

# [Spiele entwickeln mit Unity 5](#)

2D- und 3D-Games mit Unity und C# für Desktop, Web & Mobile. Für Unity 5.6

Bearbeitet von  
Von: Carsten Seifert, und Jan Wislaug

3., aktualisierte und erweiterte Auflage 2017. Buch. 670 S. Softcover  
ISBN 978 3 446 45197 1  
Format (B x L): 18,5 x 24,6 cm  
Gewicht: 1322 g

[Weitere Fachgebiete > EDV, Informatik > Programmiersprachen: Methoden > Spiele-  
Programmierung, Rendering, Animation](#)

Zu [Inhaltsverzeichnis](#)

schnell und portofrei erhältlich bei

The logo for beck-shop.de features the text 'beck-shop.de' in a bold, red, sans-serif font. Above the 'i' in 'shop' are three red dots of varying sizes, arranged in a slight arc. Below the main text, the words 'DIE FACHBUCHHANDLUNG' are written in a smaller, red, all-caps, sans-serif font.

**beck-shop.de**  
DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung [beck-shop.de](http://beck-shop.de) ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.



Leseprobe

Carsten Seifert, Jan Wislaug

Spiele entwickeln mit Unity 5

2D- und 3D-Games mit Unity und C# für Desktop, Web & Mobile. Für  
Unity 5.6

ISBN (Buch): 978-3-446-45197-1

ISBN (E-Book): 978-3-446-45368-5

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-45197-1>

sowie im Buchhandel.

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>XIX</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Multiplattform-Publishing .....	1
1.2 Das kann Unity (nicht) .....	2
1.3 Lizenzmodelle .....	2
1.4 Aufbau und Ziel des Buches .....	3
1.5 Weiterentwicklung von Unity .....	4
1.6 Online-Zusatzmaterial .....	5
<b>2 Grundlagen</b> .....	<b>7</b>
2.1 Installation .....	7
2.2 Oberfläche .....	7
2.2.1 Hauptmenü .....	9
2.2.2 Scene View .....	10
2.2.3 Game View .....	12
2.2.4 Toolbar .....	14
2.2.5 Hierarchy .....	16
2.2.6 Inspector .....	17
2.2.7 Project Browser .....	21
2.2.8 Console .....	23
2.3 Das Unity-Projekt .....	23
2.3.1 Neues Projekt anlegen .....	24
2.3.2 Bestehendes Projekt öffnen .....	25
2.3.3 Projektdateien .....	26
2.3.4 Szene .....	26
2.3.5 Game Objects .....	27
2.3.6 Tags .....	29
2.3.7 Layer .....	30
2.3.8 Assets .....	31
2.3.9 Frames .....	34
2.4 Das erste Übungsprojekt .....	34

<b>3</b>	<b>C# und Unity</b>	<b>37</b>
3.1	Die Sprache C#	37
3.2	Syntax	38
3.3	Kommentare	39
3.4	Variablen	39
3.4.1	Namenskonventionen	39
3.4.2	Datentypen	40
3.4.3	Schlüsselwort var	41
3.4.4	Datenfelder/Array	41
3.5	Konstanten	43
3.5.1	Enumeration	43
3.6	Typkonvertierung	44
3.7	Rechnen	44
3.8	Verzweigungen	45
3.8.1	if-Anweisungen	46
3.8.2	switch-Anweisung	48
3.9	Schleifen	49
3.9.1	for-Schleife	49
3.9.2	Foreach-Schleife	50
3.9.3	while-Schleife	50
3.9.4	do-Schleife	51
3.10	Klassen	51
3.10.1	Komponenten per Code zuweisen	52
3.10.2	Instanziierung von Nichtkomponenten	52
3.10.3	Werttypen und Referenztypen	54
3.10.4	Überladene Methoden	55
3.11	Der Konstruktor	55
3.11.1	Konstruktoren in Unity	56
3.12	Lokale und globale Variablen	56
3.12.1	Namensverwechslung verhindern mit this	56
3.13	Zugriff und Sichtbarkeit	57
3.14	Statische Klassen und Klassenmember	57
3.15	Parametermodifizierer out/ref	58
3.16	Array-Übergabe mit params	59
3.17	Eigenschaften und Eigenschaftsmethoden	60
3.18	Vererbung	61
3.18.1	Basisklasse und abgeleitete Klassen	62
3.18.2	Vererbung und die Sichtbarkeit	62
3.18.3	Geerbte Methode überschreiben	63
3.18.4	Zugriff auf die Basisklasse	63
3.18.5	Klassen versiegeln	64
3.19	Polymorphie	64
3.20	Schnittstellen	65
3.20.1	Schnittstelle definieren	65

3.20.2	Schnittstellen implementieren .....	65
3.20.3	Zugriff über eine Schnittstelle .....	66
3.21	Namespaces .....	67
3.21.1	Eigene Namespaces definieren .....	68
3.22	Generische Klassen und Methoden .....	69
3.22.1	List .....	69
3.22.2	Dictionary .....	70
<b>4</b>	<b>Skript-Programmierung .....</b>	<b>73</b>
4.1	MonoDevelop .....	73
4.1.1	Hilfe in MonoDevelop .....	74
4.1.2	Syntaxfehler .....	74
4.2	Nutzbare Programmiersprachen .....	75
4.2.1	Warum C#? .....	76
4.3	Unitys Vererbungsstruktur .....	76
4.3.1	Object .....	77
4.3.2	GameObject .....	77
4.3.3	ScriptableObject .....	77
4.3.4	Component .....	77
4.3.5	Transform .....	78
4.3.6	Behaviour .....	78
4.3.7	MonoBehaviour .....	78
4.4	Skripte erstellen .....	78
4.4.1	Skripte umbenennen .....	79
4.5	Das Skript-Grundgerüst .....	80
4.6	Unitys Event-Methoden .....	80
4.6.1	Update .....	81
4.6.2	FixedUpdate .....	81
4.6.3	Awake .....	82
4.6.4	Start .....	82
4.6.5	OnGUI .....	82
4.6.6	LateUpdate .....	83
4.6.7	Aufruf-Reihenfolge .....	83
4.7	Komponentenprogrammierung .....	84
4.7.1	Auf GameObjects zugreifen .....	84
4.7.2	GameObjects aktivieren und deaktivieren .....	86
4.7.3	GameObjects zerstören .....	86
4.7.4	GameObjects erstellen .....	86
4.7.5	Auf Components zugreifen .....	87
4.7.6	Components hinzufügen .....	89
4.7.7	Components entfernen .....	89
4.7.8	Components aktivieren und deaktivieren .....	89
4.7.9	Attribute .....	90
4.8	Zufallswerte .....	91

4.9	Parallel Code ausführen .....	92
4.9.1	WaitForSeconds .....	93
4.10	Verzögerte und wiederholende Funktionsaufrufe mit Invoke .....	94
4.10.1	Invoke .....	94
4.10.2	InvokeRepeating, IsInvoking und CancelInvoke .....	94
4.11	Daten speichern und laden .....	95
4.11.1	PlayerPrefs-Voreinstellungen .....	95
4.11.2	Daten speichern .....	96
4.11.3	Daten laden .....	97
4.11.4	Key überprüfen .....	97
4.11.5	Löschen .....	97
4.11.6	Save .....	97
4.12	Szeneübergreifende Daten .....	98
4.12.1	Werteübergabe mit PlayerPrefs .....	98
4.12.2	Zerstörung unterbinden .....	100
4.13	Debug-Klasse .....	102
4.14	Kompilierungsreihenfolge .....	102
4.14.1	Programmsprachen mischen und der sprachübergreifende Zugriff .....	103
4.15	Ausführungsreihenfolge .....	103
4.16	Plattformabhängig Code kompilieren .....	104
4.17	Eigene Assets mit ScriptableObject .....	105
4.17.1	Neue ScriptableObject-Subklasse erstellen .....	105
4.17.2	Instanzen eines ScriptableObjects erstellen .....	106
<b>5</b>	<b>Objekte in der zweiten und dritten Dimension .....</b>	<b>109</b>
5.1	Das 3D-Koordinatensystem .....	109
5.2	Vektoren .....	110
5.2.1	Ort, Winkel und Länge .....	111
5.2.2	Normalisieren .....	112
5.3	Das Mesh .....	113
5.3.1	Normalenvektor .....	114
5.3.2	MeshFilter und MeshRenderer .....	115
5.4	Transform .....	117
5.4.1	Kontextmenü der Transform-Komponente .....	117
5.4.2	Objekthierarchien .....	118
5.4.3	Scripting mit Transform .....	119
5.4.4	Quaternion .....	119
5.5	Shader und Materials .....	120
5.5.1	Der Standard-Shader .....	121
5.5.2	Texturen .....	138
5.5.3	UV Mapping .....	141
5.6	3D-Modelle einer Szene zufügen .....	142
5.6.1	Primitives .....	142
5.6.2	3D-Modelle importieren .....	144

5.6.3	In Unity modellieren .....	145
5.6.4	Prozedurale Mesh-Generierung .....	146
5.6.5	Level Of Detail .....	146
5.7	2D in Unity .....	148
5.7.1	Sprites .....	149
5.7.2	SpriteRenderer .....	154
5.7.3	Parallax Scrolling .....	157
<b>6</b>	<b>Kameras, die Augen des Spielers .....</b>	<b>161</b>
6.1	Die Kamera .....	161
6.1.1	Komponenten eines Kamera-Objektes .....	163
6.1.2	HDR – High Dynamic Range-Rendering .....	163
6.1.3	Linearer- und Gamma-Farbraum .....	166
6.2	Kamerasteuerung .....	169
6.2.1	Statische Kamera .....	169
6.2.2	Parenting-Kamera .....	170
6.2.3	Kamera-Skripte .....	170
6.3	ScreenPointToRay .....	172
6.4	Mehrere Kameras .....	173
6.4.1	Kamerawechsel .....	173
6.4.2	Split-Screen .....	174
6.4.3	Einfache Minimap .....	175
6.4.4	Render Texture .....	177
6.5	Image Effects .....	179
6.5.1	Beispiel: Haus bei Nacht .....	179
6.6	Skybox .....	181
6.6.1	Mehrere Skyboxen gleichzeitig einsetzen .....	182
6.6.2	Skybox selber erstellen .....	183
6.7	Occlusion Culling .....	184
6.7.1	Occluder Static und Occludee Static .....	186
6.7.2	Occlusion Culling erstellen .....	186
<b>7</b>	<b>Licht und Schatten .....</b>	<b>189</b>
7.1	Environment Lighting .....	189
7.2	Lichtarten .....	191
7.2.1	Directional Light .....	192
7.2.2	Point Light .....	193
7.2.3	Spot Light .....	194
7.2.4	Area Light .....	195
7.3	Schatten .....	196
7.3.1	Einfluss des MeshRenderers auf Schatten .....	197
7.4	Light Cookies .....	198
7.4.1	Import Settings eines Light Cookies .....	198
7.4.2	Light Cookies und Point Lights .....	199

7.5	Light Halos .....	200
7.5.1	Unabhängige Halos .....	201
7.6	Lens Flares .....	201
7.6.1	Eigene Lens Flares .....	202
7.7	Projector .....	202
7.7.1	Standard Projectors .....	202
7.8	Lightmapping .....	204
7.8.1	Light Probes .....	207
7.9	Rendering Paths .....	209
7.9.1	Forward Rendering .....	210
7.9.2	Vertex Lit .....	211
7.9.3	Deferred Lighting .....	212
7.10	Global Illumination .....	213
7.10.1	Baked GI .....	214
7.10.2	Realtime Lighting .....	215
7.10.3	Lightmapping Settings .....	216
7.11	Light Explorer .....	217
7.12	Reflexionen (Spiegelungen) .....	218
7.12.1	Reflection Probes .....	219
7.13	Qualitätseinstellungen .....	222
7.13.1	Quality Settings .....	222
7.13.2	Qualitätsstufen per Code festlegen .....	222
<b>8</b>	<b>Physik in Unity .....</b>	<b>225</b>
8.1	Physikberechnung .....	225
8.2	Rigidbodyes .....	226
8.2.1	Rigidbodyes kennenlernen .....	227
8.2.2	Masseschwerpunkt .....	228
8.2.3	Kräfte und Drehmomente zufügen .....	229
8.3	Kollisionen .....	232
8.3.1	Collider .....	232
8.3.2	Trigger .....	236
8.3.3	Static Collider .....	238
8.3.4	Kollisionen mit schnellen Objekten .....	238
8.3.5	Terrain Collider .....	239
8.3.6	Layer-basierende Kollisionserkennung .....	239
8.3.7	Mit Layer-Masken arbeiten .....	240
8.4	Wheel Collider .....	242
8.4.1	Wheel Friction Curve .....	243
8.4.2	Entwicklung einer Fahrzeugsteuerung .....	245
8.4.3	Autokonfiguration .....	252
8.4.4	Fahrzeugstabilität .....	254
8.5	Physic Materials .....	254
8.6	Joints .....	255
8.6.1	Fixed Joint .....	255



8.6.2	Spring Joint .....	256
8.6.3	Hinge Joint .....	256
8.7	Raycasting .....	256
8.8	Character Controller .....	258
8.8.1	SimpleMove .....	258
8.8.2	Move .....	259
8.8.3	Kräfte zufügen .....	260
8.8.4	Einfacher First Person Controller .....	261
8.9	2D-Physik .....	263
8.9.1	OnCollision2D- und OnTrigger2D-Methoden .....	265
8.9.2	2D Physic Effectors .....	266
<b>9</b>	<b>Maus, Tastatur, Touch .....</b>	<b>269</b>
9.1	Virtuelle Achsen und Tasten .....	269
9.1.1	Der Input-Manager .....	269
9.1.2	Virtuelle Achsen .....	271
9.1.3	Virtuelle Tasten .....	271
9.1.4	Steuern mit Mauseingaben .....	272
9.1.5	Joystick-Inputs .....	272
9.1.6	Anlegen neuer Inputs .....	273
9.2	Achsen- und Tasteneingaben auswerten .....	273
9.2.1	GetAxis .....	273
9.2.2	GetButton .....	274
9.3	Tastatureingaben auswerten .....	275
9.3.1	GetKey .....	275
9.3.2	anyKey .....	275
9.4	Mauseingaben auswerten .....	276
9.4.1	GetMouseButton .....	276
9.4.2	Mauseingaben auf Objekten per Event .....	277
9.4.3	mousePosition .....	277
9.4.4	Mauszeiger ändern .....	278
9.5	Touch-Eingaben auswerten .....	280
9.5.1	Der Touch-Typ .....	280
9.5.2	Input.touches .....	281
9.5.3	TouchCount .....	281
9.5.4	GetTouch .....	281
9.5.5	CrossPlatformInput .....	282
9.6	Beschleunigungssensor auswerten .....	283
9.6.1	Input.acceleration .....	284
9.6.2	Tiefpass-Filter .....	285
9.7	Steuerungen bei Mehrspieler-Games .....	286
9.7.1	Split-Screen-Steuerung .....	286
9.7.2	Netzwerkspiele .....	287

<b>10</b>	<b>Audio</b> .....	<b>289</b>
10.1	AudioListener .....	289
10.2	AudioSource .....	290
	10.2.1 Durch Mauern hören verhindern .....	292
	10.2.2 Sound starten und stoppen .....	294
	10.2.3 Temporäre AudioSource .....	295
10.3	AudioClip .....	296
	10.3.1 Länge ermitteln .....	296
10.4	Reverb Zone .....	296
10.5	Filter .....	298
10.6	Audio Mixer .....	298
	10.6.1 Das Audio Mixer-Fenster .....	298
	10.6.2 Audiosignalwege .....	302
	10.6.3 Mit Snapshots arbeiten .....	306
	10.6.4 Views erstellen .....	307
	10.6.5 Parameter per Skript bearbeiten .....	307
<b>11</b>	<b>Partikeleffekte mit Shuriken</b> .....	<b>311</b>
11.1	Editor-Fenster .....	312
11.2	Particle Effect Control .....	313
11.3	Numerische Parametervarianten .....	313
11.4	Farbparameter-Varianten .....	314
11.5	Default-Modul .....	314
11.6	Effekt-Module .....	316
	11.6.1 Emission .....	316
	11.6.2 Shape .....	316
	11.6.3 Velocity over Lifetime .....	318
	11.6.4 Limit Velocity over Lifetime .....	318
	11.6.5 Inherit Velocity .....	319
	11.6.6 Force over Lifetime .....	319
	11.6.7 Color over Lifetime .....	319
	11.6.8 Color by Speed .....	320
	11.6.9 Size over Lifetime .....	320
	11.6.10 Size by Speed .....	320
	11.6.11 Rotation over Lifetime .....	320
	11.6.12 Rotation by Speed .....	321
	11.6.13 External Forces .....	321
	11.6.14 Noise .....	321
	11.6.15 Collision .....	322
	11.6.16 Triggers .....	323
	11.6.17 Sub Emitter .....	325
	11.6.18 Texture-Sheet-Animation .....	325
	11.6.19 Lights .....	326
	11.6.20 Trails .....	326
	11.6.21 Renderer .....	327

11.7	Partikelemission starten, stoppen und unterbrechen	329
11.7.1	Play	330
11.7.2	Stop	330
11.7.3	Pause	330
11.7.4	enableEmission	330
11.8	OnParticleCollision	331
11.8.1	GetCollisionEvents	331
11.9	Feuer erstellen	332
11.9.1	Materials erstellen	332
11.9.2	Feuer-Partikelsystem	333
11.9.3	Rauch-Partikelsystem	336
11.10	Wassertropfen erstellen	340
11.10.1	Tropfen-Material erstellen	340
11.10.2	Wassertropfen-Partikelsystem	341
11.10.3	Kollisionspartikelsystem	343
11.10.4	Kollisionsound	345
<b>12</b>	<b>Landschaften gestalten</b>	<b>347</b>
12.1	Was Terrains können und wo die Grenzen liegen	348
12.2	Terrainhöhe verändern	348
12.2.1	Pinsel	349
12.2.2	Oberflächen anheben und senken	349
12.2.3	Plateaus und Schluchten erstellen	350
12.2.4	Oberflächen weicher machen	351
12.2.5	Heightmaps	351
12.3	Terrain texturieren	353
12.3.1	Textur-Pinsel	354
12.3.2	Texturen verwalten	354
12.4	Bäume und Sträucher	356
12.4.1	Bedienung des Place Tree-Tools	357
12.4.2	Wälder erstellen	357
12.4.3	Mit Bäumen kollidieren	357
12.5	Gräser und Details hinzufügen	358
12.5.1	Detail-Meshs	359
12.5.2	Gräser	360
12.5.3	Quelldaten nachladen	360
12.6	Terrain-Einstellungen	361
12.6.1	Base Terrain	361
12.6.2	Resolution	361
12.6.3	Tree & Details Objects	362
12.6.4	Wind Settings	362
12.6.5	Zur Laufzeit Terrain-Eigenschaften verändern	363
12.7	Der Weg zum perfekten Terrain	364
12.8	Gewässer	365

