

Inhaltsverzeichnis

Über dieses Buch	13
1 Einführung	21
1.1 Programmbeispiele	22
1.2 Warum Java und OpenGL?	23
1.3 Warum nicht Java 3D?	24
1.4 Was macht OpenGL eigentlich?	25
1.4.1 Die Rendering Pipeline	26
1.4.2 Die Geometrie-Pipeline	29
1.4.3 Rasterung	30
1.4.4 Fragmentverarbeitung und Framebuffer	32
1.4.5 Shader	34
1.4.6 Was ist OpenGL nicht?	36
2 Der dreidimensionale Raum	37
2.1 Einführung	38
2.2 Transformationen	39
2.2.1 Translationen	42
2.2.2 Skalierungen	43
2.2.3 Kompositionen	44
2.2.4 Scherungen	46
2.2.5 Perspektivische Projektion	47
2.2.6 Rotationen	49
2.2.7 Drehungen an Ort und Stelle	51
2.2.8 Objekteigene Koordinatensysteme	54
2.2.9 Rotation um eine beliebige Achse	62

2.3	Projektionen	70
2.3.1	Projektionsarten	72
2.3.2	Darstellungsbereiche	74
2.3.3	Tiefenpuffer	78
2.3.4	Parallele Projektionen	80
2.3.5	Perspektivische Projektionen	88
2.4	Koordinatensysteme der Rendering-Pipeline	99
2.5	Projektionsklassen	101
2.5.1	Viewport-Transformation	102
2.5.2	Projektionsmatrizen	105
2.5.3	Multiviewport – Orthogonal	105
2.5.4	Multiviewport – Perspektive	110
2.6	Beobachter	112
2.6.1	Das Auge	112
2.6.2	Standort	115
2.6.3	Die Blickrichtung	117
2.6.4	Die Orientierung	119
2.6.5	Die Frustum-Flächen	121
2.6.6	Interaktive Projektion	124
2.7	Zusammenfassung	132
3	Der vernetzte Raum	133
3.1	Graphen	135
3.1.1	Einführung	135
3.1.2	Graphen und Relationen	136
3.2	Meshes	145
3.2.1	Einführung	145
3.2.2	Repräsentation und Navigation	150
3.2.3	Halfedges	153
3.2.4	Zusammenfassung	161
4	Objekte	163
4.1	Objekte an OpenGL übergeben	165
4.1.1	Vertex-Datenpuffer	166

4.1.2	Mapping und Meshdaten	183
4.1.3	Shader und generische Attribute	185
4.1.4	Framework mit generischen Attributen	189
4.1.5	Zusammenfassung	192
4.2	Objekte erzeugen	193
4.3	Externe Objekte	216
4.3.1	Dateiformate	216
4.3.2	Objekte einlesen	221
4.4	Kollisionen	227
4.4.1	Grenzflächen	228
4.4.2	Grenzvolumen	244
4.4.3	Von allen Seiten attackiert	259
4.5	Gitter und Raumteiler	272
4.6	Picking	277
4.6.1	Picking mit OpenGL	277
4.6.2	Picking Pipeline	279
4.6.3	Picking: Beispiel	283
4.7	Zusammenfassung	291
5	Licht und Farbe	293
5.1	Farbe	293
5.1.1	Farbmodelle	295
5.1.2	Farbpuffer	301
5.1.3	Nebel	301
5.2	Licht	304
5.3	Lichtquellen, Materialien	306
5.3.1	Umgebungslicht	313
5.3.2	Diffuses Licht	315
5.3.3	Spotlicht	318
5.3.4	Ausgedehnte Lichtquellen	323
5.3.5	Dunkelquellen	323
5.3.6	Lichtmodelle	324
5.4	Programmbeispiel	325
5.4.1	Quellcode	330

