



# **PRotos V2.0 3D Drucker Handbuch**

German RepRap GmbH

<https://www.germanreprap.com>

# **PRotos V2.0 3D Drucker Betriebsanleitung**

von German RepRap GmbH

\$Rev: 352 \$

Copyright © 2010, 2013 German RepRap GmbH

# Inhaltsverzeichnis

Einleitung .....	13
1. Wichtige Hinweise .....	14
1.1. Sicherheitshinweise .....	14
1.2. Wichtige Hinweise .....	16
1.3. Rechtliche Hinweise .....	17
2. Technische Daten .....	18
3. Aufbau .....	19
3.1. Werkzeug .....	19
3.2. Bauteilübersicht .....	20
3.3. Grundlegendes .....	39
3.4. Der Rahmen .....	40
3.5. Y-Achse .....	45
3.5.1. Y-Schlitten .....	45
3.5.2. Y-Achsen Schrittmotor .....	50
3.5.3. Zahriemenführung .....	51
3.6. Z-Achse .....	55
3.6.1. Z-Achsen Führungsstangen .....	55
3.6.2. Z-Achsen-Halterung Fixierung .....	59
3.6.3. X-Achse Halterung .....	60
3.6.4. Z-Achsen-Halterung Fixierung .....	66
3.7. X-Achse .....	71
3.7.1. X-Achsen Führungsstangen .....	71
3.7.2. X-Achsen Schrittmotor .....	76
3.7.3. Zahriemenführung .....	77
3.7.4. Zahriemenspanner .....	79
3.7.5. Zahriemenspanner am Schlitten .....	80
3.7.6. X-Achsen Schlitten .....	82
3.7.7. X-Achsen Zahriemen .....	85
3.7.8. X-Achsen Abschluss: Z-Achsen Kalibrierung .....	87
3.8. Überischt: Thermalbarrieren & Düsen .....	87
3.9. Hot-End Montage .....	91
3.10. Der Extruder .....	100
3.10.1. DD-Extruder Single (Direct-Drive) .....	101
3.10.2. Upgrade-Kit DD-Extruder Dual (Direct-Drive) .....	118
3.10.3. Befestigung DD-Extruder .....	143
3.10.4. DD2-Extruder Single .....	150
3.10.5. Befestigung DD2-Extruder .....	157
3.11. Das Druckbett .....	158
3.11.1. Befestigung Druckbett .....	158
3.11.2. Abschluss Druckbett .....	160
3.12. Das beheizbare Druckbett .....	163
3.12.1. Befestigung Heizmatte .....	163
3.12.2. Vormontage Thermistor .....	164
3.12.3. Isolierung Thermistor .....	167
3.12.4. Montage Thermistor .....	169
3.12.5. Kabelhalterung .....	171
3.12.6. Dämmwatte .....	174

3.12.7. Befestigung beheizbares Druckbett .....	176
3.12.8. Opferplatte .....	180
3.12.9. Mosfet-Kühler .....	182
3.13. Die Elektronik .....	184
3.13.1. Montage Ramps v1.4 .....	184
3.13.2. Opto Endstop- & Lichtschrankenmontage .....	195
3.14. Die Verkabelung .....	204
3.14.1. Verkabelung Y-Achse .....	204
3.14.2. Verkabelung Z-Achse .....	206
3.14.3. Verkabelung X-Achse .....	211
3.14.4. Verkabelung Hot-End .....	214
3.14.5. Verkabelung ATX-Buchse und Ramps .....	216
3.14.6. Verkabelung Druckbett (nur beheiztes Druckbett) .....	237
4. Inbetriebnahme .....	239
4.1. Inbetriebnahme Mac OS X .....	239
4.1.1. Firmware (OS X) .....	239
4.1.2. Repetier-Host (OS X) .....	248
4.1.3. Slic3r (OS X) .....	250
4.2. Inbetriebnahme Windows .....	251
4.2.1. Firmware (Windows) .....	251
4.2.2. Repetier-Host (Windows) .....	256
4.2.3. Slic3r (Windows) .....	257
4.3. Inbetriebnahme Linux (in Arbeit) .....	258
4.4. Inbetriebnahme SD-RAMPS .....	258
5. Kalibrierung .....	263
5.1. Ausrichtung der Achsen .....	263
5.2. Abmessungen .....	264
5.3. Schraubensicherung .....	270
6. Bedienung .....	272
6.1. GCode Generierung .....	272
6.1.1. Slic3r .....	273
6.2. Druckersteuerung .....	275
6.2.1. Repetier-Host .....	276
7. Problembehebung .....	278
7.1. Der Drucker kann nicht mit Repetier-Host verbunden werden .....	278
7.2. Es werden keine Befehle an den Drucker übermittelt .....	278
7.3. Die Motoren lassen sich nicht ansteuern .....	278
7.4. Die Y-Achse lässt sich nicht bewegen und macht nur laute Geräusche .....	278
7.5. Die Motoren drehen nur in eine Richtung .....	278
7.6. Es wird zu wenig Material gedruckt .....	279
7.7. Der Drucker bricht beim Drucken ab und reagiert nicht mehr .....	279
7.8. Blasenfreies aufkleben der PET-Folie .....	279
Glossar .....	280

## Abbildungsverzeichnis

1. PRotos V2.0 3D-Drucker .....	13
3.1. Werkzeug .....	19
3.2. ©Arduino MEGA 2560 .....	21
3.3. Bar Clamp .....	22
3.4. Endstop Holder .....	23
3.5. Extruder-Gegenlager .....	24
3.6. Grundplatte-Lüfter .....	25
3.7. Grundplatte-Mittelstück .....	26
3.8. Grundplatte-Schrittmotor .....	26
3.9. Linear Bearing Clamps .....	27
3.10. Ramps v1.4 .....	27
3.11. X-Carriage .....	28
3.12. X-Carriage Belt Clamp .....	28
3.13. X-Carriage Clamp .....	29
3.14. X-Idler .....	30
3.15. X-Motor Mount .....	31
3.16. X-Shaft Clamp .....	32
3.17. Gewindestangen .....	33
3.18. Edelstahlstangen .....	34
3.19. Pully Alu T2.5 .....	35
3.20. PET-Folie 230mm x 230mm .....	36
3.21. Kaptonband 5mm .....	37
3.22. Kaptonband 50mm .....	38
3.23. PET-Band 50mm .....	39
3.24. Rahmen und 4 Maschinenfüße .....	41
3.25. Y-Opto-Endstophalter Teil 1 .....	42
3.26. Y-Opto-Endstophalter Teil 2 .....	42
3.27. Rahmen Gewindestangenmontage .....	43
3.28. Montage Elektronikhalter .....	44
3.29. Abschluss der Rahmenmontage .....	45
3.30. Materialliste Y-Schlitten .....	46
3.31. Detailansicht: Y-Riemenspanner und Y-Riemenklemme Montage Teil 1 .....	47
3.32. Detailansicht: Y-Riemenspanner und Y-Riemenklemme Montage Teil 2 .....	48
3.33. Spätere fertige Montage des Y-Riemenspanners, der Y-Riemenklemmen, Schrauben und Unterlegscheiben .....	49
3.34. Führungswellen Abschluss .....	49
3.35. Materialliste Y-Achsen Schrittmotor .....	50
3.36. Y-Achsen Schrittmotor Montage .....	51
3.37. Zahnriemenführung Materialübersicht .....	52
3.38. Zahnriemenführung Detailansicht Verschraubung .....	53
3.39. Zahnriemenführung fertig montiert .....	54
3.40. Einspannung des Riemens in die Y-Riemenklemmen .....	55
3.41. Z-Achsen Führungsstangen Materialübersicht 1 .....	56
3.42. Z-Achsen Führungsstangen Materialübersicht 2 .....	57
3.43. Fertig montierte Teile: Motor, Kupplung und Gewindestange .....	58
3.44. Fertig montierte Teile: Motor, Kupplung, Gewindestange und Z-Achsen-Halterung .....	59
3.45. Z-Achsen-Halterung Fixierung .....	60

3.46. Materialübersicht X-Achse Halterung 1 .....	61
3.47. Materialübersicht X-Achse Halterung 2 .....	62
3.48. Materialübersicht X-Achse Führung .....	63
3.49. X-Achsen Halterung Abschluss .....	64
3.50. X-Achsen Führung Abschluss 1 .....	65
3.51. X-Achsen Führung Abschluss 2 .....	66
3.52. Materialübersicht Z-Achsen-Halterung Fixierung .....	67
3.53. Montage Z-Achsen-Halterung Fixierung, Teil 1 .....	68
3.54. Montage Z-Achsen-Halterung Fixierung, Teil 2 .....	69
3.55. Montage Z-Achsen-Halterung Fixierung, Teil 3 .....	70
3.56. Montage Z-Achsen-Halterung Fixierung, Teil 4 .....	71
3.57. X-Achsen Führungsstangen Materialübersicht 1 .....	72
3.58. X-Achsen Führungsstangen Materialübersicht 2 .....	73
3.59. X-Achsen Führungsstangen Abschluss 1 .....	74
3.60. X-Achsen Führungsstangen Abschluss 2 .....	74
3.61. X-Achsen Führungsstangen Abschluss 3 .....	75
3.62. X-Achsen Führungsstangen Abschluss 4 .....	75
3.63. X-Achsen Schrittmotor Materialübersicht .....	76
3.64. X-Achsen Schrittmotor Abschluss .....	77
3.65. Zahnriemenführung Materialübersicht .....	78
3.66. Zahnriemenführung Abschluss .....	78
3.67. Zahnriemenspanner Materialübersicht .....	79
3.68. Zahnriemenspanner Abschluss .....	80
3.69. Materialübersicht Zahnriemenspanner am Schlitten .....	81
3.70. Zahnriemenspanner am Schlitten Abschluss .....	81
3.71. X-Achsen Schlitten Detail .....	82
3.72. X-Achsen Schlitten Materialübersicht .....	83
3.73. X-Achsen Schlitten Abschluss (Teil 1) .....	84
3.74. X-Achsen Schlitten Abschluss (Teil 2) .....	84
3.75. X-Achsen Schlitten Abschluss (Teil 3) .....	85
3.76. Materialübersicht X-Achsen Zahnriemen .....	86
3.77. X-Achsen Zahnriemen Abschluss .....	87
3.78. Düsenübersicht .....	89
3.79. Thermalbarriere 1.75mm .....	89
3.80. Thermalbarriere 3.0mm .....	90
3.81. PTFE-Fütterungen Übersicht .....	90
3.82. Hot-End Materialübersicht .....	92
3.83. Hot-End PTFE Fütterung .....	92
3.84. Hot-End Düsenhaltemutter .....	93
3.85. Hot-End Düsenhaltemutter montiert .....	93
3.86. Hot-End Heizblock Übersicht .....	94
3.87. Hot-End Heizblock Elektronik (HP) .....	95
3.88. Hot-End Heizblock Elektronik (HW) .....	96
3.89. Hot-End Heizblock Abschluss (HP) .....	97
3.90. Hot-End Heizblock Abschluss (HW) .....	98
3.91. Hot-End Abschluss (HP) .....	99
3.92. Hot-End Abschluss (HW) .....	100
3.93. DD-Extruder Single .....	101

3.94. DD-Extruder Single Materialübersicht .....	102
3.95. Gegenlager Materialübersicht .....	103
3.96. Gegenlager Abschluss .....	103
3.97. Halterung Gegenlager Übersicht .....	104
3.98. Halterung Gegenlager Detail Hülse .....	104
3.99. Halterung Gegenlager Abschluss .....	105
3.100. Filamentschraube Details .....	106
3.101. Filamentschraube Abschluss .....	107
3.102. Extruder-Grundplatte Übersicht .....	108
3.103. Extruder-Grundplatte Details .....	109
3.104. Extruder-Grundplatte Abschluss .....	110
3.105. Extruder-Lüfter Übersicht .....	111
3.106. Extruder-Lüfter Abschluss .....	112
3.107. Extruder-Lüfter Übersicht .....	113
3.108. Extruder-Lüfter Detail .....	114
3.109. Extruder-Lüfter Abschluss .....	115
3.110. Extruder Endmontage Übersicht .....	116
3.111. Extruder Druckfeder .....	117
3.112. Extruder Endmontage Druckfeder .....	117
3.113. Extruder Endmontage Abschluss .....	118
3.114. Upgrade-Kit DD-Extruder Dual Materialübersicht .....	119
3.115. Demontage Druckfeder Materialübersicht .....	120
3.116. Abschluss Demontage Druckfeder .....	121
3.117. Abschluss Demontage Extruder-Lüfter .....	122
3.118. Abschluss 1 Demontage Extruder-Grundplatte .....	123
3.119. Abschluss 2 Demontage Extruder-Grundplatte .....	124
3.120. Zusammenbau Extruder-Grundplatte Materialübersicht .....	125
3.121. Details PEEK-Thermalbarriere .....	126
3.122. Abschluss Zusammenbau Extruder-Grundplatte .....	127
3.123. Gegenlager Materialübersicht .....	128
3.124. Gegenlager Abschluss .....	129
3.125. Halterung Gegenlager Übersicht .....	130
3.126. Halterung Gegenlager Detail Hülse .....	130
3.127. Halterung Gegenlager Abschluss .....	131
3.128. Filamentschraube Übersicht .....	132
3.129. Filamentschraube Details .....	133
3.130. Filamentschraube Abschluss .....	134
3.131. Aktueller Bearbeitungszustand Upgrade-Kit .....	135
3.132. Montage Extruder-Grundplatte Materialübersicht .....	136
3.133. Montage Extruder-Grundplatte Details Ausrichtung .....	137
3.134. Montage Extruder-Grundplatte Details Ausrichtung .....	138
3.135. Abschluss Montage Extruder-Grundplatte .....	138
3.136. Montage Druckfeder Materialübersicht .....	139
3.137. Montage Druckfeder Details Druckfeder .....	140
3.138. Vorbereitung Extruder-Lüfter Materialübersicht .....	141
3.139. Vorbereitung Extruder-Lüfter Details Montagelochband .....	142
3.140. Abschluss Vorbereitung Extruder-Lüfter .....	143
3.141. Befestigung Extruder Single Materialübersicht 1 .....	144

3.142. Befestigung Extruder Single Materialübersicht 2 .....	145
3.143. Befestigung Extruder Dual Materialübersicht .....	146
3.144. Vorbereitung Schlitten .....	147
3.145. Abschluss 1 Befestigung Extruder Dual .....	148
3.146. Abschluss 2 Befestigung Extruder Dual .....	149
3.147. Übersicht DD2 Extruder Single .....	150
3.148. Materialliste DD2 .....	151
3.149. Montage der Filamentschraube 1 .....	152
3.150. Montage der Filamentschraube 2 .....	152
3.151. Montage des Extruder Hinge 1 .....	153
3.152. Montage des Extruder Hinge 2 .....	153
3.153. Montage des Extruder Hinge 3 .....	154
3.154. Montage des Extruder Hinge 4 .....	154
3.155. Montage DD2-Extruder Block (Teil 1) .....	155
3.156. Montage DD2-Extruder Block (Teil 2) .....	156
3.157. Abschluss DD2-Single Extruder .....	157
3.158. Befestigtes Druckbett (Teil 1) .....	159
3.159. Befestigtes Druckbett (Teil 2) .....	160
3.160. Abschluss Druckbett Materialübersicht .....	161
3.161. Bohrungslöcher Alu-Platte(nur wenn kein Heizbett verbaut wird) .....	162
3.162. Abschluss Druckbett .....	162
3.163. Montagematerial beheizbares Druckbett .....	163
3.164. Befestigung Heizmatte Abschluss .....	164
3.165. Vormontage Thermistor Materialübersicht .....	165
3.166. Vormontage Thermistor Abschluss 1 .....	166
3.167. Vormontage Thermistor Abschluss 2 .....	167
3.168. Isolierung Thermistor Materialübersicht .....	168
3.169. Isolierung Thermistor Abschluss .....	169
3.170. Details Temperatursensor .....	170
3.171. Montage Thermistor Abschluss .....	171
3.172. Kabelhalterung Materialübersicht .....	172
3.173. Detailansicht Schraube .....	173
3.174. Kabelhalterung Abschluss .....	173
3.175. Spiralband Heizbett .....	174
3.176. Dämmwatte Materialübersicht .....	175
3.177. Dämmwatte Abschluss .....	176
3.178. Unterseite des Druckbetts .....	177
3.179. Details Verschraubung .....	178
3.180. Abzug der Schutzfolie .....	179
3.181. Gesamtansicht Heizbett .....	180
3.182. Opferplatte Materialübersicht .....	181
3.183. Opferplatte Abschluss .....	182
3.184. Mosfet-Kühler Materialübersicht .....	183
3.185. Mosfet-Kühler Abschluss .....	184
3.186. Vorbereitung Pololus Materialübersicht .....	185
3.187. Abschluss Vorbereitung Pololus .....	186
3.188. Montage Kühlrippen Materialübersicht .....	187
3.189. Abschluss Montage Kühlrippen .....	188

3.190. Befestigung Pololus Materialübersicht .....	189
3.191. Einstellung Pololu Potentiometer .....	190
3.192. Ramps mit aufgesteckten Pololus .....	191
3.193. Elektronikhalter Montage (Teil 1) .....	192
3.194. Elektronikhalter Montage (Teil 2) .....	193
3.195. Rampslüfter Materialübersicht .....	194
3.196. Rampslüfter Abschluss .....	195
3.197. Opto Endstop - X-Achse Materialübersicht .....	196
3.198. Befestigung Opto Endstop - X-Achse Abschluss .....	197
3.199. Detailansicht Lichtschrankenunterbrecher X-Achse .....	198
3.200. Opto Endstop - Z-Achse Materialübersicht .....	199
3.201. Befestigung Opto Endstop - Z-Achse Abschluss .....	200
3.202. Opto Endstop - Y-Achse Materialübersicht .....	201
3.203. Befestigung Opto Endstop - Y-Achse Abschluss 1 .....	202
3.204. Befestigung Opto Endstop - Y-Achse Abschluss 2 .....	203
3.205. Kabelbaum 1 .....	204
3.206. Anbringung des Kabelbaum 1 (Teil 1) .....	205
3.207. Anbringung des Kabelbaum 1 (Teil 2) .....	206
3.208. Kabelbaum 3 .....	207
3.209. Anbringung des Kabelbaum 3 Teil1 .....	208
3.210. Anbringung des Kabelbaum 3 Teil2 .....	209
3.211. Montage des Bowden am Kabelbaum 3 (Teil 1) .....	210
3.212. Montage des Bowden am Kabelbaum 3 (Teil 2) .....	211
3.213. Kabelbaum 2 .....	212
3.214. Anbringung des Kabelbaum 2 .....	213
3.215. Verlötung am Hot-End .....	214
3.216. Verkabelung Hot-End Abschluss (Teil 1) .....	215
3.217. Verkabelung Hot-End Abschluss (Teil 2) .....	216
3.218. Verkabelung ATX-Buchse und Ramps Materialübersicht .....	217
3.219. Verkabelung ATX-Buchse und Ramps Materialübersicht .....	218
3.220. Verkabelung ATX-Buchse und Ramps Materialübersicht .....	219
3.221. Verkabelung ATX-Buchse und Ramps Materialübersicht .....	220
3.222. Verkabelung ATX-Buchse und Ramps Materialübersicht .....	221
3.223. Verkabelung ATX-Buchse und Ramps Materialübersicht .....	222
3.224. Verkabelung ATX-Buchse und Ramps Materialübersicht .....	223
3.225. Schaltplan Ramps 1.4 .....	224
3.226. Anschluss Extruderlüfter .....	225
3.227. Anschluss Elektroniklüfter .....	226
3.228. Kabelverlegung am Extruder DD (Teil 1) .....	227
3.229. Kabelverlegung am Extruder DD (Teil 2) .....	228
3.230. Kabelverlegung am Extruder DD (Teil 3) .....	229
3.231. Anbringung des Bowden (Teil 1) .....	230
3.232. Anbringung des Bowden (Teil 2) .....	231
3.233. Anbringung des Bowden .....	232
3.234. Anbringung des Bowden (Teil 3) .....	233
3.235. Anschluss des LCD-Displays .....	234
3.236. Anschluss des LCD-Displays .....	235
3.237. Anschluss des LCD-Displays .....	236

3.238. Anschluss des LCD-Displays .....	237
3.239. Verkabelung Druckbett Abschluss .....	238
4.1. Erkennen Arduino-Board .....	239
4.2. Entpacken Arduino-Software .....	240
4.3. Auswahl Board und Port .....	240
4.4. Öffnen der Firmware .....	242
4.5. Auswahl PRotos.ino .....	243
4.6. Upload .....	244
4.7. Serial Monitor .....	245
4.8. Auswahl Protokoll und Baudrate .....	246
4.9. Arduino Firmware Test .....	247
4.10. Arduino Anpassung Baudrate .....	248
4.11. Repetier-Host (OS X) .....	249
4.12. Mac OS X Mountain Lion (10.8.x) nicht signierten Code zugelassen .....	250
4.13. Slic3r (OS X) .....	251
4.14. Installation Treiber Arduino-Board .....	252
4.15. Auswahl Board und Port .....	253
4.16. Arduino Blink-Test Auswahl .....	254
4.17. Arduino Blink-Test Upload .....	255
4.18. RAMPS blinken .....	255
4.19. Arduino Firmware Test .....	256
4.20. Repetier-Host (Windows) .....	257
4.21. Slic3r (Windows) .....	258
4.22. Materialübersicht Inbetriebnahme SD RAMPS .....	259
4.23. Abschluss Inbetriebnahme SD RAMPS (Windows) .....	259
4.24. OS X Terminal Formatieren .....	260
4.25. SD Karte deaktivieren .....	261
4.26. Abschluss Inbetriebnahme SD RAMPS (OS X) .....	262
5.1. Ausrichtung Z-Achse .....	263
5.2. Ausrichtung Y-Achse .....	264
5.3. Auswahl Port und Baudrate .....	265
5.4. Einstellung Pololu Potentiometer .....	266
5.5. Manuelle Kontrolle .....	267
5.6. Schrittverluste .....	268
5.7. Ohne Schrittverluste .....	269
5.8. Hot-End Ausrichtung .....	270
5.9. Montage der Muttern mit Schraubensicherung (empfohlen) .....	271
6.1. Beispiel Love im STL-Format .....	272
6.2. Beispiel Love im GCode-Format (in Repetier-Host) .....	273
6.3. Slic3r Interface Wizard .....	274
6.4. Slic3r Interface Load Config .....	274
6.5. Slic3r Interface Export G-Code .....	275
6.6. Repetier-Host Laden und Drucken .....	276
6.7. LOVE gedruckt .....	277
283. Monomere von ABS .....	280
284. Arduino Logo .....	280

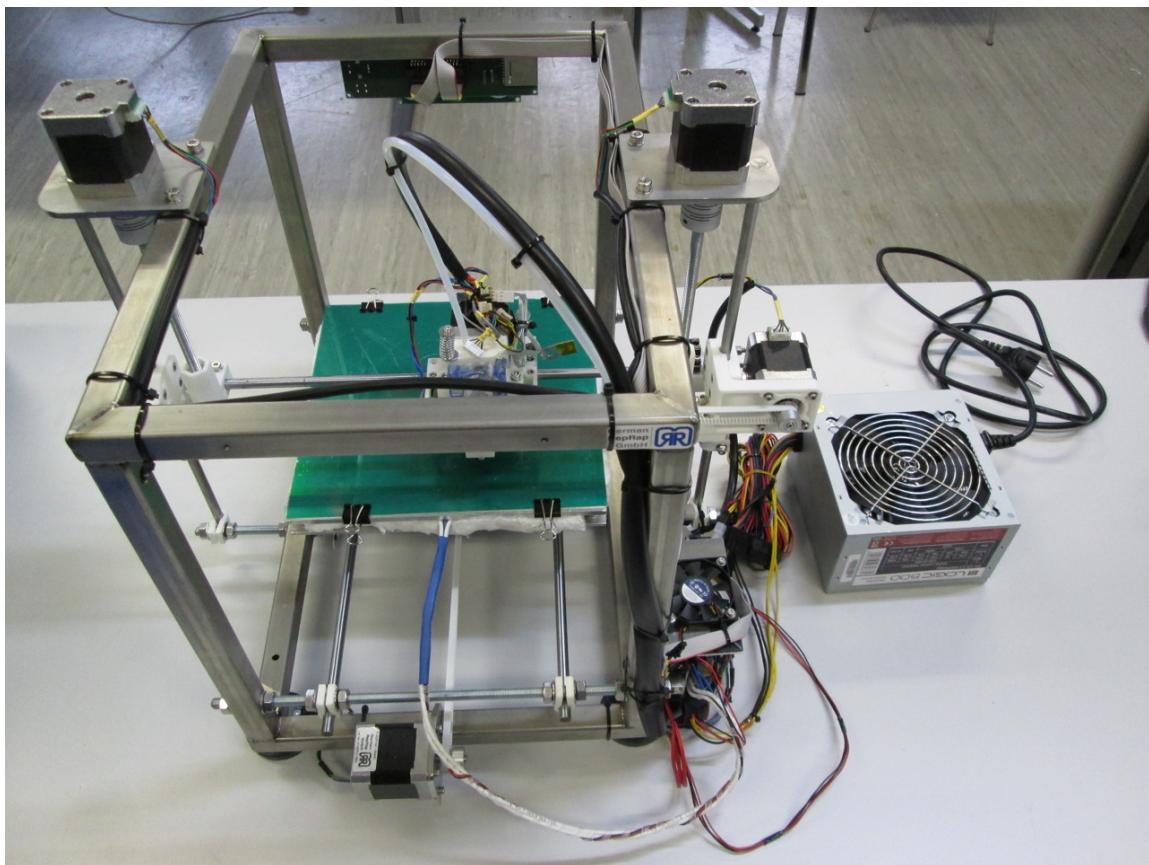
## Tabellenverzeichnis

2.1. Allgemein .....	18
3.1. Materialliste Rahmen (100270.1) .....	40
3.2. Materialliste Rahmen .....	40
3.3. Materialliste Y-Schlitten (100270.2) .....	45
3.4. Materialliste Y-Schlitten .....	45
3.5. Materialliste Y-Achsen Schrittmotor (100270.3) .....	50
3.6. Materialliste Y-Achsen Schrittmotor .....	50
3.7. Materialliste Zahnrämenführung (100270.4) .....	51
3.8. Materialliste Z-Achsen Führungsstangen (100270.5) .....	55
3.9. Materialliste Z-Achsen Führungsstangen .....	55
3.10. Materialliste Z-Achsen-Halterung Fixierung (100270.6) .....	59
3.11. Materialliste Z-Achsen-Halterung Fixierung .....	59
3.12. Materialliste X-Achse Halterung (100270.7) .....	60
3.13. Materialliste X-Achse Halterung .....	60
3.14. Materialliste Z-Achsen-Halterung Fixierung (100270.8) .....	66
3.15. Materialliste Z-Achsen-Halterung Fixierung .....	66
3.16. Materialliste X-Achsen Führungsstangen (100270.9) .....	71
3.17. Materialliste X-Achsen Führungsstangen .....	72
3.18. Materialliste X-Achsen Schrittmotor (100270.10) .....	76
3.19. Materialliste X-Achsen Schrittmotor .....	76
3.20. Materialliste Zahnrämenführung (100270.11) .....	77
3.21. Materialliste Zahnrämenspanner (100270.12) .....	79
3.22. Materialliste Zahnrämenspanner am Schlitten (100270.13) .....	80
3.23. Materialliste X-Achsen Schlitten (100270.14) .....	82
3.24. Materialliste X-Achsen Schlitten .....	82
3.25. Materialliste X-Achsen Zahnrämen (100270.15) .....	85
3.26. Düsen für 3mm Material .....	88
3.27. Düsen für 1.75mm Material .....	88
3.28. Materialliste Modular-Hot-End 1,75mm (100221) .....	91
3.29. Materialliste Modular-Hot-End 3mm (100220) .....	91
3.30. Materialistenzubehör bei Verwendung eines Heizwiderstands anstelle der Heizaptrone .....	91
3.31. Materialiste Heizblock (100222) .....	94
3.32. Materialiste DD-Extruder Single (100012) .....	101
3.33. Materialiste Upgrade-Kit DD-Extruder Dual (100008) .....	119
3.34. Materialiste Befestigung Extruder Single .....	144
3.35. Materialiste Befestigung Extruder Dual .....	145
3.36. Filamentschraube (100286) .....	151
3.37. Filamentschraube .....	151
3.38. Montage des Extruder Scharnierteil (100281.1) .....	152
3.39. DD2-Extruder Block (100281.2) .....	155
3.40. DD2-Extruder Block .....	155
3.41. DD2-Abschluss (100281.3) .....	156
3.42. Befestigung des DD2-Single (100281.4) .....	157
3.43. Materialiste Befestigung Druckbett (100270.16) .....	158
3.44. Materialiste Befestigung Druckbett .....	158
3.45. Materialiste Abschluss Druckbett .....	160
3.46. Materialiste Befestigung Heizmatte (100013.1) .....	163

3.47. Materialliste Befestigung Heizmatte .....	164
3.48. Materialliste Vormontage Thermistor (100013.2) .....	164
3.49. Materialliste Isolierung Thermistor .....	167
3.50. Materialliste Montage Thermistor (100013.3) .....	169
3.51. Materialliste Montage Thermistor .....	169
3.52. Materialliste Kabelhalterung (100013.4) .....	171
3.53. Materialliste Kabelhalterung .....	171
3.54. Materialliste Dämmwatte .....	174
3.55. Materialliste Befestigung beheizbares Druckbett (100013.5) .....	176
3.56. Materialliste Befestigung beheizbares Druckbett .....	176
3.57. Materialliste Ofperplatte .....	180
3.58. Materialliste Mosfet-Kühler (100013.6) .....	182
3.59. Materialliste Vorbereitung Pololus .....	184
3.60. Materialliste Montage Kühlrippen .....	186
3.61. Materialliste Vorbereitung Pololus .....	188
3.62. Materialliste Elektronikhalterung (100270.17) .....	191
3.63. Materialliste Elektronikhalterung .....	191
3.64. Materialliste Ramps-Lüfter (100270.18) .....	193
3.65. Materialliste Ramps-Lüfter .....	193
3.66. Materialliste Opto Endstop - X-Achse (100270.19) .....	195
3.67. Materialliste Opto Endstop - X-Achse .....	195
3.68. Materialliste Opto Endstop - Z-Achse (100270.20) .....	198
3.69. Materialliste Opto Endstop - Z-Achse .....	198
3.70. Materialliste Opto Endstop - Y-Achse (100270.21) .....	201
3.71. Materialliste Opto Endstop - Y-Achse .....	201
3.72. Materialliste Verkabelung Y-Achse .....	204
3.73. Materialliste Verkabelung Z-Achse .....	206
3.74. Materialliste Verkabelung X-Achse .....	211
3.75. Materialliste Verkabelung Hot-End .....	214
3.76. Materialliste Verkabelung ATX-Buchse und Ramps .....	216
3.77. Kabelbündelung am Extruder DD .....	226
3.78. Anbringung des Bowden bei einem Extruder .....	229
3.79. Materialliste LCD-Display .....	233
3.80. Materialliste Verkabelung Druckbett (100013.7) .....	237
4.1. Übersicht der benötigten Programme Firmware (OS X) .....	239
4.2. Download Repetier-Host (OS X) .....	248
4.3. Übersicht der benötigten Programme Slic3r (OS X) .....	250
4.4. Übersicht der benötigten Programme Firmware (Windows) .....	251
4.5. Übersicht der benötigten Programme Repetier-Host (Windows) .....	256
4.6. Übersicht der benötigten Programme Slic3r (Windows) .....	257
4.7. Materialliste Inbetriebnahme SD RAMPS .....	258

# Einleitung

Abbildung 1. PRotos V2.0 3D-Drucker



Der PRotos V2.0 3D-Drucker ist auf Basis unseres PRotos RepRap entwickelt worden und bietet neben einer stabileren und einfacheren Mechanik viele Vorteile.

Diese Dokumentation gliedert sich in mehrere Abschnitte. Vom Aufbau des Bausatzes, Installation von Software und Firmware bis hin zur Inbetriebnahme und Problembehebungen.

# Kapitel 1. Wichtige Hinweise

Sie finden auf den folgenden Seiten wichtige Hinweise zum Aufbau, Betrieb, Aufstellungsort und Anschluss des Gerätes. Lesen Sie diese Hinweise sorgfältig durch, bevor Sie das Gerät in Betrieb nehmen.



Arbeiten am 230 V Stromnetz dürfen nur von dafür ausgebildeten Fachleuten ausgeführt werden. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten. Durch eine unsachgemäße Installation können Sach- und Personenschäden verursacht werden, für die der Errichter haftet.

Der Umgang mit den zur Wartung und Pflege erforderlichen Chemikalien hat sachgerecht und unter Einhaltung der hierfür geltenden Vorschriften und Einsatzhinweise zu den Chemikalien zu erfolgen. Den Vorgaben der Hersteller ist hierzu unbedingt Folge zu leisten, es ist entsprechende Schutzkleidung zu tragen, und es sind die Dosierungsvorschriften genau einzuhalten. Durch unsachgemäßen Umgang mit Chemikalien können Sach- und Personenschäden verursacht werden, für die allein der Betreiber haftet.



Die 400x400mm Wellpappe die dem Heizbett beiliegt ist keine Verpackung, sondern wird zum Aufbau des Heizbettes benötigt.

## 1.1. Sicherheitshinweise



### Netzkabel

Achten Sie darauf, dass das Netzkabel (Stromversorgungskabel) nicht beschädigt wird. Geräte mit beschädigtem Netzkabel müssen vom Netz getrennt (Ziehen des Netzsteckers) und vor der erneuten Inbetriebnahme durch einen Fachmann des Elektrohandwerks Instand gesetzt werden. Verwenden Sie nur das mitgelieferte Netzteil!

*Es besteht Lebensgefahr durch Stromschlag!*



### Reinigung

Ziehen Sie den Netzstecker, bevor Sie das Gerät reinigen. Benutzen Sie zur Reinigung ein trockenes Tuch und reinigen Sie lediglich die Oberfläche.

*Bei Berührung mit Teilen im Inneren des Gerätes besteht Lebensgefahr durch Stromschlag!*



### Spielende Kinder

Bei Berührung mit Teilen im Inneren des Gerätes besteht Lebensgefahr durch Stromschlag!

*Es besteht Lebensgefahr durch Stromschlag!*



### Netzspannung

Betreiben Sie das Gerät nur an der für das Gerät angegebenen Netzspannung (zu sehen an der Geräte-Rückseite bzw. am externen Netzteil). Das Gerät darf erst ans Netz angeschlossen und eingeschaltet werden, nachdem alle Verbindungen geprüft wurden.

*Sollte die Netzspannung zu hoch sein, besteht Brandgefahr!*



### Feuchtigkeit, Sonneneinstrahlung, Wärme, offene Flammen

Schützen Sie das Gerät vor Feuchtigkeit, Tropf- und Spritzwasser (stellen Sie auch keine gefüllten Gegenstände wie z. B. Getränke in unmittelbare Nähe des Gerätes). Stellen Sie das Gerät nicht in der Nähe der Heizung auf, setzen Sie es nicht direkt Sonneneinstrahlung aus und betreiben Sie es nicht in Feuchträumen. Verwenden Sie das Gerät nur in gemäßigtem, nicht tropischem Klima! Stellen Sie keine offenen Flammen, wie z. B. Kerzen, auf das Gerät!

*Es besteht Brandgefahr!*



### Lüftung

Die in diesem Gerät entstehende Wärme wird ausreichend abgeführt. Installieren Sie das Gerät trotzdem niemals in einem Schrank oder einem Regal mit unzureichender Belüftung. Verdecken Sie niemals die Kühlslitze des Gerätes!

Stellen Sie keine Gegenstände auf das Gerät. Halten Sie einen Freiraum, sofern in den Kapiteln „Anschluss und Inbetriebnahme“ bzw. „Montage“ der mitgelieferten Anleitung nichts anderes angegeben ist, von mindestens 30 cm über, 20 cm zu jeder Seite und 30 cm hinter dem Gerät ein, damit die entstehende Wärme ungehindert abgeführt werden kann.

Das Gerät entspricht nur der Konformitätserklärung wenn beim Betrieb das transparente Gehäuse montiert ist.

*Es besteht Brandgefahr!*



### Anschlüsse

*Es besteht Brandgefahr!*



### Längere Abwesenheit, Gewitter, Zugänglichkeit Netzstecker

Um das Gerät komplett vom Stromnetz zu trennen, müssen Sie den Netzstecker aus der Netzsteckdose ziehen! Stellen Sie das Gerät daher in der Nähe einer Netzsteckdose auf und achten Sie auf die Zugänglichkeit dieser Netzsteckdose, damit Sie jederzeit in der Lage sind, das Gerät vom Stromnetz zu trennen. Schalten Sie das Gerät bei längerer Abwesenheit und bei Gewitter grundsätzlich mit dem Netzschatz aus und trennen Sie es im Anschluss durch Ziehen des Netzsteckers vom Stromnetz. Dies gilt auch für diejenigen Geräte, die mit dem Gerät verbunden sind. USB- Trennung ist ebenfalls zu empfehlen.



### Aufstellungsort

Jedes elektronische Gerät entwickelt Wärme. Die Erwärmung des Gerätes liegt jedoch im zulässigen Bereich. Empfindliche Oberflächen können sich durch die ständige Wärmeeinwirkung im Laufe der Zeit verfärbten. Ebenso können die Gerätefüße auf Möbeloberflächen Farbveränderungen hervorrufen. Stellen Sie das Gerät gegebenenfalls auf eine feste, geeignete und ebene Unterlage!

Auf Bedienbarkeit bei der Wahl des Standortes ist zu achten (ausreichende Arbeitshöhe).



### Entsorgung

Elektronische Geräte gehören nicht in den Hausmüll, sondern müssen - gemäß Richtlinie 2002/96/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 27. Januar 2003 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte fachgerecht entsorgt werden. Bitte geben Sie dieses Gerät am Ende seiner Verwendung zur Entsorgung an den dafür vorgesehenen öffentlichen Sammelstellen ab.

## 1.2. Wichtige Hinweise



### Rückversand/Originalverpackung

Bewahren Sie die Originalverpackung bitte für den eventuellen Rückversand auf! 3D-Drucker sind auf Grund der Bauart stoßempfindlich und nur durch die Originalverpackung ausreichend geschützt. Bei unsachgemäßem Versand erlischt der Garantie-/Gewährleistungsanspruch für das Gerät.



*Sie dürfen das Gerät während des Betriebs nicht vom Stromnetz trennen! Dies kann zu Datenverlusten und Software-Beschädigungen führen.*



### Sonstiges

Die in dieser Bedienungsanleitung enthaltenen Informationen entsprechen dem Stand bei Drucklegung. Wir behalten uns jedoch das Recht vor, jederzeit und ohne Vorankündigung Änderungen durchzuführen. Sollte es eine neue Software für Ihr Gerät geben, die Auswirkungen auf die Bedienungsanleitung hat (z. B. die Änderung von Menüs und/oder Funktionen), werden wir, falls dies von uns für nötig empfunden wird, eine neue Bedienungsanleitung zum Download unter <https://www.germanreprap.com> zur Verfügung stellen.



Aufgrund von EMV-Richtlinien darf das USB-Verbindungskabel zwischen Gerät und Rechner nicht länger als 50 cm sein.



### Toxische Gefährdung

Je nach verwendetem Material kann es zu toxischen Gefährdungen durch Überhitzung von Verbrauchsmaterial kommen. Die Betriebstemperaturen sind genau einzuhalten. Diese finden Sie auf den jeweiligen Materialien aufgedruckt und auf unseren Webseiten (<https://www.germanreprap.com>).



### *Sicherheitsabschaltung*

Die Geräte haben einen eingebauten thermischen Schutzmechanismus. Beim Erreichen bestimmter Temperaturwerte schaltet sich das Gerät selbstständig mit einer Fehlermeldung ab.



### *Wartung*

Das Gerät muss jährlich von geschultem Personal gewartet werden. Die technischen Schutzeinrichtungen sind ebenso zu überprüfen wie der ordnungsgemäße Zustand von mechanischen Komponenten.

Dazu bieten wir einen Wartungsservice an. Kontaktieren Sie uns für Fragen bitte unter [info@germanreprap.com](mailto:info@germanreprap.com).



Bitte beachten Sie Ihre Verantwortung für Ihre Mitmenschen! Heben Sie die Anleitung für später auf- tretende Fragen auf und geben Sie diese bei einem Besitzerwechsel an den neuen Besitzer weiter.

## 1.3. Rechtliche Hinweise

### *Software-Änderungen / Verwendung von Applikationen*

Änderungen an der Software des Gerätes sowie die Verwendung von Applikationen, die nicht durch die Firma German RepRap GmbH zur Verfügung gestellt wurden, führen zum Verlust des Gewährleistungsanspruches! Die Kosten für Versand und Reparatur von Geräten, die durch das Verwenden von Software und Applikationen verursacht wurden, die nicht von der Firma German RepRap GmbH zur Verfügung gestellt wurden, sind von Ihnen selbst zu tragen!

Verwenden Sie deshalb für Ihr Gerät ausschließlich Software und Applikationen, die von der Firma German RepRap GmbH zum Download über ihre Internetseite (<https://www.germanreprap.com>) zur Verfügung gestellt wird.

Die Firma German RepRap GmbH übernimmt keine Haftung für den Verlust von Daten von internen oder externen Speichermedien.

Die auf dem Gerät/Produkt ab Werk installierte Software ist funktionstüchtig und hat die bei dieser Art übliche Qualität. Etwaige Fehler lassen sich bei der Entwicklung von Software technisch nicht völlig ausschließen. Ein Mangel der mitgelieferten Software liegt aber nur vor, wenn die Nutzbarkeit zur gewöhnlichen Verwendung mit dem Gerät/Produkt nicht gegeben ist. Eine lediglich unerhebliche Minderung der Qualität bleibt unberücksichtigt. Eine Funktionsbeeinträchtigung der Software/des Programms, die aus Hardwaremängeln, Umgebungsbedingungen, Fehlbedienung oder Ähnlichem resultiert, ist kein Mangel der Software.

## Kapitel 2. Technische Daten

Tabelle 2.1. Allgemein

<i>Druckbereich</i>	ca. 220mm x 220mm x 130mm (X/Y/Z)
<i>Geschwindigkeit</i>	3mm Material bis 100mm/Sekunde 1,75 mm Material bis ca. 180mm/Sekunde Leerlauf bis 350mm/Sekunde
<i>Gewicht</i>	ca. 6kg
<i>Stellfläche</i>	ca. 450mm x 450mm Stellfläche
<i>Betriebsspannung</i>	220/115V Wechselspannung
<i>Material</i>	ABS / PLA / HDPE / LDPE / PC / PP / PE

### Konstruktionsmerkmale

- stabiler Stahlrahmen, verwindungssteif
- verbessertes Druckbett
- standardisierte Komponenten
- PP Laser-gesinterte Formteile, hoch belastbar und präzise
- kostengünstiger Betrieb
- wartungsaarm
- vielseitig

## Kapitel 3. Aufbau

Die Aufbauanleitung bezieht sich auf den PRotos V 2.0 3D-Drucker der German RepRap GmbH. Die dafür erforderlichen Teile sind in dem angebotenen Komplettspaket enthalten. Die gedruckten Teile sind aus *Polyamid* (PA), welches eine hohe Oberflächenhärte und eine gute Schlagfestigkeit besitzt und somit für eine lange Haltbarkeit des Druckers spricht.

Der stabile Stahlrahmen und das neu konstruierte Druckbett vereinfachen die Montage enorm und bieten darüber hinaus ein wesentlich bessere Druckergebnisse.

### 3.1. Werkzeug

Abbildung 3.1. Werkzeug



Zum Zusammenbau des PRotos 3D-Druckers wird ein überschaubarer Werkzeugsatz benötigt, sowie einige Verbrauchsmaterialien.

#### Inbusschlüssel

- 4 mm
- 3 mm
- 2,5 mm
- 1,5 mm

#### Maul- / Steckschlüssel

- 19 mm SW (für die Überwurfmutter des Hot-Ends)
- 13 mm SW

- 8 mm SW
- 7 mm SW
- 5,5 mm SW

#### Messgeräte

- Gliedermaßstab
- Messschieber
- Wasserwaage

#### Sonstiges Werkzeug

- Feuerzeug
- Kombizange
- Lötkolben
- Schraubendreher (verschiedene Größen)
- Seitenschneider

#### Bohrer

- 10,5mm (nur wenn kein beheizbares Druckbett verwendet wird)

#### Optionales Werkzeug



Das angegebene, optionale Werkzeug kann benutzt werden, um einige Tätigkeiten zu vereinfachen. Der Zusammenbau ist jedoch auch ohne dieses möglich.

- Abisolierzange
- Heissluftöhn
- Kabelbinder
- Scharfes Messer
- Schraubensicherung (z.B. Loctite™, mittelfest)
- Schraubklemmen

#### Verbrauchsmaterial

- Lötzinn
- Sekundenkleber

## 3.2. Bauteilübersicht

Eine Übersicht der verschiedenen Formteile. Sie dient als Hilfe für die Materialübersichten der unterschiedlichen Arbeitsschritte.

Abbildung 3.2. ©Arduino MEGA 2560



Abbildung 3.3. Bar Clamp

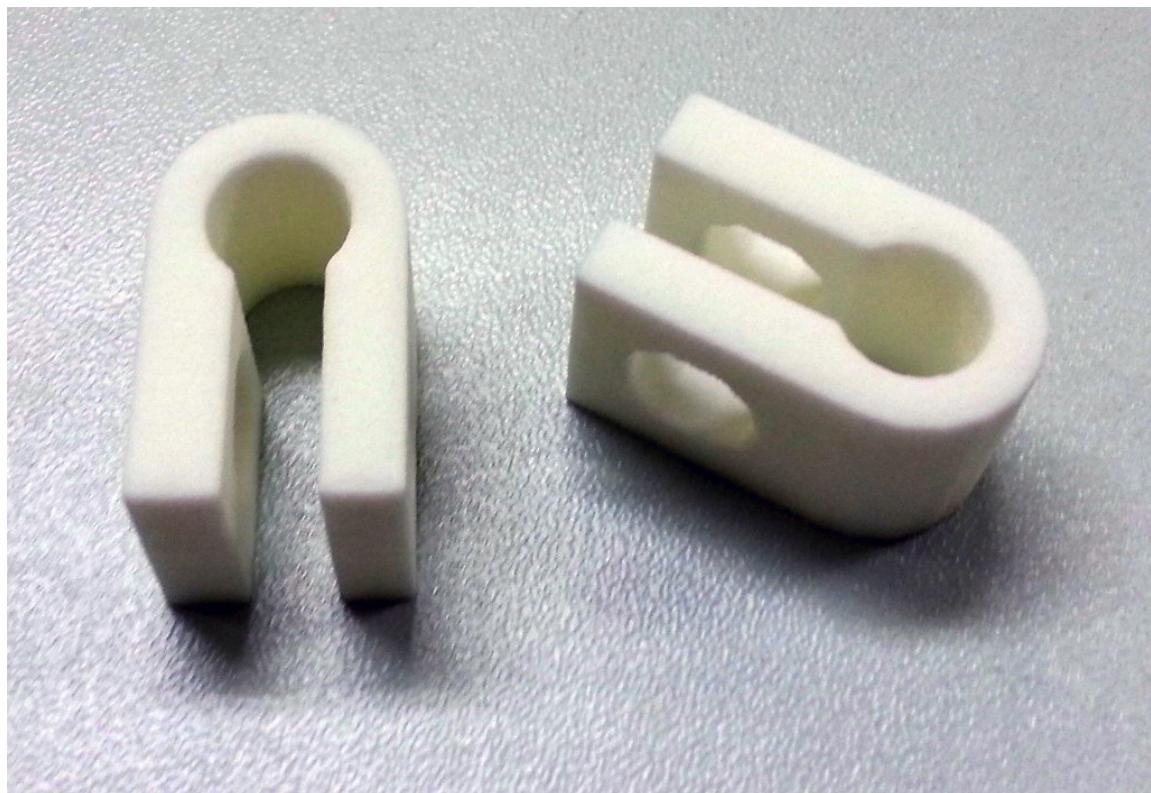


Abbildung 3.4. Endstop Holder

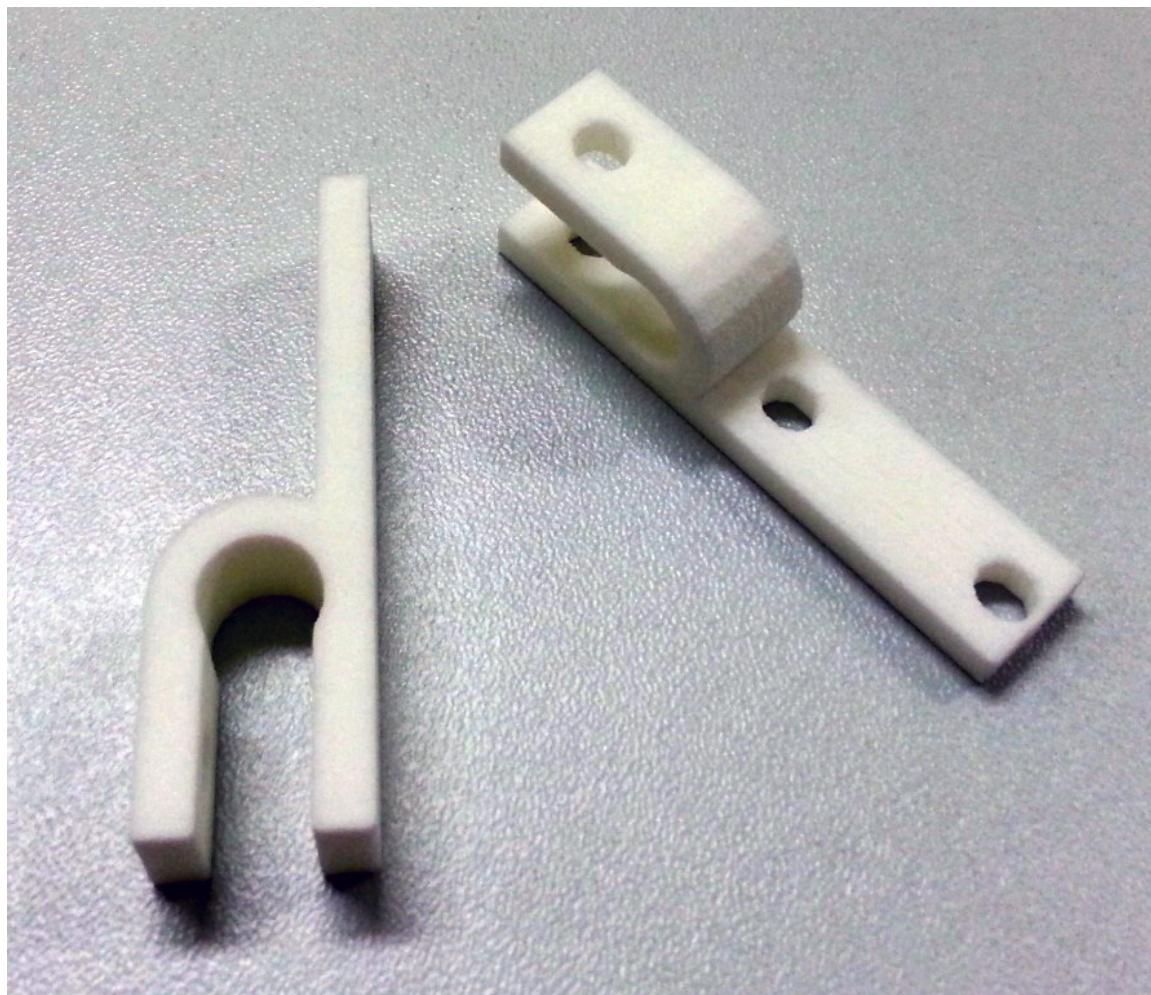


Abbildung 3.5. Extruder-Gegenlager

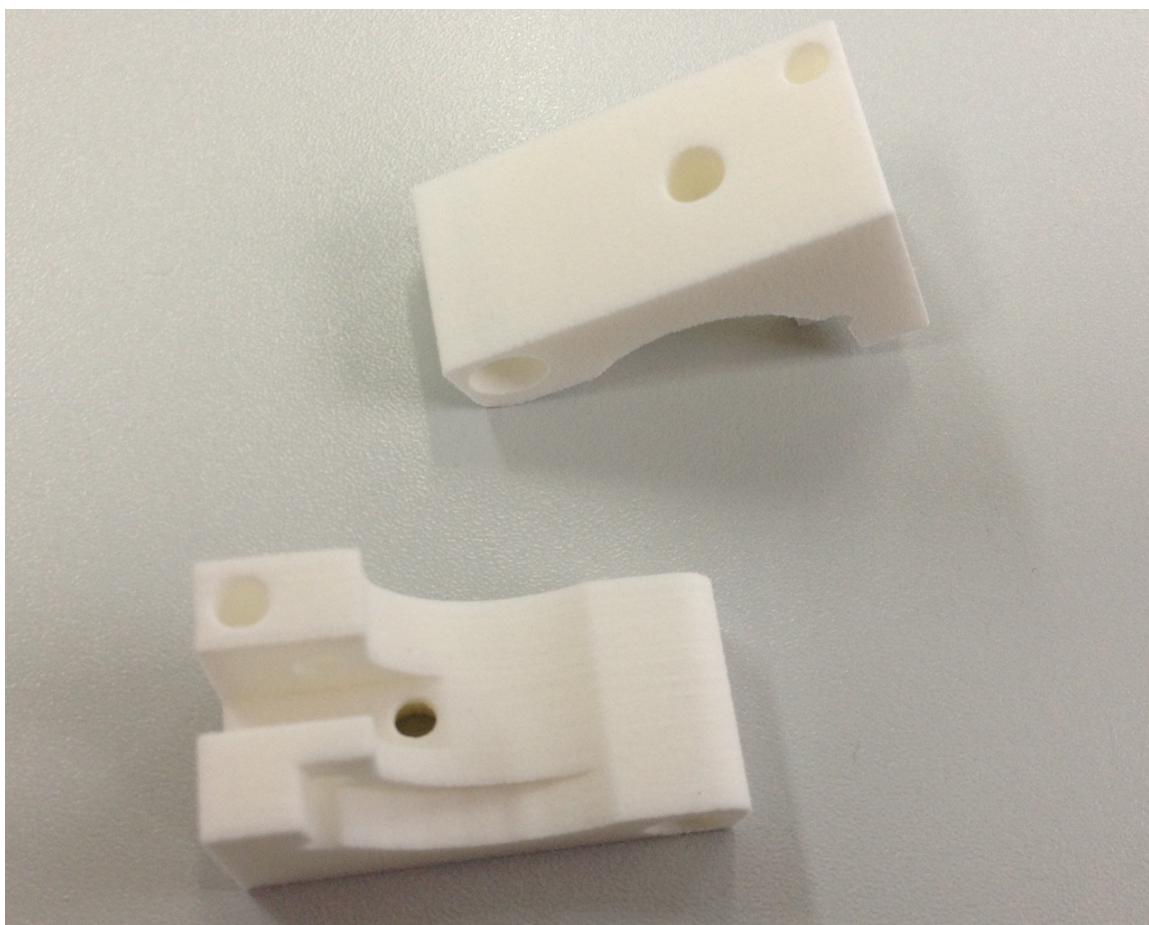


Abbildung 3.6. Grundplatte-Lüfter

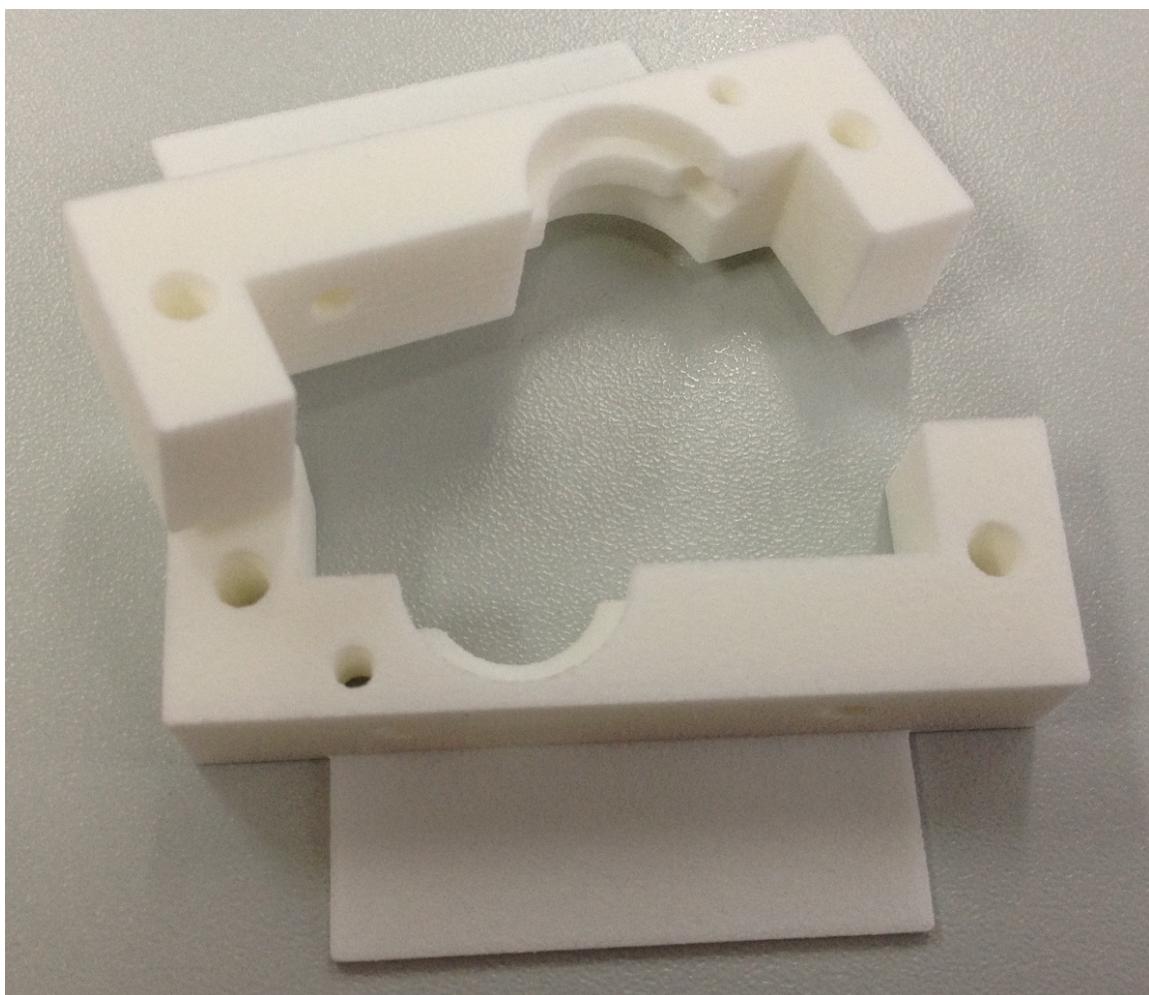
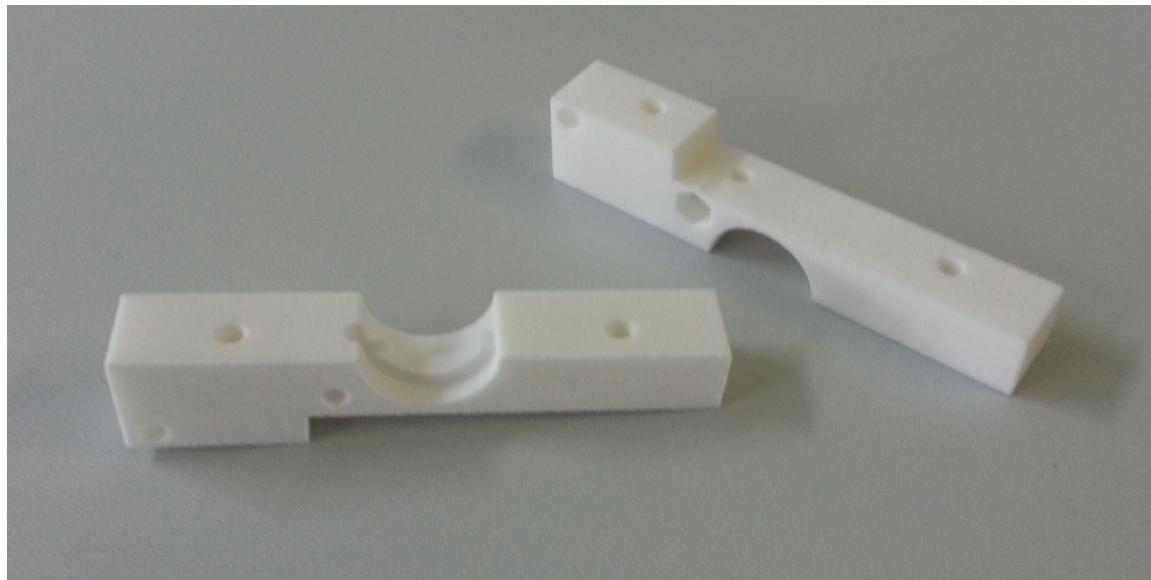
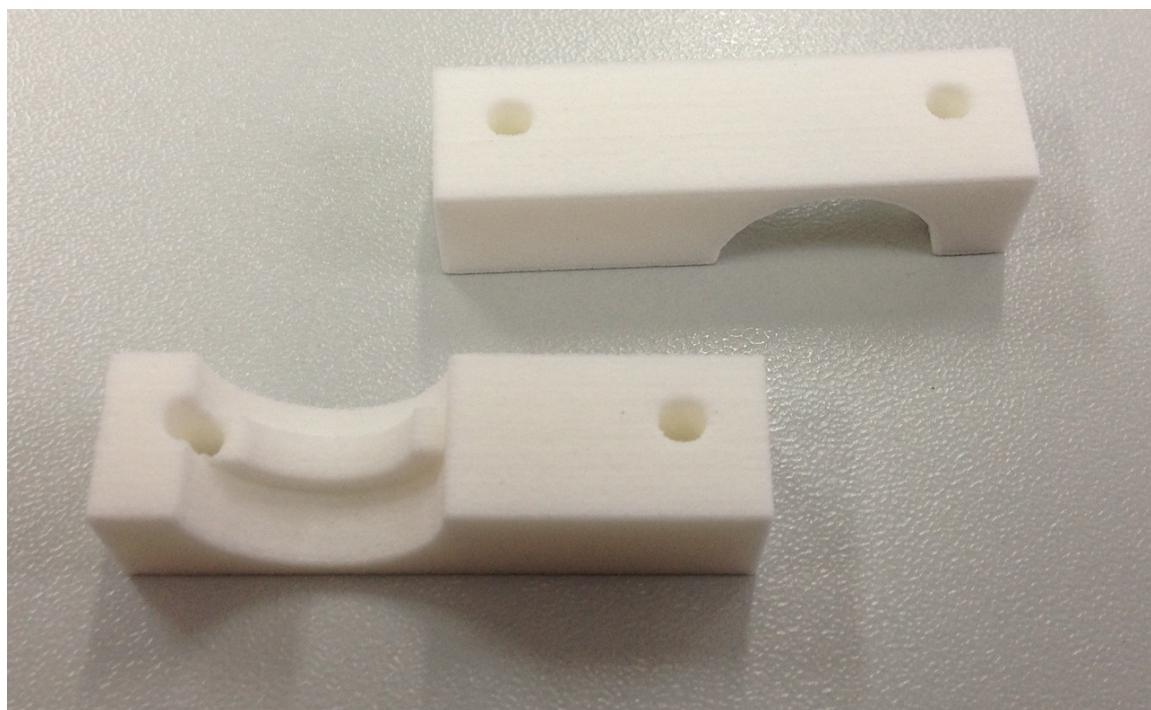


Abbildung 3.7. Grundplatte-Mittelstück



Wird nur für den DD-Extruder Dual benötigt.