<b>13</b>	<b>Wind Zones</b> .....	<b>367</b>
13.1	Spherical vs. Directional .....	368
13.2	Wind Zone - Eigenschaften .....	369
13.3	Frische Brise .....	370
13.4	Turbine .....	370
<b>14</b>	<b>GUI</b> .....	<b>371</b>
14.1	Das UI-System uGUI .....	372
14.1.1	Canvas .....	372
14.1.2	RectTransform .....	376
14.1.3	UI-Sprite Import .....	380
14.1.4	Grafische Controls .....	381
14.1.5	Interaktive Controls .....	385
14.1.6	Controls designen .....	392
14.1.7	Animationen in uGUI .....	393
14.1.8	Event Trigger .....	394
14.2	Screen-Klasse .....	395
14.2.1	Schriftgröße dem Bildschirm anpassen .....	395
14.3	OnGUI-Programmierung .....	396
14.3.1	GUI .....	397
14.3.2	GUILayout .....	399
14.3.3	GUIStyle und GUISkin .....	400
<b>15</b>	<b>Prefabs</b> .....	<b>403</b>
15.1	Prefabs erstellen und nutzen .....	403
15.2	Prefab-Instanzen erzeugen .....	403
15.2.1	Instanzen per Code erstellen .....	404
15.2.2	Instanzen weiter bearbeiten .....	405
15.3	Prefabs ersetzen und zurücksetzen .....	405
15.4	Prefab-Verbindungen auflösen .....	406
<b>16</b>	<b>Internet und Datenbanken</b> .....	<b>407</b>
16.1	Die WWW-Klasse .....	407
16.1.1	Rückgabewert-Formate .....	408
16.1.2	Parameter übergeben .....	409
16.2	Datenbank-Kommunikation .....	410
16.2.1	Daten in einer Datenbank speichern .....	410
16.2.2	Daten von einer Datenbank abfragen .....	411
16.2.3	Rückgabewerte parsen .....	413
16.2.4	Datenhaltung in eigenen Datentypen .....	414
16.2.5	HighscoreCommunication.cs .....	416
16.2.6	Datenbankverbindung in PHP .....	417

<b>17</b>	<b>Animationen</b>	<b>419</b>
17.1	Allgemeiner Animation-Workflow	420
17.2	Animationen erstellen	420
17.2.1	Animation View	421
17.2.2	Curves vs. Dope Sheet	422
17.2.3	Animationsaufnahme	422
17.2.4	Beispiel Fallgatter-Animation	427
17.3	Animationen importieren	428
17.3.1	Rig	429
17.3.2	Animationen	431
17.4	Animationen einbinden	434
17.4.1	Animator Controller	435
17.4.2	Animator-Komponente	450
17.4.3	Beispiel Fallgatter: Animator Controller	451
17.5	Controller-Skripte	453
17.5.1	Parameter des Animator Controllers setzen	454
17.5.2	Animation States abfragen	454
17.5.3	Beispiel Fallgatter Controller-Skript	455
17.6	Animation Events	457
17.7	Das „alte“ Animationssystem	458
<b>18</b>	<b>Künstliche Intelligenz</b>	<b>461</b>
18.1	NavMeshAgent	462
18.1.1	Eigenschaften der Navigationskomponente	463
18.1.2	Zielpunkt zuweisen	464
18.1.3	Pfadsuche unterbrechen und fortsetzen	464
18.2	Navigation-Fenster	465
18.2.1	Agents Tab	466
18.2.2	Object Tab	467
18.2.3	Bake Tab	467
18.2.4	Areas Tab	468
18.3	NavMeshObstacle	469
18.4	Off-Mesh Link	470
18.4.1	Automatische Off-Mesh Links	470
18.4.2	Manuelle Off-Mesh Links	471
18.5	Point & Click-Steuerung für Maus und Touch	472
<b>19</b>	<b>Fehlersuche und Performance</b>	<b>475</b>
19.1	Fehlersuche	475
19.1.1	Breakpoints	476
19.1.2	Variablen beobachten	477
19.1.3	Console Tab nutzen	478
19.1.4	GUI- und GUILayout nutzen	478
19.1.5	Fehlersuche bei mobilen Plattformen	479

19.2	Performance .....	481
19.2.1	Rendering-Statistik .....	482
19.2.2	Batching-Verfahren .....	483
19.2.3	Analyse mit dem Profiler .....	484
19.2.4	Echtzeit-Analyse auf Endgeräten .....	486
<b>20</b>	<b>Spiele erstellen und publizieren .....</b>	<b>489</b>
20.1	Der Build-Prozess .....	489
20.1.1	Szenen des Spiels .....	490
20.1.2	Plattformen .....	491
20.1.3	Notwendige SDKs .....	491
20.1.4	Plattformspezifische Optionen .....	492
20.1.5	Developer Builds .....	492
20.2	Publizieren .....	493
20.2.1	App .....	494
20.2.2	Browser-Game .....	494
20.2.3	Desktop-Anwendung .....	495
<b>21</b>	<b>Erstes Beispiel-Game: 2D-Touch-Game .....</b>	<b>497</b>
21.1	Projekt und Szene .....	497
21.1.1	Die Kamera .....	499
21.1.2	Texturen importieren und Sprites definieren .....	500
21.2	Gespenster und Hintergrund .....	502
21.2.1	Gespenster animieren .....	505
21.2.2	Gespenster laufen lassen .....	509
21.2.3	Gespenster-Prefab erstellen .....	511
21.3	Der GameController .....	512
21.3.1	Der Spawner .....	512
21.3.2	Level-Anzeige .....	514
21.3.3	Der Input-Controller .....	515
21.3.4	Game Over-UI .....	517
21.3.5	Hintergrundmusik .....	524
21.4	Punkte zählen .....	525
21.5	Spielende .....	526
21.6	Spiel erstellen .....	527
<b>22</b>	<b>Zweites Beispiel-Game: 3D Dungeon Crawler .....</b>	<b>529</b>
22.1	Level-Design .....	530
22.1.1	Modellimport .....	531
22.1.2	Materials konfigurieren .....	532
22.1.3	Prefabs erstellen .....	533
22.1.4	Dungeon erstellen .....	535
22.1.5	Dekoration erstellen .....	540
22.2	Inventarsystem erstellen .....	542
22.2.1	Verwaltungslogik .....	542

22.2.2	Oberfläche des Inventarsystems .....	550
22.2.3	Inventar-Items .....	553
22.3	Game Controller .....	560
22.4	Spieler erstellen .....	560
22.4.1	Lebensverwaltung .....	562
22.4.2	Spielersteuerung .....	573
22.4.3	Wurfstein entwickeln .....	581
22.4.4	Lautstärke steuern .....	587
22.5	Quest erstellen .....	588
22.5.1	Erfahrungspunkte verwalten .....	588
22.5.2	Questgeber erstellen .....	590
22.5.3	Sub-Quest erstellen .....	599
22.6	Gegner erstellen .....	604
22.6.1	Model-, Rig- und Animationsimport .....	604
22.6.2	Komponenten und Prefab konfigurieren .....	605
22.6.3	Animator Controller erstellen .....	607
22.6.4	NavMesh erstellen .....	609
22.6.5	Umgebung und Feinde erkennen .....	610
22.6.6	Gesundheitszustand verwalten .....	613
22.6.7	Künstliche Intelligenz entwickeln .....	617
22.7	Eröffnungsszene .....	626
22.7.1	Szene erstellen .....	626
22.7.2	Startmenü-Logik erstellen .....	627
22.7.3	Menü-GUI erstellen .....	629
22.8	WebGL-Anpassungen .....	631
22.8.1	WebGL-Input ändern .....	631
22.8.2	Quit-Methode in WebGL abfangen .....	632
22.9	Finale Einstellungen .....	633
22.10	So könnte es weitergehen .....	636
<b>23</b>	<b>Der Produktionsprozess in der Spieleentwicklung .....</b>	<b>637</b>
23.1	Die Produktionsphasen .....	637
23.1.1	Ideen- und Konzeptionsphase .....	638
23.1.2	Planungsphase .....	638
23.1.3	Entwicklungsphase .....	638
23.1.4	Testphase .....	639
23.1.5	Veröffentlichung und Postproduktion .....	639
23.2	Das Game-Design-Dokument .....	639
<b>24</b>	<b>Schlusswort .....</b>	<b>641</b>
	<b>Index .....</b>	<b>643</b>

# Vorwort

Für viele von uns sind Computerspiele und Handygames heutzutage allgegenwärtige Wegbegleiter. Egal ob auf dem Smartphone, dem Tablet, installiert auf dem heimischen PC oder direkt aufgerufen im Browser werden sie von uns täglich genutzt. Manchmal dienen sie als Zeitvertreib, bis der nächste Bus kommt, manchmal sind sie aber auch Bestandteil eines intensiven Hobbys.

Aber nicht nur das Spielen kann Spaß machen, auch das Entwickeln dieser Games kann begeistern. Sowohl im Freizeitbereich als auch in der Arbeitswelt wird der Beruf des Spieleentwicklers immer beliebter. Es ist also kein Wunder, dass mittlerweile viele, teilweise sogar staatlich anerkannte, Studiengänge existieren, die sich dem Entwickeln von Computerspielen widmen.

In diesem Buch möchten wir Ihnen Unity, eine weit verbreitete Entwicklungsumgebung für Computerspiele und auch andere Anwendungen, näherbringen. Wir erklären und erläutern ausführlich, wie Sie mit diesem Werkzeug Spiele entwickeln können. Dabei richtet sich das Buch sowohl an Einsteiger und Umsteiger als auch an Spieleentwickler, die mit Unity nun richtig durchstarten möchten.

Als ursprünglicher Autor dieses Buches möchte ich, Carsten Seifert, mich an dieser Stelle ganz besonders bei meiner Frau Cornelia bedanken, die mich während des Schreibens so geduldig unterstützt hat und mir jederzeit beim Formulieren und Korrigieren hilfsbereit zur Seite stand.

Weiter möchte ich Sieglinde Schär, Kristin Rothe und dem gesamten Hanser-Verlag-Team danken, die mir nicht nur das Schreiben dieses Buches ermöglicht haben, sondern auch bei der Arbeit an den ersten beiden Auflagen des Buches jederzeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Auch danke ich ganz herzlich Alexej Bodemer, der für das Beispiel-Game dieses Buches alle 3D-Modelle, Texturen und Musikdateien entworfen und zur Verfügung gestellt hat.

Ich, Jan Wislaug, möchte mich als überarbeitender Autor vor allem bei Sylvia Hasselbach vom Hanser Verlag bedanken. Sie stand mir bei der Arbeit an der dritten Auflage immer freundlich mit Rat und Tat beiseite.

Darüber hinaus danke ich Carsten Seifert für die gute Zusammenarbeit und dafür, dass sich sein Werk dank der guten Struktur so toll überarbeiten ließ.



Zusammen möchten wir beide Will Goldstone und Unity Technologies danken, die uns die bis dato aktuellsten Beta-Versionen zur Verfügung gestellt haben.

Nicht zuletzt danken wir auch der gesamten Community, die zum einen Carsten Seifert auf seinem Blog und seinen sozialen Kanälen begleitet hat und zum anderen Jan Wislaug bei seiner Überarbeitung auf die neue Unity-Version unterstützte.

*Carsten Seifert und Jan Wislaug*

im Juli 2017

# 7

## Licht und Schatten

Damit eine Kamera die Textur eines *Mesh* und damit auch dessen Form darstellen kann, benötigt Ihre Szene zunächst einmal Licht. Licht hat wiederum einen enormen Einfluss auf die Darstellung der Textur, man denke nur an die Helligkeit, Position und Ausrichtung der Lichtquelle.

Unity bietet hierfür verschiedene Arten von sogenannten *Light*-Objekten an, die z. B. Echtzeitschatten erzeugen und mit anderen Effekten ausgestattet werden können. Neben dieser Echtzeitbeleuchtung unterstützt Unity auch *Lightmapping*, ein Verfahren, mit dem Sie Texturen generieren können, die beleuchtete Flächen vortäuschen. Da Lichtberechnungen sehr rechenintensiv sind, kann durch das Nutzen von *Lightmapping* die Performance erheblich gesteigert werden.

### ■ 7.1 Environment Lighting

Unity besitzt eine globale Beleuchtung namens *Environment Lighting* (oder ehemals auch *Ambient Light*), die die komplette Szene mit einer Grundhelligkeit ausstattet. Die Einstellungen für diese Beleuchtung finden Sie im Lighting-Fenster, das Sie über das Menü **WINDOWS/LIGHTING/SETTINGS** erreichen. Im Bereich „Environment“ (siehe Bild 7.1) finden Sie die Parameter des *Environment Lighting*:

- **Source** legt die Quelle bzw. die Farbe(n) des Lichts fest. Sie haben die Wahl zwischen „Skybox“ (hier werden die Farben der *Skybox* als Grundlage genommen), „Gradient“ (erlaubt Ihnen, einen Farbübergang mit maximal drei Farben zu bestimmen) und „Color“ (bei dem eine einzige Farbe festgelegt wird).
- **Intensity Multiplier** bestimmt die Lichtstärke des *Diffuse Lighting*. Sehen Sie diesen Wert als Multiplikator.
- **Ambient Mode** legt fest, wie die globale Beleuchtung berechnet werden soll. Im Modus *Realtime* sind Änderungen der Parameter möglich und wirken sich aus. Bei *Baked* wird die Beleuchtung mit in die *Lightmaps* eingerechnet. Änderungen zur Laufzeit sind dann nicht mehr möglich. Dieser Parameter ist nur editierbar wenn in den Bereichen *Realtime* und *Mixed Lighting* jeweils die beiden Checkboxes aktiv sind.

Wie genau das *Diffuse Lighting* berechnet wird, ob zum Beispiel zur Laufzeit oder aber vorab beim *Baken* der *Lightmaps* wird weiter unten in den Einstellungen über die *Global Illumination* geregelt. Mehr dazu lesen Sie in Abschnitt 7.10, „Global Illumination“.

Möchten Sie ein Spiel entwickeln, das keine Grundbeleuchtung besitzen soll, weil es beispielsweise im Dunkeln spielt, können Sie den *Intensity Multiplier* auf 0 stellen. Oder Sie stellen die *Source* auf „Color“ und setzen die Farbe auf Schwarz.

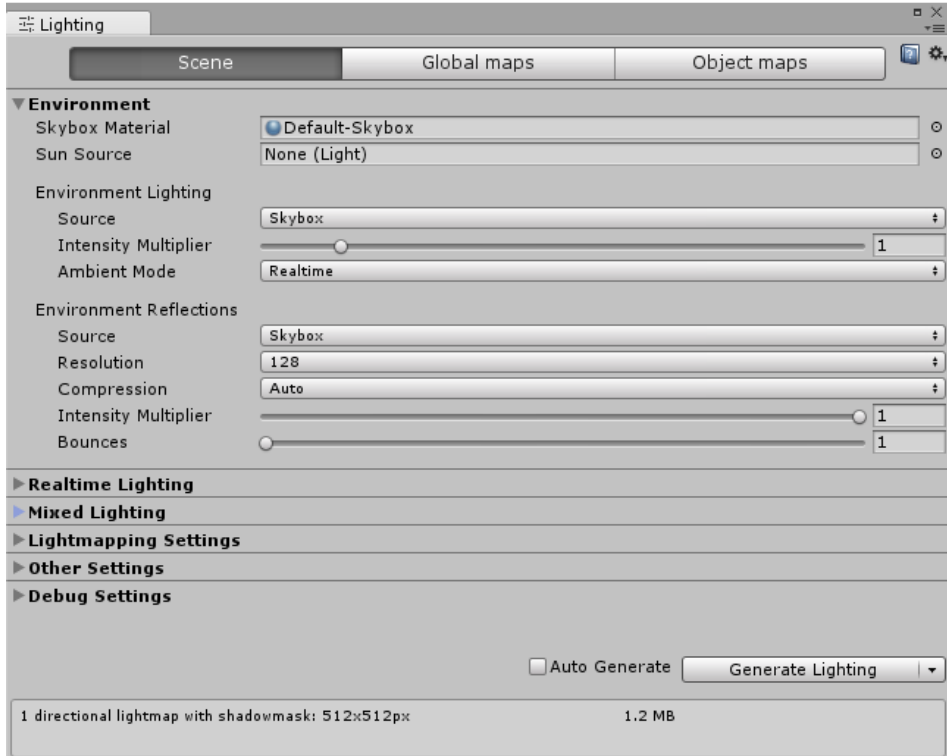


Bild 7.1 Lighting-Fenster

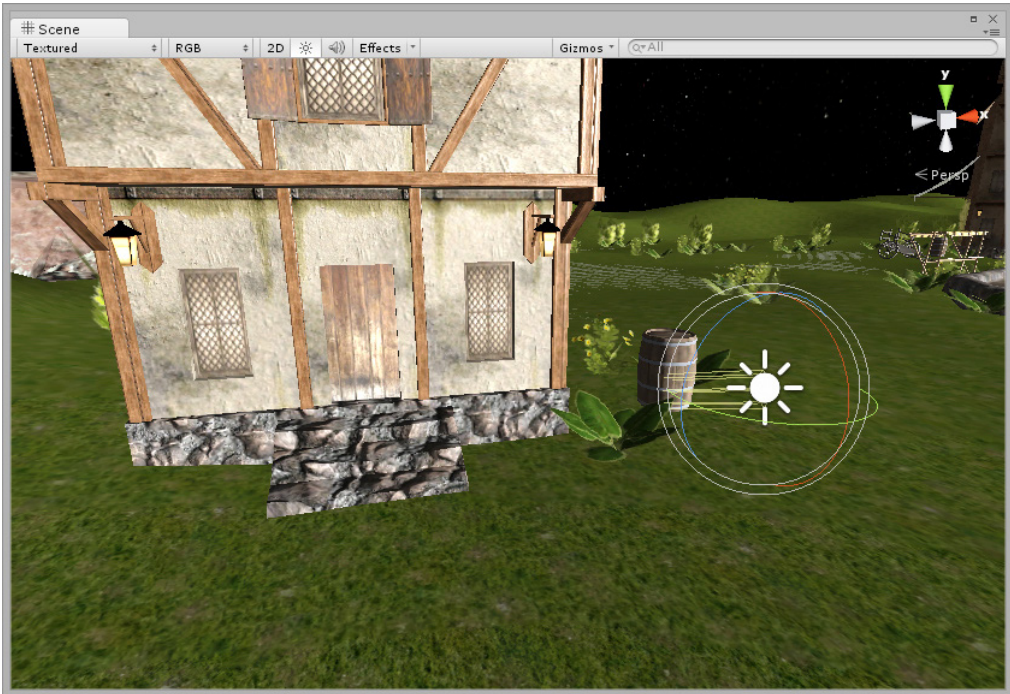
## ■ 7.2 Lichtarten

Über das Menü `GAMEOBJECT/LIGHT` können Sie vier unterschiedliche Beleuchtungsobjekte Ihrer Szene zufügen: *Directional Light*, *Point Light*, *Spot Light* und das *Area Light*. Letzteres nimmt eine Sonderrolle ein, worauf wir noch eingehen werden. Alle Objekte besitzen eine *Light*-Komponente, die das Herzstück einer Lichtquelle darstellt. Die Komponente besitzt unterschiedliche Parameter, die je nach *Type* der *Light*-Komponente zur Verfügung stehen. Die folgenden Parameter stehen aber mit Ausnahme des *Area Lights* immer zur Auswahl:

- **Type** bestimmt die Art des Lichtes und damit auch die zur Verfügung stehenden Parameter.
- **Color** legt die Lichtfarbe fest,
- **Range** setzt die Reichweite der Lichtquelle fest (sichtbar, falls die Lichtquelle diesen Parameter unterstützt)
- **Mode** bestimmt das Verhalten beim Erstellen und Nutzen von *Lightmaps*. *Realtime* schließt dieses Licht beim Erstellungsprozess der *Lightmaps* (auch *baken* genannt) aus. *Mixed* berücksichtigt das Licht beim *Lightmapping*, ist aber auch zur Laufzeit im normalen Spiel aktiv, um die nichtstatischen Objekte zu beleuchten. *Baked* bindet das Licht in das *Baken* ein, deaktiviert es aber während des normalen Spiels.
- **Intensity** definiert die Lichtstärke.
- **Indirect Multiplier** bestimmt die Helligkeit des Lichts, das von angestrahlten Flächen zurückgeworfen wird, auch indirekte Beleuchtung genannt. Mehr zu diesem Parameter erfahren Sie in Abschnitt 7.10, „Global Illumination“.
- **Shadow Type** legt die Art des Schattens fest. Allgemein stehen *No Shadows*, *Hard Shadows* und *Soft Shadows* zur Verfügung. Auf die Details werden wir gleich noch eingehen.
- **Cookie** ermöglicht, eine Lichtschablone vor eine Lichtquelle zu legen. Dies ist je nach *Type* entweder eine einzelne Schwarz-Weiß-Grafik oder eine *Cubemap*, bestehend aus sechs solcher Grafiken. Der zugehörige Parameter **Cookie Size** steuert dabei die Größe dieser Lichtschablone.
- **Draw Halo** bestimmt, ob ein *Light Halo* dargestellt werden soll.
- **Flare** legt ein *Flare*-Objekt zum Darstellen eines Lichtscheins für diese Lichtquelle fest (siehe „Flare“).
- **Render Mode** legt fest, ob dieses Licht beim *Forward Rendering* per Pixel oder per Vertex gerendert werden soll. *Auto*: Unity bestimmt, auf welche Art gerendert wird. *Important* bedeutet per Pixel, *Not Important* bedeutet per Vertex. Der Wert *Pixel Light Count* (zu finden in den *Quality Settings*) bestimmt bei *Auto*, wie viele Lichtquellen insgesamt per Vertex gerendert werden können.
- **Culling Mask** definiert, welche Objekte eines *Layers* nicht von dieser Lichtquelle beeinflusst/beleuchtet werden.

