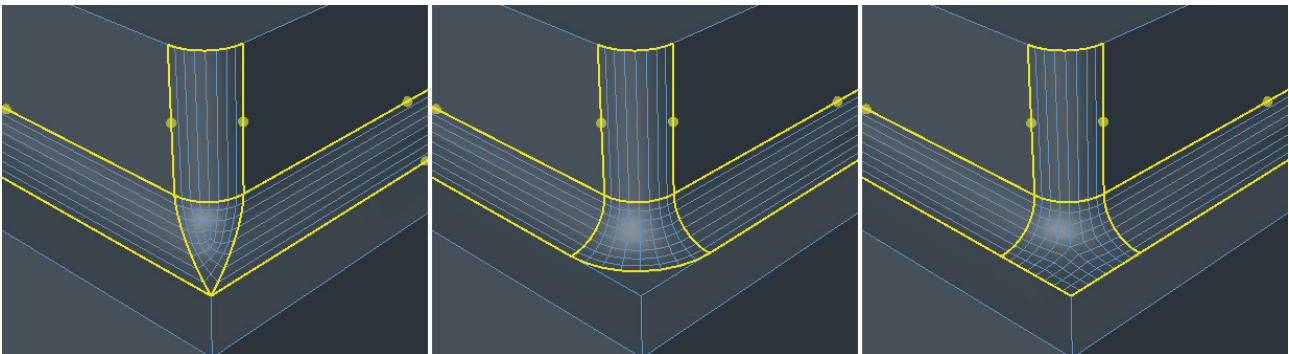


Dieses Spline-Objekt sollte zweidimensional und offen sein, muss also z. B. exakt in der XY-Ebene seines Objektsystems liegen und darf nicht die **Spline schließen**-Option benutzen. Diese **Profilebene** ist in einem separaten Menü anzugeben.

Beachten Sie, dass in diesem Modus der **Unterteilung**-Wert seine Funktion verliert. Die Anzahl der Unterteilungen wird nun über die Zwischenpunkte des Profil-Splines definiert. Die Intensität der Formung wird über den **Tiefe**-Wert geregelt.

Die Menüs und Optionen in der **Topologie**-Rubrik des Werkzeugs beschäftigen sich mit der Art der Flächenunterteilung, vorrangig in den zur Rundung benachbart liegenden Abschnitten des Objekts.

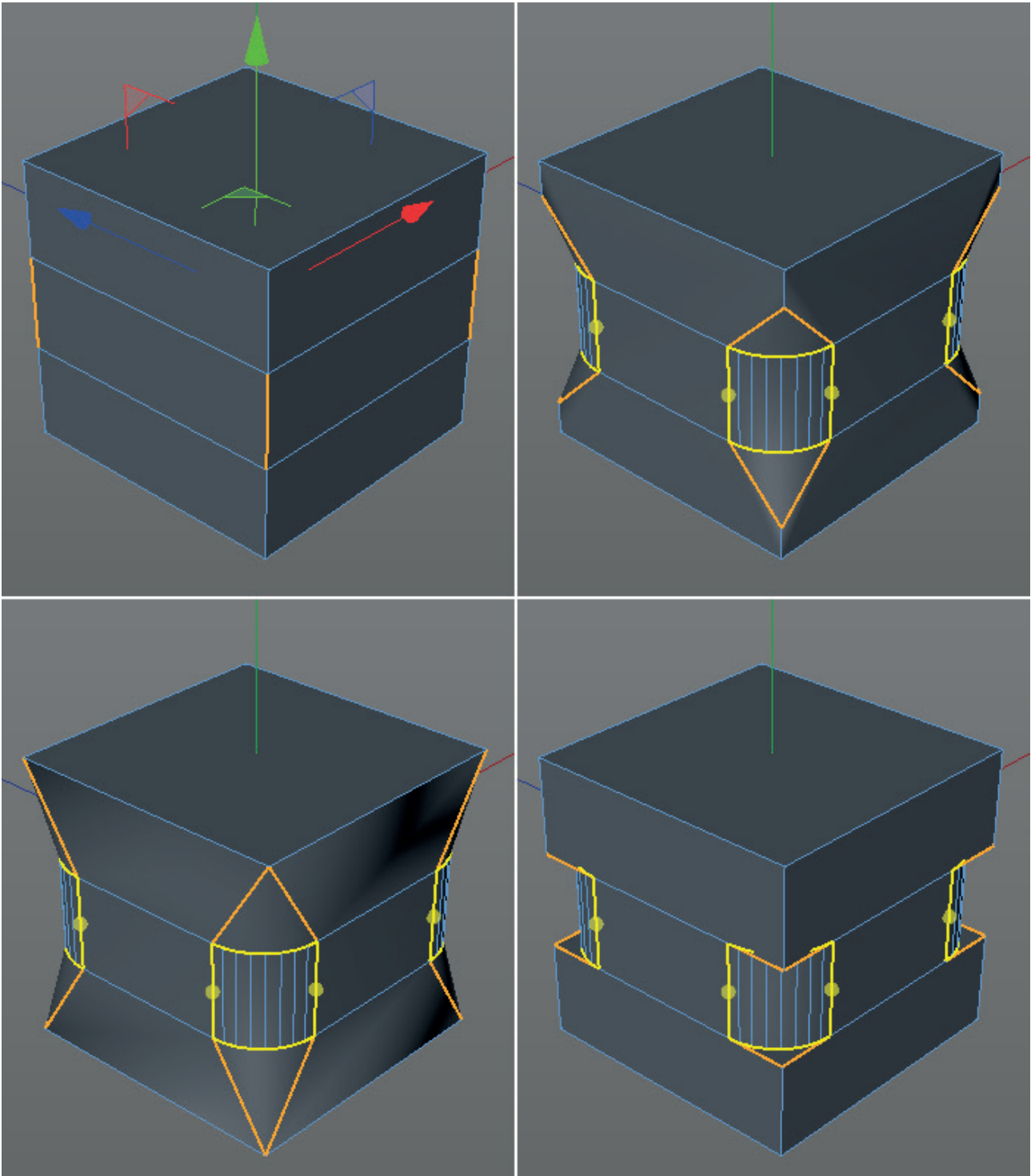
Eine Gehrung entsteht dabei immer dort, wo sich mindestens drei Polygone in einem Punkt treffen, der Bestandteil einer gerundeten Kante ist. Die **Gehrung**-Einstellung definiert, wie mit diesen Polygonen zu verfahren ist.



Nur die Einstellung **Gleichmäßig** sorgt z. B. dafür, dass keine N-Gons in diesen angrenzenden Polygonen entstehen.

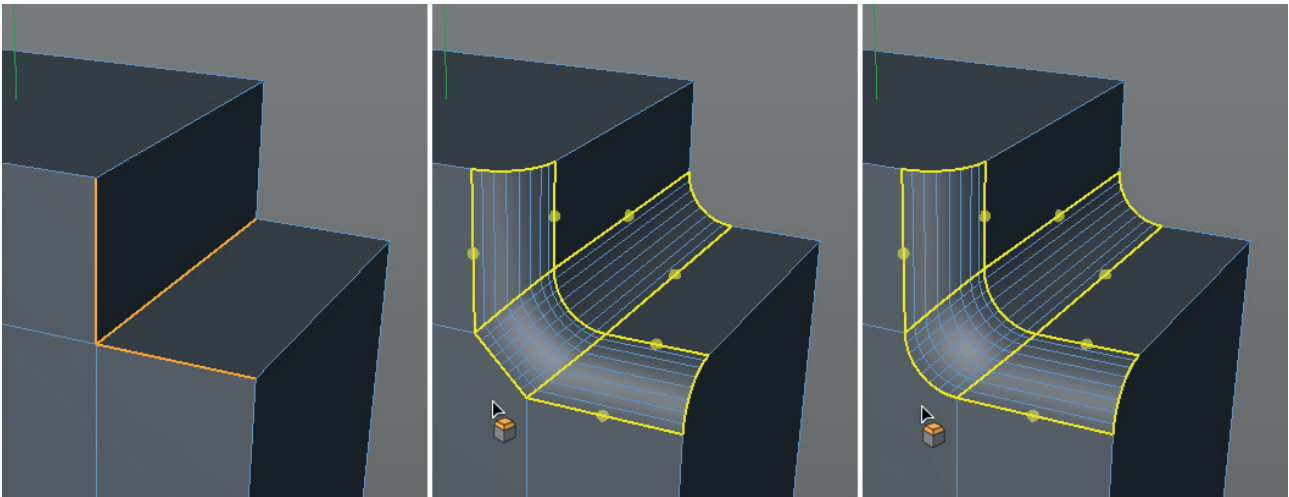
Gehrungen und Übergänge von gerundeten zu nicht gerundeten Bereichen lassen sich übrigens daran erkennen, dass diese durch das **Bevel**-Werkzeug in den Ansichtsfenstern orangefarben dargestellt werden. Die Rundung selbst erscheint hingegen gelblich gefärbt.

Das **Endung**-Menü definiert den Übergang an den Enden selektierter Kanten zu den angrenzenden Kanten.



Bei **Voreingestellt** ist die Länge dieses Übergangs vom **Offset** abhängig. Bei **Verlängern** wird immer die komplette Länge der angrenzenden Kante für den Übergang vom gerundeten zum nicht gerundeten Bereich eingenommen. Mit **Endung Hart** kommt es schließlich zu einem harten Bruch zwischen den gerundeten und den angrenzenden, nicht gerundeten Bereichen. Der gerundete Abschnitt wirkt ohne Übergang wie eingelassen oder aufgesetzt.

Die **Teilrundung** betrifft nur den Sonderfall der Kantenrundung, bei dem drei gerundete und zwei unselektierte Kanten in einem Punkt zusammentreffen.



Die Einstellung definiert dann die Rundung an diesem gemeinschaftlichen Punkt.

Die folgenden Optionen legen fest, ob und wo durch die Rundung N-Gons erstellt werden sollen. **Rundung: N-Gons** betrifft dabei die gerundeten Kanten und **Ecken: N-Gons** die Bereiche, bei denen sich mehrere gerundete Kanten in einem Punkt treffen.

Da auch N-Gons intern wieder aus Drei- und Vierecken bestehen, auf deren Anordnung wir jedoch keine direkte Einflussmöglichkeit haben, sollten Sie zumindest bei den Ecken auf N-Gons verzichten, um in diesen Bereichen eine vorhersehbare Qualität der Rundung zu erzielen.

Die übrigen beiden Optionen beschäftigen sich mit den Phong-Winkeln, die über **Phong**-Tags ausgewertet werden können, sofern dort die Option für **Unterbrochene Kanten auswerten** aktiv ist. Die an eine Gehrung oder eine Rundung angrenzende Kante kann dann aus der Phong-Schattierung entfernt werden, was zu einer sichtbar harten Darstellung der Oberflächenschattierung an dieser Kante führt.

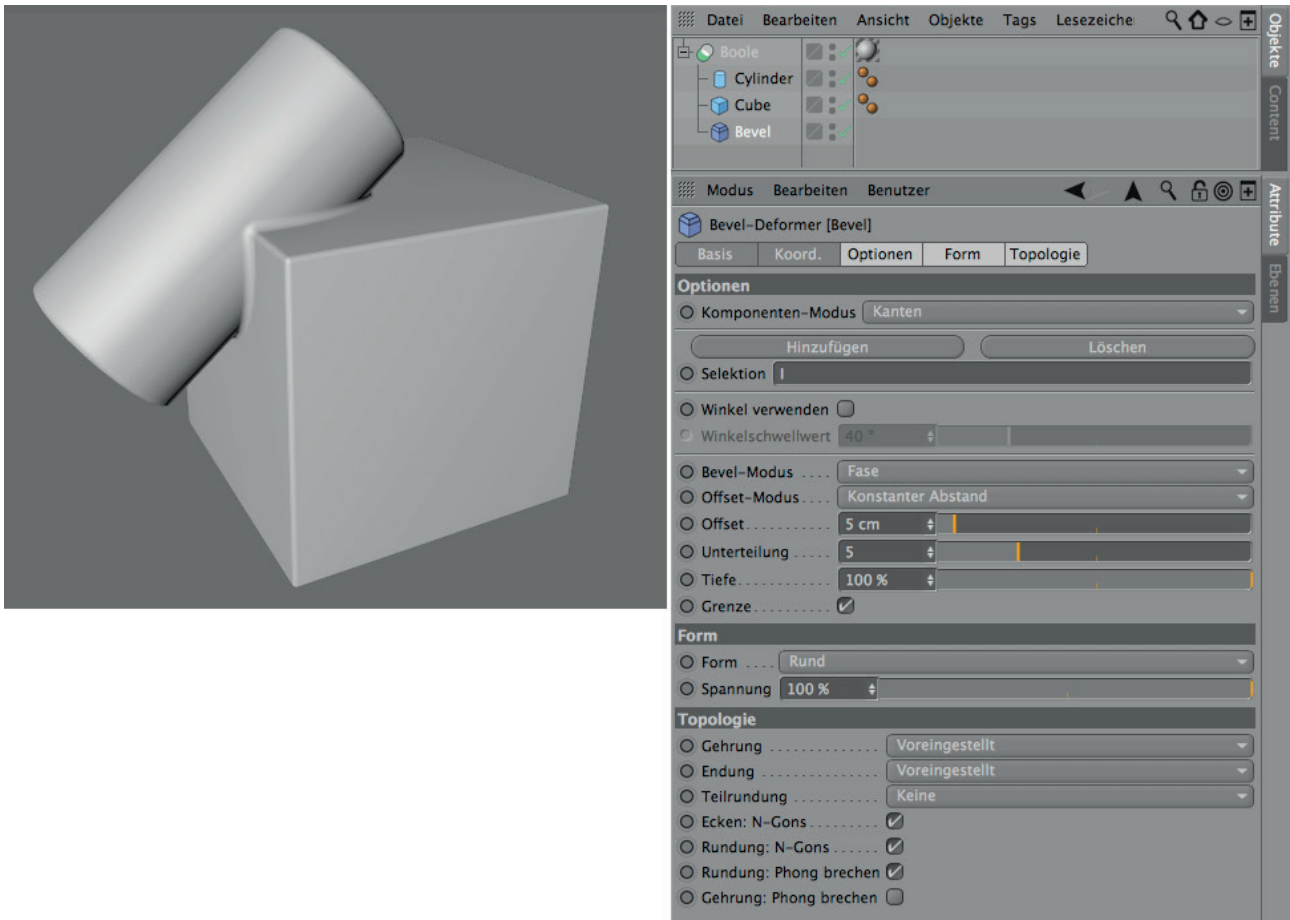
Die eigentliche Bedienung des Werkzeugs kann wie gewohnt direkt im Editor erfolgen. Es wird jedoch für den Feinschliff in jedem Fall die Nutzung des **Attribute-Managers** und der soeben aufgezählten Optionen und Menüs nötig sein. Es gibt aber auch Tastenkürzel, mit denen direkt im Editor Optionen freigeschaltet werden, die gar nicht über den **Attribute-Manager** zu erreichen sind.

Im Normalfall werden Sie zuerst im Editor die Punkte, Kanten oder Polygone selektieren, für die Sie eine Rundung berechnet haben möchten. Im Fall selektierter Polygone entspricht das Verhalten des **Bevel**-Werkzeugs übrigens eine Kombination aus **Innen extrudieren** und **Extrudieren**. Die Flächen werden also in Richtung der Oberflächennormalen verschoben und formen dabei Tasten, Hübel oder auch Täler, wenn der Wert für **Extrusion** negativ angesetzt wird. Der **Offset** gibt dabei die prozentuale Skalierung des Polygons an. In jedem Fall kann ein Hauptteil des Effekts über gelbe Anfasser-Punkte direkt in den Ansichtsfenstern gesteuert werden. Besonders bei der Rundung von Punkten oder Kanten ist dies bereits der wichtigste Parameter, sofern kein individueller Querschnitt für die Rundung benutzt werden soll.

Wenn mehrere Kanten gleichzeitig gerundet werden, kann nach dem Einstellen des Rundungsradius die **Strg/Ctrl**-Taste gehalten werden, während an einzelnen Anfasser-Punkten gezogen wird. Dadurch lassen sich Rundungsradien individuell pro Kantenzug editieren. Beachten Sie nur, dass jede Veränderung an den Modi des Werkzeugs im **Attribute-Manager** diese individuelle Einstellung wieder zurücknimmt. Sie sollten daher diesen Arbeitsschritt erst durchführen, wenn alle anderen Vorgaben wie gewünscht gewählt wurden.

### 5.4.6.5 Der Bevel-Deformator

Noch einen Schritt praktischer ist der **Bevel**-Deformator. Dieses Objekt ist z. B. unter **Erzeugen > Deformer** zu finden und muss nur dem Objekt untergeordnet werden, dessen Punkte, Kanten oder Polygone abgerundet werden sollen.



Die Wahl der zu runden Elemente treffen Sie im Menü **Komponenten-Modus** am Bevel-Deformator. Ist **Winkel verwenden** aktiv, können Sie die Abrundung z. B. nur auf die Kanten beschränken, die einen Winkel größer als bei **Winkelschwellwert** angegeben zwischen sich haben. Noch präziser können Sie die Abrundung über gespeicherte Selektionen steuern. Dazu selektieren Sie zuerst an Ihrem Objekt z. B. die Kanten die abgerundet werden sollen, wählen dann **Selektion einfrieren** im **Selektieren**-Menü von Cinema 4D und tragen den Namen dieser Selektion dann in das **Selektion**-Feld des Deformators ein. Dies funktioniert selbst mit parametrischen Grundobjekten. Dazu gehen Sie so vor:

Erstellen Sie eine Kopie des parametrischen Objekts und konvertieren Sie diese zu einem Polygon-Objekt (**Mesh > Konvertieren > Grundobjekt konvertieren**). Erstellen Sie anschließend die gewünschten Selektionen und lassen Sie diese als Auswahl-Tags speichern. Diese Auswahl-Tags ziehen Sie dann auf Ihr Original Objekt, unter dem der **Bevel**-Deformator eingruppiert wurde. Die konvertierte Kopie kann anschließend wieder gelöscht werden.

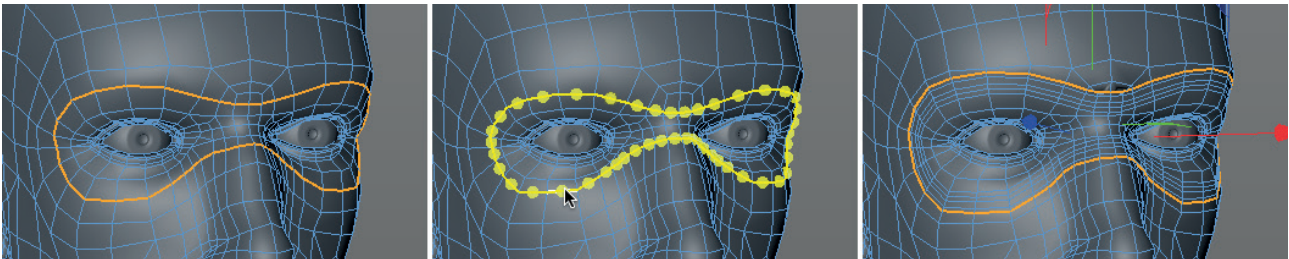
Das **Boole**-Objekt kann ebenfalls eine für uns unsichtbare Selektion erzeugen, die dann über den **Bevel**-Deformator geglättet werden kann. Dazu müssen am **Boole**-Objekt **Einzelnes Objekt erzeugen** und **Schnittkanten selektieren** aktiv sein. Sie erhalten qualitativ bessere Ergebnisse wenn zudem **Neue Kanten verstecken** aktiviert wird, damit N-Gons erstellt werden. Diese unsichtbare Selektion hat den Namen **I** (der Großbuchstabe i) und kann somit direkt als Selektionsname im **Bevel**-Deformator verwendet werden, wenn dieser an dritter Position unter dem **Boole**-Objekt eingruppiert wird.

Mit der **Hinzufügen**-Schaltfläche können sich zusätzliche **Selektion**-Feld einblenden lassen, um auch die Selektionen mehrerer Auswahl-Tags ansprechen zu können. Zudem können auch mehrere **Bevel**-Deformatoren unter dem gleichen Objekt eingruppiert werden, um z. B. nacheinander erst die Punkte, dann die Kanten und schließlich die Polygone abzurunden. Ansonsten entsprechen die Möglichkeiten des **Bevel**-Deformators denen des **Bevel**-Werkzeugs.

#### 5.4.6.6 Das Gleiten-Werkzeug

Nicht immer sitzen alle Punkte oder Kanten an der Stelle, an der wir sie gerne hätten. Das nachträgliche Verschieben birgt jedoch immer auch die Gefahr, die Form des Objekts ungewollt zu verändern. Was liegt also näher, also die umliegenden Kanten als eine Art Gleis für die Verschiebung zu benutzen. Die geschobenen Punkte und Kanten können dadurch nicht mehr beliebig platziert werden.

Exakt so arbeitet das **Gleiten**-Werkzeug, das für Punkt und Kanten verwendet werden kann. Eine vorherige Selektion ist nur dann erforderlich, wenn mehr als eine Kante gleichzeitig verschoben werden soll.



Punkte können generell nur einzeln verschoben werden. Wird beim Gleiten eines Punkts **Strg/Ctrl** gehalten, verschmilzt der Punkt beim Lösen der Maustaste automatisch mit dem angrenzenden Punkt, in dessen Richtung er verschoben wurde. Dieses Verhalten ähnelt dem **Vernähen**-Werkzeug, das nachfolgend beschrieben noch wird.

Ähnlich dem **Bevel**-Befehl erlaubt auch das **Gleiten** verschiedene **Offset-Modi**. Bei **Konstanter Abstand** werden alle Kanten um den gleichen **Offset**-Betrag verschoben. Bei **Proportional** wird der **Offset** prozentual in Abhängigkeit der angrenzenden Kantenlängen umgesetzt. Die **Grenze**-Option verhindert dabei die Überlappung des gleitenden Elements mit angrenzenden Punkten.

Zusätzlich kann mittels der **Höhe**-Einstellung ein Abstand senkrecht zur Oberfläche eingestellt werden.

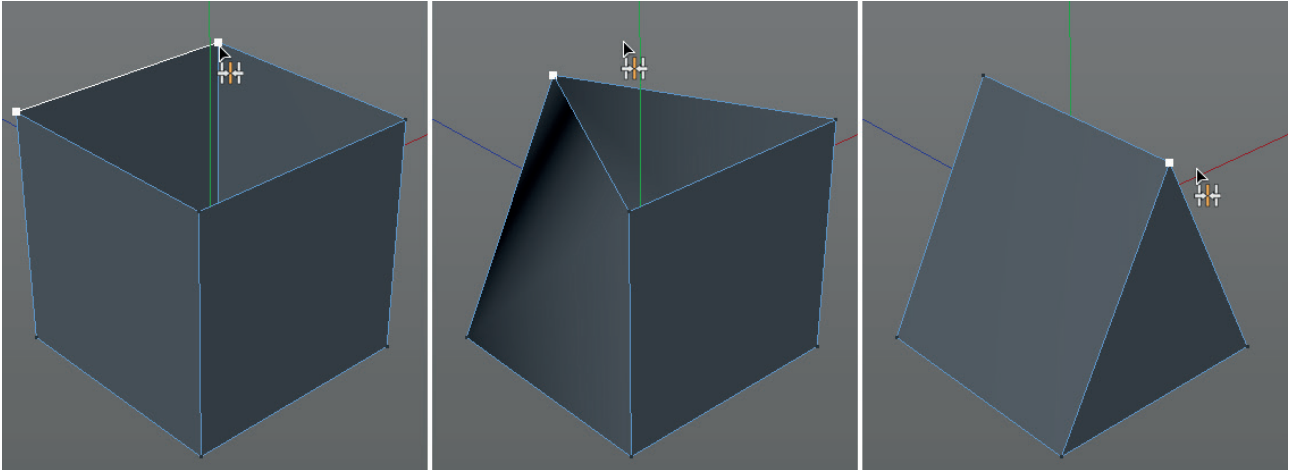
Wird beim Ziehen von Kanten die **Strg/Ctrl**-Taste gehalten, bleibt das Original erhalten und nur eine Kopie der ursprünglichen Kante wird verschoben. Den gleichen Effekt hat die **Klonen**-Option des Werkzeugs.

Über **Krümmung beibehalten** wird eine unsichtbare Kreiskurve durch den ursprünglichen Kantenpunkt und die direkt angrenzenden Kanten gezogen. Die Gleiten-Verschiebung folgt dadurch nicht den angrenzenden Kanten, sondern dieser gekrümmten Kurve. In Kombination mit der **Klonen**-Funktion und der mehrfachen Ausführung über die **Neu transformieren**-Schaltfläche, lassen sich dann auch Abrundungen erstellen, die denen des **Bevel**-Werkzeugs ähnlich sind. Der Vorteil hierbei wäre jedoch, dass eine Rundung auch nur auf eine Seite einer Kante begrenzt werden kann.

#### 5.4.6.7 Das Vernähen-Werkzeug

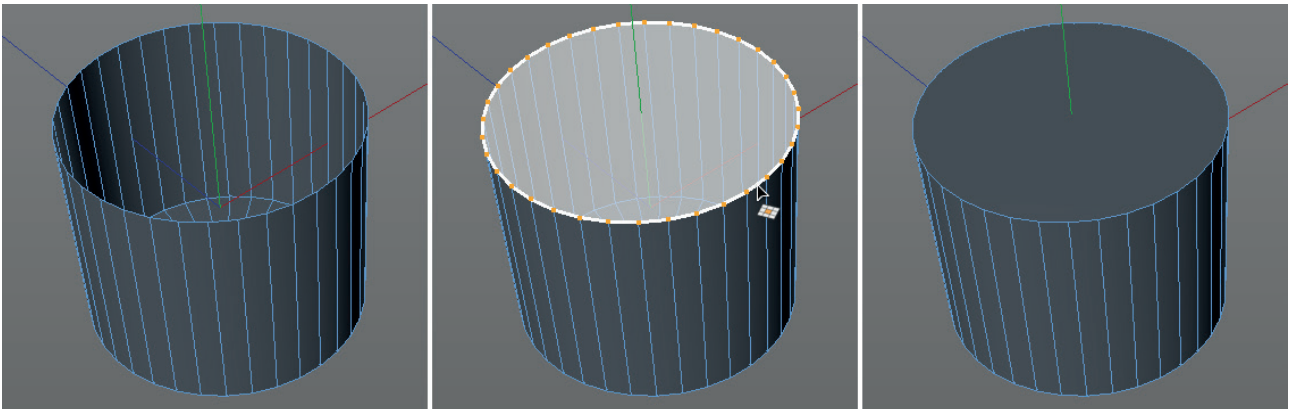
Dieses Werkzeug beschäftigt sich nicht mit dem Hinzufügen neuer Details, sondern mit dem Verschmelzen vorhandener Punkte. Auf diese Weise lassen sich z. B. offene Enden einer Struktur schließen oder überzählige Punkte durch Einrasten an Nachbarn eliminieren.

Für ein vorhersehbares Verhalten sollten im **Punkte-** oder **Kanten bearbeiten**-Modus keine Selektionen aktiv sein. Punkte oder Kanten können dann direkt mit der Maus angefasst und auf angrenzende Punkte oder Kanten verschoben werden, auf denen sie einrasten sollen. Wird beim Ziehen **Strg/Ctrl** gehalten, springen das gezogene Element und das Zielelement nach dem Lösen der Maustaste auf die rechnerische Mitte.



#### 5.4.6.8 Der Polygonloch schließen-Befehl

Wir haben bereits Werkzeuge zum individuellen Erstellen einzelner Polygone besprochen. Geht es um das einfache Verschließen einer Öffnung bietet diese Funktion jedoch einen unschlagbaren Vorteil: Ein einzelner Mausklick genügt. Sobald der Mauszeiger über einem offenen Kantenzug liegt, wird eine helle Vorschaufläche eingeblendet. Entspricht diese Ihren Vorstellungen, reicht ein Linksklick aus, um diesen Bereich zu verschließen.

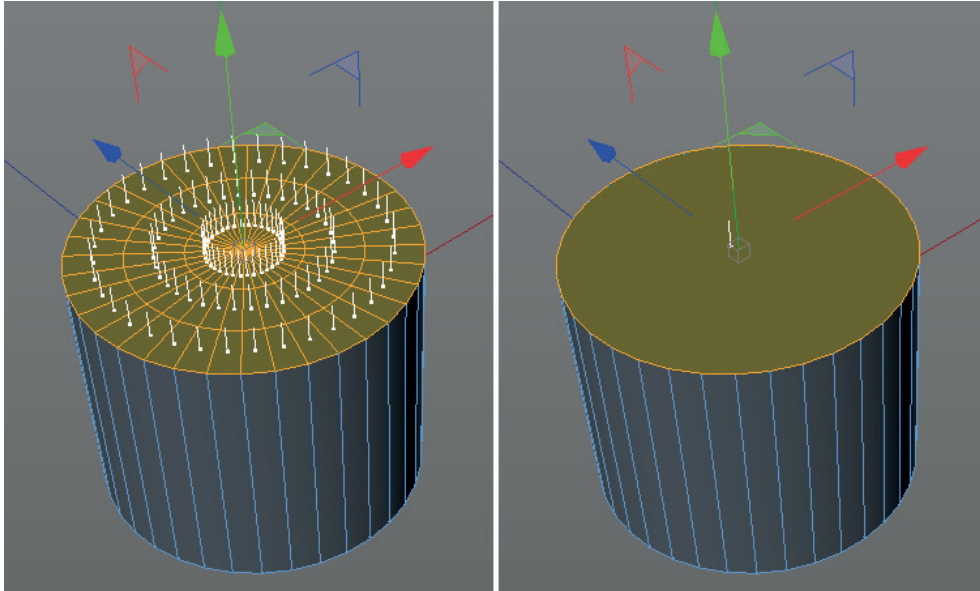


Dabei entsteht eine einzelne N-Gons-Fläche. Der zu verschließende Bereich sollte daher möglichst in einer 2D-Ebene liegen.

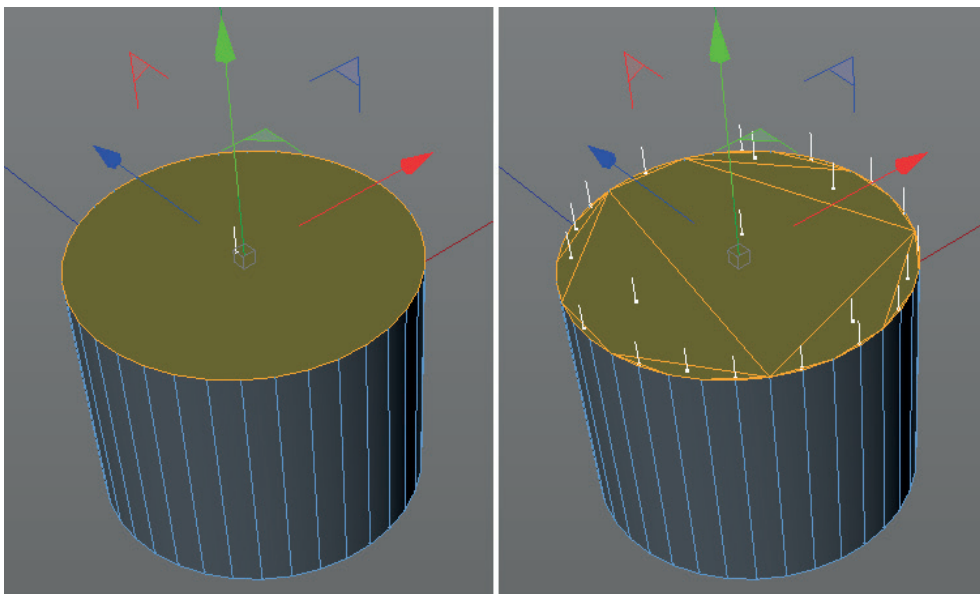


#### 5.4.6.9 Schmelzen und N-Gons auflösen

N-Gons können recht praktisch sein, um die sichtbare Anzahl von Polygonen beschränken zu können. Viele Werkzeuge bieten daher Optionen an, diese Sonderart der Polygone bereits automatisch zu erzeugen. Über den **Schmelzen**-Befehl können jedoch auch nachträglich noch selektierte Polygone zu einem N-Gon vereint werden. Dabei bleiben jedoch die Punkte innerhalb der selektierten Polygongruppe nicht erhalten. Im Prinzip werden die selektierten Flächen gelöscht und die ursprünglichen Außenkanten durch eine ebene N-Gon-Fläche verschlossen. Der Befehl funktioniert auch im **Punkte**- oder **Kanten bearbeiten**-Modus und ermöglicht dort die Löschung selektierter Elemente, ohne dass an den entsprechenden Stellen Löcher entstehen. In jedem Fall sollte der Befehl jedoch nur an ebenen Abschnitten der Geometrie benutzt werden, damit es zu keiner Formveränderung kommt.



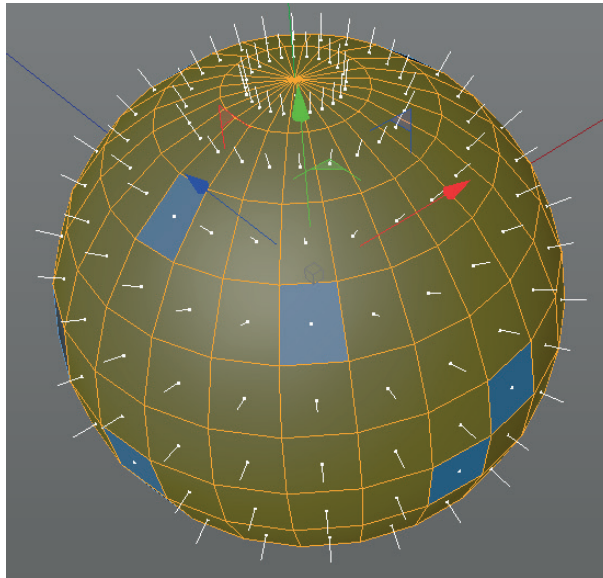
Der umgekehrte Befehl lautet **N-Gons auflösen** und erstellt aus N-Gons wieder Bereiche mit Drei- und Vierecken. Da N-Gons jedoch selbst für die Anzahl und Anordnung dieser Flächen zuständig sind, wird das Schmelzen und anschließende **N-Gons auflösen** in der Regel nicht den Urzustand der Oberfläche wiederherstellen.



Sind keine N-Gons selektiert, werden alle N-Gons des aktiven Objekts umgerechnet.

#### 5.4.6.10 Normalen umdrehen und ausrichten

Wir haben bereits die Normalen als weiße Linien in den Editoransichten beobachten können, sofern die **Polygonnormalen**-Option in den **Ansichtsvoreinstellungen** aktiviert wurde. Sie sollten stets senkrecht auf der Außenhülle eines Objekts stehen. Bei allen parametrischen Grundobjekten und den Spline-Modellierobjekten ist dies automatisch der Fall. Werden jedoch Polygone manuell erstellt, kann es dazu kommen, dass die Normale einer Fläche in die exakt entgegengesetzte Richtung weist. Die Form des Objekts bleibt dadurch zwar unverändert, aber das Verhalten vieler Werkzeuge oder später auch die Darstellung von Licht und Materialien kann sich dramatisch verändern. Derartige Fehler sollten frühzeitig korrigiert werden. Selektieren Sie dazu die fehlerhaft selektierte Fläche und wählen Sie **Normalen umdrehen** aus. Sie erkennen solche Polygone selbst bei ausgeschalteter Darstellung der Normalen an einer bläulichen Färbung in den Editoransichten. Die Außen- bzw. Vorderseite eines Polygons ist orangefarben.



Sind mehrere Polygone falsch ausgerichtet, können Sie alternativ auch **Normalen ausrichten** benutzen. Cinema 4D überprüft dann selbständig die Normalen und korrigiert diese automatisch. Sie sollten dazu in den **Modell bearbeiten**-Modus umschalten oder sicherstellen, dass keine Polygone selektiert wurden. Ansonsten werden nur die aktuell ausgewählten Flächen durch den Befehl überprüft.

Beachten Sie, dass bei aus CAD-Anwendungen importierten Objekten oft **Normalen-Tags** mit importiert werden. Diese speichern für alle Oberflächenpunkte die Richtungen der Normalen ab, sodass die Schattierung der Oberfläche nicht länger zwingend vom Winkel benachbarter Polygone zueinander abhängt. Wurden die Optionen für **Benutzernormalen umdrehen** bzw. **Benutzernormalen ausrichten** in den Dialogen der **Normalen umdrehen**- und **Normalen ausrichten**-Befehle aktiviert, werden die in solchen Tags gespeicherten Informationen ebenfalls aktualisiert.

#### 5.4.6.11 Verschieben, Skalieren, Drehen entlang der Normalen

Wurde z. B. ein **Extrudieren**-Befehl zum Verschieben eines Polygons bereits abgeschlossen, wird es Ihnen anschließen schwerfallen, den Abstand dieses Polygons senkrecht zur Oberfläche noch zu korrigieren. In solchen Fällen hilft Verschieben (entlang Normalen). Der Befehl kann interaktiv mit der Maus oder über den **Verschieben**-Wert im **Attribute-Manager** gesteuert werden. Wurde nichts selektiert, kann auch ein ganzes Objekt einheitlich vergrößert oder verkleinert werden. Sehr hilfreich zum Erstellen z. B. einer Hülle um ein Objekt. Voraussetzung ist, dass alle Normalen einheitlich ausgerichtet sind.

Auf gleiche Weise können Polygone auch um ihre Normale gedreht oder skaliert werden. Besonders das Drehen kann jedoch bei einer Selektion mehrerer Flächen nicht immer vorhersehbare Ergebnisse liefern.

#### 5.4.6.12 Die Abtrennen- und Ablösen-Befehle

Sind Polygone selektiert worden, können diese nach Aufruf von **Ablösen** separat verschoben werden, ohne dass die angrenzenden Bereiche dadurch in Mitleidenschaft gezogen werden. Möglich ist dies, weil der Befehl die Punkte am Rand der Selektion verdoppelt. Dabei bleiben alle Flächen jedoch weiterhin in einem einzelnen Objekt.

Möchten Sie die selektierten Polygone in ein neues Objekt überführen, benutzen Sie den Abtrennen-Befehl. Die ursprünglich selektierten Polygone bleiben dadurch am Original erhalten. Die Funktion entspricht also dem **Kopieren** und anschließendem **Einfügen** der Flächen in ein neues Polygon-Objekt.

#### 5.4.6.13 Objekte verbinden

Die Umkehrung des **Abtrennen**-Befehls stellt **Objekte verbinden** dar. Wählen Sie zuerst alle Objekte aus, deren Punkte und Polygone zu einem einzelnen Objekt verbunden werden sollen. Anschließend führen Sie entweder **Objekte verbinden** oder **Objekte verbinden + löschen** aus. Dies funktioniert übrigens auch mit Spline-Objekten, wobei dabei unterschiedliche Interpolationsarten und Zwischenpunkt-Einstellungen zwangsläufig verloren gehen.

Bei **Objekte verbinden** bleiben anschließend die Originale unverändert vorhanden. Bei Nutzung von **Objekte verbinden + löschen** werden die Originale gelöscht. Es bleibt dann nur das zusammengefügte Objekt übrig.

#### 5.4.6.14 Der Optimieren-Befehl

Besonders beim Importieren von Objekten aus anderen Programmen können wir uns nicht immer sicher sein, dass keine doppelten Strukturen vorhanden sind. Aber auch Cinema 4Ds eigene Objekte können von einer Optimierung profitieren. Der Befehl überprüft selektierte Bereiche eines Objekts auf kollabierte **Flächen** oder **unbenutzte Punkte** und kann auch Punkte automatisch verschweißen, wenn diese nahezu identisch platziert wurden.

Kollabierte Flächen entstehen dann, wenn alle ihre Eckpunkte auf einer Geraden liegen. Die Fläche ist zwar gültig, später im Bild jedoch nicht zu sehen. Unbenutzte Punkte entstehen leicht, wenn Polygone gelöscht werden. Die ehemaligen Eckpunkte dieser Flächen werden nicht automatisch mit gelöscht. Schließlich benutzt Cinema 4D selbst einige Objekte, die doppelte Punkte enthalten, wie z. B. am **Zylinder**-Grundobjekt. Wird dieses zu einem Polygon-Objekt konvertiert, ist der Rand zwischen den Deckflächen und der Zylinderfläche doppelt vorhanden. Aber auch durch Befehle, wie das **Ablösen**, können doppelte Punkte entstehen, die nicht unmittelbar erkennbar sind. Der **Optimieren**-Befehl bietet ein eigenes Einstellungsfenster an, in dem u. a. auch ein **Toleranz-Wert** für die Suche nach doppelten Punkten vorgegeben werden kann. Soll das gesamte Objekt optimiert werden, schalten Sie in den **Modell bearbeiten**-Modus um oder achten darauf, dass vor Aufruf des Befehls keine Selektion am Objekt aktiv ist.

► *Siehe Übung zu den Modellier-Werkzeugen*

## ZUSAMMENFASSUNG MODELLIERWERKZEUGE

- Vorhandene Punkte oder Kanten lassen sich mit dem **Brücke**-Befehl verbinden.
- **Brücke** kann auch Polygon-Tunnel oder Verbindungen zwischen selektierten Polygonen erzeugen. Die Bedienung erfolgt interaktiv mit der Maus im Ansichtsfenster.
- Durch das **Extrudieren** können Kanten oder Flächen erweitert werden. Die ursprüngliche Form des Objekts wird dadurch in der Regel erweitert und vergrößert.
- **Innen extrudieren** kann zur lokalen Erhöhung der Polygondichte verwendet werden, ermöglicht aber auch eine Skalierung selektierter Bereiche.
- Der **Bevel**-Befehl bietet zahlreiche Optionen zum Abrunden von Kanten oder Punkten. Beim Beveln von Polygonen kommt es zu einer Kombination der **Extrudieren**- und **Innen extrudieren**-Befehle.
- Ein **Bevel**-Deformator bietet die gleiche Funktionalität, kann jedoch auch mit parametrischen Objekten benutzt und jederzeit in seiner Wirkung editiert werden.
- **Gleiten** ermöglicht das Verschieben von Punkten oder Kanten entlang der angrenzenden Kantenrichtungen. Zusätzliche Optionen erlauben zusätzliche Abrundungen ähnlich der **Bevel**-Funktionalität.
- Mittels **Vernähen** können Punkte oder Kanten verschweißt werden.
- **Polygonloch schließen** erzeugt ein N-Gon, das Öffnungen verschließt.
- Über die **Schmelzen**-Funktion können selektierte Polygone auch nachträglich zu einem N-Gon zusammengefügt werden.
- **N-Gons auflösen** wandelt N-Gons zu normalen Drei- und Vierecken um.
- Die Normalen der Oberfläche sollten generell nach außen weisen. Falsch orientierte Flächen können nach vorheriger Selektion des Polygons über **Normalen umdrehen** korrigiert werden.
- Eine automatische Überprüfung und Korrektur der Normalen ist über **Normalen ausrichten** möglich.
- Polygone lassen sich auch relativ zur Richtung der Normalen verschieben, drehen oder skalieren.
- **Abtrennen** kopiert selektierte Polygone in ein automatisch neu erstelltes Polygon-Objekt. das Original bleibt unverändert erhalten.
- **Ablösen** verdoppelt die Punkte am Rand einer Polygonselektion und ermöglicht dadurch die individuelle Verschiebung oder Skalierung der abgelösten Flächen, ohne die benachbarten Strukturen zu verändern.
- Separate Objekte können mit **Objekte verbinden** zu einem einzelnen Objekt vereint werden. Bei **Objekte verbinden + löschen** werden im Anschluss die Originale aus der Szene entfernt.
- Nicht länger benötigte Punkte oder auf der gleichen Position platzierte Punkte können per **Optimieren**-Befehl entfernt bzw. zusammengefasst werden.

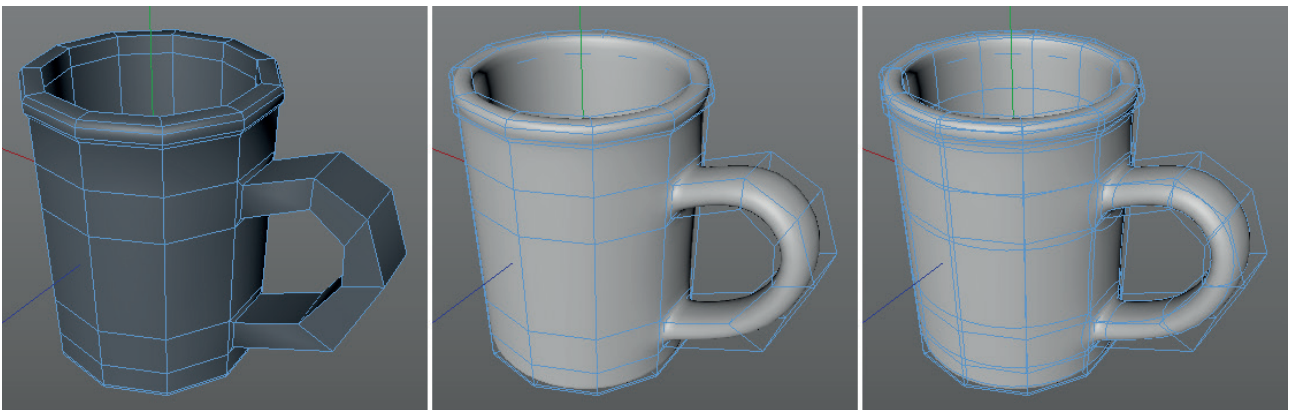
### 5.4.7 Das Subdivision Surface-Objekt

Wir haben nun bereits alle wichtigen Modellieretechniken kennengelernt. Splines erleichtern die Erstellung organischer Formen, sofern keine Verzweigungen der Form benötigt werden. Reine Polygon-Modellierung hingegen bietet jede Freiheit in der Anordnung der Flächen, wird jedoch schnell unübersichtlich und komplex, wenn es um organisch weiche Formen geht.

Diesen Nachteil gleicht das **Subdivision Surface**-Objekt aus. Es handelt sich dabei um einen Generator, dem in der Regel ein Polygon-Objekt untergeordnet wird. Das Polygon-Objekt wird dabei von dem **Subdivision Surface**-Objekt feiner unterteilt und dabei zusätzlich gerundet. Der Effekt entspricht der bereits besprochenen **Unterteilen**-Funktion, die ja ebenfalls eine Option für die Subdivision-Glättung anbot. Der Vorteil hierbei ist jedoch, dass das untergeordnete Polygon-Objekt nicht selbst unterteilt wird, sondern diese Unterteilung jederzeit über das **Subdivision Surface**-Objekt geregelt oder gar auch ganz wieder entfernt werden kann. Es ist also ein interaktiver Prozess, der das Original nicht verändert.

Dies bringt mit sich, dass Sie weiterhin an dem Polygon-Objekt arbeiten können und sich dadurch die feiner unterteilte und geglättete Version des Subdivision Surface-Objekts laufend aktualisiert. Es existieren also praktisch immer zwei Versionen des Polygon-Objekts: Eine normale, in der Regel nur grob modellierte Form, die Sie z. B. auch für die Animation benutzen können und dann die geglättete Version dieses Polygon-Objekts.

Je nach eigenen Vorlieben bei der Modellierung gibt es daher auch verschiedene Darstellungsarten dieser beiden Formen in den Editoransichten, die Sie unter **Optionen > Ansichtsvoreinstellungen** in den Ansichten einstellen können.



In der **Anzeige**-Rubrik dieses Dialogs im *Attribute-Manager* finden Sie eine Option für **Isoline bearbeiten**. Ist diese ausgeschaltet, sehen Sie im Punkte, Kanten- oder Polygone bearbeiten Modus und bei selektiertem Polygon-Objekt unter einem **Subdivision Surface**-Objekt immer die tatsächliche Form dieses Objekts. Die geglättete und feiner unterteilte Geometrie erscheint davon unabhängig.

Ist **Isoline bearbeiten** aktiv, werden zusätzlich die gerundeten Punkte, Kanten und Flächen auf der gerundeten **Subdivision Surface**-Form projiziert und können dort direkt bearbeitet werden. Dieser Modus wirkt sicherlich eindeutiger in der Darstellung, sollte jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Originalform nach wie vor vorhanden ist und immer als Basis für die **Subdivision Surface**-Geometrie herhält.

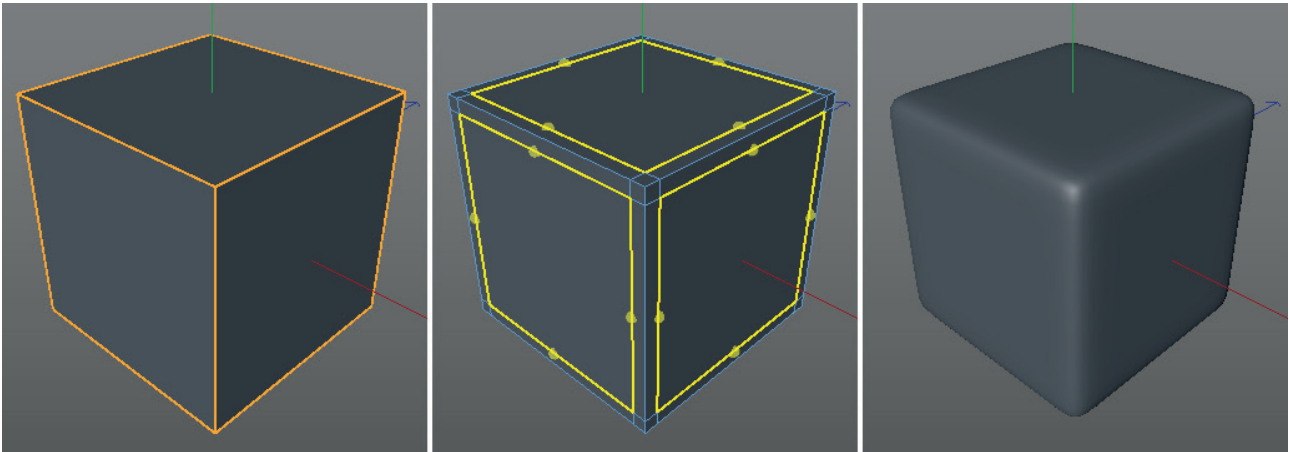
Die Intensität der Unterteilung kann am **Subdivision Surface**-Objekt unabhängig für die Darstellung im Editor und für die spätere Darstellung beim Rendering, also der Bild- oder Animationsberechnung, eingestellt werden. Lassen Sie sich dabei nicht von den niedrig erscheinenden Zahlenwerten täuschen. Jede Erhöhung um eine Einheit vervierfacht ungefähr die Anzahl der Polygone an der geglätteten Version des Polygon-Objekts. Entsprechend gerundeter, aber auch speicherintensiver wird die Form mit ansteigenden Werten.

Sinnvolle Einstellungen variieren hier stark, da deren Wirkung natürlich auch von der bereits vorhandenen Polygonanzahl am untergeordneten Polygon-Objekt abhängt.

Beachten Sie bei der Modellierung des Polygon-Objekts zudem, dass die geglättete Subdivision Surface-Form generell kleiner ausfällt.

Technisch betrachtet werden die Kanten am Polygon-Objekt als Tangenten an der geglätteten Form genutzt. Je kürzer eine Kante am Polygon-Objekt ist, desto kleiner wird die Rundung an der **Subdivision Surface**-Form. Diesen Umstand können Sie nutzen, um die Rundungsstärke über die Punktabstände am Polygon-Objekt zu steuern.

Erinnern Sie sich in diesem Zusammenhang an den **Bevel-Modus Ganz** des **Bevel**-Werkzeugs, mit dem parallele Kantenzüge erzeugt werden konnten. Diese Funktion kann nun gezielt eingesetzt werden, um die Rundung des **Subdivision Surface**-Objekts zu steuern.



Natürlich steht Ihnen aber auch offen, derartige Unterteilungen über **Innen extrudieren**, die verschiedenen Messer-Werkzeuge oder die **Kanten schneiden**-Funktionalität hinzuzufügen.

Bei der **Subdivision Surface**-Modellierung sollten Sie generell darauf achten, wenn möglich nur mit viereckigen Polygonen zu modellieren. Diese gewährleisten die beste Homogenität der geglätteten Geometrie. Dreiecke werden zwar ebenfalls durch Unterteilung gerundet, bilden jedoch ein anderes Polygonmuster, das u. U. auf der **Subdivision Surface**-Oberfläche sichtbar wird. Aus gleichem Grund sollten Sie **N-Gons** vermeiden, denn auch diese können Dreiecke enthalten. Kann die Nutzung von N-Gons oder Dreiecken nicht vermieden werden, versuchen Sie dies möglichst nur in ebenen Abschnitten einzusetzen, wo keine Abrundungen benötigt werden.

#### 5.4.7.1 Die Typ-Einstellung

Die Berechnung eines Subdivision Surface-Objekts kann über dessen **Typ**-Menü verändert werden. Der Modus **Catmull-Clark (N-Gons)** ist auf Objekte optimiert, die neben normalen Drei- und Viereckflächen auch N-Gons enthalten. N-Gons, die Durchbrüche enthalten oder stark bogenförmig angelegt wurden können jedoch zu fehlerhaften Ergebnissen führen. Bei der Einstellung **Catmull-Clark** werden ebenfalls N-Gons unterstützt. Diese werden jedoch intern vor der eigentlichen Unterteilung und Glättung zu Drei- und Vierecken konvertiert. Dieser Modus kann daher bei problematischen N-Gons auch bessere Ergebnisse liefern als der vorgenannte Modus. Zudem entspricht dieses **Catmull-Clark**-Verfahren dem gängigen Algorithmus, der auch in zahlreichen anderen Programmen zum Einsatz kommt und macht daher die Ergebnisse vergleichbarer beim Austausch von Daten zwischen verschiedenen Anwendungen.

Da es jedoch zwischen verschiedenen Programmen immer wieder Abwandlungen und Abweichungen von dem Standard Catmull-Clark-Verfahren gibt, wurde eine vereinheitlichte Bibliothek öffentlich zugänglich gemacht, die das Verfahren standardisiert beschreibt. Die auf dieser Bibliothek basierenden Modi tragen allesamt den Begriff **Open-Subdiv** im Namen. Bei einigen dieser Modi werden Sie kaum Unterschiede zu den Cinema 4D-Verfahren feststellen können. Es gibt aber auch spezielle Funktionen, die nur über **OpenSubdiv** verfügbar sind. So verzichtet z. B. **Open-Subdiv Bilinear** vollständig auf eine Rundung der untergeordneten Objekte und fügt diesen lediglich zusätzliche Unterteilungen hinzu. Dies kann z. B. hilfreich für mechanische Objekte sein, die ihre eckige Form zwar behalten sollen, jedoch für geforderte Deformationen mehr Unterteilungen benötigen.

**OpenSubdiv Loop** ist ebenfalls ein Spezialmodus, bei dem vorhandene Vierecke automatisch in Dreiecke zerlegt werden. Dieses Verfahren kann interessant sein, wenn das Objekt im Zuge der Weiterverarbeitung nur Dreiecke enthalten darf.

**OpenSubdiv Catmull-Clark** entspricht dem bereits oben beschriebenen Standard und ist daher nahezu identisch mit dem **Catmull-Clark**-Verfahren, das Cinema 4D implementiert hat. Unterschiede werden erst dann sichtbar, wenn mit Wichtungen gearbeitet wird, die dieses Verfahren etwas anders handhabt. Mehr zu Wichtungen erfahren Sie etwas weiter unten.

Besonders interessant für die starke Unterteilung und Abrundung von Objekten für die interaktive Darstellung direkt in den Ansichtsfenstern ist der Modus **OpenSubdiv Catmull-Clark (Adaptiv)**, denn hier kann ein zusätzlicher Wert für **Adaptive (GPU) Tessellation** genutzt werden, der zusätzlich zu **Unterteilung Editor** weitere Unterteilungsstufen über die Grafikkarte errechnen kann. Dies ist in der Regel viel performanter als über die CPU. Diese zusätzlichen Unterteilungen kommen besonders den kritischen Bereichen eines Objekts zugute, werden also nicht gleichmäßig auf der Oberfläche verteilt. Bedenken Sie jedoch, dass diese zusätzlichen Unterteilungen nur im Editor angezeigt werden können. Für das Rendering wird auch in diesem Modus nur auf die unter **Unterteilung Renderer** verwendete Einstellung zurückgegriffen. Zudem schaltet sich der Modus für das Rendering automatisch auf **OpenSubdiv Catmull-Clark** um, was zu leichten Abweichungen bei der Glättung des Objekts führen kann.

Deformationen haben ebenfalls keinen Zugriff auf die zusätzlichen GPU-Unterteilungen. Bei einer Figuranimation wird daher zuerst das ursprüngliche Objekt verformt und dieser Zustand dann über die GPU gerundet und unterteilt. Voraussetzung für die Nutzung dieses Unterteilungsmodus ist das Aktivieren von **Erweitertes OpenGL** in den Ansichtsfenstern.

Viele der OpenSubdiv-Modi bieten zudem zusätzliche Optionen, wie die Glättung an Dreiecken oder Randkanten der Geometrie erfolgen soll. Randkanten sind die Bereiche, die eine Fläche begrenzen, wie z. B. die Außenkanten einer Scheibe oder Ebene. Über die Einstellung **Kante und Ecke** lässt sich dann z. B. für die vier Ecken einer Ebene auch die Abrundung komplett ausschalten, sodass dieses Objekt seine eckige Grundform trotz einer Abrundung der übrigen Abschnitte an dem Objekt nicht verliert. Die **Randkanteninterpolation Kante** entspricht dann eher dem, was wir von den Cinema 4D eigenen Methoden gewohnt sind.

Über die **Dreiecksunterteilung** kann die Rundung im Bereich zwischen benachbarten Drei- und Vierecken beeinflusst werden, wie sie z. B. oft störend zwischen den Deckflächen eines Zylinders und seinen Mantelflächen zu beobachten ist. Die Einstellung **Catmark** entspricht dabei ungefähr dem, was wir vom Cinema 4D-Verfahren gewohnt sind. Die Einstellung **Weich** kann die störende Streifenbildung an solchen Bereich stärker glätten.

Die **Kantenfaltung** beeinflusst die Auswertung von Kantenwichtungen, sofern Kanten mit unterschiedlichen Wichtungen benachbart liegen. Das **Chalkin**-Verfahren liefert in solchen Fällen harmonischere Übergänge im Vergleich zur Einstellung **Gleichmäßig**. Wir kommen gleich im Anschluss auf das Thema Wichtungen zurück.

#### 5.4.7.2 Sonderfunktionen des Subdivision Surface-Objekts

Die Punkte, Kanten und Polygone des untergeordneten Polygon-Objekts lassen sich zusätzlich mit sogenannten **Subdivision Surfaces Wichtungen** versehen. Selektieren Sie dazu die gewünschten Elemente mit der **Live-Selektion** und werfen Sie anschließend im **Attribute-Manager** einen Blick auf die **Subdivision Surfaces**-Rubrik der **Live-Selektion**-Einstellungen.

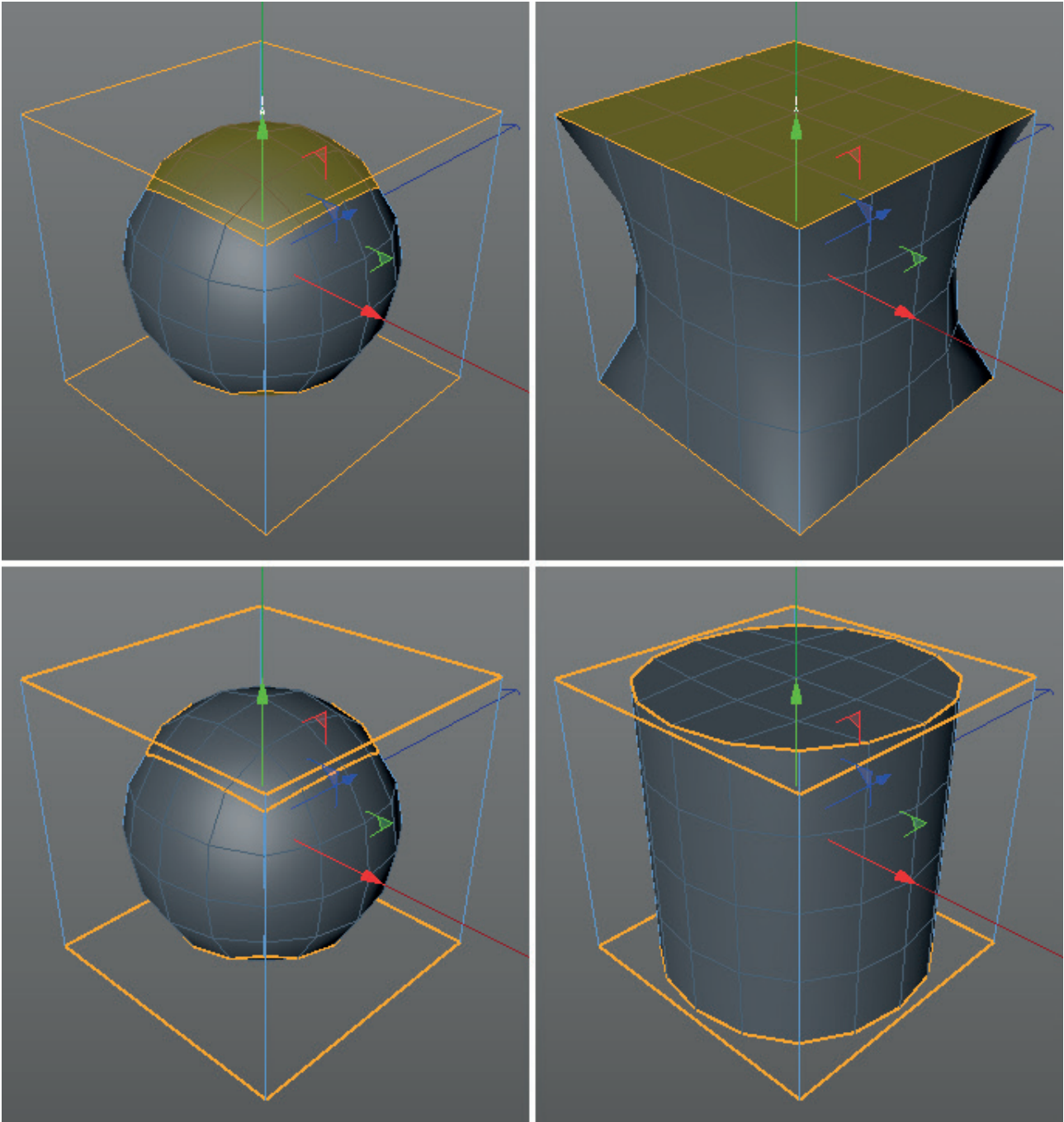
Sie finden dort einen prozentualen **Stärke**-Wert, der zwischen -100% und +100% eingestellt werden kann. Je nach Wahl im **Modus**-Menü darüber kann dieser Wert nach Betätigung der **Setzen**-Schaltfläche den selektierten Punkten, Kanten oder Polygonen absolut übergeben werden (**Modus Setzen**), bzw. von eventuell bereits existierenden Wichtungen abgezogen oder diesen hinzuaddiert werden (mit den Modi **Addieren** und **Subtrahieren**).

Punkte und Kanten können unabhängig voneinander gewichtet werden. Bei der Wichtung von Polygonen werden automatisch auch alle Punkte und Kanten dieser Fläche mit Wichtungen versehen.

Die prozentuale Wichtung von Punkten führt zu einer direkten Anziehung oder Abstoßung der **Subdivision Surface**-Form an dieser Stelle. Die alleinige Wichtung von Punkten führt daher oft zu einer Zacken- oder Spitzenbildung.

Bei der Wichtung von Kanten wird die **Subdivision** Surfaces-Form in Richtung der Kantenmitte angezogen oder abgestoßen.

Werden alle vier Kanten eines viereckigen Polygons zu 100% gewichtet, zieht sich die **Subdivision Surfaces**-Geometrie in diesem Bereich so stark an, dass sich Kreise oder Ellipsen mit harter Kante bilden können. Werden zusätzlich auch die Eckpunkte zu 100% gewichtet, bzw. von vornherein das gesamte Polygon gewichtet, entsteht eine harte Struktur in Form des Polygons.



Alle diese Effekte verändern nichts an der Originalform des Polygon-Objekts.

Die gesamte Wichtung-Information wird in einem separaten Tag hinter dem Polygon-Objekt gespeichert. Die Selektion dieses **Subdivision Surface Wichtung**-Tags (abgekürzt SDS-Tag) führt zu einer farbigen Darstellung der **Subdivision Surface**-Form. Rote Bereiche zeigen dann die Stellen an, die über eine Wichtung ungleich Null verfügen. Alle übrigen Bereiche werden bläulich dargestellt.

Die Löschung dieses Tags stellt augenblicklich die ursprüngliche **Subdivision Surface**-Form wieder her.



Da ein Subdivision Surface-Objekt auch mehrere Polygon-Objekte gleichzeitig unterteilen und runden kann, sofern diese unter dem obersten Polygon-Objekt gruppiert wurden, bietet das **SDS**-Tag auch noch eine zweite Funktion an, die Unterteilung individuell einzustellen.

Ist **Unterteilung ändern** aktiv, können separate Werte für **Unterteilung Editor** und **Unterteilung Renderer** eingestellt werden. Diese Funktion ist also völlig unabhängig von der Speicherung von Wichtungen. Aus diesem Grund kann das **SDS**-Tag auch direkt über das **Tags**-Menü des *Objekt-Managers* in der Rubrik der **Modellierungs-Tags** abgerufen werden.

Wem es bei der Zuweisung der Wichtungen nicht so sehr auf exakte Werte ankommt, kann diese auch interaktiv, ohne Nutzung der Live-Selektion vergeben. Dazu selektieren Sie die entsprechenden Punkte, Kanten oder Polygone am Polygon-Objekt und halten dann die Punkt-Taste („.“) der Tastatur gedrückt, während Sie die Maus mit gehaltener linker Maustaste im Editor nach links und rechts bewegen. Die Bandbreite der hierbei nutzbaren Werte richtet sich nach den **Interaktives Minimum**- und **Interaktives Maximum**-Einstellungen, die Sie ebenfalls im Dialog der **Live-Selektion** finden können.

Wenn Sie dort **Interaktives Minimum** auf -100% einstellen, sind also auch bei der interaktiven Wichtung durch Halten der Punkt-Taste negative Wichtungen möglich.

So praktisch diese Art der Beeinflussung der Subdivision Surfaces auch ist, mehr Kontrolle über die entstehenden Rundungsradien bietet dennoch die Modellierung zusätzlicher Kanten, dort wo eine starke Anziehung benötigt wird. Lediglich die abstoßende Wirkung ist nur über Wichtungen möglich.

► *Siehe Übung zu den Subdivision Surfaces*

## ZUSAMMENFASSUNG SUBDIVISION-SURFACE

- Das **Subdivision Surface**-Objekt rundet das untergeordnete Polygon-Objekt durch interaktiv berechnete zusätzliche Unterteilungen.
- Über verschiedene Typ-Einstellungen kann bei der Unterteilung und Rundung auf spezielle oder standardisierte **Catmull-Clark**-Verfahren zurückgegriffen werden, die teilweise auch die GPU mit einbeziehen können.
- Hierarchisch mit dem Polygon-Objekt gruppierte Objekte werden ebenfalls geglättet.
- Individuelle Unterteilungsstufen für den Editor und das Rendering können direkt am **Subdivision Surface**-Objekt eingestellt werden.
- Sollen untergeordnete Objekte abweichende Unterteilungsstufen aufweisen, können dafür **SDS**-Tags vergeben werden.
- Die Darstellungsart der Polygon-Objekte beim Editieren von Punkten, Kanten oder Polygonen kann über den Dialog der **Ansichtsvoreinstellungen** beeinflusst werden.
- Die Größe von Rundungsradien am **Subdivision Surface**-Objekt kann indirekt über die Kantenlängen des untergeordneten Polygon-Objekts beeinflusst werden.
- Zusätzlich können über die **Live-Selektion** individuelle Wichtungen für Punkte und Kanten vergeben werden, die zu einer Anziehung oder Abstoßung der **Subdivision Surfaces**-Form an diesem Element führen.
- Diese Wichtungen lassen sich auch interaktiv mit der Maus erzeugen, sofern beim Ziehen der Maus die Punkt-Taste gehalten wird.
- Wichtungen werden im **SDS**-Tag gespeichert. Das Löschen dieses Tags entfernt auch alle Wichtungen des Objekts.
- Das Original Polygon-Objekt kann jederzeit aus dem Subdivision Surface-Objekt wieder entfernt werden, um die Rundung zu revidieren.

## 5.5 Deformationen

Deformationen werden in Cinema 4D non-destruktiv verwendet, was bedeutet, dass sie jederzeit auch wieder editiert oder ganz ausgeschaltet werden können. Der Urzustand eines deformierten Objekts kann daher jederzeit wiederhergestellt werden.

Bei der klassischen Deformation werden die Punkte des Objekts verschoben. Die damit in Verbindung stehenden Flächen folgen entsprechend nach und führen so zu einer Formveränderung des Objekts. Daraus resultiert auch, dass weiche Deformationen, wie z. B. eine Verbiegung oder Verdrehung nur dann gut aussehen können, wenn auch genügend Punkte an dem Objekt vorhanden sind. Zudem ist eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Punkte auf der Oberfläche sinnvoll.

Andere, oft auf die Animation spezialisierte Deformationen, gehen einen Schritt weiter, und können auch die Struktur der Objekte verändern. So kann sich ein Objekt z. B. auch durch einen **Explosion**-Deformator in seine Einzelflächen auflösen.

Der Großteil der Deformations-Objekte kann für Animationen genutzt werden, jedoch lassen sich Deformationen auch für die Modellierung einsetzen.

So kann z. B. der deformierte Zustand eines Objekts eingefroren und in ein entsprechend geformtes Polygon-Objekt umgerechnet werden. Mit diesem kann anschließend normal weitergearbeitet werden. Die Deformation ist dann jedoch fest in die Form gerechnet worden und kann nicht mehr interaktiv editiert oder gar animiert werden.

Sie sind daher flexibler, wenn Sie die Deformation so lange wie möglich als Generator benutzen, ähnlich, wie auch das **Subdivision Surface**-Objekt oder die diversen Spline Modellier-Objekte (**Extrudieren**, **Lathe**, **Loft**, **Sweep**) genutzt werden.

Der Unterschied zu den genannten Objekten ist jedoch, dass Deformationen generell unter dem Objekt gruppiert sein müssen, das verformt werden soll.

Dies bringt den Vorteil, dass auch mehrere Deformationen auf ein und dasselbe Objekt wirken können.

Sollen mehrere Objekte gleichzeitig verformt werden, können dafür Gruppen genutzt werden. Die Deformatoren werden dann nicht direkt einem der zu verformenden Objekten untergeordnet, sondern liegen mit allen zu verformenden Objekten auf einer gemeinsamen hierarchischen Ebene z. B. unterhalb eines **Null**-Objekts.

Jeder Deformator hat eigene Parameter, die über den **Attribute-Manager** editiert werden. Einige bieten zusätzlich Anfasser in den Editoransichten an, über die auch eine interaktive Benutzung mit der Maus möglich wird.

Die am häufigsten benutzten Deformatoren sind das **Biegen**-, das **Bulge**-, das **Stauch**-, das **Scheren**- und das **Verdrehen**-Objekt, die alle auch nahezu identische Parameter aufweisen.

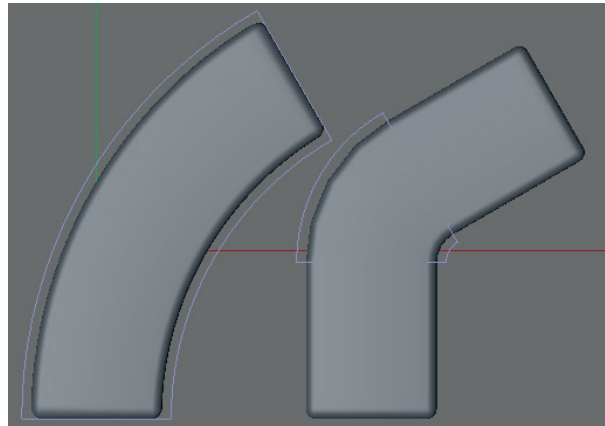
### 5.5.1 Deformationsbereiche anpassen

Der erste Gedanke bei der Nutzung einer Deformation sollte sein, welcher Bereich des Objekts überhaupt verformt werden soll. Nicht immer geht es um die Verformung des gesamten Objekts. Cinema 4D bietet hierfür bei vielen Deformations-Objekten eine Hilfestellung in Form eines Tastenkürzels an. Selektieren Sie zuerst das Objekt, das verformt werden soll, halten Sie dann die **Shift**-Taste gedrückt, während Sie das gewünschte Deformations-Objekt aufrufen. Dies führt nicht nur zu einer automatischen Unterordnung des Deformators, sondern auch zu einer Drehung und Skalierung des Deformators, um das gesamte Objekt einzuschließen und sich entlang der Y-Achse des zu verformenden Objekts auszurichten. Sie erkennen dies z. B. den **Biegen**-, **Bulge**, **Stauch**-, **Scheren**- und **Verbiegen**-Objekten daran, dass deren violette Quader-Darstellung das übergeordnete Objekt vollständig umgibt. Zusätzlich ist bei diesen Deformatoren ein Anfasser-Punkt am Ende der Y-Achse zu erkennen.

Soll die Y-Achse des Deformators und somit oft auch der Anfasser entlang einer anderen Objektachse des zu verformenden Objekts angeordnet werden, drehen Sie den Deformator grob in die entsprechende Richtung und betätigen anschließend die Schaltfläche **An Überobjekt anpassen** im **Attribute-Manager**.

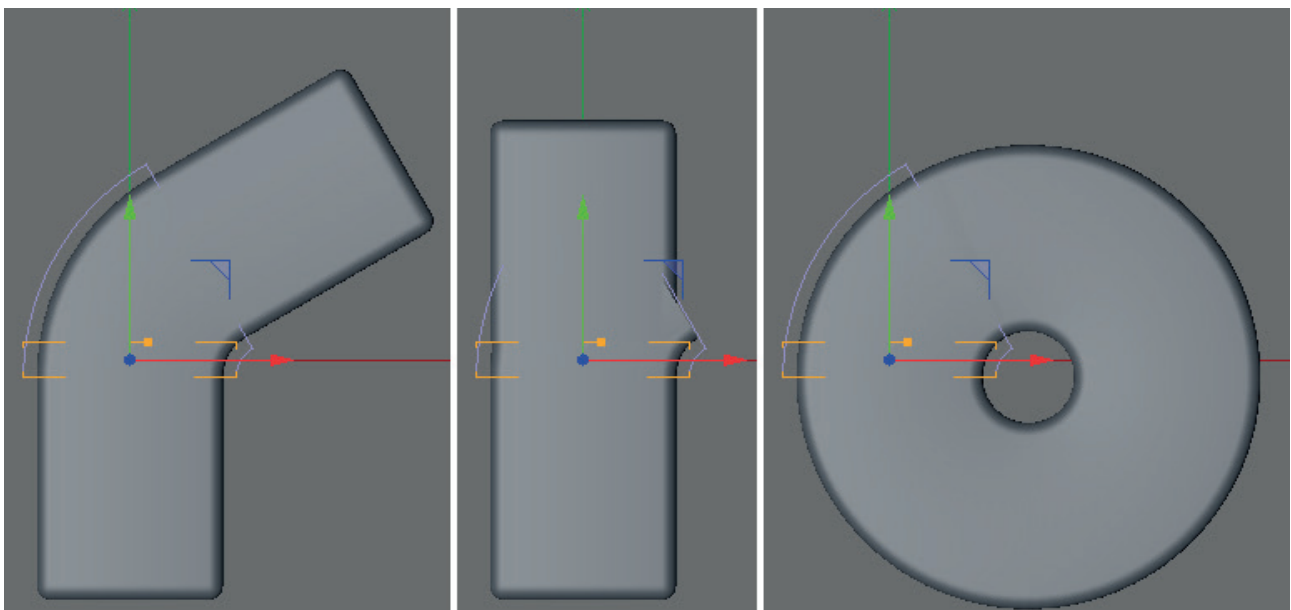
Durch Verschiebung dieses Anfassers im **Modell bearbeiten**-Modus werden je nach Deformator-Objekt die Richtung oder Stärke des Deformationseffekts gesteuert. Alternativ können diese Eigenschaften auch über den **Attribute-Manager** editiert werden.

Generell sollte die Größe des violetten Quaders über die **Größe**-Werte im **Attribute-Manager** auf den zu verformenden Bereich angepasst werden.



Dazu kann dann auch eine Verschiebung des Deformation-Objekts entlang seiner Y-Achse nötig werden.

Die Auswirkung der Deformation hängt zudem von der **Modus**-Einstellung ab.



Im **Modus Begrenzt**, startet die Deformation erst am Boden des violetten Deformator-Quaders, der dem Anfassers gegenüberliegt. Die Deformation endet somit am Anfassers-Ende. Alle Bereiche des zu verformenden Objekts, die oben und unten aus dem Deformationsquader ragen, werden nicht verformt. Es kommt jedoch zu einer Anpassung der oben hinausragenden Abschnitte. So führt eine seitliche Biegung eines hoch genug unterteilten Würfels dazu, dass das obere Ende zwar gerade, aber dennoch entsprechend seitlich abgelenkt verläuft.

Die ändert sich im **Modus Innerhalb Box**, denn hier werden tatsächlich nur die innerhalb des violetten Bereichs liegenden Punkte verschoben. Alle anderen Teile des deformierten Objekts bleiben einfach stehen.

Im **Unbegrenzt**-Modus schließlich pflanzt sich die Deformation auch außerhalb des Deformationsquaders fort und erfasst somit immer das gesamte Objekt.

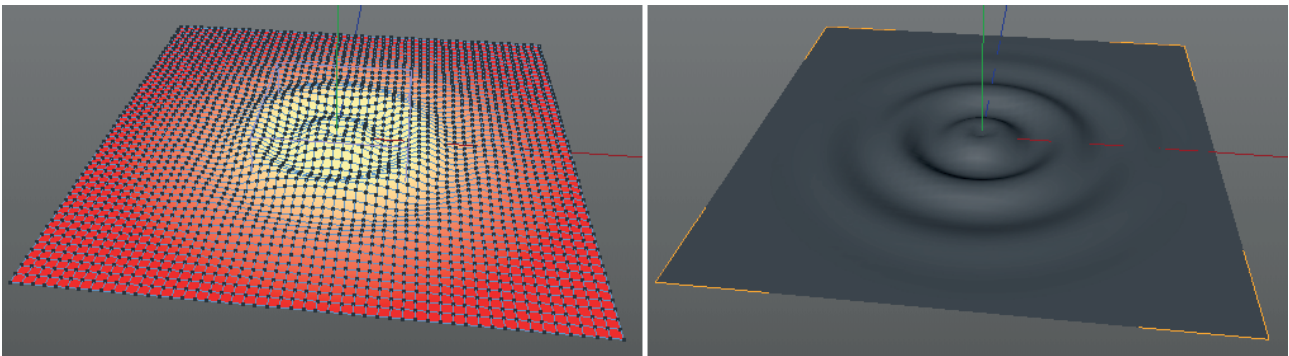
Die Beschränkungsmöglichkeiten von Deformationen machen dabei jedoch nicht Halt, denn es können auch sogenannte Felder dafür verwendet werden. Ein entsprechender Verwaltungsbereich lässt sich an den meisten Deformatoren im Tab **Abnahme** finden. Nur wenige Deformatoren, wie z. B. **Bevel**, **Spline-Wickler** oder **Spline-Rail** bieten diese Option nicht an.

Felder können u. a. verschiedene Formen annehmen, wie z. B. Würfel, Kugeln oder Zylinder und so Deformationen auf die in diesen Volumen liegenden Objektteile beschränken. Noch komplexere Feldtypen lassen auch die Nutzung von Partikeln, Selektionen, Texturen oder Splines zu und können automatisch animiert werden.

Dabei lassen sich Felder nicht nur von Deformatoren sondern z. B. auch von Selektion-Tags, Vertex-Maps oder Effektoren innerhalb der MoGraph-Umgebung nutzen.

Sofern es sich um ein einfaches Polygon-Objekt handelt, das verformt werden soll, gibt es zudem noch eine Beschränkungsoption über die bereits besprochenen **Vertex Maps**.

Diese können z. B. mit der **Live-Selektion** oder dem **Pinsel-Werkzeug** erstellt werden. Im Zusammenhang mit Deformationen lassen sich **Vertex Maps** so nutzen, dass die Deformation prozentual entsprechend der Vertex-Wichtung jedes Oberflächenpunkts berechnet wird. Punkte mit einer **Vertex Map**-Wichtung von 0% bleiben dann also in jedem Fall unverändert.



Die Verbindung zwischen der Deformation und der **Vertex Map** stellt ein **Beschränkung**-Tag her, das Sie im **Tags**-Menü des **Objekt-Managers** in der Gruppe der **Rigging**-Tags finden können. Weisen Sie dieses Tag dem Deformator zu und ziehen Sie in die entsprechende Tabelle dieses Tags die erzeugten **Vertex Map**-Tags hinein. Hier können zwar auch normale **Selektion-Tags** zugewiesen werden, weiche Verläufe sind jedoch nur über **Vertex Maps** möglich.

## 5.5.2 Die wichtigsten Deformator-Objekte

Viele Deformatoren sind recht speziell und auf bestimmte Aufgaben während einer Animation spezialisiert. Einige sind jedoch auch sehr flexibel verwendbar und sowohl für Aufgaben der Modellierung als auch der Animation geeignet. Wir sprechen hier exemplarisch einiger dieser flexibleren Deformatoren an. Nach Bedarf können stichpunktartig auch noch andere Deformationseffekte vorgeführt werden.

### 5.5.2.1 Der Biegen-Deformator

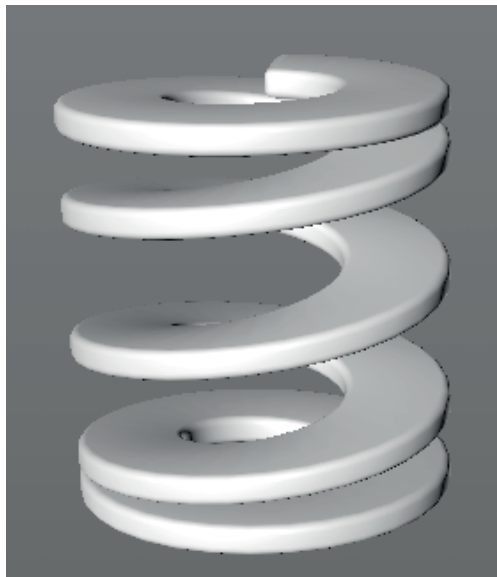
Dies ist sicherlich einer der am häufigsten eingesetzten Deformatoren, mit dem Objekte beliebig gekrümmt werden können. Objekte können dadurch beliebig abgewinkelt oder gar zu Kreisen gebogen werden. Dabei kommt es oft zu einer optischen Verlängerung der ursprünglichen Form durch das Auseinanderziehen der Punkte auf der Außenseite des Biegeradius. Durch Anhängen der Option für **Y-Länge beibehalten** kann dieser Effekt beschränkt werden.

### 5.5.2.2 Der Bulge-Deformator

Dieses Objekt kann zur Erzeugung von Einschnürungen oder Aufweitungen verwendet werden. Über den Krümmung-Wert kann die Form der Einschnürung definiert werden. Bei 0% kommt es zu einem linearen Übergang, höhere Werte bis 100% führen zu einer zunehmenden Rundung. Werte über 100% übertreiben die Krümmung und können zu mehrfachen Ausstülpungen führen. Die Option für die Rundung beeinflusst nur den Übergang zwischen den verformten und unverformten Teilen des Objekts. Ist die Option aktiv, findet ein organisch gerundeter Übergang statt.

### 5.5.2.3 Der Scheren-Deformator

Dieser Effekt verschiebt die Enden des deformierten Bereich gegeneinander. Der Effekt allein betrachtet ist relativ simpel, kann jedoch z. B. im Zusammenspiel mit dem **Biegen**-Deformator ganz neue Formen erzeugen. Das Beispiel aus dem Projekt „20\_BendDeformer“ zeigt z. B. einen gebogenen Würfel, der sich dank des **Scheren**-Deformators zu einer Helix-Feder krümmt.

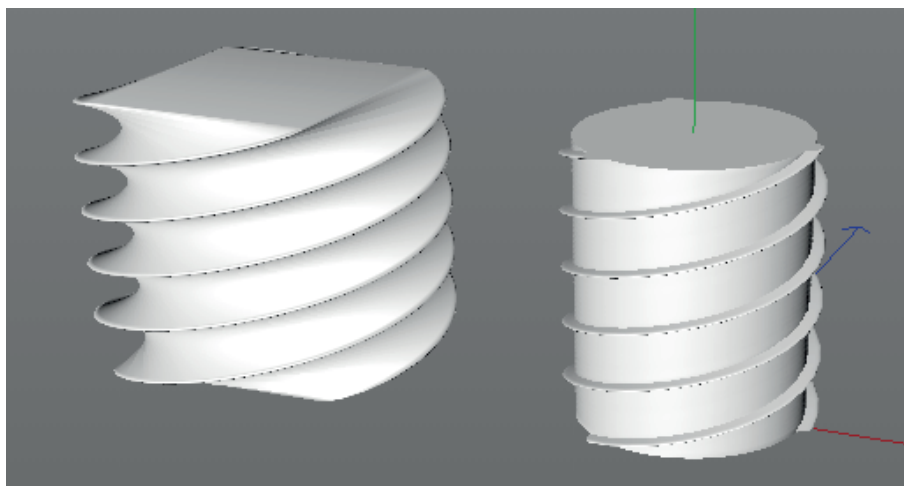


### 5.5.2.4 Der Stauchen-Deformator

Ähnlich dem **Bulge**-Deformator können auch hier Einschnürungen oder Ausstülpungen generiert werden. Diese werden jedoch nur einseitig berechnet, die Einschnürung wird also nicht wieder im oberen Teil des Deformationsbereichs zurückgenommen. Ansonsten ähneln die Einstellmöglichkeiten aber dem des **Bulge**-Objekt.

### 5.5.2.5 Der Verdrehen-Deformator

Hiermit können Objekte um die Y-Achse des Deformators verdreht werden. Auf diese Weise lassen sich z. B. sehr einfache Gewinde aus einem **Würfel**-Grundobjekt formen. Die Szene „21\_TwistDeformer“ zeigt so einen Fall.



### 5.5.2.6 Kombinationsmöglichkeiten

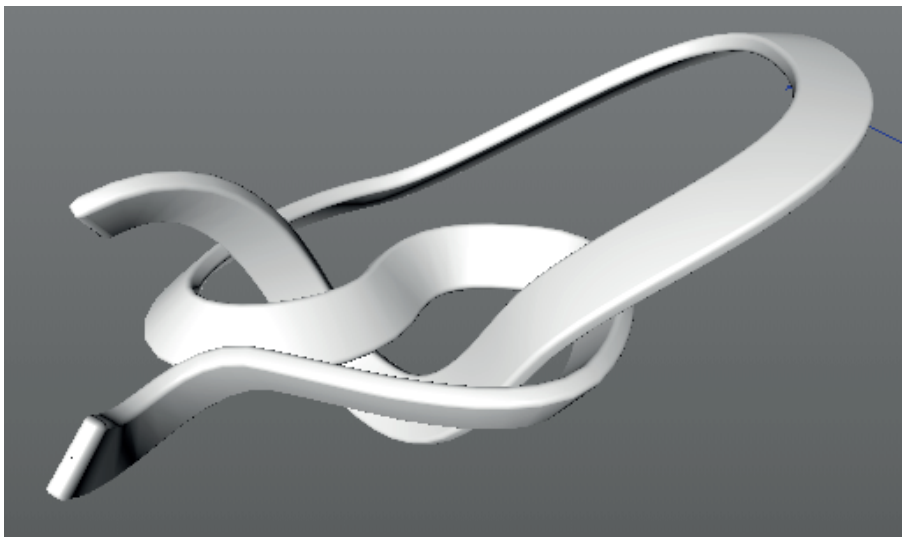
Denken Sie in jedem Fall daran, dass alle Deformationen auch gemischt werden können. Dabei spielt die Reihenfolge der Unterordnung der Deformator-Objekte eine Rolle. Die Deformatoren werden im **Objekt-Manager** immer von oben nach unten ausgewertet. Aus diesem Grund sollten **Biegen**-Deformatoren immer am Ende dieser Hierarchie liegen. Ansonsten können Sie Bereiche des Objekts aus den Deformationsquadranten nachfolgender Deformatoren herausbiegen und die Ergebnisse somit verfälschen.

Beachten Sie zudem, dass die Deformation im **Begrenzen**-Modus auch seitlich und somit außerhalb des Deformationsquaders wirken kann. Es gibt daher natürliche Grenzen, wie oft z. B. ein Objekt gebogen werden kann. Das Projekt „22\_BendDeformer2“ zeigt so einen Fall, wo ein schlanker Würfel vier Mal um je 90° gebogen wird. Das letzte Biege-Objekt ragt dabei mit seinem Quader zu weit in die vorhergehende Biegung hinein, was zu einer fehlerhaften Form führen kann. Abhilfe kann in solchen Fällen die Einschränkung von Bereichen über **Vertex Maps** oder Felder, die Neuordnung der Objekte und die Nutzung des **Modus Innerhalb Box** schaffen (siehe Projekt „23\_BendDeformer3“).

Noch praktischer ist in solchen Fällen jedoch die Nutzung des nachfolgenden Spline-Wickler-Deformators.

#### 5.5.2.7 Der Spline-Wickler-Deformator

Wird die gewünschte Form komplexer, kann die Vorgabe des Deformationswegs mit einem Spline-Objekt die Aufgabe erleichtern. Der Verlauf dieses Splines lässt sich anschließend mit einem **Spline-Wickler** wie gewohnt als Deformation auf Objekte anwenden (siehe Projekt „24\_SplineBend“)



Am untergeordneten **Spline-Wickler** muss anschließend zuerst der erzeugte **Spline** per Drag&Drop verlinkt werden. Gleich darunter ist das **Achse**-Menü richtig einzustellen. Dieses bezieht sich auf die Richtungen der Welt-Achsen. Wählen Sie dort die Richtung die der Lage des zu verformenden Objekts entspricht. Haben Sie z. B. einen Pfeil modelliert, der entlang der Welt-X-Achse in der frontalen Editoransicht nach rechts zeigt, so ist **+X** als **Achse** anzugeben. Steht das Objekt senkrecht und mit seinem Kopfstück nach oben, wäre **+Y** die richtige Wahl.

Der **Modus Auf Spline anpassen** führt dazu, dass das Objekt auf die Gesamtlänge des zugewiesenen Splines gestreckt wird. **Länge beibehalten** versucht die Originalgröße Ihres Objekts beizubehalten. Ist der Spline länger als das verformte Objekt, so können Sie mittels **Offset**-Regler die Position des Objekts auf dem Spline steuern.

Die Drehung des Objekts auf dem Spline kann generell über den **Banking**-Winkel verändert werden, der in der **Drehung**-Rubrik des Dialogs zu finden ist. Ansonsten sind Sie mit der Nutzung eines weiteren, so genannten **Rail**-Splines flexibler. Sie kennen dieses Prinzip bereits vom **Sweep**-Objekt. Ein entsprechendes Verlinkungsfeld finden Sie in der **Spline**-Rubrik des Dialogs.

#### 5.5.3 Deformationen fixieren

Wenn die Deformation fest in die Geometrie gerechnet werden soll, Sie also sicher sind, dass an der Deformation nichts mehr geändert werden soll, selektieren Sie das deformierte Objekt.

Wählen Sie anschließend **Mesh > Konvertieren > Akt. Zustand in Objekt wandeln** aus. Es erscheint ein neues, einfaches Polygon-Objekt, das exakt die Form des deformierten Objekts zeigt, nun aber gänzlich ohne Deformationen auskommt.

► *Siehe Übung zu den Deformatoren*

## ZUSAMMENFASSUNG DEFORMATIONEN

- Die Qualität der Deformation ist in der Regel von der Anzahl und Verteilung der Punkte auf der Oberfläche des zu verformenden Objekts abhängig.
- Deformator-Objekte werden generell dem zu verformenden Objekt untergeordnet.
- Wird beim Aufruf eines Deformators die **Shift**-Taste gehalten, ordnet sich dieser direkt dem aktiven Objekt unter und passt seine Größe entsprechend an.
- Soll die Y-Achse eines Deformators entlang einer anderen Achsrichtung am zu verformenden Objekt folgen, rotieren Sie den Deformator grob in die gewünschte Richtung und betätigen dann die **An Überobjekt anpassen**-Schaltfläche im *Attribute-Manager*.
- Sollen mehrere Objekte gleichzeitig verformt werden, sind diese Objekte auf gleicher Hierarchiestufe mit den Deformatoren z. B. unter einem **Null**-Objekt zu gruppieren.
- Der zu verformende Bereich kann über **Abnahme**- oder **Modus**-Einstellungen am Deformator-Objekt beeinflusst werden.
- Zusätzlich können **Beschränkung**-Tags hinter dem Deformator-Objekt benutzt werden, in denen auf **Vertex Map**- oder **Selektion**-Tags verwiesen werden.
- Mehrere Deformatoren lassen sich kombinieren. Dabei spielt die Reihenfolge im *Objekt-Manager* eine Rolle. Weiter oben eingruppierte Deformatoren werden zuerst ausgeführt.
- Deformationen lassen sich fest in die Geometrie rechnen. Selektieren Sie dazu das deformierte Objekt und Wählen Sie **Mesh > Konvertieren > Akt. Zustand in Objekt wandeln**.



## 5.6 Modeling-Objekte und Hilfsfunktionen

Dieser Abschnitt beschreibt zuerst die wichtigsten Modeling-Objekte. Diese erzeugen selbst noch keine Geometrie, entfalten aber in der Regel nach Unterordnung eines Objekts ihre Wirkung. Im zweiten Teil dieses Abschnitts beschreiben wir hilfreiche Werkzeuge zum Duplizieren oder zufälligen Transformieren von Objekten.

### 5.6.1 Die Modeling-Objekte

Der Großteil dieser Objekte ist unter **Erzeugen > Generator** oder direkt über das Icon-Menü des Subdivision Surface-Objekts in der Kopfzeile von Cinema 4D zu finden. Die OpenVDB-Funktionen sind über das **Volumen**-Menü von Cinema 4D oder ein eigenes Icon-Menü zu erreichen. Beim Großteil dieser Objekte wird die Funktion erst sichtbar, nachdem ein anderes Objekt oder eine Objektgruppe unter dem Modeling-Objekt einsortiert wurde. Eine Ausnahme von dieser Regel zeigt das **Instanz**-Objekt, das über ein Verlinkungsfeld die Verbindung zu einem anderen Objekt herstellt und nicht über eine Gruppierung. Auch der Volumenerzeuger kann optional über Verlinkungen auf Objekte zugreifen, die nicht unmittelbar untergeordnet wurden. Der Vorteil dieser Objekte ist, dass die Originale jederzeit unverändert bleiben und z. B. durch das Ausschalten des Modeling-Objekts wiederhergestellt werden können. Es handelt sich also um Generatoren, die prinzipiell wie das **Subdivision Surfaces**-Objekt bedient werden.

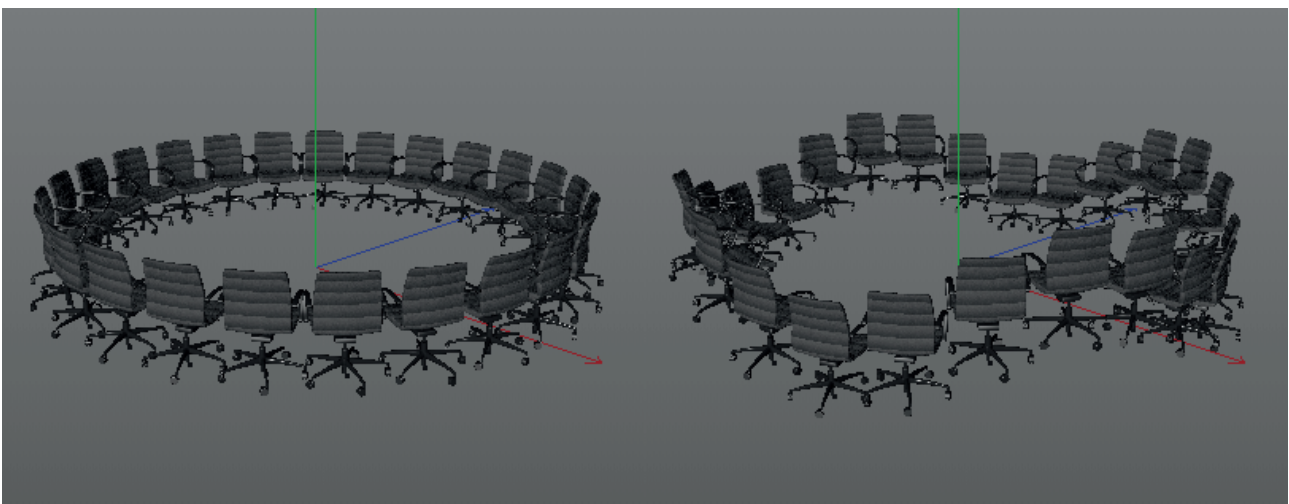
Alle Modeling-Objekte bis auf den **Volumenerzeuger** können durch das Tastenkürzel **C** oder die Benutzung des **Grundobjekt konvertieren**-Befehls umgewandelt werden, um Zugriff auf die neuen Punkte, Kanten und Polygone zu erhalten. Dies funktioniert jedoch nicht, wenn **Renderinstanzen** generiert werden. Wir kommen darauf gleich zurück.

Beachten Sie auch, dass einige Modeling-Objekte mehrfach in komplexen Hierarchien gestapelt werden können. Dies kommt z. B. häufiger beim **Boole**-Objekt vor.

#### 5.6.1.1 Das Array-Objekt

Dieses Objekt kann zur kreisförmigen Anordnung von Objektkopien benutzt werden. Das untergeordnete Objekt wird entsprechend der **Kopien**-Angabe vervielfältigt und in dem gewählten Radius um die Y-Achse des **Array**-Objekts herum platziert. Dabei werden die Z-Objektachsen des Originals und der Kopien so ausgerichtet, dass Sie nach außen weisen.

Zusätzliche Einstellungen für die **Amplitude** ermöglichen auch eine wellenförmige Abweichung von der kreisrunden Platzierung in der XZ-Ebene des **Array**-Objekts.



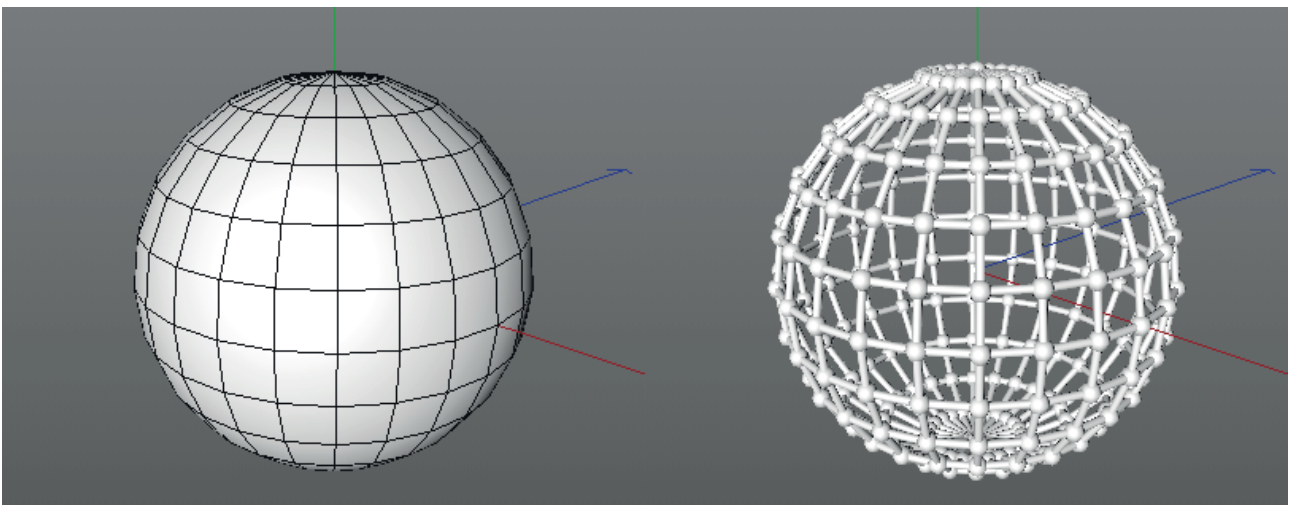
Die **Amplitude** beschreibt dabei die maximale Abweichung in der Platzierung entlang der Y-Richtung des **Array**-Objekts. Die **Kreis Frequenz** gibt dabei an, wie oft die Kopien dabei auf die maximale und die minimale Höhe schwingen. Der **Frequenz**-Wert ist hingegen nur für die Animation interessant. Werte über 0 führen dann zu einer Bewegung der **Array**-Kopien über die Kreisanordnung.

Da mit diesem Objekt recht einfach sehr viele Kopien erstellt werden können, kann der Speicherbedarf bei komplexen Objekten recht schnell ansteigen. In solchen Fällen lohnt die Aktivierung der Option für **Renderinstanzen**. Dies führt zu einer Optimierung der Kopien, sodass während der Bild- oder Animationsberechnung nur noch das Original im Speicher gehalten werden muss. Dies funktioniert jedoch nur, wenn die Objekte tatsächlich alle identisch aussehen und nur in Position, Größe, Richtung und eventuell Material voneinander abweichen. Eine individuelle Deformation von Renderinstanzen ist z. B. unmöglich, da die Kopien keine eigenen Punkte und Polygone mehr enthalten. Mehr zu den Themen Instanzen und Renderinstanzen erfahren Sie bei der Besprechung des **Instanz**-Objekts.

Das Array-Objekt kann z. B. für die Erzeugung von Stühlen benutzt werden, die um einen Tisch platziert wurden. Wenn Sie mehr Kontrolle über die Platzierung von Objektkopien benötigen, schauen Sie sich das **Klon**-Objekt aus den **MoGraph**-Objekten an.

### 5.6.1.2 Das Atom-Array-Objekt

Dieses Modeling-Objekt kann die innere Polygonstruktur eines untergeordneten Objekts sichtbar machen. Dabei werden alle Punkte des Objekts durch Kugeln und alle Kanten durch Zylinder ersetzt.

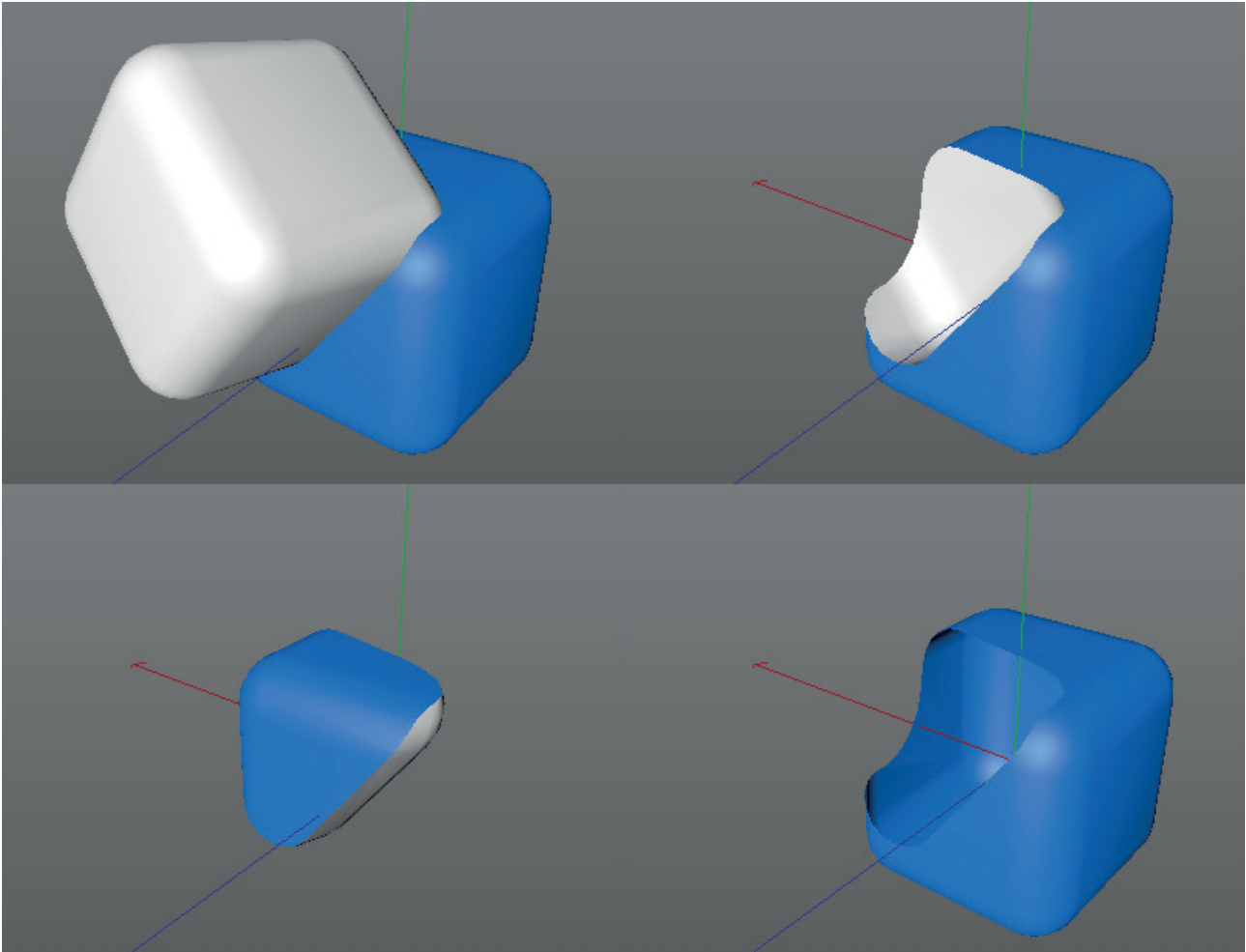


Die Darstellung der ursprünglichen Polygone entfällt ganz, was zu einer Art Gitterdarstellung führt. Die Radien von Kugeln und Zylindern können separat angegeben werden, wobei der Kugelradius jedoch nie kleiner als der Zylinder-radius sein kann. Der **Unterteilungen**-Wert gibt die Segmentanzahl an den Kugeln und Zylinder an. Soll das **Atom-Array**-Objekt über die **Grundobjekt konvertieren**-Funktion umgewandelt werden, können Sie über die Option **Einzelne Elemente** im Vorfeld definieren, ob alle Kugeln und Zylinder als einzelne Objekte sichtbar werden sollen oder ob Sie nur eine gemeinsame Geometrie benötigen.

Das Atom-Array kann z. B. eingesetzt werden, um Objekten einen Drahtgitter-Look zu verpassen oder um z. B. einfache Traversensysteme darzustellen, wie sie im Messe- oder Bühnenbau verwendet werden.

### 5.6.1.3 Das Boole-Objekt

Dies ist eine äußerst nützliche Funktion, wenn es um das Kombinieren einzelner Objekte geht. Ähnlich wie bei der mathematischen Mengenlehre können hiermit Objekte addiert, subtrahiert oder eine Schnittmenge berechnet werden.



Hierbei sind also mindestens zwei untergeordnete Objekte notwendig, die sich zumindest berühren oder besser überlappen sollten. Mindestens eines dieser Objekte sollte ein geschlossenes Volumen darstellen (wie z. B. eine Kugel oder ein Würfel).

Zudem ist die Reihenfolge der Unterordnung unter dem **Boole**-Objekt wichtig. Das obere Objekt wird mit **A**, das zweite mit **B** bezeichnet. Unter dem **B**-Objekt können ggf. noch weitere Objekte gruppiert sein, sofern diese Formen keine Berührungspunkte oder Überlappungen miteinander aufweisen.

Wie mit den A- und B-Objekten verfahren werden soll, stellen Sie am Boole-Objekt über das Menü für den Boole-Typ ein. **A minus B** bedeutet z. B. dass die Überlappung zwischen den Objekten A und B vom Objekt A abgezogen wird. Auf diese Weise können z. B. einfach Löcher, Bohrungen oder Einschnitte in ein Objekt gebracht werden.

Ebenso existieren Modi, die zu einer Addition oder einer Schnittmengenberechnung führen. Beim Modus **A ohne B**, wird die im Inneren von Objekt B liegende Oberfläche von Objekt A entfernt. Übrig bleibt dann also eine Öffnung, durch die hindurch, bzw. in das Objekt A geschaut werden kann.

Die Option für **Hohe Qualität** aktiviert einen aktuellen Berechnungsalgorithmus, der in der Regel das bessere Ergebnis und eine sauberere Anordnung der Kanten liefert. In einigen Fällen kann jedoch auch das Ausschalten dieser Option das Resultat verbessern oder gar erst möglich machen, wenn z. B. der neue Algorithmus zu keinem Ergebnis kommt.

**Einzelnes Objekt erzeugen** optimiert die entstehende Form automatisch. Doppelte Punkte werden also verschweißt. Hierfür wird der **Punkte optimieren**-Wert herangezogen, der die maximale Distanz angibt, innerhalb der gefundene Punkte jeweils zusammengefasst werden.

**Neue Kanten verstecken** aktiviert die Erstellung von N-Gons an den Überlappungen der Objekte, was die resultierende Geometrie aufgeräumter erscheinen lässt. **Phong-Shading an Schnittkanten unterbrechen** macht den Übergang zwischen den beiden Formen deutlicher, indem die Lichtschattierung in diesem Bereich unterbrochen wird. Die entstehende Form wirkt dann weiterhin wie aus zwei Teilen zusammengesetzt.

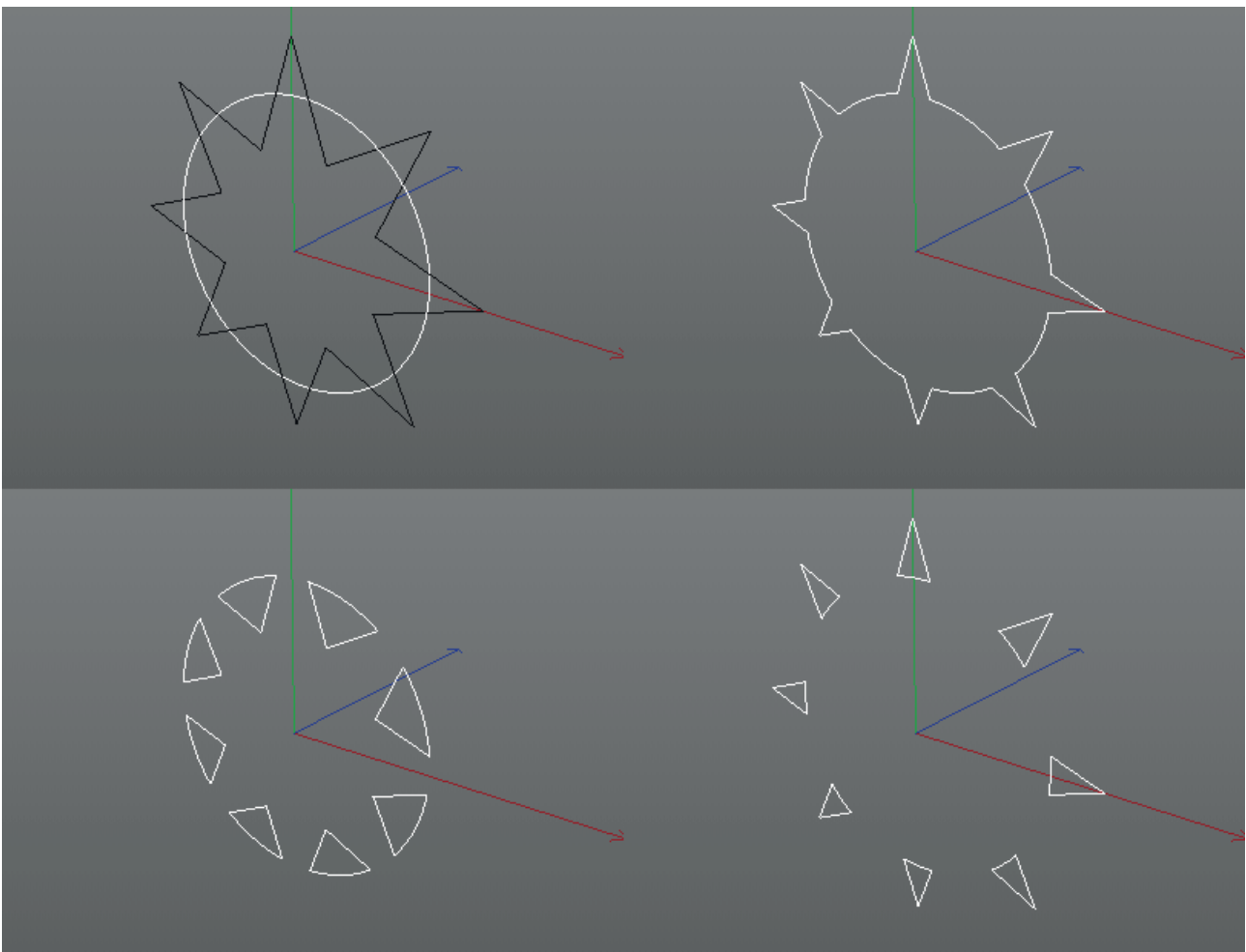
Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass Sie gleichzeitig auch **Einzelnes Objekt erzeugen** benutzen.

Ansonsten werden die Bestandteile des Objekts sowieso getrennt voneinander schattiert. Schließlich sorgt **Schnittkanten selektieren** dafür, dass an dem konvertierten **Boole**-Objekt automatisch die Kanten selektiert werden, die am Rand der Überlappung zwischen den A- und B-Objekten liegen. Diese Selektion lässt sich bereits vor einer Konvertierung des **Boole**-Objekts benutzen, denn Sie trägt den Buchstaben I (der Großbuchstabe i). So lassen sich z. B. darüber die Abrundungen eines **Bevel**-Deformators auch auf ein nicht konvertiertes **Boole**-Objekt anwenden. Dafür muss jedoch zusätzlich **Einzelnes Objekt erzeugen** aktiv sein und Sie sollten zusätzlich die Option für **Neue Kanten verstecken** anschalten.

Auch hier ist wieder der große Vorteil dieses Modeling-Objekts, dass die Originale nicht verändert werden. Sie können also jederzeit die Formen austauschen, editieren oder bewegen, um das Ergebnis zu beeinflussen. Es muss sich dabei noch nicht einmal um Polygon-Objekte handeln. Sie können auch Spline-Modeling-Objekte oder parametrische Grundobjekte benutzen.

#### 5.6.1.4 Das Splinemaske-Objekt

Dieses Objekt hat viele Parallelen zum **Boole**-Objekt, funktioniert jedoch nur mit zweidimensionalen Splines.



Dies bedeutet, dass die verwendeten Splines z. B. vollständig in der XY-, der ZY- oder der XZ-Ebene liegen sollten. Zudem sollte kein Abstand entlang der Tiefe zwischen den Splines vorliegen. Sofern beide Splines z. B. in der Welt-XY-Ebene liegen, darf also kein Unterschied zwischen den Z-Koordinaten aller Punkte bestehen. Splines die über Tangenten verfügen sollten ebenfalls darauf überprüft werden, dass auch die Tangenten ausschließlich in der Ebene der Splines liegen.

Das Modus-Menü entspricht weitgehend den Spline-Boole-Funktionen, die bereits unter **Spline > Boole-Befehle** besprochen wurden.

Das Achse-Menü ist entsprechend der Lage der verwendeten Splines einzustellen. Optional lassen sich mit der Spline-Maske auch direkt **Deckflächen erzeugen**, also die entstehenden Umrisse mit N-Gons füllen. Ansonsten kann die **Splinemaske** aber wie ein normales Spline-Objekt z. B. auch direkt einem **Extrudieren**-Objekt untergeordnet werden, um Geometrie zu erzeugen. Unter einer **Splinemaske** können auch mehr als nur zwei Splines untergeordnet werden. Bei einigen Modi, wie **A minus B** oder **B minus A** spielen dabei jedoch die Reihenfolgen der Splines in der Hierarchie der **Splinemaske** eine Rolle. Da die **Splinemaske** interaktiv funktioniert können jedoch jederzeit bei Nichtgefallen des Ergebnisses die Splines umsortiert oder ein anderer Modus gewählt werden.

#### 5.6.1.5 Das Objekt verbinden-Objekt

Dieses Objekt funktioniert wie die **Optimieren**-Funktion, nur eben interaktiv. Die untergeordneten Objekte werden laufen auf Punktüberlappungen überprüft, sofern die **Verschmelzen**-Option aktiv ist. Der von anderen Stellen her bereits bekannte **Toleranz**-Wert gibt die maximale Entfernung zwischen Punkten an, die noch zu einem Verschmelzen zu einem einzelnen Punkt führt. Sollen komplexere Hierarchien auf diese Weise bearbeitet werden, so kann auch das oberste Objekt dieser Hierarchie im **Objekte**-Feld verlinkt werden. Eine Unterordnung unter dem **Verbinden**-Objekt ist dann nicht mehr notwendig.

Der **Phongmodus** definiert, wie sich die Schattierung auf dem resultierenden Objekt verhalten soll. Es können ja schließlich unterschiedliche Phong-Einstellungen an den beteiligten Objekten vorhanden sein. Bei **Manuell** können Sie dem **Verschmelzen**-Objekt selbst ein **Phong**-Tag zuweisen und individuell einstellen. Bei der Wahl von **Durchschnitt** wird ein Mittelwert für den Grenzwinkel der Schattierung aus allen beteiligten Phong-Tags ermittelt. Ansonsten nutzen **Niedrigster** bzw. **Höchster** jeweils den geringsten oder größten Grenzwinkel der **Phong**-Tags für die verbundene Form.

Nur in der Einstellung **Unterbrochene Phongkanten** werden auch individuelle Unterbrechungen der Phong-Schattierung, wie sie durch den Befehl **Phong-Shading unterbrechen** aus dem Menü **Mesh > Normalen** ausgelöst werden können, umgesetzt.

Sollen die den beteiligten Objekten zugewiesenen Materialien individuell erhalten bleiben, lassen Sie die **Texturen**-Option aktiv. Ansonsten können Sie bei ausgeschalteter Option auch dem **Verbinden**-Objekt selbst ein Material zuweisen, das dann natürlich die gesamte Form abdecken wird.

Ist **Achse zentrieren** aktiv, wird die resultierende Geometrie an der Position des Verbinden-Objekts zentriert. Ansonsten bleiben die Objekte dort, wo auch die einzelnen Objekte platziert wurden.

Diese **Verbinden**-Funktion kann immer dann interessant werden, wenn Sie z. B. mehrere einzelne Objekte erzeugt haben, die auch einzeln erhalten bleiben, aber dennoch z. B. über die **Subdivision Surfaces**-Funktion gemeinschaftlich geglättet werden sollen.

### 5.6.1.6 Das Instanz-Objekt

Instanzen sind wie Kopien eines Objekts, haben jedoch den Vorteil, dass diese Kopie nicht völlig unabhängig ist vom Original. Ändert sich etwas an der Form des Originals, werden automatisch auch alle Instanzen aktualisiert, die von diesem Objekt abgeleitet wurden. Die Verbindung zwischen der Instanz und dem Original wird über ein **Referenz-Objekt**-Verlinkungsfeld hergestellt. Eine Unterordnung von Objekten am **Instanz**-Objekt führt diesmal also zu keinem Erfolg.

Ist das Original-Objekt selektiert, während ein neues **Instanz**-Objekt aufgerufen wird, wird diese Verbindung bereits automatisch hergestellt. Ansonsten kann diese Verlinkung auch jederzeit später per Drag&Drop aus dem **Objekt-Manager** hergestellt oder auch ausgetauscht werden. Das **Instanz**-Objekt selbst stellt praktisch nur eine Position, eine Orientierung und Größeninformationen zur Verfügung.

Eine Instanz enthält alle Punkte, Kanten und Flächen des verlinkten Objekts, kann daher auch individuell mit Deformatoren verformt oder z. B. unter **Subdivision Surface**-Objekten oder Spline-Modeling-Objekten verwendet werden.

Werden sehr viele Kopien eines Objekts benötigt, kann auch die **Renderinstanzen**-Option aktiviert werden. Dies bringt dann zwar Einschränkungen bei der Nutzbarkeit mit sich, da die Instanz dann keine eigenen Punkte und Polygone mehr enthält, aber der Vorteil liegt in dem stark reduzierten Speicherbedarf dieser Instanzen. Solange sich die **Renderinstanzen** hauptsächlich nur in Position, Größe oder Ausrichtung von dem Original unterscheiden sollen, sind keine weiteren Nachteile zu befürchten. Selbst eine individuelle Belegung mit Materialien bleibt möglich, wenn das Original keine Materialzuweisung erhalten hat.

Eine Steigerung dieses Konzepts bieten die **Multiinstanzen**, die für besonders große Mengen an identischen Kopien entwickelt wurden. Intern wird dabei der Speicherbedarf auf ein absolutes Minimum reduziert, indem alle Kopien zu einem einzelnen Objekt zusammengefasst werden. Dadurch kommt es neben den von den **Renderinstanzen** bekannten Einschränkungen zwar zusätzlich dazu, dass **Multiinstanzen** z. B. nicht mehr mit **Dynamics**-Kollisionen funktionieren können, aber dafür lassen sich hiermit besonders viele Kopien relativ performance- und speicherschonend verwalten und anzeigen.

Um die Kopien von der Anzahl und Platzierung her zu definieren, muss im **Instanzmodus Multiinstanz** eine **Positionquelle** angegeben werden. Dabei kann es sich um einen **Emitter** oder eine **Thinking Particles Gruppe** handeln. Ein **MoGraph Matrix**-Objekt kann hier zwar ebenfalls verlinkt werden, aber ein **MoGraph Klon**-Objekt bietet die gleiche Funktionalität und ist daher oft flexibler in der Anwendung, da dort noch weitere Optionen zur Verfügung stehen.

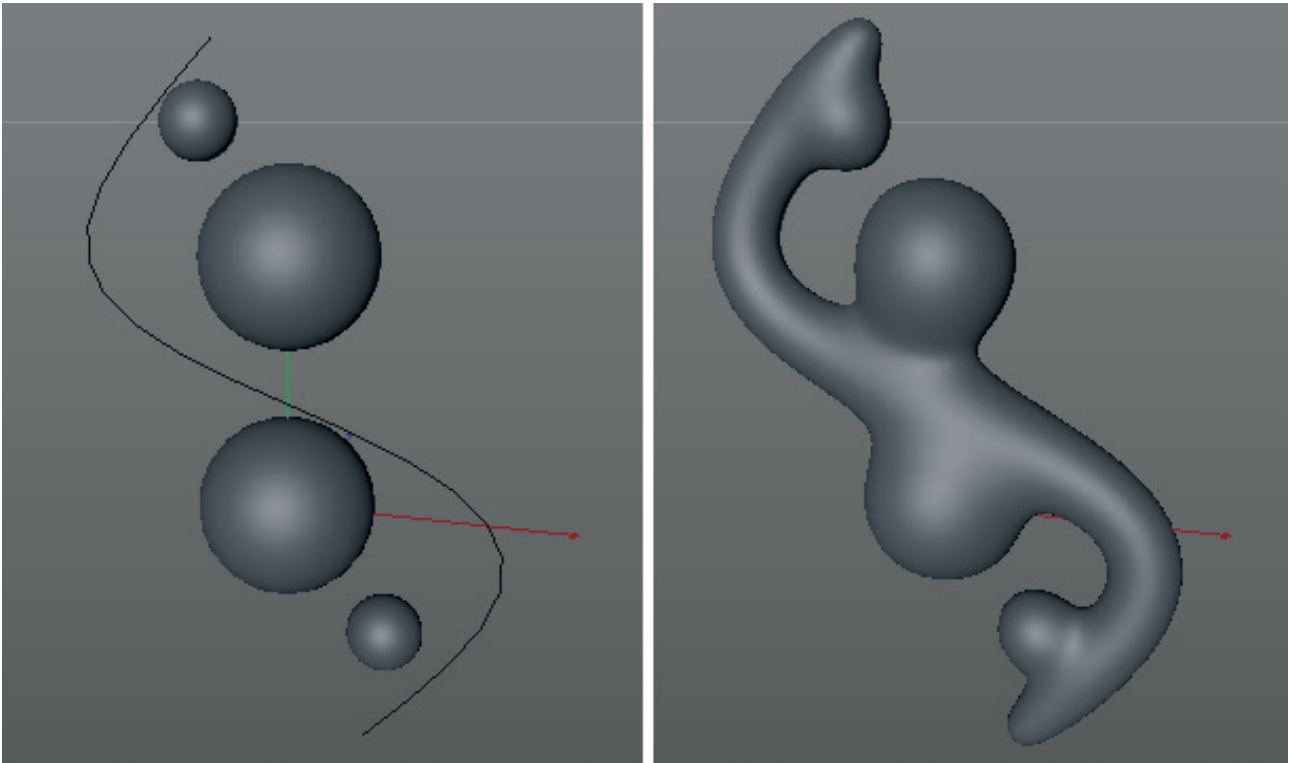
Ein zusätzlicher Vorteil von Multiinstanzen ist, dass über den **Anzeigemodus** bequem zwischen verschiedenen Darstellungsarten der duplizierten Objekte im Editor umgeschaltet werden kann.

Eine weitere Option zum Vervielfältigen von Objekten bietet der **Duplizieren**-Befehl, auf den wir etwas später noch eingehen.

