

Spieleentwicklung mit Unity

Das umfassende Handbuch

DAS INHALTS- VERZEICHNIS

» Hier geht's
direkt
zum Buch

Inhalt

Materialien zum Buch	25
Vorwort	27
1 Einführung	29
1.1 Das Problem vieler Einsteiger	29
1.2 Wichtige Ansätze des Buches	30
1.2.1 Die Mischung macht's – Theorie und Praxis	30
1.2.2 Übung macht den Meister	31
1.2.3 Community	31
1.3 Lernen mit dem Buch	32
1.3.1 Voraussetzungen für das Buch	32
1.3.2 Wie du am besten mit dem Buch lernst	32
1.3.3 Englisch als Sprache für das Buch	33
1.3.4 Was kannst du nach dem Lesen?	34
1.4 Vorstellung der Kapitel	35
2 Die Unity-Engine	39
2.1 Was ist eigentlich Unity?	39
2.1.1 Game Engines	39
2.1.2 Die Unity Game Engine	40
2.1.3 Warum gerade Unity?	41
2.2 Installation	42
2.2.1 Download und Installation des Unity-Hubs	42
2.2.2 Einrichtung der Unity-Lizenz unter Unity Hub	46
2.2.3 Installation einer Unity-Version über Unity Hub	49
2.3 Erstellung des ersten Unity-Projekts	55
2.4 Mit den Downloadmaterialien zum Buch arbeiten	58
2.4.1 Zugriff über heruntergeladene Dateien	58
2.4.2 Zugriff über GitHub	59

3	Grundlegende Konzepte in der Engine	61
3.1	Der erste Überblick über Unity	61
3.1.1	Scene	62
3.1.2	Überblick über die wichtigsten Fenster	63
3.1.3	Pakete für das Projekt installieren	69
3.1.4	Ordnerstruktur des Projekts	72
3.2	Game Objects und Components	74
3.2.1	Game Objects	74
3.2.2	Components	75
3.2.3	Beispiel: Ein Würfel ohne Haut? Components in der Praxis verstehen	78
3.2.4	Das Game Object als leerer Behälter	83
3.2.5	Die Transform-Component	84
3.2.6	Übung 03.01: Objekumformung	90
3.2.7	Licht und Kamera – die Standardobjekte der 3D-Szene	90
3.2.8	Game Objects und Components deaktivieren	94
3.3	Orientierung in der Scene View	95
3.3.1	Maus- und Tastaturkürzel in der Scene View	95
3.3.2	Die Transform Toolbar	96
3.3.3	Übung 03.02: Tischlermeister	99
3.3.4	Gizmos	99
3.3.5	Weitere Tools der Scene View	99
3.4	Parenting	102
3.4.1	Grundidee des Parentings	103
3.4.2	Relativer Bezug zum Elternteil	104
3.4.3	Verschachtelte Hierarchien und mehrere Kinder	105
3.4.4	Empty Parents – auch leere Eltern sind gute Eltern	106
3.4.5	Übung 03.03: Frankensteins Monster	107
3.5	Musterlösungen für die Übungen	107
3.5.1	Lösung für Übung 03.01: Objekumformung	108
3.5.2	Lösung für Übung 03.02: Tischlermeister	108
3.5.3	Lösung für Übung 03.03: Frankensteins Monster	108

4	Das erste Script	109
4.1	Scripts und die Sprache C#	110
4.2	Das erste Script erstellen	110
4.2.1	Erstellung eines neuen Scripts	111
4.2.2	Das erste Script mit Visual Studio öffnen	112
4.3	Aufbau eines neu erstellten Scripts	115
4.4	Das erste Script zum Leben erwecken	120
4.4.1	Nachrichten in die Konsole schreiben	120
4.4.2	Ein Script in Unity einsetzen	122
4.4.3	Konsolenausgabe über Update	124
4.4.4	Übung 04.01: Stell dich vor	126
4.4.5	Ein Script wiederverwenden	126
4.4.6	Übung 04.02: Mehrfachausgabe	127
4.5	Musterlösungen für die Übungen	127
4.5.1	Lösung für Übung 04.01: Stell dich vor	127
4.5.2	Lösung für Übung 04.02: Mehrfachausgabe	127
5	Grundlegende Konzepte der Sprache C#	129
5.1	Einfache Methoden	130
5.1.1	void-Methoden	130
5.1.2	Unity-Eventmethoden	135
5.1.3	Übung 05.01: Willkommen im Spiel!	136
5.2	Datentypen und Variablen	136
5.2.1	Variablen	136
5.2.2	Aufbau einer Variablen und Datentypen	137
5.2.3	Scope – lokale Variablen und Felder	141
5.2.4	Zugriffsmodifikatoren – »public« und »private« bei Feldern	144
5.2.5	Übung 05.02: Alter und Körpergröße, bitte!	151
5.3	Datentypen für Zahlen und Textzeichen	152
5.3.1	Übersicht über Zahlendatentypen	152
5.3.2	Rechenoperationen	159
5.3.3	Übersicht über Textdatentypen	164
5.3.4	String Concatenation	165