Abbildung 3.8. Grundplatte-Schrittmotor



Wird nur für den DD-Extruder Single benötigt.

Abbildung 3.9. Linear Bearing Clamps

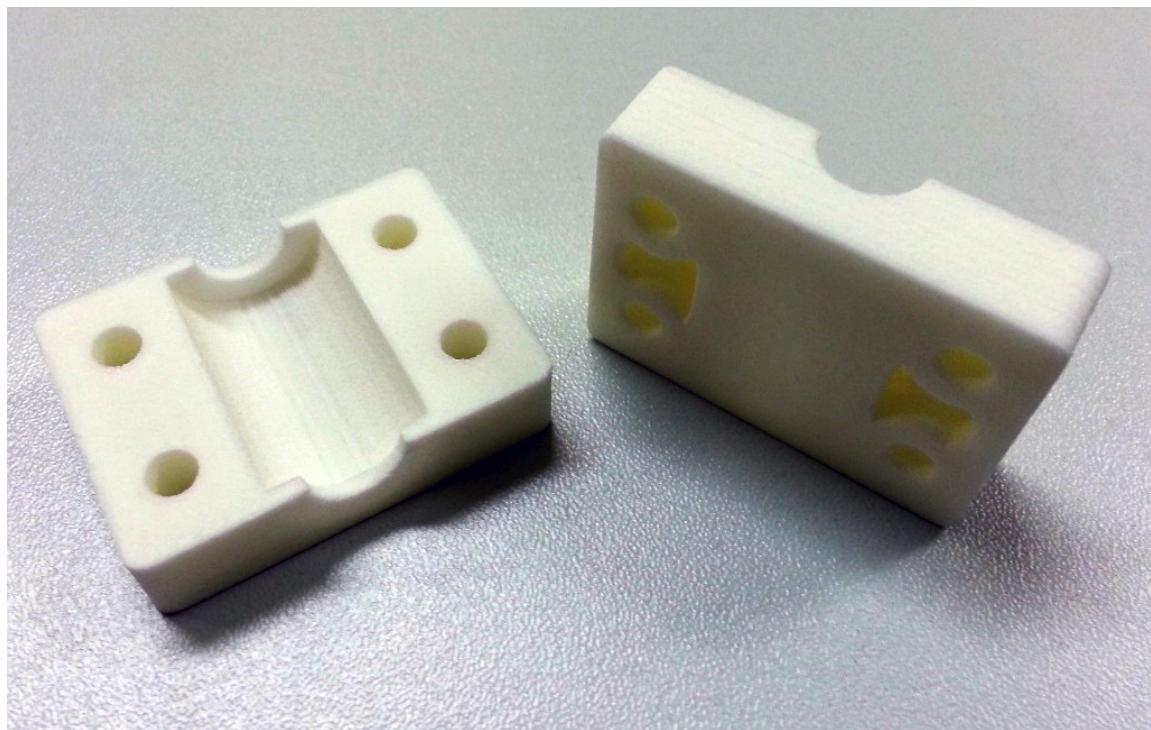


Abbildung 3.10. Ramps v1.4

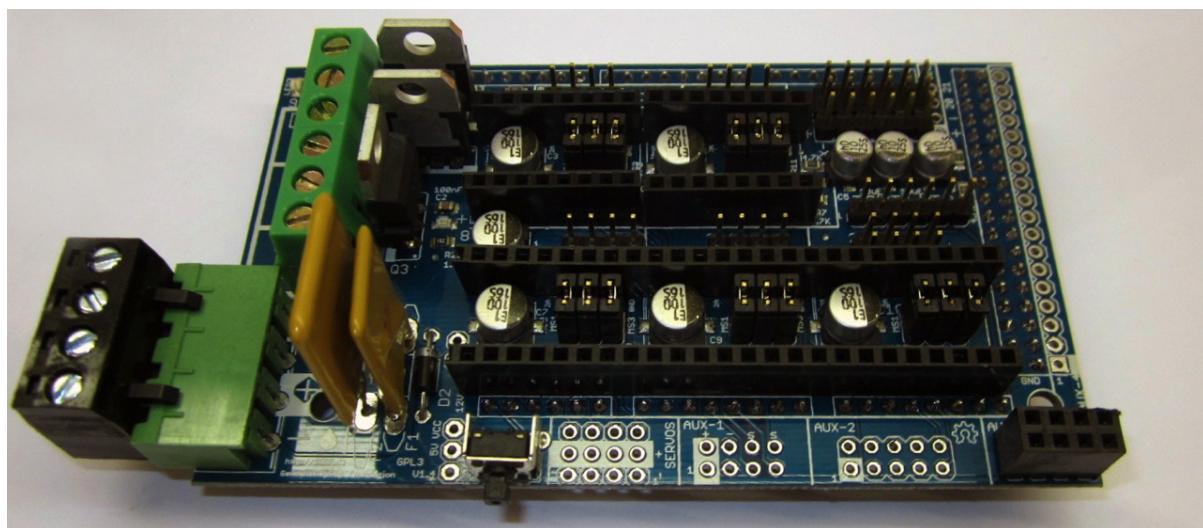


Abbildung 3.11. X-Carriage

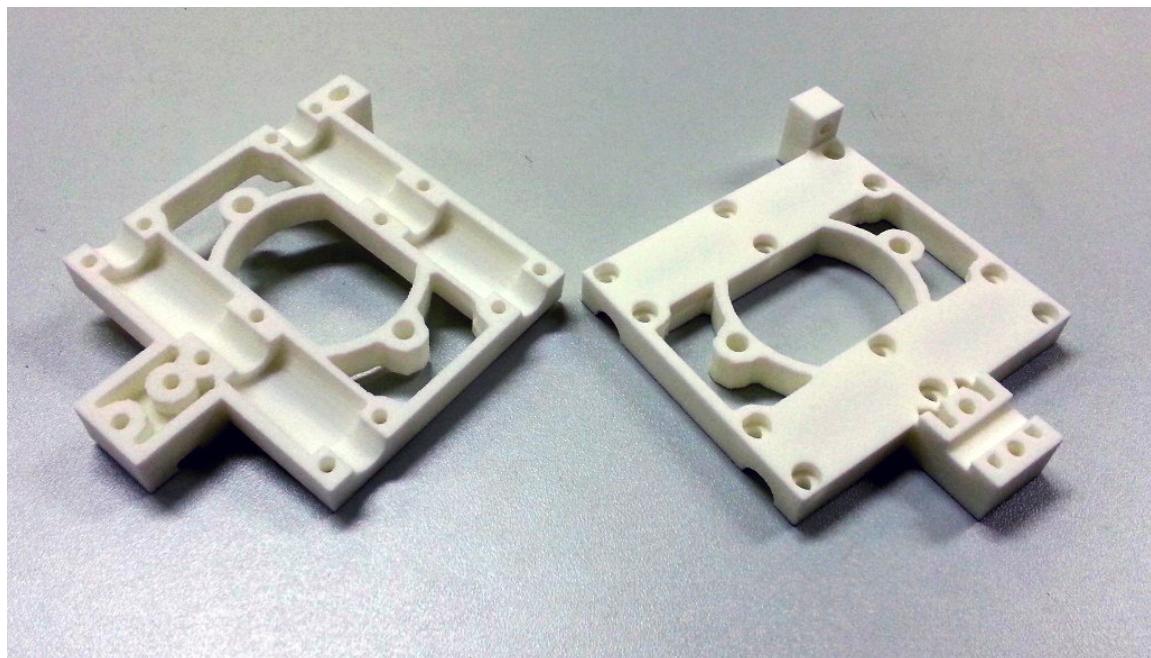


Abbildung 3.12. X-Carriage Belt Clamp

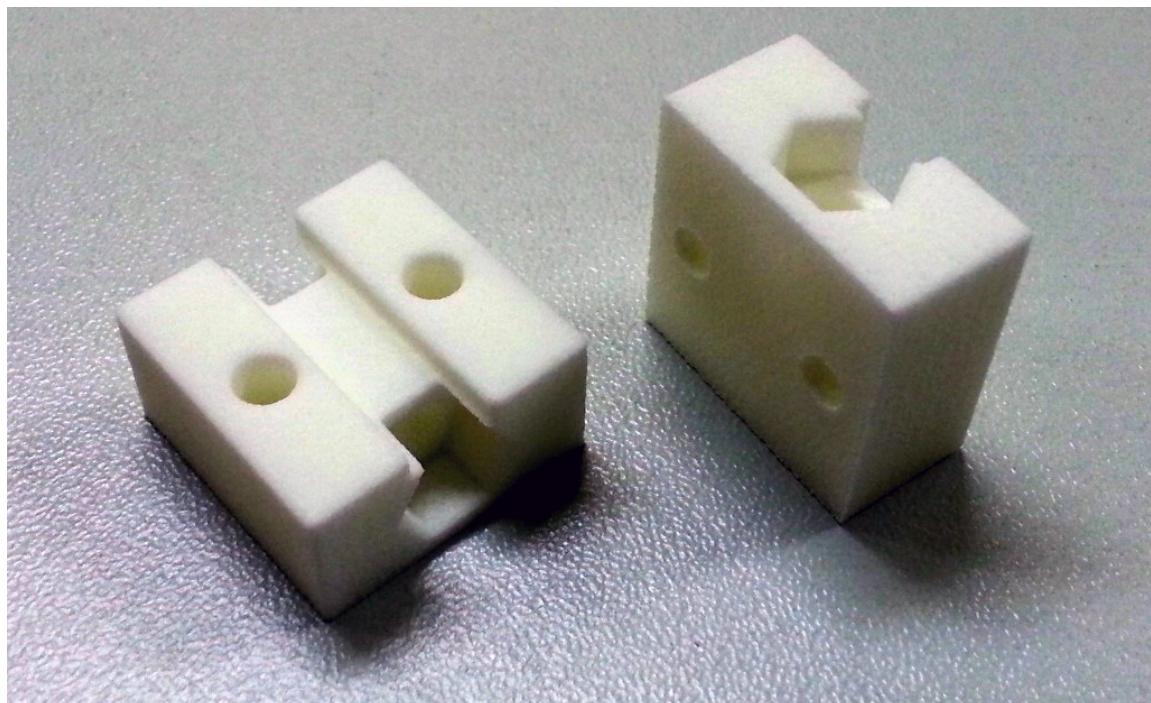


Abbildung 3.13. X-Carriage Clamp

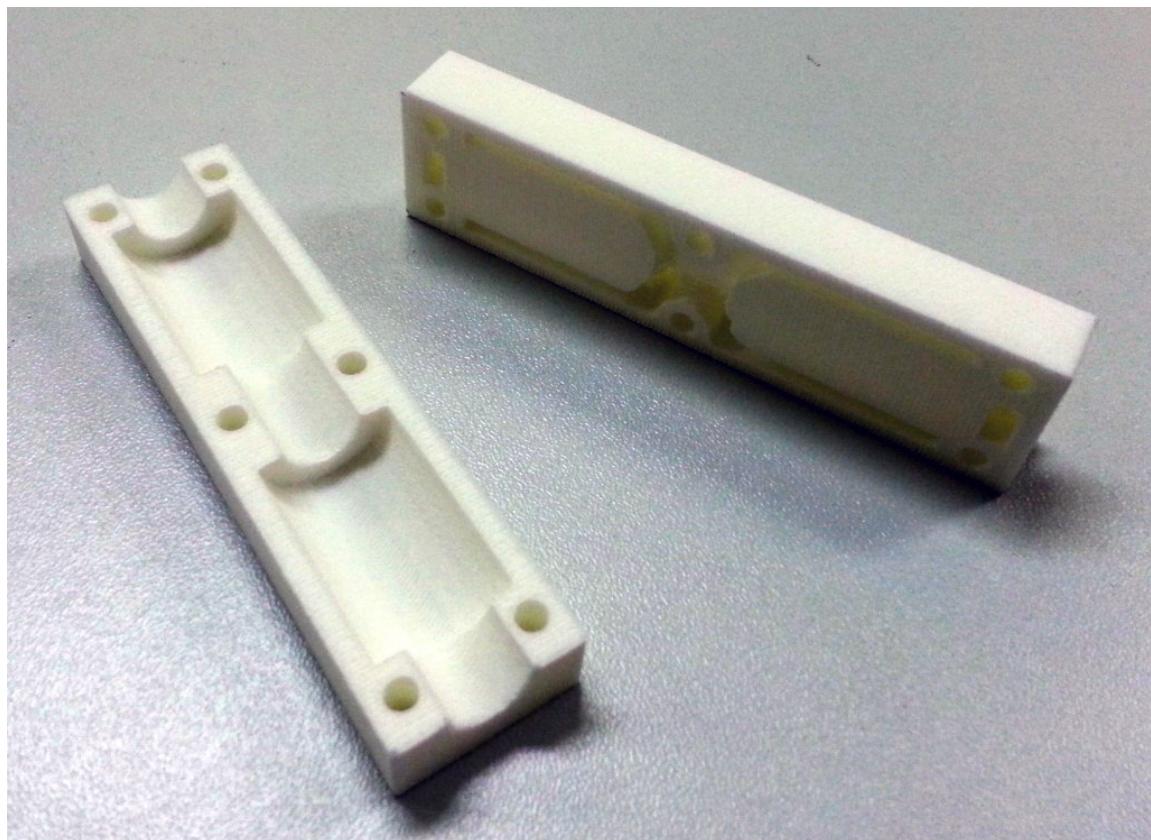


Abbildung 3.14. X-Idler

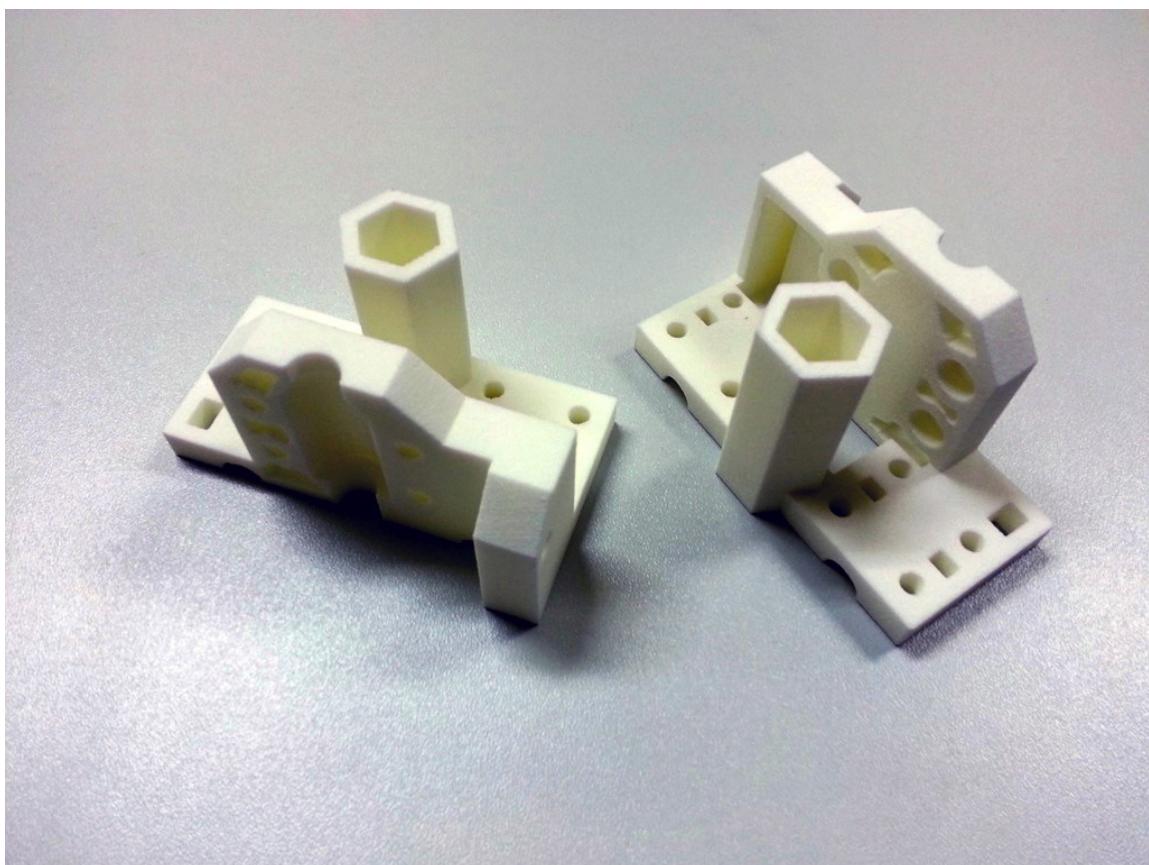


Abbildung 3.15. X-Motor Mount

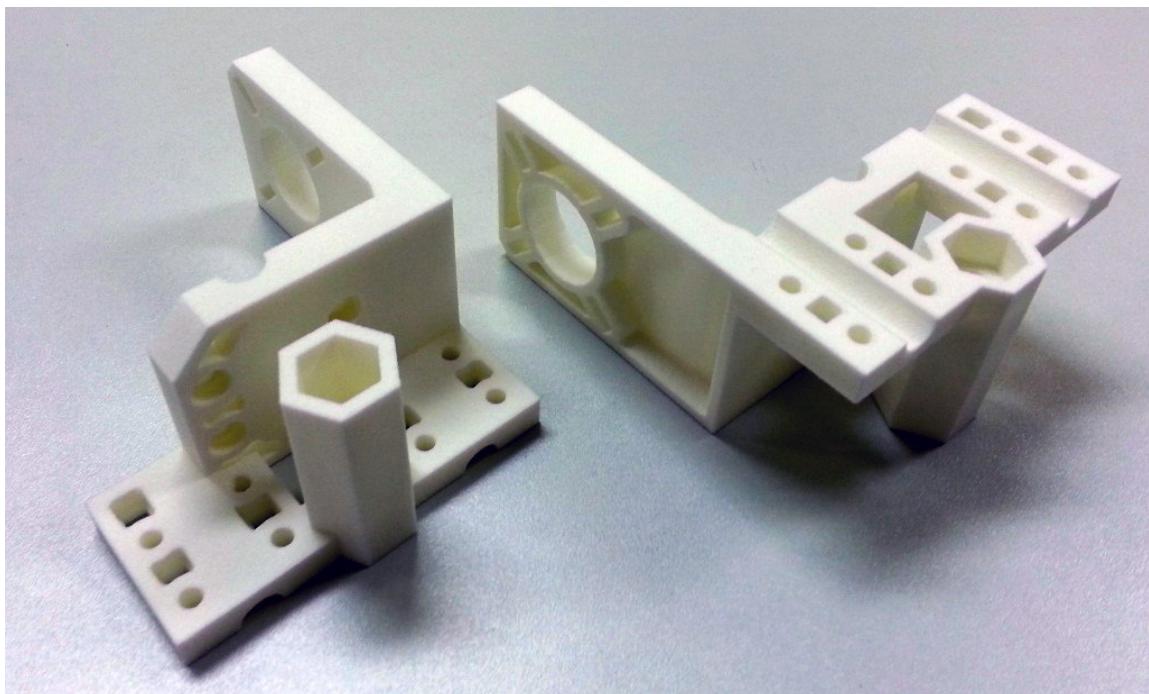


Abbildung 3.16. X-Shaft Clamp

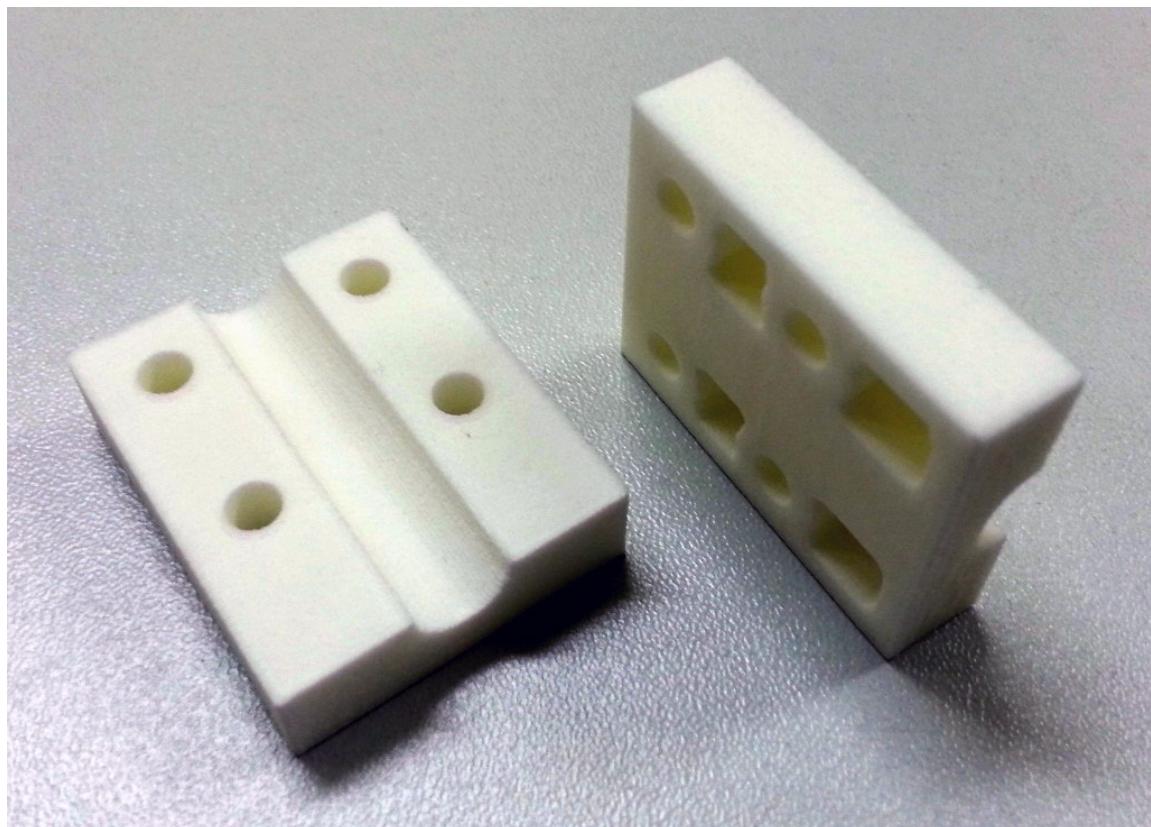


Abbildung 3.17. Gewindestangen



### Gewindestangen

- Länge: 210 mm, Anzahl: 2
- Länge: 305 mm, Anzahl: 2
- Länge: 440 mm, Anzahl: 1

Abbildung 3.18. Edelstahlstangen



### Edelstahlstangen

- Länge: 410 mm, Anzahl: 2
- Länge: 430 mm, Anzahl: 2

Abbildung 3.19. Pully Alu T2.5



Abbildung 3.20. PET-Folie 230mm x 230mm

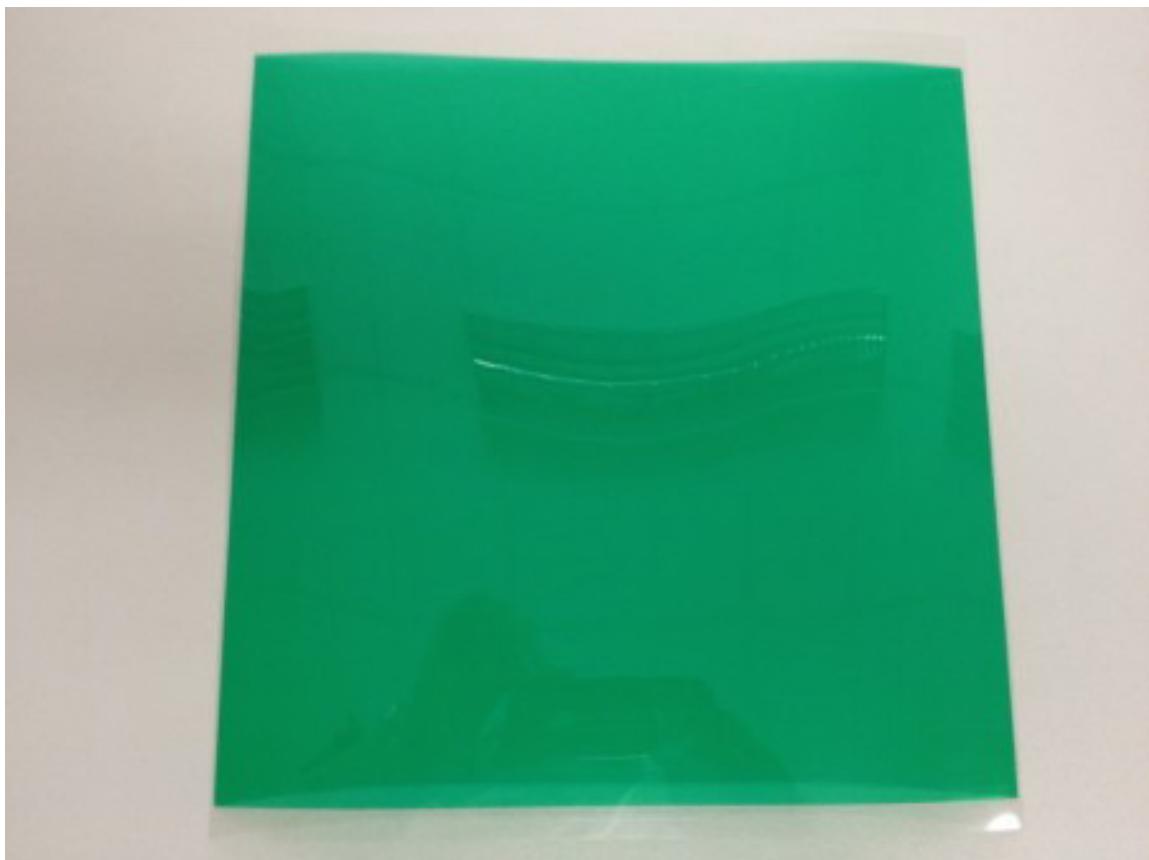


Abbildung 3.21. Kaptonband 5mm



## Optionale Teile

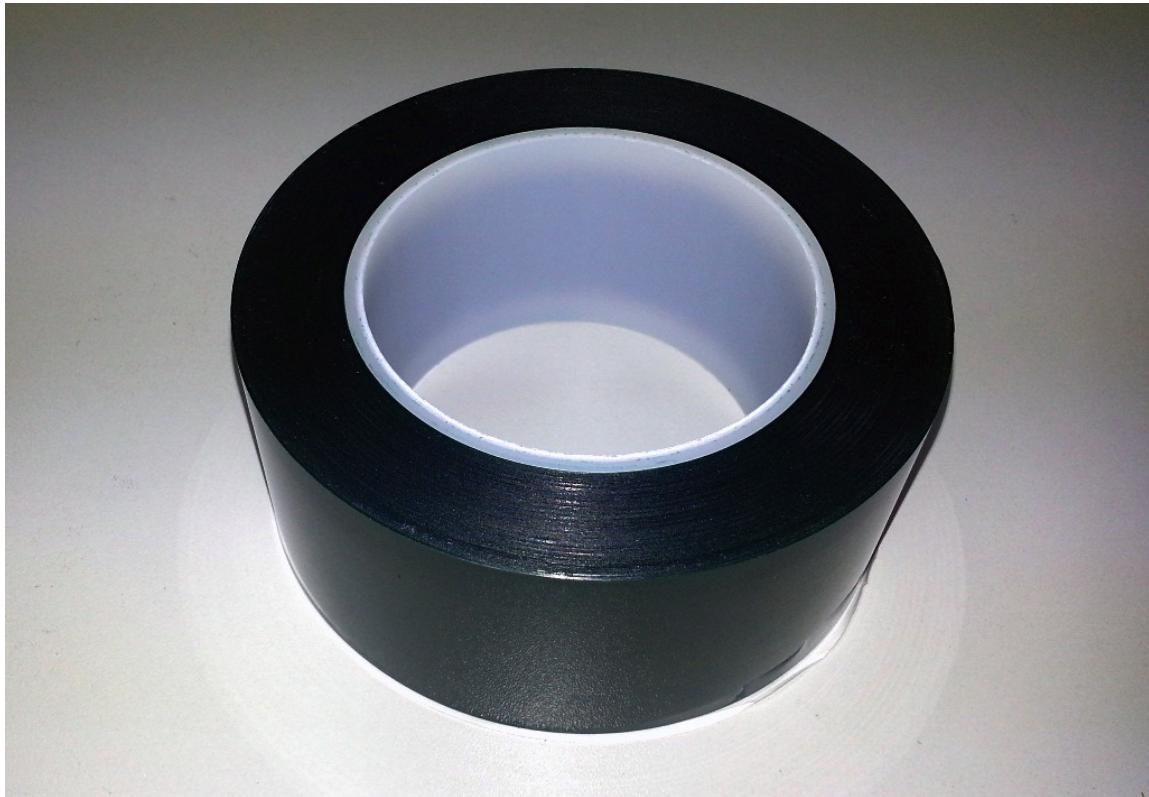
Die folgenden Bauteile sind optional erhältlich und sind *NICHT* im Bausatz enthalten.

Abbildung 3.22. Kaptonband 50mm



Das Kaptonband 50mm ist nicht im Lieferumfang enthalten, und gehört zu dem optionalen Zubehör für den PRotos.

Abbildung 3.23. PET-Band 50mm



Das PET-Band ist nicht im Lieferumfang enthalten und gehört zu dem optionalen Zubehör des PRotosv2.

### 3.3. Grundlegendes

Vor dem Beginn des Aufbaus soll noch auf einige grundlegende Punkte eingegangen werden:

- **Ausrichtung:** Auf die Ausrichtung des Druckers wird in dieser Anleitung nur begrenzt eingegangen. Es sollte eigenständig darauf geachtet werden die angegeben Maße genau einzuhalten.
- **Bohrungen:** Die Bohrungen in den PA-Kunststoffteile können produktionsbedingt sehr eng bemessen sein. Kann die Schraube oder Stange nicht leicht durch eine Bohrung gesteckt werden, empfehlen wir, die Bohrung mit einem passenden Bohrer aufzubohren.
- **Schrauben und Muttern:** Beim Festziehen von Schrauben und Muttern muss stets darauf geachtet werden, dass diese nicht zu fest angezogen werden. Insbesondere bei den Lagern kann dadurch eine ungewollt hohe Reibung erzeugt oder die Bauteile beschädigt werden.
- **Unterlegscheiben:** Unterlegscheiben werden verwendet um die Kraft des Schraubenkopfes, einer Schraube oder der Muttern auf eine größere Fläche zu verteilen.

Deswegen ist es ratsam immer Unterlegscheiben unter zulegen. Es sei denn, es ist in der Anleitung etwas anderes beschrieben, z.B. bei der Verwendung von Senkkopfschrauben oder versenkte Zylinderkopfschrauben.

- **Verkabelung:** Bei der Verkabelung ist es sehr wichtig, sich an die in der Anleitung vorhanden Schaltpläne zu halten. Wird dies nicht beachtet, kann es zu Gefahr für Leib und Leben sowie zu Sachschäden kommen.

Im Zweifel sollte vor der Inbetriebnahme fachlicher Rat eingeholt werden!

### 3.4. Der Rahmen

Tabelle 3.1. Materialliste Rahmen (100270.1)

1x M3x8 Zylinderkopfschraube	4x Maschinenfüße mit je zwei M6 Mutter
1x Y-Opto-Endstop-Halter	16x M8 Mutter
4x Bar Clamp/ Stangenhalter	16x M8 Unterlegscheibe
6x M6 Unterlegscheibe	1x M3 Unterlegscheibe
3x M6 Mutter	

Tabelle 3.2. Materialliste Rahmen

1x Rahmen	2x Gewindestange, 310 mm
1x Elektronikhalter	

Abbildung 3.24. Rahmen und 4 Maschinenfüße



Rot = An diese Stelle kommt der Maschinenfuß mit dem Y-Opto-Endstop-Halter.

Grün = An diese Stelle kommen die Maschinenfüße mit den je 2 M6 Unterlegscheiben.

Zunächst müssen jeweils die 2 Muttern auf den Maschinenfüßen bis ganz nach unten gedreht werden (zum Gummi hin). Dann werden auf 3 Maschinenfüße jeweils 2 M6 Unterlegscheiben gelegt und auf den 4. der Y-Opto-Endstop-Halter. Nun werden die Maschinenfüße mit einem geeigneten Schraubendreher auf die vorgesehenen Stellen an der Unterseite des Rahmens festgedreht.

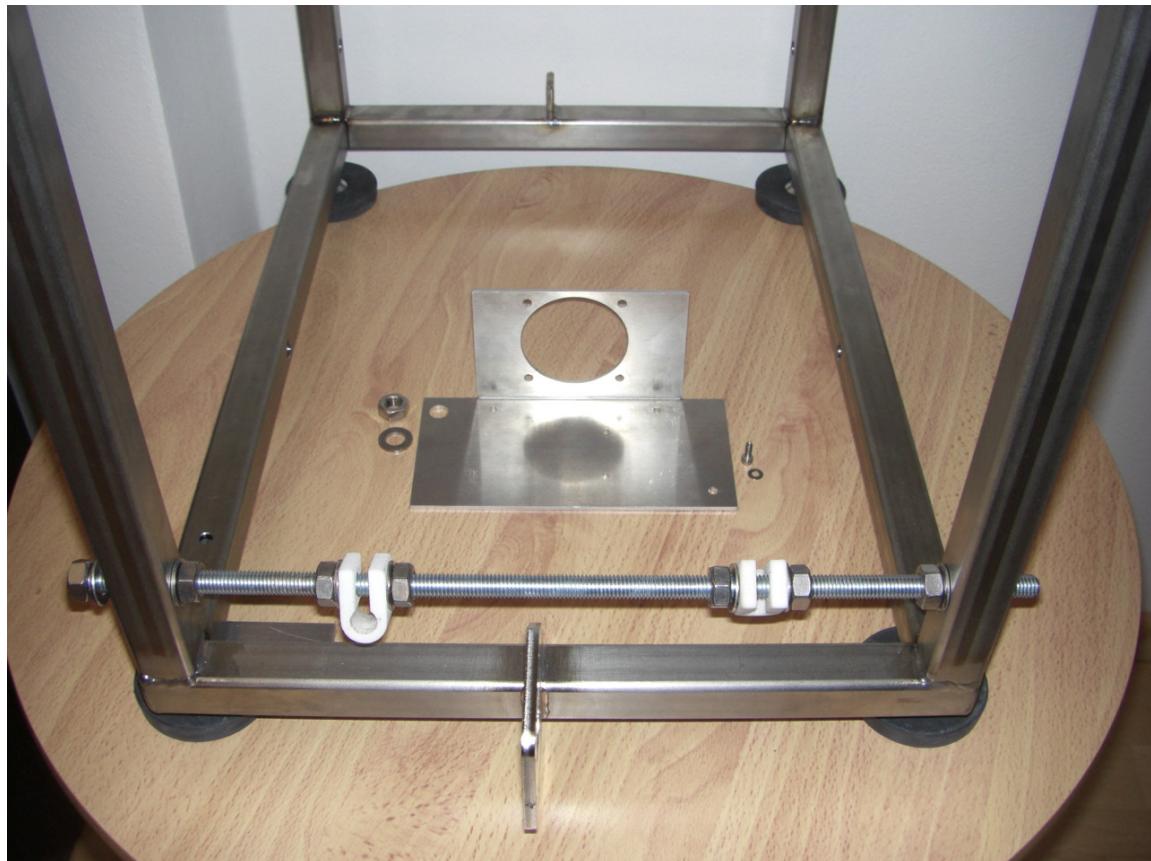
Abbildung 3.25. Y-Opto-Endstophalter Teil 1



Abbildung 3.26. Y-Opto-Endstophalter Teil 2



Abbildung 3.27. Rahmen Gewindestangenmontage



Danach werden jeweils auf beiden Seiten des Rahmens eine Gewindestange, 310 mm mit 8 M8 Muttern, 8 M8 Unterlegscheiben und 2 Bar Clamps, wie auf obigem Bild gezeigt, montiert. Auf die Gewindestange vorne rechts wird zuerst der Elektronikhalter aufgeschoben bevor die Unterlegscheibe und die Mutter montiert werden. Die 3 Muttern, die direkt am Rahmen anliegen, ebenso wie die vierte die am Elektronikhalter anliegt, werden jetzt schon festgedreht und die Muttern an den Bar Clamps mit den Bar Clamps selber so positioniert, dass die Zentren der offenen Löcher in den Bar Clamps zueinander etwa einen Abstand von 160 mm haben und jeweils zum Rahmen den selben Abstand. Diese 4 (inneren) Muttern werden erst später festgedreht.

Abbildung 3.28. Montage Elektronikhalter



Der Elektronikhalter wird an der Gewindestange mit einer M8 Mutter und einer M8 Unterlegscheibe befestigt. Rechts unten wird der Elektronikhalter mit der M3 Unterlegscheibe und M3x8 Zylinderkopfschraube an den Rahmen geschraubt.



Abbildung 3.29. Abschluss der Rahmenmontage



## 3.5. Y-Achse

### 3.5.1. Y-Schlitten

Tabelle 3.3. Materialliste Y-Schlitten (100270.2)

1x Y-Riemenspanner	2x Y-Riemenklemme
4x M4x10 Zylinderkopfschraube	4x M4 Unterlegscheibe
1x M5x25 Zylinderkopfschraube	2x M5 Unterlegscheibe
1x M5 selbstsichernde Mutter	

Tabelle 3.4. Materialliste Y-Schlitten

1x Y-Schlitten	2x Edelstahlstange, 410 mm
----------------	----------------------------



Abbildung 3.30. Materialliste Y-Schlitten



Abbildung 3.31. Detailansicht: Y-Riemenspanner und Y-Riemenklemme Montage Teil 1

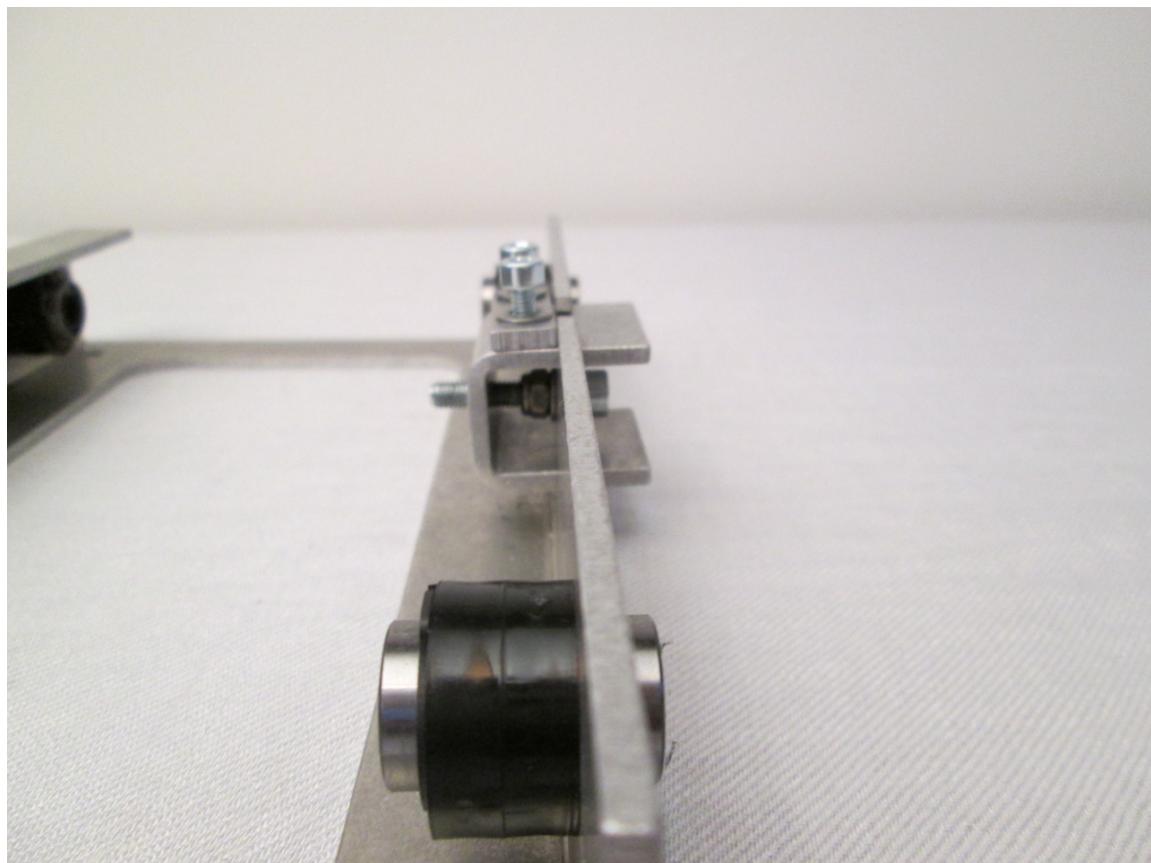
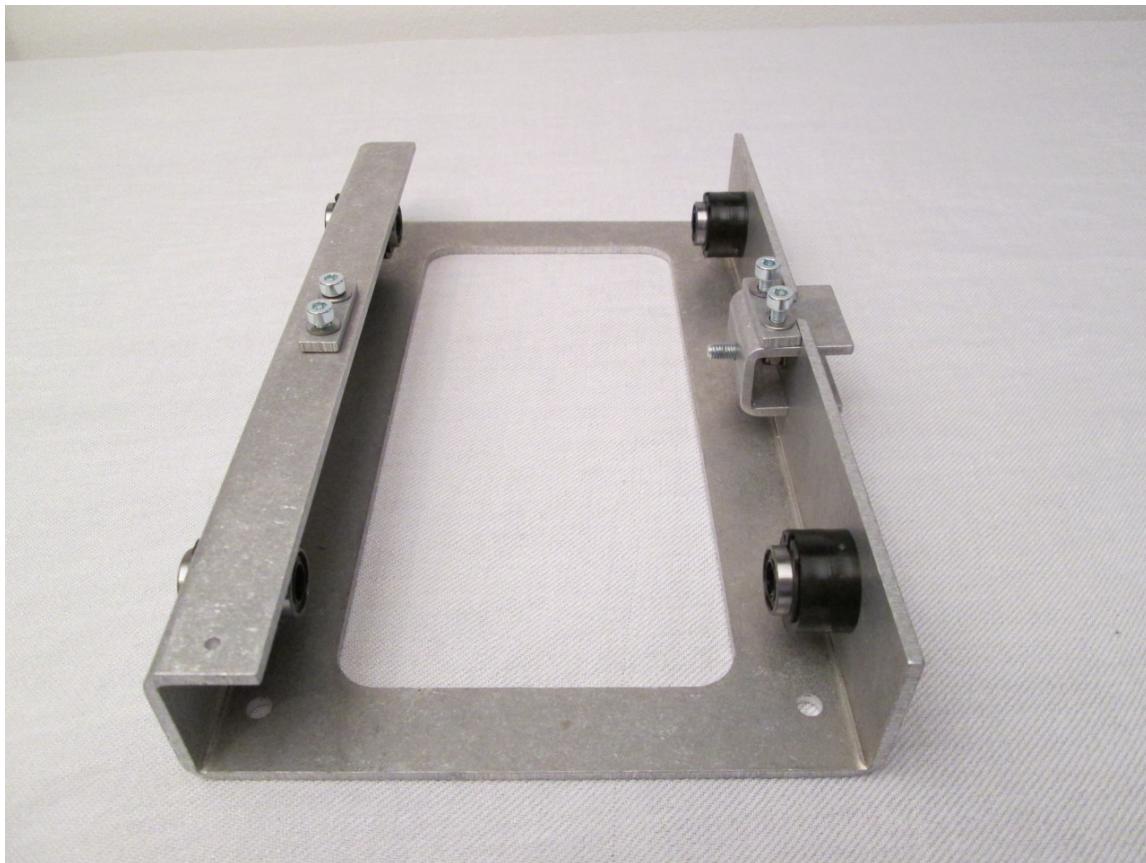




Abbildung 3.32. Detailansicht: Y-Riemenspanner und Y-Riemenklemme Montage Teil 2

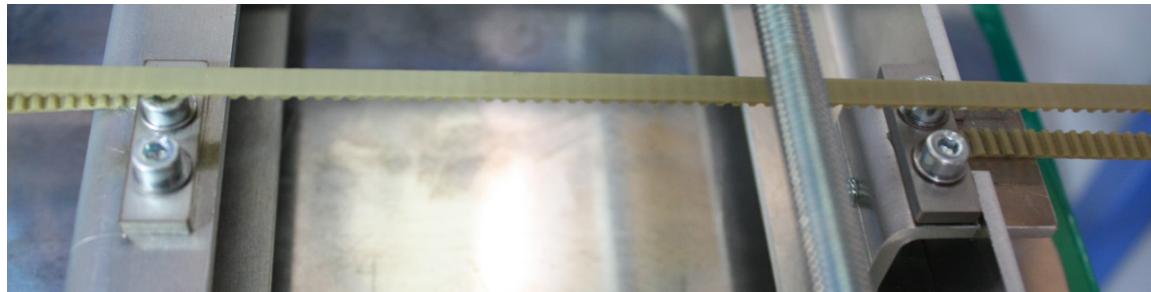


Die M5x25 Zylinderkopfschraube wird mit einer M5 Unterlegscheibe in ihre Bohrung am Y-Schlitten gesteckt und von der anderen Seite mit einer weiteren M5 Unterlegscheibe und einer selbstsichernden M5 Mutter bestückt, sodass die Schraube zur Mitte des Y-Schlittens zeigt. Anschließend werden die Zylinderkopfschraube und die Mutter soweit gegeneinander gedreht, dass die M5x25 Zylinderkopfschraube fest im Y-Schlitten steckt, sich aber noch drehen lässt. Als Nächstes wird der Y-Riemenspanner genommen, in die am Y-Schlitten vorgesehenen Öffnungen gesteckt und mit der M5x25 Zylinderkopfschraube fixiert.

Anschließend werden die Riemenklemmen auf ihre vorgesehenen Bohrungen gelegt und jeweils mit 2 M4x10 Zylinderkopfschrauben und 2 M4 Unterlegscheiben soweit angedreht, dass die Riemenklemmen lose auflegen, damit später noch der Gummiriemen eingeschoben werden kann (siehe folgendes Bild).

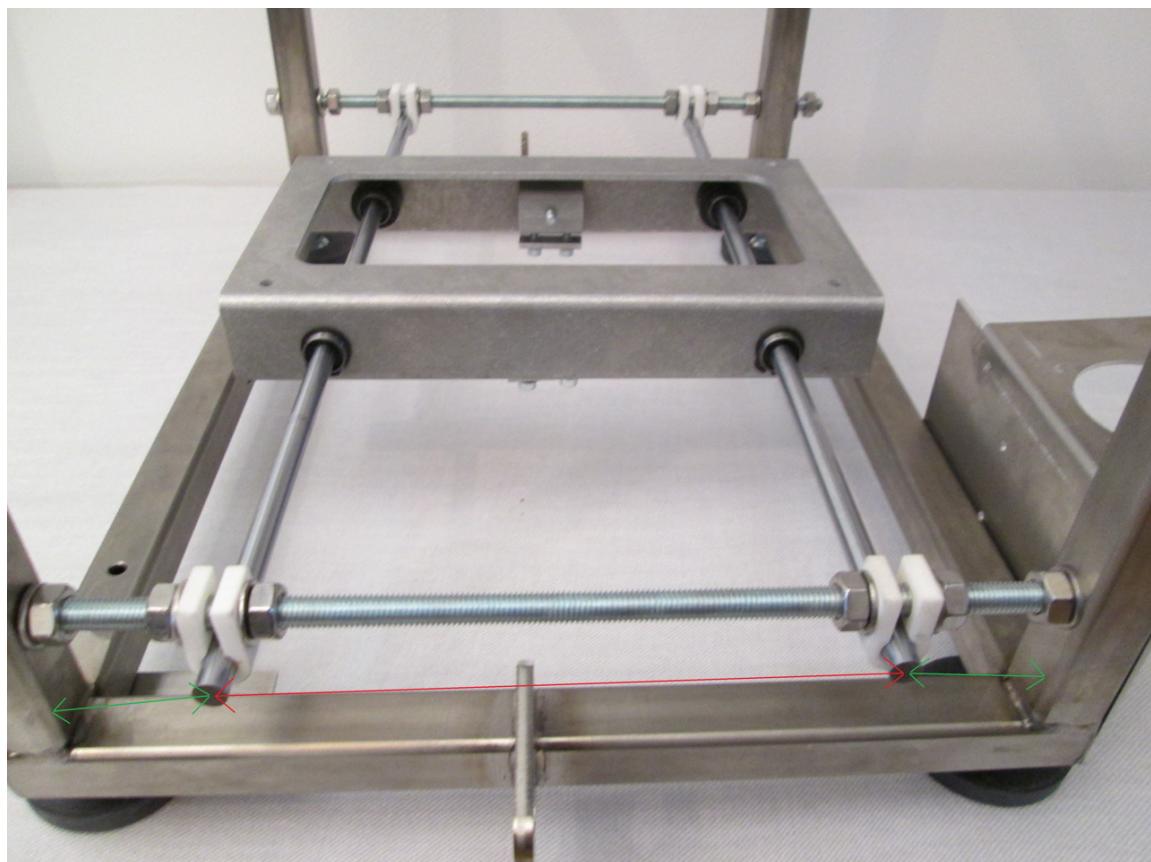
Mit der M5 Zylinderkopfschraube kann später die Riemenspannung feinjustiert werden.

Abbildung 3.33. Spätere fertige Montage des Y-Riemen spanners, der Y-Riemenklemmen, Schrauben und Unterlegscheiben



Nun wird der Y-Schlitten auf die Edelstahlstangen, 410 mm geschoben und die Edelstahlstangen in die Bar Clamps zunächst an einer Maschinenseite gesteckt. Anschließend werden die Edelstahlstangen auch in die Bar Clamps an der anderen Maschinenseite gesteckt. Die Bar Clamps sollten hierbei so positioniert werden, dass die Edelstahlstangen an ihren beiden Enden jeweils einen Abstand von 160 mm zueinander haben, um ein reibungloses Gleiten des Y-Schlittens auf diesen gewährleisten zu können. Danach werden die Edelstahlstangen so ausgerichtet, dass sie zum Rahmen jeweils gleich weit entfernt sind (siehe folgendes Bild).

Abbildung 3.34. Führungswellen Abschluss



Rot = 160 mm Abstand

Grün = Gleicher Abstand

### 3.5.2. Y-Achsen Schrittmotor

Tabelle 3.5. Materialliste Y-Achsen Schrittmotor (100270.3)

1x T2,5 Alu Pully + Madenschraube	4x M3 Unterlegscheibe
4x M3x8 Zylinderkopfschrauben	

Tabelle 3.6. Materialliste Y-Achsen Schrittmotor

1x Schrittmotor, NEMA 17
--------------------------

Abbildung 3.35. Materialliste Y-Achsen Schrittmotor

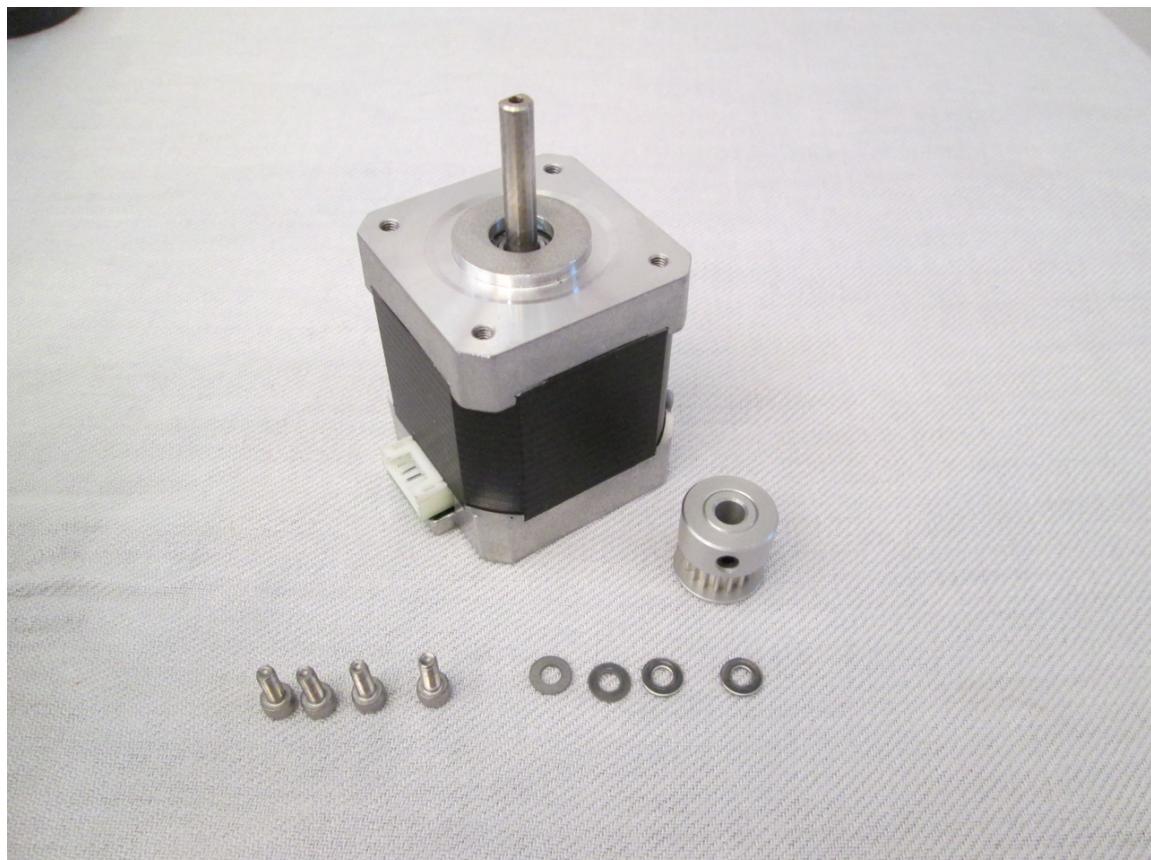
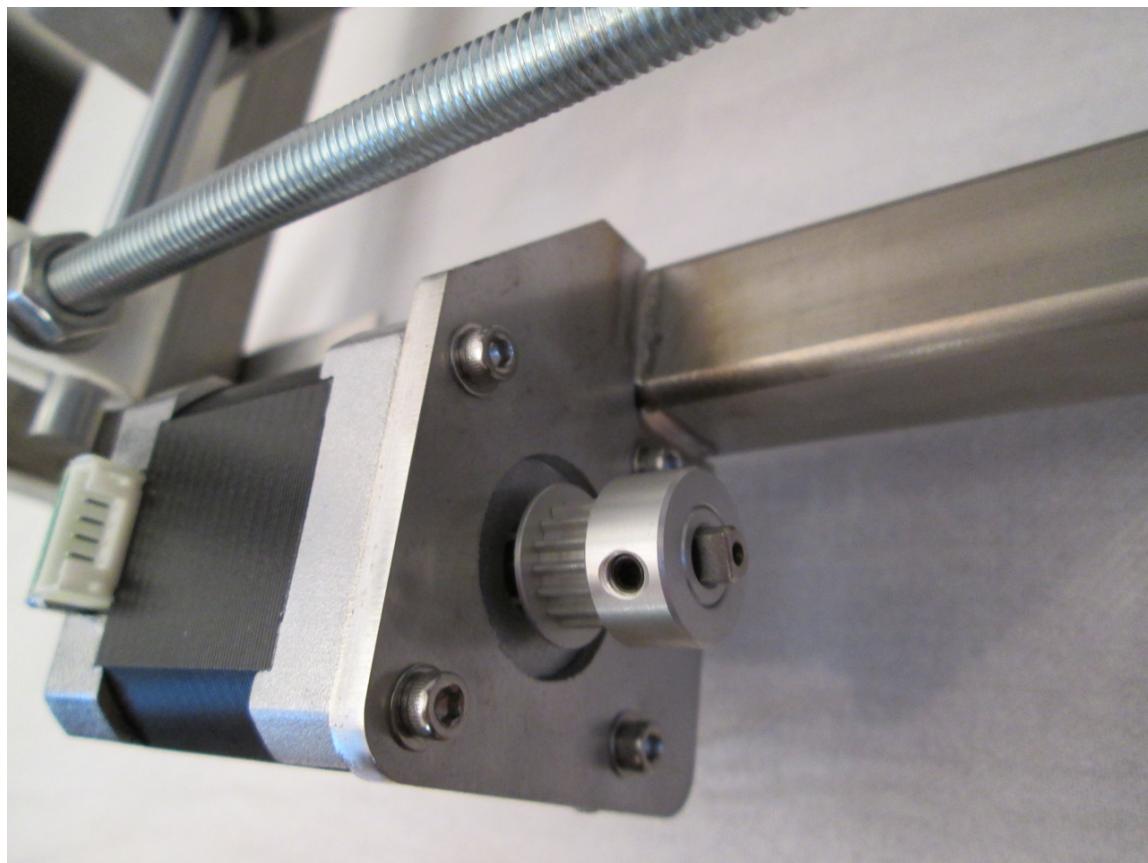




Abbildung 3.36. Y-Achsen Schrittmotor Montage



Den Schrittmotor wird so montiert, dass der Motorblock nach links zeigt (siehe obiges Bild). Hierzu werden in die 4 Bohrungen des Rahmens jeweils 4 M3x8 Zylinderkopfschrauben mit je einer M3 Unterlegscheibe gesteckt und dann in den Motor gedreht. Der Pully wird anschließend mit einer Madenschraube auf der Welle des Motors fixiert. Die Motorwelle sollte ca 3 mm über den Pully hinausragen, damit die mitte der Riemenklemmen in einer Linie, mit der Bezahlung des Pullys liegt.