Der individuelle Aufruf einzelner **Instanz**-Objekte kann dann entfallen. Noch mehr Kontrolle über die Anzahl, Platzierung und Animation von Kopien bietet das **Klon**-Objekt aus **MoGraph**.

### 5.6.1.7 Das Metaball-Objekt

Dieses Objekt erzeugt organisch weich gerundete Polygonhüllen um untergeordnete Objekte. In der Regel werden dazu **Kugel**-Grundobjekte, aber auch Splines benutzt. In diesem Fall entstehen dann schlauchartige Formen, die den Splineverlauf wiedergeben. Das besondere daran ist, dass diese Formen bei Annäherung ineinanderfließen können. Zwei sich annähernde Kugeln, die einem **Metaball**-Objekt untergeordnet werden, stülpen sich also aus und verbinden sich schließlich zu einer größeren Kugel, wenn sie immer weiter angenähert werden. Das Verhalten erinnert an Wasser- oder besser Quecksilbertropfen die ineinanderfließen. Dies kann mit beliebig vielen Kugeln und Splines unter dem Metaball-Objekt berechnet werden, wobei jedoch schnell sehr viele Polygone entstehen.



Die Größe der entstehenden Form hängt z. B. von dem Radius der Kugeln aber auch vom **Hülle**-Wert des Metaball-Objekts ab. Größere Werte führen zu enger anliegenden Geometrien. Die Präzision der Darstellung und somit die Anzahl der erzeugten Polygone kann getrennt für den Editor und das Rendering vorgegeben werden. Die Maßeinheit für **Editor-Unterteilung** und **Render-Unterteilung** gibt die durchschnittliche Kantenlänge der neuen Oberfläche an. Je kürzer die Kanten werden, desto mehr Punkte und Flächen werden erzeugt und desto runder, aber auch speicherintensiver wird die Form. Um auch bei geringerer Unterteilung gute Ergebnisse zu erzielen, können die Ausrichtungen der Oberflächennormalen optimiert werden, wenn Akkurate Normalen aktiviert wird.

Eine **Exponentielle Abnahme** sorgt dafür, dass die Verschmelzung der Objekte länger auf sich warten lässt, also erst bei kleinen Distanzen zwischen den Objekten eintritt. Ohne diese Option wird invers quadratisch gerechnet und somit ein weicherer Übergang errechnet.

#### 5.6.1.7.1 Das Metaball-Tag

Das individuelle Verhalten z. B. einer Kugel innerhalb der Metaball-Gruppe kann auch über ein eigenes **Metaball**-Tag gesteuert werden, das Sie im **Tags**-Menü des *Objekt-Managers* unter den **Modellierungs-Tags** finden können.

An diesem Tag lässt sich z. B. auch ein **Negativer Einfluss** aktivieren. Dieses Objekt verbindet sich dann nicht mit seinen Nachbarn, sondern drückt die Metaball-Form in seiner Nähe weg. Dies kann für das Hinzufügen von Einbuchtungen genutzt werden.

Der **Stärke**-Wert dient als Multiplikator für die **Hülle**-Einstellung am **Metaball**-Objekt. Größere **Hülle**-Werte stehen für kleinere, enger anliegende Formen.

Zudem wurde bereits erwähnt, dass z. B. auch Splines unter dem **Metaball**-Objekt verwendet werden können. Zudem können auch beliebige Polygon-Objekte benutzt werden. Deren Punkte (bzw. bei Splines deren Zwischenpunkte) werden mit einem Kugelradius versehen, der über das **Metaball**-Tag und den dortigen **Radius**-Wert bestimmt werden kann.

Um die Form eines unter dem Metaball-Objekt eingruppierten Objekts stärker beizubehalten, ohne das organische Ineinanderfließen mit benachbarten Formen zu unterbinden, weisen Sie dem Objekt ein Metaball-Tag zu und aktivieren dort den **Typ Dreieck**. Bei der Einstellung **Typ Linie** können schließlich die Kanten des Objekts als Zylinder interpretiert werden, die ebenfalls wieder miteinander und mit anderen Objekten verschmelzen können.

Wird die **Vollkörper**-Option aktiviert, wird das entsprechende Objekt massiv berechnet. In Kombination mit der Option **Negativer Einfluss** können dann auch abziehende Boole-Operationen simuliert werden. Dies lässt sich besonders gut mit dem **Typ Dreieck** ausprobieren.

### 5.6.1.8 Das OpenVDB-System

Diese Funktionen können u. a. zugewiesene Objekte oder Volumen gleichmäßig mit kleinen Würfeln, den sogenannten Voxeln füllen. Anschließend kann eine Polygonhülle über diese Voxel gezogen werden. Der Hauptvorteil im Bereich der Modellierung besteht dabei darin, dass die Polygonanzahl oder –Anordnung der zugewiesenen Objekte ihre Bedeutung verliert. Dank der Voxel lassen sich somit beliebig komplexe Formen und Volumen mit einfachen Würfeln konstanter Kantenlänge beschreiben. Da hierbei auch Formen von der Voxeln abgezogen oder über Schnittmengen kombiniert werden können, bietet sich so eine robuste Alternative zur **Boole**-Funktion, die bei komplexen Ausgangsobjekten nicht immer eine brauchbare Lösung liefern kann.

Als willkommener Nebeneffekt können die Voxel auch zur Neustrukturierung von Sculpting-Objekten verwendet werden, denn Sculpting funktioniert an gleichmäßig unterteilten Oberflächen am besten.

Die grundsätzliche Vorgehensweise ist einfach. Gruppieren Sie die mit Voxel zu füllenden Objekte unter einem **Volumenerzeuger** ein. Dort können Sie dann auch die Größe der Voxel und somit die Feinheit der Objektabbildung festlegen. Anschließend ordnen Sie diesen unter einem **Volumenmesher**-Objekt ein, das die neuen Polygone generiert. Die Voxel selbst lassen sich nur im Editor darstellen aber nicht rendern.

Der **Nebel**-Modus des OpenVDB-Systems widmet sich ebenfalls der Darstellung von Volumen, diesmal jedoch gasförmigen Volumen, wie es für die Darstellung von Wolken oder Feuer benötigt wird. Hierbei entsteht also keine Geometrie. Derartige Wolken lassen sich z. B. über Felder definieren. Tatsächlich stammen realistischere Daten jedoch häufig aus separaten Simulationssystemen und können dann über den **Volumenlader** importiert werden, der im **Volumen**-Menü von Cinema 4D zu finden ist. Schließlich sorgt der **Vektor**-Modus für die Berechnung von Vektorfeldern, die als Kräfte z. B. die Flugbahnen von Partikeln oder die Bewegungsrichtung innerhalb dynamischer Simulationen beeinflussen können. Diese Vektoren können über ein **Kraftfeld**-Objekt aus dem Menü **Simulieren > Kräfte** ausgewertet und in Simulationen eingebracht werden.

#### 5.6.1.8.1 Der Volumenerzeuger

Dieses Objekt erzeugt in der Einstellung **Volumentyp Distanzfeld (SDF)** Voxel, virtuelle Würfel, im Volumen bzw. Einflussbereich der untergeordneten Objekte. So lassen sich z. B. auch Splines oder Partikel mit Voxeln belegen, wenn mithilfe eines **Radius**-Werts auch um diese Elemente ein Volumen definiert wird. Alle untergeordneten Objekte tauchen in einer **Objekte**-Liste am **Volumenerzeuger** auf und können über eine **Modus**-Einstellung **Vereinigt** (also addiert), **Subtrahiert** oder als **Schnittmenge** berechnet werden. Nur das unterste Objekt der Liste bietet diese Optionen nicht an. Es bildet generell die Basis aller Berechnungen.

Durch Selektion der Objekte in der Auflistung können zusätzliche Parameter eingesehen werden, um z. B. anstatt des Volumens, die **Meshpunkte** als Volumenzellen zu verwenden, die über einen **Meshpunkteradius** skaliert werden können.

Mithilfe eines **Glättenfilters** lassen sich harte Ecken innerhalb des Voxelvolumens abrunden und Übergänge glätten. Mit dem **Umformfilter** kann das Volumen z. B. vergrößert werden. Dies lässt sich z. B. mit Partikeln nutzen, um das Zusammenlaufen der Partikelvolumen bei Annäherung der Partikel fein zu steuern.



Generell wirken **Glättenfilter** und **Umformfilter** in der Objekte-Liste immer nur auf die jeweils darunterliegenden Einträge.

Die Qualität des Volumens wird hauptsächlich durch die **Voxelgröße** vorgegeben. Kleine Voxel resultieren in längeren Berechnungszeiten und einer feineren Wiedergabe von Details an den zugewiesenen Objekten.

Durch Aufklappen des kleinen Dreiecks vor diesem Parameter kann zudem die Menge an generierten Voxeln optimiert werden. Stellen Sie sich dabei die Voxel wie Jahresringe an einem Baum vor. Wenn nur die Rinde des Baums dargestellt werden soll, müssen die Voxel im Inneren des Stamms nicht unbedingt erzeugt werden. Mit den Einstellungen für **Innerer Voxelbereich** und **Äußerer Voxelbereich** legen Sie daher die Anzahl der Voxelschichten im Innern des Volumens und an dessen Außenhülle fest. Die Erhöhung der Anzahl der **inneren Voxelschichten** kann z. B. zur Darstellung von stark zerklüfteten oder durchlöchernten Volumen oder 3D-Noise-Strukturen hilfreich sein. Ansonsten dürfen die äußeren Voxelschichten wichtiger sein.

Mit **Voxelbereich Spline** und **Voxelbereich Partikel** können entsprechend die Voxelschichten bei diesen ansonsten innen hohlen, kugel- oder schlauchförmigen Strukturen bestimmt werden.

Über das **Volumentyp**-Menü stehen zudem verschiedene Berechnungsmodi zur Verfügung. Bei **Distanzfeld (SDF)** wird um die Polygone, Punkte und Splines herum ein Bereich mit regelmäßig platzierten Voxeln gefüllt. Je nach Anzahl vor allem der inneren Voxelschichten kann es dann auch dazu kommen, dass das Innere der Volumen leer bleibt. Dieser Modus eignet sich gut zum Modellieren und bietet mit seinen Boole'schen Funktionen neue Optionen zur Modellierung organischer oder auch technischer Bauteile.

Beim **Volumentyp Nebel** entfallen die Einstellungen für den zu füllenden Voxelbereich, da in diesem Modus immer das gesamte Volumen gefüllt wird. Dieser Modus ist daher besonders für die Darstellung von Flammen, Explosionen oder z. B. Wolken geeignet. Für die Darstellung derartiger Effekte in Renderings ist die Nutzung des **ProRender** und eines speziellen Volumen-Materials nötig. Ähnlich abstrakter verhält es sich beim **Volumentyp Vektor**, bei dem diesmal Vektoren innerhalb des zugewiesenen Volumens entstehen, deren Richtung sich standardmäßig senkrecht zur zugewiesenen Oberfläche bzw. senkrecht zu den Splines ausrichtet. Die Richtung und Länge der Vektoren kann durch zusätzliche Filter, Felder oder z. B. eine Kreuzprodukt-Berechnung mit anderen Vektoren verändert werden. Am Ende kann der Volumenerzeuger einem **Kraft**-Objekt zugewiesen werden und dann z. B. mit Partikeln oder dynamischen Simulationen kombiniert werden.

#### 5.6.1.8.2 Der Volumenmesher

Dieses Objekt sorgt für die Erzeugung von Polygonen, sofern ein **Volumenerzeuger** mit dem **Volumentyp Distanzfeld (SDF)** untergeordnet untergeordnet wurde. Über den **Voxelbereichsschwellwert** kann die Voxelschicht ausgewählt werden, die für die Polygonerzeugung verwendet werden soll.

Wenn Sie **Absoluten Wert verwenden (ISO)** aktivieren, können Sie selbst den Oberflächenschwellwert vorgeben, den ein Voxel haben muss, damit dieses für die Erzeugung der Polygone ausgewertet wird. Je nach Eingabe kann es dann aber auch dazu kommen, dass ggf. keine Polygone entstehen, wenn keine Voxel mit entsprechendem Wert gefunden wurden.

Um die Dichte der entstehenden Polygone zu reduzieren, kann schließlich der **Adaptiv**-Wert verwendet werden.

Schließlich können noch Vertex-Maps für die Form erzeugt werden, wenn die Option für **Krümmungs-Map erzeugen** aktiviert wird. Je nach Auswahl im Krümmungsrichtung-Menü werden dann die nach Innen bzw. nach Außen gekrümmten Bereiche oder beide Krümmungsrichtungen mit Wichtungen im **Vertex-Map** Tag belegt. Diese Information kann dann z. B. über einen **Vertex-Map** Shader im Material ausgewertet werden, um Verschmutzungen oder Abnutzungen der Oberfläche auf erhabene oder abgesenkte Bereiche zu beschränken.

### 5.6.1.9 Das Symmetrie-Objekt

Viele Formen und Objekte um uns herum sind symmetrisch aufgebaut. Was liegt also näher, als nur eine Seite konstruieren zu müssen und die fehlende Hälfte ergänzen zu lassen. Hierzu ordnen Sie das halbe Objekt unter dem **Symmetrie-Objekt** ein und wählen dort die passende Spiegelebene aus. Diese Einstellung bezieht sich auf das Objektachsensystem des **Symmetrie-Objekts**. Sofern Punkte möglichst exakt auf dieser Spiegelebene liegen, können diese mit der gespiegelten Seite verschmolzen werden. Dazu muss **Punkte verschmelzen** aktiv sein. Die **Verschmelztoleranz** gibt wie gewohnt den Suchradius um die Spiegelebene an, in dem nach Punkten gesucht wird. Sofern **Symmetrisch** aktiviert wurde, werden die so verschmolzenen Punkte exakt auf der Spiegelebene platziert. Ansonsten kann es vorkommen, dass ein Punkt der einen Hälfte auf dem Punkt der anderen Symmetriehälfte einrastet und somit anschließend nicht mehr mittig liegt. Besonders wenn Pinsel-, Magnet- oder Sculpting-Werkzeuge zur Modellierung des Objekts unter dem **Symmetrie-Objekt** benutzt werden, kann es leicht passieren, dass die auf der Symmetrie-Ebene liegenden Punkte verrutschen und somit der Zusammenhalt zwischen dem Original und der gespiegelten Form verloren geht. Sehr praktisch ist daher die Option für **Punkte auf Achse halten**, die exakt dies verhindert. Werden an die Spiegelebene angrenzende Polygone extrudiert können mit **Polygone auf Achse löschen** automatisch die vollständig in der Spiegelebene liegenden Polygone entfernt werden. Schließlich sorgt die Option **Automatisch umdrehen** dafür, dass jeweils auf der zur Kamera am nächsten liegenden Seite des **Symmetrie-Objekts** ein editierbares Mesh verfügbar ist. Es kann dann je nach Blickwinkel auf das Gesamtobjekt auf beiden Hälften der Symmetrie mit Werkzeugen an der Form gearbeitet werden. Mit einem Klick auf die **Umdrehen**-Schaltfläche kann ein Austausch zwischen dem Original und der gespiegelten Kopie auch manuell ausgelöst werden, ohne dass Sie zuerst mit der Kamera auf die entsprechende Seite des **Symmetrie-Objekts** schwenken müssen.

### 5.6.1.10 Das LOD-Objekt

LOD steht als Abkürzung für **Level of Detail** und ist in der Lage, die Sichtbarkeit von Objekten, die Qualität der Darstellungsqualität oder sogar die Anzahl der Oberflächenpolygone von Objekten automatisch zu verändern. Diese Technik kommt vor allem der Entlastung der Grafikkarte zugute, die hierdurch bei komplexen Szenen derart entlastet werden kann, dass die Darstellung im Ansichtsfenster beschleunigt wird. Ganz ähnliche Mechanismen werden auch bei Computerspielen verwendet, um möglichst hohe Bildraten und somit eine flüssige Wiedergabe auch bei komplexen Inhalten zu ermöglichen.

In der Regel gehen Sie so vor, dass die Objekte, die Sie z. B. in Abhängigkeit ihrer Entfernung zur Kamera austauschen oder reduziert darstellen möchten, unter dem **LOD-Objekt** eingruppiieren. Über den **LOD-Modus** wählen Sie hauptsächlich welche Objekte wie verändert werden sollen. In der Einstellung **Unterobjekte** müssen in der Regel mindestens zwei verschiedene Objekte unter dem **LOD-Objekt** gruppiert werden. Die komplexeren und detailreicheren Objekte müssen dabei weiter oben stehen. Die einfachsten Objekte folgen weiter unten in der Hierarchie. Ein typischer Anwendungsfall wäre z. B. die Verwendung eines hoch aufgelösten Baum-Modells an erster Position unter dem **LOD-Objekt**. An zweiter Position könnte dann ein Baum-Modell stehen, bei dem z. B. die dünnsten Zweige und die kleinsten Blätter fehlen, da diese aus größerer Entfernung sowieso nicht mehr wahrgenommen werden. An dritter Position unter dem **LOD-Objekt** könnte dann ein Baum liegen, der nur noch aus einem Stamm und einer passenden texturierten Polygonhülle für die Blattdarstellung besteht.

Im **LOD-Modus Manuelle Gruppen** legen Sie selbst über die **Stufenanzahl** fest, wie viele Versionen oder Abstufungen einer Objektdarstellung Sie benötigen. Separate **Objekte**-Listen können dann von Ihnen per Drag&Drop mit beliebigen Objekten gefüllt werden. In jeder Liste müssen dann immer alle Objekte aufgeführt werden, die gleichzeitig angezeigt werden sollen. Die Reihenfolge der Objekte in der Hierarchie unter dem **LOD-Objekt** spielt hierbei also keine Rolle mehr.

Im Modus **Vereinfachung** spielt die Reihenfolge untergeordneter Objekte ebenfalls keine Rolle mehr. Auch hier kann über den Wert für die **Stufenanzahl** vorgegeben werden, wie viele Darstellungsvariationen Sie benötigen. Diese beziehen sich diesmal jedoch im gleichen Maß auf alle untergeordneten Objekte.

Allen drei **LOD-Modi** ist gemein, dass Sie die Darstellungsart und –Qualität der Objekte über die Menüs und Icons im Bereich **Darstellung** des LOD-Objekts steuern können. Das Auge-Symbol ermöglicht das Ein- und Ausblenden der Objekte. Mit dem zweiten Icon kann das Backface-Culling, also die Darstellung verdeckter Polygone oder Linien umgeschaltet werden. Das dritte Icon steuert die Darstellung von Farben und Texturen, falls die Objekte bereits über Materialien verfügen. Das vierte Icon regelt schließlich die Nutzung der erweiterten OpenGL-Möglichkeiten bei der Darstellung im Ansichtsfenster. Über die beiden sich anschließenden Menüs können zusätzlich die Schattierungsmethoden und Liniendarstellungen gewählt werden. Die Wirkung entspricht dabei der Zuweisung und Konfiguration entsprechender **Darstellung-Tags**.

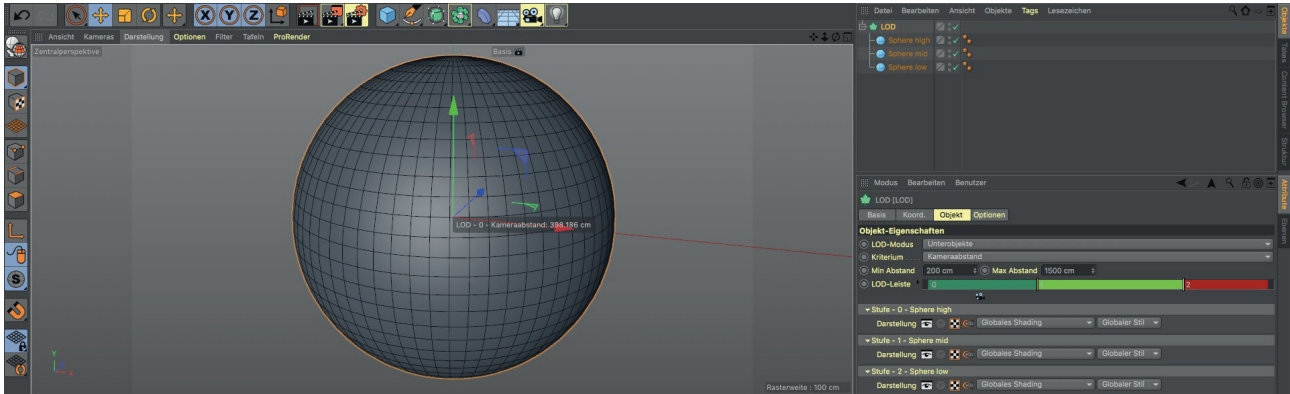
#### 5.6.1.10.1 Das LOD-Kriterium

Nachdem der gewünschte **LOD-Modus** gewählt wurde, legt das Kriterium fest, wie die Umschaltung der Objektsichtbarkeiten oder allgemein die Veränderung der Darstellung gesteuert werden soll. Mit **LOD-Stufe Benutzer** kann selbst über das **Aktuelle Stufe**-Menü ausgewählt werden, welche Objekte sichtbar sein sollen. Ähnlich funktioniert **LOD-Wert Benutzer**, wobei diesmal ein Prozentwert zum Umschalten verwendet wird. Ein farbiger Gradient zeigt dabei mit senkrechten Trennstrichen an, bei welchem Zahlenwert die Umschaltung erfolgt. Diese Striche können auch individuell mit der Maus verschoben werden.

Die **Kriterien Horizontale Bildschirmgröße** bzw. **Vertikale Bildschirmgröße** setzen die aktuelle Abbildungsgröße des Objekts entlang der Horizontalen oder Vertikalen in Abhängigkeit zur entsprechenden Größe der Ansicht. Ein kleiner Kreis unterhalb der **LOD-Leiste** zeigt das jeweilige Ergebnis an. Die vertikalen Trennstriche in der Leiste zeigen wiederum die Umschaltpunkte zwischen den Objekten an und können manuell in der Position angepasst werden.

Sehr ähnlich funktioniert das **Kriterium Bildschirmfläche**, bei dem diesmal die gesamte Fläche der Ansicht in Relation zur Bildschirmfläche des Objekts gesetzt wird.

Das **Kriterium Kameraabstand** wird sicherlich der gängigste Modus sein, denn er wird so auch in Game-Engines verwendet. Die Umschaltung der Objekte erfolgt dabei in Abhängigkeit zum Abstand zur Kamera.



Sie legen dabei die **minimalen** und **maximalen Abstände** fest, die ausgewertet werden sollen. Auch hierbei erfolgt die Feinsteuerung über die **LOD-Leiste**, die diesmal zusätzlich ein Kamerasymbol zeigt, über das tatsächlich die gerade aktive Kamera in ihrem Abstand justiert werden kann. Nach dem Lösen der Maus springt die Kamera jedoch jeweils zu ihrer ursprünglichen Position zurück. Dennoch ist diese Funktion sehr nützlich, um wieder die Übergangspunkte für die Objektumschaltung präzise setzen zu können. Auch hierfür werden wieder senkrechte Regler in der **LOD-Leiste** verwendet.

Das letzte **Kriterium** nennt sich **Global** und bezieht sich ausschließlich auf die drei vorgegebenen Detailstufen **Niedrig**, **Mittel** und **Hoch**, die über **Optionen > Detailstufe** in den Editoransichten gewählt werden können. Hier sind also nur drei Zustände möglich.

#### 5.6.1.10.2 Der Vereinfachung LOD-Modus

Wurden in den beiden **LOD-Modi Unterobjekte** und **Manuelle Gruppen** jeweils nur die Sichtbarkeiten der Objekte verändert, kann im Modus **Vereinfachung** zusätzlich ein neues Aussehen für die Objekte errechnet werden. Es müssen daher in diesem Modus nicht extra vereinfachte Abwandlungen des Originals erstellt werden.

Im **Vereinfachungsmodus Volle Objekte** werden die Objektformen unverändert dargestellt.

Bei **Dezimieren** erfolgt das Weglassen von Polygonen. Dieses Ausblenden kann prozentual über den **Stärke**-Wert erfolgen und funktioniert selbst bei prozeduralen Objekten. Die Polygone werden dabei entsprechend ihrer Indexnummern bearbeitet. Ein zufälliges Ausblenden oder eine Sortierung, z. B. entlang einer beliebigen Achse sind hierbei zwar nicht vorgesehen, können jedoch u. U. über die MoGraph-Funktionalität des **Voronoi Bruch**-Objekts simuliert werden. Dort lassen sich die Bruchstücke eines Objekts entlang einer Raumrichtung sortieren. Erfolgt die Fragmentierung pro Polygon des Objekts, kann dieser Umweg zur Neusortierung der Polygonnummern verwendet werden.

Bei **Konvexe Hülle** werden die untergeordneten Objekte ausgeblendet und durch eine neue Geometrie ersetzt, die ähnlich einer Schrumpffolie, die ursprünglichen Formen wiedergibt. Dabei werden innenliegende Ausbuchtungen und die Lücken zwischen den Objekten überspungen. Alternativ hierzu können auch alle untergeordneten Objekte einzeln mit so einer Hülle versehen werden. Die Lücken zwischen den Objekten bleiben dann erhalten. Verwenden Sie dazu die **Pro Objekt**-Option.

Im **Vereinfachungsmodus Bounding Box** wird nur noch der Um-Quader der Objekte angezeigt. Dies ist ein einfacher Quader, der so skaliert wurde, dass alle Objektpunkte in ihm Platz haben. Auch hierbei gibt es wieder eine **Pro Objekt**-Option, durch die alle Objekte einzelne Um-Quader erhalten.

Die einfachste Darstellungsqualität verbirgt sich hinter dem **Vereinfachungsmodus Null**, bei dem die Objekte durch simple Null-Objekte ersetzt werden. Deren Darstellung kann wie gewohnt z. B. als Kreis, Rechteck oder z. B. Stern erfolgen.

#### 5.6.1.10.3 LOD-Optionen

Mit **Progressiv** lassen sich geringere LOD-Stufen erhalten, wenn die LOD-Stufe erhöht wird. Dies kann genutzt werden, um z. B. bei Annäherung mehr und mehr Objekte und somit Details auftauchen zu lassen.

Die Option **Nicht zugewiesene Objekte immer anzeigen** bezieht sich auf den **LOD-Modus Manuelle Gruppen** und zeigt alle Objekte, die in keiner **Objekte**-Liste verlinkt wurden permanent an.

Normalerweise werden beim Rendern die gleichen Objekte und Detailstufen ausgegeben, wie sie durch das DOF-Objekt auch im Ansichtsfenster verwendet werden. Macht die Reduzierung der Objektkomplexität für die Beschleunigung im Ansichtsfenster noch Sinn, spielt dies beim Rendern eher eine untergeordnete Rolle. Hier sollte immer der bestmögliche Zustand zu sehen sein. Dafür sorgt die Option **Zum Rendern LOD 0 verwenden**.

Alternativ hierzu kann auch der Prozentwert **Render-LOD-Inkrement** verwendet werden, um darüber die LOD-Stufe für das Rendering individuell zu erhöhen.

Besonders interessant bei der Verwendung in Kombination mit Instanzen oder MoGraph-Klonen ist das Kamera-Clipping. Hiermit kann die Sichtpyramide der aktiven Kamera ausgewertet werden, um nur die Objekte sichtbar zu lassen, die innerhalb des Kamerablickfelds liegen. Über **Kegel: Sicherheitsabstand** können Sie die Sichtbarkeit der Objekte auch auf einen gewissen Übergangsbereich ausweiten. Es bleiben dann auch noch Klone sichtbar, die bereits etwas außerhalb des eingesehenen Bereichs liegen. **Kamera: Sicherheitsabstand** kann zusätzlich verwendet werden, um einen kugelförmigen Bereich um die Position der Kamera herum von der Ausblendung der Objekte auszunehmen.

Mittels **Kamera-Clipping im Rendering** verwenden können diese Effekte auch für das Rendering genutzt werden.

Die Option **Objekte polygonisieren** ist eher spezieller Natur und nur im **LOD-Modus Unterobjekte** von Bedeutung. Da das **LOD-Objekt** intern eine neue Hierarchie der verwendeten Objekte erzeugt, kann es im Einzelfall zu einer Auflösung von Verknüpfungen kommen, wie sie z. B. für Deformationen zum Einsatz kommen. Sollten Sie derartige Probleme beobachten, schafft diese Option Abhilfe. Einziger Nachteil ist, dass bei einer Konvertierung des **LOD-Objekts** dann auch nur die polygonisierten Versionen der untergeordneten Objekte erscheinen.

### 5.6.1.11 Die Polygonreduktion

Immer wenn die Anzahl der Polygone eines Objekts optimiert werden soll und es sich dabei nicht um ein parametrisches Objekt oder ein über Generatoren erstelltes Objekt handelt, macht die Polygonreduktion Sinn. Dazu ordnen Sie die zu reduzierenden Objekte dem **Polygonreduktion-Generator** unter. Nach einer kurzen Vorberechnung, deren Status Sie über die untere Statusleiste im Layout ablesen können, lässt sich der Grad der Reduzierung über die **Reduktionsstärke** vorgeben. Die daraus resultierende Anzahl an Dreiecken, Kanten und Punkten wird simultan angezeigt, kann aber auch direkt eingegeben werden, um die Reduktion zu steuern. Dabei kann jedoch nur selten ein vorgegebener Wert exakt erreicht werden.

Wurde mehr als ein Objekt untergeordnet, kann über die Option **Unterobjekte zu einem Objekt zusammenfassen** vorgegeben werden, ob jedes Objekt für sich reduziert werden soll, oder zuvor eine Zusammenfassung zu einem einzelnen Objekt erfolgen soll. Sollen die Objekte individuell reduziert werden, entfallen die Werte für die Anzahlen der Dreiecke, Kanten und Punkte. Es kann dann nur noch prozentual über die **Reduktionsstärke** gearbeitet werden. Generell empfiehlt sich, wenn Sie Objekte mit sehr unterschiedlicher Polygondichte gleichzeitig reduzieren möchten, die Option zu aktivieren, da so eher niedrig aufgelöste Objekte länger ihre Form behalten.

Enthalten die Objekte Löcher oder offene Polygonränder, können Sie diese Bereiche durch **3D-Ränder bewahren** besser vor einer Veränderung durch die Polygonreduktion schützen. Zusätzlich steht ein **Grenzkontrollwinkel** zur Verfügung, der Punkte nur dann durch den Algorithmus entfernen lässt, wenn die Gerade auf der diese Punkte liegen keine Winkelveränderung zeigt, die stärker als der vorgegebene Winkelwert ist.

Ähnlich funktioniert **UV-Ränder bewahren**, durch das die auf den Rändern von UV-Polygoninseln liegenden Punkte erhalten und somit ein Verrutschen oder Verschmieren zugewiesener Texturen verhindert werden.

Zudem berücksichtigt die Polygonreduktion neben den UV-Koordinaten z. B. auch Vertex-Maps und rechnet deren Wichtungen auf die neuen Punkte am reduzierten Objekt um.

### 5.6.1.12 Hilfsfunktionen

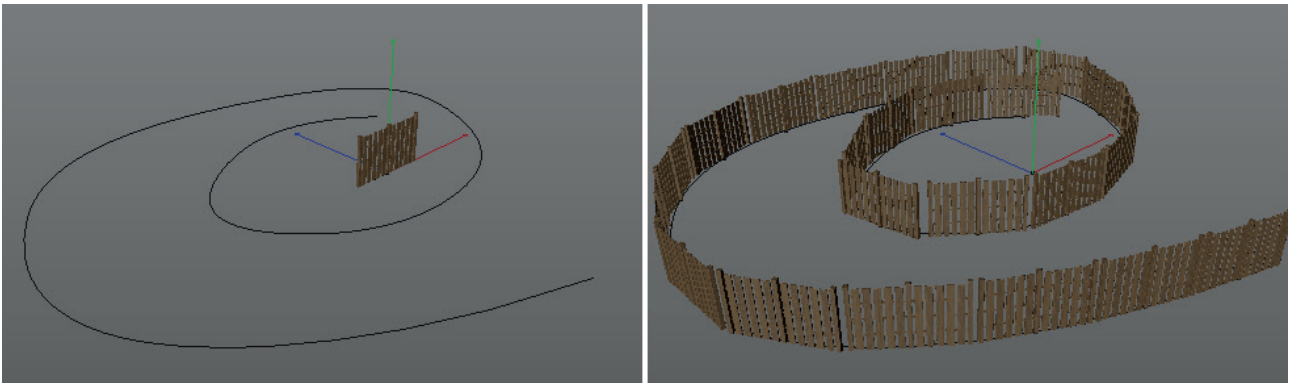
Im **Werkzeuge**-Menü von Cinema 4D finden Sie zahlreiche Funktionen, die bei der täglichen Arbeit helfen können. Stellvertretend für diese Kategorie picken wir uns die mit am häufigsten genutzten Funktionen zum Duplizieren und zufälligen Anordnen von Objekten heraus.

#### 5.6.1.12.1 Die Duplizieren-Funktion

Das **Duplizieren**-Werkzeug bezieht sich automatisch auf das aktuell selektierte Objekt. Dieses Werkzeug lässt sich so lange interaktiv bedienen, bis ein anderes Werkzeug ausgewählt wird. Sie können also interaktiv mit der Anzahl oder Anordnung der Duplikate experimentieren, bevor Sie das Werkzeug verlassen und das Ergebnis endgültig wird.

In der **Duplizieren**-Rubrik stellen Sie zunächst die gewünschte Anzahl an **Kopien** ein. Dort können Sie über den **Klonmodus** auch wählen, welche Art Kopien Sie erhalten möchten. Bei der Einstellung **Kopien** entstehen individuelle Kopien, die unabhängig vom Original sind. Bei den Einstellungen **Instanzen** und **Renderinstanzen** kommt es zur Erzeugung von Instanz-Objekten, deren Funktionen und Unterschiede wir bereits besprochen haben.

Die **Modus**-Einstellungen in den **Optionen** des Werkzeugs definiert die Anordnung der Kopien. Gewählt werden kann zwischen eine geraden Aufreihung (**Linear**) einer kreisförmigen Anordnung (**Kreis**, entspricht Array-Objekt) oder einer Anordnung **entlang eines Splines**.

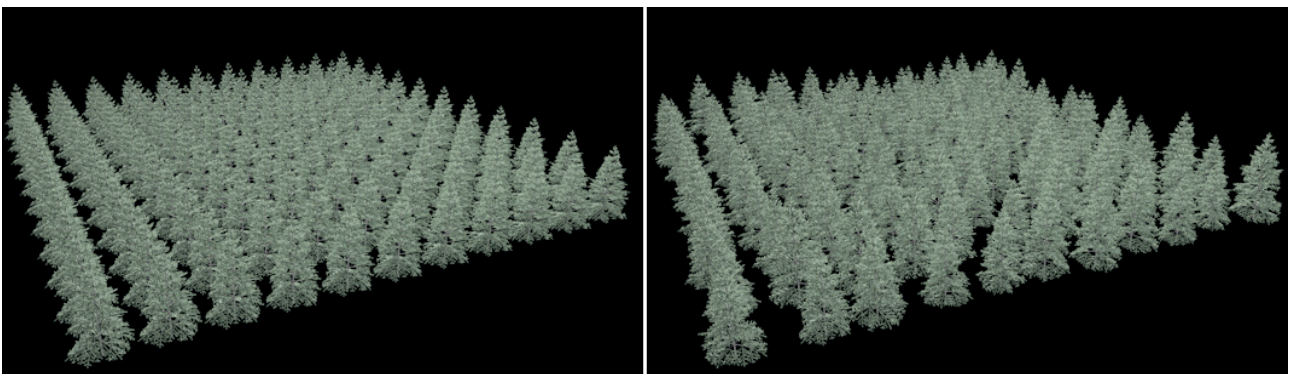


Die **Pro Schritt**-Option bestimmt, wie die nachfolgenden Einstellungen angewendet werden. So können z. B. **Verschieben**-Werte jeweils relativ zur vorherigen Kopie (**Pro Schritt**) oder absolut für die Gesamtzahl aller Kopien vorgegeben werden. Wenn Sie also 10 Würfel so übereinander stapeln möchten, dass exakt eine Höhe von 2 Metern erreicht wird, so müssen Sieden **Modus Linear** verwenden, **Pro Schritt** ausschalten und bei **Verschieben** den Vektor 0 m, 2 m, 0 m eintragen. Ansonsten wäre die Lücke zwischen benachbarten Würfeln jeweils zwei Meter groß.

Zusätzlich zur **Verschiebung** kann auch die **Größe** oder der **Winkel** der Kopien vorgegeben werden. Die Erzeugung der Kopien wird dann schließlich über die **Zuweisen**-Schaltfläche in der **Werkzeug**-Rubrik der **Duplizieren**-Funktion ausgelöst. Anschließend können Sie noch alle Einstellungen editieren, bis Sie mit der Platzierung und Anzahl zufrieden sind.

#### 5.6.1.12.2 Die Zufall-Funktion

Nicht immer kommt es auch regelmäßige oder exakte Platzierungen, Größen oder Drehwinkel an. Ganz im Gegenteil. Kleine Variationen machen oft den Unterschied zwischen Realismus und unnatürlicher Perfektion aus.



Im **Werkzeuge-Menü** finden Sie daher auch eine **Zufall**-Funktion, die automatisch auf alle ausgewählten Objekte wirkt. Es reicht also nicht aus, z. B. nur das Oberobjekt einer Hierarchie zu selektieren.

Über Einstellungen für **Verschieben**, **Größe** und **Winkel** können Sie Maximalwerte für Abweichungen vorgeben und anschließend über die Betätigung der **Zuweisen**-Schaltfläche die Ausführung des Zufalls starten. Gefällt Ihnen das Ergebnis nicht, verändern Sie einfach den **Startwert**, der als Basis für die Zufallsberechnung genutzt wird. So lange die **Zufall**-Funktion aktiv bleibt, können Änderungen an allen Werten vorgenommen werden. Erst nach dem Wechsel zu einer anderen Funktion oder einem anderen Werkzeug ist das Ergebnis fixiert.

► *Siehe Übung zu den Modeling-Objekten*

## ZUSAMMENFASSUNG MODELING-OBJEKTE UND HILFSFUNKTIONEN

- Modeling-Objekte funktionieren in der Regel wie Generatoren, müssen also die Objekte untergeordnet bekommen, mit denen sie arbeiten sollen.
- Einzige Ausnahme dieser Regel ist das Instanz-Objekt, dem ein Objekt über ein Verlinkungsfeld zugewiesen wird. Daneben erlaubt der **Volumenerzeuger** alternativ zur Unterordnung auch die Verlinkung von Objekten.
- Die Originale bleiben durch die Modeling-Objekte unverändert. Der Urzustand kann daher jederzeit wiederhergestellt werden, wenn die Modeling-Objekte ausgeschaltet, oder die untergeordneten Objekte aus der Gruppe gezogen werden.
- Das **Array**-Objekt stellt eine beliebige Anzahl von Kopien her und ordnet diese kreisförmig an. Dabei werden die Z-Achsen dieser Objekte stets nach außen rotiert.
- Das **Atom-Array**-Objekt kann die Struktur eines Objekts als Drahtgitter sichtbar machen. Dabei werden die Punkte des Objekts als Kugeln und die Kanten als Zylinder dargestellt.
- Das **Boole**-Objekt berechnet Schnittmengen, kann also z. B. zum Abziehen einer Form von einer anderen benutzt werden.
- Die **Splinesmaske** funktioniert wie das **Boole**-Objekt, arbeitet jedoch nur mit zweidimensionalen Splines zusammen. Die **Splinesmaske** selbst kann dabei wie ein Spline-Objekt z.B. unter einem **Extrudieren**-Objekt benutzt werden.
- Das **Verbinden**-Objekt optimiert die Punkte untergeordneter oder verlinkter Objekte und kann so zum Verschweißen von Formen genutzt werden, die Berührungspunkte haben.
- Das **Instanz**-Objekt stellt sich wie eine Kopie eines anderen Objekts dar. Es besteht dabei jedoch eine interaktive Verbindung zwischen dem Original und der Instanz. Jede Veränderung am Original wird zeitgleich auf die Instanz übernommen.
- Die **Renderinstanz** ist eine Spezialform der **Instanz**, die sehr speicherschonend ist und daher die Nutzung sehr vieler **Instanzen** erlaubt, ohne den Arbeitsspeicher zu sehr zu belasten. Dabei enthält die **Renderinstanz** im Gegensatz zur normalen **Instanz** keine Punktinformationen des Originals mehr und kann daher z. B. auch nicht individuell verformt oder zu einem Polygon-Objekt konvertiert werden.
- Das **Metaball**-Objekt interpretiert standardmäßig die Punkte von Objekten als Kugeln, die über eine neu errechnete Polygonhülle wie Wassertropfen ineinanderlaufen.
- Die Darstellungsqualität der Metaballs kann individuell für den Editor und das Rendering vorgegeben werden.
- Die Berechnung jedes Objekts unter einem **Metaball**-Objekt kann über **Metaball** Tags definiert werden.
- Das **Symmetrie**-Objekt erstellt interaktiv eine gespiegelte Kopie des untergeordneten Objekts. Liegen Punkte des Originals in der Nähe der Spiegelebene, können diese dort festgehalten und mit der gespiegelten Seite verschmolzen werden.
- Werden mehr als nur ein paar Objektkopien benötigt, lassen sich diese über eine eigene **Duplizieren**-Funktion erstellen.
- Die Platzierung kann wahlweise auf einer Line, entlang eines Kreises oder auf einer Splinekurve erfolgen.
- Eigenschaften, wie die Verschiebung, Größe und der Winkel können über die Anzahl der Kopien interpoliert werden.
- Die **Zufall**-Funktion erlaubt eine zufällige Platzierung, Skalierung und Drehung selektierter Objekte.

## 6 Testberechnungen auslösen

Die folgenden Abschnitte beschäftigen sich u. a. mit dem Thema Beleuchtung und der Materialdefinition der Oberflächen. Nicht alle diese Effekte sind immer in voller Qualität bereits in den Ansichtsfenstern zu erkennen.

Gerade bei der Erstellung von Materialien, aber auch bei der Platzierung und Ausrichtung von Lichtquellen werden Testberechnungen immer wichtiger. Damit sind in der Regel Renderings gemeint, die entweder direkt in den Editoransichten ausgeführt werden, oder solche, die geringere Qualitätsstufen nutzen als es beim finalen Rendering der Fall sein wird. Dieses Thema hat also nicht direkt etwas mit dem Licht- oder Materialsystem zu tun, es macht an dieser Stelle jedoch Sinn, die wichtigsten Techniken für die Testberechnung Ihrer Szenen zu besprechen, damit Sie selbst bereits jetzt das Aussehen Ihrer Szene begutachten können. Obwohl bereits viele Effekte direkt über OpenGL in den Ansichten simuliert werden können, sind z. B. Refraktionen in transparenten Materialien, Fläche-Schatten und komplexe Spiegelungen derzeit noch ausschließlich durch Raytracing-Berechnungen darstellbar und können daher nicht in vergleichbarer Qualität in den Editoransichten angezeigt werden.

Die Qualität der Testberechnungen und auch des finalen Renderings wird über die **Rendervoreinstellungen** vorgegeben. Wir werden uns diesen Dialog nun kurz ansehen und uns dabei auf die zu diesem Zeitpunkt wichtigen Optionen beschränken. Die übrigen Einstellmöglichkeiten werden dann später bei der Besprechung der verschiedenen Berechnungsverfahren für Szenen abgehandelt. Sie finden die **Rendervoreinstellungen** sowohl als Icon in der oberen Leiste als auch im **Rendern**-Menü unter dem Eintrag **Rendervoreinstellungen bearbeiten**.

### 6.1 Die Rendervoreinstellungen

Dieser Dialog enthält alle Parameter, die für die Qualität und Art der Renderings wichtig sind. Viele dieser Einstellungen sind zu diesem Zeitpunkt jedoch noch nicht relevant für Sie. Wir werden uns daher vorerst auf die für Testberechnungen wichtigen Rubriken und Werte beschränken.

#### 6.1.1 Die Wahl des Renderers

Das **Renderer**-Menü oben links legt die Art der Bildberechnung fest. **Standard** ist hier die normale Qualitätsstufe von Cinema 4D, bei der mit Raytracing gearbeitet wird. Dieser Modus kann individuell über die **Effekte...**-Taste zusätzlich z. B. mit globaler Illumination oder Caustics ergänzt werden. Der Modus **Physikalisch** simuliert u. a. reale Kamerasysteme und bietet optimierte Berechnungsalgorithmen. Dies beinhaltet z. B. auch Bewegungsunschärfe oder z. B. Schärfentiefe. **Hardware OpenGL** ist in seiner Darstellungsqualität vergleichbar mit dem, was Sie aus den Editoransichten kennen. Dabei erfolgt die Berechnung der Bilder also über OpenGL und die Grafikkarte. Durch zusätzliche Optionen u. a. für das Antialiasing kann die Qualität der Renderings jedoch auch noch über die der Ansichtsfenster hinausgehen.

**ProRender**, ein unbiased GPU-Renderer, kann die Berechnung komplett auf der Grafikkarte durchführen. Anders als noch bei **Hardware OpenGL** kommt dabei **OpenCL** zum Einsatz, das auch für Raytracing verwendet werden kann. Sofern bei der Beleuchtung der Szene und bei der Materialdefinition auf möglichst physikalisch korrekte Eigenschaften geachtet wurde, führt dieser Renderer, ohne viel einstellen zu müssen, zu sehr realistischen Ergebnissen. Hinzu kommt, dass die Berechnung von VDB-Volumeneffekten, wie sie z. B. für Nebel oder Wolken verwendet werden aktuell ausschließlich von ProRender gehandhabt werden kann. Zudem kann dieser Renderer viel schneller als der **Standard**- oder der **Physikalische**-Renderer sein, wenn performante Grafikkarten vorhanden sind. Ein weiterer Pluspunkt ist die interaktive Berechnung der Szene. Dadurch kann bereits nach sehr kurzer Zeit ein erster Eindruck der zu berechnenden Szene dargestellt werden. Durch dieses schnelle Feedback können Entscheidungen über die Beleuchtung, die Materialien oder den Szenenaufbau viel schneller getroffen werden. Die Verschiebung einer Lichtquelle ist so z. B. nahezu sofort in ihrer Auswirkung zu begutachten. Da dieser Renderer auch direkt im Ansichtsfenster genutzt werden kann, ermöglicht uns die praktisch permanent in einer gerenderten Ansicht arbeiten zu können, die sich nach jeder Veränderung an der Szene automatisch aktualisiert.

Andere installierte Renderer, wie z. B. **Redshift**, **Vray** oder **Octane** tauchen ansonsten als zusätzliche Optionen ebenfalls im **Renderer**-Menü auf und können hier aktiviert werden.



## 6.1.2 Die Ausgabe-Parameter

Hier geht es um die Auflösung des Bilds oder der Animation die berechnet werden soll. Der untere Teil der Dialogseite legt dabei für Animationen die Anzahl der zu berechnenden Bilder und die Bilderrate fest. Beginnen wir jedoch oben auf der Seite.

Sie finden dort eine kleine Schaltfläche mit einem Pfeil, unter der Sie zahlreiche Voreinstellungen für gängige Bild- und Videoformate abrufen können. Alternativ hierzu können Sie aber auch manuelle Eingaben in die Felder **Breite** und **Höhe** vornehmen. Selbst die Umrechnungen von z. B. Zentimeter- oder Millimeter-Abmessungen in eine Pixelauflösung ist hier kein Problem. Sie finden dafür hinter dem **Breite**-Wert ein Umschaltmenü für die Einheit. Ebenso können Sie direkt einen DPI- oder Pixel/cm-Wert für die **Auflösung** vorgeben. Die notwendige Cinema 4D-Renderauflösung wird automatisch angepasst.

Sind bereits Auflösungen eingetragen, so kann **Proportionen erhalten** aktiviert werden. Immer wenn Sie einen der Werte **Höhe** oder **Breite** verändern, wird der jeweils andere Wert automatisch so angepasst, dass das ursprüngliche Seitenverhältnis der Aufgabe erhalten bleibt. Selbst wenn wir für die Testberechnungen noch nicht auf die finale Auflösung zurückgriffen müssen, so hat das frühzeitige Einstellen zumindest des gewünschten Seitenverhältnisses große Vorteile für uns. Sie können dann nämlich bereits durch die Rahmen und Abdunkelungen (Safe Frames) in der Zentralperspektive den Bereich der Szene erkennen, der tatsächlich später in Ihrem Bild zu sehen sein wird. Der Grad der Abdunkelung dieser Bereiche kann über die **Ansichts-Voreinstellungen** editiert werden.

Das Seitenverhältnis ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen **Breite** zu **Höhe**, kann aber auch über den Parameter **Seitenverhältnis** direkt vorgegeben werden. Ein zusätzliches Menü rechts daneben bietet gängige Verhältnisse, wie z. B. 4:3 oder 16:9 zur Direktauswahl an. Etwas verwundern mag Sie vielleicht auch, dass Pixel nicht immer quadratisch sein müssen. So werden einige ältere Videoformate z. B. mit verzerrten Pixeln berechnet, die dann erst bei der Ausgabe z. B. auf einem Fernseher wieder entzerrt werden. Dieses **Pixelverhältnis** kann ebenfalls vorgegeben werden. Für die Standbildausgabe oder die Wiedergabe auf modernen HD-Fernsehern ist jedoch ein **Pixelverhältnis** von eins die richtige Wahl. Gleiches gilt bei Animationen für das **Field-Rendering**, dessen Parameter Sie weiter unten im Dialog finden. Das aktive **Field-Rendering** sorgt für das Rendering im Zeilensprung-Verfahren. Dies ist ebenfalls für Standbilder ungeeignet und auch für viele moderne Ausgabemedien nicht mehr notwendig. Im Zweifel informieren Sie sich vor Erstellung des Renderings z. B. bei Ihrem Kunden oder bei der Person, die für die Postproduktion verantwortlich ist, ob Interlacing im Ausgabematerial gewünscht ist oder nicht.

Das **Dauer**-Menü legt beim finalen Rendering fest, wie viele Bilder berechnet werden. Durch **Aktuelles Bild** wird immer nur das gerade im Editor angezeigte Bild berechnet, selbst wenn Sie eine längere Animation angelegt haben. **Alle Bilder** lässt den gesamten Zeitraum, den Sie z. B. über die **Projekt-Voreinstellungen** definiert haben, berechnen. Die Einstellung **Vorschaubereich** greift auf den Bildbereich im Zeitstrahl zurück, den Sie als **Vorschaubereich** definiert haben. Dies ist also ein beliebiger Ausschnitt aus Ihrer Gesamtanimation. Schließlich können Sie bei **Manuell** auch selbst beliebige **Von/Bis**-Bildnummern eintragen. Der **Bildschritt** definiert dann bei allen Renderings, die über mehrere Bilder laufen, ob Bilder ausgelassen werden sollen. In der Regel werden Sie hier nur den Bildschritt eins verwenden, damit tatsächlich alle Bilder der Animation auch berechnet und gespeichert werden. Es kann jedoch für die Begutachtung der Beleuchtungssituation während einer Animation ausreichen, z. B. immer nur jedes fünfte oder gar zehnte Bild berechnen zu lassen. Vergessen Sie nach dieser Testberechnung jedoch nicht, diesen Wert wieder auf eins zu stellen.

Schließlich haben wir dann noch die **Bilderrate** zur Verfügung, die sowohl mit dem Ausgabemedium als auch mit den Einstellungen Ihres Projekts in Einklang stehen sollte. Für die Berechnung von Standbildern hat dieser Parameter jedoch keine Bedeutung.

Unterhalb der Anzeige für die Bildauflösung finden Sie noch eine Option namens **Bereichsrendern**. Dies kann für Testberechnungen von aufwändigen Standbildern in hoher Auflösung interessant sein, denn Sie können dann nur einen Teil des Gesamtbilds rendern lassen. Durch Anklicken der kleinen Dreieckstaste vor **Bereichsrendern** erscheinen zusätzliche Einstellungen. Über die vier Zahlenwerte definieren Sie in Pixeln die Abstände von den Rändern des Gesamtbilds. Der Bereich zwischen diesen Abständen legt dann den rechteckigen Ausschnitt des Bilds fest der berechnet wird. Die übrige Bildfläche bleibt einfach Schwarz. Wenn Sie im Editor bereits einen **interaktiven Renderbereich** benutzen, so können Sie über **Von IRB kopieren** dessen Lage und Größe direkt übernehmen. Dies erspart das Abschätzen und

die manuelle Eingabe der Werte. Was genau ein **interaktiver Renderbereich** ist und wie dieser funktioniert, lernen Sie gleich im Anschluss an die Besprechung der **Rendervoreinstellungen**.

Schließlich finden Sie noch unten ein Textfeld für eigene **Anmerkungen**. Hier können Sie eigene Kommentare und Informationen hinterlassen, z. B. für welches Ausgabemedium die eingestellten Parameter gelten sollen. Dies kann bei der Weitergabe des Projekts an eine andere Person hilfreich sein, da dieser Kommentar natürlich mit Ihrem Projekt gespeichert wird.

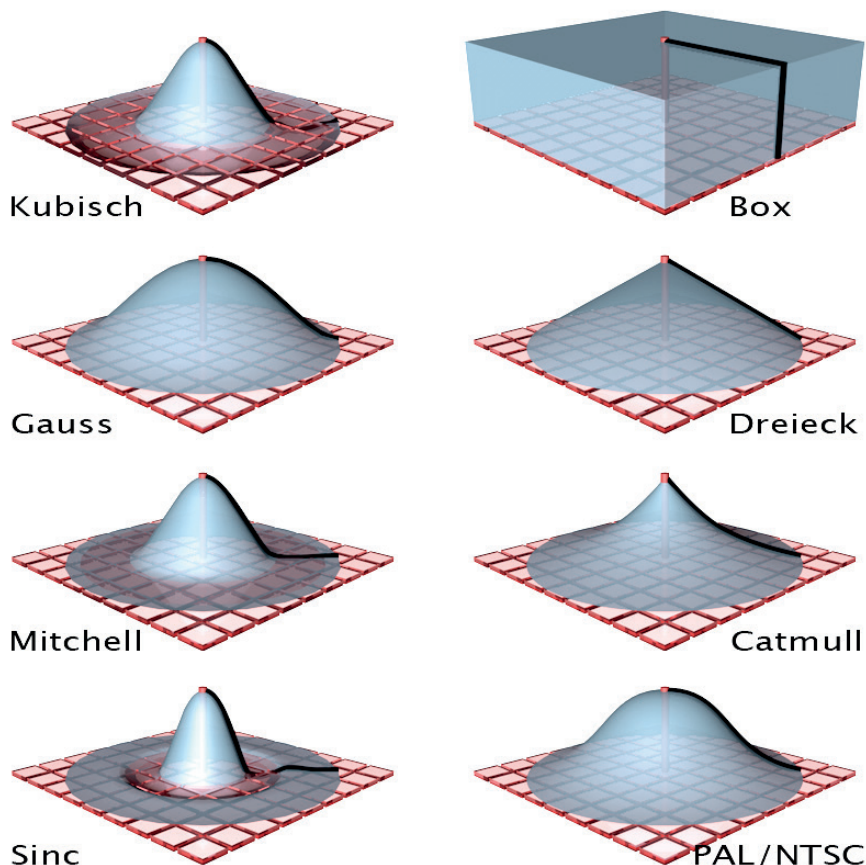
Schließlich lassen sich später natürlich auch Animationen direkt als Videos ausgeben. Entsprechende Vorgaben für die **Dauer** der Animation und die **Bilderrate** haben Sie bereits kennengelernt. Über den **Speichern**-Dialog der **Rendervoreinstellungen** kann dazu ein Videoformat für die Speicherung angegeben werden, das oft auch über eine Datenrate definiert werden kann. Die Option **Datenrate adaptieren** sorgt in so einem Fall automatisch dafür, dass die Datenrate angepasst wird, wenn nachträglich noch Änderungen an der Bildauflösung vorgenommen werden. Eine Vergrößerung der Bildauflösung führt dann zu einer proportionalen Erhöhung der Datenrate, um eine gleichbleibende Kompressionsqualität zu gewährleisten.

### 6.1.3 Die Antialiasing-Einstellungen

Die Qualität eines Renderings hängt stark von der Art und Stärke der Kantenglättung ab. Wie Sie wissen, werden an schrägen Linien auf einem Monitor die Pixel als Treppenstufen sichtbar. Wenn Sie den **Standard-Renderer** verwenden, kann dieser Effekt durch das **Antialiasing** reduziert werden. Im Modus **Keines** wird ganz auf diese Kantenglättung verzichtet. Entsprechend grob wirken die Objekte und auch die Materialien, denn auch Transparenzen, Spiegelungen und verwendete Texturen profitieren sehr von gutem Antialiasing. Für Testberechnungen kann diese Einstellung dennoch nützlich sein, um Rechenzeit zu sparen.

Bei **Geometrie** werden die Umrisse der Objekte optisch geglättet. Dies kann die Qualität der Ausgabe bereits deutlich steigern, hat jedoch keine Wirkung auf Materialien. Daher wird zumindest für die finale Bildberechnung immer auf **Bestes** geschaltet, denn dieses glättet sowohl Objektumrisse als auch alle Materialeigenschaften.

Die **Filter**-Einstellung bietet diverse Algorithmen an, wie das Antialiasing berechnet werden soll.



Bereits auf die entsprechenden Ergebnisse optimiert sind die Einstellungen **Kubisch (Standbild)** und **Gauss (Animation)**. Animationen wirken nämlich mittels **Gauss**-Filter weichgezeichnet natürlicher. Generell legen alle Filter fest, wie die so genannten **Subpixel** zu einem Bildpixel verrechnet werden. Für das **Antialiasing** müssen nämlich die gerenderten Pixel in noch kleinere Einheiten unterteilt werden, eben diese **Subpixel**. Je feiner die Unterteilung in **Subpixel**, desto mehr Informationen können in die Kantenglättung einfließen, desto länger dauert aber auch die Bildberechnung.

Je nach Wahl des **Filters** werden benachbarte **Subpixel** mehr oder weniger stark miteinander verrechnet. Diese Verrechnung basiert auf Kurven, die Sie sich wie Splines vorstellen können. Einige dieser Kurven konzentrieren die Interpolation der **Subpixel** auf die Mitte eines Pixels, was zu einer Schärfung des Motivs führt und somit vor allem für Standbilder interessant ist. Dies ist bei den Filtern **Kubisch**, **Mitchell** und besonders **Sinc** der Fall und kann auch zu einer Überschärfung von Konturen und starken Kontrasten im Bild führen. Im Einzelfall kann das als Flimmern in einer Animation oder schlicht als eine unnatürlich starke Randschärf auffallen. In solchen Fällen aktivieren Sie **Negative Komponenten abschneiden**, um eine Überschärfung zu verhindern.

**Gauss** und **PAL/NTSC** hingegen sind generell aufgrund des harmonischen Verlaufs der Filterkurve gut für Animationen geeignet und liefern weichgezeichnete Bilder. Die übrigen Filter liegen mit Ihrer Wirkung zwischen zusätzliche Scharfzeichnung und einer Weichzeichnung. In jedem Fall können Sie jedoch über **Eigene Größe** auch selbst Einfluss auf die Menge der erfassten Subpixel nehmen. **Filterbreite** und **Filterhöhe** geben für die X- und Y-Richtung der gerenderten Bitmap die Anzahl an Pixeln an, die von der gewählten Filterkurve erfasst werden. Diese Werte lassen sich bis auf vier Pixel erhöhen, was dann zu einer extremen Scharfzeichnung führt. Ist **Eigene Größe** ausgeschaltet, zeigen die ausgegrauten Felder für **Filterbreite** und **Filterhöhe** automatisch die von Cinema 4D für das Rendering genutzten Werte an. Falls Sie selbst eingreifen möchten, haben Sie dadurch eine gute Basis für eigene Einstellungen.

Die Wahl von **Antialiasing Bestes** schaltet weitere Parameter frei. Da diese Art der Kantenglättung auch Materialien berücksichtigt, können Sie über **Schwellwert (Farbe)** diesen Effekt beeinflussen. Diese Einstellung legt den minimalen Farbunterschied benachbarter Bildpixel fest, bei dem eine zusätzliche Glättung durch **Antialiasing** aktiviert wird. Dies bedeutet, dass nur dann die zusätzlichen **Subpixel** generiert werden, wenn ein größerer Farbunterschied als hier angegeben festgestellt wird. Der Standardwert 10% sollte in den meisten Fällen ausreichend sein, in Einzelfällen kann die Genauigkeit der Berechnung dann aber auch durch weiteres Absenken des **Schwellwerts** angehoben werden.

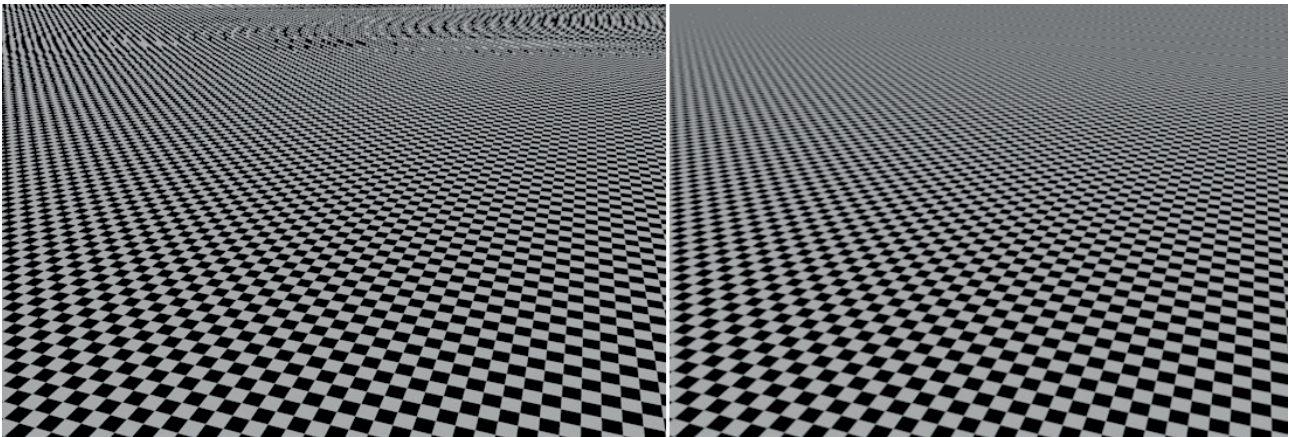
Die eigentliche Intensität des Antialiasing wird durch die beiden Grenzen **Min Level** und **Max Level** definiert. Bei diesen Zahlenwerten handelt es sich um die Anzahl an Subpixeln, in die jeder Bildpixel zusätzlich zerlegt wird. Eine Einstellung von 4x4 bedeutet also, dass ein Pixel in der Höhe und Breite jeweils vierfach unterteilt wird. Es entstehen in diesem Fall also 16 **Subpixel** pro Bildpixel.

**Min Level** legt die Mindeststärke des Effekts für alle Bildpixel fest. Wenn Sie bereits an einfachen Geometrien oder z. B. an Schattenwürfen qualitative Probleme feststellen, senken Sie entweder den **Schwellwert (Farbe)** ab, sofern das Problem z. B. an einem Farbübergang auftritt, oder erhöhen den **Min Level**. Der **Max Level** gibt die Obergrenze der **Subpixel**-Unterteilung vor. Diese Einstellung kommt z. B. bei brechenden Transparenzen, Schattenwürfen und feinen Texturdetails zum Einsatz. Auch hier kann die Qualität durch eine Erhöhung des Werts gesteigert werden. In jedem Fall führen höhere Einstellungen jedoch auch zu längeren Berechnungszeiten. Einfach die Parameter immer auf die Höchstwerte zu setzen macht daher keinen Sinn. Versuchen Sie sich langsam an die gewünschte Qualität heranzutasten.

Zudem werden Sie noch lernen, dass die Stärke des besten **Antialiasings** individuell für jedes Objekt über so genannte **Render**-Tags festgelegt werden kann. Diese Tags finden Sie nach einem Rechtsklick auf ein Objekt im **Objekt-Manager** unter **Render Tags > Render**. Um diese Tags auszuwerten muss die Option **Objekt Render-Tag auswerten** aktiviert sein.

Bilder können beim Speichern in bestimmte Eigenschaften aufgespalten werden. So lassen sich später z. B. Schatten, Spiegelungen oder Glanzlichter als separate Ebenen speichern, was natürlich eine große Hilfe bei der Postproduktion darstellt. Diese Ebenen, aus denen die Bilder bestehen können, werden in Cinema 4D **Multi-Passes** genannt. Die Option **Multi-Passes berücksichtigen** sorgt dann dafür, dass das Antialiasing z. B. in separaten Alpha-Kanälen höherwertig berechnet wird.

Das Kürzel **MIP** steht für ein Verfahren ein Verfahren, das Bildrauschen feiner Strukturen durch selektive Weichzeichnung reduzieren hilft. Dies ist vor allem sinnvoll, wenn Sie feine Muster aus flachem Winkel betrachten. Es kommen dann sehr viele Informationen in einem kleinen Pixelbereich des Bilds zusammen, was zu Störeffekten führen kann.



Über die **MIP Stärke** legen Sie eine globale Stärke dieses Effekts für die Bildberechnung fest. Es handelt sich daher um eine Art Multiplikator für alle **MIP**- und **SAT**-Einstellungen, die Sie später noch in den Materialien vornehmen können. Eine Einstellung von 200% würde somit zu einer Verdopplung aller **MIP** / **SAT**-Einstellungen führen. Generell lässt sich festhalten, dass höhere Einstellungen die feinen Details Ihrer Szene, die in größerer Entfernung zur Kamera platziert wurden, stärker weichzeichnen.

Schließlich finden Sie ganz unten noch ein **Kleine Fragmente**-Menü. Hierzu sollten Sie wissen, dass Cinema 4D intern zwei verschiedene Verfahren für die Bildberechnung nutzen kann. Das **Scanline**-Verfahren tastet das Bild zeilenweise ab. Dabei ist die benötigte Zeit direkt abhängig von der Anzahl der Polygone unter dieser **Scan-Linie**. Dieses Verfahren liefert ein qualitativ hochwertiges Ergebnis, benötigt jedoch recht lange, wenn z. B. in der Nähe des Szenenhorizonts viele Polygone auf einen für den Betrachter kleinen Bereich zusammenrücken.

Das zweite Verfahren ist der **Raytracer**. Dieser ist wesentlich schneller auch bei Bereichen mit vielen Polygonen, kann aber kein so hochwertiges Antialiasing berechnen. Die Vorteile beider Verfahren nutzen Sie daher in der Einstellung **Hybrid**. Cinema 4D entscheidet dann selbst, an welcher Stelle der Szene welcher Renderer zum Einsatz kommt. Auf diese Weise können z. B. hoch aufgelöste Objekte, die jedoch in der aktuellen Kameraansicht nur klein zu sehen sind, mit dem schnelleren **Raytracer** berechnet werden. Aufgrund der großen Entfernung zum Betrachter fällt dort auch die reduzierte Darstellungsqualität nicht so auf. Näher an der Kamera platzierte Objekte werden dann weiterhin mit **Scanline** berechnet.

Wenn Sie den **Physikalischen Renderer** verwenden, funktioniert die Einstellung des Antialiasing etwas anders. Sie finden dazu neue Einstellungen in der **Rendervoreinstellungen**-Kategorie **Physikalisch**, die nur dann erscheint, wenn auch der **Physikalische Renderer** aktiviert wurde. Sofern dort der **Adaptive Sampler** verwendet wird, der die Anzahl der Berechnungsschritte pro Pixel variieren und somit die Rechenzeit optimieren kann, legt die **Sampling: Unterteilung** fest, in wie viele Subpixel jeder Pixel unterteilt werden soll. Der Zahlenwert wird dabei in einer Zweierpotenz verwendet, also als 2<sup>Wert</sup> berechnet. Die Eingabe von 0 führt daher bereits zu einer Unterteilung pro Pixel, also zu einer Messung pro Pixel. Diese Messungen führen jedoch noch nicht zu einer Farbberechnung des Pixels, sondern werden an die folgenden Parameter übergeben, die aufgrund der Ergebnisse der **Sampling: Unterteilung** dann weitere Messungen innerhalb der Subpixel vornehmen. **Shading: Unterteilung (Min)** und **Shading: Unterteilung (Max)** legen die minimale und die maximale Menge an Samples pro Subpixel fest. Auch diese Werte werden als Zweierpotenz verwendet, wobei **Shading: Unterteilung (Min)** immer verwendet wird und je nach Vorabmessung durch **Sampling: Unterteilung** dann pro Subpixel entschieden wird, ob die Berechnungsschritte ggf. bis auf **Shading: Unterteilung (Max)** erhöht werden. Wird zuvor also eine zu kleine Anzahl für **Sampling: Unterteilung** verwendet, stehen schlicht zu wenige Informationen pro Pixel für diese Entscheidung zur Verfügung und es kommt ggf. dazu, dass die vorgegebene Obergrenze an Shading-Samples nicht ausgereizt wird und das Ergebnis daher qualitativ schlecht ausfällt, obwohl ein relativ hoher Wert für **Shading: Unterteilung (Max)** eingetragen wurde.

Der **Shading: Schwellwert** unterstützt schließlich bei der Entscheidung, wann **Shading: Unterteilung (Max)** eingesetzt werden soll. Je kleiner der Prozentwert ist, desto öfter kommt bei einem Pixel der Maximalwert für die Shading-Unterteilung zum Einsatz. Am Ende erfolgt das Zusammenrechnen der ermittelten Farben pro Pixel über die Filter-Einstellung, die auch bei Nutzung des **Physikalischen Renderers** in der **Antialiasing**-Rubrik der **Rendervoreinstellungen** zu finden ist.

Bei Verwendung von **ProRender** vereinfacht sich die Einstellung für das Sampling und das Antialiasing weiter. Ist **ProRender** aktiv, erscheint eine gleichnamige Rubrik in den Rendervoreinstellungen, in der Sie jeweils in den Reitern **Offline** und **Vorschau** teils identische Einstellungen finden. Die **Offline**-Vorgaben sind für die finale Berechnung, also in der Regel für die beste Qualität gedacht. Die Einstellungen unter **Vorschau** werden daher so gewählt, dass sie ein möglichst schnelles Rendering ermöglichen, bei dem Abstriche bei der Qualität gut zu verkraften sind.

In beiden Kategorien legen Sie über **Antialiasing Raster** fest, in wie viele Subpixel jeder Pixel unterteilt werden soll. Jeder Subpixel erhält dann die unter **Antialiasing Samples** angegebene Anzahl von Samples, die wiederum am Ende mittels des gewählten **Filters** zusammengerechnet werden. Dieses Prinzip bleibt also bei allen drei Raytracern identisch.

Selbst bei der Nutzung des **OpenGL** Renderers stehen Antialiasing-Funktionen zur Verfügung, die vor allem auch die Glättung von Spiegelungen und Transparenzen aufwerten. Neben dem normalen **Antialiasing** kann über **Supersampling (Brute-Force)** intern ein größeres Bild berechnet und dann für die Ausgabe kleiner skaliert werden. Da bei der Reduzierung der Bildgröße wieder mehrere Pixel zu einem Pixelwert verschmolzen werden müssen, lässt sich dadurch die Darstellungsqualität insgesamt verbessern, vor allem wenn Sie Transparenzen verwenden.

#### 6.1.4 Die zusätzlichen Optionen

Diese Dialogseite hält allgemeine Einstellungen bereit, die Sie wahrscheinlich nicht editieren müssen. Es macht aber dennoch Sinn, deren Funktion zu kennen. Die ersten Optionen legen fest, ob **Transparenz**, **Brechung**, **Spiegelung** und **Schatten** überhaupt berechnet werden sollen. Für Testberechnungen können Sie hier also in einigen Fällen Optionen ausschalten, um die Berechnung weiter zu beschleunigen.

Auch Einschränkungen sind möglich. So können Sie Spiegelungen z. B. nur auf die Darstellung von **Boden & Himmel** beschränken lassen, oder nur die Berechnung von **Shadow-Maps**, also von weichen Schatten zulassen. Sie werden gleich noch ausführlich erfahren, was Shadow-Maps sind und wie diese funktionieren. Zu diesem Zeitpunkt müssen Sie nur wissen, dass diese Maps einfache Bitmaps sind, die von Lichtquellen für die Berechnung weicher Schattenwürfe benutzt werden können. Diese Bitmaps lassen sich auch zwischen mehreren Testberechnungen recyceln, also wiederverwenden, um Rechenzeit zu sparen. Ist **Shadow-Maps zwischenspeichern** aktiv, können Sie so z. B. die Berechnung einer Animation beschleunigen, in der nur ein Kameraflug stattfindet und Lichtquellen und Objekte unbeweglich bleiben. Die Schatten verändern sich bei so einer Szene nicht und können daher immer wieder verwendet werden.

**Matteffekte** sind Weichzeichnungen von Transparenzen und Spiegelungen. Denken Sie z. B. an satiniertes Glas oder eine gebürstete Metalloberfläche. Über **Matteffekt aktivieren** kann dieser Effekt hier global ein- und ausgeschaltet werden. Bei **Nur aktives Objekt** wird nur das aktuell selektierte Objekt der Szene im Bild sichtbar sein. **Texturen** sorgt für die Darstellung der Texturen bzw. Bilder, die in den Materialien verwendet werden.

Sollte sich einer der Speicherorte so einer Textur verändert haben, kann Cinema 4D eventuell nicht mehr darauf zugreifen. Damit es dann bereits vor Beginn des Renderings eine entsprechende Fehlermeldung gibt, aktivieren Sie **Texturfehler anzeigen**.

Die **Lichtautomatik** kontrolliert automatisch das **Standardlicht** Ihrer Szene. Das ist jenes Licht, das Sie bereits jetzt in den Editoransichten sehen können, obwohl noch keine eigenen Lichtquellen gesetzt wurden. Im Normalfall wird das Standardlicht deaktiviert, wenn Sie eigene Lichtquellen in der Szene platzieren. Ist die Option aktiv, wird das **Standardlicht** bereits automatisch ausgeschaltet, sobald Sie z. B. **globale Illumination** als Berechnungsmethode für Ihr Bild auswählen. Dies macht Sinn, wenn Sie ganz auf Lichtquellen verzichten wollen und die Szene nur mit leuchtenden Materialien erhellen möchten. Diese Option kann daher generell angeschaltet bleiben.

Wie Sie etwas später bei der Besprechung der Lichtquellen sehen werden, können Lichter auch volumetrisches Licht abgeben, das dann als Lichtkegel oder als Sonnenstrahl zwischen Wolken sichtbar wird. Die Option **Volumetric Lighting** macht diese Effekte möglich.

Spline-Modellier-Objekte und auch parametrische Grundobjekte können in verschiedenen Qualitätsstufen dargestellt werden. Sie finden dazu eine Wahlmöglichkeit unter **Optionen > Detailstufe** in den Editoransichten. Diese Darstellungsstufe kann auch individuell über **Darstellung**-Tags vergeben werden. Sie weisen diese nach einem Rechtsklick auf ein Objekt im **Objekt-Manager** durch die Wahl von **Render-Tags > Darstellung** zu. Damit solche Tags auch für das Rendering ausgewertet werden, muss **Detailstufe Darstellung-Tag benutzen** aktiviert sein.

**HUD** ist die Abkürzung für das **Head Up Display** in den Editoransichten. Es kann diverse Informationen, wie z. B. die Namen der Editoransichten, aber auch Objekt-Parameter oder die aktuelle Bildnummer Ihrer Animation direkt in den Ansichten anzeigen. Sie finden dazu Konfigurationsmöglichkeiten unter **Optionen > Ansichts-Voreinstellungen** der Editoransichten. Sollen diese Informationen auch im gerenderten Bild auftauchen, müssen Sie **HUD rendern** aktivieren. Das **Doodle** ist eine Bildebene, die von Ihnen individuell beschriftet und bemalt werden kann. Dazu gibt es ein eigenes Werkzeug für die Erstellung, das Sie unter **Werkzeuge > Doodle > Doodle-Pinsel** finden. Über **Doodle rendern** kann auch diese Information direkt dem Bild der Szene überlagert dargestellt werden.

**Sub-Polygon Displacement** ist ein Material-Effekt, durch den die Oberfläche eines Objekts feiner unterteilt und mithilfe einer Textur verformt werden kann. Enthalten Ihre Materialien derartige Eigenschaften, muss die Option aktiviert werden. Ähnlich verhält es sich mit der Materialeigenschaft **Subsurface Scattering**. Dieser Effekt simuliert Licht, das durch ein Objekt dringt. Denken Sie z. B. an die Finger, die rot leuchten, wenn sie vor eine starke Lichtquelle gehalten werden oder eine Wachskerze. Schließlich gibt es noch **Post Effekte**, die für die Bildberechnung separat aktiviert werden können. Dazu zählen z. B. Schärfentiefe und Farbkorrektur oder auch das zusätzliche Scharf- oder Weichzeichnen des Bilds. Die Optionen bei der Nutzung von Effekten hängt auch vom gewählten Renderer ab. So können der physikalische Renderer und auch ProRender Unschärfen auch ohne separaten Effekt, basierend auf den physikalischen Einstellungen der verwendeten Kamera berechnen. Die **Post Effekte**-Option ermöglicht Ihnen das unkomplizierte Ein- und Ausschalten dieser Effekte, sofern diese überhaupt über die **Effekte...**-Schaltfläche in den **Rendervoreinstellungen** aktiviert wurden.

Die **Gleiche Noiseverteilung** bezieht sich auf das Bildrauschen, das bei zu geringen Sampling-Einstellungen entstehen kann. Dies kann z. B. bei der Berechnung von Fläche-Schatten, bei den diversen Matteeffekten der Materialien oder auch durch globale Illumination entstehen. Sie werden noch genau lernen, was es damit alles auf sich hat. Ist die Option ausgeschaltet, wird die Struktur dieses Rauschens in jedem Bild einer Animation anders aussehen, und so einem natürlichen Filmkorn ähneln. Bei aktiver Funktion bleibt das Rauschmuster eher statisch und wirkt dann wie eine Art Störung auf der Kameralinse oder dem Bildsensor, die sich mit der Kamera mitbewegt. Bei der Berechnung von Standbildern hat diese Option also keine sinnvolle Funktion.

Wie Sie gleich bei den ersten Testberechnungen feststellen werden, baut sich das Bild kästchenweise auf. Jedes dieser Kästchen, der offizielle Name dafür ist **Bucket** und entspricht dem Bereich, der aktuell von einem Prozessorkern beackert wird. Welchen Startpunkt die **Buckets** dabei benutzen sollen, legen Sie mit **Bucketreihenfolge** fest. Ihre Wahl ist hier eher kosmetischer Natur und hat keine Auswirkungen auf die Berechnungszeit oder Qualität des Bilds. Die Größe der **Buckets** kann zudem manuell vorgegeben oder automatisch von Cinema 4D gesetzt werden. Auch hier können Sie es bei der Standardeinstellung **Automatische Größe** belassen. Falls Sie die Größe selbst festlegen möchten, denken Sie daran, dass größere **Buckets** gegenüber kleineren den Speicherbedarf erhöhen können. Wenn Sie mehrere Prozessoren oder Kerne in Ihrem Rechner zur Verfügung haben ist es zudem ratsam, die Größe nicht zu groß zu wählen. Gerade bei den oft kleinen Testberechnungen passen dann ggf. gar nicht so viele **Buckets** in das Bild hinein, wie Kerne an Ihrem Rechner vorhanden sind, was die Berechnung verlangsamt. Dieses Problem entspannt sich bei der Nutzung des **Physikalischen Renderers**, denn dieser benutzt immer nur einen **Bucket** für jede CPU.

Beim Rendering mit **Team Render**, einer speziellen Form des Rendering, wobei die Berechnung eines Bilds oder einer Animation auf mehrere Rechner im Netzwerk verteilt werden kann, tauchen dann noch entsprechend mehr **Buckets** beim Rendering auf, je nachdem, wie viele Rechner und Prozessoren aktiv sind.

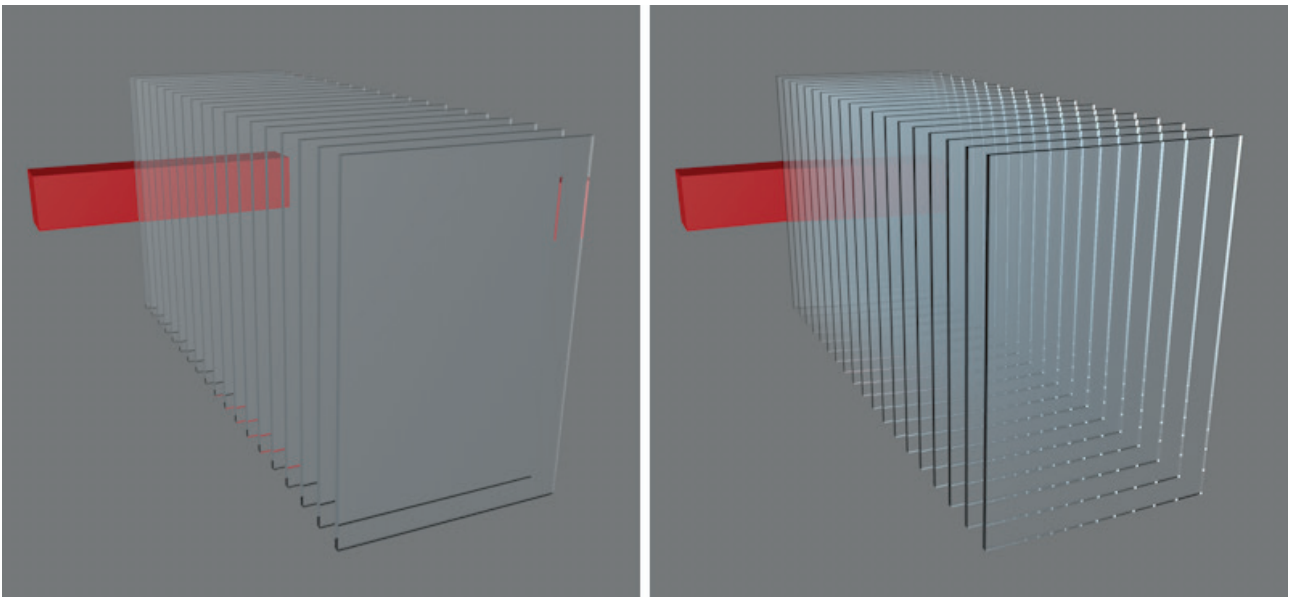
### 6.1.4.1 Einziges Material

Tragen die Objekte bereits Materialien, die für schnelle Testberechnungen zu aufwändig sind oder wollen Sie z. B. zur Überprüfung der Beleuchtung eine einheitliche Oberfläche für alle Objekte verwenden, können Sie dazu ein neues Material anlegen und über die Rubrik für **Einziges Material** zuweisen. Bereits vorhandene und zugewiesene Materialien werden dadurch während des Renderings ignoriert. Von diesem Effekt lassen sich einzelne Materialien auch wieder ausnehmen, indem diese aus dem *Material-Manager* in die **Materialien**-Liste gezogen werden. Zudem kann die Ersetzung bereits zugewiesener Materialien durch Optionen eingeschränkt werden. So lassen sich z. B. durch Anhaken der **Transparenz**-Option in der **Bewahren**-Rubrik von **Einziges Material** alle transparenten Einstellungen zugewiesener Materialien beibehalten, während alle anderen Materialeigenschaften von **Eigenes Material** überschrieben werden.

### 6.1.4.2 Weiterführende Optionen

Neben diesen allgemeinen Einstellungen finden sich noch auf der rechten Seite einige Zahlenwerte. Diese greifen direkt in die Berechnung des Bilds ein und müssen in einigen Fällen von Ihnen angepasst werden. Der **Schwellwert** definiert ein Abbruchkriterium für den Berechnungsstrahl, der vor allem Materialeigenschaften betrifft. Sobald der Strahl z. B. auf einer Fläche trifft, die weniger spiegelnd oder transparent ist als bei **Schwellwert** angegeben, wird der Strahl nicht weiterverfolgt. Es wird dann mit der Berechnung des nächsten Pixels fortgefahren. Ein hoher **Schwellwert** kann daher die Renderzeiten dramatisch reduzieren helfen. Die Kehrseite der Medaille ist, dass dadurch auch Materialeigenschaften unterdrückt werden können. Das qualitativ beste Ergebnis liefert daher eigentlich ein **Schwellwert** von 0%, doch bereits Werte knapp darüber können bereits die **Renderzeiten** reduzieren helfen ohne dass Sie qualitative Einbußen feststellen werden.

Die **Strahltiefe** hat ebenfalls etwas mit der Berechnung von Materialien zu tun. Es geht dabei hauptsächlich um Transparenzen. Die **Strahltiefe** legt fest, wie viele transparente Polygone noch von einem Strahl durchdrungen werden können, bevor die Berechnung abbricht. Dies betrifft nicht nur Glas- oder Wasser-Materialien, sondern auch mit Alpha-Masken freigestellte Objekte. Wenn Sie also z. B. viele Glasscheiben hintereinanderstellen möchten oder freigestellte Blatt-Texturen an einem Baum verwenden möchten, könnte eine Erhöhung der **Strahltiefe** notwendig werden.



Ansonsten ist die Voreinstellung von 15 wahrscheinlich für viele Szenen ausreichend hoch gewählt. Ähnlich funktioniert die **Reflexionstiefe**, doch hier geht es nicht um die durchdringenden, sondern um die durch Spiegelung reflektieren Strahlen. Stehen sich z. B. zwei Spiegel gegenüber, müsste der Berechnungsstrahl theoretisch unendlich oft zwischen diesen Flächen hin und her springen. Tatsächlich kann dies jedoch problemlos nach ein paar Reflexionen abgebrochen werden, ohne dass die fehlenden Details auffallen werden.

Die **Schattentiefe** funktioniert wie die **Reflexionstiefe**, bezieht sich jedoch nur auf die Berechnung von Schattenwürfen. Nur wenn der Berechnungsstrahl den hier angegebenen Wert für die Tiefe noch nicht erreicht hat, werden für die dort sichtbaren Objekte noch Schatten berechnet. Auch hier dürfte eine Erhöhung nur bei extremen Szenen mit vielen reflektierenden Objekten notwendig sein.

Die **Detailstufe** hatten wir bereits kurz angesprochen. Diese vermag die Polygondichte bei parametrischen Objekten zu reduzieren. In der Regel werden Sie immer die beste Qualität dieser Objektgruppen sehen wollen, daher liegt die Standardeinstellung hier auch bei 100%. Die **Globale Helligkeit** ist ein Multiplikator für die Intensitäten aller Lichtquellen in Ihrer Szene. Ist Ihnen die Szene also z.B. generell zu hell, können Sie die Lichter mit Einstellungen unter 100% entsprechend abdunkeln. Die **Motion-Skalierung** schließlich skaliert die Bewegungsunschärfe bei der **Multi-Pass**-Ausgabe des **Motion-Vektors**. Mit seiner Hilfe kann die Bewegungsunschärfe in einer Animation in der Postproduktion noch nachträglich ins Bild gerechnet werden. Weitere Informationen zu **Multi-Passes** erhalten Sie später im Abschnitt zur Bildberechnung.

### 6.1.5 Das Editor-Rendering

Damit kennen Sie nun bereits viele wichtige Einstellungen, mit denen Sie die Qualität der Bildberechnung beeinflussen können. Für unsere ersten Tests lassen Sie das **Renderer**-Menü der **Rendervoreinstellungen** vorerst auf **Standard** stehen. Die **Ausgabe** belassen wir auf 800 mal 600 Pixeln, was einem 4:3-Seitenverhältnis entspricht. Für die **Dauer** sollte **Aktuelles Bild** gewählt werden. Das **Antialiasing** setzen wir auf **Bestes** mit dem **Filter Kubisch (Standardbild)**. Die übrigen Einstellungen hier können bei den Standardwerten bleiben. Gleiches gilt für die **Optionen**-Rubrik.

Um nun ein erstes Testrendering zu starten, klicken Sie zuerst auf die Titelleiste der Editoransicht, die sich berechnen möchten. Es ist also auch problemlos möglich, auf diese Weise die frontale oder die seitliche Editoransicht rendern zu lassen. Klicken Sie dann auf das Icon für **Aktuelle Ansicht rendern** oder wählen Sie diesen Eintrag aus dem **Rendern**-Menü aus. Sie können nun beobachten, wie sich die ausgewählte Editoransicht langsam mit dem fertigen Bild füllt.

Interessiert Sie nur ein Teil der Szene, so können Sie auch einen Rahmen anlegen, dessen Inhalt berechnet wird. Verwenden Sie hierfür den Befehl **Ausschnitt rendern** ebenfalls im **Rendern**-Menü. Alternativ hierzu finden Sie viele dieser Render-Funktionen auch innerhalb der Icon-Gruppe in der oberen Iconleiste von Cinema 4D wieder. Nach Auswahl des Befehls können Sie direkt im Editor einen Rahmen mit der Maus aufziehen. Nach dem Lösen der linken Maustaste wird der Inhalt dieses Rahmens berechnet.

Interessiert Sie nur ein bestimmtes Objekt der Szene, so können Sie dieses im **Objekt-Manager** selektieren und dann **Aktives Objekt rendern** auswählen. Sie finden dies ebenfalls wieder im **Rendern**-Menü oder als Icon im Layout.

### 6.1.6 Der interaktive Renderbereich

Gerade während der Materialerstellung, aber auch beim Setzen von Lichtern, kann das andauernde Auslösen neuer Testberechnungen lästig werden. Für diesen Zweck gibt es den **Interaktiven Renderbereich**. Sie ahnen bereits, dass auch diese Funktion sowohl im **Rendern**-Menü als auch als Icon im Layout zu finden ist. Diese Funktion klinkt sich zuerst auf das Editorfenster ein, das beim Aufruf der Funktion selektiert war. Es entsteht dort ein Rechteck, das über die eingezeichneten Punkte am Rand beliebig skaliert werden kann.





Platzieren Sie den Mauszeiger auf einer der Linien am Rand, so verändert sich der Mauszeiger zu einem Handsymbol und Sie können den Rahmen als Ganzes verschieben. Der Inhalt des Rechtecks wird fortlaufend neu berechnet. Sobald Sie also z. B. Objekte verschieben oder Einstellungen eines Materials verändern, aktualisiert sich die Darstellung im Renderbereich automatisch.

Da diese andauernde Neuberechnung bei aufwändigen Szenen natürlich auch recht zäh werden kann, können Sie die Qualität der Darstellung zusätzlich mit dem kleinen Dreieck auf der rechten Seite des Rahmens verändern. Ziehen Sie diesen Regler mit der Maus nach unten, so verschlechtert sich die Darstellung, ist dafür aber schneller berechnet. Befindet sich der Regler am oberen Rand des Renderbereichs werden die gleichen hohen Qualitätsstufen benutzt wie beim **Ausschnitt rendern**.

Nach einem Rechtsklick auf den Rahmen des Vorschaubereichs öffnet sich ein kleines Menü. Ist dort die Option **Alphamodus** aktiv, werden alle die Bildbereiche schwarz dargestellt, in denen keine echten Objekte zu sehen sind. **Auf Ansicht einklinken** fixiert den Renderbereich in der Editoransicht, für die er ursprünglich aufgerufen wurde. Ist die Option ausgeschaltet, springt der Renderbereich jeweils automatisch in das gerade aktive Editorfenster. **Bild glätten** nutzt zusätzliche Berechnungsoptionen Ihrer Grafikkarte, um die Bildqualität zu erhöhen. Dies führt in der Regel zu keiner fühlbaren Verlängerung der Berechnungszeit.

Um diese und noch ein paar weitere Optionen immer griffbereit zu haben, können Sie **Interaktiver Renderbereich – Einstellungen** auswählen. Neben den bereits bekannten Optionen tauchen hier auch neue Parameter auf.

Die Qualität der Darstellung kann über den Prozentwert **Detail** auch numerisch angegeben werden. Mit **Aktivieren** lässt sich der **Interaktive Renderbereich** jederzeit an- und ausschalten. Ansonsten beendet auch der erneute Aufruf von **Rendern > Interaktiver Renderbereich** diese Funktion wieder. Mit der Option **Anfasser-Überlagerung** können im Editor sichtbare Anfasser und Linien weiterhin auch im Renderbereich sichtbar bleiben. Dies erleichtert z. B. die Bedienung von Grundobjekten, selbst wenn der Renderbereich darüberliegt.

Durch die Betätigung der **Speichern**-Taste kann der Inhalt des Renderbereichs als TIFF-Bild gesichert werden. Es öffnet sich automatisch ein Dialog, in dem Sie den gewünschten Speicherpfad angeben können. Alternativ zu dem Umweg über den Renderbereich-Dialog, können Sie nach einem Rechtsklick auf den Rahmen des Renderbereichs auch direkt **Interaktiver Renderbereich – Speichern** auswählen.

Schließlich kann auch die Lage und Größe des interaktiven Renderbereichs in die **Rendervoreinstellungen** übernommen werden. Wir haben diese Möglichkeit bei der Besprechung der **Ausgabe**-Parameter in diesem Dialog bereits behandelt. Ist dann dort auch die **Bereichsrendern**-Option aktiv, wird bei der finalen Bildberechnung nur der Inhalt des Renderbereichs dargestellt. Die übrigen Bereiche bleiben schwarz. Dies ist jedoch nur beim Rendern im so genannten **Bild-Manager** zu beobachten. Dies entspricht der finalen Bildberechnung, bei der in der Regel auch eine Speicherung des Bilds erfolgt. Wir gehen darauf noch später ein. Hier geht es ja erst einmal nur um Testberechnungen.

### 6.1.7 Testberechnungen mit ProRender

In einigen Fällen noch interessanter als der **interaktive Renderbereich** ist **ProRender**, denn dieser verfügt ebenfalls über einen speziellen Modus, über den sich ohne weiteres Zutun eine fortlaufende Neuberechnung einer Editoransicht aktivieren lässt. Dazu aktivieren Sie **ProRender** in den **Rendervoreinstellungen** und wählen dann im **ProRender**-Menü Ihrer **Zentralperspektive** die Option **Als ProRender Ansicht verwenden**. Hierdurch erscheinen zusätzliche HUD-Elemente am unteren Rand der Ansicht. Das rechte HUD-Element ermöglicht das Umschalten zwischen der Vorschau- und der Offline-Qualität. Wir hatten diese Rubriken innerhalb der **Rendervoreinstellungen** bereits bei der Besprechung des **Antialiasings** behandelt. In der Regel belassen Sie es hier bei der Vorschau-Qualität, um ein möglichst schnelles Ergebnis zu erhalten.

Das HUD-Element **ProRender starten** löst die Berechnung des Ansichtsfensters aus. Dabei handelt es sich jedoch nicht um einen einmaligen Vorgang, sondern der Renderer wird die Ansicht permanent neu berechnen, bis er durch erneutes Anklicken von **ProRender starten** wieder beendet wird.

Beachten Sie nur, dass **ProRender** die Szene vor dem Start erst in die OpenCL-Sprache übersetzen und in Materialien enthaltene Shader ggf. erst in Bitmaps backen muss. Es kann daher beim ersten Start von **ProRender** einige Zeit vergehen, bis der Renderprozess auf der Grafikkarte gestartet wird. Ab dann geht es jedoch in der Regel viel schneller als wenn über die CPU gerechnet wird.

### 6.1.8 Vorschau erzeugen

Sie finden die Funktion **Vorschau erzeugen...** im **Animieren**-Menü oder alternativ auch im **Rendericon**-Menü. Diese Berechnungsart ist nur für Animationen interessant, da es immer um das Rendern eines gewissen Bildbereichs geht. Sie haben die Wahl zwischen verschiedenen **Vorschau-Modi**. **Voll gerendert** nutzt die Qualitätsstufe, die in den **Rendervoreinstellungen** eingestellt wurde. **Hardware OpenGL Vorschau** entspricht dem Hardware OpenGL-Renderer aus den **Rendervoreinstellungen**.

Die Optionen des **Vorschau-Bereichs** legen die Bildsequenzen fest, die berechnet werden sollen. Sie kennen auch diese Optionen bereits aus den **Rendervoreinstellungen**.

Durch Aktivierung von **Manuell** können Sie eine beliebige Bildsequenz zwischen **Von** und **bis** berechnen lassen. Die Bildgröße gibt die Pixelauflösung in der Breite vor. Die Höhe wird automatisch errechnet unter Einhaltung des **Seitenverhältnisses**, das Sie in den **Rendervoreinstellungen** verwenden. Die **Bilderrate** sollte auch hier wieder mit der in den **Projekt-Voreinstellungen** übereinstimmen. Nur wenn Sie z. B. Bilder auslassen möchten und es Ihnen nicht auf das tatsächliche Zeitverhalten der Animation ankommt, können Sie z. B. eine geringere **Bilderrate** verwenden.

Schließlich haben Sie je nach Betriebssystem noch die Wahl zwischen verschiedenen Dateiformaten für die Speicherung der Vorschau. Über die **Optionen**-Schaltfläche legen Sie z. B. den Codec des Films fest. Sie starten die Berechnung dann mit einem Klick auf die **OK**-Schaltfläche. Dies kann je nach Länge der Animation und der gewählten Qualitätsstufe einige Zeit in Anspruch nehmen. Der erneute Aufruf von **Vorschau erzeugen** kann daher auch zum Stoppen einer bereits laufenden Berechnung benutzt werden. Nachdem der gewählte Bildbereich berechnet wurde, finden Sie den fertigen Film in Ihrem Benutzerverzeichnis unter dem Namen **Preview**.

## ZUSAMMENFASSUNG RENDERVOREINSTELLUNGEN

- Nicht alle Effekt und Eigenschaften können in ausreichender Qualität durch die Grafikkarte in den Editoransichten dargestellt werden. Dazu gehören z. B. Schattenwürfe, Transparenzen, Spiegelungen und globale Illumination. Aus diesem Grund machen Testberechnungen Sinn, um die Qualität der Szene vor dem endgültigen Rendering tatsächlich beurteilen zu können.
- Die Qualität von Renderings, als Bild- oder Animationsberechnungen, wird über die **Rendervoreinstellungen** vorgegeben.
- Die in den **Rendervoreinstellungen** gewählte **Ausgabe**-Auflösung und das daraus resultierende Seitenverhältnis, sind für die abgedunkelten Bereiche innerhalb der Editoransichten zuständig. Die abgedunkelten Bereiche sind später im berechneten Bild oder Film nicht länger zu sehen.
- Das **Antialiasing** interpoliert die Farben zwischen den Bildpixeln, um störende Strukturen, wie z. B. sichtbare Treppchen bei diagonal verlaufenden Linien, zu minimieren. Dafür werden Pixel in entsprechend kleinere **Subpixel** unterteilt, die dann über **Filter**-Kurven zusammengerechnet werden.
- Je nach Wahl des Filters erfolgt eine Scharf- oder eher eine Weichzeichnung des Motivs. Standbilder profitieren von scharfen Details, Animationen wirken natürlicher bei leichter Weichzeichnung.
- In den Optionen der **Rendervoreinstellungen** können viele Licht- oder Materialeigenschaften global ein- oder ausgeschaltet werden, um z. B. die Berechnung zu beschleunigen.
- Die **Strahltiefe** definiert z. B. die maximale Durchdringung des Berechnungsstrahls bei transparenten Oberflächen, und die **Reflexionstiefe** gibt die maximal zulässige Anzahl von Spiegelungen bei der Berechnung eines Bildpixels an.
- Testberechnungen können manuell ausgelöst werden und entweder die aktuelle Editoransicht, das aktuell selektierte Objekt oder den Inhalt eines aufgezogenen Rechtecks rendern.
- Der **Interaktive Renderbereich** aktualisiert sich selbständig bei Veränderungen in der Szene und kann über Anfassers beliebig skaliert und über den Objekten platziert werden.
- Alle Funktionen sind über das **Rendern**-Menü von Cinema 4D oder direkt über Icons in der Titelzeile des Programms erreichbar.
- Über **Einziges Material** lassen sich einzelne oder alle Eigenschaften bereits zugewiesener Materialien z. B. für Testberechnungen überschreiben.

## 7 Beleuchtung

Erst die Beleuchtung der Objekte macht diese für uns sichtbar. Aus diesem Grund existiert eine Standardbeleuchtung, die so lange aktiv ist, bis wir anfangen eigene Lichtquellen zu setzen. Dieses **Standardlicht** kann über das **Optionen**-Menü der Editoransichten editiert werden. Der Befehl öffnet ein kleines Darstellungsfenster mit einer Kugel. Der Lichtfall auf diese Kugel kann mit der Maus und gehaltener linker Maustaste variiert werden und gibt dann auch die Lichtrichtung in den Editoransichten wieder. Da hier jedoch weder ein Schattenwurf, noch die Farbe oder Intensität verändert werden können, sind die Möglichkeiten der Objektbeleuchtung durch das **Standardlicht** begrenzt. Zudem kann immer nur ein **Standardlicht** aktiv sein. Die eigentliche Beleuchtung der Objekte erfolgt daher immer auf anderem Weg, nämlich über separate Lichtquellen-Objekte.

Diese können z. B. unter **Erzeugen > Licht** oder über das Icon-Menü in der Titelzeile des Interfaces abgerufen werden.

### 7.1 Die richtige Beurteilung von Licht

Reales Licht ist sehr komplex in seiner Wirkung. Es kann nahezu unendlich oft zwischen Oberflächen reflektiert werden und dabei Farbinformationen zwischen Objekten transportieren. Zudem kann reales Licht gebrochen oder gebündelt werden. Von dem, was mit Licht in den Linsen einer realen Kamera passiert ganz zu schweigen. Das Thema Beleuchtung kann daher bereits mehrere Bücher füllen und sollte daher anhand von Beispielen der klassischen Fotografie demonstriert werden.

Was Cinema 4D betrifft, so sollten dort einige Einstellungen überprüft werden, um die Wirkung der gesetzten Lichtquellen auf die Objekte möglichst objektiv beurteilen zu können.

- Zuerst einmal ist es wichtig, dass die Darstellungsqualität zumindest in der Zentralperspektive auf **Gouraud-Shading** gestellt wird. Nur in diesem Modus werden überhaupt Beleuchtungseffekte von Lichtquellen angezeigt. Im Modus **Quick-Shading** wird z. B. ausschließlich nur das **Standardlicht** verwendet, selbst wenn andere Lichtquellen vorhanden sind. Mit **Gouraud-Shading** wird das **Standardlicht** hingegen ganz deaktiviert, sobald andere Lichtquellen gesetzt wurden.
- Die zweite Vorbereitung betrifft die Darstellungsqualität der Objekte in den Ansichtsfenstern. Sofern möglich, sollten Sie **Erweitertes OpenGL** in den Optionen der Zentralperspektive aktivieren. Dies aktiviert die Darstellung der Objekte über die Grafikkarte, was in der Regel nicht nur schneller, sondern auch qualitativ besser aussieht als über die CPU. Besonders die Darstellung von Glanzlichtern wird stark verbessert. Über zusätzliche Optionen lassen sich dann sogar Schattenwürfe in reduzierter Qualität in Echtzeit im Editor betrachten. Vor allem die Vorschau von Spiegelungen verbessert sich zudem erheblich.
- Zudem sollte auf die Farbe der Objekte geachtet werden. Ist diese zu dunkel eingestellt, wird zu viel Licht geschluckt. Die Oberflächen erscheinen dunkler, selbst wenn sie von intensivem Licht getroffen werden. Sie sollten daher die Einstellung für die **Farbe** in den **Projekt-Voreinstellungen** von Cinema 4D überprüfen. Sie finden diesen Dialog über das **Bearbeiten**-Menü von Cinema 4D oder das Tastenkürzel **Cmd+D**. Sinnvoll ist hier ein neutrales Grau mit ca. 90% Helligkeit (RGB=229, 229, 229; HSV=0°, 0%, 90%). Dies entspricht einem Verlust der Lichtleistung von 10% auf der beleuchteten Oberfläche, was einem guten Mittelwert entspricht.
- Der **Lineare Workflow** sollte in den **Projekt-Voreinstellungen** aktiviert sein. Dieser stellt sicher, dass die Helligkeitsverläufe nicht künstlich durch die Überlagerung mit Gammakurven kontrastverstärkt werden.
- Überprüfen Sie alle Objekte auf korrekt eingestellte **Phong**-Tags, um die gewünschte Schattierungsqualität auf den Oberflächen zu erhalten.
- Stellen Sie sicher, dass möglichst alle Objekte leicht abgerundet wurden, um die Bildung von Glanzlichtern auch auf harten Ecken und Kanten zu ermöglichen.

## 7.2 Die Aufgabe von Licht

Es mag trivial klingen, aber Licht ist natürlich in erster Linie dafür da, dass wir unsere Umwelt überhaupt wahrnehmen können. Ginge es jedoch nur darum, könnten wir oft bereits mit einer frontal aus Sicht des Betrachters scheinenden Lichtquelle leben. Dies wäre dann der typische Kamerablitz, der eine zu dunkle Szene für uns sichtbar macht.

Diese Art der Ausleuchtung ist jedoch zu ziemlich das Schlimmste was man einer Szene antun kann. Die Objekte werden zwar alle beleuchtet, erhalten jedoch eine frontale Schattierung. Im schlimmsten Fall geht dadurch die Dreidimensionalität der Formen komplett verloren. Wir kennen dies von frontal angeblitzten Personen, deren Gesichter jegliche Kontur verlieren.

Viel lohnender hingegen ist, mit dem Licht zu modellieren, also die Form der Objekte herauszuarbeiten. Dies ist ja vor allem deswegen nötig, da unsere Objekte zwar dreidimensional sind, die Darstellung in der Regel jedoch wieder nur zweidimensional in Form eines Bilds erfolgt. Es gilt also, dem Betrachter trotzdem möglichst viele Informationen über die Tiefe der Objekte zu vermitteln. Dazu gehören z. B. auch Schattenwürfe, die bei einem frontalen Anblitzen oder Ausleuchten ebenfalls nicht entstehen können.

Schatten sind nämlich viel mehr als nur fehlendes Licht. Sie stellen eine Beziehung zwischen Objekten her. Der Schatten auf einem Boden sagt uns eindeutig, dass dort ein Objekt steht. Fehlt diese Information, wird die Interpretation der Größenverhältnisse und der Positionierung der Objekte zueinander schwierig auf einer 2D-Bildebene.

Die „richtige“ Ausleuchtung ist daher entscheidend für die gesamte Bildqualität und sollte mit gleicher Präzision angegangen werden, wie die Modellierung. Eine schlechte Ausleuchtung kann das schönste Objekt sprichwörtlich „im schlechten Licht dastehen lassen“. Andersherum vermag gutes Licht auch ein mittelprächtiges Objekt interessant wirken zu lassen.

### 7.2.1 Typische Lichteffekte

Die Anzahl und Anordnung der Lichtquellen variiert mit jeder auszuleuchtenden Szene, aber die Wirkung der Lichtquellen lässt sich in einige Kategorien herunterbrechen.

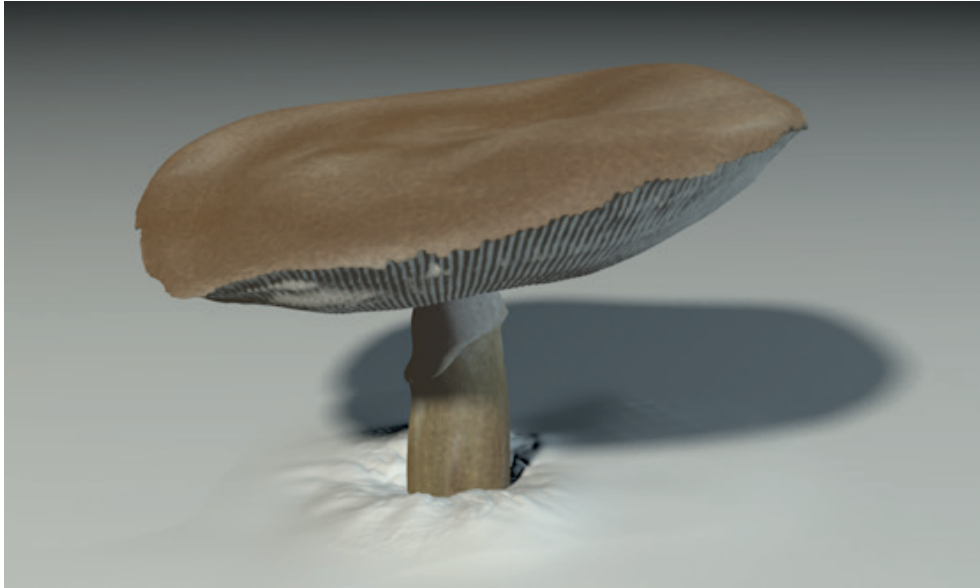
#### 7.2.1.1 Das Hauptlicht

Dieses Licht ist in der Regel die intensivste Lichtquelle der Szene und gibt somit die Hauptrichtung des Lichts vor. Bei Außenaufnahmen wäre dies in der Regel die Sonne. Aus den bereits genannten Gründen sollte diese Lichtquelle nicht frontal aus Sicht des Betrachters, sondern seitlich, bzw. ober- oder unterhalb von ihm platziert werden. Nur auf diese Weise kann eine interessante Schattierung auf den beleuchteten Objekten entstehen.



### 7.2.1.2 Aufhelllicht

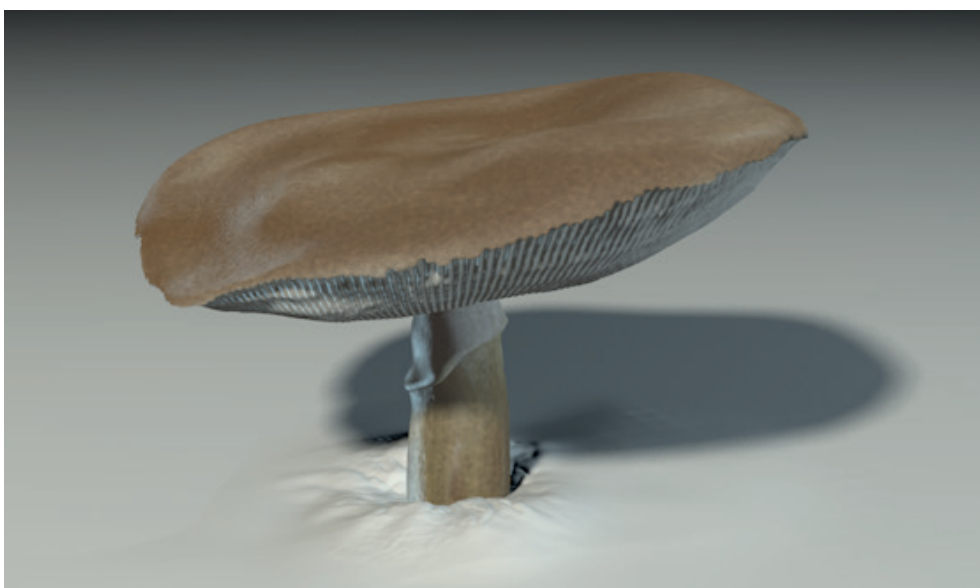
Diese Lichtquellen führen die Schattierung der Hauptlichtquelle fort, damit z. B. neben der Nase eines Gesichts kein harter Schlagschatten entsteht. Natürlich kann auch mal das Auslaufen einer Oberfläche in völliges Schwarz gewollt sein, in der Regel wird jedoch durch Streulicht kaum ein perfekt schwarzer Bereich in der Szene entstehen können, wenn bereits eine Hauptlichtquelle vorhanden ist. Die Aufhelllichter sorgen also dafür, dass der Kontrast zwischen den direkt vom Hauptlicht beleuchteten Bereichen und den davon abgewandten Flächen zu stark wird.



### 7.2.1.3 Gegenlicht/Streiflicht/Effektlicht

Je nach Umgebung der Objekte kann es sinnvoll sein, diese stärker voneinander zu trennen. Dies gilt besonders, wenn keine Schärfentiefe im Bild verwendet wird. Sie kennen z. B. den Effekt in der Portrait-Fotografie, wo durch einen hinter der Person platzierten Spot, die Haare an Glanz gewinnen oder die Silhouette der Person an Kontrast gewinnt. Diese Lichter streifen also eher das Objekt, als dass es zu einer großflächigen Aufhellung kommt. Aus diesem Grund werden diese Lichtquellen auch meist auf der Rückseite der Objekte oder steil darüber platziert.

Ebenso sind natürlich auch Hilfs- oder Effektlichter denkbar, nur um einen Reflex auf ein Objekt zu bekommen. Denken Sie z. B. an den typischen Augenglanz einer Person oder helle Lichtreflexstreifen auf einem Autolack. Lichtquellen müssen also nicht zwingend etwas mit der Ausleuchtung der Oberfläche zu tun haben, sondern sind auch für Glanz und Reflexen zuständig.



### 7.2.2 Die Unterschiede zwischen realem Licht und Cinema 4D-Lichtquellen

Zuerst einmal sei klargestellt, dass alle oben beschriebenen Effekte auch mit den Lichtquellen in Cinema 4D umgesetzt werden können. Diese gehen oft sogar noch viel weiter und bieten weitere Optionen an, die reale Lichtquellen gar nicht bieten können. So ist es z. B. problemlos möglich, Lichtquellen ohne Schattenwürfe zu erstellen oder die Glanz- und die Schattierungsrechnung voneinander zu trennen.

Andererseits ist natürliches Licht auch sehr viel komplexer in seiner Ausbreitung. Theoretisch zwar auch in 3D-Programmen möglich, würden derartige Lichtsimulationen oft viel zu lange dauern. Wir möchten in der Regel schnelle Ergebnisse und sind dabei bereit, einige Kompromisse einzugehen.

So handelt es sich bei den Lichtquellen in Cinema 4D durchweg um **direkte** Lichtquellen. Dies bedeutet, dass das Licht von der Lichtquelle kommend in direkter Linie auf die Objekte trifft und dort die Oberflächen aufhellt. Es findet jedoch keine Reflexion oder Weiterleitung des Lichts an den Oberflächen statt. Dieser Effekt nennt sich **diffuses** oder **gestreutes Licht** und muss oft separat als Berechnungsmethode unter dem Begriff **Globale Illumination** aktiviert werden. Tatsächlich spielen aber auch die Materialeigenschaften bei der Verteilung von Licht eine große Rolle, denn Licht kann auch als Spiegelung interpretiert werden, die sich über spiegelnde Eigenschaften zwischen Objekten austauschen und weiterverbreiten lässt. Dies hat jedoch erst einmal nichts mit den Lichtquellen und deren grundsätzlicher Platzierung zu tun.

3D-Lichtquellen bestehen zudem nicht tatsächlich aus elektromagnetischen Wellen oder Photonen-Lichtteilchen. Wir werden daher weißes Licht nicht durch eine transparente Prisma-Struktur schicken und dahinter Spektralfarben sehen können. Ebenso werden Lichtstrahlen nicht automatisch an Linsen gebündelt oder durch große Massen abgelenkt. Es stehen jedoch durchaus Hilfsmechanismen bereit, auch viele dieser Eigenheiten von Licht in Cinema 4D nachzubilden, wie z. B. **Caustics**, mit denen gebrochene oder gebündelte Lichtstrahlen dargestellt werden können.

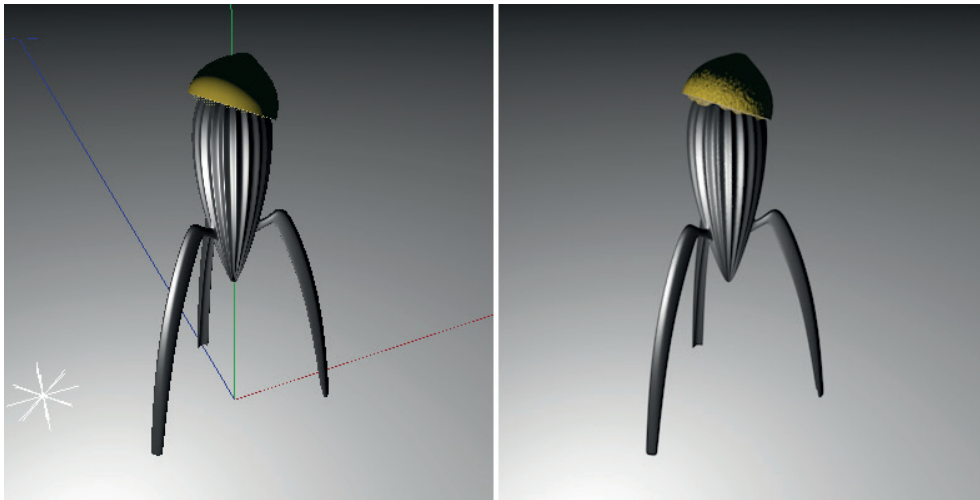
Die Vereinfachung von Licht bei 3D-Lichtquellen hat jedoch auch viele Vorteile, von denen z. B. die Variabilität in der Schattenberechnung bereits erwähnt wurde. Ebenso können Cinema 4D-Lichtquellen auch gezielt auf einzelne Objekte beschränkt werden oder es kann sogar negatives Licht erzeugt werden, das Bereiche einer Szene abzudunkeln vermag.

Um der Vielzahl an unterschiedlichen Leuchtmitteln und Lichtarten in der Realität gerecht zu werden, stehen uns auch in Cinema 4D verschiedene Lichtquellen zur Verfügung, die u. a. unterschiedliche Abstrahlcharakteristiken aufweisen. Wir schauen uns diese der Reihe nach an.

### 7.2.3 Die Punkt-Lichtquelle

Diese Lichtquelle strahlt gleichmäßig in alle Richtungen Licht ab. Sie lässt sich also am z. B. mit einer Kerzenflamme oder einer Glühbirne vergleichen. Die Lichtquelle selbst besteht aus einer Position im Raum, hat also keine physikalische Größe. Diese Lichtquelle kann sich daher z. B. auch nicht in einer Oberfläche spiegeln.

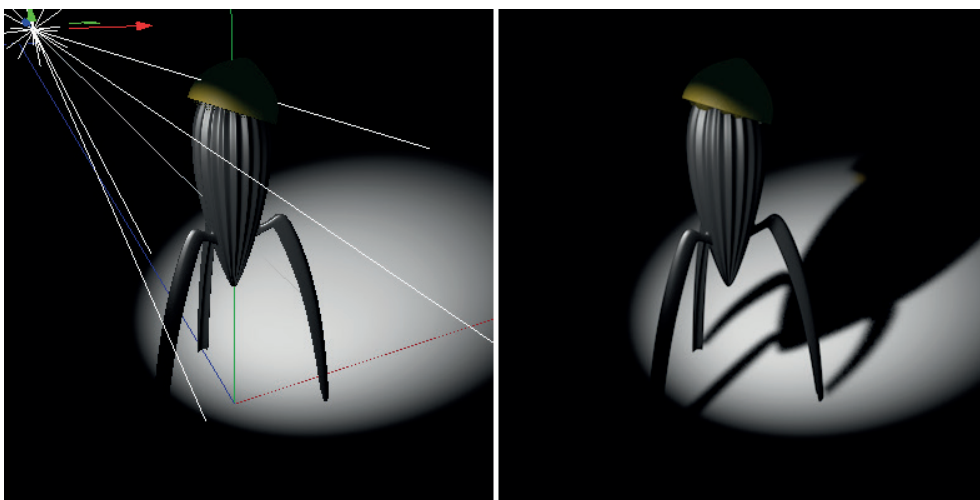
In der Realität sind derartige Lichtquellen recht selten. Bei künstlichen Lichtquellen existiert in der Regel ein Reflektor hinter dem Leuchtmittel, was zu einer eher gerichteten Lichtabgabe führt. Punkt-Lichter können aber gut für spezielle Effekte, wie z. B. die Erzeugung von Glanz eingesetzt werden.



### 7.2.4 Die Spot-Lichtquelle

Diese Lichtquelle entspricht der Punktlichtquelle in vielen Dingen, denn Sie hat z. B. ebenfalls keine räumliche Ausdehnung. Hier kann das Licht jedoch zielgerichtet abgegeben werden, was eher einer realen Lichtquelle entspricht. Die Art des Lichtkegels kann unterschiedlich ausfallen. So kann der klassische kegelförmige Lichtkegel ebenso gewählt werden, wie ein rechteckig begrenzter Spot. Dieser wirkt dann z. B. wie ein Theaterspot, die über seitliche Klappen justiert wird.

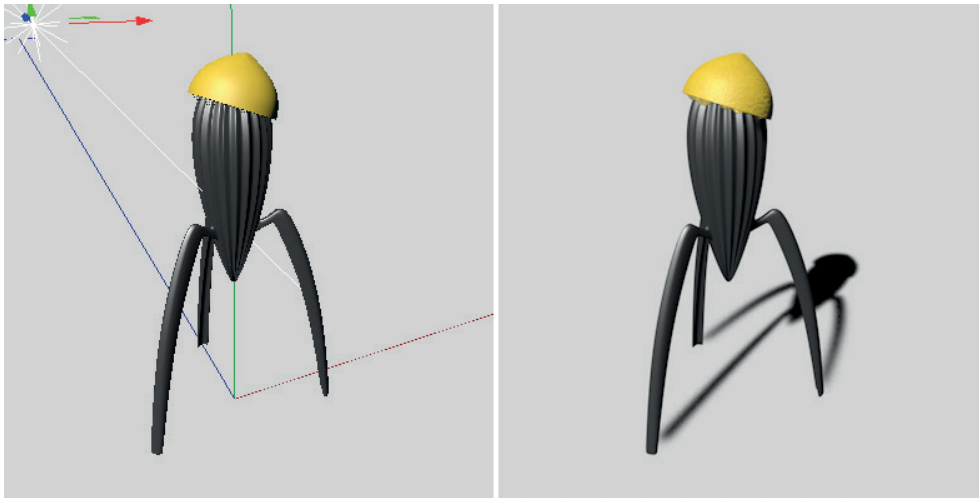
Eine weitere Variante bietet paralleles Licht an. Die Strahlen verlassen die Lichtquelle also parallel, wie bei einem gebündelten Laserstrahl, der beliebig breit werden kann. Auch hier kann zwischen einem kreisrunden oder einem rechteckigen Querschnitt der Lichtabgabe gewählt werden.





### 7.2.5 Das parallele Licht

Das parallel gerichtete Licht kann auch ohne Spot-Charakteristik aufgerufen werden. Es gibt dann keine Grundfläche für die Erzeugung des Lichts, sondern die simulierten Lichtstrahlen entstehen überall in der XY-Ebene des Lichtquellen-Achsen-systems. Da das Licht dabei nur in Richtung der positiven Z-Achse der Lichtquelle abgestrahlt wird, bleiben Objekte hinter der Lichtquelle unbeleuchtet.

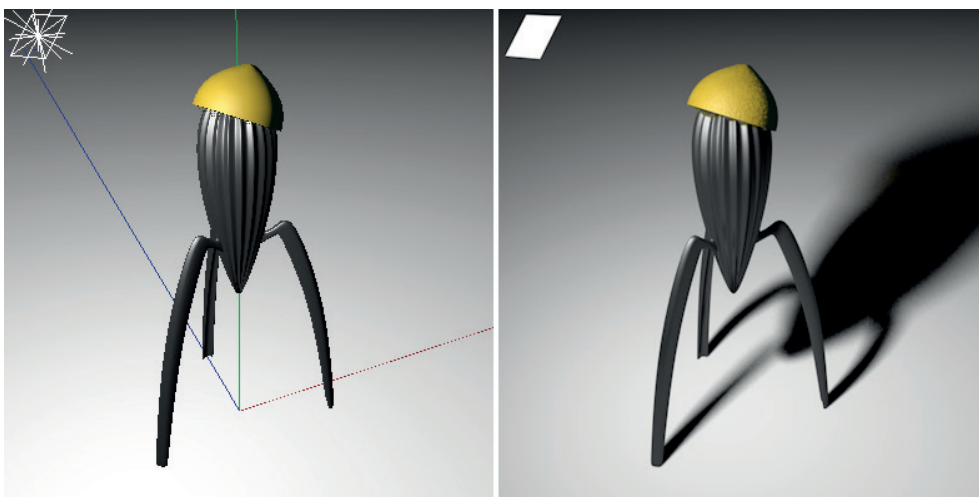


### 7.2.6 Unendliches Licht

Diese Lichtquellenart hat große Ähnlichkeit mit dem parallelen Licht. Diesmal spielt jedoch die Position dieser Lichtquelle gar keine Rolle für den Beleuchtungseffekt. Nur die Richtung der Z-Achse an der Lichtquelle ist entscheidend für die Beleuchtungsrichtung. Diese Lichtquelle wird häufig für die Darstellung von Sonnenlicht benutzt. Wie alle anderen Lichtarten zuvor auch, weist auch das unendliche Licht keine physikalische Größe auf, kann also auch in den Bildern nicht als Objekt auftauchen oder sich als Form in Oberflächen spiegeln. Dies ändert sich erst mit der nächsten Lichtquellenart.

### 7.2.7 Das Fläche-Licht

Diese Lichtquelle erzeugt das natürlichste Licht, wenn es um die Darstellung künstlicher Lichtquellen geht, denn hier kann erstmals auch eine Form eingestellt werden, die das Leuchtmittel haben soll. Dabei kann es sich z. B. um eine Ebene, eine Scheibe, aber auch um dreidimensionale Formen, wie eine Kugel handeln. Entsprechend weicher und natürlicher fällt die Lichtberechnung aus, da das Licht nun nicht mehr nur wie beim Punkt- oder Spot-Licht aus einer Position kommt. Zudem kann nur diese Lichtquellenart in Renderings sichtbar gemacht werden und sich auch realistisch in Oberflächen spiegeln.

