

# Inhaltsübersicht

<b>1</b>	<b>»3D-Scanner für alle!«</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Viele Wege führen zum Ziel</b>	<b>5</b>
2.1	Kontaktbasierte 3D-Scan-Verfahren . . . . .	6
2.2	Nichtkontaktbasierte aktive 3D-Scan-Verfahren . . . . .	9
2.2.1	Laserscanner . . . . .	10
2.2.2	Tiefensensoren als 3D-Scanner . . . . .	12
2.2.3	Codiertes Licht zum 3D-Scannen . . . . .	16
2.3	Nichtkontaktbasierte passive 3D-Scan-Verfahren . . . . .	18
2.3.1	Stereoskopie . . . . .	18
2.3.2	Die Fotogrammetrie . . . . .	20
2.3.3	Einige Exoten . . . . .	27
<b>3</b>	<b>3D-Scanner selber bauen und in Betrieb nehmen</b>	<b>29</b>
3.1	Laserscanner . . . . .	30
3.1.1	Der Gehäuseaufbau. . . . .	31
3.1.2	Einbau der Elektronik in das Gehäuse. . . . .	37
3.1.3	Installation der Software. . . . .	47
3.1.4	Scannen mit dem FabScanPi . . . . .	51
3.2	Fotogrammetrie-Scanner . . . . .	61
3.2.1	Erste Experimente . . . . .	62
3.2.2	OpenScan – der fast automatische Fotogrammetrie-Scanner . . . . .	64
3.2.3	Vom Bild zum 3D-Objekt . . . . .	95
3.3	Tiefensensor-basierte Scanner . . . . .	105
3.3.1	Allgemeiner Scanneraufbau. . . . .	105
3.3.2	Kinect 360 und Asus Xtion mit Skanect . . . . .	108
3.3.3	Kinect One mit Microsoft Builder . . . . .	113
3.3.4	Praktische Tipps zum Umgang mit Tiefensensoren . . . . .	123

3.4	Streifenlicht-Scanner .....	125
3.4.1	Die Software .....	126
3.4.2	Vorbereitungen und Aufbau des Scanners .....	128
3.4.3	Die Kalibrierung von Kamera und Projektor .....	131
3.4.4	Der 3D-Scan-Vorgang .....	136
3.4.5	Scan exportieren und in MeshLab laden .....	139
<b>4</b>	<b>Tipps &amp; Tricks für das 3D-Scannen</b> .....	<b>141</b>
4.1	Sprühkreide gegen Reflexion und Transparenzen .....	142
4.2	Laserscannen mit Reflexion und Transparenzen .....	144
4.3	Fotogrammetrie mit wenig Merkmalen .....	145
4.4	Fotogrammetrie mit Spiegelungen und Transparenzen .....	146
4.5	Polfilter gegen Glanz, Spiegelungen und Reflexionen .....	148
4.5.1	Wie funktioniert ein Polfilter? .....	148
4.5.2	Welcher Polfilter eignet sich? .....	151
4.5.3	Besonderheiten bei der Benutzung von Polfiltern .....	152
4.6	Die kleinen Helfer: Knetmasse, Klebeband und Co. ....	154
4.6.1	Klebeband gegen Verrutschen des Objekts .....	155
4.6.2	Knete zum Positionieren und Fixieren des Objekts .....	156
<b>5</b>	<b>Die Software für die Nachbearbeitungskette</b> .....	<b>159</b>
5.1	Wichtige Dateiformate .....	160
5.1.1	PLY .....	160
5.1.2	STL .....	161
5.1.3	OBJ .....	162
5.1.4	Weitere 3D-Scan-Formate .....	163
5.2	MeshLab .....	164
5.2.1	Aufbau von MeshLab .....	164
5.2.2	Punktwolke im PLY-Format in MeshLab importieren .....	166
5.2.3	Bereinigung und Aufbereitung der Punktwolke mit MeshLab .....	169
5.2.4	Punktwolken mehrerer 3D-Scans kombinieren .....	174
5.2.5	Von der Punktwolke zum Objekt .....	179
5.2.6	Mesh zur weiteren Verarbeitung exportieren .....	187

5.3	CloudCompare . . . . .	189
5.3.1	Aufbau von CloudCompare . . . . .	189
5.3.2	Wichtige Kurzbefehle . . . . .	191
5.3.3	Punktwolke mit CloudCompare öffnen. . . . .	191
5.3.4	Bereinigung der Punktwolke mit CloudCompare . . . . .	194
5.3.5	Speichern des Objekts mit CloudCompare . . . . .	204
5.3.6	Punktwolken mehrerer 3D-Scans kombinieren . . . . .	205
5.3.7	Von der Punktwolke zum Objekt . . . . .	213
5.3.8	Objekt zur Weiterverarbeitung exportieren . . . . .	220
5.4	MeshMixer . . . . .	220
5.4.1	Aufbau von MeshMixer . . . . .	221
5.4.2	Dateien importieren mit MeshMixer. . . . .	222
5.4.3	Mesh beschneiden. . . . .	223
5.4.4	Mesh für die Nachbearbeitung vorbereiten . . . . .	225
5.4.6	Mesh-Löcher füllen, der mühsame Weg. . . . .	228
5.4.7	Mesh reparieren, automatisch . . . . .	232
5.4.8	Mesh nachbearbeiten . . . . .	235
5.4.9	Mesh glätten . . . . .	240
5.4.10	Mesh mixen . . . . .	241
5.4.11	Ergebnis exportieren . . . . .	245
<b>6</b>	<b>3D-Scanner in der Maker-Werkstatt</b>	<b>247</b>
6.1	Kopieren mit dem 3D-Drucker . . . . .	248
6.2	CNC-Fräsen . . . . .	251
6.3	Schneiden statt drucken. . . . .	253
6.4	3D-gescannte Objekte als Positiv zum Vakuumformen . . . . .	256
<b>7</b>	<b>Kreative Ideen zum Selbermachen</b>	<b>259</b>
7.1	Charly, der Modellbaupilot . . . . .	260
7.2	Die eigene Kickerfigur . . . . .	268
7.3	Nusschale für die Nuss in der Schale . . . . .	287
7.4	Fahrradlenkergriff nach Maß . . . . .	305
7.4.1	Benötigte Materialien . . . . .	305
7.4.2	Vorbereitungen für den Abdruck. . . . .	306

7.4.3	Abdruck anfertigen . . . . .	309
7.4.4	Abdruck digitalisieren . . . . .	313
<b>8</b>	<b>Projekte und Communities</b>	<b>325</b>
8.1	Dateien und Material zu diesem Buch . . . . .	326
8.2	3D-Scanner . . . . .	326
8.2.1	FabScanPi – Open-Source-3D-Scanner . . . . .	326
8.2.2	Ciclop-3D-Scanner . . . . .	326
8.2.3	OpenScan – Fotogrammetrie-Scanner-Projekt . . . . .	327
8.2.4	Streifenlicht-Scanner (Brown University) . . . . .	327
8.2.5	Kinect und Co. . . . .	327
8.3	Software . . . . .	328
8.3.1	Fotogrammetrie. . . . .	328
8.3.2	Nachbearbeitung. . . . .	329
8.3.3	Sonstige Software . . . . .	329
8.4	Communities und Foren . . . . .	330
8.5	Sonstiges . . . . .	330
8.5.1	Arduino. . . . .	330
8.5.2	Octoprint . . . . .	330
8.5.3	Mr. Beam Laser Cutter . . . . .	331
	<b>Index</b>	<b>333</b>