## 7.2.1 Directional Light

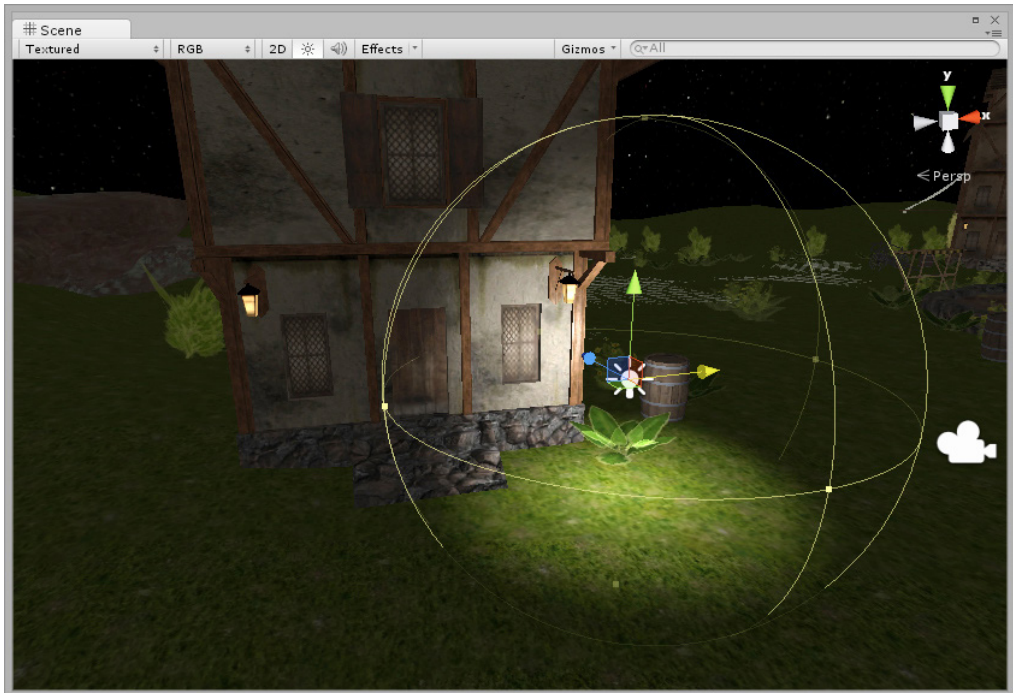
Ein *Directional Light* beleuchtet die komplette Szene aus einer Richtung. Die Position der Lichtquelle spielt dabei keine Rolle, nur die Rotation der Quelle ist hierbei wichtig. Ein *Directional Light* kann sowohl mit *Forward Rendering* als auch *Deferred Lighting* (siehe Abschnitt 7.9 „Rendering Paths“) Echtzeitschatten erzeugen.



**Bild 7.2** Directional Light

## 7.2.2 Point Light

Das *Point Light* ist eine Lichtquelle, die in alle Richtungen gleichmäßig abstrahlt, vergleichbar mit einer Glühlampe an der Decke. Im Gegensatz zum *Directional Light* ist hier die Position, aber nicht die Rotation wichtig. Über den Parameter *Range* legen Sie die Reichweite der Lichtquelle fest. Echtzeitschatten von *Point Lights* werden nur in Kombination mit dem *Rendering Path Deferred Lighting* unterstützt.



**Bild 7.3** Point Light

### 7.2.3 Spot Light

Ein *Spot Light* scheint trichterförmig von der Lichtquelle in eine bestimmte Richtung, ähnlich wie eine Taschenlampe. Über den Parameter *Range* legen Sie fest, wie weit sie scheint. *Spot Angle* legt den äußeren Abstrahlwinkel fest. Echtzeitschatten von *Spot Lights* werden wie beim *Point Light* ebenfalls nur in Kombination mit dem *Rendering Path Deferred Lighting* unterstützt.

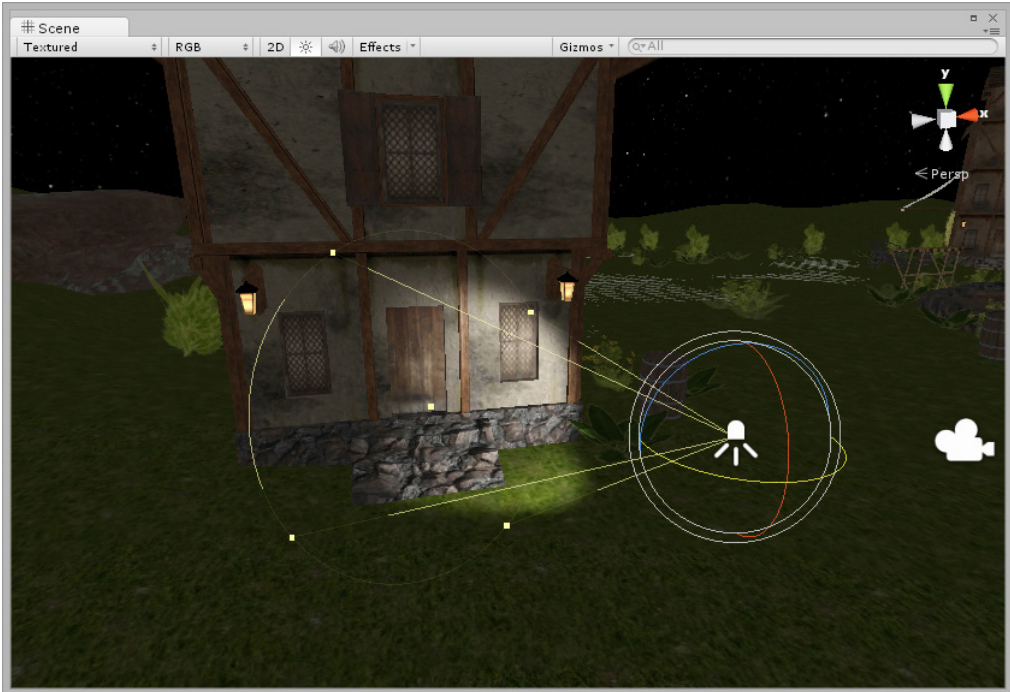
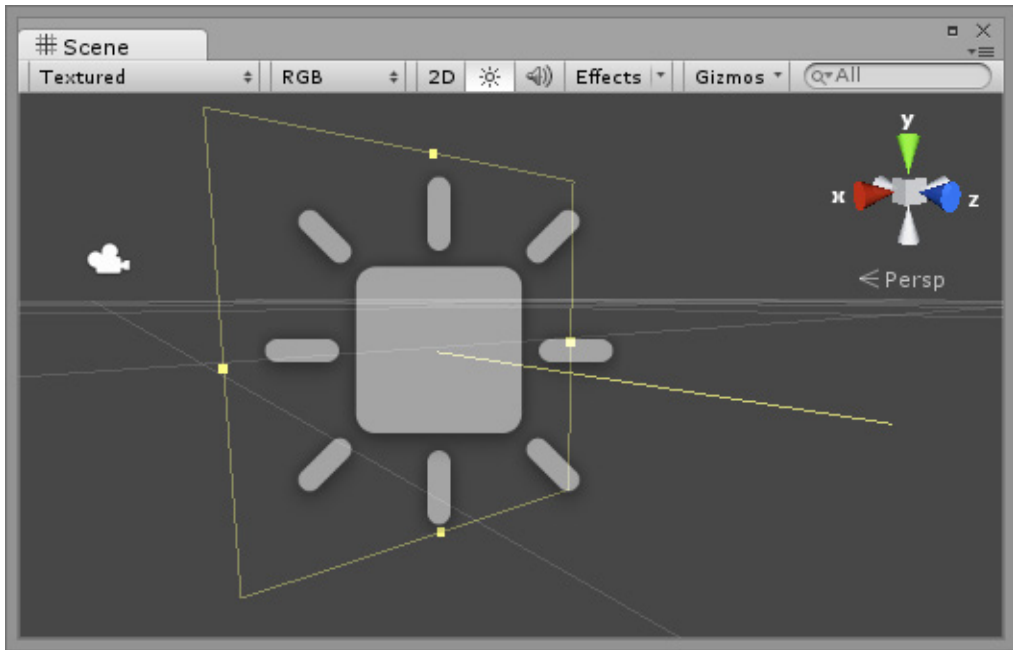


Bild 7.4 Spot Light



## 7.2.4 Area Light

Ein *Area Light* nimmt eine Sonderstellung bei den *Light Types* ein, da es ausschließlich beim Erstellen von *Lightmaps* berücksichtigt wird, nicht aber zur Echtzeit virtuelles Licht emittiert. Diese Lichtquellen arbeiten also ausschließlich so, als wenn *Baked Global Illumination* aktiviert ist (mehr dazu finden Sie in Abschnitt 7.10).



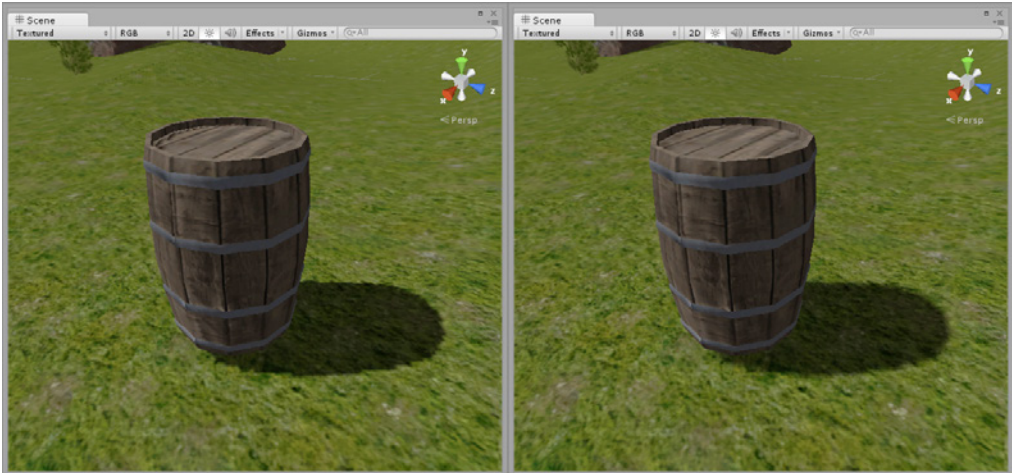
**Bild 7.5** Area Light

Ein *Area Light* erscheint nach dem Erstellen der Lightmap wie eine Rechteckfläche, die in alle Richtungen einer Seite scheint, vergleichbar mit dem Bildschirm eines Fernsehers. Die Richtung wird mit einer Linie dargestellt (siehe Bild 7.5). Die Fläche wird durch die Parameter *Width* und *Height* festgelegt. Und auch hier wird die Reichweite der Beleuchtung über die *Intensity* definiert.



## ■ 7.3 Schatten

Unity bietet zwei unterschiedliche Echtzeitschattenarten an: *Hard Shadows* und *Soft Shadows*. *Hard Shadows* sind eine performance-schonende Variante, *Soft Shadows* sind dafür detaillierter. Zudem können Sie einer Lichtquelle auch den Parameter *No Shadows* mitgeben. In dem Fall werfen angestrahlte Objekte überhaupt keine Schatten.



**Bild 7.6** Vergleich: Hard Shadows vs. Soft Shadows

Neben der Schattenart bieten die verschiedenen Lichtquellen noch weitere Parameter an.

- **Strength** legt die Dunkelheit des Schattens fest.
- **Resolution** definiert die Qualität bzw. die Auflösung des Schattens. Standardmäßig wird hier für die Einstellung auf die *Quality Settings (EDIT/PROJECT SETTINGS/QUALITY)* verwiesen. Sie kann aber auch überschrieben werden.
- **Bias** hat einen Einfluss auf den Abstand des Objektes zum Schatten. Beginnt der Schatten zu nah am Objekt, kann dies zu optischen Fehlern führen. Deshalb ist standardmäßig ein Wert von 0,05 vorgegeben.
- **Normal Bias** hat Einfluss darauf, ab wann die schattenwerfende Oberfläche etwas geschrumpft wird. Dabei wird das Objekt selbst nicht beeinflusst. Dieser Wert ist nützlich, um Artefakte zu verhindern, die durch eventuelle Selbstbeschattung entstehen.
- **Near Plane** hat mit dem Abstand von Lichtquelle und Objekt zu tun. Dieser Wert kontrolliert, ab welcher Nähe Schatten erzeugt wird.
- **Baked Shadow Angle** legt fest, wie stark eine nachträgliche Weichzeichnung auf die Kanten von gebackenem Licht angewendet werden soll. Bei Lichtern, die den *Mode Baked* haben, ist nur dieser Parameter einstellbar.

### 7.3.1 Einfluss des MeshRenderers auf Schatten

Über die *MeshRenderer*-Komponente eines jeden sichtbaren Objektes haben Sie die Möglichkeit zu steuern, ob ein Objekt überhaupt Schatten erzeugen soll oder nicht. Dies können Sie über die Eigenschaft **Cast Shadows** steuern. Genauso können Sie über die Eigenschaft **Receive Shadows** definieren, ob auf dem Objekt selber Schatten anderer Objekte dargestellt werden sollen. Wenn Sie beispielsweise einem Spieler einen Unsichtbarkeitszauber zuführen, darf dieser selber keine Schatten werfen, aber auch keine Schatten darstellen, die andere Objekte auf ihn werfen. In diesem Fall wird der Schatten einfach zum nächsten Objekt „durchgeleitet“, sodass dort der Schatten dargestellt wird. Bild 7.7 zeigt zwei Fässer. Während beim linken Fass beide Parameter aktiv sind und dieses einen Schatten wirft, wurden beim rechten Fass beide Parameter deaktiviert. Der Schatten des linken Objektes wird deshalb nicht auf dem rechten Fass dargestellt. Zudem wirft das rechte Fass auch selber keinen Schatten, sodass nur der Schattenwurf des linken gezeigt wird.



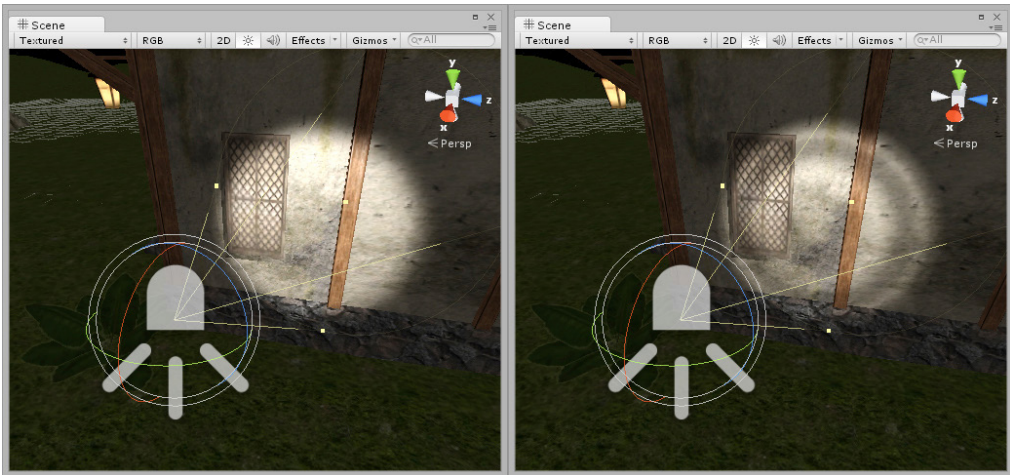
**Bild 7.7** Einfluss des „Cast Shadows“- und „Receive Shadows“-Parameter

Der Parameter *Cast Shadows* bietet noch weitere Einstellmöglichkeiten an. Neben *On* und *Off* können Sie auch *Two Sided* auswählen. In diesem Fall wirft das *Mesh* in beide Richtungen einen Schatten. Haben Sie beispielsweise eine Plane, um die Sie eine Lichtquelle rotieren lassen, würde der Schatten sich genauso verhalten, wie Sie es erwarten würden, auch wenn das *Mesh* selber vielleicht nur aus einer Richtung zu sehen ist (siehe „Normalenvektor“ im Kapitel „Objekte in der zweiten und dritten Dimension“). Als dritte Auswahlmöglichkeit können Sie *Shadows Only* auswählen. In diesem Fall wird nur der Schatten dargestellt, nicht aber das *Mesh*.

## ■ 7.4 Light Cookies

Bei einem *Light Cookie* handelt es sich um eine Lichtschablone, die das abgegebene Licht in bestimmte Formen bringt. Wenn Sie ein Comic-Fan sind, dann kennen Sie sicher das Batman-Zeichen, das die Polizei von Gotham-City an den Himmel wirft, um Batman zu rufen. Genau das ist ein *Light Cookie*, genauer gesagt ein *Spot Light* mit einem *Light Cookie*.

Bild 7.8 zeigt Ihnen einen ähnlichen Effekt. Dort wurde im rechten Motiv ein *Spot Light* mit einem *Light Cookie* versehen, das einen taschenlampenähnlichen Effekt erzeugt. Diesen wie auch weitere *Light Cookies* liefert Unity in seinen *Standard Assets* „Effects“ mit.



**Bild 7.8** Spot Light mit einem taschenlampenähnlichen Light Cookie

### 7.4.1 Import Settings eines Light Cookies

Der Kern eines *Light Cookies* ist eine Schwarz-Weiß-Grafik, auch *Grayscale Texture* genannt. Schwarz bedeutet hierbei keine Lichtdurchlässigkeit, Weiß lässt das komplette Licht durch. Eine wichtige Rolle bei einer Cookie-Textur spielt der *Wrap Mode*.