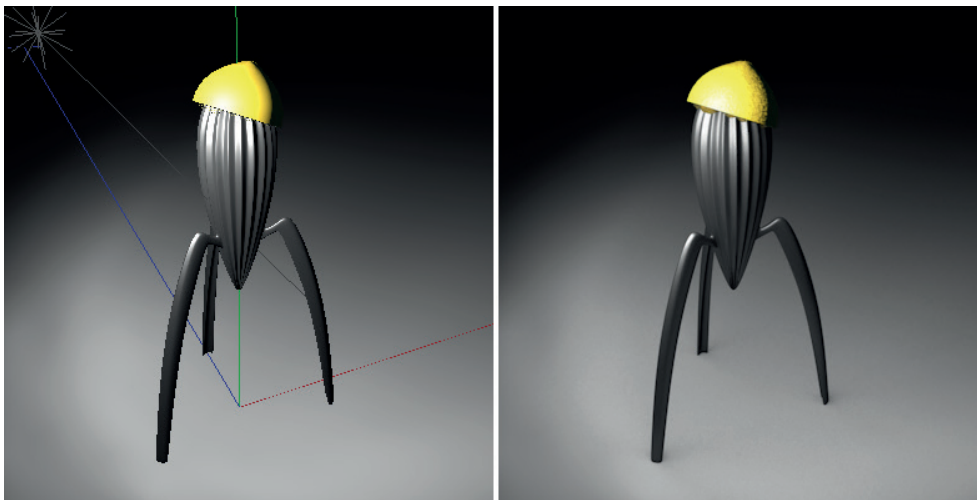


### 7.2.8 Das physikalische Licht

Hierbei handelt es sich um eine vorkonfigurierte **Fläche**-Lichtquelle, bei der bereits realistische Eigenschaften aktiviert wurden. So verfügt dieses Licht standardmäßig über eine sichtbare Form, eine Helligkeitsabnahme über die Entfernung hinweg und eine realistische Maßeinheit für die Helligkeit. Zudem erscheint diese Lichtquelle als leuchtende Fläche oder Form direkt in den Ansichtsfenstern und wird sich auch entsprechend auf Oberflächen spiegeln. Anders als vielleicht durch den Namen dieser Lichtquelle zu mutmaßen, funktioniert dieses Licht auch mit dem Standard-Renderer oder mit ProRender.

### 7.2.9 Die IES-Lichtquelle

Diese Lichtquelle entspricht dem Punkt-Licht, kann jedoch die Intensität und Richtung der Lichtabgabe aus einer IES-Datei entnehmen. Diese Dateien sind in der Regel frei bei Leuchtenherstellern zu beziehen und gewährleisten eine sehr präzise Darstellung der Abstrahlcharakteristik einer realen Leuchte. Einige IES-Dateien sind bereits im **Content Browser** von Cinema 4D enthalten und können unter dem Pfad **Presets > Presets > Lighting > IES Lights** betrachtet werden.



### 7.2.10 Die Allgemein-Einstellungen der Lichtquellen

Diese Dialogseite fasst die grundlegendsten Einstellungen zusammen, die auch in der Regel unabhängig sind von der Wahl der Lichtquellenart. So können hier die **Farbe** und **Intensität** des Licht eingestellt werden. Durch Aufklappen des kleinen Dreiecks neben der **Farbe** kann alternativ auch ein Wert für die **Farbtemperatur** in **Kelvin** verwendet werden. Die **Intensität** wird prozentual gewählt, wobei weißes Licht bei 100% **Intensität** eine ebenfalls perfekt weiße Oberfläche so ausleuchten wird, dass dort im hellsten Punkt auch wieder ein 100% helles Weiß erreicht werden. Diese Helligkeit wird sich später noch durch die Definition der Objektoberfläche durch Materialien verändern. Vergessen Sie zudem nicht, dass sich die Helligkeiten mehrerer Lichtquellen aufaddieren und so zum Ausbrennen einer Oberfläche führen können. Es gilt also später ein natürliches Gleichgewicht zwischen allen Lichtquellen zu finden.

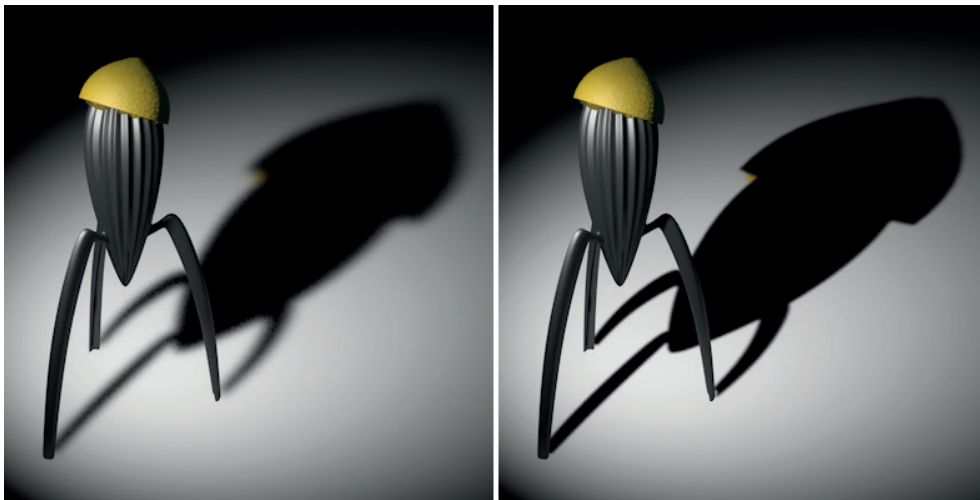
Im **Typ**-Menü finden Sie alle bereits angesprochenen Lichtquellenarten aufgeführt. Sie haben daher jederzeit die Möglichkeit, den **Typ** der Lichtquellen zu verändern. Es ist daher nie ein Fehler, zuerst eine **Punkt**-Lichtquelle aufzurufen und diese erst in einem zweiten Schritt mit dem gewünschten **Typ** zu versehen. Dies gilt auch, weil nicht alle Typen direkt über Icons oder Menüs im Interface von Cinema 4D aufgerufen werden können.

Die Schatten sind eine separate Eigenschaft der Lichtquellen und müssen daher in diesem Menü unabhängig von den übrigen Einstellungen gewählt werden. So ist es auch möglich, Lichtquellen zu erschaffen, die gar keinen Schatten werfen. Zudem existieren verschiedene Methoden der Schattenberechnung.

### 7.2.10.1 Der weiche Schatten/Shadow-Maps

Der Begriff **Shadow-Maps** deutet bereits an, dass diese Schatten mit der Hilfe von Bitmaps errechnet werden. Dabei erfolgt vor der eigentlichen Bildberechnung die Errechnung einer Tiefenmaske aus Sicht der Lichtquelle. Die Entfernung zu jedem Punkt einer Oberfläche, der direkt durch die Lichtquelle gesehen (und somit beleuchtet) wird, wird in Form einer Bitmap gesichert. Diese Bitmap wird dann aus Sicht der Lichtquelle auf die Objekte projiziert. Anschließend erfolgt die Berechnung aus Sicht des Betrachters, bzw. seiner Kamera. Die dort ermittelten globalen Punktkoordinaten werden mit den ebenfalls global umgerechneten Tiefenwerten der Lichtquellen **Shadow-Map** verglichen. Sind Abweichungen vorhanden, muss der entsprechende Punkt im Schatten liegen.

Dies klingt kompliziert, ist aber für den Rechner relativ schnell zu erledigen. Der Rechenaufwand hängt vor allem von der Auflösung der **Shadow-Map** ab. Je höher deren Auflösung ist, desto mehr Tiefeninformationen müssen gesammelt werden und desto höher ist der Speicherbedarf dieser Bitmap. Andererseits steigt aber auch mit der Auflösung die Randschärfe der Schatten und allgemein die Detailtiefe an.



**Shadow-Maps** zeichnen sich neben einer relativ schnellen Berechnung durch gleichmäßig weiche Schattenkanten aus, die realen Schatten oft bereits nahekommen. Daher sind diese Schattenwürfe keine schlechte Wahl und sehr beliebt. Je nach Typ der Lichtquelle sollten jedoch Optimierungen vorgenommen werden, um ggf. den Speicherbedarf senken und die Qualität dennoch steigern zu können.

#### 7.2.10.1.1 Shadow-Maps optimieren

Da die Berechnung jeder **Shadow-Map** Zeit und Arbeitsspeicher kostet, sollte die Anzahl und Auflösung dieser Bitmaps im Auge behalten werden. Dies gilt vor allem, wenn Sie Punkt-Lichtquellen verwenden möchten. Diese strahlen in alle Richtungen Licht ab und müssen daher auch in alle Richtungen **Shadow-Maps** errechnen. Oftmals liegen die beleuchteten Objekte jedoch nicht überall um die Lichtquelle verstreut, sondern vielleicht nur innerhalb eines Sichtkegels der Lichtquelle. In solchen Fällen lohnt es sich, die Z-Achse der Punkt-Lichtquelle wie bei einem Spotlicht auf die Objekte auszurichten, die einen Schattenwurf auslösen bzw. erhalten sollen. Dabei kann eine Funktion der Editoransichten helfen.

Selektieren Sie die **Punkt-Lichtquelle** und rufen Sie dann z. B. in der Editoransicht von **Oben** den Befehl **Setze aktives Objekt als Kamera** im **Kameras**-Menü auf. Die Ansicht zeigt nun die Lichtquelle wie eine Kamera an, bei der ebenfalls die Richtung der Z-Achse der Blickrichtung entspricht. Über die normalen Navigationsbefehle platzieren und drehen Sie nun die Ansicht so, dass die zu beleuchtenden Objekte möglichst vollständig und mittig zu sehen sind. Die Z-Achse der Lichtquelle wurde dadurch auf diese Objekte ausgerichtet.

Anschließend rufen Sie erneut über das **Kameras**-Menü der gleichen Ansicht **Kamera verwenden > Standardkamera** auf. Dadurch lösen Sie sich wieder von der Lichtquelle und die ursprüngliche Editoransicht wird wieder angezeigt.

Diese Technik funktioniert natürlich auch z. B. mit **Spot**-Lichtquellen, wenn Sie den Lichtkegel gezielt auf bestimmte Objekte oder Abschnitte Ihrer Szene ausrichten möchten.

Dieser Kunstgriff macht es nun möglich, dass Sie auf der **Schatten**-Dialogseite der Lichtquelle die Option für **Schattenkegel** aktivieren. Der **Winkel** darunter gibt dann an, auf welchen Sichtkegel um die Z-Achse der Lichtquelle herum der Schatten berechnet werden soll. Die **Weich**-Option sorgt für eine automatisch weich auslaufende Berechnung an den Rändern dieses Schattenkegels.

Wenn Ihre Lichtquelle z. B. vom **Typ Spot** ist, kann eine derartige Optimierung natürlich entfallen. Die Schattenberechnung ist dann automatisch auf den Bereich des Lichtkegels begrenzt.

Im oberen Teil des **Schatten**-Einstellungsfensters finden Sie Einstellungen für die **Dichte** und **Farbe** der Schatten. In der Regel sollten Sie hier bei 100% und schwarz als **Farbe** bleiben. Hellen Sie zu dunkle Schatten später besser durch Aufhelllichter auf, so wie es ein Fotograf auch tun würde.

Die **Transparenz**-Option sollte aktiv bleiben. Sie sorgt später dafür, dass z. B. ein stark transparentes Objekt nicht so intensive Schatten wie ein massives Objekt wirft. Zudem können Schatten dadurch auch die Farbe des transparenten Objekts annehmen, wie z. B. bei Licht, das durch ein gefärbtes Glas fällt.

Die eigentliche Auflösung der Schatten-Bitmap stellen Sie bei **Schatten-Map** ein. Falls gewünscht, können hier auch individuelle Auflösungen verwendet werden. Denken Sie daran, dass eine höhere Auflösung auch mit schärferen Schatten einhergeht und mehr Speicher benötigt. Der jeweilige **Speicherverbrauch** wird daher unterhalb der Auflösungseinstellungen eingeblendet.

Der **Sample-Radius** wird für die Interpolation der Bitmap herangezogen. Je größer der Radius ist, desto weicher wird die Schattendarstellung. Hoch aufgelöste Schatten können dadurch also wieder etwas weicher gemacht werden.

Die Option für **Absoluter Bias** sollte immer aktiviert bleiben. Sie bewirkt, dass die Tiefeninformation der **Shadow-Maps** unabhängig ist von dem Abstand zwischen der Lichtquelle und dem schattenwerfenden Objekt. Ohne diese Option könnte sich die Lage des Schattens relativ zum Objekt verändern, wenn die Lichtquelle bewegt wird.

Der Wert für **Bias (Abs)** gibt nun an, um welche Distanz die Werte in der Tiefenmaske korrigiert werden müssen, damit der Schatten tatsächlich exakt am Objekt beginnt. Aufgrund der beschränkten Genauigkeit und Auflösung der Tiefenmaske kann es dabei nämlich zu Abweichungen kommen.

Mathematisch betrachtet wäre ein Wert von 0 wünschenswert, aber dann treten andere Störfaktoren auf, die mit der Struktur unserer 3D-Objekte zu tun haben. Ist der **Bias**-Wert zu klein beginnen nämlich bereits die Kanten der Polygone Schatten zu werfen, was z. B. sehr schön auf einer gekrümmten Oberfläche zu beobachten ist. Je nach Maßstab der Szene sind daher Werte knapp über Null besser geeignet. Bei zu großen Werten zeigt sich nämlich ein anderes Phänomen, dass der Schatten erst weit hinter dem Objekt beginnt.

Verwenden Sie eine parallele oder unendliche Lichtquelle muss zusätzlich der Wert für **Parallele Breite** bestimmt werden. Da das Licht bei diesen Lichtquellen aus einer unendlich großen Fläche austreten kann, muss eine Einschränkung gemacht werden, in welchem Bereich des Lichts weiche Schatten zu berechnen sind. Die **Shadow-Map** müsste ansonsten viel zu hoch aufgelöst werden.

Die **Parallele Breite** bezieht sich dabei auf eine Entfernung von der Position der Lichtquelle aus, entlang der X- und Y-Richtungen des Lichtquellen-Achsensystems. Spätestens wenn Sie bemerken, dass z. B. nur ein Teil eines Objekts Schatten wirft, müssen entweder die Position der Lichtquelle oder die Größe der **Parallelen Breite** angepasst werden.

Schließlich bietet die Option für den **Schatten-Umriss** noch einen kleinen Spezialeffekt an, der den Schatten nur als eine Umrisslinie darstellt. Die Weichheit und Qualität dieser Darstellung kann wieder über die Auflösung der **Shadow-Map** und den **Sample-Radius** gesteuert werden.

### 7.2.10.2 Harte Schatten/Raytraced

Wenn Sie es von vornherein auf harte Schattenkanten abgesehen haben, ist dies die richtige Einstellung. Dieser Schatten ist rundherum immer perfekt hart und benötigt auch keine weiteren Einstellungen von uns, wie Sie auf der Schatten-Dialogseite erkennen können. Neben der bekannten **Dichte**, **Farbe** und **Transparenz**-Option gibt es keine Parameter zu beachten. Harte Schatten kosten kaum zusätzlichen Speicher, sind aber in der Berechnung oft langsamer, weil aufwändiger als weiche Schatten. Zudem finden wir in der Natur so gut wie keine perfekt harten Schatten. Sie lassen sich aber gut für hartes Sonnenlicht oder illustrative Darstellungen verwenden.



### 7.2.10.3 Fläche-Schatten

Diese Schatten bieten eine realistische Annäherung an natürliche Schatten, weil – wie beim **Fläche**-Licht – von einer tatsächlichen Form der Lichtquelle und somit einer realen Lichtquellengröße ausgegangen wird. Nur diese Berechnungsart ist daher in der Lage auch Kern- und Randschatten korrekt darzustellen.



Erkauft wird dies mit der längsten Berechnungsdauer aller verfügbaren Schattenarten. Dies liegt an der Vielzahl an Berechnungsstrahlen, die von der angenommenen Lichtfläche aus in die Szene geschickt werden müssen. Die Anzahl dieser Berechnungsschritte bestimmt über die Qualität der Schatten, die sich vor allem durch rauschfreiheit auszeichnet.

Die Schatten-Dialogseite stellt einige Parameter bereit, über die die Anzahl der Berechnungsschritte gesteuert werden kann.

Dabei handelt es sich um ein adaptives Verfahren. Die Rechenoperationen werden daher je nach Stelle in der Szene variiert. **Minimum Samples** und **Maximum Samples** geben daher nur die untere und die obere Anzahl der möglichen Rechenschritte an. Cinema 4D schätzt für jeden Bildpixel eine Samples-Anzahl zwischen diesen Extremen ab und orientiert sich dabei am **Genauigkeit**-Wert. Je näher dieser an 100% liegt, desto stärker tendiert die Anzahl der Rechenschritte zum Wert der **Maximum Samples**.

Um eine möglichst hochwertige Schattenberechnung zu erhalten, kann wie folgt vorgegangen werden:

1. Erhöhen Sie die Genauigkeit auf 100%. Dies zwingt Cinema 4D immer die maximale Anzahl an Samples zu verwenden.
2. Erhöhen Sie schrittweise den Wert für Maximum Samples, bis die Testberechnungen zu Ihrer Zufriedenheit ausfallen.
3. Setzen Sie den Wert für Minimum Samples auf ca. ein Sechstel des Werts der Maximum Samples.
4. Reduzieren Sie die Genauigkeit auf ungefähr 50%, um Cinema 4D wieder die Möglichkeit zu geben, die Genauigkeit der Abtastung pro Pixel zu variieren.

Diesem Schema folgend sollte ein guter Kompromiss zwischen Qualität und Rechenzeit gefunden werden.

Das Aussehen der Flächenschatten wird zudem aber auch über die Größe der Fläche definiert, die für die Schattenberechnung an der Lichtquelle simuliert wird. Sie finden dazu Einstellungen in der **Details**-Rubrik der Lichtquelle. Dort kann über das Menü **Flächenform** die Geometrie der Fläche ausgewählt werden. Die eigentliche Größe wird dann direkt darunter über separate **Größe**-Werte für **X**, **Y** und ggf. **Z** eingetragen. Je größer die Fläche ist, desto weicher wird der Fläche-Schatten berechnet. Ist die Fläche hingegen sehr klein, wird der Fläche-Schatten dem harten Schatten immer ähnlicher.

Verwenden Sie eine Lichtquelle vom **Typ Unendlich**, wird die Schattenfläche etwas anders definiert. Sie finden dann einen Wert für **Winkel Unendlich** in den Details-Einstellungen des Lichts. Je größer dieser Winkel wird, desto weicher fächert der Schatten auf.

#### 7.2.10.4 Sichtbares Licht

In einer natürlichen Umgebung haben wir es nicht nur mit Licht und den beleuchteten Objekten zu tun, sondern auch mit dem was dazwischenliegt. Luft ist oft nicht ohne Störungen und kann daher z. B. bei erhöhter Partikelbelastung (Rauch) oder Luftfeuchtigkeit (Nebel) mit dem Licht interagieren. Dabei wird Licht gestreut, also von seiner ursprünglichen Bahn abgebracht. Im Extremfall wird dadurch der Lichtstrahl selbst in der Luft sichtbar, wie ein Autoscheinwerfer im Nebel.



Derartige Effekte werden unter dem Begriff **Sichtbares Licht** zusammengefasst und sind im gleichnamigen Menü auf der **Allgemein**-Einstellungsseite abrufbar. Beachten Sie, dass dieser Effekt bei **Fläche**-, **Parallel**- und **Unendlich**-Lichtquellen nicht angeboten wird.

Egal welchen Eintrag Sie in diesem Menü wählen, der Effekt wird immer über Radien gesteuert, die Sie interaktiv über Anfassers in den Ansichtsfenstern oder exakt über Parameter der **Sichtbarkeit**-Rubrik des Dialogs editieren können.

Die **Äußere Distanz** legt dabei die maximale Entfernung von der Lichtquelle aus gesehen fest, an der das sichtbare Licht endet. Die **Innere Distanz** bestimmt den Abstand um die Lichtquelle herum, bei dem der maximale Effekt zu sehen ist. Zwischen beiden Radien findet also eine automatische Abnahme statt. Wenn Sie keine Abnahme der Intensität wünschen, schalten Sie die Option für **Axiale Abnahme** aktivieren ab. Ansonsten können Sie über den Prozentwert **Axiale Abnahme** vorgeben, wie stark der Helligkeitsverlust beim Erreichen der **Äußeren Distanz** sein soll.

Bei einem Wert von 80% würde die Helligkeit also bei der **Äußeren Distanz** noch 20% betragen und dann schlagartig enden.

Handelt es sich um eine Spot-Lichtquellen kann zusätzlich eine **Radiale Abnahme aktiviert** werden. Über den Wert für **Radiale Abnahme** kann dann auch der Helligkeitsabfall zur seitlichen Begrenzung des sichtbaren Lichts kontrolliert werden. Je kleiner der Wert ist, desto heller erscheint das sichtbare Licht am Rand und führt dadurch zu einer intensiveren Abgrenzung des sichtbaren Lichts.

Im Normalfall übernimmt das sichtbare Licht die Farbe der Lichtquelle. Sie können aber auch davon unabhängige Farben vergeben. Dazu steht Ihnen im unteren Teil der Dialogseite ein Farbverlauf zur Verfügung. Sofern **Gradient aktivieren** aktiv ist, können Sie mit dem linken Rand des Verlaufs die sichtbare Farbe in der Nähe der Lichtquelle und mit dem rechten Verlaufsrand die Färbung an der äußeren Distanz vorgeben.

Zusätzliche Farbreiter lassen sich mit Klicks knapp unter den Verlauf ergänzen. Überzählige Farbreiter können mit der Maus einfach nach oben aus dem Verlauf gezogen werden. Die Farbwerte selbst lassen sich editieren, wenn sie die Farbreiter unter dem Verlauf anklicken und das kleine Dreieck links vor dem Verlauf aufklappen.

Soll die Farbverteilung nicht von der Entfernung der Lichtquelle abhängen, aktivieren Sie **Radiale Farbabnahme**. Die linke Farbe des Gradienten ist dann entlang der Z-Achse des Spotlights zu sehen. Die rechte Farbe taucht an der äußeren Begrenzung des sichtbaren Lichtkegels auf.

Normalerweise haben die Distanz-Radien exakte Kugelformen. Über die Prozentwerte **Relative Größe** können diese Kugeln jedoch auch elliptisch verzerrt werden.

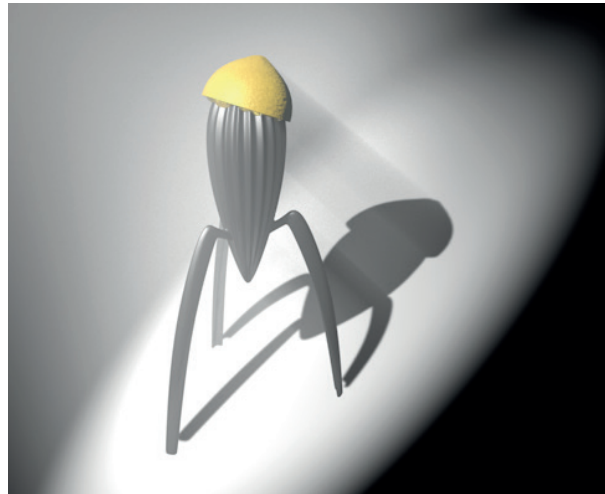
Der Wert für die **Helligkeit** dient als Multiplikator für die Intensität der Lichtquelle und steuert damit die Helligkeit des simulierten Nebels. Sofern Sie weniger hellen Nebel als mehr dunklen Rauch erzeugen möchten, senken Sie die **Helligkeit** ab und erhöhen dafür den Wert für **Staubeffekt**.

Falls durch subtile Helligkeits- und Farbverläufe innerhalb des sichtbaren Lichts auch so genanntes **Banding**, also sichtbare, harte Farbsprünge auftreten, lassen sich derartige Effekte durch **Dithering** minimieren. Dieser Effekt führt zu einem zufälligen Rauschen und einer Mischung der Farbwerte.

Ist **Additiv** aktiv, addieren sich die Helligkeiten von verschiedenen Lichtquellen mit sichtbaren Eigenschaften, sofern sich deren Bereiche überlagern. Dies kann schnell zum Ausbrennen oder Überstrahlen führen. Die Option ist daher standardmäßig deaktiviert. Ähnliche Effekte können auftreten, wenn z. B. frontal in einen sichtbaren Lichtkegel geschaut wird. Damit sich diese Helligkeiten im Nebel nicht aufaddieren, sollte **Helligkeit anpassen** aktiv bleiben.

Die Einstellung für die **Sample-Dichte** wird nur dann relevant, wenn Sie **Volumetrisch** oder **Invers Volumetrisch** für **Sichtbares Licht** benutzen.

Bei der Einstellung **Sichtbares Licht Sichtbar** wird ein sehr einfacher Algorithmus verwendet, der eine Art Nebel darstellt. Objekte innerhalb dieses Nebels können jedoch keine Schatten werden. Streifenartig durch das Blätterdach eines nebligen Waldes fallendes Sonnenlicht wäre damit nicht zu realisieren. Hier kommt dann volumetrisches sichtbares Licht ins Spiel.



Dieses sendet Berechnungsstrahlen aus. Die **Sample-Dichte** gibt an, in welchem Abstand diese Strahlen auf Objekte reagieren sollen. Je kleiner der Sample-Dichte-Wert, desto exakter die Berechnung, desto länger dauert sie jedoch auch.

Im Modus **Invers volumetrisch** wird das Resultat der Berechnung einfach invertiert. Zuvor abgeschattete Bereiche werden dann als Nebel dargestellt. Dies kann z. B. für Effekte bei Logo-Darstellungen genutzt werden, denn es wirkt, also würde sichtbares Licht durch das Objekt nach außen treten.





### 7.2.10.5 Optionen der Lichtberechnung

Im unteren Teil der **Allgemein**-Einstellungsseite finden wir zahlreiche Optionen, über die verschiedene Eigenschaften der Lichtquelle gezielt an- oder abgeschaltet werden können.

- **Keine Beleuchtung** schaltet die Erzeugung von Glanz und Schattierung für die Lichtquelle ab. Übrig bleiben nur die sichtbaren Effekte des Lichts, was die Rechenzeit reduzieren hilft.
- **Beleuchtung darstellen** blendet zusätzliche Linien und Anfasser in die Ansichtsfenster, um z. B. die Radien der Lichtabnahme oder den Öffnungswinkel eines Spot-Lichts interaktiv einstellen zu können.
- **Umgebungsbeleuchtung** aktiviert einen alternativen Schattierungsalgorithmus. Die Oberflächen im Einflussbereich der Lichtquelle werden dann nicht länger in Abhängigkeit zum Lichteinfallwinkel schattiert, sondern nur generell aufgehellt. Die kann z. B. zum pauschalen Aufhellen oder Abdunkeln von Szenenabschnitten genutzt werden.
- **Sichtbares Licht darstellen** bezieht sich auf die Linien und Anfasser, über die die Radien des sichtbaren Lichts im Editor eingestellt werden können.
- **Clipping darstellen** blendet zusätzliche Hilfslinien ein, um die Abstände für das Clipping im Editor sehen zu können. Mittels Clippings können die Wirkung des Lichts und auch das sichtbare Licht hart begrenzt werden. Diese Einstellung besprechen wir noch bei den **Details**-Einstellungen der Lichtquellen.
- **Separater Pass** kann aktiviert werden, wenn die Auswirkungen dieser Lichtquelle (Schattierung, Glanz und Schattenwürfe) später bei der Bildberechnung auf eigenen Bildebenen gespeichert werden sollen. Hierfür muss dann zusätzlich in den **Rendervoreinstellungen Multi-Pass**-Rendering aktiviert werden.
- **Zu After Effects exportieren** führt beim Speichern so genannter Kompositionsdateien dazu, dass auch die 3D-Position dieser Lichtquelle von Adobe After Effects übernommen wird.

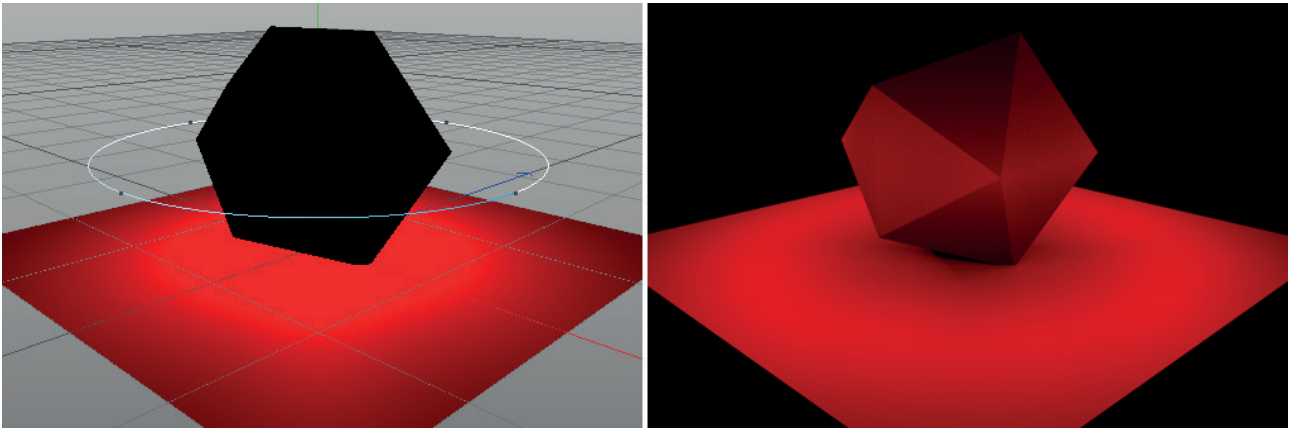
Die drei übrigen Optionen beschäftigen sich mit den drei Merkmalen der Beleuchtung. Wir hatten bereits besprochen, dass reale Lichtquellen immer auch eine physikalische Größe haben und sich daher in Oberflächen spiegeln können. Dies nehmen wir als **Glanz** wahr. Ein Großteil der Cinema 4D-Lichtquellen hat jedoch keine räumliche Größe. Um dennoch Glanz erzeugen zu können, wird auf einen Trick zurückgegriffen. Der Glanz wird über eine Materialeigenschaft der Oberfläche simuliert und kann unabhängig von der Intensität und Farbe der Lichtquelle eingestellt werden. Wird kommen darauf bei der Besprechung des Materialsystems zurück. Soll die Erzeugung dieses Glanzes unterbunden werden, deaktivieren Sie die Option für **Glanzlichter**.

Die eigentliche Lichtwirkung besteht aus der Schattierung der Oberflächen, auf die das Licht fällt. Dabei ergeben sich unterschiedliche Helligkeiten und auch Farben je nach Einfallswinkel des Lichts und in Abhängigkeit der Oberflächenbeschaffenheit und -farbe. Wenn Sie einer Oberfläche z. B. nur Glanz und keine zusätzliche Helligkeit durch Beleuchtung hinzufügen möchten, deaktivieren Sie die Option für die Materialfarbe.

Wir haben bereits darüber gesprochen, dass sich reales Licht durch Reflexion und Weiterleitung an Oberflächen in einem Raum und zwischen Objekten verteilen kann. Es wird daher nahezu unmöglich sein, in einem Raum mit einer Lichtquelle einen vollständig schwarzen Bereich zu finden. Diese Eigenschaft haben Cinema 4D-Lichtquellen nicht, denn Sie erzeugen nur direktes Licht, erhellen also nur die Oberflächen, die direkt angestrahlt werden. Mit Hilfe der **globalen Illumination**, die als Rechenmethode in den **Rendervoreinstellungen** separat aktiviert werden muss, kann dieser Effekt jedoch nachgeahmt werden. Das direkte Licht kann dann auch an Oberflächen gestreut werden und wiederum auf andere Objekte treffen. Die **globale Illumination**, auch oft mit **GI** abgekürzt, kann gezielt für die Lichtquellen ein- oder ausgeschaltet werden. Wenn Sie also eine Szene mit **GI** berechnen, möchten aber nur die direkte Lichtwirkung einer Lichtquelle sehen, deaktivieren Sie deren Option für **GI Beleuchtung**.

### 7.2.11 Die Details-Einstellungen

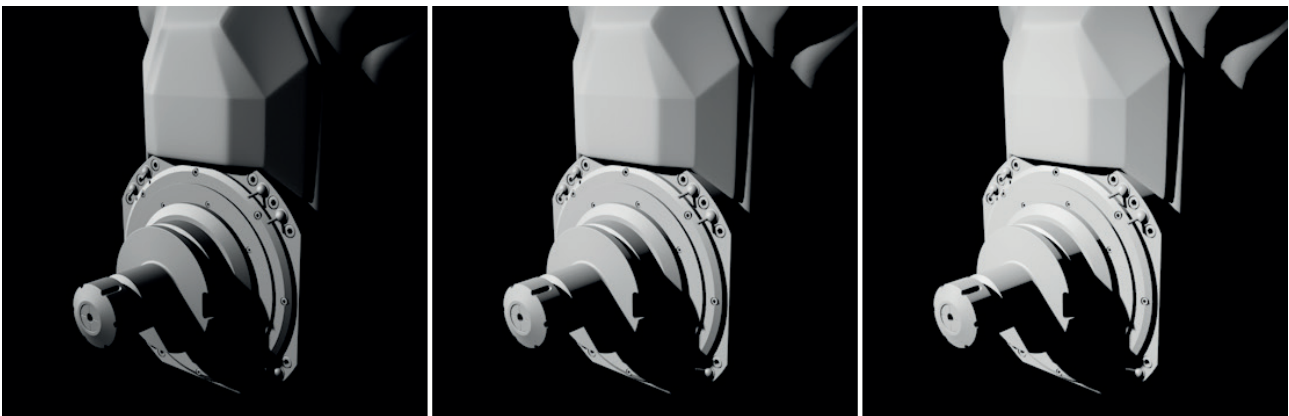
Ein Großteil der **Details**-Einstellungen beschäftigt sich mit der Form der Lichtquelle oder des abgegebenen Lichts. Wir haben dies bereits bei den Erläuterungen zu den Fläche-Schatten gesehen, wo auf dieser Dialogseite die Form und Größe der Fläche eingestellt wurde, auf deren Grundlage die Schattenberechnung erfolgt. So kann ein **Fläche**-Licht z. B. die Form eines Rechtecks, einer Scheibe oder auch einer Halbkugel annehmen. In der **Flächenform**-Einstellung **Objekt/Spline** ist es sogar möglich, ein beliebiges Polygon-Objekt oder ein Spline-Objekt zuzuweisen. Parametrische Objekte müssen also zuvor konvertiert werden.



Bei **Spot**-Lichtquellen finden Sie hier z. B. auch die diversen Winkel, über die der Lichtkegel gesteuert wird. Der **Äußere Winkel** gibt dabei immer die maximale seitliche Größe des Licht-Kegels, bzw. bei eckigen Spots der Licht-Pyramide, vor. Sofern Innere Farbe aktiv ist, kommt es innerhalb des Lichtkegels zu einer Abnahme der Lichtleistung von innen nach außen. Diese Abnahme kann über den Winkelabstand zwischen **Innerer Winkel** und **Äußerer Winkel** definiert werden. Je ähnlicher beide Winkel werden, desto härter wird der Spot.

Immer wenn kein perfekt kreisförmiger oder quadratischer Querschnitt des Spots gewünscht ist, kann das **Seitenverhältnis** angepasst werden, um auch elliptische oder rechteckige Querschnitte zu erzeugen.

Der **Kontrast** steuert die Abhängigkeit der Oberflächenschattierung vom Einfallwinkel des Lichts. Kontraste über 0% führen dazu, dass auch die Bereiche, die nicht senkrecht vom Licht getroffen werden, heller werden. Bei diesem Parameter sind aber auch Werte unter 0% erlaubt. Die Helligkeit der Beleuchtung zieht sich dann immer weiter zurück, bis schließlich nur noch die Bereiche erhellt werden, die nahezu senkrecht von den Lichtstrahlen getroffen werden.



Sofern Ihre Lichtquelle einen Schatten erzeugt, können Sie auch ganz auf die Beleuchtung verzichten. Sofern **Schattenwerfer** aktiv ist, wird nur der Schattenwurf dieser Lichtquelle dargestellt und nicht auch deren Beleuchtung. Dies macht natürlich nur dann Sinn, wenn zumindest eine andere Lichtquelle vorhanden ist, die für die Beleuchtung der Objekte sorgt.

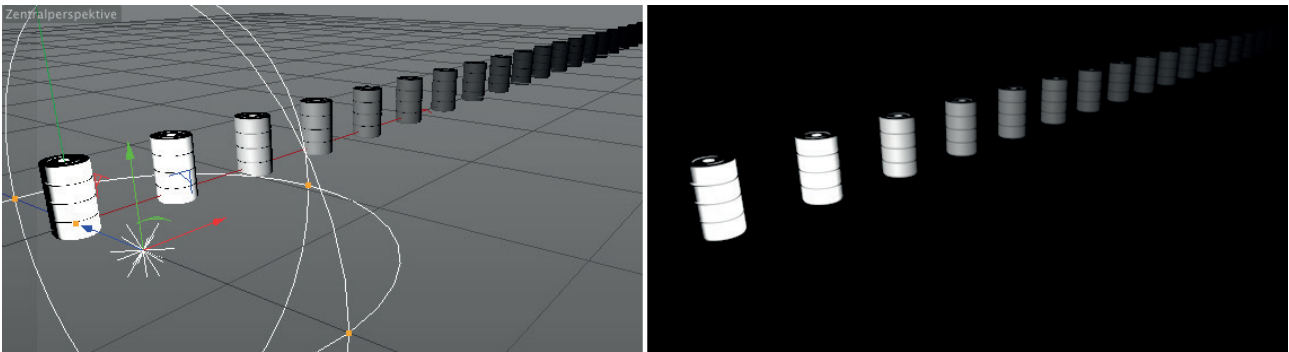
### 7.2.11.1 Die Abnahme der Lichtleistung

Betrachtet man die Eigenschaften realen Lichts genauer, stellen wir schnell fest, dass die Lichtleistung von der Entfernung zwischen den Objekten und der Lichtquelle abhängt. Der Strahl einer normalen Taschenlampe wird bereits nach einigen Metern keine große Wirkung mehr zeigen. Dies hängt damit zusammen, dass die Lichtwellen in der Luft gestreut werden. Zudem verlässt das Licht eine normale Lichtquelle nicht sehr gerichtet, sondern bereits aufgefächert. Mit zunehmender Entfernung von der Lichtquelle fächert der Lichtkegel immer weiter auf und schwächt sich allein deswegen schon ab.

Standardmäßig ist die Abnahme der Lichtleistung im **Abnahme**-Menü der Lichtquelle deaktiviert. Das Licht der Taschenlampe könnte somit auch den Mond ausleuchten, um bei diesem Beispiel zu bleiben. Dies hat natürlich mit der Realität nichts zu tun. Sie sollten daher zumindest bei der Simulation künstlicher Lichtquellen immer mit einer **Abnahme** arbeiten. Nur bei Sonnenlicht kann darauf verzichtet werden.

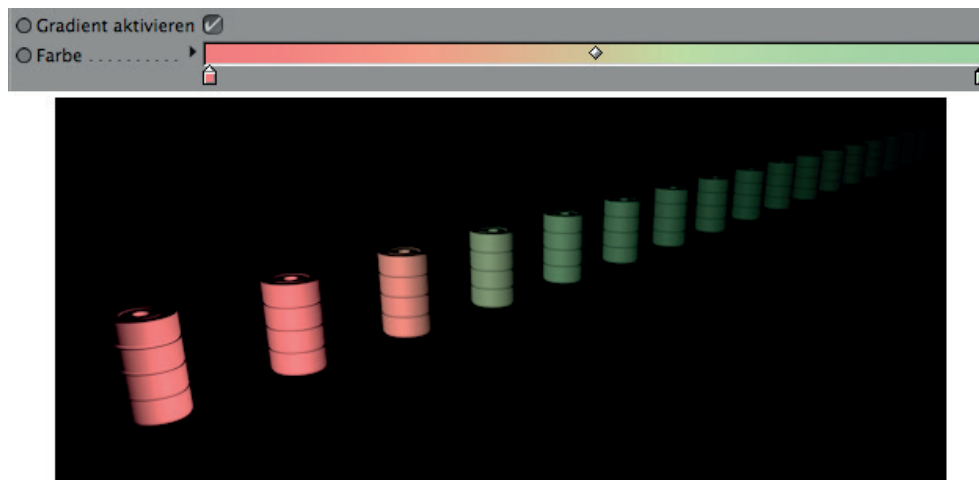
Die Berechnung der Lichtabnahme kann verschiedenen Algorithmen folgen:

- **Invers quadratisch (physikalisch richtig)** sorgt dafür, dass die Lichtleistung ab einer gewissen Entfernung von der Lichtquelle mit dem Quadrat des Abstands abnimmt. Sie steuern diesen Effekt über den Wert für die **Äußere Distanz**. Stellen Sie sich diesen Wert als Größe der Lichtquelle vor, also praktisch als Glaskörper Ihres Leuchtmittels. Eine Oberfläche, die exakt in diesem Abstand vor der Lichtquelle platziert wird, erhält exakt die Helligkeit, die auf der **Allgemein**-Seite mit der **Intensität** der Lichtquelle eingestellt wurde. Vermeiden Sie es, Objekte näher als diese Distanz an die Lichtquelle heranzulassen. Die Intensität der Beleuchtung nimmt im Inneren der Distanz stark zu und übersteigt die eigentliche Intensität der Lichtquelle um ein Vielfaches. Diese Einstellung kommt der natürlichen Lichtabnahmen am nächsten und ist daher unter Beachtung der **Äußeren Distanz** generell zu empfehlen.



- Mit **Invers quadratisch begrenzt** existiert eine weitere **Abnahme**-Berechnung, die mit dem Quadrat des Abstands an Intensität abnimmt. Diesmal wird jedoch die Helligkeit des Lichts innerhalb der **Äußeren Distanz** auf die Intensität der Lichtquelle begrenzt. Die extreme Überbelichtung von Objekten in unmittelbarer Nähe der Lichtquelle entfällt dadurch.
- Wenn Sie mehr Kontrolle darüber benötigen, in welcher Entfernung genau kein Licht mehr ankommt, können Sie auch **Abnahme Linear** verwenden. Sie erhalten dann Zugriff auf **Innere Distanz** und **Äußere Distanz**. Die **äußere Distanz** legen Sie an die Stelle, ab der kein Licht mehr zu sehen sein soll. Die **innere Distanz** definiert den Radius um die Lichtquelle, bis zu dem die Lichtleistung exakt der auf der **Allgemein**-Seite beschriebenen Vorgabe entspricht. Durch Annäherung der **inneren Distanz** an die **äußere Distanz** kann das Licht härter gemacht werden, bevor es dann übergangslos abbricht.
- In der Einstellung **Abgestuft** erhalten Sie ein noch radikaleres Verhalten. Die Intensität des Lichts bleibt bis zum Erreichen von **Äußere Distanz** konstant und endet dann abrupt.

Ist **Gradient aktivieren** aktiv, kann über den **Farbe**-Verlauf eine beliebige Farbkombination erstellt werden, die dann in Richtung der **Abnahme** angewendet wird. Nahe an der Lichtquelle erhält das Licht die Farbe vom linken Rand des Gradienten. Gegen Ende der Lichtabnahme wird die Farbe vom rechten Rand des Farbverlaufs erreicht.



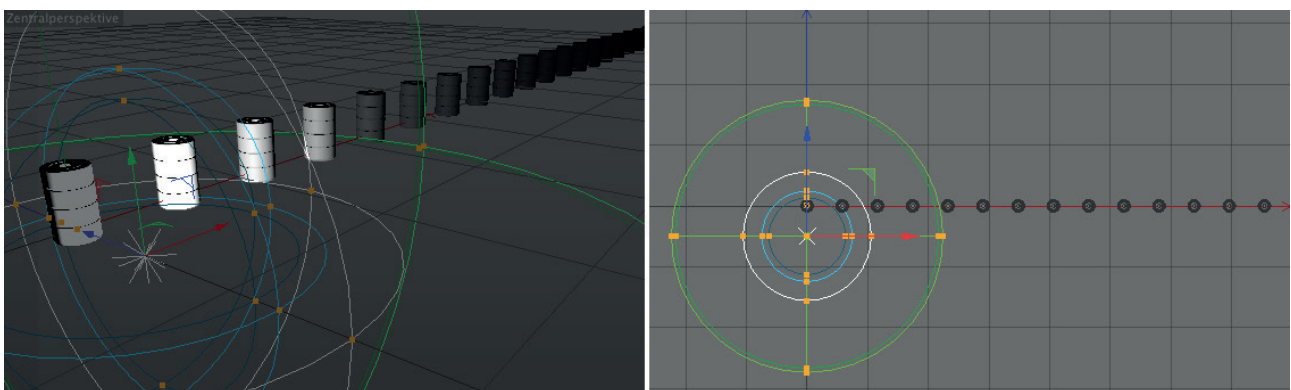
Dies überschreibt somit die Farbeinstellung der **Allgemein**-Einstellungsseite.

Handelt es sich um eine Lichtquelle mit Spot-Charakteristik, kann zusätzlich **Radiale Farbabnahme** aktiviert werden. Der **Farbe**-Verlauf wird dann zusätzlich auf den Intensitätsverlauf zwischen **Innerer Winkel** und **Äußerer Winkel** angewendet. Sie kennen dieses Prinzip bereits von den Einstellungen aus der **Sichtbarkeit**-Rubrik.

Schließlich kann mit **Nur Z-Richtung** die Lichtabgabe auf die positive Z-Richtung der Lichtquelle begrenzt werden.

Über das so genannte **Clipping** kann die Beleuchtung praktisch ausgeschnitten werden. Stellen Sie sich z. B. einen Autoscheinwerfer im Nebel vor. Die Lichtquelle sitzt zwar direkt im Gehäuse des Scheinwerfers, aber das sichtbare Licht soll erst hinter dem Glas, also außerhalb des Gehäuses sichtbar werden.

Mittels **Clipping nah** können Sie in solchen Fällen über **Von-** und **Bis**-Abstände einen Distanzbereich vor der Lichtquelle komplett überspringen und auslassen. Mit **Clipping fern** ist dies zusätzlich mit einer weiter entfernten Distanz möglich. Beide Optionen können auch kombiniert werden.

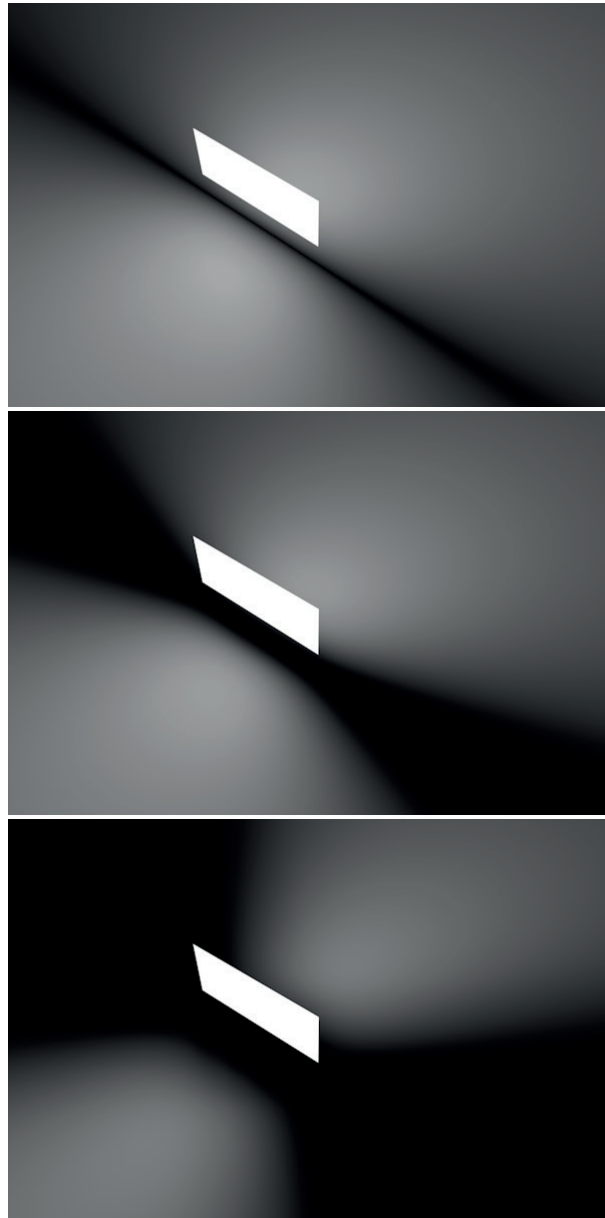


Soll sich dieses Clipping auch auf die Schattenberechnung auswirken, aktivieren Sie zusätzlich die Option für **Clipping-Einfluss** auf der **Schatten**-Einstellungsseite des Lichtquellen-Dialogs.

**Clipping** ist grundsätzlich nicht für **Fläche**- und **Unendlich**-Lichtquellen verfügbar.

### 7.2.11.2 Eigenheiten des Fläche-Lichts

Wir haben bereits besprochen, dass das **Fläche-Licht** aufgrund seiner physikalischen Größe das natürlichste Licht erzeugen kann. In Kombination mit **Fläche-Schatten** ist dies die qualitativ beste Beleuchtungsart, wenn es um direktes Licht geht. Über **Abnahme Winkel** besteht zudem die Möglichkeit, die abgestrahlte Lichtrichtung zu beschränken. Dies spielt vor allem für die zweidimensionalen Flächenformen eine Rolle, also z. B. für **Rechteck** oder **Scheibe**. Ähnlich wie bei einem **Spot** kann dort mit kleineren **Abnahme Winkel**-Einstellungen das Licht stärker gebündelt und fokussiert werden, bis es schließlich bei kleinen **Abnahme-Winkeln** nahezu senkrecht und parallel aus der Fläche austritt.

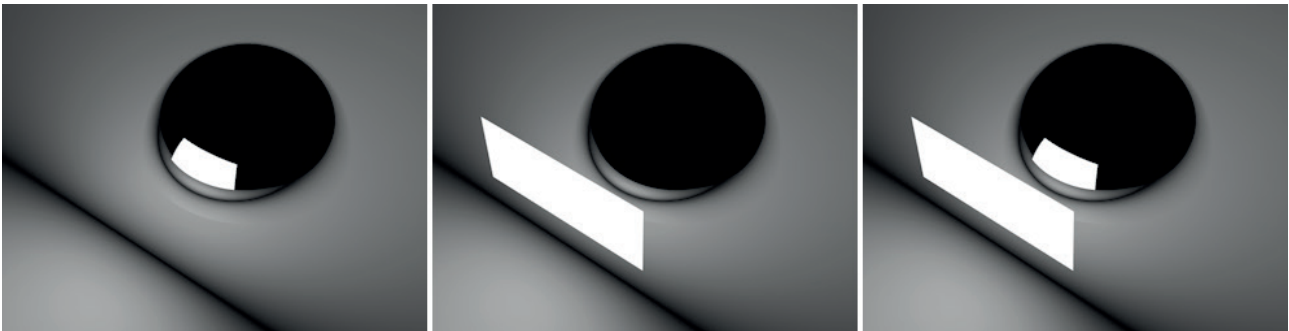


Das **Fläche-Licht** ist jedoch für diese extreme Fokussierung nicht konstruiert und kann daher bei sehr kleinen Winkel oft keine brauchbaren Ergebnisse liefern. Im gegenteiligen Fall, also bei einem sehr großen **Abnahme Winkel** von  $180^\circ$ , tritt sogar ein Teil des Lichts seitlich aus der Fläche aus. Wenn Sie die Abstrahlrichtung beschränken möchten, können Sie ansonsten natürlich auch ein richtiges Gehäuse oder lichtformende Flächen vor dem Flächenlicht platzieren. Wenn Sie Schatten berechnen lassen, entspricht das dann ebenfalls dem natürlichen Lichtbild eines Leuchtmittels, das durch ein Gehäuse teilweise abgeschirmt wird.

Die Beleuchtung durch ein **Fläche**-Licht erfolgt durch die Simulation vieler Einzellichtquellen, die auf der Oberfläche der Flächenform platziert werden. Je mehr dieser Hilfslichter verwendet werden, desto homogener wird die Beleuchtung durch das Flächenlicht vor allem dann, wenn Objekte parallel zur Lichtrichtung, bzw. senkrecht zur Flächenform liegen. Der Wert für **Samples** kann daher genutzt werden, die Qualität der Beleuchtung und auch der Glanzlichtberechnung durch Flächenlichter anzupassen. Mögliche Einstellungen sind zwischen 16 und 1000 möglich, wobei die Berechnungszeit weniger stark ansteigt, also die reinen Zahlenwerte der **Samples** vermitteln.

Über die Option **Körnung hinzufügen (Langsam)** kann die Beleuchtungsberechnung zusätzlich mit zufälligen Störungen versehen werden. Diese werden bei zu kleinen **Samples**-Werten als einzelne, kontraststarke Punkte sichtbar. Durch Erhöhung der **Samples** kann es zu einer feineren Körnung und Glättung dieses Effekts kommen, der jedoch durch lange Rechenzeiten erkauft wird. Ein möglicher Nutzen der **Körnung** ist es, die Probleme der **Fläche**-Lichter mit der Glanzlichtberechnung abzumildern.

Ist die Option für **In Spiegelung anzeigen** aktiv, kann sich die Flächenform tatsächlich auf einer Oberfläche spiegeln. Dies ist die am natürlichsten wirkende Wechselwirkung mit den Materialien. Als Vereinfachung hiervon, bzw. auch als Ergänzung zu verwenden, kann **Im Glanzlicht anzeigen** aktiviert werden. So kann das Flächenlicht zusätzlich den Glanzanteil des **Reflektivität**-Kanals beeinflussen, der dabei auch die Form des Fläche-Lichts berücksichtigt. Soll die Lichtquelle zudem im Bild auftauchen, kann zusätzlich **Im Rendering anzeigen** aktiviert werden. Normalerweise sind nämlich alle Lichtquellen für die Kamera unsichtbar, zumindest wenn kein sichtbares Licht im Spiel ist.



Der Vorteil der Sichtbarkeit ist natürlich, dass Lichtquellen problemlos zwischen den Objekten oder gar direkt vor der Kamera platzieren werden können. In der Regel macht es daher keinen Sinn, die Flächenlichter selbst als helle Geometrie im Bild zu sehen.

Die Intensität bzw. Helligkeit eines Flächenlichts in einer Spiegelung, im Glanz oder im Rendering hängt von der Intensität seiner Lichtleistung ab. Sie können die Helligkeit in Spiegelungen oder im Bild aber auch davon entkoppeln, indem Sie den **Sichtbarkeit Multiplikator** benutzen. Auf diese Weise können sich auch Lichter stark spiegeln, die vielleicht nur geringe Lichtleistungen benutzen.

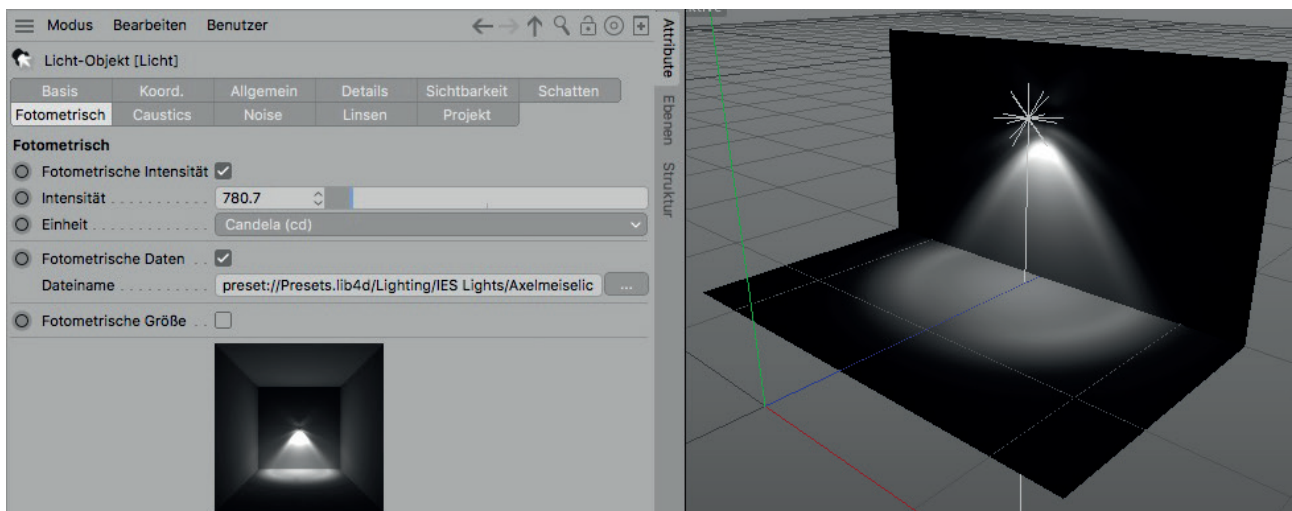
### 7.2.12 Die Fotometrisch-Einstellungen

Wir haben bereits darüber gesprochen, wie die Lichtleistung einer Lichtquelle eingestellt werden kann. Der normale Ansatz ist daher an klassische Bildbearbeitung angelehnt, funktioniert also mit Helligkeiten von Bildpixeln. Reale Lichtquellen können jedoch auch vermessen werden und benutzen andere Einheiten. Cinema 4D bietet dafür die Einheiten Candela, Lumen oder Lux an.

- **Candela** bezeichnet die von einem Objekt abgestrahlte Lichtleistung innerhalb eines festgelegten Raumwinkels. Die Art der Lichtabstrahlung und die Größe der Lichtquelle spielen dabei also keine Rolle.
- **Lumen** bezieht sich auf die Lichtleistung der gesamten Form eines abgegebenen Lichtbündels. Die Lichtmenge wird dabei z.B. bei einem Spot also innerhalb des Lichtkegels beschrieben. Wird der Lichtkegel bei gleichem **Lumen**-Wert kleiner, steigt dadurch zwangsläufig die Helligkeit des Lichts an.
- **Lux** bezieht auch die Entfernung von einer Lichtquelle und die Größe der Lichtquelle mit ein. Eine doppelt so große Lichtquelle wird somit bei gleichem **Lux**-Wert auch doppelt so viel Licht abgeben.

Diese Einheiten können natürlich nur sinnvoll eingestellt werden, wenn entsprechende Daten z. B. aus Messungen realer Lichtquellen vorliegen. Sofern **Fotometrische Intensität** aktiv ist, können dann die gewünschte **Einheit** und der **Intensität**-Wert eingetragen werden. Noch praktischer ist es jedoch, wenn diese Daten direkt einer Datei entnommen werden können. Cinema 4D unterstützt dabei das **IES**-Datenformat.

Um derartige Dateien verwenden zu können, muss der **Typ** der Lichtquelle auf **IES** umgeschaltet werden. Die Option für **Fotometrische Daten** ist dann freigeschaltet und bereits aktiviert. Über die Schaltfläche mit den drei Punkten rechts neben dem **Dateiname**-Feld kann dann eine entsprechende IES-Datei eingeladen werden. Einige Testdateien werden bereits mit Cinema 4D ausgeliefert und sind im **Content Browser** unter **Presets > Presets > Lighting > IES Lights** zu finden.



Navigieren Sie dort durch die verschiedenen Ordner der **IES**-Dateien, bis Sie ein Vorschaubild gefunden haben, das Ihnen gefällt. Ziehen Sie das entsprechende Vorschaubild dann einfach mit der Maus aus dem **Content Browser** in das Feld für **Dateiname** im Dialog der Lichtquelle hinein. Das gleiche Vorschaubild wird Ihnen anschließend auch im unteren Teil der Fotometrisch-Dialogseite angezeigt.

IES-Dateien enthalten Messergebnisse von realen Leuchten und können daher besonders im Bereich Architektur und Messebau eingesetzt werden, um echte Lichtquellen und deren charakteristisches Lichtbild auf Wänden und Böden besonders realistisch abzubilden. Alle Einstellungen bezüglich der Lichtabnahme und Lichtleistung werden direkt aus der Datei entnommen und müssen nicht manuell eingetragen werden. Zudem enthalten viele IES-Dateien zusätzliche Meta-Informationen, z. B. über die Watt-Leistung des Leuchtmittels, die Typbezeichnung der Leuchte oder deren Hersteller. Sie finden diese Daten, wenn Sie die **Information**-Rubrik auf der **Fotometrisch**-Seite entfalten.

Einige IES-Dateien geben auch Aufschluss über die physikalische Größe der Lichtquelle. In solchen Fällen aktivieren Sie die Option für **Fotometrische Größe**. Das IES-Licht verhält sich dann wie ein **Fläche**-Licht und kann sich daher u. a. auch spiegeln. Zudem wird ein noch natürlicheres Licht erzeugt.

Beachten Sie bei IES-Lichtern, dass die Hauptabgaberrichtung oft mit der Z-Achse der Lichtquelle übereinstimmt. Rundherum leuchtende Lichtquellen sind recht selten, daher wird die Z-Achse in der Regel als Richtung des Spots oder des Deckenfluters benutzt, der in der IES-Datei vermessen wurde. Drehen Sie also die Lichtquelle entsprechend, um deren Z-Achse auszurichten.

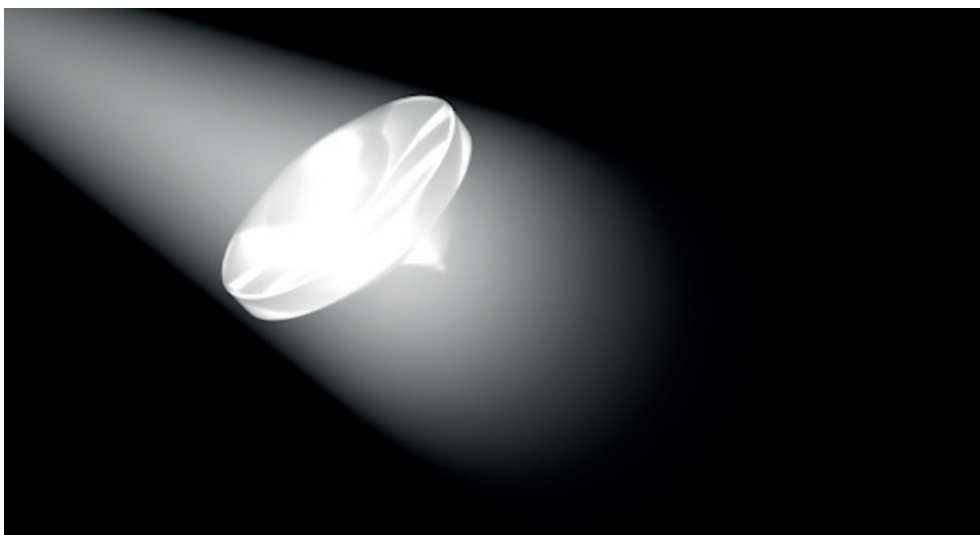
### 7.2.13 Die Caustics-Einstellungen

Wir sprechen von **Caustics**, wenn Licht gebrochen oder gebündelt wird. Es ergeben sich dadurch Helligkeiten, die weit über die der Lichtquelle selbst hinausgehen können. In der Realität sind wir von derartigen Effekten umgeben. Überall, wo Licht reflektiert oder durch brechendes Material abgelenkt wird, können diese caustischen Linien entstehen. Sehr typisch sind z. B. die wellenförmigen Linien am Boden eines Schwimmbeckens oder der Brennpunkt einer Lupe.

Cinema 4D-Lichtquellen sind ebenfalls in der Lage diesen Effekt nachzubilden, der vor allem bei der Berechnung von stark spiegelnden Metallen oder von Glas sehr reizvoll sein kann. Es stehen dafür zwei Optionen auf der **Caustics**-Einstellungsseite zur Verfügung. **Oberflächen-Caustics** aktivieren den beschriebenen Effekt, bei dem sich Licht an Spiegeln oder hinter brechenden transparenten Objekten bündeln kann. Dies ist auch die Option, die Sie in den meisten Fällen verwenden werden, wenn Sie **Caustics** berechnen möchten (Projekt „**CausticsExample**“).



**Volumen-Caustics** beziehen sich nur auf den Spezialfall, dass Sie **Caustics** auch innerhalb von volumetrisch sichtbarem Licht sehen wollen (Projekt „**VolumeCausticsExample**“). Sie können sich vorstellen, wie rechenintensiv dies sein kann. Zudem ist dieser Effekt weit weniger in der Realität zu beobachten, von der reflektierenden Diskokugel in einem verqualmten Raum abgesehen. Beide **Caustics**-Verfahren lassen sich auch kombinieren.



In beiden Fällen werden simulierte Lichtteilchen, so genannte **Photonen** in der Lichtquelle erzeugt und in Richtung der Lichtstrahlen auf die Reise geschickt. Jedes Photon erhält dabei eine prozentuale **Energie**, die sich an der Lichtleistung bzw. Intensität der Lichtquelle orientiert. Immer wenn mehrere Photonen durch Reflexion oder Brechung an einer Oberfläche, oder im Fall der **Volumen-Caustics** innerhalb des simulierten Nebels, aufeinandertreffen, entsteht dort ein heller Punkt. Werden zu wenige Photonen benutzt, sinkt also die Chance, dass sich mehrere Photonen



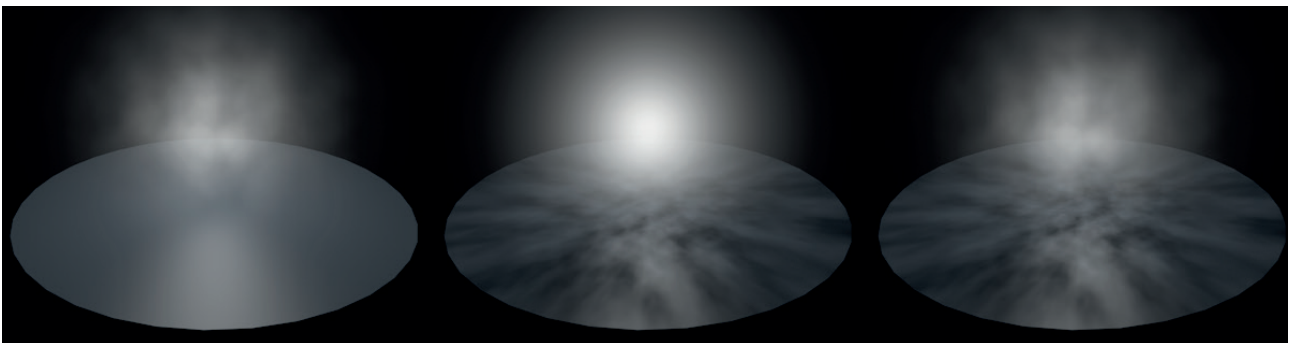
irgendwo bündeln können. Da die Berechnung der Photonen keinen unerheblichen Einfluss auf die Rechenzeit und auch den Speicherbedarf während der Bildberechnung hat, sollte die Richtung und Menge der **Photonen** optimiert werden. Eine **Punkt**-Lichtquelle, die in alle Richtungen **Photonen** abgibt, obwohl eine modellierte Lupe exakt vor der Lichtquelle liegt, wäre also keine gute Ausgangsbasis. Versuchen Sie möglichst mit **Spot**-Lichtquellen zu arbeiten und richten Sie diese gezielt auf die Objekte aus, an denen die Erzeugung von **Caustics** gewünscht ist.

Die einzelnen **Photonen** werden dann noch zusätzlich über Radian und Sampling-Einstellungen interpoliert, um bereits mit relativ wenigen Photonen weiche caustische Strukturen erzeugen zu können. Diese Einstellungen sind jedoch nicht an der Lichtquelle, sondern innerhalb des Materialsystems von Cinema 4D zu finden. Darüber lässt sich dann auch pro Oberfläche definieren, ob überhaupt **Caustics** generiert und empfangen werden können und wie deren Interpolation zu erfolgen hat. Wir kommen darauf bei der Besprechung des Materialsystems zurück. Ebenso ist es erforderlich, die Berechnung von **Caustics** in den **Rendervoreinstellungen** zu aktivieren. Ansonsten werden keine **Caustics** berechnet, selbst wenn diese Optionen in den Lichtquellen angeschaltet wurden.

Wurde die Berechnung von **Volumen-Caustics** an der Lichtquelle aktiviert kann dort zusätzlich eine **Abnahme** eingestellt werden, deren Funktion der Abnahme in den **Details**-Einstellungen gleicht. Die **Caustics** werden dann in Abhängigkeit der Einstellungen **Innere Distanz** und **Äußere Distanz** berechnet. Eine unbeschränkte Berechnung ist in keinem Fall gegeben, selbst nicht in der Einstellung **Abnahme Keine**, da es ansonsten theoretisch auch zu unendlich langen Strahlverfolgungen kommen kann. Wie bereits zuvor beschrieben, macht es generell Sinn, die Berechnung der **Caustics** auf die Bereiche zu beschränken, die später für die Bildgestaltung wichtig sind.

#### 7.2.14 Die Noise-Einstellungen

Sowohl das normale, beleuchtende Licht, als auch das nebelartige sichtbare Licht sind trotz der angebotenen Abnahme-Parameter relativ homogen. Wenn Sie z. B. Variationen in der Beleuchtung oder Wolkenstrukturen im sichtbaren Licht benötigen, sind die Einstellungen der Noise-Dialogseite für Sie wichtig. Über das **Noise**-Menü legen Sie zuerst fest, welche Eigenschaft des Licht beeinflusst werden soll, die **Beleuchtung**, die **Sichtbarkeit** oder **Beides**.



Das **Typ**-Menü bietet verschiedene mathematisch generierte Strukturen an, die in einem kleinen Vorschaubereich darunter auch grafisch angezeigt werden. Der **Oktaven**-Wert legt dabei die Rechentiefe, bzw. Genauigkeit fest. Ein kleiner **Oktaven**-Wert führt so z. B. zu einer sehr weichgezeichneten, detailarmen Struktur.

Da es sich bei diesen Mustern um räumliche Strukturen handelt, lassen sich diese auch dreidimensional skalieren. Sie finden dazu drei **Größe**-Werte, die für die X-, Y- und Z-Ausdehnung des Musters stehen. Die Richtungen werden dabei parallel zu den Weltachsen berechnet. Die **Noise**-Struktur ist jedoch in jedem Fall endlos groß und wird daher immer den gesamten Einflussbereich der Lichtquelle überlagern.

Der Wert für **Beleuchtungsgröße** ist ein zusätzlicher Multiplikator für die Größe und wird nur für die Strukturgröße benutzt, mit der die **Beleuchtung** des Lichts überlagert wird. Auf diese Weise können unterschiedlich skalierte Noise-Muster für **Beleuchtung** und **Sichtbarkeit** verwendet werden, sofern der Modus **Noise Beides** aktiv ist. Je größer **Beleuchtungsgröße** wird, desto feiner und kleinteiliger wird die Struktur.

Bei den **Größe**-Werten verhält es sich exakt umgekehrt. Kleine Werte führen hier zu feineren Strukturen.

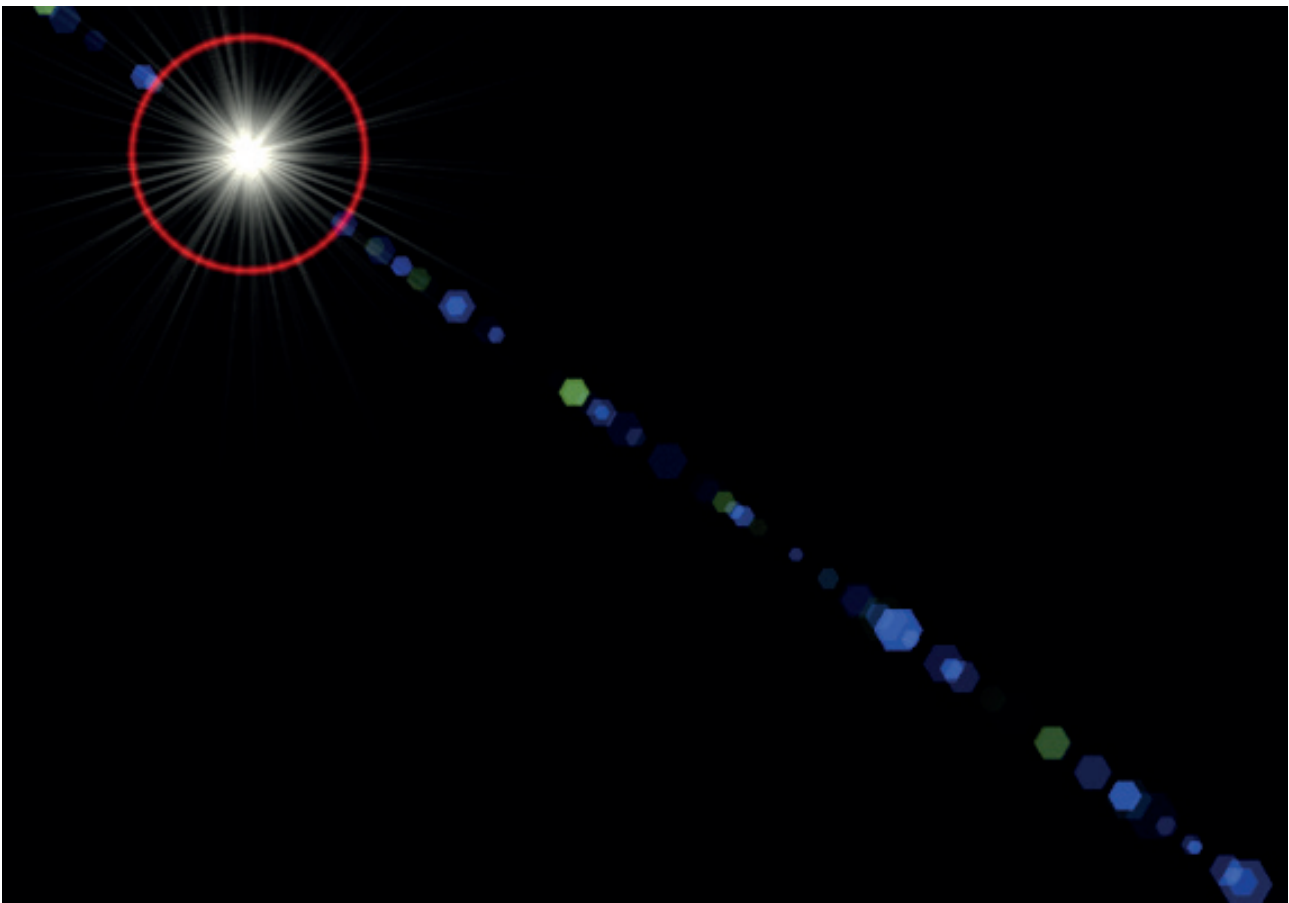
**Helligkeit** und **Kontrast** der simulierten Wolkenstruktur können über die gleichnamigen Werte justiert werden.

Ist **Lokale Koordinaten** aktiv, bleibt das Noise-Muster an die Position der Lichtquelle gebunden. Bei einer Verschiebung der Lichtquelle wandert also das Muster mit. Bei ausgeschalteter Option wird das Noise-Muster an das Weltachsensystem geknüpft. Somit verhält sich dann der simulierte Rauch eigenständig im Raum. Die Option sollte daher generell ausgeschaltet bleiben.

Die Wolkenstruktur kann ebenfalls animiert werden, was dann aber natürlich nur relevant wird, wenn Sie eine Animation berechnen lassen. Der Wert für Geschwindigkeit gibt die Fluktuation des Musters in der Beleuchtung an. Die sichtbaren Wolken hingegen werden über **Wind** und **Wind-Geschwindigkeit** animiert. Der Vektor **Wind** gibt dabei die Richtung des Winds an. Welches Bezugssystem dabei verwendet wird, legen Sie erneut über die Option für **Lokale Koordinaten** fest. Die **Wind-Geschwindigkeit** regelt dann, wie stark der simulierte Wind in die angegebene Richtung bläst.

### 7.2.15 Die Linsen-Einstellungen

Die **Linsen**-Einstellungen kümmern sich um die optischen Effekte, die bei der Reflexion und Brechung von Lichtstrahlen in einer Kameraoptik oder auf dem simulierten Negativfilm bzw. CCD-Chip auftreten können. Dies können z. B. Blendenflecke oder Glüherscheinungen um besonders intensive Lichtquellen herum sein.



Beachten Sie, dass es sich hierbei um einen Posteffekt handelt, der nur bei Nutzung des Standard-Renderers oder des physikalischen Renderers zur Verfügung steht. Zudem zeigt sich dieser Effekt z. B. auch nicht in Spiegelungen und muss daher mit den gleichen Einschränkungen leben, wie der **Glühen**-Effekt eines Standard-Materials.

Im **Glühen**- und im **Reflexe**-Menü finden Sie daher zahlreiche Voreinstellungen für Glüherscheinungen und Blenden-Reflexe, die dann auch die ansonsten unsichtbaren Lichtquellen im Bild sichtbar machen können. Hierbei sollten Sie beachten, dass der **Typ** der Lichtquelle Einfluss auf die Darstellung der Linseneffekte haben kann. Die volle Intensität des Glühens und der Reflexe sind bei den Standardeinstellungen nur dann zu sehen, wenn direkt in die Lichtquelle und das dort abgestrahlte Licht geblickt wird. Soll der Effekt unabhängig von dem Typ und der Blickrichtung auf die Lichtquelle sein, deaktivieren Sie die Option für **Lichtparameter benutzen**.

Ist **Lichtparameter benutzen** aktiv, wird zusätzlich auch die Farbe und Intensität der Lichtquelle mit in die Darstellung der Linseneffekte einbezogen. Ansonsten lässt sich die Intensität beider Effekte über die **Helligkeit**-Einstellungen und die **Größe** über den gleichnamigen Parameter steuern. Hierzu sind in jedem Fall Testberechnungen nötig, auf die wir noch im Abschnitt zu den Materialien ausführlich zurückkommen werden.

Im Fall der oft auch mit Strahlen versehenen Glüheffekte kann auch deren Ausrichtung mittels **Rotation** gesteuert werden.

Das **Seitenverhältnis** lässt sich jeweils zur elliptischen Verzerrung der Effekte nutzen, sofern Werte ungleich eins verwendet werden.

Über die Option für **Hinter Objekten ausblenden** legen Sie fest, ob das Glühen und die Reflexe auch dann noch zu sehen sein sollen, wenn die Lichtquelle für den Betrachter von einem anderen Objekt verdeckt wird. Ein ähnlicher Effekt wird durch **Am Bildrand ausblenden** gesteuert und kommt vor allem den Reflexen zugute. Bei realen Kameras ist es nämlich so, dass die Intensität des Effekts zunimmt, je mittiger die Lichtquelle im Bild liegt. Die aktive Option sorgt dann dafür, dass sowohl **Glühen** als auch die **Reflexe** an Helligkeit verlieren, wenn sie sich die Lichtquelle den Bildrändern nähert.

Mit **Bei Annäherung ausblenden** kann verhindert werden, dass Glühen und Reflexe in dem Moment, wenn eine Lichtquelle erstmals von einem Objekt verdeckt wird, schlagartig abgeschaltet werden. Die Reduzierung der Helligkeiten erfolgt dann also bereits, wenn die Lichtquelle noch knapp außerhalb des Objekts sichtbar ist.

Sollen die Effekte zusätzlich noch von der Entfernung zwischen Lichtquelle und Betrachter abhängig sein, können **Glühen mit Entfernung skalieren** und **Reflexe mit Entfernung skalieren** aktiviert werden.

Zur Berechnung dieses Effekts ist eine **Referenz-Größe** anzugeben. Bei dieser Entfernung zum Betrachter wird die Größe der Effekte normal angezeigt. Mit zunehmender Entfernung wird die Größe automatisch reduziert. Kommt die Lichtquelle dem Betrachter näher, werden Glühen und Reflexe optisch ebenfalls größer.

Neben den schon zahlreichen Voreinstellungen für das Glühen und die Reflexe können auch individuelle Effekte erstellt werden. Dazu wählen Sie zuerst eine Voreinstellung aus, die den Wünschen bereits nahe kommt und betätigen dann die entsprechende **Bearbeiten**-Schaltfläche.

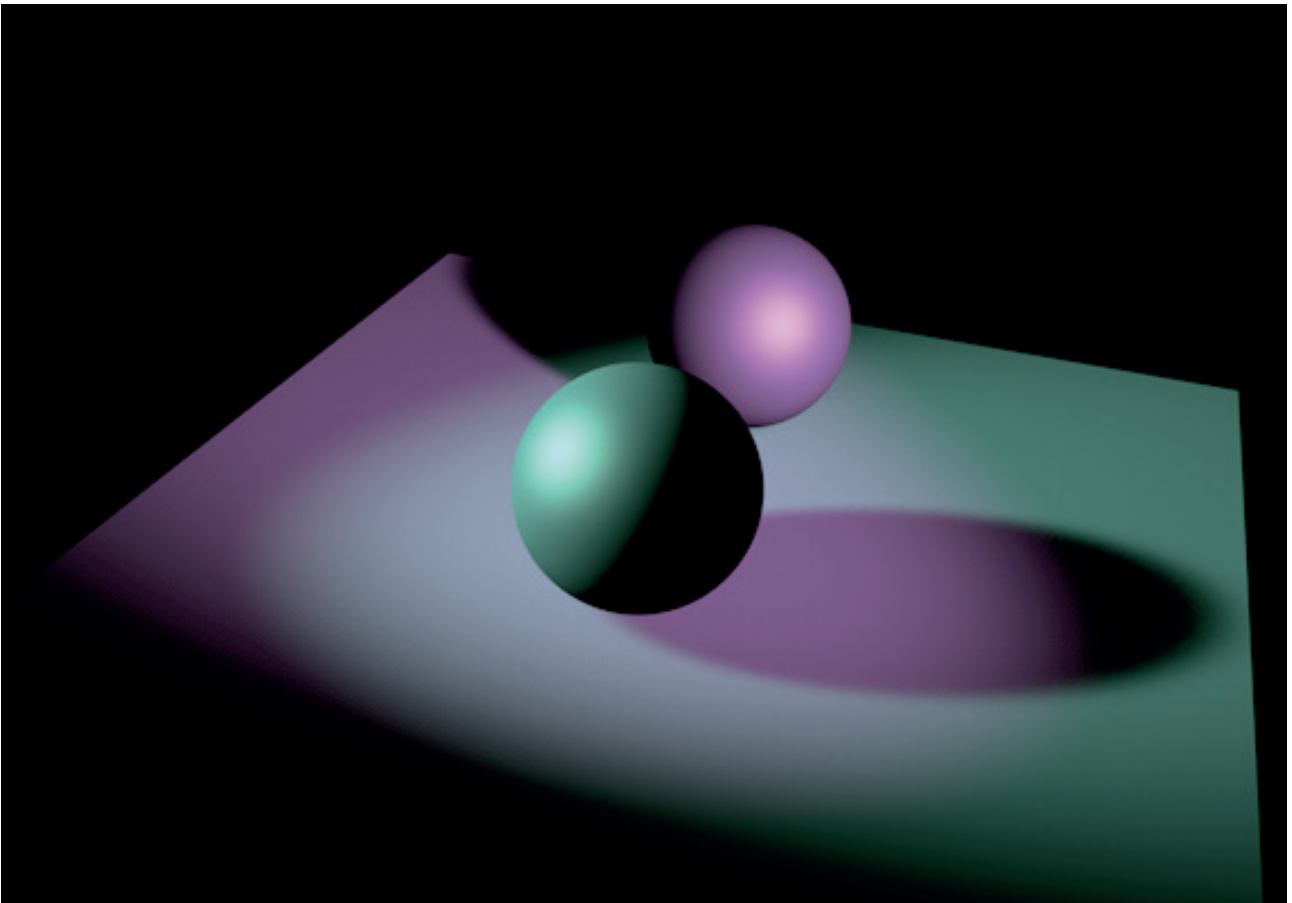
Beim Glühen können das **Glühen** selbst, der umgebende **Halo**-Effekt und die **Strahlen** editiert werden. Im Fall des Glühens und der Strahlen sind jeweils mehrere Effektebenen übereinandergestapelt, die über die Typ-Menüs abgerufen werden können. **Größe**, **Farbe** und **Seitenverhältnis**, mit **SV** abgekürzt, können jeweils für alle drei Effekte eingestellt werden. Strahlen bieten zusätzliche Einstellungen für den **Winkel**, die **Dicke**, die Anzahl (**Strahlen**), sowie für mögliche **Unterbrechungen** und deren **Breite**.

Mit **Zufällige Verteilung** kommt es zu einer ungeordneten Abfolge von Strahlen, also keinem gleichmäßigen Strahlenkranz. Ähnlich kann die Strahllänge mit **Zufällige Strahlenlänge** variiert werden. Mit **Stern-ähnlich** kommt es zu einer Variation der Strahldicke zum Mittelpunkt des Effekts hin. Die Strahlen wirken dann eher wie Zacken, was besonders bei einer Reduzierung der Strahl-Anzahl zu beobachten ist.

Die Einstellungen zu den Reflexen sind ähnlich strukturiert. Hier muss zuerst entweder über die **Plus**- und **Minus**-Tasten oder direkt über die **Element-Nummer** das gewünschte Reflex-Element selektiert werden, das editiert werden soll. **Position**, **Größe** und **Farbe** jedes Elements lassen sich individuell einstellen. Zudem bietet das Menü für den **Linsen-Typ** diverse Formen an, die beliebig gemischt werden können. Um die Auswahl und Einstellung zu erleichtern, wird das selektierte Element in einer Vorschaugrafik des Effekts hell hervorgehoben und daneben noch einmal isoliert angezeigt.

### 7.2.16 Die Projekt-Einstellungen

In der Realität gibt es kaum Möglichkeiten, Licht gezielt nur auf einzelne Objekte wirken zu lassen. Das ist mit Cinema 4D ein Kinderspiel. Sie finden dazu ein **Modus**-Menü in der **Projekt**-Kategorie des Lichtquellendialogs. Dort können Sie zwischen **Ausschließen** und **Einschließen** wählen, je nachdem ob die gezielt Objekte von der Beleuchtung ausschließen oder nur einige gezielt beleuchten möchten.



Die richtige Wahl hängt also nur davon ab, welche Objektgruppe mehr Elemente hat. Die entsprechenden Objekte sind danach per Drag&Drop aus dem *Objekt-Manager* in die **Objekte**-Liste zu ziehen. Alternativ hierzu kann auch das Symbol des Mauszeigers rechts neben der Liste angeklickt werden. Anschließend klicken Sie einfach auf die Objekte im *Objekt-Manager*, die in der Liste auftauchen sollen. Ein erneuter Klick auf das Icon mit dem Mauszeiger deaktiviert diesen speziellen Selektionsmodus wieder.

Sie müssen jedoch nicht alle Objekte einzeln in die Liste ziehen. Es reicht aus, jeweils das oberste Objekt einer Hierarchie in der Objekte-Liste zuzuweisen.

Möglich wird dies durch zusätzliche Optionen, die in Form von Icons hinter den Objekten in der Liste angezeigt werden. Das letzte Icon, ganz rechts neben den Einträgen der Liste stellt ein **Hierarchie**-Symbol dar. Ist dieses aktiv, werden automatisch alle Objekte identisch behandelt, die im *Objekt-Manager* unterhalb des gelisteten Objekts gruppiert wurden. Durch Anklicken des **Hierarchie**-Symbols kann dieses Verhalten aber auch ausgeschaltet werden, falls nur das aufgelistete Objekt von der Beleuchtung ein- oder ausgeschlossen werden soll.

Die drei anderen Icons stehen von links nach rechts gelesen für **Materialfarbe**, **Glanzlicht** und **Schatten**. Auch diese Icons lassen individuell An- oder Ausklicken. Der Effekt hängt jeweils vom gewählten **Modus** auf der **Projekt**-Einstellungsseite ab.

Wurde **Ausschließen** benutzt, wird das zugewiesene Objekt (eventuell samt seiner Objekthierarchie) von der Beleuchtung vollständig ausgenommen. Wird nun das erste Icon der **Materialfarbe** ausgeschaltet, kann das Objekt wieder Schattierung empfangen. Glanzlichter und Schattenwürfe werden jedoch keine erzeugt. Entsprechend lassen sich andere gewünschte Kombinationen erstellen, um z. B. Glanzlichter für einige Objekte unterdrücken, obwohl die Lichtquelle generell Glanz erzeugt.

Im **Modus Einschließen** kehrt sich die Funktionalität um. Eingeschlossene Objekte werden mit allen Eigenschaften vom Licht erfasst. Über die Icons könnte nun jedoch die Glanzbildung oder der Schattenwurf für die Objekte in der Liste unterdrückt werden.

Mit einem Rechtsklick auf Einträge in der Liste erhalten Sie ein Kontextmenü, über das Einträge u. a. auch wieder aus der Liste entfernt werden können.

Die **Pyrocluster**-Optionen unterhalb der Liste sind nur dann relevant, wenn Sie ein Partikelsystem mit Pyrocluster-Material kombinieren, um Feuer, Wolken oder Rauch zu simulieren. Sind beide Optionen aktiv, wird diese Lichtquelle diese Pyrocluster-Wolken beleuchten und auch Schatten für diese Spezialeffekte kreieren können.

### 7.2.17 Hilfsmittel für die gezielte Beleuchtung

Wir haben bereits mehrere Lichtquellen besprochen, die von einer Ausrichtung ihrer Z-Achse auf die zu beleuchtenden Objekte profitieren. Dies kann recht mühsam sein. Denken Sie z. B. an eine animierte Figur, die Sie permanent in einem Spot-Lichtkegel halten möchten. Es gibt's daher eine Hilfsfunktion, die die Ausrichtung von Lichtquellen auf Objekte automatisieren kann. Man spricht bei derartigen Hilfsberechnungen von **Expressions**, die Sie u. a. auch wieder über das **Tags**-Menü des **Objekt-Managers** in der Rubrik **Cinema 4D Tags** finden können.

Expressions sind kleine Programme, mit denen z. B. das Verhalten von Objekten während einer Animation gesteuert werden kann. Auf diese Weise lässt sich z. B. die Bewegung eines Objekts auf einem Spline, eine zufällige Vibration der Position oder eben auch die Ausrichtung eines Objekts auf ein anderes automatisieren.

In unserem Fall wäre somit die **Ausrichten**-Expression die richtige Wahl und könnte direkt einer Lichtquelle zugewiesen werden. Die **Ausrichten**-Expression verwendet automatisch die Z-Achse des Objekts für die Ausrichtung und muss praktisch nur nach wissen, auf welche Position damit gezielt werden soll. Sie ziehen also einfach das Objekt, auf das die Lichtquelle mit ihrer Z-Achse zielen soll, in das Feld für **Ziel-Objekt** an der **Ausrichten**-Expression hinein. Damit ist es in den meisten Fällen getan. Egal, wohin Sie ab sofort die Lichtquelle oder auch das zugewiesene **Ziel-Objekt** bewegen, die Lichtquelle wird dieses Objekts stets im Visier behalten. Weil dies gerade für **Spot**-Lichtquellen so praktisch ist, können Sie diese Art Lichtquelle bereits als so genannte **Ziel-Lichtquelle** fertig abrufen. Dies erzeugt neben der Lichtquelle und der **Ausrichten**-Expression ein zusätzliches **Null**-Objekt, das in der Expression als **Ziel-Objekt** verlinkt ist. Auf diese Weise können Sie einfach das später im Bild unsichtbare **Null**-Objekt als Zielpunkt für die Lichtquelle verwenden.

► *Siehe Übung zu den Umgebung-Objekten*

## ZUSAMMENFASSUNG LICHT

- Alle Lichtquellen erzeugen ohne weiteres Zutun immer nur direktes Licht.
- Indirektes und gestreutes Licht muss mit zusätzlichen Lichtquellen ergänzt oder durch globale Illumination als zusätzlicher Rechenmethode aktiviert werden.
- **Punkt-Lichter** geben Licht in alle Richtungen ab.
- **Spot-Lichtquellen** geben Licht gezielt in Form eines Kegels, Zylinders oder einer Pyramide ab.
- **Parallele** oder **Unendliche** Lichtquellen simulieren gebündeltes Licht, oder eine Beleuchtung, die aus großer Entfernung kommt, wie z. B. Sonnenlicht.
- **Fläche-Lichter** simulieren eine dreidimensionale Form, die als Leuchtkörper benutzt wird und geben so das natürlichste Licht ab.
- Nur **Fläche-Lichter** können sich in Oberflächen spiegeln und damit echten Glanz simulieren.
- Die übrigen Lichtquellen simulieren Glanz nur über die Materialeigenschaften der angeleuchteten Objekte.
- **Schatten** sind eine separate Eigenschaft der Lichtquellen und müssen zusätzlich aktiviert werden.
- **Weiche Schatten** basieren auf einer Tiefenmaske, die in einer Bitmap gesichert wird. Die Auflösung dieser Bitmap entscheidet über die Qualität, Berechnungsdauer und über den Speicherbedarf.
- **Weiche Schatten** können optimiert werden, wenn die Lichtquellen gezielt auf die zu beleuchtenden Objekte ausgerichtet werden.
- **Harte Schatten** werden immer mathematisch exakt berechnet und sind daher immer perfekt randscharf.
- **Fläche-Schatten** benutzen wie **Fläche-Lichter** eine Form, von der aus die Schattenberechnung erfolgt. Die Schatten sind dadurch sehr realistisch, benötigen aber am längsten von allen Schattenarten für die Berechnung.
- Die Präzision von **Fläche-Schatten** hängt von der Anzahl der **Samples** ab, aus denen dieser Effekt zusammengesetzt wird.
- **Fläche-Schatten** werden weicher, wenn die Form der Lichtquelle größer wird und härter bei kleinen Formen.
- Lichtquellen sind generell nicht im Bild sichtbar. Nur die Lichtwirkung ist standardmäßig zu sehen.
- Die Abnahme der Lichtleistung mit der Distanz zwischen Lichtquelle und den Objekten lässt sich über ein **Abnahme-Menü** definieren.
- Verunreinigungen der Luft können über sichtbares Licht angedeutet werden.
- Nur wenn volumetrisches sichtbares Licht benutzt wird, können Objekte auch in den sichtbaren Nebel hinein Schatten werfen.
- Zusätzliche Muster lassen sich mit **Noise** überlagern. Das sichtbare Licht kann dann wie Rauch oder eine Wolkenformation aussehen.
- Die Grundeigenschaften von Licht, nämlich die Erzeugung von Schattierung, von Glanz und von globaler Illumination lassen sich individuell konfigurieren.
- Die Wirkung von Licht lässt sich durch **Clipping** auch im Nahbereich einer Lichtquelle beschränken.
- Lichtbündelungen können durch **Caustics** simuliert werden. Diese müssen sowohl an der Lichtquelle, als auch bei den **Rendervoreinstellungen** aktiviert werden. Die Darstellung und Auswertung der **Caustics** kann zusätzlich über Materialeigenschaften der Objekte definiert werden.
- Glüherscheinungen und Blendenflecke können individuell und auch unabhängig von anderen Lichteigenschaften erzeugt werden.
- Reale Lichtquellen lassen sich perfekt mit **IES**-Daten nachbilden, die photometrische Daten über die Richtung und Leistung der Lichtabgabe enthalten.
- Objekte können individuell von der Beleuchtung durch einzelne Lichtquellen ausgenommen werden. Dazu müssen diese Objekte in einer Liste der **Projekt**-Lichteinstellungen aufgeführt werden.

## 8 Die Umgebung-Objekte

Im 3D-Raum der Szene ist erst einmal nichts vorhanden, also alles schwarz. Aus diesem Grund existieren **Umgebung-Objekte**, mit denen z. B. auf einfache Art und Weise einen **Boden**, einen **Himmel**, Nebel oder einen **Hintergrund** erstellt werden können. Sie finden diese Hilfsobjekte unter **Erzeugen > Umgebung**, bzw. **Erzeugen > Physikalischer Himmel** oder im eigenen Icon-Menü in der Titelzeile des Programms.

### 8.1 Das Boden-Objekt

In der Regel ist es so, dass die konstruierten 3D-Objekte nicht einfach im luftleeren Raum schweben sollen, sondern auf einem Boden stehen. Dies gilt vor allem bei Außenszenen, wo es eine typische Trennung zwischen dem Boden und dem Himmel gibt, die durch einen Horizont voneinander getrennt werden. Das Cinema 4D **Boden**-Objekt hat daher die Eigenschaft, sich bei der Berechnung automatisch so zu vergrößern, dass es sich unendlich weit ausdehnt. Lassen Sie sich also nicht von der relativ kleinen Rechteckfläche in den Editoransichten täuschen.

Ansonsten kann dieses Objekt wie jede andere Form ebenfalls beliebig verschoben und auch gedreht werden. Ein **Boden**-Objekt kann daher durchaus auch eine unendlich hohe und lange Wand darstellen, wenn es senkrecht gestellt wird. Ebenso kann es auch über die Position des Betrachters gezogen werden und könnte, mit einem entsprechenden Material oder Foto versehen, als einfacher Himmel oder als Wolkendecke benutzt werden.

### 8.2 Das Himmel-Objekt

Dieses Objekt ist nicht direkt im Editor sichtbar, sondern erst bei der Bildberechnung. Es stellt eine Kugel mit unendlich großem Radius dar. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass immer alle anderen Objekte der Szene darin Platz haben. Das **Himmel**-Objekt selbst stellt keinen natürlichen Himmel dar, sondern muss erst noch mit einem passenden Material oder Foto belegt werden. Dafür bieten sich vollsphärische HDR-Bilder oder Panoramen an. Sie finden dazu einige Beispiele im *Content Browser*, unter **Presets > Presets > Lighting > HDRI**. Natürlich können aber auch normale Panoramen genutzt werden, die keine 32 Bit-Farbtiefe haben.

Der Vorteil des **Himmels** liegt darin, dass er die Objekte vollständig umschließt. Auf diese Weise können z. B. natürlich wirkende Spiegelungen auf reflektierenden Objekten simuliert werden. Zudem kann der Himmel in Verbindung mit HDR-Bildern auch für die Ausleuchtung einer Szene benutzt werden, wenn **globale Illumination** in den **Rendervoreinstellungen** aktiviert wird. Die Helligkeitswerte des auf dem **Himmel** liegenden Bilds lassen sich dadurch als Licht interpretieren, dass vom **Himmel** kommend die Szene beleuchtet. Wir kommen darauf beim Thema Materialien und Rendering zurück.

### 8.3 Das Umgebung-Objekt

Dieses Objekt ist selbst erst einmal gar nicht zu sehen, sondern stellt eine Art Luft dar, die den ganzen Raum durchdringt. Diese Luft kann mit Nebel gefüllt werden, sofern die Option für **Nebel aktivieren** angeschaltet wird. Der Nebel baut sich dabei von der Position des Betrachters kugelförmig in alle Richtungen auf, wird daher auch einen eventuell vorhandenen Himmel oder ein **Hintergrund**-Objekt verdecken. Ist dies nicht gewünscht, deaktivieren Sie die Option für **Hintergrund beeinflussen**. Die **Farbe** des Nebels kann beliebig, so z. B. auch schwarz gewählt werden. Der Wert für **Stärke** ist ein Helligkeitsmultiplikator für die Nebelfarbe. Die **Distanz** legt die Dichte des Nebels fest und bezieht sich auf die Entfernung vom Betrachter der Szene. Wird z. B. die **Distanz** 10000 cm benutzt, dann werden alle Oberflächen vollständig vom Nebel verdeckt, die mindestens 10000 cm vom Betrachter entfernt liegen. Je näher die Objekte dem Betrachter kommen, desto besser ist deren Form und eigene Oberflächenfarbe zu sehen.

Eine zweite Funktion des **Umgebung**-Objekts betrifft die Erzeugung zusätzlichen Lichts. Dieses **Umgebungslicht** entspricht in seiner Wirkung einer Lichtquelle, die mit der Option für **Umgebungsbeleuchtung** konfiguriert wurde. **Helligkeit** und **Umgebungsfarbe** dieses Lichts können am **Umgebung**-Objekt eingestellt werden.

Diese Art Licht sollte wenn überhaupt nur dezent eingesetzt werden, da sie alle Oberflächen pauschal aufhellt und nicht, wie noch die Lichtquellen, über **Abnahme**-Funktionen räumlich begrenzt werden kann. Bei zu viel Umgebungslicht wirken die Objekte schnell flach und zweidimensional.

## 8.4 Vordergrund- und Hintergrund-Objekte

Geht es Ihnen um das Einblenden eines Fotos oder einer Farbe im Hintergrund Ihrer Objekte, ist das **Hintergrund**-Objekt die richtige Wahl. Es verschließt die Szene aus Sicht des Betrachters am hinteren Ende, liegt also wie der **Himmel** immer unendlich weit entfernt vor dem Betrachter und kann daher auch keine normalen 3D-Objekte verdecken. Anders als beim **Himmel** handelt es sich hier jedoch um eine Art flacher Leinwand, die eben nicht die gesamte Szene einschließt. Passende Reflexionen dieses Objekts auf spiegelnden Oberflächen sind daher nicht zu erwarten. Sind **Himmel** und **Hintergrund** gleichzeitig in einer Szene vorhanden „gewinnt“ der **Himmel** und das **Hintergrund**-Objekt wird nicht zu sehen sein. Derartige Konflikte zwischen Objekten können durch spezielle **Render**-Tags aufgelöst werden. Darüber lassen sich dann z. B. Sichtbarkeiten der Objekte für die Betrachter-Kamera oder für Spiegelungen auf Oberflächen individuell regeln. Mehr dazu im Abschnitt über das Rendering.

Das **Vordergrund**-Objekt bietet eine ähnliche Funktion, liegt nur immer als erstes Objekt vor der simulierten Kamera-linse. Dieses Objekt kann z. B. in Verbindung mit freigestellten Bildern benutzt werden, um Logos oder Copyright-Vermerke immer an gleicher Stelle auf ein Bild berechnen zu lassen. Wird kein Material mit Freistell- bzw. Alpha-Maske verwendet, verdeckt das **Vordergrund**-Objekt die gesamte Szene wie ein Objektivdeckel, der die Kamera verschließt.

## 8.5 Das Stage-Objekt

Dieses Objekt ist ausschließlich für Animationen interessant und bietet diverse Verlinkungsfelder u. B. für **Himmel**, **Vordergrund**, **Hintergrund**, **Umgebung** und auch für **Kamera**-Objekte an. Durch Austausch der Links während einer Animation können u. a. harte Kameraschnitte realisiert werden, die dann das Umschalten zwischen verschiedenen Kamerapositionen darstellen.



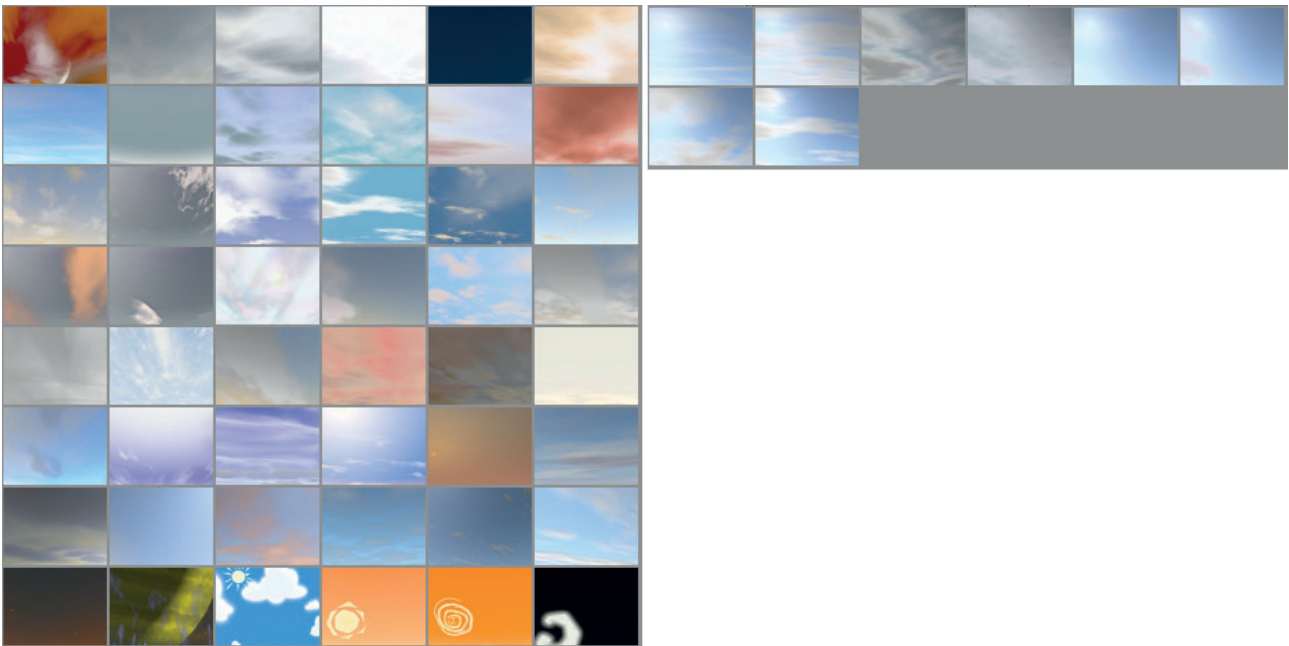
## 8.6 Der Physikalische Himmel

Dieses Objekt geht in seiner Funktion weit über den einfachen Himmel hinaus, denn der Physikalische Himmel erzeugt nicht nur von der Jahres- und Tageszeit abhängige Himmelsdarstellungen, sondern auch die dazu passende Beleuchtung. Für Außendarstellungen z. B. von Häusern ist daher oft gar keine andere Beleuchtung mehr nötig, sofern mit **globaler Illumination** gerechnet wird, um das simulierte Sonnenlicht noch natürlicher in der Szene zu verteilen.

Der Physikalische Himmel bietet diverse atmosphärische Effekte an, die wahlweise hinzugeschaltet werden können. Sie finden dazu Optionen in den **Basis-Einstellungen** des Objekts im *Attribute-Manager*.

### 8.6.1 Die Basis-Einstellungen

Über die Schaltfläche **Himmel-Preset laden** können vorgefertigte Himmelsdarstellungen abgerufen werden. Diese lassen sich im Nachgang dann noch editieren und verfeinern. Mit **Wetter-Preset laden** geht es hauptsächlich um die Darstellung der Wolken. Auch diese Vorgaben lassen sich bei Bedarf beliebig editieren und können daher auch als Basis für eigene Kreationen genutzt werden.



Die folgenden Optionen aktivieren die verschiedenen Effekte des Physikalischen Himmels und lassen sich in beliebiger Kombination wählen:

#### 8.6.1.1 Die Himmel-Option

Mit Himmel ist die farbige Darstellung des Himmels gemeint. Dieser kann individuell gefärbt werden, oder aber Sie verlassen sich auf eine Berechnung, die automatisch für korrekte Himmelfarben in Abhängigkeit des Sonnenstands sorgt. Zusätzlich wird auch eine Lichtquelle erzeugt, die das vom Himmel gestreute Sonnenlicht darstellt und so die Beleuchtung durch die Sonne vervollständigt.

#### 8.6.1.2 Die Sonne-Option

Hiermit wird eine Sonne in Abhängigkeit zur gewählten Jahres- und Uhrzeit erzeugt und entsprechend am Himmel platziert. Dadurch entsteht gleichzeitig eine eigene Lichtquelle, die auch Schattenwürfe erzeugt. Im Zusammenspiel mit der Himmelsdarstellung sind damit bereits die wichtigsten Beleuchtungsmerkmale einer Außenszene definiert.

#### 8.6.1.3 Die Atmosphäre-Option

Mit dieser Option kann die Streuung von Licht in der Atmosphäre simuliert werden. Dabei kommt es zu einer Blaufärbung weiter entfernter Objekte, so wie es auch in der Natur zu beobachten ist.

#### **8.6.1.4 Die Wolken-Option**

Hiermit können zweidimensionale Ebenen über den Himmel gelegt werden, die automatisch mit Wolkenmustern versehen sind. Die Dichte, Farbe, Größe und Form der Wolken können individuell eingestellt werden.

#### **8.6.1.5 Die Volumetrische Wolken-Option**

Reichen Ihnen die einfachen Wolken nicht aus, können auch volumetrische, also tatsächlich dreidimensionale Wolken erzeugt werden. Dies müssen jedoch manuell in den Himmel gemalt werden, bieten dann jedoch den Vorteil, dass Sie sich sogar um diese Wolken herum oder durch diese hindurchbewegen können, um z. B. ein Flugzeug oder einen Fesselballon in den Wolken darzustellen.

#### **8.6.1.6 Die Nebel-Option**

Ähnlich wie beim Umgebung-Objekt kann auch hier die Luft mit Nebel gefüllt werden. Es stehen jedoch viel mehr Optionen, z. B. für die Höhe des Nebels über dem Boden zur Verfügung.

#### **8.6.1.7 Die Regenbogen-Option**

Ein Regenbogen entsteht immer an einer Position gegenüber der Sonne und kann über diese Option dem Himmel hinzugefügt werden.

#### **8.6.1.8 Die Sonnenstrahlen-Option**

Hiermit kann sichtbares Sonnenlicht erzeugt werden, wenn die Sonne teilweise von Wolken verdeckt wird. Es können sich dann typische Streifen ergeben, so wie wir sie bereits mit volumetrisch sichtbarem Licht erzeugt haben.

#### **8.6.1.9 Die Sky-Objekte-Option**

Diese Option ermöglicht Ihnen, beliebige Bilder am Himmel einzublenden. Auf diese Weise kann z. B. ein Todesstern die Welt unter Ihrem physikalischen Himmel bedrohen.

## 8.6.2 Die Zeit und Position-Einstellungen

Hier finden sich mit die wichtigsten Einstellungen wenn es um die Darstellung des Himmels und die Berechnung des Sonnenlichts geht.

Der Sonnenstand hängt natürlich hauptsächlich von der Tagesszeit ab, aber auch von der Jahreszeit und dem Standort auf dem jeweiligen Planeten.



Das **Zeit**-Menü und der darunter eingeblendete Kalender ermöglicht die Auswahl eines Monats, eines Jahrs, sowie eines Wochentags. Die Uhrzeit kann daneben numerisch oder über das Ziffernblatt der Uhr verändert werden. Durch senkrecht Ziehen mit der Maus auf dem Ziffernblatt kann die Uhrzeit vor und zurückgedreht werden. Klicks auf die Schaltflächen **Heute** bzw. **Jetzt** stellen das aktuelle Datum sowie die aktuelle Uhrzeit ein.

Wenn Sie das kleine Dreieck hinter dem **Zeit**-Menü aufklappen finden Sie weitere Optionen. Sind dort **Momentane Zeit** oder **Heute** angeschaltet, wird immer das aktuelle Datum und die aktuelle Uhrzeit verwendet. Dies bedeutet aber auch, dass z. B. beim nächsten Öffnen dieses Projekts automatisch die dann aktuellen Daten benutzt werden und der Himmel dadurch ggf. ganz anders aussieht als beim Abspeichern der Szene.

Die beiden anderen Optionen sind nur relevant, wenn Sie eine Animation berechnen möchten, bei der z. B. eine Zeitrafferdarstellung der Sonnenbewegung gewünscht wird. Datum und Uhrzeit lassen sich nämlich auch über so genannte **Keyframes** animieren. Nur wenn **Datum animieren** und **Zeit animieren** angeschaltet sind, würden solche **Keyframes** auch ausgewertet.

**Keyframes** können als Datenpakete verstanden werden, die in der Regel einfache Zahlenwerte, wie z. B. die Position eines Objekts oder eben die Uhrzeit eines **Physikalischen Himmels** speichern können. Zusätzlich merkt sich jedes **Keyframe** den Zeitpunkt, an dem dieser Datensatz während einer Animation abgerufen werden soll. Sind mindestens zwei solche **Keyframes** vorhanden, die für unterschiedliche Zeiten während der Animation stehen, werden die darin gespeicherten Werte automatisch interpoliert. Merkt sich also das erste **Keyframe** die Uhrzeit 12:00 und das zweite die Uhrzeit 13:00, wird sich die Sonne in der Animation zwischen diesen **Keyframes** um eine Stunde weiterbewegen. Auf diese Weise können u. a. animierte Tag-/Nacht-Simulationen dargestellt werden, denn es sind natürlich auch Uhrzeiten möglich, bei denen die Sonne schon längst untergegangen ist.

Auch die Position des Betrachters auf dem Planeten bzw. der Erde spielt für den Sonnenstand eine Rolle. Am einfachsten lässt sich dieser Standort über das **Stadt**-Menü definieren, über das viele Großstädte und Orte dieser Welt abrufbar sind. In der Regel ist es völlig ausreichend, hier eine Stadt in der relativen Nähe zu wählen.

Ansonsten können dieser Liste auch eigene Orte hinzugefügt werden, wenn Längen- und Breitengrade bekannt sind.

Die **Zeitzone** kann den Einstellungen des **Betriebssystems** entnommen oder **manuell** eingestellt werden. Die Einstellung **Manuell** wird empfohlen, damit bei der Weitergabe der Szene z. B. an einen Kollegen, der in einer anderen Zeitzone arbeitet, keine Veränderung der Sonnenberechnung vorgenommen wird.

Wenn in der entsprechenden Region eine **Sommerzeit** genutzt wird, kann deren kalendarische Länge ausgewählt werden. Die **Zeitzonendifferenz** entspricht der Differenz der lokalen Uhrzeit zur Weltzeit UTC, die bei 0° Länge in Greenwich, England herrscht. Mit **SZ Zeitzone** ist die Sommerzeit und deren Differenz zur Weltzeit gemeint. Bei einer Wahl aus der Liste der vorkonfigurierten Städte sind alle diese Einstellungen nicht relevant, denn sie werden automatisch korrekt vorgenommen.

### 8.6.3 Die Himmel-Einstellungen

Die Einstellungen dieser Dialogseite sorgen für den Farb- und Helligkeitsverlauf des Himmels und auch für die überlagerte Darstellung des Sternenhimmels. Sie haben hier grundsätzlich die Wahl zwischen zwei Berechnungsverfahren. Ist **Physikalischer Himmel** angehakt, werden realistische Verläufe basierend z. B. auf der Luftfeuchtigkeit und dem aktuellen Stand der Sonne berechnet. Ohne diese Berechnung haben Sie es selbst in der Hand, wie die Farben des Himmels aussehen sollen. Auf diese Weise sind dann auch abstrakte Umgebungen oder gar Umgebungen auf fremden Planeten umsetzbar.



Ist nur eine Himmelsdarstellung der oberen Hemisphäre gewünscht, aktivieren Sie **Horizontlinie**.

Da das **Physikalischer Himmel**-Objekt intern bei aktiver Option für **Physikalischer Himmel** mit größeren Farbräumen arbeitet als dem Standard RGB-Raum, können Sie bei der Umrechnung der Farbräume steuernd eingreifen. So liefert die **Farbwärme** eine Umrechnung der Verläufe, die bei größeren Prozentwerten mehr zu gelblichen oder gar rötlichen Farben tendiert.

Für die Berechnung des Himmels spielt auch der Horizont eine große Rolle. Dessen Lage resultiert aus dem Radius des Planeten. Sie können daher diesen Wert mit **Erdradius (km)** auch selbst eintragen, für den Fall, dass Sie die Umgebung eines anderen Planeten darstellen möchten. Der Standardwert von 6370 km entspricht ansonsten bereits dem Erdradius. Zusätzlich kann der Horizont mit negativen **Horizont Start**-Werten noch weiter abgesenkt werden. Dies ist oft hilfreich, wenn z. B. **Landschafts**-Objekte benutzt werden, die natürlich nicht bis zum tatsächlichen Horizont der Szene reichen. Der Horizont kann dann manuell etwas tiefer eingestellt werden, um noch hinter den Bergen der **Landschafts**-Objekte zu verschwinden.

Was den Farbverlauf des Himmels angeht, so lässt sich dieser selbst anlegen sofern **Physikalischer Himmel** ausgeschaltet und **Eigener Horizont** angeschaltet wird. Über den **Farbe**-Verlauf legen Sie dann beliebige Färbungen für den Himmel fest.

Links im Verlauf finden Sie die Horizontfarbe und rechts die Farbe des Zenits. Über die Einstellung für **Maximale Höhe** legen Sie den Himmelswinkel fest, auf den die erste Hälfte des Farbverlaufs angewendet werden soll. Bei dem Standardwert  $20^\circ$  wird also auf die ersten  $20^\circ$  des Himmels – vom Horizont aus gemessen – die linke Hälfte des Farbverlaufs angewendet. Diese Berechnung wird nur dann angewendet, wenn die Sonne tiefer als **Max. Höhe** am Himmel steht. In diesem Fall wird der Sonnenwinkel als **Max. Höhe** verwendet.

Die **Atmosphärenstärke** legt die Dicke oder Dichte der sichtbaren Atmosphäre fest. Kleine Werte machen die Atmosphäre selbst zur Tageszeit so durchsichtig dass man die Sterne sehen kann.



Größere Werte erhöhen die Helligkeit und Intensität des Himmels. Dies kann im Extrem zu einem gleißend weißen Himmel führen.

Mit **Effekteinrührung** kann die Atmosphäre dieser berechnet werden. Die Gesamthelligkeit des Himmels nimmt dadurch etwas zu und alle Farben erscheinen entsättigter. Dieser Parameter hat jedoch nur einen Effekt, wenn **Physikalischer Himmel** ausgeschaltet ist.

Mit aktivem **Physikalischen Himmel** kommen zahlreiche weitere Einstellungen hinzu.

Die **Intensität** ist ein Multiplikator für die Lichthelligkeit des Himmels. Dies bezieht sich also auf das Licht, das vom Himmel auf die Szene geworfen wird und nicht auf die Helligkeit des sichtbaren Farbverlaufs. Schließlich ist zwar die Sonne die Hauptlichtquelle, aber deren Licht wird in der Atmosphäre gestreut und kommt so ebenfalls der Szenenbeleuchtung durch den Himmel zugute. Wenn Sie die Helligkeit des sichtbaren Himmels erhöhen möchten, steht dafür der Parameter **Sichtbare Intensität** zur Verfügung.

Da auch der nächtliche Himmel noch Licht abstrahlt, gibt es ebenfalls für diese Eigenschaft einen Parameter. **Intensitätsverhältnis Nacht** dient dabei als Multiplikator für die **Intensität**. Auf diese Weise können Sie getrennte Einstellungen für die Tag- und die Nachtzeit vornehmen. Dies ist natürlich nur von Interesse, wenn Sie entweder eine entsprechende Uhrzeit eingestellt haben oder die **Atmosphärenstärke** zur Tagzeit stark reduzieren.

Wie bereits erwähnt, trägt auch der Himmel zur Beleuchtung der Szene bei. Da es sich hierbei oft um Blautöne handelt, verfärbt sich dadurch die Szene ebenfalls leicht bläulich. Über die **Sättigungskorrektur** können Sie die Färbung des Himmelslichts individuell steuern. Kleine Werte entsättigen das Himmelslicht und lassen es bei einem Wert von 0% nur noch in Grautönen erscheinen. Wenn Sie gar keinen Wert auf eine natürliche Farbverteilung legen, oder die Himmelsfarben in eine bestimmte Richtung korrigieren möchten, verändern Sie den Wert für die **Farbtonkorrektur**. Sie können dann das gesamte Farbspektrum durchlaufen und den Himmel neu färben. Bei der Einstellung 0% findet ansonsten die physikalisch korrekte Farbgebung statt.

Wie bereits erwähnt, arbeitet die physikalische Himmelsdarstellung mit einem sehr viel größeren Farbraum als dies auf Ihrem Monitor dargestellt werden könnte. Über die **Gammakorrektur** können Sie daher selbst die Spreizung zwischen Weißpunkt und Schwarzpunkt beeinflussen. Höhere Werte führen zu einer Aufhellung, kleinere Einstellungen zu einer Abdunkelung des Himmels.

Schließlich gibt es noch eine Einstellung namens **Dithering**. Diese fügt den Helligkeits- und den Farbverläufen zusätzlich ein feines Rauschen hinzu. Dadurch lassen sich durch die Umrechnung der Farbräume bedingte Sprünge und Bänder in den Verläufen vermeiden. Ein Wert von 0% deaktiviert diese Funktion.

Die **Eintrübung** bestimmt den Anteil an Feuchtigkeit in der Luft. Je höher dieser Anteil ist, desto mehr Licht wird in der Luft gestreut. Dies führt dazu, dass die Farbe des Sonnenlichts stärkeren Einfluss auf die Färbung des Himmels bekommt.



Das **Ozon (cm)** ist uns als natürliche Blockade gegen ultraviolette Strahlung bekannt. Die Darstellung des Himmels ändert sich dadurch nicht, aber das gestreute Sonnenlicht bekommt durch höhere **Ozon (cm)**-Werte eine bläuliche Färbung.

#### 8.6.4 Die Sonne-Einstellungen

Ist die **Basis**-Option für die **Sonne** aktiv, können Sie hier die Beleuchtung und Färbung der Szene durch die Sonne bestimmen. Da der Stand der Sonne automatisch durch Datum, Uhrzeit und Ort definiert wird, beschränken sich die Einstellmöglichkeiten auf die sichtbaren Attribute dieser Lichtquelle. Die Bahn und Position der Sonne wird zusätzlich an der Windrose im Editor eingezeichnet. Hierzu muss jedoch **Positions-HUD anzeigen** auf der Dialogseite für die **Details** aktiviert sein. Beachten Sie, dass auch die Beleuchtung der nächtlichen Szene durch den Mond indirekt von den Sonnen-Parametern abhängt. Sie sollten also auch bei nächtlichen Szenen die **Sonne** aktiviert lassen.

Ein Hauptkriterium für die **Sonne** ist deren Farbe, bzw. die Färbung des Lichts, das sie abgibt. Wenn **Eigene Farbe** aktiviert wird, können Sie die **Farbe** beliebig selbst wählen. Ansonsten übernimmt wieder eine physikalisch korrekte Simulation die Färbung des Sonnenlichts. Wie die so simulierte Sonnenfarbe aussieht, sehen Sie im Feld **Vorschaufarbe**. Dazu muss also **Eigene Farbe** deaktiviert sein.

Die **Intensität** gibt dann die Helligkeit der Sonnenlichtquelle vor. Abhängig hiervon gibt es auch noch die **Sichtbare Intensität**. Diese stellt die Helligkeit der Sonnendarstellung am Himmel ein, also wie hell die Sonne am Himmel im Bild zu sehen ist. Die **Sichtbare Intensität** wird hierbei mit der **Intensität** multipliziert, um die Darstellung der Sonnenhelligkeit zu bestimmen.

Nachfolgend wiederholen sich Parameter, die Sie bereits von den **Himmel**-Einstellungen her kennen. An dieser Stelle betreffen sie jedoch nur die Beleuchtung durch die **Sonne**. Über die **Sättigungskorrektur** können Sie die Färbung des Sonnenlichts einstellen. Bei 0% wird das Sonnenlicht vollständig entsättigt und somit entfärbt. Über die **Farbtonkorrektur** können Sie das Sonnenlicht beliebig einfärben. Dieses erlaubt Ihnen auch ohne die **Eigene Farbe**-Option ein individuelles Einfärben des Sonnenlichts. Die **Gammakorrektur** regelt die Helligkeitsumrechnung der Sonne. Große Gammawerte dunkeln die Schattierung der Szene durch das Sonnenlicht künstlich ab. Auf diese Weise können z. B. Überstrahlungen reduziert werden. Das **Größenverhältnis** schließlich legt die sichtbare Größe der Sonne am Himmel fest. Da dies gleichzeitig der Größe der Sonnenlichtquelle entspricht, verändert sich hiermit ggf. auch die Schattenberechnung. Mehr dazu gleich.

Der Effekt der oft ringförmigen Reflexe in einer Kameralinse dürfte Ihnen bereits als Linseneffekt der Lichtquellen bekannt sein. Dieser entsteht durch Reflexion und Brechung von Licht in Linsensystemen. Aktivieren Sie hierfür die **Linsenglühen**-Option. Als **Linsenglühen** wird hier der sichtbare Strahlenkranz um die Sonne bezeichnet. Benutzen Sie hierfür den Parameter **Linsenglühen Intensität**, der nach einem Klick auf das kleine Dreieck vor der **Linsenglühen**-Option angezeigt wird. Dort finden Sie dann auch **Linsenreflex Intensität**. Dieser Wert ist für die Sichtbarkeit der beschriebenen Blendenflecken zuständig.



Die Entfernung der Sonnenlichtquelle von der Windrose kann über **Entfernung skalieren** variiert werden. Dies ist eigentlich nur dann nötig, wenn Sie über **Eigenes Sonnenobjekt** ein selbst erstelltes Polygon-Objekt als Sonne benutzen möchten. Die Beleuchtung durch die **Physikalischer Himmel**-Sonne wird dadurch nicht beeinträchtigt. Selbst die Nutzung einer eigenen Lichtquelle ist hier möglich. Deren Färbung, Helligkeit und Position wird dann weiterhin automatisch vom **Physikalischer Himmel**-Objekt übernommen. Der Vorteil liegt darin, dass dann auch andere Lichtquellenarten genutzt werden können und auf die zusätzlichen Einstellungen normaler Lichtquellen zurückgegriffen werden kann. In jedem Fall ziehen Sie für die Zuweisung einfach das entsprechende Objekt aus dem **Objekt-Manager** in das **Eigenes Sonnenobjekt**-Feld hinein.

Schließlich finden Sie am Ende dieser Dialogseite noch die Einstellungen für die **Schatten**. Im **Typ**-Menü haben Sie dort die Wahl zwischen **Keiner**, **Hart** und **Fläche**. Bei **Keiner** werden für die Sonne keine Schatten berechnet. Die Einstellung **Hart** führt zu scharf abgegrenzten Schatten. Diese Art Schatten stellt einen guten Kompromiss zwischen Realismus und Rechenzeit bei der Beleuchtung durch Sonnenlicht dar. Schließlich werden bei der Einstellung **Fläche** zusätzliche Berechnungsstrahlen von der Oberfläche der Sonne aus in die Szene geschickt. Durch das Interpolieren vieler dieser Strahlen können extrem natürlich wirkende Schatten berechnet werden, die an der Objektbasis hart aussehen und an den Rändern weich auslaufen. Die Weichheit des **Fläche**-Schattens kann durch die Größe der Sonne und somit durch den Parameter **Größenverhältnis** gesteuert werden. Eine größere Sonne führt automatisch zu weicheren Schattenwürfen der Objekte in der Szene.