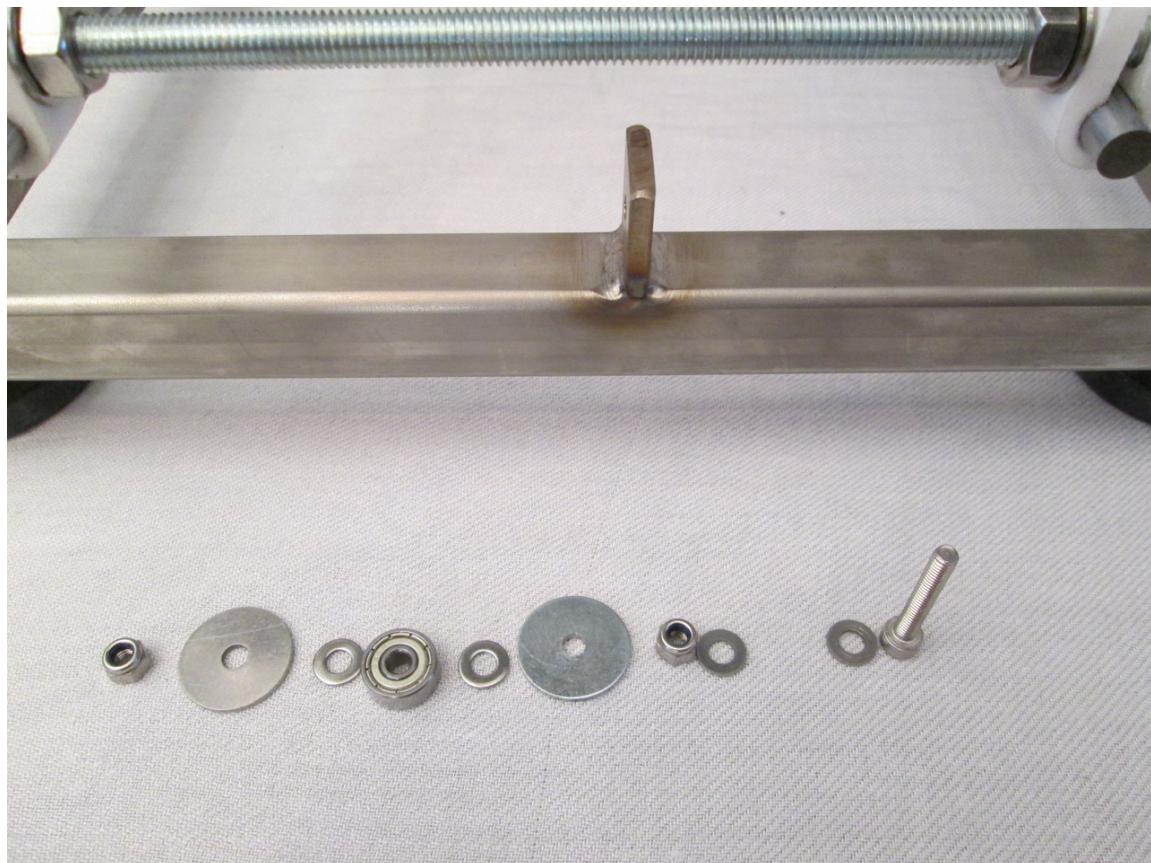
### 3.5.3. Zahnriemenführung

Tabelle 3.7. Materialliste Zahnriemenführung (100270.4)

1x M4x25 Zylinderkopfschraube	2x M4 selbstsichernde Mutter
2x M4 Unterlegscheibe, Ø20	4x M4 Unterlegscheibe
1x Kugellager, 624-ZZ	1x Zahnriemen, 800 mm

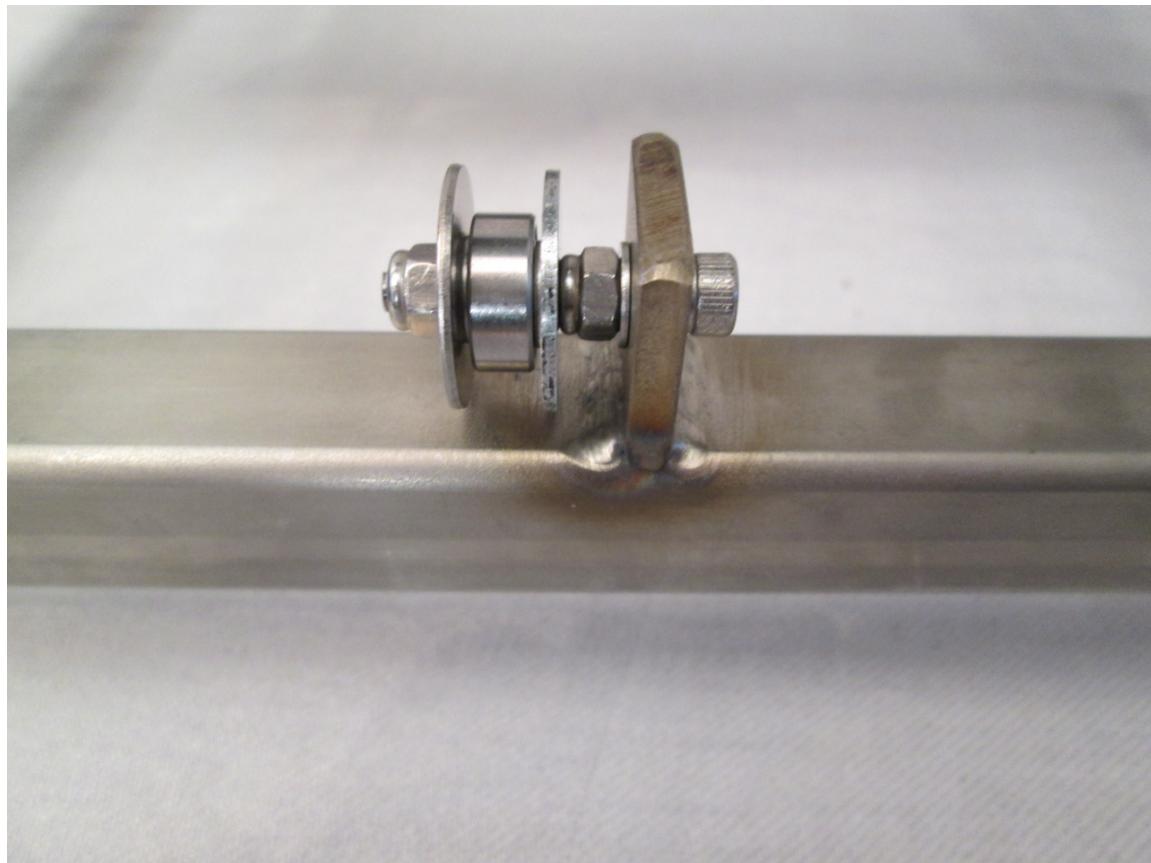


Abbildung 3.37. Zahnriemenführung Materialübersicht



Das Kugellager wird wie im unteren Bild gezeigt von zwei Unterlegscheiben eingeschlossen. Das Kugellager muss leichtgängig zu bewegen sein. Die großen Unterlegscheiben verhindert dabei das Abrutschen des Zahnriemens vom Kugellager. Die M4 Mutter die zuerst auf die Zylinderkopfschraube geschraubt wird, muss so stark angezogen werden, dass sich die gesamte Zahnriemenumlenkung nicht verkippen lässt.

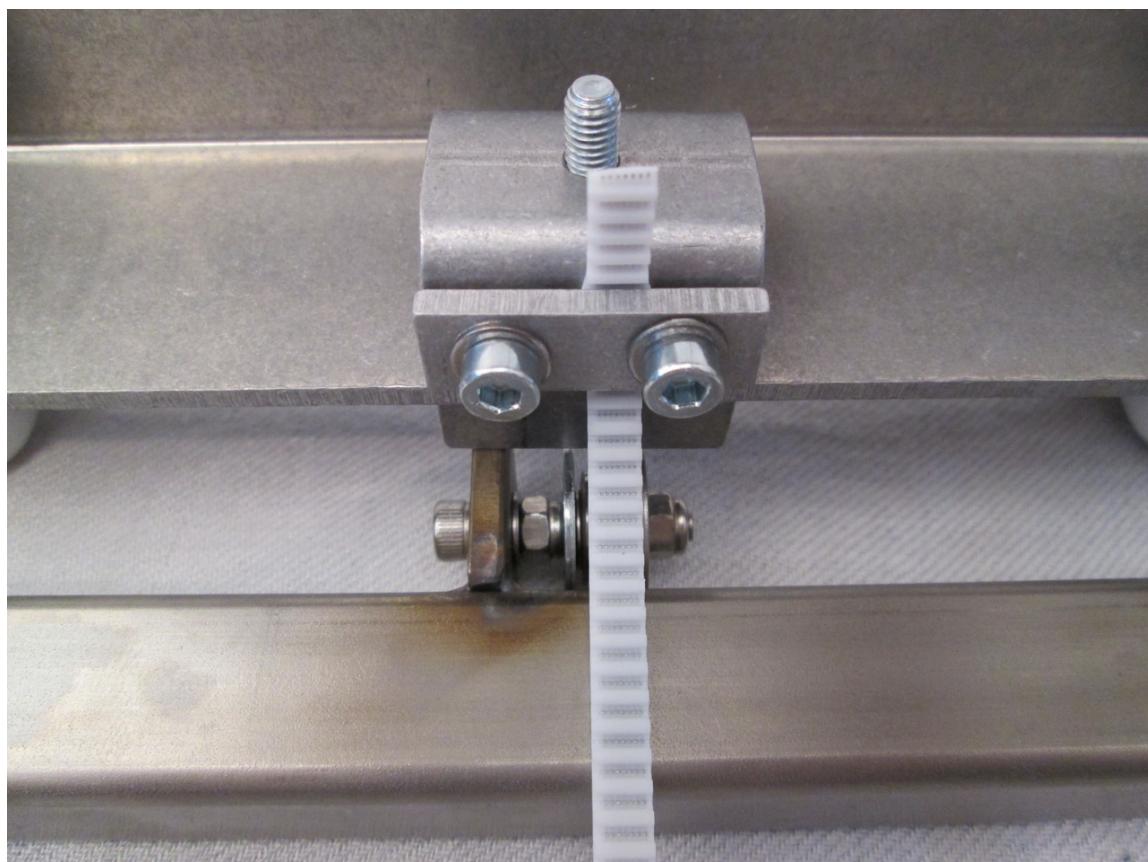
Abbildung 3.38. Zahnriemenführung Detailansicht Verschraubung



Die M4x25 Inbus-Schraube anschließend handfest anziehen. Die innere selbssichernde Mutter muss fest angezogen werden damit die Schraube fest fixiert ist. Die äußere M4 Mutter hingegen sollte nur so fest angezogen werden, dass sich das Kugellager noch frei bewegen kann.

Das Kugellager sollte in einer Linie mit der Mitte der beiden Riemenklemmen des y-Schlittens und dem Pully des y-Motors verlaufen.

Abbildung 3.39. Zahnriemenführung fertig montiert

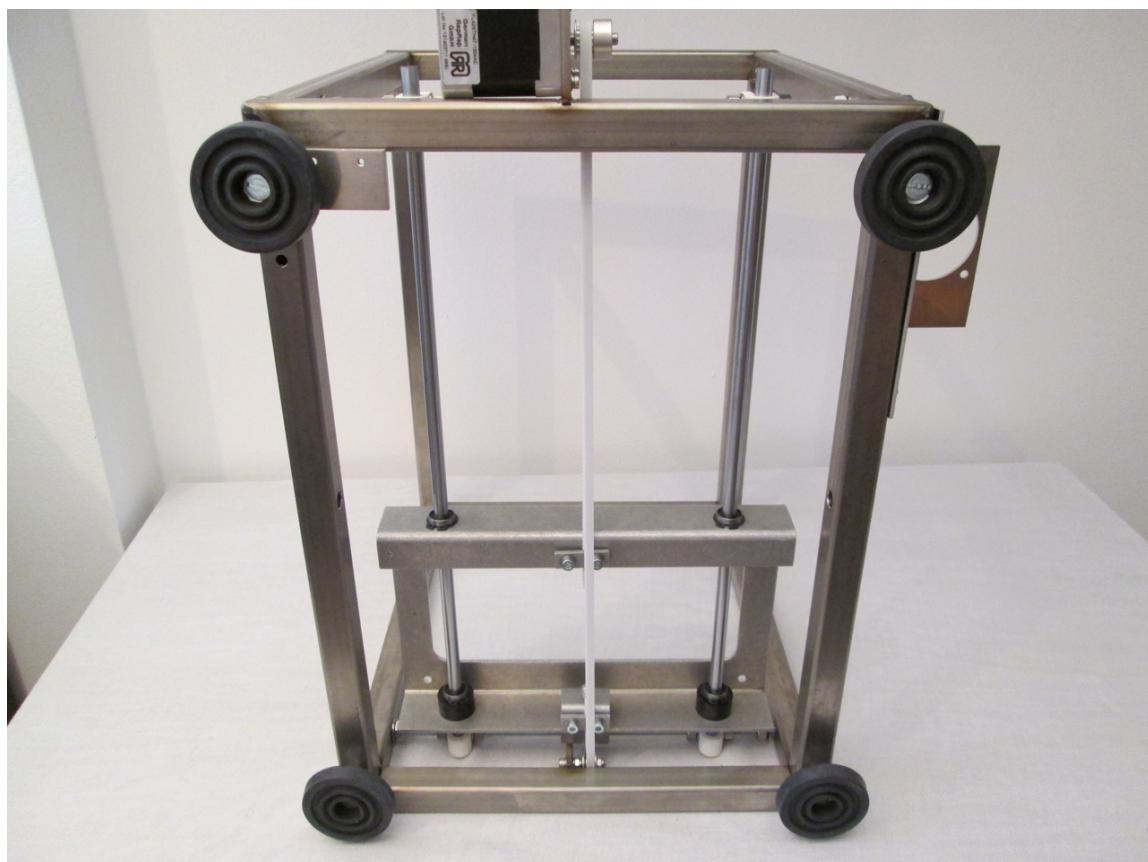


Nun den Zahnriemen so um das Kugellager (siehe obiges Bild) und um den Motor legen, dass er wie im unteren Bild, in die Riemenklemmen eingespannt werden kann. Die Inbus-Schrauben zum Schluss festdrehen und den Zahnriemen mit dem Riemenspanner feinjustieren. Falls der Zahnriemen zu lang ist kann dieser abgeschnitten werden.



Das Abschneiden der Zahnriemen kann man auch am Ende des Aufbaus vornehmen. Es sollten einige Zentimeter als Reserve stehengelassen werden.

Abbildung 3.40. Einspannung des Riemens in die Y-Riemenklemmen



## 3.6. Z-Achse

### 3.6.1. Z-Achsen Führungsstangen

Tabelle 3.8. Materialliste Z-Achsen Führungsstangen (100270.5)

8x M3x8 Zylinderkopfschraube	8x M3 Unterlegscheibe
2x Wellenkupplung, 5/8 mm	

Tabelle 3.9. Materialliste Z-Achsen Führungsstangen

2x Z-Motorhalter m. Führungswelle	2x Schrittmotor, Nema 17
2x Gewindestange, 210 mm	

Abbildung 3.41. Z-Achsen Führungsstangen Materialübersicht 1

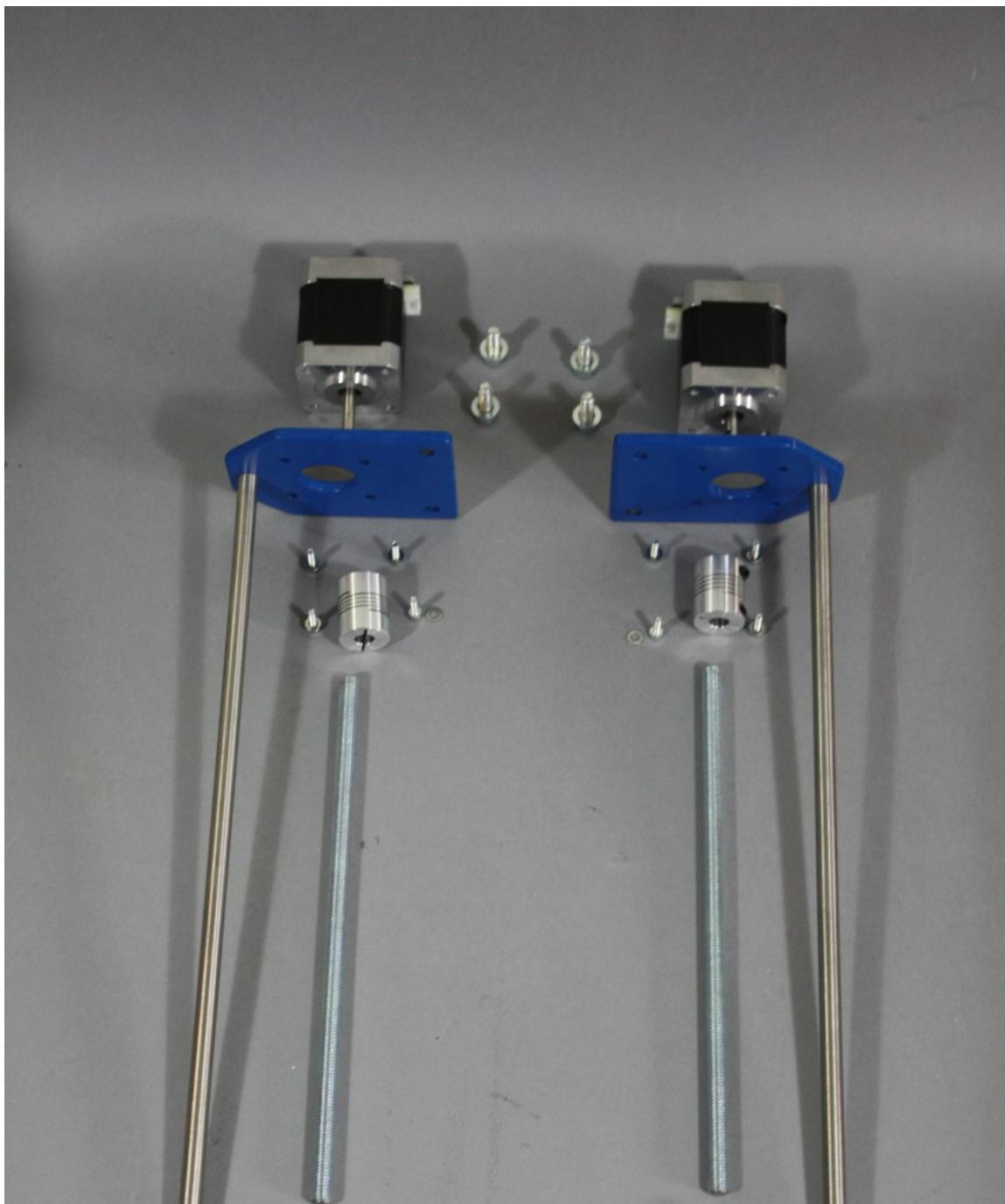
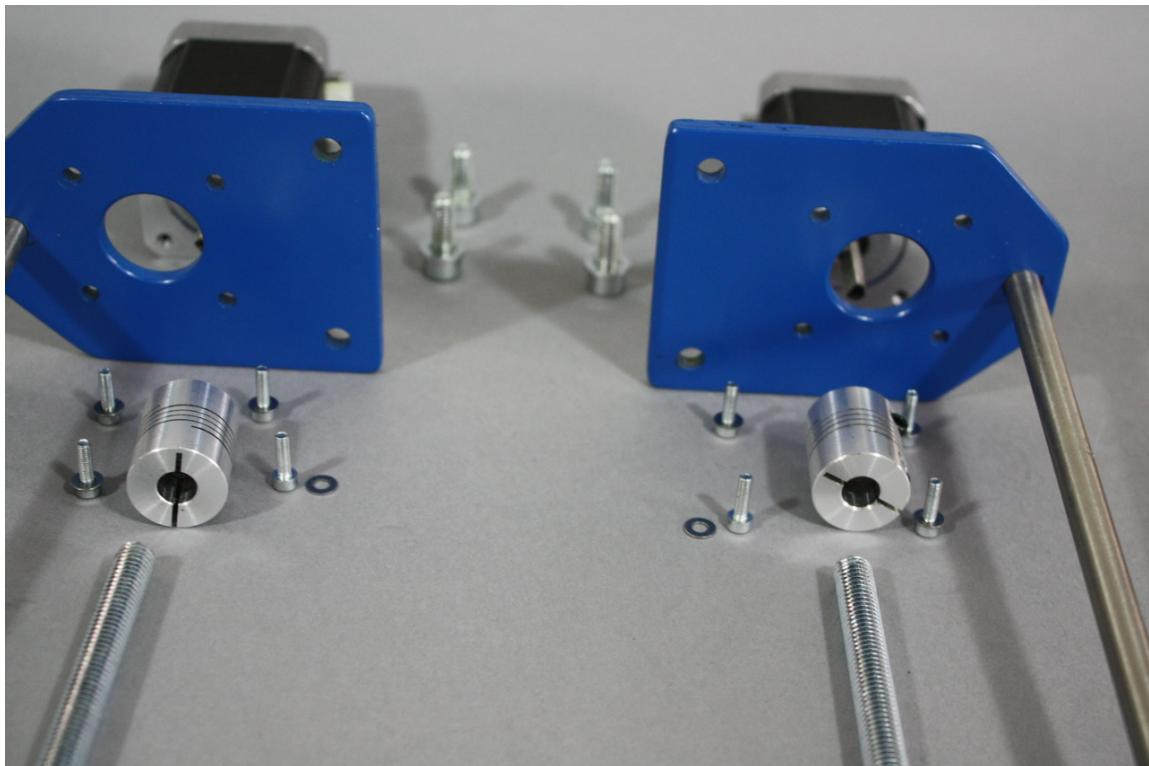
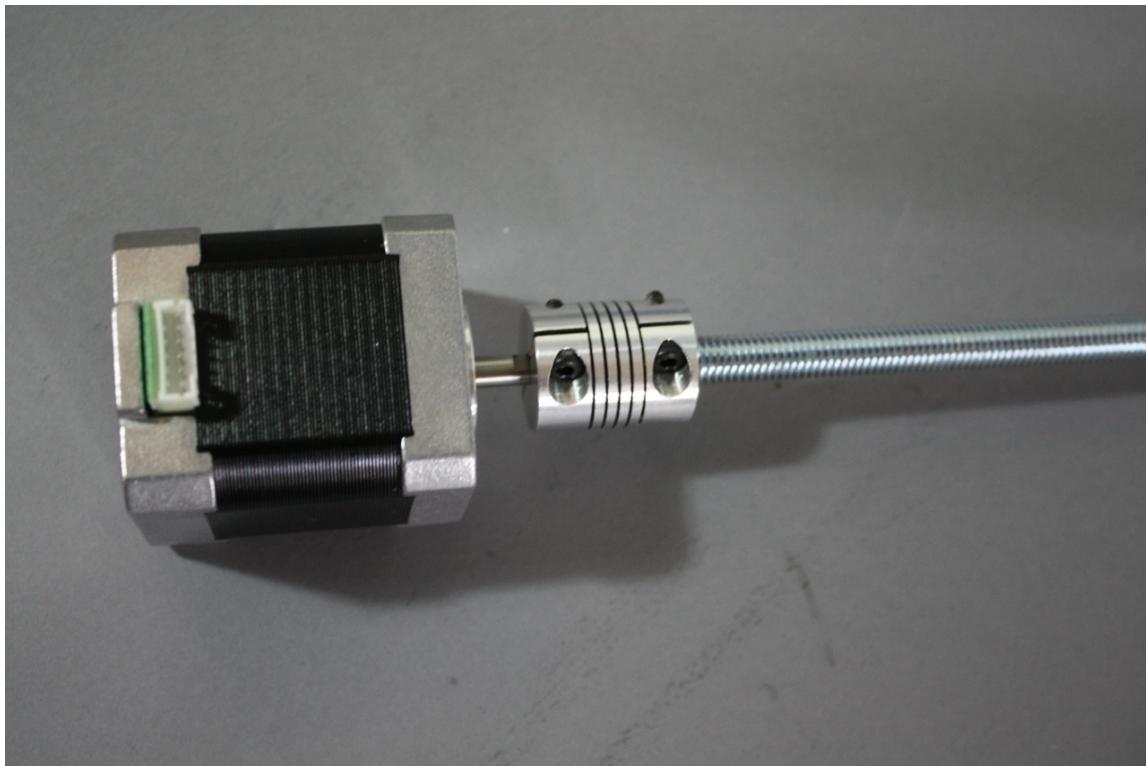


Abbildung 3.42. Z-Achsen Führungsstangen Materialübersicht 2



Es kann zu Abweichungen im Außendurchmesser der Kupplungen kommen. Dann ist es unter Umständen notwendig, die Motoren VOR der Montage der Kupplungen auf den Z-Motor Halter zu montieren.

Abbildung 3.43. Fertig montierte Teile: Motor, Kupplung und Gewindestange



Als erstes wird die Kupplung mit einem hochwertigen Inbusschlüssel ohne in Kontakt mit anderen Bauteilen zu sein bis an den Anschlag festgedreht und danach wieder in den Ausgangszustand gelöst. Dies hilft dabei die Schrauben später weiter in das Gewinde der Kupplung reinzudrehen, wodurch die Stangen besser gehalten werden. Nachdem die Kupplung wieder geöffnet wurde, werden die Gewindestange und der Schrittmotor wie auf oben gezeigtem Bild mit der Kupplung verbunden. Sie werden jeweils zu gleicher Länge in die Kupplung gesteckt und danach werden die Schrauben der Kupplung sehr fest angezogen, sodass auch beim Versuch des Herausziehens von Gewindestange oder Motorwelle diese sicher in der Kupplung eingeklemmt bleiben.



Abbildung 3.44. Fertig montierte Teile: Motor, Kupplung, Gewindestange und Z-Achsen-Halterung



Danach werden Gewindestange, Kupplung und Motor, wie auf obigem Bild durch die Öffnung des Z-Motor-Halters gesteckt und der Motor mit den M3x8 Zylinderkopfschrauben und M3 Unterlegscheiben an den Z-Motor-Halter geschraubt.

### 3.6.2. Z-Achsen-Halterung Fixierung

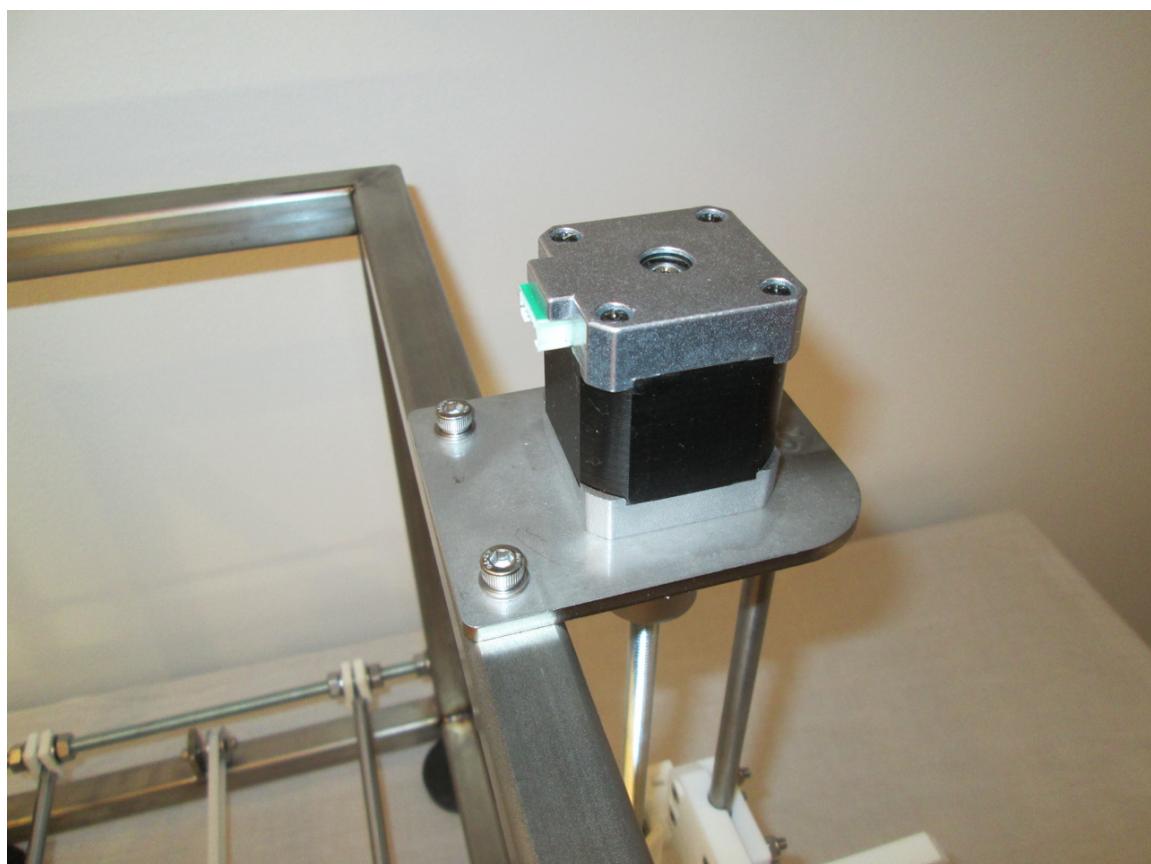
Tabelle 3.10. Materialliste Z-Achsen-Halterung Fixierung (100270.6)

4x M5 Unterlegscheibe	4x M5x16 Zylinderkopfschraube
-----------------------	-------------------------------

Tabelle 3.11. Materialliste Z-Achsen-Halterung Fixierung

2x Z-Achsen-Halterung
-----------------------

Abbildung 3.45. Z-Achsen-Halterung Fixierung



Die soweit montierte Z-Achsen-Führung wird dann wie auf obigem Bild mit den M5 Zylinderkopfschrauben und M5 Unterlegscheiben mit dem Rahmen verschraubt.

### 3.6.3. X-Achse Halterung

Tabelle 3.12. Materialliste X-Achse Halterung (100270.7)

8x M4x25 Zylinderkopfschraube	2x Linearlager, LM8UU
8x M4 selbstsichernde Mutter	8x M4 Unterlegscheibe
2x Druckfeder	4x M8 Mutter

Tabelle 3.13. Materialliste X-Achse Halterung

1x X-MotorMount [S. 31]	1x X-Idler [S. 30]
2x LinearBearingClamp [S. 27]	



Abbildung 3.46. Materialübersicht X-Achse Halterung 1

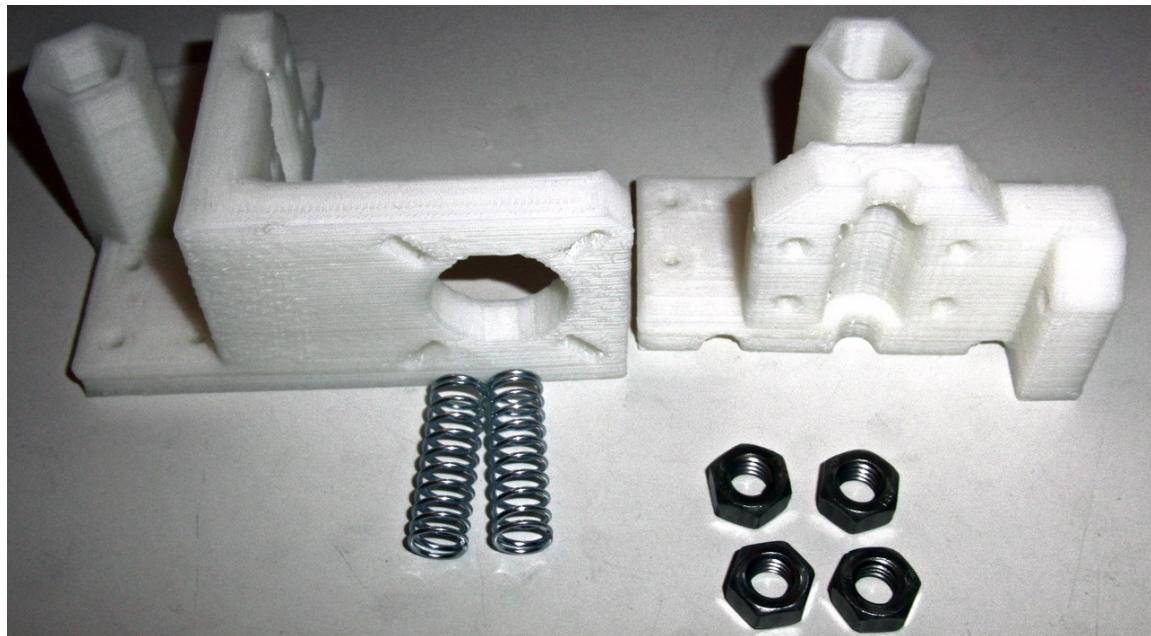


Abbildung 3.47. Materialübersicht X-Achse Halterung 2



Abbildung 3.48. Materialübersicht X-Achse Führung



Als erstes werden die Linearlager in die vorgesehenen Vertiefungen des X-Motor Mounts und X-Idlers gelegt und anschließend mit den Linear Bearing Clamps (siehe obiges Bild) verschraubt. Die Schrauben dürfen nicht zu fest angezogen werden, damit sich die Z-Achse später leichtgängig bewegen lässt.

Dann wird eine Mutter auf die Gewindestange aufgeschraubt und danach eine Druckfeder aufgeschoben. Im nächsten Schritt wird der X-MotorMount bzw. der X-Idler aufgeschoben. Dafür wird die Druckfeder so weit wie möglich zusammengedrückt und mit einer zweiten Mutter, die von unten aufgeschraubt wird, in dieser Position gehalten. Der Druck der Druckfeder sorgt dafür, dass sich beim Drehen der Gewindestange der X-MotorMount bzw. der X-Idler hinauf bzw. hinunter bewegen kann. Im Bild "X-Achsen Halterung Abschluss [S. 64]" ist zu sehen, wie die Mutter und die Druckfeder im Inneren gehalten werden. Der X-MotorMount wird dabei auf der Seite, auf welchem sich auch später die Elektronik befindet, befestigt.

Abbildung 3.49. X-Achsen Halterung Abschluss

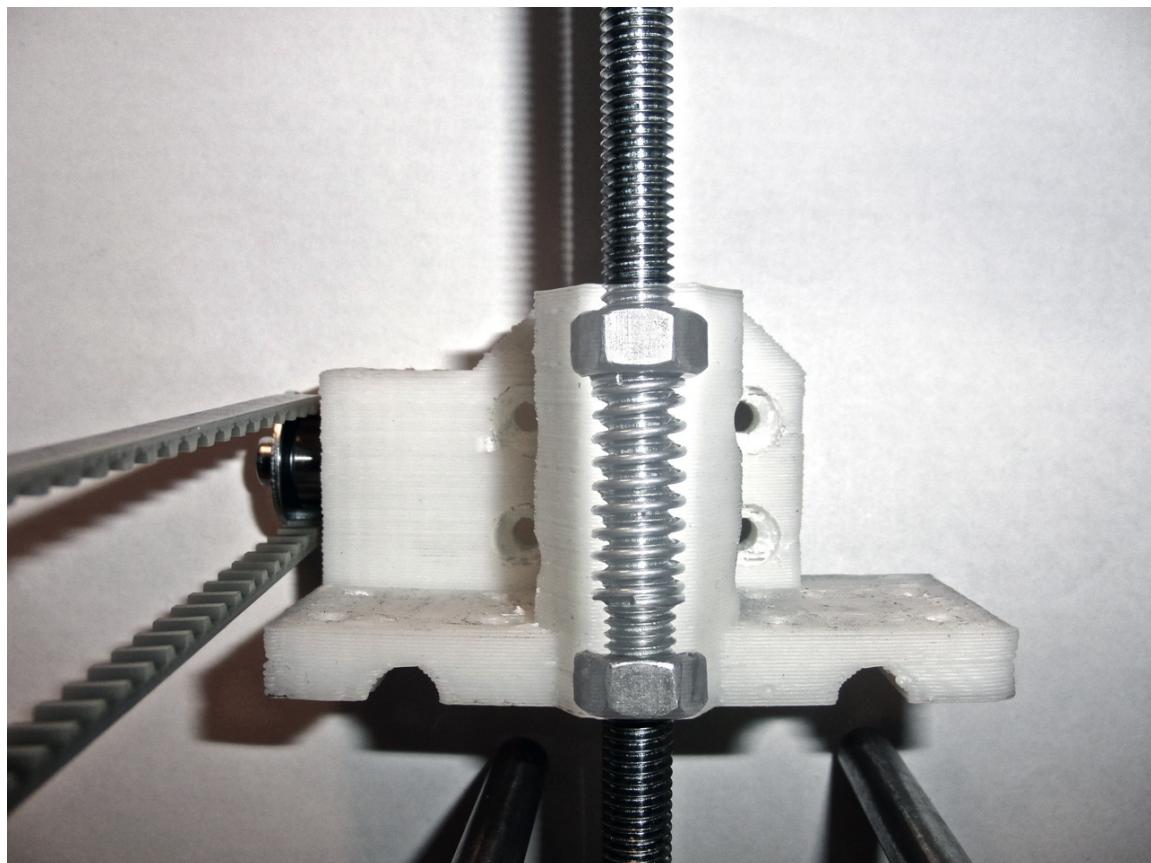


Abbildung 3.50. X-Achsen Führung Abschluss 1

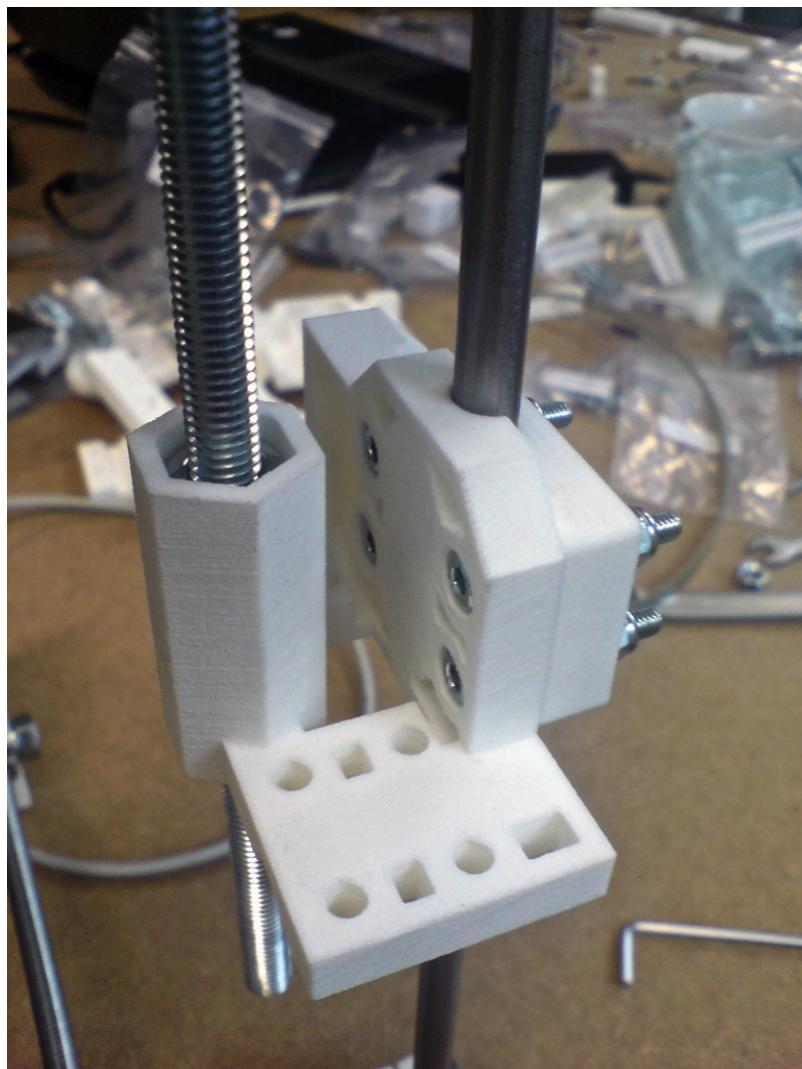
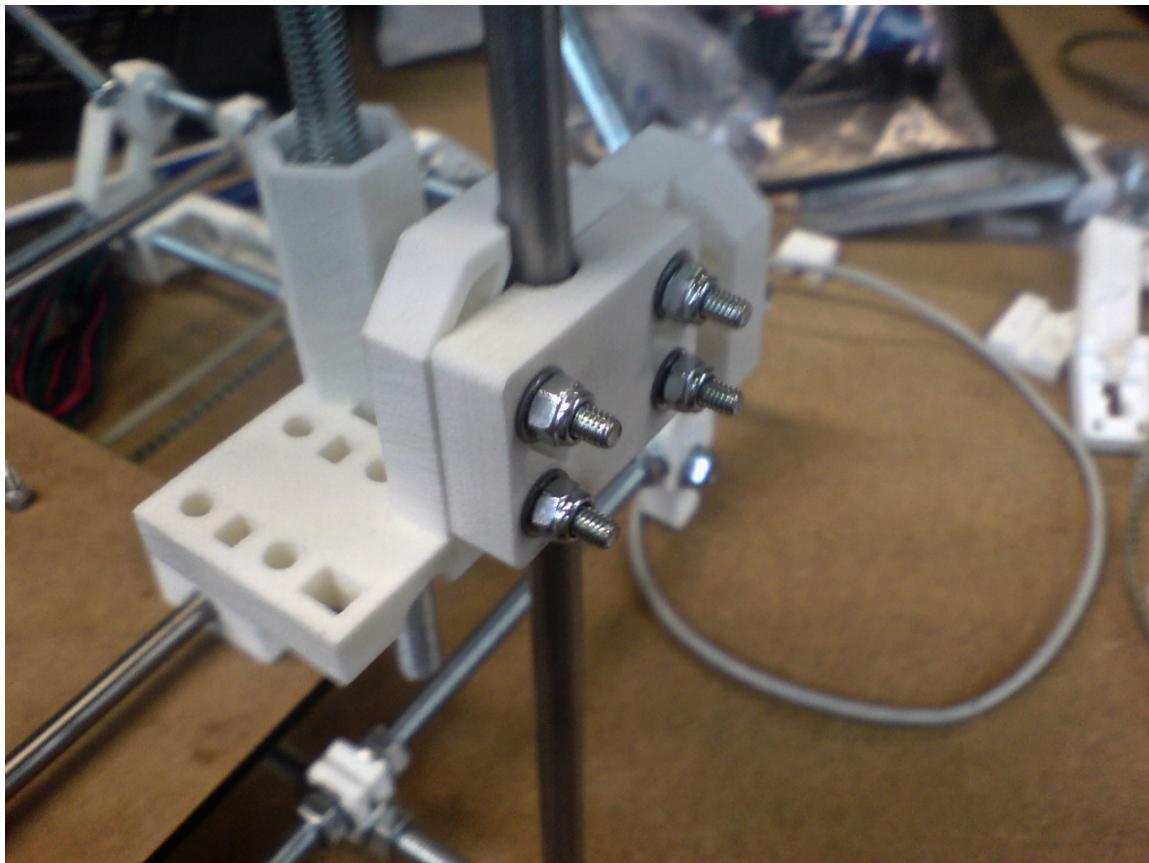


Abbildung 3.51. X-Achsen Führung Abschluss 2



### 3.6.4. Z-Achsen-Halterung Fixierung

Tabelle 3.14. Materialliste Z-Achsen-Halterung Fixierung (100270.8)

8x M8 Mutter	8x M8 Unterlegscheibe
2x BarClamp [S. 22]	

Tabelle 3.15. Materialliste Z-Achsen-Halterung Fixierung

1x Gewindestange, 440mm [S. 33]
---------------------------------

Abbildung 3.52. Materialübersicht Z-Achsen-Halterung Fixierung



Die in der Materialübersicht aufgelisteten Teile werden, wie auf den folgenden Bilder gezeigt wird, montiert.



Abbildung 3.53. Montage Z-Achsen-Halterung Fixierung, Teil 1

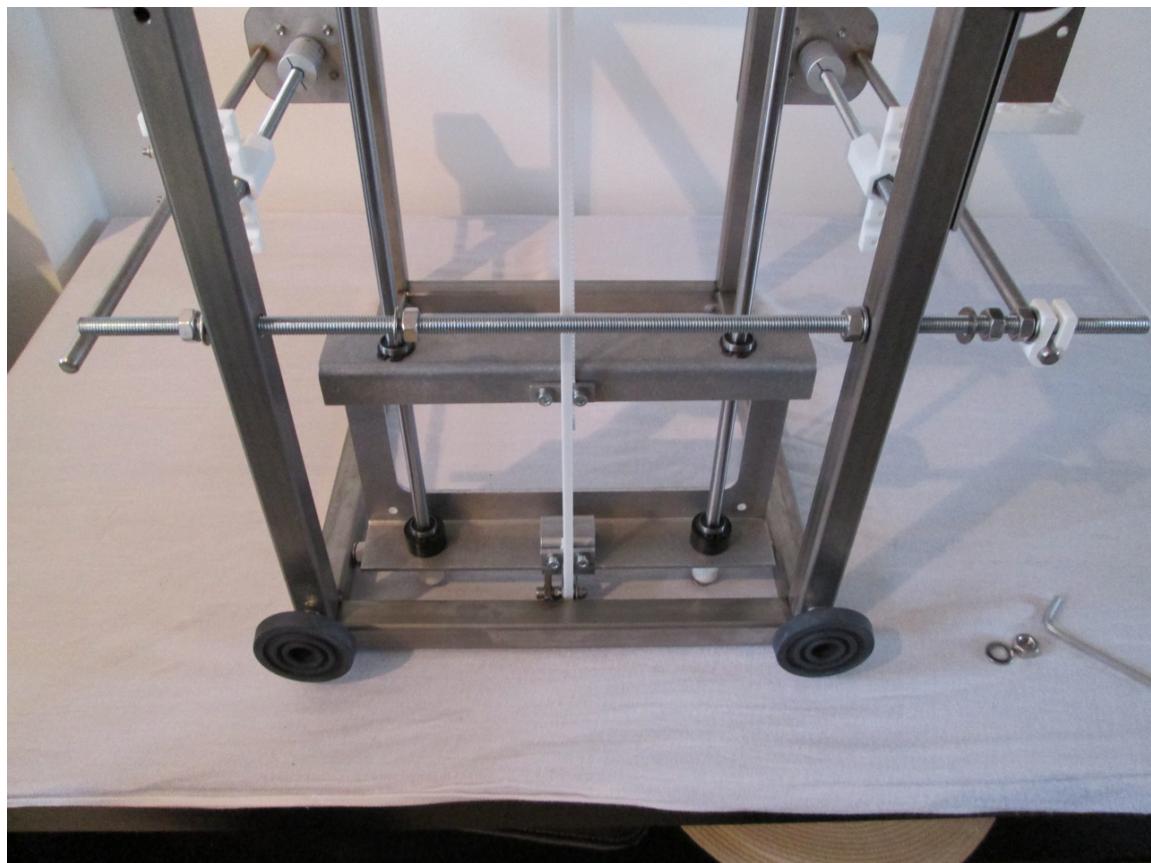




Abbildung 3.54. Montage Z-Achsen-Halterung Fixierung, Teil 2

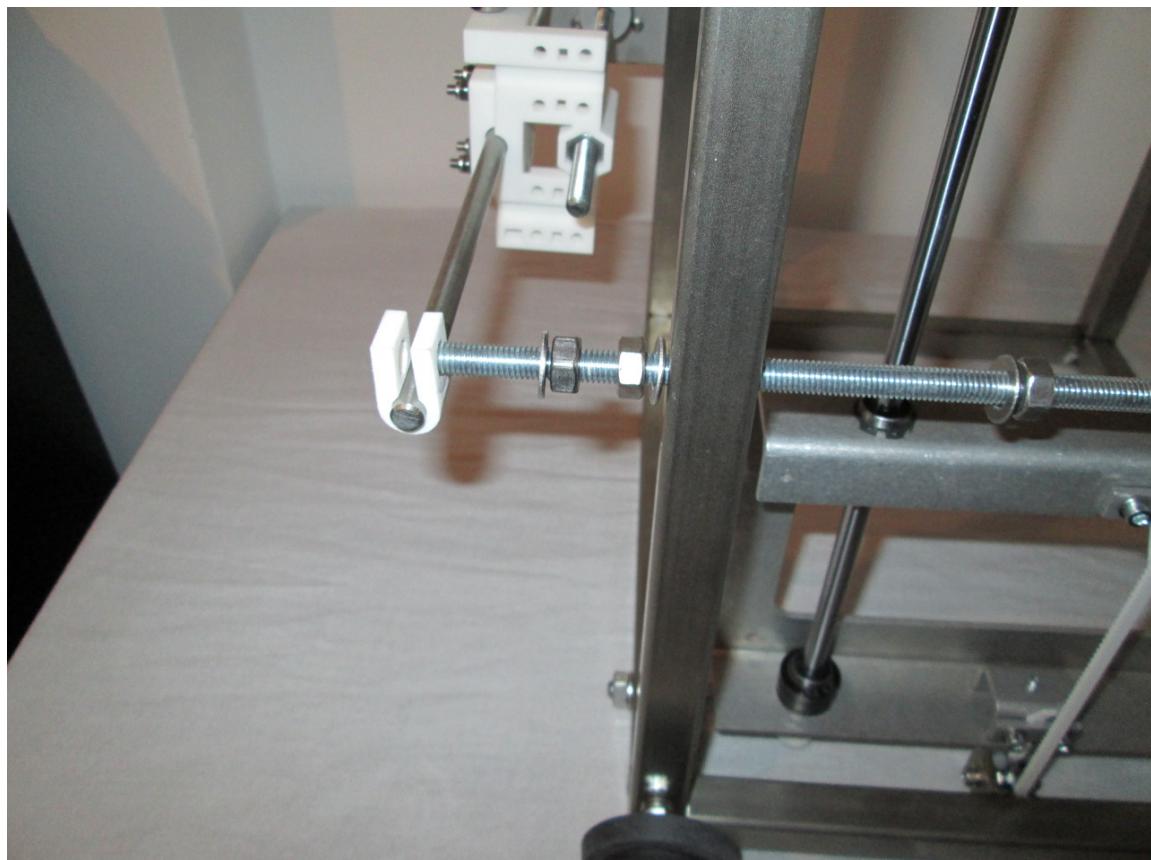




Abbildung 3.55. Montage Z-Achsen-Halterung Fixierung, Teil 3

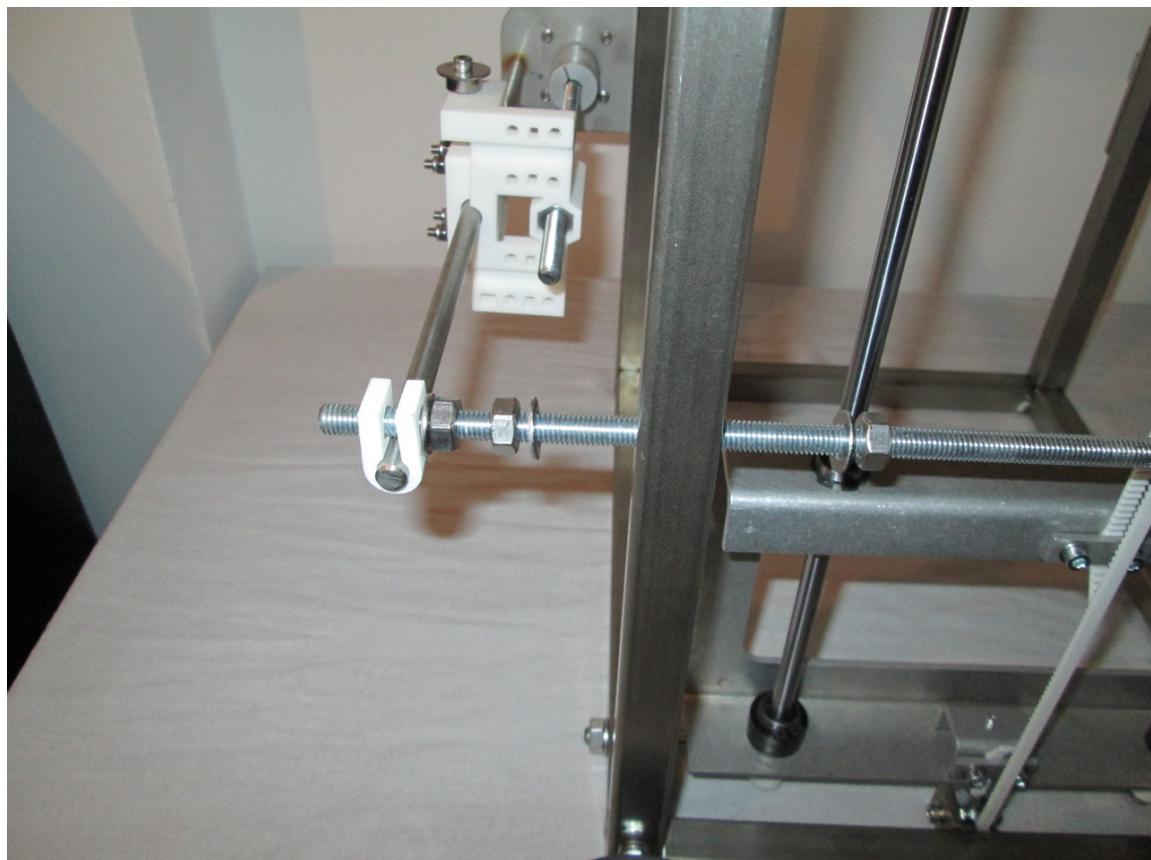
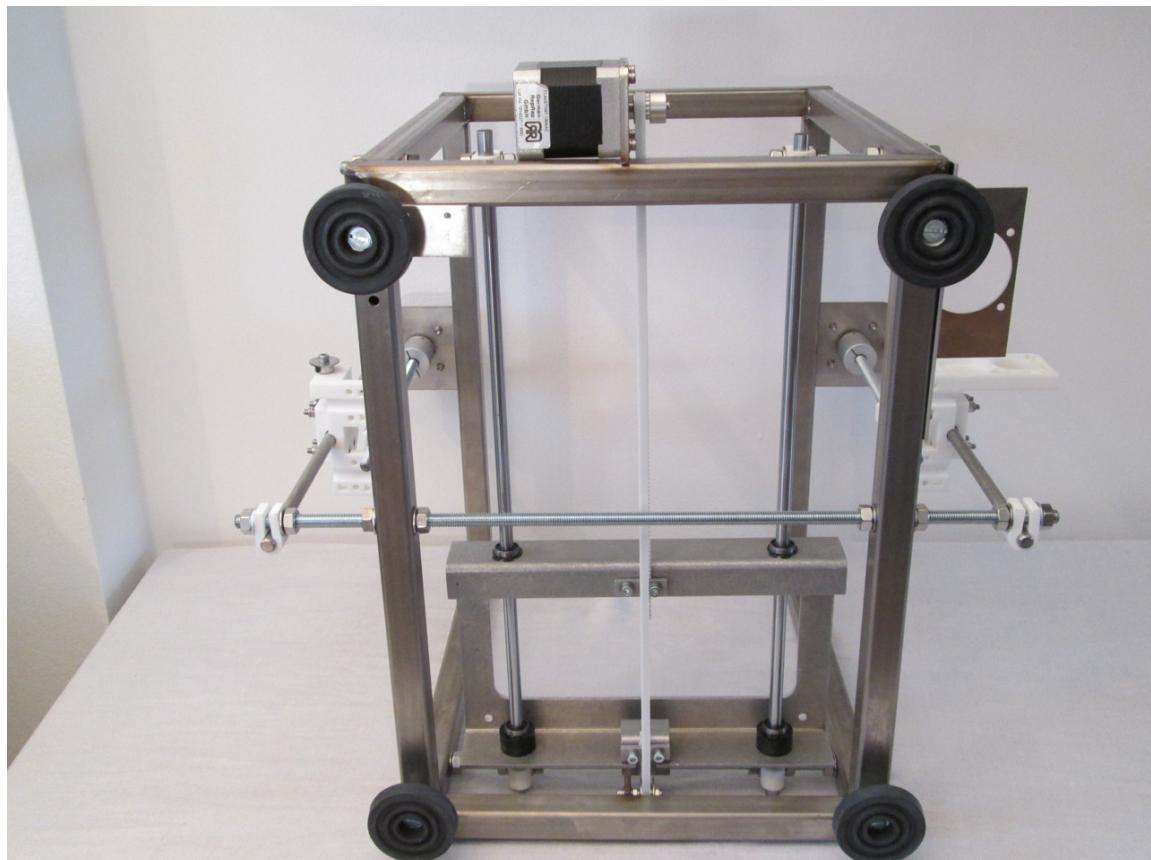


Abbildung 3.56. Montage Z-Achsen-Halterung Fixierung, Teil 4



Die Gewindestange wird so ausgerichtet, dass die Abstände auf beiden Seiten gleich sind. Es werden zu diesem Zeitpunkt nur die Muttern, die die Gewindestange mit dem Rahmen befestigen, festgezogen. Die 2 Bar Clamps und die neben diesen montierten 4 Muttern werden in diesem Schritt allerdings noch nicht festgezogen, sondern nur locker aufgeschraubt (obiges Bild zeigt den Endzustand NACH der X-Achsen Montage, bzw. Kalibrierung). Eine genaue Ausrichtung erfolgt im Abschnitt Kalibrierung.

### 3.7. X-Achse

#### 3.7.1. X-Achsen Führungsstangen

Tabelle 3.16. Materialliste X-Achsen Führungsstangen (100270.9)

4x X-ShaftClamp [S. 32]	30x M4 Unterlegscheibe
4x Linearlager, LM8UU	15x M4x25 Zylinderkopfschraube
15x M4 selbstsichernde Mutter	

Tabelle 3.17. Materialliste X-Achsen Führungsstangen

2x Edelstahlstange, 430mm [S. 33]

Abbildung 3.57. X-Achsen Führungsstangen Materialübersicht 1

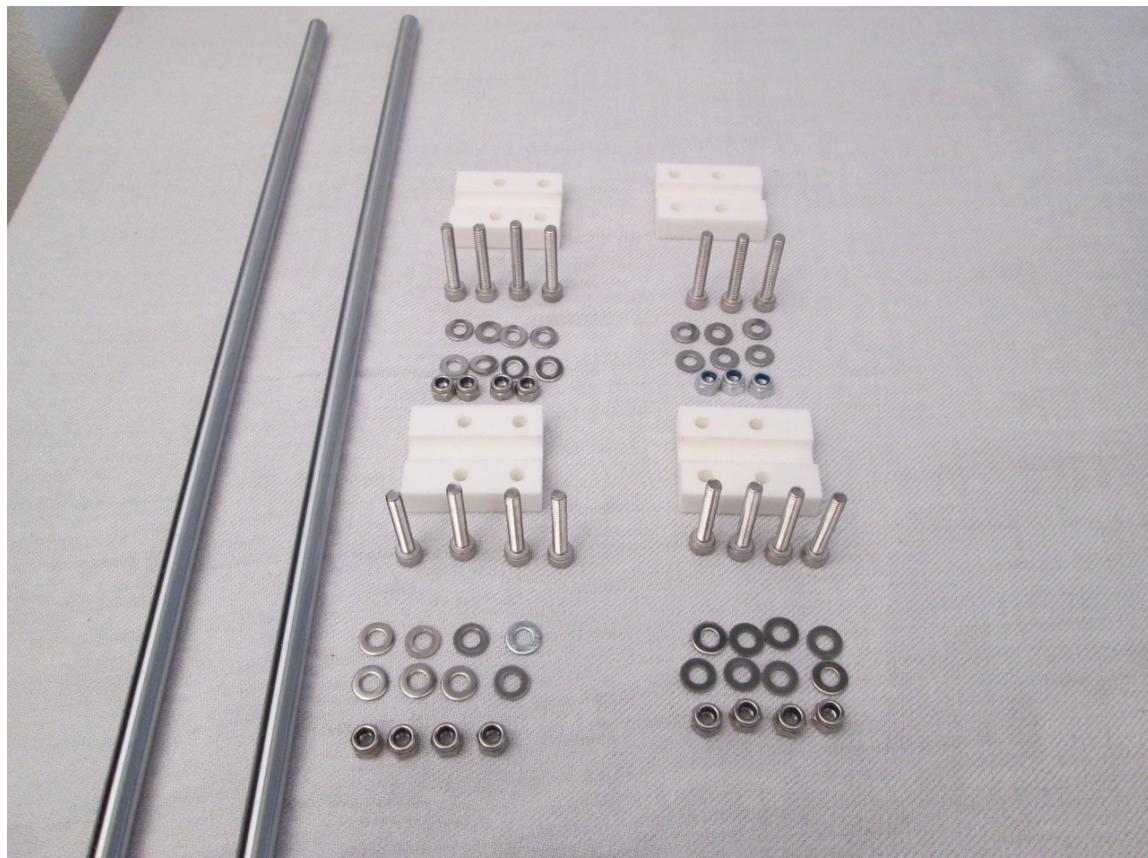


Abbildung 3.58. X-Achsen Führungsstangen Materialübersicht 2



Zunächst werden auf jede Edelstahlstange zwei Linearlager aufgeschoben. Anschließend werden die 2 Edelstahlstangen zwischen den X-Motor Mount und 2 X-Shaft Clamps gesteckt. Diese Kunststoffteile werden mit 8 M4x25 Zylinderkopfschrauben, 16 M4 Unterlegscheiben und 8 M8 selbstsichernden Muttern, wie auf dem unten gezeigten Bild, fest verschraubt, sodass die Edelstahlstangen leicht nach außen ragen und fest eingeklemmt sind. Auf das andere Ende der Edelstahlstangen wird dann der X-Idler mit den verbleibenden 2 X-Shaft Clamps, 8 M4x25 Zylinderkopfschrauben, 16 M4 Unterlegscheiben und 8 M8 selbstsichernden Muttern montiert.