5.4	Methoden mit Rückgabewerten und Parametern	167
5.4.1	Zugriffsmodifikatoren bei Methoden	168
5.4.2	Methoden mit Parametern	169
5.4.3	Überladen von Methoden	171
5.4.4	Benannte Argumente und optionale Parameter	172
5.4.5	Übung 05.03: Gegnerdaten ausgeben	174
5.4.6	Methoden mit Rückgabewerten	174
5.4.7	Rückgabewerte mit Parametern verbinden	178
5.4.8	Übung 05.04: Vierecksrechner	179
5.5	Boolesche Logik	179
5.5.1	Der Datentyp »bool«	179
5.5.2	Vergleichsoperatoren	181
5.5.3	Logikoperatoren	185
5.6	if-Abfragen	188
5.6.1	if-Abfragen anlegen	189
5.6.2	else-Anweisungen	190
5.6.3	else-if-Anweisungen	191
5.6.4	Übung 05.05: Lebensstatus	194
5.6.5	if-Abfragen und Methoden mit Rückgabewerten	194
5.6.6	Verschachtelung von Abfragen	196
5.6.7	Early Return	196
5.6.8	Der ternär bedingte Operator	199
5.6.9	Übung 05.06: Zahlenvergleich	201
5.7	Arrays	201
5.7.1	Ein Array erstellen	201
5.7.2	Auf Array-Elemente zugreifen und Werte ändern	205
5.7.3	Übung 05.07: Früchtesammlung	207
5.7.4	Mehrdimensionale Arrays	207
5.7.5	Übung 05.08: Tic-Tac-Toe-Spielfeld	209
5.8	Schleifen	209
5.8.1	for-Schleife (Zählschleife)	210
5.8.2	Übung 05.09: Rückwärts zählen	213
5.8.3	Übung 05.10: Das große Zahlen-Array	213
5.8.4	while-Schleife	213
5.8.5	foreach-Schleife	215
5.8.6	»break« und »continue«	217
5.8.7	Endlosschleifen	218
5.8.8	Übung 05.11: Angriff auf einen Gegner	218

5.9	Enumerationstypen	219
5.9.1	Einem Enumerationstyp anlegen	219
5.9.2	Enumerationstypen zuweisen	220
5.9.3	Vergleich von Enumerationstypen	221
5.9.4	Indexierung und Ausgabe von Enumerationstypen	222
5.10	switch-Anweisung	223
5.10.1	Verwendung der switch-Anweisung	223
5.10.2	switch-Anweisungen mit Rückgabewerten	226
5.11	Praktische Hilfsmittel für Zahlen und Text	227
5.11.1	Zufallszahlen	227
5.11.2	Interpolation von Zahlenwerten	228
5.11.3	Minimum, Maximum und Begrenzung von Zahlenräumen	229
5.11.4	Methoden für string-Werte	229
5.11.5	Text in eine Zahl umwandeln	231
5.12	Umgang mit Fehlern	231
5.12.1	Behandlung von Exceptions	235
5.12.2	Auslösen eigener Exceptions	238
5.12.3	Den Debugger in Visual Studio nutzen	240
5.13	Musterlösungen für die Übungen	243
5.13.1	Lösung für Übung 05.01: Willkommen im Spiel!	243
5.13.2	Lösung für Übung 05.02: Alter und Körpergröße, bitte!	244
5.13.3	Lösung für Übung 05.03: Gegnerdaten ausgeben	244
5.13.4	Lösung für Übung 05.04: Vierecksrechner	245
5.13.5	Lösung für Übung 05.05: Lebensstatus	245
5.13.6	Lösung für Übung 05.06: Zahlenvergleich	246
5.13.7	Lösung für Übung 05.07: Früchtesammlung	248
5.13.8	Lösung für Übung 05.08: Tic-Tac-Toe-Spielfeld	248
5.13.9	Lösung für Übung 05.09: Rückwärts zählen	248
5.13.10	Lösung für Übung 05.10: Das große Zahlen-Array	249
5.13.11	Lösung für Übung 05.11: Angriff auf einen Gegner	250