Die Anzahl der Berechnungsstrahlen wird durch die beiden Werte für **Minimale Sampleanzahl** und **Maximale Sampleanzahl** definiert. Höhere Werte stehen immer für präzisere Ergebnisse, die aber auch entsprechend länger für die Berechnung benötigen. Zu kleine Werte führen hingegen zu sichtbarem Rauschen in den Schatten.

Wir haben bereits über eine mögliche Vorgehensweise zur Optimierung dieser Werte bei der Besprechung der Lichtquellen und **Fläche-Schatten** gesprochen.

Der Parameter **Schattengenauigkeit** stellt eine Entscheidungshilfe für Cinema 4D dar, ob eher die minimale oder die maximale Anzahl an Samples benutzt werden soll. Eine Reduzierung des Werts kann daher auch die Berechnungszeit drücken helfen. Damit dies nicht zu einer deutlichen Verschlechterung des Ergebnisses führt, ist das richtige Verhältnis zwischen **Min. Sampleanzahl** und **Max. Sampleanzahl** sehr wichtig.

Auch die **Farbe** des Schattens kann beeinflusst werden. Normalerweise dürften Sie mit Schwarz hier richtig liegen, aber zum manuellen Aufhellen oder gar Einfärben der Schatten sind hier auch hellere Färbungen möglich. Denken Sie daran, dass selbst schwarze Schatten noch durch die Himmelsbeleuchtung und eventuell andere in der Szene vorhandene Lichtquellen aufgehellt und gefärbt werden können.

Die **Transparenz**-Option sollte generell aktiv bleiben, denn Sie führt zu einer automatischen Einfärbung der Schatten und zur Reduzierung der Schattendichte, wenn das Sonnenlicht durch ein transparentes Objekt fällt.



## 8.6.5 Die Atmosphäre-Einstellungen

Dieser Effekt simuliert den Dunst in der Luft, der das Sonnenlicht streut. Dadurch verändern sich die Farben der Objekte in der Nähe des Horizonts. Die typische Blaufärbung ist die Folge. Der Effekt ist abhängig von der Entfernung der Objekte vom Betrachter. Cinema 4D geht dabei von realistischen Größenverhältnissen aus. 1000 m in Cinema 4D entsprechen bei einem **Projektskalierungsverhältnis** von 100% exakt 1000 Metern in der Realität. Ändern Sie das **Projektskalierungsverhältnis** z. B. auf 50% werden 1000 Cinema 4D-Meter zu 2000 Metern in der Realität.



Die **Intensität** steuert den Anteil des in der Luft gestreuten Lichts. Im Normalfall wird dafür die Färbung des Himmelslichts übernommen. Wenn Sie den Anteil der **Horizontüberblendung** erhöhen, wird jedoch die Färbung des Horizonts benutzt. Dies führt zu einem noch weicheren Übergang zwischen Boden und Himmel. Die Sättigung und Färbung des Dunstes kann zusätzlich über die **Sättigungskorrektur** und die **Farbtonkorrektur** beeinflusst werden. Sie kennen diese Parameter bereits aus den Einstellungen des Himmels und des Sonnenlichts.

Über die Veränderung der **Gammakorrektur** greifen Sie in die Darstellung der Helligkeitswerte der Atmosphäre ein. Größere Werte führen hier zu einer zusätzlichen Aufhellung des Effekts. Schließlich können Sie über das **Dithering** ein leichtes Rauschen in den Beleuchtungseffekt mischen. Dies kann eventuell sichtbare Helligkeits- und Farbbänder vermeiden helfen.

### 8.6.6 Die Wolken-Einstellungen

Eine Himmelsdarstellung wäre ohne Wolken natürlich unvollständig. Das **Physikalischer Himmel**-Objekt erlaubt Ihnen daher auch einfache Wolkenformen durch das Überlagern von **Noise**-Mustern darzustellen. Einen ähnlichen Effekt kennen Sie bereits aus den **Noise**-Einstellungen der Lichtquellen.

Im oberen Teil der **Wolken**-Dialogseite finden Sie einen Helligkeitsverlauf. Diese **Horizontausblendung** sorgt dafür, dass die Wolken ab einer bestimmten Distanz zum Horizont automatisch ausgeblendet werden. Es würde ansonsten zu unrealistisch wirken, wenn die Wolken in der Ferne exakt mit dem Horizont zusammentreffen.



Die Farbreiter können **Intensität**-Werte nutzen, die Sie nach dem Anklicken eines Reiters und dem Aufklappen des kleinen Dreiecks vor dem Verlauf direkt in das **Intensität**-Feld eintragen können. Sie arbeiten hier also nicht mit beliebigen Farben. Ein Wert von 0% lässt die Wolken voll sichtbar. Bei 100% hingegen werden die Wolken vollständig ausgeblendet. Der rechte Rand des Verlaufs entspricht hierbei dem Horizont. Folgerichtig ist der linke Rand mit dem Zenit des Himmels gleichzusetzen. Wenn Sie also nur Wolken in Horzonnähe sehen möchten, kann der Verlauf durchaus auch mit 100% **Intensität** starten.

Die **Schatten werfen**-Option führt später dazu, dass die simulierten Wolken tatsächlich auch das Sonnenlicht blockieren und filtern können. Es können dadurch Schatten auf dem Boden entstehen. Diese Option muss aktiviert werden, wenn Sie die **Sonnenstrahlen**-Option der **Basis**-Einstellungsseite benutzen möchten.

Gleich darunter finden Sie Optionen, über die Sie beliebige Kombinationen aus bis zu sechs Wolkenebenen zusammenstellen können. Jede aktivierte Wolkenebene stellt eine neue Einstellungsruhrubrik im unteren Teil der Dialogseite zur Verfügung. Die jeweiligen Einstellungen für diese Ebenen sind immer identisch, daher werden wir uns diese nur exemplarisch für **Ebene 1** einmal näher ansehen.

Gleich oben an in den Ebenen finden Sie ein **Noise**-Menü, in dem die gewünschte Wolkenform und Wolkenverteilung ausgewählt werden kann. Die angebotenen Muster lassen sich aber auch über die kleine Schaltfläche mit dem nach unten zeigenden Pfeil als Icongalerie betrachten und dort aktivieren.



**Farbe** und **Höhe** dieser Wolken lassen sich ebenfalls bequem vorgeben. Auf diese Weise können Sie z. B. dunklere Wolken tiefer und hellere Wolken höher am Himmel anordnen lassen. Dies verstärkt die dreidimensionale Wirkung der Wolken, obwohl es sich hier nur um zweidimensionale Effekte handelt. Sollten Sie einmal für Sie nützliche Einstellungen für eine Wolkenebene gefunden haben, so können Sie diese nach einem Klick auf die **Als Preset speichern**-Schaltfläche im **Content Browser** speichern lassen. Durch Drag&Drop aus dem **Content Browser** in das Vorschaubild einer Wolkenebene laden Sie so eine Voreinstellung wieder. Die Vorschaubilder leisten aber noch mehr. So können Sie die kompletten Einstellungen einer Wolkenebene auf eine andere übertragen, indem Sie das Vorschaubild der einen auf das Vorschaubild der anderen Wolkenebene ziehen.

Die gewählte **Noise**-Struktur gibt die Verteilung der Wolken und deren Form an. Das Aussehen kann jedoch noch vielfältig durch die folgenden Parameter beeinflusst werden. Die **Dichte** definiert die Sichtbarkeit der Wolken und deren Kontrast. Mehr **Dichte** resultiert daher in massiveren Wolken. Die **Bedeckung** ist für die Größe der Wolken zuständig und damit für den Anteil der Wolken am Himmel. Der **Dicke**-Parameter gibt die Sichtbarkeit der Wolken für die Beleuchtung durch die Sonne an. Mit einer geringen **Dicke** erscheint die Wolke daher heller beleuchtet.

Die **Transparenz** hat nichts mit dem Aussehen der Wolken selbst zu tun, sondern mit der Intensität ihres Schattenwurfs. Dies spielt daher nur eine Rolle, wenn **Schatten werfen** aktiv ist. Sollten Sie in Ihrer Szene weitere, eigene Lichtquellen mit aktiven Schattenwürfen verwenden wollen, so können auch diese Lichter Schattenwürfe der Wolken erzeugen. Dazu müssen die Lichtquellen jedoch oberhalb einer Höhe von 10000 Metern platziert werden, denn dort werden die Wolkentexturen während der Bildberechnung platziert. Die **Höhe**-Angabe in den Wolkeneinstellungen entspricht also keiner realen Entfernung. In der Regel werden Sie jedoch zusätzliche Schatten vermeiden wollen, da die Sonne ja bereits Wolkenschatten erzeugt.

Die folgenden Einstellungen skalieren das **Noise**-Muster und heften bei der Positionierung und der Animation der Wolken. Die Einstellungen **Skalieren N-S** und **Skalieren W-O** können zu einer Skalierung des Wolkenmusters in Nord/Süd bzw. West/Ost-Richtung genutzt werden. Diese Richtungen werden durch die Windrose des **Physikalischer Himmel**-Objekts vorgegeben.

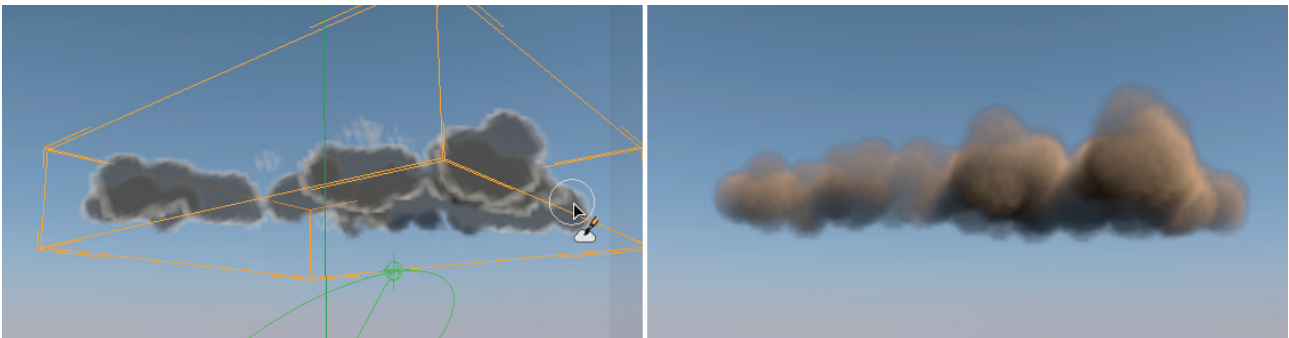
Auf diese gleiche Weise funktionieren die Werte bei **Pos N-S** und **Pos W-O**, nur dass hierüber das Muster in die entsprechenden Richtungen verschoben werden kann. Durch Animation dieser Werte können über den Himmel ziehende Wolken dargestellt werden. Aber auch die Form der Wolken selbst kann animiert werden. Hierzu verwenden Sie den Wert für die **Animations-Geschwindigkeit**. Höhere Einstellungen führen dann zu schnelleren Fluktuationen der Wolkenmuster. Diese zufällige Wolkenveränderung kann durch andere **Offset**-Einstellungen variiert werden, falls Ihnen das Ergebnis nicht gefällt.

### 8.6.7 Volumetrische Wolken

Das **Physikalischer Himmel**-Objekt unterstützt auch volumetrische Gebilde, sofern die Option **Volumetrische Wolken** in den **Basis**-Einstellungen aktiv ist. Diese Art Wolke kann dann z. B. sogar mit einer Kamera umfliegen oder gar durchfliegen werden. Zum Erstellen der volumetrischen Wolken finden Sie das **Wolkenwerkzeug** unter **Erzeugen > Physikalischer Himmel**.

#### 8.6.7.1 Das Wolkenwerkzeug

Selektieren Sie das **Physikalischer Himmel**-Objekt und malen Sie danach mit dem **Wolkenwerkzeug** einfach die gewünschte Wolkenform an den Himmel in der Zentralperspektive. Nach dem Lösen der linken Maustaste erscheint ein neues **Wolke**-Objekt unter dem **Physikalische Himmel**-Objekt. Dieses enthält die Informationen über die gezeichnete Wolke.



Wenn Sie dieses **Wolke**-Objekt selektieren, können Sie mit gehaltener **Shift**-Taste in der Zentralperspektive durch Verschieben des Mauszeigers über die nun sichtbaren Begrenzungen der Wolke, eine transparente Ebene verschieben. Diese kann horizontal oder vertikal durch den Vorschauquader der Wolke verlaufen. Dies hängt davon ab, auf welcher Kante des Wolkenquaders Sie den Mauszeiger entlangführen.

Diese transparente Ebene legt praktisch eine Mal-Ebene für Sie fest. Wenn Sie einen Linksklick ausführen und dann die **Shift**-Taste lösen, wird die Ebene fixiert. Wenn Sie jetzt wieder zum **Wolkenwerkzeug** wechseln, werden die neuen Wolkenformen ausschließlich auf dieser Ebene erstellt. Das **Wolkenwerkzeug** bietet Ihnen zudem noch zahlreiche weitere Funktionen und Parameter an. Da das Werkzeug an einen Pinsel erinnert, legen Sie mit **Radius** die Größe Malspitze fest. Die **Dichte** definiert die Menge an Wolken, die beim Malen erstellt werden. **Maximale Größe** legt eine Obergrenze für die Abmessungen der Wolke fest und **Schwellwert** definiert prozentual die Tiefe innerhalb der Wolke, in der gemalt wird. Bei 100% malen Sie praktisch im Zentrum der Wolke, bei 0% an den Rändern. Auf diese Weise müssen Sie nicht immer auf die transparente Bezugsebene zurückgreifen.

Zusätzliche Schaltflächen erlauben das **Löschen** der Wolke, das automatische Füllen einer definierten Bezugsebene mit Wolken über **Ebene füllen** und die Erstellung einer kugelförmigen Wolke, die sich jedoch an den Abmessungen des Wolkenquaders orientiert. Mit **Kugel füllen** können dann auch linsenförmige Wolken erstellt werden, wenn der Wolkenquader eher flach ist. Das Volumen der jeweils automatisch erstellten Wolken orientiert sich am **Dichte**-Wert.

Das **Wolkenwerkzeug** hat aber noch mehr zu bieten. In der **Glätten**-Rubrik finden Sie drei Schaltflächen, mit denen Sie besonders die Ränder der gezeichneten Wolken natürlich auslaufen lassen können. Diese Funktionen lassen sich also nicht interaktiv mit der Maus durch Malen aktivieren, sondern nur durch Klick auf die Schaltflächen.

Wenn Sie die Ränder der Wolke glätten möchten, geben Sie zuerst mit **Distanz** die Entfernung vom Wolkenrand ein, über die sich der Dichteverlauf erstrecken soll. Mit dem **Variation**-Wert können zufällige Variationen der **Distanz** bei der Glättung berechnet werden. Den Verlauf der Glättung, bzw. deren Intensität können Sie über eine **Form**-Kurve selbst definieren. Ohne diese Kurve wird ansonsten nur ein linearer Glättungsverlauf genutzt. Der Klick auf **Ränder glätten** berechnet dann die Weichzeichnung der Wolkenränder. Diese Funktion kann natürlich auch mehrfach hintereinander angewendet werden, bis der gewünschte Effekt eintritt.



Soll hingegen die gesamte Wolke weichgezeichnet werden, nutzen Sie die nächste Rubrik und die **Alle glätten**-Schaltfläche. Der **Stärke**-Wert definiert die Intensität der Glättung und **Variation** ist wieder für eine gewisse Zufälligkeit bei der Berechnung verantwortlich.

Über die unterste Gruppe können Sie die Dichteverteilung innerhalb der Wolke vollständig neugestalten. In der Regel wird die Mitte der Wolke auch der dichteste Teil sein, dies ist jedoch nicht immer optisch ansprechend oder realistisch. An dieser Stelle ist dann die Erzeugung einer Dichtekurve Pflicht. Sie erstellen diese durch einfaches Klicken in den **Dichte neu**-Funktionsgraphen mit gehaltener **Strg/Ctrl**-Taste. Die X-Achse dieses Graphen steht für die alte Dichte der Wolke. Der linke Rand entspricht der Dichte von 0%, der rechte steht für 100% Dichte.

Entsprechend ist die Höhe der Kurve für die neue Dichte der Wolke zuständig. Der Boden des Graphen entspricht der neuen Dichte von 0%. Folglich entspricht der obere Rand dem neuen Dichte-Wert 100%. Ein Klick auf **Dichte neu** weist der Wolke die neue Dichteverteilung zu.

Die **Anzeige**-Rubrik des Werkzeugs ist der Vorschauqualität der Wolke gewidmet. Über den **Qualität**-Regler geben Sie die Anzahl der Wolkenpunkte vor, die für die Darstellung im Editor benutzt werden. Ein Klick auf **Render-Vorschau** stellt die aktuell selektierten **Wolke**-Objekte in der gleichen Qualität dar, die auch für die Bildberechnung der Szenen verwendet wird. Dies kann durchaus länger dauern. Eine Alternative hierzu ist die Nutzung von **Erweitertes OpenGL** in den Darstellungsoptionen der Editoransichten. Auch dadurch wird die Darstellungsqualität zumindest soweit verbessert, dass eine Begutachtung der Wolkenform möglich wird.

Eine etwas versteckte Funktion wird durch das Unterordnen eines Polygon-Objekts, eines Spline-Objekts oder gar eines Partikel-Emitters unter einem **Wolke**-Objekt ausgelöst. Eine bereits bestehende Wolke wird hierdurch gelöscht und stattdessen eine neue Wolke in Form des untergeordneten Objekts erstellt. Anschließend kann sogar das formgebende Objekt wieder gelöscht werden. Die Wolke bleibt bestehen.

### 8.6.7.2 Wolken gruppieren

Da in der Regel nicht nur eine Wolke am Himmel steht, sondern mehrere, werden volumetrische Wolken unter einer **Wolkengruppe** einsortiert. Sie finden die **Wolkengruppe** ebenfalls unter **Erzeugen > Physikalischer Himmel**. Voraussetzung für das Gelingen der Gruppierung ist, dass die **Wolkengruppe** im **Objekt-Manager** unter dem **Physikalischer Himmel**-Objekt einsortiert wird. Unterhalb der **Wolkengruppe** wiederum sind dann die einzelnen **Wolke**-Objekte einzuordnen.

Die **Wolkengruppe** dient nicht nur dem Gruppieren, sondern z. B. auch dem Animieren der Wolken. Auf diese Weise können mehrere Wolken zusammen verschoben oder gedreht werden. Im **Objekt**-Betriebsmodus von Cinema 4D ist sogar die Skalierung von **Wolken** und **Wolkengruppen** möglich. Zudem bietet die **Wolkengruppe** mehrere Einstellungen für die Platzierung und das Aussehen der Wolken an. **Min. Höhe** und **Max. Höhe** definieren einen Höhenbe-

reich für die untergeordneten Wolken. **Min. Abnahme** und **Max. Abnahme** funktionieren ähnlich wie die Distanzwerte bei einer Nebelberechnung. Je kleiner die Werte sind, desto dichter wirken die Wolken. Große Werte lassen die Wolken luftiger und transparenter aussehen.

**Min. Abnahme Leuchten** und **Max. Abnahme Leuchten** definieren die Aufnahme von Sonnenlicht in den untergeordneten Wolken. Je kleiner die Werte sind, desto mehr Sonnenlicht wird verschluckt. Die Wolke wird dadurch also dunkler. Große Werte führen somit zu helleren Wolken. Sie ahnen es sicherlich bereits, denn **Min. Abnahme Transparenz** und **Max. Abnahme Transparenz** geben die Grenzwerte für die Sichtbarkeit der Wolken-Schatten an. Je kleiner die Transparenz desto deckender werden die Schattenwürfe der Wolken.

Schließlich stehen Ihnen noch zwei Farbwerte zur Verfügung über die Sie die Färbung der Wolken vorgeben können. Im Normalfall dürften Weiß- und Grautöne passend sein sofern Sie keine Rauch- oder Rußwolken darstellen möchten. Falls Sie sich wundern, warum immer minimale und maximale Werte eingetragen werden müssen, so löst sich dieses Rätsel bei der folgenden Besprechung des **Wolke**-Objekts und dessen **Mischen**-Werts.

Geht es Ihnen um das feste Verbinden einzelner **Wolke**-Objekte zu einem neuen **Wolke**-Objekt, selektieren Sie die entsprechenden **Wolke**-Objekte im *Objekt-Manager* und rufen dann in Cinema 4D **Wolken verbinden** unter **Erzeugen > Physikalischer Himmel** auf. Die alten **Wolke**-Objekte bleiben zusätzlich bestehen, werden aber deaktiviert.

### 8.6.7.3 Die Wolken-Einstellungen

Sie wissen bereits, dass ein **Wolke**-Objekt automatisch durch Zeichnen mit dem **Wolkenwerkzeug** entsteht. Sie können es aber auch direkt aus dem Menü **Erzeugen > Physikalischer Himmel** abrufen und dann erst durch das Zeichnen oder mit der Unterordnung eines **Polygon**-, **Spline**- oder **Emitter**-Objekts füllen.



Die Wolke kann über Anfasser an allen drei Achsen skaliert werden. Enthält das **Wolke**-Objekt bereits eine Wolkenstruktur, wird diese dabei automatisch mitskaliert. Bei Unterordnung der Wolke unter einer **Wolkengruppe** übernimmt die Wolke deren Einstellungen. Soll die Wolke eigene Einstellungen verwenden, selbst wenn diese einer **Wolkengruppe** untergeordnet wurde, so aktivieren Sie **Wolkengruppe außer Kraft setzen**.

Hierdurch werden die Einstellungen für die **Höhe**, die **Abnahme**, **Abnahme Leuchten**, **Abnahme Transparenz** und die **Wolkenfarbe** aktiv. Sie kennen diese Einstellungen bereits von der Besprechung der **Wolkengruppe**. Ist hingegen die genannte Option **Wolkengruppe außer Kraft setzen** ausgeschaltet, werden die Einstellungen der **Wolkengruppe** übernommen. Da dort immer Grenzwerte definiert wurden, können Sie über den **Mischen**-Wert der Wolke alle **Wolke**-Objekte in einer Gruppe individuell einstellen, z. B. was deren **Höhe** oder **Abnahme** angeht. Ein **Mischen**-Wert von 100% verwendet dann die maximalen Einstellungen der Wolkengruppe. Bei 0% werden folglich die Minimalwerte benutzt.

Durch **Hohe Beleuchtungsqualität** wird auch das Beleuchten von Wolken mit Lichtquellen möglich, die sich z. B. direkt im Zentrum der Wolke befinden. Dies kann für die Darstellung einer Gewitterwolke nützlich sein, die von einem Blitz erhellt wird. Die Rechenzeit steigt in diesem speziellen Modus jedoch weiter an. Ohne diese Option ist die Beleuchtungsberechnung eher auf Sonnenlicht als einzige Lichtquelle optimiert.

Wurde die Form Ihrer Wolke nicht durch Malen mit dem **Wolkenwerkzeug**, sondern durch Unterordnung eines **Polygon**-, **Spline**- oder **Emitter**-Objekts erstellt, können Sie den **Abnahme**-Funktionsgraphen und den **Distanz**-Wert benutzen. Die **Abnahme** stellt dann den Dichteverlauf im Randbereich der Wolke dar. Der **Distanz**-Wert definiert den Abstand vom Rand der Wolke aus gemessen, auf den die Abnahmekurve angewendet wird. Bei der Benutzung eines untergeordneten Objekts für die Formgebung der Wolke sollte zudem auch **Form behalten** aktiviert werden. Dies beschleunigt dann die Darstellung der Wolke im Editor. Nur wenn das formgebende Objekt zusätzlich auch noch animiert wird sollte auf die Option verzichtet werden.

Der **Wolkentyp** legt grundsätzlich fest, wie die vorhandenen Wolkenpunkte, egal ob durch Malen oder durch Unterordnung eines Objekts entstanden, ausgewertet werden. Zur Wahl stehen die folgenden Typen:

- **Standard**: Die Wolke wird unter Verwendung der bekannten Parameter berechnet. Die Wolkenform entspricht grob den gemalten Umrissen.
- **Ac perlucidus**: Es kommt zur Berechnung einer zerklüfteten Wolke, die an vielen Stellen den Himmel durchblitzen lässt. Der Wert für **Bedeckung** stellt die Anzahl und Größe der Lücken innerhalb der Wolke ein. Größere Werte führen zu dichteren und größeren Wolken. Der **Kontrast**-Wert beeinflusst die Ränder dieser Wolken. Ein kleiner **Kontrast** erzeugt weich auslaufende Wolkenränder, ein großer **Kontrast** stellt die Wolken dagegen hart abgegrenzt dar.
- **Ac lenticularis**: Diese Wolken wirken gleichförmig und sehen in abgeflachter Form am natürlichsten aus. Sehr ähnlich dem **Standard**-Wolkentyp.
- **Cb capillatus incus**: Typische Gewitterwolken, die sich ambossförmig auftürmen. Das **Verhältnis** definiert dabei den Unterschied der Breiten am unteren und am oberen Ende der Wolke. Die **Rillentiefe** fügt der Wolkenstruktur zusätzliche Unregelmäßigkeiten hinzu. Die **Formstärke** beschreibt die Länge des Übergangs zwischen dem oberen und dem unteren Teil der Wolke.

Die drei **Größe**-Werte schließlich sind für die Skalierung des **Noise**-Musters zuständig, das für die Unregelmäßigkeiten und die äußere Form der Wolken benutzt wird. Auf diese Weise lassen sich auch streifenförmige Wolken erzeugen, wenn z. B. die X-Größe sehr viel höher als die Y- und Z-Größen eingestellt wird. Die drei Werte für die **Gitterpunkte** geben Ihnen ansonsten fortlaufend Informationen über die tatsächliche Größe der Wolke in den drei Raumrichtungen.

#### 8.6.7.4 Volumetrische Wolken-Einstellungen

Neben den verschiedenen **Wolken**-Objekten bietet auch der **Physikalische Himmel** selbst noch einige Einstellungen zu den volumetrischen Wolken.

So ist Ihnen sicherlich beim Erstellen der Wolke die quaderförmige Darstellung aufgefallen, die die Abmessungen der Wolke anzeigt. Diese **Bounding-Box** kann über Anfasser beliebig in alle drei Richtungen skaliert werden, wenn das **Verschieben**-Werkzeug aktiv ist und das entsprechende **Wolke**-Objekt ausgewählt wurde. Sie finden dazu Anfasser an der **Bounding-Box**, wie sie z. B. auch von einem **Würfel**-Grundobjekt her bekannt sind. Dadurch wird gleichzeitig die Wolke im Inneren der **Bounding-Box** skaliert und ggf. verzerrt. Wenn Sie die **Bounding-Box** im Editor nicht sehen möchten, schalten Sie die Option für **Bounding-Box anzeigen** aus. Im berechneten Bild ist sie sowieso nie zu sehen.

Mit **Farbe im Editor** geben Sie die Farbe der **Bounding-Box** vor, die bei einem nicht selektierten **Wolke**-Objekt angezeigt wird. Die Wolke selbst wird im Editor in der Regel nur grob durch ein Punktmuster angedeutet. Die Dichte dieser Punkte kann über **Editorqualität** gesteuert werden. Ist das **Wolkenwerkzeug** aktiv, werden immer dessen Qualitätseinstellungen aus der **Anzeige**-Rubrik verwendet.

Mit **Höhe justieren** werden die volumetrischen Wolken automatisch in Abhängigkeit des gewählten **Erdradius** platziert. Die Höhe über dem Boden errechnet sich dabei aus dem **Erdradius** zuzüglich der gewählten **Wolkenhöhe**.

**Schatten empfangen** sorgt dafür, das Volumetrische Wolken auf sich selbst und andere Wolken Schatten werfen können. Aber auch die einfachen 2D-Wolken und alle anderen Objekte der Szene können dann Schatten auf die volumetrischen Wolken werfen.

Die **Samplegröße** ist eines der wichtigsten Qualitätsmerkmale der Wolken. Je kleiner dieser Wert wird, desto länger wird gerechnet, aber desto feiner und exakter erscheinen auch die Wolkenformen.

Um Wolken nicht wie massive Körper erscheinen zu lassen, werden Sie an den Rändern weich ausgeblendet. Dieser Übergang kann mit zusätzlichen Strukturen aufgelockert und zufälliger gestaltet werden. Ihnen stehen dafür verschiedene Muster über das Menü **Kantennoise** zur Verfügung. Eine bildhafte Darstellung dieser Muster kann bei einem Klick auf die rechts angehängte Schaltfläche mit dem nach unten weisenden Pfeil aufgerufen werden.

Je größer dabei der **Kontrast** gewählt wird, desto deutlicher tritt die gewählte Struktur am Rand der Wolke in Erscheinung. Die **Größe** skaliert das Noise-Muster. Kleine Werte erzeugen also auch kleinere, feiner verästelte Strukturen.

Die **Noisegeschwindigkeit** ist nur für Animationen interessant, denn hiermit kann das gewählte Muster über die Zeit hinweg variiert werden. Je größer der Wert ist, desto rasanter findet die Veränderung statt.

Die **Lichter**-Liste funktioniert ähnlich wie die **Objekte**-Liste der Lichtquellen in deren **Projekt**-Einstellungen. Die volumetrischen Wolken erhalten ohne weitere Vorkehrungen und bei leerer Liste ausschließlich Licht von der **Sonne** und dem **Mond**.

Sollen weitere Lichtquellen für die Beleuchtung der Wolken benutzt werden, ziehen Sie diese aus dem **Objekt-Manager** in die **Lichter**-Liste hinein. Alternativ hierzu können Sie auch wieder den speziellen Selektionsmodus benutzen, der durch das Anklicken des Mauszeiger-Icons rechts neben der **Lichter**-Liste gestartet und auch wieder beendet wird. Sie kennen dies bereits von der **Objekte**-Liste der Lichtquellen. Ein Rechtsklick auf die Einträge der Liste öffnet ein Kontextmenü, über das Sie z. B. die Entfernung aller oder nur der selektierten Einträge auslösen können. Auch die Benutzung des gerade beschriebenen Auswahlvorgangs kann hier gestartet oder gestoppt werden.

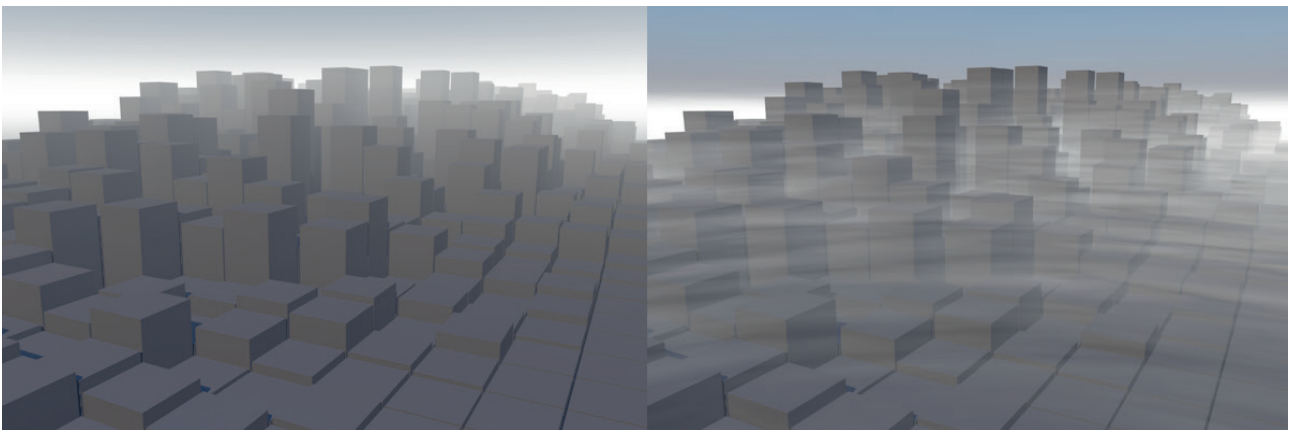
Schließlich lassen sich so auch die Objekte selektieren, was deren Auffinden im **Objekt-Manager** erleichtert.



### 8.6.8 Die Nebel-Einstellungen

Über **Start Höhe** und **Ende Höhe** lässt sich die exakte Lage des Nebels über dem Boden festlegen. Die **Maximale Distanz** funktioniert etwas anders als beim **Umgebung**-Objekt, denn hier geht es um die räumliche Ausdehnung des Nebels. Die Distanz wird von der aktuellen Kameraposition aus berechnet. Der Nebel füllt somit nur den Raum zwischen der Kamera und dieser Distanz aus. Die eigentliche **Dichte** des Nebels wird über den gleichnamigen Parameter vorgegeben. Größere Werte machen den Nebel massiver, kleinere dagegen transparenter. Der Verlauf der Dichte kann zusätzlich über den Graphen **Dichteverteilung** individuell gestaltet werden. Der linke Rand entspricht dort der Betrachterposition. Rechts ist die maximale Distanz zu finden. Die Höhe der Kurve definiert einen Multiplikator für den **Dichte**-Wert. Erreicht die Kurve also den oberen Rand des Graphen, wird in dieser Entfernung auch die eingestellte **Dichte** erreicht. Zudem kann natürlich auch eine eigene **Farbe** für den Nebel vergeben werden.

Nachfolgend begegnen uns wieder die bekannten **Noise**-Typen, die in Verbindung mit der **Noisestärke** für die Auflockerung des ansonsten homogenen Nebels sorgen. **Noisestärke** funktioniert dabei ähnlich einem Kontrastregler, der mit ansteigender Intensität die Sichtbarkeit des Musters im Nebel verstärkt (**Projekt „Sky\_Fog“**).

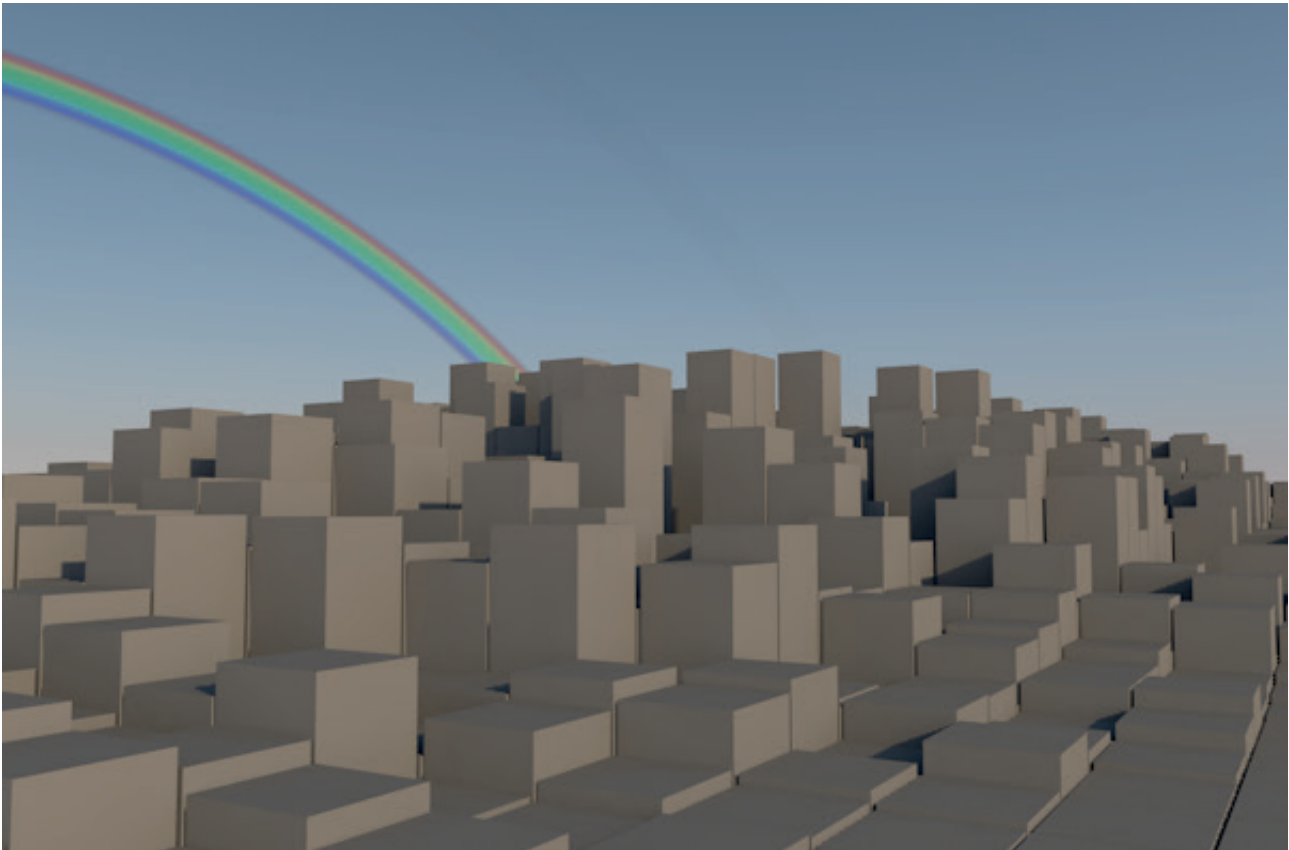


Das **Noise**-Muster kann über die drei **Skalierung**-Werte in allen drei Raumrichtungen vergrößert und verkleinert werden. Die **Noise**-Struktur kann zudem über die drei **Bewegung**-Werte verschoben werden. Eine Animation dieser Werte simuliert daher das Ziehen von Nebelschwaden im Wind. Dabei verändert sich jedoch das **Noise**-Muster nicht. Dies ist nur mit der **Animationsgeschwindigkeit** möglich, die eine Veränderung des Musters bewirkt. **Bewegung** und **Animationsgeschwindigkeit** sind also auch unabhängig voneinander nutzbar, aber beide nur für Animationen relevant.

Die **Samplegröße** ist ein Maß für die Dichte der Berechnungsstrahlen, die für die Darstellung des Nebels verwendet werden. Kleine Werte führen daher zu exakteren Ergebnissen bei gleichzeitig längeren Renderzeiten. Das Prinzip ist somit mit dem bei der Berechnung volumetrischer Wolken identisch. Die **Schattenintensität** ermöglicht es mit ansteigenden Werten, dass Objekte Schatten in den Nebel werfen können. Auch dies wird mit stark ansteigenden Berechnungszeiten erkaufte. Die **Beleuchtungsintensität** schließlich färbt den Nebel zusätzlich durch das einfallende Sonnenlicht.

### 8.6.9 Die Regenbogen-Einstellungen

Immer wenn Licht durch ein transparentes Medium fällt wird es gebrochen. Dabei werden die unterschiedlichen Wellenlängen des Lichts unterschiedlich stark abgelenkt. Das Farbspektrum des Lichts wird sichtbar. Auf den Himmel bezogen lässt sich dieses Phänomen bei Regenbögen beobachten. Sofern die Voraussetzungen für deren Erscheinen gegeben sind, entsteht der Regenbogen gegenüber der Sonnenposition. Je tiefer die Sonne am Himmel steht, desto höher am Himmel steht der Regenbogen. Dabei besteht der Regenbogen streng genommen aus bis zu zwei verschiedenen Bögen. Auch dieser zweite Bogen kann mit dem **Physikalischen Himmel** automatisch erstellt werden.



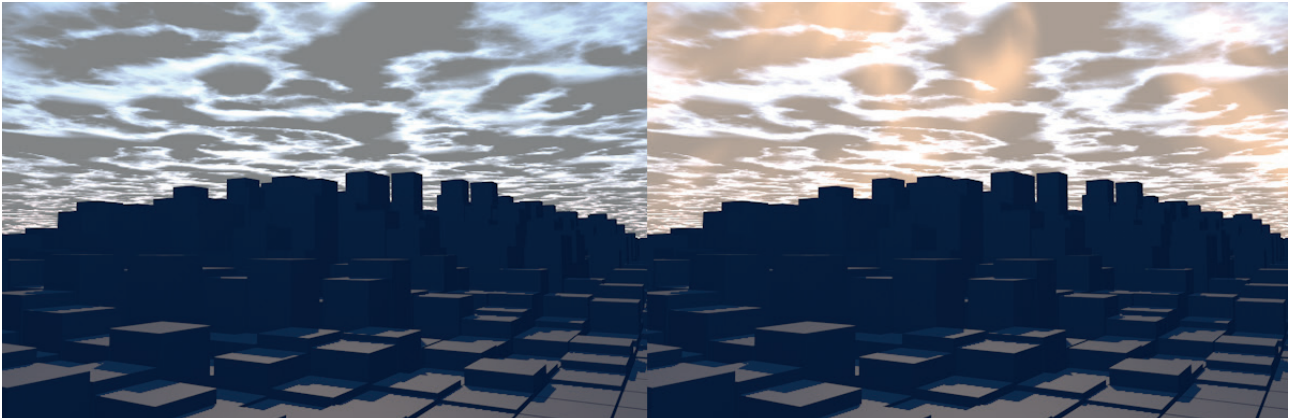
Die **Maximale Stärke** ist ein Multiplikator für die Sichtbarkeit des Effekts. Ein größerer Wert reduziert somit die Transparenz des Regenbogens und lässt diesen durch die stark hervortretenden Farben schnell comichaft und kitschig wirken. Wie Sie wissen, entstehen Regenbögen durch die Brechung des Sonnenlichts an kleinen Tröpfchen in der Luft. Die Menge an Feuchtigkeit in der Luft haben wird bereits beschrieben, nämlich über den Parameter **Eintrübung** in den **Himmel**-Einstellungen. Soll dieser Wert auch für die Erzeugung des Regenbogens ausgewertet werden, aktivieren Sie **Eintrübungsabhängig**. Über die beiden Einstellungen **Min. Eintrübung Schwellwert** und **Max. Eintrübung Schwellwert** geben Sie dann einen Prozentbereich der **Eintrübung** vor, bei dem der Regenbogen sichtbar ist. Auf diese Weise können Sie über die Animation der **Eintrübung** auch die Sichtbarkeit des Regenbogens beeinflussen.

Die folgenden Winkelwerte definieren die Breite der beiden Regenbögen. Die Differenz zwischen **innerer Winkel** und **äußerer Winkel** lässt Sie diese Eigenschaft getrennt für den ersten und den zweiten Regenbogen einstellen. Über diese Winkel eine bestimmte Position und Breite einzustellen wird ansonsten sicher nicht auf Anhieb gelingen. Einige Testberechnungen werden wohl notwendig sein.

Schließlich stehen Ihnen mit **Abschneiden Start** und **Abschneiden Ende** zwei Parameter zur Verfügung, um die räumliche Entfernung des Regenbogens vom Betrachter zu definieren. Die Entfernungen werden jeweils von der aktuellen Kameraposition aus gemessen. Objekte, die in einer Entfernung bis **Abschneiden Start** positioniert wurden, werden vor dem Regenbogen abgebildet. Objekte, die weiter als bei **Abschneiden Ende** entfernt liegen, sind hinter dem Regenbogen. Objekte, die zwischen diesen Abständen platziert werden, werden teilweise mit dem Regenbogen überlagert.

### 8.6.10 Die Sonnenstrahlen-Einstellungen

Liegt die Sonne teilweise hinter dichten Wolken verborgen, können in der Natur sichtbare Lichtstrahlen durch Löcher in der Wolke dringen oder an deren Rändern entstehen.



Die **Sonnenstrahlen**-Rubrik hilft Ihnen dabei, diesen Effekt zu simulieren. Voraussetzung hierfür ist, dass die Sonne von Wolken zumindest teilweise verdeckt wird und für die Wolken auch **Schatten werfen** aktiviert ist. Auch hier können Sie dann wieder über die **Eintrübungsabhängig**-Option die Intensität der sichtbaren Lichtstrahlen von der Luftfeuchtigkeit abhängig machen. Die **Eintrübung** wurde in den **Himmel**-Einstellungen des **Physikalischen Himmels** vorgenommen. Ansonsten ist die **Intensität** für die Stärke des Effekts zuständig.

Um etwas Rechenzeit zu sparen und nur die intensiveren Lichtstrahlen dargestellt zu bekommen, nutzen Sie den **Min. Helligkeit**-Parameter. Nur Lichtstrahlen, die eine größere Helligkeit als hier angegeben besitzen, werden überhaupt berechnet. Da sich die Lichtstrahlen dreidimensional im Raum ausbreiten, können Sie über **Startabstand** und **Endabstand** einen Tiefenbereich abstecken, in dem die Strahlen berechnet werden sollen. Im Raum zwischen dem Betrachter bzw. seiner Kamera und dem **Startabstand** werden dann also gar keine Strahlen berechnet. Das gleiche gilt für Bereiche, die weiter als bei **Endabstand** angegeben von der Kamera entfernt liegen.

Schließlich findet sich auch hier wieder ein Wert für den **Sampleabstand**. Kleinere Werte führen zu mehr Berechnungsschritten, höherer Qualität der Strahldarstellung und längeren Berechnungszeiten.

### 8.6.11 Die Sky-Objekte-Einstellungen

Der **Physikalische Himmel** bietet Ihnen bereits vielfältige Effekte und Objekte an. So werden z. B. automatisch Sonne und Mond, aber auch viele der von der Erde aus sichtbaren Sterne dargestellt. Stellen Sie einfach mal eine Uhrzeit ein, bei der die Sonne normalerweise bereits untergegangen ist, um die Sterne zu sehen.

Sie haben über die Rubrik **Sky-Objekte** zusätzlich noch die Möglichkeit, eigene Bitmaps zu laden und als eigene Himmelskörper zu platzieren.

Klicken Sie auf die **Objekt platzieren...**-Schaltfläche, die ganz unten auf der Dialogseite zu finden ist. Es öffnet sich ein Datei-Dialog, über den Sie beliebige Bilder laden können. Besitzen diese Bilder Alpha-Kanäle, werden diese automatisch ausgewertet und stellen das Bildmotiv frei. Versehentlich geladene Bilder können nach einem Rechtsklick auf deren Icon in der **Sky-Objekte**-Liste und durch Auswahl von **Entfernen** auch wieder gelöscht werden.

Was die Größe und Position des geladenen Bilds am Himmel angeht, so können Sie diese selbst mit der Maus in der Zentralperspektive der Editoransichten einzeichnen. Halten Sie dazu die linke Maustaste an der gewünschten Stelle am Himmel gedrückt und ziehen Sie dann den Mauszeiger seitlich weg. Es entsteht ein Kreis, der die Größe des Bildmotivs anzeigt. Nach dem Lösen der Maustaste wird das Bild an die Stelle des Kreises gesetzt und passend skaliert. Beachten Sie hierbei, dass immer eine Scheibe mit dem Bildmotiv dargestellt wird, auch wenn das Bild keinen Alpha-Kanal enthält. Die Ecken des Bilds werden dadurch also beschnitten.

Aber auch jetzt ist noch eine Beeinflussung von Position und Größe möglich. Wenn Sie den **Physikalischen Himmel** selektieren und dort in die **Sky-Objekte**-Liste wechseln, finden Sie neben dem Icon der geladenen Bilder verschiedene Werte, die durch Anklicken editiert werden können. Der **Azimuth** gibt den Winkel zwischen der nach Süden weisen-

den Achse des **Himmels** und dem Bild an. Abgemessen wird hierbei im Uhrzeigersinn. Bei einer Winkeleingabe von 90° steht das Bild daher exakt im Westen, bei 180° im Norden und so fort.

Der **Höhe**-Wert gibt den Winkel zwischen dem Horizont und dem Bild wieder. Bei einer Eingabe von 0° liegt das Bild somit exakt auf dem Horizont. Beachten Sie, dass eine Platzierung im Zenit durch Eingabe von **90°** nicht möglich ist, ohne eine fehlerhafte Darstellung des Bilds zu riskieren. Verwenden Sie stattdessen Einstellungen knapp unterhalb von 90° wie z. B. 89°.

Der **Winkel**-Wert ist ein Maß für die Größe des Bilds. Zudem kann das geladene Motiv auch noch von der Sonne beleuchtet werden. Dabei wird das Motiv so berechnet, als würde es sich um ein kugelförmiges Objekt handeln. Möchten Sie diesen Effekt nicht, deaktivieren Sie das Häkchen in der **Beleuchtung**-Spalte der **Sky-Objekte**. Schließlich können Sie auch noch die Sichtbarkeit des Bilds über den **Intensität**-Parameter vorgeben. Bei einem Wert von 100% wird das Bild vollständig transparent und somit unsichtbar.

### 8.6.12 Die Details-Einstellungen

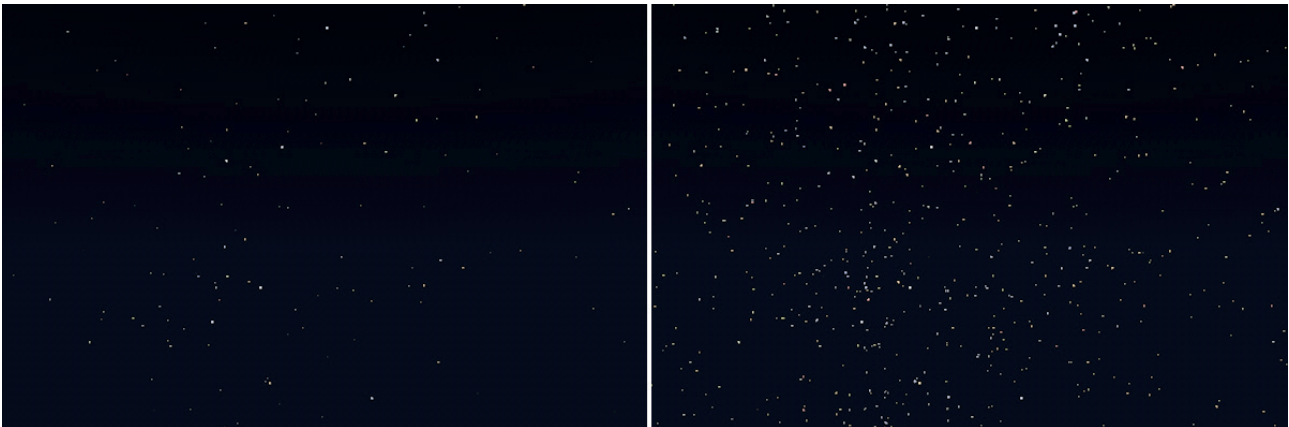
Unabhängig von den übrigen Optionen und Parametern finden Sie in der **Details**-Rubrik allgemeine Einstellungen des **Physikalischen Himmels**. Über **Mond anzeigen**, **Sterne anzeigen** und **Planeten anzeigen** können Sie diese drei Elemente individuell auch von der Darstellung des Himmels ausnehmen. Mit **Planeten** sind natürlich nur die Himmelskörper unseres Sonnensystems gemeint, wie z. B. Merkur, Venus, Mars und Jupiter.

Durch Entfalten der Dreiecksflächen vor den **Mond**- und der **Sterne anzeigen**-Optionen werden zusätzliche Einstellungen sichtbar.

Die Größe des Mondobjekts wird über die **Skalierung** vorgegeben, Die Parameter **Hellintensität** und **Dunkelintensität** regeln die Helligkeit des Mondes in Abhängigkeit zur Sonnenbeleuchtung. Sie können aber auch ein eigenes Objekt als Mond zuweisen indem Sie es aus dem **Objekt-Manager** in das Feld **Eigenes Mondobjekt** hineinziehen. Alternativ können Sie dafür auch wieder den Selektionsmodus über das angehängte Mauszeiger-Icon benutzen.

Der Abstand des eigenen Mondes zur Erde kann über **Entfernung skalieren** variiert werden.

Auch die Darstellung der Sterne können Sie über zahlreiche Parameter variieren. Die **Min. Magnitude wirkt** wie ein Filter auf die Sterne. Bei kleinen Einstellungen bleiben nur noch die hellsten Sterne sichtbar, bei großen Werten werden alle Sterne sichtbar.



Zusätzlich zur Helligkeit kann auch die Größe der einzelnen Sterne variiert werden. Ist **Sterne mit Magnitude skalieren** aktiv, werden helle Sterne gleichzeitig etwas größer angezeigt. Ohne diese Option bleiben alle Sterne gleich groß. Die Helligkeit der Sterne wird zusätzlich von **Sterne erhellen** beeinflusst. **Sternenradius** kann zudem zur Skalierung der Sterne benutzt werden.

Mit der Option **Sternenbilder anzeigen** können Sie die typischen Sternzeichen am nächtlichen Himmel durch zusätzliche Verbindungslinien zwischen den Sternen einzeichnen lassen. Die **Farbe** dieser Verbindungslinien kann individuell bestimmt werden. Sollen zudem noch die Längen- und Breitengrade der Himmelskugel dargestellt werden erhöhen Sie die **Gitterweite** über 0°. Auch diese Liniendarstellung kann über **Gitterfarbe** wieder individuell gefärbt werden.

Sie haben bereits erfahren, dass nicht nur die Sonne Licht abgibt, sondern auch der Himmel selbst. Dieses **Himmelskuppellicht** kann hier generell an- und ausgeschaltet werden. Dies kann vorteilhaft sein, wenn die Szene mit globaler Illumination berechnet werden soll. Das oft bläuliche Himmelslicht kann dann störend sein. Zudem tragen dann nicht nur Lichtquellen, sondern auch leuchtende Materialien zur Beleuchtung bei. Durch die **Generiert GI**-Option kann die Beeinflussung der Szenenbeleuchtung bei globaler Illumination ein- und ausgeschaltet werden. Die Färbung des Himmels fließt dann ggf. ebenfalls nicht länger in die Szenenbeleuchtung mit ein.

Da die Sonne des **Physikalischen Himmels** im Prinzip eine normale Cinema 4D-Lichtquelle ist, wird sie auch Glanz erzeugen. Streng genommen ist dies nicht korrekt und auch nicht nötig, da die Sonne ja auch als helle Fläche am Himmel erscheint und sich somit spiegeln kann. Mit **Himmel/Sonne zusammenfassen** wird daher ein spezieller Modus angeboten, der den **Physikalischen Himmel** bei der Bildberechnung wie ein **HDR-Bild** wirken lässt. Dies macht nur Sinn, wenn Sie die Szene mit **globaler Illumination** berechnen lassen, durch die auch HDR-Bilder wie Lichtquellen gehandhabt werden können. Zudem müssen alle Materialien über entsprechende spiegelnde Eigenschaften verfügen, um den Sonnenglanz darstellen zu können.

Falls die Beleuchtung der Szene durch die Himmelfarben in der globalen Illumination gewünscht wird, legen Sie mit **Stärke** und **Sättigung** deren Einfluss fest. Nutzen Sie ebenfalls Wolken, so kann auch deren Einfluss auf die GI-Berechnung definiert werden. Hohe Werte für **Wolkeneinfluss** verstärken die Beleuchtung der Szene durch die Wolken.

Wie Sie wissen, wird bereits im Editor eine gute Vorschau des Himmels angezeigt, ohne dass unbedingt Testberechnungen nötig wären. Die Qualität dieser Vorschau kann aber noch gesteigert werden, wenn Sie das Menü **Textur: Vorschaugröße** benutzen, um dort eine höhere als die voreingestellte Auflösung zu wählen. Hierdurch steigt zwar auch der Speicherbedarf an, aber die Darstellungsqualität lässt sich im Gegenzug dramatisch steigern.

Da alle Berechnungen der Lichtparameter und der verschiedenen Darstellungsoptionen im **Physikalischen Himmel** immer zu einem bestimmten Zeitpunkt der Szenenaktualisierung stattfinden, kann dies zu Problemen führen, wenn Sie z. B. eigene Schaltungen verwenden möchten, um auf Parameter des Himmels Einfluss auszuüben. Dieser Zeitpunkt der Berechnung eines Objekts nennt sich **Priorität**. Sie haben über dieses Menü daher die Wahl zwischen verschiedenen Rubriken, die alle zeitlich gestaffelt berechnet werden. **Initial** ist immer die zuerst berechnete Gruppe an Objekten bei einer Neuberechnung der Szene oder der Editoransichten. Das Schlusslicht bilden die **Generatoren**. Diese werden also als letzte Objektgruppe aktualisiert. Innerhalb dieser Gruppen können über den angehängten Zahlenwert weitere Abstufungen gesetzt werden. Ein Objekt mit der **Priorität Expression** und dem Zahlenwert -499 wird daher vor dem Objekt mit der gleichen Priorität, aber dem Zahlenwert +499 ausgeführt. Höhere Zahlen bedeuten also eine spätere Ausführung.

Dies kann spätestens bei der Verwendung von **XPresso**- oder **ThinkingParticles**-Schaltungen wichtig werden, wenn eine Schaltung z. B. auf die Werte eines animierten Objekts reagieren soll.

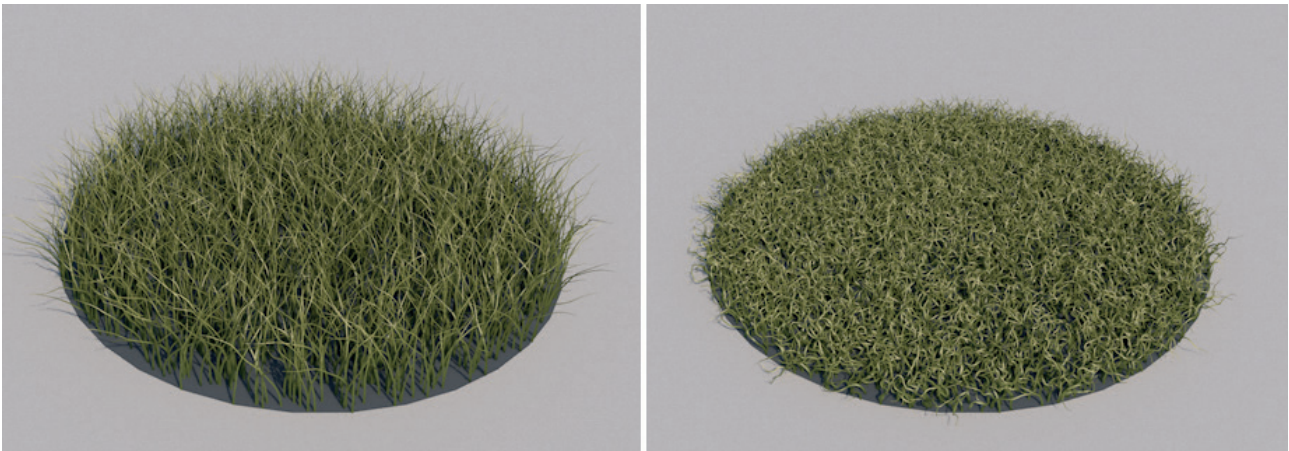
Die Schaltung darf dann zeitlich immer erst nach der Animation des Objekts berechnet werden, damit dort immer die aktuellen Werte zur Verfügung stehen.

Die Option **Positions-HUD anzeigen** aktiviert eine Windrose-Darstellung direkt in den Editoransichten. Dabei ist die Nordrichtung standardmäßig entlang der Welt-Z-Achse ausgerichtet. Dieses System kann jedoch mit dem **Rotieren**-Werkzeug auch manuell gedreht werden, wenn z. B. die Gebäude Ihrer Szene zu einer anderen Achse ausgerichtet wurden. Der Sonnenstand passt sich entsprechend der manuellen Drehung der Windrose an. Ebenso entspricht die Höhe der Windrose der Horisonthöhe Ihrer Szene. Auch die Position kann daher mit dem **Verschieben**-Werkzeug individuell angepasst werden, obwohl diese Anpassung kaum nötig sein sollte. Die Größe durchschnittlicher Szenen dürfte in Relation zur Himmel-Umgebung verschwindend gering sein.

Schließlich wissen Sie bereits, dass der **Physikalische Himmel** viele Effekte direkt im Editor anzeigen kann. Dazu gehören natürlich der Farbverlauf des Himmels, aber auch die Beleuchtung durch die Sonne und die Darstellung der Wolken, sofern diese Optionen aktiviert sind. Ist die Option **Editor aktualisieren** angeschaltet, werden die Editordarstellungen laufend aktualisiert sobald ein Parameter des physikalischen Himmels verändert wird.

## 8.7 Die Gras-Simulation

Der letzte Bestandteil der **Umgebung**-Objekte ist das **Gras**, mit dem beliebige Polygon-Objekte belegt werden können. Dieser Effekt ist jedoch nur im Icon-Menü der Umgebung-Objekte zu finden oder alternativ unter **Erzeugen > Generatoren**. Natürlich ist die Erzeugung von Gras vor allem bei Außenszenen sehr praktisch, aber auch in Innenräumen. Denken Sie nur an Teppiche, deren Fasern ebenfalls sehr einfach mit diesem Objekt nachgebildet werden können.



Um Gras auf einem Objekt wachsen zu lassen, selektieren Sie dies und rufen anschließend **Gras erzeugen** z. B. unter **Erzeugen > Generatoren** auf.

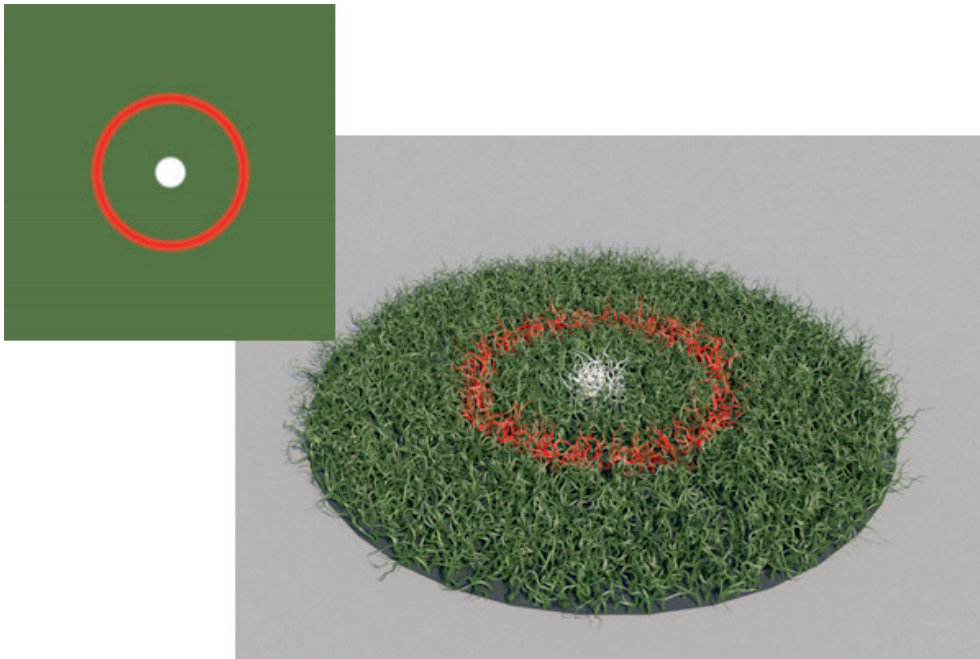
**Gras** ist nicht als Vorschau in den Ansichtsfenstern zu sehen, sondern erst bei der Berechnung, dem so genannten Rendering. Sie sollten also zumindest einen **Interaktiven Renderbereich** über das begrünte Objekt legen oder eine andere Methode wählen, um von Zeit zu Zeit Testberechnungen des Effekts zu begutachten.

Dieser Gras-Effekt kommt ohne tatsächliche Grashalm-Geometrie aus. Das Aussehen und der Wuchs des Grases werden daher hauptsächlich über ein eigenes **Gras**-Material gesteuert, das Sie unterhalb der Ansichtsfenster im **Material-Manager** finden können. Ein einzelner Klick auf dieses Material zeigt dazu passende Einstellmöglichkeiten im **Attribute-Manager** an. Per Doppelklick auf die Materialvorschau im **Material-Manager** kann aber auch der **Material-Editor** geöffnet werden. Dieser hat den Vorteil eines separaten Dialogfensters, das z. B. beliebig skaliert oder auch auf einem zweiten Monitor platziert werden kann. Wir kommen bei der Besprechung des Materialsystems noch ausführlich auf den **Material-Manager** und den **Material-Editor** zurück. Hier soll es daher erst einmal um die Einstellmöglichkeiten des **Gras**-Effekts gehen.

Über den **Farbe**-Gradienten kann die Farbgebung entlang der Grashalme bestimmt werden. Der linke Rand steht dabei für die Graswurzel und der rechts für die Spitze des Halms. Die Farbwerte lassen sich editieren, wenn die entsprechenden Farbreiter doppelt angeklickt werden oder wenn das kleine Dreieck neben dem Farbverlauf aufgeklappt wird.

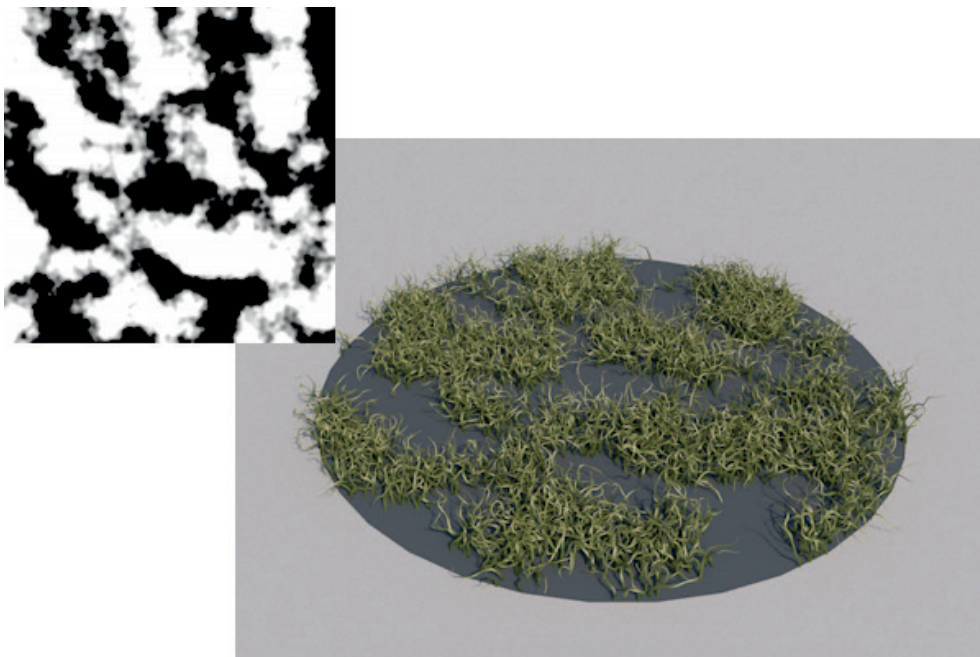
Zusätzliche Farben lassen sich durch Klicks knapp unter den Farbverlauf erstellen. Überzählige Farbreiter können direkt mit der Maus nach oben oder unten herausgezogen werden.

Wenn stattdessen z. B. die weißen Markierungen auf einem Fußballplatz oder das Webmuster eines Teppichs für die Färbung der Grashalme verantwortlich sein sollen, laden Sie ein entsprechendes Bild in das **Farbtextur**-Feld hinein.



Dazu reicht ein Klick auf die Schaltfläche mit den drei Punkten aus, die einen Datei-Dialog öffnet. Mittels der **Mischstärke** kann dann zwischen dieser **Farbtextur** und dem Farbverlauf abgemischt werden.

Die Größe der Grashalme kann über **Halmlänge** und **Halmbreite** eingestellt werden, wobei die Breite nur für die Wurzel der Halme gilt. Die Halme laufen am oberen Ende immer in eine leicht gerundete Spitze aus. Die Anzahl der Haare lässt sich indirekt über den **Dichte**-Prozentwert regeln. Wer mehr Variationen bevorzugt, kann aber auch hier wieder ein Bild verwenden, das diesmal als **Dichtetextur** geladen werden kann. In den dunklen Bereichen des Bilds wächst dann kein oder nur noch wenig Gras. Je heller die Textur ist, desto mehr entspricht die Wuchsdichte dort wieder dem **Dichte**-Wert.



Sowohl bei der **Farbtextur** als auch bei der **Dichtetextur** kommen die so genannten **UV-Koordinaten** des Objekts zum Einsatz, das bewachsen ist. Damit sind zweidimensionale Texturkoordinaten gemeint, die bereits bei vielen Objekten vorhanden sind, die wir in Cinema 4D fertigt abrufen oder z. B. mithilfe von Splines konstruieren können.

Liegen diese **UV-Koordinaten** nicht vor oder sind in ihrer Anordnung nicht brauchbar, können diese in **BodyPaint 3D** bearbeitet werden, der integrierten Texturierungsumgebung von Cinema 4D. Wir kommen darauf bei der Besprechung des Materialsystems zurück.

Zudem erlauben beide Textur-Slots auch das Einladen von **Shadern**, wenn Sie nicht die Taste mit den drei Punkten, sondern jeweils die kleine Pfeiltaste betätigen. **Shader** sind Programme, die im einfachsten Fall Muster oder Farbverläufe kreieren können. Es ist daher nicht immer notwendig, mit Bitmaps zu arbeiten, zumal **Shader** den Vorteil haben, über Zahlenwerte editierbar und somit direkt in Cinema 4D konfigurierbar zu sein. Auch hierauf kommen wir bei der Besprechung des Materialsystems zurück, bei dem **Shader** auch für die Oberflächengestaltung eine wichtige Rolle spielen.

Die folgenden Einstellungen im Gras-Material beschäftigen sich mit Abweichungen von der Standardform der Halme. Über **Knicken** und **Biegen** kann die Form der Halme zufällig variiert und weniger geradlinig umgesetzt werden. Denken Sie auch hierbei an Einsatzzwecke außerhalb der Landschaftsgestaltung, z. B. bei Teppichen.

Die **Nässe** schließlich definiert das Glanzverhalten der Grashalme. Je mehr **Nässe**, desto intensiver kann bei entsprechendem Lichteinfall ein Glanzpunkt entstehen. Dabei handelt es sich um die bereits mehrfach bei den Lichtquellen angesprochene simulierte Spiegelung einer Lichtquelle. Sie müssen also zumindest eine Lichtquelle mit aktiver **Glanzlichter**-Option benutzen, um einen entsprechenden Beleuchtungseffekt auf den Halmen zu sehen.

### 8.7.1 Die Qualitätseinstellungen bei Gras

Wie bereits angesprochen handelt es sich bei dem Gras nicht um Geometrie, wenn mit dem Standard-Renderer gerendert wird. Einerseits bringt uns dies den Vorteil, dass der Effekt recht speicherschonend und schnell zu berechnen ist. Auf der anderen Seite bringt dies zusätzliche Einstellungen innerhalb der **Rendervoreinstellungen** mit sich, über die die Qualität und Art der Berechnung definiert werden. Sie finden diese innerhalb der **Rendervoreinstellungen** in der Rubrik für den **Hair-Renderer**, der auch für den Gras-Effekt zuständig ist. Diese Einstellungen enthalten auch Vorgaben, die für andere Haar-Effekte verwendet werden und keinen unmittelbaren Bezug zu Gras haben.

Ein Klick auf den Eintrag **Hair-Renderer** zeigt zusätzliche Optionen an, über die Sie die Art und Qualität der Haarberechnung steuern können. Beachten Sie, dass sich diese Einstellungen verändern, je nachdem ob Sie mit dem Standard-Renderer oder dem Physikalischen Renderer arbeiten. Hierzu schauen wir uns kurz die wichtigsten Kategorien und Einträge an.

#### 8.7.1.1 Die Rendern-Einstellungen

Die Berechnung der Haare mit dem Standard-Renderer kennt in den **Rendern**-Einstellungen verschiedene **Sampling**-Einstellungen. Die Auswahl hier beeinflusst sowohl die Qualität als auch die benötigte Berechnungszeit. So werden in der Einstellung **Vertex** z. B. je eine Oberflächenprobe am Anfang und Ende eines Haarsegments genommen und dann über die Segmentlänge interpoliert. Die Einstellung **Pixel** geht genauer vor und berechnet tatsächlich jeden Bildpixel der Haare durch separate Abtastung.

Dies bringt natürlich die beste Darstellungsqualität bei entsprechend ansteigender Berechnungsdauer, ist aber bei kurzen Haaren oder Haaren mit vielen Segmenten nicht unbedingt von **Sampling Vertex** zu unterscheiden.

#### 8.7.1.2 Die Objekte-Einstellungen

Hier finden Sie einige allgemeine Optionen, wie Haar-Objekte, Gras oder auch Splines berechnet werden sollen. Nur wenn **Haar** aktiv ist, werden die Haare dargestellt. **Gras** fällt nicht in diese Kategorie und kann daher über keine der folgenden Optionen ausgeschaltet werden. Ist **Spline** selektiert, werden auch normale Splines mit zugewiesenem Haar-Material als Haare dargestellt. Dabei handelt es sich jedoch um ein anderes Haar-Material als das, das bei **Gras** verwendet wird. **Gras** lässt sich z. B. gar nicht auf Splines anwenden, sondern nur auf echte Polygon-Oberflächen.

Die Option **Polygon** sorgt dafür, dass polygonale Objekte durch ein zugewiesenes **Hair Render**-Tag automatisch mit Fell überzogen werden. In diesem Fall ist dann noch nicht einmal die Erzeugung eines **Fell**-Objekts nötig. **Länge** und **Anzahl** der gewünschten Fellhaare können hier direkt eingetragen werden.



Dieses Hair **Render**-Tag finden Sie nach einem Rechtsklick auf das Objekt im *Objekt-Manager* unter den **Hair Tags**. Mit der **Partikel**-Option können schließlich selbst die Partikel z. B. des **Emitter**-Objekts mit einem Haar-Material dargestellt werden. Dazu weisen Sie ein Haar-Material direkt dem **Emitter**-Objekt, oder dem **Partikel Geometrie**-Objekt der **Thinking Particles** zu. Die Partikel selbst werden dann als kleine Haar-Punkte gerendert, ohne dass eine separate Geometrie an die Partikel geheftet werden muss. Dies hat also ebenfalls nicht mit **Gras** zu tun.

Schließlich finden wir auch hier wieder eine Ein-/Ausschließen-Liste. Hier können die **Objekte** bestimmt werden, die bezüglich der Haarberechnung eingeschlossen oder ausgeschlossen werden sollen. Sie können dadurch sowohl **Feder**-, **Fell**- oder **Hair**-Objekte, sowie Splines, Emitter und Polygon-Objekte mit Haar-Materialien separat steuern. Auch hier also wieder keine Relevanz für den Gras-Effekt.

### 8.7.1.3 Die Multi-Pass-Einstellungen

Diese Rubrik ist nur relevant, wenn Sie **Multi-Pass** in den Rendervoreinstellungen aktiviert haben und dort zusätzlich den Kanal für Post-Effekte benutzen. Zudem werden diese Optionen nur beim Rendern mit dem Standard Renderer angeboten. Multi-Passes für Haare sind mit dem Physikalischen Renderer nicht möglich. Dafür wirken dort die Kombinationen mit Unschärf-Effekten realistischer. Generell müssen Sie wissen, dass Cinema 4D Bilder sowohl als einzelne Datei als auch als Multi Pass-Datei ausgeben kann. Dabei werden dann wählbare Eigenschaften auf eigene Bildebenen gelegt, was natürlich die Nachbearbeitung extrem vereinfachen kann. Damit dies funktioniert, muss **Multi-Pass** in der linken Liste der **Rendervoreinstellungen** aktiv sein. Zudem müssen Sie dort den Kanal für die so genannten **Post-Effekte** ausgewählt haben. Sie aktivieren diesen über die **Multi-Pass**-Schaltfläche in der linken Spalte der **Rendervoreinstellungen**.

Ist die **Bild**-Option angeschaltet, werden die Haare in jedem Fall auch in der einzeln gespeicherten Bild-Datei angezeigt, so wie sie über die **Speichern**-Einstellungen in den **Rendervoreinstellungen** definiert wurde. Wir werden darauf noch bei der weitergehenden Besprechung der **Rendervoreinstellungen** zurückkommen.

Die Tiefeninformation und der Alpha-Anteil der Haare kann mit Auswahl von **Standard** entweder in die entsprechenden Kanäle des Bilds integriert oder bei **Separat** als eigene Ebenen gespeichert. Bei **Keiner** entfällt die Berechnung dieser zusätzlichen Informationen. Achten Sie bei Nutzung von **Standard** darauf, dass die Option **Alpha-Kanal** in den **Speichern**-Einstellungen der **Rendervoreinstellungen** aktiv ist.

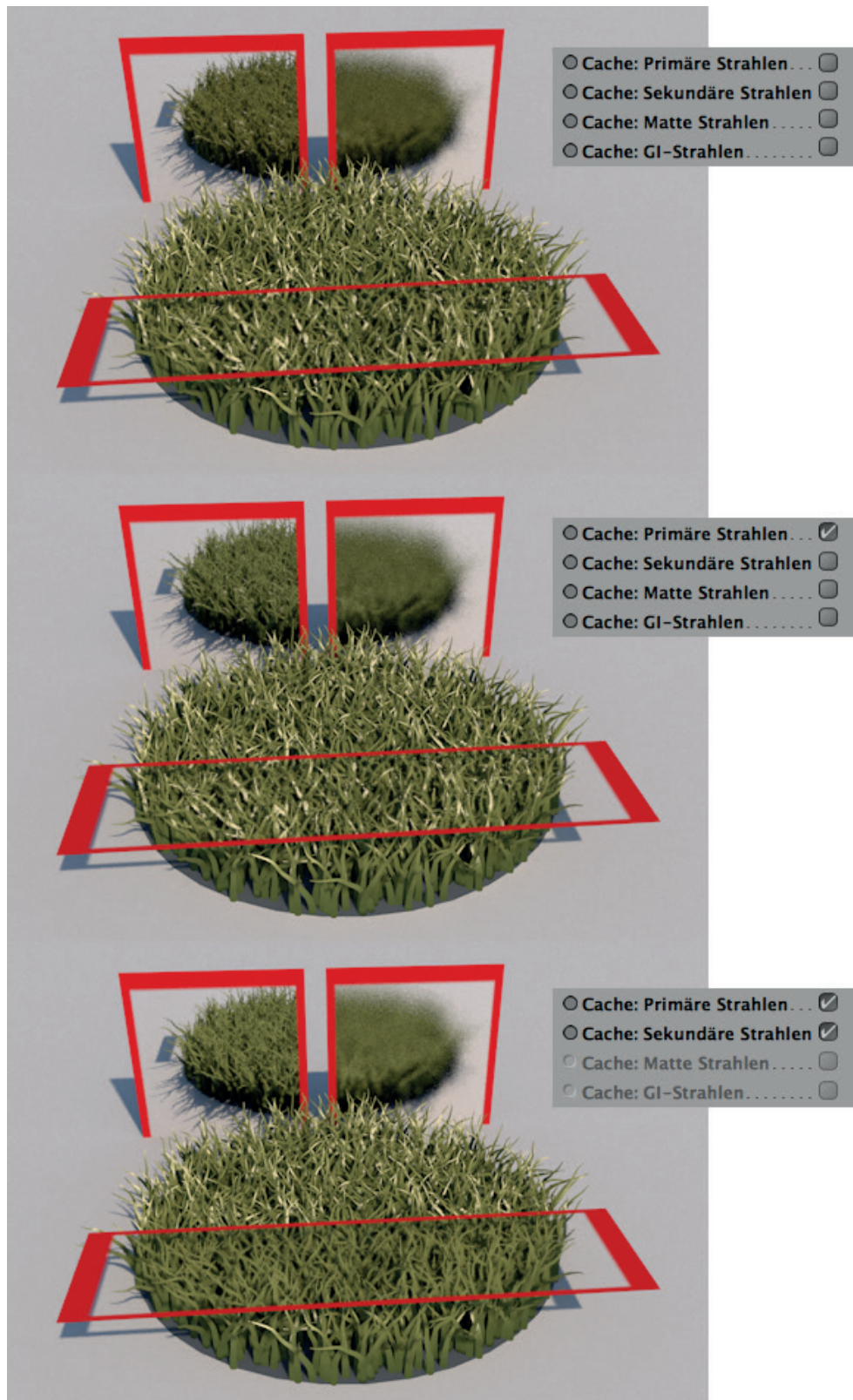
Die übrigen Optionen beziehen sich auf die speziellen Eigenschaften des Haar-Materials und erlauben die Darstellung der entsprechenden Eigenschaften auf separaten Ebenen in der gespeicherten Multi-Pass-Datei. Dies ist also ein separates Haar-Material, das mit dem Gras nichts zu tun hat. **Diffus** steht hierbei zusätzlich für die diffuse Schattierung der Haare ohne Glanzlicht-Anteil. **Illumination** hingegen stellt nur die durch die Lichtquellen erzeugte Helligkeit der Haare dar.

### 8.7.1.4 Veränderungen bei Nutzung des Physikalischen Renderers

Wird in den **Rendervoreinstellungen** nicht der **Standard**-Renderer, sondern der **Physikalische** Renderer benutzt, verändern sich die Einstellungen in der **Rendern**-Rubrik des **Hair-Renderers**. Hinzu kommen **Cache**-Optionen. Diese Veränderungen sind nötig, da Haare beim physikalischen Rendern aus normaler Polygon-Geometrie erstellt werden

Mit **Cache** ist generell eine Datei gemeint, die Berechnungsergebnisse enthält. Dies kann u. a. die mehrfache Berechnung eines Bilds stark beschleunigen, da Cinema 4D dann oftmals nur in der gespeicherten **Cache**-Datei nachschauen muss und nicht jedes Mal alles neu berechnen muss. Selbst bei Animationen können solche **Cache**-Dateien angelegt werden, denn nicht alle Berechnungen sind z. B. von der Position des Betrachters abhängig. Wird z. B. die Animation einer Kamerafahrt berechnet, bei der ansonsten alle Lichtquellen und Objekte unverändert bleiben, kann oft auf solche Caches zurückgegriffen und die Berechnung stark beschleunigt werden.

Aber auch bei Standbildern oder der Berechnung über **Team Render** können **Caches** helfen, denn sie ermöglichen teilweise auch eine Reduzierung der notwendigen Berechnungsstrahlen für einen Effekt. So werden z. B. bei den Haar- und **Gras-Caches** nur noch Berechnungen an den einzelnen Punkten der Haarlinien vorgenommen und dann einfach über die Länge des Haars hinweg interpoliert (Projekt „Gras“).



Hierzu müssen Sie wissen, dass Haare und auch **Gras** ähnlich wie Splines aus Kurven bestehen, die durch einzelne Punkte verlaufen. Die Anzahl dieser Punkte kann jedoch beim **Gras** nicht individuell vorgegeben werden.

**Cache: Primäre Strahlen** bezieht sich auf die Schattierung der Haare durch Licht, sowie auf Schattenwürfe der Haare und dessen Glanz. Dies gilt jedoch nur für die Berechnungsstrahlen die von der Position des Betrachters kommend direkt auf die Haare oder das **Gras** treffen. Steht vor dem Gras eine Glasscheibe, so handelt es sich also nicht mehr um einen **primären Berechnungsstrahl**. Gleiches gilt für eine Spiegelung, in der die Haare zu sehen sind.

**Cache: Primäre Strahlen** nutzt eine reduzierte Anzahl von Berechnungsstrahlen für die Schattierung, die Schatten und den Glanz, die dann in weichgezeichneter Form auf die Haare oder das Gras angewendet werden. Bei komplexen Farbverläufen auf den Haaren werden also Details verloren gehen. In Spiegelungen oder hinter transparenten Objekten sind jedoch die Haare in voller Qualität zu sehen, denn dabei handelt es sich um **sekundäre Berechnungsstrahlen**.

Mit **Cache: Sekundäre Strahlen** werden dann auch die hinter Transparenzen oder in Spiegelungen sichtbaren Haare mit reduzierter Qualität abgetastet und entsprechend weichgezeichnet in ihrer Farbgebung dargestellt. Auch hier gilt wieder, dass dies bei einfachen Farbverläufen auf den Haaren oft zu verschmerzen ist und eine dadurch beschleunigte Berechnung in der Regel willkommen ist.

**Cache: Matte Strahlen** betrifft weichgezeichnete Spiegelungen oder Transparenzen, mit denen die Haare interagieren. Dies kann z. B. eine mattierte Metalloberfläche sein, in der sich das **Gras** spiegelt oder auch eine satinierte Milchglasscheibe, hinter der das Gras oder die Haare wachsen. Gerade auf solchen Objekten rentiert sich die Nutzung des Caches, da die Darstellung dort sowieso nur in reduzierter und weichgezeichneter Form erfolgen soll.

**Cache: GI-Strahlen** bezieht sich nur auf die Berechnung der Szene mit **globaler Illumination**, die separat als Effekt in den **Rendervoreinstellungen** aktiviert werden muss. Die **globale Illumination**, oder kurz **GI**, ergänzt das direkte Licht der Szene durch diffuse Lichtstreuungen und Reflexionen und kann sogar helle Oberflächen wie Lichtquellen wirken lassen. Diese Option ist bereits standardmäßig aktiv, da sie nur geringe Qualitätseinbußen mit sich bringt, jedoch die **GI**-Berechnung von Haar und **Gras** erheblich beschleunigen kann. Diffus gestreutes Licht ist sowieso eher weicher Natur und kann daher durch die oft eher weiche Berechnung der Caches gut angenähert werden. Die folgenden Einstellungen geben Ihnen dazu weitere Kontrollmöglichkeiten an die Hand. Bei diesem Cache wird also nicht wie bei den anderen generell nur jeder Punkt entlang der Haare gespeichert, sondern es wird entsprechend der folgenden **GI-Sampling**-Methode vorgegangen.

Das **GI-Sampling** definiert, wo die Berechnung der diffusen GI-Beleuchtung entlang eines Grashalms oder Haars durchgeführt wird. Bei der Wahl von **Vertex** wird eine Berechnung pro Punkt durchgeführt. Dies ist besonders bei langem Gras oder Haar in der Regel ein viel kleinerer Wert als die Länge des Haars in Pixeln der Bildauflösung und somit schneller zu erledigen. Die Abstände zwischen diesen Haar- oder Graspunkten werden interpoliert, die ermittelten Farbwerte werden somit weichgezeichnet. Ist **GI-Sampling Pixel** selektiert, wird jeder sichtbare Bildpixel der Haare einzeln abgetastet, was natürlich sehr exakt aber auch langsam in der Berechnung ist. Dies lohnt sich nur in extremen Nahaufnahmen oder wenn komplexe Farb- und Helligkeitsverläufe entlang der Haare benutzt werden.

Der gegenteilige Fall ist bei der Einstellung **Wurzel/Spitze** gegeben, denn hier wird die **GI**-Beleuchtung nur noch an der Wurzel, also direkt auf der Oberfläche des bewachsenen Objekts und an der Haar- oder Grashalmspitze berechnet und dann über das gesamte Haar interpoliert. Dies kann bei kürzeren Haaren bereits gut genug funktionieren, und ist auch die schnellste Berechnungsmethode für diffuses **GI**-Licht.

Es stehen verschiedene Verfahren für die Berechnung von **globaler Illumination** zur Verfügung, die wir noch besprechen werden. Allen ist jedoch gemein, dass nur eine beschränkte Anzahl an **Samples**, also von Berechnungsstrahlen, verwendet werden, um das gestreute Licht zu simulieren. Der Wert für die **GI-Qualität** wird dabei als Multiplikator für diese Samples benutzt, die Lichtinformationen in der Umgebung eines berechneten Punkts suchen. Vereinfacht können wir sagen: Je mehr **Samples**, desto exakter kann die Lichtverteilung errechnet werden, was besonders bei komplexen Szenen mit vielen winkligen und zerklüfteten Formen wichtig sein kann.

Die **GI-Qualität** kann also gezielt zur Reduzierung oder natürlich auch zur Erhöhung der **Sample**-Anzahl benutzt werden. Beachten Sie, dass diese Funktion automatisch außer Kraft gesetzt wird, wenn **Cache: GI-Strahlen** benutzt wird.

► *Siehe Übung zu den Umgebung-Objekten*

## ZUSAMMENFASSUNG UMGEBUNG-OBJEKTE

- Umgebung-Objekte erleichtern besonders bei Außenszenen die Erstellung typischer Elemente, wie eines Himmels, eines Bodens oder auch von Gras.
- Der **Boden** stellt eine Fläche dar, die sich erst während der Bildberechnung unendlich weit, bis zum Horizont vergrößert.
- Der **Himmel** ähnelt einer Kugel mit unendlich großen Radius, die alle übrigen Objekte der Szene einschließt. Dieses Objekt muss erst noch mit einem Bild oder Material belegt werden und ist ansonsten nur einfarbig.
- Das **Umgebung**-Objekt kann zur Erzeugung von sehr einfachem Nebel genutzt werden. Zudem lässt sich Umgebungslicht aktivieren, das in beliebiger Färbung alle Objekte gleichermaßen aufhellt.
- Das **Hintergrund**-Objekt stellt sich als eine Art Leinwand immer als hinterstes Objekt in die Szene und verschließt damit aus Sicht der Kamera den Raum. Hiermit können beliebige Bilder oder Farben in den Hintergrund des Bildes gelegt werden. Eine gleichzeitige Nutzung von **Himmel** und **Hintergrund** ist nur bei Nutzung eines **Render**-Tags möglich, das später noch besprochen wird.
- Das **Vordergrund**-Objekt liegt immer als erstes Objekt während der Bild-Berechnung vor der Kameralinse des Betrachters und versperrt dadurch den Blick auf alle anderen Objekte. Das **Vordergrund**-Objekt muss daher zwingend mit einem Material belegt werden, das über einen Alpha-Anteil verfügt. Die so maskierten Bereiche werden dann durchsichtig und geben den Blick frei auf die restlichen Objekte.
- Das **Stage**-Objekt ist hauptsächlich für die Animation von Kameras interessant, wenn z. B. während einer Animation ein Umschnitt zwischen Kameras erfolgen soll.
- Der **Physikalische Himmel** kann diverse Eigenschaften eines echten Himmels und auch der Sonne simulieren.
- Die Wahl der Jahreszeit, der Uhrzeit und des Betrachtungsorts ändern den Sonnenstand.
- Himmel und auch Sonne wirken nicht nur als Bild, sondern generieren auch Licht.
- Wolken können als zweidimensionale Ebenen oder sogar volumetrisch dargestellt werden.
- Atmosphärische Effekte, wie Nebel, Dunst oder sogar sichtbare Sonnenstrahlen und ein Regenbogen können alternativ berechnet werden.
- Polygonale Objekte können mit Gras begrünt werden.
- Länge, Farbe, Wuchsrichtung und Dichteverteilung des Grases werden über ein eigenes Gras-Material im **Material-Manager** eingestellt.
- Die Qualität der Berechnung wird über einen **Hair-Renderer** definiert, der über die **Rendervoreinstellungen** konfiguriert wird.
- Die Einstellungen des **Hair-Renderers** variieren mit der Wahl des Cinema 4D Renderers. Beim **Physikalischen Renderer** stehen mehr Optionen zur Optimierung der Berechnungszeit und Qualität über Caches zur Verfügung.

## 9 Das Materialsystem

Bislang haben Sie bereits viel über die Form von Objekten gelernt und wie Sie mit den diversen Modellierfunktionen umgehen. Sicherlich ist die äußere Form ein wichtiges Charakteristikum, aber auch die Gestaltung der Oberfläche z. B. durch Farbgebung und Glanzeigenschaften trägt maßgeblich zur Gestaltung der Modelle bei. Cinema 4D bietet uns dafür verschiedene Materialsysteme an, die entweder über einen Dialog oder auch über ein Node-System konfiguriert werden können. Die nodebasierten Materialsysteme richten sich eher an die technisch versierten Anwender, die noch mehr Kontrolle über die Materialerstellung benötigen und dabei auch vor Mathe und manueller Strahlenberechnung nicht zurückschrecken. Das bedeutet jedoch nicht, dass nicht auch mit den dialoggestützten Materialsystemen realistische und schöne Oberflächen gestaltet werden können. Auch diese Systeme sind bereits mächtig und komplex genug, so dass es etwas Zeit braucht, sich damit vertraut zu machen und den richtigen Umgang u. a. mit den **Shadern** zu erlernen.

**Shader** sind nämlich ein wichtiger Bestandteil des Materialsystems und lassen sich mit kleinen Programmen vergleichen, die bestimmte Muster oder komplexe Oberflächeneigenschaften simulieren können. Es ist daher nicht immer nötig, mit Bildern zu arbeiten, die auf die Oberfläche der Objekte gelegt werden.

### 9.1 Der Material-Manager

Die Erstellung und Verwaltung von Materialien ist über einen separaten Manager, den so genannten **Material-Manager** organisiert. Sie finden diesen unten links im Standardlayout von Cinema 4D, unterhalb der Editoransichten. Um sich dort einen Eindruck von der Darstellung von Materialien zu verschaffen, erstellen wir uns nun einmal ein neues Material. Sie rufen diesen im **Erzeugen**-Menü des **Material-Managers** mit dem Eintrag **Neues Material > Standardmaterial** auf. Noch schneller ist ein neues Material erstellt, wenn Sie doppelt in den **Material-Manager** klicken. Dabei wird automatisch der in den **Programm-Voreinstellungen** unter **Material > Voreingestelltes Material** gewählte Materialtyp erstellt. Zur Wahl stehen dort das hier beschriebene **Standard**-Material, sowie das sehr eng damit verwandte **Physikalische** Material. Der Materialtyp **Über** basiert auf einem Node-Material, bietet aber ebenfalls ein Dialogfenster für die Bedienung an. Dieses Material eignet sich daher gut, um erste Erfahrungen mit nodebasierten Systemen zu sammeln, ohne direkt auf bekannte Dialoge verzichten zu müssen. Schließlich kann auch das reine **Node**-Material als Standard definiert werden. Beachten Sie, dass sich grundsätzlich alle Materialtypen innerhalb eines Projekts mischen lassen. Da sich deren Berechnung und somit auch die Darstellungsqualität jedoch unterscheiden können, sollten Sie sich auf einen Materialtyp in Ihrem Projekt beschränken. Nach Aufruf des neuen Standard-Materials erscheint ein kleines Vorschaubild im **Material-Manager**.

#### 9.1.1 Das Bearbeiten-Menü

Die Größe dieser Vorschau-Darstellung wird über das **Ansicht**-Menü des **Material-Managers** zwischen **Mini Icons** und **Große Icons** eingestellt. Zudem stehen dort ebenfalls verschiedene Modi für die Auflistung der vorhandenen Materialien zur Verfügung. Im **Material**-Modus werden die Vorschaubilder der vorhandenen Materialien nebeneinander angeordnet. Sind mehr Materialien vorhanden, als sich von der Breite des Managers her anzeigen lassen, so entstehen automatisch mehrere Reihen an Vorschaubilder die über einen seitlichen Scrollbalken durchlaufen werden können. Bei **Material-Liste** erfolgt die Darstellung einzeln und untereinander. Dies lohnt sich eigentlich nur, wenn die Materialnamen sehr lang sind. In den **Ebenen-Manager**-Modi werden zusätzlich zu den Vorschaubildern auch die im Material verwendeten Bilder und Texturen aufgelistet und über Spalten den verschiedenen Materialkanälen zugewiesen. Mit Materialkanälen sind die unterschiedlichen Effekte gemeint, über die sich ein Material definieren lässt. Die Darstellung erfolgt in allen diesen Modi listenartig, also untereinander.

Bei **Ebenen-Manager (kompakt)** werden alle Ebenen und Texturen des Materials zusätzlich aufgelistet. Zusätzlich erscheinen die im Material verwendeten Texturen in einer Spaltendarstellung rechts neben der Materialvorschau. **Ebenen-Manager (erweitert/kompakt)** zeigt zusätzlich auch Alpha-Kanäle und Ebenenmasken an. Bei **Ebenen-Manager (erweitert)** wird auf die seitliche Spaltendarstellung der Texturen verzichtet. Der Modus **Ebenen-Manager (aktive Textur)** stellt schließlich immer nur das gerade über den **Objekt-Manager** selektierte Material dar.

In der Regel wird es so sein, dass Sie während der normalen Erstellung von Materialien im **Material**-Modus arbeiten. Geht es dann z. B. in BodyPaint 3D um die Erstellung oder Bearbeitung von Texturen, wird häufig der **Ebenen-Manager (kompakt)** genutzt. **BodyPaint 3D** ist die in Cinema 4D enthaltene Malumgebung für Texturen, über die auch UV-Texturkoordinaten bearbeitet werden können.

Zudem finden Sie im **Bearbeiten**-Menü noch die gängigen Befehle zum **Löschen**, **Kopieren**, **Ausschneiden** und **Einfügen** von Materialien. Klassische Selektionsbefehle z. B. zum **Alles selektieren** oder **Alles deselektieren** der Materialien finden Sie im **Selektieren**-Menü. Ansonsten können Materialien auch durch einfaches Anklicken des Vorschaubilds im **Material-Manager** selektiert werden. Sie können dort durch gleichzeitiges Halten der **Shift**-Taste so auch mehrere Materialien nacheinander selektieren. Das Aufziehen eines Selektionsrahmens mit gehaltener linker Maustaste ist wie im **Objekt-Manager** ebenfalls möglich.

Materialien lassen sich auch per Drag&Drop mit gehaltener **Strg/Ctrl**-Taste duplizieren. Das Prinzip ist also das gleiche wie beim Erstellen einer Kopie im **Objekt-Manager**.

Wird beim Ziehen eines Materials auf ein anderes die **Alt**-Taste gehalten, wird dieses durch das gezogene Material ersetzt und somit gelöscht. Wurde das erste Material bereits Objekten zugewiesen, wird es dabei auf diesen Oberflächen von dem gezogenen Material ersetzt.

Wird bei so einer Drag&Drop-Aktion die **Strg/Ctrl**-Taste mit der **Alt**-Taste kombiniert, übernimmt das anvisierte Material nur alle Eigenschaften des gezogenen Materials und wird nicht gelöscht.

Materialien können schließlich noch so wie Objekte auch in Ebenen verwaltet werden. Dies erlaubt Ihnen dann, diese Materialien über den bekannten **Ebenen-Browser** z. B. kurzzeitig aus dem **Material-Manager** auszublenden. Der eigentliche Nutzen liegt jedoch darin, dass jede Materialebene einen Reiter im **Material-Manager** erhält. Auf diese Weise können Sie z. B. Materialien einfacher thematisch sortieren. Erstellen Sie z. B. eine Material-Ebene mit dem Namen Glas und eine andere mit dem Namen Metall, so erhalten Sie entsprechende Reiter im Manager und können so schnell zwischen den verschiedenen Materialgruppen navigieren. Wie Materialien zu so einer Ebene zugewiesen werden, lernen Sie gleich im Anschluss, wenn es um das Editieren von Materialien geht.

Wie die Darstellung der Materialebenen im **Material-Manager** gehandhabt wird, legen Sie über den Eintrag **Ebenen in einziger Zeile** des **Ansicht**-Menüs fest. Ist der Eintrag ausgewählt, werden alle Ebenen-Reiter nebeneinander dargestellt, auch wenn durch deren Anzahl dann ein seitliches Scrollen im **Material-Manager** notwendig werden sollte. Ohne diese Funktion werden die Ebenen-Reiter so in mehreren Reihen dargestellt, dass ein seitliches Scrollen durch den **Material-Manager** unnötig wird.

### 9.1.2 Material-Funktionen

Zum Bearbeiten eines selektierten Materials wählen Sie **Bearbeiten > Material-Editor** bzw. **Bearbeiten > Node-Editor**, falls es sich um ein nodebasiertes Material handelt. Den gleichen Effekt hat jedoch auch ein Doppelklick auf das Vorschaubild eines Materials im **Material-Manager**. Alternativ hierzu lassen sich dialogbasierte Materialien nach dem Selektieren auch im **Attribute-Manager** bearbeiten.

Um ein Material auf die Oberfläche eines Objekts anzuwenden, muss das Material zugewiesen werden. Dies können Sie durch Drag&Drop des Vorschaubilds im **Material-Manager** auf den Namen des Objekts im **Objekt-Manager** erledigen. Alternativ dazu selektieren Sie das Material im **Material-Manager** und das Objekt im **Objekt-Manager** und rufen **Zuweisen** im **Material**-Menü des **Material-Managers** auf.

Jedes Material hat zudem natürlich einen Namen. Standardmäßig ist dies einfach das Kürzel **Mat**. Sie finden den Namen jedes Materials unterhalb des Vorschaubilds im **Material-Manager**. Ein Doppelklick auf diesen Namen ermöglicht Ihnen diesen zu verändern. Das Prinzip entspricht damit dem Editieren von Objektnamen im **Objekt-Manager**. Zusätzlich kann der Name auch über die **Basis**-Einstellungen im **Attribute-Manager** oder bei dialogbasierten Materialien über den **Material-Editor** verändert werden.

Gerade wenn bereits viele Materialien erstellt wurden und auch schon einigen Objekten zugewiesen wurden, kann es manchmal etwas unübersichtlich sein, welches Material auf welchem Objekt liegt. In diesem Fall helfen die folgenden Funktionen weiter. **Selektieren > Materialien der aktiven Objekte selektieren** tut genau dies. Objekte, die

bereits mit einem Material versehen wurden und z. B. über den *Objekt-Manager* selektiert wurden, werden ausgewertet und deren Materialien im *Material-Manager* als selektiert markiert.

Aber auch innerhalb des *Material-Managers* kann das Auffinden eines bereits selektierten Materials schwierig werden, wenn z. B. bereits sehr viele Materialien vorhanden sind. In diesem Fall führt **Selektieren > Erstes aktives Material anzeigen** dazu, dass der *Material-Manager* automatisch an die passende Stelle scrollt.

Wurde ein Material einem Objekt zugewiesen, so entsteht hinter dem Objekt ein so genanntes **Material-Tag**, das Informationen über die Art der Anwendung des Materials auf der Oberfläche des Objekts enthält. Wurde ein Material im *Material-Manager* selektiert, so können über **Selektieren > Material-Tags / Objekte selektieren** automatisch das Objekt und das **Material-Tag** im *Objekt-Manager* ausgewählt werden.

### 9.1.2.1 Materialien berechnen lassen

Materialien können recht komplexe Effekte erzeugen, die eine gewisse Zeit für die Neuberechnung des Vorschaubilds in Anspruch nehmen. In der Regel findet zwar eine zeitnahe Neuberechnung der Vorschau nach Veränderungen der Materialeigenschaften statt, Sie können dies jedoch durch **Material > Aktives Material berechnen** auch selbst auslösen. Dies kann z. B. nötig werden, wenn Sie eine Szene mit Materialien neu geladen haben. Cinema 4D zeigt dann alle Material-Vorschaubilder sofort an, da diese als Bilder mit der Szene gesichert werden.

Es kann jedoch sein, dass in Materialien verwendete Shader oder Bilder bei Ihnen auf dem Rechner gar nicht installiert sind, wenn die Szene beispielsweise von einem anderen PC überspielt wurde. Derartige Fehler werden dann erst durch Neuberechnung der Materialien auch in den Vorschaubildern sichtbar. Alternativ können Sie über **Material > Alle Materialien berechnen** auch die Neuberechnung aller Materialien der Szene auslösen.

Was die Aktualisierung der Materialdarstellung in den Ansichtsfenstern angeht, also wenn ein Material bereits Objekten zugewiesen wurde, so gibt es dazu in den **Programm-Voreinstellungen** in der dortigen **Ansicht**-Rubrik eine Option für **Kontinuierliche Materialaktualisierung**. Hierdurch wird sogar noch während des Ziehens z. B. eines Farb- oder Stärkereglers im Material permanent eine Aktualisierung des Materials in der Editoransicht ausgelöst.

### 9.1.2.2 Materialien gruppieren und sortieren

Materialien lassen sich im *Material-Manager* durch Drag&Drop der Vorschaubilder beliebig umsortieren. Auf diese Weise können Sie auch ohne das Ebenen-System nutzen zu müssen Materialien mit ähnlichen Eigenschaften z. B. nebeneinander platzieren. Alternativ hierzu erlaubt Ihnen **Material > Materialien sortieren** die automatische alphabetische Sortierung der Materialien nach ihren Namen.

Wie bereits beschrieben, können Materialien aber auch in Ebenen einsortiert werden. Dazu reicht die Auswahl der gewünschten Ebene über **Bearbeiten > Hinzufügen zu Ebene**. Dieser Menüpunkt ist jedoch nur vorhanden, wenn auch bereits Ebenen angelegt wurden. Ansonsten kann im gleichen Menü **Zu neuer Ebene hinzufügen** ausgewählt werden. Im Anschluss sollten Sie dann den *Ebenen-Manager* öffnen, um dort der neuen Ebene einen passenden Namen zu geben. Sie finden diesen als Reiter neben dem *Attribute-Manager* oder können ihn auch über das **Fenster**-Menü von Cinema 4D finden.

Die Namen der Material-Ebenen werden schließlich als Reiter im *Material-Manager* angezeigt und sollten daher sinnvoll und passend für die darin sortierten Materialien benannt werden.

Neben den Material-Ebenen tauchen dann noch zwei weitere Reiter im Manager auf. Unter der Kategorie **Alle** finden Sie weiterhin alle Materialien der Szene, unabhängig davon, ob diese bereits in Ebenen sortiert wurden oder nicht. Eine farbige Markierung in der Ecke des Vorschaubilds deutet jedoch auch hier auf die Zugehörigkeit zu einer Ebene hin. Schließlich finden auch Materialien, denen Sie keine Ebene zugewiesen haben, unter dem Namen **Keine Ebene** eine eigene Rubrik.

Ähnlich komfortabel lassen sich selektierte Materialien auch wieder von ihren Ebenen entfernen. Benutzen Sie dazu den **Von Ebene entfernen**-Befehl ebenfalls im **Bearbeiten**-Menü des *Material-Managers*.

Es kann auch vorkommen, dass Materialien erzeugt wurden, die später gar keine Funktion in Ihrem Projekt mehr haben, z. B. wenn Objekte mit diesem Material nachträglich wieder gelöscht werden. In diesem Fall können Sie diese

dann überflüssigen Materialien mit **Bearbeiten > Unbenutzte Materialien löschen** automatisch wieder entfernen lassen. Alternativ reicht natürlich auch das Selektieren und z. B. die Auswahl von **Löschen** im **Bearbeiten**-Menü oder die Betätigung der **Entf.** bzw. **Rückschritt**-Taste zum Entfernen eines überflüssigen Materials aus. Etwas komplexer geht **Bearbeiten > Doppelte Materialien löschen** vor. Hierbei werden die Einstellungen der Materialien miteinander verglichen. Materialien, die identische Parametereinstellungen verwenden werden dann optimiert, so dass nur eines dieser Materialien übrig bleibt. Damit dies funktioniert, müssen aber tatsächlich alle Einstellungen zu 100% identisch sein.

Der **Material-Exchanger** im **Material**-Menü des *Material-Managers* kann dann sehr hilfreich für Sie sein, wenn Sie öfter 3D-Dateien aus anderen CAD- oder 3D-Programmen importieren. Jedes 3D-Programm und jeder Renderer verfolgt eine eigene Philosophie beim Thema Materialsystem. Daher werden in der Regel nur grundlegende Eigenschaften, wie z. B. die Farbe oder der Glanz einer Oberfläche mit importiert. Wenn Sie sich jedoch bereits in Cinema 4D eine entsprechende Materialbibliothek aufgebaut haben, kann diese automatisch auf die importierte Szene übertragen werden. Der **Material-Exchanger** fragt Sie daher nach dem Aufruf dieser Funktion nach einer Cinema 4D-Szene, die diese Materialien enthält. Der Austausch der Materialien erfolgt dann anhand der Materialnamen. Sie sollten daher die Materialien in der externen 3D-Software möglichst vor dem Export bereits passend zu dem Typ der Oberfläche und zu dem entsprechenden Cinema 4D-Materialnamen benannt haben. Das importierte „Holz“-Material wird dann beispielsweise durch das Cinema 4D „Holz“-Material der über den **Material-Exchanger** selektierten Cinema 4D-Datei ersetzt. Zudem werden Sie nach Auswahl der Materialszene noch gefragt, ob automatisch alle Materialien getauscht werden sollen. Bei Auswahl von „Nein“ fragt Sie Cinema 4D für jedes Material, ob dieses getauscht werden soll oder nicht.

Schließlich erzwingt **Textur > Alle Texturen neu laden** die Aktualisierung aller in den Materialien verwendeten Texturen. Dies kann hilfreich sein, falls Sie Texturen noch nach dem Laden in ein Material z. B. mit Adobe Photoshop bearbeitet haben. Cinema 4D lädt dann die aktuellen Versionen dieser Texturen erneut in die Materialien.

Das **Textur**-Menü beschäftigt sich ansonsten ausschliesslich mit der Erstellung und Verwaltung von Masken und Ebenen, sofern Sie selbst Texturen z. B. mit BodyPaint 3D editieren möchten. Wir kommen darauf bei der Besprechung von BodyPaint 3D zurück. Schauen wir uns daher zuerst das **Erzeugen**-Menü im *Material-Manager* an.

## 9.2 Das Erzeugen-Menü

Mit **Neues voreingestelltes Material** lassen Sie den Materialtyp erstellen, der über die bereits erwähnten **Programm-Voreinstellungen** als Standard definiert wurde. Dieser Menüpunkt entspricht damit der Doppelklick-Aktion in dem *Material-Manager*.

Über das **Materialien**-Untermenü haben Sie Zugriff auf alle verfügbaren Materialarten, wie z. B. auch auf das **Standard**-Material, mit dem wir uns hier hauptsächlich beschäftigen werden. Dieses kann sehr vielfältig eingesetzt werden und nahezu alle realistischen und auch unrealistischen Eigenschaften annehmen. Sie können dieses Material also ebenso wie Holz, Wasser, Glas, Chrom oder Haut aussehen lassen, um nur einige Beispiele zu nennen. In der Regel ist dies also das Material, das Sie für Ihre Objekte einsetzen werden.

Alternativ zu diesem Standard-Material existieren aber auch spezialisierte Materialien, die für ganz bestimmte Oberflächen programmiert wurden. Der Vorteil bei diesen Materialien ist, dass der gewünschte Effekt praktisch bereits nach Erzeugung des Materials vorliegt und nur noch individuellen Wünschen angepasst werden muss. Ein über **Erzeugen > Erweiterungen** abgerufenes **Banji**-Material sieht also z. B. automatisch aus wie Glas, ohne dass Sie sich dazu mit nur einer Einstellung auseinandersetzen mussten.

Zu beachten ist jedoch, dass diese Materialien sich nicht beliebig konfigurieren lassen. Sie müssen also mit den zur Verfügung stehenden Parametern auskommen, die natürlich nur eine gewisse Bandbreite an Effekten innerhalb des eigentlichen Materialzwecks zulassen. Das glasartige **Banji**-Material wird sich also nie zu einem Metall oder einem Holz umbauen lassen. Zudem können diese **Shader**-Materialien oft nicht so schnell berechnet werden, wie die Standard-Materialien und diese Materialien sind auch nicht mit allen wählbaren Rendermethoden kompatibel.

Dennoch sehen diese Shader im Rahmen ihrer Möglichkeiten bereits eindrucksvoll aus. Nutzen Sie diese also ruhig, wenn sich der gewünschte Effekt damit schneller erzielen lässt. Beachten Sie nur, dass es Einschränkungen bei der gleichzeitigen Nutzung **globaler Illumination** gibt und dass **ProRender** mit diesen Shadern nichts anfangen, sie also nicht berechnen kann.



Die übrigen Befehle des **Erzeugen**-Menüs beschäftigen sich mit dem Speichern und Laden von Materialien. Dies können also auch unabhängig von Ihrem Projekt gespeichert oder z. B. aus einem andren Projekt **hinzugeladen** werden, ohne gleichzeitig die Objekte oder übrigen Einstellungen dieser Datei übernehmen zu müssen.

Mit **Materialien speichern als** werden die aktuell selektierten Materialien unter einem beliebigen Namen gespeichert. Bei **Alles speichern als** ist keine vorherige Selektion nötig. Es werden automatisch alle Materialien gesichert. Solche Dateien könnten dann in einem ganz anderen Projekt z. B. über **Hinzuladen** wieder geladen werden.

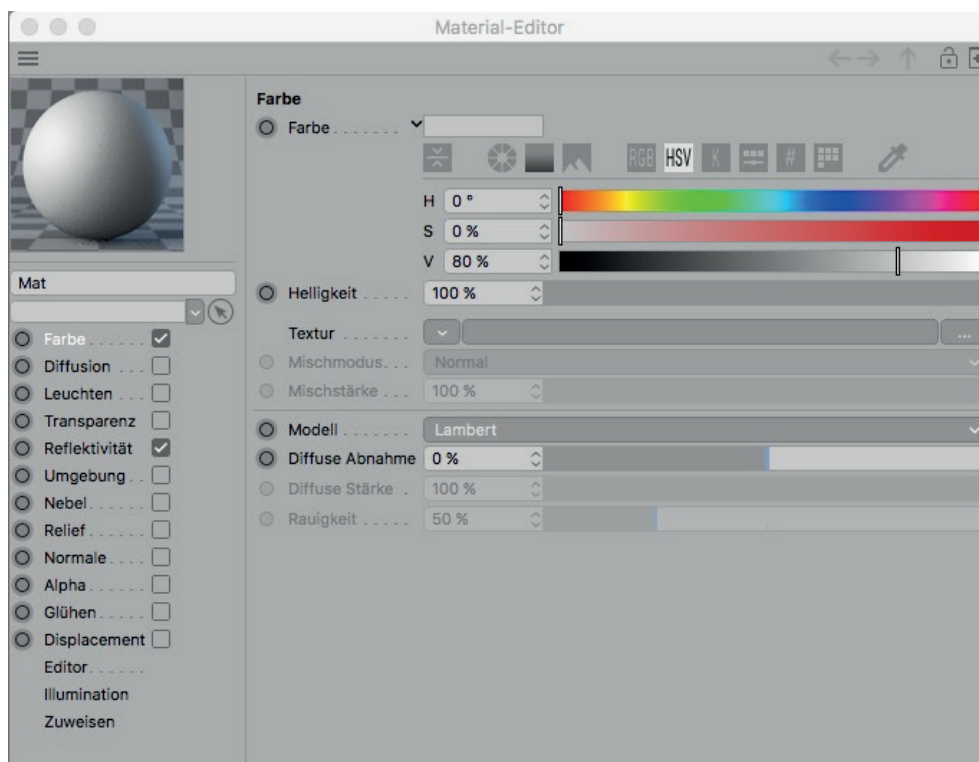
Möchten Sie die vorhandenen Materialien in einer Art Bibliothek sammeln, bietet sich dafür der **Content Browser** von Cinema 4D an. Mit **Material-Preset speichern** können selektierte Materialien in ein spezielles **User**-Verzeichnis des **Content Browser** gespeichert werden. Beachten Sie, dass Sie bei Selektion eines einzelnen Materials immer noch nach dem Namen gefragt werden unter dem dieses Material im **Content Browser** abgelegt werden soll. Sind mehrere Materialien ausgewählt worden, werden diese automatisch unter ihren aktuellen Namen im **Content Browser** abgelegt.

Materialien im **Content Browser** lassen sich durch Doppelklick auf deren Vorschaubild oder per Drag&Drop in den **Material-Manager** in eine geöffnete Szene hinzuladen. Ansonsten können diese Preset-Materialien auch über den Befehl **Material-Preset laden** im **Erzeugen**-Menü hinzugeladen werden.

Eventuell in diesen Materialien benutzte externe Dateien (Bilder, Filme) werden ebenfalls automatisch mit in den **Content-Browser** übernommen. Diese Dateien tauchen in einem separaten **tex**-Ordner innerhalb der User-Presets auf.

### 9.3 Der Material-Editor

Generell stehen Ihnen zwei Möglichkeiten der Bearbeitung von **Standard**-, **physikalischen** oder **Über**-Materialien zur Verfügung. Sie können entweder das Vorschaubild eines Materials anklicken und dann im **Attribute-Manager** auf die Einstellungen des Materials zugreifen, oder Sie öffnen durch einen Doppelklick auf das Materialbild im **Material-Manager** den so genannten **Material-Editor**. Bei nodebasierten Materialien öffnet ein Doppelklick hingegen den **Node-Editor** als Bearbeitungsfenster. Beide Editorfenster haben gegenüber dem **Attribute-Manager** den Vorteil, dass sie sich einfacher skalieren und z. B. auf einen zweiten Monitor verschieben lassen. Aufgrund der oft recht vielfältigen Einstellmöglichkeiten der Materialien ist das dadurch gesteigerte Platzangebot sehr hilfreich.



In jedem Fall sehen Sie bei dialogbasierten Materialien oben links ein Vorschaubild des gerade selektierten Materials. Dabei handelt es sich streng genommen nicht nur um ein Bild, sondern eine eigene kleine Cinema 4D-Szene, die auch

gerendert wird. Anders wären Effekte, wie Transparenzen und Spiegelungen auch nicht darstellbar. Die Form des dargestellten Objekts und dessen Beleuchtung können Sie individuell wählen. Das Objekt dient nur dazu, Ihnen einen Eindruck von dem Material zu verschaffen und wie es auf einem Objekt angewendet wirken wird. Natürlich wird Ihr Objekt oder Modell in der Regel stark von der Form dieser Vorschauszene abweichen. Es ist daher immer ein gewisses Abstraktionsvermögen notwendig, um die Wirkung eines Materials abschätzen zu können. Eine präzisere Vorschau ist auch deshalb schon unmöglich, da jede Szene auch noch individuell beleuchtet wird.

Die Art des darzustellenden Objekts und die anzuwendende Beleuchtungsmethode können Sie noch einem Rechtsklick auf das Vorschaubild im **Material-Editor** aus einer umfangreichen Liste auswählen. Neben **Kugel**, **Würfel** oder **Torus** stehen Ihnen noch einige Sonderformen zur Verfügung. Zudem können Sie anhand eines dem Objektnamen angehängten Kürzels noch zwischen verschiedenen Beleuchtungs- und Berechnungsmethoden wählen. Das Kürzel **GI** steht so z. B. für **globale Illumination**, bei der Licht durch Reflexion an Oberflächen weitergegeben werden kann. Zudem können leuchtende Oberflächen in diesem Modus auch Licht auf andere Objekte werfen. Das Kürzel **Soft Shadows** bedeutet hingegen, dass das Objekt zusätzlich Schatten wirft. Diese Berechnungsmodi kosten zusätzliche Berechnungszeit und sollten daher nur wenn unbedingt nötig aktiviert werden.

Da es sich bei dem dargestellten Vorschaubild um das Rendering einer echten Szene handelt, kann auch dessen Kameraposition individuell angepasst werden. Dazu halten Sie diesmal die rechte Maustaste beim Klick auf das Vorschaubild des **Material-Editors** gedrückt und verschieben dabei den Mauszeiger. Eine horizontale Verschiebung verschiebt die Kamera seitlich, eine vertikale Verschiebung bewegt die Kamera auf oder ab. Das Objekt bleibt dabei automatisch in der Bildmitte. Sie können hierdurch also das dargestellte Objekt von allen Seiten betrachten. Um die ursprüngliche Kameraposition wieder abzurufen, wählen Sie nach einem Rechtsklick auf das Vorschaubild **Drehung zurücksetzen** aus.

Einen Eintrag darunter finden Sie den Befehl **Projekt-Einstellungen**. Dazu ist wichtig zu wissen, dass einige Materialeigenschaften auch mit Abmessungen hantieren. So kann das so genannte **Displacement** z. B. die Punkte der Oberfläche verschieben. Um diesen Effekt abschätzen zu können, ist natürlich der Maßstab der Szene und der Objekte entscheidend.

Über den Wert **Vorschaugröße** steht Ihnen daher ein Skalierungswert für das dargestellte Vorschaubild zur Verfügung. Die Größe der Objektdarstellung im Vorschaubild ändert sich hierdurch jedoch nicht, da die Position der Kamera automatisch angepasst wird. Die jeweilige Originalgröße des gewählten Objekts wird Ihnen zum Vergleich ebenfalls angezeigt. Der Unterschied zwischen der **Originalgröße** und der von Ihnen veränderten **Vorschaugröße** wird als **Relative Skalierung** zusätzlich ausgegeben.

Da Materialien durchaus auch animierte Eigenschaften haben können, können Sie über **Animationsstart** den Zeitpunkt der Animation für das Material vorgeben. Dies kann dabei helfen, Arbeitsspeicher einzusparen, der ansonsten für die animierte Materialvorschau reserviert wird.

Schließlich können Sie über die beiden letzten Parameter eine zusätzliche Umgebungsbeleuchtung des Vorschaubilds aktivieren. Bei einer **Helligkeit** über 0% wird zusätzliches Licht mit der bei **Umgebungsfarbe** definierten Färbung in der Szene aktiviert. Diese spezielle Lichtart erzeugt keine Schatten und führt daher zu einer generellen Aufhellung des Objekts. Sie kennen diesen Effekt bereits vom **Umgebung**-Objekt oder auch den Lichtquellen. Zu große Werte können dann gar zum Verlust der Oberflächenschattierung führen und das Objekt zweidimensional wirken lassen.

### 9.3.1 Die Art und Größe der Materialvorschau

Die Darstellung der Materialvorschau ist sicherlich gegenüber dem *Material-Manager* bereits angenehm vergrößert. Dies kann allerdings noch gesteigert werden. Sie finden dafür nach einem Rechtsklick auf das Vorschaubild im *Material-Editor* Einstellungen zwischen **Klein** und **Riesig**. Wer gern noch flexibler wäre, ruft **Fenster öffnen** im gleichen Menü auf. Es erscheint ein eigenes Fenster, das individuell platziert und auch skaliert werden kann. Mit zunehmender Größe nimmt natürlich auch die benötigte Zeit für die Neuberechnung dramatisch zu. Dies ist vor allem bei komplexen Berechnungen z. B. bei den **Matt-Effekten** spürbar. Nutzen Sie diese Funktion daher nur, wenn unbedingt nötig. Denken Sie immer daran, dass die letztendliche Begutachtung des Materials sowieso erst nach Zuweisung zu den Objekten Ihrer Szene und unter der dort herrschenden Beleuchtung möglich ist. Ansonsten erlaubt Ihnen dieses separate Fenster zusätzlich die Wahl eines individuellen Objekttyps, unabhängig vom *Material-Editor*.

Ist die **Auto**-Option in dem separat geöffneten Vorschaufenster des Materials aktiv, findet eine automatische Neuberechnung der Darstellung immer dann statt, wenn sich an den Einstellungen des Materials etwas verändert hat. Möchten Sie z. B. aufgrund einer größeren Skalierung dieses Vorschaufensters etwas Rechenzeit sparen, können Sie diese Option auch deaktivieren. Eine Neuberechnung des Vorschaubilds findet dann immer nur nach einem Klick auf die **Update**-Schaltfläche statt. Die weiterhin angezeigten Vorschaubilder im *Material-Editor* und im *Material-Manager* werden jedoch unabhängig davon auch weiterhin automatisch aktualisiert.

Schließlich kann die Vorschau auch animiert dargestellt werden. Dazu aktivieren Sie nach einem Rechtsklick auf das Vorschaubild im *Material-Editor* die **Animieren**-Option. Die animierte Darstellung basiert dann auf den Einstellungen in den **Programm-Voreinstellungen** und in den **Projekt-Voreinstellungen**. Soll dabei auch das Objekt selbst animiert sein, wählen Sie nach einem Rechtsklick auf das Vorschaubild **Object (Anim)** aus. Das dargestellte Objekt dreht sich dann automatisch um seine Y-Achse, sofern die **Animieren**-Option aktiviert wurde.

Alle diese Einstellungen bezüglich der Größe und Form der Materialvorschau sind übrigens auch im Vorschaubild des *Attribute-Managers* zu nutzen.

### 9.3.2 Die Basis-Einstellungen

Wie bei den bereits besprochenen Objekten, so sind auch bei Materialien Basis-Einstellungen vorhanden. Darunter fallen bei Materialien die Einstellungen für die Ebene und der Name. Daneben stellt ein selektiertes Material auch im *Attribute-Manager* eine **Basis**-Rubrik mit eben diesen Einstellungen zur Verfügung. Die Bedienung entspricht dort denen der Objekte. Im *Material-Editor* finden Sie dafür zwei Felder unterhalb des Vorschaubilds. Das obere der beiden Felder enthält den Namen des Materials und kann direkt editiert werden. Das Feld darunter zeigt den Namen der zugewiesenen Ebene an, falls vorhanden. Die kleine Pfeiltaste rechts neben dem Eingabefeld erlaubt z. B. die Zuordnung zu einer neuen oder zu einer bereits existierenden Ebene. Der Eintrag **In Manager anzeigen** öffnet zudem den *Ebenen-Browser*, der im Standardlayout unter dem *Attribute-Manager* zu finden ist.

Die übrigen Optionen auf der **Basis**-Seite im *Attribute-Manager* bzw. unterhalb der Materialvorschau im *Material-Editor* beschäftigen sich bereits mit den möglichen Eigenschaften des aufgerufenen Materials. Dabei handelt es sich um die Namen der sogenannten **Materialkanäle**. Jeder Kanal steht dabei für eine bestimmte Eigenschaft des Materials. Soll ein bestimmtes, realistisches Material entstehen, müssen Sie sich daher zuerst Gedanken darüber machen, welche Eigenschaften dieses Material überhaupt benötigt und dies übersetzen in die jeweiligen Materialkanäle. In der Regel werden Sie also immer nur eine kleine Auswahl der zur Verfügung stehenden Kanäle nutzen müssen, um den gewünschten Effekt zu erzielen. Dies gilt insbesondere für die Standard-Materialien, die ja so vielseitig konfigurierbar sind, dass damit nahezu jedes Material simuliert werden kann.

In jedem Fall werden für die Berechnung des Materials immer nur die Kanäle berücksichtigt, die auch durch ein Häkchen in den **Basis**-Einstellungen des Materials aktiviert wurden!