Abbildung 3.59. X-Achsen Führungsstangen Abschluss 1

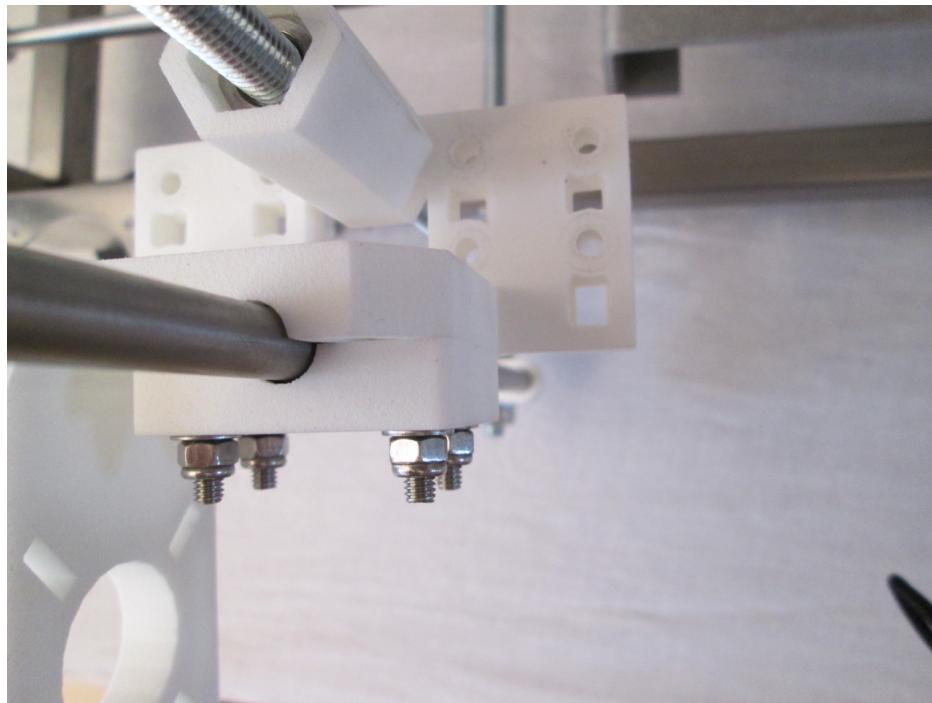


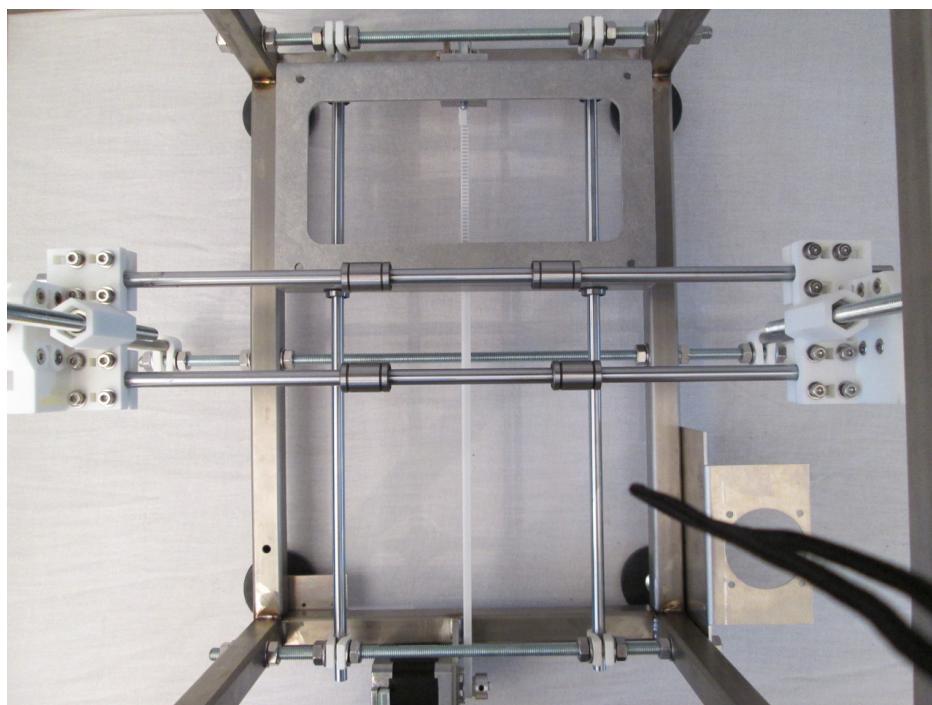
Abbildung 3.60. X-Achsen Führungsstangen Abschluss 2



Abbildung 3.61. X-Achsen Führungsstangen Abschluss 3



Abbildung 3.62. X-Achsen Führungsstangen Abschluss 4



### 3.7.2. X-Achsen Schrittmotor

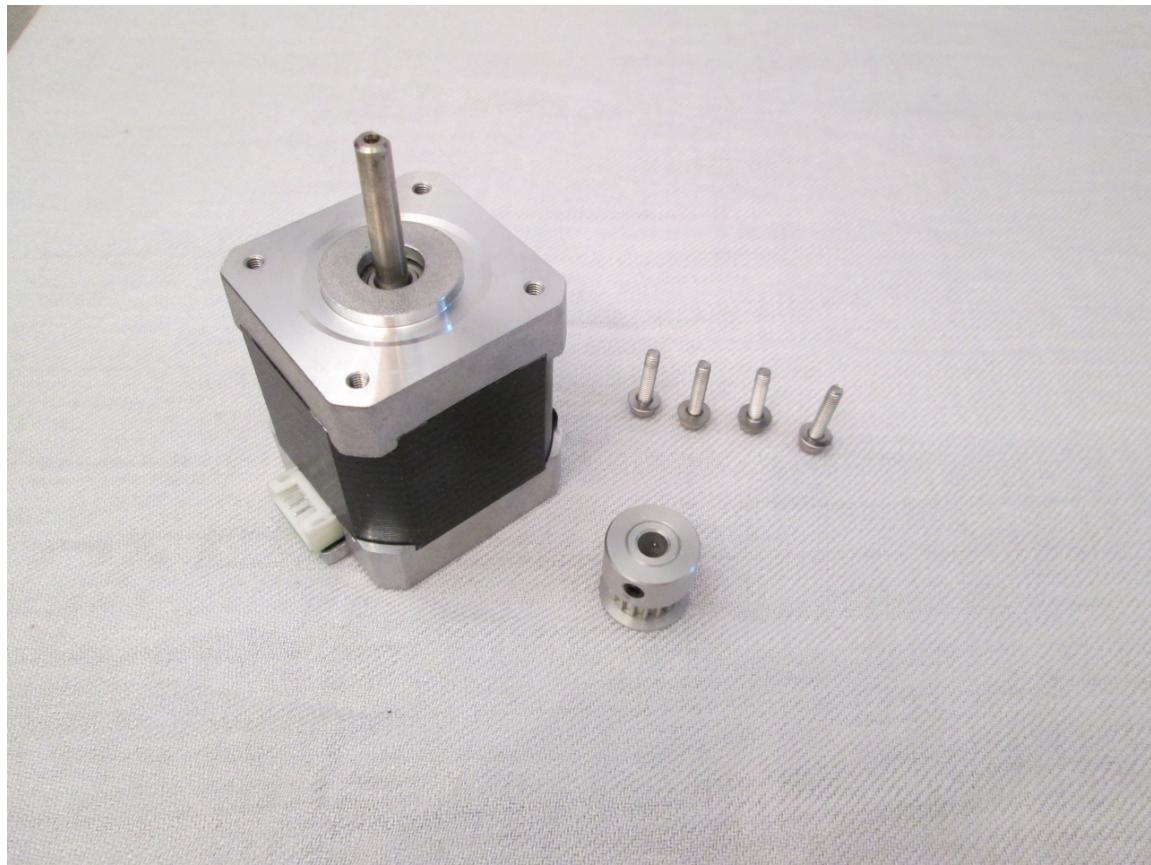
Tabelle 3.18. Materialliste X-Achsen Schrittmotor (100270.10)

4x M3 Unterlegscheibe	1x Pulley T2.5 mit Madenschraube
4x M3x14 Zylinderkopfschrauben	

Tabelle 3.19. Materialliste X-Achsen Schrittmotor

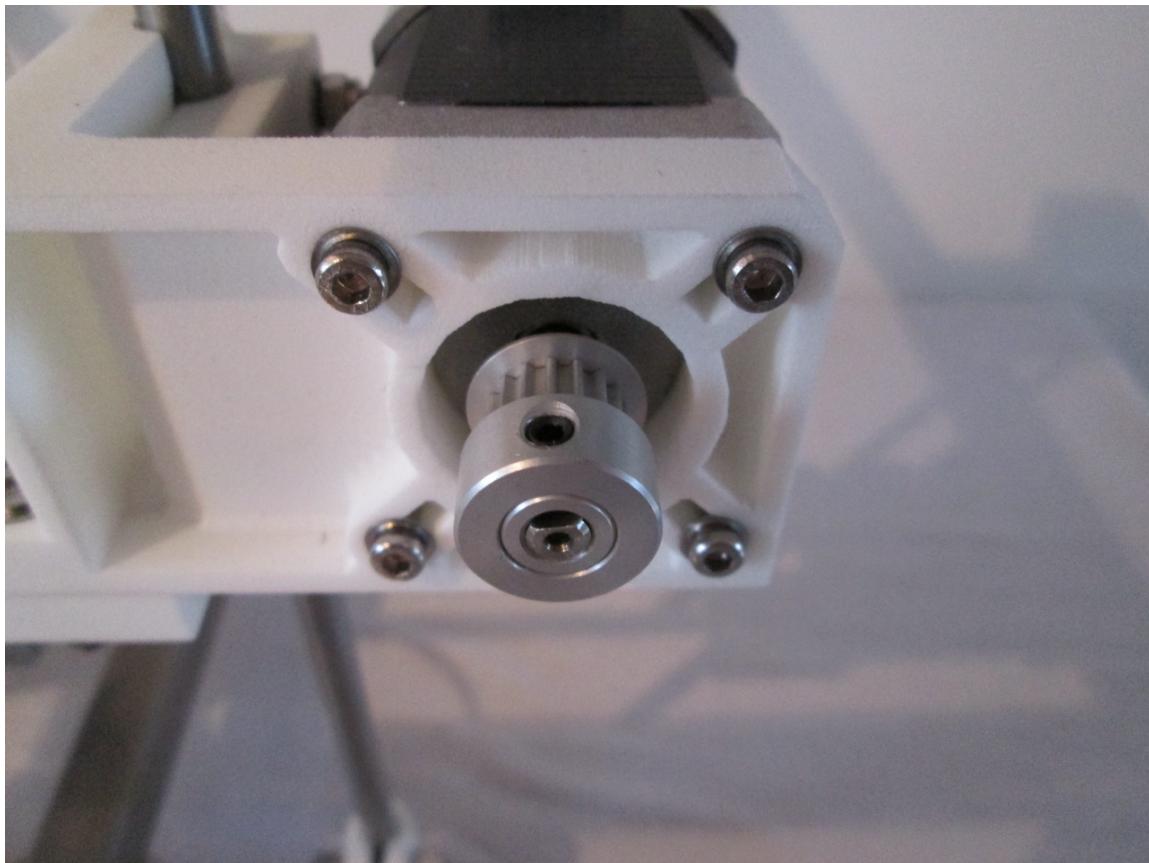
1x Schrittmotor, NEMA 17
--------------------------

Abbildung 3.63. X-Achsen Schrittmotor Materialübersicht



Der Schrittmotor wird, wie im Bild "X-Achsen Schrittmotor Abschluss [S. 77]" gezeigt, an der Motorhalterung verschraubt und der Pully mit der Madenschraube fixiert. Auch hier ist der Aluminium-Pully optional. Bei dem Druckteil, muss zuvor eine M3 Flachmutter eingesetzt werden, um die Madenschraube einzusetzen.

Abbildung 3.64. X-Achsen Schrittmotor Abschluss



Produktionsbedingt kann es bei den gedruckten Pulleys, nach dem Festziehen der Madenschraube zu einer leichten Schiefstellung des Pulleys kommen. Diese kann durch ein wenig Kapton-Band an der Motorstange abgestellt werden (Vergleich: [Y-Achsen Schrittmotor \[S. 50\]](#))

### 3.7.3. Zahnriemenführung

Tabelle 3.20. Materialliste Zahnriemenführung (100270.11)

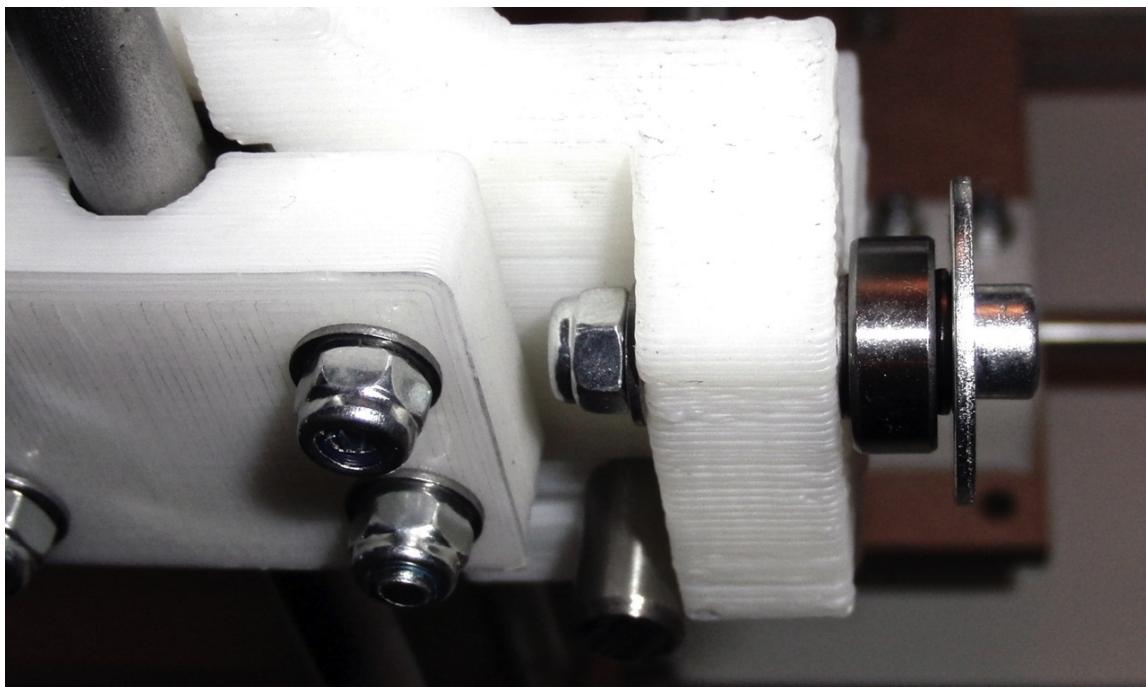
1x M4x25 Zylinderkopfschraube	1x M4 selbstsichernde Mutter
1x Unterlegscheibe, Ø20	3x M4 Unterlegscheibe
1x Kugellager, 624-ZZ	

Abbildung 3.65. Zahnriemenführung Materialübersicht



Das Kugellager wird, wie im Bild "Zahnriemenführung Abschluss [S. 78]", an dem X-Idler montiert und von zwei Unterlegscheiben eingeschlossen. Nach der Montage muss sich das Kugellager noch leichtgängig bewegen können. Die große Unterlegscheibe verhindert dabei ein Abrutschen des Zahnrämens vom Kugellager.

Abbildung 3.66. Zahnriemenführung Abschluss

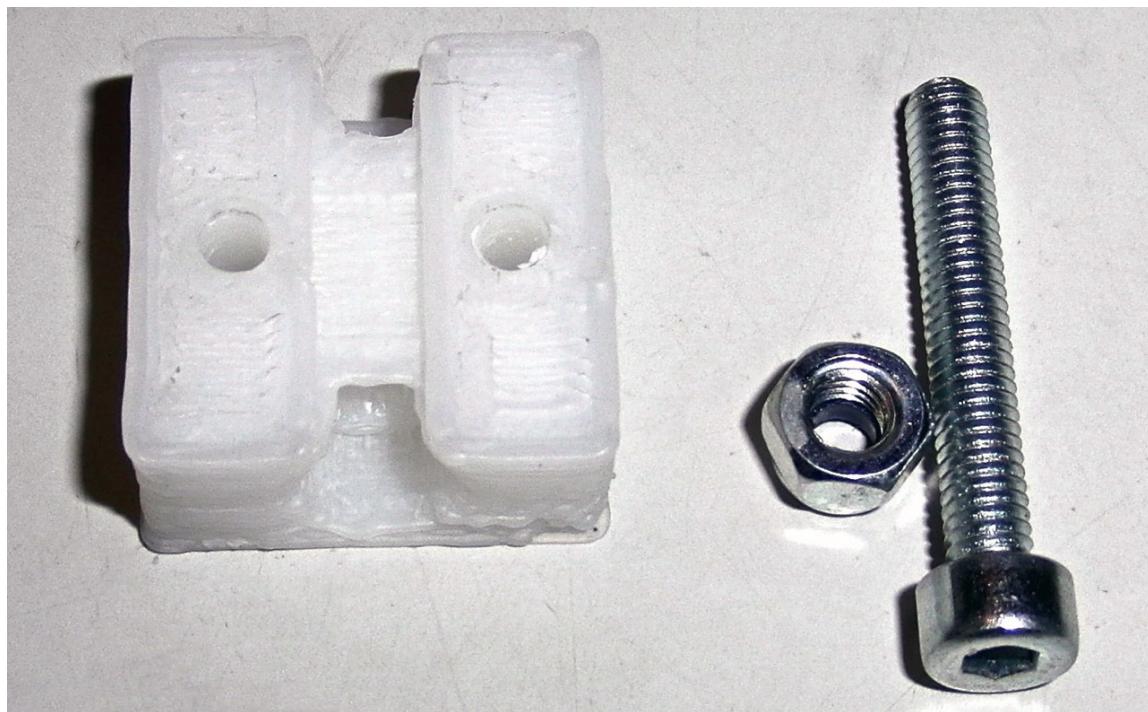


### 3.7.4. Zahnriemenspanner

Tabelle 3.21. Materialliste Zahnriemenspanner (100270.12)

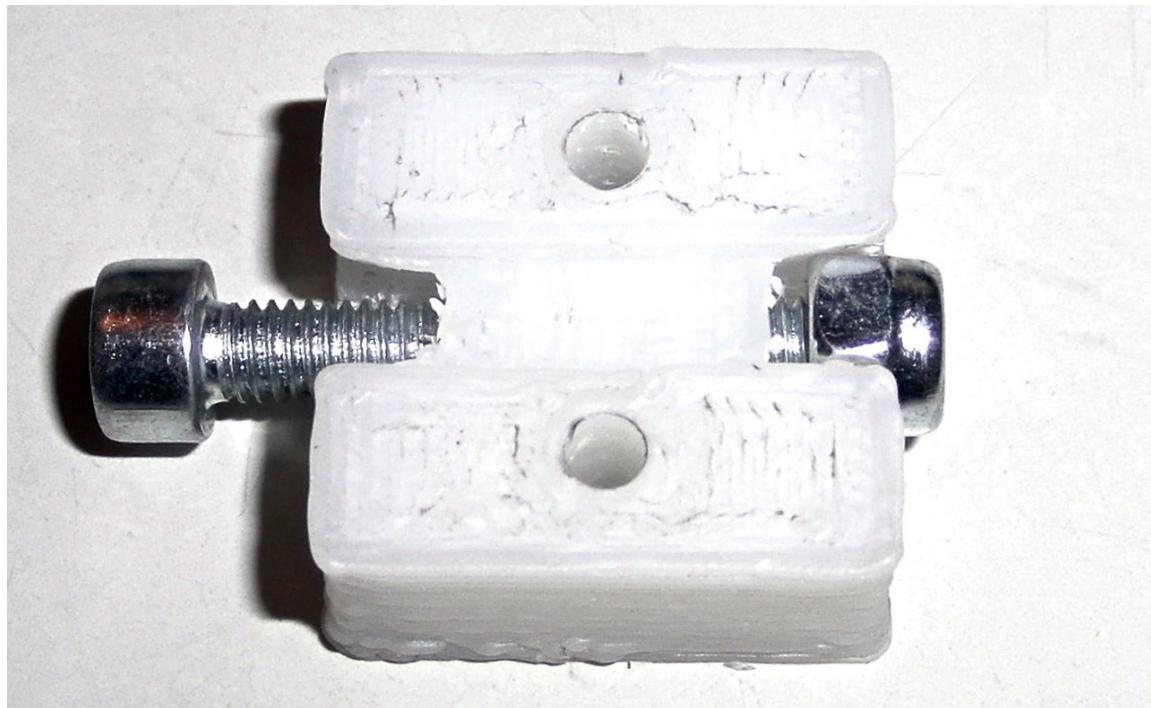
1x X-CarriageBeltClamp [S. 28]	1x M4x40 Zylinderkopfschraube
1x M4 selbstsichernde Mutter	

Abbildung 3.67. Zahnriemenspanner Materialübersicht



Die X-CarriageBeltClamp muss so angepasst werden, dass sich die Mutter auf der einen und der Schraubenkopf auf der anderen Seite, wie im Bild "Zahnriemenspanner Abschluss [S. 80]" gezeigt, versenken lassen. Damit kann der Zahnriemen später gespannt werden.

Abbildung 3.68. Zahnriemenspanner Abschluss

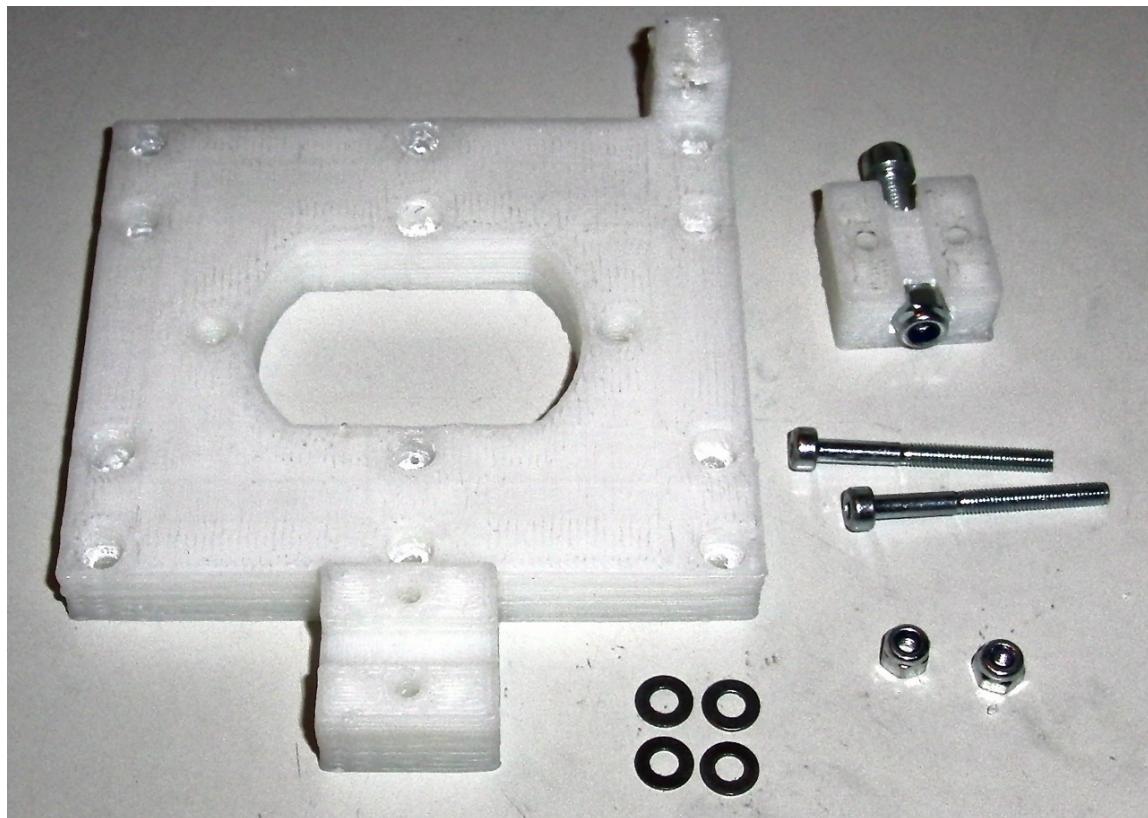


### 3.7.5. Zahnriemenspanner am Schlitten

Tabelle 3.22. Materialliste Zahnriemenspanner am Schlitten (100270.13)

1x X-CarriageBeltClamp (vormontiert)	1x <a href="#">X-Carriage [S. 28]</a>
2x M3x30 Zylinderkopfschraube	4x M3 Unterlegscheibe
2x M3 selbstsichernde Mutter	

Abbildung 3.69. Materialübersicht Zahnriemenspanner am Schlitten



Die vormontierte X-CarriageBeltClamp wird auf den X-Carriage montiert. Hierbei muss die Zahnriemenführung außerhalb liegen, um den Zahnriemen, wie im Bild "X-Achsen Schlitten Detail[S. 82]" gezeigt, spannen zu können. Um später den Zahnriemen einführen zu können, sollten die Schrauben nur soweit angezogen werden, dass die X-CarriageBeltClamp nicht runter fallen kann.

Abbildung 3.70. Zahnriemenspanner am Schlitten Abschluss

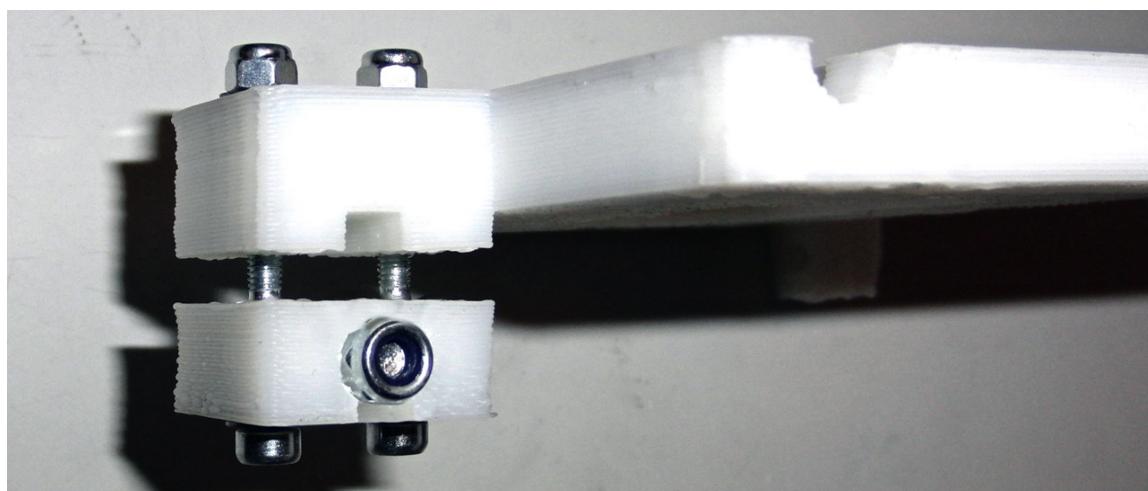
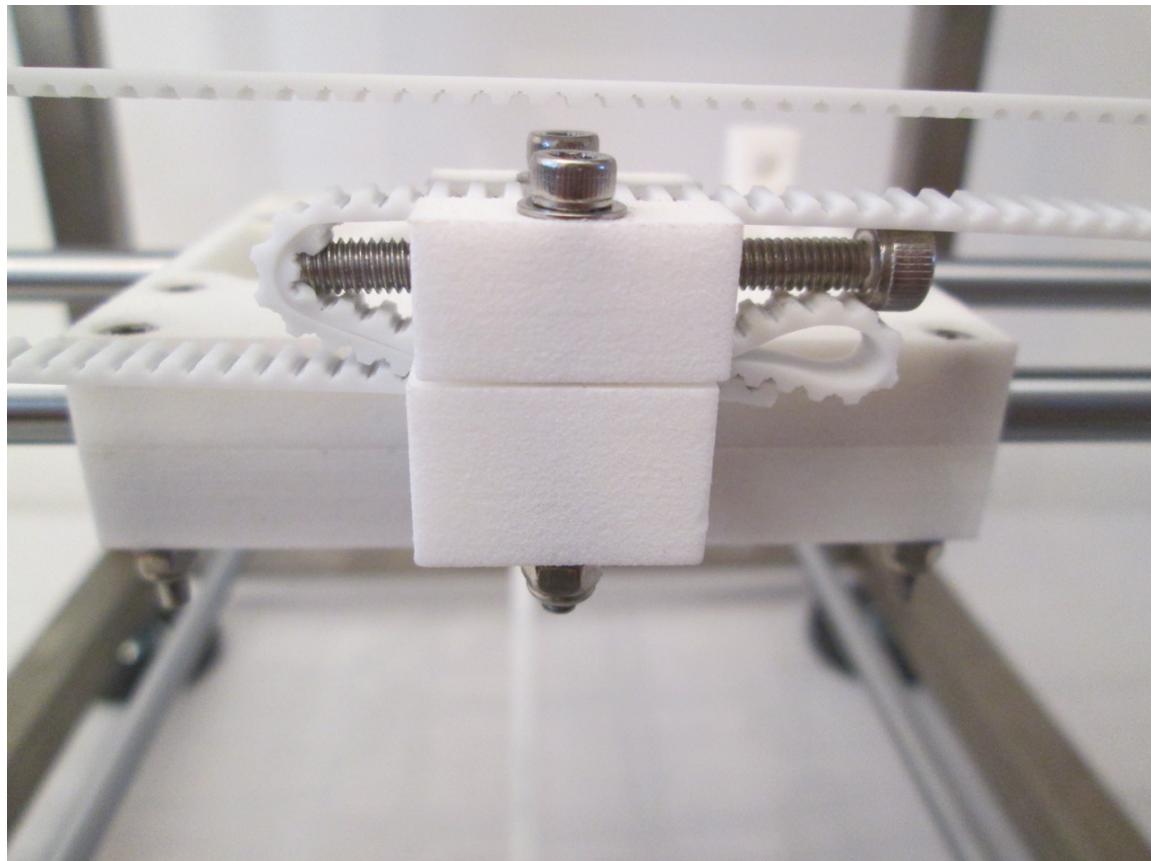


Abbildung 3.71. X-Achsen Schlitten Detail



Gegebenenfalls muss ein kleines Plastik- oder Holzteil zwischen den X-CarriageBeltClamp und den Riemen gesteckt werden, um diesen richtig einspannen zu können. Alternativ kann der Riemen wie auf der Abbildung gezeigt ist, dreimal übereinander gelegt werden.

### 3.7.6. X-Achsen Schlitten

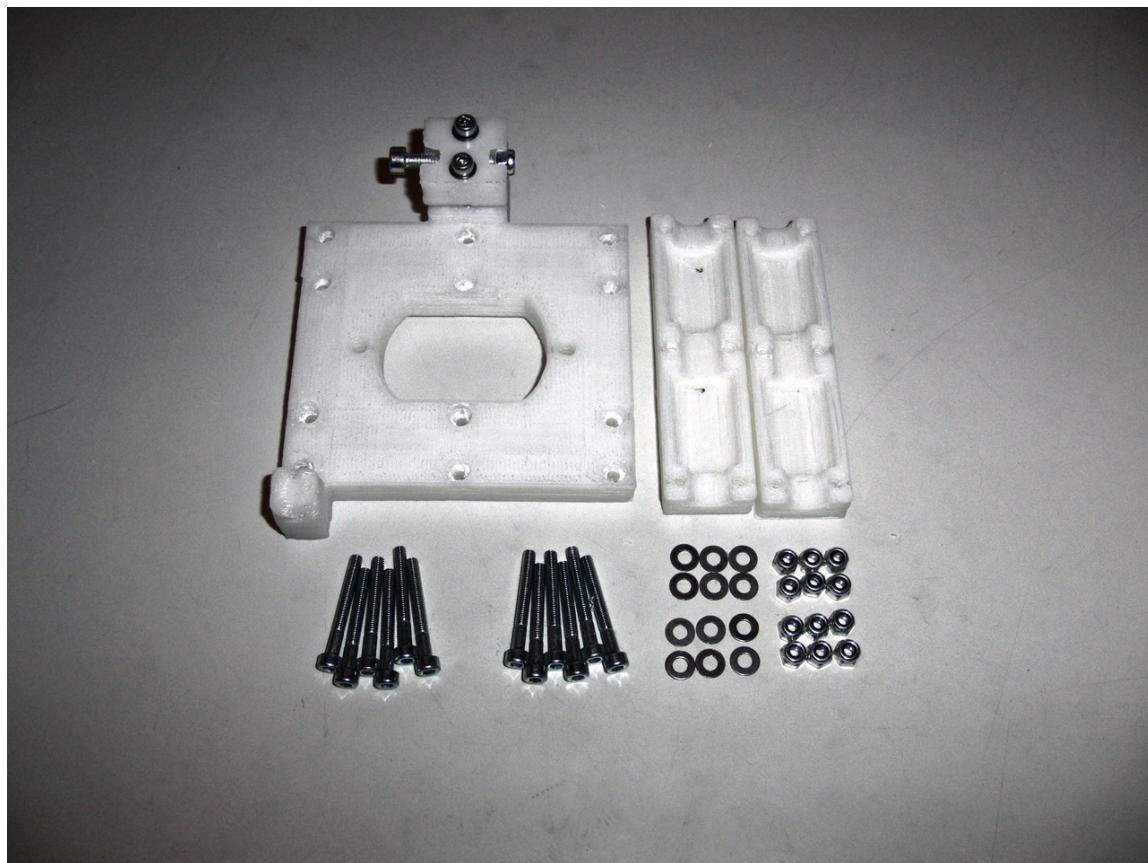
Tabelle 3.23. Materialliste X-Achsen Schlitten (100270.14)

12x M3 Unterlegscheibe	2x <a href="#">X-CarriageClamp [S. 29]</a>
12x M3x25 Zylinderkopfschraube	12x M3 selbstsichernde Mutter

Tabelle 3.24. Materialliste X-Achsen Schlitten

1x X-Carriage (vormontiert)
-----------------------------

Abbildung 3.72. X-Achsen Schlitten Materialübersicht



Die Zylinderkopfschraube werden in dem X-Carriage versenkt und mit dem X-CarriageClamp verschraubt. Dabei müssen sich die Linearlager natürlich dazwischen befinden.

Abbildung 3.73. X-Achsen Schlitten Abschluss (Teil 1)

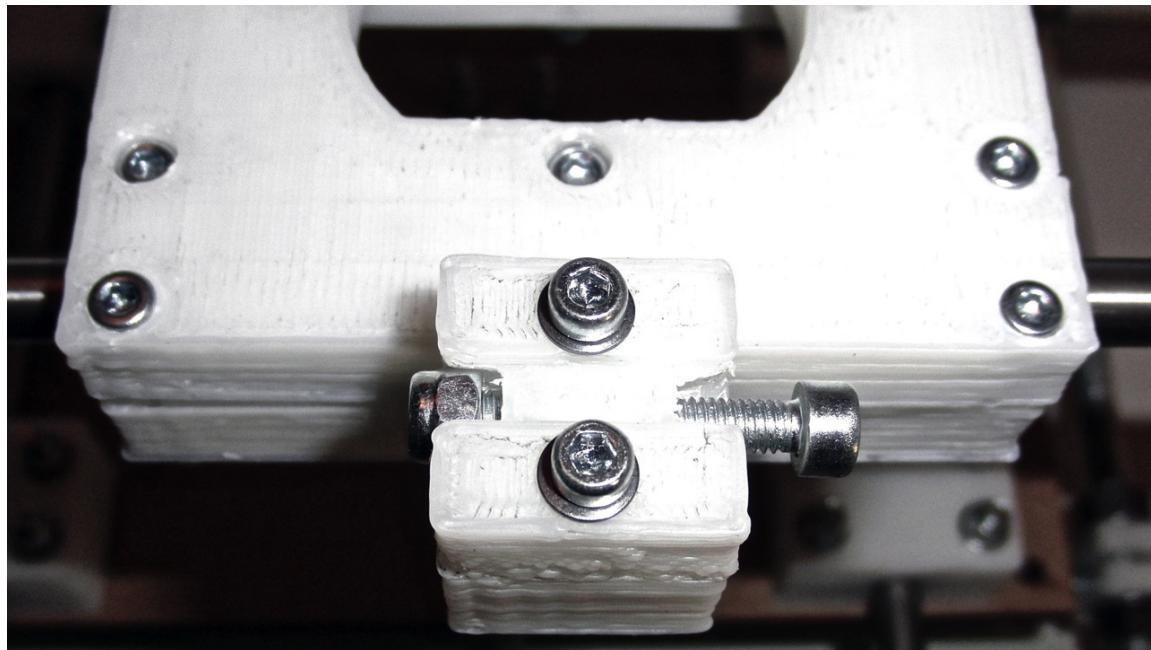


Abbildung 3.74. X-Achsen Schlitten Abschluss (Teil 2)

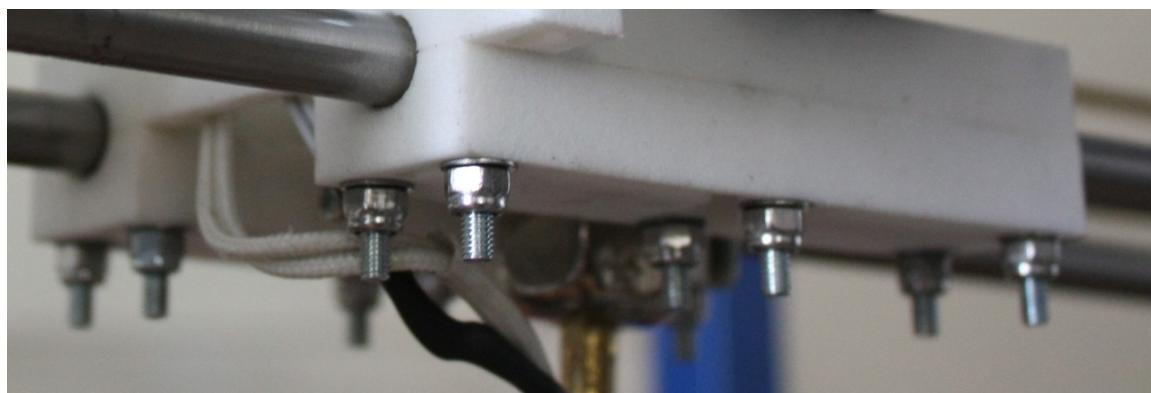
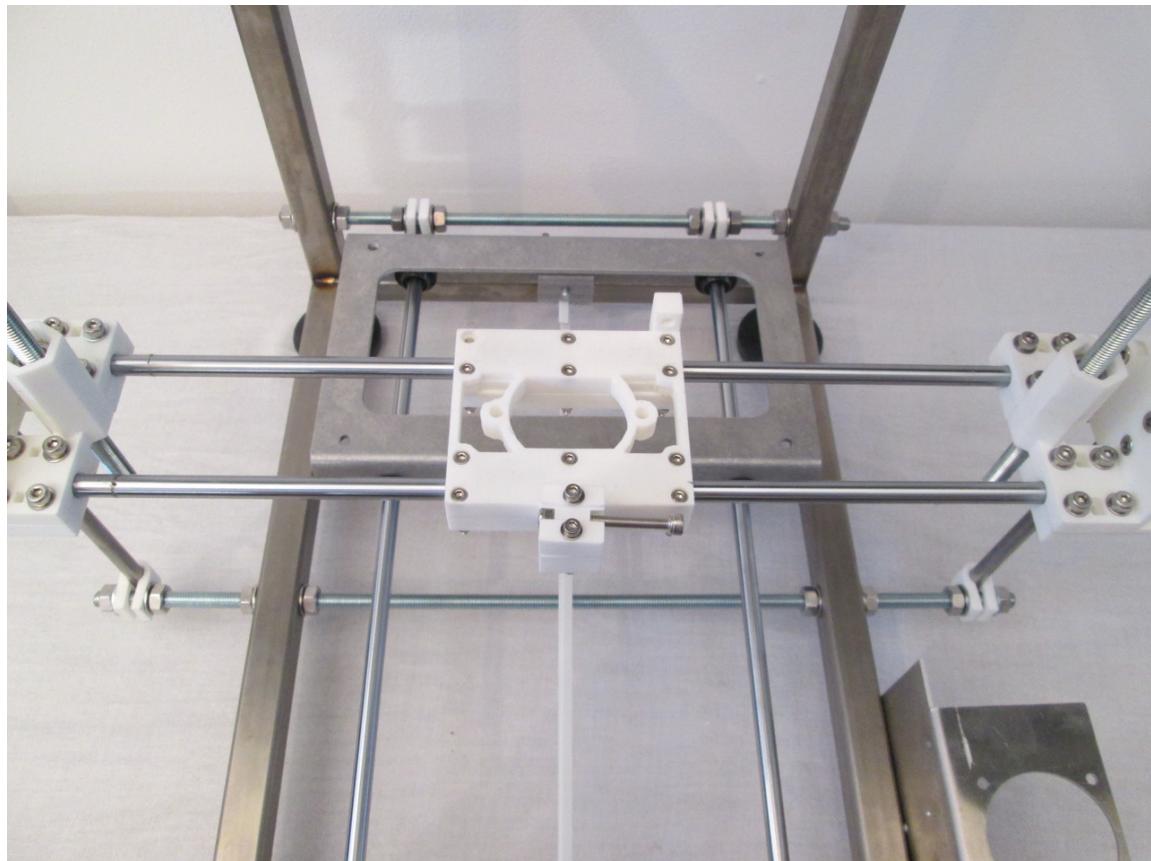


Abbildung 3.75. X-Achsen Schlitten Abschluss (Teil 3)



### 3.7.7. X-Achsen Zahnriemen

Tabelle 3.25. Materialliste X-Achsen Zahnriemen (100270.15)

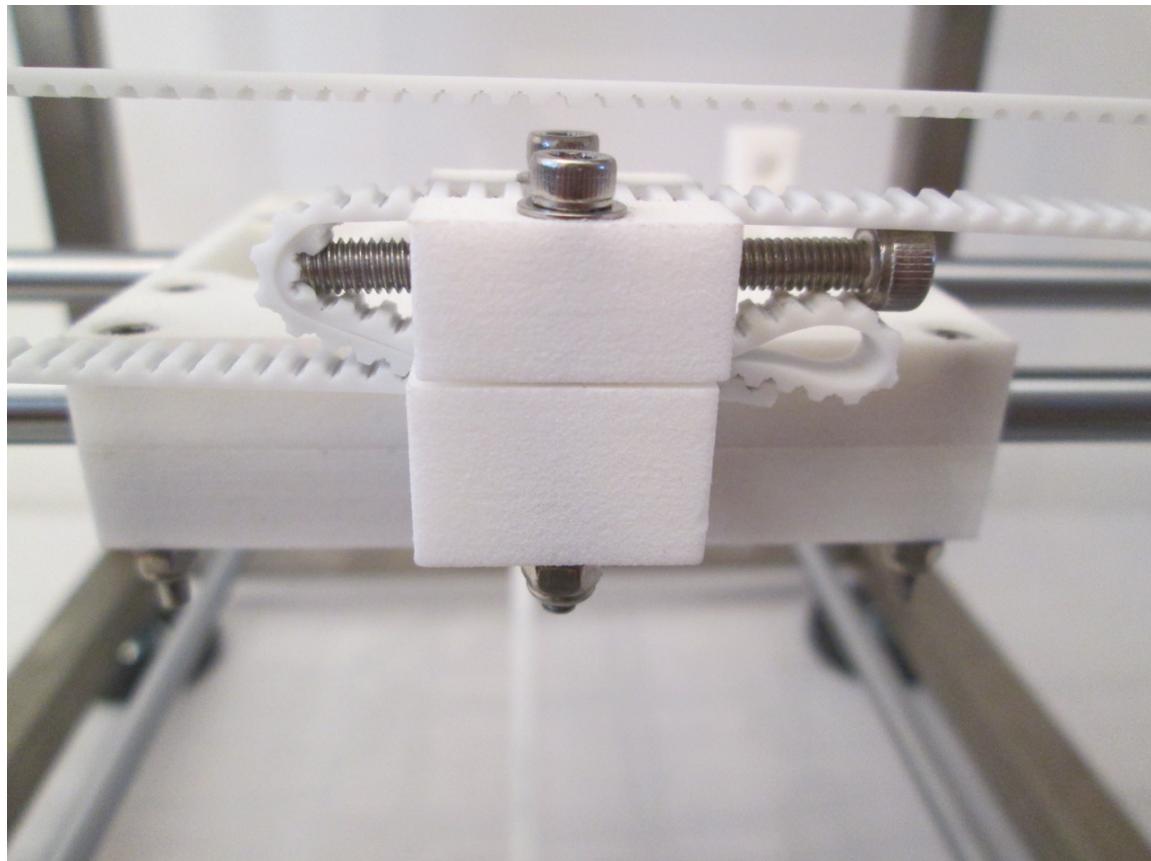
1x Zahnriemen 1080 mm
-----------------------

Abbildung 3.76. Materialübersicht X-Achsen Zahnriemen



Der 1080mm Zahnriemen ist der längere, der beiden im Bausatz enthalten Zahnriemen. Anschließend wird der Zahnriemen über den Pully und das Kugellager der X-Achse gelegt, und möglichst straff gezogen. Das Schraubenende schließt dabei noch bündig mit der Mutter ab. Der straff gezogene Zahnriemen wird mit dem X-CarriageBeltClamp eingeklemmt und anschließend mit der Schraube stramm gespannt.

Abbildung 3.77. X-Achsen Zahnriemen Abschluss



### 3.7.8. X-Achsen Abschluss: Z-Achsen Kalibrierung

Nun können die Bar Clamps, die mit der Z-Achsen-Halterung verbunden sind ausgerichtet, bzw. feinjustiert werden. Wichtig hierbei ist, dass die der X-Motor Mount und der X-Idler durch gleichläufiges Drehen der Kupplungen leicht auf und ab bewegen lassen.

## 3.8. Übericht: Thermalbarrieren & Düsen

Es gibt insgesamt sechs verschiedene Hotendkombinationen mit drei verschiedenen Düsenausgangslöchern. Für die richtige Auswahl der eigenen Düse ist es notwendig sich vorab klar zu machen welches Material verarbeitet werden soll. Materialspulen gibt es mit einem Durchmesser von 1.75mm und 3mm aufgewickeltem Kunststoffs zu erwerben.

Tabelle 3.26. Düsen für 3mm Material

Düsenöffnungen in mm	Erfahrungslevel
0.5	anfänger
0.4	fortgeschritten
0.3	fortgeschritten

Tabelle 3.27. Düsen für 1.75mm Material

Düsenöffnungen in mm	Erfahrungslevel
0.5	fortgeschritten
0.4	erfahren
0.3	erfahren

Bsp.: Sie möchten mit 3mm Kunststoffrollen arbeiten und bringen bisher keine Erfahrungen im Umgang mit 3D Drucken mit. Es besteht die Möglichkeit eine 3mm Düse mit einer Düsenöffnung von 0.5mm/0.4mm oder 0.3mm zu erwerben. Da der Schwierigkeitsgrad und die Druckzeit mit kleiner werdender Düsenöffnung zunimmt sollte am Anfang mit einer 0.5mm Düse für 3mm Material begonnen werden. Die Düse wird im späteren Aufbau in eine Thermalbarriere mit einer PTFE Fütterung gesteckt.

Es gibt 3mm und 1.75mm Thermalbarrieren.

Bsp.: Sie besitzen bereits eine 0.5mm/3mm Düse und möchten in Zukunft aber Filament mit einem Durchmesser von 1.75mm verarbeiten und wollen sich dafür eine 0.4mm/1.75mm Düse besorgen, dann brauchen Sie auch eine neue Thermalbarriere 1.75, da die bisher verwendete Thermalbarriere für 3mm ausgelegt ist.



Abbildung 3.78. Düsenübersicht



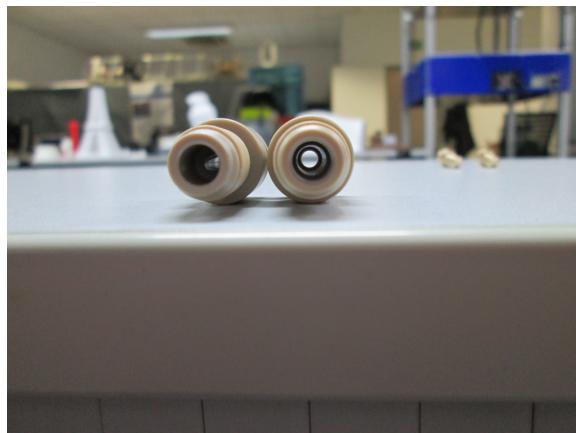
Links: 1.75mm Düse

Rechts: 3mm Düse

Abbildung 3.79. Thermalbarriere 1.75mm



Abbildung 3.80. Thermalbarriere 3.0mm



Die linke Thermalbarriere ist für 1.75mm Filament und die rechte für 3mm Filament.

Abbildung 3.81. PTFE-Fütterungen Übersicht



Der linke PTFE Schlauch ist für das 1.75mm Hotend und der rechte PTFE Schlauch ist für das 3mm Hotend.

### 3.9. Hot-End Montage

Tabelle 3.28. Materialliste Modular-Hot-End 1,75mm (100221)

1x PEEK-Thermalbarriere (am Extruder befestigt)	1x PTFE-Fütterung
1x Messingdüse	1x Düsenhaltemutter
1x Thermistor	1x Heizpatrone (HP)
1x Silikonschlauch 0.4mm, 8cm	

Der Zusammenbau des 1.75mm Hot-Ends erfolgt nach dem gleichen Prinzip wie der Zusammenbau des 3mm Hot-Ends.

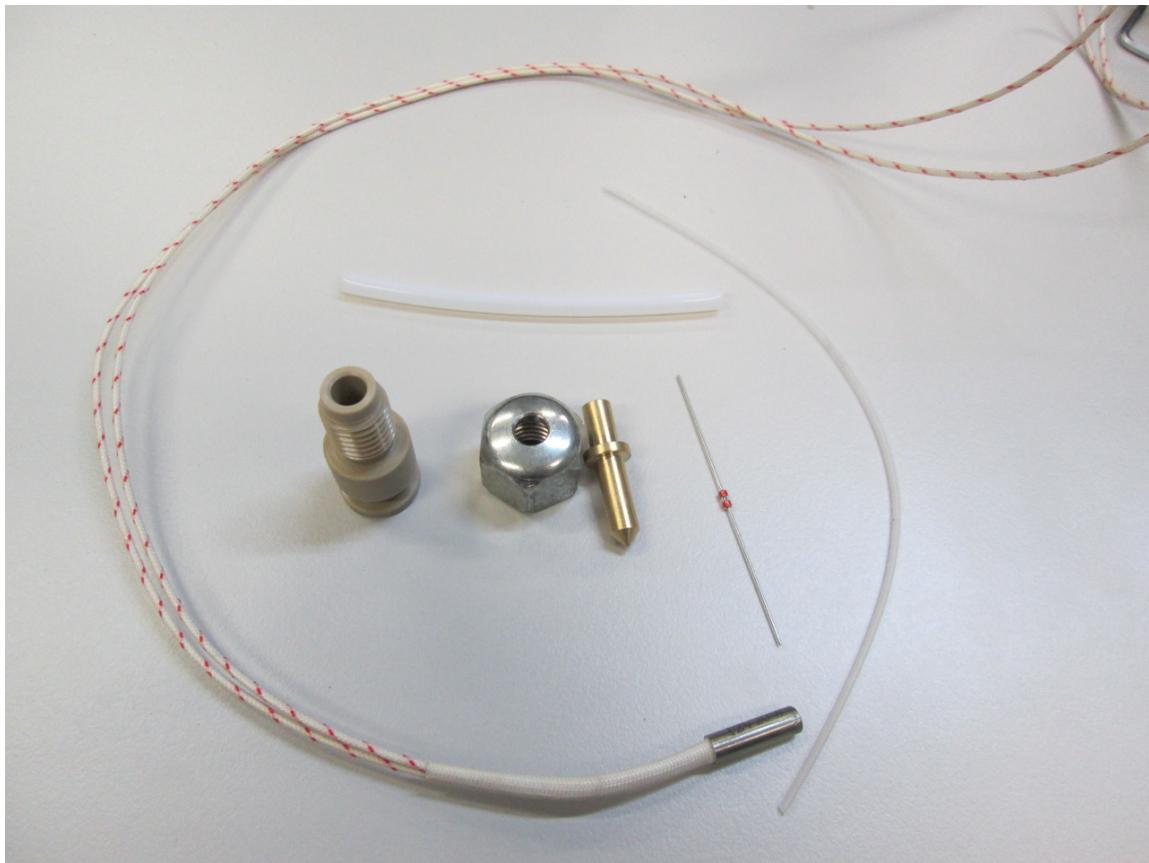
Tabelle 3.29. Materialliste Modular-Hot-End 3mm (100220)

1x PEEK-Thermalbarriere (am Extruder befestigt)	1x PTFE-Fütterung
1x Messingdüse	1x Düsenhaltemutter
1x Thermistor	1x Heizpatrone (HP)
Silikonschlauch für Thermistor 0.4mm	

Tabelle 3.30. Materialistenzubehör bei Verwendung eines Heizwiderstands anstelle der Heizaptrone

1x Heizwiderstand (HW)	1x Silikonschlauch 0.6mm
------------------------	--------------------------

Abbildung 3.82. Hot-End Materialübersicht



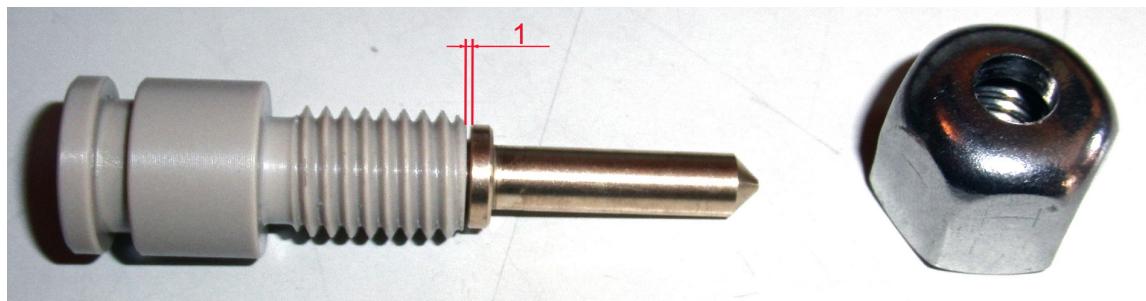
Es folgt nun die Montage des Hot-Ends.

Abbildung 3.83. Hot-End PTFE Fütterung



Hierzu wird zunächst die PTFE-Fütterung in die vorgefertigte PEEK-Thermalbarriere eingeschoben. Die PTFE-Fütterung muss soweit gekürzt werden, dass die Messingdüse in die PEEK-Thermalbarriere eingeführt werden kann und der Halterung einen Abstand von ca. „1mm“ zur PEEK-Thermalbarriere hat. Die PEEK-Thermalbarriere dient als Hitzeschutz zwischen Hot-End und den restlichen Bauteilen. An die optimale Länge sollte man sich langsam annähern. Die PTFE-Fütterung erlaubt dabei ein sehr widerstandsarmes Gleiten des Drahtes in die Messingdüse. (Siehe Bild "Hot-End PTFE Fütterung" [S. 92] und "Detailansicht Düsenhaltemutter [S. 93]"

Abbildung 3.84. Hot-End Düsenhaltemutter



Diese Konstellation wird mit der Düsenhaltemutter fest verschraubt.

Abbildung 3.85. Hot-End Düsenhaltemutter montiert



Der Heizblock dient als Unterbringung für den Heizwiderstand, sowie den Temperatursensor, als auch zur gleichmäßigen Wärmeverteilung. Er wird später mit einer Schraube fest mit der Messingdüse verschraubt. (Siehe Bild "Hot-End Heizblock Übersicht" [S. 94])

Abbildung 3.86. Hot-End Heizblock Übersicht

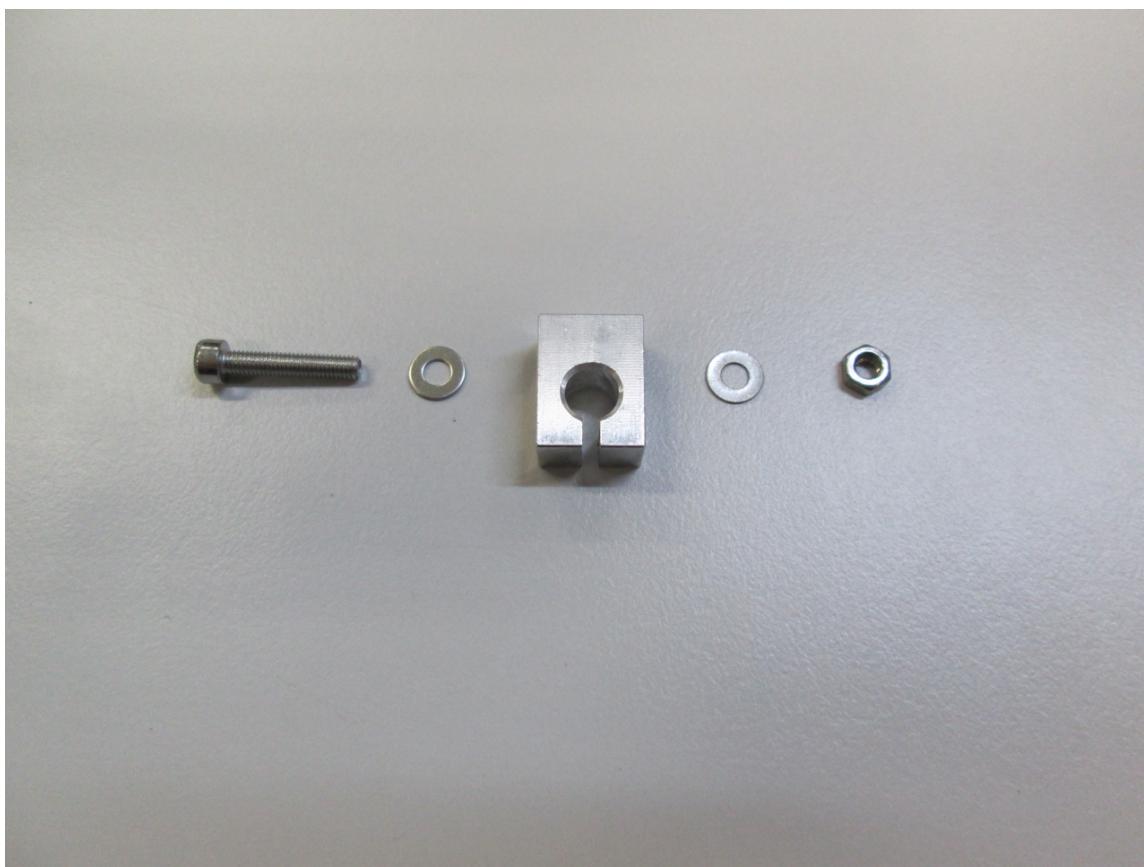


Tabelle 3.31. Materialliste Heizblock (100222)

1x Heizblock	2x Unterlegscheibe M3
1x Mutter M3	1x M3x14 Zylinderkopfschraube

Der Temperatursensor wird mit einer Lage 6mm breitem Kaptonband umwickelt und in die kleinere der beiden Bohrungen im Heizblock gesteckt. Die Heizpatrone wird in die andere Bohrung gesteckt. Ggf. wird auch diese mit einer Lage 6mm Kaptonband umwickelt.

Abbildung 3.87. Hot-End Heizblock Elektronik (HP)

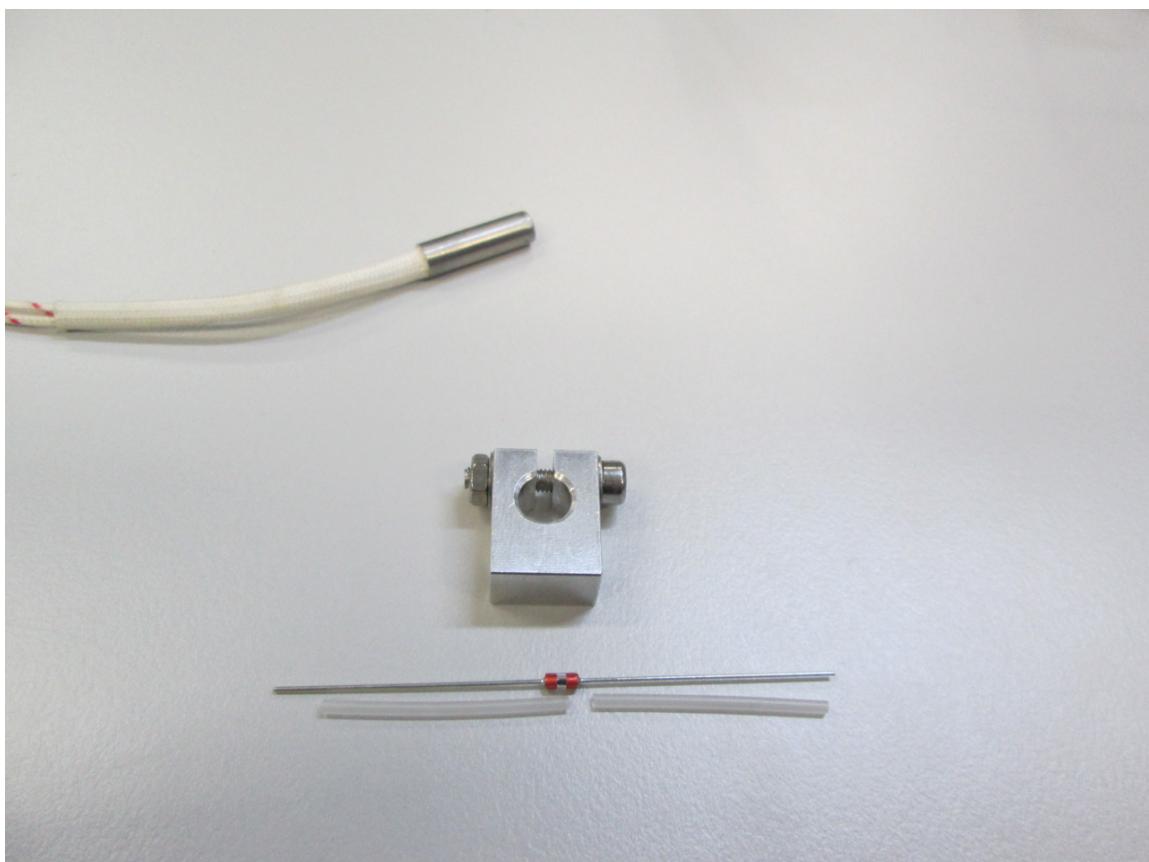
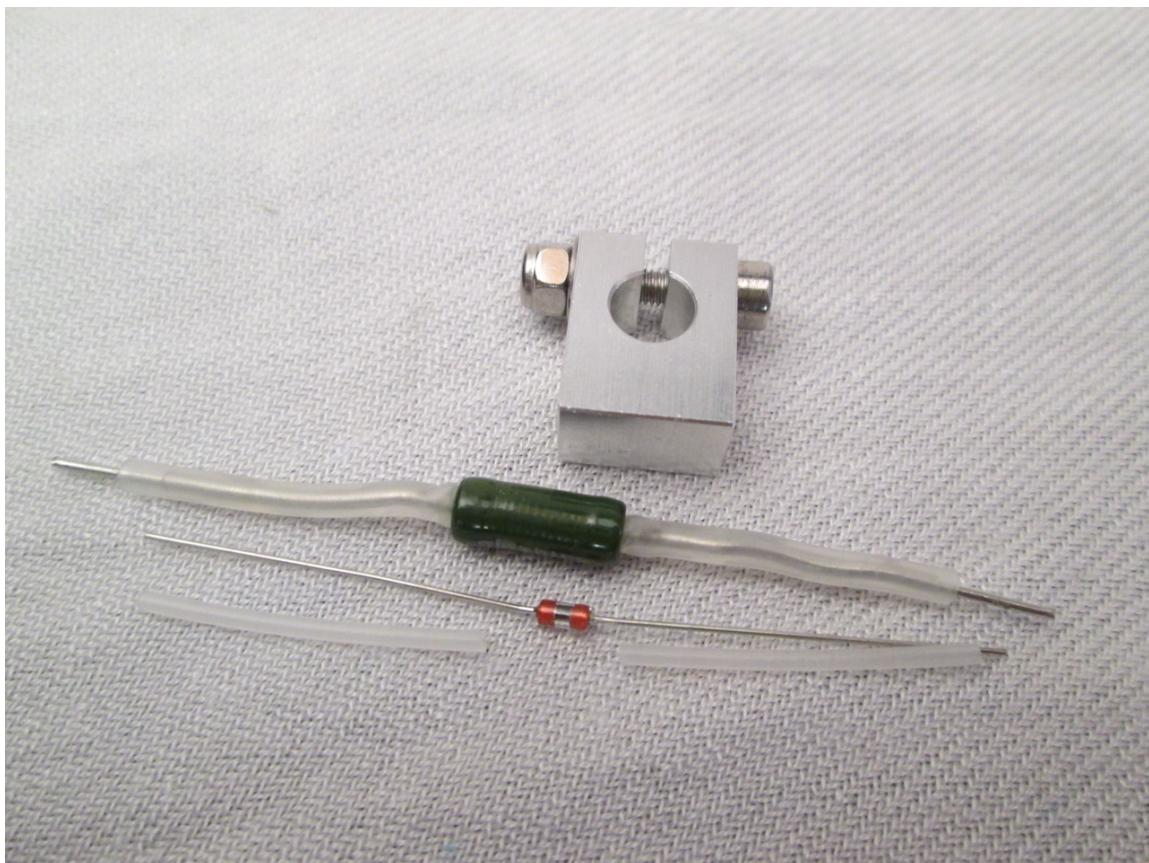


Abbildung 3.88. Hot-End Heizblock Elektronik (HW)



Der Silikonschlauch wird ganz an die Widerstandskörper geschoben, so dass die blanke Anschlussleitung den Heizblock nicht berühren kann.