- Bei *Spot Lights* wird häufig der *Wrap Mode* auf *Clamp* gestellt, um auf diese Weise nur eine Abbildung des *Cookies* zu erhalten.
- Bei *Directional Lights* wird häufig der *Wrap Mode* auf *Repeat* gestellt, um so das *Cookie*-Motiv zu wiederholen. Ein *Directional Light* bietet hierfür noch den zusätzlichen Parameter *Cookie Size* an, der die Größe eines einzelnen Motives festlegt. Auf diese Weise können zum Beispiel in einer gesamten Landschaft Lichtunregelmäßigkeiten erzeugt werden, die etwa durch Wolken erzeugt werden.

## 7.4.2 Light Cookies und Point Lights

Da *Point Lights* in alle Richtungen strahlen, reicht es nicht aus, eine einfache Textur als *Cookie* zu nutzen. Hierfür werden *Cubemaps* genutzt. Cubemaps sind Texturen, die eine Rundumsicht darstellen. Wie der Name schon verrät, können Sie sich das vorstellen wie einen aufgeklappten Würfel, Unity nennt diese Darstellung „6 Faces Layout“. Sie können aber auch andere Formate für eine *Cubemap* nutzen. In den Import-Settings der Textur können Sie dies im *Mapping*-Parameter hinterlegen, wenn Sie den *Texture Type Cubemap* gewählt haben.

Bei einem *Point Light* können Sie sich das nun so vorstellen, dass diese Textur wieder zu einem Würfel zusammengeklappt wird und die Lichtquelle in der Mitte ist. Dadurch wirkt sich der *Light Cookie* nun in alle Richtungen aus.

Zusätzlich unterstützt Unity noch sogenannte Legacy Cubemaps. Dies ist eine Asset-Art, der Sie sechs getrennte Texturen zuweisen. So eine Legacy *Cubemap* erzeugen Sie über `ASSET/CREATE/LEGACY/CUBEMAP`. Auch wenn diese Art von *Cubemaps* vielleicht einfacher zu erstellen ist, so unterstützen diese leider nicht die gleichen grafischen Funktionen wie die oberen (die aber bei *Light Cookies* nicht so relevant sind).

Den *Texture*-Slots werden nun je nach Effektwunsch verschiedene oder gleiche *Cookie*-Texturen zugewiesen. Anschließend wird die *Cubemap* dann dem *Cookie*-Slot der *Light*-Komponente vom *Point Light* zugewiesen, und schon haben wir auch dort den *Light Cookie*-Effekt, allerdings dieses Mal in alle Richtungen.

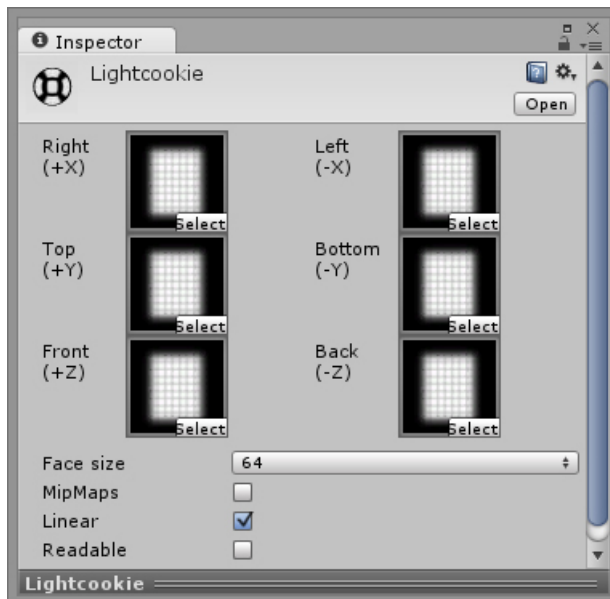


Bild 7.9 Beispiel eines Cubemaps Light Cookie



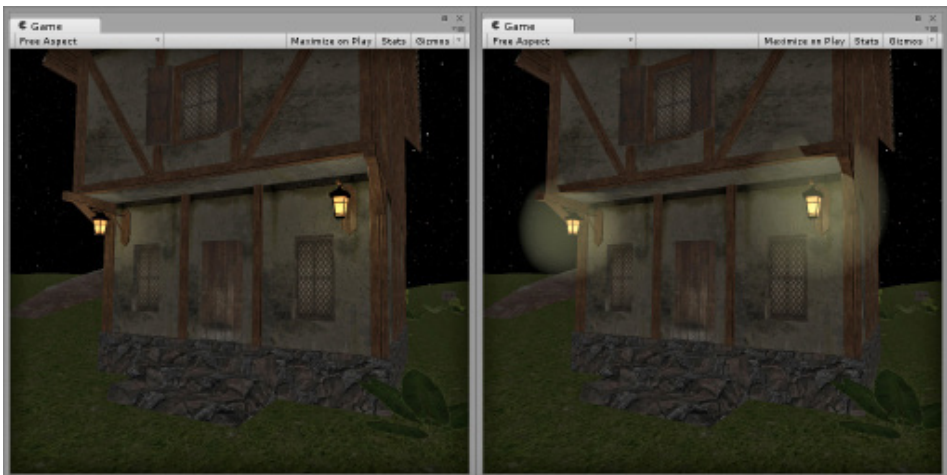
Bild 7.10 zeigt den Vergleich eines *Point Lights* ohne und mit einem *Light Cookie*.



**Bild 7.10** Einsatz eines Light Cookies bei einem Point Light

## ■ 7.5 Light Halos

Ein *Light Halo* ist ein Lichtschleier, der in der realen Welt durch Staubpartikel in der Luft entsteht. Da in Unity natürlich kein Staub vorhanden ist, wird dieser eben durch ein solches *Halo* simuliert. Über die *Light*-Komponenten-Eigenschaft *Draw Halo* können Sie einen Standard-*Halo* aktivieren, der sich an der Lichtstärke (*Intensity*), der Lichtfarbe (*Color*) sowie an der Reichweite (*Range*) der Light-Komponente orientiert.



**Bild 7.11** Light Halos

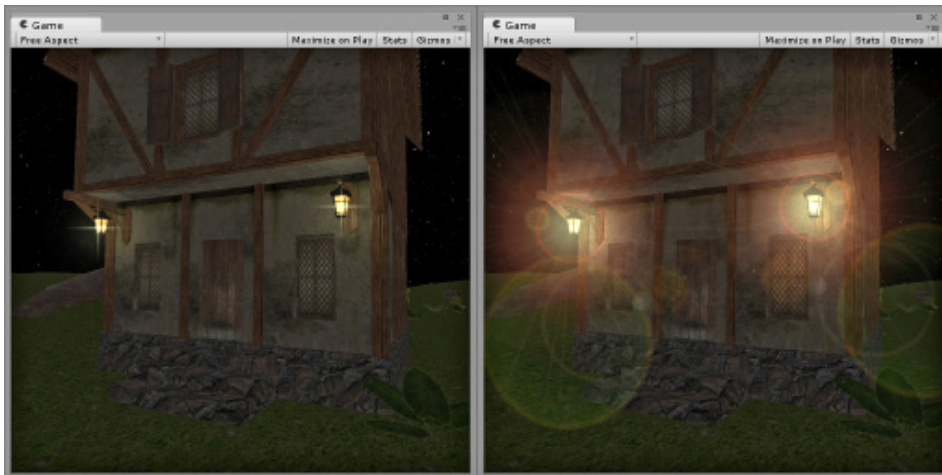
Bild 7.11 zeigt den Vergleich zweier *Point Lights* mit deaktiviertem und aktiviertem *Draw Halo*-Parameter.

### 7.5.1 Unabhängige Halos

Sie können neben den Standard-*Halos*, die Sie an den *Light*-Komponenten aktivieren können, auch unabhängige *Halos* erzeugen. Hierfür fügen Sie einem beliebigen *GameObject* über **COMPONENT/EFFECTS/HALO** (oder über **ADD COMPONENT** im *Inspector*) eine *Halo*-Komponente zu. Dies kann auch das gleiche Objekt sein, das bereits eine *Light*-Komponente besitzt. Der Unterschied ist nur, dass sich dieses *Halo* nicht an den Eigenschaften der *Light*-Komponente orientiert, sondern frei konfigurierbar ist.

## 7.6 Lens Flares

*Lens Flares* simulieren Linsenreflexionen, also Effekte, die bei Gegenlicht in Kameralinsen entstehen. Bild 7.12 zeigt zwei unterschiedliche *Lens Flare*-Effekte, die Unity bereits in den *Standard Assets* „Effects“ bereitstellt. Das linke Motiv zeigt einen kleinen Effekt, der sich lediglich an der Lichtquelle selber zeigt, das rechte Teilbild zeigt einen sehr ausgeprägten Effekt, der auch verschobene Linseneffekte erzeugt.



**Bild 7.12** Lens Flares „Small Flare“ und „50 mm Zoom“

Zum Nutzen von *Lens Flares* sind mehrere Dinge wichtig. Zunächst benötigen Sie ein *Flare*-Objekt, das den eigentlichen Effekt und dessen Verhalten beschreibt (siehe *Standard Assets*). Da *Flare*-Objekte aber nicht alleine existieren können, müssen Sie diese nun einem *GameObject* zuweisen. Dies können Sie entweder über die *Flare*-Variable einer *Light*-Komponente machen oder aber über eine separate *Lens Flare*-Komponente, die Sie einem beliebigen *GameObject* zuweisen können. Diese finden Sie über **COMPONENT/EFFECTS/LENS FLARE**.

Als Letztes muss die Kamera noch eine *Flare Layer*-Komponente besitzen. Standardmäßig ist dies aber der Fall (siehe Kapitel 6 „Kameras, die Augen des Spielers“).

### 7.6.1 Eigene Lens Flares

Sie können natürlich nicht nur die mitgelieferten *Lens Flares* nutzen, sondern auch eigene erzeugen. Dies machen Sie über das Menü **ASSETS/CREATE** bzw. über die rechte Maustaste im *Project Browser*.

Dem *Flare-Asset* können Sie einen *Texture-Atlas* zuweisen und anschließend das Verhalten an sich festlegen. Ein *Texture-Atlas* ist eine große Textur, die aus vielen kleinen Bildern besteht. Damit Unity weiß, an welcher Stelle sich ein Unterbild befindet, müssen diese *Flare*-Texturen einen bestimmten Aufbau besitzen. Unity bietet hierfür sechs unterschiedliche Layouts an. Über die *Texture Layout*-Eigenschaft teilen Sie schließlich dem *Flare*-Objekt mit, welchen Aufbau Sie auf der Textur nutzen. Details erfahren Sie über den Hilfe-Button oben rechts im *Inspector* des *Flare*-Objekts.

## ■ 7.7 Projector

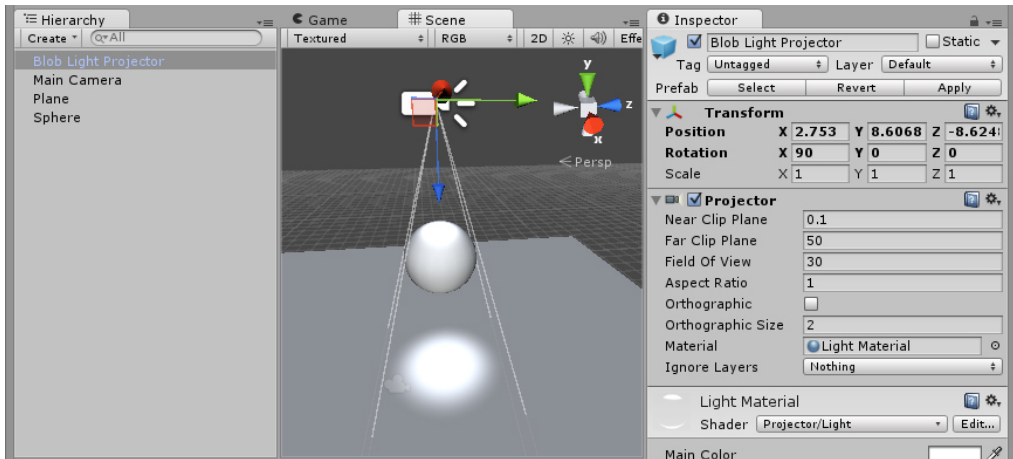
Eine weitere Möglichkeit, Licht und Schatten zumindest optisch darzustellen, sind sogenannte Projektoren bzw. *Projectors*. Wie der Name schon vermuten lässt, arbeitet dieser wie ein Beamer (oder ein Tageslichtprojektor oder DIA-Projektor), der ein Bild bzw. Material abstrahlt. Alle Objekte, die diesen Projektierungskegel schneiden, werden dann mit diesem Material überlagert. Hierdurch können sehr interessante Effekte erzielt werden.

### 7.7.1 Standard Projectors

In den *Standard Assets* gibt es unter anderem einen *Blob Light Projector*, der eine weiße, kreisförmige Textur auf die angestrahlten Objekte projiziert. Dies wirkt wie ein Lichtkegel, nur dass es von der Berechnung her eben kein Licht, sondern nur eine halbtransparente Textur ist. Objekte können also auch keine Schatten werfen.

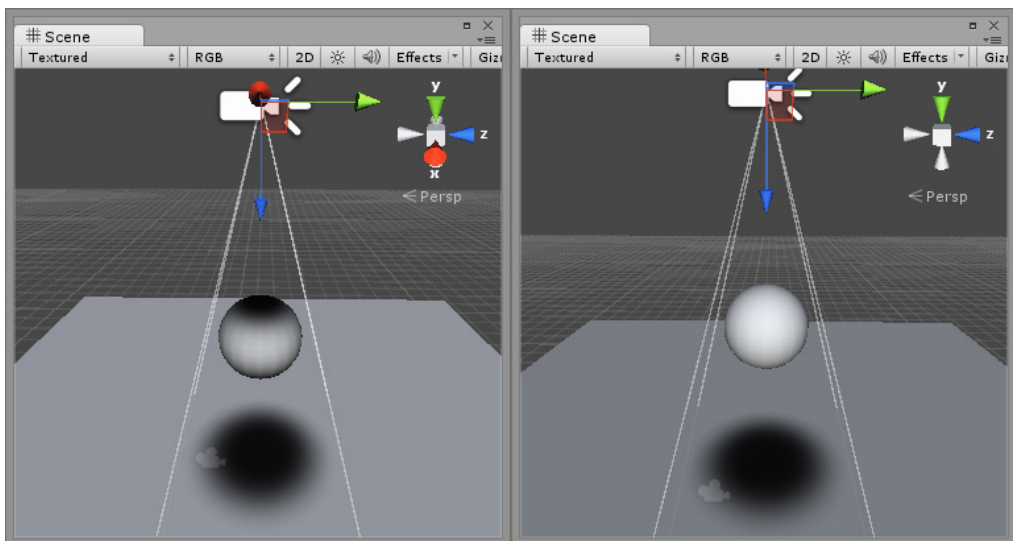
Als Gegenstück gibt es ebenso auch noch den *Blob Shadow Projector*. Dieser wirft keine helle Textur auf die Objekte, sondern eine schwarze. Platzieren Sie diesen *Projector* über einem Objekt und strahlen Sie auf diesen hinab, können Sie damit einen Schatten simulieren.

Hierfür müssen Sie dem schattenwerfenden Objekt einen Layer zuweisen, den Sie in der *Ignore Layers*-Eigenschaft des *Projectors* hinterlegen. Hierdurch wird die schwarze Textur nicht mehr auf diesem Objekt, sehr wohl aber auf dem Untergrund angezeigt (siehe Bild 7.14). Am besten ist es natürlich, wenn Sie dem *Material*, das dem *Projector* zugewiesen wird, eine Textur zuweisen, die der Form des Objektes entspricht.



**Bild 7.13** Blob Light Projector

Damit der Schatten sich nun auch mit dem Objekt mitbewegt, empfiehlt es sich, den *Projector* als Kind-Objekt dem schattenwerfenden Objekt zuzuweisen – in Bild 7.14 wäre das die Kugel.



**Bild 7.14** Blob Shadow Projector



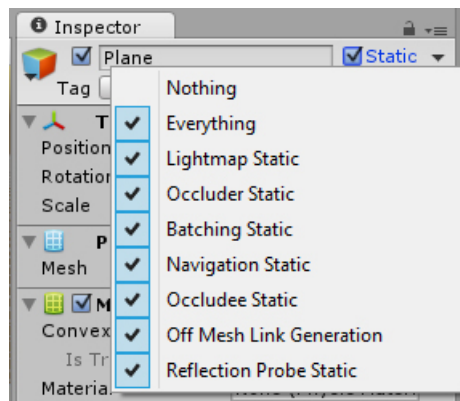
## ■ 7.8 Lightmapping

Licht- und Schattenberechnungen sind sehr rechenintensiv. Und umso detaillierter diese dargestellt werden sollen, desto mehr muss gerechnet werden. Um trotzdem in einem Spiel sehr detaillierte Schatten und Lichtszenarien zu erhalten, gibt es das sogenannte *Lightmapping*. Dieses Verfahren berechnet bereits zur Entwicklungszeit die Licht- und Schatteneffekte und erstellt Texturen, die dann über die Modelle gelegt werden. Danach können die Lichtquellen deaktiviert werden, und trotzdem wirken die Objekte, als würden diese angestrahlt werden.

Ein wichtiger Punkt beim herkömmlichen *Lightmapping* ist der, dass nur Objekte berücksichtigt werden, die sich nicht bewegen. Das betrifft sowohl die Lichtobjekte als auch die beleuchteten Objekte. Der Grund hierfür ist ganz einfach: Stellen Sie sich vor, Sie berechnen den Schatten eines Autos und „brennen“ dessen Schatten in die Textur der Straße ein. Nun fährt das Auto weg und die Straßentextur mit dem Schatten bleibt an der gleichen Stelle. Dies ist natürlich nicht gerade das, was man als realistisch bezeichnen würde. Deshalb berücksichtigt Unity beim normalen *Lightmapping* nur Objekte, die statisch sind, also Objekte, die sich nicht bewegen, und Lichtquellen, bei denen der Baking-Modus auf *Mixed* oder *Baked* gestellt ist. Allerdings bietet Unity auch eine Möglichkeit, bewegliche Objekte vom *Lightmapping* profitieren zu lassen. Hierbei werden sogenannte *Light Probes* eingesetzt, die wir aber noch in Abschnitt 7.8.1 „Light Probes“ behandeln werden. Mit dem Modus *Mixed* ist es ebenfalls möglich, statische und bewegte Objekte miteinander zu kombinieren, was die Lichtberechnung angeht. Mehr dazu finden Sie in Abschnitt 7.10, „Global Illumination“.

Zum Markieren statischer Objekte besitzen alle *GameObjects* in einer Szene eine kleine Checkbox oben rechts im *Inspector* mit dem Namen *Static*. Setzen Sie diesen Haken bei allen Objekten, die sich nicht bewegen und beim *Lightmapping* berücksichtigt werden sollen.

Da sich mittlerweile mehrere Funktionen dieser *Static*-Eigenschaft bedienen, können Sie über den zusätzlichen Pfeil an der rechten Seite der *Static*-Checkbox ein weiteres Menü aufklappen. Hier können Sie definieren, für welche Funktionen diese *Static* Eigenschaft gilt. Achten Sie darauf, dass hier *Lightmap Static* aktiviert ist.



**Bild 7.15** „Lightmap Static“-Option im Static-Menü

Beachten Sie, dass in Unity per Default *Continuous Baking* aktiviert ist. Das bedeutet, dass Unity automatisch die *Lightmaps* neu berechnet, sobald in einer Szene eine Aktion gemacht wurde, die berechnete *Lightmaps* beeinflussen könnten.