In vielen Materialkanälen können neben einfachen Farben auch Bilder und Shader als Texturen geladen werden. Betrachten Sie dazu beispielhaft den **Farbe**-Kanal eines Standard-Materials und laden Sie dort durch einen Klick auf die Schaltfläche mit den drei Punkten neben dem **Textur**-Feld ein beliebiges Bild. Einen Shader könnten Sie alternativ durch Klick auf die kleine Pfeiltaste direkt neben **Textur** auswählen.

Ein Klick auf das Vorschaubild des geladenen Shaders bzw. Bilds, oder ein Klick auf die große Schaltfläche, die den Dateipfad der geladenen Textur anzeigt, öffnet weitere Dialogseiten. Über die Tabulatoren erreichen Sie dort z. B. wieder die bekannte Seite mit den **Basis**-Einstellungen. Unter **Name** finden Sie hier entweder den Oberbegriff **Bitmap**, falls ein Bild geladen wurde, oder den Namen des geladenen **Shaders** wieder. Auch **Ebene** steht wieder zur Verfügung, um das Bild oder den Shader zu einer vorhandenen Ebene zuzuordnen oder in eine neue Ebene einzugliedern. Dies dürfte jedoch in der Regel hier keinen Sinn ergeben, da das Material selbst ja bereits in eine Ebene sortiert werden kann. Nur das Verriegeln der Ebene könnte eventuell nützlich sein, da dann das Austauschen dieses Bildes oder Shaders im Material unmöglich wird.

Unterhalb finden Sie die beiden **Blur-Offset**- und **Blur-Stärke**-Regler wieder. Diese funktionieren nur bei den Interpolationen **MIP** und **SAT**. Veränderungen hier, werden automatisch in den Texturbereich des Materialkanals übertragen. Es spielt daher keine Rolle, ob Sie die Regler dort oder hier in den **Basis**-Einstellungen benutzen.

Unter dem Reiter **Shader** finden Sie einige Einstellungen und Parameter, wie z. B. die **Interpolation** wieder, die bereits direkt über den Texturbereich im Materialkanal zu erreichen waren. Beachten Sie, dass bei der Benutzung von Shadern automatisch immer die qualitativ beste **Interpolation SAT** benutzt wird, unabhängig von Ihren Einstellungen hier. Zudem verändert sich die **Shader**-Rubrik hier dann so, dass der Dialog des Shaders mit seinen Einstellmöglichkeiten angezeigt wird. Mehr dazu bei der Besprechung der Shader.

Die **Datei**-Angaben geben den Dateipfad des geladenen Bilds wieder. Über die Schaltfläche mit den drei Punkten können Sie erneut den Datei-Dialog zum Öffnen eines anderen Bilds erreichen. Wurde das geladene Bild zwischenzeitig z. B. in Adobe Photoshop editiert und wieder gesichert, können Sie über **Bild neu laden** das Bild aktualisieren lassen. Ein Klick auf **Bild bearbeiten** öffnet das im Betriebssystem festgelegte Standardprogramm für das Öffnen des jeweiligen Dateityps.

Da Cinema 4D auch Dateien mit Ebenen unterstützt, wie sie z. B. mit BodyPaint 3D oder Adobe Photoshop erzeugt werden können, bietet Ihnen der Klick auf **Ebenen set Selektieren** eine Darstellung der vorhandenen Ebenen und Masken in der geladenen Datei.

Die Optionen im oberen Teil des neuen Dialogfensters erlauben Ihnen die Auswahl der Bildkomponenten, die dann im unteren Teil des Dialogs aufgelistet werden sollen. **Ebenen/ Ebenensets** zeigt eben diese Elemente der geladenen Datei an. Ebenen Alpha führt dazu, dass in der unteren Liste angeklickte Ebenen in einen Alpha-Kanal umgewandelt werden. Bei **Ebenenmasken** werden nur die zu einer Ebene gehörenden Alphakanäle angezeigt. Die Option **Alphakanäle** listet schließlich nur die auf das gesamte Bild wirkenden Alphakanäle auf.

Die separat stehende Option **Alpha erzeugen** ist nur dann von Bedeutung, wenn die geladene Bitmap innerhalb eines so genannten **Ebene**-Shaders zum Einsatz kommt und dort als Maske ausgewertet werden soll. **Ebeneninhalt anzeigen** schließlich führt nur dazu, dass die kleinen Vorschaubilder rechts neben den Namen der Ebenen in der Auflistung vollständig angezeigt werden.

Nach Auswahl der gewünschten Ebenen oder Masken in der unteren Liste schließen Sie den Dialog wieder über die **OK**-Schaltfläche. Die Selektion der Ebenen kann auch mit **Strg/Ctrl**-Klicks erfolgen, um mehrere Ebenen gleichzeitig zu selektieren. Die **Shift**-Taste kann zudem gehalten werden, wenn nacheinander zwei Ebenen selektiert werden. Es werden dann automatisch alle Ebenen, die zwischen den beiden Klicks liegen, selektiert. Die Textur zeigt dann entsprechend Ihrer Auswahl nur noch die selektierten Ebenen der Datei an.

Unter den **Ebenen set**-Einstellungen finden Sie ein Menü für das zu verwendende **Farbprofil**. Wir sind darauf bereits kurz bei der Besprechung der **Projekt-Voreinstellungen** eingegangen. Die Standardeinstellung versucht das in der Bilddatei enthaltene Farbprofil auszuwerten. Ist dieses nicht vorhanden, wird automatisch auf den Standard RGB-Farbraum zugegriffen. Alternativ hierzu können Sie direkt **sRGB** oder **Linear** als Option auswählen.

Es folgen im unteren Teil der Dialogseite allgemeine Parameter, mit denen z. B. Helligkeit, Gamma und Kontrast der Textur eingestellt werden können. Dabei bleibt in jedem Fall die Originaldatei unverändert. Nur die Auswertung durch Cinema 4D wird angepasst. Die **Belichtung** ist vor allem bei der Verwendung von HDR-, also von High Dynamic Range-Bildern interessant. Die Bildbelichtung kann dadurch nachträglich verändert werden. Werte über 0 machen das

Bild heller, Werte unter 0 dunkler. **HDR Gamma** zeigt den angewendeten Gamma-Wert für die Textur an. Gamma-werte steuern die Darstellung der verschiedenen Helligkeiten z. B. auf Ihrem Monitor. Mittlerweile verwenden sowohl aktuelle Windows- als auch MacOS-Betriebssysteme einen einheitlichen Gamma von **2,2**.

Die beiden Werte für **Weißpunkt** und **Schwarzpunkt** legen innerhalb des Tonwertumfangs des geladenen Bilds den hellsten und den dunkelsten Pixel fest. Ein **Schwarzpunkt** über 0 macht das Bild insgesamt dunkler, ein **Weißpunkt** unter 1 das Bild insgesamt heller. Die **Zurücksetzen**-Schaltfläche setzt diese Einstellungen schließlich wieder auf die Standardwerte zurück.

### 9.3.3 Die Animation-Einstellungen

Cinema 4D erlaubt nicht nur das Einladen von Bildern oder Shadern, sondern auch von Einzelbildsequenzen oder Filmen im QuickTime- oder AVI-Format. Hierbei kommen natürlich einige weitere Einstellungen hinzu, die z. B. den Zeitpunkt des Abspielens oder auch die Bilderrate festlegen.

Über den **Modus** legen Sie zuerst fest, ob der Film **Einfach**, also nur ein mal, **Zyklisch**, also sich immer wiederholend oder als **Ping-Pong**-Animation abgespielt werden soll. Bei der zuletzt genannten Einstellung wird der Film zuerst normal, also vorwärts abgespielt. Nach dem Erreichen des Endes spielt der Film dann rückwärts ab und startet beim Erreichen des Anfangs erneut in normaler Laufrichtung.

Das **Timing** definiert dabei den Zusammenhang zwischen der berechneten Cinema 4D-Animation und dem geladenen Film bzw. der Bildfolge. Bei **Bildgenau** wird für jedes Bild der Cinema 4D-Animation exakt ein Bild des geladenen Films benutzt. In diesem Modus muss daher die Bilderrate des geladenen Films mit der gewünschten Animations-Bilderrate übereinstimmen, damit der Film in seiner ursprünglichen Geschwindigkeit wiedergegeben wird. Bei **Sekundengenau** können auch unterschiedliche Bilderraten gemischt werden. In einer Sekunde Cinema 4D-Animation wird dann auch exakt eine Sekunde des geladenen Films angezeigt. Die Einstellung **Bereich** erlaubt Ihnen schließlich, einen Bildbereich innerhalb der Cinema 4D-Animation anzugeben. Bei **Beginn** startet dann der geladene Film und beim Erreichen von **Ende** ist er exakt ein Mal durchgelaufen. Wenn Sie hier also nicht mit den Werten aufpassen, wird die Geschwindigkeit des abgespielten Texturfilms verändert, da die Bildanzahl zwischen **Beginn** und **Ende** nicht zwingend mit der vorhandenen Bildanzahl des geladenen Films übereinstimmen muss.

Zusätzlich können Sie über den **Loop**-Parameter die Anzahl der Wiederholungen innerhalb des **Beginn/Ende**-Bereichs angeben. Voraussetzung hierfür ist jedoch die Benutzung von **Zyklisch** oder **Ping-Pong** als Abspielmodus.

Damit eine Bildsequenz oder ein Film auch korrekt erkannt und ausgelesen werden können, muss Cinema 4D natürlich die Bilderrate und Länge des Films kennen. Beim Laden von QuickTime- oder AVI-Filmen wird dies automatisch erkannt. Bei Bildsequenzen jedoch kann Cinema 4D nicht ohne Ihre Mithilfe die gewünschte **Bilderrate** des Films erraten. Nachdem Sie z. B. das erste Bild einer Bildsequenz geladen haben, können Sie daher den **Berechnen**-Knopf auf der **Animation**-Dialogseite betätigen, damit Cinema 4D die Anzahl der Bilder in diesem Verzeichnis durchzählt. Die **Bilder-Rate** dieser Sequenz tragen Sie manuell ein. Über den nach oben weisenden Pfeil in der Titelzeile des **Attribute-Managers** bzw. des **Material-Editors** kommen Sie schließlich wieder auf die Hauptseite des Materialkanals zurück.

## ZUSAMMENFASSUNG 3D-VOLUMEN-SHADER

- Alle Materialien werden im *Material-Manager* unterhalb der Ansichtsfenster verwaltet.
- Shader-Materialien werden unter **Erzeugen > Erweiterungen** aufgerufen und stellen volumetrische Materialsimulationen zur Verfügung.
- Shader-Materialien sind aufgrund einer Vorauswahl ein möglichen Eigenschaften auf bestimmte Materialien optimiert und daher nicht beliebig editierbar. Zudem ist zu beachten, dass sie sich nicht mit **ProRender** verwenden lassen.
- Ein Doppelklick auf das Vorschausymbol eines **Standard**-, **Physikalischen** oder **Über**-Materials öffnet den *Material-Editor*, der gegenüber dem *Attribute-Manager* den Vorteil hat, beliebig salierbar und als Fenster auch auf einem zweiten Monitor ablegbar zu sein.
- Node-Materialien verfügen über einen eigenen Node-Editor zum Bearbeiten.
- Materialien lassen sich beliebig benennen und auch in Ebenen gruppieren.
- Materialien können von den übrigen Objekten eines Projekts getrennt gespeichert und geladen werden.
- Die Form und Berechnungsmethode der Materialvorschau kann nach einem Rechtsklick auf das Vorschaubild im *Material-Editor* oder *Attribute-Manager* angepasst werden.
- Die Zuweisung eines Materials erfolgt in der Regel durch Ziehen des Materials aus dem *Material-Manager* auf den Namen eines Objekts im *Objekt-Manager*.

## 9.4 Das Cinema 4D Standard-Material

Durch Auswahl von **Erzeugen > Neue Materialien > Neues Standardmaterial** erzeugen Sie ein Standardmaterial. Dieses ist nicht auf eine bestimmte Materialart geprägt. Es kann damit also jede beliebige Oberfläche simuliert werden.

Wie Sie bereits wissen, öffnet ein Doppelklick auf die Vorschau im *Material-Manager* den *Material-Editor*. Wir werden uns dort nun direkt mit den einzelnen Materialkanälen beschäftigen. Wie bereits an anderer Stelle erwähnt, werden Sie nie alle Kanäle eines Materials gleichzeitig benötigen, sondern nur eine geeignete Auswahl treffen müssen.

### 9.4.1 Der Farbe-Kanal

Hier können Farben gewählt, oder Texturen geladen werden. Diese interagieren dann mit der Beleuchtung der Szene und werden für die Schattierung der Oberfläche benutzt. Die hier eingestellten Farben können daher in Ihrer Szene noch einmal anders wirken, je nachdem wie intensiv oder gefärbt das Licht auf die Oberfläche trifft.

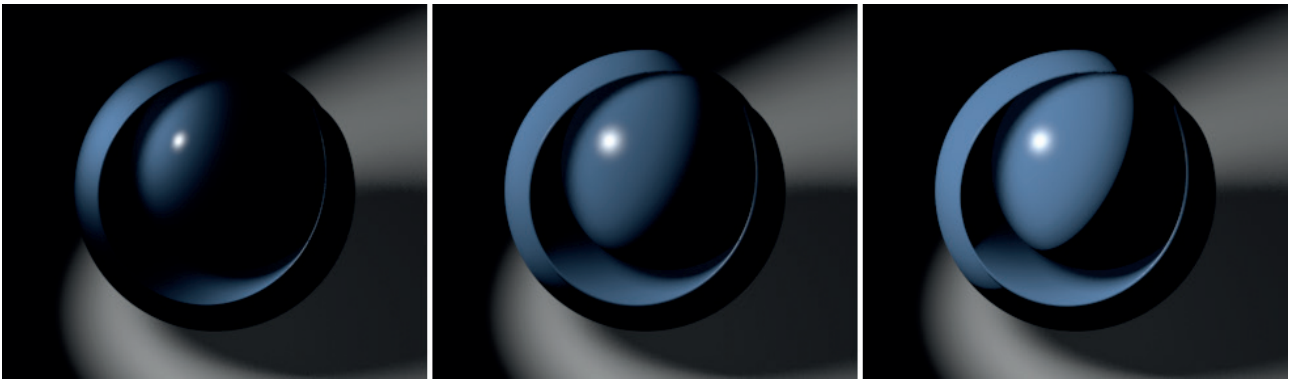


Über das **Mischmodus**-Menü können Sie eine geladene **Textur** ggf. mit dem Farbwert aus dem oberen Teil der Dialogseite abmischen. Im Modus **Normal** liegt die **Textur** wie eine Ebene über der Farbe. Eine Reduzierung der **Mischstärke** unter 100% reduziert dadurch die Sichtbarkeit der **Textur** und lässt die Farbe durchscheinen. Weiterhin stehen **Addieren**, **Subtrahieren** und **Multiplizieren** als **Mischmodi** zur Verfügung. Durch **Multiplizieren** können Sie so z. B. auch geladene Graustufenbilder oder –Shader einfärben. Durch das Anheben der **Helligkeit** über 100% kann eine Oberfläche zudem künstlich aufgehellt werden. Auch vielleicht nur schwach einfallendes Licht kann dann starke Helligkeiten auf der Oberfläche erzeugen.

### 9.4.1.1 Das Schattierungsmodell

Die **Modell**-Einstellung legt den Helligkeitsverlauf fest, der durch den Lichteinfall auf der Oberfläche entsteht. Sie haben die Wahl zwischen **Lambert** und **Oren-Nayar**.

Das **Lambert**-Modell berechnet einen deutlich sichtbaren, sprichst kontraststarken Übergang zwischen den senkrecht beleuchteten und den vom Licht nur gestreiften Abschnitten einer Oberfläche. **Oren-Nayar** basiert auf der gleichen Berechnung, bietet jedoch einen zusätzlichen **Rauigkeit**-Wert an, der zu einer homogeneren Schattierung führt. Die Oberfläche wirkt damit matter und rauer. Die **Diffuse Abnahme** steht dabei in beiden Modi zur Verfügung.



Sie definiert die Intensitätsabnahme der Schattierung. Werte über 0% hellen die Oberfläche auch dort weiter auf, wo Licht die Oberfläche nur streift. Dies kann nützlich sein für Materialien, wie z. B. Kunststoff, wo Licht zusätzlich eindringen und in dem Material gestreut werden kann. Einstellungen unter 0% reduzieren dagegen die Schattierung immer stärker, bis schließlich nur noch der Bereich des senkrechten Lichteinfalls beleuchtet wird. Dies könnte z. B. bei polierten Metalloberflächen passend sein.

Im **Modus Oren-Nayar** kommen die Einstellungen **Diffuse Stärke** und **Rauigkeit** hinzu. Die **Diffuse Stärke** ist ein allgemeiner Multiplikator für die Helligkeit der Oberfläche. Die **Rauigkeit** legt die Streuung des Lichts fest. Hohe Werte lassen die Oberfläche matter und dunkler wirken. Mit einer **Rauigkeit** von 0% sind die Ergebnisse von **Lambert** und **Oren-Nayar** identisch. Die Wahl des **Modells** ist eine grundlegende Entscheidung, ob ein Material z. B. eher glatt und glänzend oder rau und stumpf wirken soll.

### 9.4.2 Der Diffusion-Kanal

Die **Diffusion** ist ein Maß für die sichtbare Helligkeit der Oberfläche. In der Regel werden nie 100% des eintreffenden Lichts von einer Oberfläche zurückgeworfen. Licht kann in reale Oberflächen z. B. einsickern und trägt dadurch nicht zu der Oberflächenschattierung bei. Sie können diesen Schwund an Licht durch eine Reduzierung der **Helligkeit** im **Diffusion**-Kanal simulieren. Ein weiterer Nutzen dieses Kanals ist die aktive Abdunkelung der Oberfläche, um z. B. Verschmutzungen oder Schatten in feinen Riefen oder zwischen Objekten zu simulieren.





Für diesen Zweck sind auch die zusätzlichen Optionen in diesem Materialkanal gedacht. Im Normalfall wirkt die Abdunkelung der **Diffusion** nur auf die Oberflächenfarbe, also auf den **Farbe**-Kanal des Materials. Durch Aktivieren der zusätzlichen Optionen kann die **Diffusion** auch auf das **Leuchten**, das **Glanzlicht** und die **Spiegelung** einwirken. Dies sind weitere Materialkanäle, die wir noch besprechen werden.

In der Regel werden Sie diesen Kanal mit einer **Textur** benutzen, um die Abdunkelung gezielt auf bestimmte Abschnitte einer Oberfläche zu begrenzen. Ansonsten wäre nur eine generelle Reduzierung der Helligkeit das Resultat.

### 9.4.3 Der Leuchten-Kanal

Dieser Kanal bietet Ihnen die gleichen Einstellungen wie der **Farbe**-Kanal. Hier findet jedoch keine Interaktion mit der Beleuchtung statt. Die gewählte Farbe bzw. Textur wird auf die Oberfläche aufaddiert, unabhängig von der bereits vorhandenen Beleuchtung.

Schatten werden daher gleichermaßen aufgehellt wie bereits beleuchtete Abschnitte. Dieser Kanal eignet sich dadurch besonders für die Simulation von Licht, das im Material gestreut wird. Diese Effekte werden unter dem Begriff **Subsurface Scattering** geführt.



Eine Vielzahl von Materialien profitiert von derartigen Eigenschaften. Flüssigkeiten und Kunststoffe ebenso, wie Marmor oder z. B. menschliche Haut. Sie werden die hierauf spezialisierten Shader noch kennenlernen. Eine Verwendung ohne so einen Shader bewirkt eine generelle Aufhellung der Oberfläche und kann dadurch zum Verlust an Schattierung und Dreidimensionalität beitragen.

Eine zweite Funktion dieses Materials ergibt sich bei Aktivierung der **Globalen Illumination** als Berechnungsmethode für Ihr Bild oder die Animation. Leuchtende Materialien addieren dann nicht nur Helligkeit zu einer Oberfläche, sondern strahlen tatsächlich auch Licht ab. Die Beleuchtung umliegender Objekte durch ein leuchtendes Material wird dadurch möglich. Sättigung, Helligkeit und auch die Abtastgenauigkeit lassen sich in so einem Fall durch weitere Parameter im **Illumination**-Kanal des Materials einstellen. Mehr dazu später.

#### 9.4.4 Der Transparenz-Kanal

Bei der Darstellung von Flüssigkeiten oder Glas kommen Sie um diesen Kanal nicht herum. **Helligkeit** und **Farbe** bestimmen hier den Grad der Transparenz. Je heller die gewählte Farbe ist, desto transparenter wirkt das Material.

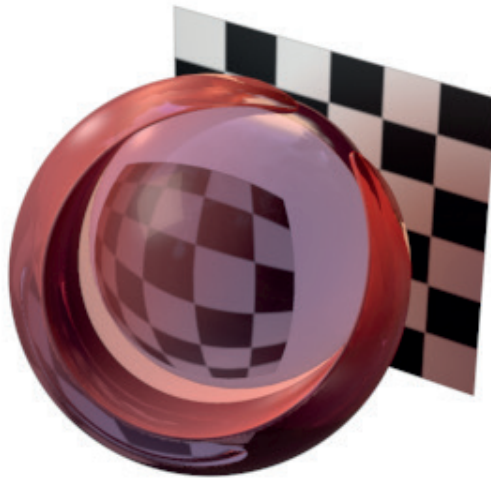


Zusätzlich trägt die **Farbe** natürlich auch zur Färbung z. B. des Glas-Materials bei. Bei Aktivierung des **Transparenz**-Kanals wird nämlich automatisch der **Farbe**-Kanal des Materials abgeschwächt. Je intensiver die **Transparenz** ist, desto weniger Oberflächenfarbe des **Farbe**-Kanals bleibt also sichtbar. Um diese Abhängigkeit aufzuheben können Sie die **Additiv**-Option aktivieren. Dies führt jedoch oft zu einer Überstrahlung der Oberfläche. Den **Brechung**-Wert kennen Sie bereits von den **Shader**-Materialien. Er definiert die Dichte des transparenten Materials und damit die Ablenkung des Sehstrahls. Über das Menü **Brechungs-Presets** können Sie oft einen passenden Wert direkt aus einer Liste gängiger Materialien auswählen. Alternativ hierzu kann der **Brechung**-Wert auch manuell eingetragen werden. Die **Innere Totalreflexion** aktiviert die **Fresnelreflexion** und somit den bereits beschriebenen **Fresnel**-Effekt.

Dieser reduziert automatisch die Transparenz dort, wo sich die Oberfläche des Objekts vom Betrachter wegkrümmt. Stattdessen wird dort eine Spiegelung der Umgebung angezeigt. Für diese krümmungsabhängige Spiegelung wird im separaten **Reflektivität**-Kanal des Materials eine zusätzliche **\*Transparenz\***-Ebene ergänzt. Dort kann die Intensität und Qualität dieser Spiegelung weiter definiert werden. Die **Austrittsreflexion** ergänzt an der Rückseite des Objekts eine zusätzliche Spiegelungsberechnung. Dies ist zwar physikalisch betrachtet korrekt, kann jedoch z. B. bei dünnwandigen Gläsern zu optisch ungewollten Doppelspiegelungen führen. Deaktivieren Sie in solchen Fällen diese Option.

Die **Textur**-Gruppe ist Ihnen ja mittlerweile bekannt. Hier können Sie wieder Bilder oder Shader einladen, um die Färbung der Transparenz variabel zu gestalten. Denken Sie nur an das Glasmosaik eines Kirchenfensters. Schwarze Bereiche innerhalb der benutzten Textur bleiben dann vollständig massiv. Nur Stellen mit einer Helligkeit über 0% tragen zur **Transparenz** bei.

Besonders farbige Flüssigkeiten, aber auch massives Glas verändern ihre Farbe je nach Volumen. Ein Tropfen Wasser ist nahezu perfekt durchsichtig, während der Blick in einen tiefen See kaum bis zum Boden reichen wird. Dies hängt mit der Streuung des Lichts in der Flüssigkeit zusammen. Diesen Effekt können Sie über die **Absorptionsfarbe** und die **Absorptionsdistanz** steuern.



Diese Distanz gibt hierbei die Strecke vor, die ein Lichtstrahl im Material mindestens zurücklegen muss, um die Färbung der **Absorptionsfarbe** anzunehmen. Damit der Effekt sichtbar wird, muss die **Absorptionsfarbe** ausgehend von dem perfekten Weiß der Voreinstellung verändert werden. Dünne Teile des Objekts erhalten dann die Färbung aus dem oberen Teil der Kanaleinstellungen. Dickere Abschnitte verfärben sich stärker entsprechend der **Absorptionsfarbe**.

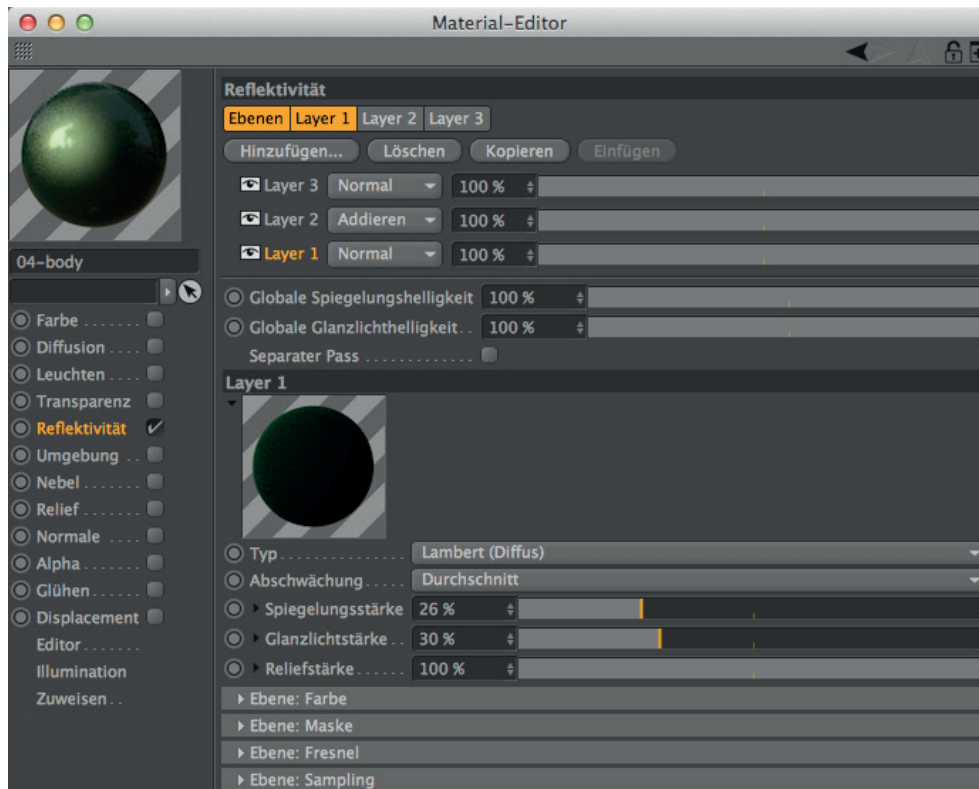
Da nicht alle transparenten Materialien das Licht ungehindert passieren lassen, können Sie auch dies mit dem **Matteffekt** simulieren. Denken Sie nur an eine Milchglasscheibe oder ein Glas voll Milch. Sicherlich ist in diesen beiden Fällen **Transparenz** notwendig, obwohl nicht ungehindert durch die Objekte hindurchgeschaut werden kann. Die Streuung des Materials steigt mit dem **Matteffekt**-Wert an. Noch dramatischer ist jedoch der Anstieg der Rechenzeit. Es werden nämlich zusätzliche Berechnungsstrahlen erzeugt, deren Anzahl zwischen **Min Samples** und **Max Samples** liegt. Sie kennen dieses Prinzip bereits aus der Besprechung der **Shader**-Materialien und auch von den **Fläche**-Schatten der Lichtquellen.

Der Parameter **Genauigkeit** stellt eine Entscheidungshilfe für Cinema 4D dar, ob eher die minimale oder die maximale Anzahl an Samples benutzt werden soll.

Eine **Matteffekt**-Einstellung von 0% schaltet diese Berechnung komplett ab. Beachten sie, dass der Matteffekt nur auf die Transparenz und nicht auch auf die Spiegelung der **Inneren Totalreflexion** wirkt. Diese bleibt unverändert scharf sichtbar. Um diese ebenfalls weich zu zeichnen, müssen Sie die Rauigkeit in der **\*Transparenz\***-Ebene des **Reflektivität**-Kanals erhöhen.

## 9.4.5 Der Reflektivität-Kanal

Dieser Materialkanal enthält verschiedene Optionen, um Glanz und Spiegelungen zu berechnen. Dabei stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung, die z. B. auch anisotrope Glanzlichter und Kratzer oder den Glanz auf verschiedenen Stoffarten simulieren können. Dieser Kanal ermöglicht Ihnen, komplexe Materialien in Schichten aufzubauen, um z. B. einen Autolack zu simulieren. Kernstück ist der Bereich für die **Ebenen**. Hier verwalten Sie die verschiedenen Effekt-Ebenen, über die Sie Glanz und Spiegelungen erzeugen. Über die **Hinzufügen**-Schaltfläche lassen sich neue Ebenen erstellen und über die **Löschen**-Schaltfläche auch wieder entfernen. Jede Ebene kann über ein Menü entweder im **Addieren**- oder **Normal**-Modus betrieben werden. **Addieren** eignet sich besser für Glanz-Ebenen, **Normal** ist für Ebenen gedacht, die hauptsächlich Spiegelungen simulieren. Um die Intensität und Qualität der Reflektivität auch ohne Testrenderings direkt im Editor begutachten zu können, aktivieren Sie **Erweitertes OpenGL** sowie die **Reflektivität** im Optionen-Menü der Editoransicht.



Die Deckkraft jeder Ebene kann individuell geregelt werden. Zudem finden Sie unterhalb zwei Regler für die **Globale Spiegelungshelligkeit** und die **Globale Glanzlichthelligkeit**. Über diese können die entsprechenden Effekte aller aktiven Ebenen noch einmal abgemischt werden. Um den Effekt einzelner Ebenen besser begutachten zu können, lassen sich die Wirkungen der Ebenen auch kurzfristig mit einem Klick auf die vorangestellten Augensymbole an- und ausschalten.

### 9.4.5.1 Die verschiedenen Ebenen-Typen

Jede Ebene innerhalb der **Reflektivität** kann grundsätzlich über ihr Typ-Menü konfiguriert werden. Die ersten vier Optionen **Beckmann**, **GGX**, **Phong** und **Ward** sind sich dabei recht ähnlich. Es handelt sich hierbei um verschiedene Berechnungsverfahren, um die Streuung der Berechnungsstrahlen an einer Oberfläche zu berechnen. Die leichten Unterschiede zwischen den verschiedenen Modi werden erst dann deutlicher, wenn die **Rauigkeit** der Oberfläche erhöht wird. Besonders **GGX** berechnet dann bei ansonsten identischen Einstellungen einen großflächigeren Effekt als die anderen drei Modi. **Beckmann** stellt jedoch aufgrund seiner optimierten Algorithmen einen guten Kompromiss zwischen Realismus und Berechnungsgeschwindigkeit dar.

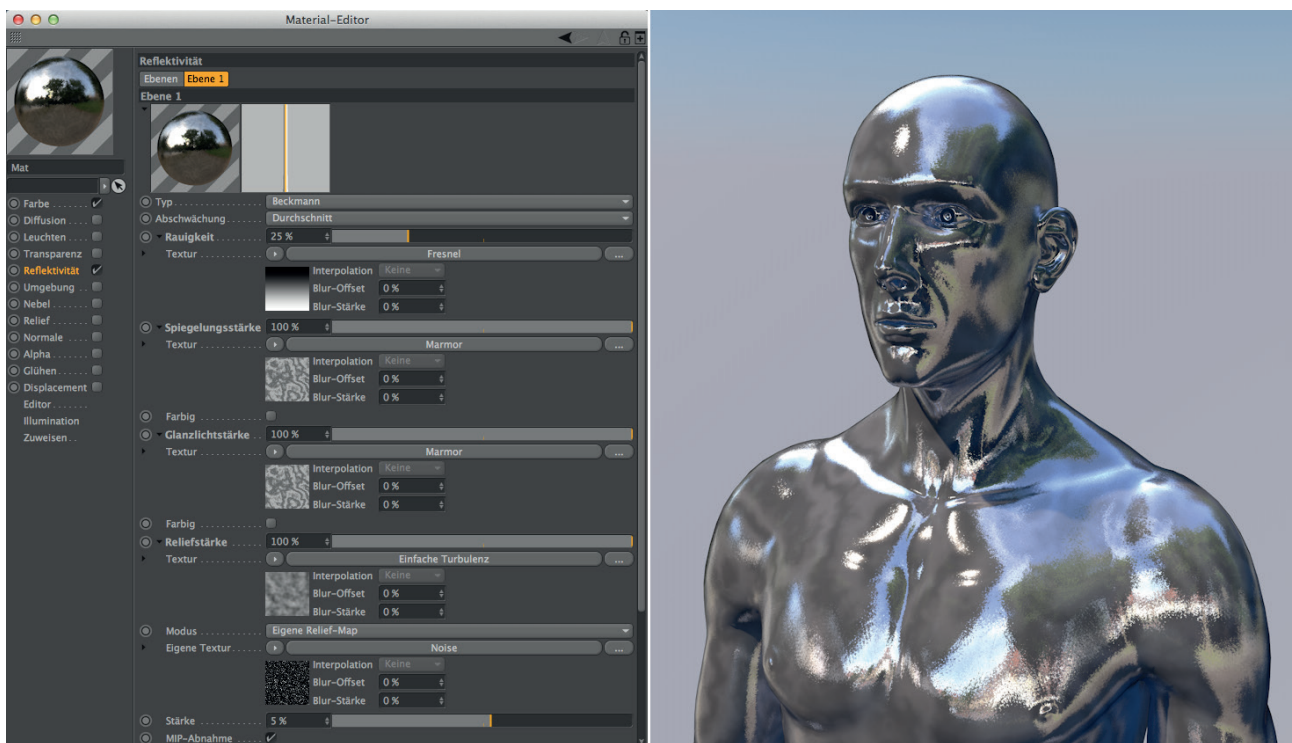
Die bereits erwähnte **Rauigkeit** spreizt in allen Fällen die Berechnungsstrahlen weiter auf und simuliert damit eine poröse und raue Oberfläche. Glanzlichter werden mit zunehmender **Rauigkeit** größer, Spiegelungen werden stärker weichgezeichnet.

Die **Spiegelungsstärke** und die **Glanzlichtstärke** können in einer Ebene individuell eingestellt werden. Auf diese Weise können also auch Ebenen erstellt werden, die ausschließlich den einen oder anderen Effekt berechnen. Ein entsprechender Vorschaubereich stellt zur Verdeutlichung des Verhältnisses zwischen Glanz und Spiegelung Kurven dar, die über eine senkrechte gelbe Linie voneinander getrennt werden. Die weiße Kurve in der rechten Hälfte der Vorschau stellt den Glanz dar. Die graue Kurve auf der linken Seite steht für die Intensität und Verteilung der Spiegelung auf der Oberfläche.

Viele Materialien benutzen zudem den **Relief**- oder den **Normale**-Kanal. Diese Kanäle verändern die Neigung der Oberflächennormalen und können dadurch feine Unregelmäßigkeiten, wie z. B. Kratzer, Poren oder eine Holzmaserung vortäuschen. Die eigentliche Form des Objekts wird dabei nicht verändert. Der Wert für die **Reliefstärke** in einer **Reflektivität**-Ebene gibt nun an, wie stark die über Relief oder Normale manipulierten Oberflächennormalen für die Berechnung des Glanzes oder der Spiegelungen ausgewertet werden sollen. Eine **Reliefstärke** von 0% benutzt daher in jedem Fall die ursprüngliche Objektform für die **Reflektivität**. Die Effekte des Relief- und des **Normale**-Kanals beschränken sich dann auf die Veränderung der Oberflächenschattierung des Farbe-Kanals und auf die Wirkung des **Transparenz**-Kanals. Der Relief- und der Normale-Effekt eignen sich daher auch für die Simulation kleiner Wasserwellen.

Wenn Sie für die Reflektivität einer Ebene eine individuelle Relief- oder Normale-Textur verwenden möchten, ist auch dies möglich. Klappen Sie hierzu das Dreieck neben der **Reliefstärke** auf und laden Sie dort die entsprechende **Textur**. Benutzen Sie das **Modus**-Menü in der gleichen Rubrik, um den entsprechenden Typ der **Textur** einzustellen.

Auf ähnliche Weise lassen sich auch die **Rauigkeit**, die **Spiegelungsstärke** und die **Glanzlichtstärke** über eigene Texturen steuern. Hier kommen in der Regel Graustufenbilder oder Shader zum Einsatz, die die Intensität der einzelnen Eigenschaften der Ebene individuell variieren können. Die folgende Abbildung gibt dazu ein Beispiel.

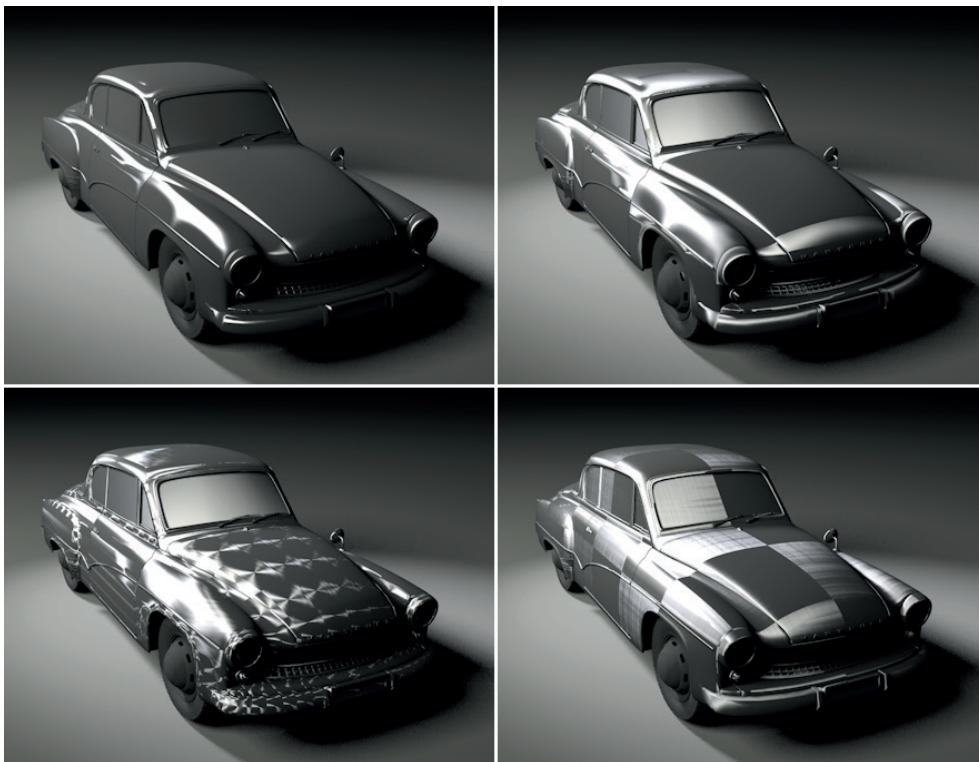


Die Farbig-Optionen für die Spiegelungsstärke und die Glanzlichtstärke führen ansonsten dazu, dass diese Effekte gleichzeitig durch den Farbe-Materialkanal eingefärbt werden können. Ansonsten stehen Ihnen aber auch in der folgenden Ebene: Farbe-Rubrik jeder Ebene auch noch Einstellungen zur Färbung zur Verfügung.

### 9.4.5.2 Anisotropie

Unter Anisotropie versteht man die Simulation von feinen Kratzern und Riefen auf der Oberfläche. Diese feinen Störungen sorgen in der Realität dafür, dass Glanzlichter länglich verzerrt werden. Sie kennen diesen Effekt z. B. von gebürsteten Metallen oder einer DVD-Oberfläche. Zuerst legen Sie über das **Reprojektion**-Menü fest, in welche Richtung die Kratzer verlaufen sollen. In der Einstellung **Keine** hängt die Verzerrungsrichtung des Glanzes und die Laufrichtung der simulierten Riefen nur vom Betrachtungswinkel des Objekts und der Position der Lichtquelle ab. Wenn Sie mehr Kontrolle benötigen wählen Sie die **Reprojektion Planar**. Sie können dann über den **Winkel**-Parameter die simulierten Kratzer beliebig drehen. Der Wert für **Größe** gibt den Abstand zwischen den Riefen an. Dies spielt jedoch für die Verzerrung des Glanzes keine Rolle, sondern wird erst bei Nutzung des **Riefen**-Menüs interessant. Gleiches gilt für **Offset U** und **Offset V**, mit denen Sie die Riefen individuell in der Projektionsebene Ihres Materials verschieben können.

Wenn Sie kreisförmige Riefen, wie z. B. auf einer DVD-Oberfläche oder auf dem Boden eines Kochtopfes benötigen, aktivieren Sie **Reprojektion Radial**. Das Zentrum der kreisförmig verzerrten Riefen kann dann über **Offset U** und **Offset V** mit Einstellungen von je 50% exakt in die Mitte der Texturkachel gelegt werden, um konzentrische Kreise zu erhalten, wenn Sie dieses Material mit **Projektion Fläche-Mapping** im **Textur-Tag** zuweisen. Auch hierbei gilt, dass sich **Größe**- und die **Offset**-Werte hauptsächlich auf die Riefen auswirken, die in einem separaten **Riefen**-Menü aktiviert werden müssen. Der **Anzahl**-Parameter, der bei Nutzung von **Reprojektion Radial** zusätzlich angeboten wird, wird nur bei der Nutzung des **Muster**-Menüs interessant. Es kann dann die Anzahl an Wiederholungen eingestellt werden, die von dem gewählten Muster innerhalb der Texturkachel verwendet werden. Das folgende Bild stellt die Unterschiede zwischen den verschiedenen **Reprojektionen** vor. Beachten Sie, dass das Ergebnis zusätzlich noch von der Art der Texturprojektion abhängt, die im **Textur-Tag** konfiguriert wird.



Die Nutzung des **Muster**-Menüs wird einfacher, wenn Sie gleichzeitig das **Riefen**-Menü auf **Primäre** einstellen. Sie erhalten dann ein zusätzliches Vorschaubild oben in der **Reflektivität**-Ebene, das die Form der simulierten Kratzer anzeigt. Zudem ergänzt diese Einstellung sichtbare Kratzer auf der Oberfläche. In der Einstellung **Riefen Keine** werden ansonsten nur die Glanzeffekte verzerrt. Die Oberfläche bleibt dabei unverändert glatt. Veränderungen an den Parametern **Größe**, **Offset U** und **Offset V** werden mit **Riefen Primäre** ebenfalls in dem Vorschaubereich der Riefen angezeigt.

Das **Muster Kreis** sorgt in Verbindung mit **Reprojektion Keine** oder **Planar** dafür, dass sich überlappende, konzentrische Riefenkreise entstehen. Dies ist ein typischer Zierschliff, wie er oft auf Edelstahl in der Lebensmittelbranche zu finden ist, aber auch hochwertige Armbanduhren verwenden solche Zierschliffe.

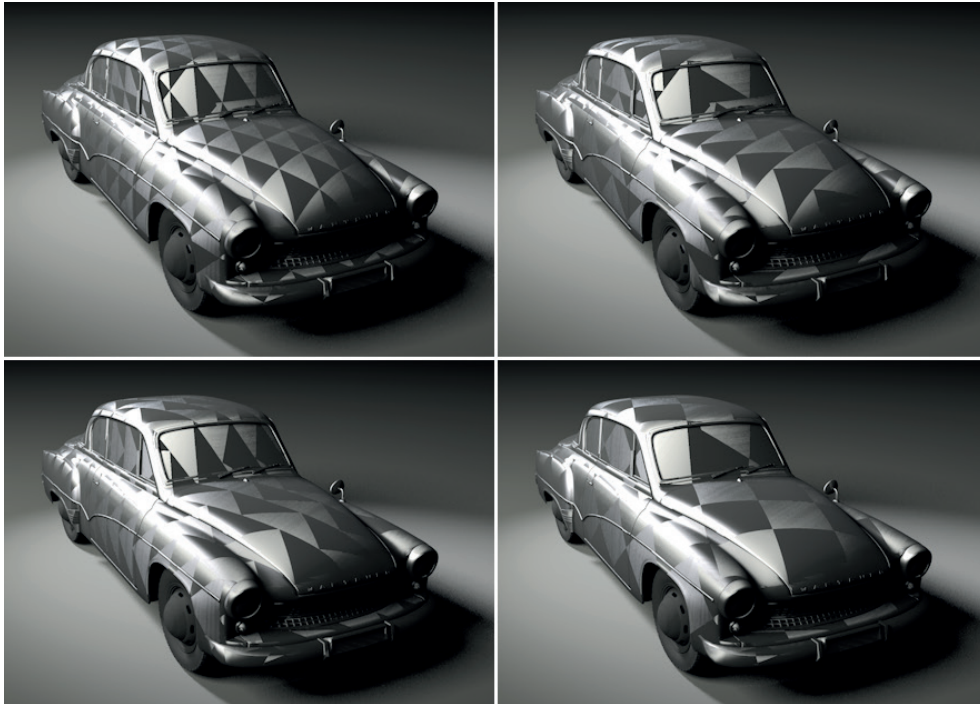
Mit **Muster Raute** wechselt die Richtung der Riefen in 90°-Schritten und bleibt dadurch überall parallel zu den Kanten der Texturkachel. Die folgende Abbildung stellt diese Muster vor.



Beim **Muster Diagonal** wechselt die Richtung der Riefen um 90° beim Erreichen der Diagonalen der Texturkachel. Das **Muster Gitter** erzeugt rechteckige Bereiche, die jeweils mit einer Riefenrichtung gefüllt werden. Zwischen den Segmenten des Musters werden die Riefen jeweils um 90° gedreht. Schließlich können Sie mit **Muster Eigenes** aber auch selbst tätig werden und über eine geladene Textur selbst die Laufrichtung von Riefen steuern. Sie finden das entsprechende **Textur**-Feld nach dem Aufklappen des kleinen Dreiecks vor **Max. Winkel**. Dieser Wert gibt an, welche Richtung durch weiße Bereiche in Ihrer Textur repräsentiert wird. Schwarz steht generell für 0°, also für in der Texturkachel horizontal verlaufende Riefen. Folgendes Bild zeigt Beispiele zu diesen Muster-Einstellungen.

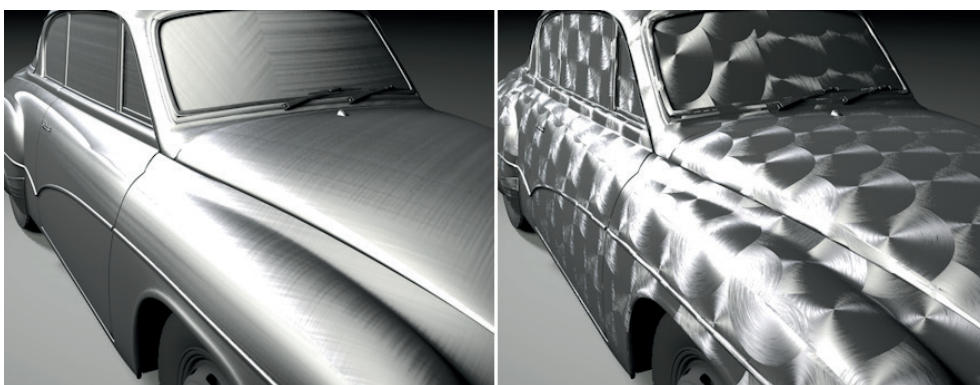


Werden derartige Muster mehrmals auf einer Oberfläche gekachelt, z. B. wenn kleine **Größe**-Werte benutzt werden, können harte Abrisse der Riefen sichtbar werden, dort wo die nächste Texturkachel beginnt. Sie können die Muster jedoch auch individuell spiegeln lassen. Über das **Spiegeln**-Menü stehen Ihnen die verschiedenen Richtungen **Spiegeln U**, **Spiegeln V** und **Spiegeln U+V** zur Verfügung. Die folgende Abbildung zeigt Ihnen die Wirkung eines gespiegelten Musters.



Neben den primären Riefen lassen sich noch zusätzlich Riefen simulieren, die immer 90° verdreht zu den primären Riefen verlaufen. Diese sekundären Riefen können entweder alleine oder in Kombination mit den primären Riefen berechnet werden. Sie finden dafür die Einstellungen **Sekundäre** und **Primäre + Sekundäre** im **Riefen**-Menü.

Bei Verwendung von **Riefen Primäre + Sekundäre** erhalten Sie einen zweiten Vorschaubereich oben in den Einstellungen der **Reflektivität**-Ebene. Die Drehung dieser sekundären Riefen ist über den **Winkel**-Parameter an die Laufrichtung der primären Riefen gekoppelt. Beide Riefen können daher nur zusammen gedreht werden. Das nachfolgende Bild zeigt verschiedene Muster mit primären und sekundären Riefen.



Der Verlauf der Glanz- und Spiegelungsverzerrung kann unabhängig von der Laufrichtung der Riefen über den **Richtung**-Parameter gedreht werden. Mit **Anisotropie** geben Sie gleichzeitig an, wie stark die Verzerrung ausfallen soll. Hohe Werte lassen den Glanz zu einer dünnen Linie werden, kleine Werte führen zu der kreisrunden Glanzlichtform, die auch ohne eine **Anisotropie**-Ebene erzeugt werden kann. Einziger Unterschied zu anderen Ebenen-Typen ist in diesem Fall, dass nach wie vor die primären und sekundären Riefen als Relief auf der Oberfläche dargestellt werden können. Sowohl die Anisotropie als auch die Richtung können über Graustufen Texturen auf der Oberfläche variiert werden. Sie finden entsprechende **Textur**-Bereiche nach dem Anklicken der kleinen Dreiecke neben den Parametern.



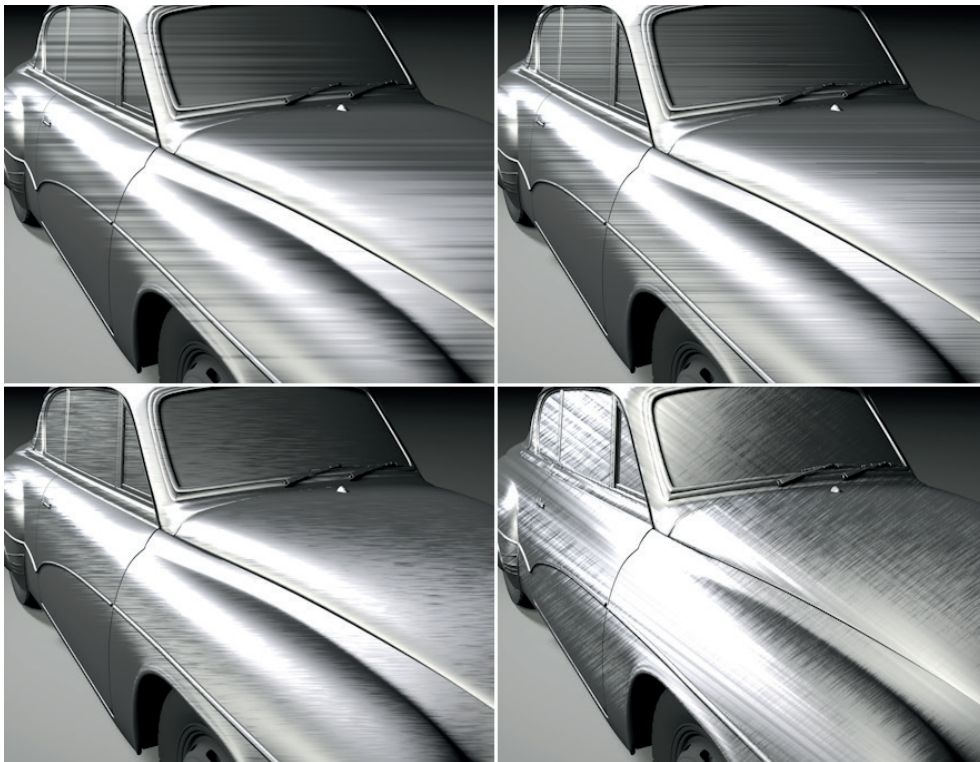
Beachten Sie, dass die Größe der anisotropen Glanzlichtverzerrung hauptsächlich von der **Rauigkeit** der Ebene abhängt.

Die Tiefe der Riefen kann über **Primäre Amplitude** und **Sekundäre Amplitude** eingestellt werden. **Primäre Größe** und **Sekundäre Größe** geben den Abstand zwischen den Riefen an. Die bereits besprochene **Größe** wirkt ähnlich, skaliert jedoch das gewählte Muster und belässt die Dichte der Riefen gleich.

Mit **Primäre Länge** und **Sekundäre Länge** kann die Länge der Riefen bestimmt werden. Kurze Riefen führen zu mehr Variationen im Kratzerbild, da die Kratzer öfter unterbrochen werden.

Schließlich sorgen **Primäre Abschwächung** und **Sekundäre Abschwächung** dafür, dass weiter von der Kamera entfernte Riefen und Kratzer, die in einem flachen Winkel zum Betrachter liegen automatisch abgeschwächt dargestellt werden. Dies reduziert die Gefahr des Moiré-Effekts und von Flimmern bei der Berechnung von Animationen.

Das folgende Bild zeigt Variationen der Riefen.



#### 9.4.5.3 Diffuse Ebenen

Im Prinzip könnte die Oberflächenfarbe auch durch eine extrem weit gestreute Spiegelung oder einen sehr rauen Glanz berechnet werden. Voraussetzung dafür ist, dass **Fläche**-Lichter mit sichtbaren Eigenschaften für die Reflektivität oder HDR-Bilder bzw. leuchtende Materialien für die Szenenbeleuchtung benutzt werden. Unterstützt werden kann dieser Effekt durch entsprechend weich gestreute Glanzlichter, die natürlich auch mit den übrigen Lichtquellen, wie z. B. Punkt- oder Spot-Lichtquellen funktionieren. Cinema 4D bietet für diese Fälle auch diffuse Ebenen in der **Reflektivität** an. Mit **Lambert (Diffus)** und **Oren-Nayar (Diffus)** stehen zwei Berechnungsverfahren zur Verfügung, bei denen hauptsächlich die Intensität der Spiegelung und des Glanzes über Spiegelungstärke und Glanzstärke vorgegeben werden können. In beiden Modi sind diese Effekte jedoch extrem weichgezeichnet, also eben sehr diffus. Mit dem **Typ Oren-Nayar (Diffus)** steht ein zusätzlicher **Rauigkeit**-Parameter zur Verfügung, mit dem diese Streuung noch verstärkt werden kann. Im Prinzip könnte auf diese Weise der **Farbe**-Kanal des Materials komplett ersetzt werden, um ein vollständiges Material innerhalb des **Reflektivität**-Kanals aufzubauen.

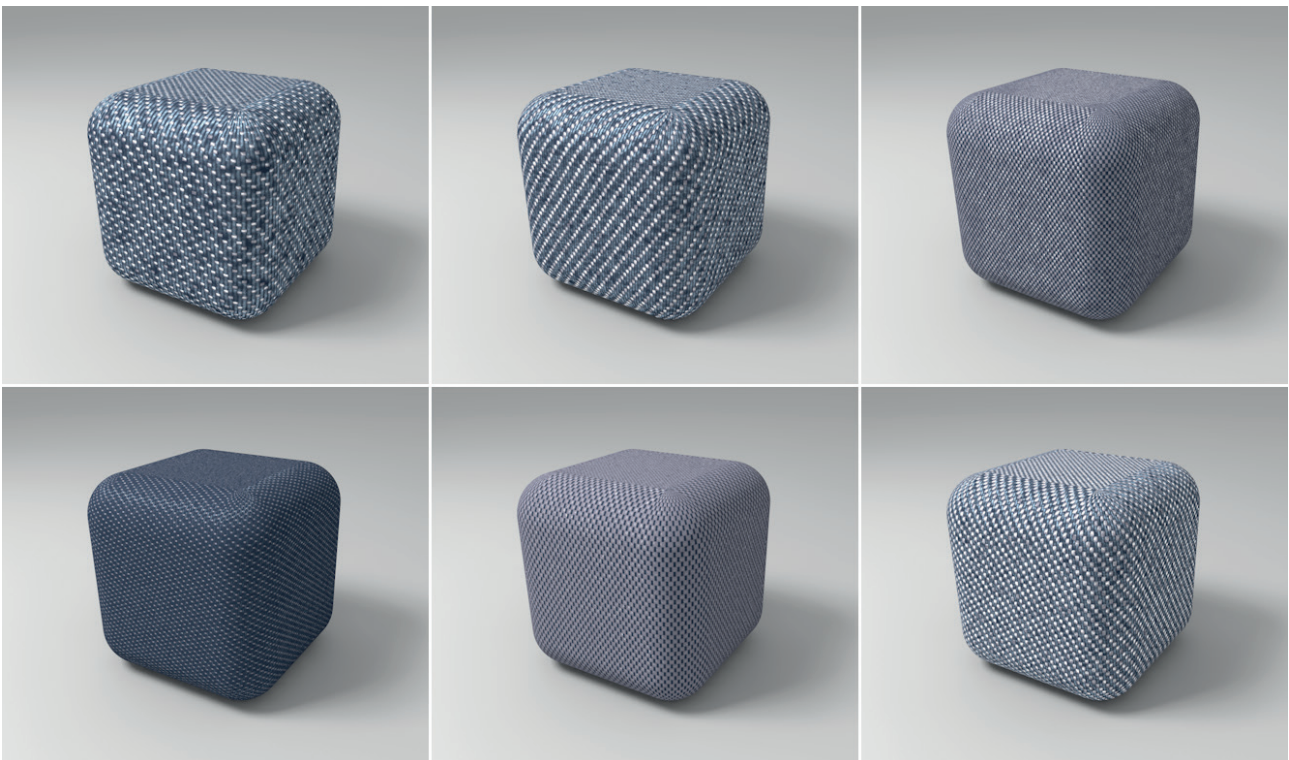
Tatsächlich zwingt uns dies zur Einhaltung eines physikalisch basierten Materialaufbaus, der zu besonders realistischen Oberflächenbeschreibungen führen kann. Wenn Sie dies vorhanben, können Sie auch direkt im **Erzeugen > Materialien**-Menü des *Material-Managers* ein **Physikalisches Material** finden, das bereits entsprechend vorbereitet ist. Hier liegt dann schon eine diffuse Reflektivitätsebene im **Reflektivität**-Kanal vor und der **Farbe**-Materialkanal ist deaktiviert. Praktisch spricht jedoch auch einiges dagegen, denn die Berechnung echter diffuser Spiegelungen ist oft aufwändiger als die Darstellung des **Farbe**-Kanals. Zudem gibt es Einschränkungen bei der Benutzung mit **Globaler Illumination**. Diese benutzt eine automatische Reduzierung der Samplegenauigkeit, wenn transparente oder spiegelnde Oberflächen berechnet werden. Diese Reduzierung lässt sich nicht vollständig deaktivieren. Sie sind daher flexibler, wenn Sie die Grundeinstellungen für die Oberflächenfärbung weiterhin über den **Farbe**-Kanal vornehmen und sich bei der **Reflektivität** auf die Ergänzung spiegelnder oder glänzender Eigenschaften konzentrieren. Für spezielle Effekte sind diese diffusen Modi jedoch sicherlich auch eine spannende Alternative, zumal auch hierüber wieder die Option einer individuellen Reliefauswertung über die **Reliefstärke** und deren **Modus**-Menü zur Verfügung steht.

#### 9.4.5.4 Irawan (Gewebe Textilien)

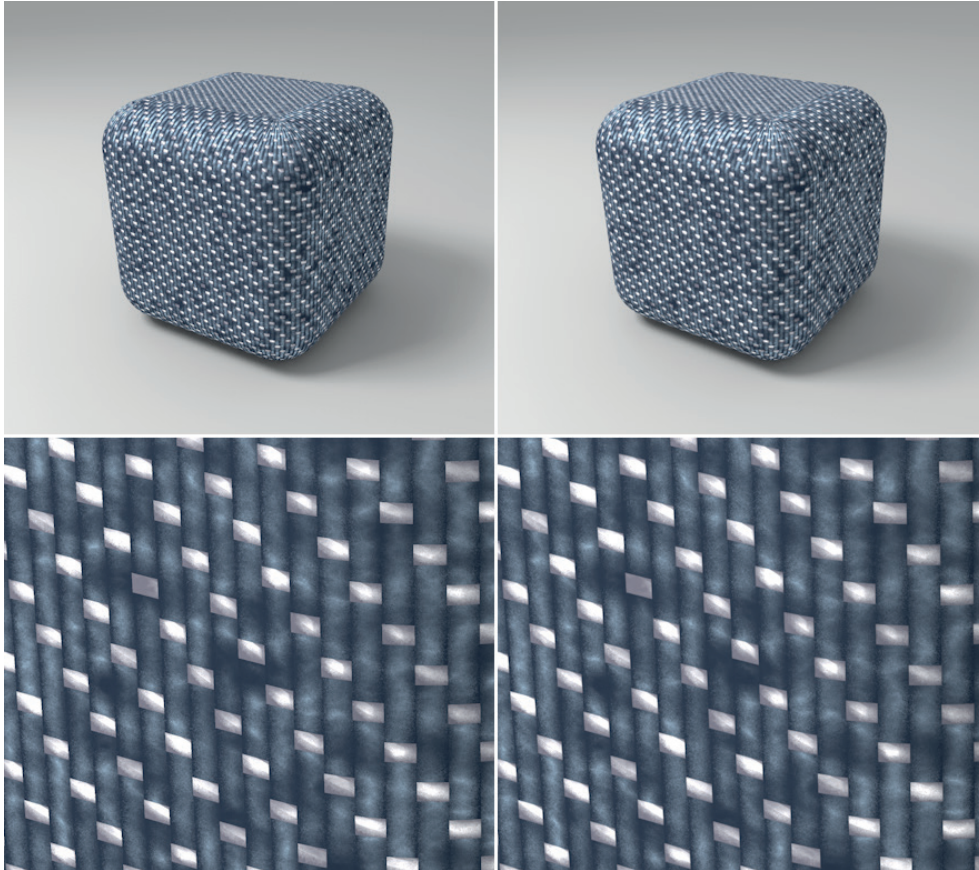
Diese Einstellung eignet sich für die Simulation gewebter Stoffe. Dabei können verschiedene Webmuster simuliert werden. Dieser Ebenentyp hat zudem die Besonderheit, dass er sowohl diffuse Farben, als auch Glanz und Spiegelungen kombiniert berechnen kann. In der Regel sollte daher der **Farbe**-Kanal des Materials ausgeschaltet bleiben, damit es nicht zu einer Verfälschung der Garnfarben kommt.

Über das **Preset**-Menü unter **Ebene: Textil** können Sie zwischen gängigen Webmustern und Farbkombinationen für verschiedene Kleidungsstücke wählen. Diese Presets verändern automatisch verschiedene Parameter in der **Textil**-Rubrik, wie z. B. das **Webmuster** und die verwendeten Garnfarben. Alle Eigenschaften können aber auch individuell eingestellt und auch nach Auswahl eines **Presets** noch editiert werden.

Die erste Einstellung betrifft das Webmuster. Dieses legt den Verlauf und die Anordnung der Schuss- und Kettfäden fest, aus denen der Stoff gewebt wird. Die folgende Abbildung stellt die gebotenen Webmuster bei ansonsten gleichen Farb- und Größe-Einstellungen gegenüber.



Die Berechnung des Webmusters kann qualitativ beeinflusst werden. Hierfür stehen die Einstellungen **Niedrig**, **Mittel** und **Hoch** im **Qualität**-Menü zur Verfügung. Für extreme Nahaufnahmen des Stoffs sind hohe Qualitätsstufe sinnvoll, bei normaler Entfernung können aber auch **Niedrig** und **Mittel** völlig ausreichend sein. Zudem steigt die Berechnungsdauer bei höheren Qualitätsstufen an. Die folgende Abbildung zeigt in der linken Spalte die **Qualität Niedrig** und in der rechten Spalte die **Qualität Hoch**. Die Unterschiede sind nur marginal und vor allem an schärfer definierte Glanzpunkten zu erkennen.

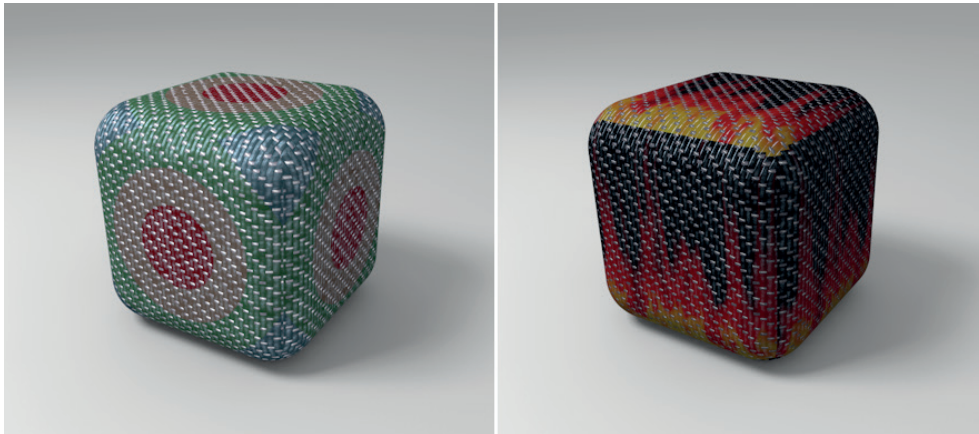


Das Webmuster kann über den **Richtung**-Winkel individuell gedreht und über die **Größe U**- und **Größe V**-Einstellungen skaliert und ggf. verzerrt werden. Schließlich kann auch die Größe des Glanzes auf den Fäden mit dem **Glanzpunkte**-Wert beeinflusst werden. Ein kleiner Wert lässt die Fäden eher glatt und wie Kunststoff wirken. Größere Werte machen den Glanz weicher und lassen die Fäden somit rauer erscheinen.

Einen ähnlichen Effekt hat **Streuen: Gleichmäßig**, denn damit können die glänzenden und spiegelnden Eigenschaften des Stoffs verstärkt werden. **Streuen: Vorwärts** ist hingegen nur für die bereits im Glanz liegenden Teile zuständig. Dieser Parameter bietet sich daher für die Kontrolle des Glanz-Kontrasts an. Kleine Werte machen den Glanz und die Spiegelungen noch intensiver.

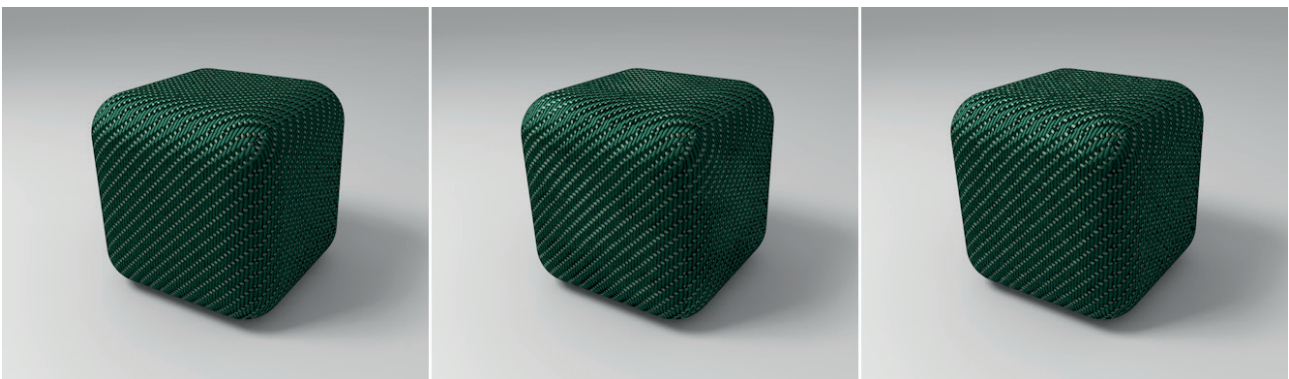
Neben der Auswahl des Webmusters und dessen Größe ist aber sicherlich besonders die Farbgebung wichtig für die Gesamtwirkung des Materials und des Stoffs. Dafür stehen Ihnen **Kettfaden: Diffus** und **Schussfaden: Diffus** zur Verfügung. Die Farbwirkung des gesamten Stoffs setzt sich somit aus diesen beiden Farben zusammen und ist von dem Verhältnis zwischen Kett- und Schussfaden abhängig. Dies wird durch das gewählte Webmuster festgelegt. Zusätzlich lassen sich die Glanzeigenschaften beider Fadenarten über **Kettfaden: Glanzlicht** und **Schussfaden: Glanzlicht** vorgeben. Wie üblich können alle diese Eigenschaften auch wieder über Texturen gesteuert werden, die nach dem Anklicken der kleinen Dreiecke neben den Parametern geladen werden können. Beachten Sie bei der Nutzung eigener Texturen, dass diese immer mit dem jeweiligen Farbwert multipliziert werden. Wenn Sie keine Abweichung von der geladenen Textur wünschen, müssen Sie also reines weiß als diffuse oder Glanzlichtfarbe benutzen.

Das folgende Bild zeigt Beispiele für einen individuell gefärbten Stoff.



Schließlich lässt sich der Realismus immer gut durch Abweichungen und Variationen annähern. Hierfür ist die letzte Rubrik innerhalb der Textil-Ebene gedacht. Los geht es dabei mit **Noise: Stärke**, womit eine Variation der verwendeten Garnfarben gemeint ist. Die zufällige Variation wird dabei ähnlich wie beim Noise-Shader einem Rauschmuster entnommen und führt zu zufälligen Helligkeitsvariationen. Dieses Muster kann über **Noise: Größe** beliebig skaliert werden. Bei kleiner Größe kommt es bereits auf kurzer Strecke zu vielen Variationen. Beachten Sie, dass die Größe des Noisemusters zusammen mit dem Webmuster auch über **Größe U** und **Größe V** skaliert wird.

Mit **Garn: Noise (Kettfaden)** und **Garn: Noise (Schussfaden)** lässt sich auch das Webmuster selbst stärker variieren. Bei höheren Werten weichen Kett- und Schussfaden immer stärker von ihrer ursprünglichen Richtung ab. Die Häufigkeit dieser Störungen kann dann wieder über **Garn: Noise-Größe** geregelt werden. Die folgende Abbildung stellt die unveränderte Webstruktur dem gleichen Webmuster mit starkem Noise für Kett- und Schussfaden gegenüber.



#### 9.4.5.5 Kompatibilitäts-Modi

Der Umgang mit Glanz und Spiegelungen war in älteren Cinema 4D Versionen grundsätzlich anders. Damit beim Laden älterer Projekte keine sichtbaren Unterschiede an den Materialien entstehen, enthält der **Reflektivität**-Kanal auch Ebenen, die das Aussehen der älteren Cinema 4D Materialien nachbilden können. Diese Ebenen sollten Sie nicht benutzen, wenn Sie ein neues Material erzeugen. Die übrigen Ebenentypen bieten Ihnen viel mehr Gestaltungsmöglichkeiten.

Der **Typ Spiegelung (alt)** simuliert die Wirkung des Spiegelung-Kanals älterer Cinema 4D Versionen. **Glanzlicht – Blinn (alt)** und **Glanzlicht – Phong (alt)** simulieren den alten Glanzlicht-Kanal und dessen Wirkung bei den Schattierungsmodellen Phong und Blinn. Diese sind mittlerweile durch das Lambert-Schattierungsmodell ersetzt worden.

#### 9.4.5.6 Die Farbe-Einstellungen

In der Rubrik **Ebene: Farbe** haben Sie die Möglichkeit, Glanz und Spiegelung der **Reflektivität**-Ebene einzufärben. Die eingestellte **Farbe** wird dabei mit der Intensität von Glanz und Spiegelung multipliziert. Wenn Sie dunkle Farben verwenden, reduziert sich also automatisch die Stärke der Ebene. Die Einstellungen enthalten zusätzlich einen **Textur**-Bereich, in den Sie ein Bild, einen Film oder einen Shader laden können. Auf diese Weise können Sie auch unterschiedliche Farben in Glanz und Spiegelung mischen lassen. **Ebene: Farbe** entspricht in seinen Optionen somit den Einstellungen des **Farbe**-Kanals eines Materials und bietet daher auch einen **Mischmodus** und eine **Mischstärke** an, um eine geladene Textur mit der eingestellten Farbe interagieren zu lassen.

#### 9.4.5.7 Die Ebene maskieren

Nicht immer ist gewünscht, dass die gesamte Oberfläche eines Objekts gleichmäßig stark spiegelt oder glänzt. So kann ein Metallteil z. B. teilweise rostig sein und wird an diesen Stellen kaum noch Glanz oder Spiegelungen zeigen. Die Einstellungen in **Ebene: Maske** sind daher dafür gedacht, die Eigenschaften dieser **Reflektivität**-Ebene teilweise abzuschwächen oder gar ganz zu unterdrücken. Die einfachste Option hierfür bietet der **Helligkeit**-Wert. Dieser wird mit der **Farbe** und einer eventuell geladenen **Textur** multipliziert. Die verbleibende Helligkeit entspricht dann der Deckkraft dieser Ebene. Wenn eine **Textur** verwendet wird, können natürlich auch Verläufe in der Deckkraft simuliert werden. Über die **Farbe** und die **Textur** ist zudem auch die Färbung von Glanz und Spiegelung möglich. Wie gewohnt kann eine geladene Textur über den **Mischmodus** und die **Mischstärke** auch mit einer Farbe gemischt werden. Wie Sie sehen gibt es starke Parallelen zu **Ebene: Farbe** über den Sie ebenfalls die Deckkraft der Ebene regulieren konnten. Dadurch, dass Sie zwei ähnliche Einstellungen zur Verfügung haben, können Sie **Ebene: Farbe** nur zum Färben und **Ebene: Maske** zum individuellen Freistellen oder Steuern der Ebenendeckkraft benutzen.

#### 9.4.5.8 Der Fresnel-Effekt

Der Fresnel-Effekt simuliert die Veränderung einer Eigenschaft in Abhängigkeit vom Blickwinkel auf eine Oberfläche. In Bezug auf das Materialsystem macht dies vor allem bei spiegelnden Objekten Sinn, denn der Fresnel-Effekt ist sehr charakteristisch für verschiedene Oberflächen. Aus diesem Grund gibt es auch zahlreiche Voreinstellungen, so genannte **Presets**. Diese gliedern sich in zwei Gruppen, die im Menü **Fresnel** ausgewählt werden: **Leiter** sind vorwiegend Metalle, ein **Dielektrikum** hingegen kann z. B. eine Flüssigkeit oder Glas sein. Der Brechungsindex gibt an, wie stark ein Sehstrahl an dem Material abgelenkt wird. Typische Werte sind z. B. 1.333 für flüssiges Wasser oder 1.6 für ein normales Glas. Da es sich hier um physikalische Werte handelt, können diese z. B. im Internet für das gewünschte Material recherchiert werden. Ist der **Brechungsindex** eines Materials bekannt, so kann dieser aber auch manuell selbst eingetragen werden. Bei dem Fresnel-Effekt für ein leitendes Material kommt noch die **Absorption** hinzu, die allgemein für die Intensität der Spiegelung steht. Höhere Werte verstärken daher auch generell die spiegelnden Eigenschaften der Oberfläche. Über die Stärke kann anschließend der Fresnel-Effekt individuell abgemischt werden. Die **Invertieren**-Option führt ggf. zu einer Umkehrung der Intensitätsverteilung für Glanz und Spiegelungen. Die **Opak**-Option schließlich unterdrückt das Durchschimmern tiefer liegender Reflektivität-Ebenen in den Bereichen, die über Fresnel abgeschwächt wurden. Tiefere Glanz- und Spiegelungsebenen sind dann an dieser Ebene nur noch in den Bereichen sichtbar, die über **Ebene: Maske** ausgeblendet wurden. Die folgende Abbildung demonstriert die Wirkung des Fresnel-Effekts im Vergleich, links ohne, rechts mit Fresnel. Deutlich zu erkennen, wie erst der Fresnel den **Farbe**-Kanal unter der Spiegelung sichtbar macht.



### 9.4.5.9 Die Sampling-Einstellungen

Sobald es um unscharfe Effekte geht, müssen mehrere Berechnungen pro Pixel durchgeführt werden. Das Prinzip wird z. B. bei der Berechnung von Antialiasing, Flächenschatten, Subsurface Scattering, Bewegungsunschärfe, oder eben auch bei unscharfen Spiegelungen und Transparenzen verwendet. Der Wert für die Sample-Unterteilung legt dabei indirekt die maximale Anzahl an Rechenschritten pro Pixel fest. Je höher dieser Wert gewählt wird, desto präziser wird gerechnet, desto länger dauert es aber naturgemäß auch.

Da sich in einer Spiegelung wiederum andere spiegelnde Oberflächen abbilden können, gibt es noch eine Einstellung für **Sekundäre begrenzen**. Diese hilft dabei ein typisches Problem zu entschärfen, das bei Szenen mit intensiven HDR-Bildern und verschiedenen spiegelnden Oberflächen auftreten kann. In solchen Fällen kann es zu vereinzelt extrem hellen Pixeln in Spiegelungen kommen, so genannten Fireflies. Normalerweise wären diese nur durch eine Erhöhung der Sample-Anzahl in den Griff zu bekommen, was natürlich die Berechnung verlangsamen würde. Mit **Sekundäre begrenzen** können jedoch solche extremen Kontraste automatisch herausgefiltert werden. Je höher der Wert ist, desto stärker fällt die Dämpfung starker Kontraste in den Spiegelungen aus.

Der Parameter **Abschneiden** ist genau am anderen Ende des Spektrums tätig. Hiermit können nämlich geringe Helligkeiten aus einer Spiegelung entfernt werden. Je größer der Wert ist, desto mehr schwache Bestandteile fallen aus der Spiegelung heraus. Dies beschleunigt zwar auch die Berechnung, sollte jedoch auch nicht übertrieben werden. In der Realität ist schließlich auch immer alles in einer Spiegelung zu sehen. Die folgende Abbildung zeigt Ihnen den beschriebenen Effekt des **Abschneiden**-Parameters mit ansteigenden Werten.



Um extreme Situationen, wie z. B. zwei sich gegenüberstehende Spiegel, rechentechnisch in den Griff zu bekommen, gibt es in den **Rendervoreinstellungen** eine Obergrenze für die Anzahl an Reflexionen pro Berechnungstrahl. Sie regeln dies über die **Strahltiefe** in den **Optionen**. Wird diese Anzahl an Reflexionen überschritten, können Sie mit der **Austrittsfarbe** in der **Reflektivität**-Ebene angeben, welche Farbe für diesen Pixel verwendet werden soll. Standardmäßig ist dies schwarz, da auch der leere Cinema 4D-Raum anfangs schwarz ist.

Die Option für **Separater Pass** ist dann interessant, wenn Sie einzelne Spiegelungen oder Glanzlichter im Rahmen eines Multi-Pass-Renderings speichern möchten. Dies kann die Nachbearbeitung z. B. in Bildbearbeitungs- oder Compositing-Programmen stark vereinfachen. Bei Auswahl einer Multi-Pass-Ebene für Spiegelungen oder Glanzlichter können Sie sich dann entscheiden, ob Sie separate Materialien ausgegeben haben möchten oder alle Spiegelungen und Glanzlichter in einer einzelnen Ebene vereint werden. Eine zusätzliche Option erlaubt dann auch, nur die selektierten Spiegelungen und Glanzlichter separat auf Ebenen zu rendern. Dies betrifft dann alle die Reflektivität-Ebenen, die **Separater Pass** angeschaltet haben. Das Anhängen von **Separater Pass** alleine bewirkt also noch nichts. Es muss zusätzlich **Multi Pass** in den **Rendervoreinstellungen** aktiviert und für **Spiegelungen** und **Glanzlichter** konfiguriert sein.

#### 9.4.5.10 Die Distanzabblendung

In der Realität verhält es sich so, dass es für die Entfernung zwischen Objekten, die Spiegelungen empfangen keine Beschränkung gibt. Sollte sich ein weiter entferntes Objekt nicht mehr spiegeln, so liegt dies an der niedrigen Oberflächengüte des spiegelnden Objekts. Es gibt jedoch durchaus auch reizvolle Effekte, bei denen die spiegelnde Oberfläche eine hohe Güte hat aber dennoch weiter entfernte Objekte nicht mehr darauf zu sehen sein sollen. Derartige Effekte können Sie über die **Distanzabblendung** realisieren. Ist diese aktiv, geben Sie über den **Distanz**-Parameter eine maximale Entfernung an. Nur was näher entfernt liegt, kann sich dann noch in diesem Material spiegeln. Die Intensität der Spiegelung im Verhältnis zum Abstand eines Objekts wird über ein neues Vorschaubild im Kopf der Ebenen-Einstellungen angezeigt und ist standardmäßig linear. Sie können dies jedoch über den **Abnahme**-Wert beliebig gestaltet. So führen **Abnahme**-Werte unter 0 dazu, dass die Intensität von Spiegelungen schon bei nur kleinen Abständen sehr schnell abnimmt und dafür in der Nähe des **Distanz**-Abstands weicher ausläuft. Ähnlich der **Austrittsfarbe** im Bereich **Ebene: Sampling** kann auch hier über eine **Distanzfarbe** definiert werden, was mit den Berechnungsstrahlen geschehen soll, die über die vorgegebene **Distanz** hinausreichen. In der Regel ist schwarz hier die richtige Wahl, denn es soll sich ja nichts spiegeln, was weiter entfernt liegt. Andere Einstellungen können jedoch ggf. für spezielle Effekte nützlich sein. Die folgende Abbildung demonstriert die Wirkung einer Distanzabblendung auf die Spiegelung im Boden.



#### 9.4.6 Der Umgebung-Kanal

Selbst bei Spiegelungen mit maximaler Intensität kann sich natürlich nur dort ein Effekt zeigen, wo sich auch Objekte in der Oberfläche spiegeln. Da der 3D-Raum ansonsten leer und somit schwarz ist, müssen Sie also selbst für die passende Umgebung sorgen.

Hier kann der **Umgebung**-Kanal helfen, denn Sie können dort über den **Texturbereich** z. B. ein einfaches Bild laden und dieses als simulierte Spiegelung um Ihr Objekt legen. Denken Sie z. B. an ein Panoramabild. Dies erspart Ihnen die Umgebung tatsächlich dreidimensional modellieren zu müssen, nur um die gewünschte Spiegelung auf dem Objekt zu sehen.

Wie oft die geladene Textur dabei auf der Oberfläche zu sehen ist, legen Sie mit den **Kacheln**-Einstellungen fest. Standardmäßig deckt die Textur das gesamte Objekt ab, daher sind beide **Kacheln**-Werte auf eins eingestellt. Eine Erhöhung von **Kacheln X** auf zwei würde die Textur dann so skalieren, dass sie zwei Mal umlaufend auf dem Objekt zu sehen ist. Entsprechend definiert **Kacheln Y** die Anzahl der Texturkopien in vertikaler Richtung.

Ist die **Ausschließlich**-Option angeschaltet, ist nur dort die Textur zu sehen, wo sich keine echten 3D-Objekte Ihrer Szene auf der Oberfläche spiegeln würden. Ohne diese Option wird darauf keine Rücksicht genommen. Bei zusätzlich aktivem **Reflektivität**-Kanal überlagern sich dann die geladene **Textur**-Umgebung und die echten Spiegelungen auf der Oberfläche.

### 9.4.7 Der Nebel-Kanal

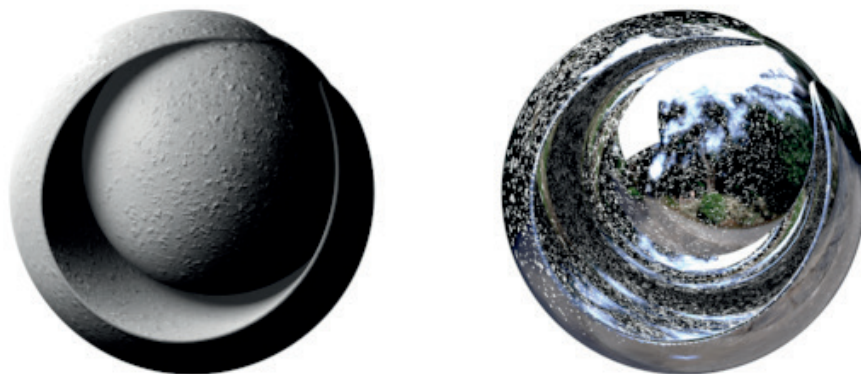
Wieder ein alter Bekannter, denn die Erzeugung von Nebel haben wir bereits an einigen Beispielen besprochen. Wie beim **Nebel Shader**-Material können Sie auch hier wieder das Volumen eines Objekts mit Nebel füllen lassen. Der Effekt bietet Ihnen hier jedoch weit weniger Einstellmöglichkeiten und Optionen. So fehlt z. B. komplett die Möglichkeit, Unregelmäßigkeiten und Wolken im Nebel zu berechnen oder den Nebel entlang der Y-Richtung weich auslaufen zu lassen.

Die Dichte des Nebels wird ausschließlich über die Form des zugewiesenen Objekts definiert. Der **Distanz**-Wert im Material gibt dabei die notwendige Dicke des Objekts an damit der Nebel massiv in der gewählten **Farbe** erscheint. Ist das Objekt weniger groß, wirkt der Nebel transparent. Diese Eigenschaft eignet sich daher nur für einfache Effekte, wie z. B. Nebel in einer Bodensenke.

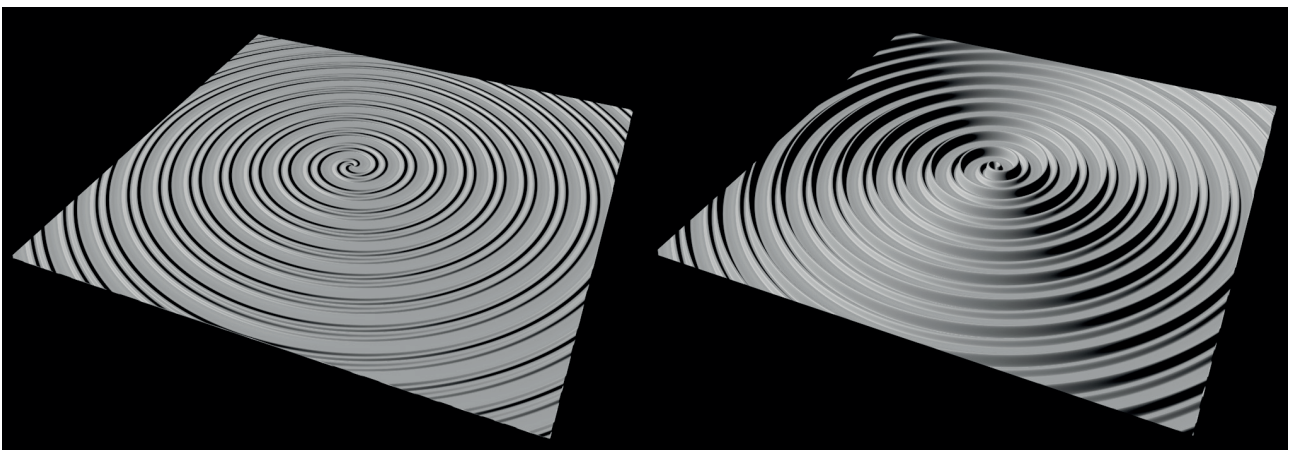
### 9.4.8 Der Relief-Kanal

Sie kennen die Wirkung dieses Kanals bereits von den **Shader**-Materialien. Dort hieß dieser Kanal jedoch **Rauheit**. Der Kanal benötigt in jedem Fall eine **Textur**, die dann bezüglich ihrer Helligkeiten ausgewertet wird.

Helle Bereiche werden scheinbar auf der Oberfläche nach außen gedrückt, dunkle führen zu Absenkungen. Dabei handelt es sich nur um einen Schattierungseffekt, der durch die Manipulation der Oberflächennormalen zustande kommt. Die Form des Objekts wird also nicht wirklich verändert. Dieser Kanal eignet sich daher nur für die Simulation feiner Unregelmäßigkeiten. Die **Stärke** regelt dabei die Intensität des Effekts. Auch negative Einstellungen sind hierbei möglich, was zu einer Invertierung des Effekts führt. Die **MIP-Abnahme** reduziert den **Relief**-Effekt automatisch mit zunehmender Neigung und Entfernung zur Kamera um **Antialiasing**-Problemen vorzubeugen. Das Relief kann nicht nur die Schattierung der Oberfläche verändern, sondern beeinflusst auch die Brechung einer Transparenz oder die Spiegelung. Letzteres kann zusätzlich über die bereits besprochene **Relief**-Option des **Reflektivität**-Kanals gesteuert werden.



Noch eindrucksvoller wird der Effekt durch gleichzeitige Erhöhung des **Parallax Offsets**. Die vorgegaukelte Tiefenwirkung der Relieftextur wird hierdurch noch plastischer, obwohl die eigentliche Form der Oberfläche weiterhin unverändert bleibt. Die **Parallax Samples** steuern dabei die Genauigkeit der Helligkeitsabtastung an der Textur.





### 9.4.9 Der Normale-Kanal

Hier muss ebenfalls mit einer Textur gearbeitet werden, es reicht jedoch nicht die Verwendung eines normalen Bilds oder Shaders aus. Der Kanal erwartet die Verwendung einer so genannten **Normal-Map** als Textur. Dabei handelt es sich um farbcodierte Informationen, wie exakt die Normalen der Oberfläche auszurichten sind. So kann der Rotanteil der Textur z. B. für die Richtung der Normalen in X-Richtung stehen.

Derartige Texturen lassen sich nicht einfach selber zeichnen, sondern werden in der Regel aus der Oberfläche eines anderen Objekts extrahiert. Es sind daher immer zwei Objekte nötig, ein hoch detailliert ausmodelliertes und ein gröberes Objekt, auf das dann die **Normal-Map** angewendet wird.

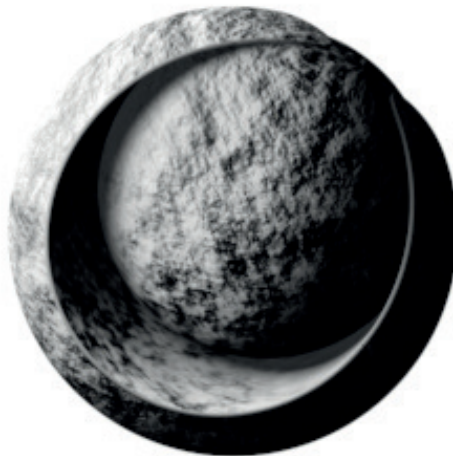
Das einfache Objekt kann dadurch den Detailreichtum des ursprünglichen Objekts wiedergeben ohne tatsächlich dessen hohe Polygonanzahl besitzen zu müssen. Dies macht diesen Kanal besonders wertvoll z. B. für die Spieleentwicklung, da es dort noch immer auf das Sparen von Polygonen ankommt um möglichst hohe Bilderraten bei der Wiedergabe zu ermöglichen.

Es stehen verschiedene Methoden für die Auswertung einer Normal-Map zur Verfügung. Bei **Tangente** werden die Normalen in Abhängigkeit zur Neigung der Oberflächenpolygone ausgerichtet. Dies ist die sinnvollste Methode, da hierbei auch nach dem Modifizieren der Form noch die Normalen passend zur **Normal-Map** ausgerichtet werden können. Die Einstellungen **Objekt** und **Welt** benutzen das Objektsystem oder das Weltsystem als Bezugspunkt für die Normalenausrichtung. Die Normalen haben dadurch keinen Bezug mehr zur eigentlichen Oberfläche des Objekts.

Je nachdem, mit welcher Software die **Normal-Map** erzeugt wurde, kann das Auslesen der Farbwerte und deren Umrechnung in Normalenrichtungen variieren. Sie haben daher über einige Optionen die Möglichkeit, z. B. den X-, Y- oder Z-Anteil der Vektoren umzukehren oder die Y- mit der Z-Richtung zu vertauschen.

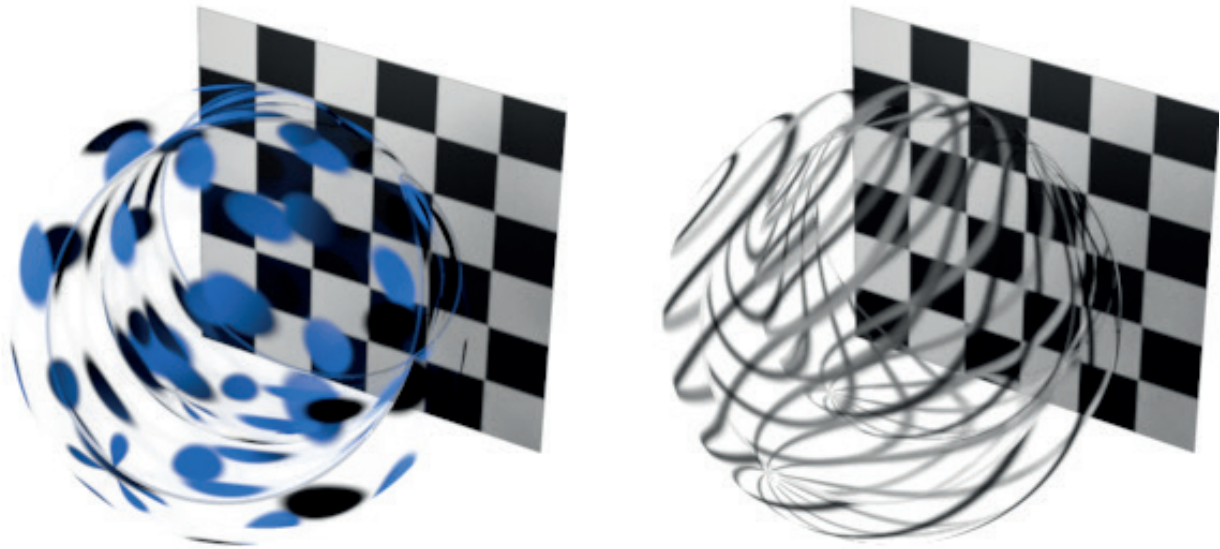
Die **Stärke** skaliert schließlich den Effekt der **Normal-Map**. Beachten Sie, dass auch hier wie beim **Relief**, nur eine Veränderung der Schattierung berechnet wird. Die eigentliche Form des Objekts bleibt unverändert. Extreme Blickwinkel können den Effekt also schnell auffliegen lassen. Auch hier gilt daher oft, dass **Normal-Maps** eher für feine Details, wie z. B. die Poren und Falten der Haut oder für Kratzer und feine Verzierungen auf Objekten benutzt werden.

Es existiert auch ein spezieller **Normalizer**-Shader, der selbst aus einfachen Graustufenbildern eine **Normal-Map** erzeugen kann. Diese Shader kann genutzt werden, um die Qualität eines **Relief**-Effekts noch zu steigern, wenn keine spezielle **Normal-Map** vorliegt.



#### 9.4.10 Der Alpha-Kanal

Sie kennen den **Alpha**-Kanal sicherlich z. B. aus Bildbearbeitungsprogrammen. Mithilfe einer Graustufen-Bitmap können Teile des Materials ausgeblendet werden. Schwarze Bereiche werden dann komplett unsichtbar.



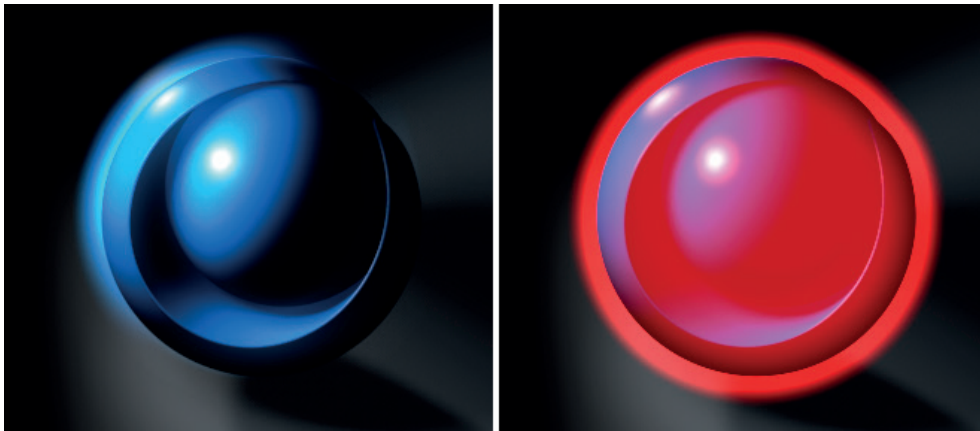
Dies unterscheidet den **Alpha**-Kanal grundlegend vom **Transparenz**-Kanal, denn dort wird der Effekt durch helle Bereiche aktiviert. Zudem blendet der **Alpha**-Kanal alle anderen Kanäle aus. Die **Transparenz** hingegen kann weiterhin z. B. von Glanz oder von Spiegelung überlagert werden.

Ist **Weich** aktiv, werden die Graustufen der geladenen Textur ausgewertet und entsprechend ihrer Helligkeit als Maskierung für das Material benutzt. Ohne diese Option werden Felder für **Farbe** und **Delta** aktiviert. **Farbe** erlaubt Ihnen eine beliebige Farbe für die Freistellung zu benutzen. So können dann auch Farbbilder als **Textur** genutzt werden. Der **Delta**-Farbwert definiert eine maximale Abweichung von dieser Freistellfarbe. So können dann auch leichte Abweichungen vom **Farbe**-Wert noch als Maskierung genutzt werden. Weich auslaufende Alphamasken sind mit dieser Methode jedoch kaum zu realisieren. Benutzen Sie daher besser die **Weich**-Option mit Graustufenbildern als **Textur**.

Auch Bilder, die eine Maskierung bereits als **Alpha**-Kanal gespeichert haben, können direkt benutzt werden. Ist die Option **Alpha-Bild** aktiv, wird – sofern vorhanden – automatisch der entsprechende Kanal der **Textur**-Datei ausgelesen. **Premultiplied** sorgt für eine Multiplikation von Farb- und Alphawerten. Sofern im **Farbe**- oder **Leuchten**- und im **Alpha**-Kanal die gleiche Bitmap verwendet wird, kann es zu Farbsäumen und sichtbaren Umrissen im Bereich der Freistellung kommen. Versuchen Sie daher zuerst, ohne diese Option auszukommen. Schließlich erlauben Ihnen **Invertieren** die Wirkung der **Textur** umzukehren. Dann werden weiße Bereiche ausgeblendet und schwarze Stellen bleiben sichtbar.

#### 9.4.11 Der Glühen-Kanal

Das Glühen wird zu den Spezialeffekten gezählt, denn es stellt eine Lichterscheinung um die Oberfläche herum dar. Dies könnte z. B. für die Darstellung sehr heißer oder intensiv leuchtender Objekte hilfreich sein. Ist die Option **Materialfarbe benutzen** aktiv, übernimmt das Glühen die schattierte Oberflächenfarbe. Ansonsten können Sie eine eigenständige **Farbe** und deren **Helligkeit** einstellen. Der Effekt wird dadurch unabhängig von der Beleuchtung des Objekts.

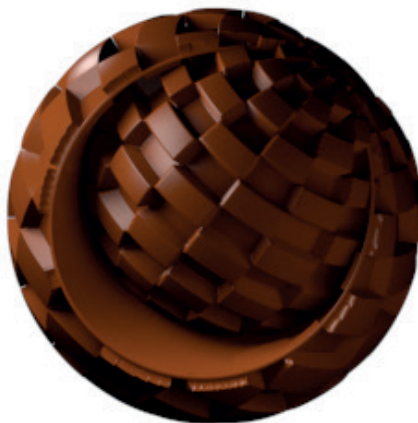


Der **Radius** gibt die räumliche Ausdehnung des Effekts ausgehend von der Oberfläche vor. Dabei können mit **Stärke innen** und **Stärke außen** unterschiedliche Intensitäten für das Glühen nahe der Oberfläche und in **Radius**-Entfernung von der Oberfläche aus eingetragen werden.

Durch **Zufall** wird die Intensität und Größe des Glühens während einer Animation variiert. Die **Frequenz** beschreibt die Veränderungsrate, also die Geschwindigkeit der Variation während der Animation. Höhere **Frequenzen** beschleunigen also das Flackern des Glüh-Effekts.

#### 9.4.12 Der Displacement-Kanal

Hatten wir es beim **Relief**- und dem **Normale**-Kanal noch mit optischen Effekten der Schattierung zu tun, so verändert das **Displacement** tatsächlich das Aussehen und die Form des Objekts.



Ähnlich dem **Relief**-Kanal wird auch hier wieder eine **Textur** benötigt, deren Graustufen oder auch Farben ausgewertet werden können. Die Anwendung der Textur hängt von der **Typ**-Einstellung ab. Bei **Intensität (Zentriert)** werden Graustufen unterhalb von 50% Helligkeit als Absenkung interpretiert. Hellere Bereiche werden zu Erhöhungen. Die Einstellung **Intensität** lässt die ursprüngliche Oberfläche bei einer schwarzen Bitmap unberührt. Hellere Pixel führen dann zu einer Verschiebung der Oberfläche entlang der Normalen. Die übrigen Modi nutzen die Farbwerte einer **Textur** und nicht nur deren Helligkeit. Bei **Rot/Grün** werden die roten Farbanteile für die Absenkung der Oberfläche und die grünen Farbanteile für die Erhöhung verwendet. **RGB (XYZ Objekt)** und **RGB (XYZ Welt)** bindet die roten,

grünen und blauen Farbanteile an die Achsrichtungen des lokalen oder des Weltachsensystems. Bei **RGB (XYZ Tangente)** dienen die einzelnen Polygone und deren Normalenrichtung als Bezugssystem für die Verschiebung. Dies ist der einzige RGB-Modus, bei dem das Objekt dann auch deformiert werden kann, ohne dass der Effekt auf der Oberfläche verrutscht.

Die **Stärke** dient als einfacher Multiplikator des Verschiebungseffekts. **Maximale Höhe** legt dabei das reale Ausmaß der Objektverformung fest. Dieser Parameter muss daher auf die tatsächlichen Abmessungen des Objekts angepasst werden. Bedenken Sie immer, dass das **Displacement** nur dort wirken kann, wo Punkte auf der Oberfläche des Objekts vorhanden sind. Durch die Verschiebung dieser Punkte wird schließlich die Form verändert. Daher muss z. B. für den **Displacement**-Effekt auf einem **Kugel**-Grundobjekt auch deren Option für **Perfekte Kugel** ausgeschaltet werden.

Damit nun nicht jedes einfache Objekt unheimlich stark unterteilt werden muss um Displacement in seinem Material verwenden zu können, gibt es in der unteren Hälfte des **Displacement**-Kanals Einstellungen für das so genannte **Sub-Polygon Displacement**. Wird diese Option aktiviert, sorgt das Material selbst dafür, dass zugewiesene Objekte für die Bildberechnung zusätzlich unterteilt werden. So entstehen neue Punkte auf deren Oberfläche, und wir erhalten dadurch auch ein qualitativ besseres **Displacement**. Dieser Effekt betrifft nur die Bildberechnung. Das Objekt bleibt daher im Editor unverändert.

Sie kennen einen ähnlichen Effekt bereits vom **Subdivision Surface**-Objekt. Exakt denselben Effekt hat das **Sub-Polygon Displacement**, wenn Sie die Option **Geometrie runden** aktivieren. Die zusätzlich erzeugten Unterteilungen werden dann zudem für die Abrundung der Objektform genutzt. Gerundetes Sub-Polygon Displacement macht daher die zusätzliche Unterordnung des Objekts unter einem **Subdivision Surface**-Objekt unnötig!

Der **Unterteilungslevel** gibt die Anzahl der zusätzlichen Unterteilungen an. Dies entspricht den **Unterteilung**-Parametern eines **Subdivision Surface**-Objekts. Die übrigen Optionen haben mit der Art der Geometrierundung und mit der Anwendung des **Displacements** zu tun. Durch **Kontur runden** werden so z. B. auch die offenen Ränder des zugewiesenen Objekts gerundet. Aus einer quadratischen Fläche würde ansonsten durch die Rundung z. B. eine kreisförmige Scheibe werden.

Wie Sie bereits von der Arbeit mit dem **Subdivision Surface**-Objekt wissen, kann sich die Form des ursprünglichen Objekts durch die Glättung stark verändern. Welche Form soll nun für die Aufbringung des Materials verwendet werden? Die Option **Auf gerundete Geometrie projizieren** bestimmt, welche Oberflächenkoordinaten verwendet werden, die des Originals oder die des gerundeten Objekts. **Auf resultierende Geometrie projizieren** legt dann fest, zu welchem Zeitpunkt die Texturen des Materials auf die Oberfläche gelegt werden. Mit aktiver Option erfolgt die Zuweisung der Texturen erst nach der Rundung.

Mit **Originalkanten erhalten** wird die Phong-Glättung der Oberfläche so verändert, dass harte Kanten am Original auch als harte Kanten am geglätteten Objekt erhalten bleiben. Derartige Kanten werden dann durch Flächen gebildet, die in einem Winkel größer als bei **Glätten bis im Phong**-Tag angegeben zueinander stehen, oder solche Kanten, für die die Phong-Glättung manuell unterbrochen wurde. Befehle hierfür finden Sie unter **Mesh > Normalen**.

Wie Sie bereits wissen, folgt das **Displacement** in der Regel der Richtung der Oberflächennormalen. Deren Berechnung kann individuell für jedes Polygon oder auch interpoliert erfolgen. Dann werden die Normalen eines Punkts durch Betrachtung der umliegenden Normalen berechnet. **Beste Verteilung** sorgt dafür, dass derart interpolierte Normalen benutzt werden und kann dadurch die Darstellung des Displacements an harten Objektkanten verbessern.

In der Regel werden Displacement und Sub-Polygon Displacement erst beim Rendern der Szene sichtbar. Um normales Displacement bereits im Editor sehen zu können, lässt sich jedoch ein **Displacement-Deformator** nutzen, der im **Emulation**-Modus betrieben wird. Soll auch die Wirkung von **Sub-Polygon Displacement** im Editor sichtbar werden, kann die Option für **Tessellation** in den Optionen der Editoransicht zusammen mit **Erweitertem OpenGL** aktiviert werden. Dadurch übernimmt die Grafikkarte die zusätzliche Unterteilung der dargestellten Objekte. Die Stärke und Art dieser Unterteilung kann in der **Editor**-Rubrik des Materials vorgegeben werden.

### 9.4.13 Die Editor-Einstellungen

Diese Optionen haben nicht mit den Eigenschaften des Materials bei der Bildberechnung zu tun, sondern ausschließlich mit dessen Darstellung in den Editoransichten. Durch **Vorschau animieren** bekommen Sie in den Editoransichten immer eine aktuelle Darstellung des Materials auf den zugewiesenen Objekten. Dies kann nützlich sein, wenn Ihr Material Filme oder z. B. animierte Shader enthält. Durch Veränderungen an der Zeit im Editor können Sie dann auch immer die dazu passende Wirkung des Materials begutachten. Ebenfalls sehr hilfreich ist die **Textur: Vorschaugröße**. Wir sind darauf bereits kurz bei der Besprechung des **Pysikalischen Himmels** eingegangen. Die hier getätigte Einstellung gibt die maximale Größe jeder im Material verwendeten **Textur** an die für die Editordarstellung genutzt wird. Dies hat also nichts mit der Qualität der Materialdarstellung bei der Bildberechnung zu tun. Natürlich kann aber die Qualität der Editordarstellung immer nur so gut sein wie die der geladenen **Texturen**. Zudem steigt mit der Verbesserung der Texturqualität im Editor auch der Speicherbedarf auf Ihrer Grafikkarte. Erhöhen Sie daher nur dann die Darstellungsqualität der **Texturen**, wenn Sie dieses Mehr an Informationen auch wirklich benötigen.

Nutzen Sie **Erweitertes OpenGL** im Editor, können Sie über die Augensymbole im unteren Teil der Dialogseite die Editordarstellung der einzelnen Materialkanäle separat ein- oder ausschalten. Ist das Menü für **Editoranzeige** auf **Kombiniert** geschaltet, werden die Eigenschaften aller aktivierten und über die Augensymbole freigeschalteten Kanäle kombiniert im Editor dargestellt. Ansonsten haben Sie auch die Möglichkeit, nur einzelne Kanäle für die Editordarstellung auszuwählen.

Um bei aktiver **Reflektivität**-Option für das **Erweiterte OpenGL** in den Ansichtsfenstern auch pro Material ein individuelles Umgebungsbild verwenden zu können, lässt sich unter **Umgebung überschreiben** auch ein neues Bild oder ein Shader laden. Diese Textur wird dann auf einem unsichtbaren Himmel in der Szene verwendet und kann über die nachfolgenden **Rotation**-Werte beliebig ausgerichtet werden. Beim Rendern mit dem **Standard-Renderer**, dem **physikalischen Renderer** oder dem **ProRender** erscheint dann aber natürlich wieder die tatsächliche Umgebung des Objekts in der Spiegelung.

In der Rubrik für **Ansichtstesselation** finden Sie ein **Modus**-Menü, über das die Tesselation der Erweiterten OpenGL-Darstellung kontrolliert wird. Bei **Modus Keiner** entfällt eine zusätzliche Unterteilung, selbst wenn **Tesselation** in den Optionen der Ansichten aktiviert wurde. Im **Modus Gleichmäßig** erfolgt eine Unterteilung unabhängig vom Betrachtungsabstand. Folglich sorgt die Einstellung **Projektiv** dafür, dass bei einer Verringerung des Betrachtungsabstands im Editor das Objekt auch feiner unterteilt wird. Die maximale Anzahl an Unterteilungsstufen wird dabei von den Möglichkeiten der verbauten Grafikkarte vorgegeben. Innerhalb dieser Möglichkeiten kann über **Projektive Stufen** bzw. **Gleichmäßige Stufen** die Feinheit der Unterteilungen vorgegeben werden.

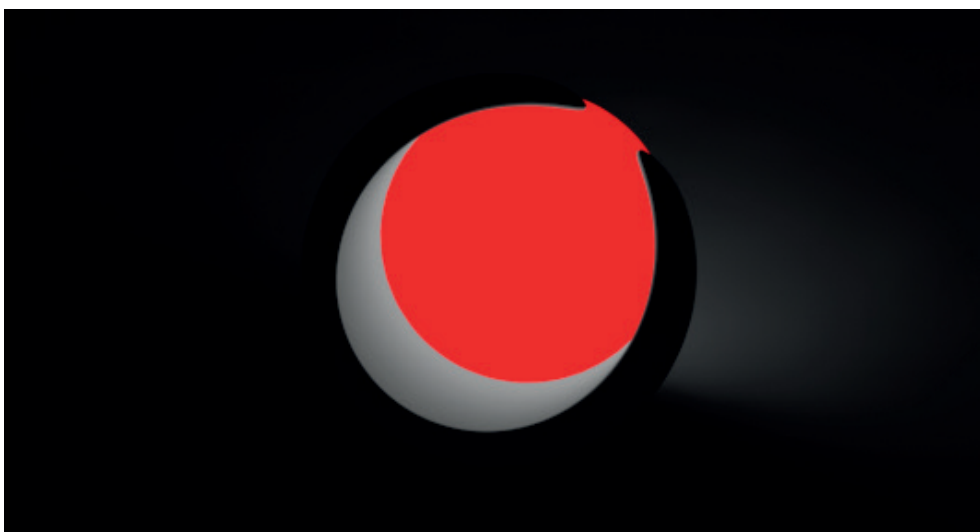
#### 9.4.14 Die Illumination-Einstellungen

In diesem Kanal geht es vorwiegend um die Wirkung des Materials sofern **globale Illumination** als Berechnungsmethode benutzt wird. Wird Ihre Szene also ohne **GI** berechnet, haben die Einstellungen in der oberen Hälfte dieses Materialkanals für Sie keine Bedeutung.

Auch hier kennen Sie einige der Parameter bereits von den **Shader-Materialien**. **GI generieren** gibt in Verbindung mit **Stärke** die Helligkeit des von der Oberfläche abgegebenen Lichts an. Dies kann reflektiertes Licht, aber auch durch den **Leuchten**-Kanal erzeugtes Licht sein.



Die **Sättigung** vermag die Färbung des von der Oberfläche ausgehenden Lichts zu verändern. Eine **Sättigung** von 0% führt somit zu einem weißen Licht, selbst wenn die Oberfläche z. B. rot leuchtet.



Entsprechend fallen die Einstellungen für das **GI Empfangen** aus. Dies ist also die Wirkung, die reines GI-Licht auf das Material hat. Die direkte Beleuchtung normaler Lichtquellen wird von diesen Werten nicht beeinflusst.

Immer wenn Sie ein leuchtendes Material mit **globaler Illumination** zur Beleuchtung Ihrer Szene verwenden möchten, sollte der GI-Samplemodus des Materials angepasst werden. Hierfür steht die Option **Polygonlicht** zur Verfügung. Diese Option wird nur bei leuchtenden Materialien angeboten und sollte immer dann aktiviert werden, wenn das mit diesem Material belegte Objekt relativ klein in Ihrer Szene ist, oder aber Sie dessen Abtastung während der GI-Berechnung verbessern möchten. Sie müssen dazu wissen, dass die **globale Illumination** diverse Berechnungsstrahlen in die Szene schickt und mit diesen die Beleuchtungssituation der Szene erfasst. Leuchtende Objekte tragen natürlich besonders zur Beleuchtung der Szene bei und sollten daher auch gezielt abgetastet werden. Bei ausgeschaltetem **Polygonlicht** entfällt dies jedoch. Das Material wird genauso behandelt wie alle anderen. Wird das Material

auf einem **Himmel**-Objekt verwendet, ist die Aktivierung dieser Option nicht nötig. Die GI-Berechnung kann auf anderem Weg auf die Auswertung eines Himmels als Lichtquelle optimiert werden, wie wir noch in den **Rendervoreinstellungen** sehen werden.

Wenn Ihr Material **Transparenz** nutzt, also z. B. in der Szene eine Fensterglasscheibe darstellen soll, kann es ebenfalls von einer konzentrierten GI-Abtastung profitieren. Denken Sie nur an Sonnenlicht, das durch ein Fenster in einen Raum fällt. In solchen Fällen sollte das Glas nicht das Sonnenlicht und das Himmelslicht blockieren, sondern in den Raum hineinleiten. Durch Aktivieren der Option **Portal** wird dieses Material entsprechend bei der **globalen Illumination** berücksichtigt. Beachten Sie, dass die Färbung und Intensität der Transparenz trotzdem Einfluss auf das durchgeleitete diffuse Licht hat.

Was die folgenden **Caustics**-Einstellungen betrifft, so haben wir diese bereits erschöpfend bei den **Shader**-Materialien besprochen. Für die **GI**- und die **Caustics**-Einstellungen gilt, dass diese nur eine Rolle spielen, wenn **Globale Illumination** und **Caustics** auch über die **Rendervoreinstellungen** aktiviert wurden.

#### 9.4.15 Die Zuweisen-Liste

Sie finden hier eine Auflistung aller Objekte, denen dieses Material bereits direkt zugewiesen wurde. Dabei vererbt sich das Material automatisch an untergeordnete Objekte. Umgekehrt können Sie auch Objekte aus dem **Objekt-Manager** in diese Liste ziehen, um diesen das Material zu geben. Ansonsten kennen Sie ja bereits die Methode, die Vorschau aus dem **Material-Manager** per Drag&Drop auf den jeweiligen Objektnamen im **Objekt-Manager** zu ziehen um das Material zuzuweisen.

## ZUSAMMENFASSUNG TEXTUR-KANÄLE

- Das Standard-Material ist nicht auf eine bestimmte Materialart optimiert und kann daher alle denkbaren Eigenschaften annehmen.
- Die Definition des Standard-Materials erfolgt über eine Auswahl der gewünschten Materialkanäle, die für isolierte Eigenschaften des Materials stehen.
- Der **Farbe**-Kanal legt die Oberflächenfarbe und den Schattierungsmodus fest, die dann mit der Schattierung durch die Lichtquellen oder die globale Illumination interagieren.
- Der **Diffusion**-Kanal dunkelt die Oberflächenfarbe ab. Zusätzlich kann diese Abdunkelung auch auf **Leuchten**, **Glanzlicht** und **Spiegelung** ausgeweitet werden. Durch Nutzung spezieller Shader (**Ambient Occlusion**) kann die Abdunkelung automatisch auf Senken und verdeckt Oberflächen beschränkt werden.
- Der **Leuchten**-Kanal addiert seine Eigenschaften pauschal auf die Oberfläche auf und ist dabei unabhängig von den Lichtquellen. Zusammen mit GI kann dieser Kanal auch zur Beleuchtung der Szene benutzt werden. Ansonsten eignet er sich für das Einladen spezieller Shader, die in Objekten gestreutes Licht simulieren können (Subsurface Scattering).
- Der **Transparenz**-Kanal kann zur Darstellung von Flüssigkeiten oder Glas benutzt werden. Der **Brechung**-Wert ist dabei sehr charakteristisch für reale Materialien und kann daher alternativ über ein Menü ausgewählt werden.
- Der **Transparenz**-Kanal kann auch zusätzliche Spiegelungen berechnen.
- Die **Absorption** macht die Färbung der Transparenz abhängig von der Dicke des Objekts.
- Der **Matteffekt** zeichnet die Transparenz weich, um Störungen im Material zu simulieren.
- Der **Reflektivität**-Kanal legt die reflektierenden Eigenschaften der Oberfläche fest. Dazu gehören Glanz und Spiegelung, aber auch spezielle Effekte, wie Anisotropie oder die Simulation von Webmustern und Stoffen. Die Qualität der Oberfläche wird jeweils durch einen **Rauigkeit**-Parameter definiert.
- Bei Nutzung eines physikalischen Materialaufbaus kann auch die Farbschattierung der Oberfläche über eine diffuse Ebene in der Reflektivität simuliert werden.
- Der **Umgebung**-Kanal kann daher genutzt werden, um eine Spiegelung über geladene Texturen zu simulieren. Ein geladenes Landschaftsbild lässt das Objekt dann so wirken, als würde sich diese Landschaft in der Oberfläche spiegeln.
- Der **Umgebung**-Kanal kann mit echter Spiegelung kombiniert werden.
- Der **Nebel**-Kanal erzeugt eine sehr einfache Nebeldarstellung, die sich nur gut mit anderen Materialkanälen kombinieren lässt.
- Das **Relief** kann wie der **Normale**-Kanal zur Darstellung feiner Rauigkeiten, Strukturen oder Kratzer benutzt werden.
- Der **Relief**-Kanal benötigt nur eine Graustufen-Textur, der **Normale**-Kanal muss RGB-Farbwerte benutzen, über die die Neigung der Normalen entlang der X-, Y- und Z-Richtung definiert wird.
- Der **Alpha**-Kanal blendet Teile des Materials aus oder reduziert dessen Sichtbarkeit/Deckkraft.
- Mit **Glühen** kann der Oberfläche eine Lichterscheinung hinzugefügt werden.
- Das **Displacement** verformt im Gegensatz zum Relief oder der Normalen-Map tatsächlich die Oberfläche durch Verschiebung der Oberflächenpunkte.



## 9.5 Shader und Texturen benutzen

Sie kennen Shader im *Material-Manager*-Menü **Erzeugen > Erweiterungen** bereits als in sich abgeschlossene Materialien. Eine Abwandlung davon stellen die Kanal- oder auch **Channel-Shader** dar, denn diese können auch innerhalb von Materialkanälen verwendet werden. Der Einsatz dieser **Shader** erlaubt es Ihnen, häufig auf das Laden von Bitmaps als **Texturen** verzichten zu können. Dies hat den Vorteil, dass Sie sich nicht so viele Gedanken um die Auflösung und den Speicherbedarf der **Texturen** machen müssen. Zudem sind **Shader** in der Regel durch die diversen Einstellmöglichkeiten sehr viel flexibler einsetzbar.

**Kanal-Shader** finden Sie überall dort, wo innerhalb eines Standardmaterials oder auch **Shader-Materials** Texturbereiche zum Einladen von Bildern existieren. Neben dem Texturfeld finden Sie dazu eine kleine Schaltfläche mit einem schwarzen Dreieck. Ein Klick darauf öffnet ein Submenü, über das Sie bereits bekannte Befehle, wie z. B. zum Laden einer Bilddatei finden können. Neben den üblichen Einträgen zum **Löschen**, **Kopieren** und **Einfügen** sind im unteren Teil der Auflistung alle installierten **Shader** aufgeführt.

**Shader** können recht unterschiedliche Effekte erzeugen und sich in Ihrer Komplexität stark unterscheiden. Einige erzeugen nur einfache Farbmuster, andere hingegen können z. B. die Streuung von Licht in einem Volumen berechnen. Die folgende Vorstellung der einzelnen **Shader** und ihrer wichtigsten Parameter soll Ihnen darüber einen Überblick verschaffen. Nach Wahl eines **Shaders** erreichen Sie dessen Einstellungen durch einen Klick auf das jeweilige Vorschaubild in der **Textur**-Rubrik des Materialkanals. Durch Anklicken des nach oben weisenden Pfeils in der Kopfzeile des *Attribute-Managers* oder *Material-Editors* kommen Sie jeweils aus dem **Shader**-Dialog wieder in die Einstellungen des Materialkanals zurück.

Einige der folgenden **Shader** benötigen zusätzliche Texturen, um z. B. deren Farbigkeit zu verändern oder neue Muster zu generieren. Befindet sich bei Aufruf eines solchen **Shaders** bereits eine andere **Textur** im Material-Kanal, wird diese automatisch in den neu aufgerufenen **Shader** eingesetzt. Wenn Sie also z. B. im **Farbe**-Kanal Ihres Materials ein Bild laden und dann feststellen, dass dessen Helligkeit etwas erhöht werden müsste, rufen Sie einfach den **Filter-Shader** ebenfalls im **Farbe**-Kanal auf. Das dort bereits geladene Bild wird nicht durch den neuen **Shader** gelöscht, sondern automatisch in diesen übertragen.

Generell haben alle **Shader** auch wieder einen Reiter für die **Basis**-Einstellungen. Dort können Sie den **Namen** und die **Ebene** angeben. Auch die Regler für **Blur-Offset** und **Blur-Stärke** sind bereits bekannt und können ggf. zum Weichzeichnen eines **Shaders** verwendet werden. **Shader** sprechen jedoch aufgrund Ihrer rein mathematische Berechnung nicht im gleichen Maß auf diese Parameter an, wie z. B. eine geladene Bitmap. Die eigentlichen Parameter der Kanal-Shader sind dann unter dem Reiter **Shader** zu finden.

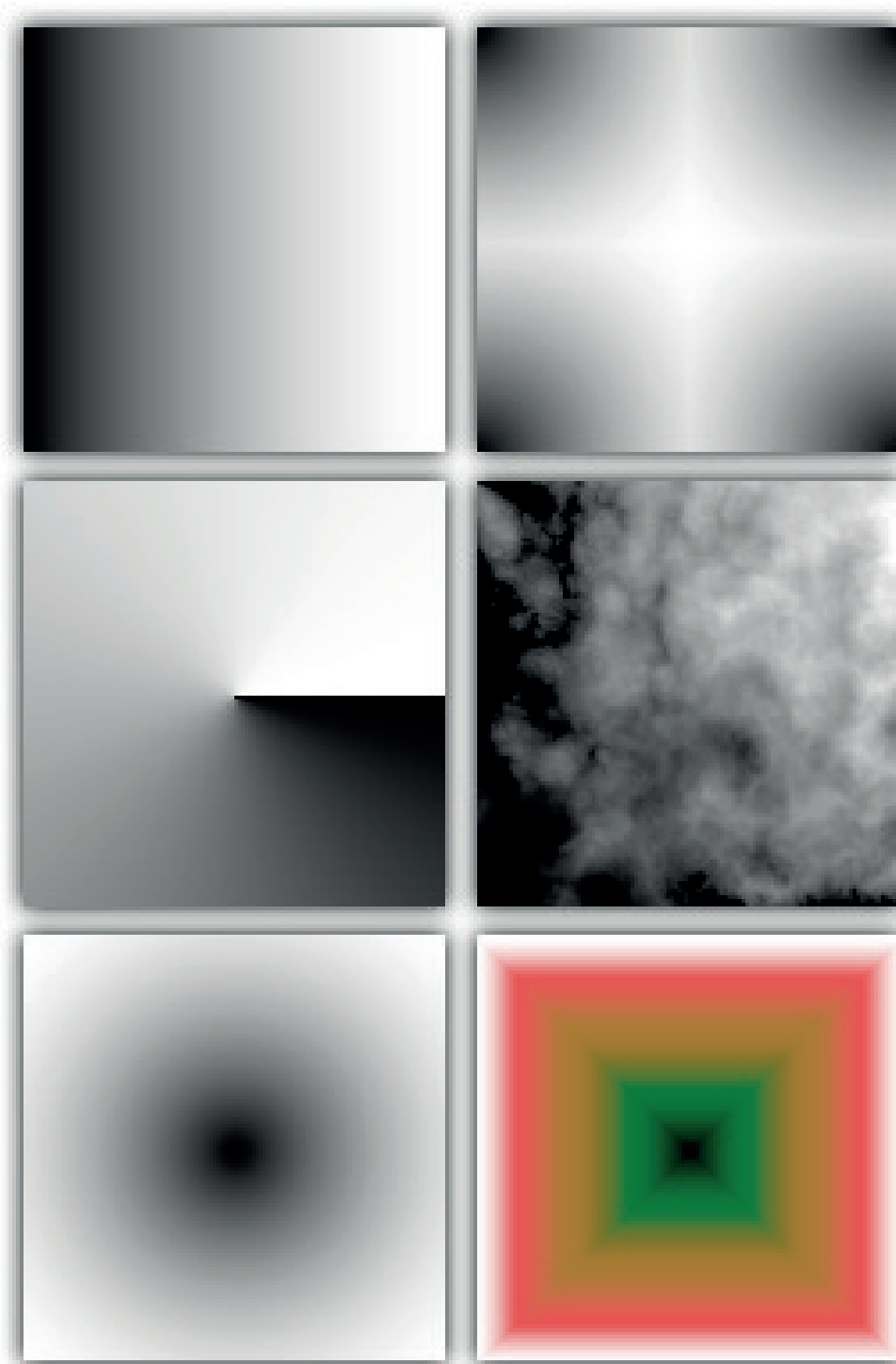
Beachten Sie bei Nutzung von **ProRender** für die Bildberechnung, dass ein Großteil der Shader vor Beginn des Rendering gebacken werden muss. Dabei wird die Darstellung des Shaders in eine Bitmap umgerechnet, deren Größe Sie global über die **Render-Voreinstellungen** oder individuell pro Shader über dessen **Basis-Einstellungen** vorgeben können. Einige Shader lassen sich jedoch gar nicht sinnvoll in eine Bitmap umrechnen, z. B. wenn es sich um Effekte handelt, die von der Blickrichtung auf eine Oberfläche oder vom Lichteinfallwinkel abhängen. Auch volumetrische Shader können nicht als Bitmap umgerechnet werden. Es ist daher oft sinnvoller, für das Rendern mit ProRender auf dessen nodebasiertes Materialsystem zurückzugreifen, das zudem einige Effekte dort erst möglich macht, wie z. B. das realistische Rendern von Rauch, Wolken oder Feuer.