6 Scripting in Unity 251

6.1	Über Scripts die Transform-Component verändern	251
6.1.1	Zugriff auf Transform-Werte über das Script	251
6.1.2	Absoluter und relativer Bezug der Transform-Werte	258
6.1.3	Übung 06.01: Bin ich zu weit oben?	260

6.1.4	Werte der Transform-Component über das Script verändern	260
6.1.5	Vektoren mit Richtungen verwenden	262
6.2	Anwendungsbeispiel: Einen Spielcharakter steuern	266
6.2.1	Vektoroperationen	267
6.2.2	Übung 06.02: Vektorrechner	268
6.2.3	Das Legacy Input System	268
6.2.4	Eine Pfeiltastensteuerung programmieren	276
6.2.5	Übung 06.03: Der Drehdiamant	279
6.2.6	Übung 06.04: Warum einfach, wenn's auch schwierig geht?	280
6.2.7	Exkurs: Eingaben auf mobilen Endgeräten	280
6.3	Interaktion zwischen mehreren Scripts	282
6.3.1	Zugriff über die Suche des Scripts	283
6.3.2	Verbindung über den Inspector	286
6.3.3	Mehrere Components laden	288
6.3.4	Performancetipp für die Suche nach Components	291
6.4	Game Objects und weitere nützliche Funktionen	294
6.4.1	Weitere Scriptaufrufe für Game Objects und Components	294
6.4.2	Game Objects und Components löschen	296
6.4.3	Tags	296
6.4.4	Zeitfunktionen	299
6.4.5	Mehr Möglichkeiten beim Scripting mit der Transform-Component	300
6.4.6	Weitere Unity-Eventmethoden	302
6.5	Weitere Kenntnisse zu Scenes	304
6.5.1	Scene Templates	304
6.5.2	Additives Laden von Scenes	306
6.5.3	Scene Unloading	307
6.5.4	Grundlagen – Scripting mit Scenes	308
6.6	Musterlösungen für die Übungen	311
6.6.1	Lösung für Übung 06.01: Bin ich zu weit oben?	311
6.6.2	Lösung für Übung 06.02: Vektorrechner	312
6.6.3	Lösung für Übung 06.03: Der Drehdiamant	312
6.6.4	Lösung für Übung 06.04: Warum einfach, wenn's auch schwierig geht?	313

7 Übungskomplex 1 315

7.1 Aufgaben	315
7.1.1 Übung 07.01: Der Schaltjahrrechner	315
7.1.2 Übung 07.02: Objektverschiebung leicht gemacht	316
7.1.3 Übung 07.03: Stoppe die Verkleinerung!	316
7.1.4 Übung 07.04: Ballons platzen lassen	316
7.2 Tipps	317
7.2.1 Tipps für Übung 07.01: Der Schaltjahrrechner	317
7.2.2 Tipps für Übung 07.02: Objektverschiebung leicht gemacht	317
7.2.3 Tipps für Übung 07.03: Stoppe die Verkleinerung!	317
7.2.4 Tipps für Übung 07.04: Ballons platzen lassen	318
7.3 Lösungen	318
7.3.1 Lösung für Übung 07.01: Der Schaltjahrrechner	318
7.3.2 Lösung für Übung 07.02: Objektverschiebung leicht gemacht	318
7.3.3 Lösung für Übung 07.03: Stoppe die Verkleinerung!	319
7.3.4 Lösung für Übung 07.04: Ballons platzen lassen	320

8 Physik 323

8.1 Grundlagen physikalischer Simulationen	323
8.1.1 Die Rigidbody-Component	323
8.1.2 Kollisionen zwischen physikalischen Objekten	326
8.1.3 Trigger-Collider	331
8.1.4 Collider zusammensetzen	332
8.1.5 Physic Materials	332
8.1.6 Übung 08.01: Kugelbahn	333
8.1.7 Layer	333
8.2 Physik und Scripting	335
8.2.1 Kollisionen über Scripts erfassen	335
8.2.2 Übung 08.02: Die harte Wand	338
8.2.3 Trigger über Scripts erfassen	339
8.2.4 Übung 08.03: Lebenszone	341
8.2.5 Rigidbody und Scripting	341
8.2.6 Update-Rate des Physiksystems	345
8.2.7 Übung 08.04: Das unendliche Trampolin	349