Um dies zu ändern, öffnen Sie das *Lighting-Fenster* (Window/Lighting) und entfernen Sie den Haken bei dieser Eigenschaft. Diese finden Sie ganz unten im Reiter „Scene“. Haben Sie *Auto Generate* deaktiviert, wird das *Baken* nur noch manuell über den daneben befindlichen Knopf **GENERATE LIGHTING** gestartet. Diese Einstellung sollten Sie auf jeden Fall dem Automatismus vorziehen, da das ständige Erstellen von *Lightmaps* den Arbeitsfluss doch erheblich ausbremst. Und umso größer das Projekt wird, desto länger dauert das Erstellen der *Lightmaps*.

Achten Sie darauf, dass beim *Baken* nur *Area Lights*, Lichtquellen mit dem *Baking-Modus Mixed* oder *Baked*, sowie *Materials* mit *Emission*-Werten bzw. Texturen, deren *Global Illumination*-Eigenschaften auf „Baked“ stehen (siehe „Standard-Shader“ im Kapitel „Objekte in der zweiten und dritten Dimension“), berücksichtigt werden.

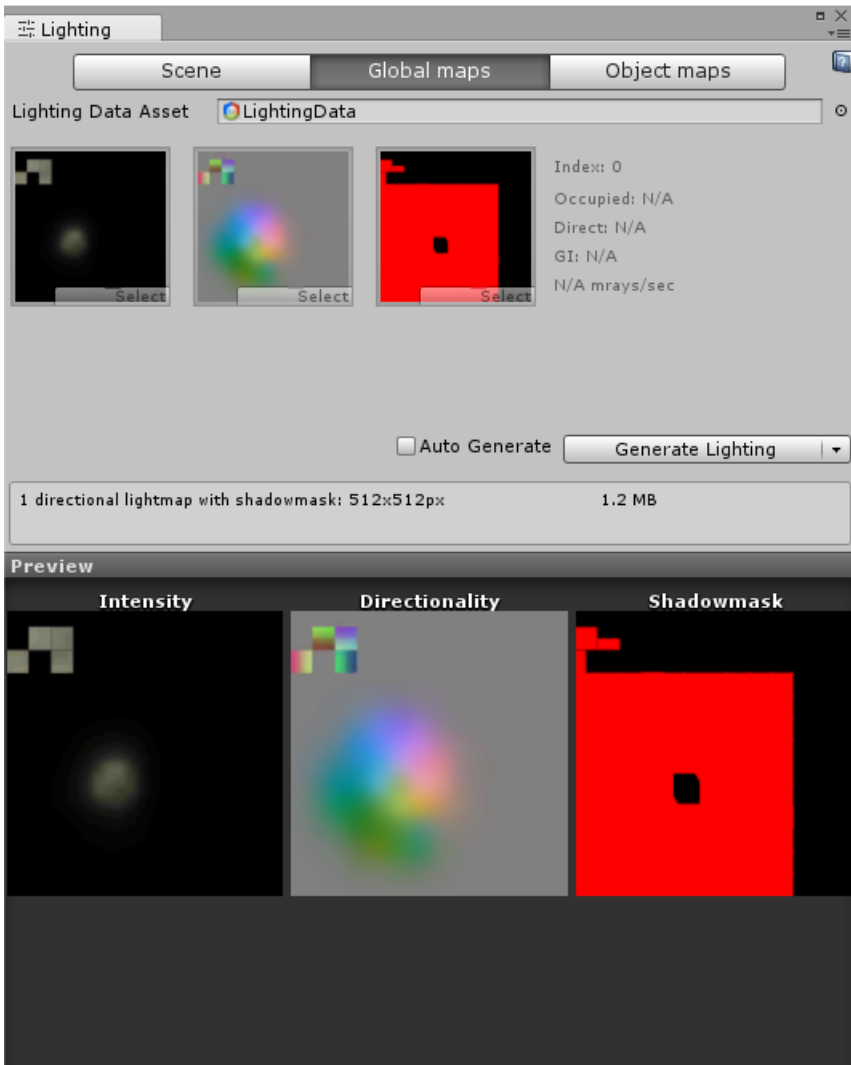


### Emissionswerte und Texturen

Durch eine *Emission*-Textur (oder einen einfachen Wert) verleiht der Standard-Shader einem Material das Aussehen, als würde es leuchten. Für gewöhnlich werden diese *Shader* deshalb auch für Lichtquellen-Meshes wie Lampen, Laternen etc. genutzt. Steht nun zusätzlich der *Global Illumination*-Parameter des Materials auf „Baked“, werden beim Lightmapping-Verfahren die Objekte mit diesen Materialien ebenfalls als Lichtquellen berücksichtigt und in die *Lightmaps* „gebrannt“.

Da das Erstellen der *Lightmaps* je nach Einstellung und *Szenenaufbau* durchaus einige Zeit dauern kann, wird der Fortschritt des Vorgangs unten rechts als Balken angezeigt. Nach dem *Baken* werden die fertigen *Lightmaps* schließlich im *Lightmaps*-Bereich des *Lighting*-Fensters angezeigt und in der Szene über die statischen Objekte gelegt.

Mithilfe der *Lightmap Snapshot*-Eigenschaft (siehe Bild 7.16) können Sie auch zwischen verschiedenen *Lightmaps* wechseln oder auch gar kein *Lightmapping* zuweisen („None“). Auf diese Weise können Sie zu Testzwecken schnell zwischen verschiedenen Lightmapping-Szenarien oder auch die Szene ohne *Lightmapping* betrachten – vorausgesetzt natürlich, Sie haben *Continuous Baking* deaktiviert.



**Bild 7.16** Lighting-Fenster mit Lightmaps-Bereich

Beachten Sie zudem auf dem *Scene*-Reiter des *Lighting*-Fensters die Funktion *Baked GI*. Sie berechnet die *Global Illumination* (siehe Abschnitt 7.10 „Global Illumination“), also die indirekte Beleuchtung beim *Lightmapping*. Ist diese deaktiviert, können Sie auch keine *Lightmaps* erstellen.

## 7.8.1 Light Probes

*Lightmapping* bietet Ihnen in Sachen Performance, aber auch in Sachen der Detailauflösung große Vorteile. Ein großer Nachteil des herkömmlichen *Lightmappings* ist hierbei, dass es nur statische Objekte berücksichtigen kann.

Mithilfe von *Light Probes* können nun auch bewegliche Objekte vom *Lightmapping* profitieren. Beachten Sie dabei, dass bei jedem beweglichen Objekt, welches von den *Light Probes* beeinflusst werden soll, die *Use Light Probes*-Eigenschaft vom *MeshRenderer* aktiviert sein muss.

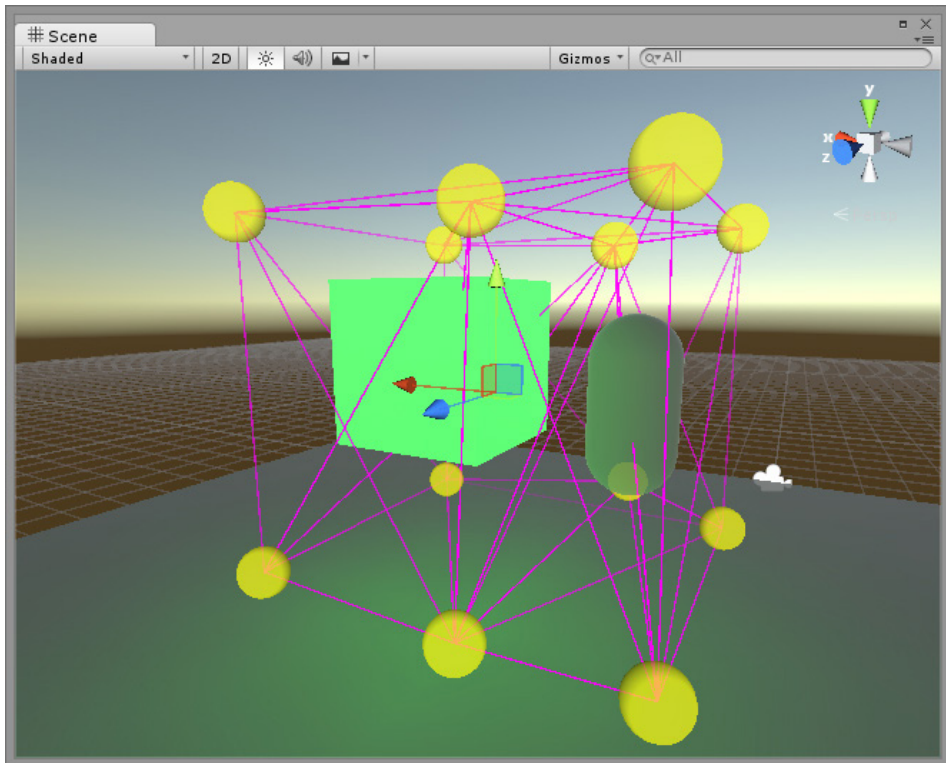
Hinter den *Light Probes* steckt der Gedanke, dass die Beleuchtung im Vorwege an strategischen Stellen gespeichert wird. Befindet sich ein Objekt nun zwischen verschiedenen Messstellen, dann wird die Beleuchtung näherungsweise berechnet und dem Objekt zugewiesen. *Light Probes* sind nun genau diese Messstellen und werden, sobald sie in der *Hierarchy* selektiert werden, in der *Scene View* gelb dargestellt (siehe Bild 7.17).



Auch wenn Sie mit *Light Probes* vom *Lightmapping* profitieren, sollten Sie trotzdem statische Objekte auch immer als solche definieren. Denn Lichtberechnungen des normalen *Lightmappings* sehen immer besser aus als über *Light Probes* interpolierte Lichtwerte. Zudem sollten Sie bedenken, dass durch *Light Probes* selber keine Schatten entstehen, durch *Lightmapping* aber schon.

Bild 7.17 zeigt eine kleine Szene mit einem statischen Cube, der ein Material mit einer grünen *Emission*-Farbe besitzt (siehe „Der Standard-Shader“ im Kapitel „Objekte in der zweiten und dritten Dimension“). Hinzu kommen eine statische Plane (*Lightmap Static* ist hier aktiv) sowie ein bewegliches Capsule-Objekt, bei dem der *Use Light Probes*-Parameter des *MeshRenderers* aktiviert ist. Dank der *Light Probes* (gelb dargestellt) wird nun auch die Kapsel beleuchtet.

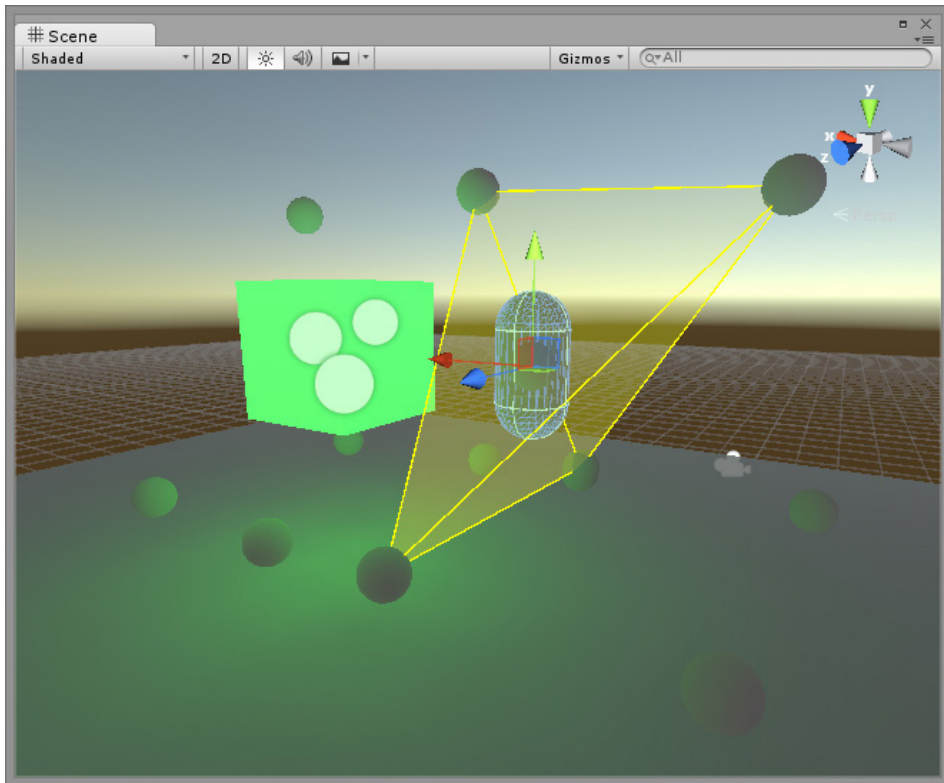
*Light Probes* fügen Sie Ihrer Szene über **GAMEOBJECT/LIGHT/LIGHT PROBE GROUP** zu. Wenn Sie dann die *Light Probe Group* in der *Hierarchy* selektieren, können Sie jedes einzelne *Light Probe* separat noch in Ihrer Szene verschieben. Zudem können Sie über ein kleines Menü im *Inspector* zusätzliche *Light Probes* zu der Gruppe hinzufügen als auch existierende löschen.



**Bild 7.17** Im 3D-Raster angeordnete Light Probes

Am Anfang ist es sinnvoll, *Light Probes* zu positionieren, dass sie wie in Bild 7.17 in einem gleichmäßigem 3D-Gitter angeordnet werden. Später sollten Sie aber darauf achten, die Anzahl soweit es geht zu reduzieren und die Positionen entsprechend zu optimieren, da jedes einzelne *Light Probe* einiges an Speicher kostet. So ist es z. B. empfehlenswert, größere Abstände zwischen den *Light Probes* zu halten, bei denen es keine großen Unterschiede in der Beleuchtung gibt. Sind die Unterschiede sehr stark, sollten sie wiederum näher positioniert werden.

Zum Testen der *Light Probe*-Positionen können Sie ein beliebiges nichtstatisches Objekt in Ihrer Szene selektieren und dieses verschieben. Ihnen wird dabei nicht nur die spätere Beleuchtung angezeigt, es wird Ihnen auch grafisch dargestellt, welcher Bereich Ihrer *Light Probe Group* aktuell zum Berechnen der Ausleuchtung herangezogen wird (siehe Bild 7.18). Dabei können Sie zum einen an den *Light Probes* erkennen, welche Lichtinformationen diese besitzen (also von wo welches Licht auf diese trifft), zum anderen zeigt der gelb markierte Bereich die *Light Probes*, die die Berechnung beeinflussen. Beachten Sie hierbei, dass die *Light Probes* selber nur dann gelb dargestellt werden, wenn Sie die *Light Probe Group* auch in der *Hierarchy* selektieren.



**Bild 7.18** Mit Light Probes ausgeleuchtetes Objekt

Umso mehr sich die bewegliche Kapsel in Bild 7.18 einem der Light Probes annähert, desto stärker ist dessen Einfluss auf die Ausleuchtung des Objektes. Das bedeutet, dass ein im Zentrum des gelb markierten Bereiches befindliches Objekt von allen vier Light Probes gleichermaßen beeinflusst wird.

## ■ 7.9 Rendering Paths

Um Objekte mit Licht und Schatten ansehnlich darzustellen, ist die Wahl des richtigen Rendering-Verfahrens ein wichtiger Punkt. Das Rendern berechnet hierbei das Bild, das am Ende auf dem Bildschirm des Spielers dargestellt wird.

Unity unterstützt hier gleich drei unterschiedliche *Rendering*-Techniken, die wir im Folgenden noch weiter vorstellen werden. Sie können für jede Plattform individuell eine Default-Rendering-Technik definieren. Dies machen Sie in den *Player Settings* (**PROJECT SETTINGS/PLAYER**) im Bereich *Other Settings*. Zusätzlich können Sie noch einmal bei jeder Kamera ein zu nutzendes *Rendering*-Verfahren hinterlegen. Hierfür nutzen Sie die Eigenschaft *Rende-*

*ring Path*. Wird hier die Default-Einstellung „Use Player Settings“ belassen, wird die Einstellung aus den *Player Settings* übernommen.

Ein Hauptunterschied dieser Rendering-Verfahren sind die eingesetzten Methoden zum Berechnen der Beleuchtung.

- Beim **Vertex Lighting** wird die Auswirkung einer Lichtquelle lediglich anhand der *Vertices* der beleuchteten 3D-Modelle bzw. der *Meshes* berechnet und auf die gesamten Flächen hochgerechnet.
- Beim **Pixel Lighting** wird die Beleuchtung für jeden einzelnen Pixel separat berechnet. Diese Vorgehensweise ist natürlich ressourcenhungriger, ermöglicht aber z.B. Normal-Mapping oder auch Echtzeitschatten. Allerdings sollten Sie beachten, dass einige ältere Grafikkarten *Pixel Lighting* nicht unterstützen.

### 7.9.1 Forward Rendering

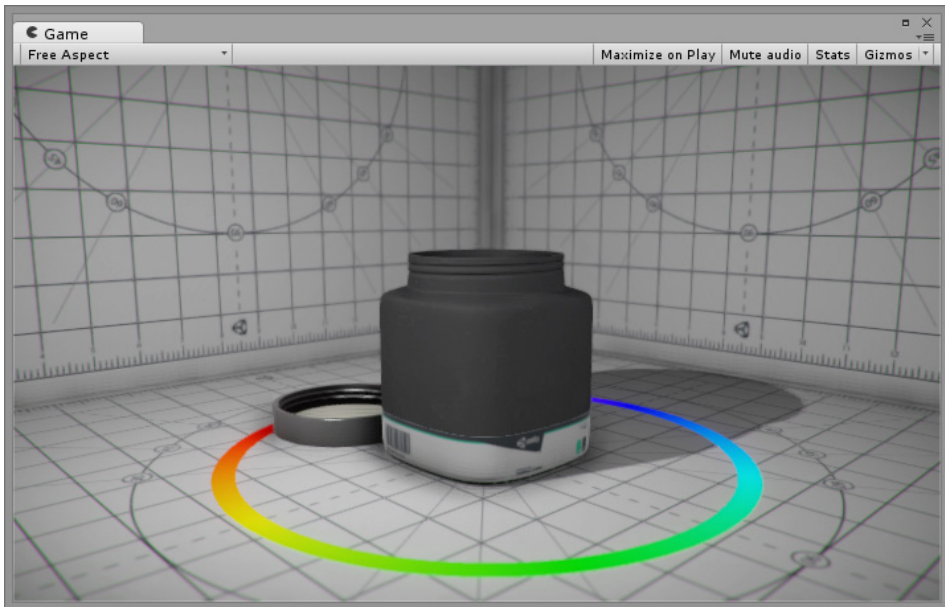
*Forward Rendering* ist ein Misch-Rendering-Verfahren, das verschiedene Berechnungsarten der Lichtquellen nutzt. In den *Quality Settings* (EDIT/PROJECT SETTINGS/QUALITY) können Sie für jede Plattform über den Parameter *Pixel Light Count* bestimmen, wie viele Lichtquellen im *Pixel Rendering*-Verfahren berechnet werden dürfen. Die anderen Lichtquellen werden mit dem *Vertex Lit*-Verfahren oder als *Spherical Harmonics* berechnet. Letzteres ist ein Verfahren, das ebenfalls auf Basis von *Vertices* arbeitet und aufgrund von Näherungen sehr schnell berechnet werden kann.

Unity wählt bei diesem Verfahren abhängig vom *Pixel Light Count*-Wert selbstständig die wichtigsten Lichtquellen aus und rendert diese dann entsprechend im *Pixel-Lighting-Modus*. Dabei zählt das hellste *Directional Light* automatisch zu den wichtigsten.