### 9.5.1 Der Farbe-Shader

Dies ist wohl die einfachste Variante eines Kanal-Shaders. Dieser **Shader** stellt nur Farbeinstellungen zur Verfügung, so wie sie ja auch bereits im **Farbe**- oder **Leuchten**-Kanal angeboten werden. Der Nutzen ist also etwas beschränkt, aber ein möglicher Einsatzzweck könnte z. B. der **Alpha**-Kanal sein, um dem Material pauschal eine reduzierte Deckkraft zu geben.

### 9.5.2 Der Farbverlauf-Shader

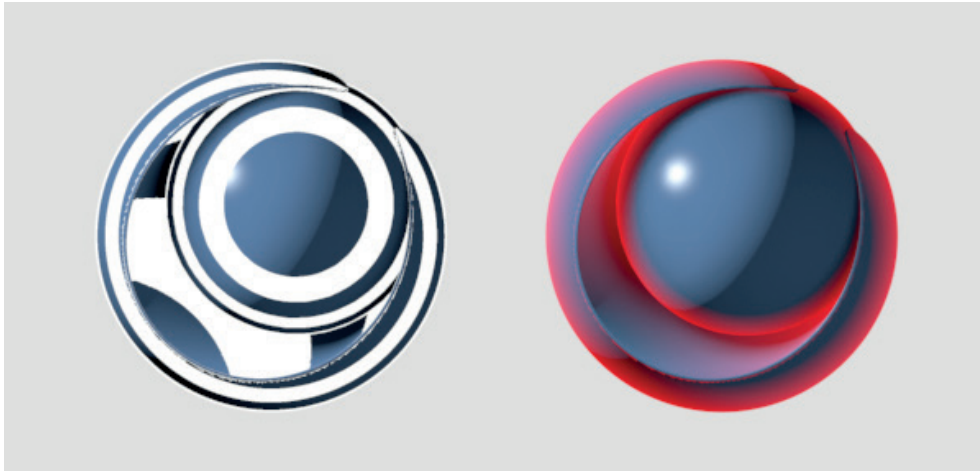
Wesentlich hilfreicher ist da schon die Möglichkeit, komplexe Farbverläufe zu erzeugen. Das **Typ**-Menü bietet hierfür verschiedene Modi an, um z. B. kreisförmige oder diagonale Verläufe zu erzeugen.



Ein **Winkel**-Wert ermöglicht das Rotieren der Verlaufsrichtung. Die Verläufe können zusätzlich mit einer **Turbulenz** versehen werden, um die Farbübergänge zu verwirbeln. Selbst dreidimensionale Verläufe sind hier möglich, die sich z. B. von einer bestimmten Position innerhalb des Objekts ausdehnen.

### 9.5.3 Der Fresnel-Shader

Sie kennen diesen Effekt bereits aus dem **Transparenz**-Kanal. Hier können Sie jedoch beliebige Farbwerte an die Winkel zwischen der Oberfläche und dem Betrachtungsvektor binden.



Der linke Rand des Verlaufs wird den vom Sehstrahl nur gestreiften Bereichen der Oberfläche zugewiesen. Rechts ist die Farbe der frontal betrachteten Abschnitte zu finden. Dieser Effekt ist z. B. im **Leuchten**-Kanal hilfreich, um bei der Darstellung feiner Stoffe zu helfen. Ist **Bump benutzen** aktiv, werden zusätzlich die Informationen des **Relief**-Kanals ausgewertet.

Soll der **Fresnel**-Farbverlauf nicht nur optischen Gesichtspunkten genügen, sondern das physikalisch korrekte Verhalten einer Oberfläche wiedergeben, aktivieren Sie die **Physikalisch**-Option. Sie können dann entweder selbst einen Brechungsindex eintragen, oder aus einem **Preset**-Menü die passende Voreinstellung direkt abrufen. Sie finden dort diverse Flüssigkeiten, Metalle und Edelsteine zur Auswahl. Beachten Sie, dass diese Funktionalität im Reflektivität-Kanal bereits integriert ist. Dort führt die Nutzung generell dazu, dass die Reflektivität reduziert wird und sich stärker auf die vom Betrachter entfernenden Flächen konzentriert. Durch das **Invertieren**, kehrt sich die Ausgabe des **Shaders** um.

### 9.5.4 Der Noise-Shader

Aufgrund seiner Vielseitigkeit werden Sie diesen **Shader** wohl häufig nutzen. Er taugt sowohl um Farbvariationen auf einer Oberfläche zu simulieren, als auch für die Definition von **Relief**-Effekten.



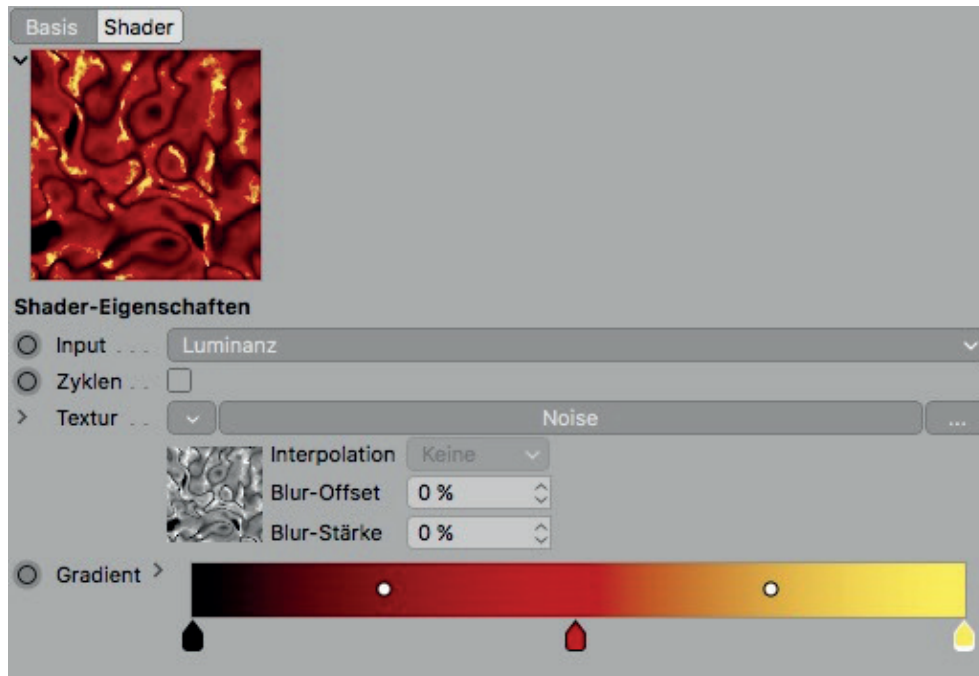
Sie kennen die Einstellmöglichkeiten bereits von den **Shader**-Materialien her. Die diversen **Noise**-Typen lassen sich auch hier bequem über eine Icon-Galerie betrachten und mit den übrigen Parametern in **Größe** und **Kontrast** bearbeiten. Die zwei Farbwerte im oberen Teil des Dialogs fließen in das Muster ein.

Denken Sie immer daran, dass der **Startwert** zur Variation des Musters genutzt werden kann. Dies macht auch die mehrfache Verwendung des **Noise**-Shaders z. B. in einem **Ebene**-Shader lohnenswert. Zudem kann die Veränderung der globalen oder relativen Größe das Muster zusätzlich verzerren und skalieren. **Clipping**-, **Helligkeit**- und **Kontrast**-Regler in der unteren Hälfte des Dialogs geben zusätzliche Variationsmöglichkeiten.

Die folgende Shadergruppe funktioniert etwas anders, denn diese Shader erwarten erneut das Laden einer Textur. Hier geht es also um das Bearbeiten oder Kombinieren von Texturen.

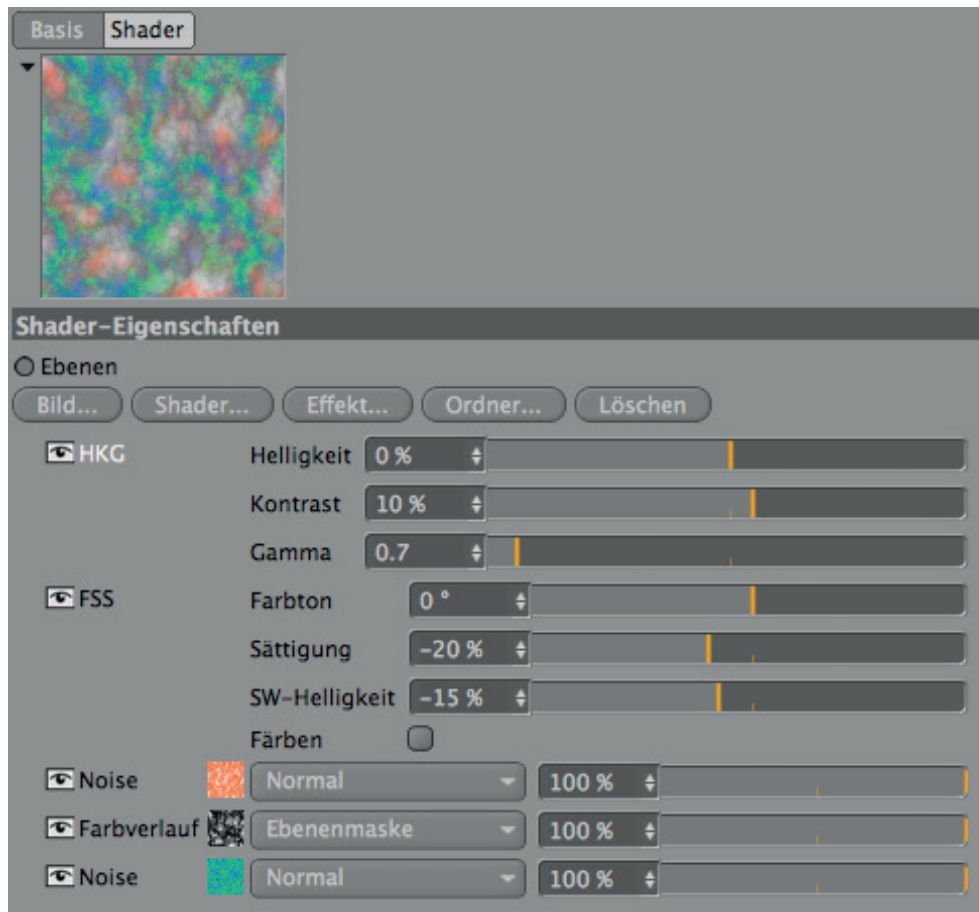
### 9.5.5 Der Colorizer-Shader

Dieser **Shader** ist für das Einfärben von Graustufen-Texturen gedacht. Über das Input-Menü wählen Sie die Eigenschaft der geladenen **Textur** aus, die durch den **Gradient** ersetzt werden soll. Der linke Rand des **Gradienten** ersetzt in der Regel die dunklen Pixel der Textur. Entsprechend färbt der rechte Rand des **Gradienten** die hellen Stellen der Textur. Da eine **Textur** natürlich auch wieder ein Shader sein kann, können Sie auf diese Weise z. B. auch dem **Noise**-Shader zu einem noch farbenprächtigeren Erscheinungsbild verhelfen.



### 9.5.6 Der Ebene-Shader

Dieser **Shader** wirkt zuerst simpel, stellt jedoch tatsächlich eines der mächtigsten Shaderwerkzeuge dar, denn hiermit lassen sich beliebig viele **Texturen** miteinander kombinieren. Das Prinzip entspricht dabei dem der Ebenen in einem Grafikprogramm. Über die Schaltflächen im oberen Teil des Dialogs laden Sie Bilder oder **Shader**. Die jeweils tiefste **Textur** in der Liste entspricht der untersten Ebene. Darüber einsortierte Texturen können mit den gängigen Modi, wie **Multiplizieren** oder **Überlagern** hinzugemischt werden. Regler neben den Einträgen können für die Reduzierung der Mischstärke oder Deckkraft verwendet werden.



Über die **Effekt**-Schaltfläche können diverse Einstellebenen abgerufen werden, z. B. um Helligkeit, Kontrast, Gamma oder den Farbton der Textur Ebene darunter zu editieren. Der **Posterizer-Effekt** kann zur Reduzierung der Farbtiefe verwendet werden. Die **Level** geben dort die Anzahl an Farben vor. Durch **Farbe Abschneiden** können Sie die Bandbreite an Farbwerten einschränken. **Clipping** hingegen manipuliert die Helligkeitswerte.

Helligkeiten unterhalb des **Unten**-Werts werden dann auf 0% reduziert, Helligkeiten über **Oben** auf 100% Intensität gesetzt. Der **Transformieren-Effekt** wird zum Skalieren, Verschieben, Spiegeln oder Drehen benutzt. Mit dem **Distorter-Effekt** verzerren Sie eine tiefere Ebene durch ein **Noise**-Rauschmuster.

Schließlich können Ebenen und Effekte auch in **Ordern** gruppiert werden. Eine entsprechende Schaltfläche ist ebenfalls im **Ebene-Shader** vorhanden. Listeneinträge können durch Drag&Drop beliebig sortiert werden. Ein Rechtsklick auf einen Eintrag oder die Betätigung der **Löschen**-Schaltfläche erlauben das Entfernen überflüssiger Ebenen. Nach einem Rechtsklick auf einen Eintrag erhalten Sie zudem weitere Optionen, wie z. B. zum Invertieren oder Auswerten eines im Eintrag enthaltenen Alpha-Anteils.

### 9.5.7 Der Filter-Shader

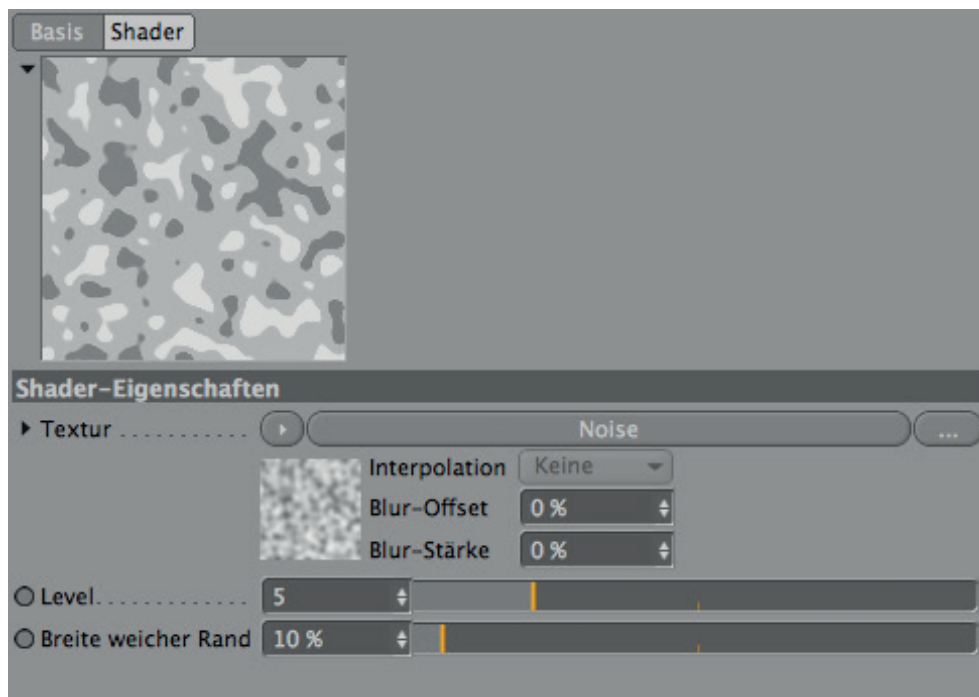
Dieser Shader bietet Ihnen diverse Optionen, um RGB-Farbwerte, Helligkeit, Kontrast oder die Sättigung einer Textur zu beeinflussen. Ebenso werden Gamma und Clipping als Parameter angeboten. Der **Filter**-Shader unterstützt bis zu 32 Bit Farbtiefe und eignet sich somit auch zur Bearbeitung von HDR-Bildern. Ansonsten kennen Sie viele dieser Einstellungen bereits, z. B. aus den Effekten des **Ebene**-Shaders.

### 9.5.8 Der Fusion-Shader

Dieser Shader funktioniert wie eine abgespeckte Variante des **Ebene**-Shaders, denn hier können nur zwei **Texturen** miteinander vermischt werden. Ein zusätzlicher **Maskenkanal** kann für die Freistellung des **Blendkanals** benutzt werden. Die unterste Ebene der Ergebnistextur entspricht dabei immer dem **Ausgangskanal**.

### 9.5.9 Der Posterizer-Shader

Sie kennen die Wirkung dieses Shaders bereits von der gleichnamigen Effektebene des **Ebene**-Shaders. Die Anzahl der Farben in der zugewiesenen **Textur** wird entsprechend der **Level**-Einstellung reduziert. Die Farbübergänge können über **Breite weicher Rand** gestaltet werden.



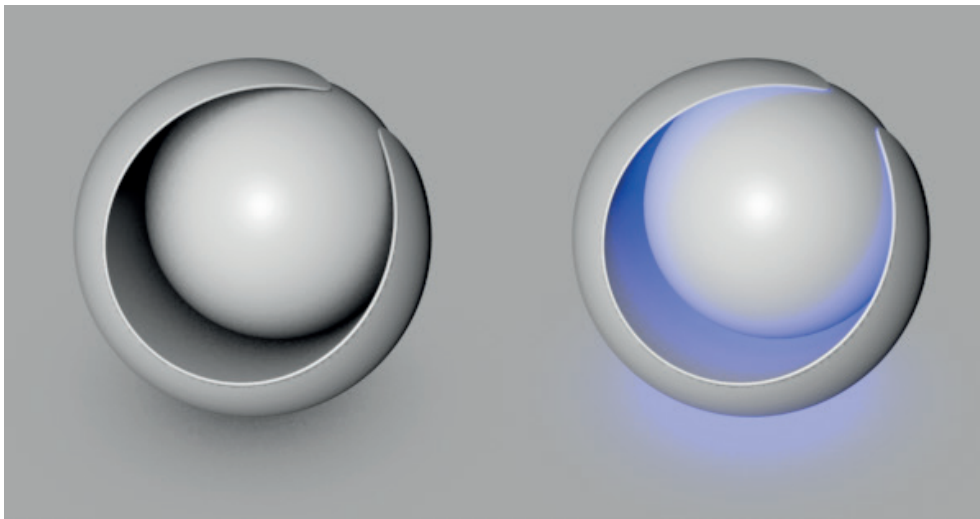
## 9.5.10 Die Effekte-Shader

In dieser Kategorie finden Sie verschiedene Shader, mit denen speziellere Effekte berechnet werden können. Einige davon ermöglichen z. B. die Simulation von Lichtstreuung innerhalb von Materialien. Auch hier werfen wir wieder einen kurzen Blick auf die wichtigsten Shader und deren Funktionen.

### 9.5.10.1 Ambient Occlusion

Dieser auch oft mit **AO** abgekürzte Effekt basiert auf der Beobachtung, dass Bereiche, die von vielen Flächen umgeben sind auch weniger Licht empfangen können. Der **Shader** löst diese Aufgabe so, dass er Berechnungsstrahlen in die Umgebung schickt und die Entfernungen zu der jeweils nächsten Fläche vermisst. Je näher Flächen aufgefunden werden, desto weniger Licht wird diese Stelle erreichen können. Dabei geht es nicht um die tatsächliche Beleuchtung dieser Objekte, sondern nur um die rechnerische Wahrscheinlichkeit, mit der Licht verschiedene Stellen einer Oberfläche erreichen kann.

Dieser Shader wird in der Regel im **Diffusion**-Kanal eines Materials eingesetzt, um die Oberfläche punktuell abzdunkeln. Dies erzeugt vor allem die feinen Schatten an den Berührstellen zwischen Objekten, die ansonsten mit Schattenwürfen allein nicht darzustellen sind.



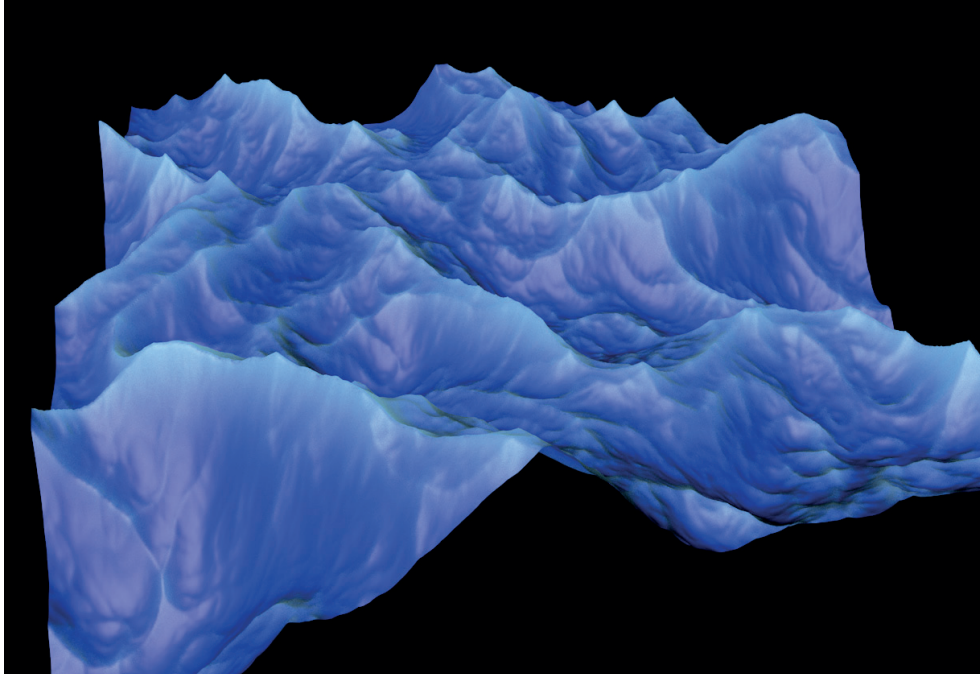
Weil dieser Effekt so hilfreich ist, um z. B. den Kontrast zwischen den Objekten oder Formen zu erhöhen, kann er auch direkt über die **Rendervoreinstellungen** aktiviert werden und legt sich dann direkt auf alle Oberflächen. In diesem Fall ist eine Nutzung in jedem vorhandenen Material nicht länger nötig. Diese Lösung bringt zudem andere Vorteile, denn die **Ambient Occlusion** kann durch Nutzung von speziellen **Caches** beschleunigt berechnet oder aber auch als eigene **Multi Pass**-Ebene gespeichert werden. Die Parameter des **Ambient Occlusion**-Effekts der **Rendervoreinstellungen** sind ansonsten identisch mit denen des **Ambient Occlusion-Shaders**.

Die Länge der Berechnungsstrahlen durch die die Abstände zwischen den Flächen vermessen werden legen Sie mit **Minimum Strahlenlänge** und **Maximum Strahlenlänge** fest. Der **Farbe**-Gradient ist an das Ergebnis der Abstandsmessung gebunden. Ist der berechnete Abstand kleiner oder gleich **Minimum Strahlenlänge** wird der Farbwert vom linken Rand des Gradienten ausgegeben. Bei Entfernungen größer der **Maximum Strahlenlänge** resultiert der rechte Rand des Gradienten. Die Streuung der Berechnungsstrahlen kann über kleinere **Verteilung**-Werte gebündelt werden. Die Strahlen werden so z. B. bei einer **Verteilung** von 0% nur noch entlang der Oberflächennormalen ausgesendet. Große Einstellungen spreizen das Strahlenbündel mehr in zufällige Richtungen und erzeugen so ein diffuseres Ergebnis. Wie immer bei der Erzeugung von Berechnungsstrahlen wird deren Anzahl über die Parameter **Minimum Samples**, **Maximum Samples** und **Genauigkeit** gesteuert. Die Option **Himmels-Umgebung berücksichtigen** verlängert die Strahlen zusätzlich, bis diese auf ein vorhandenes **Himmel**-Objekt treffen.

Dort wird dann zusätzlich die Farbe der Himmelstextur gelesen und schließlich mit dem **Ambient Occlusion**-Effekt multipliziert. Wird der **Shader** im **Leuchten**- oder **Umgebung**-Kanal eines Materials verwendet, kann er dadurch sogar für eine der globalen Illumination ähnlichen Beleuchtung des Objekts sorgen.

**Transparenz auswerten** reduziert den **AO**-Effekt automatisch, wenn das Objekt, auf das die Berechnungsstrahlen treffen, transparent ist. Bei **Nur Eigenbeschattung** werden schließlich nur die Berechnungsstrahlen verwertet, die auf Flächen des gleichen Objekts treffen, von dem die Strahlen losgeschickt wurden.

Wurden bislang nur die in einem Polygonwinkel gelegenen Bereiche durch die Ambient Occlusion ausgewertet, kann die Berechnung mit der **Gegenrichtung**-Option auch invertiert werden. Bildlich gesprochen erfolgt die Berechnung dann im Bereich der Berggrate anstatt in den Bergtälern.



Geschickt verwendet können dann z. B. Effekt auf scharfe Außenkanten eines Objekts begrenzt werden, wenn die Ambient Occlusion z. B. als Ebenenmaske in einem Ebenen-Shader verwendet wird. Selbst einfache Subsurface Scattering-Effekte können simuliert werden, wenn die **Gegenrichtung Ambient Occlusion** im **Leuchten**-Kanal verwendet wird.

### 9.5.10.2 Die Lichtstreuung-Shader

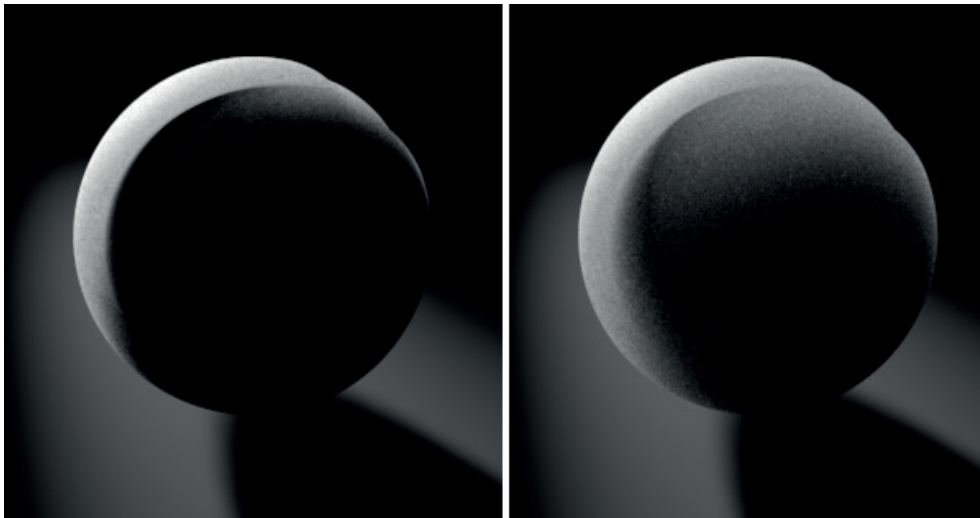
Mehrere **Shader** in der **Effekte**-Gruppe versuchen auf unterschiedlichen Wegen die Streuung von Licht innerhalb eines Objekts zu simulieren. Die Aufnahme und Streuung von Licht in einem Material ist von dessen Form und Größe abhängig. Die physikalisch korrekte Berechnung ist daher recht aufwändig und langwierig. Oft ist diese Präzision jedoch gar nicht notwendig und bereits grobe Annäherungen des Effekts wirken realistisch genug. Es gibt daher drei verschiedene Shader für diesen Effekt. Diese Art Shader kommt in den meisten Fällen im **Leuchten**-Kanal eines Materials zu Einsatz, damit auch eine Wirkung in ansonsten abgeschatteten Bereichen der Oberfläche sichtbar werden kann. Bedenken Sie, dass eine realistische Vorschau dieser Effekte im **Material-Manager** oder **Material-Editor** kaum möglich ist. Die Effekte sind zu sehr von der tatsächlichen Beleuchtung Ihrer Szene und der Form der Objekte abhängig. Sie werden daher kaum um Testberechnungen im Editor herumkommen.

#### 9.5.10.2.1 Der ChanLum-Shader (Abkürzung für Channel Luminance)

Dieser **Shader** plagt sich erst gar nicht mit komplexen Volumenberechnungen ab, sondern schätzt die Helligkeit eindringenden Lichts anders ab. Es werden keine Berechnungsstrahlen in das Innere des Objekts geschickt, sondern nur die unmittelbare Umgebung der Oberfläche wird nach Licht abgesucht. Der **Sampleradius** definiert dabei die Entfernung ausgehend von der **Startdistanz** von der Oberfläche, in der nach Licht gesucht wird.

Da die Suche nach Licht in einiger Entfernung vom Objekt erfolgt, kann auch dann noch Licht gefunden werden, wenn die echte Oberfläche eigentlich schon im Schatten liegt. Der **Samplertyp** bestimmt, ob die Suche nach Licht entlang der **Oberflächennormalen** oder in einer zufälligen **Fläche** erfolgen soll. Je mehr **Samples**, desto länger und genauer die Berechnung.





Sollen dabei einige Lichtquellen der Szene nicht ausgewertet werden, so setzen Sie das **Lichter**-Menü auf **Ausschließen** und ziehen die entsprechenden Lichtquellen aus dem **Objekt-Manager** in die Liste des **ChanLum**-Shaders. Sind hingegen in Ihrer Szene sehr viele Lichter gesetzt, von denen jedoch nur wenige von **ChanLum** gesehen werden sollen, betreiben Sie das **Lichter**-Menü im Modus **Einschließen** und ziehen nur die für das Material relevanten Lichtobjekte in die Liste.

Beachten Sie, dass auch eine leere Liste ausgewertet wird. Eine leere Liste im Modus **Ausschließen** bedeutet, dass alle Lichter der Szene vom **Shader** gesehen werden. Bei Wahl von **Einschließen** hingegen würden in diesem Fall keine Lichter bemerkt, was den Shader praktisch nutzlos machen würde.

#### 9.5.10.2.2 Der Rücklicht-Shader

Wie der Name schon vermuten lässt geht es hier um Licht, das die Rückseite eines Objekts beleuchtet. Denken Sie an ein Blatt Papier, das Sie vor eine Lampe halten. Sicherlich wird das Licht teilweise das Papier durchdringen und auch die Rückseite aufhellen. Eine echte Volumenberechnung dürfte wegen der geringen Dicke eines Blatts nutzlos sein. In solchen Fällen bringt der **Rücklicht**-Shader daher bessere Ergebnisse nach bereits kurzer Zeit.

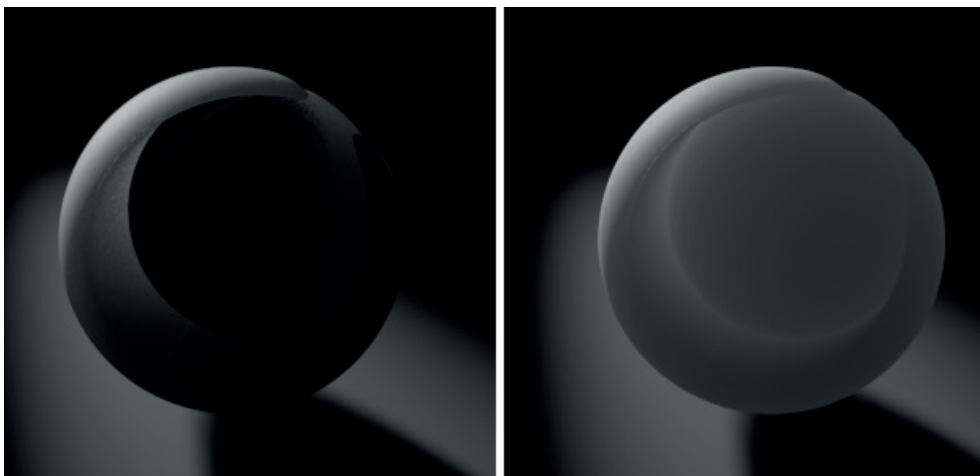


Über die **Farbe** wird das durchsickernde Licht gefärbt. Der **Algorithmus** legt die Art der Oberflächenschattierung fest. In der Einstellung **Einfach** wird auf eine zusätzliche Schattierung verzichtet und nur das Licht der gegenüberliegenden Seite wird dargestellt. **Leuchten** ist für die Intensität des durchsickernden Lichts zuständig, während **Schattenintensität** eventuelle Schatten der beleuchteten Blattseite auch auf die Rückseite übernimmt. Die **Clipping**-Funktion ist nur aus Gründen der Kompatibilität mit älteren Cinema 4D-Szenen vorhanden. Dadurch kann die Helligkeit durchscheinenden Lichts auf maximal 100% beschränkt werden. Ist **Clipping** aktiv, können Sie über den **Kontrast** zusätzlich den Übergang zwischen den Schatten und den direkt durchleuchteten Bereichen definieren.

Der **Härte**-Wert kann nur bei Nutzung von **Algorithmus Oren Nayar** eingestellt werden und kann dort zusätzlich die Helligkeit des durchsickernden Lichts beeinflussen.

#### 9.5.10.2.3 Der Subsurface Scattering-Shader

Hier findet eine physikalisch korrekte Volumenberechnung statt, mit der die Streuung und Absorption von Licht in Objekten angenähert wird.



Sie können bei der Konfiguration dieses **Shaders** damit beginnen, in den gebotenen **Presets** zu stöbern. Sie finden dort typische Materialien, wie z. B. Milch und auch menschliche Haut neben anderen Voreinstellungen, wie z. B. Ketchup oder Apfel. Sie können aber natürlich auch selbst Hand anlegen und den **Shader** nach Ihrem eigenen Empfinden konfigurieren. Die **Farbe** ist für das Innere des Objekts gedacht. Soll menschliche Haut dargestellt werden, so kämen hier z. B. Rottöne zum Einsatz, da Blut und Gewebe unter der Haut das Licht entsprechen färben. Sie kennen ja sicherlich den optischen Effekt, wenn man die eigene Hand vor eine starke Lichtquelle hält. Das Licht wird an den dünneren Stellen der Finger tiefrot sichtbar. Die **Stärke** ist ein einfacher Multiplikator für die Intensität des im Material gestreuten Lichts und kann über direkte Werteingabe auch über 100% betragen. Ergänzend zur einfachen Farb-angabe für den Kern des Objekts kann auch eine **Textur** oder ein **Shader** benutzt werden. Dieser stellt dann die oberste Schicht des Materials dar. Hier kann daher oft die gleiche Textur wie im **Farbe**-Kanal des Materials verwendet werden. Eventuell macht eine leichte Weichzeichnung der **Textur** Sinn.

Die **Pfadlänge** ist das eigentliche Maß, wie tief Licht in ein Objekt eindringen kann. Je größer dieser Wert ist, desto transparenter wirkt das Objekt. Der passende Wert hängt also entscheidend von den Abmessungen Ihres Objekts ab, das mit diesem Material belegt werden soll. Interessant ist, dass kurze **Pfadlängen** längere Berechnungszeiten mit sich bringen können. Überprüfen Sie in solchen Fällen, ob Sie nicht ähnliche Ergebnisse in kürzerer Zeit z. B. mit **ChanLum** erzielen können. Die **Pfadlänge** lässt sich zudem noch über das vorangestellte Dreieck separat für den **Rot**-, **Grün**- und **Blau**-Anteil des einfallenden Lichts definieren. So dringt z. B. bei menschlicher Haut der rote Lichtanteil sehr viel tiefer in das Gewebe vor, als z. B. der blaue Lichtanteil. Die Prozentwerte beziehen sich jeweils auf die **Pfadlänge**.

Die eigentliche Rechengenauigkeit legen Sie in den weitergehenden Einstellungen des **Shaders** fest. Dafür stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. Schauen wir uns zuerst die **Mehrfach**-Einstellungen an, durch die das Licht zufällig im Objekt gestreut wird. Das Resultat lässt sich oft mit Wachs vergleichen und fällt sehr weich aus. Der Effekt kommt durch die Aussendung von Berechnungsstrahlen zustande. Sofern überhaupt **aktiviert**, kann über das **Modus**-Menü einer von zwei Algorithmen gewählt werden.

Bei **Cache** kommt es zu einer adaptiven Vorberechnung des Objekts, wobei Messpunkte auf dem Objekt verteilt werden. Die Ergebnisse dieser Messungen werden interpoliert. Dieses Verfahren ist recht schnell und gut für größere **Pfadlängen** geeignet. Aufgrund der begrenzten Anzahl von Messpunkten und der auch größeren Lücken zwischen diesen, können jedoch Details verloren gehen. Bei kurzen **Pfadlängen** und wenn mehr Details benötigt werden, bietet sich der **Direkt-Modus** an. Bei diesem werden alle Punkte der Oberfläche gleich intensiv abgetastet. Eine Vorabschätzung von Messpunkten entfällt dadurch und viele Einstellungen dieser Dialogseite verschwinden. Übrig bleibt in diesem Modus nur **Minimum Schwellwert**. Dieser Wert stellt eine Untergrenze für die errechnete Pfadlänge dar. Jede gemessene Distanz wird also mindestens so lang wie **Minimum Schwellwert** sein. Auf diese Weise können extreme Helligkeiten an scharfen Kanten und sehr dünnen Stellen des Objekts vermieden werden. Wenn Sie unterschiedliche Pfadlängen für die Rot-, Grün- und Blau-Anteile des Lichts verwenden, sorgt **Separate Farbkanäle** dann ebenfalls für eine exaktere Berechnung unter Einbeziehung des **Minimum Schwellwerts**, der dann ebenfalls auf die drei Farbkanäle bezogen wird.

Die Rechengenauigkeit im **Direkt-Modus** wird über die **Sampling-Unterteilung** definiert. Je höher dieser Wert ist, desto exakter und langsamer wird die Berechnung. Wenn Sie den **Physikalischen Renderer** benutzen wird dieser Wert global über die **Rendervoreinstellungen** vorgegeben. Nur wenn Sie in einem **Subsurface Scattering**-Shader eine individuelle Einstellung machen möchten, aktivieren Sie dort die Option für **Separates Sampling** und können dann auch wieder eine eigene **Sampling-Unterteilung** benutzen. Der **Direkt-Modus** arbeitet oft schneller als der nachfolgend beschriebene **Cache**-Modus, wenn es um sehr kleine **Pfadlängen** geht.

Die **Samplendichte** ist die Maßeinheit für die Anzahl an Messpunkten im **Cache**-Modus. Je höher diese gewählt wird, desto länger dauert die Berechnung, desto exakter wird jedoch auch der Effekt vor allem bei filigranen Teilen. In der Regel wird jedoch kaum eine Erhöhung über 100% nötig sein. Versuchen Sie stattdessen, ob nicht auch eine geringe Einstellung ausreicht, um Rechenzeit zu sparen. Die ermittelten Samples werden dann miteinander verrechnet und über Verläufe geglättet. Nur wenn Sie dabei Flecken oder Sprünge entdecken, sollte **Glätten** etwas angehoben werden. Ansonsten führt das **Glätten** oft ungewollt zum Verlust von Details im Effekt.

Der **Schwellwert** stellt eine Abbruchbedingung für den **Shader** dar. Bei kleinen Werten wird exakter und auch länger gerechnet. Höhere Einstellungen beschleunigen die Berechnung, können dann aber auch zu sichtbaren Störungen führen. Die Voreinstellung von 0,1 sollte für die meisten Fälle einen guten Kompromiss zwischen Qualität und Rechenzeit darstellen. Schließlich aktiviert die Option **Schnelle Berechnung** einen alternativen Algorithmus, der auf geringe Samplezahlen optimiert ist. Wenn Sie also mit einer **Samplendichte** unterhalb von 100% arbeiten, kann diese Option hilfreich sein, um sowohl das Resultat aufzuwerten als auch von der verkürzten Berechnungszeit zu profitieren.

Die Einstellungen auf der Dialogseite **Einfach** können ergänzend oder auch anstatt des **Mehrfach**-Modus benutzt werden. Der **Einfach**-Effekt, sofern **Aktiviert**, simuliert ebenfalls eindringendes Licht, streut dieses jedoch nicht so wild wie der **Mehrfach**-Algorithmus. Die Lichtstrahlen laufen hauptsächlich in der gleichen Richtung des Auftreffens auf die Oberfläche weiter durch das Objekt. Der Effekt führt daher nicht so sehr zu einem Wachs-Effekt. Auch diese Berechnung benutzt wieder Samples, deren Anzahl über die Qualität entscheiden. Sie stellen diesen Wert bei **Sampling-Unterteilung** ein. Wenn der **Physikalische Renderer** benutzt wird, wird auch dieser Wert nicht am **Shader**, sondern global über die **Rendervoreinstellungen** eingetragen. Nur wenn **Separates Sampling** aktiv ist, wird auch bei **Physikalischen Renderer** die individuelle **Sampling-Unterteilung** des Shaders benutzt. Wie bereits angesprochen, werden für das Rendering mit ProRender spezialisierte Funktionen über dessen Node-System angeboten, wo ebenfalls eine eigenen Subsurface Scattering-Berechnung verfügbar ist.

Die **Phasenfunktion** legt fest, in welche Richtung das Licht innerhalb des Objekts abgelenkt wird. Bei negativen Werten werden die Lichtstrahlen stärker zurück, wieder auf die Lichtquelle zu, reflektiert. Positive Werte leiten das Licht verstärkt in der ursprünglichen Lichtrichtung durch das Objekt. Beachten Sie dass die Maximalwerte -1 bzw. +1 die Berechnung des **Einfach**-Effekts komplett deaktivieren. Eine **Phasenfunktion** von Null führt zu einer gleichmäßigeren Streuung in alle Richtungen, ohne jedoch die komplette Zufälligkeit und somit Weichheit des **Mehrfach**-Modus zu erreichen. Befinden sich noch andere Objekte zwischen der Lichtquelle und dem Objekt, das das **Subsurface Scattering**-Material trägt, führt Schattenstrahlen berücksichtigen dazu, dass auch diese Schattenwürfe realistisch in den Effekt einfließen. Wie im **Mehrfach**-Modus sorgt **Separate Farbkanäle** schließlich dafür, dass unterschiedliche **Pfadlängen** für die roten, grünen und blauen Farbanteile des Lichts berücksichtigt werden.

Ergänzt werden beide **Subsurface Scattering**-Effekte durch Einstellungen in der Rubrik für **Weitergehendes**.

Den Begriff **Fresnel** kennen Sie bereits. Hier führt die **Fresnel-Spiegelung** dazu, dass der Effekt der Lichtstreuung dort reduziert wird, wo sich die Oberfläche vom Betrachter wegkrümmt. Es erhöht sich dadurch der Kontrast in diesem Bereich, wie es zur Darstellung von nahezu transparenten Materialien wie z. B. Eis sinnvoll sein kann. Ansonsten kann dieser Regler aber auf 0% eingestellt bleiben. Das **Dithering** fügt den berechneten Helligkeits- und Farbverläufen ein feines Rauschen hinzu. Die kann das so genannte **Banding** reduzieren helfen. Damit sind sichtbare Grenzen innerhalb von Farbverläufen gemeint.

Den Brechungsindex kennen Sie bereits z. B. aus dem **Transparenz**-Kanal. Hier steht er beschreibend für das Innere des Objekts. Oftmals bestehen transluzente Objekte mit einem Großteil aus Wasser. Daher ist hier auch schon ein Wert von 1,3 eingetragen. Soll z. B. Alabaster oder Marmor simuliert werden, kann hier aber auch ein höherer Wert verwendet werden. Sie kennen ja bereits die Übersicht mit den gängigen Brechungsindices.

In der **Lichter**-Rubrik des Shaders können Sie über die bekannte **Einschließen/Ausschließen**-Liste individuelle Lichtquellen von dem Effekt ausschließen oder auch nur einzelne Lichtquelle für die Berechnung verwerten. Nur wenn **GI-Verteilung berechnen** aktiv ist, werden auch diffuse Lichtstrahlen mit einbezogen, sofern **Globale Illumination** in den **Rendervoreinstellungen** aktiviert wurde.

### 9.5.10.3 Der Distorter-Shader

Dieser Hilfshader benötigt zwei Texturen. Die Basistextur laden Sie in das **Textur**-Feld. In den **Verzerrung**-Bereich laden Sie dann entweder ein Bild oder besser noch einen Graustufenshader, wie z. B. **Noise** hinein. Die Helligkeiten des **Verzerrung**-Shaders werden zur Verwirbelung der **Textur** benutzt. Einen entsprechenden Effekt kennen Sie bereits aus dem **Ebene**-Shader. Das **Typ**-Menü legt die Art und Richtung der Verwirbelung fest. **Stärke**, sowie die **X**-, **Y**- und **Z**-Parameter definieren die Richtung und Intensität der Verzerrung. Werden auf diese Weise z. B. zwei unterschiedliche **Noise**-Shader kombiniert, können ganz neue Muster entstehen.

Wenn der Shader im **Relief**-Kanal verwendet werden soll, können Sie über den **Delta**-Wert die Genauigkeit der Abtastung vorgeben. Kleinere **Delta**-Werte erhöhen die Genauigkeit, reduzieren jedoch auch die Intensität des **Reliefs**.

### 9.5.10.4 Der Dünnfilm-Shader

Viele Oberflächen sind von einer dünnen Schicht aus Lauge oder Fett überzogen. Klassische Beispiele dafür sind die Fingerabdrücke auf einem Glas. Andere Materialien wiederum bestehen vollständig aus seifigen oder öligen Substanzen, wie z. B. eine Seifenblase oder Speiseöl. In all diesen Fällen lässt sich beobachten, dass eintreffendes Licht in die Spektralfarben aufgespalten wird. Als Resultat nehmen wir einen farbigen Lichtschimmer wahr, wie z. B. bei Permutt.



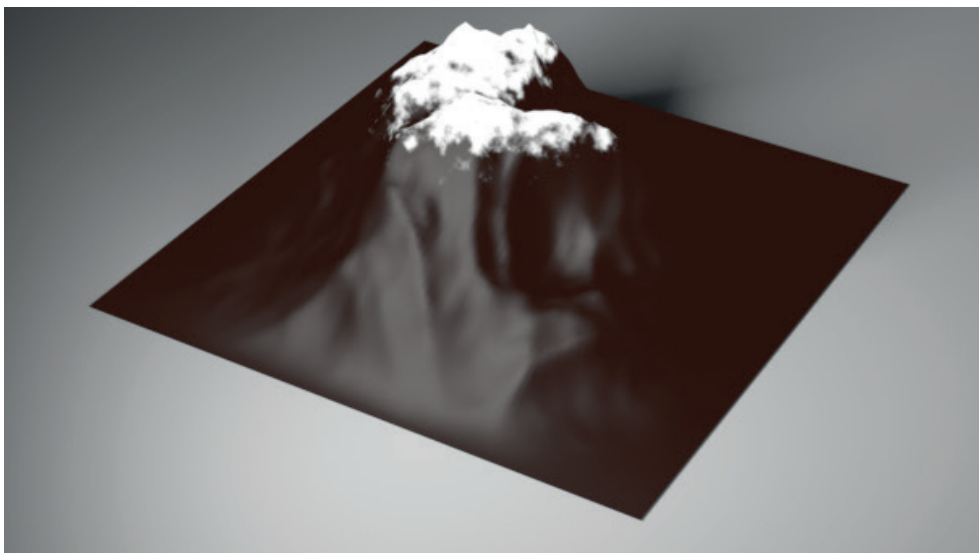
Dieses Farbenspiel hängt vom Brechungsindex und der Dicke dieses dünnen Films auf der Oberfläche ab. Der **Dünnsfilm-Shader** vermag derartige Effekte für uns zu simulieren. Dazu wählen Sie zuerst die gewünschte Substanz aus dem Menü **Brechungs-Preset** aus oder tragen einen passenden **Brechungsindex** direkt ein. Der Wert für **Spektral-Samples** fungiert dabei als Qualitätsregler für die Berechnung der Spektralfarben. Höhere Einstellungen können zu exakteren Ergebnissen führen, die dann aber auch für das Rendering wesentlich länger benötigen. Über den **Dicke (nm)**-Parameter geben Sie dann die Dicke dieser Schicht an. Damit sich die Spektralfarben stärker variieren, sollten Sie zudem eine **Textur** für die **Variation (nm)** laden. Hier bietet sich oft der **Noise-Shader** an. Die von Grau abweichenden Helligkeiten der geladenen Textur werden mit dem Wert für **Variation (nm)** multipliziert und simulieren dadurch Variationen in der Dicke des Ölfilms. Helligkeiten über 50% Grau führen also zu einer Verstärkung, Helligkeiten unter 50% Grau zu einer Reduzierung der Dicke. Zusätzlich steht Ihnen ein **Farbe**-Wert zur Verfügung, mit dem die berechnete Spektralfarben multipliziert werden können. Für realistische Ergebnisse sollten Sie hier jedoch bei Weiß bleiben. Über eine weitere **Textur** in Verbindung mit einem **Mischstärke**-Wert können schließlich auch andere Shader oder Bitmaps mit den berechneten Farben gemischt werden. Der **Dünnsfilm-Shader** macht oft den meisten Sinn, wenn er zur Färbung der Spiegelungen im **Reflektivitäts**-Kanal des Materials eingesetzt wird.

#### 9.5.10.5 Der Falloff-Shader

Dieser Shader ähnelt stark dem **Farbverlauf**-Shader, erleichtert jedoch durch die **Vektor**-Eingabe im gewählten **Raum**-System die Ausrichtung des **Gradienten** entlang einer beliebigen Richtung. Der **Vektor** 0,1,0 führt somit im **Objekt**-Raum zu einem senkrechten Farbverlauf, der z. B. ein **Landschafts**-Objekt so färben kann, dass nur die Bergspitzen weiß, die Flanken und Täler jedoch automatisch grün bleiben.

#### 9.5.10.6 Der Geländemaske-Shader

Dieser Shader ähnelt in seiner Funktion dem **Falloff**-Shader, denn auch hier können z. B. Farbverläufe entlang einer gewissen Raumhöhe angelegt werden. Die Einstellmöglichkeiten gehen jedoch noch weiter und schließen z. B. die Abhängigkeit der Schattierung von der Oberflächenneigung mit ein. Gedacht ist der Shader für die Nutzung z. B. im **Alpha**-Kanal oder als **Ebenenmaske** in einem **Ebene**-Shader, um zwischen verschiedenen Texturen zu überblenden.



Reizvoll ist u. a. die Nutzung bei der Texturierung eines Geländes, wenn die Berge automatisch mit einer felsigen Textur und die Senken z. B. mit Gras belegt werden sollen.

Der Shader kennt zwei Berechnungsmethoden die getrennt voneinander, aber auch kombiniert aktiviert werden können. Mit **Höhenmaskierung aktivieren** wird der rechte Farbwert des **Verlaufs** zwischen **Min Höhe** und **Max Höhe** ausgegeben. Die übrigen Bereiche erhalten den linken Farbwert des **Verlaufs**. Dies alles ist bezogen auf das **Objekt-Achsensystem** des mit dem Material belegten Objekts. Alternativ hierzu können durch Anhängen von **Globale Koordinaten verwenden** aber auch Welt-Koordinaten ausgewertet werden. Um nicht nur einen harten Wechsel der Farbwerte sondern einen weichen Verlauf zu erhalten, benutzen Sie **Min aufweichen** und **Max aufweichen**. Die Prozent-

werte legen die Breite des Farbübergangs fest. Zusätzlich kann mit **Noise Höhe** eine Unregelmäßigkeit in die Ränder der Farbverläufe gebracht werden. Die **Skalierung** legt dabei die Detaildichte dieser Störungen fest. Kleinere Werte führen zu feineren Variationen.

Der zweite Betriebsmodus wertet mit **Neigungsmaskierung aktivieren** die Oberflächenneigungen aus. Alle Neigungen, die zwischen **Min Neigung** und **Max Neigung** liegen erhalten den linken Farbwert des **Verlaufs**. Die übrigen Bereiche werden mit dem rechten Verlaufswert belegt. Die Berechnung der Neigung erfolgt relativ zur angegebenen **Richtung** oder alternativ auch zu einer **Eigenen Richtung**, die als Vektor im Achsensystem des Objekts angegeben wird. Alternativ kann auch hier wieder durch **Globale Koordinaten verwenden** das Weltsystem als Bezugssystem herangezogen werden. **Min aufweichen** und **Max aufweichen** funktionieren nach dem gleichen Prinzip wie bei der Höhenmaskierung.

Für die Neigungsberechnung kann alternativ auch ein eventuell vorhandener **Relief-Kanal** ausgewertet werden. Selektieren Sie dazu **Relief verwenden**. Werden **Höhenmaskierung** und **Neigungsmaskierung** zusammen verwendet, multipliziert der **Shader** beide Resultate miteinander. Die **Neigungsmaskierung** ist dadurch nur dort zu sehen, wo auch die **Höhenmaskierung** eine **Verlauf-Helligkeit** über 0% berechnet. Mit **Alternatives Mischen** kann das Ergebnis an den Rändern zusätzlich geschärft werden. Dabei entspricht **Alternatives Mischen** mit einer **Härte** von 0% dem Resultat ohne **Alternatives Mischen**. Höhere **Härte**-Werte lassen dagegen weiche Ränder an den Verläufen langsam verschwinden. Schließlich lassen sie die Berechnungen des **Shaders** auch noch **Invertieren**.

#### 9.5.10.7 Der Linsenverzeichnung-Shader

Als Linsenverzeichnung werden Verzerrungen eines Films oder Fotos bezeichnet, die durch das verwendete Objektiv entstanden sind. Das Ausmaß solcher Verzerrungen hängt u. a. von der Brennweite und Qualität des Objektivs ab. Um die Linsenverzeichnung eines bestimmten Objektivs messen und festhalten zu können, steht in Cinema 4D das **Linsenverzeichnung-Werkzeug** im Werkzeuge-Menü zur Verfügung. Dort kann ein Foto geladen, mit manuell darüber platzierten Linien versehen und schließlich manuell oder automatisch entzerrt werden, so dass alle Geraden auch tatsächlich wieder gerade erscheinen. Diese Information kann anschließend als eigene Linsenprofil-Datei gespeichert und u. a. in diesem **Linsenverzeichnung-Shader** wieder geladen werden. Ähnliche Optionen finden sich im **Kamera kalibrieren**-Tag, im **Linsenverzeichnung** Post-Effekt der Rendervoreinstellungen und im **Motion Tracker**. Der Shader sorgt in Verbindung mit einer entsprechenden Linsenprofil-Datei dafür, dass ein geladenes Bild entzerrt dargestellt wird und bietet sich daher z. B. für die Verwendung auf einem **Hintergrund-Objekt** an.

#### 9.5.10.8 Der Lumas-Shader

Dieser Shader bietet fast alle Einstellungen eines eigenständigen Materials. Wenn Sie den Beschreibungen des **Danel** Shader-Materials aufmerksam gefolgt sind, werden Sie viele Parallelen feststellen. Auch der **Lumas**-Shader stellt Einstellungen für die Schattierung, bis zu drei separate Glanzlichter und anisotrope Effekte zur Verfügung.



Beachten Sie, dass auch der **Reflektivität**-Kanal bereits anisotrope Effekte berechnen kann.

Da viele Eigenschaften dieses **Shaders** Beleuchtungseffekte simulieren, macht z. B. die Nutzung im **Leuchten**-Kanal Sinn. Auf den **Farbe**-Kanal kann dann ggf. ganz verzichtet werden. Aber auch die Nutzung in anderen Kanälen kann reizvolle Ergebnisse liefern, wenn Sie z. B. nur die **Shader**-Einstellungen des **Lumas**-Shaders nutzen und diese mit anderen Texturen multiplizieren. Dies lässt sich recht einfach über den **Fusion**- oder den **Ebene**-Shader erledigen. Auf diese Weise können dann Materialeffekte auch nur auf direkt beleuchtete Abschnitte einer Oberfläche beschränkt werden, so wie es die seitliche Abbildung zeigt.

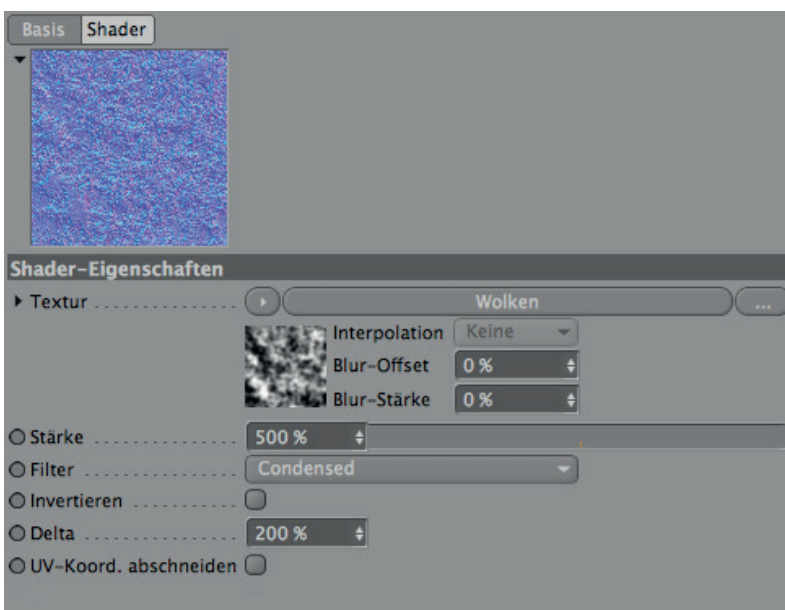
#### 9.5.10.9 Der Normalenrichtung-Shader

Wie Sie bereits wissen, hat jedes Polygon eine **Normale**, also einen Vektor, der senkrecht auf der Vorderseite dieser Fläche steht. Diese **Normale** wird z. B. für die Schattierungsberechnung der Oberfläche ausgelesen, um Polygonwerkzeugen als Verschieberichtung zu dienen oder schlicht um Vorder- und Rückseite eines Polygons unterscheiden zu können. Dank dieses Shaders können Sie jederzeit die Lage aller Normalen an dem mit diesem Material belegten Objekt auslesen. Flächen, deren Normalen in Richtung der Kamera zeigen bekommen **Farbe 1** zugewiesen. Weist die Oberflächennormale von der Kamera weg, wird **Farbe 2** benutzt.

Dies macht viele interessante Effekte möglich. Denken Sie nur an eine Nutzung des **Shaders** im **Transparenz**- oder **Alpha**-Kanal. Flächen verändern dann ihre Sichtbarkeit automatisch, je nachdem aus welcher Richtung sie betrachtet werden.

#### 9.5.10.10 Der Normalizer-Shader

Wir haben bereits die Unterschiede zwischen einem **Relief** und einer **Normalen-Map** besprochen. Die **Normalen-Map** kann über die RGB-Farbwerte auch die Neigung einer Oberfläche für die Schattierung definieren. Dazu werden jedoch RGB-Texturen benötigt, die nicht aus beliebigen Bildern bestehen können. Der **Normalizer** hilft bei dieser Umrechnung, indem hier die normalen Graustufenbilder als **Textur** verwendet werden können, die normalerweise im **Relief**-Kanal zum Einsatz kämen.



Die **Stärke** skaliert die Umrechnung, macht also den Effekt intensiver. Der **Filter** kann dabei ebenfalls zur Schärfung der Kontraste eingesetzt werden. **Condensed** ist eher für feine Details geeignet, die **Sobel**-Modi dagegen eher für großflächige Strukturen und gröbere Muster. Mit **Invertieren** können die Helligkeiten der geladenen Textur umgekehrt werden, bevor die Umrechnung in RGB-Werte erfolgt.

Der **Delta**-Wert ist Ihnen bereits aus anderen Shadern, wie z. B. dem **Noise**-Shader bekannt und verstärkt hier mit zunehmenden Werten den Effekt. **UV-Koordinaten abschneiden** kann gelegentlich vorkommende Beeinflussungen an den Rändern der Textur vermeiden helfen. Es kann ansonsten vorkommen, dass z. B. Pixel vom linken Rand der Textur auch als Farbsaum auf der gegenüberliegenden Seite auftauchen.

### 9.5.10.11 Der Pixel-Shader

Dieser Shader benötigt wieder eine separate Textur um arbeiten zu können. Die geladene Textur wird in rechteckige Sektoren eingeteilt. Die Farben und Helligkeiten jedes Sektors werden interpoliert und ergeben dann die Ergebnistextur des **Pixel-Shaders**. Die Anzahl der Sektoren legen Sie mit den Einstellungen **Kacheln U** für die X- und **Kachel V** für die Y-Richtung fest. Je mehr Kacheln Sie verwenden, desto mehr ähnelt das **Shader**-Ergebnis wieder der dort geladenen **Textur**. Kleine Werte hingegen führen zu stark verpixelten Resultaten. Dies kann natürlich auch während einer Animation reizvoll sein, wenn sich z. B. eine Textur zuerst hoch aufgelöst präsentiert und im Laufe der Zeit immer verpixelter angezeigt wird. In solchen Fällen sollte **Glätten** zusätzlich angeschaltet werden. Dadurch werden dann automatisch nur ganzzahlige Werte für die **Kacheln**-Parameter eingesetzt, auch wenn durch die Animation dieser Parameter Nachkommaanteile entstehen sollten.

### 9.5.10.12 Der Projector-Shader

Wie Sie z. B. bereits bei den **Fusion**-Einstellungen des **Nukei Shader**-Materials gesehen haben, können Materialien auf verschiedene Weise auf eine Oberfläche projiziert werden. Was jedoch, wenn das Material z. B. kugelförmig, ein bestimmter Kanal dieses Materials jedoch mit **Fläche**-Projektion verwendet werden soll? Für diese Fälle wurde der **Projector**-Shader erfunden. Sie laden dort die gewünschte Textur hinein und können über separate Einstellungen z. B. deren **Projektion**, **Offset**, **Längen** und **Kacheln** einstellen. Wie beim bereits besprochenen **Fusion**-Kanal des **Nukei**-Materials können auch hier ggf. Einstellungen eines im **Objekt-Manager** selektierten **Textur**-Tags mit **Tag kopieren** übernommen werden.

Ein mögliches Vorgehen ist also, zuerst ein normales Material zu verwenden und über die Konfiguration dessen **Textur**-Tags wie gewünscht auf der Oberfläche zu platzieren. Im zweiten Schritt modifizieren Sie dieses Material dann und nutzen den **Projector-Shader** in dem **Material-Kanal**, über den Sie eine **Textur** wie zuvor im **Textur-Tag** definiert projizieren möchten. Benutzen Sie im **Projector** die Schaltfläche für **Tag kopieren**. Anschließend kann die Projektion im **Textur-Tag** beliebig umgeschaltet werden, ohne dass dadurch die **Projector**-Funktion beeinflusst wird.

### 9.5.10.13 Der Proximal-Shader

Dieser Shader hat gewisse Ähnlichkeit mit dem **Ambient Occlusion**-Shader, denn auch hier werden Entfernungen zwischen Flächen, Punkten und Kanten vermessen. Die gewünschten **Polygon**-Objekte müssen jedoch manuell aus dem **Objekt-Manager** in die Liste des Shaders gezogen werden. Dabei sind sogar Partikel erlaubt. In diesem Fall ziehen Sie das **Emitter**-Objekt oder das **Partikel-Geometrie**-Objekt der **Thinking Particles** in die Liste.

Wie dann für die Abstandsmessung vorgegangen werden soll können Sie mit den folgenden Optionen bestimmen. **Punkte benutzen** berechnet die Abstände zwischen den Punkten der aufgelisteten Objekte und dem Objekt, welches das Material trägt. Denken Sie daran, dass keine parametrischen Grundobjekte erlaubt sind. Es muss sich um **Polygon**-Objekte oder eben um **Partikel** handeln. Durch **Polygon-Radius** wird um die Mitte jedes Polygons ebenfalls ein Bereich entsprechend der Polygongröße nach Kollisionen abgefragt. Dies kann das Ergebnis verbessern helfen, wenn an den Objekten keine gleichmäßige Punktunterteilung vorhanden ist. **Kanten benutzen** führt zudem eine Abstandsmessung zwischen den Kanten der Objekte durch. Sind alle diese Optionen ausgeschaltet, werden die Entfernungen zwischen den Achsensystemen der Objekte ausgemessen.

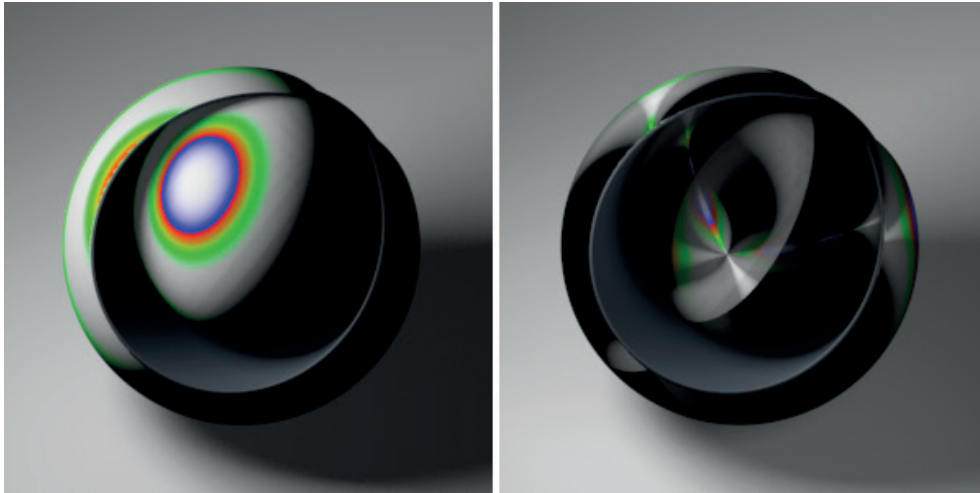
Die ermittelten Entfernungen werden in Graustufen umgerechnet, dabei helfen die Einstellungen für **Start-Distanz** und **End-Distanz**. **Start-Distanz** legt die Entfernung zwischen Punkten, Kanten oder Polygonen fest, bei der eine maximale Helligkeit resultiert. Elemente, die weiter als bei **End-Distanz** voneinander entfernt liegen, haben keinen Einfluss mehr auf das Ergebnis. In diesem Fall bliebe der **Shader** schwarz. Sind **Punkte benutzen** oder **Kanten benutzen** aktiv, oder alle Optionen ausgeschaltet, entsprechen 100% **End-Distanz** einer Entfernung von 100 Einheiten, also z. B. von 100 Zentimetern oder 100 Metern, je nach der von Ihnen gewählten Maßeinheit in Cinema 4D. Ist **Polygon-Radius** aktiviert, orientiert sich die **End-Distanz** an der Größe der jeweiligen Polygone.

Die **Funktion** beschreibt die Verteilung der Graustufen bei Entfernungen die zwischen **Start-** und **End-Distanz** liegen. Der **Blend**-Modus schließlich legt die Art der Vermischung zwischen den errechneten Graustufen und dem Materialkanal fest, in dem der **Shader** geladen wurde. Interessant kann die Verwendung dieses **Shaders** z. B. im **Displacement**-Kanal sein. Die Annäherung von Objekten führt dann gleichzeitig zu einer Verformung.



#### 9.5.10.14 Der Spektral-Shader

Dieser Shader kann Glanzlichter in einem beliebigen **Spektrum** einfärben und auch strahlenförmig verzerren. Der Effekt ähnelt damit dem Farbspiel z. B. auf einer DVD.



**Intensität** entspricht der Helligkeit des Effekts und **Variation** legt die Anzahl an Wiederholungen für die Anwendung des **Spektrum**-Farbenspiels fest. Das **Typ außerhalb**-Menü bestimmt dabei die Reihenfolge der Farben bei den Wiederholungen.

Bei **Stop** wird nur der letzte Farbwert beibehalten und nicht der gesamte Gradient erneut benutzt. **Spiegeln** führt zu einer gespiegelten Wiederholung des Farbverlaufs und **Kacheln** zu einer exakten Wiederholung der Farben.

Um die typischen Farbstreifen einer CD oder DVD zu simulieren benutzen Sie **CD-Effekt aktivieren**. Das **Vorderseite**-Menü legt die Ebene im **Objekt-System** fest, in der die Vorderseite der CD liegt. **Breite** definiert die Breite der Streifen, **W-Faktor** bestimmt den Startpunkt für die spektralen Glanzlichter. Bei einem Wert von 1 starten die Streifen in der Mitte der CD. Größere Werte lassen die Mitte der CD frei und drücken die Strahlen vom Zentrum weg.

**Spitze** ist ein Maß für die Anwendung des **Spektrum**-Gradienten auf die Glanzlichter. Größere Werte bilden daher bereits bei schwachen Glanzlichtern ein größeres Farbspektrum ab. **Diffuse Intensität** verstärkt die Glanzlichter. **Diffuse Variation** begrenzt die Glanzlichter zusätzlich seitlich durch Aufhellungen. Das spektrale Farbenspiel wird dadurch auf das Zentrum der Glanzlichter reduziert.

Sie können diesen Shader entweder im **Farbe**- oder **Leuchten**-Kanal verwenden. Auch die Nutzung im **Glanzfarbe**-Kanal kann Sinn machen, falls das Glanzlicht groß und intensiv genug eingestellt wurde, damit der Effekt auch sichtbar werden kann.

### 9.5.10.15 Der Spline-Shader

Dieser Shader ermöglicht Ihnen mit Splinekurven z. B. Texte auf dem Material sichtbar zu machen. Möchten Sie Texte verwenden, so aktivieren Sie die **Text-Spline**-Option und tragen die gewünschten Texte oder Zahlen direkt in den Shader ein.



Dort können Sie dann auch die bereits vom **Text-Spline** bekannten Parameter z. B. für die Fontauswahl und Größe finden. Nur die Einstellungen für **Kerning** fehlen hier. Wenn Sie dies benötigen, nutzen Sie besser den normalen **Text-Spline** und weisen diesen als Spline zu. In solchen Fällen deaktivieren Sie **Text-Spline** und ziehen dafür das gewünschte Spline-Objekt aus dem **Objekt-Manager** direkt in das **Spline**-Feld. Es können dafür sowohl Spline-Grundobjekte als auch manuell erzeugte Splines verwendet werden.

Beachten Sie jedoch, dass die aktuelle Größe des Spline-Objekts nicht 1 zu 1 auf die Oberfläche übertragen wird. Es handelt sich schließlich weiterhin um einen Shader, der über die Projektion des Materials zugewiesen wird und daher auch verzerrt auf der Oberfläche angezeigt werden kann.

Die Standardgröße einer Materialkachel beträgt 100 Einheiten in X- und Y-Richtung. Wenn Ihr **Spline-Objekt** sich an dieser Maximalabmessung orientiert, können **X Skalierung** und **Y Skalierung** bei 100% belassen werden. Ansonsten müssen Sie dieser Werte so anpassen, dass Ihr Spline wieder in der Materialvorschau sichtbar wird. Wichtig ist dabei die **Ebene** im Shader richtig zu wählen. Dies ist die **Ebene** im Objektsystem des Splines in dem die Kurve liegt. Es sollte sich daher möglichst um flache 2D-Kurven handeln und nicht z. B. um einen **Helix-Spline**.

Mithilfe der **X Offset**- und **Y Offset**-Werte kann die Splinekurve innerhalb der Materialvorschau verschoben werden. Ein **Rechteck-Spline** mit der Kantenlänge 100 kann dann z. B. über **Offset**-Werte von jeweils 50% und **Skalierung**-Werte von je 100% einen Rahmen um die Materialvorschau bilden. Ist **Einzel-Pixel** ausgeschaltet, können Sie mit **Linienbreite** die Dicke der Splinekurve im Material definieren. **Linienübergang** führt zu einer Weichzeichnung der Linienseiten. Mit **Einzel-Pixel** zeichnet nur eine dünne Linie die Splinekurve nach. Die Dicke der Splineform wird durch Aneinanderreihen kurzer Striche realisiert. Die Enden dieser Striche können mit **Linienende** abgerundet werden. Ansonsten enden die Linien hart abgeschnitten. Soll der Shader im **Relief**-Kanal eingesetzt werden vergrößert **Reliefbreite** den Übergang zwischen der Splineform und der **Hintergrund-Textur**.

Handelt es sich bei dem Spline um eine geschlossene Form, können Sie mit **Füllen** auch den Innenbereich ausfüllen lassen. Über **Füllfarbe benutzen** kann dann eine eigene Textur für das Innere bestimmt werden. Ansonsten übernimmt die Füllung die **Linien-Textur**. Ist **Linien-Textur** nicht ausgefüllt, wird Weiß verwendet. Der Hintergrund ist automatisch schwarz, kann aber ebenfalls separat mit einer **Hintergrund-Textur** belegt werden.

### 9.5.10.16 Der Variation-Shader

Mithilfe dieses Shaders lassen sich mit dem Material belegte Objekte oder gar deren Polygone zufällig umfärben oder anderen typischen Farbvariationen unterwerfen. Dies ist vor allem für das Hinzufügen natürlicher Variationen z. B. bei der Färbung von Laub, Gras oder Steinen hilfreich, da nur ein einzelnes Material verwendet werden muss. Zuerst muss gewählt werden, ob **Objektvariation**, **Polygonvariation** oder gar beides berechnet werden soll. Mit **Objektvariation** können z. B. alle mit diesem Material belegten Objekte unterschiedlich gefärbt werden. Mit **Polygonvariation** lassen sich alle oder jeweils eine feste Anzahl zusammenhängender Polygon-Nummern variieren (**Polygonschritt**-Wert). Die Basisfarbe des Shaders ist weiß, kann jedoch auch eine geladene **Grundtextur** sein. Diese Vorgabe kann zufällig über die Parameter **Kontrast**, **Gamma**, **Invertieren**, **Farbton**, **Sättigung** und **Helligkeit** variiert werden. Zudem kann auch eine **Zweittextur** geladen werden, die dann zufällig die **Grundtextur** ersetzt (z. B. ein grünes Blatt als Grund- und ein verwelktes Blatt als Zweittextur).

Wer noch mehr Variation benötigt, um z. B. ganz verschiedene Blatt-Texturen an einem Baum über ein Material zu simulieren, kann auch direkt einen ganzen Ordner über die Schaltfläche **Aus Ordner hinzufügen** angeben, aus dem sich der Shader dann gleichmäßig oder in einem beliebigen prozentualen Verhältnis selbst Texturen heraussucht.

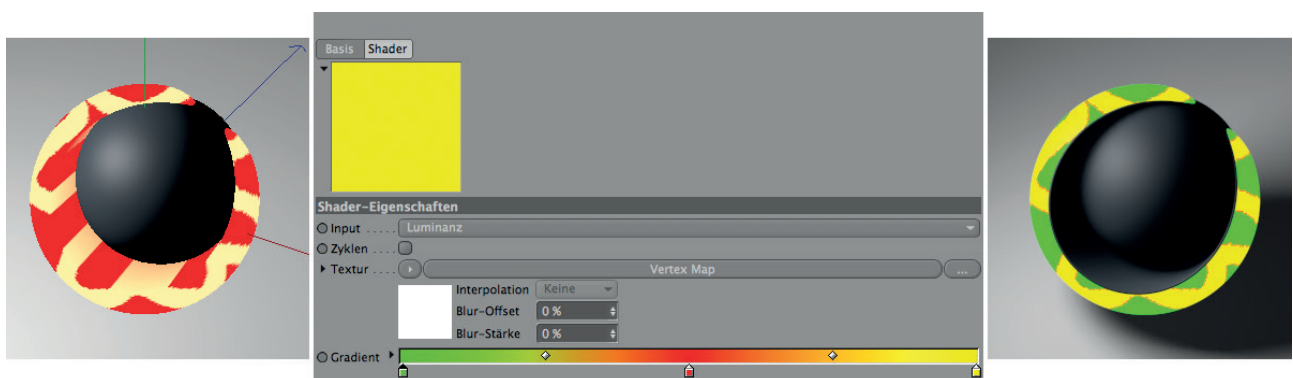
Das Ausmaß der zufälligen Farbüberlagerung kann mit dem Wert **Zufallsfarben** und dessen **Zufallsfarbenmodus** gesteuert werden. Zusätzlich oder stattdessen kann ein Farbverlauf mit eigenen Farben bestückt werden, die dann auch wieder zufällig entsprechend der **Farbverlaufsmischung** und des **Farbverlaufsmodus** verwendet werden. Ein übergeordneter **Wahrscheinlichkeit**-Wert steuert allgemein die Häufigkeit der Variation. Zudem kann eine Textur als **Globale Maske** geladen werden, durch deren Helligkeiten sich dann die Bereiche, in denen variiert wird, zusätzlich maskieren lassen.

### 9.5.10.17 Der Vertex Map-Shader

Sie kennen die **Vertex Map** bereits von der Besprechung der **Live-Selektion** und des **Pinsel-Werkzeugs**. Deformationen konnten so zusammen mit einem **Beschränkung**-Tag z. B. weich auslaufend auf bestimmte Abschnitte der Oberfläche beschränkt werden. Dieser Shader vermag die Information eines zugewiesenen **Vertex Map**-Tags auszusehen und in Helligkeiten zu übertragen.

Ein Punkt mit einer 100%-Wichtung wird dann weiß, ein Punkt mit keiner Wichtung folglich schwarz dargestellt. Zwischen den Punkten entstehen automatisch weiche Übergänge. Auf diese Weise können **Vertex Maps** z. B. auch für Alpha-Maskierungen in Materialien benutzt werden, um weich von einem auf ein anderes Material zu überblenden.

Im **Shader** selbst ist dazu nur der Name des **Vertex Map**-Tags einzutragen. Dieses Tag muss dazu natürlich an dem gleichen Objekt vorhanden sein, an dem auch das Material benutzt wird. Durch **Invertieren** kann die Ausgabe des **Shaders** umgekehrt werden. In Verbindung mit dem **Colorizer-Shader** ist natürlich auch ein individuelles Umfärben des **Shaders** möglich.



Dies macht dann auch die Nutzung z. B. im **Farbe**-Kanal möglich.

### 9.5.10.18 Der Verwittern-Shader

Dieser **Shader** lässt eine hineingeladene **Textur** abgewaschen oder verschmutzt aussehen. Nach dem Laden der zu manipulierenden **Textur**, legen Sie über das **Richtung**-Menü fest, in welche Richtung die **Textur** verschmiert werden soll. Die **Intensität** bestimmt die Stärke des Effekts, wobei **Glätten** für die Präzision der Berechnung steht. Je höher der Wert ist, desto exakter wird gerechnet und desto länger dauert die Berechnung.



Die **Wichtung** kann genutzt werden, um den Effekt zusätzlich von den Helligkeiten innerhalb der **Textur** abhängig zu machen. So werden bei Wahl von **Wichtung Dunkel** z. B. verstärkt die Texturbereiche verschmiert, die eine Helligkeit unter 50% haben. Hellere Bereiche bleiben dann unverändert und wirken, als würden die dunklen Pixel wie Tropfnasen über sie hinweglaufen.

**UV-Koordinaten abschneiden** bestimmt darüber, was an den Bildrändern geschehen soll. Ist die Option ausgeschaltet, werden die Texturbereiche, die auf einer Seite aus dem Bild geschmiert werden, auf der gegenüberliegenden Seite wieder ins Bild kommen. Mit aktiver Option wird dies verhindert.

Wir haben bereits gesehen, wie die Verschmierung bzw. Verwitterung abhängig von der Bildhelligkeit der Textur variiert werden kann. Bei der Nutzung von Farbbildern oder farbigen **Shadern** als Textur ist dies nicht immer exakt genug für eine individuelle Steuerung des Effekts. Aus diesem Grund kann auch eine separate Textur benutzt werden, deren Helligkeiten dann über die Verschmierung bestimmen. Die Auswirkung dieses **Intensitätsshaders** kann über den **Stärke**-Regler editiert werden.

### 9.5.10.19 Der Wellen-Shader

Sollen Regentropfen in einer Pfütze automatisch ringförmige Wellen erzeugen, hilft dieser **Shader** weiter.



Sie benötigen dazu einen **Emitter**, den Sie in das **Partikel**-Feld ziehen. Bei Benutzung von **Thinking Particles** gehört das **Partikel-Geometrie**-Objekt in dieses Feld. Im **Objekt**-Feld weisen Sie das **Polygon**-Objekt zu, auf dem die ringförmigen Wellen angezeigt werden sollen. Dies wird also in der Regel das gleiche Objekt sein, dem Sie auch das Material mit dem **Wellen-Shader** zuweisen. Beachten Sie, dass hier keine Grundobjekte erlaubt sind. Diese müssen zuvor also konvertiert werden (**Mesh > Konvertieren > Grundobjekt konvertieren**). Die Option **Partikelabhängig** ist nur relevant, wenn Sie **Thinking Particles** benutzen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellenmuster ist dann von der individuellen Größe der Partikel abhängig.

**Wellenlänge** bestimmt den Abstand der Wellen voneinander, **Geschwindigkeit** deren Ausbreitungsgeschwindigkeit und **Perioden** die Anzahl der Wellen pro Partikel, der auf das Objekt trifft. **Abnahme** reduziert die Höhe der Wellen mit zunehmender Entfernung vom Partikeleinschlag. **Amplitude** ist dabei die Höhe der Wellen zum Zeitpunkt der Entstehung. Wellen, deren Höhe unterhalb **Minimale Stärke** liegt, werden automatisch gelöscht. Dies hilft Rechenzeit zu sparen.

Die berechneten Wellen werden als Graustufen ausgegeben. Eine Welle mit maximaler Höhe erscheint dabei weiß. Mit abnehmender Intensität reduzieren die Wellen ihre Helligkeit und verschmelzen dadurch langsam mit der 50%-Grundhelligkeit des **Shaders**.

Der **Shader** eignet sich damit für die Nutzung im **Relief**- oder sogar **Displacement**-Kanal. Letzteres ist jedoch nur für extreme Nahaufnahmen zu empfehlen, wenn Sie wirklich ein Auf und Ab der Oberfläche visualisieren müssen. Beachten Sie, dass der **Shader** nur während der finalen Bildausgabe berechnet wird. Sie können den Effekt daher nicht bei Renderings im Editor sehen!

### 9.5.11 Die Oberflächen-Shader

Die Shader dieser Rubrik erzeugen vorrangig Muster. Einige der Funktionen werden Ihnen sicherlich bereits bekannt vorkommen. Andere, wie z. B. der **Tiles**-Shader, erzeugen jedoch auch recht einzigartige Effekte. Generell lassen sich diese **Shader** in allen Materialkanälen mit Texturbereich verwenden. Der Großteil dieser Shader wird jedoch im **Farbe**- oder **Relief**-Kanal eingesetzt.

#### 9.5.11.1 Der Einfache Turbulenz-Shader

Der Shader erzeugt ein wolkenartiges Muster, das über **U-Frequenz** und **V-Frequenz** in X- und Y-Richtung skaliert werden kann. Die **Oktaven** sind ein Maß für die Detailtiefe des Musters. Der **Farbe**-Gradient kann beliebig gestaltet werden. Dies ist auch der Hauptunterschied zum **Noise**-Shader, der ansonsten ähnliche Muster erzeugen kann.

#### 9.5.11.2 Der Einfacher Noise-Shader

Dieser Shader funktioniert wie **Einfache Turbulenz**, erzeugt jedoch ein Noise-Muster. Auch hier besteht der Hauptunterschied zum **Noise**-Shader wieder in der Möglichkeit zum individuellen Einfärben über den **Farbe**-Verlauf.

#### 9.5.11.3 Der Erde-Shader

Sie benötigen eine abstrakte Landkarte? Kein Problem, denn dieser Shader erzeugt automatisch Meere, Landmassen und Gebirge und färbt diese individuell ein. Der prozentuelle Anteil der Landmassen an der Gesamtfläche kann ebenso eingetragen werden, wie ein **Frequenz**-Wert, der die Variation der Landmassengröße vorgibt.

#### 9.5.11.4 Der Feuer-Shader

Über einen **Farbe**-Gradienten können beliebig gefärbte Flammen erstellt werden. Rechts sind dort die Färbungen der Flammen, links die Farbe des Hintergrunds zu finden. **U-Frequenz** und **V-Frequenz** bestimmen die Anzahl und Länge der Flammen. Die **Turbulenz** verschlankt mit ansteigenden Werten die Flammen immer stärker und führt zu mehr Unterbrechungen in der Höhe der Flammenzungen. Da dieser **Shader** automatisch animiert berechnet wird, stellen Sie mit **T-Frequenz** die Geschwindigkeit für diese Flammenvariation ein.

Für uns unsichtbar erzeugt der **Shader** auch eine zu den Flammen passende Maskierung. Wenn Sie den gleichen **Shader** also sowohl im **Leuchten**- oder **Transparenz**-, als auch im **Alpha**-Kanal eines Materials verwenden, erhalten Sie automatisch ausgestanzte Flammen z. B. für ein Kaminfeuer.

#### 9.5.11.5 Der Flamme-Shader

Ähnlich wie beim **Feuer**-Shader werden auch hier beliebige Farbwerte wie bei einer Flamme angeordnet. Auch dieser **Shader** ist automatisch wieder animiert und erzeugt selbständig eine Alphamaske. Diesmal wird jedoch nur eine einzelne Flamme dargestellt. Die **Turbulenz** führt zu mehr Variationen in der Flamme, wogegen die **T-Frequenz** die Veränderung während der Animation betrifft. Größere Frequenzwerte resultieren immer in einer schnelleren Variation.

#### 9.5.11.6 Der Formel-Shader

Über eine Formel lassen sich Helligkeitsvariationen z. B. basierend auf Benutzerdaten, den U-, V- und W- oder den X-, Y- und Z-Koordinaten eines Objekts berechnen.

#### 9.5.11.7 Der Galaxie-Shader

Diese Milchstraße im Taschenformat kann beliebig viele **Spiral-Arme** besitzen und über den **Winkel** auch beliebig stark verdreht werden. Ein **Farbe**-Gradient ermöglicht die individuelle Färbung.

#### 9.5.11.8 Der Holz-Shader

Wenn Sie nur die Darstellung einer Holzmaserung ohne die umfassenden Parameter des **Banzi**-Materials benötigen, finden Sie hier den richtigen Shader. Der **Holz**-Shader funktioniert dabei sogar dreidimensional und durchdringt dadurch das zugewiesene Objekt realistisch.



Über das **Typ**-Menü können einige vorgefertigte Farbverläufe abgerufen werden. Sie können aber auch manuell beliebige Farben verwenden.

Der Shader bietet einen einfachen und einen aktuelleren, komplexen Einstellungsmodus. Letzterer liefern noch realistischere Maserungen. Ist Kompatibilität aktiv, wird noch der alte, einfache Holzmodus angeboten. Dabei legt der **Frequenz**-Vektor getrennt für alle drei Raumachsen das Ausmaß der Detaildichte fest. **Turbulenz** sorgt zudem für eine Verwirbelung der Jahresringe, die standardmäßig in der XY-Ebene der Texturprojektion liegen. Über den **Textur-Achse bearbeiten**-Modus und eine **Fläche-Projektion** kann dann z. B. die Lage der Jahresringe am Objekt präzise gewählt werden.

Ohne den **Kompatibilität**-Modus stehen zahlreiche neue Parameter zur Verfügung.

Die Gesamtgröße der Maserung kann über **Größe** an die Objektgröße angepasst werden. Die **Ringgröße** gibt dabei die Breite und den Abstand der Jahresringe vor, die für die Darstellung der Maserung berechnet werden. Dabei steht **Dehnen** für eine elliptische Verzerrung der Ringe in Wachstumsrichtung des Baums. Größere Werte simulieren also entsprechend längere Baumstämme.

Um die Farbverläufe nicht zu monoton wirken zu lassen, wird eine Körnung hinzugefügt, die zu einer zufälligen Streuung der Farbwerte führt. Die Intensität bzw. Menge dieser Körnung kann über **Körnung** editiert werden, wobei die **Körnungsgröße** für die Größe dieser zufälligen Farbkleckse steht.

**Wellung** steht für zufällige Abweichungen von der Original Maserung des Holzes, die hauptsächlich durch die gedehnten Jahresringe entsteht. Je mehr Wellung, desto verzerrter erscheinen die Strukturen. Dabei ist die **Wellungsgröße** ein Maß für die Abstände dieser Störungen.

Der **Variation**-Wert bildet die Basis aller zufälligen Veränderungen an der Maserung. Jede Veränderung dieses Werts führt daher zu einer Neuberechnung der Maserung. Auf diese Weise kann ein ansonsten farblich identisches Holz mit endlos vielen Variationen in der Maserung berechnet werden, was natürlich die mehrfache Verwendung dieses Shaders auf verschiedenen Objekten erleichtert.

Ist die Option für die **Jahresringe** aktiv, werden die Jahresringe innerhalb der XY-Ebene der Texturprojektion eingezeichnet. Über den **Textur-Achse bearbeiten**-Betriebsmodus von Cinema 4D kann diese Ebene z. B. bei Nutzung der **Fläche-Projektion** im **Textur-Tag** an die gewünschte Stelle des Objekts gelegt werden.

Die Jahresringe sind standardmäßig kreisrund, können jedoch über Ringwellung welliger gestaltet werden. Die **Ringwellungsgröße** bietet zu diesem Zweck zusätzlich drei Prozentwerte an, über die der Verzerrungseffekt der **Jahresringe** zusätzlich entlang der drei Raumrichtungen im Projektions-Achsensystem definiert werden kann.

Beachten Sie, dass das Vorschaubild des **Holz-Shaders** in der Regel stark von dem tatsächlichen Ergebnis beim Rendern abweicht, da dieser Shader dreidimensional rechnet. Sie sollten daher in jedem Fall einen **interaktiven Renderbereich** benutzen, während Sie die Einstellungen des **Shaders** editieren.

#### 9.5.11.9 Der Karo-Shader

Dieser Shader erzeugt rechteckige Farbflächen. **U-Frequenz** und **V-Frequenz** regulieren die Dichte der Flächen in X- und Y-Richtung. Die Parameter **Farbe 1** und **Farbe 2** können zum individuellen Einfärben der Flächen genutzt werden.

#### 9.5.11.10 Der Marmor-Shader

Ähnlich den **Einfache Turbulenz**- und **Einfacher Noise**-Shadern wird hier ein Muster berechnet. Hier soll es an die Marmorierung von Steinen erinnern. Ein **Frequenz**-Vektor legt die dreidimensionale Dichte an Unregelmäßigkeiten fest. Die **Turbulenz** hilft bei der zufälligen Verwirbelung der Struktur. Der **Farbe**-Verlauf erlaubt individuelle Farbgebung.

#### 9.5.11.11 Der Metall-Shader

Anders als zu vermuten, wird hiermit keine metallische Oberfläche erzeugt. Vielmehr handelt es sich um ein diffuses Muster, das z. B. zur Variation einer Oberflächenfarbe verwendet werden kann. Die **Frequenz** legt die Fülle an Unregelmäßigkeiten fest. Der **Farbe**-Verlauf ermöglicht wieder beliebige Farbkombinationen.

#### 9.5.11.12 Der Planet-Shader

Warum nicht gleich einen ganzen Planeten mit einem Shader darstellen? Zumindest die typischen Färbungen von **Saturn**, **Uranus** und **Neptun** können über das **Typ**-Menü abgerufen werden. Wird das Material dann einer Kugel zugewiesen, entstehen automatisch die passenden Farbverläufe auf deren Oberfläche. Sogar die **Saturnringe** lassen sich auswählen. Dann ist jedoch die zusätzliche Nutzung des **Shaders** auch im **Alpha**-Kanal notwendig. Die Materialzuweisung sollte dann per **Fläche-Projektion** auf einer Ebene oder Scheibe erfolgen.

#### 9.5.11.13 Der Rost-Shader

Wer abgeblätterte Farbe oder Rost darstellen möchte, kann sich mit diesem Shader behelfen. Ein **Farbe**-Verlauf definiert am linken und rechten Rand die Grundfärbung und die Farbe der Rost- oder Farbflecken. Der Anteil der im Verlauf rechten Farbe an der Berechnung des **Shaders** kann über den **Rost**-Wert eingegeben werden. Die **Frequenz** sorgt wie üblich für die gewünschte Dichte an Unregelmäßigkeiten.

#### 9.5.11.14 Der Sonnenkorona-Shader

Mit diesem Shader kann eine Art Feuerkranz oder –Ring erstellt werden. Der **Farbe**-Verlauf definiert am linken Rand die Hintergrundfarbe. Die weiter rechts folgenden Färbungen legen die Farben der Flamen fest. Die **R-Frequenz** gibt die Variation innerhalb der flammenartigen Streifen wieder. Größere Werte können dann auch zu Lücken in den Flammen führen. Die **A-Frequenz** sorgt für die Formung der radialen Streifen. Kleine Werte erzeugen nur eine weiche Wolke, größere Einstellungen führen zum unregelmäßigen Strahlenkranz. Da dieser Shader auch wieder animiert ist, legt die **T-Frequenz** die Geschwindigkeit der zeitlichen Veränderung fest. Die **Turbulenz** ist schließlich das Maß für die Verwirbelung der Strahlen. Dies wirkt sich oft so aus, dass höhere Werte die Strahlen verschlanken.

Der **Radius** gibt die Größe der Öffnung in der Mitte vor, die **Höhe** hingegen legt die Länge der Strahlen fest. Dieser **Shader** erzeugt ebenfalls wieder automatisch eine Alpha-Maskierung und kann daher auch im **Alpha**-Kanal eingesetzt werden, damit nur die Korona sichtbar bleibt. Mit etwas Fantasie können Sie mit diesem Shader sicher auch noch andere nützliche Muster nachbilden. Wie wäre es z. B. mit der Iris eines Auges?

#### 9.5.11.15 Der Steinpflaster-Shader

Dieser Shader wirkt wie ein unregelmäßiges Kopfsteinpflaster oder auch wie ein ausgetrocknetes Flussbett. Über die **Größe** stellen Sie die Dichte und somit die Größe der Steine ein. Eine separate Rubrik steuert die **Breite** der Spalten und Fugen zwischen den Steinen. **Verwerfungen** führen zu Abweichungen von den ansonsten gradlinigen Steinbegrenzungen.

Verschiedene Farbverläufe legen die Grundfarben der Steine, der Fugen und der Steinränder fest. Zusätzlich können zufällige Variationen grobe und feine Oberflächenstrukturen herausarbeiten. Hierfür sind die Struktur- und Körnung-Parameter zuständig. **Grobe Struktur** ergänzt größere, helle Flecken, während **Feine Struktur** ein feines, helles Rauschen hinzufügt. Ähnlich funktioniert die **Fugekörnung**, die das feine Rauschmuster jedoch auf die Fugen beschränkt. Je höher die Prozentwerte, desto stärker die Sichtbarkeit der zusätzlichen Effekte. Mit der Option **Fugenkontrast** wird die verwendete Rauschstruktur in den Fugen so verändert, dass diese gleichmäßiger die gesamte Fugenbreite ausfüllt und nicht nur in der Mitte der Fugen zu sehen ist.

Die Fugen können zusätzlich mittels **Schmutzfarbe** abgedunkelt oder verschmutzt berechnet werden. Die **Schmutzkantengröße** legt dabei die Ausbreitung des Effekts fest, der so auch über die Fugen hinaus auf den Rändern der Steinplatten sichtbar werden kann. Der **Schmutzkanten**-Parameter definiert die Deckkraft der Verschmutzung.

#### 9.5.11.16 Der Stern-Shader

Nun haben wir sicherlich bald alle Himmelsobjekte beisammen, obwohl der **Stern-Shader** eher illustrativ zu Werke geht. **Farbe 1** definiert den Hintergrund, **Farbe 2** die Füllfarbe für die mehrzackigen Sterne. Die Anzahl dieser **Zacken** kann manuell vorgegeben werden. Ebenso lässt sich die Größe der Sterne durch **Innenradius** und **Außenradius** einstellen. Die durchschnittliche Anzahl an Sternen pro Materialkachel wird bei **Sterne** eingetragen.

#### 9.5.11.17 Der Sternenfeld-Shader

Geht es nur um die diffuse Verteilung von Pixeln verschiedener Helligkeit, hilft dieser Shader weiter. Der Shader stellt ansonsten keine weiteren Einstellungen zur Verfügung. Nur die **Basis-Eigenschaften** jedes Shaders sind natürlich auch hier zu finden, um z. B. über den **Blur-Offset** eine Weichzeichnung des Musters und somit eine Vergrößerung der Sterne zu erstellen.

#### 9.5.11.18 Der Tiles-Shader

Dieser **Shader** kann zahlreiche geordnete **Muster** erzeugen. Dazu gehören Planken, Kacheln oder auch Streifen und Kreise in diversen Richtungen und Anordnungen. Die Färbungen der Kacheln und der Fugen dazwischen können individuell gewählt werden. Verschiedene **Größe**-Parameter erlauben sowohl gleichmäßige als auch ungleichmäßige Skalierung. Farbwerte lassen sich auch zufällig verteilen.



### 9.5.11.19 Der Venus-Shader

Auch hier entsteht wieder ein Muster, das diesmal an die Oberfläche des Planeten **Venus** erinnern soll. Die Einstellungen entsprechen bereits bekannten **Shadern**. Die **Frequenz** sorgt auch hier wieder für die Detaildichte entlang der drei Raumrichtungen. Die **Rotation** verdreht das Muster. Schließlich liegt die Farbgebung über den **Farbe**-Verlauf wieder ganz in Ihrer Hand.

### 9.5.11.20 Der Wasser-Shader

Hier geht es weniger um die transparenten oder spiegelnden Eigenschaften des Wassers, sondern um die typischen Wellen, die z. B. auf dem Meer zu beobachten sind. In entsprechender Skalierung kann der **Shader** aber natürlich auch für kleinere Gewässer eingesetzt werden. Dieser **Shader** kommt in der Regel im **Relief**-Kanal zum Einsatz.

Die **U-Frequenz** bestimmt die Abstände der Wellen in X-Richtung voneinander. Höhere Werte führen daher auch zu mehr Wellen. Die **V-Frequenz** variiert die Wellenkämme und sorgt für mehr Unterbrechungen in Y-Richtung des Musters. **T-Frequenz** ist das Maß für die zeitliche Veränderung der Wellen, denn auch dieser **Shader** ist wieder automatisch animiert. Der **Wind** schließlich definiert die Vorwärtsbewegung der Wellen. Durch stark unterschiedliche Frequenzwerte können auch streifenartige Muster erstellt werden, die z. B. die Bürstung eines Metalls, die Falten eines Vorhangs oder sogar Haare darstellen können.

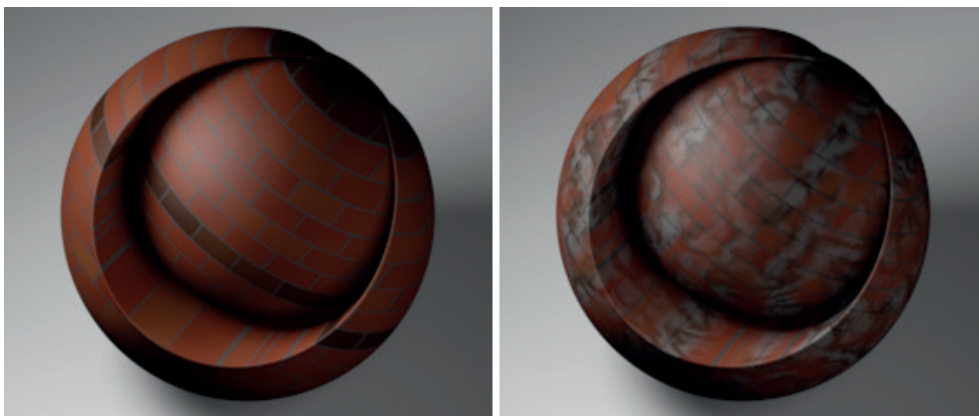
### 9.5.11.21 Der Wolken-Shader

Wieder handelt es sich um einen **Muster-Shader**, der diesmal wolkenartige Flächen erstellt. Die **Frequenzen** legen die Detaildichte in beiden Richtungen fest, der **Wolken**-Parameter steuert den Anteil der Wolken am Ergebnis. Die Farben von Himmel und Wolken werden über den **Farbe**-Verlauf bestimmt. Die Option **Kompatibel halten** ist nur dann interessant, wenn Sie eine Szene aus einer älteren Cinema 4D-Version öffnen und in dieser der **Wolken**-Shader bereits verwendet wird. Die Shaderberechnung läuft dann wie in älteren Versionen ab.

### 9.5.11.22 Der Ziegel-Shader

Zur Darstellung einer Ziegelmauer finden Sie hier alle notwendigen Einstellungen. Dazu gehören individuelle Farbeinstellungen für die Ziegelfarben, für die Fugen und auch für eine alternative Schmutzschicht auf der Wand. Im **Shader**-Teil des Dialogs stellen Sie die Größe der Ziegel und den Versatz den Ziegelreihen ein. Auch Steine mit halber Breite können verbaut werden.

Sollen alle Ziegel jedoch gleich groß sein, setzen Sie **jede x-te Reihe halbe Breite** auf 0. Andernfalls können die halbierten Ziegel auch mittels **Versatz** seitlich eingerückt werden. Die **Farbbalance** halbiert die Anzahl der Ziegel mit halber Breite, sofern diese mit der alternativen Ziegelfarbe belegt werden. Aber auch ohne die Nutzung halbierten Ziegel müssen die Steine natürlich nicht in einem langweiligen Raster aufeinander stehen, sondern lassen sich ebenfalls über einen separaten **Versatz** reihenweise gegeneinander verschieben. Durch **Jede x-te Reihe zurücksetzen** kann jede x-te Ziegelreihe wieder bündig an der linken Seite beginnen. Die generellen Abmessungen der Ziegel geben Sie prozentual mit **Ziegelbreite** und **Ziegelhöhe** vor. Die **Größe** ist nur ein einfacher Multiplikator für dieses Seitenverhältnis der Steine.



Im **Farben**-Teil des Dialogs geht es um die Färbung der Ziegel. Es können zwei voneinander unabhängige Farbverläufe für **Ziegelfarbe** und **Alternative Ziegelfarbe** konfiguriert werden. Wenn Sie verschiedene Farben in den Verläufen mischen, entstehen automatisch Farbvariationen auf den Ziegeln.

Die alternative Ziegelfarbe kann über **Alt. Farbe jede x-te Reihe** und **Alt. Farbe jede x-te Spalte** individuell auf die Wandziegel übertragen werden. Beide Farbvorgaben lassen sich aber auch über **Texturen** angeben. Die Farbverläufe werden dadurch erst einmal deaktiviert. Durch das Laden einer **Textur** erscheinen zusätzliche Einstellungen im Bereich **Texturdetails** unterhalb des jeweiligen **Textur**-Felds. Bei Bedarf kann dort über den **Offset** eine zufällige prozentuale Verschiebung der **Textur** aktiviert werden. Ist gleichzeitig **Zufall** selektiert, verstärkt sich die Durchmischung der Texturkacheln durch eine zusätzliche Neuordnung der UV-Koordinaten der Ziegel.

Über die **Größe** skalieren Sie die geladene Textur. Bei 100% bildet sich die Textur exakt ein Mal auf der Texturkachel des **Ziegel-Shaders** ab. Bei kleineren Werten wird die Textur automatisch nahtlos gekachelt, sofern es sich um ein geladenes Bild handelt. Bei einem Shader vergrößert oder verkleinert sich die Struktur einfach immer weiter. Die **Umdrehen**-Option führt zu einer 90° Drehung der Textur im Uhrzeigersinn und einer anschließenden Spiegelung entlang der Horizontalen. Durch eine Reduktion der **Deckkraft** können die Farbverläufe durch die geladenen Texturen hindurchschimmern. Alternativ können auch andere Mischmodi über das **Blendemodus**-Menü ausgewählt werden.

Mit der **Ziegel Noisegröße** beeinflussen Sie die Anwendung der Farbverläufe auf allen Ziegeln. Bei kleineren Werten resultieren härtere Kontraste und raschere Farbwechsel auf kleinem Raum. Zusätzlich kommt noch ein Rauschmuster zur Anwendung, das der Oberfläche eine gewisse Rauigkeit geben soll. Die Intensität dieses Rauschens stellen Sie über den **Details**-Wert ein. Die Skalierung des Rauschmusters nehmen Sie über **Detailgröße** vor. Dieses Rauschen kann hilfreich sein, wenn Sie den **Shader** auch im **Relief**-, **Normale**- oder gar **Displacement**-Kanal nutzen möchten, um den Fugen eine echte Tiefe zu geben und die Ziegel leicht porös wirken zu lassen.

#### 9.5.11.22.1 Die Fugen

Ähnlich den Ziegeln, so lassen sich auch für die Fugen über einen **Fugenfarbe**-Verlauf verschiedene Helligkeiten oder gar Farben vorgeben, die zufällig verteilt werden. Der Wert für **Fugen Noisegröße** ist für diese Zufälligkeit verantwortlich. Kleine Prozentwerte führen zu mehr Variation. Alternativ oder ergänzend zum Farbverlauf steht auch wieder eine **Textur** zur Verfügung. Die Tiefe legt den Übergang zwischen Fuge und Ziegel fest. Größere **Tiefe**-Einstellungen zeichnen den Übergang zwischen Ziegel und Fuge weich.

Die **Größe** gibt die Breite der Fugen an. Durch **Größenvariation** kann der Umriss der Mauersteine unregelmäßig gestaltet werden. **Größenvariation Skalierung** kontrolliert dabei die Form der Unregelmäßigkeiten. Eine große Skalierung führt zu groben Kanten und Ausbrüchen, wogegen kleine Werte viele Störungen auf kleinem Raum produzieren.

Soll der **Shader** z.B. im **Relief**- oder **Displacement**-Kanal genutzt werden kann die Tiefe der Fuge zusätzlich durch Abdunkelung verstärkt werden. Ist **Einschnitt** über 0% gewählt, dunkelt die Mitte der Fugen zusätzlich ab. Bei negativen **Einschnitt**-Werten werden hingegen die Ränder der Steine abgedunkelt.

#### 9.5.11.22.2 Die Schmutzschicht

Die **Schmutz**-Rubrik kann nach dem **Aktivieren** eine zusätzliche Farbebene über den **Ziegeln** und **Fugen** errechnen, um z. B. Verschmutzungen darzustellen. Ein **Farbe**-Verlauf gibt die verschiedenen Schmutzfarben vor. Wenn Sie das kleine Dreieck vor dem Verlauf anklicken, erhalten Sie zusätzlich Zugriff auf eine **Alpha bearbeiten**-Option. Der **Farbe**-Verlauf stellt dann editierbare Alphawerte dar, über die Sie die Deckkraft der Schmutzebene definieren können. Die Werte für **Mischen Fugen** und **Mischen Ziegel** legen die Intensität und Art der Schmutz-Beimischung relativ zur Ziegelfarbe darunter fest. Werte über 0% verwenden **Negativ multiplizieren** als Mischmodus, Werte unter 0% verwenden **Nachbelichten**. Bei der Einstellung 0% kommt es ansonsten zu einer reinen Überlagerung der Farben. Der **Deckkraft**-Regler ist ein allgemeiner Multiplikator für die Sichtbarkeit der Schmutzschicht.

Die Struktur des Schmutzmusters steuern Sie über **Deckkraftgröße** und **Farbgröße**. Kleinere Werte für die **Deckkraftgröße** führen zu mehr Details in der Schmutzstruktur. Die **Farbgröße** hingegen bezieht sich nur auf den **Farbe**-Verlauf und steuert die Größe des intern verwendeten Musters, das für die Wahl der Farbe aus dem Verlauf zuständig ist. Auch hier führen kleine Werte zu mehr Variation im Ergebnis. Die **Oktaven** legen die Detailtiefe der Schmutzstruktur fest, ganz so, wie Sie es z. B. auch aus dem **Noise-Shader** bereits kennen. Eine zusätzliche Verschiebung der Schmutzstruktur kann über den **Versatz**-Vektor eingetragen werden. Der X- und der Y-Anteil verschieben das Muster horizontal und vertikal. Eine Veränderung des Z-Anteils macht neue Strukturen im Schmutz sichtbar.

Auch hier können Sie wieder alternativ oder ergänzend mit geladenen Texturen arbeiten. **Textur** steht dabei für die Alpha-Maske des Schmutzes. Es kommt hier also nur auf die Helligkeiten des Shaders oder der Bitmap an. Über die **Texturdetails** kann eine räumliche **Verschiebung**, eine **Skalierung** oder eine **Drehung** der Texturen ausgelöst werden. Das Prinzip ist also mit dem der **Farben**-Rubrik des **Shaders** identisch. Die Nutzung des Z-Anteils bei der **Verschiebung** ist jedoch nur für dreidimensionale Shader, wie z. B. den **Noise-Shader** gedacht. Die Option **Mit Verlauf multiplizieren** bezieht sich auf den **Farbe**-Verlauf aus dem oberen Teil der Dialogseite. Sowohl **Textur** als auch eventuell zusätzlich geladene **Farbtextur** werden dann mit dem **Farbe**-Verlauf multipliziert. Ansonsten kann die Färbung der Schmutzschicht auch direkt über eine **Farbtextur** geladen werden. Denken Sie z. B. an Graffiti oder Plakate auf der Wand.

Was die Auswertung der geladenen Textur als Alpha-Maskierung für den Schmutz betrifft, so lässt sich diese mit **Alpha invertieren** umkehren und über **Alpha Kontrast** beliebig schärfen oder weichzeichnen. Der **Alpha Bias** kann zum Vergrößern und Verkleinern der verschmutzten Bereiche benutzt werden.

Der Variationsmöglichkeiten noch nicht genug, steht uns auch noch **Regen** zur Verfügung, um die Schmutzschicht noch verwaschener wirken zu lassen. Bei Werten über 0% wird der Schmutz entlang der Textur-V-Richtung, also in unserer Texturkachel senkrecht nach unten verschmiert und dabei zusätzlich abgeschwächt. Die **Samples** geben die Rechengenauigkeit des Effekts vor, wobei mehr Samples ein weicheres Ergebnis liefern. Möchten Sie trotz **Regen**-Effekts mehr Kontrast im Schmutz behalten, versuchen Sie es also zuerst mit kleineren **Samples**-Werten. Nutzen Sie eine **Farbtextur** für den Schmutz, so kann diese über die **Farbtextur weichzeichnen**-Option ebenfalls durch den **Regen** beeinflusst werden.

Erkennen Sie die Parallelen dieses Effekts zum **Verwittern-Shader**?

#### 9.5.11.23 Der Zyklon-Shader

Dieser Shader erinnert stark an den **Galaxie**-Shader, füllt jedoch die gesamte Fläche mit einem Wirbel. **Rotation** gibt die Anzahl vollständiger Umdrehungen an. Die **T-Frequenz** ist das Maß für die Drehgeschwindigkeit des Strudels während der Animation, denn auch dieser Shader ist wieder automatisch animiert. **Wolken** gibt den Anteil der Flächen vor, die mit dem linken Rand des **Farbe**-Gradienten gefärbt werden.

► *Siehe Übung zu den Materialien und Shadern*

## ZUSAMMENFASSUNG KANAL-SHADER

- **Kanal-Shader** stellen in der Regel nur einzelne Effekte oder Muster dar, die als Texturen innerhalb eines Cinema 4D-Standardmaterials oder eines Shader-Materials verwendet werden können.
- Die **Oberfläche-Shader** sind generell nur für die Erzeugung von Farbmustern gedacht, die z. B. im Farbe-Kanal zum Einsatz kommen.
- Die **Effekte-Shader** analysieren oft die Form oder die Umgebung eines Objekts und können dadurch individuelle Ergebnisse liefern.
- In eine Oberfläche eindringendes, durchgeleitetes oder gestreutes Licht innerhalb eines Materials kann über den **Rücklicht**- und den **ChanLum**-Shader schnell und oft bereits ausreichend genau berechnet werden.
- Physikalisch korrekte Simulationen von gestreutem Licht in einem Material sind jedoch nur mithilfe des **Subsurface Scattering**-Shaders möglich.
- Die Abstände zwischen Objekten können berechnet und auf Helligkeiten umgerechnet werden. Auf diese Weise dunkelt der **Ambient Occlusion**-Shader Oberflächen dort ab, wo Furchen, Raumecken oder Berührungspunkte zwischen Oberflächen vorliegen. Dieser Effekt ist unabhängig von der Beleuchtung der Objekte und wird hauptsächlich im Diffusion-Kanal eingesetzt.
- **Ambient Occlusion** kann alternativ auch als Effekt in den **Rendervoreinstellungen** aktiviert werden. Auf diese Weise wirkt der Effekt automatisch auf alle Oberflächen und kann zudem schneller berechnet und sogar per **Multi-Pass**-Rendering auf einer separaten Bildebene erstellt werden.
- Weitere **Shader** unterteilen sich in zwei Gruppen: die einzeln verwendbaren **Shader**, wie z. B. **Farbe**, **Farbverlauf**, **Noise** oder **Fresnel**, sowie die **Shader**, die ihrerseits eine Textur benötigen. Dazu gehören z. B. **Colorizer**, **Ebene**, **Filter** oder **Fusion**. Diese zweite Shadergruppe ermöglicht z. B. auch die Nutzung aufwändiger **Shader-Trees**, durch die also beliebig viele **Shader** und Bilder miteinander abgemischt werden.
- Shader haben generell den Vorteil gegenüber Bild-Texturen, dass keine feste Auflösung vorgegeben ist. Zudem lassen sich die Resultate recht einfach über Dialoge verändern und den Wünschen anpassen.

## 9.6 Das Material-Tag

Immer wenn ein Material einem Objekt zugewiesen wird, entsteht hinter diesem Objekt im *Objekt-Manager* ein **Material-Tag**. Dieses stellt die Verbindung zwischen dem Material und dem Objekt her und legt die Art der Projektion und z. B. die Position und Größe des Materials fest.

Enthält Ihr Material keine Texturen, die z. B. Muster abbilden, brauchen Sie sich um das **Material-Tag** keine weiteren Gedanken zu machen. Viele Materialien, die nur einfache Farben oder grundlegende Eigenschaften, wie Spiegelung und Transparenz darstellen, benötigen keine Texturen. Sind jedoch Texturen im Material enthalten, müssen Sie die Projektion des Materials überprüfen. Sie finden dazu ein **Projektion-Menü** im **Material-Tag**.

Sofern das **Material-Tag** und das Objekt selektiert sind, können Sie in den **Textur bearbeiten-Modus** schalten, um im Editor eine Vorschau des Projektionskörpers zu sehen. Die Darstellungsart dieser Vorschau kann über die Einstellung der **Projektionsanzeige** gewählt werden.

Bei der **Projektion UVW-Mapping** ist dieser Modus jedoch nutzlos, denn die Anpassung des Materials auf die Oberfläche erfolgt automatisch durch Auswertung des **UVW-Tags** am Objekt, sofern dies vorhanden ist. Beachten Sie, dass dieses Tag selbst dann vorhanden sein kann, wenn Sie es im *Objekt-Manager* nicht sehen können. Dies ist bei allen parametrischen Grundobjekten (**Würfel**, **Kugel** etc) und allen Objekten der Fall, die mithilfe von Splines Geometrie erzeugen (**Extrudieren**, **Lathe**, **Loft**, **Sweep**).

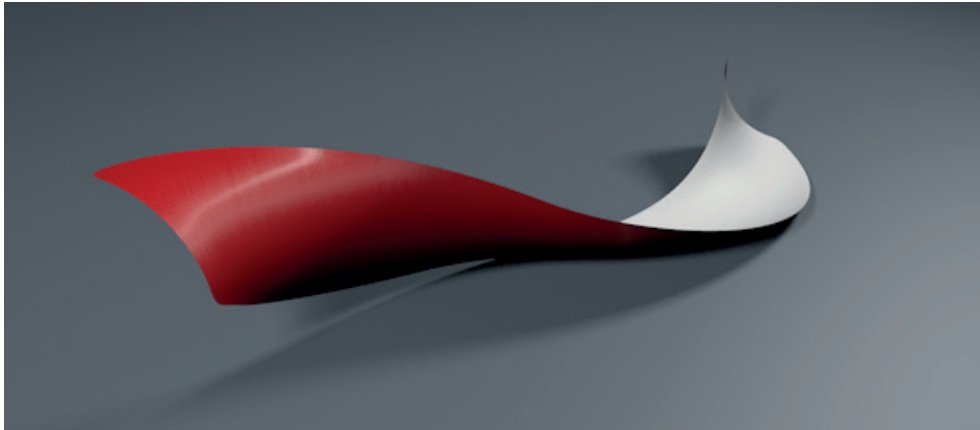
Auch beim **Frontal**- und bei **Kamera**-Mapping können Sie nicht beliebig in die Platzierung oder Größe der Projektion eingreifen, denn hier benutzt das Material eine Kamera bzw. Betrachterposition als Projektor und orientiert sich für die Skalierung des Materials an den **Ausgabe**-Einstellungen in den **Rendervoreinstellungen**. Alle anderen Projektionen lassen sich jedoch über die gängigen Werkzeuge verschieben, skalieren und rotieren. Die **Koordinaten**-Rubrik des **Material-Tags** gibt im *Attribute-Manager* die aktuelle Position, Größe und Ausrichtung der Textur an.

Im **Material-Tag** kann das zugewiesene **Material** durch Doppelklick direkt editiert, aber auch durch ein anderes ersetzt werden. Dazu müssen Sie nur ein anderes Material aus dem *Material-Manager* in das **Material**-Feld ziehen. Alle Projektionseinstellungen des vorherigen Materials werden automatisch übertragen. Das **Selektion**-Feld ermöglicht zudem die Angabe des Namens einer gespeicherten Polygon-Selektion. So eine Polygon-Selektion lässt sich durch Selektieren von Polygonen am Objekt und die Auswahl von **Selektieren > Selektion einfrieren** erzeugen.

Das entstehende **Polygon Selektion-Tag** kann beliebig benannt und dann in das **Selektion**-Feld des **Material-Tags** gezogen werden. Das Material ist dann nur noch auf den Flächen sichtbar, die im **Polygon Selektion-Tag** gespeichert wurden. Da sich mehrere dieser **Selektion-Tags** pro Objekt anlegen lassen ist dies ein gutes Mittel, um verschiedene Materialien gezielt auf bestimmte Bereiche eines Objekts zu beschränken. Noch schneller geht diese Zuweisung zu einer Polygon-Selektion, wenn die entsprechende Selektion im Editor noch aktiv ist. Wenn Sie nun das Material aus dem *Material-Manager* direkt auf die selektierten Polygone ziehen, wird automatisch das passende **Selektion-Tag** als **Selektion** in das **Material-Tag** eingetragen.

Liegen mehrere Materialien auf einem Objekt, so entscheidet die Reihenfolge der **Material-Tags** welches Material unten und welches obenauf liegt. Ein im *Objekt-Manager* weiter rechts einsortiertes **Material-Tag** liegt immer eine Ebene über den links davon platzierten Tags. Benutzt ein Material den **Alpha**-Kanal, so kann dann durch diese Freistellung ggf. auf ein tiefer liegendes Material auf dem Objekt geschaut werden. Zudem haben die Polygone ja bekanntlich zwei Seiten. Das **Seite**-Menü im **Material-Tag** legt daher fest, ob das Material nur **Vorne**, nur **Hinten** oder auf beiden Seiten zu sehen sein soll. Damit dies funktioniert, sollte zumindest ein Basis-Material zugewiesen werden, das auf beiden Seiten der Polygone angewendet wird.

Ein zweites Material darüber kann dann entweder nur **Vorne** oder nur **Hinten** angezeigt werden. Beachten sie, dass die Beschränkung auf die Vorder- oder Rückseite nicht immer korrekt auf die Editordarstellung übertragen wird. Überprüfen Sie dies also ggf. mit Testberechnungen der Ansicht oder einem interaktiven Renderbereich.



Bei der Benutzung mehrerer Materialien auf einem Objekt kann auch die Option **Material addieren** interessant sein. Hat ein weiter rechts liegendes **Material-Tag** diese Option aktiviert, werden dessen Materialkanäle **Farbe, Leuchten, Transparenz, Spiegelung, Relief**, und auch **Displacement** zu den entsprechenden Kanälen des links benachbarten **Textur-Tags** hinzuaddiert. Vorausgesetzt natürlich, diese Kanäle werden dort ebenfalls verwendet. Dies funktioniert sogar mit mehreren Tags gleichzeitig. Auf diese Weise können Sie z. B. verschiedene Projektionen mischen, ohne dafür auf den **Projector-Shader** zurückgreifen zu müssen.

Beachten Sie eine Limitierung dieser additiven Nutzung von Materialien, denn Materialien mit verschiedenen **Matteffekt**-Einstellungen und auch mit verschiedenen Brechungsindices können nicht beliebig gemischt werden.

Ein Sonderfall ist zudem die Nutzung von Displacement in einem tiefer liegenden, also weiter links eingeordneten **Material-Tag**. Dieses wird auch dann sichtbar bleiben, selbst wenn das addierte Material keinen aktiven Displacement-Kanal enthält.

Die Parameter **Offset U** und **Offset V** verschieben das Material innerhalb der gewählten Projektionsform. Ist **Kacheln** aktiv, kann die Anzahl der Materialwiederholungen innerhalb der Projektionsform über **Kacheln U** und **Kacheln V** editiert werden. Die gleiche Wirkung haben die Werte **Länge U** und **Länge V**. Durch **Nahtlos** werden die Kacheln dann abwechselnd gespiegelt angeordnet. Dies kann die Ränder zwischen den Materialkacheln verbergen helfen. **UVW für Relief benutzen** sollte generell aktiviert bleiben, da hierdurch die Qualität der Reliefberechnung auf der Oberfläche verbessert wird.

Um die Anzahl der Kacheln zu bestimmen, benutzen Sie die separaten Parameter für **Wiederholungen U** und **Wiederholungen V**. Beachten Sie, dass Sie durch eine zu geringe Anzahl an Wiederholungen ggf. nur einen Teil der eingestellten Kacheln sehen können. Ansonsten führt die Einstellung 0 für beide Wiederholung-Parameter dazu, dass die Kachelung unbegrenzt in alle Richtungen fortgeführt wird, bis das gesamte Objekt bedeckt ist (siehe Projekt „**TexturTags**“).



## 9.7 Das Material anheften-Tag

Einer der Vorteile der Nutzung von UV-Koordinaten ist, dass das Material zu jedem Zeitpunkt fest mit der Oberfläche des Objekts verbunden bleibt und daher auch bei der Nutzung von Deformatoren nicht verrutscht. Aus diesem Grund ist die Nutzung von **UVW-Mapping** als Projektionsart auch Pflicht bei der Texturierung z. B. von Figuren, die animiert werden sollen.

Sofern Sie aus anderen Gründen gezwungen sein sollten eine andere Projektionsart, wie z. B. **Fläche** zu verwenden, das Objekt aber dennoch durch Deformationen verformt werden soll, gibt es auch dafür eine Lösung. Sie weisen in diesem Fall dem Objekt einfach ein **Material anheften-Tag** zu. Sie finden dies nach einem Rechtsklick auf das Objekt im *Objekt-Manager* unter den **Material Tags**. Das Tag erstellt dabei intern eine Kopie aller Punktpositionen an dem Objekt und kann dadurch auch bei Deformationen die Texturprojektion auf den unverzerrten Zustand des Objekts zurückrechnen. Diese Anheftung funktioniert auch mit mehreren Materialien gleichzeitig. Es muss also nicht für jedes **Material-Tag** ein eigenes **Material anheften-Tag** angelegt werden.

Das Tag bietet Ihnen zwei Schaltflächen im *Attribute-Manager*. Die **Aufnehmen**-Funktion speichert die aktuellen Punktpositionen im Tag ab. Diese Funktion wird bereits automatisch beim ersten Aufruf des Tags ausgelöst. Sie müssen diese Schaltfläche daher nur dann benutzen, wenn Sie noch nach der Zuweisung des Tags Veränderungen an der Form oder Punktanzahl des Objekts vornehmen. Da das Tag nur Punkte speichert, ergibt sich automatisch, dass nur Polygon-Objekte von diesem Tag profitieren können. Da parametrische Grundobjekte und mit Splines arbeitende Objekte keine Punkte zur Verfügung stellen, funktioniert das Tag mit diesen Objekttypen nicht.

Die **Zurücksetzen**-Schaltfläche stellt den im Tag gespeicherten Zustand des Objekts wieder her. Dies kann bei der Nutzung von so genannten PL-Animationen (**Point-Level-Animation**) sinnvoll sein. Darunter versteht man u. a. das Setzen von Keyframes für alle Punktpositionen eines Objekts. Die **Aktivieren**-Option ermöglicht Ihnen schließlich das Ein- und Ausschalten der Tag-Funktion. Dies hat keine Auswirkungen auf die im Tag gespeicherten Punkt-Koordinaten.