Abbildung 3.89. Hot-End Heizblock Abschluss (HP)

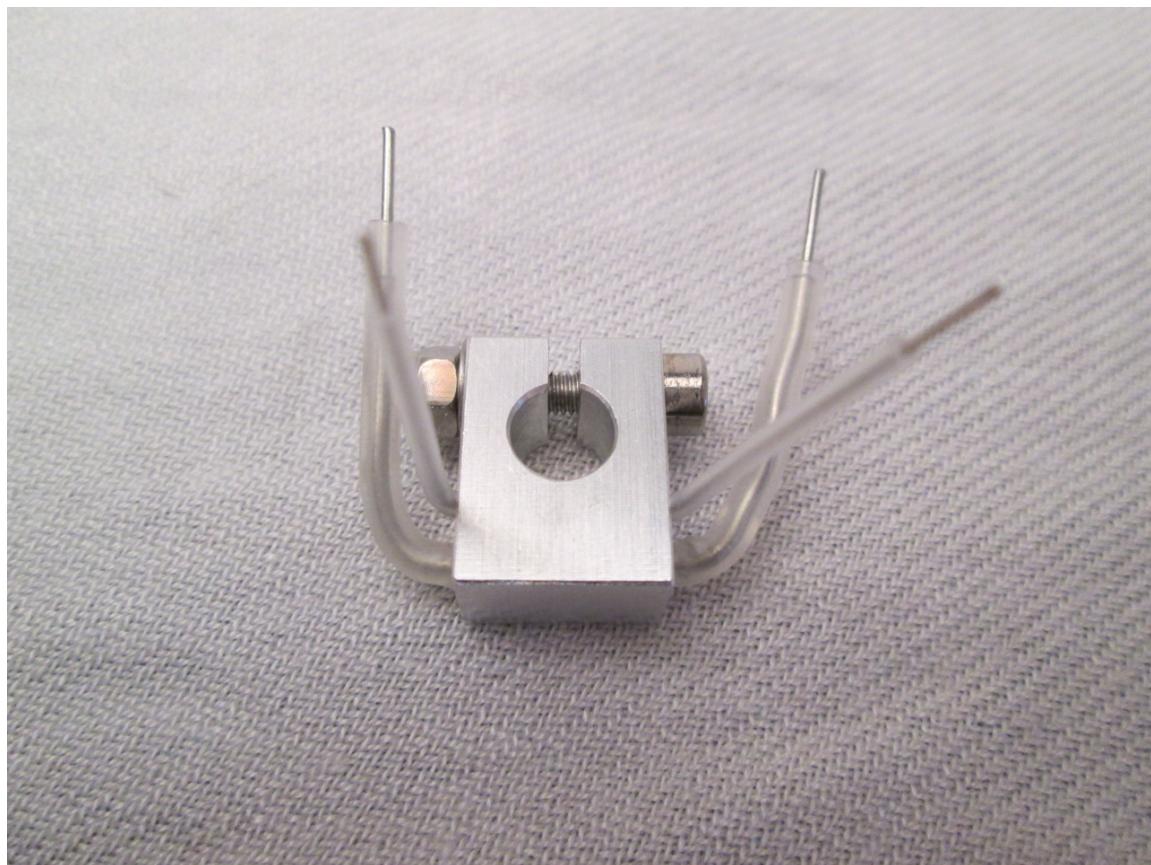


Alle Drahtenden müssen richtig mit Schrumpfschlauch isoliert werden. Der offene Draht darf nicht den Heizblock berühren.

Der vormontierte Heizblock kann nun an das untere Ende der Messingdüse geschraubt werden (Siehe Bild "Hot-End Abschluss" [S. 99]).



Abbildung 3.90. Hot-End Heizblock Abschluss (HW)



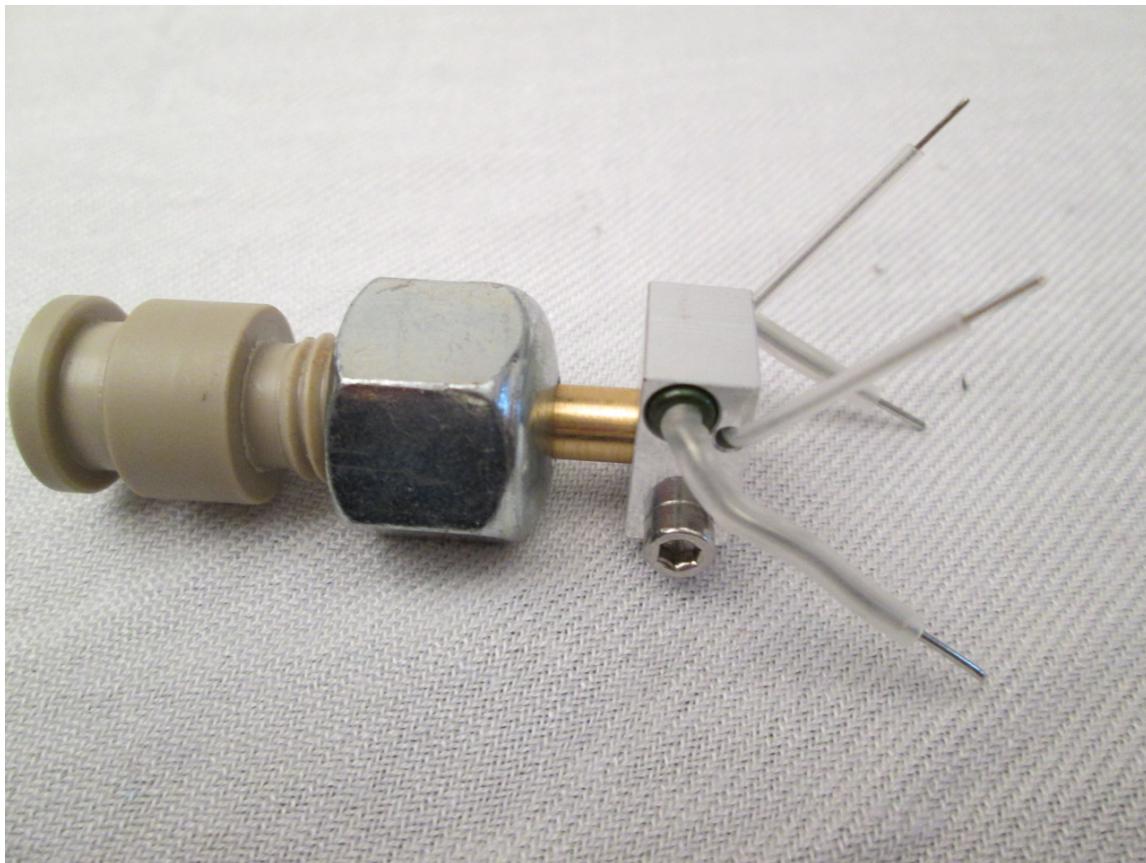
Nachdem die Silikonschläuche die Anschlussdrähte isolieren werden der Thermistor und der Heizwiderstand in die Bohrungen geschoben.

Abbildung 3.91. Hot-End Abschluss (HP)



Für den Dual-Extruder wird zusätzlich ein zweites Hot-End benötigt.

Abbildung 3.92. Hot-End Abschluss (HW)



Der Heizblock sollte bündig mit dem Kegelbeginn (unterster Bereich der Düse) abschließen. Der Thermistor (Widerstand mit dem kleineren Durchmesser) sollte, wie in der oben dargestellten Abbildung gezeigt ist, näher als der Heizwiderstand, an der Düsenöffnung montiert werden.

### 3.10. Der Extruder

Der PRotos wird in der Basisausstattung mit einem Direct-Drive-Extruder ausgeliefert. Zusätzlich dazu besteht die Möglichkeit ihn mit einem zweiten Extruder zu erweitern.

In dieser Anleitung werden drei verschiedene Möglichkeiten dargestellt:

- Direct-Drive-Extruder Single [S. 101]
- Upgrade-Kit Direct-Drive-Extruder Dual [S. 118]
- Direct-Drive-2-Extruder-Single

Das Upgrade-Kit beschreibt den Zustand, dass zunächst der DD-Extruder Single montiert wurde und jetzt mit einem Upgrade-Kit auf den DD-Extruder Dual erweitert werden soll.

### 3.10.1. DD-Extruder Single (Direct-Drive)

Abbildung 3.93. DD-Extruder Single



In neueren Versionen sieht die Feder aus obigem Bild so aus, wie die auf Bild 2.8.1.87.

Tabelle 3.32. Materialliste DD-Extruder Single (100012)

1x Schrittmotor, NEMA 17	1x M3 Madenschraube
1x Filamentschraube, Direct-Drive	1x Extruder Gegenlager, Direct-Drive [S. 24]
1x Kugellager 624-ZZ	1x Distanzhülse, 20mm
2x Hülse, 5mm	1x Grundplatte-Lüfter [S. 25]
1x Grundplatte-Schrittmotor [S. 26]	1x PEEK-Thermalbarriere
1x Druckfeder	1x Extruder-Lüfter
1x M3x25 Zylinderkopfschraube	2x M3x40 Zylinderkopfschraube
1x M3x60 Zylinderkopfschraube	1x M4x12 Zylinderkopfschraube
4x M3 Unterlegscheibe	3x M3 Unterlegscheibe, großer AD
1x M3 selbstsichernde Mutter	

Abbildung 3.94. DD-Extruder Single Materialübersicht



*Zusammenbau Gegenlager*

Abbildung 3.95. Gegenlager Materialübersicht



Das Kugellager wird in die Aussparung im Gegenlager gelegt und mit der Zylinderkopfschraube fixiert. Die Zylinderkopfschraube benötigt dabei keine Mutter.

Abbildung 3.96. Gegenlager Abschluss



### Halterung Gegenlager

Abbildung 3.97. Halterung Gegenlager Übersicht

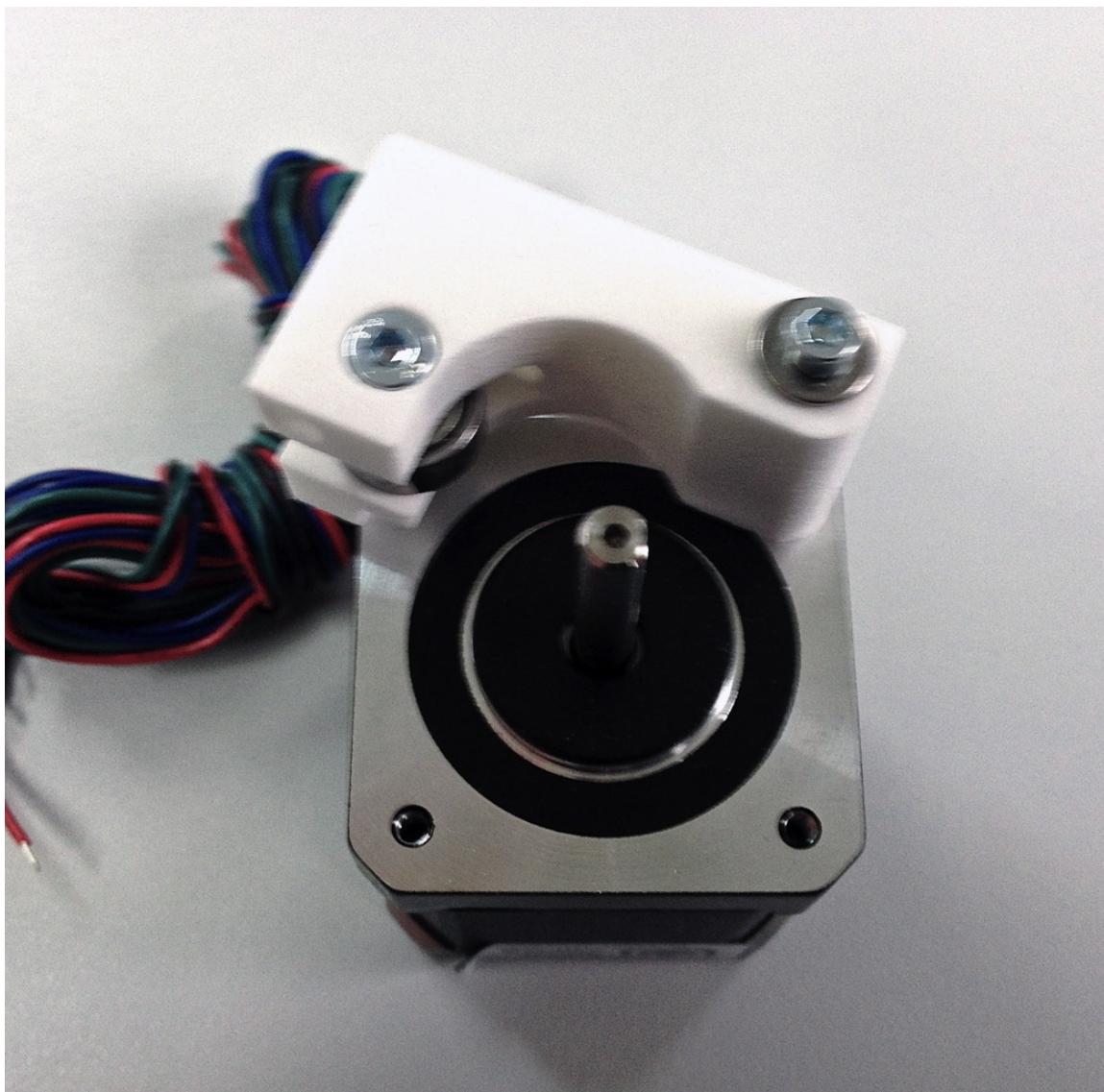


Abbildung 3.98. Halterung Gegenlager Detail Hülse



Die Zylinderkopfschraube wird mit den Unterlegscheiben bestückt und in die Distanzhülse geschoben. Damit wird das Gegenlager direkt, wie auf dem Bild "Abschluss" gezeigt, an den Schrittmotor geschraubt.

Abbildung 3.99. Halterung Gegenlager Abschluss



*Filamentschraube*



Abbildung 3.100. Filamentschraube Details



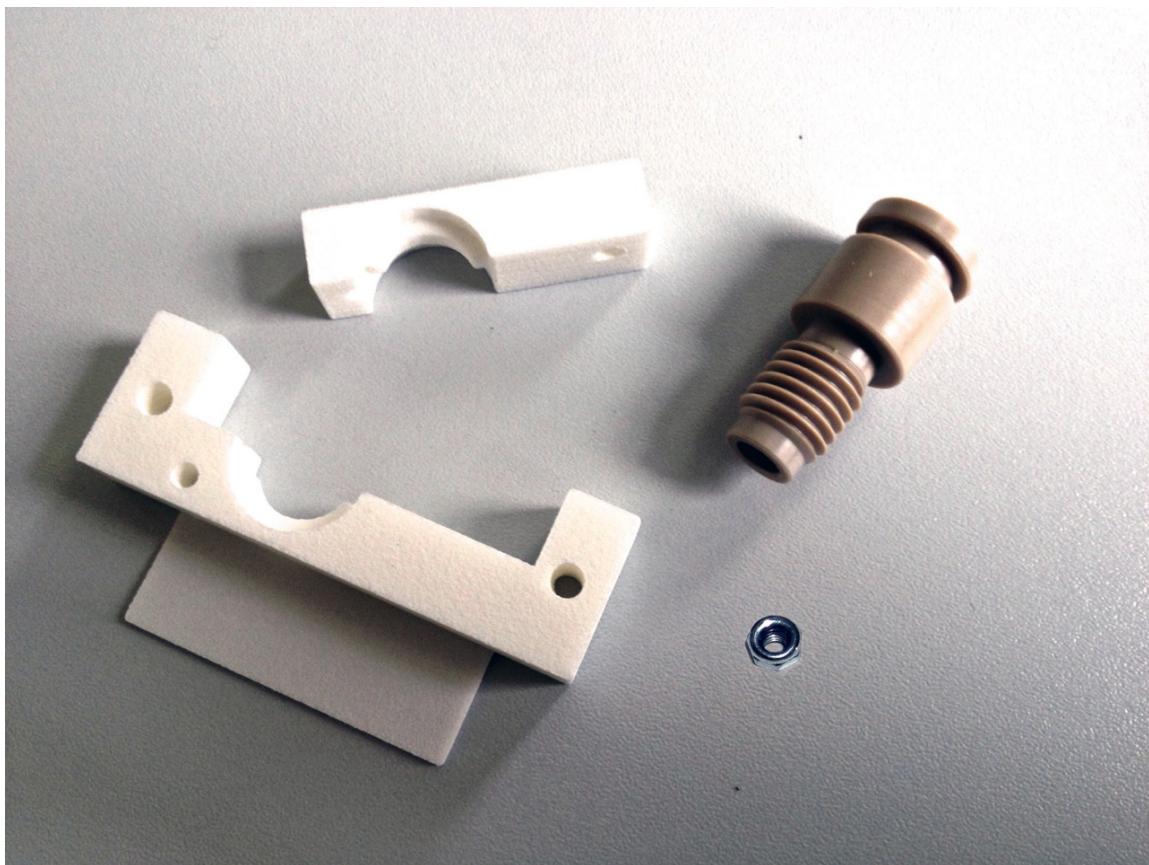
Die Filamentschraube wird auf die Achse des Schrittmotors geschoben und mit der Madenschraube fixiert. Dabei sollte ein kleiner Abstand zum Motor gelassen werden, damit ein freies Drehen nicht behindert wird (siehe Bild "Abschluss").

Abbildung 3.101. Filamentschraube Abschluss



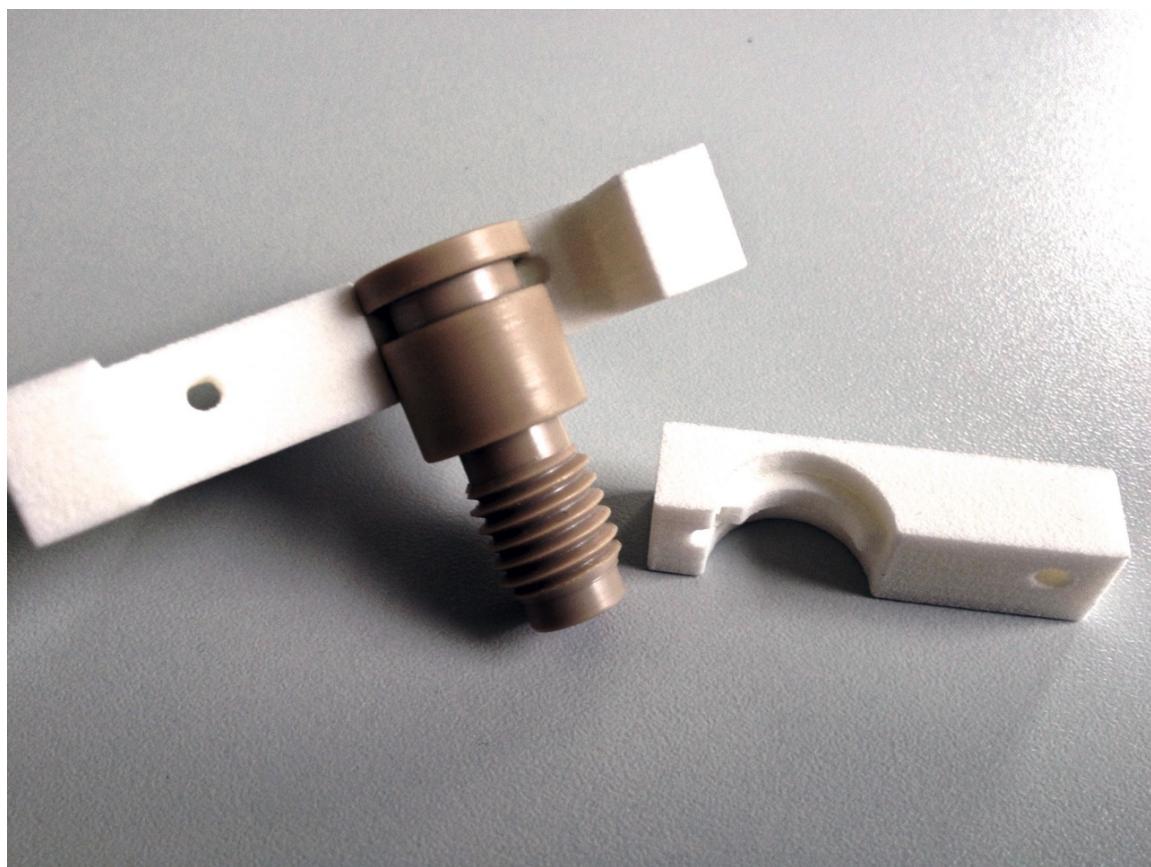
Zusammenbau Extruder-Grundplatte

Abbildung 3.102. Extruder-Grundplatte Übersicht



Die Thermalbarriere wird von den den Grundplattenteilen eingeschlossen, wobei die dünne Fläche wie im Bild "Abschluss gezeigt auf der Seite der Thermalbarriere liegen muss.

Abbildung 3.103. Extruder-Grundplatte Details



Die Mutter wird in die dafür vorgesehen Aussparung in der Grundplatte-Lüfter eingelegt.

Abbildung 3.104. Extruder-Grundplatte Abschluss



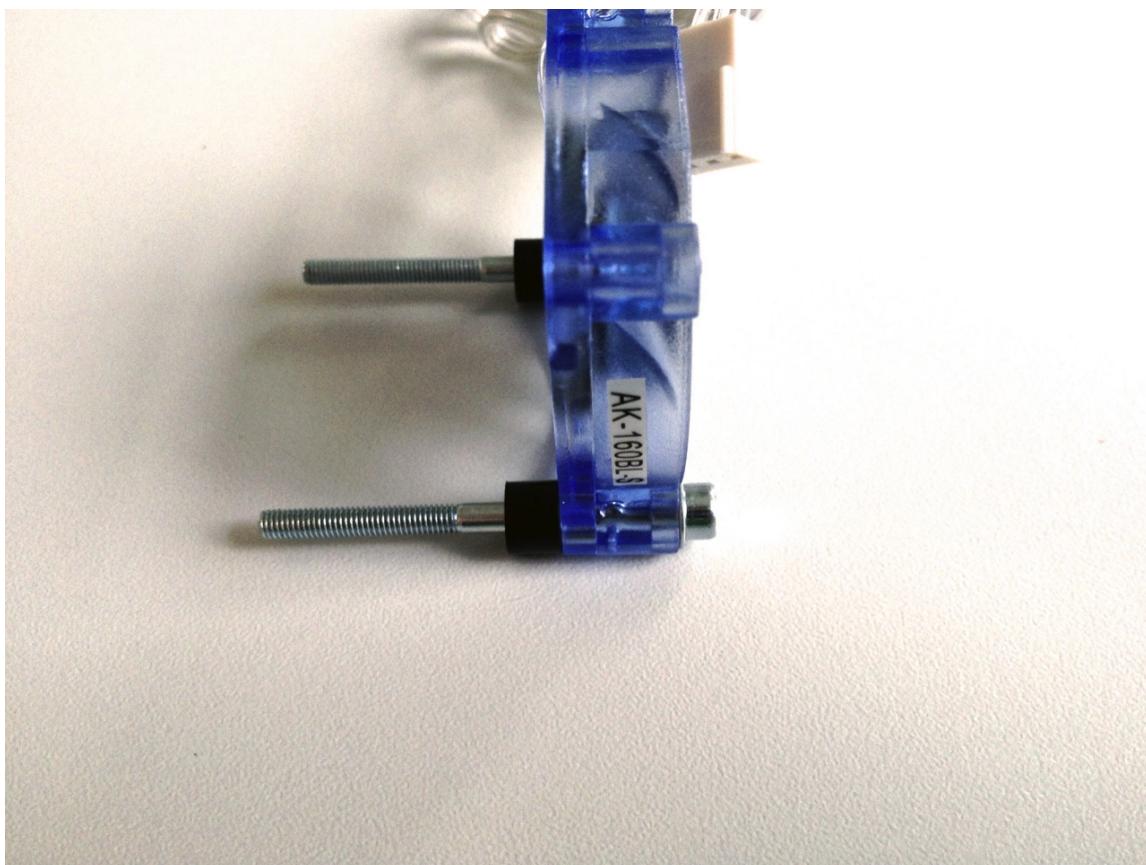
*Extruder Lüfter*

Abbildung 3.105. Extruder-Lüfter Übersicht



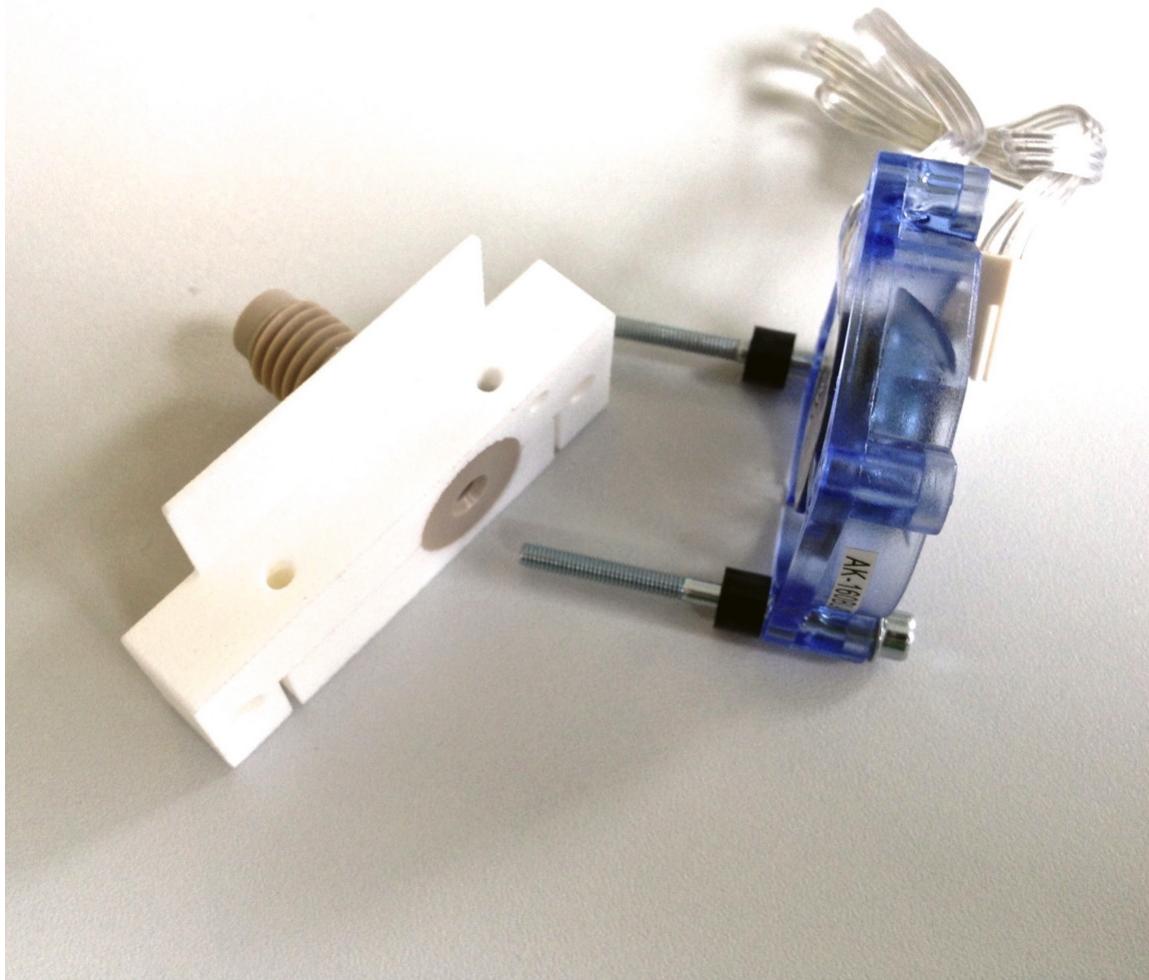
Die Zylinderkopfschrauben werden mit Unterlegscheiben bestückt und in zwei, auf einer Seite liegenden, Löcher gesteckt. Dabei müssen sich die Gewinde der Schrauben auf der Seite mit dem Sticker befinden, damit der Lüfter in Richtung Filament bläst. Anschließend werden auf die Schrauben noch die Hülsen aufgeschoben.

Abbildung 3.106. Extruder-Lüfter Abschluss



*Montage Extruder-Lüfter*

Abbildung 3.107. Extruder-Lüfter Übersicht



Der Extruder-Lüfter wird in die Extruder-Grundplatte gesteckt, so dass der Lüfter auf der Lüfteraufnahme sitzt.

Abbildung 3.108. Extruder-Lüfter Detail

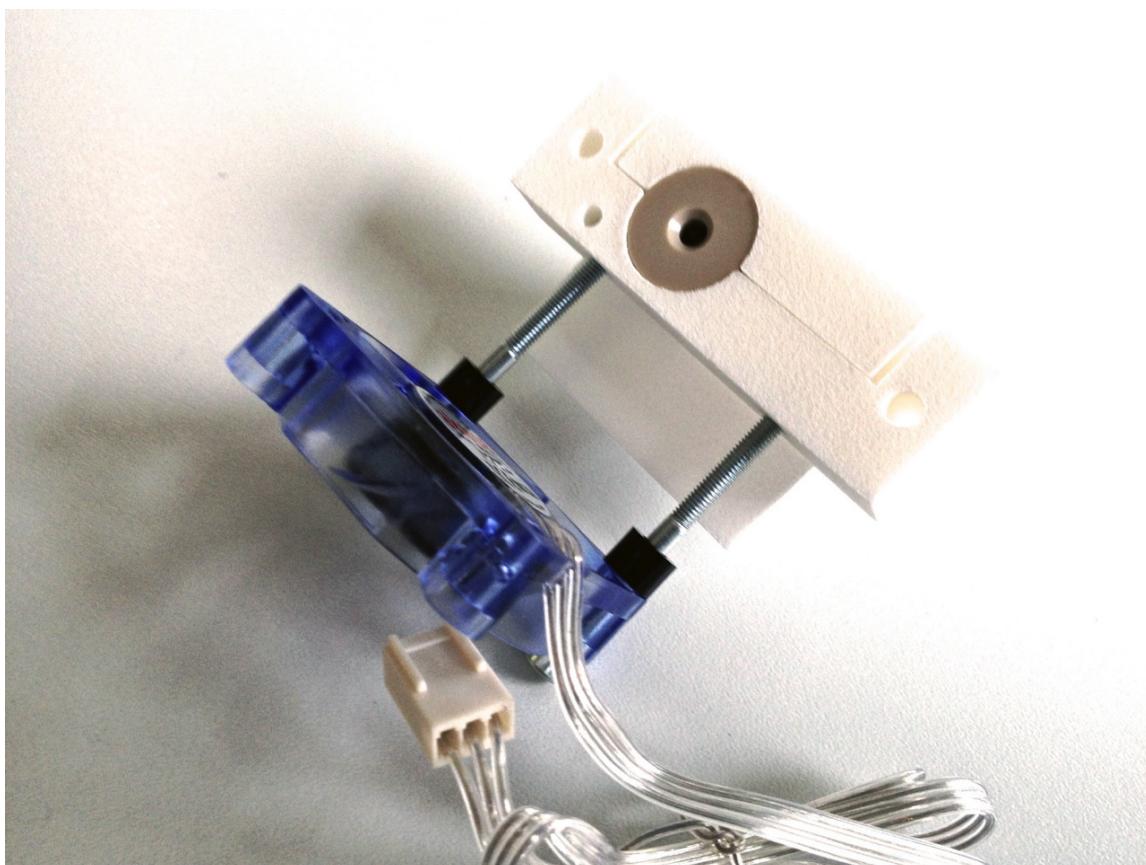


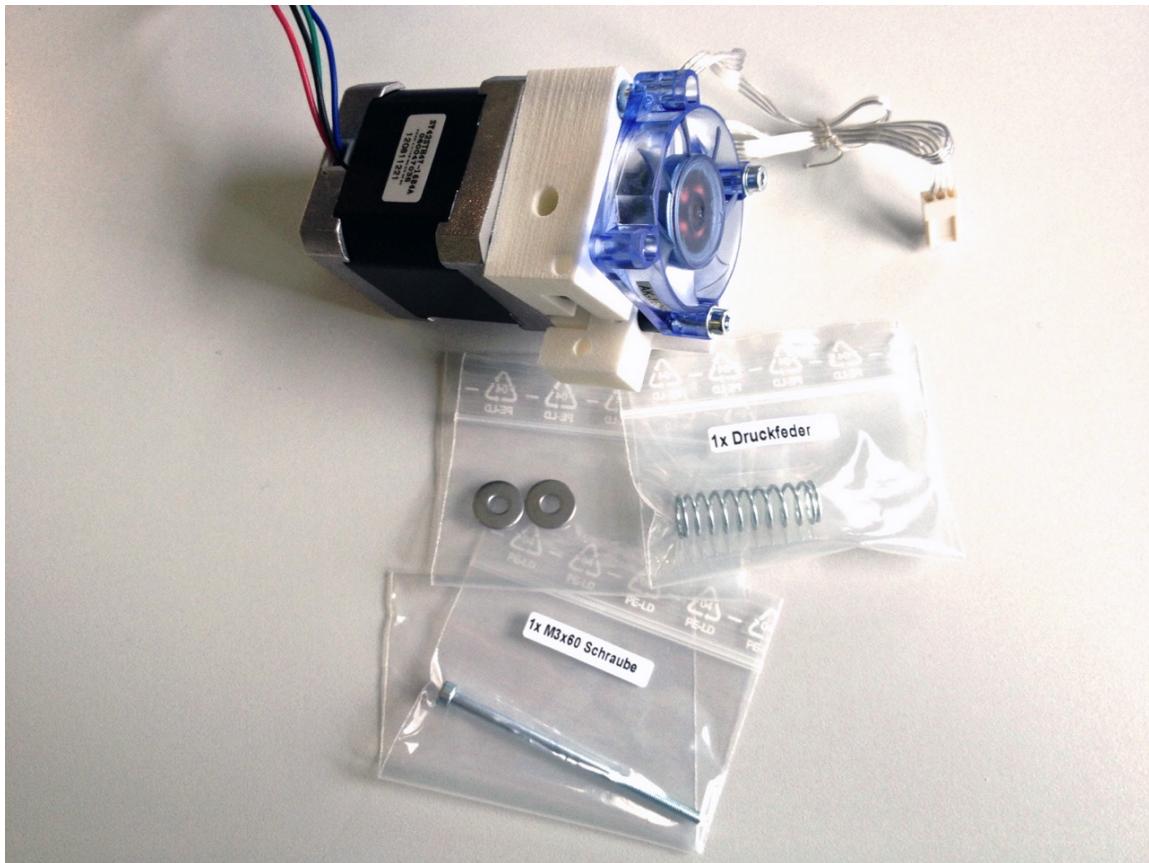
Abbildung 3.109. Extruder-Lüfter Abschluss



*Endmontage*



Abbildung 3.110. Extruder Endmontage Übersicht



Die Druckfeder wird auf die Zylinderkopfschraube geschoben und dabei von zwei Unterscheiben umschlossen. Die Zylinderkopfschraube wird in das Gegenlager geführt und mit der Mutter (siehe "Zusammenbau Extruder-Grundplatte [S. 107]") in der Grundplatte verschraubt.

Abbildung 3.111. Extruder Druckfeder

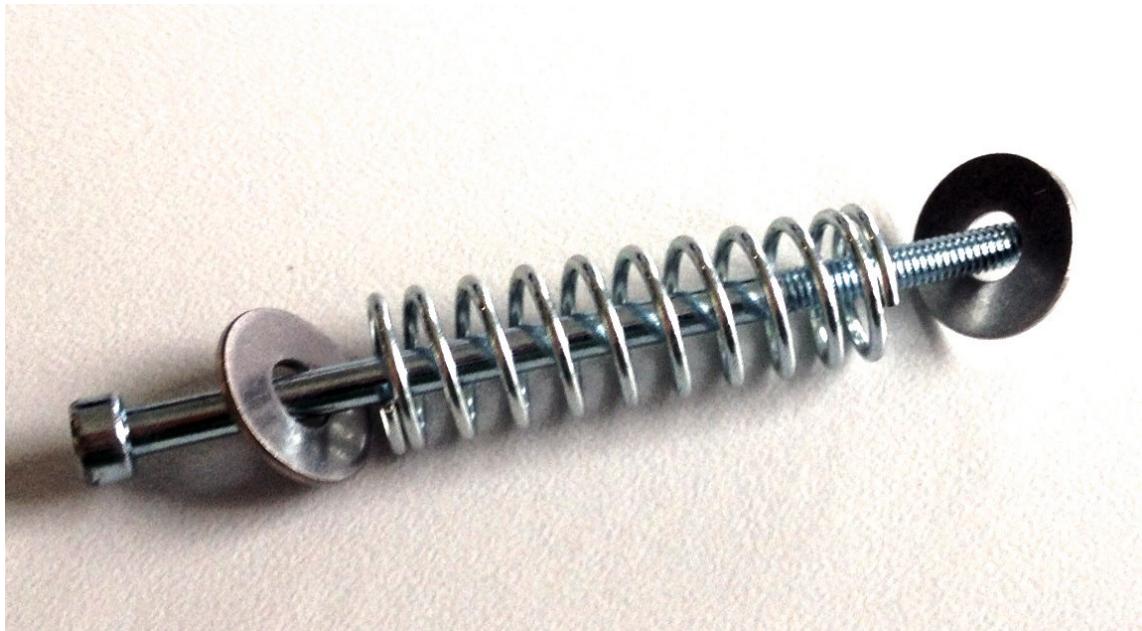


Abbildung 3.112. Extruder Endmontage Druckfeder

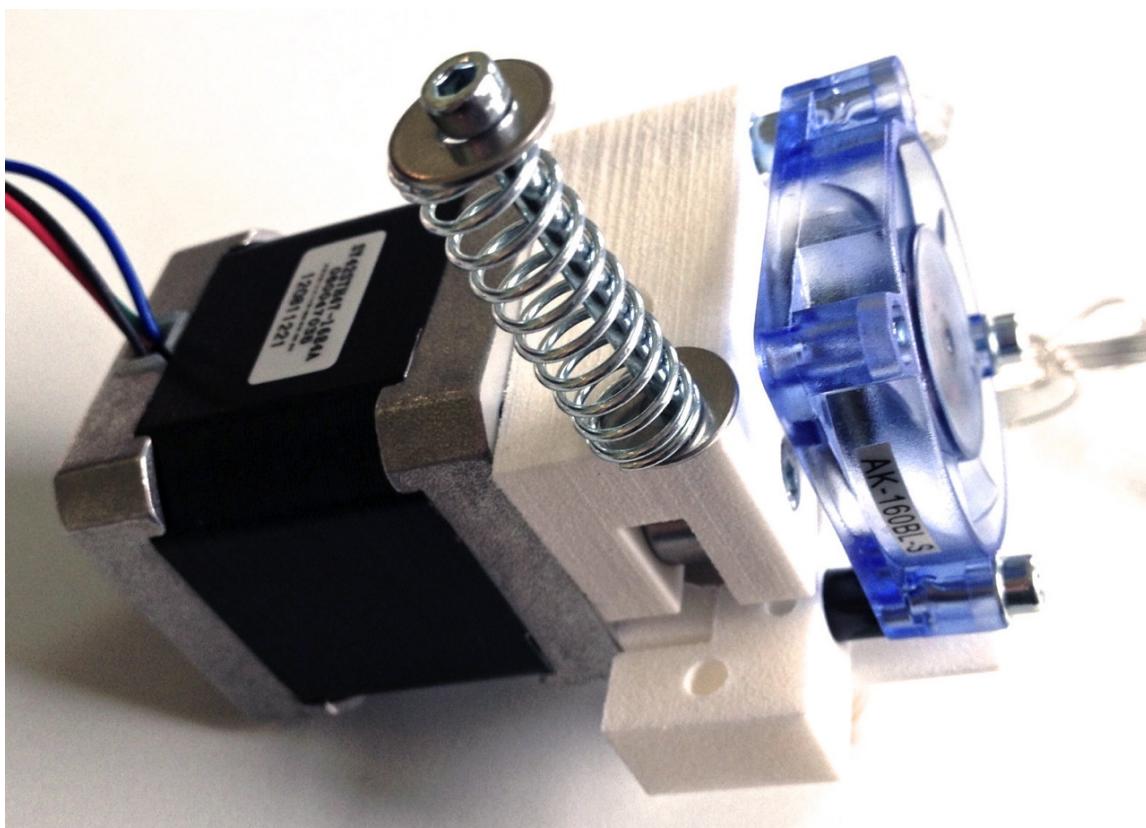
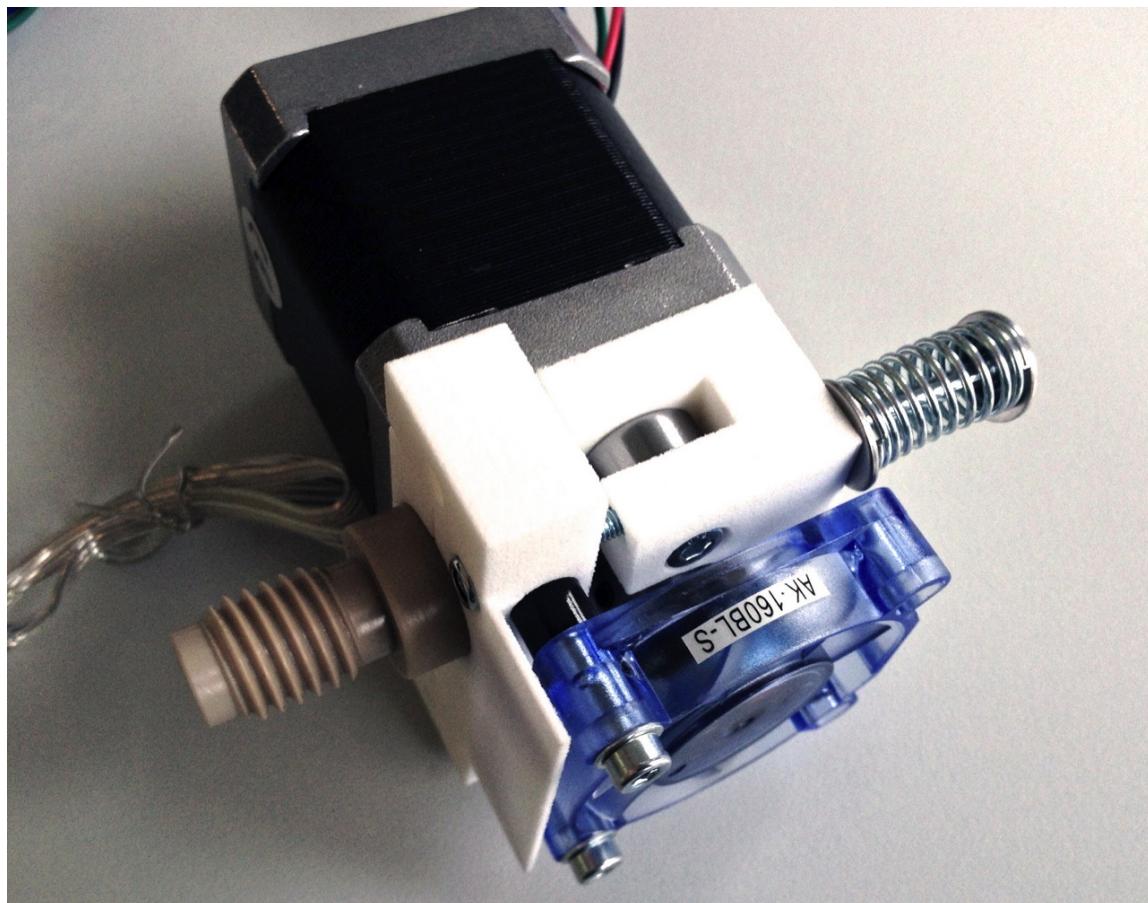




Abbildung 3.113. Extruder Endmontage Abschluss



### 3.10.2. Upgrade-Kit DD-Extruder Dual (Direct-Drive)

Mit dem Upgrade-Kit wird ein bereits vorhandener DD-Extruder Single um einen zweiten Extruder erweitert.

Dabei muss der DD-Extruder Single zwingend vorhanden sein, da viele Bauteile von diesem weiter verwendet werden.

Tabelle 3.33. Materialliste Upgrade-Kit DD-Extruder Dual (100008)

1x Schrittmotor, NEMA 17	1x M3 Madenschraube
1x Filamentschraube, Direct-Drive	1x Extruder Gegenlager, Direct-Drive [S. 24]
1x Kugellager 624-ZZ	1x Distanzhülse, 20mm
2x Grundplatte-Mittelstück [S. 26]	2x Grundplatte-Schrittmotor [S. 26]
2x PEEK-Thermalbarriere	2x Druckfeder
1x Montagelochband	1x Extruder-Lüfter
1x M3x14 Zylinderkopfschraube	3x M3x25 Zylinderkopfschraube
2x M3x40 Zylinderkopfschraube	2x M3x60 Zylinderkopfschraube
1x M4x12 Zylinderkopfschraube	4x M3 Unterlegscheibe
5x M3 Unterlegscheibe, großer AD	3x M3 selbstsichernde Mutter

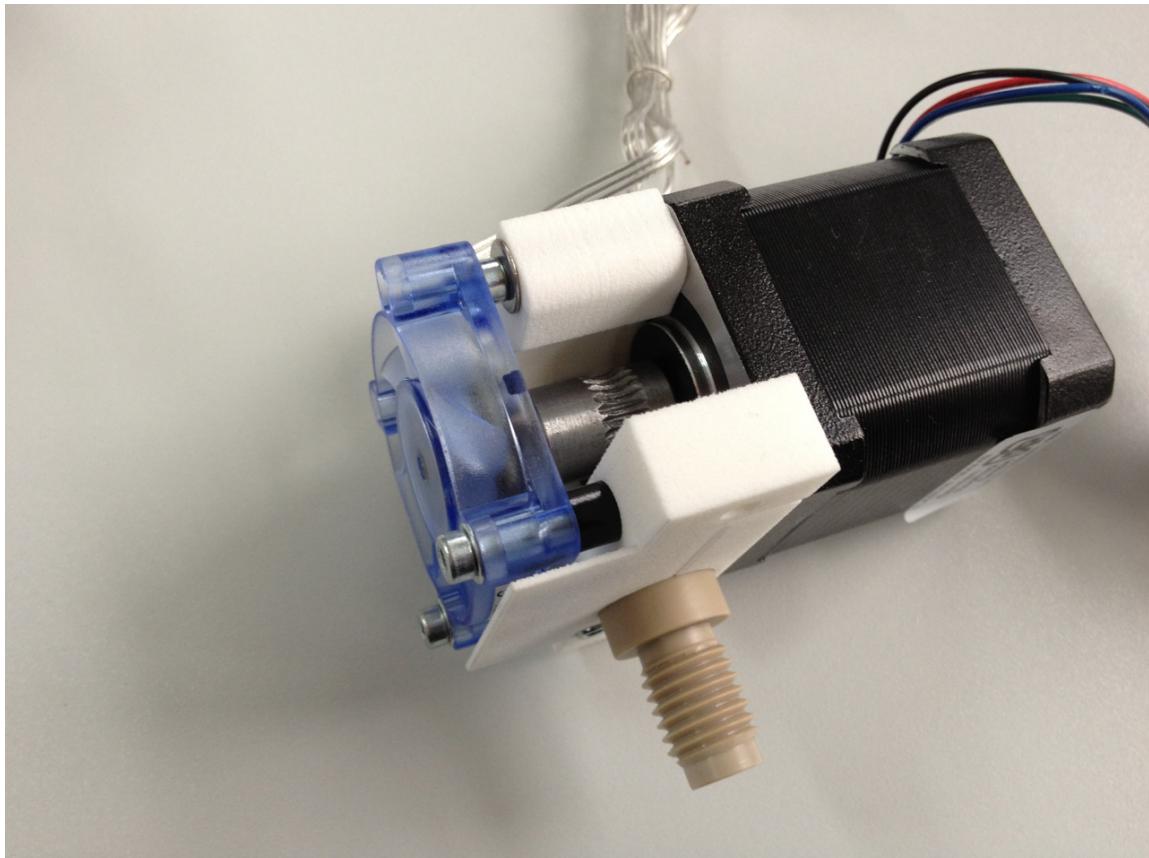
Einige Teile der Materialliste sind nicht im Upgrade-Kit enthalten, sie werden durch die Demontage des DD-Extruder Single bereitgestellt.

Abbildung 3.114. Upgrade-Kit DD-Extruder Dual Materialübersicht



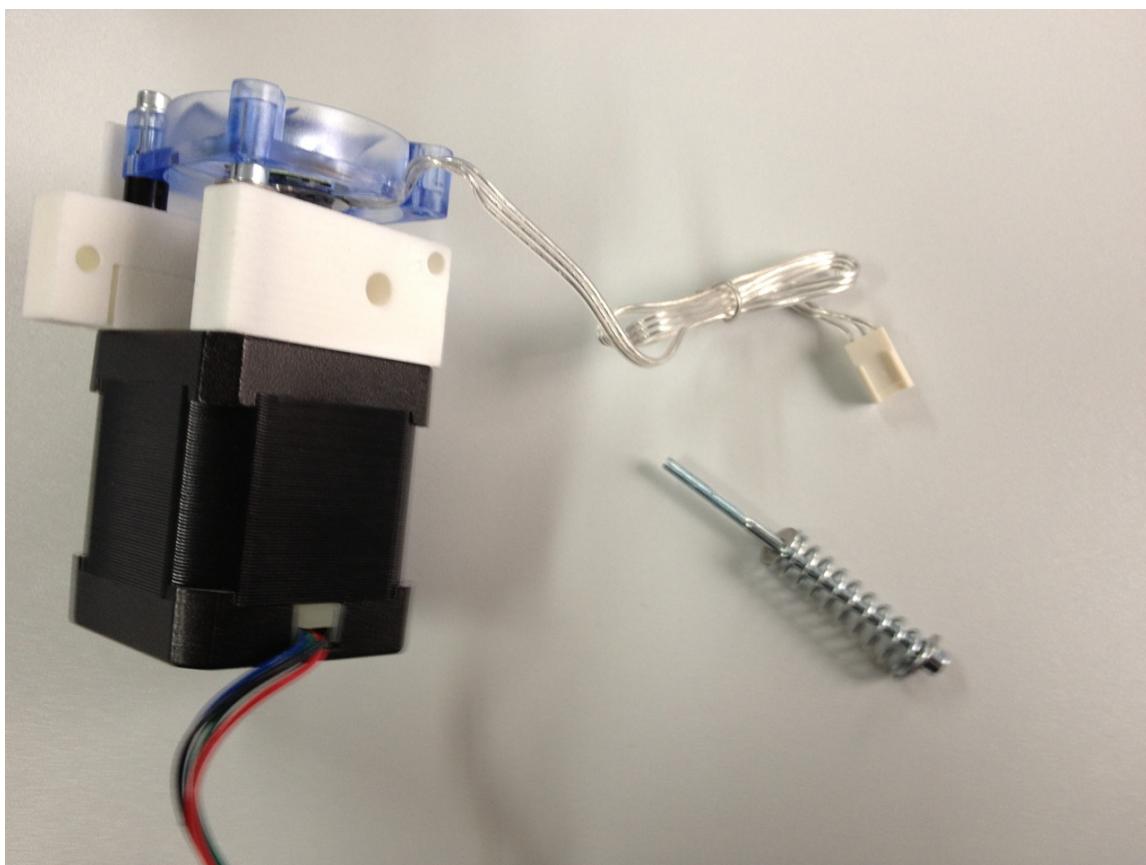
### *Demontage Druckfeder*

Abbildung 3.115. Demontage Druckfeder Materialübersicht



Die Zylinderkopfschraube wird komplett aus dem Gegenlager heraus geschraubt.

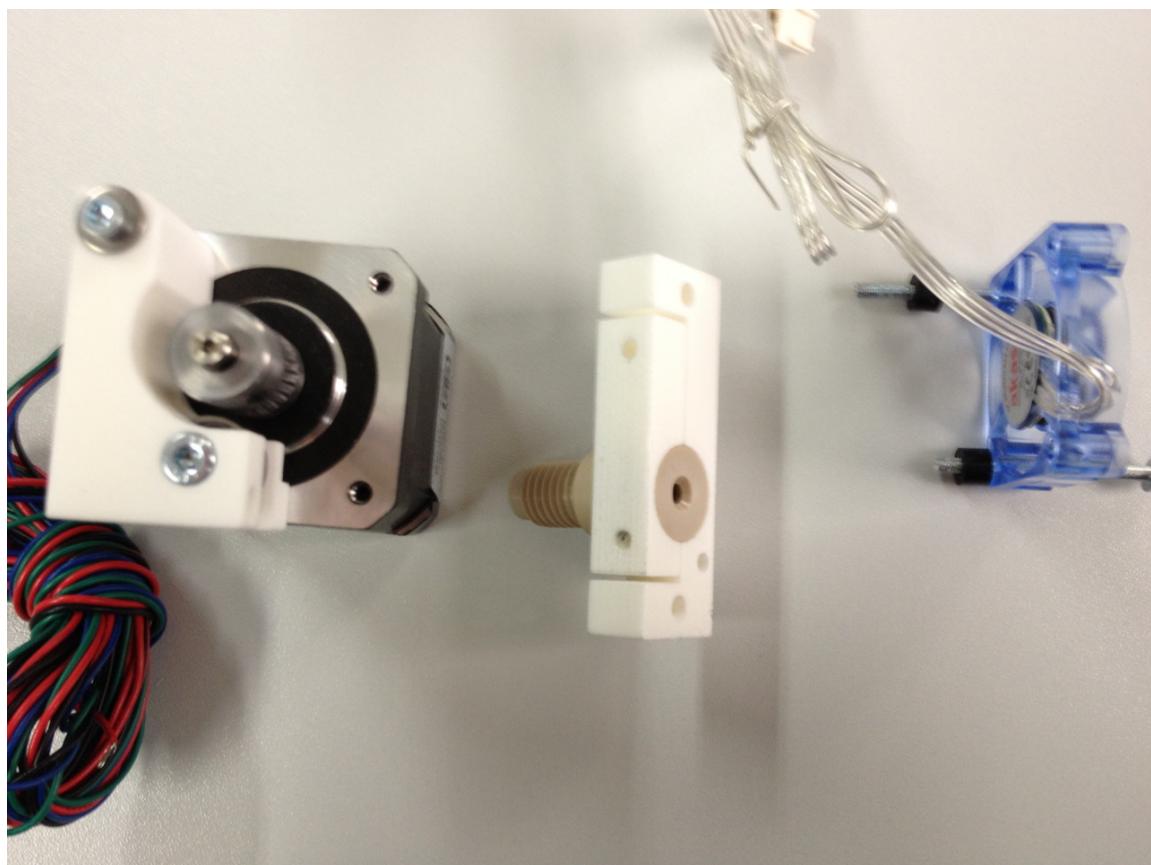
Abbildung 3.116. Abschluss Demontage Druckfeder



#### *Demontage Extruder-Lüfter*

Die Schrauben am Extruder-Lüfter werden gelöst, so dass die Extruder-Grundplatte vom Schrittmotor entfernt werden kann.

Abbildung 3.117. Abschluss Demontage Extruder-Lüfter



#### *Demontage Extruder-Grundplatte*

Da für den DD-Extruder Dual eine andere Grundplatte verwendet wird, muss diese zunächst zerlegt werden um die PPEK-Thermalbarriere freizulegen. Ebenfalls muss die selbstsichernde Mutter aus der Grundplatte-Lüfter entnommen werden (Bild "Abschluss 2").

Abbildung 3.118. Abschluss 1 Demontage Extruder-Grundplatte

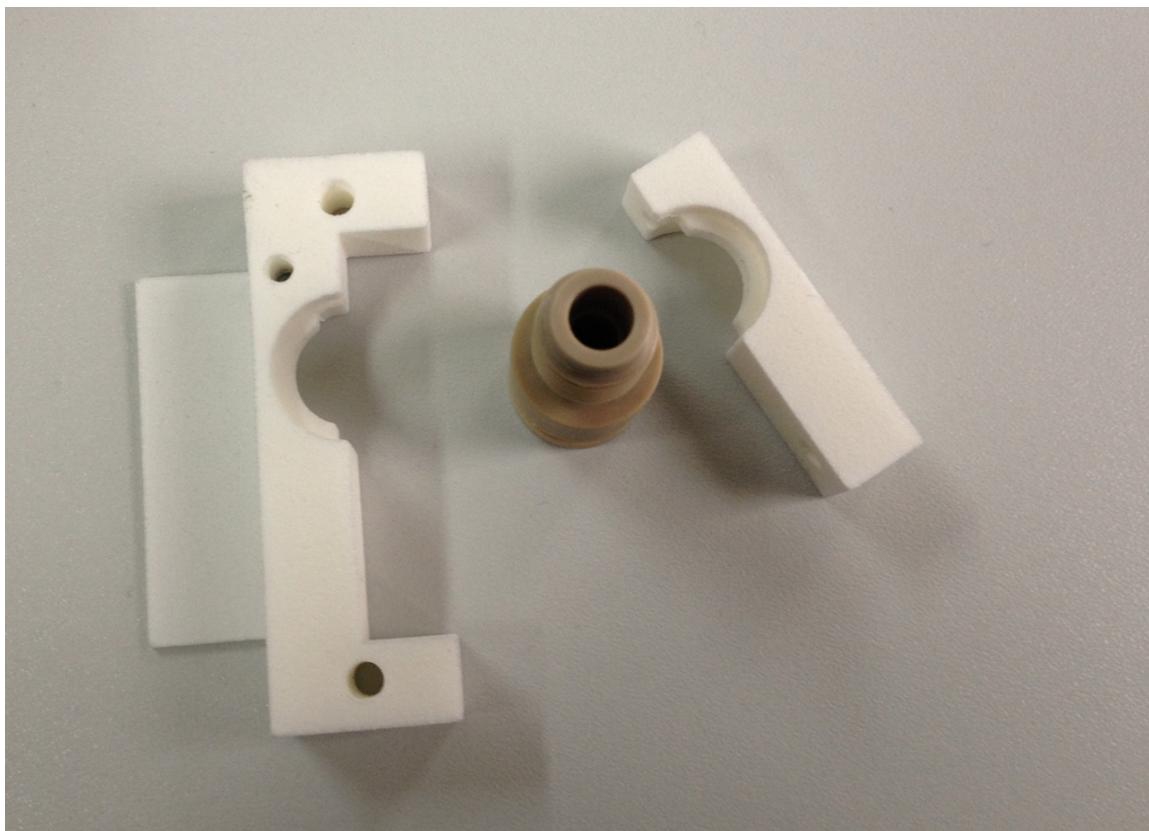
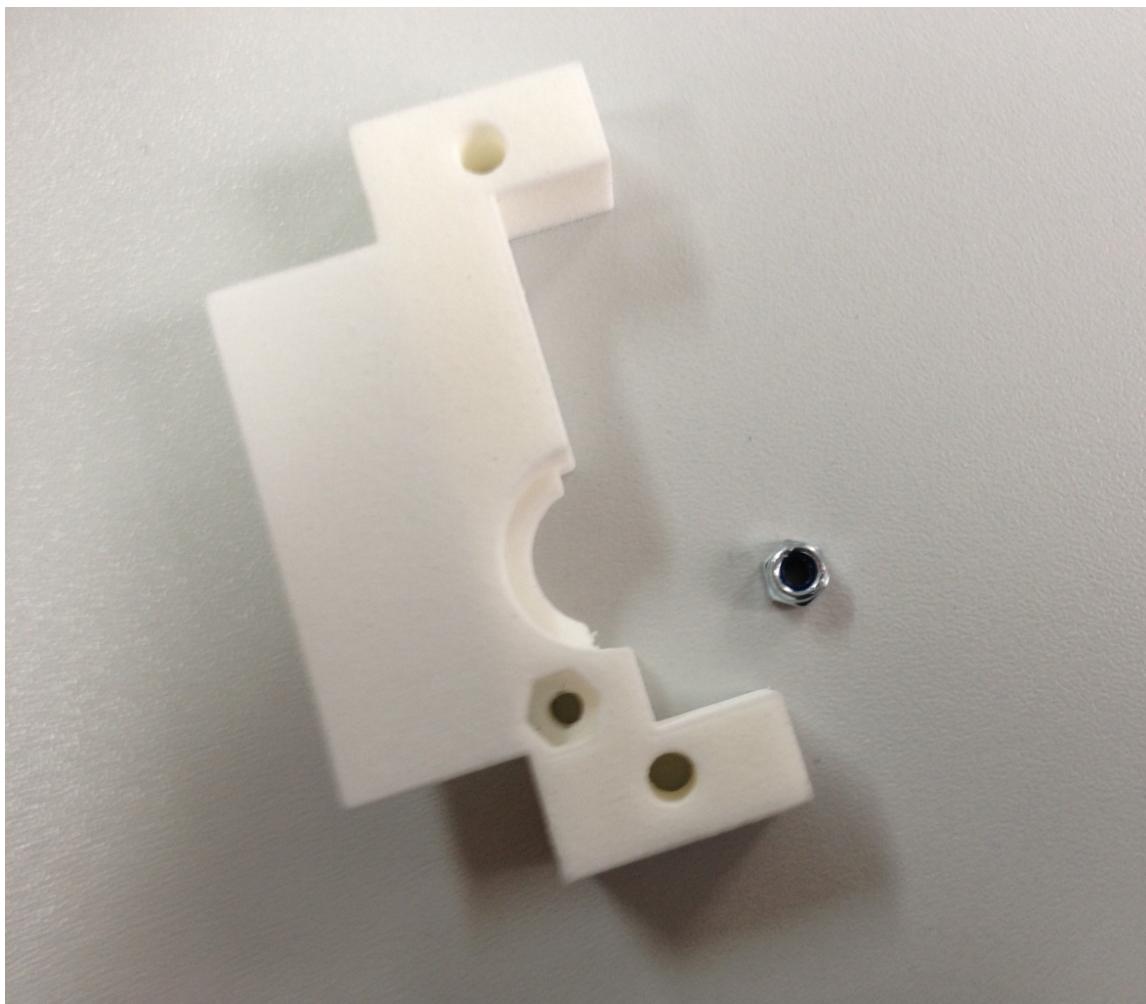
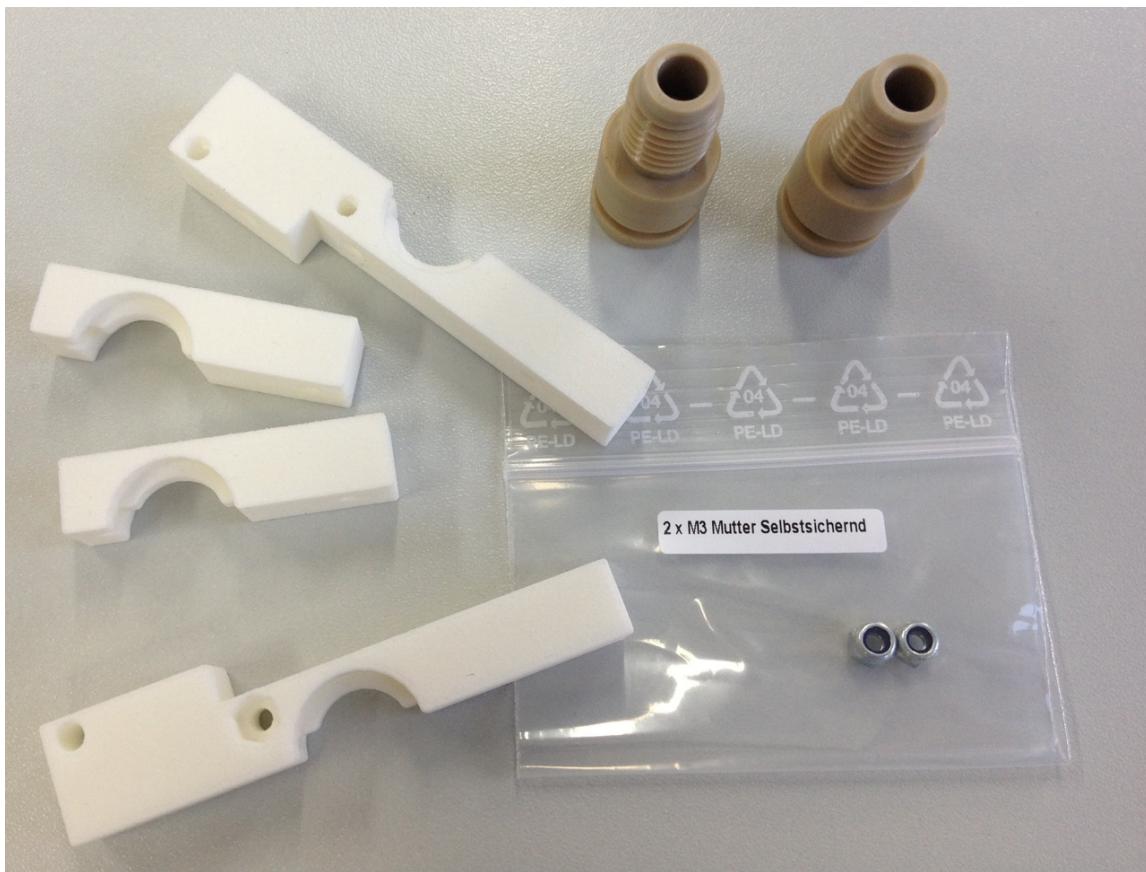


Abbildung 3.119. Abschluss 2 Demontage Extruder-Grundplatte



*Zusammenbau Extruder-Grundplatte*

Abbildung 3.120. Zusammenbau Extruder-Grundplatte Materialübersicht



Je eine Thermalbarriere wird von den zwei Grundplattenteilen eingeschlossen, zusätzlich wird die Mutter in die dafür vorgesehene Aussparung in der Grundplatte-Lüfter eingelegt.