Sie können aber auch die Auswahlmöglichkeiten selber bestimmen. Stellen Sie den *Render Mode* einer Lichtquelle auf *Important*, so wird diese per Pixel berechnet. Stellen Sie diese auf *Not Important*, wird sie auf jeden Fall per Vertex oder als *Spherical Harmonics* berechnet. Nur bei *Auto* wählt Unity selbstständig.

Beim *Forward Rendering* werden neben der hinterlegten Anzahl an Per-Pixel-Lichtern noch bis zu vier Lichter nach dem *Vertex Lighting*-Verfahren berechnet. Der Rest wird schließlich als *Spherical Harmonics* kalkuliert.

In Bild 7.19 sehen Sie eine kleine Szene, die mit dem *Forward Rendering*-Verfahren dargestellt wird. Sie besitzt zwei Lichtquellen, wobei in den *Quality Settings* als *Pixel Light Count* ein Wert von 1 hinterlegt wurde. Hierdurch wird nur bei einer Lichtquelle das *Pixel Rendering*-Verfahren eingesetzt, weshalb auch nur ein Schatten zu sehen ist.



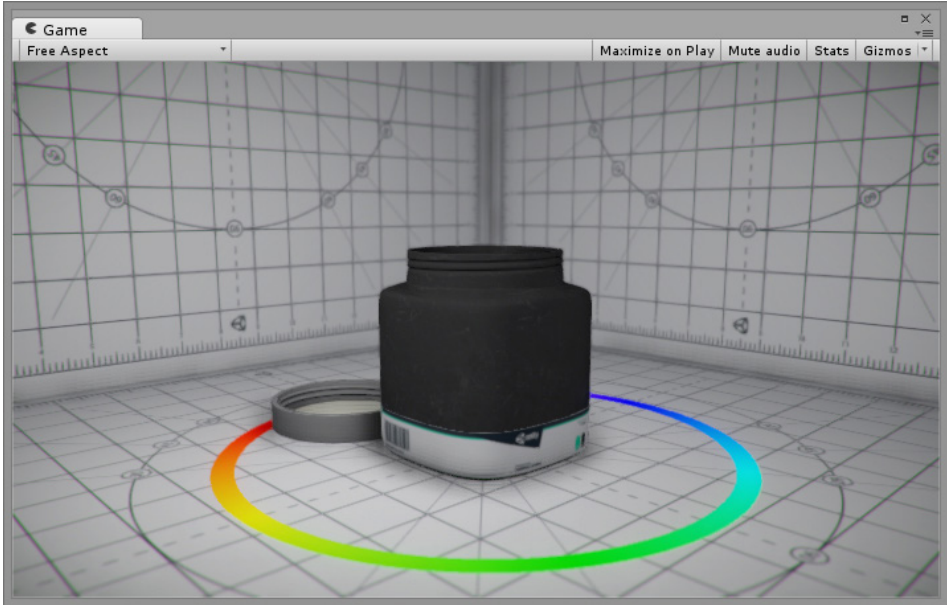
**Bild 7.19** Mit Forward Rendering dargestellte Szene

## 7.9.2 Vertex Lit

*Vertex Lit* nutzt ausschließlich das *Vertex Lighting*. Es unterstützt keine Echtzeitschatten und auch keine *Shader*-basierten Effekte wie *Normalmaps* oder Echtzeitschatten. Dafür ist es aber mit Abstand am performantesten und bietet die umfassendste Hardwareunterstützung. Allerdings wird es nicht von Konsolen unterstützt.

Bild 7.20 zeigt eine Szene mit zwei Lichtquellen und ein Material, das zur Darstellung einer rauen Oberfläche eine *Normalmap* nutzt. Aufgrund des *Vertex Lit*-Verfahrens werden sowohl die Schatten der Lichtquellen als auch der Effekt der *Normalmap* nicht dargestellt.





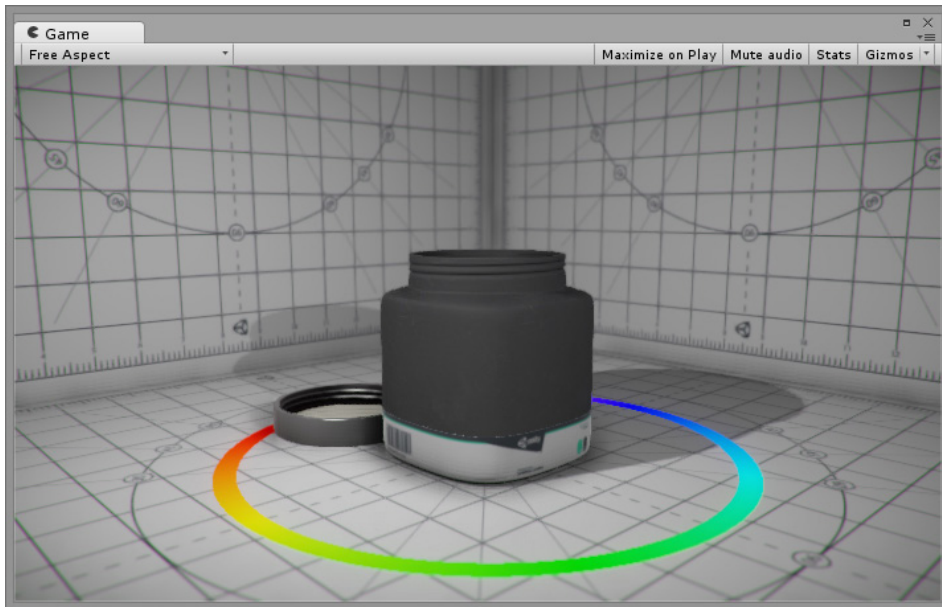
**Bild 7.20** Gerenderte Szene mit Vertex Lit

### 7.9.3 Deferred Lighting

*Deferred Lighting* ist die anspruchsvollste Rendering-Art mit den detailreichsten Darstellungen von Schatten und Licht, da alle Lichtquellen nach dem Pixel Lighting-Verfahren berechnet werden. Im Gegensatz zum *Forward Rendering* unterstützt es deshalb auch beliebig viele Lichtquellen mit Echtzeitschatten, was sich aber natürlich auch im Performance-Bedarf bemerkbar macht. Außerdem wird dieses Verfahren nicht von jedem Gerät unterstützt, weshalb gerade im Mobile-Bereich die Verwendung vorher genauer geprüft werden sollte.

In Bild 7.21 sehen Sie eine Szene mit zwei Lichtquellen. Aufgrund des gewählten *Deferred Lighting*-Verfahrens wird bei beiden Lichtquellen das *Pixel Rendering*-Verfahren genutzt, sodass auch zwei Schatten zu sehen sind. *Normalmaps* und andere *Shader*-Effekte werden ebenfalls dargestellt.

Neben den höheren Performancekosten hat das *Deferred Lighting* noch einen weiteren Nachteil, den Sie aber ausgleichen können. Im Gegensatz zum *Forward Rendering* wird bei diesem Verfahren kein hardwareseitiges *Antialiasing*, also keine Kantenglättung, unterstützt. Stattdessen müssen Sie hier der Kamera den „Antialiasing“-*Image Effect* zufügen, den Sie in den Standard Assets „Effects“ finden.

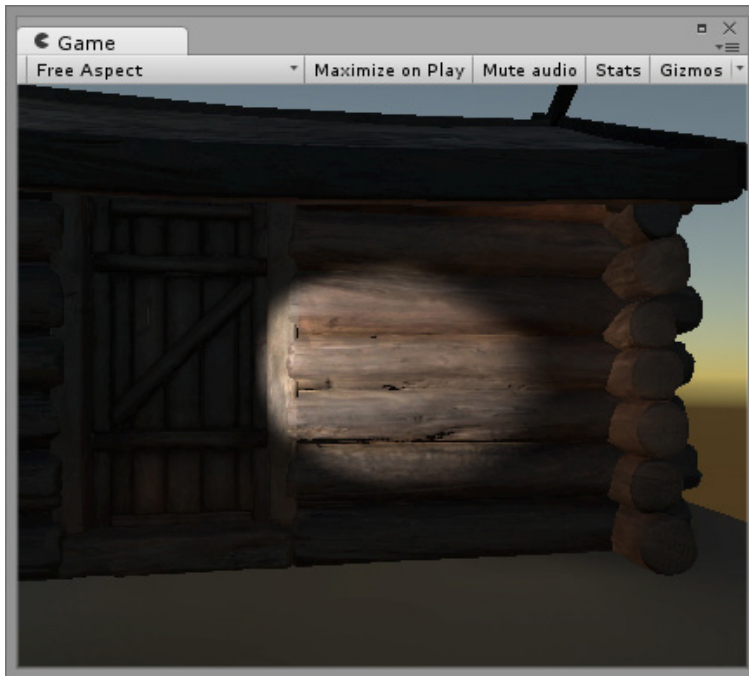


**Bild 7.21** Gerenderte Szene mit Deferred Lighting

## ■ 7.10 Global Illumination

In der realen Welt erreichen Lichtstrahlen nicht nur die Stellen, wo sie auf direktem Wege hinkommen. Sie werden auch von den Flächen reflektiert, auf die sie stoßen, und gelangen so über Umwege auch an verstecktere Stellen. Ansonsten würde es z. B. an einem Sommertag im Schatten komplett schwarz sein, was es aber nun mal nicht ist.

In Unity nennt sich dieses Verfahren zur indirekten Beleuchtung *Global Illumination*. Wie intensiv die indirekte Beleuchtung dabei ist, können Sie bei jeder Lichtquelle separat einstellen. Dort regeln Sie über den *Indirect Multiplier*-Parameter, wie stark das Licht von einer Fläche abgestrahlt wird und die Umgebung erhellt. Bild 7.22 zeigt Ihnen, wie durch die reflektierende (indirekte) Beleuchtung eines Spotlights auch der Dachkasten und die Seitenbalken eines Holzhauses angeleuchtet werden.



**Bild 7.22** Indirekte Beleuchtung durch ein Spotlight

Da die Berechnung indirekter Beleuchtung sehr rechenintensiv sein kann, gibt es in Unity zwei unterschiedliche Verfahren, die *Global Illumination* in Spielen ermöglichen: *Baked GI* und *Realtime GI*.

### 7.10.1 Baked GI

Die erste *Global Illumination*-Variante wird beim *Lightmapping* genutzt und wird auch *Baked GI* genannt. Hier wird die Ausbreitung der indirekten Beleuchtung von entsprechend markierten Lichtquellen zur Entwicklungszeit berechnet und über die Objekte gelegt. Die *Baking*-Eigenschaft der Lichtquellen muss deshalb auf *Mixed* oder *Baked* gestellt sein. Allerdings werden bei diesem Verfahren nur statische Objekte berücksichtigt, die mit *Static* oder *Lightmap Static* gekennzeichnet wurden.

Im *Lighting-Fenster* (*WINDOW/LIGHTING/SETTINGS*) gibt es für *Baked GI* einen extra Bereich, in dem Sie für dieses Verfahren einige Grundeinstellungen vornehmen und auch die komplette Funktion deaktivieren können. Der Bereich heißt **Mixed Lighting**. Sie können dort über die Checkbox den ganzen Bereich und damit das *Baked GI* deaktivieren. Ist der Bereich aktiviert, haben Sie über den Parameter *Lighting Mode* die Möglichkeit festzulegen, in welchem Modus die Berechnung stattfinden soll. Dieses Feature ist mit Unity 5.6 neu hinzugekommen. Folgende Auswahlmöglichkeiten sind vorhanden:

- **Baked Indirect** bietet sich für PCs an, deren Performance im mittleren Bereich liegt, oder für High-End-Mobilgeräte. Hierbei wird nur Licht vorberechnet, keine Schatten. Das bedeutet, dass Schatten immer zur Laufzeit berechnet werden.

- **Distance Shadowmask** bietet sich für High-End-Geräte wie einen performanten PC oder neuste Konsolen an. In diesem Modus können statische Objekte auch Schatten auf dynamische Objekte werfen. Schatten von statischen und dynamischen Objekten werden zusammen berechnet und verarbeitet.
- **Shadowmask** bietet sich für weniger bis durchschnittlich performante PCs oder Mobilgeräte an. Dieser Modus berechnet Schatten von statischen Objekten inklusive deren Selbstbeschattung untereinander vor. Außerdem werden Schatten von dynamischen Objekten korrekt mit vorberechneten Schatten kombiniert. Schatten von statischen Objekten auf dynamischen können nur mithilfe von *Light Probes* erzielt werden.
- **Subtractiv** bietet sich für wenig performante Mobilgeräte an. Dieser Modus ist der am wenigsten rechenintensive. Damit ist er aber auch limitiert, was die Möglichkeiten angeht, Licht und Schatten zu verarbeiten. Hierbei wird die direkte Beleuchtung von vornherein in die *Lightmap* mit einbezogen, ohne Rücksicht auf dynamische Schatten oder andere Einflüsse. Änderungen des Lichts haben zur Laufzeit also keinerlei Einfluss. Einzig das „*main directional light*“, welches häufig die Sonne ist, ist in der Lage, Echtzeitschatten zu werfen.

Je nachdem, welche Voraussetzungen Sie haben, sollten Sie die verschiedenen Modi ausprobieren und jenen wählen, der den besten Kompromiss aus Leistung und Optik bietet.

Direkt mit diesem Bereich verwandt sind die meisten Parameter der **Lightmapping Settings** in Abschnitt 7.10.3.

Dort finden Sie auch die *Ambient Occlusion*-Eigenschaft, mit der Sie den Lichteinfluss in verdeckten Stellen wie z.B. Innenecken einschränken und kleine Schatten erzeugen können. Beachten Sie, dass Sie kein *Lightmapping* machen können, wenn Sie *Baked GI* deaktiviert haben.

## 7.10.2 Realtime Lighting

Das zweite *Global Illumination*-Verfahren ist das sogenannte *Precomputed Realtime GI*, also vorberechnetes Echtzeit-GI. Ab Unity 5.6 wird es nur noch *Realtime Global Illumination* genannt.

Auch hier werden nur statische Objekte berücksichtigt. Allerdings wird hier dieses Mal alles zur Laufzeit berechnet, sodass Sie jede Lichtquelle mit den *Baking*-Modus *Realtime* auch während des Spiels verschieben oder anderweitig ändern können, und trotzdem funktioniert die indirekte Beleuchtung. Allerdings ist diese Variante nicht ganz so detailliert wie *Baked GI* und natürlich auch nicht ganz so performance-freundlich. Beachten Sie deshalb, dass bei sehr großen Beleuchtungsänderungen die Berechnungen auch mal über mehrere Frames dauern können.

Diese Funktion ist zu Anfang eines Projektes genauso aktiviert wie *Baked GI*. Dies macht auch Sinn, weil auf diese Weise sowohl Realtime- als auch in *Lightmaps* integrierte Lichtquellen beim GI berücksichtigt werden. Möchten Sie *Realtime Global Illumination* allerdings deaktivieren, können Sie dies im *Lighting-Settings*-Fenster machen. Dazu deaktivieren Sie einfach die Checkbox im Abschnitt **Realtime Lighting**. In Abschnitt 7.10.3 finden Sie einen Hinweis auf den Parameter *Indirect Resolution*, der nur editierbar ist, wenn das **Realtime**

**Lighting**-Modul aktiv ist. Dieser Parameter hat direkt mit der Berechnung des Echtzeit-Lichtes zu tun.

### 7.10.3 Lightmapping Settings

Wie Licht berechnet wird, ist ein sehr komplexes Thema und so waren die Einstellungsmöglichkeiten dazu in Unity schon immer sehr umfangreich und auf den ersten Blick nicht leicht durchschaubar. Auch in der aktuellen Version 5.6 hat sich hier wenig getan. Außerdem unterliegt dieses Thema ständiger Veränderung und Verbesserung, weshalb wir Ihnen hier nochmals die Unity-eigene Dokumentation ans Herz legen möchten: <https://docs.unity3d.com/Manual>

An dieser Stelle folgt nun aber ein kompakter Überblick über die zur Verfügung stehenden Parameter. Wichtig: Die meisten können Sie nur editieren, wenn der Bereich **Mixed Lighting** über die entsprechende Checkbox aktiviert ist.

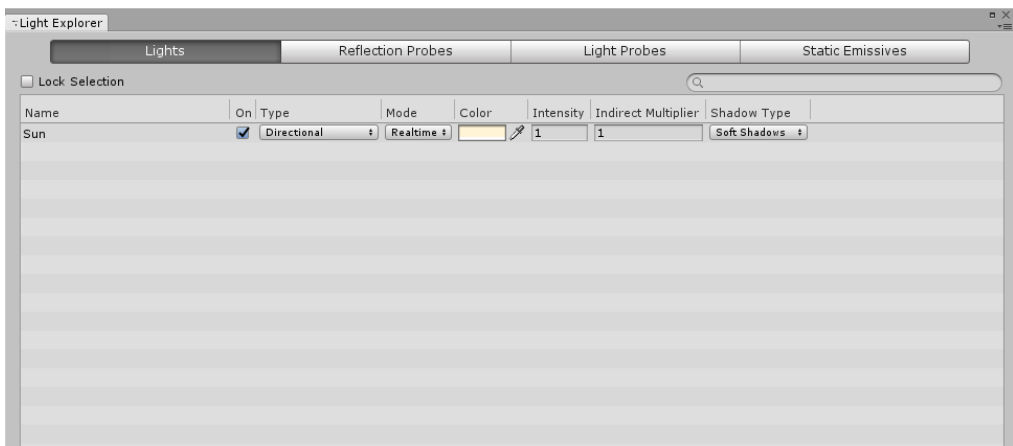
- **Lightmapper** legt fest, welches System zur Lichtberechnung benutzt wird. Sie haben hier die Wahl zwischen dem „normalen“ System „**Enlighten**“ oder dem mit Unity 5.6 neu hinzugekommenen System „**Progressive**“. Letzteres hat eine andere Herangehensweise an die Berechnung und zeigt kontinuierliche Updates währenddessen an. Das bedeutet, dass Sie während der aufwendigen Lichtberechnung schon sehen, wie in etwa das Ergebnis aussehen wird. Mit fortschreitender Zeit wird das Ergebnis hier immer besser. Haben Sie **Enlighten** gewählt, müssen Sie den gesamten Berechnungsprozess abwarten, um ein Ergebnis zu sehen.
- **Indirect Resolution** legt die Auflösung und damit die Genauigkeit fest, mit der indirektes Licht berechnet wird. Höhere Werte bedeuten außerdem längere Rechenzeiten.
- **Lightmap Resolution** legt die Auflösung und damit die Genauigkeit fest, mit der direkte, globale Beleuchtung berechnet wird. Höhere Werte bedeuten auch hier längere Rechenzeiten.
- **Lightmap Padding** kontrolliert den Abstand zwischen vorberechneten *Lightmap-Patches* (mehrere kleine *Lightmaps* innerhalb einer großen Textur).
- **Lightmap Size** legt fest, wie groß eine *Lightmap* maximal sein darf. Die Angabe ist in Pixeln.
- **Compress Lightmaps** ist standardmäßig aktiviert und sorgt dafür, dass die berechneten *Lightmaps* komprimiert werden, um weniger Speicherplatz zu benötigen. Dies kann jedoch auch zu ungewünschten Artefakten führen.
- **Ambient Occlusion** kontrolliert den Lichteinfluss in verdeckten Stellen wie z.B. Innenecken oder Selbstbeschattung bei nahe aneinander liegenden Objekten.
- **Max Distance** bezieht sich auf die *Ambient Occlusion* und legt fest, wie weit die Strahlen geschickt werden, die zu deren Berechnung vonnöten sind.
- **Indirect** und **Direct Contribution** kontrollieren jeweils den Kontrast der berechneten *Ambient Occlusion*; einmal für direktes und einmal für indirektes Licht.
- **Final Gather** ist ein Verfahren, das die Lichtberechnung im letzten Schritt noch einmal verbessern soll. Hierdurch können die Berechnungszeiten stark erhöht werden, das Ergebnis wird aber vor allem beim indirekten Licht besser sein.