## 9.8 Projektionsarten editieren und konvertieren

Wir sind bereits auf den Hauptunterschied zwischen den Standardprojektionsarten, wie z. B. **Fläche** oder **Kugel** und dem **UVW-Mapping** eingegangen. Letzteres greift auf Informationen zurück, die in **UVW-Tags** gespeichert wurden und die jedem Oberflächenpunkt einen bestimmten Abschnitt des Materials zuweisen. Sie können jedoch auch z. B. eine mit **Fläche**-Mapping projizierte Textur in ein **UVW-Mapping** umwandeln lassen.

Selektieren Sie hierzu einfach das Objekt und das entsprechende **Textur-Tag** im *Objekt-Manager* und wählen Sie dann in dessen **Tags**-Menü den Punkt **UVW-Tag erzeugen** aus. Die **Fläche**-Projektion wird dann in UVW-Koordinaten umgerechnet, und ein neues **UVW-Tag** entsteht. Die Projektionsart der Textur wird automatisch auf **UVW-Mapping** umgeschaltet.

Auf diese Weise können beliebig viele **UVW-Tags** pro Objekt angelegt werden. Sind mehrere **UVW-Tags** an einem Objekt vorhanden, benutzt jedes **Material-Tag** immer das **UVW-Tag**, das rechts davon benachbart liegt. Durch die mögliche Beschränkung von Texturen auf Polygon-Selektionen, kann so das gesamte Objekt mit mehreren verschiedenen Projektionsarten belegt werden, ohne dass Sie sich z. B. in BodyPaint 3D mit der Bearbeitung von UV-Koordinaten beschäftigen müssen.

## ZUSAMMENFASSUNG MATERIAL-TAG

- Die Verbindung zwischen einem Objekt und einem Material wird immer über ein **Material-Tag** hergestellt.
- In diesem Tag ist das Material verlinkt. Durch Austausch dieses Links kann dann auch unter Beibehaltung der Projektionseinstellungen im **Material-Tag** ein anderes Material benutzt werden.
- Es sind mehrere **Material-Tags** und somit auch mehrere Materialien pro Objekt möglich. Sofern ein Material nicht auf eine Selektion beschränkt wird, keine Einschränkungen in der Kachelung aufweist und auch keinen Alpha-Anteil benutzt, verdeckt ein weiter rechts einsortiertes **Material-Tag** generell alle anderen **Material-Tags**, die links davon liegen.
- Wird eine von **UVW**-, **Frontal**- oder **Kamera**-Mapping abweichende Projektion benutzt, können Lage und Größe des Materials auf der Oberfläche im **Textur-bearbeiten**-Modus von Cinema 4D bearbeitet werden. Zudem müssen Objekt und **Material-Tag** selektiert sein. Im Editor wird dadurch ein Vorschaubereich der Texturprojektion sichtbar, die mit den gängigen Werkzeugen verschoben, gedreht und skaliert werden kann.
- Soll das Objekt deformiert werden, wird das Material auf der Oberfläche verrutschen, sofern kein **UVW-Mapping** verwendet wird. In solchen Fällen hilft es, ein **Material anheften-Tag** zusätzlich zu benutzen.
- Alternativ hierzu können auch Standardprojektionen zu UVW-Projektionen umgerechnet werden.



## 10 Kameras benutzen

Die **Zentralperspektive** hilft uns dabei, eine geeignete Betrachterposition in der Szene einzunehmen. Sie kann jedoch nur über Umwege eine echte Kamera nachbilden. So fehlt es vor allem an einer komfortablen Möglichkeit eine beliebige **Brennweite** zu verwenden. Auch gibt es einige typische Effekte bei der Benutzung von Objektiven, wie z. B. die **Schärfentiefe**, die ohne ein spezielles **Kamera**-Objekt nicht realisiert werden können. Sie sollten daher die Zentralperspektive nur grob zum Einrichten der gewünschten Betrachterposition nutzen und anschließend über **Erzeugen > Kamera** ein spezielles **Kamera**-Objekt abrufen.

Auch hier gibt es wieder mehrere Varianten, wie z. B. das normale **Kamera**-Objekt, die **Ziel-Kamera** und die **Stereo-Kamera**. Die **Ziel-Kamera** ist eine ganz normale **Kamera**, die zusätzlich über eine **Ausrichten**-Expression verfügt und so z. B. automatisch ein zugewiesenes Objekt in der Bildmitte halten kann. Das Funktionsprinzip ist also mit dem der bereits bekannten **Ziel-Lichtquelle** identisch. Die **Stereo-Kamera** ist ausschließlich für die Erzeugung stereoskopischer Bilder geeignet. Die übrigen Kameras sind ausschließlich für die Animation interessant und können z. B. den Wechsel zwischen verschiedenen Kamerapositionen oder die Simulation einer Handkamera oder gar eines Kamerakrans vereinfachen. Es handelt sich dabei in allen Fällen um normale **Kamera-Objekte**, die nur über zusätzliche **Tags** verfügen. Derartige Funktionen lassen sich daher auch im Nachhinein noch nachrüsten.

### 10.1 Kameras aktivieren und positionieren

Sobald ein **Kamera**-Objekt aufgerufen wurde, wird es automatisch so platziert und ausgerichtet, wie die Blickrichtung der gerade aktiven Editoransicht konfiguriert wurde. In der Regel sollte dies also eine **Zentralperspektive** sein. Zur Aktivierung der Kamera ist jedoch ein weiterer Schritt nötig. Sie finden dazu hinter der Kamera im **Objekt-Manager** ein schwarzes, quadratisches Symbol. Wird dieses angeklickt, ändert es die Farbe zu Weiß. Die Kamera ist nun aktiv und fest mit der Zentralperspektive verknüpft. Den gleichen Effekt hat die Auswahl des Kameranamens in der Liste, die Sie in den Editoransichten unter **Kameras > Kamera verwenden** finden. Diese separate Aktivierung der Kamera ist nötig, damit Sie beliebig viele Kameras in der Szene verwenden und zwischen diesen jederzeit umschalten können.

Ist eine Kamera aktiviert und z. B. mit der **Zentralperspektive** verknüpft worden, kann sie wie gewohnt über die Navigationsicons oder Tastenkürzel der **Zentralperspektive** bewegt werden. Zudem erkennen Sie in den übrigen Editoransichten, dass es sich bei der Kamera um ein normales Objekt samt Achsensystem handelt, das im **Modell**-Modus beliebig verschoben und rotiert werden kann. Die Blickrichtung der Kamera entspricht der Z-Achse des **Kamera**-Objekts. Verschieben Sie also eine aktive Kamera z. B. in der seitlichen Editoransicht, so verändert sich ab sofort automatisch auch die Blickrichtung in der **Zentralperspektive**. Da es sich bei der Kamera um ein eigenständiges Objekt handelt, werden dadurch auch Verknüpfungen mit Polygon-Objekten möglich. Denken Sie z. B. an eine Szene mit einem modellierten Auto, mit dem Sie sich als Fahrer durch die Szene bewegen möchten. Sie können nun die Kamera im **Objekt-Manager** unter das Automodell eingruppieren und passend zur Fahrerposition und -Blickrichtung platzieren. Wird nun das Auto verschoben, ändert sich automatisch auch der Kamera-Blick durch die Frontscheibe.

Soll eine mit dieser Kamera berechnete Animation oder auch nur ein Standbild später mit einem Kompositionsprogramm, wie z. B. Adobe After Effects nachbearbeitet werden, können die 3D-Informationen der Kameras auch mit der Option **Zu After Effects exportieren** genutzt werden. Dazu sind jedoch noch zusätzliche Einstellungen im **Speichern**-Dialog der **Rendervoreinstellungen** nötig, die wir gleich im Anschluss besprechen.

## 10.2 Bildgröße und Brennweite editieren

Bei Betrachtung des **Kamera**-Objekts in den Editoransichten werden Ihnen grüne Linien auffallen, die eine Art Pyramide begrenzen, in deren Spitze die Kamera liegt. Dabei handelt es sich um die so genannte **Sichtpyramide**, die Ihnen die Positionierung der Kamera z. B. in der frontalen oder seitlichen Editoransicht erleichtern soll.

Nur diejenigen Objekte, die innerhalb der **Sichtpyramide** und deren Verlängerung liegen sind auch in der **Zentralperspektive** und somit im später berechneten Bild zu sehen. Stören Sie diese Hilfslinien, können Sie entweder über die **Filter**-Einstellungen der Ansichten die Darstellung von **Kameras** unterdrücken oder im Dialog des **Kamera**-Objekts im **Attribute-Manager** die Option für **Sichtpyramide darstellen** ausschalten. Sie finden diese Option im **Details**-Reiter des **Kamera**-Dialogs.

Der Öffnungswinkel der **Sichtpyramide** und somit auch die Größe des im Bild zu sehenden Bereichs der Szene hängen von mehreren Faktoren ab. Zuerst ist dabei die verwendete Auflösung in den **Rendervoreinstellungen** zu nennen. Wir haben uns diese Rubrik bereits kurz bei der Besprechung des Materialsystems und der verschiedenen Methoden für Testberechnungen angesehen. Sie öffnen die **Rendervoreinstellungen** durch einen Klick auf das entsprechende Icon in der oberen Iconleiste von Cinema 4D oder durch Auswahl von **Rendervoreinstellungen bearbeiten...** im **Rendern**-Menü.

Durch Auswahl von **Ausgabe** in der linken Liste der **Rendervoreinstellungen** erscheinen die entsprechenden Auflösungseinstellungen im rechten Teil des Dialogs. Sie finden dort die beiden Einstellungen für **Breite** und **Höhe**, deren Verhältnis zueinander automatisch im Feld **Seitenverhältnis** erscheint. Dieses **Seitenverhältnis** wird automatisch auf die Seiten der Sichtpyramide übertragen. Sie können also sowohl hochkant also auch traditionelle Querformate rendern. Auf die übrigen Einstellungen sind wir bereits an anderer Stelle eingegangen. Werfen wir stattdessen erneut einen Blick in die Einstellungen der **Kamera** im **Attribute-Manager**. Sie finden dort die Parameter **Sensorgröße** und **Brennweite**. Die **Sensorgröße** steht stellvertretend für die Größe des Filmmaterials einer analogen Kamera, bzw. für die Größe eines CCD-Sensors in einer Digitalkamera. Wenn Sie mögen, können Sie daher in dem Menü daneben unter diversen gängigen Formaten wählen.

Der Wert für die **Brennweite** ist ebenfalls intern in der Einheit Millimeter gerechnet und beschreibt den Abstand gemessen vor dem belichteten Film/Sensor, in dem sich die Sehstrahlen des Objektivs kreuzen. Die einfache geometrische Beziehung zwischen der **Sensorgröße** und der **Brennweite** legt den horizontalen Öffnungswinkel der Kamera und somit das so genannte **Gesichtsfeld (horizontal)** fest. Sie finden diesen Winkelwert unterhalb der **Sensorgröße** aufgeführt. Das bereits beschriebene Seitenverhältnis der Rendrauflösung bestimmt dann den vertikalen Öffnungswinkel, also **Gesichtsfeld (vertikal)**. Alle diese Parameter stehen miteinander in Verbindung.

Eine Veränderung des **Gesichtsfelds (horizontal)** führt somit z. B. zu einer Veränderung der **Brennweite**, da die **Sensorgröße** beibehalten wird. In der Praxis müssen Sie sich eigentlich nur dann mit der **Sensorgröße** beschäftigen, wenn Sie z. B. eine Komposition aus Realfilm oder Foto und 3D-Objekten erstellen möchten. Ansonsten können Sie es dort generell bei dem Standardwert 36 mm belassen. Die Art der perspektivischen Verzerrung steuern Sie dann ausschließlich über die **Brennweite** und das Seitenverhältnis der Bildausgabe.

Dabei gilt, dass große **Brennweiten** eher einem Teleobjektiv und kleine **Brennweiten** einem weitwinkligem Objektiv entsprechen. Mit großen **Brennweiten** holen Sie also praktisch einzelne Objekte näher heran. Kleine **Brennweiten** erlauben hingegen einen größeren Ausschnitt der Szene im Bild zu sehen und eignen sich somit z. B. für beengte Innenräume.

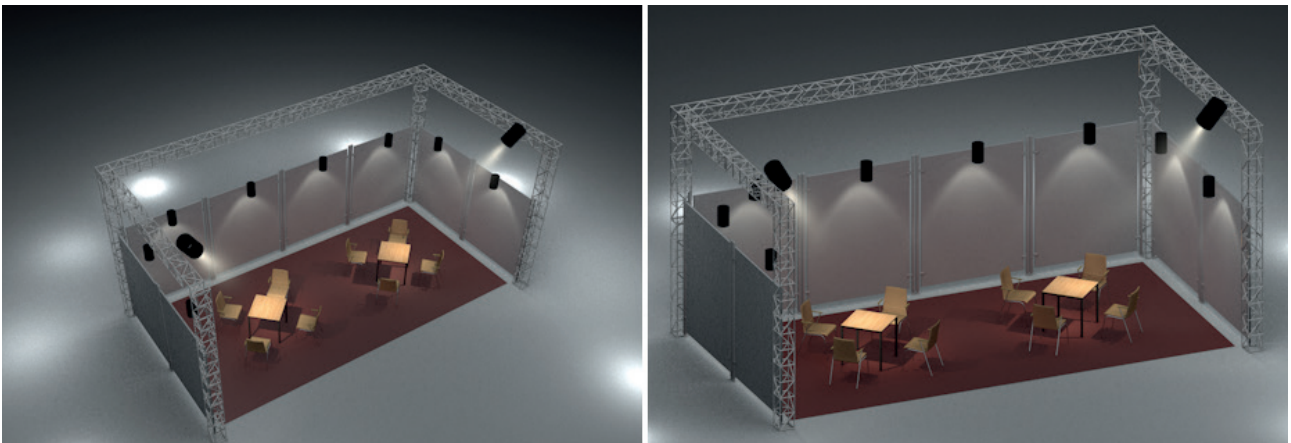
Die **Brennweite** hat jedoch auch Einfluss auf die wahrgenommene Perspektive der Darstellung. Je stärker der Tele-Effekt wird, je größer also die verwendete **Brennweite** wird, desto illustrativer und unnatürlicher wirken die Objekte. Die in die Tiefe weisenden Linien erscheinen dann im Extremfall parallel zueinander und laufen nicht länger auf Fluchtpunkte zu. Sehr kleine **Brennweiten** kehren diesen Effekt um und können Objekte unnatürlich verzerrt wirken lassen. Beides kann natürlich auch als Stilmittel verwendet werden, Sie werden jedoch in vielen Fällen eher versuchen, natürliches Sehen nachzubilden.



Gängige **Brennweiten** auf der Basis einer 36 mm **Bildgröße** liegen daher zwischen **30** und **75** mm. Die optischen Verzerrungen sind in diesem Bereich noch nicht sonderlich stark ausgeprägt.

### 10.3 Die Art der Projektion

Bislang sind wir immer davon ausgegangen, dass die Kamera nach dem Prinzip der **Zentralperspektive** arbeitet. Gerade für technische Visualisierungen existieren jedoch noch andere, standardisierte Perspektiven. Begriffe, wie Kavaliere-, Vogel-, Frosch- oder Militärperspektive sind fest mit standardisierten Blickwinkeln auf die Objekte verknüpft und lassen sich hier ebenso verwenden.



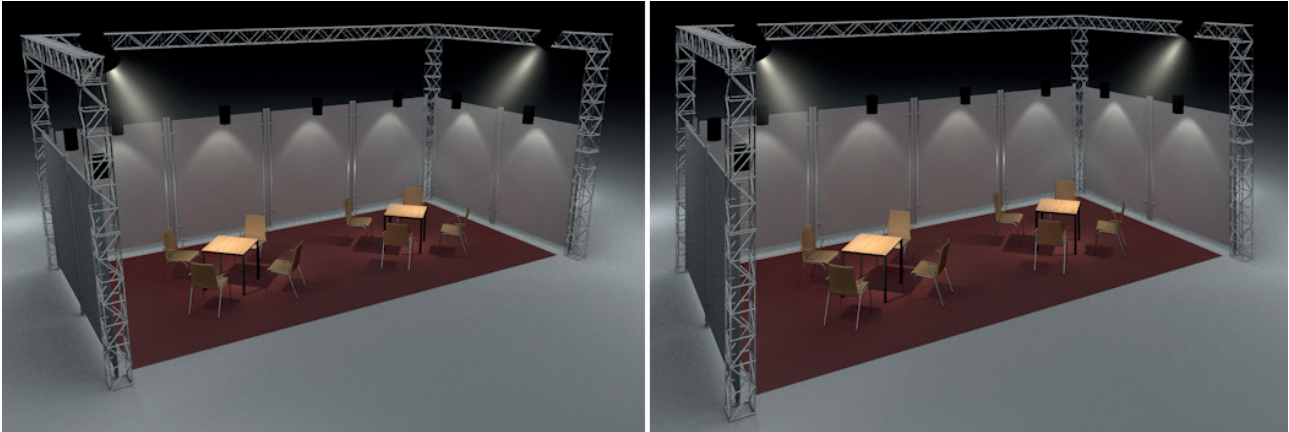
Sie finden dafür das **Projektion**-Menü im Dialog der Kamera. Neben den genannten Perspektiven lassen sich aber auch die Standardrichtungen der Editoransichten für die Kamera auswerten. Auf diese Weise können Sie eine Szene z. B. auch streng frontal oder von oben, ebenso wie in den Standardansichten des Editors berechnen lassen. Beachten Sie, dass je nach Wahl der Projektion die Bewegungsfreiheit der Kamera stark eingeschränkt sein kann. Einige der Projektionen sind klar definiert und können daher nicht individuell variiert werden.

Zumindest die Zoomstufe der Kamera kann jedoch in allen Projektionen außer der Zentralperspektive frei gewählt werden. Über den **Zoom**-Wert der Kamera können dadurch Objekte beliebig vergrößert oder verkleinert dargestellt werden, ohne die Kamera dafür verschieben zu müssen.

Auch das Verschieben des Bildinhalts über die Parameter **Film Offset X** und **Film Offset Y** wird angeboten und bietet auch bei Nutzung der **Zentralperspektive** als Projektionsart interessante Möglichkeiten. Gerade **Film Offset Y** bie-

tet sich dort zur Korrektur der so genannten stürzenden Linien an. Diese kommen immer dann zustande, wenn die Kamera nicht exakt auf den Horizont ausgerichtet ist. Senkrechte Kanten scheinen dann auf einen weiteren Fluchtpunkt zuzulaufen und erscheinen nicht mehr parallel im Bild.

Dieser Effekt ist zwar optisch völlig korrekt, wird bei Architektur-Renderings jedoch häufig als störend empfunden. Zur Kompensation wird daher die Z-Achse der Kamera parallel zum Boden ausgerichtet und die Blickrichtung anschließend über den **Film Offset Y**-Wert korrigiert. In der Regel kommt also ein **Pitch**-Winkel von  $0^\circ$  für die Kamera zum Einsatz. Die Senkrechten bleiben dadurch parallel zueinander.



Ansonsten bieten sich die **Film Offset**-Werte immer dann an, wenn etwas zu nah am Bildrand platzierte Objekte weiter in der Bildmitte dargestellt werden sollen. Der Vorteil gegenüber dem an sich naheliegenden Verschieben oder Drehen der Kamera liegt darin, dass durch Verwendung des **Film Offsets** die perspektivische Darstellung der Objekte nicht verändert wird. Der Effekt wirkt also, also wären die Objekte auf einer 2D-Ebene dargestellt, die vor der Kamera verschoben wird.

#### 10.4 Der Weißabgleich

Wenn Sie einmal ein weißes Blatt Papier unter Neonlicht und dann zum Vergleich unter Sonnenlicht betrachten, werden Sie jeweils einen anderen Farbeindruck von dem Papier erhalten. Neonlicht ist in seiner Färbung eher kühl und gibt dem Papier daher eine bläuliche Färbung. Das Sonnenlicht wird uns generell rötlicher, also wärmer vorkommen und das Papier daher ebenfalls entsprechend färben. Damit das weiße Papier in jedem Fall wieder als perfekt weiß wahrgenommen wird, verwendet man in der Fotografie einen **Weißabgleich**. Dieser korrigiert die Farbstimmung des Bilds, indem versucht wird, die Färbung durch die vorhandenen Lichtquellen zu kompensieren. Eine ähnliche Funktion steht Ihnen auch im Dialog des **Kamera**-Objekts zur Verfügung.

Sie können dort zwischen den verschiedenen Farbtemperaturen wählen, die Ihre Szene am besten beschreiben. Kleine Kelvin-Werte (Kürzel **K**) stehen eher für rötliches, also warmes Licht. Je größer die Werte werden, desto kühler und bläulicher wird die Beleuchtung wahrgenommen.

Wenn Sie diese Funktion bewusst nutzen möchten, wählen Sie also im **Weißabgleich**-Menü der Kamera die Ihrer Szene entsprechende Farbtemperatur aus. Dies kann natürlich oft nur geschätzt und ggf. durch Testberechnungen verifiziert werden. Wenn ein weißer Gegenstand für Sie optisch tatsächlich weiß gerendert wird, ist der richtige **Weißabgleich** gefunden. Dies natürlich nur unter der Voraussetzung, Sie möchten diese Korrektur durchführen. Ansonsten können Sie den **Weißabgleich** auch nutzen, um die Bildwirkung Ihrer Szene eher kühler oder eben wärmer wirken zu lassen. In diesem Fall wirkt der **Weißabgleich** exakt invertiert, d. h. große Kelvin-Werte lassen die Szene wärmer und kleine kühler und somit bläulicher aussehen.

In jedem Fall kann durch die **Weißabgleich**-Wahl von **Manuell** auch eine **Eigene Temperatur (K)** eingetragen werden. Schließlich erinnern Sie sich vielleicht noch an die Farbeinstellungen der Lichtquellen und die Möglichkeit, dort ebenfalls über eine **Farbtemperatur** die Lichtfärbung zu definieren. Mit **Betrifft nur Lichtquellen** können die über **Farbtemperatur** konfigurierten Lichtquellen isoliert über den **Weißabgleich** korrigiert werden.

## 10.5 Einen Fokus simulieren

Wenn Sie schon einmal selbst fotografiert haben kennen Sie sicherlich den Autofokus, mit dem die Kamera automatisch die Entfernung zu Objekten im Sucher ermitteln und auf diese das Motiv scharf einstellen kann. Entsprechend der gewählten Blende ergeben sich dann unterschiedlich ausgeprägte Schärfentiefen, also Bereiche, die im Bild scharf oder eben unscharf dargestellt werden. Nicht immer ist es gewünscht, das gesamte Bildmotiv gleichmäßig scharf abzubilden. Die Schärfe des Hauptobjekts im Motiv steuert das Auge des Betrachters und lässt die räumlichen Abstände zwischen den unscharf im Hintergrund platzierten Objekten noch stärker hervortreten.

Innerhalb von Cinema 4D werden Sie ohne weiteres Zutun feststellen, dass Bilder immer gleichförmig scharf berechnet werden. Weit entfernte Objekte werden also ebenso scharf dargestellt wie andere, die sehr nahe an der Kamera platziert wurden. Cinema 4D-Kameras sind jedoch auch in der Lage, Unschärfe zu simulieren. Dazu müssen Sie zuerst die Entfernung definieren, auf die scharfgestellt werden soll. Dazu finden Sie in den **Objekt**-Einstellungen der **Kamera** die **Fokusbildanz**, die gleichzeitig mit dem Anfassersymbol am Ende der Sichtpyramide verknüpft ist. Sie können daher diese Entfernung auch bequem in den Editoransichten einstellen.

Noch einfacher geht dies, wenn Sie das Mauszeiger-Symbol neben der Fokusbildanz anklicken. Ein einfacher Mausklick direkt in die mit der Kamera verknüpften Editoransicht stellt dann auf die Position scharf, die direkt unter dem angeklickten Punkt liegt.

Alternativ zu dieser manuellen Wertvorgabe können Sie den Fokus auch automatisch nachführen lassen. Dazu werden zwei Optionen geboten. Wenn Sie ein **Ausrichten**-Tag auf der Kamera verwenden oder direkt die **Ziel-Kamera** aufgerufen haben, ist dieses Tag mit einem separaten Objekt verknüpft auf das die Kamera permanent zielt (**Ziel-Objekt**). Durch Anhängen der Option **Zielobjekt benutzen** wird fortan die Entfernung zwischen Kamera und Zielobjekt als **Fokusbildanz** verwendet. Dies bietet sich für Kamerafahrten an, wenn immer ein bestimmtes Objekt im Fokus, also scharf abgebildet sein soll. Dies ist zwar praktisch, hat aber auch einen Nachteil, denn das scharf eingestellte Objekt befindet sich zwangsläufig immer exakt in der Bildmitte. Flexibler sind Sie daher mit der Nutzung eines weiteren separaten Objekts, das Sie in das **Fokusobjekt**-Feld ziehen können (z. B. ein **Null-Objekt**).

Die Kamera vermisst dann nur die senkrechte Distanz zu diesem Objekt ohne gleichzeitig auf dieses Objekt zu schwenken. Die Nutzung eines weiteren **Zielobjekts** nur für die Ausrichtung ist zusätzlich möglich, sofern **Zielobjekt benutzen** ausgeschaltet ist.

Die Festlegung der Schärfe-Ebene/**Fokusbildanz** ist jedoch erst die notwendige Vorarbeit, denn nun stehen Ihnen noch zwei verschiedene Wege offen, das Ausmaß der Unschärfe vor oder hinter dieser Ebene zu beschreiben. Wir beginnen mit der manuellen Einstellung über die **Details**-Rubrik der Kamera. Ein alternativer Weg benötigt die Aktivierung der physikalischen Berechnung der Kamera, als den **Physikalischen Renderer**. Mehr dazu gleich.

### 10.5.1 Die manuelle Definition der Schärfentiefe

Innerhalb der Kamera-**Details** finden Sie im unteren Teil der Dialogseite zwei Optionen, über die Sie kombiniert oder getrennt unscharfe Bereiche in der Szene definieren können. **Schärfentiefe (alt) vorne/Tiefenmap** ist für die Unschärfe zwischen der Kamera und der **Fokusbildanz** zuständig. Mit **Schärfentiefe (alt) hinten/Tiefenmap** legen Sie den Übergang hinter der Fokusbildanz fest, innerhalb Objekte in der Ferne wieder unscharf werden.

Über die **Start**- und **Ende**-Parameter geben Sie dann jeweils einen Bereich gemessen von der Fokusebene aus vor, in dem sich die Unschärfe langsam steigern soll.

Aber selbst dies reicht noch nicht aus, um tatsächlich eine Unschärfe im gerenderten Bild zu sehen, denn dieser Effekt ist ein so genannter **Post-Effekt** und muss daher separat in den **Rendervoreinstellungen** aktiviert werden. Sie kennen dieses Prinzip bereits vom **Hair-Renderer** oder den **Linse**- und **Glüheffekten**. Mehr dazu bei der Besprechung der **Render-Effekte** und **Multi-Passes**.

## 10.5.2 Physikalisch korrekte Fokusberechnung und Unschärfe

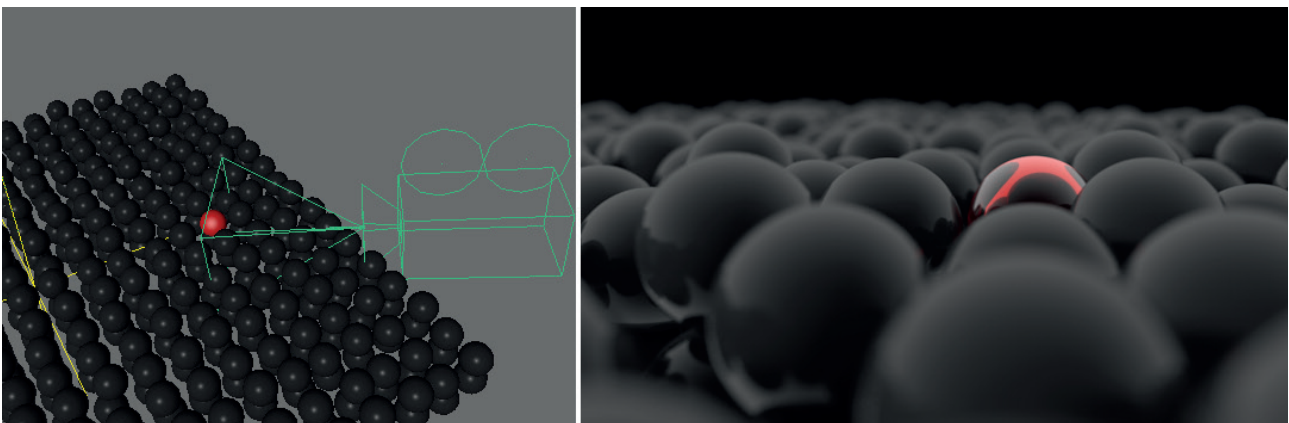
Sie haben soeben eine recht einfache Möglichkeit kennengelernt, verschiedene Schärfen- und Unschärfe-Ebenen für die Bildberechnung anzulegen. Dies ist recht praktisch, hat aber in der Regel nichts mit den Unschärfen zu tun, die sich bei der Verwendung echter Kameraobjektive durch deren **Blende** ergeben. Dort stehen kleine **Blendenwerte** für eine große Öffnung im Linsensystem, die entsprechend viel Licht in die Kamera lässt. Das Linsensystem kann dadurch sehr präzise auf eine bestimmte Entfernung scharf eingestellt werden. Es resultiert daraus ein sehr schmaler Bereich der Scharfstellung. Davor und dahinterliegende Objekte oder Flächen werden also schnell unscharf. Dieser Effekt ist zudem Abhängig von der Fokusdistanz. Sie kennen das vielleicht aus der Makrofotografie. Eine aus kurzer Distanz fotografierte Blüte wirkt nicht zuletzt so interessant, da der gesamte Hintergrund nur unscharf zu erkennen ist. Die gleiche Blendeneinstellung mit einer weit entfernten Schärfen-Ebene kombiniert zeigt gar keine Unschärfe mehr im Bild.

Beachten Sie bei den folgenden Besprechungen, dass die Parameter der **Physikalisch**-Kategorie innerhalb des **Kamera**-Dialogs zum Großteil nur bei Verwendung des **physikalischen Renderers** ausgewertet werden. Einzig der **F-Stop**-Wert wird auch noch bei **ProRender** ausgewertet. Bei Berechnungen mit dem **Standard**-Renderer bleiben alle Eingaben auf dieser Einstellungsseite unberücksichtigt

Bei der Simulation einer echten Kamera haben Sie die Wahl zwischen einem Fotoapparat und einer Filmkamera. Der Hauptunterschied zwischen beiden liegt in den unterschiedlichen Kontrollen um die Bewegungsunschärfe zu berechnen. Ohne die **Filmkamera**-Option steuern Sie die Bildhelligkeit und die Stärke der Bewegungsunschärfe über die **Verschlusszeit (s)**. Mit aktiver **Filmkamera**-Option simulieren Sie dagegen eine rotierende Verschlussblende. Letztlich können Sie auf beiden Wegen den gleichen Effekt erzielen: Schnell bewegte Objekte verschmieren und werden nicht länger scharf abgebildet. Dies lässt sich in Animationen, aber auch für die Standbildberechnung nutzen. So können Sie also z. B. ein Objekt über Keyframes animieren und dann nur ein Bild dieser Animation berechnen lassen, um eine realistische Weichzeichnung und Verschmierung des Objekts im Standbild darzustellen. Weitere Optionen derartige Effekte zu berechnen bieten auch diverse Post-Effekte in den **Rendervoreinstellungen**. Teilweise kann dann sogar auf die physikalische Kamera verzichtet werden.

Schauen wir uns zunächst die **Kamera**-Optionen bei ausgeschalteter **Filmkamera**-Option an. Die Dialogseite beginnt dann mit der Eingabe eines **Blende**-Parameters. Kleine Blenden lassen mehr Licht in die Kamera und können die Schärfe auf kleinere Bereiche um die Fokusdistanz herum begrenzen. Höhere **Blende**-Einstellungen verengen die Blendenöffnung und lassen folglich weniger Licht auf den Sensor oder das Filmmaterial. Bezogen auf die Schärfe bedeutet dies, dass größere Bereiche vor und hinter der **Fokusdistanz** scharf abgebildet werden.

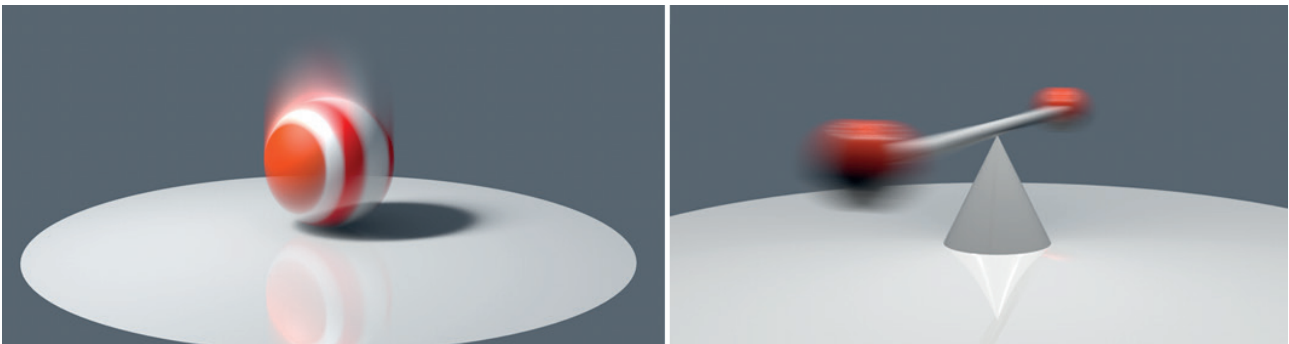
Damit dies alles tatsächlich vergleichbar mit realen Kameras bleibt müssen Sie auf realistische Größenverhältnisse und Abstände in Ihrer Szene achten. Ein weiterer Grund von den Einheiten in Cinema 4D auch Gebrauch zu machen (siehe Projekt „**DOF**“).



Unterhalb des **Blende**-Parameters finden Sie eine Option für die manuelle **Belichtung** Ihres Renderings. Ist diese aktiv, können Sie einen **ISO**-Wert vorgeben. Eventuell kennen Sie diese Einstellung bereits von Ihrem Fotoapparat. Mit **ISO** oder **ASA** ist stets die Empfindlichkeit des Filmmaterials gegenüber Licht gemeint. Filme mit hohen **ISO**-Werten erlauben daher auch noch Aufnahmen in der Dämmerung oder bei schwacher, künstlicher Beleuchtung. Dies wird jedoch

in der Regel durch ein gröberes Korn im Filmmaterial erkauf. Die Bilder wirken daher mit ansteigenden **ISO**-Werten körniger und weniger scharf. Damit müssen wir uns Cinema 4D nicht zufriedengeben, denn hier bleiben die Bilder immer rauschfrei, unabhängig von der **ISO**-Einstellung. Wenn Sie mit dem **ISO**-Wert und der manuellen **Belichtung** arbeiten möchten behalten Sie im Hinterkopf, dass kleine Blendenwerte mehr Licht in die Kamera lassen und daher auch mit geringeren **ISO**-Werten gearbeitet werden kann. Allgemein gesprochen bekommen Sie über die Kombination aus **Blende**, **ISO** und **Verschlusszeit** also Stellschrauben an die Hand, um das Bildmotiv insgesamt heller oder dunkler wirken zu lassen. Dies wird jedoch oft nicht ohne mehrmalige Testberechnungen vor sich gehen können, bis passende Werte gebunden wurden. Möchten Sie sich daher nicht mit Eingreifmöglichkeit in die Bildberechnung auseinandersetzen, lassen Sie **Belichtung** einfach ausgeschaltet. Cinema 4D belässt die Bildhelligkeit dann exakt so wie sie sich durch Ihre Szenenbeleuchtung ergibt.

Eine weitere Komponente für die Bildhelligkeit ergibt sich durch die Zeitspanne, die der **Verschluss** während der **Belichtung** geöffnet bleibt. Diese geben Sie über die **Verschlusszeit** vor. Dieser Parameter ist daher auch nur für die Bildhelligkeit von Bedeutung, wenn **Belichtung** aktiv ist. Grundsätzlich gilt dann, längere **Verschlusszeiten** zu mehr Lichteinfall und somit zu helleren Bildern führen. Eine zweite Komponente tut sich auf, wenn **Bewegungsunschärfe** berechnet werden soll. Bleibt die Linse länger geöffnet, kann mehr von der Bewegung der Objekte pro Bild gesehen werden. Die Unschärfe und Verschmierung animierter Objekte nimmt daher bei längeren **Verschlusszeiten** ebenfalls zu.



Für die Berechnung der Bewegungsunschärfe spielt zudem die so genannte **Verschlusseffizienz** eine Rolle. Sie simuliert eine gewisse Trägheit bzw. einen zeitlichen Übergang bis der Verschluss tatsächlich vollständig geöffnet oder wieder geschlossen ist.

Kleine Prozentwerte für die Effizienz bedeuten, dass die Blende nicht schlagartig geöffnet und geschlossen wird, sondern dafür etwas Zeit benötigt. Während dieser Zeit wird unser virtueller Bildsensor natürlich auch schon belichtet, nur eben nicht mit der vollen Intensität. Für die Bildberechnung bewegter Objekte bedeutet dies, dass die Verschmierungen weiche Ränder erhalten. Größere Prozentwerte für die **Verschlusseffizienz** führen tatsächlich zum übergangslosen Öffnen und Schließen der Blende. Es entstehen dadurch härtere Konturen am Anfang und Ende der während der Belichtungszeit von der Kamera erfassten Bewegung.

Grundsätzlich ergibt sich durch die zur Verfügung stehenden Optionen also folgende Reihenfolge bei der Konfiguration einer Kamera:

- Zuerst stellen Sie die gewünschte Auflösung in den **Rendervoreinstellungen** ein und richten dann die Kamera auf die abzubildenden Objekte aus.
- Möchten Sie **Schärfentiefe** benutzen, legen Sie die **Fokusbereich** auf den Bereich, der scharf abgebildet werden soll.
- Aktivieren Sie den **Physikalischen Renderer** in den **Rendervoreinstellungen**, um Zugriff auf die **Physikalisch**-Rubrik der Kamera zu bekommen. Wird nur eine Simulation der Schärfentiefe gewünscht, kann auch **ProRender** verwendet werden. Bei Berechnungen mit dem **Standard**-Renderer können über einen Post-Effekt ebenfalls Unschärfen generiert werden, die müssen jedoch manuell konfiguriert werden und stellen keine physikalisch korrekte Simulation zur Verfügung
- Wählen Sie eine **Blende**, die der gewünschten Intensität der **Schärfentiefe** entspricht. Je stärker der Effekt sein soll, desto größer muss der Bildanteil des Objekts im Motiv sein und desto kleiner muss die **Blende** gewählt sein.
- Möchten Sie gleichzeitig auch Bewegungsunschärfe berechnet haben, animieren Sie die entsprechenden Objekte in Ihrer Szene über Keyframes und wählen Sie über die Zeitleiste ein passendes Bild in der Animation aus. Verlängern Sie die Verschlusszeit um eine starke Bewegungsunschärfe zu erhalten. Kleine Sekundenbruchteile führen also auch zu weniger Bewegungsunschärfe im Bild.
- Schließlich können Sie bei Bedarf noch die Bildhelligkeit über den **ISO**-Wert anpassen. Dazu muss die **Belichtung**-Option angeschaltet werden. Ohne diese Option passt Cinema 4D die Bildhelligkeit automatisch an und hält diese unabhängig von **Blende** und **Verschlusszeit** konstant.

Kommen wir abschließend zu diesem Thema zu den alternativen Parametern, die bei Aktivierung von **Filmkamera** sichtbar werden. Der erste Unterschied betrifft die Angabe der Filmempfindlichkeit. Hier wird **ISO** deaktiviert und durch **Gain (db)** ersetzt. Damit ist im Prinzip ähnliches gemeint, nämlich die Empfindlichkeit des Kamerasensors gegenüber Helligkeit. Werte unter null dunkeln das Bild ab, Werte über null hellen es zusätzlich auf. Die zweite Veränderung bei Nutzung der **Filmkamera**-Option betrifft die Steuerung der **Belichtungszeit**. Wurde hier bislang noch die Verschlusszeit angeboten, so stehen nun **Verschlusswinkel** und **Verschlussoffset** zur Verfügung.

Der **Verschlusswinkel** bezieht sich auf die Größe eines Kreisabschnitts, der vor dem zu belichtenden Negativfilm rotiert. Diese Scheibe rotiert dabei im Takt der **Bilderrate** Ihrer Animation. Ein Verschlusswinkel von 360° bedeutet also, dass die Belichtung über die gesamte zur Verfügung stehende zeitliche Länge erfolgt. Bei einer Animation mit 25 Bildern pro Sekunde folgt daraus eine **Verschlusszeit** von 1/25 Sekunde. Bei einem **Verschlusswinkel** von nur noch 180° folgt daher bei dieser Bilderrate eine Verschlusszeit von 1/50 Sekunde.

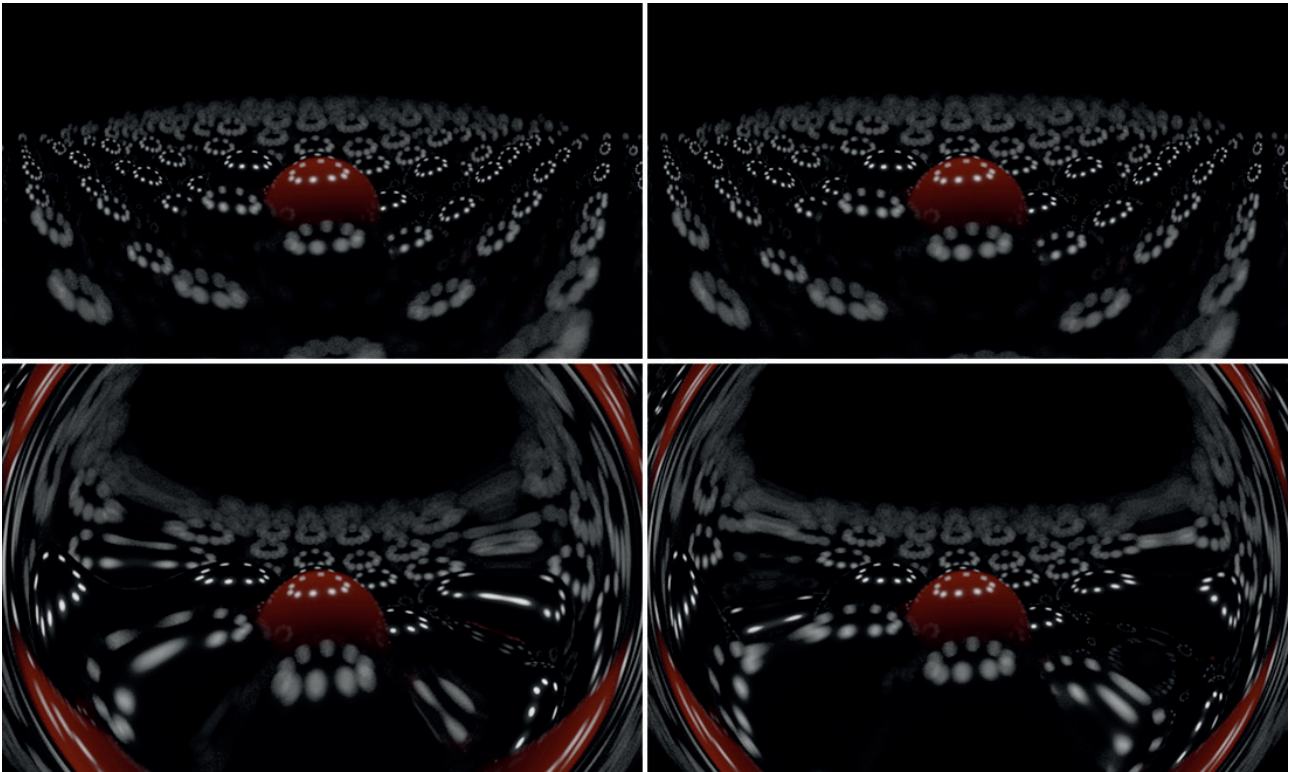
Wie Sie bereits wissen, ist die so definierte Belichtungszeit nicht nur für die Bildhelligkeit von Bedeutung, sondern auch für die Intensität der Bewegungsunschärfe. Aus diesem Grund erlaubt Cinema 4D auch **Verschlusswinkel** über 360°, um noch längere Belichtungszeiten und damit noch extremere Bewegungsunschärfe zu simulieren. Über den **Verschlussoffset** legen Sie den zeitlichen Startschuss für den Beginn der Verschlussrotation fest. Mit größeren Prozentwerten öffnet der Verschluss später. Somit zeigt das berechnete Bild in der Bewegungsunschärfe eine stärkere Wichtung der Objektposition des nachfolgenden Bilds der Animation.

Beachten Sie generell beim Testrendering von Bewegungsunschärfe, dass diese nicht in Editor-Renderings angezeigt wird. Sie müssen also im so genannten **Bild-Manager** rendern lassen. Was dies bedeutet, erfahren Sie noch etwas später.



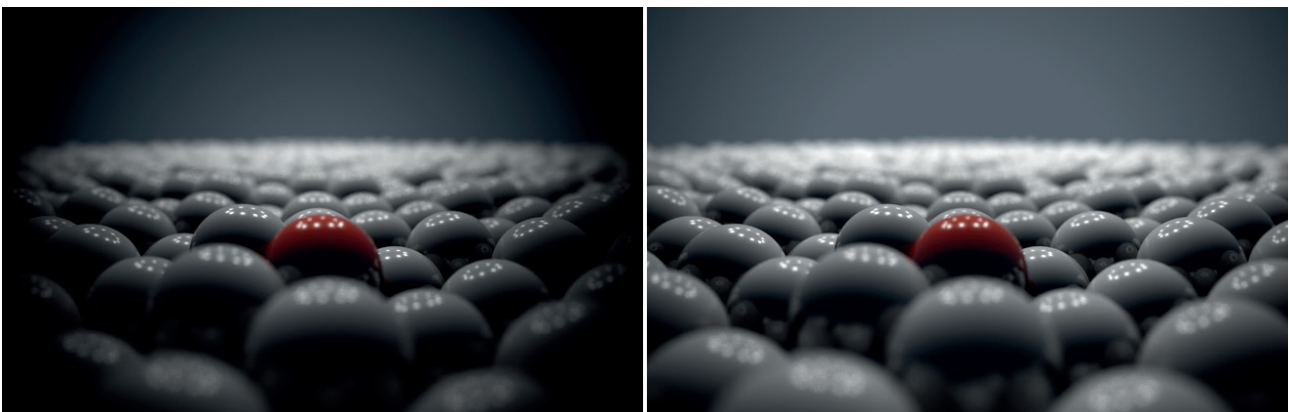
### 10.5.3 Linsenverzerrung

Durch die Verwendung echter Objektiven ergeben sich Abbildungsfehler, die zur Krümmung von Bildelementen führen können. Dieses Phänomen tritt besonders an Bildrändern auf. Linsen mit kleinen Brennweiten neigen zu einer tonnenförmigen Verzerrung. Teleobjektive mit großen Brennweiten dagegen zu einer kissenförmigen Verzerrung. **Linsenverzerrung**-Werte über 0% führen zu einer tonnenförmigen Verzerrung, negative Einstellungen zu einer kissenförmigen Verzerrung. Ob Sie diese Zahlenwerte über **Linsenverzerrung – Quadratisch**, **Linsenverzerrung – Kubisch** oder eine Kombination aus beiden verwenden, steht Ihnen frei. Der Verzerrungseffekt beginnt bei der **Kubisch**-Variante von der Bildmitte aus gesehen später und nimmt erst in unmittelbarer Bildrandnähe stark an Intensität zu.



### 10.5.4 Der Vignettierungseffekt

Auch hierbei werden die Schwächen eines echten Linsensystems simuliert. Dort kann es je nach Bauart und Güte des Objektivs zu einer Abdunkelung des Bilds im Randbereich kommen.

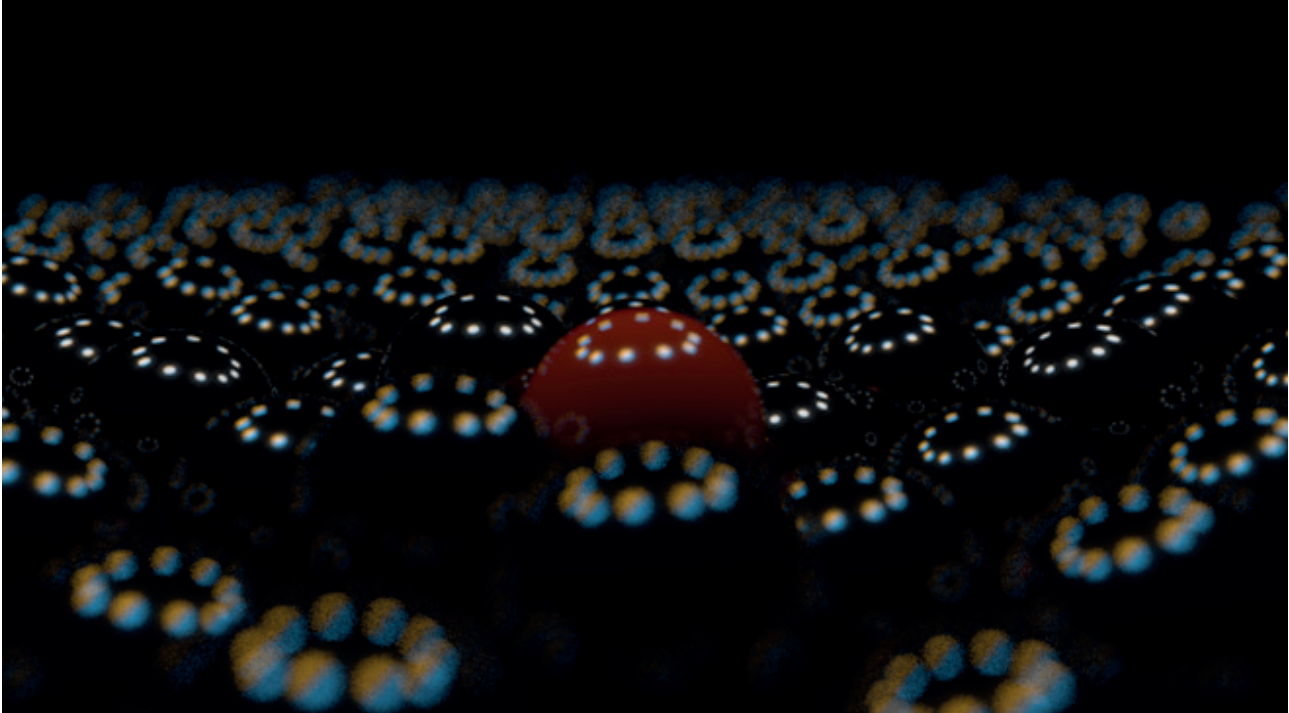


Über die **Vignettierungsintensität** legen Sie den Helligkeitsabfall zwischen Bildmitte und Bildrand fest. Durch den **Vignettierungsoffset** kann diese Abdunkelung dann von der Bildmitte aus in Richtung Bildrand gedrückt werden.

### 10.5.5 Chromatische Aberration und Bokeh-Effekt

Die **Chromatische Aberration** beschreibt die Brechung der verschiedenen Wellenlängen des Lichts im Linsensystem der Kamera. Dieser Effekt tritt nur dort auf, wo Bildbereiche nicht im Fokus sind, also bei der Bildberechnung unscharf dargestellt werden. Die Nutzung der **Schärfentiefe**-Berechnung ist daher für diesen Effekt Pflicht.

Praktisch zeigt sich dieser Effekt derart, dass sich die Rot- und Blauanteile kontraststarker Bereiche geringfügig seitlich gegeneinander verschieben.



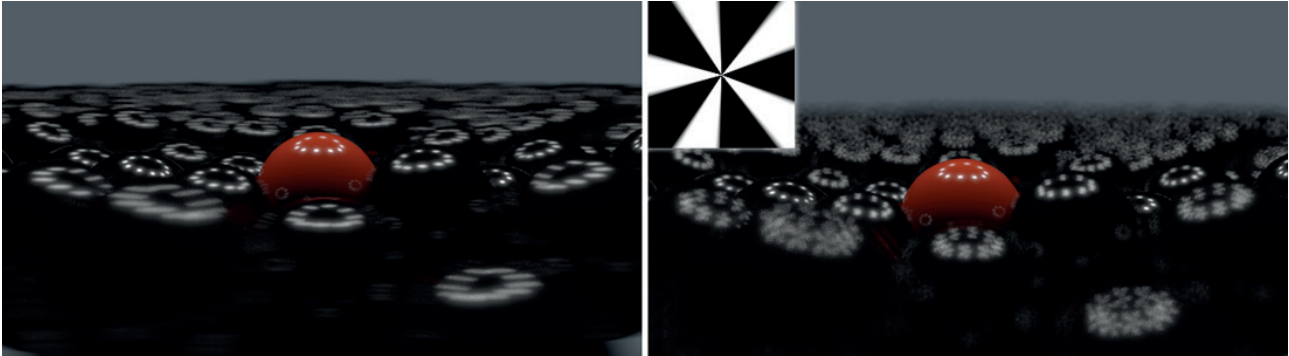
Dies lässt sich dann oft an den Glanzpunkten oder Außenkanten von Objekten beobachten. Die Richtung der Farbverschiebung lässt sich über negative Werteingaben umkehren. Ein zuvor nach rechts verschobener Blauanteil wird dann also nach links verschoben. Die Intensität der Farbverschiebung hängt zudem von der Intensität der Unschärfe ab.

Dies bringt und dann auch gleich zum **Bokeh-Effekt**. Auch für diesen ist die Berechnung der **Schärfentiefe** eine Voraussetzung. Der Effekt zeigt sich dann in einer Vergrößerung und teilweise auch Umformung der unscharfen Glanzlichter. Dies betrifft also wieder vorrangig kleine und kontraststarke Bildteile, die in den unscharfen Bereichen liegen.

Sollen diese Glanzpunkt-Vergrößerungen nicht perfekt kreisrund erscheinen, können Sie auch die **Blendenform**-Option aktivieren und dort über die Anzahl der **Lamellen** eine beliebige Form der Verschlussblende angeben. Zusätzlich lässt sich die durch die **Lamellen** begrenzte **Blendenform** auch über den **Winkel** drehen und mit der **Anisotropisch**-Einstellung länglich verzerren. Sie kennen dieses Prinzip bereits von der gleichnamigen Option einiger Shader.

Aus einem runden Bokeh-Flecken würde dann also eine Ellipse werden. Positive **Anisotropisch**-Werte führen zu einer vertikalen Quetschung der Formen, Werte unter 0% zu einer horizontalen Quetschung. Da dieser Effekt die Aktivierung der **Blendenform**-Option benötigt, liefern 32 **Lamellen** die bestmögliche Annäherung an eine kreisrunde **Bokeh**-Form. Über den **Bias**-Wert können Sie den Helligkeitsverlauf innerhalb des **Bokeh**-Effekts definieren. Positive Werte führen zu mehr Helligkeit im Zentrum der Lichterscheinung. Bei negativen Einstellungen wird das Zentrum dunkler und der Rand des Fleckens heller erscheinen.

Schließlich lassen sich auch beliebige Formen als **Bokeh**-Begrenzung laden.



Benutzen Sie dazu den **Shader**-Bereich in der **Blendenform**-Rubrik. Die saubersten Resultate erzielen Sie mit Schwarzweißbildern. Die weißen Bereiche bleiben dann als **Bokeh**-Form sichtbar.

### 10.5.6 Die Details-Einstellungen

Wir haben bereits einen Großteil dieser Optionen und Parameter an anderer Stelle besprochen. So könnte hier die Editordarstellung des durch die Kamera einsehbaren Bereichs über **Sichtpyramide darstellen** aktiviert werden. Zudem hatten wir bereits im Zuge der Besprechung der **Schärfentiefe** die manuellen Begrenzungen für den unscharfen Nah- und Fernbereich angesprochen. Diese sind nur für die Ausgabe einer Tiefenebene über die **Multi-Pass**-Ausgabe und die Bildberechnung mit dem **Standard**-Renderer von Bedeutung. Fehlen also nur noch die **Clipping**-Optionen im oberen Teil der Dialogseite.

Sie kennen den Begriff **Clipping** bereits aus dem Dialog der Lichtquellen. Damit war das Begrenzen einer Eigenschaft auf einen bestimmten Bereich gemeint. Hier verhält es sich ähnlich, denn Sie können damit Oberflächen und ganze Objekte einfach für die Kamera ignorieren. Die ist oft recht praktisch, um eine Kamera z. B. außerhalb eines Gebäudes zu platzieren aber dennoch das Innere rendern zu lassen. Über das **Clipping** wird dann einfach die Distanz bis kurz hinter der Außenwand des Gebäudes ausgeblendet. Die physikalischen Eigenschaften der ausgeblendeten Flächen bleiben jedoch erhalten. Diese Oberflächen werfen also weiterhin z. B. Schatten, obwohl wir sie im Bild nicht länger sehen können.

### 10.5.7 Sphärische Kamera

In Zeiten interaktiver VR-Anwendungen werden rundherum gerenderte Bilder immer wichtiger. Anders als bei Bildern für den Druck oder für normale Videos, wird dabei nicht nur ein kleiner Ausschnitt der Szene gezeigt, sondern ein vollständiges Panorama. Durch geeignete Abspielprogramme kann der Betrachter dann selbst bestimmen, wohin seine virtuelle Kamera schauen soll. Dies wirkt dann, als würde man sich tatsächlich in der 3D-Szene befinden, wobei immer ein optisch hochwertiges Rendering zu sehen ist. Hierfür ist ein extra Modus an der Kamera vorhanden, der über die **Aktivieren**-Option innerhalb der **Sphärisch**-Kategorie der Kamera aktiviert wird.

Wenn Sie die **Gesichtsfeldvorschau Rektangular** wählen, kann eine vollständige Kugeloberfläche mit dem resultierenden Rendering belegt werden. Dies ist daher auch der bevorzugte Modus, wenn der Betrachter später völlig frei in der Wahl der Blickrichtung sein soll. Über die Einstellungen für **Länge min** und **Länge max** kann dabei der horizontale Blickwinkel eingeschränkt werden. Mit **Breite Min** und **Breite Max** lässt sich bei Bedarf der vertikale Blickwinkel für das Rendering einschränken.

Sollten Sie bereits über die **Länge**- und **Breite**-Werte eine Einschränkung des Gesichtsfelds konfiguriert haben, nun aber doch eine vollständige Sphäre rendern wollen, genügt das Aktivieren der **Volles Gesichtsfeld**-Option, um die **Länge**- und **Breite**-Werte zu ignorieren.

Wenn Sie zwar ein horizontal vollständiges Panorama rendern möchten, dass jedoch in der vertikalen eingeschränkt ist, können Sie auch direkt **Gesichtsfeldvorschau Dom** wählen. Hier steht dann nur noch ein **Breitengrad**-Wert zur Verfügung, der in seiner Standardvorgabe 0° dafür sorgt, dass nur die obere Hemisphäre des Kamerasystems gerendert wird. Größere Winkel erweitern diesen Dom auch unter den Horizont, sodass bei einem Breitengrad von 90° auch wieder eine komplette Umgebung der Szene gerendert wird. Einziger Unterschied zum **Rektangular**-Modus ist daher, dass die Möglichkeit zum Einschränken des horizontalen Gesichtsfelds fehlt und der **Breitengrad** nur im unteren Bereich gesteuert werden kann.

Das Rendering selbst kann unterschiedliche Schemata für die Aufteilung der Bitmap nutzen. Diese wählen Sie über das **Mapping**-Menü aus. Die richtige Wahl hier hängt von der Software ab, mit der Sie das resultierende Rendering anzeigen oder weiter verarbeiten möchten. Innerhalb von Cinema 4D und auch bei vielen Playern für vollspärische Panoramen z. B. in sozialen Netzwerken oder bei YouTube ist das **Breitengrad-Ländengrad**-Schema sehr verbreitet. In Game-Engines kommen aber auch oft die Quader-Anordnungen zum Einsatz, bei denen die Bitmap aus rechteckigen Kacheln zusammengesetzt wird, die jeweils die Blickrichtung der Kamera entlang einer der Hauptachsen wiedergibt. Beachten Sie, dass bei Einschränkungen des Gesichtsfelds über die **Länge**-, **Breite**- oder **Breitengrad**-Werte, Teile der Bitmap ungenutzt bleiben. Aktivieren Sie in solchen Fällen die Option für **An Bild anpassen**, damit das Rendering automatisch so gestreckt wird, dass es wieder die gesamte Rendereauflösung ausfüllt.

Achten Sie zudem vor dem Rendern darauf, dass die Kamera möglichst keinen **Pitch**- und keinen **Banking**-Winkel verwendet, der Horizont der Szene also horizontal und mittig durch die Kameraansicht verläuft. Ansonsten führt die Navigation im gerenderten Panorama später zu taumelnden Bewegungen. Da das resultierende Rendering erst einmal ein ganz normales Bild ist, sollten Sie eine passende Rendereauflösung zu der gewählten **Mapping**-Methode wählen. Das Verhältnis zwischen Breite zu Höhe sollte bei **Breitengrad-Längengrad** 2:1 betragen, bei **Quader (Kreuz)** 4:3, bei **Quader (Streifen)** 6:1 und bei **Quader (3x2)** 3:2.

## ZUSAMMENFASSUNG KAMERA

- Ein neu erzeugtes Kamera-Objekt springt automatisch in die Betrachterposition der gerade aktiven Editoransicht.
- Zur Benutzung einer Kamera für die Bildberechnung muss diese zuerst aktiviert werden. Dazu kann z. B. das schwarze Symbol hinter der Kamera im *Objekt-Manager* angeklickt werden.
- Eine aktive Kamera kann über die bekannten Navigationsicons und Tastenkürzel des Ansichtsfensters gesteuert werden, auf das die Kamera eingerastet wurde.
- Kameras lassen sich über die bekannten Werkzeuge beliebig verschieben oder drehen.
- Das Seitenverhältnis der Sichtpyramide einer Kamera entspricht der eingestellten Rendrauflösung. Diese **Auflösung** sollte daher in den **Rendervoreinstellungen** frühzeitig eingetragen werden.
- Die Brennweite bestimmt den Öffnungswinkel der Kamera. Eine kleine Brennweite entspricht einem weitwinkligen Objektiv und verstärkt perspektivische Verzerrungen. Eine große Brennweite entspricht einem Tele-Objektiv und mildert Perspektive ab.
- Die Schärfe kann auf eine bestimmte Entfernung festgelegt werden. Alternativ hierzu lassen sich auch zusätzliche Objekte zuweisen und automatisch für die Scharfstellung nutzen. Dies ist praktischer, wenn sich z. B. die Kamera während einer Animation bewegen soll.
- Die Stärke der Unschärfe kann entweder manuell über Abstände oder physikalisch korrekt über einen **Blende**-Wert gesteuert werden. Letzteres kann jedoch erst nach Aktivierung des **Physikalischen Renderers** benutzt werden.
- Die Bildhelligkeit kann über **ISO**-, **Verschlusszeit**- und **Blende**-Werte beeinflusst werden.
- Die **Verschlusszeit** kann ebenfalls für die Stärke der Bewegungsunschärfe animierter Objekte ausgewertet werden.
- Störeffekte echter Linsen lassen sich durch **Vignettierung**, **Chromatische Aberration** und **Linsenverzerrungen** simulieren. Auch hierfür wird jedoch der **Physikalische Renderer** benötigt.

## 11 Die Rendervoreinstellungen

Wir haben bereits besprochen, wie über die **Rendervoreinstellungen** die **Ausgabegröße** und Auflösung, die Qualität des **Antialiasing**, sowie die Auswahl des **Renderers** und dessen grundlegende **Optionen** definiert werden können.

Haben Sie nach diversen Testberechnungen das Gefühl, Sie könnten mit der finalen Berechnung des Bilds oder einer Animation starten, sollten Sie für das Ergebnis auch einen Speicherpfad eintragen. Nach Beendigung der Berechnung wird das Resultat dann automatisch im gewählten Dateiformat dort gespeichert. Sie finden diese Einstellungen in der **Speichern**-Kategorie der **Rendervoreinstellungen**.

### 11.1 Die Speichern-Einstellungen

Geht es Ihnen nur um das Sichern des fertigen Bildes oder der Animation, reichen die offensichtlichen Einstellungen der **Speichern**-Dialogseite bereits aus. Über die Schaltfläche mit den drei Punkten suchen oder erzeugen Sie ein Verzeichnis, in dem unter dem angegebenen Namen gesichert werden soll. Das Dateiformat kann dabei separat über das **Format**-Menü ausgewählt werden. Einige Formate bieten zusätzliche Einstellungen beim Anklicken der **Optionen**-Schaltfläche an.

Beachten Sie, dass nicht alle wählbaren Formate verlustfrei komprimieren. Zudem sind nicht alle nutzbaren Farbtiefen auch mit jedem **Format** kompatibel.

Wie Sie wissen, bestehen Animationen aus einer Abfolge von Standbildern und können daher auch als Bildsequenz gespeichert werden. Dies ist sogar oft der direkten Speicherung in ein Quicktime oder Avi-Format vorzuziehen, da Sie bei Einzelbildern noch mehr Kontrolle über die Bildqualität haben. Das Speichern einer Bildfolge wird einfach durch die Auswahl eines Standbild-Dateiformats aktiviert, also z. B. durch das **Format** TIFF oder JPEG.

Durch einen Klick auf das kleine Dreieck neben der **Format**-Einstellung blenden Sie weitere Parameter ein, über die Sie z. B. die Kompression regeln können. Damit diese Einzelbilder später wieder in richtiger Reihenfolge zu der eigentlichen Animation zusammengesetzt werden können, legen Sie über das **Name**-Menü die Art der Durchnummerierung fest. Bei dieser Einstellung sollten Sie sich an dem Namensformat orientieren, dass von Ihrer Kompositions-Software erwartet wird. In der Regel wird es hiermit jedoch keine Probleme geben.

Das **Bildfarbprofil** kann individuell geladen werden. Ansonsten stehen immer das Standard RGB und das lineare Farbprofil zur Verfügung.

Ist **Alpha-Kana** aktiv, kann eine Freistellmaske für die dargestellten Objekte Ihrer Szene automatisch mit berechnet werden. Wenn Sie individuelle Masken für einzelne Objekte benötigen, müssen Sie jedoch auf **Multi-Pass** ausweichen.

Der **Alpha-Kanal** kann alternativ als **Straight Alpha** berechnet werden. Dies funktioniert am besten beim Rendern vor schwarzem Hintergrund und gibt dann auch bei transparenten Objekten eine saubere Freistellmaske.

Normalerweise wird der berechnete Alpha-Kanal mit dem eigentlichen Bild zusammen gesichert. Dies ist z. B. bei Dateiformaten, wie TIFF oder Adobe Photoshop kein Problem. Einige Formate unterstützen jedoch keine integrierten Kanäle oder vielleicht wollen Sie die Alpha-Maske absichtlich als separate Datei erhalten. Selektieren Sie hierfür **Separater Alpha**.

Um sichtbares **Banding**, also störende Sprünge innerhalb von Farbverläufe zu verhindern, die bei niedrigeren Farbtiefen auftreten können, lassen Sie **8 Bit Dithering** aktiviert. Falls Sie eine Animation mit Sound-Spuren berechnen lassen, können diese direkt in die berechnete Quicktime- oder Avi-Datei integriert werden. Bei der Berechnung von Standbildern oder Einzelbild-Sequenzen hat **Inklusive Sound** ansonsten keine Wirkung.

Wird eine Animation berechnet, die anschließend z. B. noch mit Adobe After Effect bearbeitet werden soll, macht die zusätzliche Speicherung einer **Kompositions-Projektdatei** Sinn. Ist dort die **Speichern**-Option aktiv, wird diese **Kompositions-Datei** zusätzlich zu der Animationsdatei bzw. Bildsequenz gespeichert. Sie können die Speicherung aber auch manuell über die Schaltfläche für **Projektdatei speichern** auslösen. So eine Projektdatei enthält nicht die Bilddaten selbst, sondern hilft dem ausgewählten Zielprogramm nur dabei, die Bilder und Filme in deren Zeitleiste und

Sequenzliste korrekt zu laden. Dies ist vor allem bei Nutzung von **Multi-Pass**-Rendering nützlich, wobei sehr viele Bildsequenzen bzw. Filme entstehen können, die erst in Verbindung mit einer bestimmten Überlagerungsreihenfolge und passenden Ebenenmodi wieder das gewünschte Motiv ergeben.

Ist **Relativ** aktiv werden die Sequenzen im **Zielprogramm** zeitlich so platziert, wie Sie auch innerhalb der Cinema 4D-**Zeitleiste** vorkommen. Ansonsten beginnt jede Sequenz immer am Anfang des Zeitstrahls im **Zielprogramm**.

Verwenden Sie beim Animieren in Cinema 4D Marker innerhalb der **Zeitleiste**, so können deren Positionen mit **Zeitleisten-Marker einschließen** auch in das Zielprogramm übernommen werden.

Bei der Besprechung der **Lichtquellen** haben wir bereits die Option für den **Export zu After Effects** angesprochen und auch die **Kamera**-Objekte verfügen über diese Option. Ist für die Kompositions-Projektdatei die Option 3D Daten einschließen aktiv, werden die entsprechenden Lichtquellen und Kameras ebenfalls übernommen. Sogar Ihre übrigen Objekte können in die Kompositionsdatei übernommen werden, wenn auch oft nur als **Null**-Objekte, also Achsensysteme, bzw. als einfache Farbebenen. Dazu weisen Sie Ihren Cinema 4D-Objekten **Externe Komposition-Tags** zu, die Sie im **Objekt-Manager** unter **Tags > Render Tags** finden können.

Benutzen Sie **Nuke** als **Zielprogramm**, so muss dort zusätzlich **FBX-Datei speichern** aktiviert werden, damit 3D-Daten übertragen werden können. Sie erhalten dadurch eine separate Beschreibungsdatei für diese Daten im FBX-Datenformat.

### 11.1.1 Externe Komposition-Tags

Innerhalb dieser Tags stehen weitere Optionen bereit. Mit **Unterbjekte** werden automatisch auch alle Objekte in die Kompositionsdatei übernommen, die im **Objekt-Manager** hierarchisch untergeordnet wurden.

Die **Cache**-Option ist nur für Generatoren interessant, die interaktiv eine gewisse Anzahl von Kopien erzeugen. Ist **Cache** aktiv, werden dann ebenfalls für diese Objekte Spuren in der Zielapplikation angelegt.

Der **Ankerpunkt** legt fest, an welcher Stelle des Objekts z. B. in **After Effects** der Ankerpunkt liegen soll. Nur bei der Einstellung **Mitte** ist z. B. möglich, die entsprechende Ebene auch um deren Mittelpunkt zu rotieren.

Mit **Farbflächenebene** wird um den Ankerpunkt eine 2D-Ebene aufgezogen, deren **Größe** für X und Y ebenfalls eingestellt werden kann. Zudem kann ein **Farbwert** für diese Fläche definiert werden.

## 11.2 Multi-Pass Rendering

Immer wenn Sie nicht nur das vollständige Bild, sondern zusätzliche Bildebenen und Freistellmasken benötigen, sollten Sie in der linken Spalte der **Rendervoreinstellungen** die Option für **Multi-Pass** aktivieren. Beachten Sie, dass dies jedoch nicht bei der Verwendung der **OpenGL**-Renderer zur Verfügung steht. ProRender verwendet zudem sein eigenes Multi-Pass-System, das über dessen Rendervoreinstellungen konfiguriert wird. Durch das Anschalten von **Multi-Pass** ergänzt sich der Dialog auf der **Speichern**-Seite der **Rendervoreinstellungen**. Sie finden dort erneut Vorgaben für den **Datei**-Speicherpfad, das **Datei-Format** und die **Farbtiefe**. Sie können diesen Speichern-Dialog für **Multi-Pass Bilder** zusätzlich oder anstatt des oberen **Speichern**-Dialogs benutzen. **Multi-Ebenen-Datei** sorgt dafür, dass die gleich noch separat ausgewählten Bildebenen alle in eine einzelne Datei geschrieben werden. Dies funktioniert natürlich nur, wenn Sie ein **Format** wählen, das auch Ebenen und Kanäle unterstützt. Wenn Sie die Ebenen lieber als separate Dateien speichern möchten, sorgt **Kanalname als Suffix** dafür, dass die Dateinamen entsprechend des Inhalts der jeweiligen Bildebene benannt werden. Enthält die **Multi-Pass-Datei** auch einen Alpha-Kanal, so lässt sich dieser auch als **Straight Alpha** berechnen. Dies bietet vor allem bei transparenten Objekten oder Effekten, wie z. B. Nebel oder Wolken Vorteile. Die Option kann jedoch nur aktiviert werden, wenn auch die **Alpha**-Option im oberen **Speichern**-Dialog aktiviert wurde. Dies ist unabhängig davon, ob über den oberen Dialog gespeichert wird oder nicht.

Beachten Sie, dass durch die Überlagerung der gewählten Bildebenen erst wieder das eigentliche Bild entsteht. Dabei kommen additive und multiplizierende Modi zwischen den Bildebenen zum Einsatz. Zudem liefert der standardmäßig in den **Projekt-Voreinstellungen** aktivierte **Lineare Workflow** sehr feine Helligkeitsabstufungen. Damit es dabei nicht zu Banding und Ungenauigkeiten kommt, sollten Multi-Pass-Bilder generell mindestens eine **Farbtiefe von 16 Bit/Kanal** haben, so wie auch schon die Voreinstellung vorliegt.

### 11.2.1 Auswahl der Multi-Pass-Ebenen

Nachdem **Multi-Pass** aktiviert wurde und auch die entsprechenden Einstellungen auf der **Speichern**-Seite vorgenommen wurde, klicken Sie zuerst den Begriff **Multi-Pass** in der linken Liste der **Rendervoreinstellungen** an. Dadurch erhalten Sie einen ersten Dialog, wie mit den Lichtwirkungen umzugehen ist. Falls gewünscht, können Sie über das Menü für **Separate Lichter** auswählen, ob **Keine**, **Alle** oder nur **Selektierte** Lichtquellen als einzelne Ebenen berechnet werden sollen. Mit **Selektierte** sind Lichtquellen gemeint, deren Option für **Separater Pass** in den **Allgemein**-Einstellungen aktiviert wurde. Über das Modus-Menü wählen Sie dann aus, wie viele Ebenen Sie pro Lichtquelle erhalten möchten. Dabei können die Lichtwirkungen **Diffus** (Materialfarbe), **Glanzlicht** und **Schatten** getrennt oder in Kombination gesichert werden. Dies ermöglicht Ihnen z. B. in Adobe Photoshop später die Lichtwirkung einzelner Lichtquellen noch zu korrigieren oder sogar einzelne Lichtquellen wieder komplett auszuschalten ohne das Bild neu rendern zu müssen.

Bei dieser separaten Speicherung von Licht und Schatten kann es während der Antialiasing-Berechnung zu Helligkeitsäufen am Rand der Schatten kommen. Dieser Effekt lässt sich durch Anhaken von **Schattenkorrektur** abmildern.

Dies ist aber nur ein kleiner Teil der Ebenen, die gespeichert werden können. Die Hauptauswahl der **Multi-Pass-Ebenen** treffen Sie durch Klick auf die **Multi-Pass**-Schaltfläche im linken Teil der **Rendervoreinstellungen**.

Die dort angebotenen Kanäle lassen sich grob in **Bildkanäle**, **Materialkanäle** und **Effektkanäle** unterteilen. **Bildkanäle** beziehen sich auf einzelne Eigenschaften des fertigen Bilds, also z. B. die sichtbaren **Glanzlichter** oder **Schatten**. Die **Materialkanäle** zeigen nur die Inhalte einzelner Materialkanäle an, wie z. B. die Oberflächenfarbe oder die Farbtextur im **Reflektivität**-Kanal. Damit ist also im Gegensatz zur **Bildebene** eines **Reflektivität**-Kanals nicht das gemeint, was sich auf der Oberfläche der Objekte spiegelt, sondern die Textur bzw. Eigenschaft, die im **Reflektivität**-Materialkanal eingestellt wurde. Die **Effektkanäle** können z. B. die **Tiefe** einer Szene aus Sicht der Kamera oder auch den **Motion-Vektor** animierter Objekte enthalten. Im Fall der oft nützlichen **Tiefenmap**, konfigurieren Sie diese über die **Details**-Einstellungen an der Kamera. Wir haben über diese **Schärfentiefe**-Parameter bereits gesprochen.

Durch Auswahl in der **Multi-Pass**-Liste stellen Sie sich die Ebenen zusammen, die Sie in der gespeicherten Datei benötigen. Dabei sollten natürlich immer nur die wirklich benötigten Ebenen gewählt werden, damit die Datei später nicht zu viel Speicherplatz benötigt. Dies ist vor allem bei der Speicherung von Animationen wichtig.

Ebenso ist natürlich zwingend, dass die gewählten Ebenen in Kombination wieder das komplette Bild ergeben und dort keine Eigenschaft fehlt. Aus diesem Grund existieren die **Gemischten Kanäle** innerhalb der **Multi-Pass**-Liste. Dort aktivieren Sie alle Bildeigenschaften, die Sie später für die Nachbearbeitung nicht separat benötigen. Die nicht aktivierten Ebenen dieser Liste müssen dann zusätzlich noch separat erzeugt werden, damit das Bild wieder komplett ist. Wurden also z. B. **Glanzlicht** und **Schatten** in den **Gemischten Kanälen** ausgelassen, müssen diese beiden Ebenen über erneute Klicks auf die **Multi-Pass**-Schaltfläche manuell ergänzt werden.

Ansonsten lässt sich aber auch das vollständige Bild samt Alpha-Kanal über den Eintrag **RGBA-Bild** (RGB-Bild plus Alpha-Kanal) auswählen.

Wenn Sie physikalische Materialien verwenden, bei denen sowohl die Oberflächenfarbe als auch die Glanz- und Spiegelungseigenschaften durch den Reflektivitätskanal simuliert werden, stehen spezielle Multi-Passes zur Verfügung, um diese Eigenschaften ebenfalls separat ausgeben zu können. In diesem Fall ist es sinnvoll, dass alle Materialien der Szene physikalisch aufgebaut sind, also nicht den **Farbe**-Kanal, sondern stattdessen diffuse Reflektivitätsebenen für die Farbschattierung der Oberflächen verwenden. Hierfür stehen die Reflektivitätsebenen **Lambert (Diffus)** und **Oren-Nayar (Diffus)** zur Verfügung. Die Ergebnisse dieser Reflektivitätsebenen können mit dem Multi-Pass für **Diffus direkt** und **Diffus indirekt** ausgegeben werden. Die Effekte der **Beckmann**-, **GGX**-, **Phong**- oder **Ward**-Reflektivitätsebenen werden hingegen über die Multi-Passes für **Spiegelung direkt** und **Spiegelung indirekt** ausgegeben.

Die **direkten** Multi-Passes zeigen jeweils die direkte Wirkung von HDRI-Umgebungen, Physikalischem Himmel und die in Spiegelungen sichtbaren Flächenlichter an. Das sind also die Objekte, die für die direkte Beleuchtung der Objekte zuständig sind.

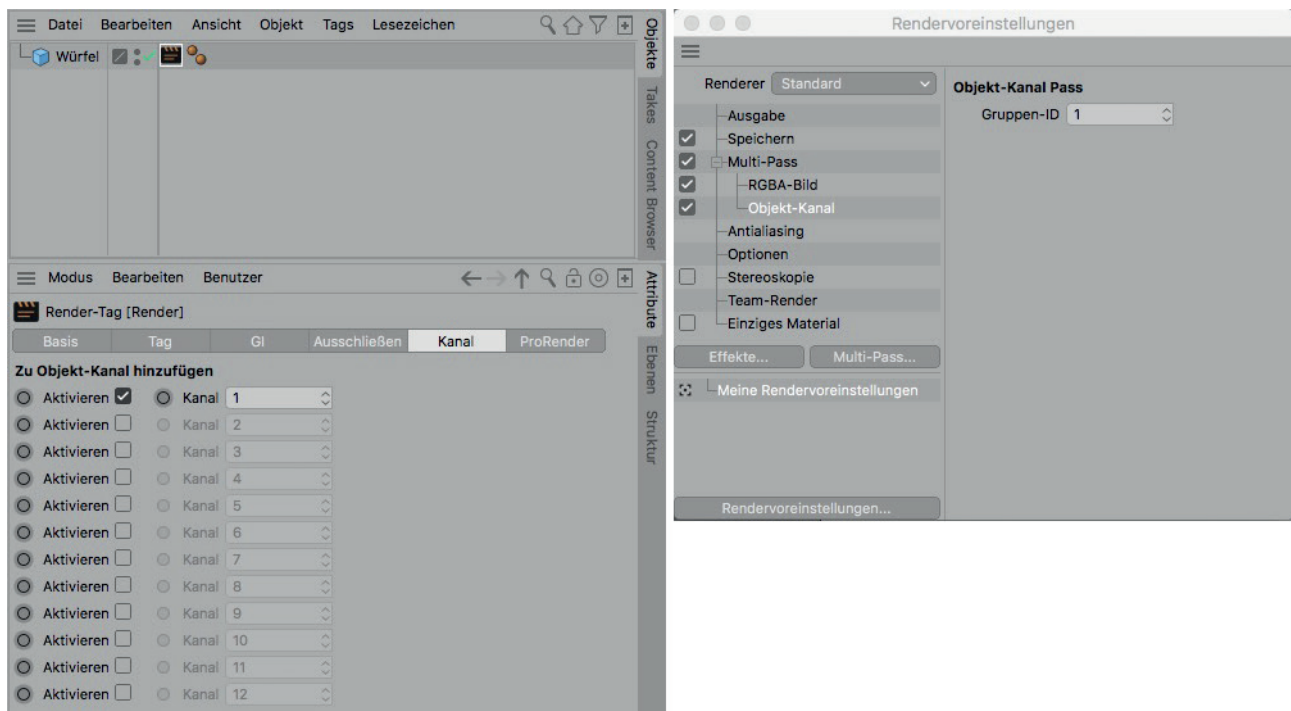
Die **indirekten** Multi-Passes beinhalten dann die Spiegelungen der übrigen Objekte der Szene.



Sollen einzelne Objekte oder individuelle Objektgruppen eine eigene Freistellmaske erhalten, so müssen Sie dafür **Objekt-Kanäle** konfigurieren. Ein **Objekt-Kanal** kann ebenfalls über die **Multi-Pass**-Schaltfläche aufgerufen werden. Von dieser Ebene lassen sich beliebig viele aufrufen und über verschiedene **Gruppen-IDs** voneinander abgrenzen. Diese **Gruppen-ID**, im Prinzip eine beliebige aber eindeutige Zahl, muss nun nur noch den entsprechenden Objekten zugewiesen werden. Dafür werden **Render-Tags** benutzt, die Sie nach einem Rechtsklick auf ein Objekt im **Objekt-Manager** unter den **Cinema 4D Tags** finden können.

### 11.3 Das Render-Tag

Das Tag bietet im **Attribute-Manager** eine **Kanal**-Kategorie an in der Sie nun einfach die **Aktivieren**-Option vor der passenden Zahl anschalten. Wie Sie sicherlich bereits ahnen, handelt es sich bei diesen **Kanal**-Nummern exakt um die **Gruppen-IDs**, die durch die **Multi-Passes** ausgewertet werden. Dabei sind Sie keineswegs auf die zwölf Kanalnummern beschränkt, sondern können bei Bedarf auch höhere Nummern direkt in die **Kanal**-Felder eintragen.



Zudem lassen sich auch mehrere **Kanäle** gleichzeitig aktivieren. Das entsprechende Objekt kann dadurch auch mehrfach in verschiedenen Masken auftauchen. Beachten Sie zudem, dass sich diese Kanaleinstellung des **Render**-Tags automatisch auf alle Objekte in der untergeordneten Hierarchie überträgt. Dies ist aber nur ein Nutzen des sehr hilfreichen **Render**-Tags. Lassen Sie uns daher nun auch einen Blick auf dessen übrigen Einstellungen werfen.

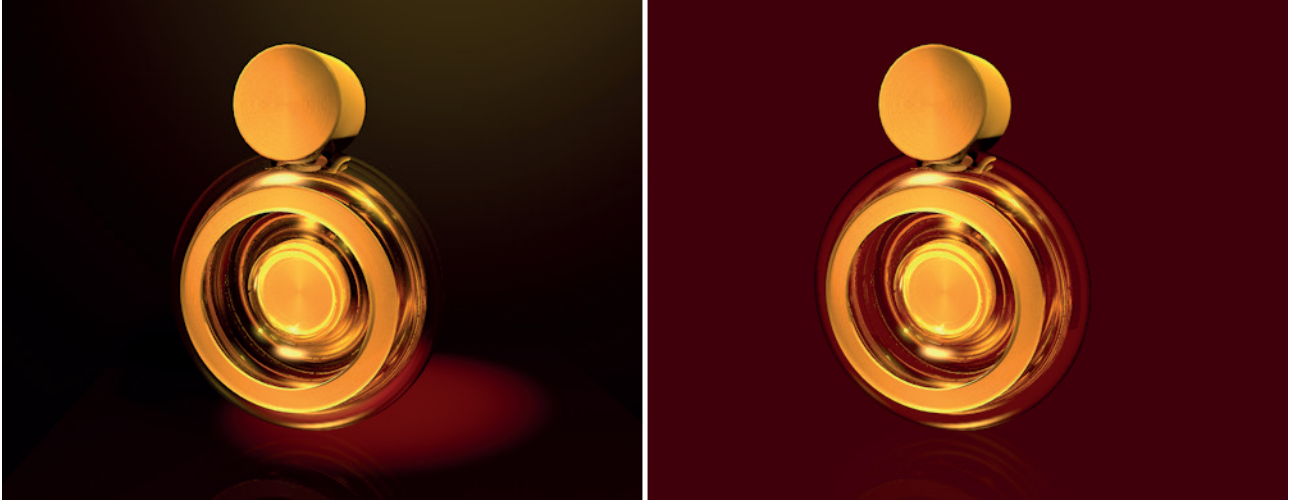
#### 11.3.1 Die Tag-Einstellungen

Hier finden Sie vor allem einige grundlegende Optionen dazu, wie sich dieses Objekt während des Renderings verhalten soll. Optionen, wie **Schatten werfen**, **Schatten empfangen** oder **Sichtbar für Kamera** sollten selbsterklärend sein. Ist **Sichtbar für Transparenz** aktiv, ist das Objekt hinter Alpha-Materialien und transparenten Materialien sichtbar. Benutzt ein transparentes Objekt zusätzlich **Brechung** ungleich 1,0 im **Transparenz-Kanal**, muss **Sichtbar für Brechung** angeschaltet sein, damit dieses Objekt z. B. durch eine brechende Kugel hindurch sichtbar ist. Nur bei aktivem **Sichtbar für Spiegelung** kann sich dieses Objekt in einer spiegelnden Oberfläche abbilden. **Sichtbar für AO** bezieht sich auf die Berechnung von **Ambient Occlusion**. Nur im aktiven Zustand dieser Option wird das Objekt von **Ambient Occlusion**-Strahlen gesehen und kann so z. B. zu einer Abdunkelung in einem Material beitragen.

Die zuletzt genannten Optionen für die Sichtbarkeit gegenüber **Brechung**, **Spiegelung** und **AO** lassen sich gemeinschaftlich durch die Option **Sichtbar für Strahlen** an- und ausschalten. Die Option für die **Selbstbeschattung** ist nur verfügbar, wenn sowohl **Schatten werfen** als auch **Schatten empfangen** aktiviert sind. Ist **Selbstbeschattung** aus-

geschaltet, kann das Objekt dann keine Schatten mehr auf sich selbst werfen. Der Schattenwurf anderer Objekte auf diese Oberfläche ist davon nicht betroffen. Ebenso kann dieses Objekt weiterhin auf andere Flächen Schatten werfen.

Sehr interessant ist auch die Option für das **Hintergrund-Compositing**. Dadurch wird jede Lichtschattierung auf der Oberfläche unterbunden. Die im **Farbe**-Kanal des Materials angelegte Textur oder Farbe wird also unverändert abgebildet. Auf diese Weise können Sie z. B. Produkte auf einem neutralen Untergrund rendern lassen, der aber immer noch Schatten fangen kann.



Eine Abwandlung dazu bietet die Option **Hintergrund-Compositing HDR-Maps**. Dies ist für Szenen gedacht, die von einem Himmel mit einer HDR-Textur umgeben sind und per **Globaler Illumination** beleuchtet werden. Oft wird dann nur deswegen eine Boden-Ebene benötigt, um Schattenwürfe zu erhalten. Trägt das Boden-Objekt kann so ein **Render-Tag** mit **aktiver Hintergrund-Compositing HDR-Maps**-Option, bleibt der Boden beim Rendern unsichtbar, zeigt aber weiterhin einen Schattenwurf an. Beim Rendern ohne **Globale Illumination** hat diese Option keine Wirkung.

**Sichtbar für GI** spielt nur dann eine Rolle, wenn mit **globaler Illumination** gerechnet wird. Falls aktiv, kann dieses Objekt im Rahmen der **Illumination**-Einstellungen seines Materials durch **Globale Illumination** beleuchtet werden, bzw. auch selbst entsprechend diffus gestreutes Licht weiterleiten.

Sofern Sie **Bestes Antialiasing** in den **Rendervoreinstellungen** benutzen, können im unteren Teil der **Tag**-Dialogseite auch individuelle **Min**-, **Max**- und Schwellwert-Einstellungen für das **Antialiasing** vergeben werden. Sehr hilfreich, um die Rechenzeit zu optimieren, indem nur für entsprechend komplexe Objekte die Kantenglättung selektiv erhöht wird. Alle anderen Objekte werden weiterhin mit den **Antialiasing**-Einstellungen der **Rendervoreinstellungen** berechnet. Beachten Sie, dass immer mindestens die Einstellungen der **Rendervoreinstellungen** benutzt werden. Die Vorgaben des **Render-Tags** werden also nur dann berücksichtigt, wenn sie höher sind.

Die Vergabe einer **Matte-Objekt**-Farbe bietet sich nur für extreme Compositing-Aufgaben an. Das Objekt wird dadurch ausschließlich in der eingestellten **Farbe** dargestellt. Selbst das Empfangen von Schatten ist nun nicht mehr möglich.

Das Objekt kann sich aber weiterhin spiegeln oder auch Schatten werfen. Dies kann interessant sein, um später ein Objekt mit identischer Form exakt dort in das fertige Rendering einzusetzen.

### 11.3.2 Die GI-Einstellungen

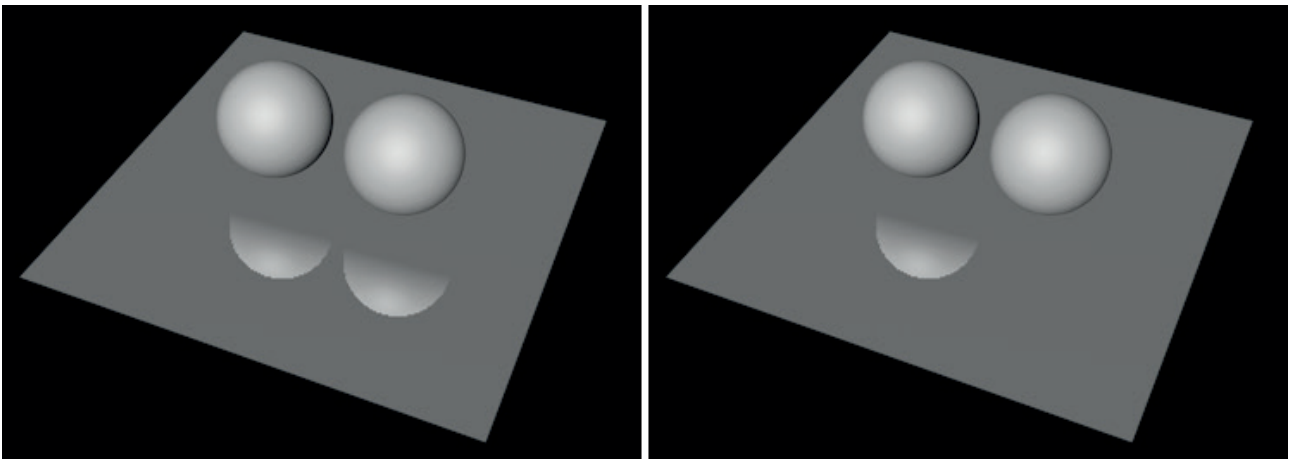
Diese Rubrik beschäftigt sich ausschließlich mit dem Verhalten des Objekts während der **globalen Illumination**-Berechnung. Sofern **GI Parameter aktivieren** angeschaltet ist, können Sie mit **Intensität** sowohl die generierenden als auch die empfangenden Eigenschaften dieses Objekts prozentual definieren. Beim Rendern mit **Irradiance Cache** sind die Einstellungen für die **Eintragsdichte** und die **Stochastischen Samples** entscheidend für die Qualität der diffusen Beleuchtung. Wir werden darüber noch sprechen. Der Prozentwert für die **Eintragsdichte** multipliziert die Anzahl der Shadingpunkte auf dem Objekt. Die Samples pro Shadingpunkt werden wiederum mit dem Prozentwert für **Stochastische Samples** multipliziert. Da alle Werte auch über 100% eingestellt werden können, lässt sich damit die Berechnungsqualität der GI-Lösung selektiv pro Objekt definieren.

**QMC erzwingen** ermöglicht bei Verwendung von **Irradiance Cache** ein Objekt mit der präziseren **QMC**-Methode abtasten zu lassen. Dadurch können in der Regel detailreichere GI Caustics und Schattenwürfe an diesem Objekt berechnet werden. Die GI-Berechnung bei Objekten mit einer Transparenz unterliegt einem etwas anderen Algorithmus. Transparente Objekte profitieren generell weniger stark von globaler Illumination. Daher wird deren Genauigkeit automatisch abgesenkt. Kommt es dadurch zu störenden Schattierungsunterschieden zwischen angrenzenden Bereichen mit weniger und mit viel Transparenz, können Sie dem Objekt ein **Render-Tag** mit aktiver **Transparenz ignorieren**-Option zuweisen. Das transparente Objekt wird dann mit der gleichen Präzision abgetastet, also wäre es nicht transparent.

In die gleiche Kerbe schlägt **Isolationsgruppierungen erzwingen**. Hierbei geht es jedoch gerade darum, angrenzende Flächen in ihrer GI-Abtastung streng voneinander zu trennen. Es kann dann nicht mehr dazu kommen, dass überlappende GI-Samples entstehen. In der Regel kann diese Option jedoch ausgeschaltet bleiben, weil dadurch eine homogenere Schattierung auch über Objektgrenzen hinweg berechnet wird.

### 11.3.3 Die Ausschließen-Einstellungen

Die letzte verbleibende Rubrik des **Render-Tags** besteht nur aus einer Einschließen/Ausschließen-Liste für andere Objekte. Soll sich z. B. ein bestimmtes Objekt nicht im Boden, wohl aber in allen anderen Objekten spiegeln können, hätten wir ansonsten ein Problem. Das **Render-Tag** ermöglichte bislang nur die generelle Ausschließung z. B. von Spiegelungen oder Transparenzen. Exakt für solche Situationen existiert der **Ausschließen**-Bereich. Wird dort nun der Boden hineingezogen und der **Modus** auf **Ausschließen** gestellt, spiegelt sich das Objekt nicht mehr im Boden.



Der Effekt ist jedoch nicht nur auf Spiegelungen begrenzt, sondern kann über die kleinen Icons hinter einem Listeneintrag bestimmt werden. Alle Icons lassen sich unabhängig voneinander durch Anklicken abwechselnd aktivieren und wieder deaktivieren.

Von links nach rechts betrachtet steht das erste Symbol für die **Transparenz**. Wäre der Boden transparent, könnten wir unser Objekt dahinter also nicht länger sehen. Das zweite Symbol betrifft die **Brechung**. Wäre die Ebene also nicht nur transparent, sondern hätte auch noch einen **Brechung**-Wert ungleich 1,0, bliebe auch hier unser Objekt unsichtbar. Das dritte Symbol regelt die **Spiegelung**. Das letzte Symbol steht für die **Objekthierarchie**. Im aktiven Zustand würden sich die Einstellungen also auch auf alle Objekte übertragen, die in diesem Fall unter dem Boden-Objekt im **Objekt-Manager** eingeordnet wären.

## ZUSAMMENFASSUNG RENDER-TAG

- Soll das gerenderte Bild bzw. die Animation im Anschluss an die Berechnung automatisch gesichert werden, müssen Sie die **Speichern**-Dialogseite in den **Rendervoreinstellungen** ausfüllen.
- Intern rechnet Cinema 4D alle Bilder mit 32 Bit Farbtiefe. Die Farbtiefe des gespeicherten Bilds kann individuell vorgegeben werden.
- Das Datenformat kann aus einer langen Liste gewählt werden, jedoch nicht alle Formate unterstützen z. B. höhere Farbtiefen oder zusätzliche Ebenen und Kanäle.
- Auch Animationen können alternativ zu Quicktime- oder AVI-Formaten als Bildsequenzen gesichert werden.
- Soll ein Bild nicht nur in einer Ebene, sondern aufgeteilt in verschiedene Bild-, Material- oder Effektebenen gespeichert werden, muss **Multi-Pass** verwendet werden. Der Speicherpfad ist dann in einer eigenen Rubrik des **Speichern**-Dialogs einzutragen.
- Beim Rendern mit ProRender stehen ebenfalls Multi-Passes zur Verfügung, die jedoch nicht über die Multi-Pass-Schaltfläche sondern über einen eigenen Multi-Passes-Bereich in den Einstellungen des ProRender konfiguriert werden.
- Die Auswahl der Bildkanäle beim **Multi-Pass**-Rendering muss in Summe wieder das komplette Bild ergeben. Aus diesem Grund bietet sich der **Gemischte Kanäle** als Basis an. Die dort ausgelassenen Bildebenen können separat ergänzt werden.
- Sollen individuelle Alpha-Kanäle für einzelne Objekte oder Objektgruppen gerendert werden, müssen diese Objekte zuvor mit **Render-Tags** versehen werden. Dort können individuelle **Kanal**-Nummern eingetragen werden.
- Diese Nummern lassen sich durch **Objekt-Kanäle** in das **Multi-Pass**-Rendering integrieren.
- **Render-Tags** können zusätzlich genutzt werden, um Objekte z. B. generell von Schatten, Spiegelungen oder Transparenzen auszuschließen.
- Ein- und Ausschließen-Listen ermöglichen zudem eine individuelle Vorgabe, in welchen Oberflächen sich ein Objekt spiegeln oder hinter welcher Transparenz ein Objekt sichtbar sein soll.
- Zudem können die Intensität des **Antialiasings** und auch der **globalen Illumination** individuell eingestellt werden.
- Für die Weitergabe der Renderings zu externen Kompositionsprogrammen lassen sich Kompositionsdateien erzeugen, die für das automatische Einladen aller Ressourcen einer Animation sorgen. In diesen Daten können auch 3D-Informationen z. B. zu den Lichtquellen oder Kameras enthalten sein.

## 11.4 Spezielle Render-Effekte

Über die **Effekte**-Schaltfläche in den **Rendervoreinstellungen** lassen sich zusätzliche Effekte auswählen, um z. B. **Haare/Gras**, **Linseneffekte** oder auch **Globale Illumination** und **Caustics** berechnen zu lassen. Einige dieser Effekte aktivieren sich bereits automatisch, wie z. B. der bereits besprochene **Hair-Renderer** oder die **Linseneffekte**. Andere können je nach Bedarf manuell ergänzt werden. Welche Effekte zur Verfügung stehen hängt aber auch vom gewählten Renderer ab. Bei der Nutzung des **Standard**- oder des **Physikalischen** Renderers haben Sie die größte Auswahl. Bei ProRender lassen sich ähnliche Effekte direkt in dessen Einstellungen konfigurieren, wie z. B. die globale Illumination oder die Berechnung von Ambient Occlusion. Nach einem Rechtsklick auf die Namen der bereits aktivierten Effekte können diese durch Auswahl von **Entfernen** auch jederzeit wieder deaktiviert werden. Wir werden stellvertretend hier nur einige der wichtigsten Effekte besprechen.

### 11.4.1 Ambient Occlusion

Dieser Effekt bietet nahezu die gleichen Einstellmöglichkeiten wie der gleichnamige Shader und wird daher hier nicht erneut besprochen. Der Hauptunterschied zum Shader besteht in folgenden Punkten:

- Der Ambient Occlusion-Effekt beeinflusst automatisch alle Objekte der Szene, wenn die Option für **Auf Projekt wirken** aktiv ist
- Wenn **Auf Projekt wirken** ausgeschaltet ist, wird die Ambient Occlusion zwar berechnet, aber nicht mehr im Bild angezeigt. Der Vorteil daran ist, dass dieser Effekt dann auf einer separaten **Ambient Occlusion Multi-Pass**-Ebene gesichert werden kann.
- Die Berechnung des Multi-Pass-Effekts kann alternativ auch als **Cache**-Datei erfolgen. Auf diese Weise lässt sich oft die Berechnung des AO-Effekts beschleunigen, zumal wenn mehrere Testberechnungen der Szene erstellt werden. Der Cache muss nur ein Mal berechnet werden, wenn sich danach keine Objekte oder Betrachterstandpunkte mehr verändern. Der AO-Effekt ist unabhängig von der Beleuchtung der Szene und kann daher noch vor der Ausleuchtung als Cache erstellt werden (Projekt „**Room\_AO**“).



### 11.4.1.1 Die Ambient Occlusion Cache-Einstellungen

Ein Cache ist in der Regel eine Datei, die Berechnungsergebnisse enthält. Verändern sich in einem Projekt keine Eigenschaften, die zu einer Neuberechnung des Caches führen, kann diese Datei immer wieder ausgelesen werden, um einen Effekt zu erzeugen, was natürlich dessen Berechnungszeit dramatisch reduzieren kann. Sofern **Cache aktivieren** angeschaltet ist, erfolgt die Berechnung des **Ambient Occlusion-Caches** in Form eines **Prepasses**, also einer Vorabschätzung, wo in der Szene Messpunkte zu verteilen sind.

Dieses Verfahren ist zwar gegenüber der Berechnung des Effekts für jeden einzelnen Bildpixel ungenauer, was jedoch bei der **Ambient Occlusion** (oder kurz **AO**) keine Rolle spielt. Im Gegenteil. Der Effekt fällt in der Regel etwas rauschig aus und muss durch Erhöhung der Berechnungsschritte oft so angepasst werden, dass das Rauschen nicht mehr auffällt. Dies verlängert natürlich die Berechnungszeit. Ein **Cache** kann dies von vornherein vermeiden, da zwischen den nur hier und dort genommenen Messpunkten automatisch interpoliert und somit geglättet wird. Das Ergebnis sieht also nicht nur angenehm weicher aus, sondern kann auch noch schneller berechnet werden.

Die Genauigkeit der **Cache**-Berechnung wird durch zwei Werte beeinflusst: Die **Eintragsdichte** und die **Samples**.

Die **Eintragsdichte** legt die Dichte und Verteilung der Messpunkte fest, von denen aus Entfernungsmessungen entsprechend des **AO**-Effekts erfolgen. Die **Samples** geben dann die Anzahl der Entfernungsmessungen an, die von jedem **Eintragsdichte**-Messpunkt vorgenommen werden. Je mehr Samples, desto exakter kann die Umgebung eines Messpunkts erfasst werden.

Die **Eintragsdichte** selbst kann über Voreinstellungen zwischen den Qualitäten **Vorschau**, **Niedrig**, **Mittel** und **Hoch** gewählt werden, wobei hinter diesen Begriffen Zahlenwerte stehen, die durch das Aufklappen des Dreiecks vor der **Eintragsdichte** auch eingesehen und individuell editiert werden können.

**Min Rate** und **Max Rate** legen dabei die Anzahl an Durchgängen fest, während denen die Messpunkte in der Szene verteilt werden. Dabei werden die Messpunkte nicht gleichmäßig verteilt, sondern auf einfachen Flächen weniger als z. B. in Raumecken oder dort, wo sich Oberflächen nahe kommen. Das Verfahren sorgt also selbst dafür, dass dort mehr Proben berechnet werden, wo ein sichtbarer **AO**-Effekt zu vermuten ist.

Die Zahlenwerte bei **Min Rate** und **Max Rate** stehen für die Pixelgrößen, die in einem Berechnungsdurchgang verwendet werden. Ein Wert von -3 bedeutet z. B. dass die Bildpixel acht Mal größer als normal angenommen werden. Entsprechend gröber erfolgt die Verteilung der Messpunkte. Bei -2 sind die Pixel vier Mal größer, bei -1 noch doppelt so groß wie normal. Ein Wert von Null steht für die Originalgröße der Pixel. Bei Einstellungen über Null kehrt sich der Effekt um, die Bildpixel werden also in **Subpixel** unterteilt, so wie Sie es von **Antialiasing** kennen.

Der numerische Abstand zwischen **Min Rate** und **Max Rate** legt also die Anzahl der Durchgänge fest, die zur Verteilung der Messpunkte benutzt werden. Durchgänge mit größeren Bildpixeln sind schneller aber auch ungenauer als Durchgänge mit größeren Pixeln. Indirekt haben Sie also über diese Werte eine Stellschraube sowohl für die Rechengenauigkeit also auch Berechnungsdauer des Effekts.

Die Dichte der Messpunkte kann allgemein über den **Dichte**-Wert und noch spezieller über die Einstellungen für **Minimalabstand** und **Maximalabstand** gesteuert werden. Je größer die Prozentwerte bei **Minimalabstand** und **Maximalabstand** sind, desto größer können die Lücken zwischen den Messpunkten sein, desto ungenauer und weicher wird daher auch das Resultat. **Minimalabstand** steht für die Bereiche mit einer hohen Dichte an Messpunkten, also z. B. besagte Raumecken. **Maximalabstand** kommt auf einfachen Ebenen oder Oberflächen ohne Details zum Einsatz.

Der Prozentwert bei **Dichte** funktioniert entgegengesetzt. Höhere Werte führen also allgemein zu mehr Messpunkten in dem Verhältnis, das über **Minimalabstand** und **Maximalabstand** festgelegt wurde.

Der Wert für **Glätten** beeinflusst die Interpolation zwischen den Messwerten. Da die Messpunkte immer nur punktuell Daten ermitteln, müssen die Bereiche zwischen den Messpunkten interpoliert werden. Je größer **Glätten** ist, desto größere Bereiche, sprich desto mehr Messpunkte werden zusammengerechnet. Dadurch gehen natürlich individuelle Details verloren. Es gilt also die **Glättung** nicht zu übertreiben, um noch genügend Details der unterschiedlichen Messpunkte erkennen zu können.

Ist **Bildgröße** aktiv, orientiert sich die Berechnung an der tatsächlichen Bildauflösung des Renderings. Dies ist der bevorzugte Modus und daher auch standardmäßig aktiv. Sofern ausgeschaltet, wird immer mit der gleichen Anzahl an Messpunkten gerechnet, egal wie die Bildauflösung aussieht. Dies ist generell nicht zu empfehlen, da die Einstellungen dann nicht mit der Bildauflösung skalieren können.

Die Rubrik **Cache-Datei** legt nun fest, wie mit den Berechnungsergebnissen zu verfahren ist. Ist **Automatisch speichern** aktiv, wird die **Cache-Datei** nach Beendigung der Bildberechnung automatisch in das Projektverzeichnis Ihrer Szene gespeichert. Dies erfolgt in der Regel innerhalb eines separaten **illum**-Ordners in diesem Verzeichnis. Wenn Sie einen anderen Speicherpfad für diese Datei wünschen, können Sie diesen in der Rubrik **Cache-Dateipfad** eintragen, sofern **Eigener Speicherpfad** aktiv ist. Benutzen Sie dafür am besten die Schaltfläche mit den drei Punkten, um das gewünschte Verzeichnis auszuwählen.

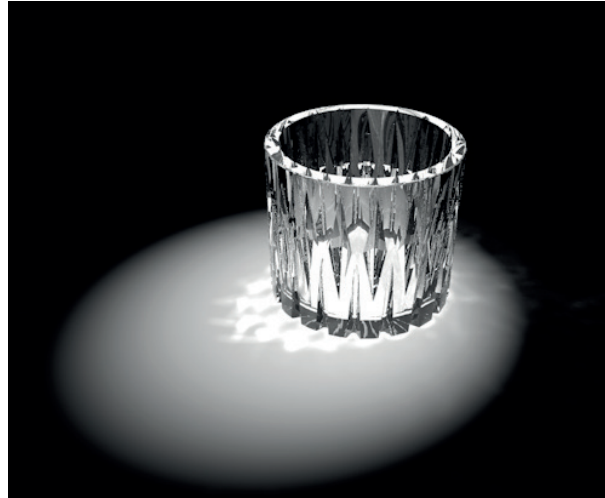
Wenn Sie bei einer Neuberechnung des Bilds auf eine bereits gespeicherte Cache-Datei zugreifen möchten, aktivieren Sie **Automatisch laden**. Wird keine passende Datei gefunden, wird automatisch eine neue **Cache-Datei** erzeugt. Es erfolgt also in jedem Fall eine Überprüfung, ob eine vorhandene **Cache-Datei** überhaupt zu der Szene bzw. der Ansicht passt, die berechnet werden soll. Diese Überprüfung kostet ebenfalls etwas Rechenzeit und kann daher mit **Prepass überspringen (falls vorhanden)** ausgelassen werden. Sie sollten sich dabei aber ganz sicher sein, dass die in der **Cache-Datei** gespeicherte Information noch für Ihre aktuelle Szene gültig ist. Es dürfen also keine Objekte verschoben oder gar neu hinzugefügt oder gelöscht worden sein. Zudem sollte die Kamera unverändert geblieben sein. Lichtquellen und Materialien hingegen haben keinen Einfluss auf die **AO**-Berechnung und können daher problemlos editiert werden, ohne den Cache unbrauchbar zu machen. Einzige Ausnahme bilden hier transparente Materialien, die natürlich auch die Intensität der **Ambient Occlusion** beeinflussen können.

Handelt es sich bei Ihrem Rendering um eine Animation, reicht natürlich eine einzelne **Cache-Datei** nicht mehr aus. Es wird für jedes Bild eine separate Datei benötigt, zumindest, wenn sich während der Animation die Objekte oder die Kamera bewegen. Ist die Option für **Vollanimationsmodus** aktiv, wird automatisch für jedes Animationsbild eine durchnummerierte **Cache-Datei** erzeugt. Beim Rendern über **Team Render** bewirkt dies, dass jeder aktive Client-Rechner seine eigene Cache-Datei berechnet. Wir kommen später noch auf das Thema **Team Render** zurück.

Ein Klick auf die Schaltfläche **Cache(s) löschen** entfernt schließlich eventuell bereits gesicherte **Cache-Dateien** aus dem benutzten Verzeichnis. Sie können dann sicher sein, dass der Cache in jedem Fall neu berechnet wird.

### 11.4.2 Caustics

Sie wissen bereits wie **Caustics** in den Einstellungen der **Lichtquellen** aktiviert und über die **Illumination**-Einstellungen der Materialien ausgewertet werden können. Nur wenn **Caustics** auch als Effekt in den **Rendervoreinstellungen** aktiv sind werden sie jedoch tatsächlich auch im Bild gerendert (Projekt „**CausticsExample2**“).



Die Einstellungen im Effekt entsprechen weitgehend denen im Material und in der Lichtquelle. Nur wenn **Volumen-Caustic** aktiviert wurden werden die folgenden Werte freigeschaltet. Die **Schrittweite** legt den Abstand fest in dem Samples, also Proben genommen werden. Kürzere Abstände bedeuten also längere Rechenzeiten und detailliertere Ergebnisse. Die **Sample-Distanz** bestimmt den Abstand in dem benachbarte Samples interpoliert werden. Eine größere Distanz führt also zu einem weicheren Ergebnis mit der Gefahr, dass Details verloren gehen. Die Anzahl der **Samples** kennen Sie ebenfalls bereits. Dies ist die maximale Anzahl an Berechnungsproben die innerhalb der **Sample-Distanz** miteinander verrechnet werden. Mehr **Samples** führen auch hier zu mehr Qualität und längerer Berechnungszeit.

Für die Einstellung des gewünschten **Caustic**-Effekts sind oft mehrere Testberechnungen nötig. Ist **Lösung speichern** aktiv, werden die aktuellen **Caustic**-Berechnungen in eine eigene Datei gesichert. Dafür legt Cinema 4D ein **illum**-Verzeichnis in Ihrem Projektverzeichnis an. Sie kennen dieses Prinzip bereits vom **AO**-Cache.

Existiert bereits eine solche Datei können Sie über das **Neuberechnung**-Menü festlegen wie verfahren werden soll. Bei **Einmal** wird automatisch nach einer bereits gespeicherten Lösung gesucht und diese ggf. benutzt. Dies bedeutet aber auch, dass eventuelle Veränderungen an Ihrer Szene dann nicht berücksichtigt werden. Es wird stur auf die gespeicherte Lösung zurückgegriffen. Ist diese gespeicherte Lösung nicht vorhanden, erfolgt eine komplette Neuberechnung. Dies ist auch bei der Einstellung **Immer** der Fall, weshalb sich diese besonders für Testberechnungen eignet. Die **Caustics** werden dann immer vollständig neu berechnet. Bei **Niemals** muss zwingend eine **Caustic**-Datei vorliegen. Wird diese nicht gefunden bricht das Rendering mit einer Fehlermeldung ab. Schließlich bietet Ihnen **Kamera-Animation** noch die Möglichkeit, bei einer animierten Kamerafahrt ordentlich Rechenzeit zu sparen. Es wird dann nur für das erste Bild eine vollständige **Caustic**-Datei erstellt. Voraussetzung hierfür ist, dass sich wirklich nur die Kamera bewegt.

### 11.4.3 Globale Illumination

Wir haben nun bereits schon so oft über diesen Effekt gesprochen. Sie wissen also längst, was sich davon erwarten lässt, nämlich eine natürliche Weiterleitung und Reflexion von Licht an Oberflächen oder auch die Interpretation leuchtende Materialien als Lichtquellen in der Szene. Für die Berechnung des Effekts stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung, die auch kombiniert werden können. Dies hängt vorrangig von der **Strahltiefe** ab, die Sie simulieren möchten.

Unter dem Begriff **Strahltiefe** versteht man die maximale Anzahl an Lichtreflexionen, die Sie berechnet haben möchten. Je mehr davon in die Berechnung einfließen, desto länger dauert diese, desto weicher und natürlicher und auch heller wird jedoch das Rendering. Es mag jedoch auch sein, dass Sie bereits eine gute Ausleuchtung mit normalen Lichtquellen realisiert haben und das Ergebnis nur noch etwas durch **Globale Illumination** verbessern möchten. In solchen Fällen reicht bereits eine **Strahltiefe** von eins, bzw. eine **Primäre Methode** für die Berechnung aus. Die



**Sekundäre Methode**, die dann für alle Reflexionen nach der ersten zuständig ist, kann in solchen Fällen auf **Keine** gestellt werden (Projekt „Room\_GI“).



Beachten Sie, dass die Berechnung von globaler Illumination bei Verwendung physikalischer Materialien nicht nötig ist. Dort wird der Austausch von Licht zwischen Oberflächen automatisch über die Materialreflektivität berechnet.

#### 11.4.3.1 Die Primäre Methode

Selbst die Verwendung nur einer Strahltiefe, also nur der **primären Methode**, kann das Ergebnis verbessern. Dazu stehen zwei grundverschiedene Verfahren zur Verfügung, **Irradiance Cache** (Kurzform: **IC**) und **Quasi-Monte Carlo** (Kurzform: **QMC**). Wie bereits am Namen deutlich wird, ist **IC** ein adaptiver Verfahren, bei dem eine **Cache**-Datei entsteht. Das Prinzip ähnelt also stark dem bereits besprochenen **Ambient Occlusion-Effekt**, nur dass hier eben keine Entfernung, sondern Licht gemessen wird. **QMC** hingegen ist ein **Brute Force**-Verfahren, rechnet also jeden Bildpixel mit gleicher Präzision durch, ohne einen **Prepass** oder eine Vorabschätzung darüber durchzuführen, wo und wie intensiv abgetastet werden sollte.

**QMC** ist rein rechnerisch das präziseste Verfahren, das Cinema 4D anbietet, benötigt jedoch auch länger für die Berechnung. Dafür kann es z. B. bei Animationen Helligkeitsschwankungen vermeiden helfen, die bei adaptiven Verfahren wie dem **IC** durch die von Bild zu Bild variierende Verteilung der Messpunkte auftreten können.

Die Einstellungen des **IC** bezüglich der Eintragsdichte werden auf der **Irradiance Cache**-Dialogseite vorgenommen und sind nahezu mit denen der **Ambient Occlusion** identisch. Wir können daher auf eine Wiederholung verzichten. Neu ist hier nur die Option für **Farbverbesserung**. Über diesen Prozentwert können zusätzliche Messpunkte dort platziert werden, wo abrupte Helligkeits- und Farbwechsel auftreten, oder generell überall dort, wo starke Kontraste im Bild auftreten. Dies ist z. B. bei Schattenwürfen der Fall.

Die ebenfalls bereits bekannten **Samples**, die in diesem Fall nach Licht in der Szene suchen, werden über die **Allgemein**-Dialogseite konfiguriert. Auch hier gibt es wieder Voreinstellungen zwischen **Niedrig**, **Mittel** und **Hoch**. Diese steuern einen **Genauigkeit**-Prozentwert, der nach dem Aufklappen des kleinen Dreiecks neben dem **Samples**-Wert sichtbar wird. Die **Samples**-Anzahl ist also standardmäßig nicht fix, sondern wird während des **Prepasses** ermittelt. Der **Genauigkeit**-Prozentwert bezieht sich dann auf die so errechnete Anzahl an Rechenschritten. Um diese Vorberechnung der Samples zu beschleunigen, kann auch ein fester Wert für die **Sampleanzahl** verwendet werden. Um diesen sinnvolle Größenordnung abschätzen zu können, sollten Sie das Motiv ein Mal berechnen lassen. Ist dabei in den **Programm-Voreinstellungen** und dessen **Render**-Rubrik die Option für **Global Illumination Informationen in Konsole anzeigen** aktiv, können Sie nach der Beendigung des **Prepasses** im **Konsole**-Fenster die berechnete **Sampleanzahl** ablesen und direkt in die **Render**-Voreinstellungen übernehmen. Dies natürlich nur unter der Voraussetzung, dass Ihnen diese Qualität auch gefällt. Das **Konsole**-Fenster können Sie im **Skript**-Menü von Cinema 4D finden.

Da jeder **Sample**-Berechnungsstrahl kostbare Berechnungszeit benötigt ist eine möglichst gezielte Ausrichtung auf die Bereiche der Szene sinnvoll, bei denen Licht vermutet wird. Zumindest in einigen Fällen können wir dies mit

Sicherheit sagen, z. B. bei einem **Physikalischen Himmel** oder einem **Himmel**-Objekt mit HDR-Bild im **Leuchten**-Kanal seines Materials oder auch generell bei der Verwendung leuchtender Materialien auf Oberflächen. Die beiden möglichen Himmel-Objekte werden durch Aktivieren von **Diskretes Himmel-Sampling** gezielt mit **Samples** abgetastet. **Diskretes Flächenlicht-Sampling** bezieht sich auf leuchtende Materialien, die bei **Globaler Illumination** eben wie **Fläche-Lichter** funktionieren. Daher der Name **Flächenlicht-Sampling**.

Die Genauigkeit der Abtastung dieser beiden Objektgruppen kann zusätzlich durch Optionen gesteigert werden, die nach dem Aufklappen der Dreiecke neben den Optionen sichtbar werden. **Pro Pixel erzwingen** führt dazu, dass tatsächlich für jeden Bildpixel gezielt Samples erzeugt werden, die dann in Richtung **Himmel** bzw. **Flächenlicht** zielen. Nur so wird es möglich, dass z. B. auch ein im Vergleich zur Szene sehr kleines Flächenlicht noch realistisch abgetastet werden kann. Ein Beispiel dafür wäre z. B. eine leuchtende Kugel, die innerhalb eines Würfels liegt, der nur einen dünnen Spalt an einer Seite aufweist. Damit das Licht tatsächlich auch diese Öffnung passieren kann, ohne dass das leuchtende Objekt selbst zu sehen ist, muss **Pro Pixel erzwingen** aktiviert werden. Entsprechend aufwändiger und somit länger wird aber auch die Berechnung in solchen Fällen.

Möchten Sie für Himmel oder Flächenlichter gezielt eine von der **Samples**-Einstellung abweichende Anzahl an Samples verwenden, aktivieren Sie die **Eigene Anzahl**-Option und tragen einen neuen Wert für deren **Sampleanzahl** ein.

Schließlich sollte natürlich nicht nur nach Lichtquellen gesucht werden, sondern jede Oberfläche kann ja auch Licht durch Reflexion weiterleiten. Solche eher zufälligen Lichtrichtungen lassen sich nur durch die Option für **Halbkugelförmiges Sampling** einfangen, weshalb diese Option generell aktiviert bleiben sollte.

Die Einstellungen auf der Dialogseite für **Cache-Dateien** sollten Ihnen ebenfalls bekannt vorkommen. Neu ist hier nur die Option für **Nur Prepass**. Diese unterdrückt die Berechnung des eigentlichen Bilds. Nur die **Cache-Datei** wird also berechnet und gesichert (falls **Automatisch speichern** aktiv ist). Dies kann genutzt werden, um z. B. eine **Cache-Datei** für eine Animation zu erzeugen und dabei eine kleinere Bildauflösung als bei dem finalen Rendering zu benutzen. Die Berechnung wird dadurch entsprechend beschleunigt und das Ergebnis reicht oft auch noch aus, selbst wenn später die Auflösung wieder erhöht wird und **Automatisch laden** für die Auswertung des „kleinen“ Caches sorgt.

Die **Helligkeit**, **Farbsättigung** und der **Kontrast** der **Globalen Illumination** können in jedem Fall zusätzlich über die Prozentwerte **Primäre Intensität** und **Sättigung**, sowie über den **Gamma** editiert werden, ohne damit die Berechnungsdauer zu beeinflussen. Die **Sättigung** beeinflusst das von den Oberflächen reflektierte Licht bzw. auch das direkt durch leuchtende Materialien erzeugte Licht. Der **Gamma** ist für die Helligkeitsspreizung zwischen hellen und dunklen Bereichen zuständig. **Gamma**-Werte über eins führen daher zu einer Aufhellung des gesamten **GI**-Lichts. Ähnlich wirken **Primäre Intensität** bzw. **Sekundäre Intensität**, nur dort eben gezielt als Multiplikator für die Helligkeit nur des ersten oder aller nachfolgenden Lichtreflexionen.

Auf der **Optionen**-Seite der GI-Einstellungen finden Sie allgemeine Optionen, die weitgehend unabhängig von den gewählten GI-Methoden sind. **Debug-Informationen** sind Informationen über den Berechnungsverlauf der **Globalen Illumination** und können wahlweise in ausführlicher (**Komplett**) oder kompakter Form (**Minimal**) gespeichert werden. Dazu wird eine entsprechende Textdatei in das Projektverzeichnis Ihrer Szene gesichert. Dies könnte z. B. für Supportanfragen an Maxon interessant sein. Ansonsten werden Sie problemlos darauf verzichten können.

Die **Glas/Spiegel-Optimierung** kommt nur auf Oberflächen zum Tragen, die über spiegelnde oder eben transparente Eigenschaften verfügen. Wie bereits bei der Besprechung des **Render-Tags** angesprochen, profitieren Materialien mit starker Spiegelung oder Transparenz sowieso nicht mehr von **globaler Illumination**, weil deren Oberflächenfarbe kaum noch ausgewertet wird. Oberflächen, deren **Spiegelung** oder **Transparenz** stärker als der **Glas/Spiegel-Optimierung**-Prozentwert ist, werden nicht mehr von **globaler Illumination** beleuchtet, was deren Berechnung entsprechend beschleunigt.

Auch **Caustics** haben wir bereits kennengelernt, wenngleich nur in der Variante, die direkt durch Lichtquellen erzeugt wurde. Aber auch **Globale Illumination** ist in der Lage, für die diffusen Lichtstrahlen **Caustics** zu erzeugen. Dafür werden jedoch intensiv leuchtende Materialien bzw. HDR-Bilder mit starken Kontrasten benötigt. Das **QMC**-Verfahren liefert generell präzisere **Caustics**, aber auch das **IC**-Verfahren ist dazu in der Lage. Über die Optionen für **Brechende Caustics** und **Spiegelnde Caustics** legen Sie fest, durch welche Materialeigenschaften Ihrer Objekte **GI-Caustics** erzeugt werden können.

Zur Überprüfung der Qualität der **globalen Illumination** können Sie die Wirkung der echten Lichtquellen auch aus dem gerenderten Bild entfernen lassen. Mit **Nur indirektes Licht** sehen Sie in dem Rendering dann nur noch das von leuchtenden Oberflächen erzeugte und das an Oberflächen durch Reflexion weitergeleitete Licht. Für die finale Bildberechnung sollte diese Option dann jedoch wieder ausgeschaltet werden.

Mit **Prepass ausblenden** kann die Darstellung der Berechnungsschritte vor der eigentlichen Bildberechnung unterbunden werden. Dies spart nur geringfügig Zeit und kann daher in der Regel aktiviert bleiben, zumal Sie dadurch den Vorteil haben, dem Renderprozess live über die Schulter gucken und ggf. beim Auftreten offensichtlicher Fehler frühzeitig abbrechen zu können. Mit **Samples anzeigen** sind die farbigen Pixel gemeint, die während eines Prepasses die Anzahl und Verteilung der **Eintragsdichte**-Messpunkte andeuten. Wenn Sie diese nicht sehen möchten, deaktivieren Sie die Option. Auf das Rechenergebnis und dessen Berechnungsdauer hat dies keinen fühlbaren Einfluss.