Abbildung 3.121. Details PEEK-Thermalbarriere

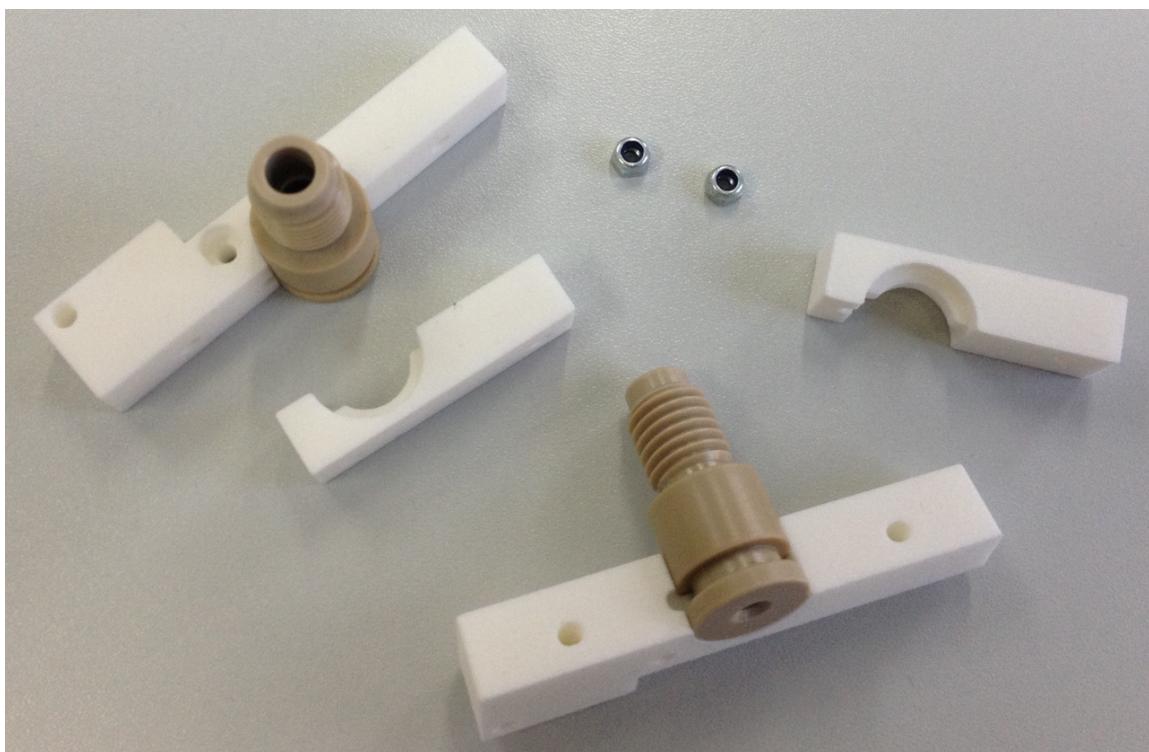
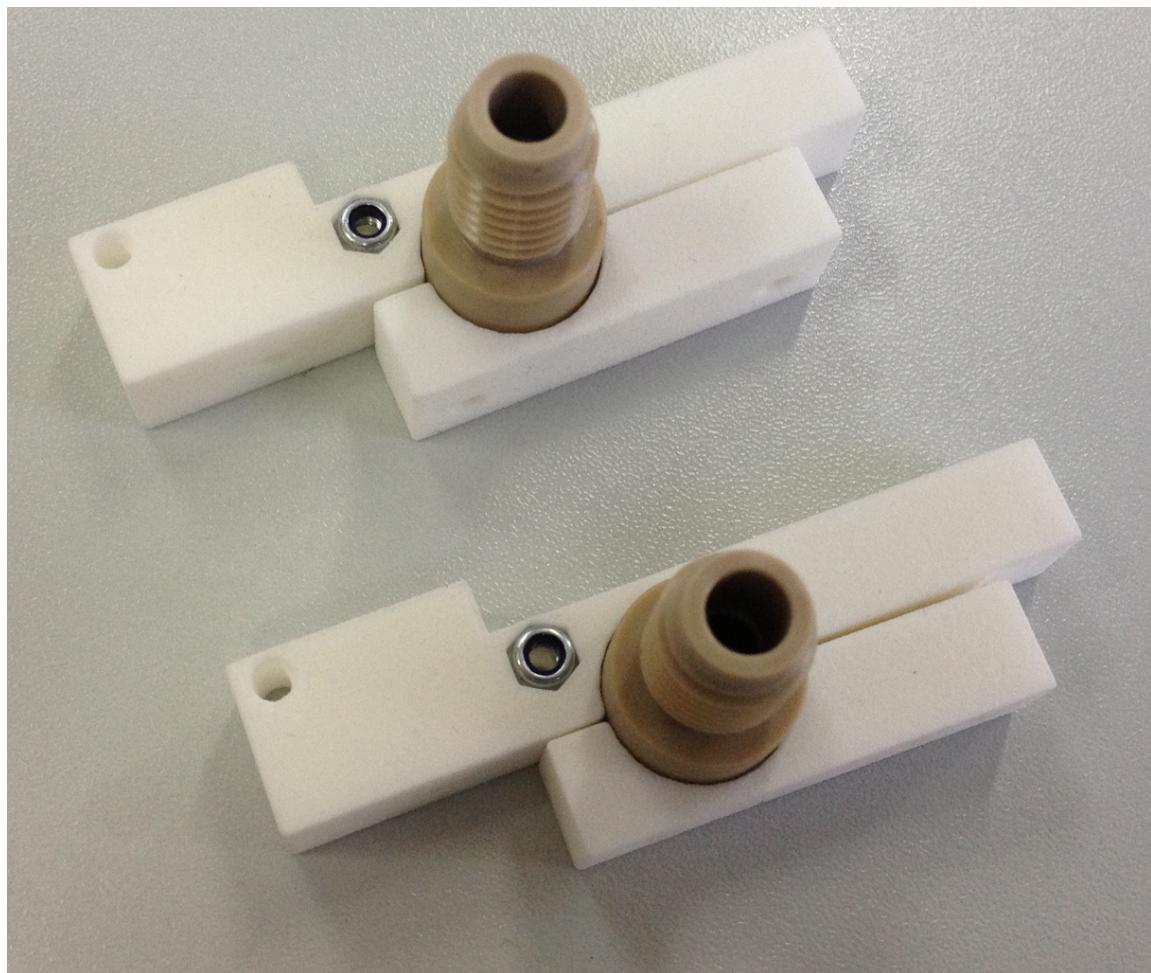


Abbildung 3.122. Abschluss Zusammenbau Extruder-Grundplatte



*Zusammenbau Gegenlager*

Abbildung 3.123. Gegenlager Materialübersicht



Nach der Demontage des DD-Extruders Single wird der zusätzliche Schrittmotor mit Gegenlager und Filamentschraube ausgestattet.

Dafür wird zunächst das Kugellager in die Aussparung im Gegenlager gelegt und mit der Zylinderkopfschraube fixiert. Die Zylinderkopfschraube benötigt dabei keine Mutter.

Abbildung 3.124. Gegenlager Abschluss



*Halterung Gegenlager*

Abbildung 3.125. Halterung Gegenlager Übersicht

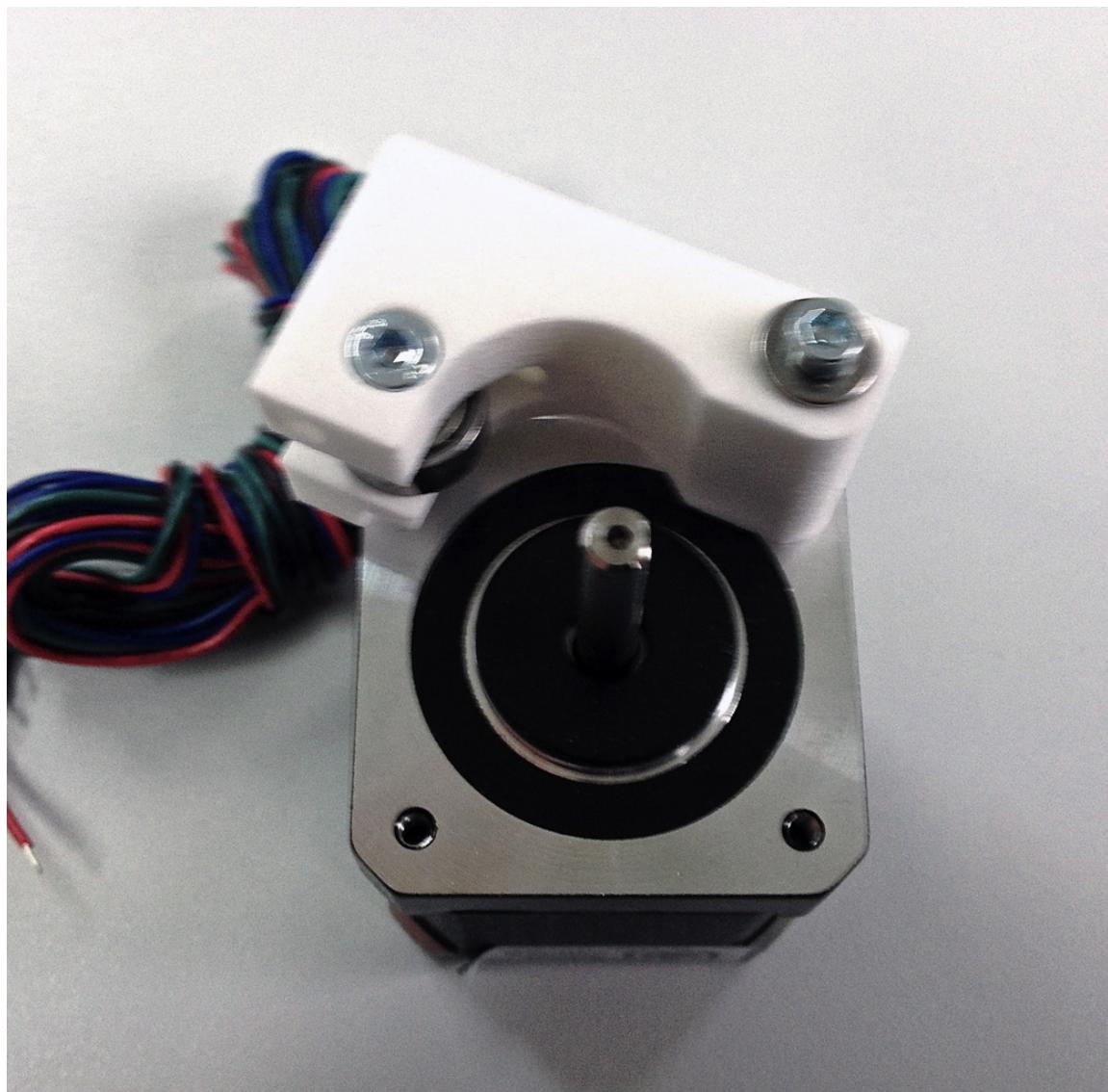


Abbildung 3.126. Halterung Gegenlager Detail Hülse



Die Zylinderkopfschraube wird mit den Unterlegscheiben bestückt und in die Distanzhülse geschoben. Damit wird das Gegenlager direkt, wie auf dem Bild "Abschluss" gezeigt, an den Schrittmotor geschraubt.

Abbildung 3.127. Halterung Gegenlager Abschluss



*Filamentschraube*

Abbildung 3.128. Filamentschraube Übersicht



Abbildung 3.129. Filamentschraube Details



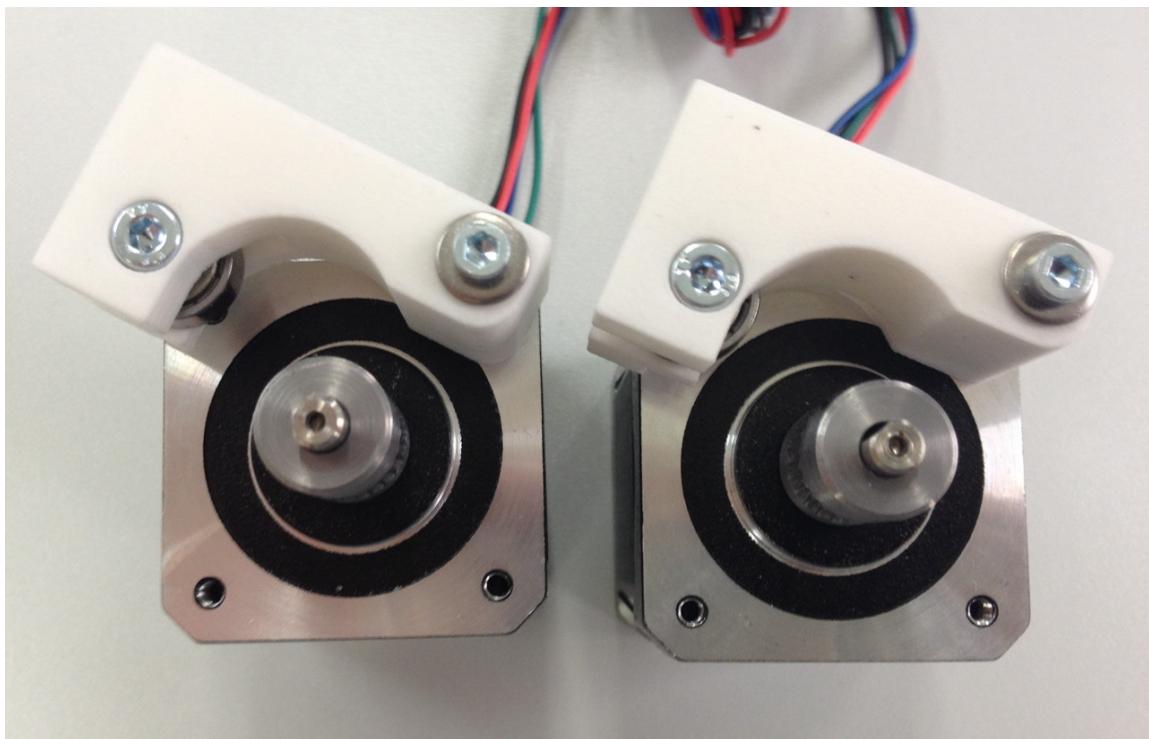
Die Filamentschraube wird auf die Achse des Schrittmotors geschoben und mit der Madenschraube fixiert. Dabei sollte ein kleiner Abstand zum Motor gelassen werden, damit ein freies Drehen nicht behindert wird (siehe Bild "Abschluss").

Abbildung 3.130. Filamentschraube Abschluss



Anschließend haben beide Schrittmotoren den gleichen Bearbeitungsstand.

Abbildung 3.131. Aktueller Bearbeitungszustand Upgrade-Kit



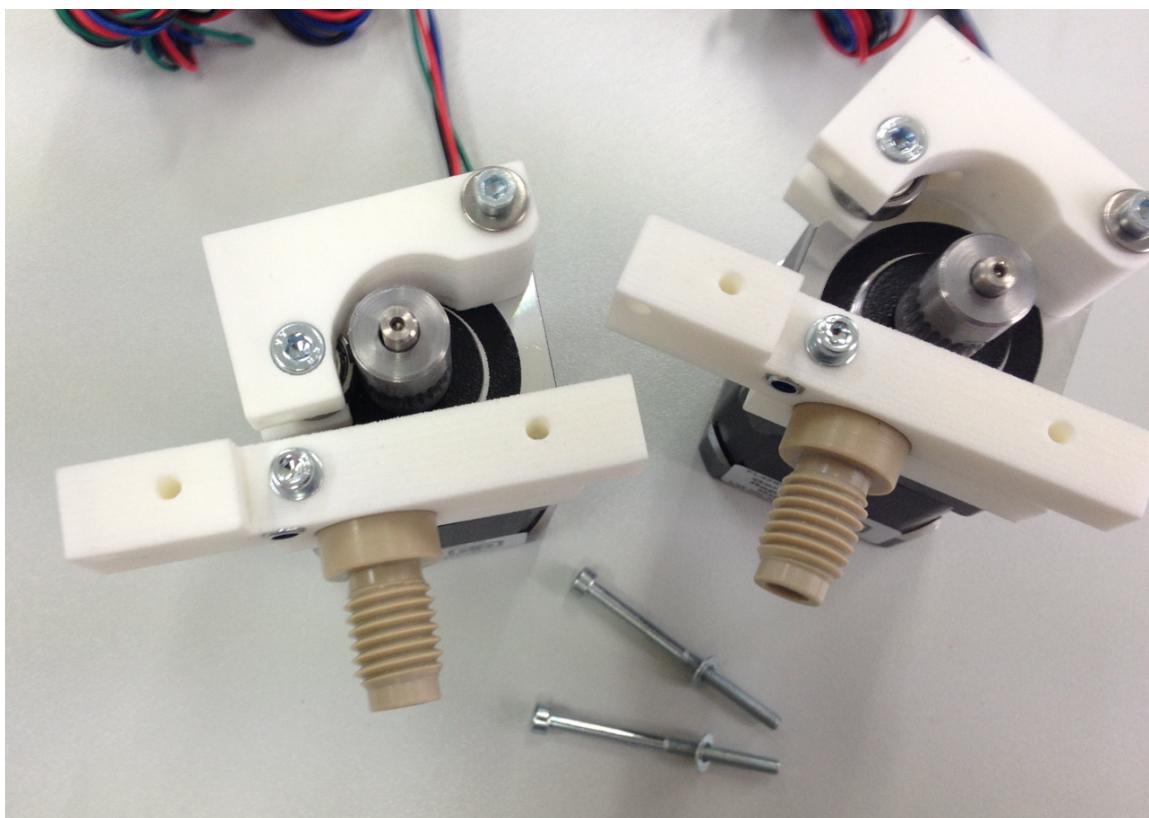
*Montage Extruder-Grundplatte*

Abbildung 3.132. Montage Extruder-Grundplatte Materialübersicht



Durch die Bohrung, welche sich nah an der PEEK-Thermalbarriere befindet, wird mit einer M3x25 Zylinderkopfschraube die Grundplatte an den Schrittmotor geschraubt.

Abbildung 3.133. Montage Extruder-Grundplatte Details Ausrichtung



Nun werden beide Schrittmotoren mit den Grundplatten aneinander gelegt und mit den M3x40 Zylinderkopfschrauben im anderen Schrittmotor verschraubt (Bild "Details Ausrichtung"), so bilden beide Schrittmotoren eine feste Einheit.

Abbildung 3.134. Montage Extruder-Grundplatte Details Ausrichtung

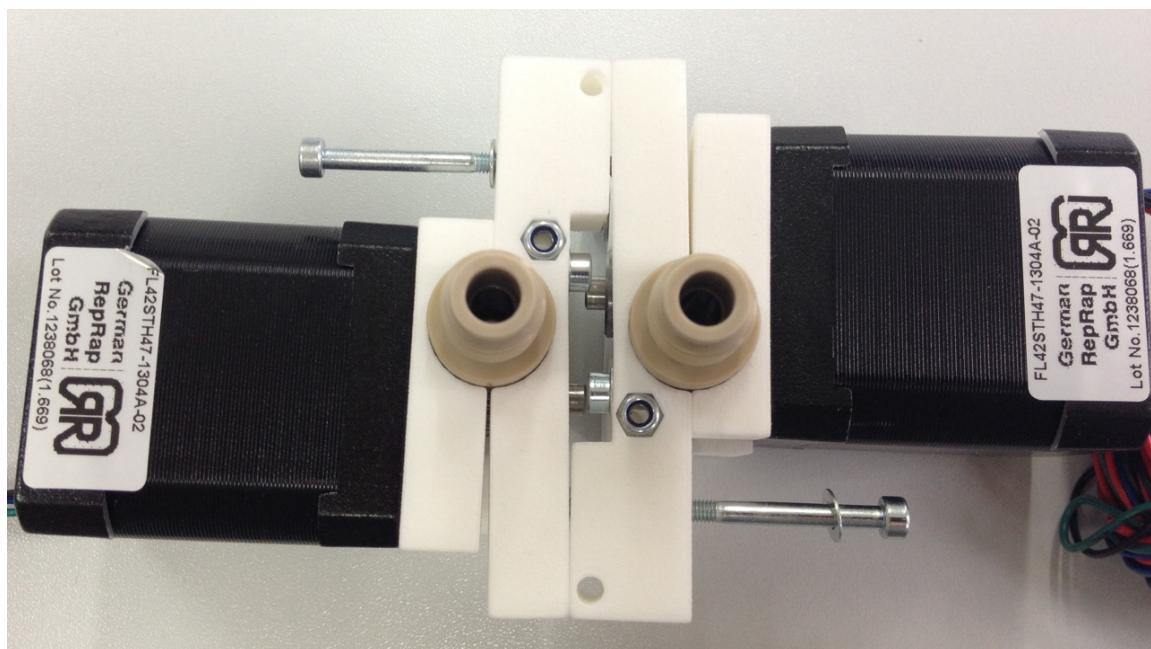
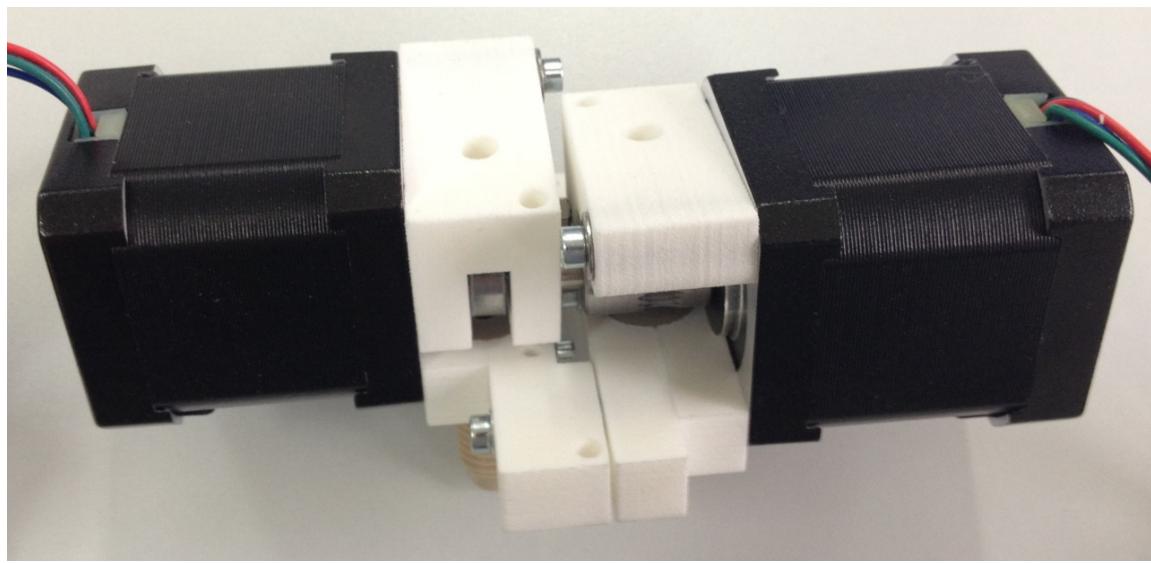


Abbildung 3.135. Abschluss Montage Extruder-Grundplatte



### Montage Druckfeder

Abbildung 3.136. Montage Druckfeder Materialübersicht



Die Druckfeder wird auf die Zylinderkopfschraube geschoben und dabei von zwei Unterscheiben umschlossen. Die Zylinderkopfschraube wird in das Gegenlager geführt und mit der Mutter (siehe Zusammenbau Extruder-Grundplatte) in der Grundplatte verschraubt.

Abbildung 3.137. Montage Druckfeder Details Druckfeder



*Vorbereitung Extruder-Lüfter*

Abbildung 3.138. Vorbereitung Extruder-Lüfter Materialübersicht



Das Montagelochblech muss zunächst zu einem rechten Winkel gebogen werden.

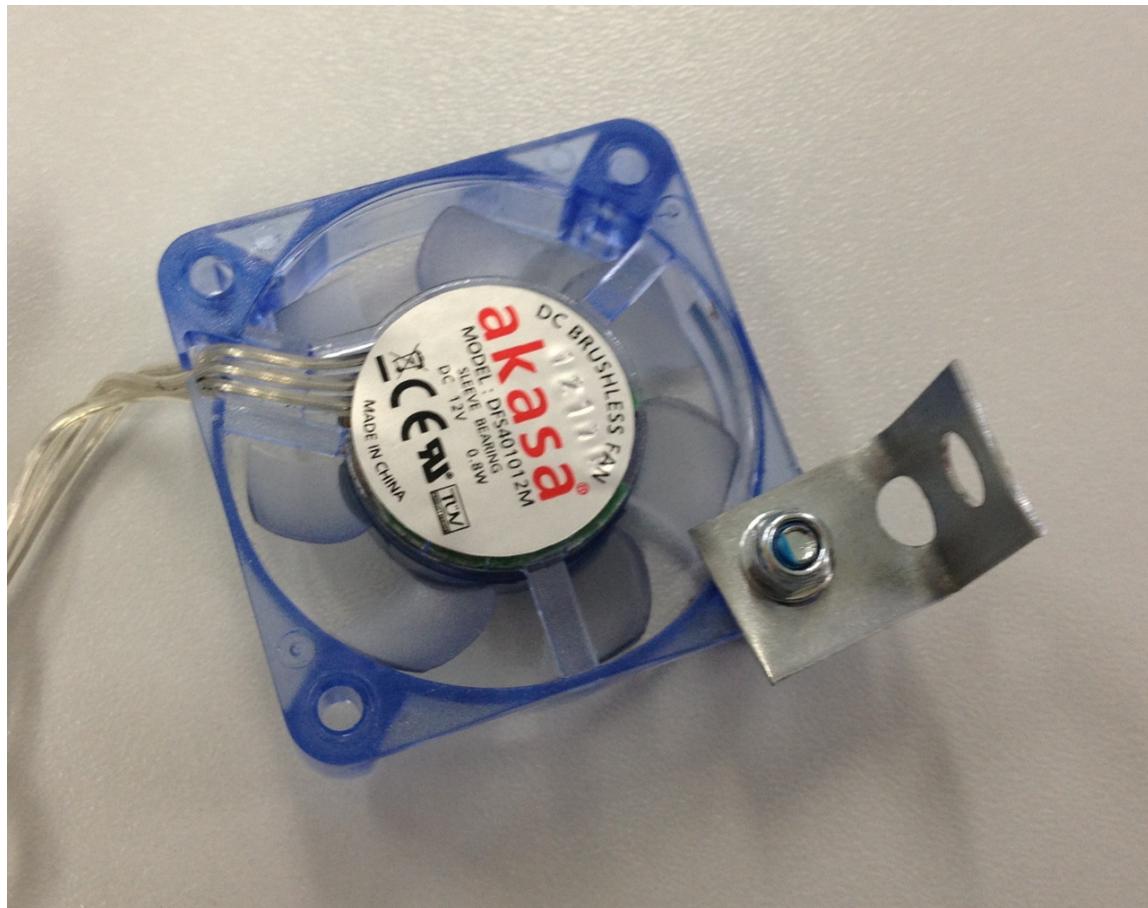


Abbildung 3.139. Vorbereitung Extruder-Lüfter Details Montagelochband



Anschließend wird dieses wie im Bild "Details Verschraubung" gezeigt verschraubt. Dabei müssen sich der Winkel auf der Seite mit dem Sticker befinden, damit der Lüfter in Richtung Filament bläst.

Abbildung 3.140. Abschluss Vorbereitung Extruder-Lüfter



Ist der DD-Extruder Dual mit dem Upgrade-Kit soweit montiert worden, wird eine zweites Hot-End benötigt. Anschließend ist das Upgrade abgeschlossen.

Die Befestigung erfolgt wie die ein normaler DD-Extruder Dual.

### 3.10.3. Befestigung DD-Extruder

Bei der Befestigung der Extruder wird ebenfalls zwischen DD-Extruder Single und Dual unterschieden. Die Anleitung ist entsprechend zu wählen

- Direct-Drive-Extruder Single [S. 144]
- Direct-Drive-Extruder Dual [S. 145]

### 3.10.3.1. Befestigung Extruder Single

Tabelle 3.34. Materialliste Befestigung Extruder Single

2x M4x30 Zylinderkopfschraube	2x M4 selbstsichernde Mutter
4x M4 Unterlegscheibe	1x M3x14 Zylinderkopfschraube

Abbildung 3.141. Befestigung Extruder Single Materialübersicht 1

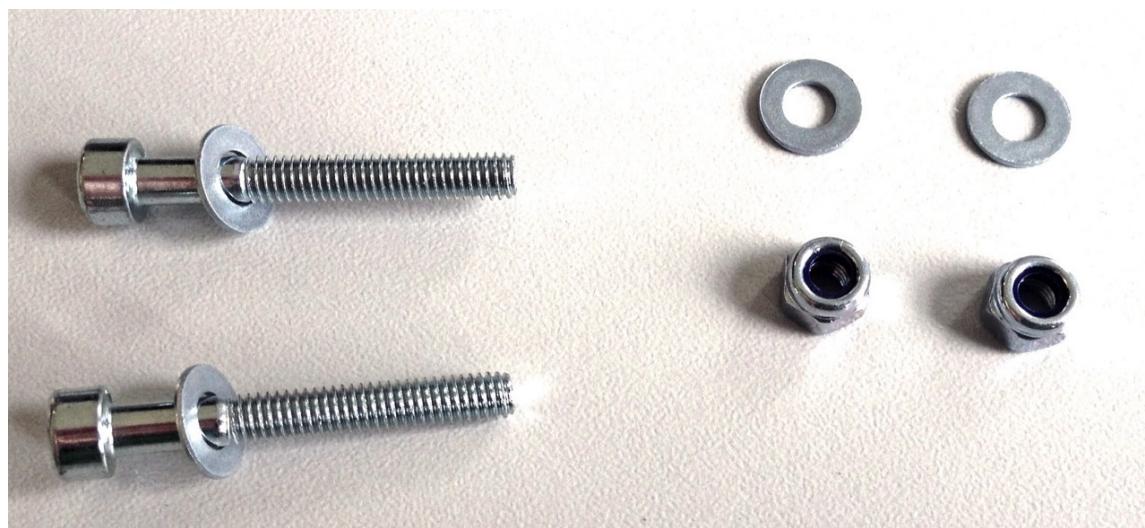
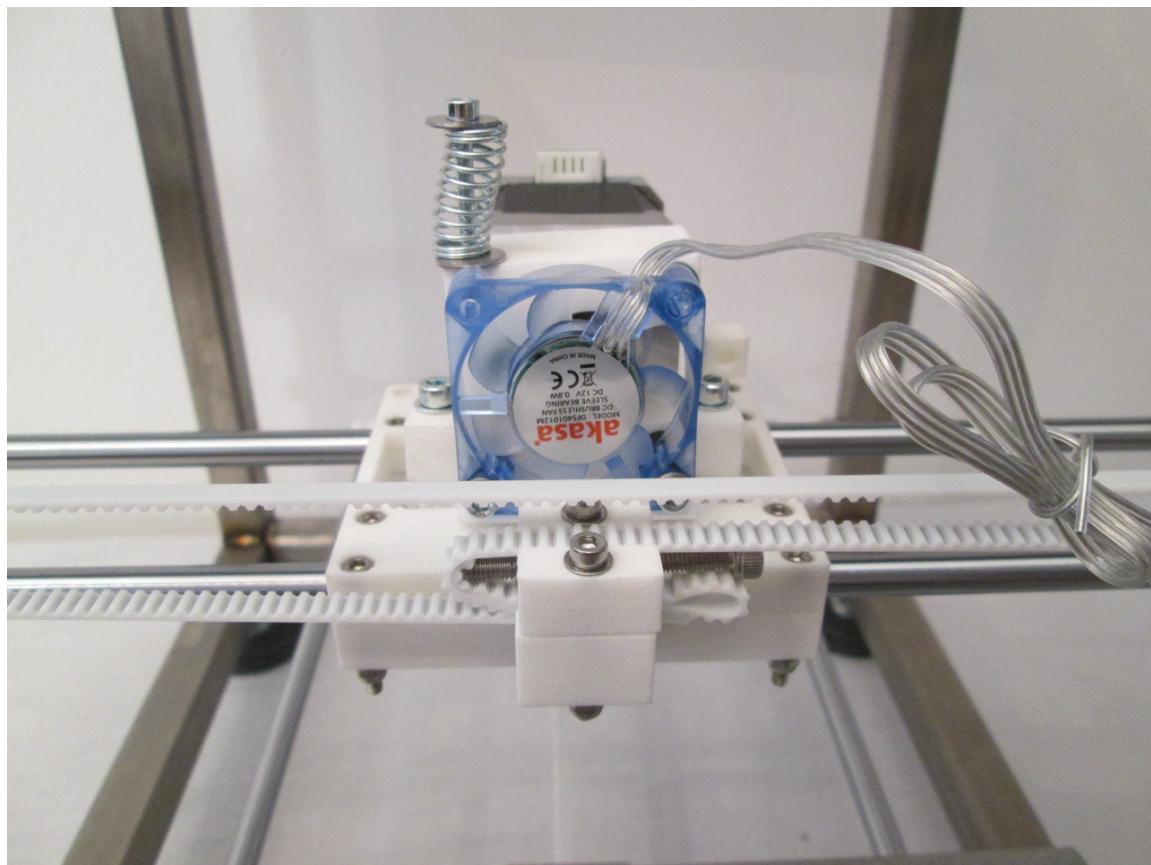


Abbildung 3.142. Befestigung Extruder Single Materialübersicht 2



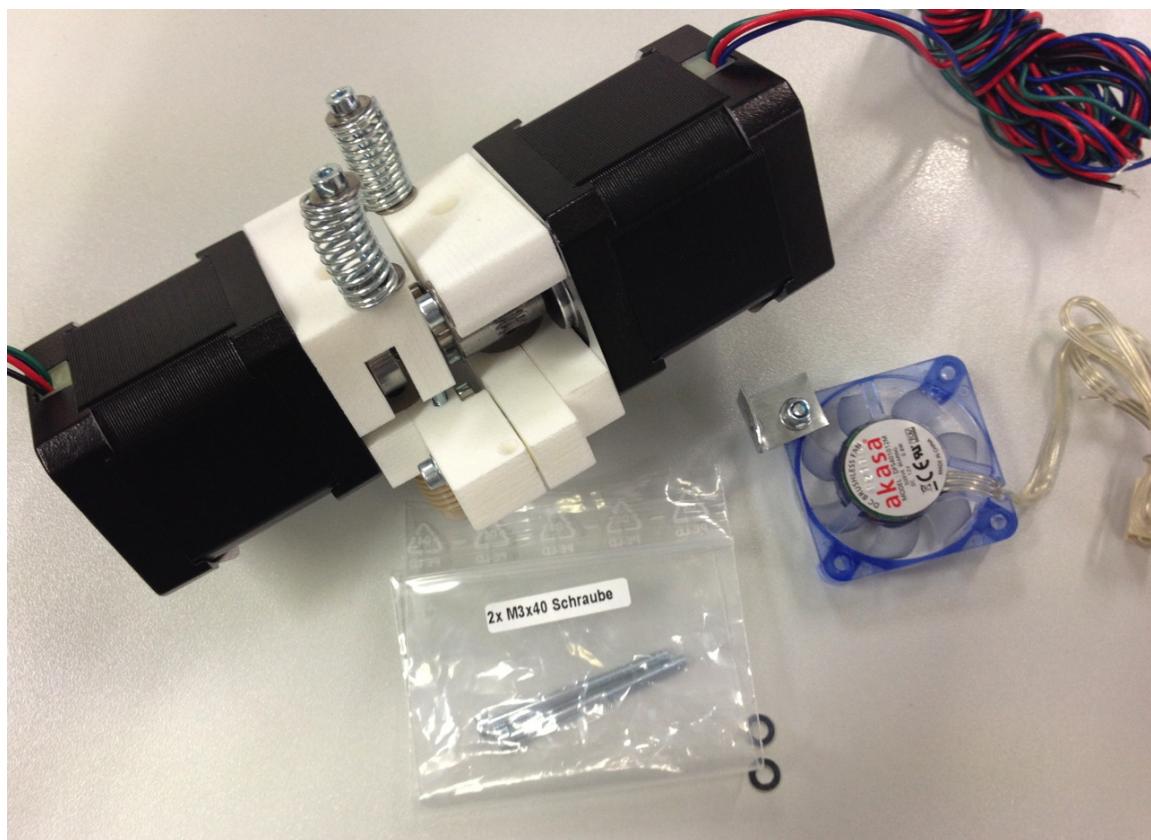
Der fertige Extruder-block wird nun mit dem X-Achsen-Schlitten fest verschraubt.

### 3.10.3.2. Befestigung Extruder Dual

Tabelle 3.35. Materialliste Befestigung Extruder Dual

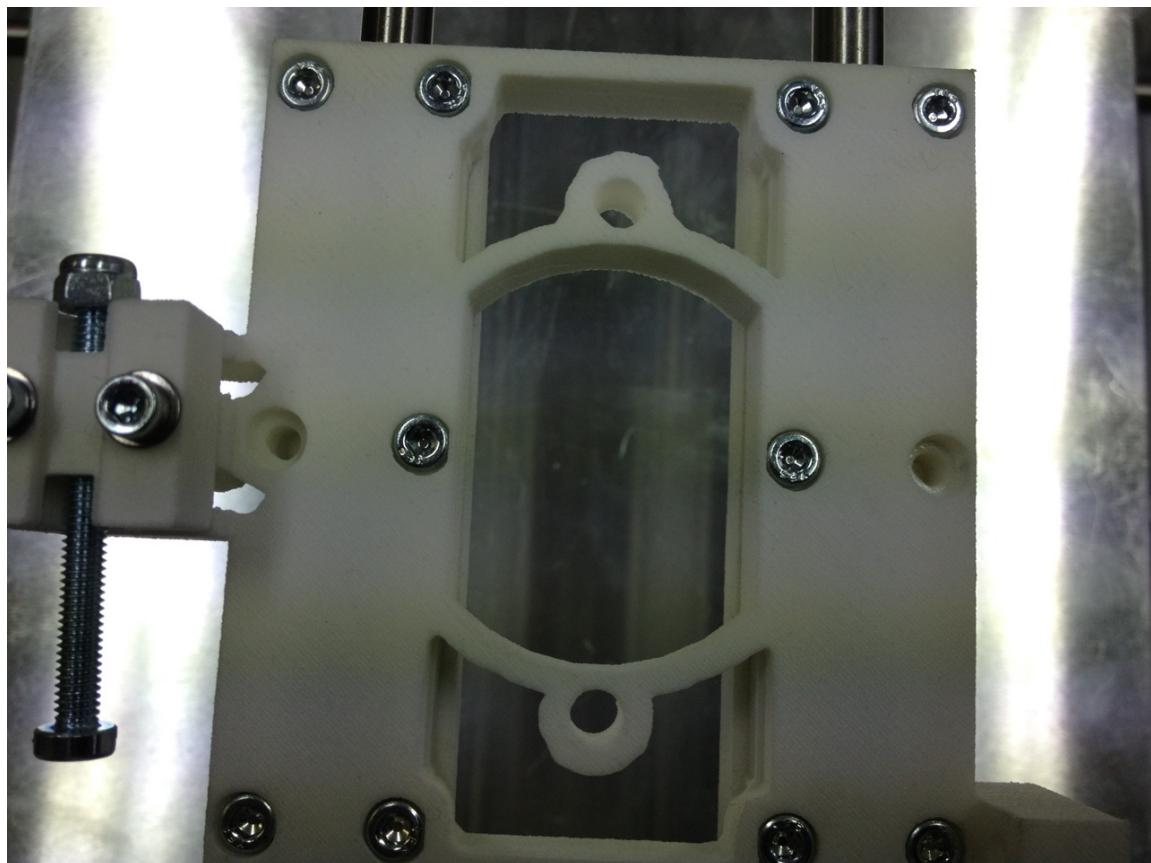
1x DD-Extruder Dual	1x Lüfter, vormontiert
2x M3x40 Zylinderkopfschraube	2x M3 Unterlegscheibe

Abbildung 3.143. Befestigung Extruder Dual Materialübersicht



Aufgrund der größeren Bauform des Extruders, muss dieser anders ausgerichtet werden. Dafür müssen, wie im Bild "Vorbereitung Schlitten" gezeigt, zwei Schrauben des Schlittens entfernt werden. Die Muttern und Unterlegscheiben werden danach bei der Verschraubung des Extruders wiederverwendet.

Abbildung 3.144. Vorbereitung Schlitten



Erst jetzt kann in diesen Bohrungen der Extruder verschraubt werden, wobei an einer Seite der Lüfter mit befestigt wird.



Abbildung 3.145. Abschluss 1 Befestigung Extruder Dual

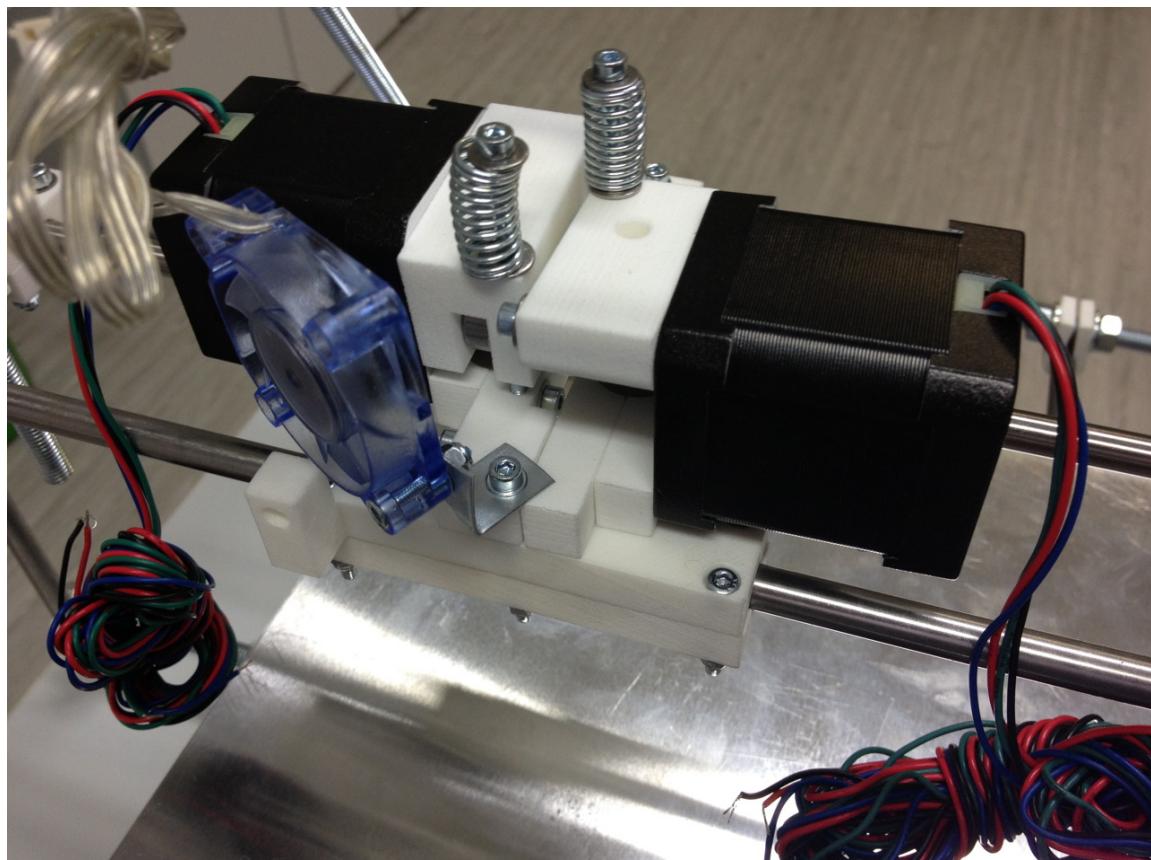
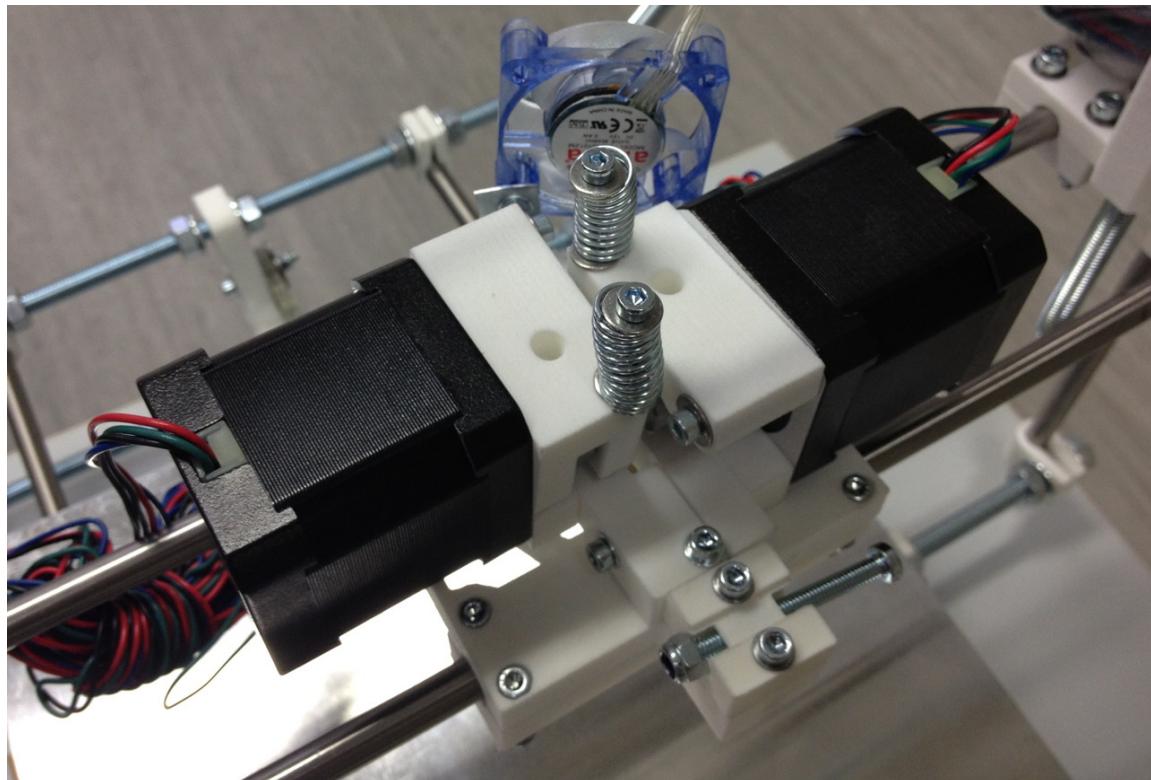
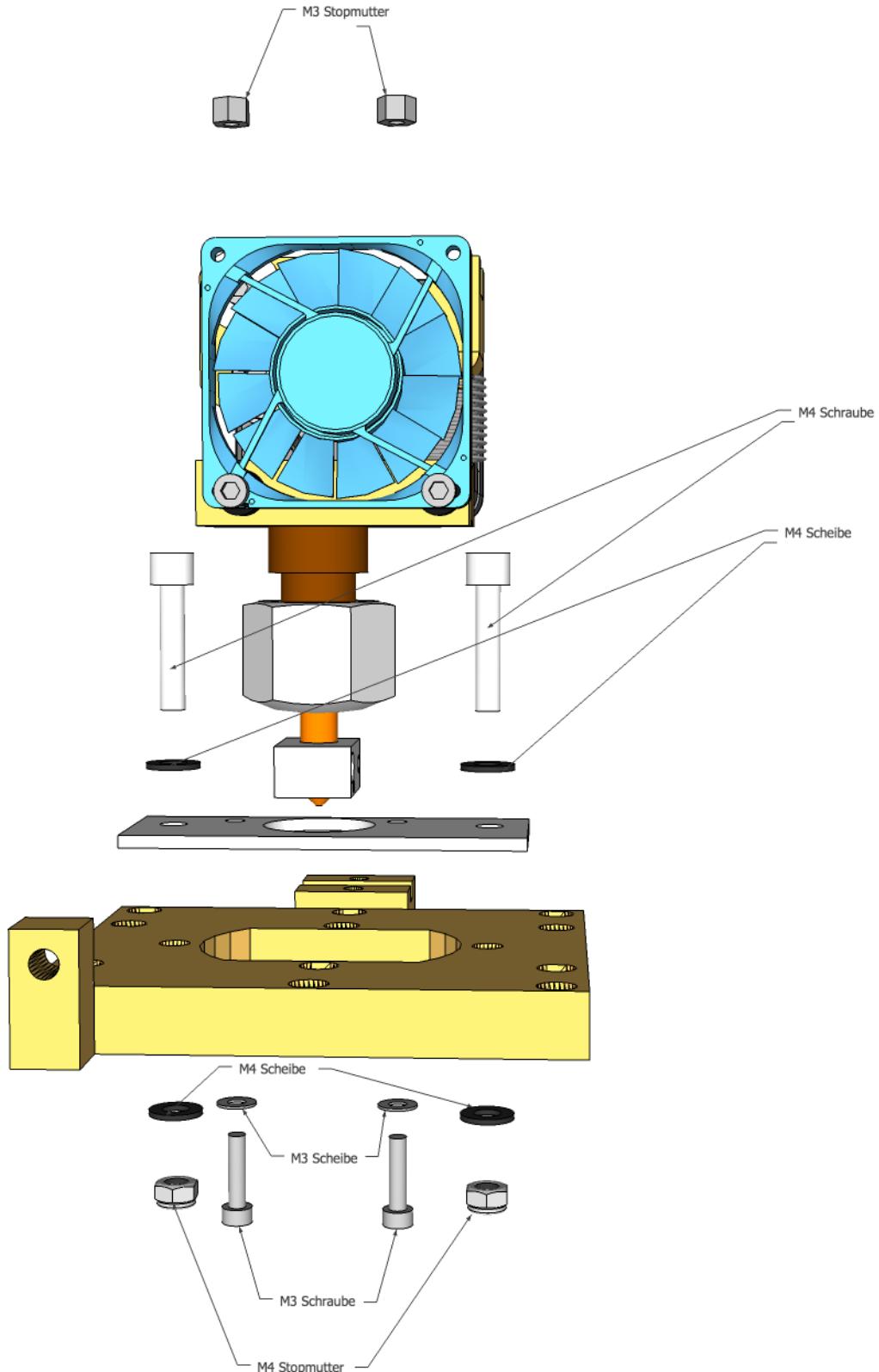


Abbildung 3.146. Abschluss 2 Befestigung Extruder Dual

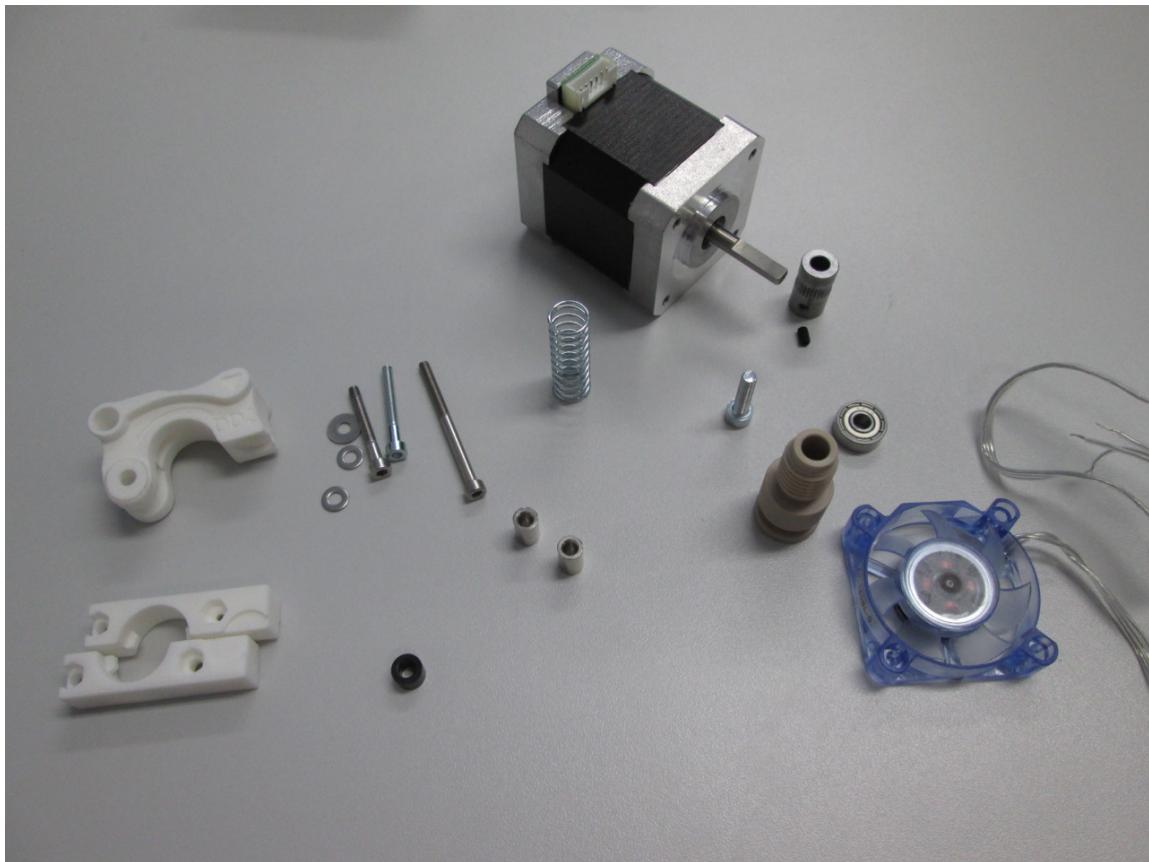


### 3.10.4. DD2-Extruder Single



Der Lüfter wird anders als auf dem oben gezeigten Bild nur an der rechten Schraube fixiert, um ein verdrehen des Lüfters zu ermöglichen.

Abbildung 3.148. Materialliste DD2



Das Hot-End (vormontiert) wird in dem oben dargestellten Bild durch die Thermalbarriere repräsentiert.

Tabelle 3.36. Filamentschraube (100286)

1x Filamentschraube + Madenschraube M3x5
------------------------------------------

Tabelle 3.37. Filamentschraube

1x Nema 17
------------

Abbildung 3.149. Montage der Filamentschraube 1

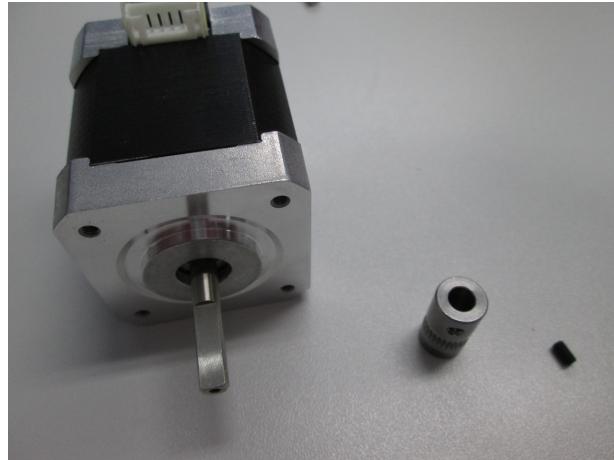
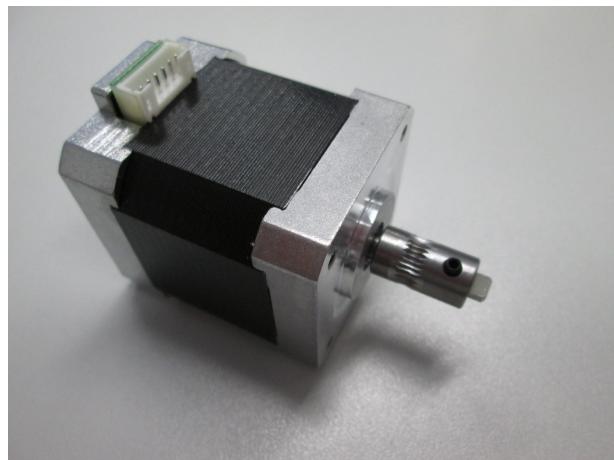


Abbildung 3.150. Montage der Filamentschraube 2



Die Filamentschraube sollte so auf der Motorwelle positioniert werden, dass die Zahnung der Filamentschraube und das Kugellager exakt übereinander liegen. Die Montage des Kugellagers erfolgt im folgenden Abschnitt.

Tabelle 3.38. Montage des Extruder Scharnierteil (100281.1)

1x DD2 Extruder Hinge(Scharnierteil)	1x M4x16
1x 624ZZ Kugellager	1x M3x25 Zylinderkopfschraube
2x Abstandshülse 10mm Messing	1x M3 Scheibe großer Außendurchmesser

Abbildung 3.151. Montage des Extruder Hinge 1

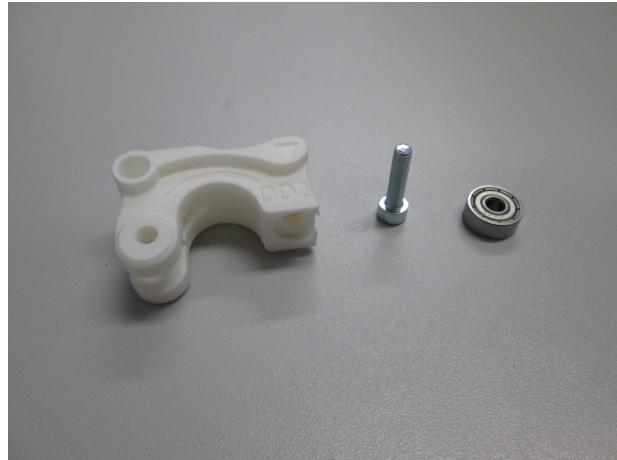


Abbildung 3.152. Montage des Extruder Hinge 2



Abbildung 3.153. Montage des Extruder Hinge 3



Abbildung 3.154. Montage des Extruder Hinge 4



Der Anschlussstecker des Motors muss nach oben zeigen, damit der Kabelbaum später problemlos befestigt werden kann.