- **RayCount** bezieht sich auf das *Final Gather*-System und kontrolliert, wie viele Strahlen zur Berechnung benutzt werden.
- **Denoising** legt fest, ob ein Entrauschungs-Filter über das Ergebnis der *Final Gather* Berechnung gelegt wird.
- **Directional Mode** bietet Ihnen die Optionen *Directional* und *Non-Directional*. Intern wird damit festgelegt, ob die berechneten *Lightmaps* (*baked* und *realtime*) Richtungs-Informationen von ihrer Haupt-Lichtquelle speichern oder nicht.

## ■ 7.11 Light Explorer

Seit Unity 5.6 gibt es den sogenannten *Light Explorer*, den Sie unter dem Menüpunkt **WINDOWS/LIGHTING/LIGHT EXPLORER** finden. Dieses Fenster dient als Übersicht über verschiedene Daten, Objekte und Einstellungen, die Sie jetzt vereint in einem Editorfenster vorfinden.

Dies vereinfacht zum einen die Kontrolle über die von Ihnen getroffenen Einstellungen, zeigt damit viel schneller, wenn man mal etwas falsch eingestellt oder vergessen hat, und bietet eine komfortable Lösung, relevante Einstellungen an einem Platz statt verstreut über mehrere Orte zu finden.



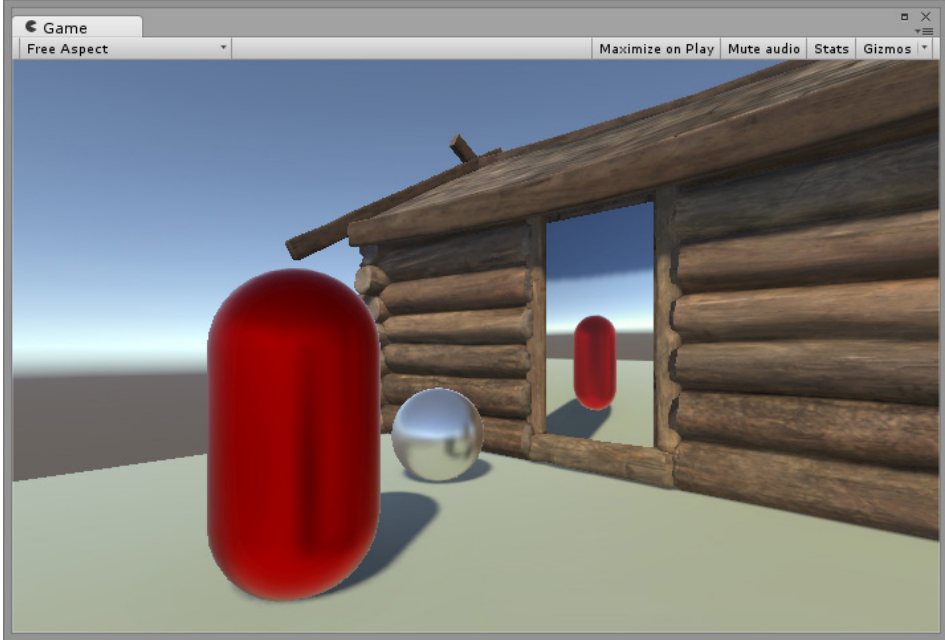
**Bild 7.23** Der neue Light Explorer seit Unity 5.6

Der Übersichtlichkeit halber ist der *Light Explorer* in vier Bereiche *Lights*, *Reflection Probes*, *Light Probes* und *Static Emissives* aufgeteilt.

Je nach Bereich werden existierende Elemente aufgelistet und sind mit ihren Parametern, die Sie sonst im *Inspector* wiederfinden würden, aufgeführt.

## ■ 7.12 Reflexionen (Spiegelungen)

Möchten Sie in Unity Reflexionen bzw. Spiegelungen darstellen, gibt es hierfür verschiedene Verfahren.



**Bild 7.24** Szene mit einem Spiegel und anderen spiegelnden Objekten

Wenn ein korrektes Spiegelungsverhalten wichtig ist, wie z. B. bei einem Spiegel oder einer Wasseroberfläche, werden hierzu *Render Textures* eingesetzt. In dem Fall wird eine Kamera vor dem spiegelnden Objekt in die entgegengesetzte Richtung platziert und stellt dann auf der *Render Texture* das Kamerabild dar. Tipps zum Nutzen von *Render Textures* für Spiegel erhalten Sie im Abschnitt „Render Texture“ im Kapitel „Kameras, die Augen des Spielers“.

Bei Objekten, wo kein 100% korrektes Bild notwendig ist, wie z. B. bei einem Metallbecher oder den Radkappen eines Autos, ist dieses Verfahren natürlich zu aufwendig und auch zu rechenintensiv. Deshalb werden bei solchen Anwendungszwecken einfach dreidimensionale Bilder genutzt, die statt einer echten Reflexion auf diesen Objekten als Spiegelung dargestellt werden.

Per Default wird dabei die prozedural erzeugte Skybox der aktuellen Szene auf den Objekten dargestellt. Sie können aber auch im *Lighting*-Fenster ein individuelles Bild in Form einer *Cubemap* festlegen, das stattdessen standardmäßig genutzt wird.

Dies können Sie über den *Reflection Source*-Parameter im „Environment Lighting“-Bereich des *Lighting*-Fensters einstellen. Dort können Sie auch weitere Grundeinstellungen für Reflexionen vornehmen.

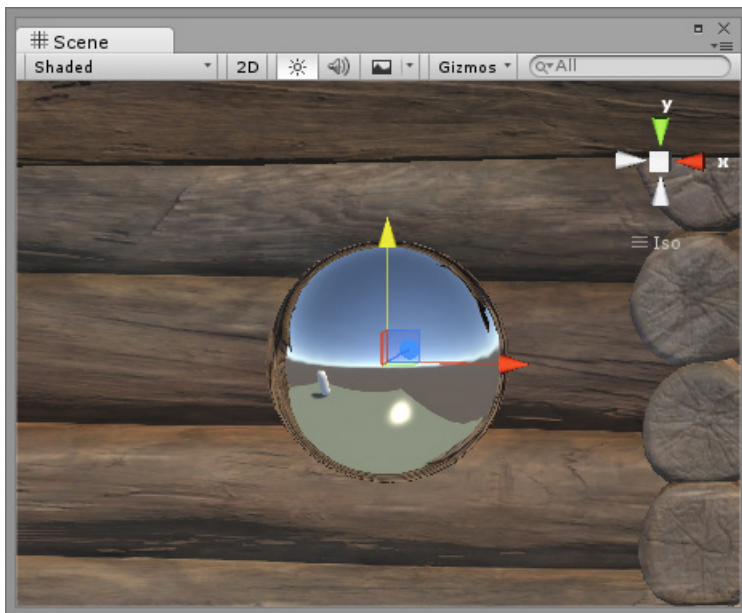


Damit Unity die dort hinterlegte *Reflection Source* automatisch bei reflektierenden Materialien nutzt, um die Spiegelungen/Reflexionen darzustellen, brauchen Sie weiter nichts zu machen. Das Einzige, was Sie tun müssen, ist, beim *Shader* eines Materials zu definieren, wie das Reflexionsverhalten sein soll, also wie glatt eine Oberfläche ist und wie metallisch sie wirken soll (siehe „Der Standard-Shader“ im Kapitel „Objekte in der zweiten und dritten Dimension“).

Neben dieser ganz grundsätzlichen Reflexionsvorlage können Sie aber auch noch individuelle Reflexions-*Cubemaps* auf den Objekten darstellen. Hierbei kommen sogenannte *Reflections Probes* zum Einsatz, die wir im Folgenden etwas genauer erläutern.

### 7.12.1 Reflection Probes

Mit *Reflection Probes* können Sie raumabhängige Reflexions-*Cubemaps* erzeugen, die dann automatisch den Materialien zugewiesen werden, die sich in deren Umgebung befinden. Die auf diese Weise generierten *Cubemaps* können sowohl statisch sein als auch in Echtzeit ihre Inhalte aktualisieren, sodass sich die Reflexionen auf den Materialien sogar während des Spiels ändern können.



**Bild 7.25** Reflection Probe

*Reflection Probes* sind kugelförmige Gebilde (siehe Bild 7.25), die im Grunde eine 360°-Kamera darstellen, die ihre komplette Umgebung in Bildform festhält. Dabei können Sie über den *Type*-Parameter definieren, zu welchem Zeitpunkt und wie oft dieses Bild generiert wird.



- **Baked** legt fest, dass das Bild zur Entwicklungszeit während des *Lightmapping-Bakens* erstellt wird. Hierbei werden nur statische Objekte im Bild erfasst, bei denen *Static* oder *Reflection Probe Static* aktiviert ist.
- **Realtime** bedeutet, dass das Erstellen des Bildes zur Laufzeit des Spiels stattfindet.
- **Custom** ermöglicht, eine eigene *Cubemap* diesem *Reflection Probe* zuzuweisen, die dann in dem Einflussbereich dieses *Reflection Probes* als Reflexion dargestellt wird. Alternativ können Sie über einen **BAKE**-Button eine *Cubemap* erstellen. Über die zusätzliche *Dynamic Objects*-Option können Sie zudem auch die nichtstatischen Objekte mit in die *Cubemap* einfließen lassen.

Wählen Sie die *Type*-Option *Realtime*, stehen Ihnen folgende Einstellmöglichkeiten zur Wahl:

- **On Awake** erstellt das Bild einmal, wenn der *Reflection Probe* erstmalig in einer Szene aktiv wird.
- **Every Frame** bewirkt, dass der Probe wie bei einer Kamera in jedem Frame das Bild erneut erstellt.
- **Via Scripting** bedeutet, dass das Bild nur dann erstellt wird, wenn per Code die Methode *RenderProbe* eines *Reflection Probes* ausgelöst wird.

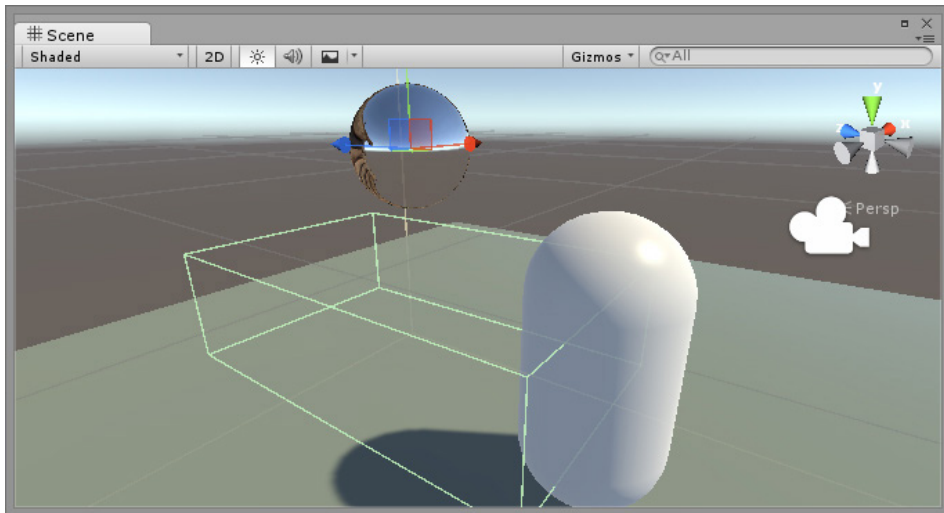
Das Listing 7.1 zeigt Ihnen ein Beispiel, wie Sie bei der *Type*-Option *Via Scripting* das Erstellen eines neuen *Reflection Probe*-Bildes auslösen.

**Listing 7.1** Per Code *Reflection Probe*-Bild erstellen

```
using UnityEngine;
using System.Collections;
public class RefreshReflectionProbe : MonoBehaviour {
    public ReflectionProbe probe;

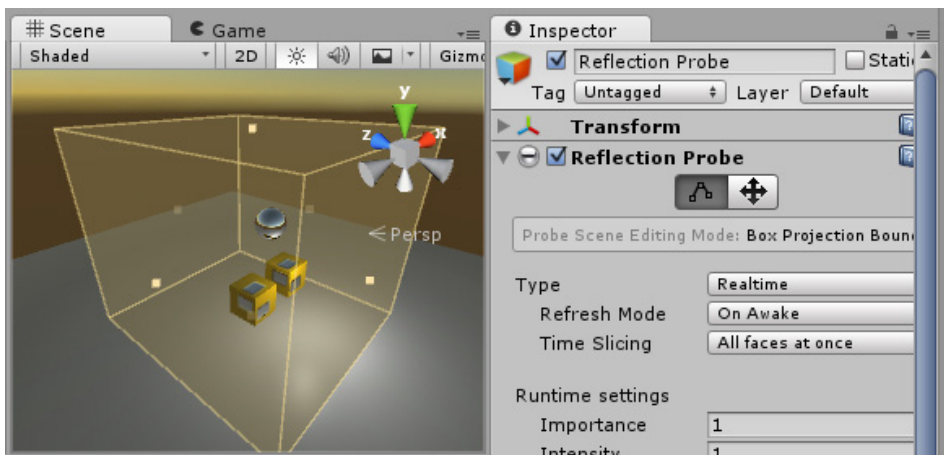
    void OnTriggerEnter()
    {
        probe.RenderProbe();
    }
}
```

Um das Skript aus Listing 7.1 zu nutzen, weisen Sie dieses einem *Trigger-Collider* zu. Nun brauchen Sie nur noch den *Reflection Probe* auf die Variable *probe* zu ziehen und schon wird das Bild der *Reflection Probes* aktualisiert, sobald sich ein Objekt mit einem *Collider* (und einem *Rigidbody*) in diesen hineinbewegt. Bild 7.26 stellt es noch einmal bildlich dar.



**Bild 7.26** Per Trigger-Collider einen Reflection Probe aktualisieren

Wie eingangs erwähnt, fangen *Reflection Probes* die eigene Umgebung ein, um diese dann als Reflexionen auf anderen Materialien anzuwenden. Welche Umgebung hierbei eingefangen wird, wird durch eine gelbe Box gekennzeichnet.



**Bild 7.27** Reflection Probe-Box mit aktiviertem Size-Werkzeug

Mit dem *Size-Tool* können Sie nun diese Box modifizieren. Nutzen Sie hierfür die *Handle-Punkte* an den Flächen der Box (siehe Bild 7.27). Zum Aktivieren des *Size-Tools* drücken Sie den linken Funktions-Button im *Inspector* der *Reflection Probe*-Komponente. Neben dem *Size-Tool* finden Sie rechts daneben das *Origin-Tool* (gekennzeichnet durch das Pfeile-Kreuz). Mit diesem können Sie den *Reflection Probe* innerhalb der Box verschieben.

## ■ 7.13 Qualitätseinstellungen

Wie Sie bereits sicher gemerkt haben, bietet Unity Ihnen viele unterschiedliche Einstellungen bezüglich der Hochwertigkeit der grafischen Darstellung.

Die Grundeinstellungen hierfür können Sie in den *Quality Settings* vornehmen, die Sie über **EDIT/PROJECT SETTINGS/QUALITY** erreichen.

### 7.13.1 Quality Settings

In den *Quality Settings* haben Sie die Möglichkeit, unterschiedliche Qualitätsstufen zu definieren, die dann je nach Stufe performance-lastiger und hochwertiger bzw. sparsamer und rudimentärer aussehen.

Selektieren Sie hierfür in der dort zu findenden Matrix ein *Quality Level* und nehmen im unteren Bereich dann die Grundeinstellungen für diese Stufe in den Bereichen *Rendering*, *Shadow* und *Other* vor. Über den Button **ADD QUALITY LEVEL** können Sie zudem der Matrix beliebig viele weitere Levels zufügen und dann definieren.

Außerdem können Sie in der Matrix die *Quality Level* den verschiedenen Plattformen zuordnen bzw. festlegen, welche Qualitätsstufen dort zur Verfügung stehen sollen.

### 7.13.2 Qualitätsstufen per Code festlegen

Zum Nutzen dieser Qualitätsstufen in Spielen bietet Unity Ihnen die Klasse *QualitySettings* an, die verschiedene statische Methoden bereithält, um z.B. die *Quality Levels* abzufragen oder zu verändern.

Listing 7.2 zeigt Ihnen ein einfaches Skript, mit dem die Qualitätsstufen gesenkt oder angehoben werden können. Der Name der aktuellen Stufe wird dabei in einem Text-Objekt der GUI angezeigt. Neben diesem Text-Objekt brauchen Sie lediglich noch zwei Buttons Ihrer Szene zuzufügen, die dann die beiden Funktionen `IncreaseQuality` und `DecreaseQuality` aufrufen. Mehr zu diesem Thema erfahren Sie im Kapitel „GUI“.

**Listing 7.2** Einfaches Skript zum Ändern der Qualitätsstufen

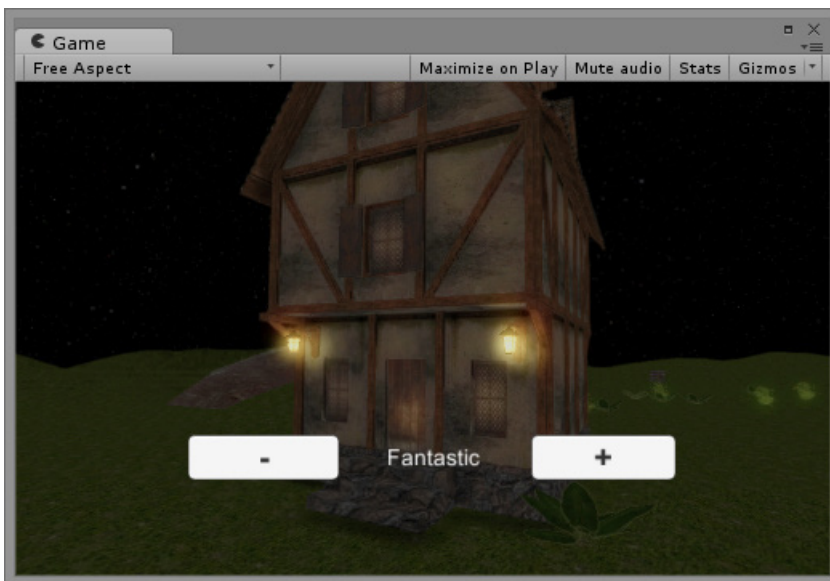
```
using UnityEngine;
using System.Collections;
using UnityEngine.UI;

public class SetQualityLevel : MonoBehaviour {
    //Text-Objekt zur Anzeige des aktuellen Quality-Level-Namens
    public Text qualityText;
    //Array zum Speichern alle Quality-Level-Namen
    public string[] names;
    void Start() {
        //QualityLevel-Namen abfragen und Array zuweisen
        names = QualitySettings.names;
        //GUI aktualisieren
```

```
    UpdateView();
}
public void IncreaseQuality()
{
    //Qualitätsstufe anheben
    QualitySettings.IncreaseLevel(true);
    //GUI aktualisieren
    UpdateView();
}

public void DecreaseQuality()
{
    //Qualitätsstufe senken
    QualitySettings.DecreaseLevel(true);
    //GUI aktualisieren
    UpdateView();
}
//Name des aktuellen Quality-Levels in der GUI aktualisieren
void UpdateView()
{
    //Quality-Level-Index abfragen, Name aus Array holen und GUI zuweisen
    qualityText.text = names[QualitySettings.GetQualityLevel()];
}
}
```

Mit einer einfach gehaltenen Oberfläche könnte das Skript in Verbindung mit drei UI-Elementen so aussehen wie in Bild 7.28.