8.3	Raycasting	349
8.3.1	Grundlagen des Raycastings	349
8.3.2	Raycasting durch die Kamera	352
8.3.3	Übung 08.05: Strahl der Zerstörung	353
8.3.4	Weitere Einstellungen für das Raycasting	353
8.3.5	Mehrere Objekte durch Raycasting erfassen	356
8.4	Musterlösungen für die Übungen	357
8.4.1	Lösung für Übung 08.01: Kugelbahn	357
8.4.2	Lösung für Übung 08.02: Die harte Wand	358
8.4.3	Lösung für Übung 08.03: Lebenszone	358
8.4.4	Lösung für Übung 08.04: Das unendliche Trampolin	358
8.4.5	Lösung für Übung 08.05: Strahl der Zerstörung	359
9	Fortgeschrittene Scripting-Themen	361
9.1	Coroutines	361
9.1.1	Grundlagen von Coroutines	361
9.1.2	Übung 09.01: Der Coroutine-Framezähler	365
9.1.3	Coroutines stoppen	365
9.1.4	Zeitverzögerungen durch Coroutines	368
9.1.5	Übung 09.02: Countdown	370
9.1.6	Asynchrones Laden von Scenes mit Coroutines	370
9.1.7	Eventmethoden als Coroutines	372
9.2	PlayerPrefs	373
9.2.1	Methoden der Klasse »PlayerPrefs«	373
9.2.2	Übung 09.03: Der Punktespeicher	375
9.3	Attribute	375
9.3.1	Attribute zur optischen Veränderung des Inspectors	375
9.3.2	Attribute für die Konfiguration von Variablen	379
9.3.3	Mehrere Attribute verknüpfen	382
9.3.4	Übung 09.04: Leveldesign leicht gemacht	382
9.4	Scriptable Objects	383
9.4.1	Ein Scriptable Object erstellen und über das Project Window anlegen	383
9.4.2	Übung 09.05: An Scriptable Objects herantass(t)en	387
9.4.3	Eventmethoden der Klasse »ScriptableObject«	387
9.4.4	Scriptable Objects per Code erstellen	387

9.5	Musterlösungen für die Übungen	389
9.5.1	Lösung für Übung 09.01: Der Coroutine-Framezähler	389
9.5.2	Lösung für Übung 09.02: Countdown	390
9.5.3	Lösung für Übung 09.03: Der Punktespeicher	391
9.5.4	Lösung für Übung 09.04: Leveldesign leicht gemacht	392
9.5.5	Lösung für Übung 09.05: An Scriptable Objects herantass(t)en	393

10 Prefabs 395

10.1	Prefabs erstellen	398
10.1.1	Einfache Prefabs erstellen und in der Scene verwenden	398
10.1.2	Prefabs in der Scene überschreiben	401
10.1.3	Prefab Variants	403
10.1.4	Übung 10.01: Hüte werden unterbewertet	405
10.1.5	Gelöschte Prefabs und Prefab Unpacking	405
10.2	Prefabs über Code instanzieren	407
10.2.1	Die Methode »Instantiate«	407
10.2.2	Übung 10.02: Kugel-Spawner	411
10.2.3	Das neue Objekt über »Instantiate« referenzieren	411
10.2.4	Übung 10.03: Anti-Schwerkraft-Prefabs	413
10.3	Musterlösungen für die Übungen	414
10.3.1	Lösung für Übung 10.01: Hüte werden unterbewertet	414
10.3.2	Lösung für Übung 10.02: Kugel-Spawner	414
10.3.3	Lösung für Übung 10.03: Anti-Schwerkraft-Prefabs	415

11 Übungskomplex 2 417

11.1	Aufgaben	417
11.1.1	Übung 11.01: Eine zeitgesteuerte Kanone	417
11.1.2	Übung 11.02: Eine eigene Jump-and-Run-Spielersteuerung	417
11.1.3	Übung 11.03: Finde den richtigen Schalter!	417
11.1.4	Übung 11.04: Der Kugelmann	418
11.1.5	Übung 11.05: Schnipsball	418
11.2	Tipps	419
11.2.1	Tipps für Übung 11.01: Eine zeitgesteuerte Kanone	419
11.2.2	Tipps für Übung 11.02: Eine eigene Jump-and-Run-Spielersteuerung	419