Tabelle 3.39. DD2-Extruder Block (100281.2)

1x DD2-Extruder Block (bestehend aus zwei Teilen)	1x M3x25 Zylinderkopfschraube
2x M3 Unterlegscheibe	1x Lüfter
1x M3x40 Zylinderkopfschraube	1x Distanzhülse 5mm

Tabelle 3.40. DD2-Extruder Block

1x Hot-End (vormontiert)
--------------------------

Abbildung 3.155. Montage DD2-Extruder Block (Teil 1)

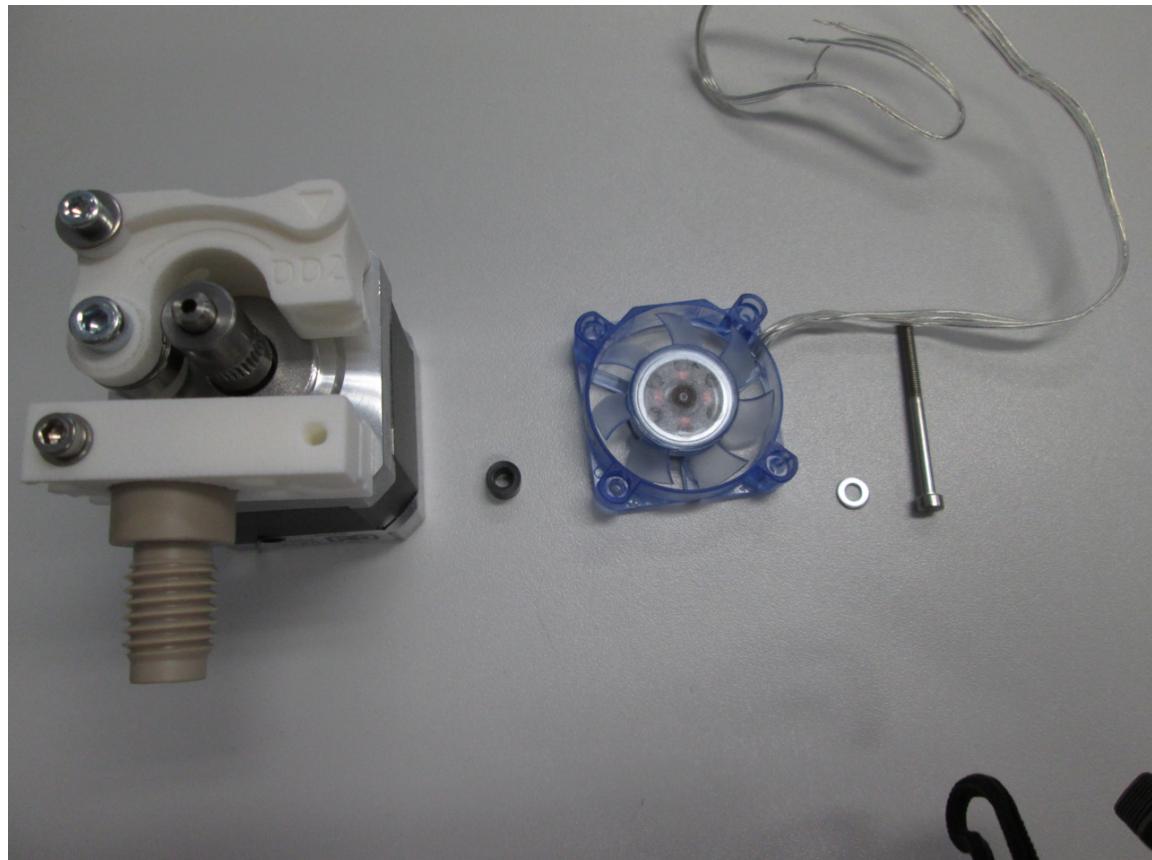
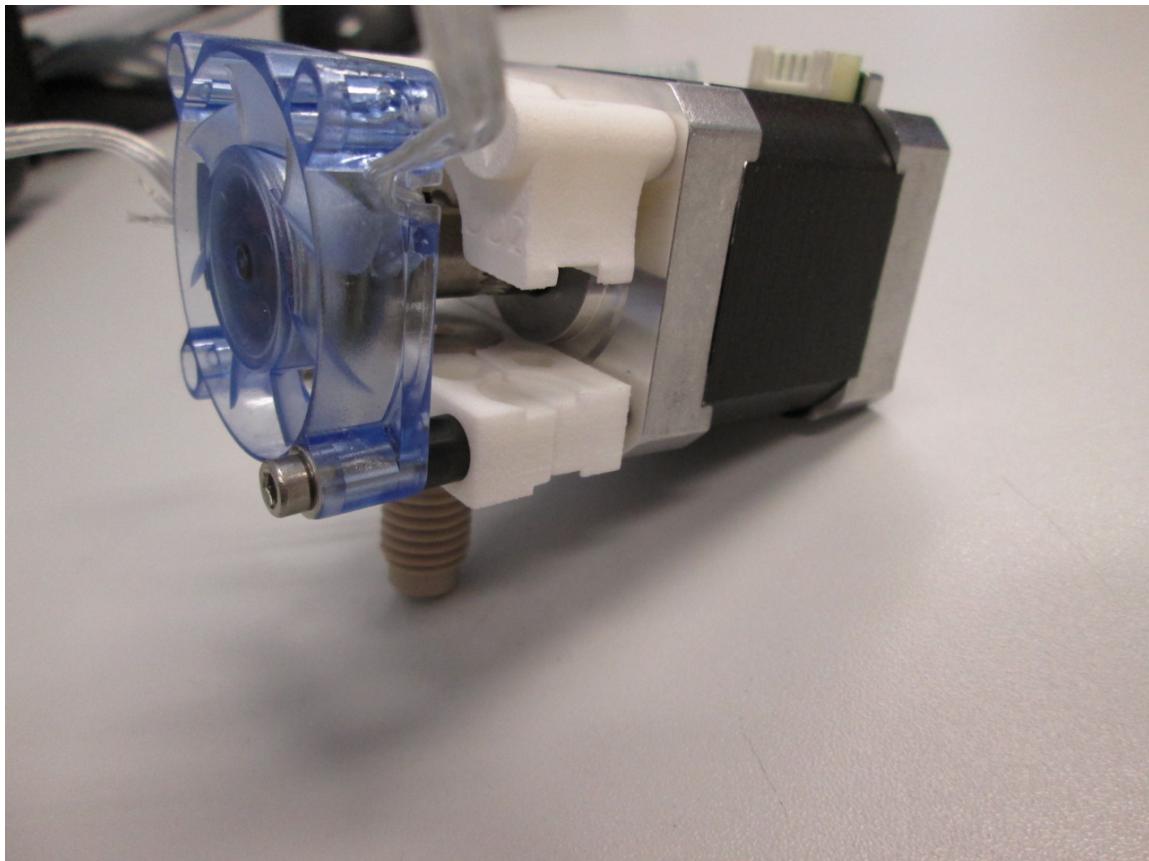


Abbildung 3.156. Montage DD2-Extruder Block (Teil 2)

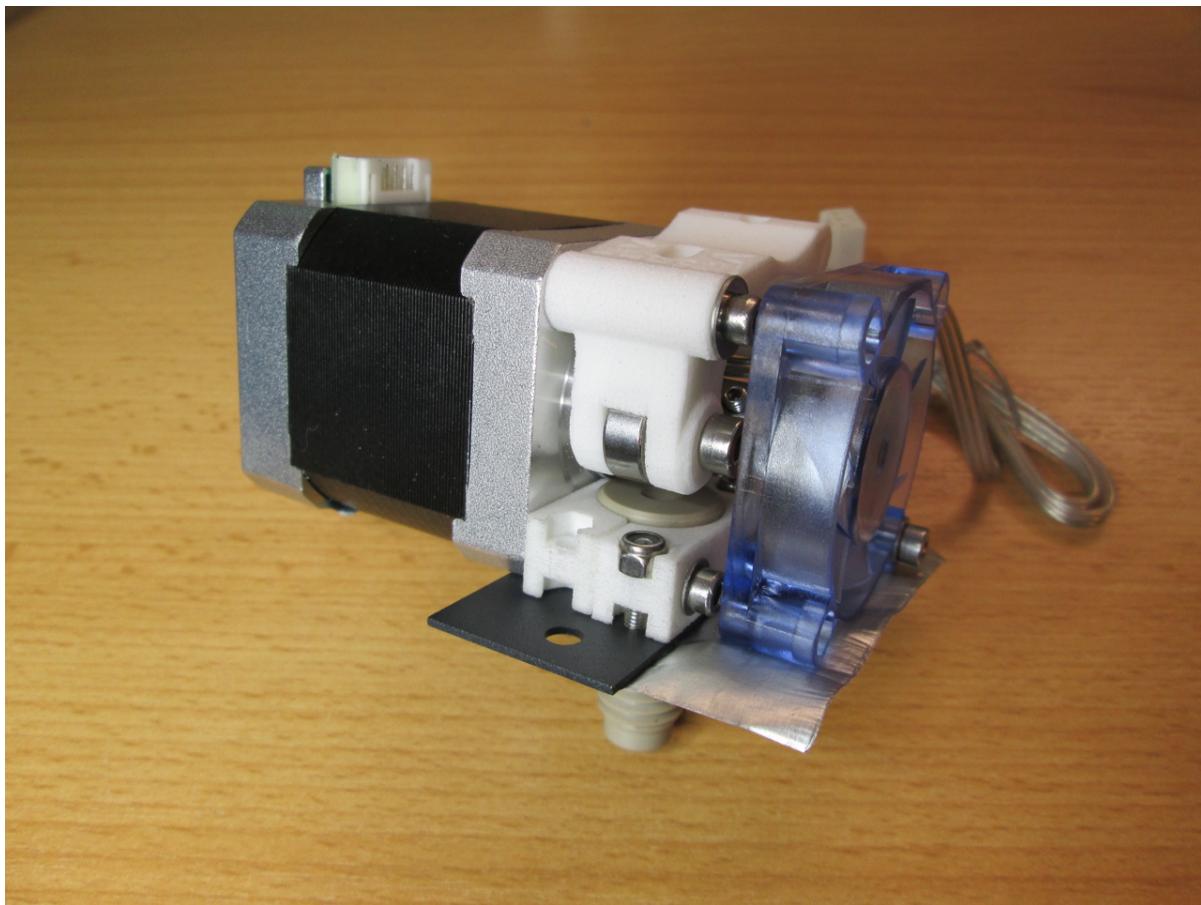


Der Luftstrom des Lüfters soll den Einzugsbereichs des Motors kühlen. Der Lüfter bläst in Richtung der bedruckten Seite.

Tabelle 3.41. DD2-Abschluss (100281.3)

1x Feder	1x Aluminiumband 60mm
1x DD2 Extruder PRotos Mount	2x M3 Muttern
2x M3 Unterlegscheibe	2x M3x12 Zylinderkopfschraube

Abbildung 3.157. Abschluss DD2-Single Extruder



Zum Abschluss des DD2-Single Aufbaus ist darauf zu achten, dass der Luftstrom das Hot-End *nicht* mit Luft beströmt. Deshalb verwenden wir ein 60mm Aluminiumband zur Luftstromabschottung.

### 3.10.5. Befestigung DD2-Extruder

#### 3.10.5.1. Befestigung des DD2-Single Extruders

Tabelle 3.42. Befestigung des DD2-Single (100281.4)

2x M4 x30 Zylinderkopfschraube	2x M4 Muttern selbstsichernd
4x M4 Unterlegscheibe	

Bei der Befestigung des DD2-Extruder Single auf dem x-Achsen Schlitten wird der Extruder so montiert, dass der Motor auf der riemenabgewandten Seite sitzt und mit den beiden M4 Schrauben und je zwei M4 Unterlegscheiben fixiert wird.

## 3.11. Das Druckbett



Der folgende Abschnitt ist nur für Besitzer eines Druckers ohne Heizmatte gedacht. In den folgenden Schritten werden Änderungen am Material vorgenommen, die eine spätere Verwendung mit der Heizmatte verhindern. Besitzer einer Heizmatte können den Aufbau im nächsten Kapitel [S. [3.12. Das beheizbare Druckbett](#)] "Das beheizbare Druckbett" fortsetzen.

Für das nicht beheizte Druckbett ist alles benötigte Material im Komplettbausatz vorhanden. Ohne beheiztes Druckbett kann ausschließlich mit PLA gedruckt werden. Dabei ist die Größe der Objekte auch beschränkt, so dass die Verwendung eines beheizten Druckbetts empfohlen wird.

### 3.11.1. Befestigung Druckbett

Tabelle 3.43. Materialliste Befestigung Druckbett (100270.16)

4x Druckfeder	8x M5 Unterlegscheibe
4x M5x35 Linsenkopfschraube	8x M5 selbstsichernde Mutter

Tabelle 3.44. Materialliste Befestigung Druckbett

1x Druckbett, 230x230mm
-------------------------

Die Aluminiumplatte wird in folgender Reihenfolge auf den Y-Schlitten montiert: Linsenkopfschraube, Aluminiumplatte, Mutter, Unterlegscheibe, Druckfeder, Y-Schlitten, Unterlegscheibe, Mutter.

Abbildung 3.158. Befestigtes Druckbett (Teil 1)

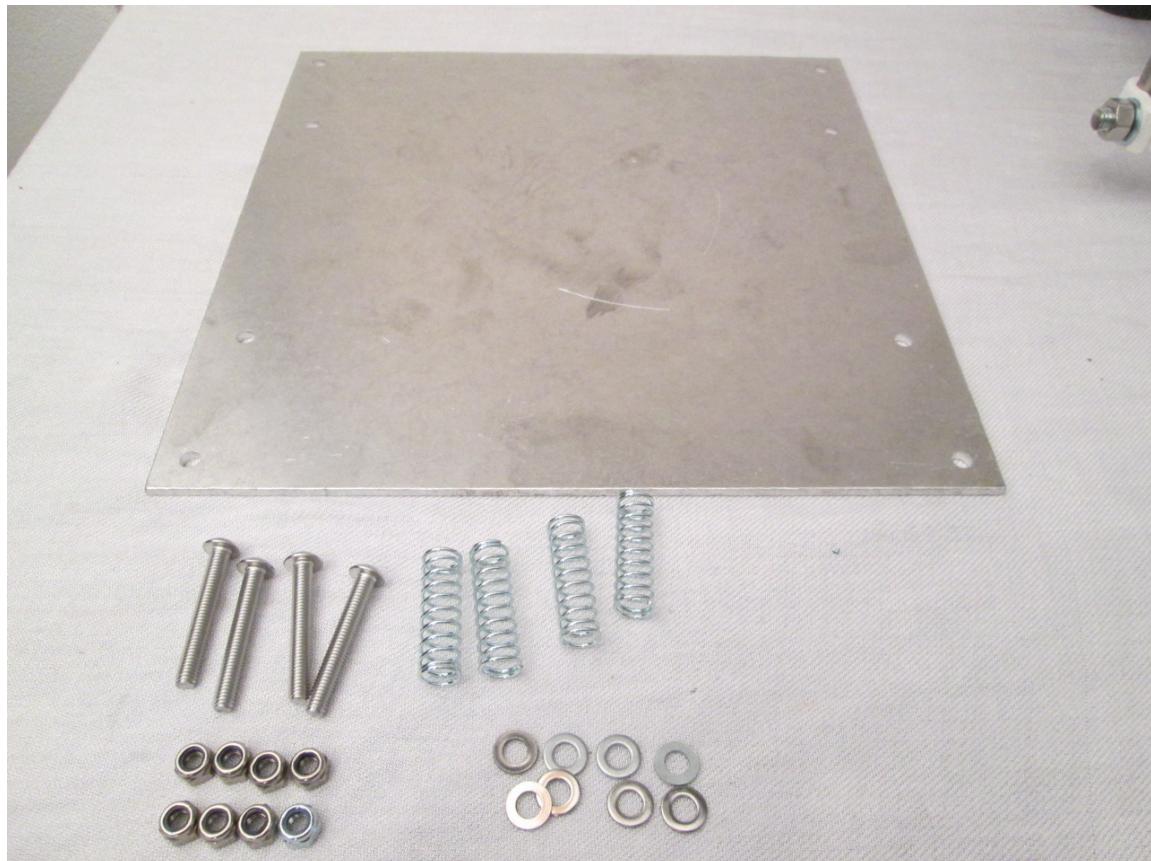
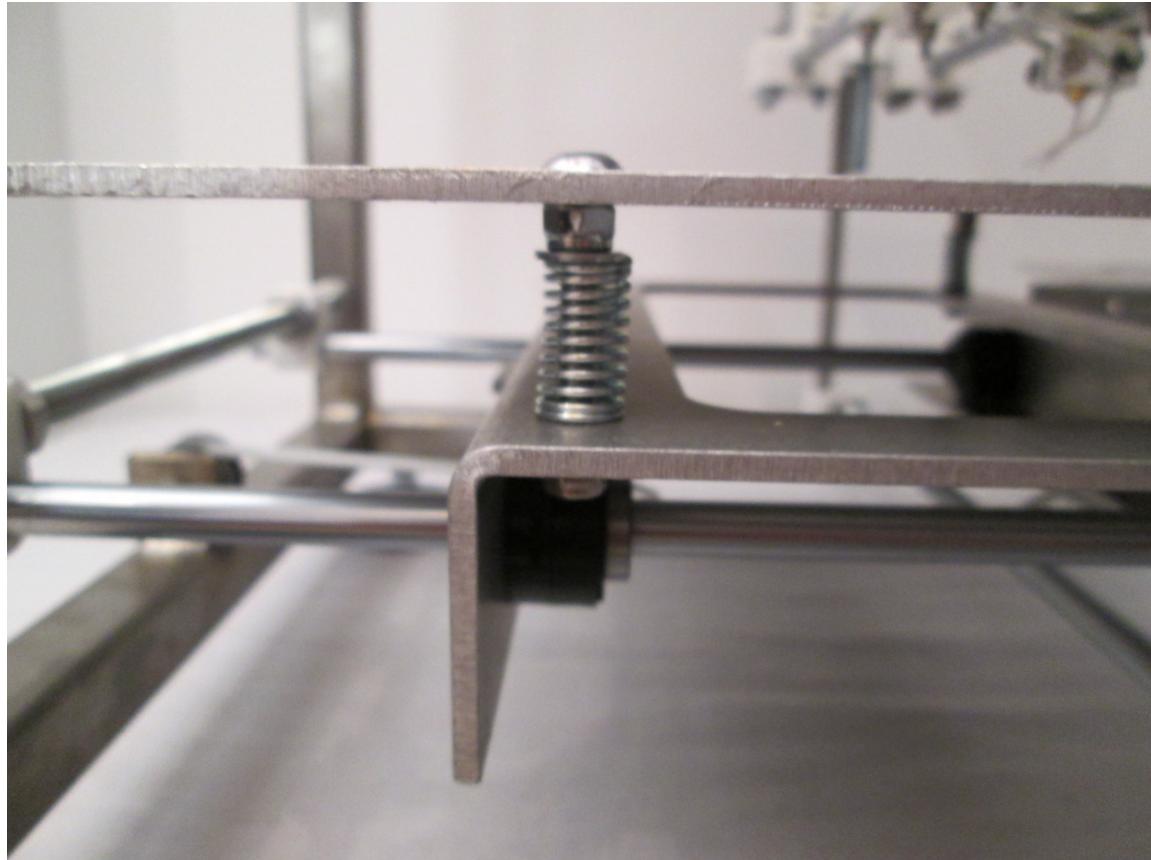


Abbildung 3.159. Befestigtes Druckbett (Teil 2)



Auf obigem Bild sieht man die fertig montierte Aluminiumplatte

### 3.11.2. Abschluss Druckbett

Die Beschreibung in diesem Abschnitt ist nur für Personen gedacht, die kein Heizbett verbauen.

Tabelle 3.45. Materialliste Abschluss Druckbett

1x PET-Folie 230mmx230mm [S. 36] (in Materialsammlung enthalten)	4x Papierklammer
1x Druckplatte aus Aluminium, 230x230x0.8 mm	

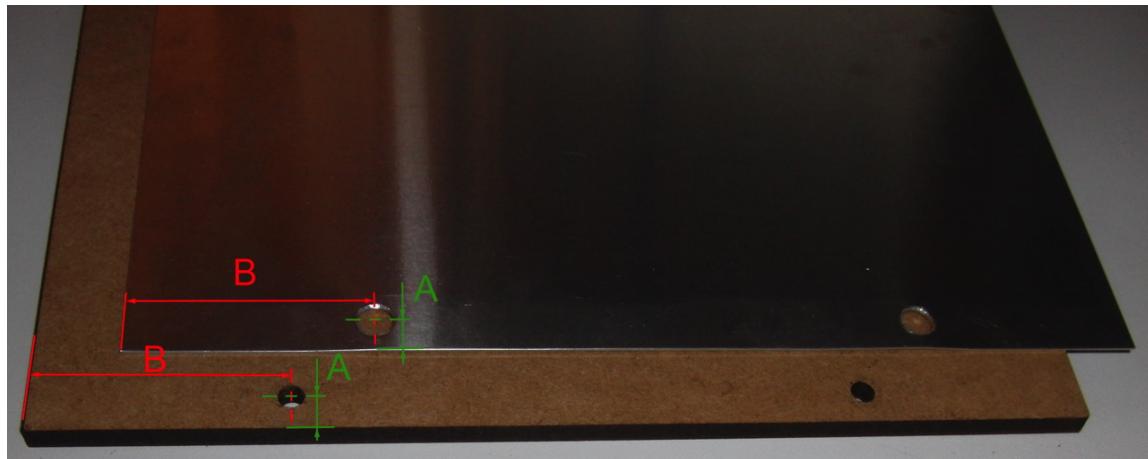


Abbildung 3.160. Abschluss Druckbett Materialübersicht



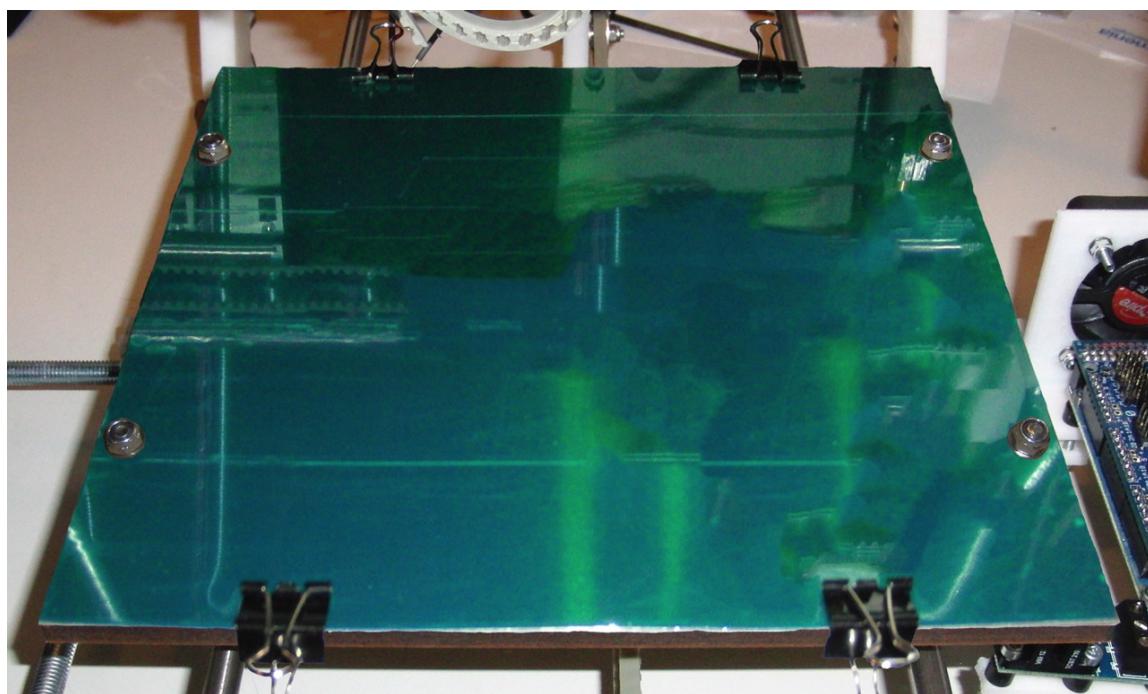
Nachdem die Druckplatte vor dem Druck mit der PET- Folie (230mm x230mm) abgeklebt wurde, wird sie anschließend auf den y-Schlitten aufgelegt und mit den Folback-Klemmern festgehalten. Die Druckplatte wird somit durch die Klemmen auf der Aluminiumplatte aus vorherigem Abschnitt gehalten. Folgendes Bild zeigt den Fertigzustand (Hierbei denkt man sich statt der gezeigten unteren Holzplatte (braun) einfach die Aluminiumplatte aus vorherigem Abschnitt und statt den Muttern die Köpfe der Linsenkopfschrauben). Die dünne Aluminium-Platte dient hier als Schutz der dicken Platte, falls durch das Hot-End Kratzer auf dieser entstehen. In diesem Fall kann die dünne Aluminium-Platte leicht und kostengünstig ausgetauscht werden. Dafür müssen in selbige vier Löcher mit einem Durchmesser von 10,5mm gebohrt werden. Die Maße für die Position der Löcher könne dem folgenden Bild entnommen werden.

Abbildung 3.161. Bohrungslöcher Alu-Platte(nur wenn kein Heizbett verbaut wird)



Die Alu-Platte muss zum Bohren sicher eingespannt werden. Dabei sollte auf eine Schutzbrille Wert gelegt werden. Nach dem Bohren muss das Loch entgratet werden.

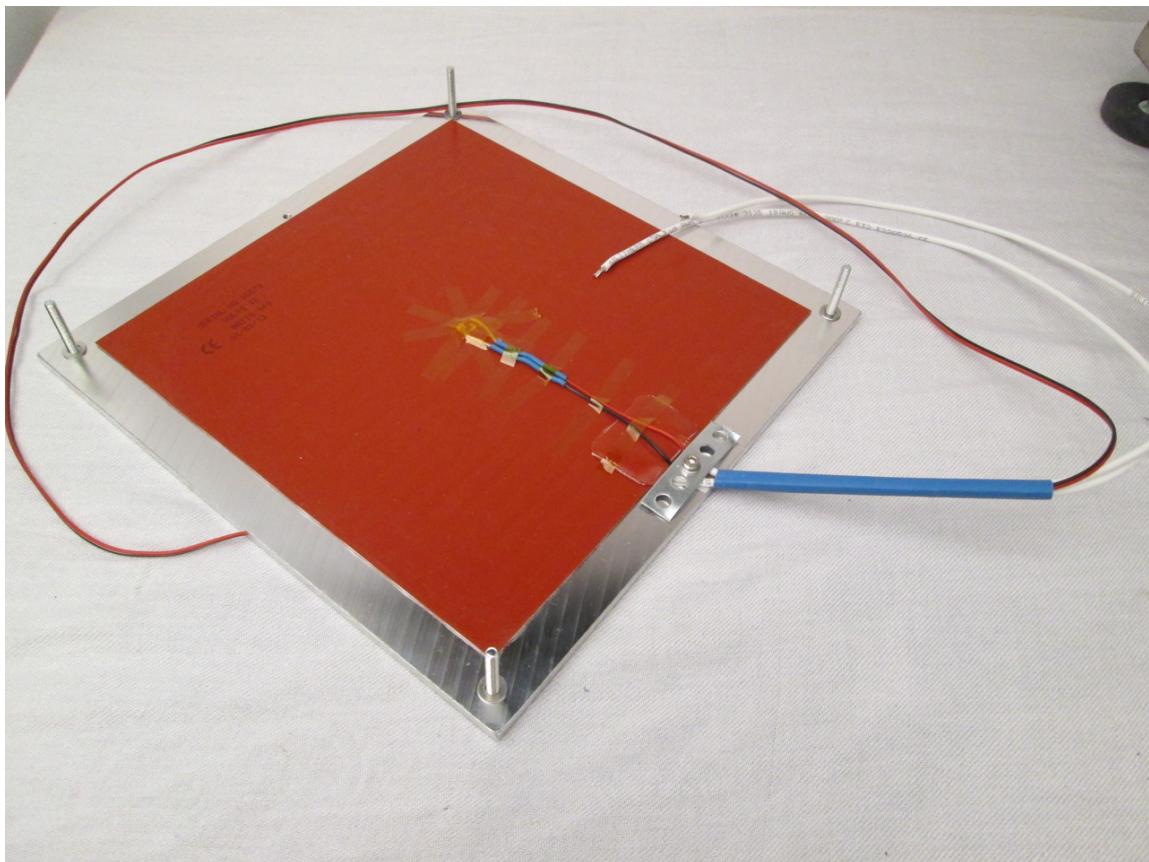
Abbildung 3.162. Abschluss Druckbett



Das oben gezeigte Bild stellt die gebohrte und beklebte Alu-Platte dar die auf dem Druckbett mit den Klemmen gehalten wird. Anstelle der oben zu sehenden Muttern sollten die Köpfe der Linsenkopfschrauben zu sehen sein.

## 3.12. Das beheizbare Druckbett

Abbildung 3.163. Montagematerial beheizbares Druckbett



Das beheizbare Druckbett ist optionales Zubehör. Es empfiehlt sich jedoch für den Druck von größeren Teilen, da sich sonst die Ränder vom Druckbett abheben können. Für kleinere Druckteile, welche mit Polylactiden-Kunststoff (PLA) gedruckt werden, kann das beheizbare Druckbett weggelassen werden.

Für ABS-Kunststoff ist ein beheizbares Druckbett hingegen unverzichtbar, da sonst die erste Schicht nicht auf dem Druckbett haftet.

Anstelle des dünnen Kaptonbands kann auch das beim PRotos mitgelieferte PET-Band benutzt werden, jedoch ist die Handhabung mit dem dünneren Band einfacher.

### 3.12.1. Befestigung Heizmatte

Tabelle 3.46. Materialliste Befestigung Heizmatte (100013.1)

4x M4x30 Senkkopfschraube	12x M4 Mutter
4x M4 Unterlegscheibe	

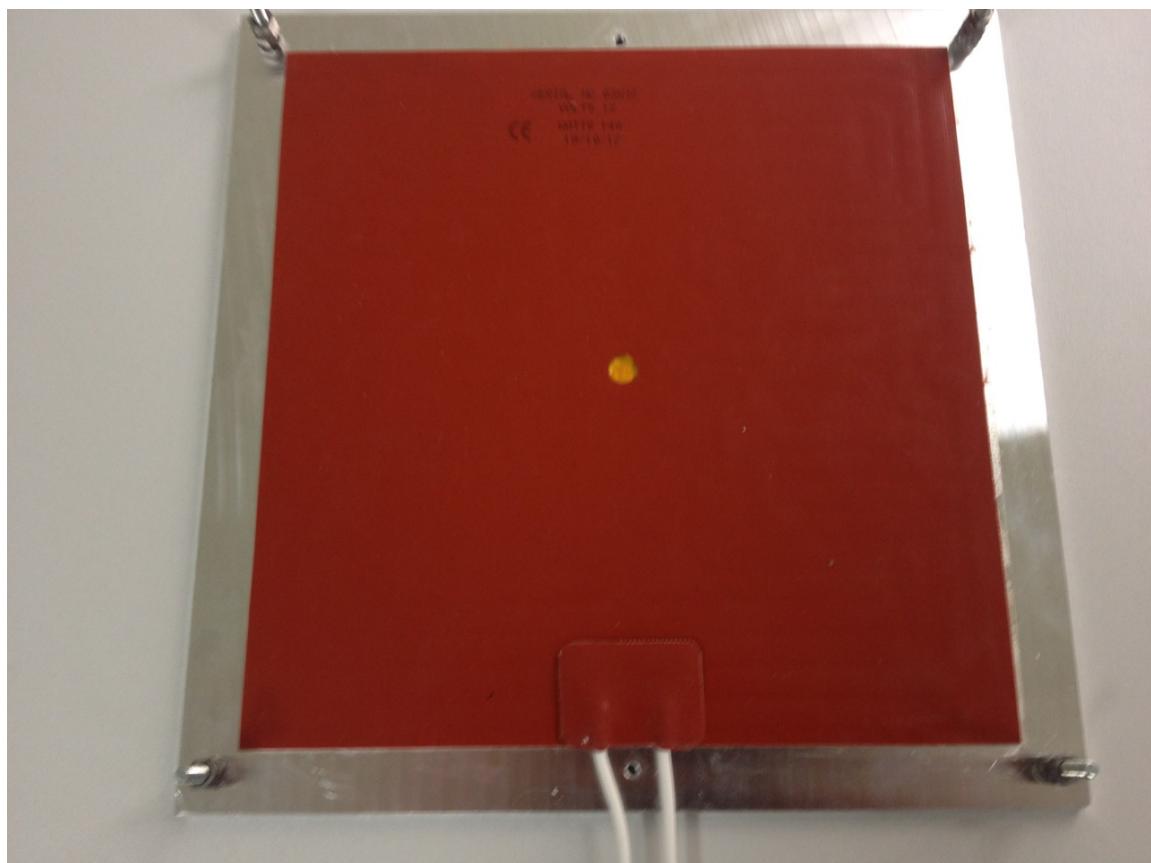
Tabelle 3.47. Materialliste Befestigung Heizmatte

1x Aluminium-Platte, 230x230x5mm	1x Heizmatte, 12V
----------------------------------	-------------------

Die Schutzfolie der Aluminium-Platte, auf welcher keine Senkungen sind, muss abgezogen werden und die Heizmatte mittig auf diese aufgeklebt werden. Hierbei ist es wichtig, darauf zu achten, dass zwischen Aluminiumplatte und Heizmatte KEINE Luflöcher entstehen. Die Anschlusskabel der Heizmatte müssen sich dabei auf der Seite mit der Sackloch-Bohrung befinden.

Anschließend werden die Senkkopfschrauben in die Aluminiumplatte geschraubt. Auf diese werden je eine Unterlegscheibe und drei M4 Mutter aufgeschraubt. Sie sorgen später für genügend Abstand zwischen Heizmatte und Holzplatte.

Abbildung 3.164. Befestigung Heizmatte Abschluss

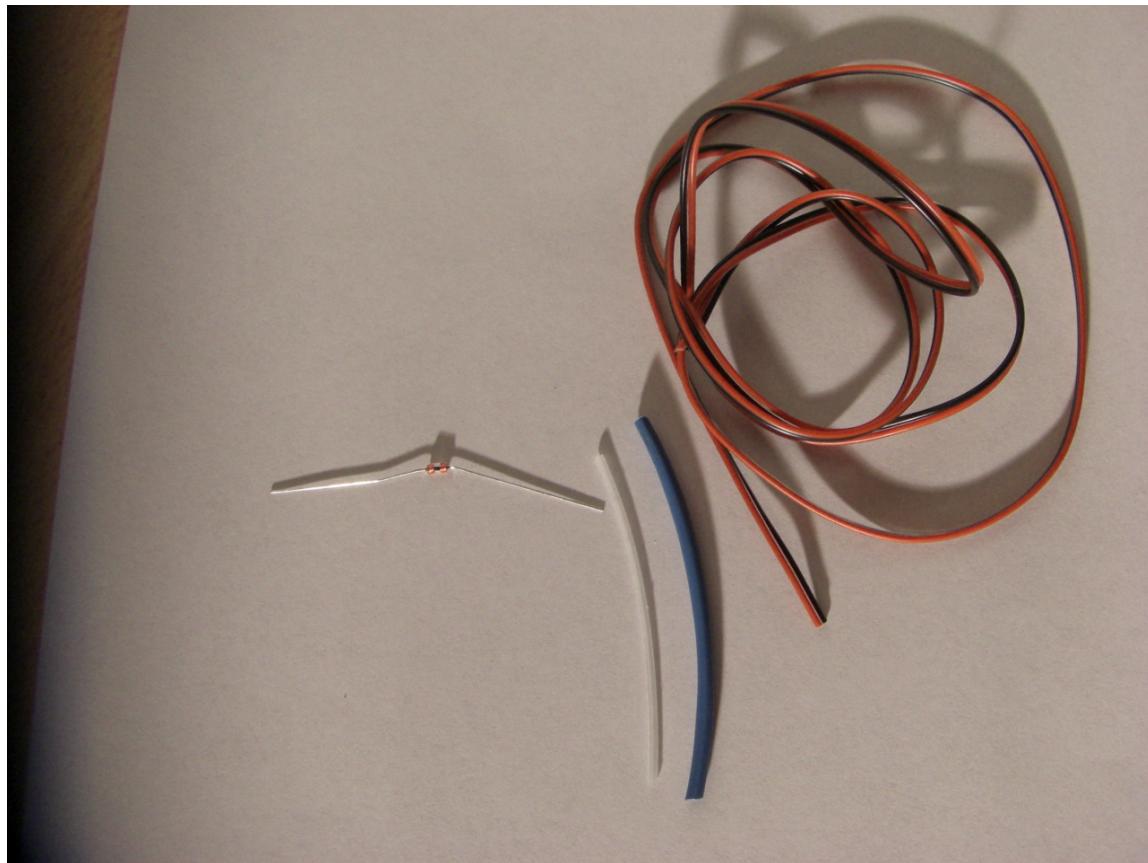


### 3.12.2. Vormontage Thermistor

Tabelle 3.48. Materialliste Vormontage Thermistor (100013.2)

1x Thermistor	1x Silikonschlauch 6cm
1x Schrumpfschlauch 10cm, Ø2.4mm	1x Zweiadriges Kabel 60cm

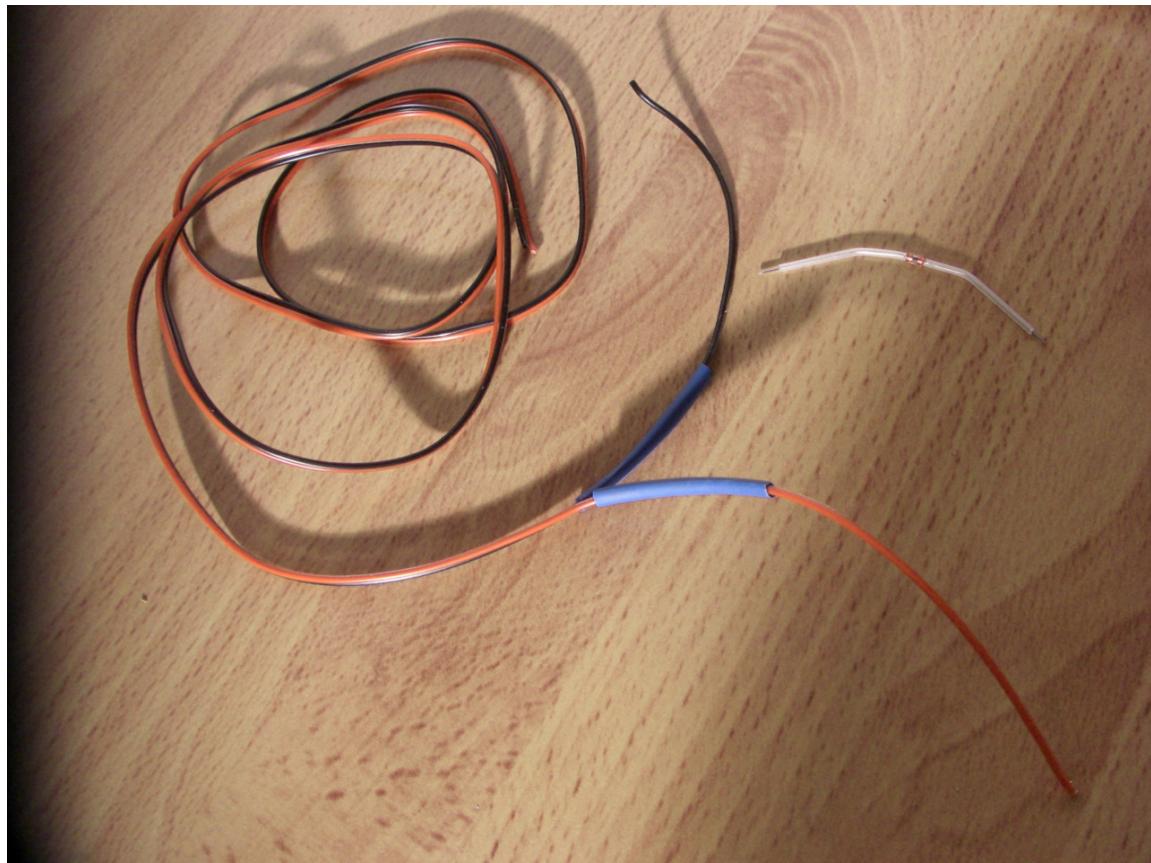
Abbildung 3.165. Vormontage Thermistor Materialübersicht



Um die Temperatur an der Aluminium-Platte messen zu können, ist in der Mitte der Heizmatte ein Loch für den Thermistor, der die Temperatur misst. Auf das Kabel werden die Schrumpfschläuche aufgeschoben und anschließend, wie in Bild "[Vormontage Thermistor Abschluss \[S. 166\]](#)" gezeigt, die Enden des Thermistors mit dem Kabel verlötet. Danach werden die Schrumpfschläuche bis an den Thermistor geschoben und geschrumpft.



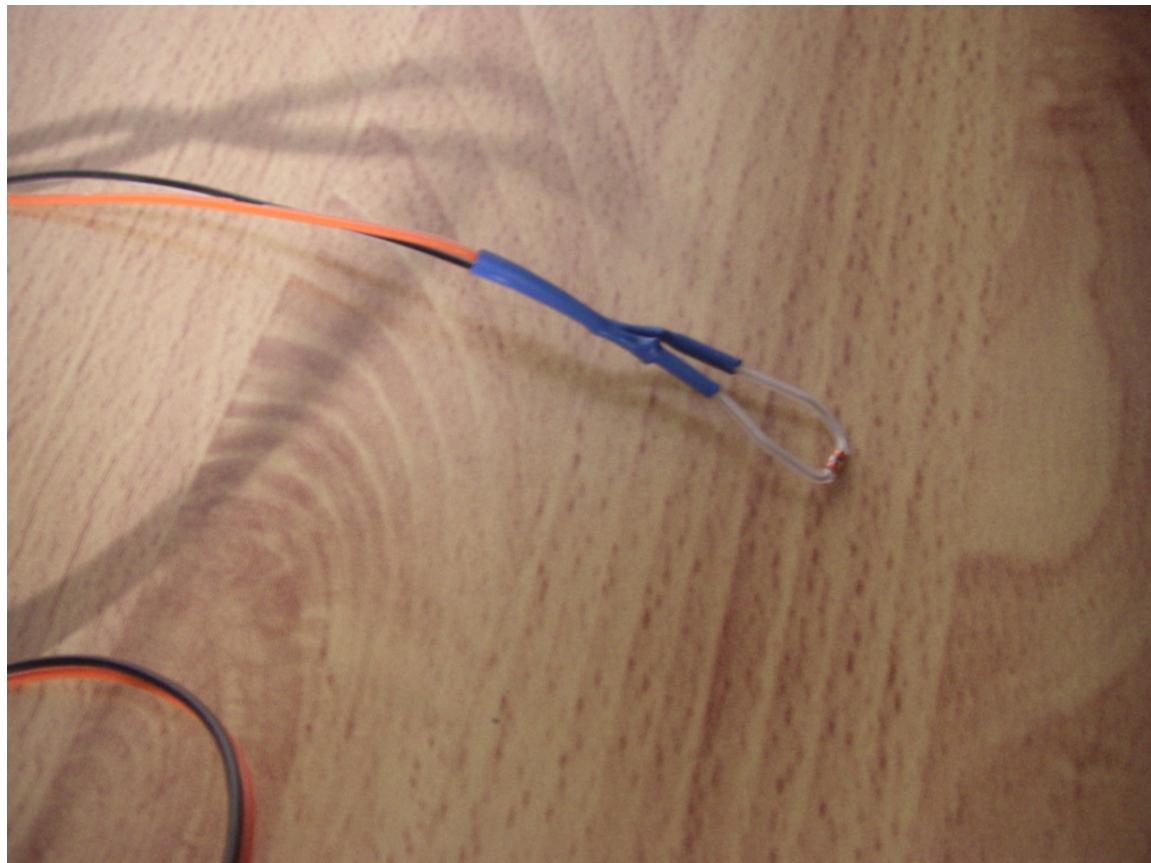
Abbildung 3.166. Vormontage Thermistor Abschluss 1



Die Anschlussdrähte des Thermistor werden mit Silikonschlauch isoliert. Es wird ein 3mm Abstand auf beiden Seiten frei gelassen an diesen Enden wird der Thermistor mit den Kabeln verlötet. Über die Lötstelle wird ein Stück Schrumpfschlauch geschoben und geschrumpft.



Abbildung 3.167. Vormontage Thermistor Abschluss 2

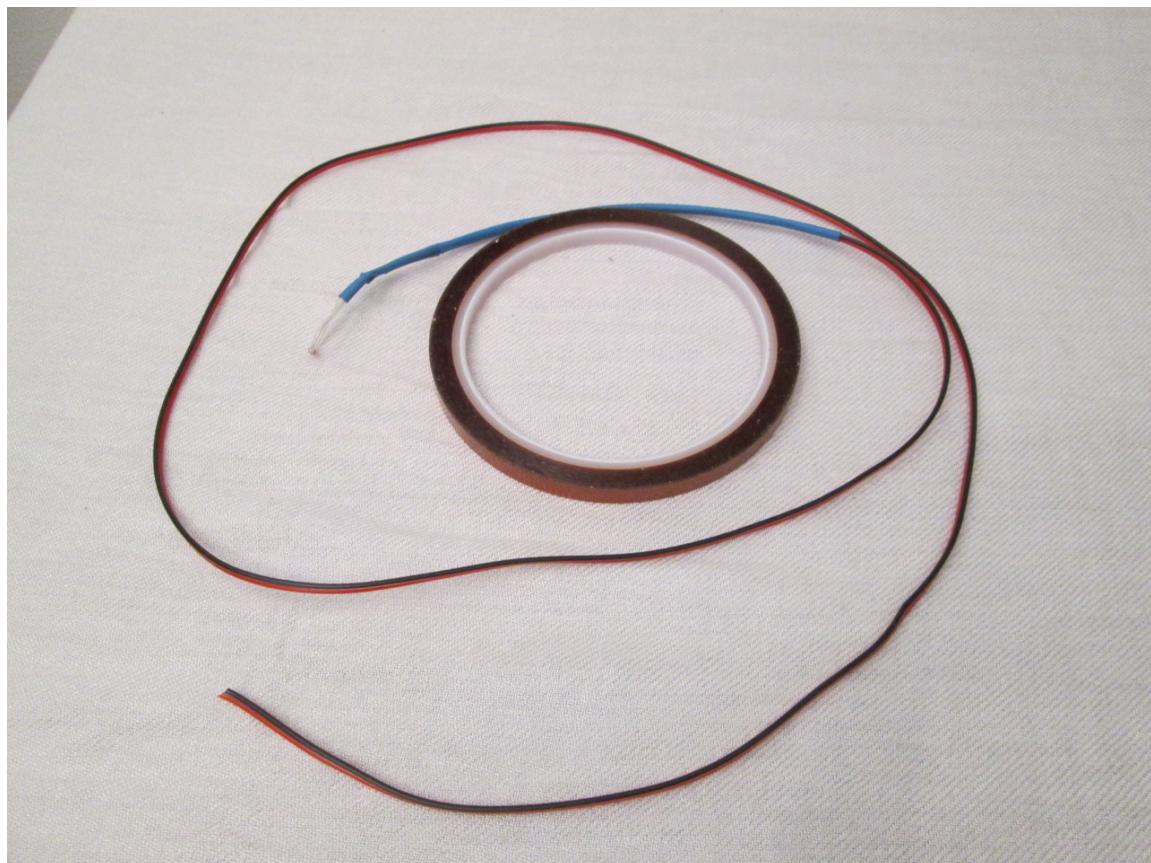


### 3.12.3. Isolierung Thermistor

Tabelle 3.49. Materialliste Isolierung Thermistor

1x Thermistor vormontiert	1x Kaptonband [S. 5mm oder PET-Band, 50mm [S. ]]
---------------------------	--------------------------------------------------

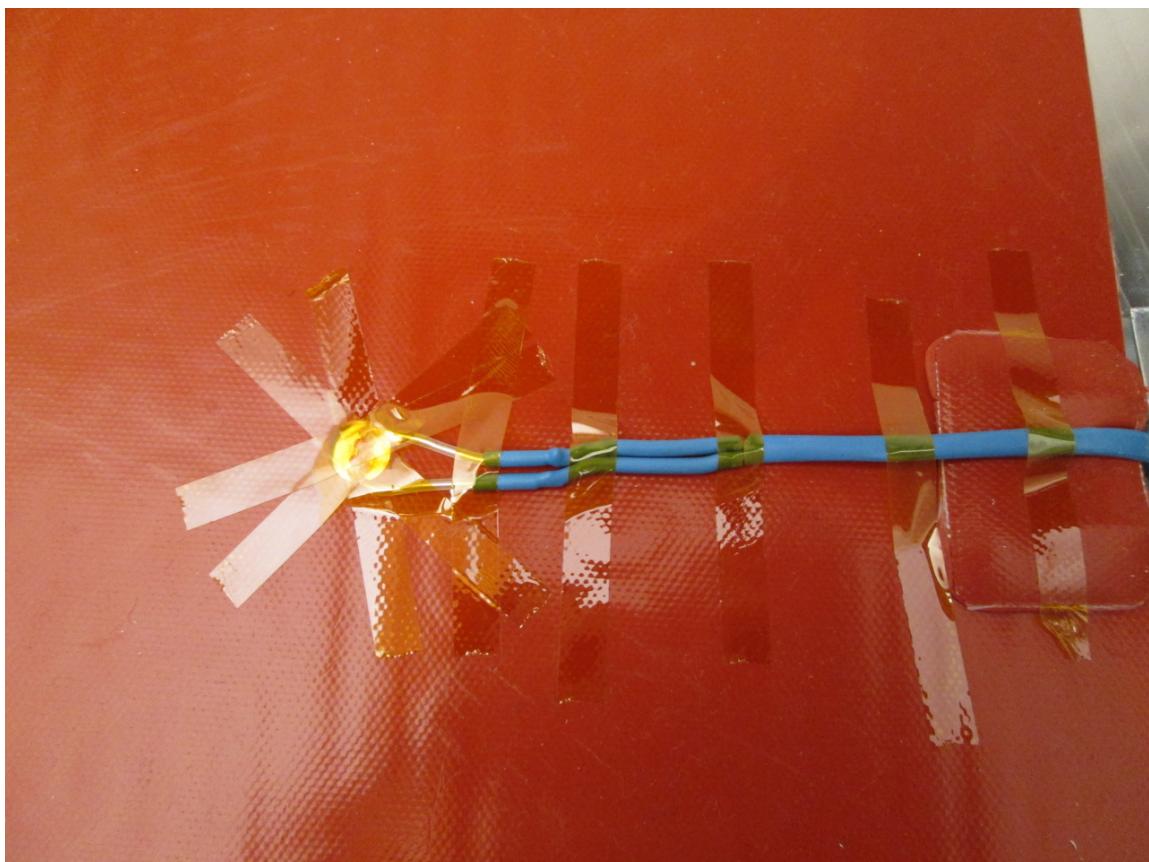
Abbildung 3.168. Isolierung Thermistor Materialübersicht



Das Thermistor-Kabel wird auf einer Länge von ca. „13cm“ mit Kapton umwickelt.

Alternativ kann das Thermistor-Kabel auch mit einem weiteren Schrumpfschlauch zusammengehalten werden, dann ist jedoch darauf zu achten, dass die Kontakte des Thermistors nicht freiliegen.

Abbildung 3.169. Isolierung Thermistor Abschluss



### 3.12.4. Montage Thermistor

Tabelle 3.50. Materialliste Montage Thermistor (100013.3)

1x Schrumpfschlauch, Ø6.4mm, 15cm
-----------------------------------

Tabelle 3.51. Materialliste Montage Thermistor

1x Aluminium-Platte, vormontiert	1x Thermistor, vormontiert (100013.2)
1x Kaptonband, 5mm [S. 262] oder PET-Band, 50mm [S. 262]	

Die Aussparung in der Mitte der Heizmatte wird mit Kapton- oder PET-Band beklebt, wobei das Kaptonband an der Aluminiumplatte kleben muss, damit die Temperatur später korrekt bestimmt werden kann. Anschließend wird der Thermistor in dieser Aussparung platziert und wieder mit Kaptonband (oder PET-Band) fixiert.

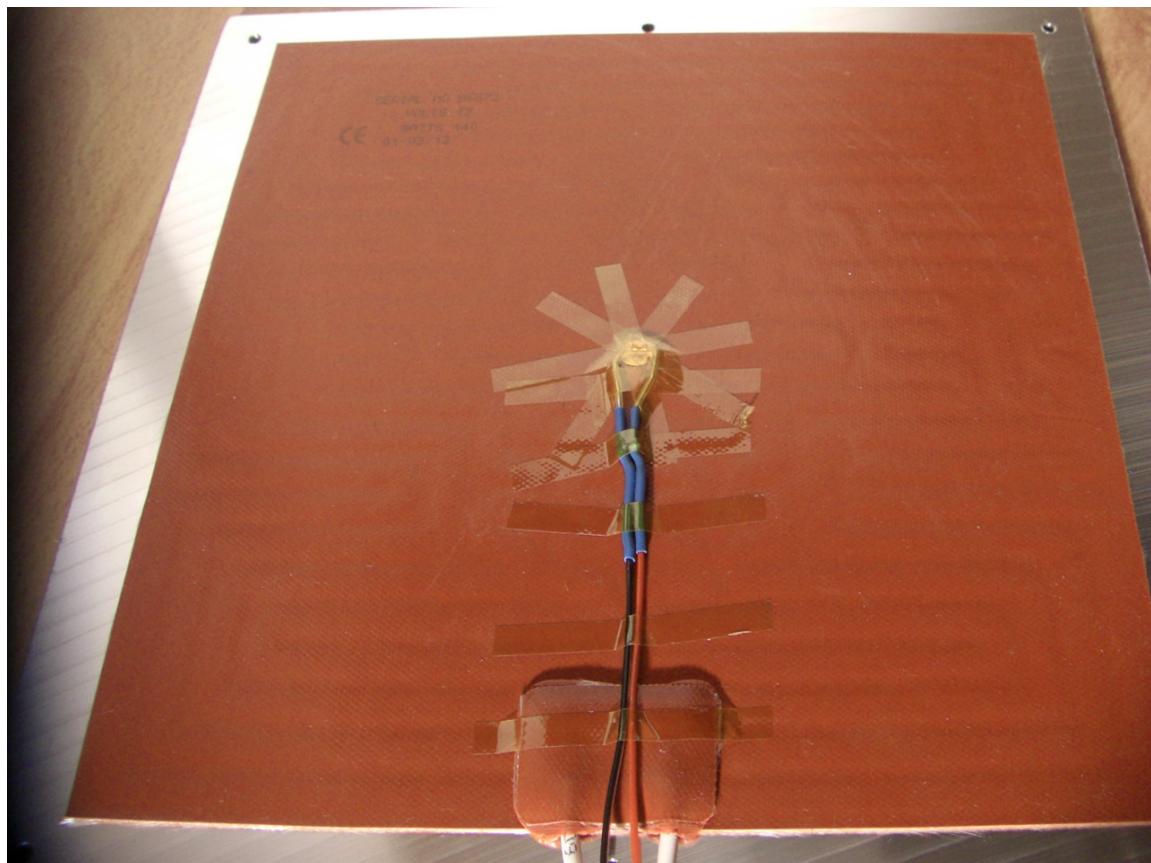
Zur genauen Temperaturbestimmung sollte der Thermistor die Aluminiumplatte berühren.

Abbildung 3.170. Details Temperatursensor



Alle Kabel zusammen sollten dann mit einem Schrumpfschlauch zusammengehalten werden.

Abbildung 3.171. Montage Thermistor Abschluss



### 3.12.5. Kabelhalterung

Tabelle 3.52. Materialliste Kabelhalterung (100013.4)

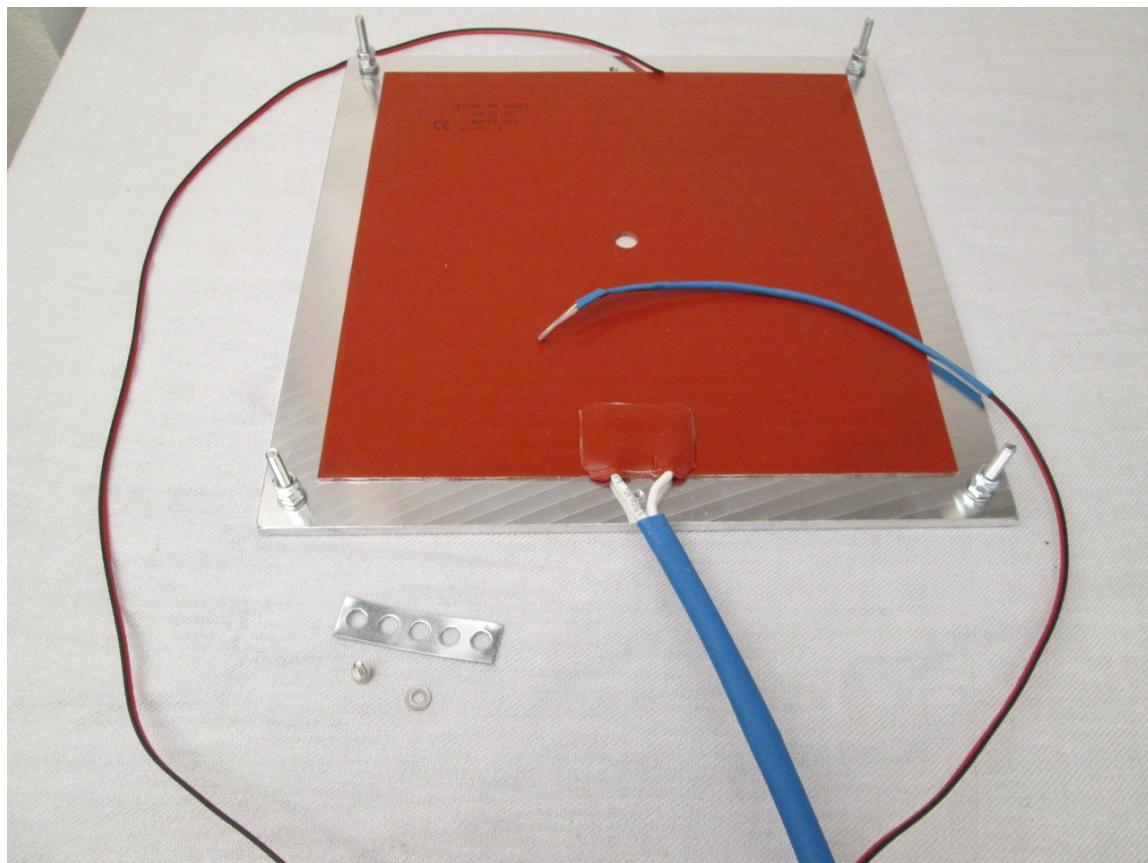
1x Spiralschlauch	1x Montageband 5cm
1x M3x5 Zylinderkopfschraube *	1x M3 Unterlegscheibe

Tabelle 3.53. Materialliste Kabelhalterung

1x Druckbett, vormontiert
---------------------------

\*Alternativ zur M3x5 Zylinderkopfschraube kann eine M3x10 Zylinderkopfschraube mit einer aufgeschraubten M3 Mutter verwendet werden.

Abbildung 3.172. Kabelhalterung Materialübersicht

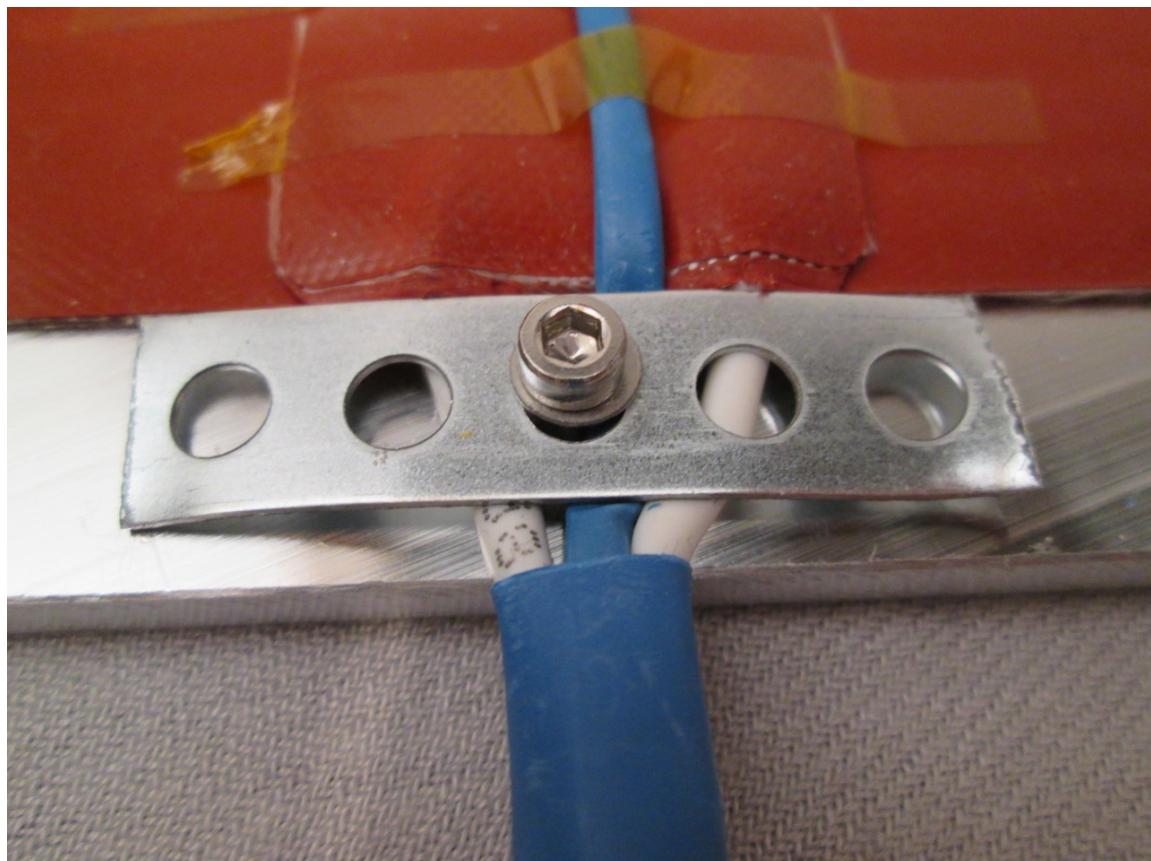


Das Blech dient dazu die verschiedenen Kabel zusammen zuhalten, zusätzlich wirkt es zugentlastend. Die beste Wirkung wird dabei erzielt, wenn das Blech leicht gebogen wird (wie auf den Bildern zu erkennen).