Damit wäre die Einstellung des **Irradiance Cache** abgehandelt. Was aber, wenn Sie den genaueren aber auch langsameren **Quasi-Monte Carlo**-Modus bevorzugen? In diesem Fall fällt ein Großteil der Einstellungen weg, denn **QMC** benötigt keinen **Prepass**, sondern rechnet jeden Bildpixel gleich intensiv durch. Daher bleibt hier nur der **Samples**-Wert übrig, über den nun die Anzahl der Berechnungsstrahlen pro Pixel angegeben wird. Die übrigen verbliebenen Einstellungen verhalten sich wie bei der **IC**-Berechnung.

Schließlich existiert aus Gründen der Kompatibilität mit älteren Cinema 4D-Szenen noch ein alter **Irradiance Cache**-Modus, den Sie jedoch bei Erstellung eines neuen Projekts nicht benutzen sollten. Der neue **IC**-Modus ist nicht nur schneller und noch näher an der Qualität von **QMC** dran, sondern auch kompatibel mit **Team Render**. Wir kommen noch darauf zurück.

#### 11.4.3.2 Die Sekundäre Methode

Immer wenn Ihre Szene hauptsächlich durch leuchtende Materialien beleuchtet wird oder z. B. durch eine komplexe Objektordnung eine ausreichende Beleuchtung mit Lichtquellen nicht erzielt werden kann, müssen Sie die **Strahlentiefe** erhöhen, also die **Sekundäre Methode** hinzuschalten. Auch hier finden Sie die bereits bekannten Modi **IC** und **QMC** wieder, die hier exakt die gleichen Einstellungen verwenden, nur eben an dieser Stelle erst für die Berechnung ab der zweiten Lichtreflexion an einer Oberfläche ins Spiel kommen. Wie viele Reflexionen durch die **Sekundäre Methode** berechnet werden sollen, legt der Wert für die **Strahlentiefe** fest. Je höher dieser Wert ist, desto weiter kann Licht in komplexen Umgebungen gestreut werden, desto exakter wird die Lichtsimulation, desto heller wird das Bild und desto länger dauert die Berechnung.

Die **Intensität** und **Sättigung** der **Sekundären Methode** lassen sich separat einstellen.

Die Nachteile der längeren Berechnung bei erhöhter **Strahlentiefe** können durch die Wahl von **Licht-Maps** als **Sekundäre Methode** gemildert werden. Dieses Verfahren berechnet die Lichtverteilung aus Sicht des Betrachters anhand von verketteten Berechnungsstrahlen. Dies ist zwar weniger präzise aber sehr schnell auch mit hohen Strahlentiefen zu berechnen. Die geringere Präzision spielt oft kaum eine Rolle, da die erste Lichtreflexion bereits das intensivste Licht darstellt und durch die separate **Primäre Methode** gehandhabt wird.

Die **Strahlentiefe** der **Licht-Maps** nennt sich **Maximale Tiefe**. An dem vorgegebenen Wert 16 erkennen Sie bereits, wie viel mehr Lichtreflexionen hier schon standardmäßig erfasst werden können. **Licht-Maps** sehen daher oft auch viel heller als die anderen Methoden aus, was durch eine entsprechende Multiplikation durch **Sekundäre Intensität** ausgeglichen werden kann.

#### 11.4.3.2.1 Licht-Maps

Wie der Begriff **Map** schon andeutet, haben wir es hier wieder mit einer festen Struktur zu tun, in der die Berechnungsergebnisse der **Licht-Map** landen. Diese Map lässt sich wiederum als **Cache-Datei** speichern und somit wiederverwenden, um bei späteren Renderings noch mehr Zeit zu sparen. Die Einstellungen dazu sind wieder in der Rubrik der **Cache-Dateien** zu finden.

Die **Licht-Map**-Struktur verfügt über Zellen, vergleichbar mit den Pixeln einer Bit-Map.



Je nach Anzahl und Verteilung dieser Zellen variiert die Genauigkeit der **Licht-Map**. Zudem kommt das letztendlich benutzte Resultat nur durch eine **Glättung** zwischen benachbarten Zellen zustande. Es gehen also in der Regel Details verloren. Teilweise können auch so genannte **Light-Leaks** entstehen, also Bereiche, an denen Licht durch eine Geometrie sickert. Dafür bietet dieses Verfahren unglaublich kurze Berechnungszeiten bei gleichzeitig hohen Strahlentiefen an.

Um passende Einstellungen für die Genauigkeit der **Licht-Maps** zu finden, sollten Sie zuerst das **Modus**-Menü auf der **Licht-Maps**-Einstellungsseite benutzen. Im **Modus Visualisieren** erhalten Sie beim Rendern eine Darstellung der Zellen der **Licht-Maps**. Auf diese Weise können Sie gut die Größe und Verteilung dieser Zellen begutachten. Das finale Rendering muss dann jedoch immer im **Modus Normal** erfolgen.

Wie bereits beschrieben, schicken **Licht-Maps** zuerst viele Strahlen aus Sicht des Betrachters in die Szene, die dann von Oberflächen abprallen können. Die Anzahl dieser Strahlen legen Sie über den Parameter **Pfadanzahl (x1000)** fest. Wie der angehängte Multiplikator schon andeutet, wird dieser Zahlenwert intern immer noch mit 1000 multipliziert, um die tatsächlich benutzte Anzahl an Strahlen anzugeben.

Die Ergebnisse mehrerer dieser Strahlen werden anschließend in Zellen zusammengefasst. Die Größe einer solchen Zelle entscheidet also darüber, wie viele der Strahlen darin interpoliert werden, denn jede Zelle kann immer nur einen Farb- bzw. Helligkeitswert speichern. Wenn Sie möchten, können Sie diesem Prozess zuschauen, wenn die Option für **Vorschaupfade anzeigen** aktiviert ist.

Bei zu großen Zellen gehen also zu viele Details verloren, bzw. die Gefahr der **Light-Leaks** steigt an, wogegen zu kleine Zellen die Berechnung zu stark verlängern.

Die Zellengröße wird dabei durch den Parameter für die **Samplegröße** eingestellt. Dieser kann in zwei verschiedenen Maßstäben benutzt werden. In der Einstellung **Skalierung Bildschirm** entspricht die **Samplegröße** einem Bruchteil der Bildauflösung. Eine **Samplegröße** von 0,01 bedeutet dann, dass eine Zelle ein Hundertstel der Breite bzw. Höhe des Bilds groß ist. Der Vorteil hierbei ist, dass sich die Zellen mit der gerenderten Auflösung anpassen und so über verschiedenen Auflösungen hinweg ein gleichbleibendes Ergebnis liefern. Zudem ist dadurch gewährleistet, dass große Objekte automatisch mehr Zellen erhalten als kleine, in der Regel weiter von der Kamera entfernte Geometrien.

Bei der Einstellung **Skalierung Welt** arbeitet die **Samplegröße** mit realen Einheiten, wie z. B. Zentimetern. Enthält Ihre Szene zwei gleich große Würfel, einer nahe an der Kamera, der andere weit entfernt am Horizont, so erhalten beide die gleiche Anzahl an Zellen. Dies ist sicher präziser, jedoch in den meisten Fällen unnötig, da kleine oder weit entfernte Objekte auch weniger präzise als nahe und große Objekte abgetastet werden sollten.

Ist **Direktes Licht** aktiv, werden die von normalen Lichtquellen beleuchteten Oberflächen in die **Licht-Maps** übernommen, was deren Berechnung beschleunigen und zudem präziser machen kann. dies gilt vor allem für Szene mit vielen echten Lichtquellen.

Möchten Sie eine Animation mit einer Kamerafahrt erstellen lassen, sollten Sie **Kamerapfad verwenden** aktivieren. Dadurch werden die unterschiedlichen Kamerapositionen und Blickrichtungen während der Animation berücksichtigt, um die **Licht-Maps** nur dort zu aktualisieren, wo neue Formen ins Bild kommen. Dies sorgt für eine stabilere Berechnung und kann helfen, Helligkeitsschwankungen während der Animation zu reduzieren. Wer ganz sichergehen möchte, sollte jedoch bei der **QMC**-Methode bleiben, besonders bei komplexen Animationen, wo sich nicht nur die Kamera sondern auch die Objekte bewegen.

Wir haben bereits darüber gesprochen, dass die Ergebnisse der Berechnungsstrahlen in Zellen gesammelt und dort gemittelt werden. Dadurch entstehen oft hart voneinander abgegrenzte Farben und Helligkeiten in der **Licht-Map**. Da eine **Licht-Map** jedoch dann am besten wirkt, wenn Sie möglichst weiche Helligkeitsverläufe darstellt, beschäftigen sich die folgenden Optionen mit der Weichzeichnung der Zellen-Helligkeiten und Farben. Ist **Vorfilter** aktiv legen Sie über **Vorfilter-Samples** eine Art Radius fest, in dem benachbarte Zellen zusammengerechnet werden. Ist der Radius zu groß gehen natürlich zu viele Details und eventuell wichtige Unterschiede zwischen den Zellen verloren. Zudem steigt die Gefahr der **Light-Leaks** an.

Die **Interpolationsmethode** greift dann zusätzlich zum **Vorfilter** in die Glättung der Zellen zu dem Zeitpunkt ein, wenn das Bild gerendert wird. Es stehen zwei verschiedene Methoden zur Wahl. Bei **Nächste** werden die in unmittelbarer Nähe des zu berechnenden Pixels liegenden Zellen interpoliert. Dabei gibt **Sampleanzahl** die Anzahl der Zellen an. Dies bedeutet, dass in Gebieten mit vielen kleinen Zellen auch nur ein kleiner Bereich geglättet wird. Bereiche mit großen Zellen werden großflächiger weichgezeichnet. Dies ist also eine gute Methode, um die vorhandenen Details in der **Licht-Map** zu erhalten, während die Ränder der Zellen ausreichen gut weichgezeichnet werden.

In der Einstellung **Fest** wird dagegen unabhängig von der Zellengröße mit einem festen Radius um den Bildpixel herum gerechnet. Der **Größe**-Prozentwert legt diesen Radius fest. Alle Zellen, die in diesen Radius fallen werden interpoliert und somit geglättet. Diese Methode glättet somit zwar am stärksten, reduziert dadurch aber auch die Details in der **Licht-Map**.

Schließlich bleibt Ihnen noch die Option, eine **Radiosity-Map** zu erstellen. **Radiosity-Maps** benutzen eine ähnliche Zellstruktur, wie **Licht-Maps**. Die Zellen nennen sich dort **Texel** und sind fest mit den Oberflächen der abgebildeten Objekte verknüpft. Die **Mapdichte** legt die Größe dieser **Texel** fest.



Größere Werte führen zu kleineren **Texeln**. Die Glättung zwischen den Texeln erfolgt über die Sampleunterteilung und ähnelt dabei der Arbeitsweise des Antialiasings. Höhere Werte unterteilen die Texel immer stärker und können daher auch bessere Ergebnisse bei der Interpolation der Werte liefern. Erkauft wird dies durch ansteigende Berechnungszeiten und einen erhöhten Speicherbedarf der Radiosity-Map. Denn wie auch hier der Begriff Map schon andeutet, kann auch diese Texel-Map wieder als Cache-Datei gespeichert und wiederverwertet werden.

Hier liegt dann auch der Hauptvorteil der **Radiosity-Map**. Deren Struktur kann während der **GI**-Berechnung sehr schnell ausgewertet werden, was die **GI**-Berechnung insgesamt stark beschleunigen kann. Der Nachteil daran ist, dass **Radiosity-Maps** sehr viel Speicher belegen können. Dies kann vor allem bei der Nutzung von **Team Render** stören, wenn Caches über ein Netzwerk an andere Computer verschickt werden müssen. Spielen diese Nachteile für Sie keine Rolle, sind **Radiosity-Maps** ein gutes Mittel um die GI-Berechnung zusätzlich zu beschleunigen.

Aus diesem Grund finden Sie die **Radiosity-Map** auch noch einmal separat als **Sekundäre Methode**. Die Cache-Einstellungen zu den **Radiosity-Maps** finden Sie wie gewohnt in der Rubrik der **Cache-Dateien**.

#### 11.4.3.2.2 Radiosity-Maps

Die bereits bei den **Licht-Maps** angebotene **Radiosity-Map** lässt sich auch als **Sekundäre Methode** auswählen, kann jedoch hier generell nur eine **Strahltiefe** berechnen und speichern. Die Vorteile liegen als eher darin, die **Primäre Methode** zu beschleunigen und ggf. sogar qualitativ zu verbessern. Dies ist vor allem bei der Kombination **QMC** und **Radiosity-Map** zu erwarten, da das **QMC**-Verfahren Prinzip bedingt bei niedrigen **Samples**-Einstellungen zum Bildrauschen neigt. Die in der **Radiosity-Map** integrierte Interpolation und Glättung der **Texel** kann dieses Bildrauschen mildern, ohne die **Samples** hochsetzen zu müssen. Erkauft wird dies durch den erhöhten Speicherbedarf der **Radiosity-Map**.

Die Größe und Anzahl der **Texel**, in denen die **Radiosity-Map** ihre Ergebnisse speichert, kann über die **Mapdichte** definiert werden. Um dafür eine Hilfestellung zu haben, kann ein **Modus**-Menü in den Einstellungen der **Radiosity-Map**-Rubrik genutzt werden. Im Modus Normal wird das normale Rendering ausgeführt. Im **Modus Texel anzeigen** wird dann jedoch das normale Rendering nicht länger durchgeführt und auch die gesamte **GI**-Vorbereitung wird übersprungen. Stattdessen können Sie sich nach dem Rendering die **Texel** als eine Art Karomuster auf Ihren Objekten anzeigen lassen. Bei größeren **Mapdichte**-Prozentwerten verkleinern sich die **Texel**. Die Lösung wird dadurch also präziser, braucht aber auch immer mehr Speicher. Die **Sampleunterteilungen** kennen wir ebenfalls bereits aus der gleichnamigen **Licht-Maps**-Option. Dieser Wert entspricht einer Unterteilung der **Texel** in noch kleinere Bereiche, zwischen denen dann geglättet wird.

Die folgenden Modi erweitern den **Texel anzeigen-Modus**, sind also nur zu Analysezwecken vorhanden und nicht für das finale Rendering gedacht. Beim **Modus Shading anzeigen** werden die **Texel**-Kästchen zusätzlich mit den darin gespeicherten Farb- und Helligkeitswerten überlagert. Die übrigen Modi **Shading anzeigen (Vorderseite)** und **Shading anzeigen (Rückseite)** beschränken die schattierte Überlagerung dann jeweils auf die Vorder- oder Rückseiten der Polygone.

Das bis hier hin beschriebene Verhalten der **Radiosity-Map** als **Sekundäre Methode** führt noch nicht zu einer Erhöhung der **Strahltiefe**. Vielmehr wird nur die **Texel**-Struktur für die Beschleunigung der **Primären Methode** verwendet. Die Bildhelligkeit bleibt daher gleich, egal ob mit oder ohne **Radiosity-Maps** als **Sekundärer Methode**.

Da die **Radiosity-Map** in diesem Modus nur die **Primäre Methode** speichert, ist es egal, ob sie z. B. die **Primäre Intensität** oder die **Sekundäre Intensität** benutzen, um die Helligkeit der **GI** zu beeinflussen. Das Resultat ist auch hier das gleiche.

Die Beschleunigung z. B. bei **QMC** als **Primärer Methode** kann jedoch durchaus gewaltig sein. Eine Halbierung der Renderzeit ist keine Seltenheit.

Erst wenn **Flächenlicht-Sampling** oder **Himmel-Sampling** auf der **Radiosity-Map**-Dialogseite zusätzlich aktiviert werden, kommt es zu der Berechnung einer zusätzlichen **Strahltiefe** für die **Primäre Methode**. Dabei wird immer **QMC** benutzt.

Die beiden Optionen für **Flächenlicht-Sampling** und **Himmel-Sampling** kennen Sie bereits aus den **Allgemein**-Einstellungen des **Global Illumination**-Dialogs. Sie wirken hier identisch und müssen über eigene **Sampleanzahl**-Einstellung in ihrer Genauigkeit definiert werden.

Es macht natürlich in jedem Fall Sinn, die bis hierhin erläuterten Verfahren und Optionen zu kennen. Wenn es schnell gehen muss, kann jedoch auch auf ein **Presets**-Menü zuzugreifen. Dort werden gängige Voreinstellungen z. B. für Innenräume oder Außenszenen bereitgestellt, die anschließend natürlich noch individuell angepasst werden können.

#### 11.4.4 Denoiser

Unter dem **Denoiser**-Effekt versteht man ein Hilfsmittel, um das typische Rauschen beim Rendern mit zu geringer Sample-Anzahl zu reduzieren. Der **Denoiser** ist damit sehr hilfreich zum Verbessern der Bildqualität gerade beim Rendern mit physikalischen Materialien, Flachenschatten und z. B. auch globaler Illumination. Der **Denoiser** kann dabei mit dem Standard- oder dem physikalischen Renderer kombiniert werden, ist aber vor allem in Kombination mit ProRender hilfreich, um dort schon mit geringen Samplezahlen und somit nach kürzerer Rechenzeit hochwertige Bilder zu liefern.

Die Einstellungen des **Denoiser**-Effekts sind dabei angenehm übersichtlich. Im Prinzip muss über das **Albedo-Pass** Menü nur die Art der verwendeten Materialkonfiguration ausgewählt werden. Wenn Sie physikalische Materialien verwenden, die Oberflächenfarbe also über diffuse Reflektivität simulieren, wählen Sie hier Albedo als Einstellung. Wenn Ihre Materialien den **Farbe**-Kanal verwenden oder Sie Node-Materialien benutzen und dafür über die **Projekt-Voreinstellungen** die Option für **Farbkanal für Node-Material verwenden** aktiviert haben, wählen Sie **Albedo-Pass Material-Farbe**. Der **Denoiser** weiß dadurch, welche Materialeigenschaft hauptsächlich für das Bildrauschen verantwortlich ist.

Beim Rendern mit ProRender fällt diese Einstellung komplett weg, da dort immer von einem physikalischen Materialaufbau ausgegangen werden kann.

Da durch die Bearbeitung des Renderings durch den Denoiser das ursprüngliche Rendering verändert wird, können Sie über die Option für **Raw-Bild separatere Ebene zuweisen** das ursprüngliche Renderergebnis zusätzlich behalten und als Multi-Pass-Ebene behalten. Dazu muss der **Multi-Pass** für **Post-Effekte** aktiviert werden.

Wie bereits im Einstellungsdialog des **Denoisers** erwähnt, kann das Hinzufügen der Multi-Passes für **Albedo** oder **Material-Farbe** (je nach Auswahl im **Albedo-Pass** Menü) sowie für **Material-Normale** das Ergebnis zusätzlich verbessern.

#### 11.5 Der Physikalische Renderer

Wir haben bereits über den **Physikalischen Renderer** gesprochen, der als alternative Berechnungsmethode im **Renderer**-Menü der **Rendervoreinstellungen** ausgewählt werden kann. Dieser lässt sich ebenfalls mit den genannten Effekten, wie z. B. der **Global Illumination** kombinieren. Zudem ist er immer dann zwingend notwendig, wenn Sie die Physikalischen Eigenschaften der **Kamera**-Objekte benutzen möchten.

Aber auch wenn Sie keine **Schärfentiefe** oder **Bewegungsunschärfe** berechnen möchten, hat der **physikalische Renderer** gegenüber dem **Standard-Renderer** einige Vorteile. So finden Sie z. B. im Bereich Weitergehendes in den **Physikalisch**-Einstellungen ein Auswahl-Menü für die **Raytracing Engine**. Die Voreinstellung **Embree (schneller)** nutzt dabei für den Raytracer den SSE3-Befehlssatz von Intel-CPU's. Diese direkt von der CPU angebotenen Befehle beschleunigen z. B. Vektorberechnungen oder die Umrechnung zwischen Fließkomma- und ganzzahligen Werten. Dies kann zu einer beträchtlichen Beschleunigung des Renderings führen, verbraucht jedoch auch etwas zusätzlichen Arbeitsspeicher. Die Einstellung **Embree (kleiner)** reduziert diesen Speicherverbrauch, kann jedoch nicht ganz so schnell wie der erste Modus sein.

Die aus älteren Cinema 4D-Versionen bekannte **Physikalische Raytracing Engine** ist als dritte Option verfügbar, braucht jedoch eigentlich nur noch dann verwendet zu werden, wenn **Embree** auf Ihrem Rechner nicht unterstützt wird.

Mit **Schnelle Vorschau** ist eine zwischen den Berechnungsstufen von Cinema 4D stattfindende Aktualisierung des Renderings gemeint. Sofern **Alle Modi** ausgewählt ist, wird Ihnen bereits nach den **Rendervorbereitungen** oder nach einem **Prepass** eine Vorschau des fertigen Bilds angezeigt. Dessen Auflösung ist zwar recht grob, reicht jedoch bereits häufig aus um abschätzen zu können, ob das Fertigrendern lohnt oder bereits offensichtliche Fehler oder Mängel z. B. bei der Beleuchtung sichtbar werden. Das Rendering kann dann frühzeitig abgebrochen werden, um diese Fehler zu beheben. Bei der Auswahl von **Fortschreitender Modus** wird diese grobe Vorschau nur bei Verwendung des speziellen **Fortschreitenden Modus** angezeigt. Wir kommen gleich darauf zurück.

Das Menü für die **Debug-Informationen** kennen Sie schon aus dem Dialog der **Global Illumination**. Auch hierüber können kompakte oder ausführliche Informationen (**Minimal** oder **Komplett**) zu den internen Abläufen des Renderings in eine Textdatei gesichert werden. Dies kann die Kommunikation mit Maxon vereinfachen, wenn Sie meinen, dass der **Raytracer** sich nicht so verhält, wie Sie es gerne hätten.



### 11.5.1 Die Basis-Einstellungen

Diese Einstellungsseite fasst viele Sampling-Einstellungen zusammen, die Sie bei Nutzung des **Standard-Renderers** ansonsten über das Programm verteilt vornehmen müssten. So finden Sie im unteren Teil des Dialogs z. B. Werte, über die alle **Matteffekte**, alle **Flächenschatten**, die **Ambient Occlusion** und auch das **Subsurface Scattering** gesteuert werden. Die Zahlenwerte dahinter werden als Zeierpotenzen verwendet, um die Sampleanzahl zu definieren. So wird also die Eingabe von 0 zu  $2^0 = 1$ , 1 wird  $2^1 = 2$ , 2 wird  $2^2 = 4$  usw.

Die entsprechenden Einstellungen z. B. bei Flächenschatten an Lichtquellen oder bei den Samplewerte der **Ambient Occlusion** werden dabei ausgegraut und von diesen Einstellungen ersetzt. Es sind daher keine individuellen Abweichungen mehr möglich. Cinema 4D variiert jedoch auch selbständig die Anzahl dieser Samples. Aus diesem Grund finden Sie auch das Kürzel (**Max**) bei vielen dieser Parameter, weil hier nur Maximalwerte definiert werden.

Der **Sampler** der **Physikalischen Renderers** ersetzt die Einstellungen des **Antialiasing** aus den **Rendervoreinstellungen**. Dort kann dann nur noch der **Filter** ausgewählt werden, also ob das Rendering eher scharf- oder weichgezeichnet werden soll. Im Prinzip zerteilt der **Sampler** also alle Bildpixel in noch kleinere **Subpixel** und interpoliert zwischen diesen, um die Kantenglättung, aber auch andere Effekte, wie z. B. die Schärfentiefe oder die Bewegungsunschärfe qualitativ gut darstellen zu können. Dafür stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung.

Der **Adaptiv**-Modus funktioniert wie das **Beste Antialiasing** so, dass individuell unterschieden wird, an welcher Stelle wie stark gesampelt also unterteilt werden muss. Über das Menü **Sample-Qualität** lassen sich dazu Voreinstellungen zwischen **Niedrig** und **Hoch** auswählen. Natürlich sind aber auch **Eigene** Vorgaben für die nachfolgenden Parameter möglich. In der Einstellung **Automatisch** können Sie diese Vorgaben sogar gänzlich Cinema 4D überlassen, das dann selber abschätzt, wie stark das Motiv gesampelt werden soll.

Die **Sampling: Unterteilung** legt im adaptiven Modus die Anzahl an Proben fest, die pro Pixel genommen werden. Anhand dieser Proben wird dann entschieden, wie die nachfolgenden **Shading**-Parameter benutzt werden, also ob z. B. eher zum minimalen oder eher zu maximalen Unterteilungswert tendiert wird. Die **Shading: Unterteilung**-Werte legen also die Unter- und die Obergrenze an Unterteilungen pro Bildpixel fest. Diese Werte werden ebenfalls wieder als Zweierpotenzen benutzt. Aus diesem Grund sind auch Fließkomma-Zahlen möglich, um Zwischenwerte zu benutzen.

Der **Shading: Schwellwert** wirkt wie der **Genauigkeit**-Parameter des **Standard-Renderers**, wie er z. B. dort bei **Flächenschatten** oder den **Matteffekten** benutzt wird. Hier wird der Prozentwert jedoch umgekehrt benutzt, d. h. kleine Prozentwerte lassen den Raytracer mehr zu **Shading: Unterteilung (Max)** tendieren.

Bei Auswahl von **Sampler Feste Anzahl** fällt diese Variation der Sampledichte komplett weg. Es bleibt nur der Parameter für **Sampling-Unterteilung** übrig, der nun auf jeden Bildpixel angewendet wird. Dies bedeutet, dass Sie zwar weniger einzustellen haben aber sich dafür auch mit der **Sampling: Unterteilung** an den kritischsten Stellen des Bilds orientieren müssen. Um eine saubere **Schärfentiefe** zu erhalten muss also das gesamte Bild mit hoher Unterteilung gerechnet werden, obwohl in den scharfen Bildteilen eventuell auch viel weniger Samples ausgereicht hätten. Diese Varianz ist jedoch nur im **adaptiven Modus** möglich, der daher in der Regel auch schneller ist also die Verwendung der **Festen Anzahl**.

Der dritte Sampler nennt sich **Fortschreitend**, weil er das Bild immer wieder abtastet und bei jedem Durchgang qualitativ verbessert. Hier werden also gar keine **Sampling-Unterteilungen** mehr vorgegeben.

Dieser Modus kann unterschiedlich konfiguriert werden, wie Sie an zusätzlichen Einstellungen nach dem Aufklappen des kleinen Dreiecks vor dem **Sampler**-Menü entdecken. Bei Fortschreitender Modus Nicht endend läuft das Rendering so lange durch, bis Sie es manuell abbrechen. Jeder Durchgang verbessert das Bild. Dieser Modus kann z. B. genutzt werden, um eine relativ schnelle Vorschau der Szene zu erhalten, die aber dennoch alle Effekte enthält. Mit jedem Durchgang verfeinert sich das Bild. Sie brechen dann einfach ab, wenn Sie genug gesehen haben.

Da so ein Endlos-Rendering beim Rendern über **Team Render** natürlich nie zu einem Ende kommen kann, lässt sich bei dieser speziellen Rendermethode auch eine Obergrenze an Render-Durchgängen festlegen. Ist der bei **Team Render: Passanzahl** hinterlegte Wert für die Durchgänge erreicht, wird das Rendering automatisch gestoppt. Wir kommen noch auf die Bedienung des **Team Renderers** zurück.

Ganz ähnlich funktioniert der **Fortschreiten Modus Passanzahl**. Diesmal können Sie mit **Passanzahl** zusätzlich zur **Team Render: Passanzahl** auch für das lokale Rendering auf Ihrem Rechner eine Obergrenze angeben. Nachdem diese Anzahl an Durchgängen absolviert wurde, endet das Rendering automatisch. Im Anschluss daran findet dann auch automatisch die Speicherung statt, sofern Sie die **Speichern**-Dialogseite der **Rendervoreinstellungen** ausgefüllt haben.

Mit Fortschreitender Modus Zeitbegrenzung ersetzen Sie eine feste Passanzahl als Obergrenze durch eine Zeitvorgabe. Ist diese **Zeitbegrenzung (Minuten)** erreicht, endet das Rendering automatisch und das Resultat wird ggf. gesichert. Beim Rendering über **Team Render** ist dies nicht möglich, denn dort können auch mehrere Rechner an einem einzelnen Bild arbeiten. Dieses Bild soll natürlich selbst bei Vorgabe einer festen **Passanzahl** vollständig gerendert werden. Bei einer Zeitvorgabe wäre dies nicht immer zu gewährleisten.

Der Parameter **HDR: Schwellwert** kann nur dann genutzt werden, wenn Sie auf der **Speichern**-Dialogseite der **Rendervoreinstellungen** eine Farbtiefe von **32 Bit** ausgewählt haben. Die teilweise extremen Helligkeiten, die in einem HDR-Rendering erzielt werden können, können auch zu entsprechend heftigen Kontrasten z. B. in Unschärfen führen. Um diesen Effekt zu mildern, können Sie den Dynamikumfang des Renderings durch diesen Wert reduzieren. Kleine Vorgaben für den **Schwellwert** reduzieren die Helligkeit von überstrahlten Bereichen.

### 11.5.1.1 Unschärfen

Wir haben bereits besprochen, wie die physikalischen Eigenschaften einer Kamera dafür genutzt werden können, um die Unschärfen im Bild zu steuern. Damit diese nun auch tatsächlich berechnet werden, müssen die Option für **Schärfentiefe** bzw. **Bewegungsunschärfe** im **Physikalischen Renderer** aktiviert werden. Beide Effekte sind dabei qualitativ von der Sampler-Einstellung abhängig.

Die Bewegungsunschärfe bietet jedoch noch weitere Parameter an, um die Präzision zu steuern. Die **Bewegungsunterteilung** ist dabei zeitlich zu verstehen. Wir haben zwar bereits über die Kamera die Verschlusszeit definiert, die Anzahl der Rechenschritte innerhalb dieser Zeit wird jedoch über die **Bewegungsunterteilung** vorgegeben. Bei rotierenden oder sich auf geschwungenen Bahnen bewegenden Objekten ist es daher wichtig, diesen Wert anzuheben, damit die tatsächliche Flugbahn auch während der Berechnung „gesehen“ wird.

Die **Deformationsunterteilung** hat exakt die gleiche Bedeutung, betrifft jedoch nur die Objekte, die durch Deformationen animiert werden. Dies kommt z. B. bei der Animation einer Figur vor.

Auch die Haarunterteilung funktioniert nach diesem Prinzip, betrifft jedoch nur animierte Haare.

Beachten Sie, dass **Bewegungsunschärfe** in Kombination mit **GI** am besten mit dem **QMC**-Verfahren funktionieren.

## 11.6 ProRender

Die Einstellungen des ProRender sind sehr übersichtlich und beschränken sich im Kern auf die gewünschte Menge an Reflexionen von Licht und Spiegelungen zwischen Objekten und der Menge an Berechnungsschritten pro Pixel. Ein großer Teil der Einstellungen kommt doppelt vor und wird in den Reitern für **Offline** und **Vorschau** strukturiert. Die **Vorschau**-Kategorie bietet weniger Optionen an, da Sie hauptsächlich für die schnellen Renderings in den Ansichtsfenstern gedacht ist. Die **Offline**-Kategorie verwendet daher schon standardmäßig höhere Qualitätsstufen und bietet zusätzliche Optionen, wie z. B. das Aktivieren von **Bewegungsunschärfe** an.

Der **Rendermodus** aktiviert in der Einstellung **Global Illumination** das normale Rendering, das neben der normalen Schattierung der Oberflächen durch direktes Licht bereits die Simulation von gestreutem Licht enthält. Ein **Global Illumination** Post-Effekt ist daher hier nicht nötig.

Um die Rechengenauigkeit beschränken und steuern zu können, stehen diverse Einstellungen zur Verfügung, die sich durch einen Klick auf das Dreieck vor dem Parameter für **Max. Strahlentiefe** einblenden.

Dabei steht die **Max. Strahlentiefe** für die maximale Strahlanzahl, die für einen bestimmten Effekt aufgewendet wird. Dieser Wert stellt daher auch ein Limit für die nachfolgenden Einstellungen dar. Selbst wenn also z. B. die **Diffustiefe** einen höheren Wert hätte, würde nur der bei **Max. Strahlentiefe** eingetragene Wert verwendet.

Allgemein steht die Strahltiefe für die Brechungen und Reflexionen an Oberflächen. Bei einer zu geringen Strahltiefe, können daher mehrere hintereinander stehende Glasscheiben nicht mehr transparent berechnet werden, da z. B. für die Berechnung der hinter den Glasscheiben liegenden Objekte keine Strahlen mehr berechnet werden. Gleiches gilt für Spiegelungen. Denken Sie an zwei sich gegenüberstehende Spiegel, zwischen denen der Berechnungsstrahl eigentlich permanent hin und her springen müsste. Die Strahltiefe begrenzt diese Berechnung, damit nach angemessener Berechnungstiefe zum nächsten Pixel gewechselt werden kann.

Die folgenden Parameter ermöglichen uns, die verschiedenen Berechnungsstrahlen noch individueller zu beschränken. So steht die **Diffustiefe** für die von der **Globalen Illumination** verwendeten Strahlen, die in den Reflektivitätskanälen für **Lambert (Diffus)** und **Oren-Nayar (Diffus)** bzw. innerhalb der BSDF-Nodes verwendet werden.

Die Matttiefe wird für die Berechnung der Spiegelungen auf rauen Oberflächen mit **Beckmann-**, **GGX-**, **Phong-** oder **Ward-**Reflektivität genutzt. Es geht hier aber nicht um die für die Rauigkeit aufgewendeten Samples, sondern nur um die Anzahl der Reflexionsstrahlen. Denken Sie auch hierbei wieder an das Beispiel mit den sich gegenüberliegenden Spiegeln.

Bei der **Brechungstiefe** geht es um die brechenden und transparenten Materialien und darum, wie viele Durchdringungen von transparenten Oberflächen in Folge noch berücksichtigt werden. Bei **Brechungstiefe (matt)** ist es ähnlich, nur dass hierbei nur die Strahlen bei matten, transparenten Materialien gesteuert werden.

Die **Schattentiefe** schließlich gibt an, wie viele sich überlagernde transparente oder über **Alpha**-ausgeblendete Bereiche noch individuelle Schatten werfen sollen.

Die Optionen und Einstellungen für **Schärfentiefe** und **Bewegungsunschärfe** legen fest, ob diese Eigenschaften in das Rendering mit einfließen sollen. Im Fall der **Bewegungsunschärfe** stehen zwei Verfahren zur Verfügung. Bei **Linear** können einfache Objektanimationen für Position, Größe und Winkel relativ schnell berechnet werden, indem deren Bewegung linear verschmiert wird. Bei großen Geschwindigkeiten kann dies jedoch zu unnatürlichen Effekten führen. Zudem lassen sich viele Bewegungsarten, wie z. B. Kamerafahrten oder Deformationen darüber nicht berechnen.

Anders beim Modus **Zwischenbild-Bewegungsunschärfe**, bei dem eine über **Samples** vorgegebene Anzahl von Einzelbildern berechnet und dann zu einem Bild mit Bewegungsunschärfe zusammengerechnet werden. Zwar kann dadurch jede Art von Bewegung erfasst werden, aber das Rendering verlängert sich auch entsprechend. Mittels **Dithering** kann unterstützend etwas zufälliges Rauschen in die Unschärfe gemischt werden, was besonders bei kleineren **Samples**-Werten die harten Objektumrisse in der Unschärfe etwas aufweichen hilft.

Noch reduzierter ist der **Rendermodus Direktes Licht**, der eigentlich nur für schnelle Testberechnungen taugt, da keine Schatten und auch keine reflektierten oder in Transparenzen gebrochenen Strahlen berechnet werden.

Der **Rendermodus Ambient Occlusion** entspricht in seiner Wirkung ungefähr dem **Ambient Occlusion** Shader bzw. Post-Effekt. Es wird also kein normales Bild berechnet, sondern eine Graustufenabbildung, die dort dunkler wird, wo sich Oberflächen näher kommen. Der Suchradius für diese Abstandsberechnung kann über die **Ambient Occlusion Strahllänge** eingestellt werden.

Der **Rendermodus Drahtgitter** stellt die Kanten der Polygone als dunkle Linien dar. Der Rest der Szene wird weiß dargestellt. In diesem Modus werden alle Viereck und N-Gone zu dreiecken konvertiert dargestellt.

Schließlich finden Sie im Rendermodus Diffus eine neutral texturierte Szene vor, bei der alle Materialeigenschaften durch neutrales Graus ersetzt werden. Dieser Modus kann hilfreich sein, um sich auf die Berechnung der Lichtschattierung und der Schattenwürfe konzentrieren zu können und ähnelt damit der Option für **Einziges Material**, der für den Standard- und den physikalischen Renderer genutzt werden kann, um zum Rendern alle Materialien durch ein Austauschmaterial zu ersetzen.

Beim Rendern mit ProRender wird das Motiv aus Sicht der Kamera Pixel für Pixel abgetastet. Dabei findet eine kontinuierliche Berechnung von Farbwerten innerhalb jedes Pixels statt, die dazu führt, dass das Rendering mit jedem Renderdurchgang präziser und rauschfreier wird. Wie viele Berechnungen bzw. Samples dabei pro Durchgang und Pixel genommen werden legen Sie über **Samples pro Iteration** fest.

Letztlich spielt diese Einstellung jedoch für die Renderdauer und Endqualität des Renderings keine Rolle, denn eine geringe Sampleanzahl kann über eine höhere Iterationsanzahl ausgeglichen werden. Entscheidender ist daher die Wahl des Abbruchkriteriums, die Sie weiter unten in den Einstellungen finden können. Wir kommen darauf bei den Einstellungen der Kategorie **Progressives Rendern** zurück.

Die **Filter**-Einstellungen funktionieren prinzipiell wie beim Physikalischen oder Standard Renderer und deren Antialiasing und legen dadurch die Schärfung oder Weichzeichnung des Renderings fest, die während des Zusammenrechnens der Samples pro Bildpixel erfolgt.

Die folgenden Parameter drehen sich ausschließlich um die Korrektur von Fehlern im Rendering. Diese können bei unbiased Renderern, wie unserem ProRender, in Form von vereinzelt, sehr hellen Pixeln auftreten. Diese kommen zustande, wenn relativ wenige Samples pro Pixel verwendet werden. Trifft dann einer der Samplestrahlen zufällig eine sehr helle Fläche, z. B. eine Lichtquelle, ein leuchtendes Polygon oder die Sonne in einer HDRI-Umgebung, erhält das Pixel eine extreme Helligkeit. Normalerweise korrigieren sich diese Ausreißer mit fortlaufender Berechnung von alleine, wenn mehr und mehr Samples gesammelt und miteinander vermischt werden, aber nicht immer möchte man so lange auf ein fehlerfreies Bild warten. Aus diesem Grund lässt sich von vornherein die durch Samples ermittelte Helligkeit per **Strahldichte beschneiden** limitieren. Dabei werden für alle reflektierten oder durch Transparenz gebrochenen Berechnungsstrahlen Helligkeitsbegrenzungen basierend auf dem **Strahldichte beschneiden Wert** verwendet. Direkte Reflexionen, also z. B. die Spiegelung einer Lichtquelle oder eines Himmels auf einem Objekt, sind davon nicht betroffen. Beachten Sie aber, dass bei einem zu kleinen **Strahldichte beschneiden Wert** auch ansonsten gewünschte Helligkeitsvariationen oder Details, wie sie z. B. bei der Berechnung von Caustics zustandekommen, verschluckt werden können.

Der **Fireflyfilter** hat im Prinzip eine ähnliche Aufgabe wie **Strahldichte beschneiden**. Auch hierbei geht es um die Korrektur übermäßig heller Pixel, eben so genannter Fireflies. Diesmal wird jedoch nicht die Helligkeit während der Sample-Berechnung beschnitten, sondern am Ende der Bildberechnung werden alle Pixelhelligkeiten mit denen ihrer Nachbarn verglichen. Sofern ein einzelner Pixel dabei viel heller ist als seine Nachbarpixel, wird die Helligkeit dort automatisch reduziert. Ab welchem Helligkeitsunterschied diese Funktion greifen soll, regeln Sie mit dem **Firefly Schwellwert**. Je kleiner der Wert ist, desto eher wird die Helligkeit kontraststarker Pixel reduziert. Dies kann jedoch auch wieder zum Verlust von Details im Rendering führen und sollte daher nicht übertrieben stark eingesetzt werden.

Schließlich finden Sie mit **Szene pro Bild neu laden** noch eine Option, mit der Sie den Speicherbedarf des Projekts während des Renderings optimieren können. Im Normalfall muss die gesamte Szene für jedes Animationsbild neu auf die Grafikkarte geladen werden. Dies kann bei komplexen Projekten und längeren Animationen einiges an Zeit kosten. Ist diese Option ausgeschaltet, greift ein optimierter Algorithmus, bei dem nicht immer die gesamte Szene neu auf die Grafikkarte verschoben wird. Sollte es dabei zu Darstellungsproblemen kommen, deaktivieren Sie diese Option. Dies kann z. B. bei Shadern der Fall sein, die zwar animiert sind, aber über keine Keyframes verfügen.

Damit sind bereits alle Qualitätseinstellungen für ProRender erledigt.

Die Einstellungen und Optionen für die **Detailstufe** betreffen vorrangig parametrische Grundobjekte, Splines und Generatoren, deren Objektanzahl oder Polygondichte prozentual über die Detailstufe für das Rendering erhöht oder reduziert werden können.

Sollen HUD-Elemente auch im Rendering angezeigt werden, aktivieren Sie **HUD rendern**. Ähnlich funktioniert **Doodle rendern**, womit Skizzen oder andere, direkt mit dem **Doodle**-Werkzeug in die Renderansicht gemalte Notizen mitgerendert werden können.

### 11.6.1 Progressives Rendering

**ProRender** ist ein unbiased Renderer. Das bedeutet, dass die Berechnung nicht dadurch beschleunigt wird, dass Informationen unterdrückt oder Vorabschätzungen angenommen werden, wie es vor allem in Verbindung mit **globaler Illumination** beim Standard-Renderer und beim physikalischen Renderer vorkommen kann. Der Vorteil liegt darin, dass wir viel weniger Testberechnungen und Einstellungen vornehmen müssen und dennoch ein realistisches Ergebnis erwarten können. Damit gleichzeitig ein möglichst schnelles Feedback über die Gesamtwirkung des Renderings berechnet werden kann, erfolgt das Rendering in mehreren Durchgängen, den so genannten **Iterationen**. Eine **Iteration** entspricht einem kompletten Durchlauf des Renderers über alle Bildpixel. Am Ende der **Iteration** liegt also das gesamte Bild zur Begutachtung vor. Dabei werden die **Samples** auf jeden Pixel angewendet, die Sie im oberen Teil des Dialogs bei Samples pro Iteration vorgegeben haben. Je höher die Bildauflösung ist und je mehr Samples pro Pixel zu berechnen sind, desto länger dauert eine Iteration. Da es sich hierbei jedoch um einen stark parallelisierten Prozess auf der Grafikkarte handelt, kann die Berechnungszeit sehr gut über schnelle GPU beschleunigt werden. Da auch mehrere Grafikkarten an einem Rendering arbeiten können, lässt sich dieser Prozess daher in der Regel noch kostengünstiger und vor allem innerhalb einer einzigen Workstation beschleunigen, als wenn ausschließlich über die CPU gerendert würde.

Da in der Regel eine einzelne **Iteration** viel zu wenige Samples pro Pixel verwendet, um ein rauschfreies Ergebnis zu erzeugen, wiederholt sich dieser Prozess mehrere Male hintereinander. Da die Position der Samples in den Pixeln jedes Mal etwas anders ausfallen kann, wird das Rendering mit jeder Iteration exakter und besser. Die Iterationsanzahl ist daher für Sie neben den Samples das hauptsächliche Qualitätskriterium. In jedem Fall gilt, zumindest wenn mehr als ein **Sample** pro Pixel verwendet wird, dass mit der Anzahl der **Iterationen** auch die Qualität des Rendering steigt. Dieser Prozess kennt grundsätzlich kein Ende, kann also theoretisch für immer und ewig laufen. Praktisch werden Sie jedoch nach einer bestimmten Anzahl an **Iterationen** keine Verbesserung des Renderings mehr feststellen können. Es macht daher Sinn, die Rechenzeit pro Bild begrenzen zu können. Dafür stehen diverse Modi im Menü **Endbedingung** zur Verfügung.

Bei Vorgabe einer **Iterationszahl** legen Sie schlicht die Menge an Durchläufen fest, nach der das Rendering automatisch enden soll. Da sich dieser Wert von Motiv zu Motiv und je nach Komplexität der Materialien und Szenenumgebung stark ändern kann, müssen Sie durch Testberechnungen selbst herausfinden, ab welcher **Iterationszahl** Ihnen die Qualität ausreicht.

Anstatt über die Anzahl der **Iterationen**, kann auch über die abgelaufene **Zeit** das Rendering beendet werden. In jedem Fall wird eine angefangene **Iteration** jedoch bis zum Ende ausgeführt. Anstatt direkt oder indirekt die Anzahl der Iterationen vorzugeben, kann aber auch ein Schwellwert verwendet werden, über den fortlaufend das Bildrauschen überprüft wird. Sinkt das Rauschen jedes Pixels unter den angegebenen Schwellwert, wird das Rendering nach Ablauf der vollständigen Iteration beendet. Dies wäre somit eine Möglichkeit Qualitäten auch zwischen ganz verschiedenen Renderings übertragen zu können, denn das Bildrauschen gehört sicher zu den charakteristischen Eigenschaften aller unbiased Renderer, egal welches Motiv berechnet wird. Je kleiner der **Schwellwert** vorgegeben wird, desto mehr Samples und **Iterationen** werden pro Pixel berechnet. Verglichen werden immer die Veränderungen der Pixelfarbe nach jeder Iteration mit dem Ergebnis der vorherigen Iteration.

Schließlich lässt sich auch noch die **Endbedingung Keine** auswählen, die normalerweise ein endlos fortgeführtes Rendering bedeuten würde. Da der Renderer jedoch z. B. auch über die Command Line, also ganz ohne Cinema 4D Interface gestartet werden kann, gibt auch hier eine Iterationsanzahlgrenze eine Obergrenze an Durchgängen vor und macht auch diesen Modus dann vergleichbar mit der **Endbedingung Iterationsanzahl**.

### 11.6.2 Renderaktualisierungsintervall

Normalerweise wird die Darstellung des Renderings in der Editoransicht oder auch beim offline Rendering im **Bild-Manager** nach jeder Iteration aktualisiert, um zu jeder Zeit den aktuellen Zustand des Renderings begutachten zu können. Diese Aktualisierung benötigt jedoch eine gewisse Zeit, die das Rendering insgesamt verlängert. Für das finale Rendering bietet es sich daher an, nicht jede abgeschlossene Iteration darstellen zu lassen. Zu diesem Zweck können Sie einen **Aktualisierungsmodus** wählen. Entweder Sie verwenden ein **Zeitintervall (s)**, um nach einer gewissen Zeitspanne (wobei die Beendigung einer Iteration in jedem Fall abgewartet wird) die Neuzeichnung des Renderings auszulösen. Alternativ hierzu kann auch direkt ein **Iterationsintervall** angegeben werden, nach dem dann jeweils eine Aktualisierung der Ansicht erfolgt.

### 11.6.3 Optionen und technische Vorgaben

**ProRender** ist so schnell, da über eine oder gar mehrere Grafikkarten verteilt gerendert werden kann. Dies bringt jedoch auch Einschränkungen mit sich, denn Grafikkarten verfügen in der Regel nicht über so viel Speicher wie wir es beim Rendern über die CPU gewohnt sind. Das auf dem Motherboard verbaute RAM kann dabei nämlich nicht verwendet werden. Achten Sie daher beim Kauf einer neuen Grafikkarte auch darauf, dass dort möglichst viel Speicher verbaut ist. Das gesamte Cinema 4D-Projekt inklusive der verwendeten Texturen muss für das Rendern auf der Grafikkarte Platz finden. Zudem ist es so, dass die Grafikkarte andere Programmiersprachen verwendet, als wenn Cinema 4D über die CPU rendert. Aus diesem Grund lassen sich aktuell noch sehr viele Shader nicht direkt auf der Grafikkarte ausführen und müssen vor dem eigentlichen Rendering zu Bitmaps umgewandelt werden. Mit diesen beiden Einschränkungen beschäftigen sich die folgenden Einstellungen von **ProRender**.

Sollten Sie feststellen, dass **ProRender** eine Szene aufgrund von zu wenig freiem Speicher auf der Grafikkarte nicht rendern kann, versuchen Sie das **Rendern in Buckets** zu **aktivieren**. Dadurch werden immer nur kleine Abschnitte des Gesamtbilds, eben die so genannten Buckets, auf der GPU berechnet. Dies dauert dann in Summe etwas länger, ist aber speicherschonender. Mit **Bucket-Breite** und **Bucket-Höhe** geben Sie die Auflösung eines Buckets vor. Wie die Buckets beim Rendering gesetzt werden sollen, legen Sie über die **Bucket-Reihenfolge** fest.

Das bereits angesprochene Backen von Shadern wird über die **Voreingestellte Texturgröße** vorgegeben. Dabei handelt es sich um eine globale Vorgabe, die individuell in den **Basis**-Einstellungen jedes Shaders noch einmal überschrieben werden kann, falls Sie z. B. für einzelne Shader eine höhere oder geringere Auflösung beim Rendern für sinnvoll halten.

#### 11.6.4 Multi-Passes rendern mit ProRender

Beim Rendern mit ProRender steht ein eigenes Multi-Pass-System zur Verfügung. Es kann dabei die Ausgabe folgender Kanäle aktiviert werden:

- Die Direkte Beleuchtung stellt die Schattierungen dar, durch das direkt von einer Lichtquelle oder einer leuchtenden Fläche auf andere Objekte treffende Licht entsteht.
- Die **direkte Beleuchtung** besteht dabei aus drei weiteren Passes, die ebenfalls einzeln ausgegeben werden können. **Diffus direkt** steht dabei für die schattierende Lichtwirkung des direkt auf die Oberfläche treffenden Lichts. **Spiegelung direkt** stellt die erste Reflexion auf der Oberfläche dar und **Abstrahlung** steht für die selbstleuchtenden Eigenschaften der Oberflächen.
- Die Indirekte Beleuchtung stellt das durch Reflexionen weitergeleitete Licht in der Szene dar.
- Auch die **indirekte Beleuchtung** kann in weitere Einzel-Passes unterteilt werden für **Diffus indirekt**, **Spiegelung indirekt** und **Brechung**. Ein vierter Pass für das **Volumen** kommt zum Einsatz, wenn volumetrische Effekte z. B. über einen Volumen-Node dargestellt werden.
- Das Addieren aller Passes für die **Direkte Beleuchtung** und die **Indirekte Beleuchtung** ergibt das finale Rendering.
- Die Umgebung zeigt den Himmel oder den Physikalischen Himmel, so wie ihn die Kamera sieht.
- **Ambient Occlusion** gibt die Berechnung der Ambient Occlusion separat aus. Die dabei verwendete Strahllänge kann im **Offline**-Reiter eingestellt werden.
- Mit **Albedo** ist die diffuse Oberflächenfarbe aller Objekte gemeint. Dabei wird keine Beleuchtung berücksichtigt.

Die folgenden Multi-Passes stellen eher strukturelle Informationen zur Verfügung, die nicht unmittelbar zum gerenderten Bild gehören.

- **Weltkoordinaten** färbt alle Oberflächen entsprechend ihrer Lage im Raum, bezogen auf das Weltachsensystem.
- **Texturkoordinaten** färbt ebenfalls die Oberflächen neu ein, diesmal jedoch bezüglich der Texturkoordinaten auf den Oberflächen.
- Bei **Geometrienormalen** werden die Richtungen der Oberflächennormalen in RGB-Farbwerte umgerechnet. Dabei werden die ungeglätteten Normalen verwendet, so wie sie sich aus der Lage der Polygone ergibt.
- Bei **Shadingnormalen** werden die Richtungen der Schattierungsnormalen auf den Oberflächen in RGB-Farbwerte umgerechnet. Hierbei fließen also auch die Veränderungen der Normalenrichtungen durch Phong- und Normale-Tags, sowie durch die Bump-, Relief- oder Normale-Eigenschaften der Materialien mit ein.
- Die **Tiefe** gibt die Entfernung der Geometrie von der Kamera als Graustufen aus. Je weiter Objekte entfernt liegen, desto heller werden diese. Da dieser Pass in 32 Bit ausgegeben wird, können manuelle Anpassungen der Belichtung hilfreich sein, um die Helligkeiten in diesem Pass so zu verändern, dass Sie den sichtbaren Helligkeitsverlauf in einen bestimmten Abstandsbereich vor die Kamera legen.
- Die **Objekt-ID** kennen wir bereits aus dem anderen Multi-Pass-System. Hier werden alle Objekte mit zufälligen Farben dargestellt, die dann in der Nachbearbeitung z. B. als Auswahl geladen werden können.
- **Objektgruppen-ID** funktioniert vergleichbar zu **Objekt-ID**, nur dass Sie einzelnen Objekten hier eigene Farben vergeben können. Verwenden Sie dafür an den Objekten ein **Render-Tag** und wählen Sie dort im **ProRender**-Reiter die gewünschte Farbe aus.
- **Material-ID** färbt alle Objekte, die das gleiche Material tragen mit einer identischen Farbe ein. Ansonsten erhalten die Objekte auch hier zufällig verteilte Farben.

In der unteren Kategorie der Multi-Pass-Einstellungen finden Sie unter **Anti-Aliasing** eine zusätzliche Optionenliste, über die Sie die Berechnung von Anti-Aliasing für einzelne Passes dazuschalten können. Hier nicht aufgeführte Multi-Passes erhalten generell Anti-Aliasing.

## ZUSAMMENFASSUNG RENDERER

- **Ambient Occlusion** steht nicht nur als Shader, sondern auch als Render-Effekt in den **Rendervorsintellungen** zur Verfügung. Der Vorteil hierbei ist, dass der Effekt nicht fest ins Bild gerendert werden muss, sondern alternativ auch als einzelne **Multi-Pass**-Ebene gesichert werden kann.
- Der **Ambient Occlusion**-Effekt lässt sich über einen eigenen Cache speichern und wiederverwenden. Dies beschleunigt die mehrfache Berechnung des gleichen Motivs und kann auch die Qualität des Effekts bei gleichzeitiger Reduzierung der Rechenzeit erhöhen.
- **ProRender** verfügt über eine eigene **Ambient Occlusion**-Berechnung.
- Die Berechnung von **Caustics** wird ebenfalls als Effekt aktiviert, bzw. wird bei **ProRender** immer automatisch mit berechnet.
- Die **Globale Illumination** ergänzt die direkte Beleuchtung von Lichtquellen durch diffus gestreutes Licht. Zudem können damit auch leuchtende Materialien zu Lichtquellen werden. Bei Verwendung physikalischer Materialien ist die Nutzung des globalen Illumination Effekts jedoch nicht länger nötig.
- Je nach gewünschter Qualität und Komplexität der Szene stehen beim Standard-Renderer und beim physikalischen Renderer verschiedene Berechnungsmethoden für **GI** zur Verfügung.
- Der **Irradiance Cache** kann eine wieder verwendbare Cache-Datei anlegen.
- Die Szene wird vor der eigentlichen Berechnung durch einen **Prepass** abgetastet.
- Die automatisch verteilten Messpunkte sammeln über **Samples** Informationen über die Lichtverhältnisse ihrer Umgebung ein. Diese Ergebnisse werden dann interpoliert und somit weichgezeichnet.
- Die **Licht-Maps** verwenden eine feste Struktur, in der die Ergebnisse gesichert werden. Auch diese Struktur kann als Cache wiederverwendet werden.
- **Licht-Maps** ermöglichen gegenüber der **IC**-Berechnung sehr viel höhere **Strahltiefen**, sind aber in der Regel noch detailärmer als ein **Irradiance Cache**.
- **Radiosity Maps** werden hauptsächlich zum Speichern von Helligkeits- und Farbinformationen benutzt, stellen also kein eigenständiges Verfahren dar.
- Die Nutzung von Radiosity-Maps kann die Auswertung der **GI**-Lösungen erheblich beschleunigen, was jedoch durch erhöhten Speicherbedarf erkauft wird. Die Vorteile können vor allem in der Kombination mit der **QMC**-Methode ausgespielt werden.
- **QMC** steht für **Quasi-Monte Carlo** und beschreibt ein Brute Force GI-Verfahren. Es kommt zu keiner adaptiven **Prepass**-Berechnung, denn jeder Bildpixel wird mit der gleichen Präzision berechnet. Dies ist das genaueste aber auch langsamste Verfahren.
- **QMC** eignet sich besonders, wenn höchste Präzision gefordert ist oder eine Animation mit **GI** berechnet werden soll. Bei den anderen Methoden kann es durch die bildweise neu angeordneten Messpunkte zu Helligkeitsschwankungen während einer Animation kommen.
- Der **Physikalische Renderer** aktiviert nicht nur die physikalischen Eigenschaften der Kameras, sondern stellt auch zusätzliche **Raytracing-Engines** zur Verfügung.
- Ist ein Prozessor mit **SSE3**-Unterstützung vorhanden, kann **Embree** benutzt werden, was mathematische Berechnungen während des Renderings stark beschleunigen kann.
- Zusätzlich vereinheitlicht der **Physikalische Renderer** viele **Sampling**-Einstellungen von Cinema 4D und bietet zusätzliche Optionen für das Antialiasing.



## 12 Team Render

Diese Funktion ermöglicht Ihnen einzelne Bilder oder auch Animationen nicht nur auf Ihrem Rechner, sondern verteilt über die Computer innerhalb Ihres Netzwerk rendern zu lassen. Dies kann natürlich die Rechenzeit auf einen Schlag entsprechend reduzieren. Je mehr Rechner Sie in Ihrem Netzwerk haben, desto schneller können z. B. sehr hoch aufgelöste Standbilder oder längere Animation fertiggestellt werden. Cinema 4D selbst fungiert dabei als eine Art Server für die Clients in Ihrem Netzwerk. Sie müssen daher auf diesen Rechnern die **Client**-Version von **Team Render** installiert haben. Es steht zudem optional ein separates Server-Programm für Team Render zur Verfügung, damit Renderaufträge auch ohne Cinema 4D gestartet und verwaltet werden können.

Sofern Sie in Ihren **Programm-Voreinstellungen** die Nutzung von **Team Render** und das **Teilen des Rechners über das Netzwerk** aktiviert haben, können Sie über das **Rendern**-Menü von Cinema 4D den Punkt **Team-Render-Rechner auswählen**. Sofern die Rechner Ihres Netzwerks laufen und dort jeweils **Team Render**-Clients installiert und gestartet wurden, erhalten Sie eine Auflistung der aktiven Clients angezeigt. Neue Clients lassen sich z. B. durch Angabe ihrer IP-Adressen hinzufügen. Wählen Sie hierfür **Rechner > Rechner hinzufügen** in dem Fenster der **Team-Render-Rechner**.

Jede Client-Installation verfügt über ein eigenes Passwort, das Sie selbst vergeben können. Innerhalb der **Team Render**-Clients finden Sie dazu ebenfalls **Programm-Voreinstellungen**, über die Sie diesen **Sicherheitsschlüssel** vergeben können.

Mittels Rechtsklick auf die gelisteten Rechner im **Team-Render-Rechner**-Dialog können Sie die Clients Verifizieren, indem Sie diese **Sicherheitsschlüssel** angeben. Dies muss natürlich in jedem Netzwerk nur ein Mal erledigt werden. Cinema 4D merkt sich diese Einstellungen auch nach dem Beenden des Programms. Sofern die Angabe korrekt war taucht anschließend ein grünes Symbol vor dem Namen des verifizierten Clients auf. Die so markierten Rechner sind damit bereits und warten auf Ihren Renderauftrag. So ein Rendering kann z. B. über **Rendern > Im Bild-Manager rendern (Team Render)** gestartet werden. Der Aufruf von **Rendern > Im Bild-Manager rendern** startet ebenfalls das finale Rendering, benutzt dann aber immer nur Ihren eigenen Rechner dafür.

Ist im **Ansicht**-Menu der **Team-Render-Rechner** die Option für **Farbe anzeigen** aktiv, können Sie während des Renderns direkt an der Färbung der **Buckets** erkennen, ob und wo jeder Client gerade rechnet.

Da vor dem Beginn des Rendering die Szene-Daten und ggf. auch die Caches zwischen Ihrem Server-Rechner und den beteiligten Clients ausgetauscht werden müssen, sollte eine installierte Firewall so konfiguriert werden, dass diese Kommunikation zwischen den Rechner möglich ist. Zudem sollte nicht unbedingt ein drahtloses Netzwerk verwendet werden. Fest über Kabel verbundene Rechner sollten in der Regel eine schnellere Kommunikation ermöglichen.

Da einige dieser Caches recht groß werden können, wie z. B. die **Radiosity-Maps**, finden Sie zusätzliche Optionen dazu in der **Team-Render**-Rubrik der **Rendervoreinstellungen**.

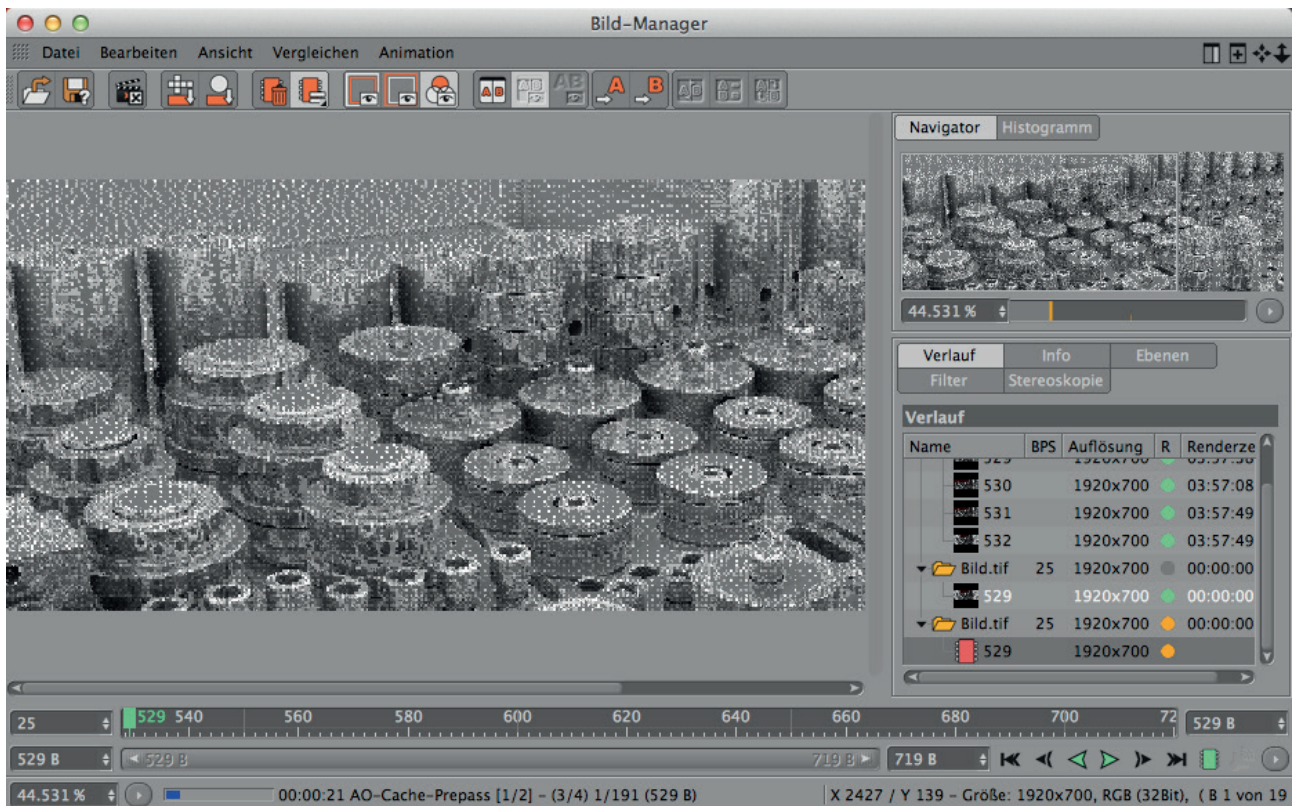
Ist dort ein Häkchen neben einer Cache-Option gesetzt, bearbeiten die Clients die Berechnung des jeweiligen Cache gemeinsam und verteilen dann die Datei im Netzwerk untereinander. Dies ist wegen der beschriebenen Dateigröße von **Radiosity-Maps** für diese standardmäßig deaktiviert. In so einem Fall rechnet jeder Client die **Cache-Datei** selbst für sich aus, so dass ein Datentransfer dieses Caches über das Netzwerk entfallen kann.

## 13 Der Bild-Manager

Wir haben bereits angesprochen, dass das finale Rendering mit den von Ihnen festgelegten Vorgaben in den **Rendervoreinstellungen** über den **Bild-Manager** gestartet wird. Dabei spielt es keine Rolle, ob **Team Render** verwendet wird oder nicht.

Der **Bild-Manager** hat den entscheidenden Vorteil, dass er komplett unabhängig ist von der geladenen Szene. Sobald ein Rendering im **Bild-Manager** gestartet hat, können Sie daher Ihr Projekt sogar schließen und z. B. bereits anfangen, an Ihrem nächsten Projekt zu arbeiten. Das laufende Rendering ist davon entkoppelt. Nur das Schließen des **Bild-Managers** ist nicht erlaubt, denn dies beendet auch das laufende Rendering. Sie können dieses Fenster aber problemlos auf „Leiste“ bzw. in Ihr Dock legen und so entsprechend verbergen.

Unterhalb des Vorschaubereichs in dem Sie dem Bild oder den Einzelbildern einer Animation beim Rendern zusehen können, finden Sie einen Fortschrittsbalken sowie die bereits für die Berechnung verstrichene Zeit. Durch Eintragen eines Prozentwerts oder durch Auswahl aus dem kleinen Zoom-Menü links daneben, können Sie die Zoomstufe für die Betrachtung des Renderings wählen.



Durch Auswahl von **An Fenster anpassen** können auch Rendering mit großer Rendrauflösung automatisch so verkleinert abgebildet werden, dass Sie vollständig im **Bild-Manager** zu sehen sind. Noch schneller geht dies durch einen Doppelklick auf das Rendering. Dies hat aber natürlich nichts mit der tatsächlichen Bildgröße zu tun, mit der das Bild nach dem Beenden des Renderings gesichert wird. Diese stellen Sie ausschließlich über die **Ausgabe**-Parameter der **Rendervoreinstellungen** ein.

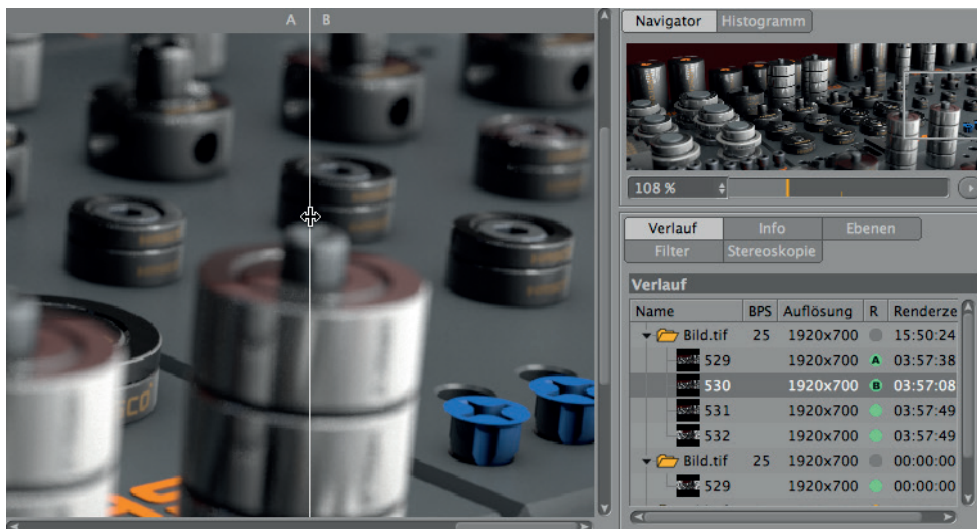
Oben rechts im **Bild-Manager** sehen Sie den so genannten **Navigator**, der ebenfalls eine verkleinerte Ansicht des aktuell fertiggestellten Renderings zeigt. Auch dort finden Sie einen Zoom-Prozentwert und erneut eine Schaltfläche, über die gängige Zoomstufen abgerufen werden können. Über einen Reiter dahinter verborgen können Sie auch eine **Histogramm**-Funktion aufrufen. Dies informiert Sie wahlweise über die **Luminanz** oder die **RGB**-Werte Ihres Renderings. Die **Filter anzeigen**-Option ist nur dann aktiv, wenn Sie auch die **Filter**-Funktion des **Bild-Managers** aktivieren. Dazu gleich mehr. Wo wir gerade beim Thema Farben sind, so ist sicherlich auch noch interessant für Sie, dass Sie durch Halten der **Strg/Ctrl**-Taste eine Pipette aufrufen können. Wenn Sie nun zugleich den Mauszeiger über das Rendering bewegen können Sie in der unteren Statuszeile des Managers die RGB-Werte absolut und prozentual ablesen.

Unterhalb des **Navigators/Histogramm**-Bereichs finden Sie mehrere über Tabulatoren getrennte Bereiche. Wir schauen uns dort zunächst den **Verlauf** an. Dieser ist zeitlich zu verstehen und zeigt uns alle bereits gerenderte Bilder in einer Liste an. Neben einem kleinen Vorschaubild können Sie dort die Bilderrate (**BPS**), die **Auflösung** und die zur Fertigstellung benötigte **Renderzeit** ablesen. In der Spalte **R** zeigt ein farbiger Kreis den Zustand des Bilds an. Ist der Kreis grau, wurde das Bild zwar fertig berechnet, es liegt aber nicht mehr im Cache des **Bild-Managers** und kann daher auch nicht mehr dort angezeigt werden. Dies kommt vor allem vor, wenn Sie sehr viele Bilder gerendert haben oder diese eine hohe Auflösung verwenden. Dem **Bild-Manager** steht nur ein begrenzter Speicherbereich zur Verfügung um fertige Bilder anzuzeigen. Sie finden dazu eine **Speichergrenze** in den **Programm-Voreinstellungen**.

Bilder, die weiterhin im Speicher bereitgehalten werden, sind durch einen grünen Kreis gekennzeichnet. Solche Einträge können jederzeit angeklickt und erneut im **Bild-Manager** betrachtet werden. Dies funktioniert auch während noch ein anderes Bild gerendert wird. Das aktuell noch gerenderte Bild erhält einen gelblichen Kreis. Zudem fehlt dort auch noch das Vorschaubild in der entsprechenden Spalte des Verlaufs.

Besonders interessant an dieser Vorratshaltung bereits gerendeter Bilder ist, dass wir nun sehr komfortabel z. B. Testrenderings miteinander vergleichen können. Hat sich die Veränderung eines Parameters wie erhofft günstig ausgewirkt oder sollten wir besser zur alten Version der Einstellungen zurückkehren? Solche und ähnliche Fragestellungen lassen sich nun einfacher beantworten. Der **Bild-Manager** unterstützt uns dabei mit einem speziellen Modus, bei dem zwei Bilder gleichzeitig dargestellt werden können. Führen Sie dazu einen Rechtsklick auf den **Verlauf**-Eintrag des ersten Bilds aus, das Sie vergleichen möchten. Es öffnet sich ein Kontextmenü, über das z. B. auch noch gespeicherte Einträge aus dem Cache gelöscht werden können (**Bild entfernen**). Uns interessiert hier aber mehr der Eintrag für **Als A definieren**. Es erscheint daraufhin der Buchstabe **A** im grünen Kreissymbol des **Verlaufs**. Ein erneuter Rechtsklick auf ein anderes Bild im **Verlauf** und die Auswahl von **Als B definieren** ergänzt den Buchstaben **B** im entsprechenden Kreis. Auf diese Weise können Sie immer sofort erkennen, welche Bilder nun miteinander verglichen werden. Liegt der Mauszeiger über einem gerenderten Bild im Verlauf, kann die Vergabe der **A**- und **B**-Markierungen alternativ auch über die Tastenkürzel **A** und **B** auf Ihrer Tastatur erfolgen.

Über das **Vergleichen**-Menü des **Bild-Managers** hätten Sie ebenfalls die gleichen Befehle aufrufen können.



Dieses Menü hat aber noch mehr parat, denn sofern dort **AB Vergleich** aktiv ist, sollten Sie nun eine weiße Linie im **Bild-Manager** erkennen können, die Sie mit dem Mauszeiger über das Bild verschieben können. Dazu sollte zusätzlich **Linie anzeigen** im gleichen Menü angeschaltet sein. Die Option für **Text (A, B) anzeigen** ist ebenfalls nützlich, um über die zusätzliche Einblendung dieser Buchstaben an der Linie sofort zu erkennen, auf welcher Seite der Linie welches Bild zu finden ist. Mit **AB tauschen** kann die Position der markierten Bilder getauscht werden. **Vert./Hor. tauschen** verändert einen horizontalen Linienverlauf zu einer vertikalen Trennlinie und umgekehrt. Sogar der Vergleich von zwei verschiedenen Bildsequenzen, also von Animationen ist auf diesem Weg möglich. Dazu markieren Sie auf dem gleichen Weg sich entsprechende Bilder in zwei Bildsequenzen und aktivieren zusätzlich die Option **Zweites animieren** im **Vergleichen**-Menü des **Bild-Managers**. Ist das Bild einer Bildsequenz im Verlauf selektiert bietet der **Bild-Manager** nämlich auch die typischen Abspiel-Symbole für Animationen an. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass

die Bilder der Sequenzen alle im Cache des **Bild-Managers** liegen. Der **Bild-Manager** kann zwar auch Bilder wieder von der Festplatte laden, dann ist jedoch kein flüssiges Abspielen mehr möglich.

Als letzte Option bietet der **Bild-Manager** noch einen **Differenz**-Vergleich im **Vergleichen**-Menü an. Die Trennlinie fällt dabei weg. Stattdessen werden beide Bilder übereinander dargestellt. Nur die Unterschiede zwischen den Bildern werden als Pixelmuster sichtbar. Exakt identische Bereiche werden schwarz angezeigt.

### 13.1 Der Info-Bereich

In dieser Rubrik können Sie auch bei bereits gerenderten Bildern noch einmal einige Eckdaten nachlesen. Dazu gehören natürlich der Name der Datei, der Speicherort, die Farbtiefe, der Zeitpunkt der Fertigstellung, die Dateigröße, das Farbprofil und die zum Rendern benötigte Zeit. Unterhalb finden Sie zudem die Größenordnungen der Safe-Frames für **Title-safe** und **Action-safe**, sowie das **Pixelverhältnis**.

### 13.2 Der Ebenen-Bereich

Wie Sie wissen, können Bilder über die Multi-Pass-Funktion in mehreren Ebenen gespeichert werden. Im einfachsten Fall ist dies z. B. eine zusätzliche Alpha-Maske oder der Graustufenverlauf der Schärfentiefe. Alle Bestandteile eines Renderings werden in diesem Bereich aufgelistet. Ist die Option **Bild** angeschaltet, zeigt der **Bild-Manager** jedoch in jedem Fall nur das gerenderte Bild an. Möchten Sie den Inhalt der einzelnen Bildebenen separat betrachten, aktivieren Sie die **Einfacher Pass**-Option und klicken Sie auf die entsprechende Ebene in der Auflistung darunter. Ist die Option für **Multi-Pass** aktiv, können Sie die Augensymbole vor den Ebenen zum An- und Ausschalten verwenden, oder über die Mischmodi und Stärke-Regler gar direkt mit der Postproduktion loslegen und das Bild neu zusammenmischen.

Dies alles macht jedoch erst dadurch Sinn, weil Sie über das **Datei**-Menü des **Bild-Manager** auch Renderings speichern können. Dies ist auch dann noch möglich, wenn Sie den eigentlichen Speicherpfad in den **Rendervoreinstellungen** leergelassen haben.

Im **Datei**-Menü finden Sie zudem einen **Rendern abbrechen...**-Befehl, der z. B. bei Verwendung der **fortschreitenden Samplers** beim **physikalischen Renderer** nützlich ist. Ansonsten kann das Rendering auch jederzeit durch das Schließen des **Bild-Managers** beendet werden. Der **Verlauf** des **Bild-Managers** geht dadurch nicht verloren. Wenn Sie also anschließend den **Bild-Manager** über das **Fenster**-Menü von Cinema 4D wieder öffnen, sind weiterhin alle im Cache liegenden Bilder vorhanden und können von dort auch noch gesichert werden.

### 13.3 Die Filter-Einstellungen

Über diesen Bereich können Sie die üblichen Regler z. B. für Helligkeit, Kontrast, Gamma und Clipping abrufen. Auch die einzelnen Farbwerte lassen sich über Kurven komfortabel korrigieren. Nur wenn **Filter aktivieren** angeschaltet ist haben Sie hier Zugriff und können auch direkt im Bild die Veränderungen beobachten. Dies ist vor allem für Animationen interessant, denn Sie können dann z. B. das erste Bild der Animation rendern lassen und über den **Filter** den gewünschten Look definieren. Anschließend benutzen Sie die **Post Effekt erstellen...**-Schaltfläche im unteren Teil des Dialogs. Dies ergänzt einen **Farbkorrektur**-Post-Effekt in den **Rendervoreinstellungen** mit den identischen Einstellungen. Das bedeutet, dass nun alle nachfolgenden Renderings mit den gleichen Farbveränderungen berechnet werden. **Filter aktivieren** sollte vor dem Rendern der Animation jedoch wieder im **Bild-Manager** ausgeschaltet werden, damit die Bilder so angezeigt werden wie sie dann auch gesichert werden.

Im Zusammenhang mit dem **Filter** macht auch die **Histogramm**-Option **Filter anzeigen** Sinn, denn damit kann die Wirkung des **Filters** auch direkt auf die **Histogramm**-Darstellung übertragen werden. Dies ist hilfreich, um z. B. bei einer sichtbaren Beschneidung der Helligkeiten die **Filter**-Einstellungen korrigieren zu können. Haben Sie eine passende **Filter**-Einstellung gefunden, kann diese mit **Preset speichern...** als Voreinstellung gesichert werden. Dies landet dann im **Content Browser** und kann von dort über **Preset laden...** jederzeit wieder aufgerufen werden. Sehr nützlich um einen bestimmten Look auch in einem anderen Projekt zu verwenden. Die **Filter zurücksetzen**-Schaltfläche setzt schließlich alle Regler wieder in die neutrale Stellung, sodass keine Veränderung mehr am Bild erfolgt. Beachten Sie, dass die **Filter**-Einstellungen nur dann fest auf das Bild übertragen werden, wenn Sie den **Farbkorrektur Post-Effekt** beim Rendern nutzen. Bei Speichern aus dem **Bild-Manager** heraus wird das Bild generell ohne die **Filter**-Manipulation gesichert!

## 14 Der Render-Manager

Sie wissen nun also, wie Sie ein Einzelbild oder eine Animation so berechnen lassen können, dass die volle Auflösung und Qualität genutzt und das Ergebnis automatisch nach Fertigstellung gespeichert wird (sofern ein Speicherpfad in den **Rendervoreinstellungen** eingetragen wurde). Was passiert jedoch, wenn Sie automatisch mehrere Einzelbilder oder ganz verschiedene Projekte z. B. über Nacht berechnen möchten? Für solche Zwecke gibt es den **Render-Manager**, den Sie im **Rendern**-Menü von Cinema 4D finden. Soll das aktuell geöffnete Projekt dort automatisch auftauchen wählen Sie stattdessen **Rendern > Zu Render-Manager hinzufügen...**

Im oberen Bereich des Managers finden Sie eine Liste mit den Projekten, die nacheinander berechnet werden sollen. In jedem Projekt sollten daher bereits vor dem Hinzufügen zum **Render-Manager** alle nötigen Qualitätsstufen, Renderverfahren, Effekte, Auflösungen und natürlich auch Speicherpfade eingetragen sein. Über **Datei > Öffnen...** können dem **Render-Manager** beliebig viele Projekte hinzugefügt werden. Jeder Listeneintrag erhält eine automatische Nummerierung. Per Drag & Drop können die Einträge aber auch nachträglich noch beliebig umsortiert werden. Zudem lassen sich Listeneinträge durch Ausklicken des **Rendern**-Häkchens auch von dem Rendering ausnehmen. Sollen die gelisteten Projekte mit Hilfe von **Team Render** berechnet werden, machen Sie das zusätzliche Häkchen bei **Team**.

Die **Status**-Spalte enthält **Wartet** für noch nicht begonnene Rendering, **In Arbeit** für laufende Renderings, **Beendet** für erfolgreich abgeschlossene Renderings, **Gestoppt** für vorzeitig unterbrochene Renderings und **Fehler**, wenn das Rendering aufgrund einer Fehlermeldung nicht durchgeführt werden konnte. Dies kann z. B. dann an einer fehlenden Textur liegen. Die Spalte für **Rendervoreinstellungen** zeigt den Namen der in dem Projekt aktiven **Rendervoreinstellung** an. Sofern ein Projekt mehrere **Rendervoreinstellungen** enthält können Sie auch nachträglich noch die für das Rendering gewünschte Voreinstellung bestimmen.

Dazu finden Sie ein **Rendervoreinstellungen**-Menü in der unteren Hälfte des Managers. Gleich daneben haben Sie zudem die Möglichkeit den Namen der **Kamera** auszuwählen, aus deren Sicht die Berechnung stattfinden soll. Dies funktioniert natürlich nur, wenn mehr als ein **Kamera**-Objekt in der Szene vorhanden ist. Dabei handelt es sich um eine besonders praktische Funktion, denn Sie können dem **Render-Manager** das gleiche Projekt auch mehrfach hinzufügen. Sind dann in dieser Szene mehrere Kameras enthalten, können diese nacheinander berechnet werden, z. B. um ein Produkt aus mehreren Blickwinkeln abzubilden. Sie müssen also nicht für jede Kamera eine extra Szene sichern!

Die **Meldung**-Spalte listet schließlich etwaige Probleme auf, wie z. B. **Automatischer Bildname**. Dies bedeutet, dass in dem gelisteten Projekt kein Speicherpfad für das Bild oder die Animation eingetragen wurde. Damit dennoch ein Rendering durchgeführt werden kann, generiert der **Render-Manager** dann einen eigenen Bildnamen. Dies kann aber auch dazu führen, dass bereits existierende Bilder mit dem gleichen Namen überschrieben werden. Sie sollten in solchen Fällen daher besser einen individuellen Speicherpfad und Namen direkt im Projekt eintragen oder dafür die Dreipunkt-Schaltflächen beim **Ausgabenpfad** im unteren Teil des **Render-Managers** benutzen. Darüber können Sie für das Bild oder **Multi-Pass-Bild** auch nachträglich noch Speicherpfade anlegen. **Multi-Pass-Bild** ist jedoch automatisch ausgegraut, sofern im Projekt kein **Multi-Pass** aktiv ist.

Ebenso lässt sich für jeden Renderjob eine **Protokoll**-Datei sichern. Auch deren Speicherpfad kann ganz unten im **Render-Manager** angegeben werden. Ist diese zusätzliche Datei nicht gewünscht, lassen Sie den Pfad leer oder deaktivieren die Protokollierung über die **Programm-Voreinstellungen** (Rubrik: **Renderer**). Zudem kann der Inhalt des Protokolls auch ohne Speicherung im **Protokolldatei**-Reiter des **Render-Manager** eingesehen werden. Welche Informationen in dieses Protokoll einfließen sollen, legen Sie über **Anzeigen/Filter > Filter-Protokoll** fest. **System** steht dabei nur für die Kenndaten Ihres Rechners und kann daher oft ausgeschaltet bleiben. **Render** und **Projekt** listen hingegen die wichtigsten Eckdaten der **Rendervoreinstellungen**, des gesicherten Bilds und der bearbeiteten Szene auf. Mit **Anzeigen/Filter > Im Bild-Manager öffnen...** kann ein berechnetes Bild direkt in Cinema 4D betrachtet werden. Andere Einträge dieses Menüs erlauben die Betrachtung direkt im **Explorer/Finder** Ihres Betriebssystems.

Möchten Sie bereits vor dem Starten der aufgelisteten Renderings sicher sein, dass diese ohne Fehler durchlaufen werden, können Sie bereits beim Laden der Projekte eine Überprüfung der Material-Texturen durchführen lassen. Wird dann z. B. eine benötigte Bitmap nicht gefunden, erhalten Sie direkt eine entsprechende Fehlermeldung und können darauf rechtzeitig reagieren. Die entsprechende Option finden Sie im **Jobs**-Menü des Managers unter dem Namen **Texturen prüfen**. So könnten Sie dann z. B. über das Menü **Jobs > Projekt bearbeiten** die in der Auflistung des **Render-Manager**s selektierten Projekte automatisch in Cinema 4D öffnen lassen. Nachdem dort die notwendigen Veränderungen vorgenommen wurden, lassen Sie die Projekte einfach wieder sichern. Ist hingegen **Jobs**-Menü nur der Punkt **Texturfehler** aktiv, wird lediglich das Rendering einer Szene abgebrochen, wenn eine fehlende Textur bemerkt wird. In diesem Fall fährt der **Render-Manager** mit dem nächsten Listeneintrag fort. Ist **Texturfehler** ausgeschaltet, werden auch Projekte mit fehlenden Texturen berechnet. Die entsprechenden Materialien werden dann jedoch nicht wie gewünscht aussehen können.

Versehentlich hinzugefügte Projekte können durch einen Rechtsklick auf deren Namen und Auswahl von **Löschen** auch wieder aus der Liste entfernt werden. Den gleichen Effekt hat **Jobs > Löschen**. Den eigentlichen Start der Berechnung lösen Sie schließlich mit **Jobs > Rendern starten** aus. Im gleichen Menü finden Sie auch **Rendern stoppen** um einen noch laufenden Rendereauftrag zu beenden. Achten Sie bei Benutzung des **physikalischen Renderers** unbedingt darauf, nicht den **Sampler Fortschreitend** ohne Limitierung zu benutzen (**Nicht endend**). Der **Render-Manager** ist ansonsten ohne manuellen Abbruch des Renderings bis in alle Ewigkeit mit dem Rendering dieses Projekts beschäftigt und blockiert somit die Berechnung eventuell nachfolgender Projekte in der Liste! Der eigentliche Sinn des **Render-Managers** ist ja eben nicht die manuelle Überwachung, sondern das unbeaufsichtigte Rendern mehrerer Projekte in Abwesenheit.

► *Siehe Übung zum Rendering und den verschiedenen Render-Methoden*

## ZUSAMMENFASSUNG RENDER-MANAGER

- Mittels **Team Render** können Standbilder und auch Animationen über ein lokales Netzwerk verteilt berechnet werden.
- Hierfür müssen auf den Client-Renderern **Team Render-Clients** installiert sein.
- Jeder Client kann über eine individuelle Freigabe und ein Passwort verfügen.
- Cinema 4D selbst fungiert als Server und kann über einen eigenen Verwaltungsbereich die **Team-Render-Rechner** verifizieren und für die Berechnung eines Projekts freigeben.
- Die Berechnungsgeschwindigkeit hängt auch von der Netzwerkgeschwindigkeit ab, da im Vorfeld nicht nur die Szene und die Texturen, sondern auch Caches ausgetauscht werden müssen. Aus diesem Grund kann in den **Render-voreinstellungen** angegeben werden, welche Caches von allen Clients gemeinschaftlich berechnet und danach über das Netzwerk verteilt werden und welche Caches lokal von jedem Client selbst berechnet werden sollen.
- Sollen mehrere Projekte unbeaufsichtigt nacheinander berechnet werden, können diese dem **Render-Manager** hinzugefügt werden. Von dort aus kann auf wieder **Team Render** für einzelne Projekte aktiviert werden, um die Berechnung auf ein Netzwerk von Client-Rechner aufzuteilen und entsprechend zu beschleunigen.
- Ein finales Rendering mit oder ohne **Team Render**-Aktivität wird über den **Bild-Manager** gestartet. Dieser kopiert vor der Berechnung die Szene in einen separaten Speicherbereich. Die geöffnete Szene kann daher nach Beginn des Renderings im **Bild-Manager** weiter bearbeitet oder sogar geschlossen werden.
- Der **Bild-Manager** stellt den Fortschritt des Renderings dar, kann aber auch ältere Renderings in einem Verlauf verwalten, sofern diese noch im Arbeitsspeicher liegen. Dies ermöglicht den Vergleich verschiedener Renderings miteinander.
- Noch während des Rendering können auch einzelne Multi-Pass-Ebenen im **Bild-Manager** angezeigt werden. Sogar das Abmischen der Ebenen ist hier möglich, um die Nachbearbeitung des Rendering direkt in Cinema 4D fertigstellen zu können.
- Über die **Filter**-Funktion des **Bild-Managers** lassen sich verschiedene Farb-, Helligkeits- und Kontrast-Einstellungen verändern. Ist dadurch die gewünschte Farbstimmung erzielt, lässt sich diese Einstellung als Render-Effekt aktivieren und so automatisch allen nachfolgenden Renderings mitgeben.

## 15 Projekte und Versionen verwalten

Es gibt viele gute Gründe dafür, mehrere Versionen der gleichen Szene zu verwalten. So kann es z. B. sein, dass auf Kundenwünsche etwas verändert wird, dieser anschließend jedoch eine Vorgängerversion doch bevorzugt. Oder aber Sie möchten mehrere Kameras und verschiedene Renderauflösungen innerhalb einer Szene verwalten. Zudem kann es für das Rendern bestimmter Passes und Ebenen sinnvoll sein, Variationen der gleichen Szene zu verwenden, z. B. wenn für bestimmte Passes einige Objekte unsichtbar bleiben sollen oder mit angepassten Rendereinstellungen gerendert werden soll.

Eine Lösung dieser Probleme wäre das separate Speichern des Projekts unter neuem Namen. Wird dann jedoch im Hauptprojekt z. B. noch etwas an einer Animation, Beleuchtung oder an den Materialien verändert, müssten diese Veränderungen auch erneut auf alle abgeleiteten Szenen übertragen werden. Eleganter ist daher die Nutzung des Takes-Systems, das Sie als Reiter hinter dem *Objekt-Manager* finden können.

### 15.1 Der Basis-Take

Der **Basis-Take** ist immer vorhanden und enthält standardmäßig die gesamte Szene. Neue Objekte, Materialien oder Tags werden daher in der Regel automatisch dieser **Basis** hinzugefügt. Eine neue Aufnahme erstellen Sie durch **Datei > Neuer Take** im **Take-Manager**. Ein Doppelklick auf den neuen Eintrag erlaubt die beliebige Umbenennung des Takes, die standardmäßig unter dem **Basis-Take** eingruppiert wird. Dadurch enthält dieser Take alle Elemente des **Basis-Takes**. Veränderungen in diesem neuen Take können nun auf verschiedenen Wegen vorgenommen werden.

### 15.2 Kameras umschalten

Um in einem Take eine andere Kamera zu verwenden als die, die in der **Basis** aktiv ist, verwenden Sie das Kamera-Icon rechts neben dem Take im **Take-Manager**. Mit einem Klick auf das rechteckige Symbol vor jedem Take können Sie dann z. B. zwischen der **Basis** und dem selbst angelegten Take wechseln und dabei ein automatisches Umschalten der Kamera bewirken. Das Anlegen eines **Stage**-Objekts und das Setzen von **Keys** für die aktive Kamera sind also nicht länger nötig, wenn ein Projekt aus Sicht verschiedener Kameras visualisiert werden soll. Wird keine Auswahl getroffen, verwenden Takes automatisch die Kamera eines übergeordneten Takes (in der Regel die aktive Kamera der **Basis**).

### 15.3 Rendervoreinstellungen umschalten

Sofern Sie in den **Rendervoreinstellungen** mehrere Voreinstellungen angelegt haben, können Sie für jeden selbst angelegten Take über das Filmklappe-Icon rechts neben den Takes im **Take-Manager** auswählen, welche Voreinstellung von einem Take verwendet werden soll. Auf diese Weise können beim Umschalten der Takes dann auch neue Voreinstellungen für das Rendering verwendet werden. Ohne explizite Wahl werden automatisch die aktiven Voreinstellungen eines übergeordneten Takes, in der Regel die Einstellungen der **Basis**, verwendet.

Besonders praktisch bei der Verwendung vieler Takes ist, dass Sie den Namen der Kamera, der Rendervoreinstellung oder gar den Namen der Takes automatisch auf den Speicherpfad der gerenderten Bilder oder Animationen übertragen können. Dafür steht ein so genanntes **Token**-System zur Verfügung, über das sich auch automatisch Ordner im Speicherpfad generieren lassen.

### 15.4 Sichtbarkeiten und Tags umschalten

Hilfreich an dem Takes-System ist zudem, dass sich dadurch schnell Sichtbarkeiten von Objekten oder auch Lichtern umschalten lassen, um z. B. unkompliziert zwischen eine Tag- und einer Nachtsituation wechseln zu können. Dazu legen Sie am besten zwei neue Takes unter der **Basis** an, die Sie z. B. „Tag“ und „Nacht“ benennen. Beiden Takes weisen Sie unter **Datei > Überschreibungsgruppe hinzufügen** eine so genannte Überschreibungsgruppe hinzu. Dabei handelt es sich um einen Ordner, der rechts im **Take-Manager** eingesehen und dort auch per Drag&Drop aus dem *Objekt-Manager* mit Objekten gefüllt werden kann.

Ziehen Sie jeweils die Objekte in die Gruppe hinein, die in dem entsprechenden Take andere Eigenschaften haben sollen, als in den übrigen Takes. So könnten Sie z. B. alle Lichtquellen der Nacht-Szene in die Überschreibungsgruppe des Tag-Takes ziehen und dort über die üblichen Punkte hinter der Überschreibungsgruppe für den Editor und das Rendering auf unsichtbar schalten.



Entsprechend könnten Sie bei der Überschreibungsgruppe der Nacht verfahren, indem Sie dort alle Tag-Lichtquellen aufführen und für den Editor und das Rendering unsichtbar schalten. Beim Umschalten zwischen den Takes tauscht sich dadurch automatisch die Beleuchtungssituation aus.

Ähnlich lassen sich Renderattribute oder andere Tags austauschen. Hinter den Überschreibungsgruppen finden Sie nämlich auch ein Plus-Symbol, über das sich verschiedene Tags auf die aufgeführten Objekte legen lassen. Dies ist vor allem in Bezug auf **Render**-Tags hilfreich, um z. B. die Sichtbarkeit für die Kamera oder die Schattenwürfe steuern zu können.

## 15.5 Parameter überschreiben

Beim Umschalten von Takes lassen sich auch Parameter ersetzen, z. B. um den Radius eines Kugel-Grundobjekts oder die Farbe eines Materials zu wechseln. Dazu stehen zwei Wege zur Verfügung. Nach dem Aktivieren des Takes können Sie z. B. einen Rechtsklick auf den Namen eines Parameters im *Attribute-Manager* ausführen und aus dem Kontextmenü **Überschreiben** auswählen. Der entsprechende Wert wird dadurch freigeschaltet und kann beliebig editiert werden. Werte die nicht überschrieben wurden behalten automatisch den Wert, der auch in dem übergeordneten Take verwendet wird (in der Regel der **Basis**-Take).

Sollen viele Parameter verändert werden kann das manuelle Anklicken der Parameter lästig werden. Aus diesem Grund bietet der **Take-Manager** unter **Datei > Auto-Take** auch einen speziellen Modus, in dem sich alle Parameter eines ausgewählten Takes sofort verändern lassen.

## 15.6 Takes rendern

Nachdem alle Takes definiert wurden, lassen sich diese individuell oder auch alle nacheinander automatisiert rendern. Entweder selektieren Sie dazu durch Anklicken des grauen Kreises rechts von den Takes im **Take-Manager** einzelne Takes und rufen dann im **Rendern**-Menü des **Take-Managers** **Markierte Takes im Bild-Manager rendern** oder **Markierten Take im Bild-Manager (Team Render) rendern** auf. Mit den Befehlen **Alle Takes im Bild-Manager rendern** bzw. **Alle Takes im Bild-Manager (Team Render) rendern** werden automatisch immer alle Takes nacheinander gerendert.

## 15.7 Takes verwalten und umschalten

Um beim Arbeiten in einem Projekt jederzeit einen Überblick zu haben, welcher Take gerade aktiv ist, macht die Nutzung des **HUD** in der Editoransicht Sinn, da der *Take-Manager* in der Regel hinter dem *Objekt-Manager* verborgen liegt.

Sie finden dazu in der Editoransicht unter **Optionen > Ansichts-Voreinstellungen** unter dem **HUD**-Reiter eine Option für **Aktueller Take**. Ist diese Option aktiv, wird Ihnen nicht nur oben mittig in jeder Editoransicht der Namen des aktuell selektierten Takes angezeigt, Sie können auch durch Anklicken dieses Namens auf andere Takes umschalten, ohne dafür extra in den *Take-Manager* wechseln zu müssen.

### 15.7.1 Übung zum Anlegen und Rendern verschiedener Takes

Übung: Nutzen Sie eine bereits beleuchtete Szene und erstellen Sie davon eine Variation mithilfe des Take-Systems, damit später einfach zwischen beiden Varianten umgeschaltet werden kann. Lassen Sie zudem automatisch eine andere Kameraperspektive für jeden Take rendern.

## 16 Grundlagen der Animation

Bei einer Animation handelt es sich nur um eine Abfolge von Einzelbildern. Die Prinzipien der Modellierung, Ausleuchtung und Bildberechnung bleiben daher die gleichen. Es gibt jedoch einige Voreinstellungen, die bereits vor der eigentlichen Animation beachtet werden sollten.

### 16.1 Die Projekt-Voreinstellungen

Sie finden diese Einstellungen im Bearbeiten-Menü von Cinema 4D. Wie bereits bekannt, finden Sie dort Vorgaben zum Massstab der Szene oder z. B. zur Standard-Oberflächenfarbe der Objekte. Wir schauen uns diesmal die für die Animation relevanten Einstellungen an.

Für das Anlegen von Animationen ist weniger die Maßeinheit für Abmessungen interessant, als z. B. die Einheit, in der die Zeit gemessen wird, oder die Anzahl an Einzelbildern, die später eine Sekunde Film ergeben sollen. Vielleicht ist Ihnen bereits bekannt, dass unterschiedliche Präsentationsgeräte für Filme auch unterschiedliche **Bilderraten** benutzen. Im europäischen Fernsehen laufen Filme z. B. mit 25 Bildern pro Sekunde ab.

Kinofilme werden oft noch mit **24** Bildern in der Sekunde vorgeführt. Andere Länder verwenden wiederum davon abweichende **Bilderraten** für Ihre Videosysteme, von den Filmen im Internet mit ihren nahezu beliebigen **Bilderraten** einmal ganz zu schweigen.

Wenn Sie die Erstellung einer Animation planen, sollten Sie sich daher möglichst frühzeitig auf eine **Bilderrate** festlegen und diese hier eintragen. Generell gilt, je mehr Bilder pro Sekunde Film, desto länger die Berechnung, desto weicher die Bewegungen, desto größer das Datenvolumen für die Speicherung und desto höher die technischen Anforderungen für die flüssige Wiedergabe auf einem PC.

Die **Projektzeit** gibt den aktuellen Zeitpunkt in Ihrer Animation an. Dies hat eher statistischen Nutzen, denn diesen Zeitpunkt können Sie an anderer Stelle im Layout von Cinema 4D bequemer ablesen und editieren. Wir kommen darauf zurück bei der Besprechung des Zeitstrahls unterhalb der Editoransichten. Der zeitliche Bereich, der von diesem Zeitstrahl erfasst wird, kann über die Werte **Vorschauzeit: Min** und **Vorschauzeit: Max** definiert werden. Dies wiederum ist abhängig von der Gesamtlänge, die Sie für Ihre Animation nutzen möchten. Diesen Bereich legen Sie über **Zeit: Minimum** und **Zeit: Maximum** fest.

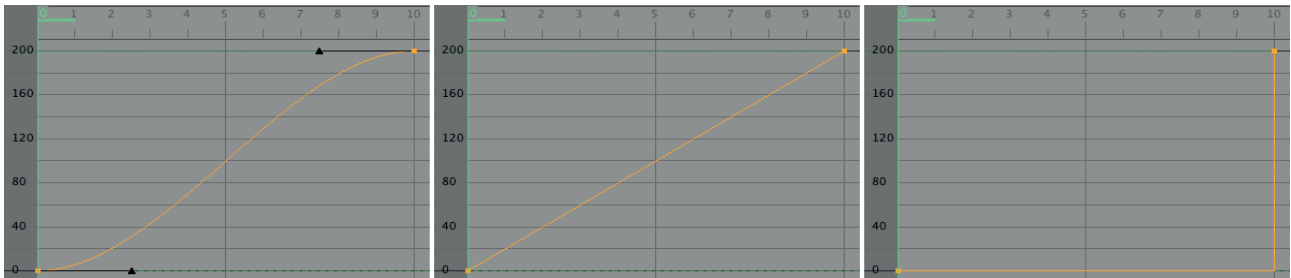
Hierzu ein kleines Beispiel: Ihre Animation soll später mit 25 Bildern pro Sekunde abgespielt werden. Sie setzen also die **Bilderrate** auf den Wert 25. Zudem planen Sie eine Gesamtlänge für Ihren Film von 10 Sekunden. Daraus ergibt sich, dass Sie insgesamt  $25 * 10$ , also 250 Bilder berechnen müssen. Um in Cinema 4D diese Anzahl an fortlaufenden Bildern zu reservieren, tragen Sie in **Zeit: Minimum** 0 B und in **Zeit: Maximum** 249 B ein. Das Kürzel **B** hinter den Werten steht hierbei für den Begriff **Bilder**. Dies kann über die **Programm-Voreinstellungen** editiert werden, falls Sie z. B. lieber mit **Sekunden** als mit der **Einheit Bilder** arbeiten möchten.

Die Einstellungen für **Vorschauzeit: Min** und **Vorschauzeit: Max** können jetzt beliebig innerhalb des Bildbereichs zwischen 0 und 249 eingestellt werden. Diese Werte steuern nur die Zoomstufe des Zeitstrahls unter den Editoransichten und haben mit der eigentlichen Animationslänge nichts zu tun. Die beispielhaften Werte 10 für **Vorschauzeit: Min** und 30 für **Vorschauzeit: Max** zoomen also diesen Bilderbereich der Gesamtanimation im Zeitstrahl nur heran, um dort z. B. detaillierter an der Animation arbeiten zu können. All diese Einstellungen lassen sich auch zu späteren Zeitpunkten noch korrigieren, z. B. wenn die Animation doch länger werden soll als ursprünglich gedacht. Erhöhen Sie dann einfach den Wert für **Zeit: Maximum**. Einzig auf die **Bilderrate** sollten Sie sich bereits frühzeitig festlegen, da es ansonsten zu Ungenauigkeiten bei der Umrechnung verschiedener Bilderraten mit bereits erstellten **Keyframes** kommen kann.

## 16.1.1 Die Keyframe-Interpolation

Wir haben bereits angesprochen, dass **Keyframes** kleine Datenpakete sind, die zu bestimmten Zeiten der Animation abgelegt werden können. Auf diese Weise kann z. B. exakt die Bewegung eines Objekts festgehalten werden. In den Zeiträumen zwischen den **Keyframes** findet eine Interpolation statt, die dafür sorgt, dass die in der Regel unterschiedlichen Werte in den **Keyframes** weich ineinander überführt werden und so bei Abspielen der Animation eine zusammenhängende Veränderung bzw. Bewegung entsteht. Diese **Key-Interpolation** (**Key** wird oft als Kürzel für **Keyframe** verwendet) kann im Vorfeld festgelegt werden, lässt sich aber auch später noch individuell für jedes **Keyframe** editieren. Sie finden diese Einstellung in der Rubrik **Key-Interpolation** der **Projekt-Voreinstellungen**.

So legen Sie über das **Interpolation**-Menü fest, wie der interpolierte Übergang zwischen den **Keyframes** erfolgen soll.



Bei **Spline** wird ein so genanntes **Ease In-** und **Ease Out**-Verhalten aktiviert. Auf die Positions-Animation eines Objekts bezogen bedeutet dies, dass die Bewegung langsam startet, sich dann beschleunigt und gegen Ende wieder langsam abbrems. Dies kommt den natürlichen Bewegungen in der Realität sehr nahe, da so eine gewisse Trägheit der Objekte simuliert wird. Für technische Animationen bietet sich jedoch eher die **Interpolation Linear** an. Dabei kommt es zu einer gleichförmigen Veränderung der Keyframewerte. Die Bewegung ist in jeder Phase gleich schnell und beginnt und endet abrupt. Die Einstellung **Stufe** treibt dies auf die Spitze und unterdrückt jede Interpolation zwischen den **Keyframes**. Es kommt dadurch zu einem schlagartigen Wechsel der Werte, sobald ein **Keyframe** erreicht wird. Ein typisches Beispiel hierfür wäre die Animation eines Sekundenzeigers, der ohne relevanten Übergang von einer zur nächsten Sekunde springt.

Da Sie bei der Bearbeitung einer Animation die Interpolation für jedes **Keyframe** auch noch individuell verändern können, gewinnt die Option für **Frühere Interpolation beibehalten** an Bedeutung. Wird ein bereits vorhandenes **Keyframe** überschrieben, so kann damit dessen Interpolation auch für das neue **Key** verwendet werden. Ansonsten nutzt jedes neu gesetzte **Keyframe** wieder die unter **Interpolation** eingestellte Vorgabe.

### 16.1.1.1 Keyframes sperren

**Keyframes** bestehen aus einem gespeicherten Wert und einem im Key ebenfalls festgehaltenen Zeitpunkt, zu dem eben dieser Wert in der Animation angezeigt oder umgesetzt werden soll. Beide Komponenten lassen sich getrennt voneinander sperren. Ist **Wert sperren** aktiv kann fortan nur noch der im **Key** gespeicherte Zeitpunkt editiert werden. Die z. B. im **Key** gesicherte Position eines Objekts bleibt also geschützt. Entsprechend verhält es sich bei **Zeit sperren**, nur dass dann nur noch der **Keywert** verändert werden kann, der Zeitpunkt des **Keys** jedoch fixiert bleibt.

Wenn ein Teilbereich der Animation bereits über Keyframes definiert wurde und nun nachträglich noch leicht durch das Verschieben eines Keys in der Zeit angepasst werden soll, kann die **Breakdown**-Option hilfreich werden. Keys, die mit der **Breakdown**-Option markiert wurden, bewegen sich als Gruppe, sobald ein benachbarter, „normaler“ Key in der Zeit verschoben wird. Dabei bleiben die **Breakdown**-Keys jedoch auch individuell editierbar und können wie normale Keys in Wert und Zeit weiter angepasst werden. Keys mit aktiver **Breakdown**-Option werden in der Editor-darstellung (bei Positionsanimationen) oder auch in der **Zeitleiste** andersfarbig hervorgehoben. Wenn Sie diese Einfärbung auch für normale Keys nutzen möchten, aktivieren Sie für diese die Option für die **Breakdown-Farbe**. Dies ändert jedoch nichts an deren Verhalten.

Schließlich lassen sich selektierte Keys auch im **Attribute-Manager** per **Stumm**-Option stummschalten. Damit ist gemeint, dass sich die Animation zu diesem Zeitpunkt so verhält, als wäre dieses Key nicht vorhanden. Dies kann hilfreich sein, um eine Animation abschnittsweise in der Zeit zu deaktivieren und dort Bewegungen z. B. ausschließlich über Expressions berechnen zu lassen.

### 16.1.1.2 Die Spline-Interpolation beeinflussen

Die folgenden Optionen sind nur dann relevant, wenn Sie **Spline** als **Interpolation** gewählt haben. Wie bereits angesprochen, entstehen dadurch weiche Übergänge zwischen den Keyframewerten, die natürliches Beschleunigen und Abbremsen simulieren. Möglich wird dies durch die Verwendung von **Tangenten**, wie Sie auch bei **Splines** verwendet werden. Über die Länge und Steigung der **Tangenten** kann dabei der Verlauf der Interpolationskurve zwischen den **Keyframes** gesteuert werden.

**Tangenten** bestehen aus einem linken und einem rechten Teil, um den Verlauf der Kurve zeitlich vor und nach dem **Keyframe** beeinflussen zu können. Ist **Auto-Tangenten** aktiviert, werden die Tangenten automatisch so skaliert und rotiert, dass eine harmonische Interpolationskurve resultiert. Einziger Nachteil ist hierbei, dass die resultierende Kurve auch leicht „überschwingen“ kann, also z. B. zwischen zwei benachbarten **Keyframes** mit ansonsten gleichem Wert die Kurve aus dem gewünschten Wertebereich herausschwingt. Dieses kann jedoch durch Anhängen von **Abschneiden** verhindert werden. Dies führt automatisch zu einer linearen Interpolation zwischen benachbarten **Keyframes**, wenn deren Werte absolut identisch sind.

Wird zusätzlich **Überschwingen entfernen** aktiviert, reduziert sich die Steigung benachbarter Tangenten schon dann, wenn die Keywerte nur ungefähr gleich sind und fängt dadurch Überschwingungen noch frühzeitiger ab.

Mit **Gewichtete Tangenten** werden die Längen beider Tangentenarme automatisch so angepasst, dass sie den zeitlichen Abstand zum nächsten Key berücksichtigen. So können noch natürlichere Interpolationskurven resultieren.

**Automatische Wichtung** fixiert die Länge der Tangenten in X-Richtung (in Richtung der Zeitachse) und behält diese selbst dann bei, wenn die Tangenten nachträglich rotiert werden. Dieses Verhalten simuliert die Berechnung von Tangenten in anderen 3D-Programmen. Die **Automatische Wichtung** kann jedoch nicht genutzt werden, wenn bereits **Auto-Tangenten** aktiv sind.

Wird **Auto-Tangente** ausgeschaltet, können die Interpolationstangenten auch manuell editiert werden. Soll nur die Länge der Tangenten editierbar sein, haken Sie **Tangentenwinkel sperren** an. Im umgekehrten Fall, also wenn nur die Neigung der Tangenten beeinflusst werden soll, die Längen aber gleich bleiben sollen, aktivieren Sie **Tangentenlänge sperren**.

Im Normalfall liegen beide Tangenten auf einer Linie. Mit **Tangenten brechen** können Sie jedoch auch beide Seiten getrennt voneinander skalieren und drehen. Dies resultiert dann jedoch oft in einem Sprung oder einem abrupten Wechsel in der Interpolation. Um den Winkel zwischen gebrochenen Tangenten zu fixieren schalten Sie **Winkel zwischen Tangenten sperren** an. Wie bereits erwähnt, sind dies alles Optionen, die sich auch noch einmal individuell für jedes gesetzte Keyframe editieren lassen.

## 16.2 Die einfache Zeitleiste

Hiermit ist der Bereich direkt unterhalb der Editor-Ansichtsfenster gemeint. Sie finden dort einen Zeitstrahl, einige Zahlenwerte und Icons, deren Funktion ich kurz beschreiben möchte.

Wie Sie bereits aus den **Projekt-Voreinstellungen** wissen, werden Animationen hauptsächlich in Bilder unterteilt. Die beiden Zahlenwerte ganz unten geben daher die untere und die obere Begrenzung für die Bildnummern der Einzelbilder in der Animation an. Soll Ihre Animation länger als 101 Bilder werden (Bild 0 stellt bereits ein Bild dar), erhöhen Sie einfach den Zahlenwert im rechten Feld. Welches dieser Bilder Ihnen aktuell im Editor angezeigt wird, können Sie durch direktes Verschieben des grünen Zeitreiters oder durch Eingabe einer Bildnummer im rechten Zahlen-Eingabefeld vorgeben. Der dabei als Zeitstrahl sichtbare Bereich muss nicht unbedingt der gesamten Länge der Animation entsprechen. Über die Regler zwischen der minimalen und der maximalen Bildnummer können Sie nämlich auch nur einen Teilbereich der Gesamtanimation abdecken und so praktisch in die Animation hineinzoomen. Sie können hier entweder die Pfeile mit dem Mauszeiger benutzen oder durch Doppelklick auf die angezeigten Zahlenwerte diese numerisch eingeben.

Zum schnellen Navigieren in der Zeit können die Schaltflächen mit den Doppelpfeilen benutzt werden. Sie können darüber zum Anfang oder Ende der Animation springen. Entsprechend ermöglichen die Schaltflächen mit den durchbrochenen Einzelpfeilen das bildweise Durchschalten der Animation entweder in Richtung Anfang der Animation oder zum Ende der Animation hin. Die Schaltfläche mit dem grünen Pfeil entspricht dem bekannten Play-Knopf z. B. an einem Blue-ray-Player. Die Animation wird dadurch also automatisch abgespielt. Dabei ändert die Schaltfläche ihr Aussehen zu einem Pause-Zeichen. Ein erneuter Klick auf diese Schaltfläche beendet also das Abspielen auch wieder.

Bedenken Sie bei der Wiedergabe der Animation, dass die Darstellung im Editor in der Regel nicht so flüssig und schnell erfolgt wie bei der späteren Ausgabe der Animation als Film. Dies gilt im besonderen Maße für Szenen, bei denen aufwändige Berechnungen erfolgen. In solchen Fällen kann auch das bildweise Durchschalten der Animation hilfreich sein, um das Verhalten animierter Objekte Bild für Bild begutachten zu können.

Ein Klick auf die rote Schaltfläche mit dem Schlüsselsymbol erzeugt das bereits beschriebene **Keyframe** für das aktuell selektierte Objekt und zwar zum aktuellen Zeitpunkt der Animation. In der Regel gehen Sie also so vor, dass Sie zuerst das gewünschte Bild der Animation auswählen, dann das zu animierende Objekt selektieren und z. B. bezüglich seiner Position verändern und dann die **Keyframe**-Aufnahme auslösen. Welche Informationen nun in dem **Keyframe** gespeichert werden, legen Sie u. a. über die Tasten mit den bekannten **Verschieben**-, **Skalieren**- und **Drehen**-Symbolen fest. Dabei handelt es sich um Wechselschalter, die in beliebiger Kombination aktiviert werden können.

Ist die Taste mit dem Verschieben-Symbol aktiv, wird ein **Keyframe** für die aktuelle Position des selektierten Objekts gespeichert. Mit aktiver Skalierung-Taste wird die Größe des Objekts als Keyframe gesichert. Dabei handelt es sich übrigens um die Achslängen des Objekts. Daher müssen Größenveränderungen während einer Animation auf durch Skalierung im **Objekt**-Modus erstellt werden. Das letzte Icon steht für die Rotation des Objekts.

Abschließend zu dieser Kurzeinführung noch der Hinweis zu den schwarz hinterlegten Pfeil-Tasten. Wurden bereits **Keyframes** erzeugt, werden diese als kleine blaue Kästchen innerhalb des Zeitstrahls angezeigt, sofern das animierte Objekt selektiert ist. Mit den beschriebenen Tasten können Sie dann jeweils zum vorherigen oder zum nächsten **Keyframe** springen.

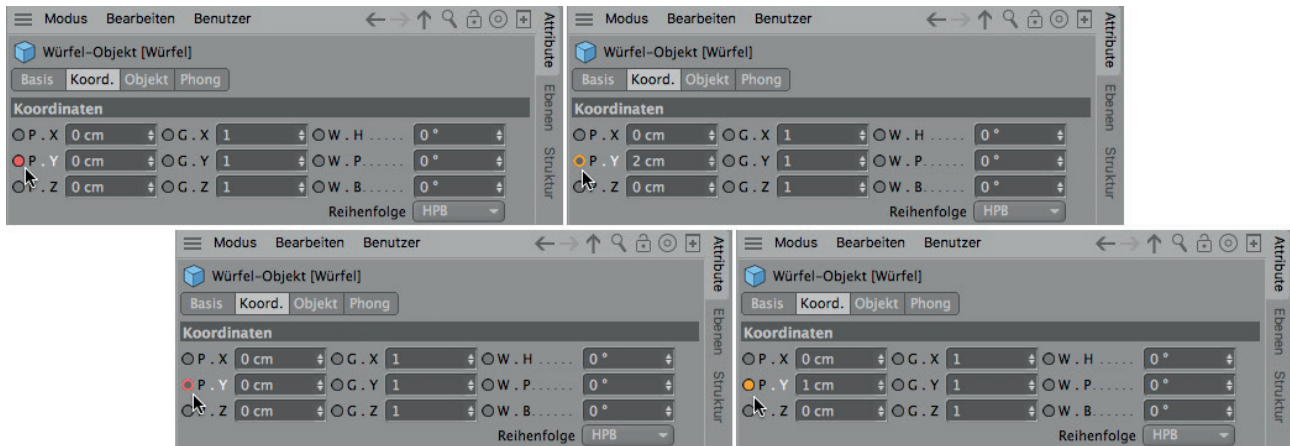
### 16.2.1 Der Abspielmodus

Wie Sie bereits wissen, lassen sich Animationen im Editor über die grüne, nach rechts weisende Pfeiltaste abspielen. Welcher Bereich und in welcher Reihenfolge dieser dabei abgespielt werden soll, können Sie über das **Animieren**-Menü von Cinema 4D bestimmen. In dem Eintrag **Abspiel-Modus** können Sie zusätzlich die Option für **Vorschaubereich** aktivieren. Dadurch wird beim Abspielen der Animation im Editor automatisch nur der über den Vorschauregler des Zeitstrahls bestimmte Abschnitt abgespielt. Auf diese Weise müssen Sie nicht immer die gesamte Animation betrachten, obwohl vielleicht momentan nur ein kleiner Teilbereich davon für Sie interessant ist. Wie mit der Wiedergabe der Animation am Ende zu verfahren ist, geben Sie über die drei folgenden Optionen an. Bei **Einfach** wird die Animation bis zum Ende bzw. bis zum Ende des Vorschaubereichs abgespielt und dann die Wiedergabe automatisch gestoppt.

Bei **Zyklisch** springt die Wiedergabe automatisch wieder zum Anfang der Animation bzw. des Vorschaubereichs und setzt die Wiedergabe fort. So können Sie sich die Animation also in einer Endlosschleife ansehen. Bei **Ping-Pong** schließlich erfolgt beim Erreichen des Endes ein Umschalten in das rückwärts Abspielen bis der Anfang der Animation erreicht wird. Dort schaltet die Wiedergabe dann wieder in den Vorwärtsgang und spielt die Animation erneut in normaler Laufrichtung ab.

## 16.3 Parameter animieren

Sie wissen bereits, wie Position, Größe und Rotation eines Objekts animiert werden können. **Keyframes** lassen sich jedoch ebenso für Farben in Materialien oder z. B. die Stärke eines **Biege**-Deformators erzeugen. Hierfür sind die grauen Kreisflächen vor den Parametern gedacht, die Sie überall im **Attribute-Manager** finden können. Ein Mausklick auf so einen Kreis setzt zum aktuellen Zeitpunkt der **Zeitleiste** ein **Keyframe** für diesen Parameter. Der Kreis wird dadurch zu einer roten Scheibe. Wegen Sie sich in der **Zeitleiste** zu einem anderen Bild, verändert sich der Kreis vor einem animierten Parameter zu einem roten Ring, sofern zu dem aktuellen Zeitpunkt kein **Keyframe** für diesen Wert vorhanden ist. Ein gelber Kreis oder ein gelber Ring werden alternativ angezeigt, wenn der Parameter einen Zahlenwert enthält, der von der aktuellen **Keyframe**-Animation abweicht.



Durch einen **Shift**-Klick auf einen roten Kreis kann dieses **Keyframe** wieder gelöscht werden, ohne die übrigen **Keyframes** dieses Parameters zu verändern. Ein **Shift+Strg**/**Ctrl**-Klick auf den Kreis entfernt schließlich die gesamte Animation dieses Parameters.

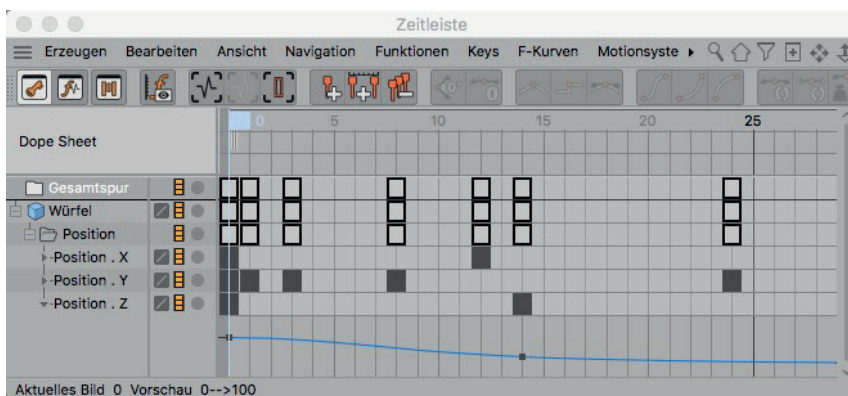
Den Wert eines **Keyframes** können Sie durch einfaches Überspeichern korrigieren. Verändern Sie also den Parameter entsprechend Ihren Wünschen und führen Sie erneut einen Klick auf den dann gelben Kreis vor dem Parameter aus.

## 16.4 Die Zeitleiste

Um sinnvoll mit den Interpolationskurven zwischen den Splines und ggf. mit den Tangenten an den **Keyframes** arbeiten zu können, wäre eine grafische Darstellung aller Keys und deren Funktionskurven hilfreich. Diese Darstellung finden Sie in der **Zeitleiste**, die über das **Fenster**-Menü von Cinema 4D abrufbar ist. Durch Aufrufen von Zeitleiste (Dope Sheet) öffnet sich die **Zeitleiste** im so genannten **Keymodus**, der sich vor allem als Übersicht über vorhandenen **Keyframes** und zu deren Editierung eignet.

Auf der linken Seite finden Sie dort eine Spalte der animierten Objekte. Durch Anklicken der Plus-Symbole davor entfalten sich schrittweise die Animationsspuren, bis Sie schließlich die einzelnen Sequenzen, z. B. für die X-, Y- und Z-Anteile einer Position-Animation erkennen können. Unterhalb der Sequenzen werden die Interpolations- bzw. Funktionskurven eingezeichnet und können dort auch bedient werden. Einzelne Keyframes lassen sich in diesem Modus selektieren, verschieben, per **Strg/Ctrl-Drage&Drop** duplizieren oder auch löschen.

Eine noch komfortablere Möglichkeit nur mit den Kurven zu arbeiten bietet der **F-Kurvenmodus** der **Zeitleiste**.



Über das **Fenster**-Menü können Sie diesen direkt über **Zeitleiste (F-Kurven)** abrufen oder in der Zeitleiste mit **Tab** zwischen dem Key- und dem F-Kurven-Modus umschalten. Im F-Kurven-Modus können nach dem Anklicken der Spurnamen in der linken Liste diese Kurven fensterfüllend angezeigt werden. Es existieren Funktionen zum automatischen Zentrieren der Kurvendarstellung im rechten Teil der **Zeitleiste**.

Die Navigation innerhalb der Kurvendarstellung kann über die Icons in der Titelzeile der **Zeitleiste** oder über die bekannten Tastenkürzel **1** und **2** erfolgen.

► *Siehe Übung zum Animieren*

## ZUSAMMENFASSUNG ZEITLEISTE

- Animationen können u. a. über **Keyframes** definiert werden. Damit sind kleine Datenpakete gemeint, die zu bestimmten Zeitpunkten der Animation erzeugt werden können.
- Die Zeitabschnitte zwischen den **Keyframes** werden automatisch interpoliert.
- Die **Spline**-Interpolation simuliert die Trägheit der Objekte, führt also zu einer langsamen Beschleunigung aus der Ruhe heraus und zu einem frühzeitig Abbremsen vor dem Stillstand eines Objekts.
- Die **Spline**-Interpolation wird durch Tangenten definiert. Diese lassen sich grafisch in der **Zeitleiste** bearbeiten oder automatisch an die Zeitabstände und Wertunterschiede der Keys anpassen.
- Eine **lineare** Interpolation simuliert mechanisches Verhalten und kann für gleichförmige und ruckhafte Bewegungen verwendet werden.
- Die **Stufe**-Interpolation ruft ohne Übergang den Zustand eines **Keyframes** ab, sobald dies in der Animation erreicht wird.
- Die Standard-Interpolation neu erzeugten **Keyframes** kann über die **Projekt-Voreinstellungen** festgelegt werden. Dort lässt sich auch die gewünschte **Bilderrate** des Projekts angeben.
- Durch Klicks auf die Kreise vor Parameternamen im **Attribute-Manager** können beliebige Parameter über Keyframes animiert werden.



## **Über den Autor des Curriculums**

Dieses Curriculum wurde von Arndt von Koenigsmarck verfasst. Er ist Maxon Certified Lead Instructor und bereits seit Release 5 als international verlegter Fachbuchautor, Trainer und Dienstleister für 3D-Visualisierungen tätig. Seit 2011 veröffentlicht er seine Bücher im eigenen Rodenburg Verlag ([www.rodenburg-verlag.de](http://www.rodenburg-verlag.de)). Dort sind auch Plug-ins zu Cinema 4D von ihm erschienen. Seine deutschsprachigen Workshops erscheinen regelmäßig u. a. bei LinkedIn Learning.

Seit 2010 unterrichtet er auch regelmäßig an verschiedenen Hochschulen und betreut interdisziplinäre Projekte. Auch diese Erfahrungen sind natürlich direkt mit in die Struktur und den Inhalt dieses Curriculums eingeflossen.