11.2.3	Tipps für Übung 11.03: Finde den richtigen Schalter!	420
11.2.4	Tipps für Übung 11.04: Der Kugelmann	420
11.2.5	Tipps für Übung 11.05: Schnipsball	421
11.3	Lösungen	421
11.3.1	Lösung für Übung 11.01: Eine zeitgesteuerte Kanone	421
11.3.2	Lösung für Übung 11.02: Eine eigene Jump-and-Run-Spielersteuerung	423
11.3.3	Lösung für Übung 11.03: Finde den richtigen Schalter!	425
11.3.4	Lösung für Übung 11.04: Der Kugelmann	428
11.3.5	Lösung für Übung 11.05: Schnipsball	430
12	Objektorientierte Programmierung	435
12.1	Grundlagen der objektorientierten Programmierung	435
12.1.1	Klassenmodellierung am Beispiel »Enemy«	437
12.1.2	Übung 12.01: Ein(e) Klasse Stuhl	439
12.2	Referenz- und Wertetypen	439
12.2.1	Wertetypen	440
12.2.2	Referenztypen	441
12.2.3	Referenz- und Wertetypen vergleichen	442
12.2.4	Werte und Referenzen in Methoden	443
12.2.5	»ref« und »out«	445
12.2.6	Der Wert »null«	449
12.2.7	Praktisches Beispiel: null-Werte beim Suchen von Components	452
12.3	Der Konstruktor	454
12.3.1	Beispiel: Felder über den Konstruktor setzen	455
12.3.2	Konstruktoren überladen	457
12.3.3	Das Schlüsselwort »readonly«	459
12.4	Das Schlüsselwort »static«	460
12.4.1	Statische Variablen und Methoden	461
12.4.2	Statische Klassen	463
12.4.3	Einschränkungen statischer Klassenbestandteile	464
12.4.4	Übung 12.02: Der Instanzenzähler	465
12.4.5	Konstanten	465
12.5	Properties	466
12.5.1	Expression Body Definitions	466
12.5.2	Übung 12.03: Personen-Properties	468

12.5.3	Properties mit Backing Field	468
12.5.4	Auto-Implemented Properties	473
12.6	Vererbung	474
12.6.1	Typumwandlung von Klassentypen	479
12.6.2	Verändern von Methoden in einer Kindklasse	484
12.6.3	Aufrufen von Bestandteilen der Elternklasse	487
12.6.4	Übung 12.04: Pflanzenvererbung	489
12.6.5	Vererbung und Überschreibung verhindern	490
12.7	Die Basisklasse »object« und ihre Möglichkeiten	491
12.7.1	Die Klasse »object«	491
12.7.2	Textrepräsentation eines Objects	492
12.7.3	Referenztypen vergleichen	493
12.7.4	Die Methode »GetHashCode«	495
12.7.5	Übung 12.05: Benannte Punkte	497
12.8	Abstraktionen	497
12.8.1	Abstrakte Klassen	497
12.8.2	Beispiel: Abstrakte Components in Unity	502
12.8.3	Interfaces	505
12.8.4	Implizite und explizite Interface-Implementierung	510
12.8.5	Interfaces und abstrakte Klassen kombinieren	512
12.8.6	Wann eignet sich welche Abstraktion?	513
12.9	Musterlösungen für die Übungen	513
12.9.1	Lösung für Übung 12.01: Ein(e) Klasse Stuhl	513
12.9.2	Lösung für Übung 12.02: Der Instanzenzähler	514
12.9.3	Lösung für Übung 12.03: Personen-Properties	515
12.9.4	Lösung für Übung 12.04: Pflanzenvererbung	515
12.9.5	Lösung für Übung 12.05: Benannte Punkte	517
13	2D-Inhalte	519
13.1	Projekte mit dem 2D-Template erstellen	519
13.2	Sprites	522
13.2.1	Bilddateien als Sprites importieren	523
13.2.2	Platzhalter-Sprites anlegen	526
13.2.3	Sprite Renderer	526
13.2.4	Der Sprite Editor	529
13.2.5	Sprite Masks	534
13.2.6	Übung 13.01: Es werde Farbe!	536