5.5	Zusammenfassung	345
6	Images, Texturen und Text	347
6.1	Images	347
6.1.1	Grundbegriffe	347
6.1.2	Vom Sample zum Image	348
6.1.3	Images und Image-Dateien	350
6.1.4	Images manipulieren und analysieren	354
6.1.5	Images laden und speichern	362
6.1.6	BufferedImage	364
6.2	Texturen	368
6.2.1	Texturarten	372
6.2.2	Texture Images	374
6.2.3	Texture Mapping	376
6.2.4	Mipmapping	381
6.2.5	Textures als Datenquelle bei Shadern	386
6.2.6	Beispielprogramm 2D-Texturen	399
6.2.7	Beispielprogramm 1D-Texturen	410
6.3	Text und Fonts	414
6.4	Zusammenfassung	420
7	Mathematische Grundlagen	421
7.1	Mengen und Gruppen	422
7.1.1	Algebraische Struktur	422
7.1.2	Funktion A nach B	423
7.1.3	Mengen	423
7.1.4	Kombinationen, Permutationen, Tupel	427
7.1.5	Gruppen	429
7.2	Zahlen	431
7.2.1	Binäre Darstellung einer Zahl	433
7.2.2	Gleitkommazahlen	433
7.2.3	IEEE 754	437
7.2.4	Hinweise	440
7.3	Matrizen	442

7.3.1	Darstellung	442
7.3.2	Rechnen mit Matrizen	444
7.3.3	Inverse Matrix	446
7.3.4	Verfahren zur Matrixinvertierung	448
7.4	Vektoren	453
7.4.1	Einheitsvektor, Betrag eines Vektors	454
7.4.2	Vorstoß in die vierte Dimension	456
7.4.3	Vektoren und Matrizen	459
7.4.4	Normale und Matrizen	464
7.4.5	Skalares Produkt zweier Vektoren	467
7.4.6	Längen- und Winkelmessung	467
7.4.7	Gram-Schmidt-Verfahren	470
7.4.8	Gerade im Raum	472
7.4.9	Vektorprodukt in 3D	474
7.4.10	Mehrfachprodukte	477
7.4.11	Flächenberechnung	481
7.4.12	Ebenen im Raum	481
7.5	Baryzentrische Koordinaten	482
7.6	Basiswechsel	486
7.7	Drehungen und Winkel	490
7.7.1	Richtungskosinus	492
7.7.2	Kugelkoordinaten	493
7.7.3	Rotationsmatrizen	494
7.7.4	Ausrichtung eines Koordinatensystems	500
7.7.5	Bezugssystem und objekteigenes System	503
7.7.6	Cardan-Winkelsystem	505
7.7.7	Andere Winkelsysteme	506
7.7.8	Euler-Winkelsystem	507
7.7.9	Gimbal Lock	511
7.8	Quaternionen	515
7.8.1	Alternative schnelle Berechnung	527
7.8.2	Rechenregeln für Quaternionen	529
7.8.3	Drehungen und Interpolation mit Quaternionen	530
7.8.4	Von der Matrix zum Quaternion	533

7.9 Zusammenfassung	534
8 Programmierung	537
8.1 Shader	537
8.2 Mathematikbibliothek	544
8.2.1 Grundklassen	548
8.2.2 Datenhaltung	548
8.2.3 Point	551
8.2.4 Vector	553
8.2.5 Line	556
8.2.6 Plane	560
8.2.7 Matrix und Transformationsklasse	564
8.2.8 Klassenübersicht	579
8.3 Java	581
8.3.1 Puffer in Java	581
8.3.2 Die Object-Klasse und 3D-Grafiksoftware	586
8.3.3 Zufallszahlen mit Java	597
8.3.4 Programme beschleunigen	600
8.3.5 Bindung an OpenGL	603
8.3.6 Programmierumgebung einrichten	612
8.3.7 Verzeichnisstruktur	614
8.3.8 Programmliste	615
8.3.9 Nützliche Hilfsklassen	618
9 OpenGL-Funktionen	625
9.1 Versionsübersicht	625
9.2 Typ- und Formatangaben	628
9.3 Funktionsliste	629
9.4 Shaderprogrammierung	721
9.4.1 Vordefinierte Variablen	722
9.4.2 Qualifizierer	724
9.4.3 Shaderfunktionen	726
9.4.4 Ableitungen berechnen im Fragmentshader	729

Anhang **731**

A Notationshinweise und Formeln	733
A.1 Notationen	733
A.2 Formeln trigonometrischer Funktionen	733
A.2.1 Summen und Differenzen	733
A.2.2 Produkte	734
A.2.3 Doppelte und halbe Winkel	734
A.3 Griechische Buchstaben	734