**Bild 7.28** Einfache GUI zum Ändern der aktuellen Qualitätsstufe

# Index

## Symbole

2D 109, 148, 372, 423  
2D-Button 10, 12  
2D-Physik 263  
3D-Koordinatensystem 109

## A

A\*-Algorithmus 461  
Accelerometer 283  
Accessoren 60  
activeTerrain 363  
Adaptive Reinhard 164  
AddComponent 52, 89  
AddExplosionForce 230  
AddField 409  
AddForce 229  
AddForceAtPosition 230  
Add Quality Level 222  
AddRelativeForce 230  
AddRelativeTorque 230  
AddTorque 230  
Advanced - Texture Type 139  
Albedo 124  
Allow Wet Mixing 301  
Alpha Cutoff 123  
Alpha-Kanal 138  
Ambient Intensity 189  
Ambient Light 189  
Ambient Occlusion 215  
Ambient Source 189  
Anchor-Handle 379  
Anchors 378  
Angular Drag 226  
Animation 393, 419, 431  
Animation-Clip 431, 436  
Animation Events 457f.  
Animation State 436, 607  
Animation Types 429  
Animation View 421  
Animator 450  
Animator Controller 434, 607  
Antialiasing 164, 212  
anyKey 275  
Any State 438  
Application 98  
Apply Root Motion 427  
Area Effector 2D 266  
Area Light 195, 205  
Array 41 ff., 59 f., 69  
Asset 8 f., 17, 20 ff., 26, 31 ff.  
Asset Store 33, 145, 354, 365  
Attribut 90  
Audio 289  
AudioClip 296  
Audio-Filter 298  
AudioListener 163, 289  
Audio Mixer 290, 298  
AudioSource 290  
Ausführungsreihenfolge 103  
Avatar 429  
Avatar Definition 431  
Avatar Mask 440  
Awake 82

**B**

Background 161  
 Backup 530  
 Baked GI 214  
 Baken 205  
 Baking 191  
 Balancing 639  
 Basisklasse 62, 76  
 Batch 483  
 Bedingte Operatoren 47  
 BeginHorizontal 400  
 BeginVertical 400  
 Behaviour 78  
 Beschleunigungssensor 283  
 Betrag 111  
 Bit-Feld 241  
 Blending 440  
 Blend Tree 438  
 Blueprint 377  
 Bone-Mapping 429  
 Boo 75  
 Box Collider 232  
 Brush 349  
 Build-In-Shader 120  
 Button 387, 397  
 Byte Order 352

**C**

C# 37, 75  
 Camel Case 39  
 Camera 161, 163  
 CancellInvoke 94  
 Canvas 372  
 Canvas Scaler 375, 523  
 Capsule 143  
 Capsule Collider 232  
 centerOfMass 228  
 Character Controller 258, 263, 573  
 Clear Flags 161  
 Clipping Planes 162, 185  
 Cluster 360  
 Collider 88, 232  
 Collision 236  
 Collision2D 265  
 Collision Detection 227, 238  
 CollisionEvent 331  
 Component 18, 27, 77, 84, 87

Conditions 436  
 Console 8, 23, 74, 102  
 ConstantForce 232  
 Constant Physical Size 375  
 Constant Pixel Size 375  
 Constraints 227  
 Continuous Baking 205  
 Cookie 139  
 Coroutine 92, 407  
 Create from Grayscale 140  
 CreateInstance 77  
 CREATE TABLE 411  
 Create Tree Collider 357  
 CrossPlatformInput 282  
 CSV 412  
 Cube 143  
 Cubemap 199  
 Culling Mask 161, 191  
 Cursor 138, 278  
 CursorMode 279  
 Curves 422  
 Cutout - Rendering Mode 123  
 Cylinder 143

**D**

Datenbank 407, 410  
 Datenbanksprache 410  
 Datentypen 40  
 Debug 102  
 Default Cursor 555  
 Default Time 104  
 Deferred Lighting 212  
 Delete 396  
 deltaTime 81  
 Depth 162, 176  
 Destroy 77, 86, 89  
 Detail Albedo x2 131  
 Detail Mask 130  
 Detail-Texturen 131  
 Dictionary 70, 542  
 diffuse Reflexion 134  
 Directional Light 192  
 DontDestroyOnLoad 77, 100 f.  
 DontRequireReceiver 88  
 Dope Sheet 422  
 do-Schleife 51  
 Drag 226  
 Draw Call 483  
 Ducking 305

**E**

Edit in Playmode 302  
Editor 102  
Editor Extensions 33, 106, 145  
Eigenschaftsmethode 60  
Eltern-Objekt 118  
Emission 129  
Empty GameObject 28, 117, 252  
enableEmission 330  
EndHorizontal 400  
EndVertical 400  
Enumeration 43  
Environment Lighting 189  
eulerAngles 119, 261  
Event 389, 434  
Event Camera 375  
Event-Delegates 387  
Event-Methoden 80  
EventSystem 372  
Event Trigger 394

**F**

Fade - Rendering Mode 123  
Farbe 134  
FBX 144, 428  
Field of View 162  
Filter Mode 150  
Find 85f.  
FindGameObjectsWithTag 85  
FindWithTag 82, 85  
First Person Controller 261  
fixedDeltaTime 225  
Fixed Joint 255  
Fixed Timestep 225f., 238, 254  
FixedUpdate 81, 225, 229  
Flare Layer 163  
Flatten 350  
fontSize 396  
ForceMode 231  
foreach-Schleife 50  
for-Schleife 49  
Forward Friction 244  
Forward Rendering 210  
Frame 34, 81, 92  
Frustrum Culling 185

**G**

Game Controller 560  
Game-Design-Dokument 638  
GameObject 8 ff., 17ff., 27ff., 34f., 76f., 82, 84ff., 89, 98  
Game View 8, 12f., 15, 35  
Gamma-Korrektur 166  
Gamma-Rendering 166  
Gamma-Space 168  
Generate Colliders 455  
Generate Root Motion Curves 426  
Generic - Animation Type 429  
gerichtete Reflexion 133  
GET 409  
GetAxis 273  
GetButton 274  
GetButtonDown 261  
GetCollisionEvents 331  
GetComponent 87  
GetCurrentAnimatorStateInfo 454  
GetKey 275  
GetMouseButton 276f.  
GetMouseButtonDown 231  
GetQualityLevel 363  
GetTouch 281  
GetWorldPose 247  
Gizmo 11ff., 290  
Gizmo Display Toggles 15  
Graphical User Interface 371  
Grass Lighting 359  
Gravitation 226  
Gravity Scale 264  
Grayscale 126, 139, 198, 351  
GUI 371  
GUI-Klasse 397  
GUILayer 163  
GUILayout-Klasse 399  
GUISkin 400  
GUIStyle 400

**H**

Hand-Tool 14  
Hard Shadows 196  
Has Exit Time 437  
Hash-Wert 454  
HDR-Rendering 164  
Heightmap 126, 139, 351f.  
Hierarchy 8, 11, 16ff., 34f.

High Dynamic Range-Rendering 164  
 Highscore 410  
 Hinge Joint 256  
 HTML 409  
 Humanoid - Animation Type 429

**I**

Icon 18  
 identity 120  
 IEnumerator 93  
 if-Anweisung 46  
 Image 383, 392  
 Image Effects 179  
 Immediate Mode GUI (IMGUI) 396  
 Initialisierung 40  
 Input 231, 273, 280  
 InputField 389  
 Input-Manager 269, 272, 286  
 Input Settings 263  
 INSERT INTO 411  
 insideUnitSphere 92  
 Inspector 17, 61, 84  
 Instantiate 120, 404  
 Instanzieren 41, 52  
 Instanzmember 58  
 Interface 65  
 Interpolate 227  
 Intersection 331  
 Inventarsystem 542  
 Invoke 94  
 InvokeRepeat 94  
 IsInvoking 94  
 Is Kinematic 226, 236, 285  
 Is Trigger 236

**J**

JavaScript 75  
 Joints 255  
 Joystick 272

**K**

Kamera 161  
 KeyCode 275  
 Keyframe 421  
 KI 461, 617

Kind-Objekt 118  
 Klasse 51, 61, 73, 78  
 Klassendiagramm 76  
 Klassenmember 57  
 Klick-Sound 388  
 Kollisionen 88, 232  
 Kollisionserkennung 226, 232, 237  
 Kompilierungsreihenfolge 102  
 Komponente 17, 20, 27, 51f., 76, 78, 84, 87, 89  
 Konsole 102  
 Konstanten 43  
 Künstliche Intelligenz 461, 604, 617

**L**

Label 397  
 LateUpdate 83, 92  
 Layer 16, 19, 30  
 Layer-Based Collision Detection 239  
 Layer Collision Matrix 239  
 LayerMask 240, 582  
 LDR-Rendering 164  
 Lebensverwaltung 562  
 Lens Flares 201  
 Level Index 98, 100  
 Level Of Detail 146  
 Light 189  
 Light Cookies 198  
 Light Halos 200  
 Lighting 205  
 Lighting-Fenster 181, 189  
 Lightmap 139, 205  
 Lightmapping 189, 195, 204  
 Lightmap Snapshot 205  
 Lightmap Static 204  
 Light Probe 207  
 Light Probe Group 207  
 Linear-Rendering 166  
 Linear-Space 168  
 linkshändiges Koordinatensystem 109  
 List 69  
 localEulerAngles 119  
 localPosition 119  
 localRotation 119  
 LOD 146  
 LODGroup 147  
 LookAt 119  
 loop match 433  
 Low Dynamic Range 163



**M**

magnitude 111  
Main Camera 161, 171, 290  
Main Maps 124  
Manual 9  
Mask 434  
Mass 226  
Masseschwerpunkt 228  
Mass Place Trees 357  
Material 120  
Mathf 58  
Mehrspieler-Games 286  
Mesh 113, 232  
Mesh Collider 232, 234, 239  
MeshFilter 115  
MeshRenderer 115, 197  
Metallic 124  
Metallic-Workflow 133, 135  
Methode 53  
Minimap 175  
Mipmap 150  
Missing (MonoBehaviour) 79  
MoCap 420  
Model Import Settings 145  
MonoBehaviour 52, 61, 76, 78, 80, 98  
MonoDevelop 2, 73 f., 79  
Mono-Framework 37  
Motion Capturing 420  
mousePosition 277  
Move 259  
Muscle 430  
mySQL 410  
mysql\_query 411

**N**

nameHash 455  
Namespace 67, 76, 80  
Navigation 386  
Navigation Area 468  
NavigationMesh 462, 465  
NavMesh 465, 609  
NavMeshAgent 462, 606  
NavMeshObstacle 469, 610  
Negationsoperator 89  
Netzwerkspiele 287  
Noise 285  
Normale 114

Normalenvektor 114, 197  
Normalisieren 112  
normalized 112  
Normalmap 125, 138 f.  
null 87

**O**

Object 76 f.  
Objektorientierte Programmiersprache 51  
Objektorientierte Programmierung 61, 69  
Occludee Static 186  
Occluder Static 186  
Occlusion 127  
Occlusion Area 187  
Occlusion Culling 184, 484  
Off-Mesh Link 463, 467, 470  
OnCollision 236  
OnCollision2D 265  
OnControllerColliderHit 260  
OnDestroy 98  
OnGUI 82, 396  
OnLevelWasLoaded 100  
OnMouseDown 230  
OnMouseOver 231  
OnParticleCollision 322, 331, 341, 345  
OnTrigger2D 265  
Opaque - Rendering Mode 123  
Order in Layer 155  
Orientierung 283  
Orthogonal 12  
Orthographic 24, 176  
Ortsvektor 111  
Other Settings 209  
out 59

**P**

Packing Tag 153  
Paint Details-Tool 358  
Paint Height-Tool 350  
Paint Texture-Tool 353  
Panel 384  
Parallax Scrolling 157  
Parametermodifizierer 58  
Parenting 17, 118, 170  
parsen 413  
Particle Effect Control 313  
ParticleSystem 311, 367

Partikeleffekte 311  
 Partikelsysteme 311, 368  
 Pathfinding 461, 604  
 Perspective 24  
 Perspektivisch 12  
 PHP 407, 409 f.  
 phpMyAdmin 411  
 Physically Based Shading 122, 166  
 Physic Effectors 266  
 Physic Materials 242, 254  
 Physics 2D 263  
 Physics Settings 239  
 Physik-Engine 81, 225, 232  
 Pixelkoordinaten 277  
 Pixel Lighting 210  
 Place Tree-Tool 356  
 Plane 143  
 PlayClipAtPoint 295, 345  
 Play Controls 15  
 PlayerPrefs 95 f., 98  
 Play Mode 12, 153  
 Point Effector 2D 267  
 Point Light 193  
 Polygon 113  
 Polygonnetz 113  
 POST 409  
 Postprocessing-Effekte 179  
 Precomputed Realtime GI 215  
 Prefabs 86, 403  
 Primitive Collider 232, 234, 238  
 Primitives 142, 235  
 Produktionsphasen 637  
 Produktionsprozess 637  
 Project Browser 8, 10, 16, 18 ff., 25 f., 31 f. 34  
 Projection 162, 176  
 Projector 202  
 Projekt Browser 79  
 Pro Standard Assets 103  
 Prozedurale Mesh-Generierung 146

## Q

Quad 143  
 Quality Level 222  
 Quality Settings 222, 363  
 Quaternion 92, 119, 261  
 Quelltext 38  
 Quest 588  
 Questgeber 590

## R

Raise/Lower-Tool 349  
 Random 91  
 Raw Image 384  
 Raycast 59, 112, 239, 256  
 RaycastHit 257  
 Raycasting 256  
 Rect-Handle 377  
 Rect-Tool 14, 377  
 RectTransform 78, 376  
 ref 59  
 Reflection Probe 219  
 Reflection Probe Static 220  
 Reflection Source 218  
 Remote-Profiling 487  
 Rename 79  
 Rendering Mode 123  
 Rendering Path 162, 209  
 Rendering-Statistik 187, 482  
 Render Mode 191, 373  
 RenderSettings 181  
 Render Texture 177, 218  
 RepeatButton 397  
 Reset 117  
 Reverb Zone 296  
 RGB 138  
 Richtungsvektor 111  
 Rig 429  
 Rigidbody 226, 285  
 Root 118  
 Root Motion 426, 433  
 Rotate 119  
 Rotate-Tool 14  
 RotateTowards 261

## S

Sandbox 407  
 Scale-Tool 14  
 Scale with Screen 375  
 Scene Gizmo 11 f.  
 Scene View 8, 10 f., 13 f., 16, 18, 34 f., 109, 235  
 Schatten 196  
 Schnittstellen 65  
 Schriftgröße 395  
 Screen 395  
 ScreenPointToRay 172, 278  
 Screen Space - Camera 374, 393

- Screen Space – Overlay 373
  - ScriptableObject 77, 105, 449
  - Script Execution Order Settings 103
  - Scripting Reference 3, 9, 74
  - Scrollbar 391
  - Secondary Maps 131
  - SELECT 412
  - Send Collision Messages 331
  - SendMessage 88
  - SendMessageOptions 88
  - SetActive 86
  - SetCursor 279
  - SetDestination 464
  - SetQualityLevel 363
  - Shader 120
  - Shader Calibration Scene 134
  - Shadow Type 191
  - Shuriken 311
  - Sichtbarkeit 57, 62
  - Sideways Friction 244
  - SimpleMove 258
  - Singleton 101
  - Size 162
  - SkinnedMeshRenderer 115
  - Skript 73, 78, 84, 102
  - Skybox 181
  - Slider 390
  - Smartphones 280
  - Smooth Height-Tool 351
  - Smoothness 125, 136 f.
  - Snapping 14
  - Snapping-Modus 377
  - Snap Settings 15
  - Snapshots 306
  - Soft Shadows 196
  - Sorting Layer 155
  - Source-Code 38
  - Spawn-Point 576
  - Specular 124
  - Specular-Workflow 133, 136
  - Sphere 143
  - Sphere Collider 232
  - Spherical Harmonics 210
  - Spiegel 178, 218
  - Split 413
  - Split-Screen 174, 286
  - Spot Light 194
  - sprachübergreifende Zugriff 103
  - Spring Joint 256
  - Sprite 15, 138, 149, 380, 383, 424
  - Sprite Animation 325, 423
  - Sprite Atlas 150, 152
  - Sprite Editor 151, 380, 424
  - Sprite-Element 150
  - Sprite Packer 152
  - SpriteRenderer 154
  - Sprite-Shader 157
  - Sprite Sheet 150
  - SQL 410
  - sqrMagnitude 111
  - Stand-alone 270
  - Stand-alone Input Module 372
  - Standard Assets 103
  - Standard-Shader 121, 122
  - Standard (Specular setup) 122
  - Start 82
  - State Machine 435
  - Static 18, 204
  - Static Collider 238
  - Stiffness 244
  - StringToHash 454
  - Subfenster 399
  - Sub-Quest 599
  - Sub-State Machine 441
  - Sun 181
  - Superglobals 409
  - switch-Anweisung 48
  - Syntax 38
  - Szene 26, 98
- T**
- Tablets 280
  - Tabs 7
  - Tag 29, 85
  - Target Texture 162, 177 f.
  - Terrain 239, 347, 367
  - Terrain Collider 239, 348, 357
  - Terrain Settings 351 f.
  - Text 382, 392
  - TextArea 398
  - TextField 398
  - Texture 138
  - Texture Atlas 150
  - Texture Type 380, 424
  - Tiefpass-Filter 285
  - Tilling 132
  - Time 81, 225
  - Time Manager 225
  - Toggle 389
  - Toggle Group 389

- Tonemapping 164
- Touch 280
- TouchCount 281
- Touch Input Module 372
- Transform 17, 78, 81, 117
- Transform-Tools 10f., 14f., 34, 117, 377
- Transition 385, 436
- Translate 119, 285
- Translate-Tool 14
- Transparent – Rendering Mode 123
- Tree 357, 367
- Triangle 113, 141
- Trigger 236
- Trigger-Collider 236, 292

## U

- uGUI 372
- UI Scale Modes 375
- UnityEngine 76, 80
- UnityPackage 31f.
- UnityScript 76
- Update 81, 92
- Upgrading 25
- Use Gravity 226
- Use Light Probes 207
- UV Mapping 141

## V

- var 41
- Vector3 110, 119
- Vektor 110
- Vererbung 61
- Vergleichsoperatoren 46
- Versiegeln 64
- Version Control System 530
- Versionsverwaltung 530
- Vertex Lighting 210, 359
- Vertex Lit 211
- Vertex-Snapping 15
- Vertices 113

- View Port Rect 162, 174
- Views 307
- Virtuelle Achsen 269, 271
- Virtuelle Tasten 271

## W

- WaitForSeconds 93
- WASD-Tastensteuerung 261, 573
- Wasser 365
- Water 365
- WebGL 407
- Web-Player 631
- Webspace 410
- Wegfindung 461
- Wet Mixing 301
- Wheel Collider 242
- Wheel Friction Curve 243, 254
- WheelHit 249
- while-Schleife 50
- Wind Zones 356, 365, 367
- World Space 375
- Wrap Mode 132
- WWWForm 409
- WWW-Klasse 407

## X

- XML 412

## Y

- yield 93, 407

## Z

- Zeilenumbrüche 382
- Zufallswerte 91
- Zugriffsmodifizierer 65, 87