13.2.7	Scripting mit Sprites	536
13.2.8	Pixel Perfect Camera	541
13.3	2D-Physik	542
13.3.1	Components für das 2D-Physiksystem	542
13.3.2	Kollisionen in 2D erfassen	544
13.3.3	Übung 13.02: Und täglich grüßt die Murmel	545
13.3.4	Custom Physics Shapes	546
13.4	Tilemaps	547
13.4.1	Eine Tilemap anlegen	548
13.4.2	Eine Tile Palette anlegen	551
13.4.3	Platzieren von Tiles auf einer Tilemap	554
13.4.4	Übung 13.03: Deine Tile-Landschaft	555
13.4.5	Tilemap-Collider hinzufügen	555
13.5	Musterlösungen für die Übungen	556
13.5.1	Lösung für Übung 13.01: Es werde Farbe!	556
13.5.2	Lösung für Übung 13.02: Und täglich grüßt die Murmel	558
13.5.3	Lösung für Übung 13.03: Deine Tile-Landschaft	560

14 User Interfaces 561

14.1	Grundlagen zu UI in Unity	561
14.2	Grundlegende Anordnung von UI-Elementen	567
14.2.1	Rect Transform	567
14.2.2	Beispiel: Ein Bild im Canvas anzeigen	569
14.2.3	Anchoring im UI	574
14.2.4	Übung 14.01: Ecke in Ecke	584
14.3	UI-Components	585
14.3.1	Event System	585
14.3.2	Images	587
14.3.3	Übung 14.02: Leichter leben mit Lebensleisten	596
14.3.4	Texte (TextMeshPro)	596
14.3.5	Buttons	601
14.3.6	Übung 14.03: Bewegungs-Buttons	606
14.3.7	Text Input	606
14.3.8	Übung 14.04: Textaktualisierung	610
14.3.9	Dropdown	610
14.3.10	Übung 14.05: Dropdown-Objektauswahl	614
14.3.11	Slider	614

14.3.12	Übung 14.06: Slider-Bildfüller	616
14.3.13	Toggle	616
14.3.14	Übung 14.07: Objekt-Toggle	619
14.4	UI-Layouts zusammensetzen	619
14.4.1	UI-Layout Groups	619
14.4.2	Grid Layout Groups	624
14.4.3	Übung 14.08: Der Grid-Füller	626
14.4.4	Verschachtelung von Layout Groups	626
14.4.5	Layout Elements	628
14.4.6	Fitter	631
14.4.7	Übung 14.09: Baue ein Layout nach!	633
14.4.8	Scroll Views	634
14.5	Musterlösungen für die Übungen	637
14.5.1	Lösung für Übung 14.01: Ecke in Ecke	637
14.5.2	Lösung für Übung 14.02: Leichter leben mit Lebensleisten	638
14.5.3	Lösung für Übung 14.03: Bewegungs-Buttons	639
14.5.4	Lösung für Übung 14.04: Textaktualisierung	641
14.5.5	Lösung für Übung 14.05: Dropdown-Objektauswahl	641
14.5.6	Lösung für Übung 14.06: Slider-Bildfüller	643
14.5.7	Lösung für Übung 14.07: Objekt-Toggle	644
14.5.8	Lösung für Übung 14.08: Der Grid-Füller	644
14.5.9	Lösung für Übung 14.09: Baue ein Layout nach!	645
15	Visualisierung	647
15.1	Einstellungen im Projekt	647
15.1.1	Exkurs: Render Pipelines und ihre Features	648
15.1.2	Grafikeinstellungen	649
15.2	Licht	650
15.2.1	Die Light-Component	650
15.2.2	Light Baking	654
15.2.3	Übung 15.01: Der Raum der Erleuchtung	659
15.2.4	Zentrale Einstellungen im Lighting Window	659
15.3	Arbeit mit 3D-Assets	661
15.3.1	Importieren von 3D-Modellen	662
15.3.2	Materials	664
15.3.3	Eine Skybox einrichten	672

