

# 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<br>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<br>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> |