15.4 Partikelsysteme (Shuriken)	673
15.4.1 Grundlagen zu Shuriken-Partikelsystemen	673
15.4.2 Beispiele für Partikelsysteme	681
15.4.3 Übung 15.02: Zeit für eigene Partikelsysteme	685
15.5 Terrains	686
15.5.1 Erstellung eines Terrains	686
15.5.2 Die Terraintools	687
15.5.3 Beispiel: Ein Terrain formen und texturieren	695
15.5.4 Übung 15.03: Dein eigenes Terrain	698
15.6 Bauen des Spiels	698
16 Animation	703
<hr/>	
16.1 Beispiel: Einführung in das Animationssystem	703
16.1.1 Erstellung des Animation Clips über das Animation Window	704
16.1.2 Animator Controller und Animator	710
16.1.3 Übung 16.01: Dreh dich im Kreis!	713
16.2 Details – Animation Clips	713
16.2.1 Fortgeschrittene Kenntnisse zum Animation Window	713
16.2.2 Preview Mode und Recording Mode	714
16.2.3 Animation Events	716
16.2.4 Dopesheet- und Curves-Ansicht	717
16.2.5 Animationen aus importierten Assets	719
16.2.6 Animieren von 2D-Assets	724
16.3 Details – Animator Controller	733
16.3.1 Mehrere Clips einem Animator Controller hinzufügen	734
16.3.2 Transitions	736
16.3.3 Transition-Parameter	741
16.3.4 Beispiel: Eine Charaktersteuerung mit Animationen	747
16.3.5 Übung 16.02: Flackerndes Licht	753
16.3.6 Blend Trees	753
16.3.7 Animation Layers	760
16.3.8 Sub-State Machines	764
16.3.9 Übung 16.03: Der tanzende Würfel	766
16.3.10 Weitere Funktionen im Animator Controller	766
16.4 Musterlösungen für die Übungen	766
16.4.1 Lösung für Übung 16.01: Dreh dich im Kreis!	766

16.4.2	Lösung für Übung 16.02: Flackerndes Licht	767
16.4.3	Lösung für Übung 16.03: Der tanzende Würfel	768

17 Sound 771

17.1	Grundlagen von Sound	771
17.1.1	Importieren von Audioclips	771
17.1.2	Audio Listener	773
17.1.3	Audio Source	773
17.2	Sounds und Scripting	778
17.2.1	Die Klasse »AudioSource«	778
17.2.2	Übung 17.01: Die Neustarttaste	782
17.2.3	Übung 17.02: Lauter oder leiser, bitte!	782
17.2.4	Clips unabhängig von einer Audio Source abspielen	782
17.3	Anpassung von Sounds	785
17.3.1	Audiofilter	785
17.3.2	Übung 17.03: Filter ausprobieren	786
17.3.3	Audio Mixer	786
17.3.4	Übung 17.04: Mixe dein eigenes Audiosignal!	793
17.3.5	Reverb Zones	793
17.4	Mikrofoneingaben	794
17.5	Musterlösung für die Übungen	796
17.5.1	Lösung für Übung 17.01: Die Neustarttaste	796
17.5.2	Lösung für Übung 17.02: Lauter oder leiser, bitte!	796
17.5.3	Lösung für Übung 17.03: Filter ausprobieren	797
17.5.4	Lösung für Übung 17.04: Mixe dein eigenes Audiosignal!	797

18 Navigation 799

18.1	Einführung in das Navigationssystem	799
18.1.1	Anlegen eines NavMeshes in der Scene	800
18.1.2	Anlegen eines NavMesh Agents	803
18.1.3	NavMesh Areas und Costs	806
18.1.4	Scripting mit NavMesh Agents	807
18.1.5	Übung 18.01: Verfolgungswahn	810
18.1.6	NavMesh Agents und Physik	810

18.2 Weitere NavMesh-Components	811
18.2.1 NavMesh Obstacles	811
18.2.2 NavMesh Links	813
18.2.3 OffMesh Links	814
18.2.4 Übung 18.02: Agentenparcours	815
18.2.5 NavMesh Modifier	815
18.3 Musterlösungen für die Übungen	817
18.3.1 Lösung für Übung 18.01: Verfolgungswahn	817
18.3.2 Lösung für Übung 18.02: Agentenparcours	818
19 Fortgeschrittene Konzepte der Sprache C#	819
<hr/>	
19.1 Collections	819
19.1.1 Listen	820
19.1.2 Übung 19.01: Der Kugelspeicher	824
19.1.3 Dictionarys	824
19.1.4 Weitere praktische Collections	827
19.2 Datenklassen und ihre Möglichkeiten	827
19.2.1 Structs	828
19.2.2 Datenstrukturen im Inspector serialisieren	831
19.3 Generics	833
19.3.1 Generics mit mehreren Typparametern	835
19.3.2 Einschränkungen für Generics festlegen	836
19.3.3 Generics bei Methoden verwenden	839
19.4 Delegates	840
19.4.1 Grundlagen zu Delegates	840
19.4.2 Die Klassen »Action« und »Func«	845
19.4.3 Lambda-Ausdrücke	847
19.4.4 Delegates in Coroutines	850
19.4.5 Übung 19.02: Warten auf das Drücken einer Tastenkombination	852
19.5 Events	852
19.5.1 Grundlagen von Events	852
19.5.2 Beispiel: Ein Punkte-UI ohne und mit einem Event umsetzen	856
19.5.3 Übung 19.03: Ein lauter Punktezähler ist besser als ein leiser!	860
19.6 LINQ	860
19.6.1 Aneinanderketten von LINQ-Methoden	863
19.6.2 Wichtige LINQ-Methoden	864
19.6.3 Übung 19.04: Die Liste muss operiert werden!	867

19.7	Speicherung von Daten mit JSON	867
19.7.1	Umwandeln von Datenobjekten in das JSON-Format	869
19.7.2	Umwandeln von JSON in Datenobjekte	872
19.7.3	Grundlagen zur Arbeit mit Dateien	874
19.7.4	Beispiel: Ein JSON-Objekt mit einer Datei speichern und laden	876
19.8	Musterlösungen für die Übungen	879
19.8.1	Lösung für Übung 19.01: Der Kugelspeicher	879
19.8.2	Lösung für Übung 19.02: Warten auf das Drücken einer Tastenkombination	880
19.8.3	Lösung für Übung 19.03: Ein lauter Punktezähler ist besser als ein leiser!	881
19.8.4	Lösung für Übung 19.04: Die Liste muss operiert werden!	882
20	Übungskomplex 3	883
20.1	Aufgaben	883
20.1.1	Übung 20.01: Der Würfeeditor	883
20.1.2	Übung 20.02: Das Tastaturkeyboard	884
20.1.3	Übung 20.03: Wer ist der Schnellste? Ein Wettrennen gegen den Computer	884
20.1.4	Übung 20.04: Ein zeitloser Klassiker – Pong-Klon	884
20.1.5	Übung 20.05: Ein Game zur Ablenkung – dein eigenes Idle-Klickerspiel	885
20.2	Tipps	886
20.2.1	Tipps für Übung 20.01: Der Würfeeditor	886
20.2.2	Tipps für Übung 20.02: Das Tastaturkeyboard	886
20.2.3	Tipps für Übung 20.03: Wer ist der Schnellste? Ein Wettrennen gegen den Computer	886
20.2.4	Tipps für Übung 20.04: Ein zeitloser Klassiker – Pong-Klon	887
20.2.5	Tipps für Übung 20.05: Ein Game zur Ablenkung – dein eigenes Idle-Klickerspiel	888
20.3	Lösungen	888
20.3.1	Lösung für Übung 20.01: Der Würfeeditor	888
20.3.2	Lösung für Übung 20.02: Das Tastaturkeyboard	890
20.3.3	Lösung für Übung 20.03: Wer ist der Schnellste? Ein Wettrennen gegen den Computer	891
20.3.4	Lösung für Übung 20.04: Ein zeitloser Klassiker – Pong-Klon	899
20.3.5	Lösung für Übung 20.05: Ein Game zur Ablenkung – dein eigenes Idle-Klickerspiel	906

21 Übungskomplex 4	915
21.1 Aufgaben	916
21.1.1 Übung 21.01: Action trifft auf Konzentration – ein Flappy-Bird-Klon	916
21.1.2 Übung 21.02: Taktik ist die halbe Miete – dein eigenes Tower-Defense-Spiel	917
21.1.3 Übung 21.03: Vorbild »Super Mario« – dein eigenes Jump-and-Run-Spiel	918
21.1.4 Übung 21.04: Action mit Geschossen – dein eigenes Zielschießen	919
21.2 Tipps	921
21.2.1 Tipps für Übung 21.01: Action trifft auf Konzentration – ein Flappy-Bird-Klon	921
21.2.2 Tipps für Übung 21.02: Taktik ist die halbe Miete – dein eigenes Tower-Defense-Spiel	921
21.2.3 Tipps für Übung 21.03: Vorbild »Super Mario« – dein eigenes Jump-and-Run-Spiel	921
21.2.4 Tipps für Übung 21.04: Action mit Geschossen – dein eigenes Zielschießen	922
22 Ausblick	923
Index	925