Zunächst wird auf die Schraube eine selbstsichernde Mutter geschraubt, dann wird die Unterlegscheibe aufgelegt (wie im Bild "Detailansicht Schraube [S. 173]" gezeigt). Anschließend wird das Blech über die Kabel gelegt und mit der Schraube in der Sacklochbohrung verschraubt.

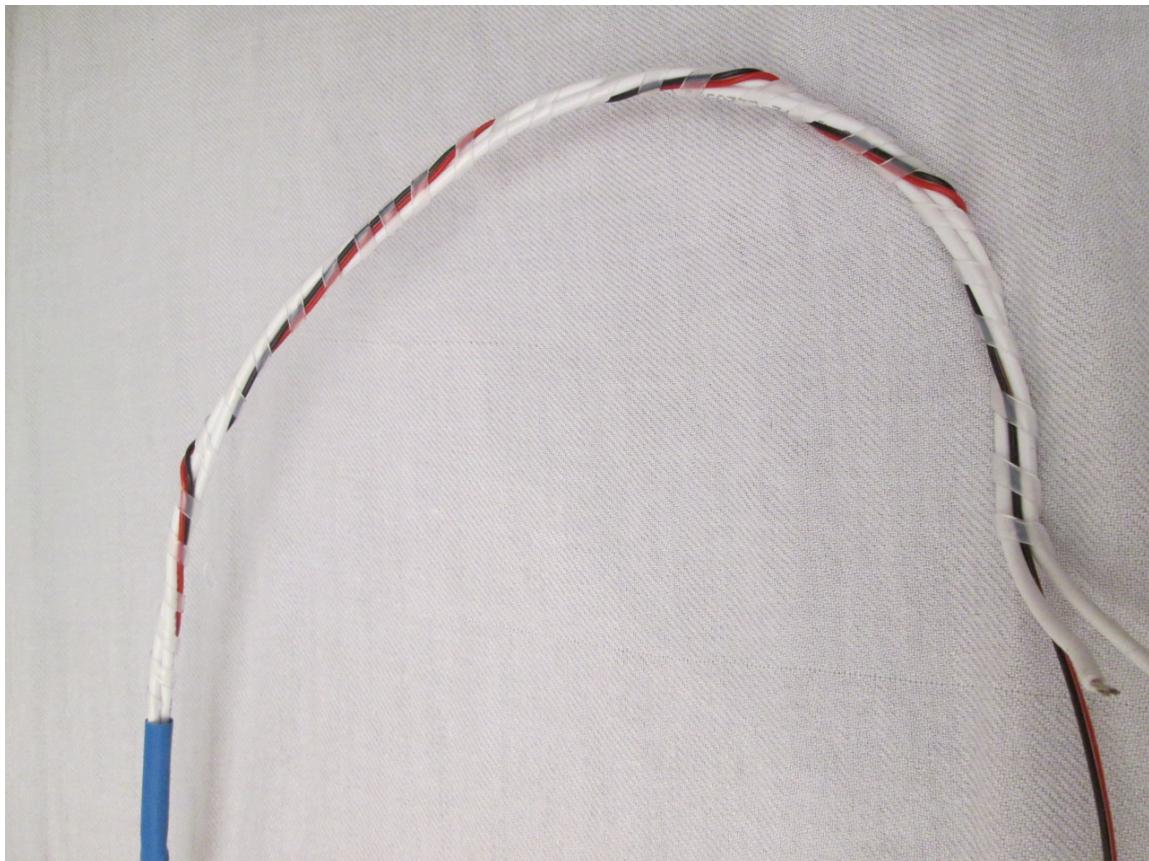
Abbildung 3.173. Detailansicht Schraube

Abbildung 3.174. Kabelhalterung Abschluss



Das Spiralband kann nun noch um die Heizbettleitungen und die Thermistor Leitungen gellegt werden, damit alle Leitungen im späteren Betrieb zusammengehalten werden.

Abbildung 3.175. Spiralband Heizbett



### 3.12.6. Dämmwatte

Tabelle 3.54. Materialliste Dämmwatte

1x Dämmwatte	-
--------------	---

Abbildung 3.176. Dämmwatte Materialübersicht

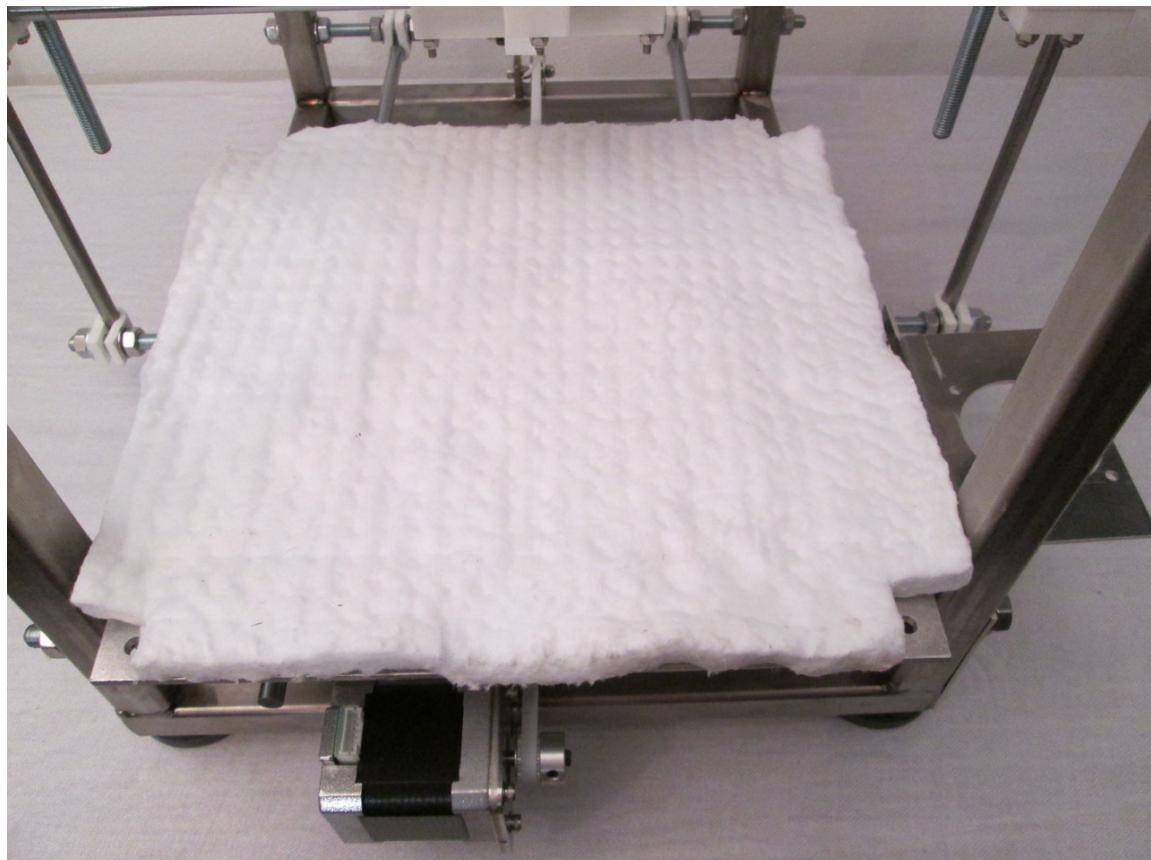


Bei zu langem Kontakt mit der Dämmwatte kann es zu Hautiritationen kommen, daher sollte darauf geachtet werden, dass die Dämmwatte nur für kurze Zeit berührt wird. Einweghandschuhe sind für diesen Arbeitsschritt empfehlenswert.



Die Dämmwatte wird auf der Aluminiumplatte verteilt. Die Löcher für das Druckbett müssen dabei noch zugänglich sein.

Abbildung 3.177. Dämmwatte Abschluss



Die Ecken der Dämmwatte können mit einem Teppichmesser oder einer Schere entfernt werden..

### 3.12.7. Befestigung beheizbares Druckbett

Tabelle 3.55. Materialliste Befestigung beheizbares Druckbett (100013.5)

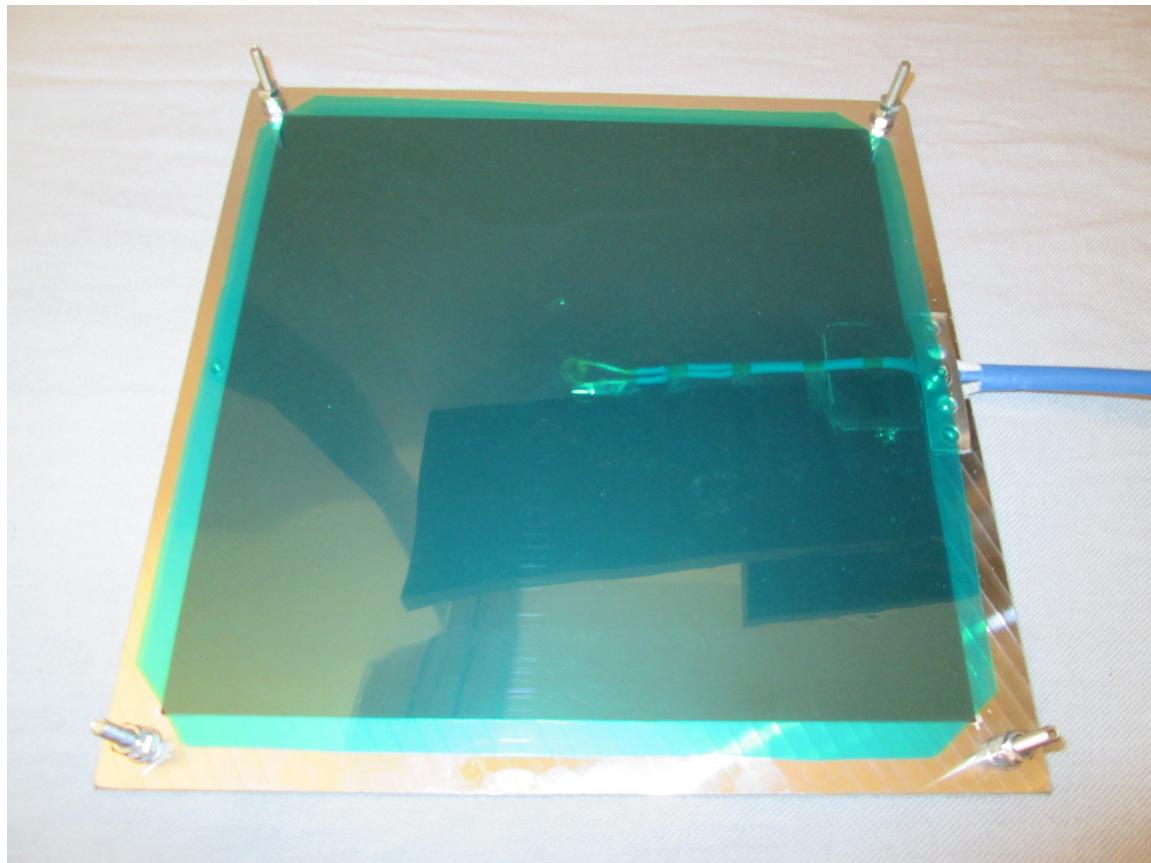
8x M4 Unterlegscheibe	4x M4 selbstsichernde Mutter
-----------------------	------------------------------

Tabelle 3.56. Materialliste Befestigung beheizbares Druckbett

1x PET-Folie 230mmx230mm [S. 36]	1x Druckbett, vormontiert
----------------------------------	---------------------------

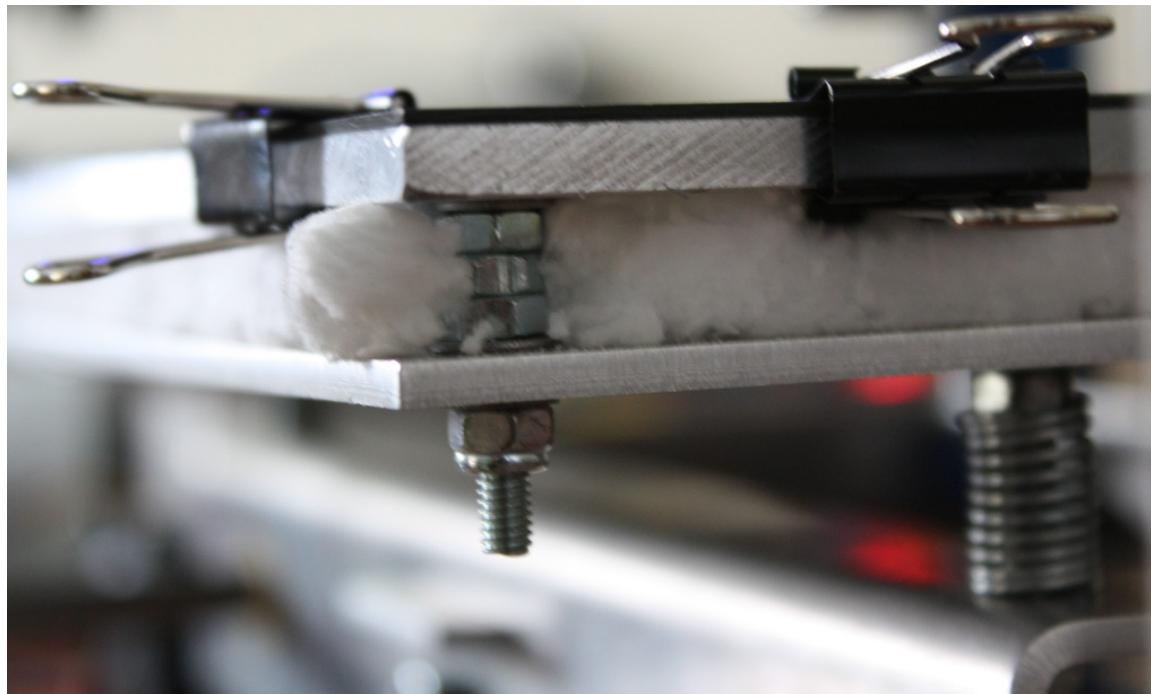
Die Unterseite des Druckbetts wird mit einer PET-Folie beklebt und anschließend auf die Aluminiumplatte gelegt. Hier sollten die Anschlussleitungen in Richtung des Y-Motors zeigen. Auf die Schrauben wird jetzt jeweils eine weitere Unterlegscheibe gelegt, sodass die Teile Unterlegscheibe + Mutter + Mutter + Unterlegscheibe für genügend Abstand zwischen den Platten sorgen.

Abbildung 3.178. Unterseite des Druckbetts



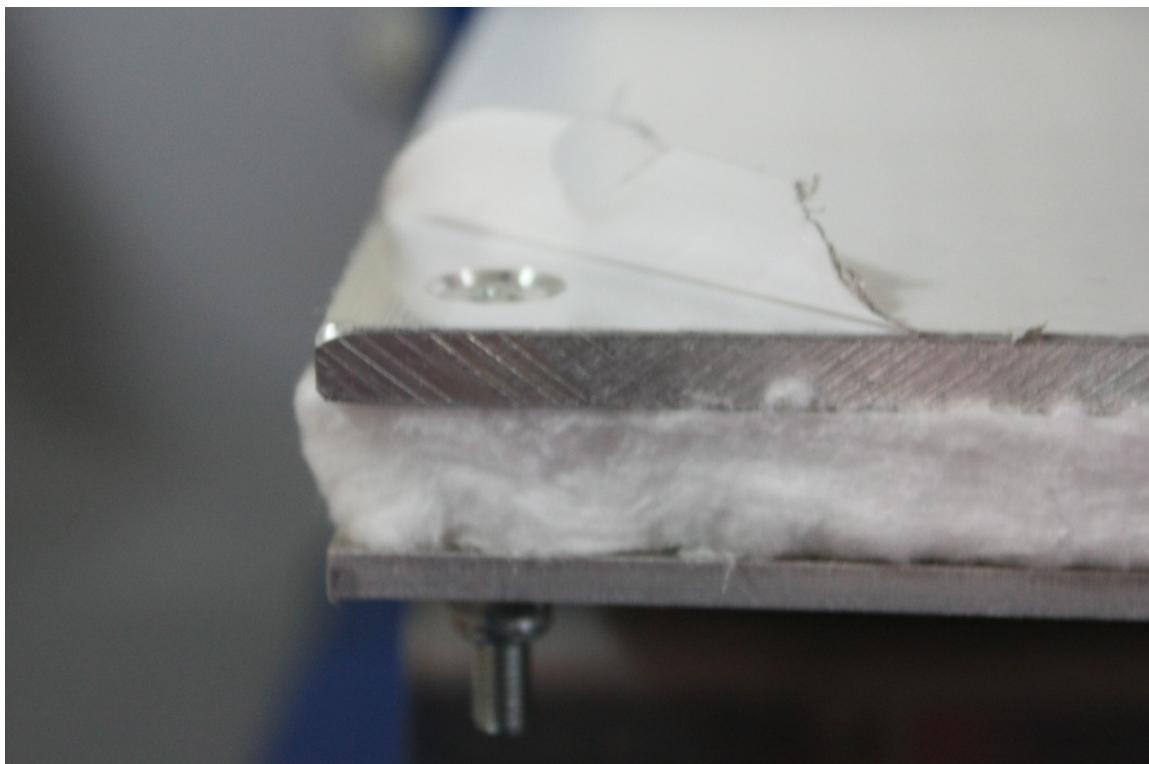
Bei dem Aufkleben der PET-Folie wird diese vorab auf die passende Größe zugeschnitten. Dabei sollten die 4 Schrauben des Heizbetts ausgespart bleiben. Es ist darauf zu achten, dass die Folie über den Rand der Heizmatte hinaus mit der Metallplatte verklebt wird.

Abbildung 3.179. Details Verschraubung



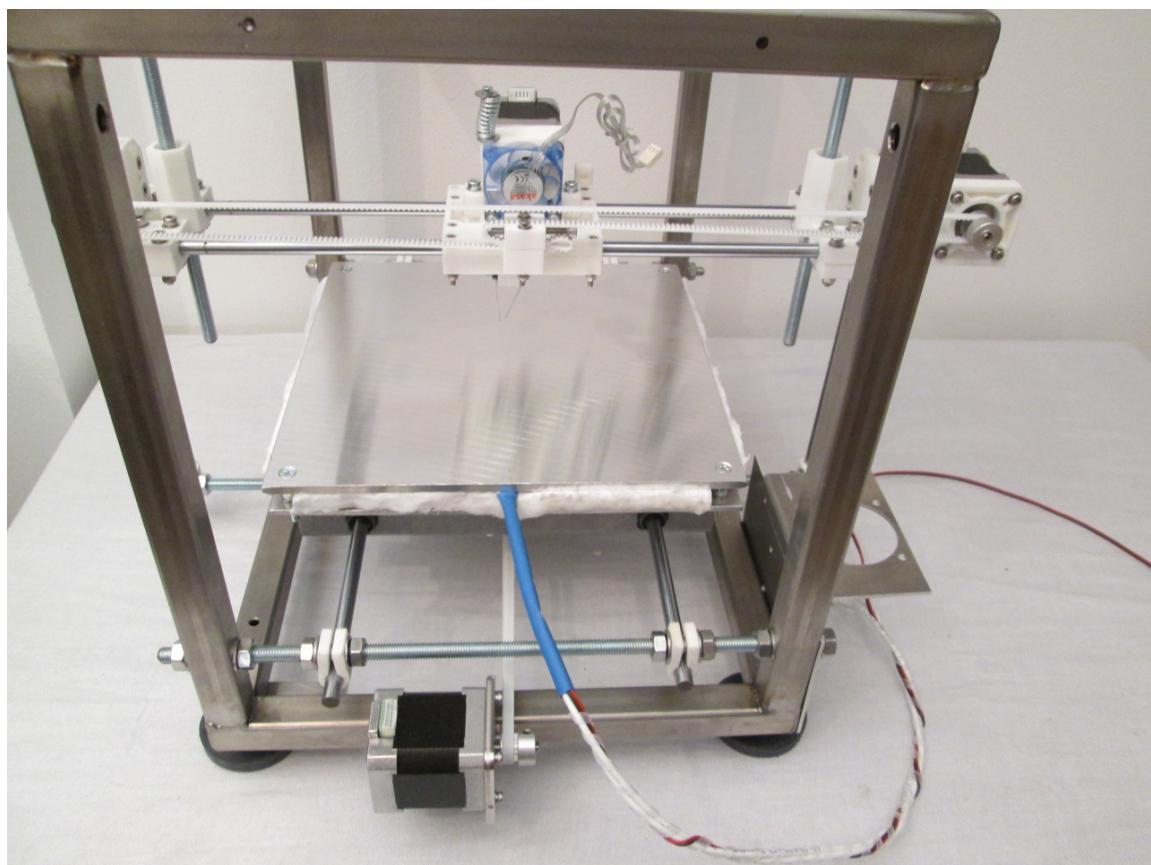
Fertig montiert sehen die Platten wie auf obigem Bild aus: Senkkopfschraube + Aluminiumplatte (5 mm Dicke) + Unterlegscheibe + Mutter + Mutter + Mutter + Unterlegscheibe + Aluminiumplatte (3 mm Dicke) + Unterlegscheibe (die 2. aus obiger Montageliste) + selbstsichernde Mutter.

Abbildung 3.180. Abzug der Schutzfolie



Die Schutzfolie auf der Oberseite der 5 mm dicken Aluminiumplatte wird nun abgezogen.

Abbildung 3.181. Gesamtansicht Heizbett

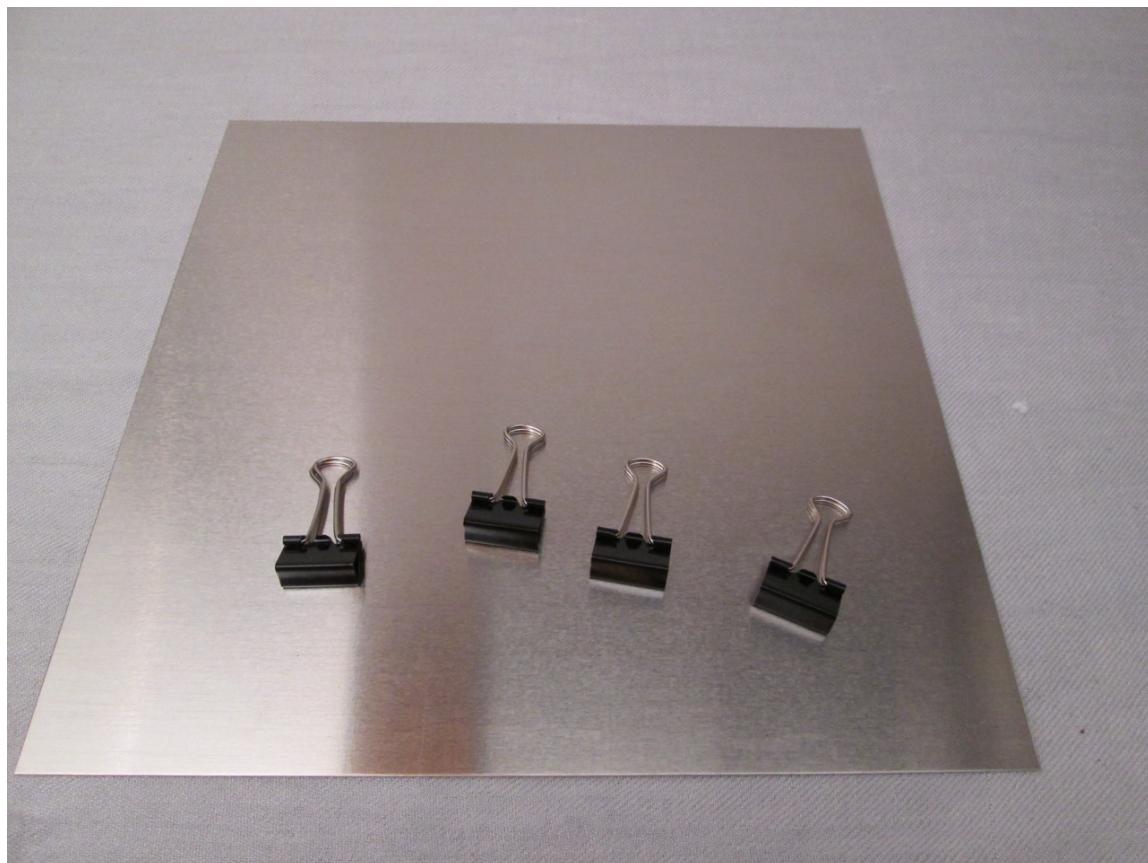


### 3.12.8. Opferplatte

Tabelle 3.57. Materialliste Opferplatte

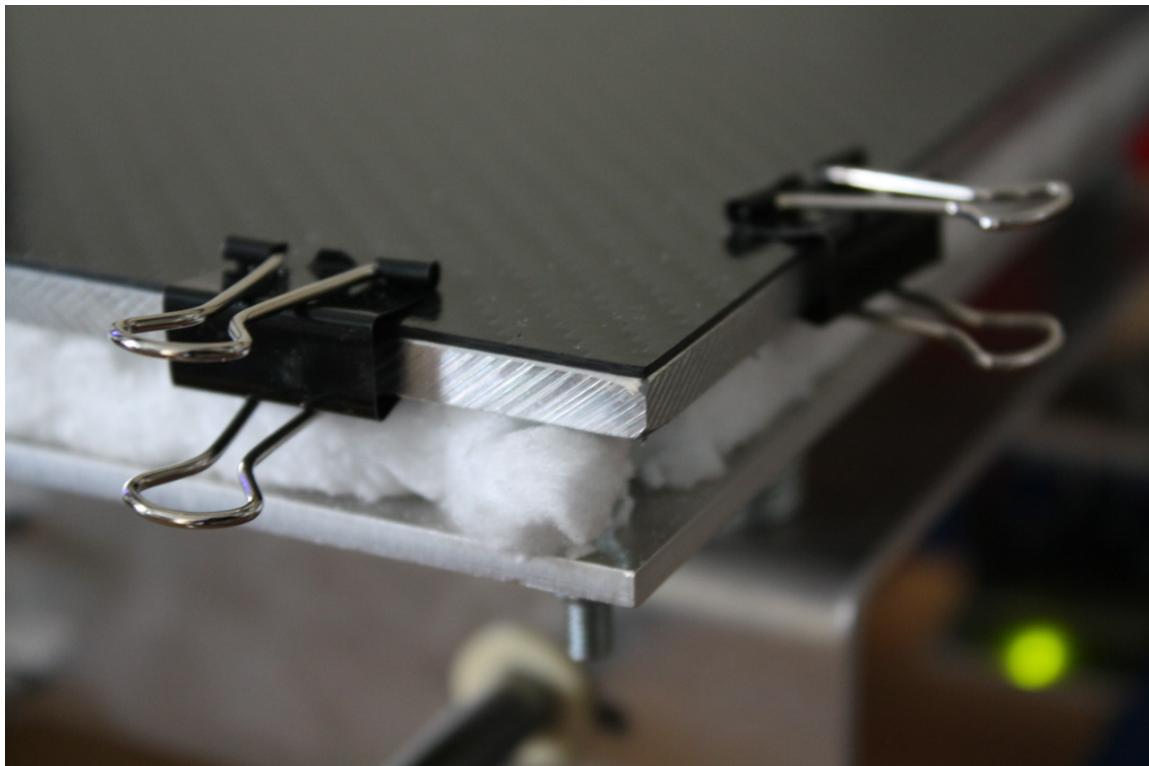
1x Aluminium-Platte, 230x230x0.8mm	4x Foldback-Klemmer
1x PET-Folie 230mmx230mm [S. 36]	

Abbildung 3.182. Opferplatte Materialübersicht



Die Aluminium-Platte wird auf der oberen Seite mit der PET Folie beklebt und dann mit den Klemmen an der dicken Aluminium-Platte festgeklemmt. Die Schutzfolie der dicken Aluminium-Platte muss vorher abgezogen werden. Die dünne Aluminium-Platte dient hier als Schutz der dicken Platte, falls durch das Hot-End Kratzer auf dieser entstehen. In diesem Fall kann die dünne Aluminium-Platte leicht und kostengünstig ausgetauscht werden. Wird kein beheizbares Druckbett verwendet, wird die bereits montierte Aluminiumplatte mit PET-Folie beklebt.

Abbildung 3.183. Opferplatte Abschluss

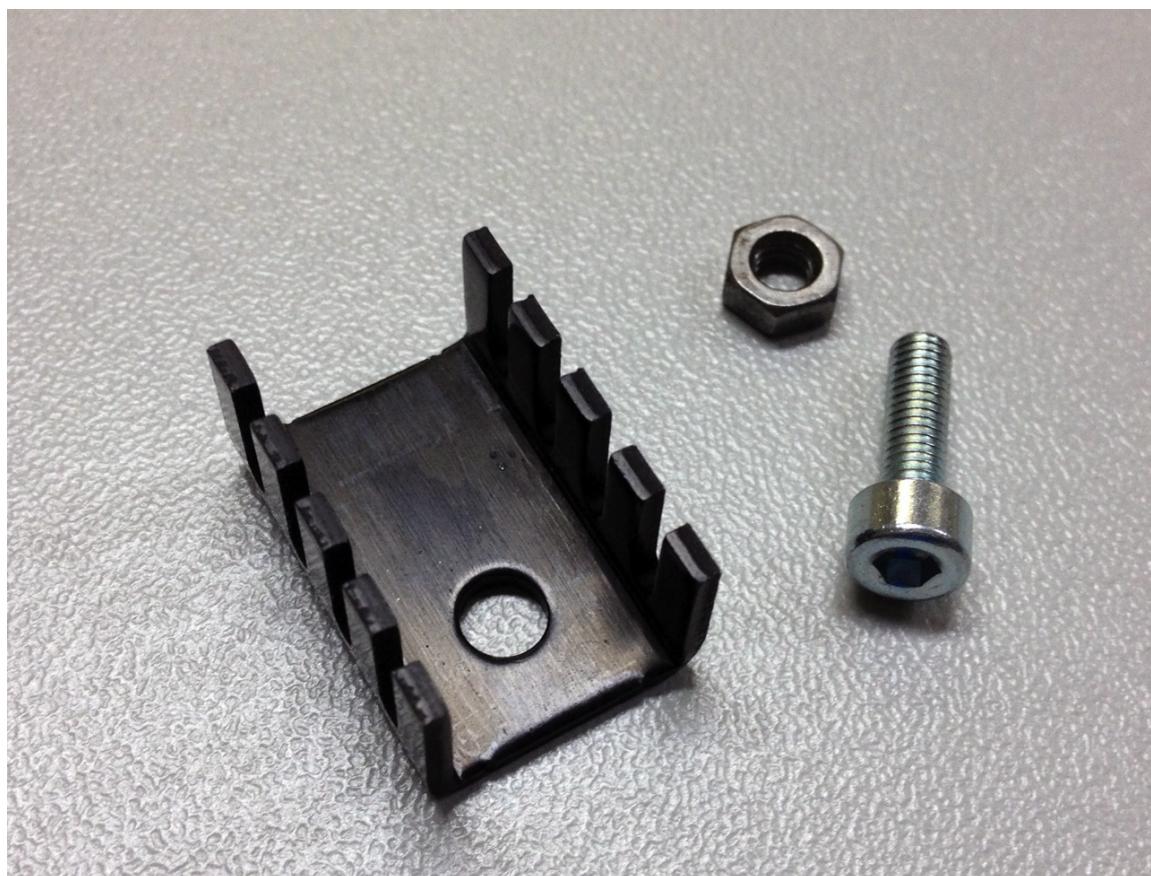


### 3.12.9. Mosfet-Kühler

Tabelle 3.58. Materialliste Mosfet-Kühler (100013.6)

1x Kühlkörper	1x M3x5 Zylinderkopfschraube
1x M3 Mutter	

Abbildung 3.184. Mosfet-Kühler Materialübersicht

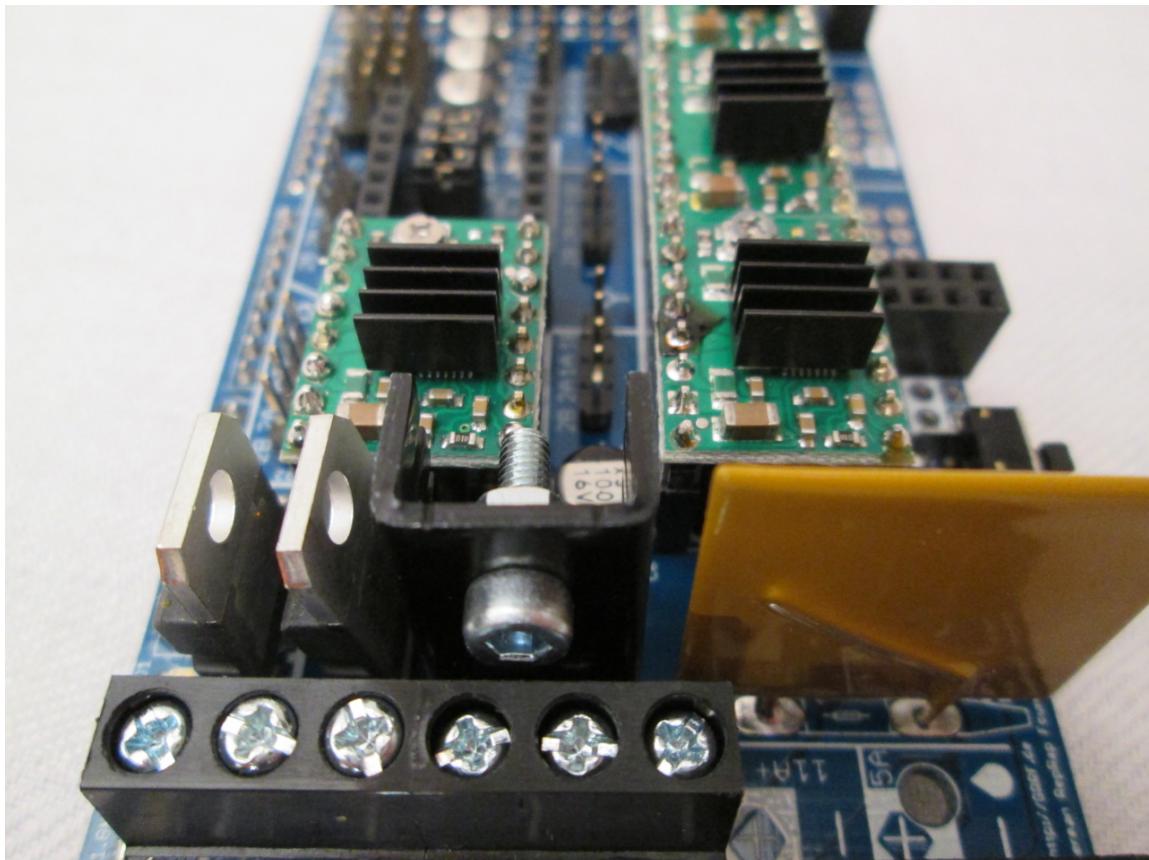


Bei der Verwendung der 12V Heizmatte muss der Mosfet auf Steckplatz Q3 mit einem Kühler versehen werden. Dazu muss der Kühler auf der flachen Metallseite aufgeschraubt werden.



Ganz wichtig ist dabei, dass der Kühler kein anderen Mosfet berührt, da sonst ein Kurzschluss verursacht wird.

Abbildung 3.185. Mosfet-Kühler Abschluss



### 3.13. Die Elektronik

Der mechanische Aufbau des PRotos ist nun beendet und es wird mit der Elektronik begonnen. Hierzu müssen die Platinen selbst gelötet werden. Es ist beim Löten der Platinen darauf zu achten, dass die Lötspitze nur wenige Sekunden an den Bauteilen verweilt, um eine etwaige Schädigung der Platine zu verhindern. Anschließend sollte der Platine etwas Zeit gegeben werden, damit sie sich wieder auf Umgebungstemperatur abkühlen kann.

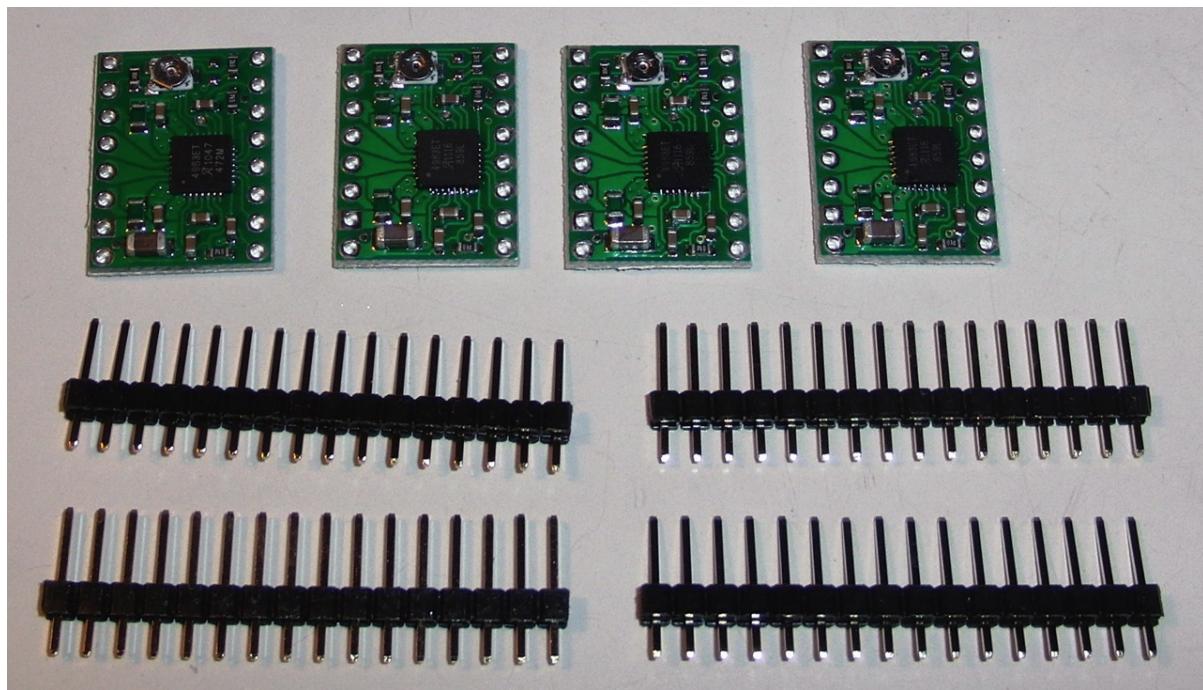
#### 3.13.1. Montage Ramps v1.4

##### 3.13.1.1. Vorbereitung Pololus

Tabelle 3.59. Materialliste Vorbereitung Pololus

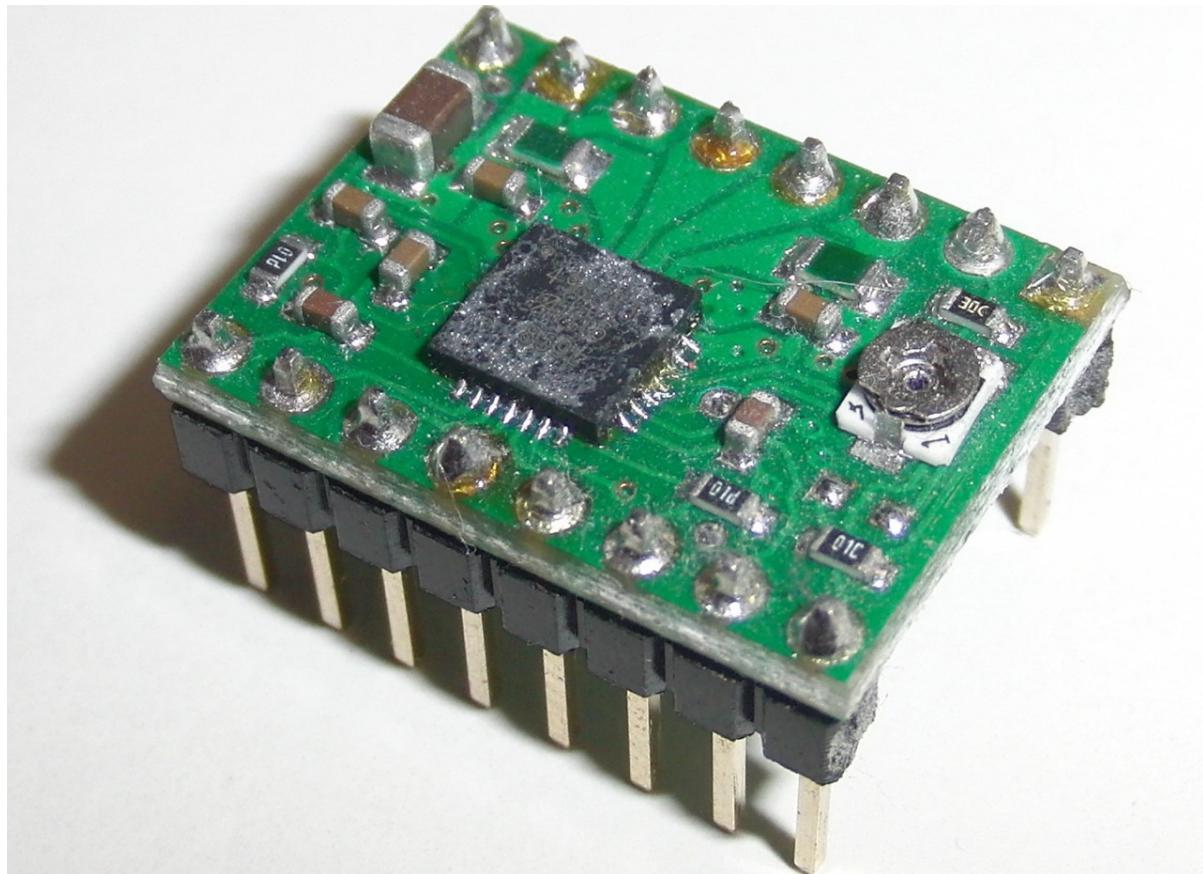
4x Stiftleisten, 16-polig	4x Pololu A4988
---------------------------	-----------------

Abbildung 3.186. Vorbereitung Pololus Materialübersicht



Die Stiftleisten werden in acht Stiftleisten mit je 1x8 Polen zerschnitten, damit die Pololus später einzeln ausgetauscht werden können. Die Pololus werden auf die Stiftleisten aufgesetzt und festgelötet. Dieses beugt möglichen Problemen beim Aufstecken vor.

Abbildung 3.187. Abschluss Vorbereitung Pololus

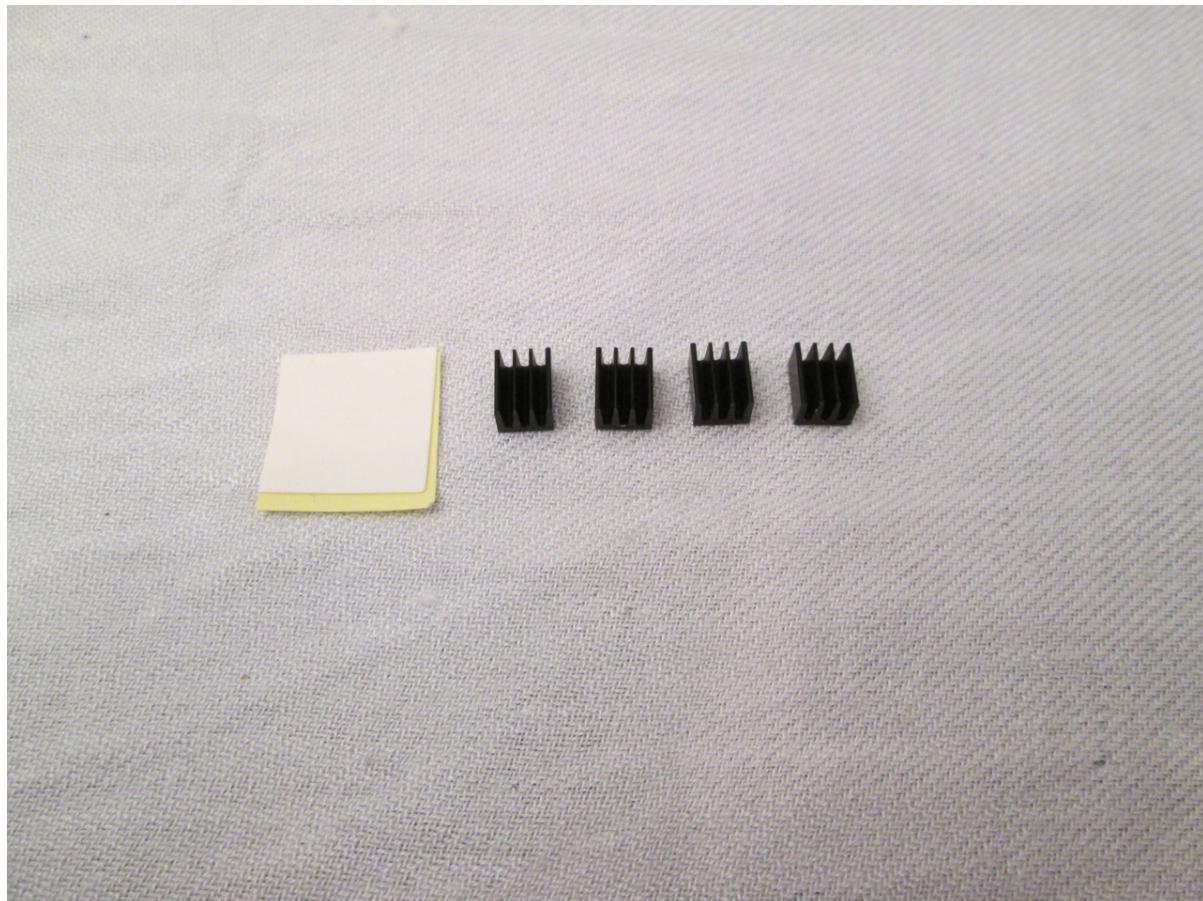


### 3.13.1.2. Montage Kühlrippen

Tabelle 3.60. Materialliste Montage Kühlrippen

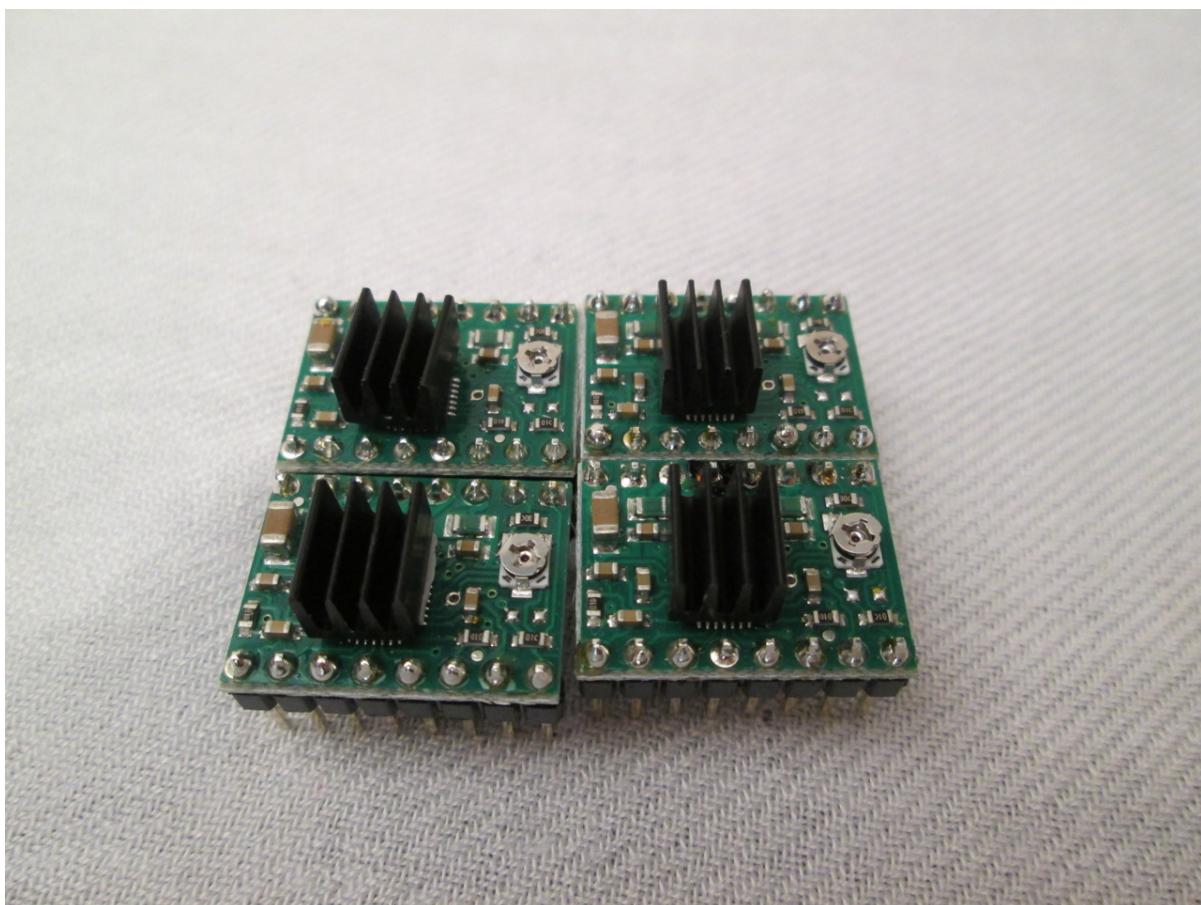
4x Pololu A4988, Vormontiert	1x Wärmeleitpad
4x Kühlrippen	

Abbildung 3.188. Montage Kühlrippen Materialübersicht



Der Chip auf den Pololus wird im Betrieb sehr warm. Um ein Abschalten aufgrund von Überhitzung vorzubeugen, werden die Chips mit Kühlrippen versehen. Dafür wird das selbstklebende Wärmeleitpad zerschnitten, auf die Chips geklebt und anschließend je eine Kühlrippe pro Chip aufgeklebt.

Abbildung 3.189. Abschluss Montage Kühlrippen



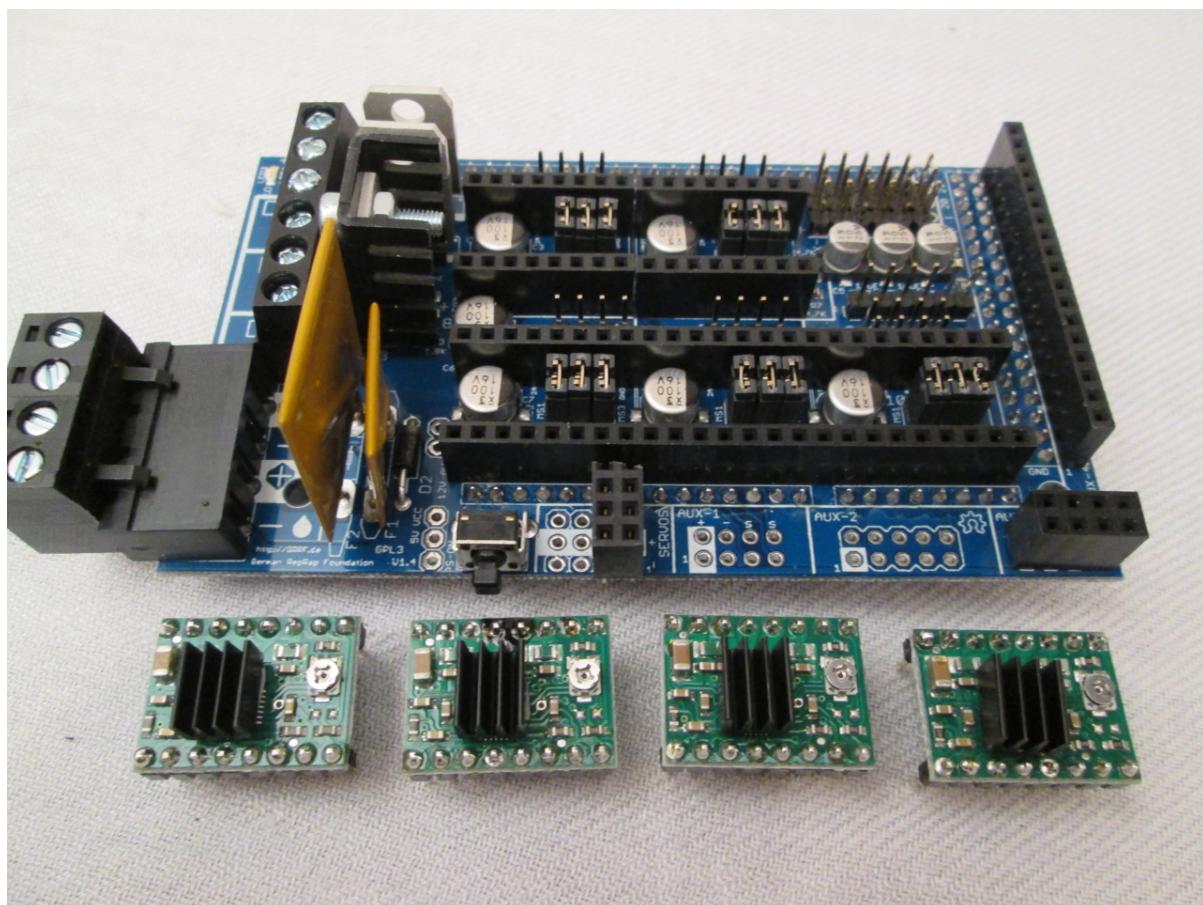
### 3.13.1.3. Befestigung Pololus

Tabelle 3.61. Materialliste Vorbereitung Pololus

1x Ramps 1.4 [S. 27]

4x Pololu A4988, vormontiert

Abbildung 3.190. Befestigung Pololus Materialübersicht



Die Pololus müssen, wie im Bild "Abschluss [S. 191]" gezeigt, auf das Ramps gesteckt werden. Der Steckplatz E1 wird dabei nur mit einem Pololu besetzt, wenn ein zweiter Extruder montiert wird.



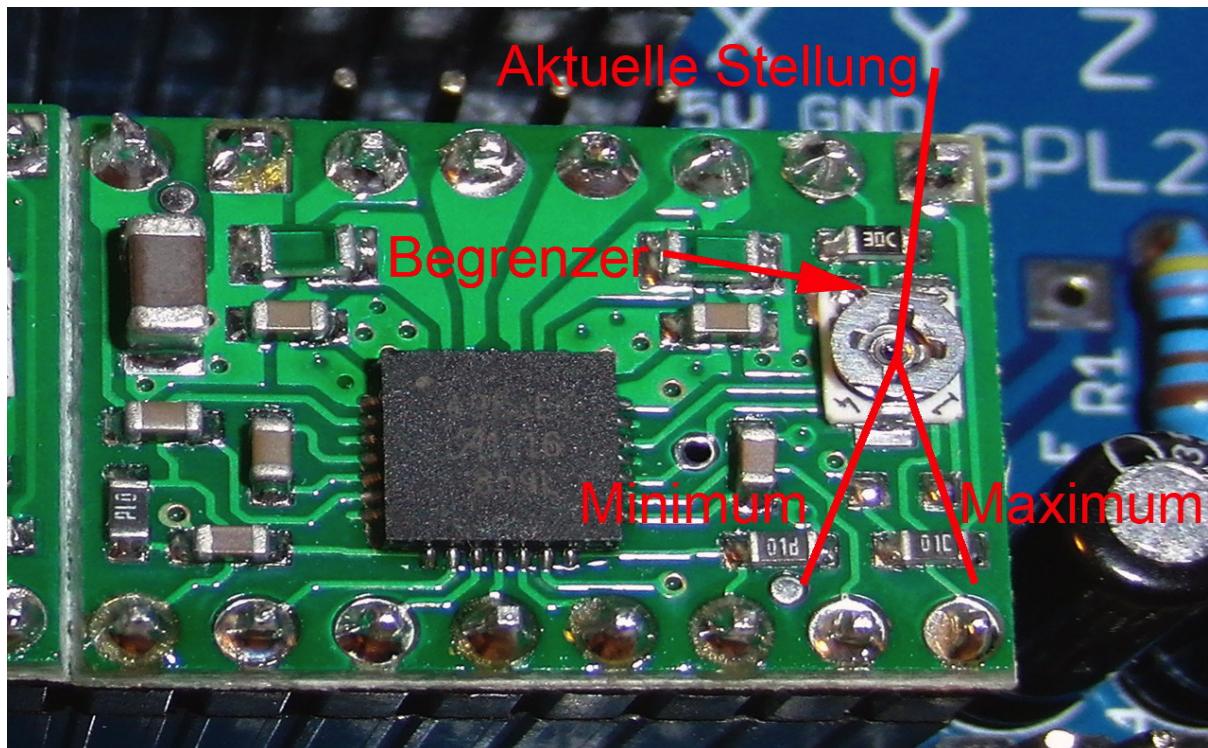
Dabei ist sehr stark darauf zu achten, dass alle Pins des Ramps in die dafür vorgesehenen Buchsen des Arduino-Board gesteckt werden.

Damit es später kein Probleme bei der ersten Inbetriebnahme gibt. Werden die Potentiometer auf der Pololus auf eine Mittlere Position gestellt.



Aus Sicherheitsgründen und um Schäden am Pololu zu vermeiden, sollte diese Einstellung mit ausgeschaltetem Netzteil durchgeführt werden.

Abbildung 3.191. Einstellung Pololu Potentiometer



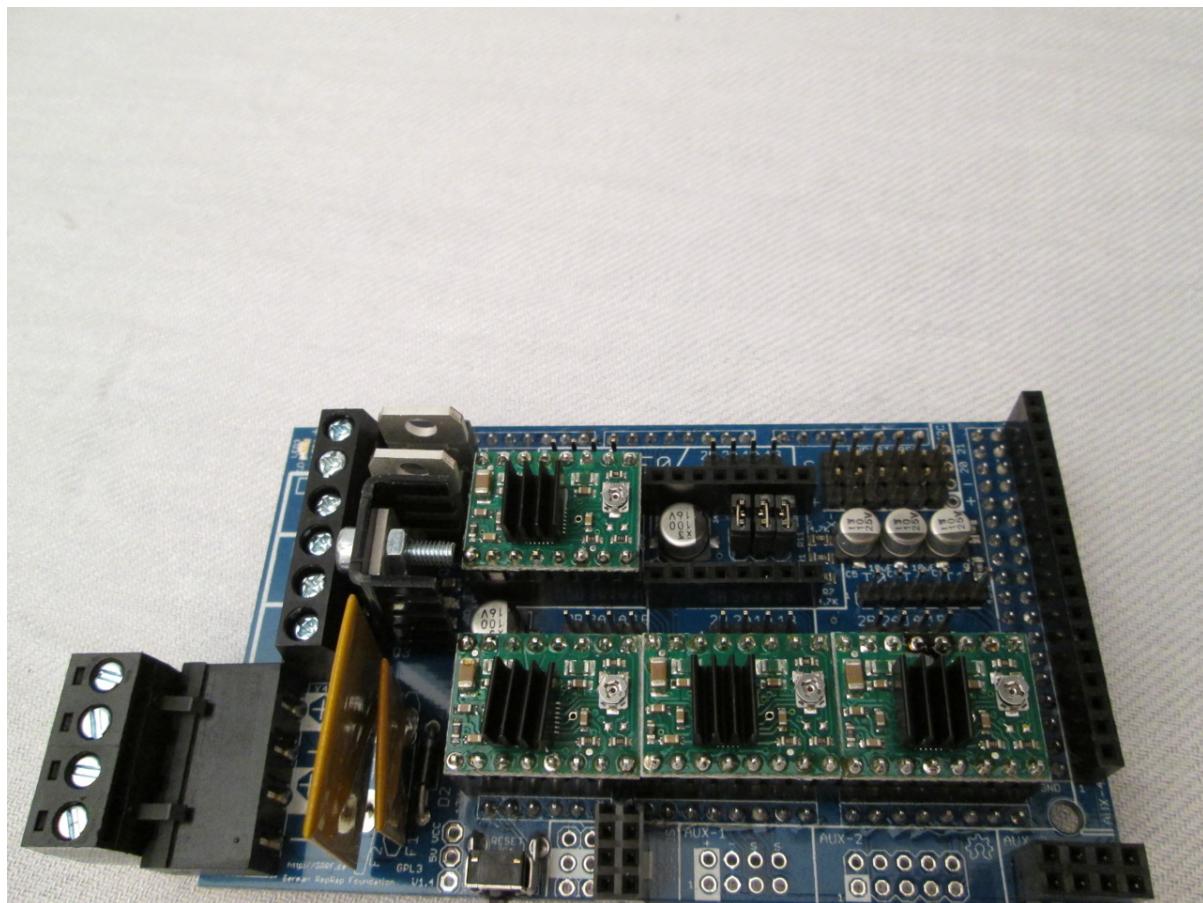
Bedeutung: Dreht man das Poti nach links wird der Strom durch das Potentiometer verringert.



Die Stellung auf der oberen Abbildung entspricht einer Uhrzeit von 12.30.  
Im späteren Betrieb sollte das Potentiometer nach links auf etwa 10 Uhr eingestellt werden.

Das Potentiometer sollte langsam und nur mit dem richtigen Werkzeug bedient werden.  
Im Betrieb darf nur mit Keramikschaubenzieher/Bernsteinschaubenzieher an dem Potentiometer gedreht werden, da der Schrittmotor sonst zerstört werden kann.

Abbildung 3.192. Ramps mit aufgesteckten Pololus



### 3.13.1.4. Elektronikhalterung

Tabelle 3.62. Materialliste Elektronikhalterung (100270.17)

4x Platinenabstandhalter
--------------------------

Tabelle 3.63. Materialliste Elektronikhalterung

1x Arduino Mega 2560 Board [S. 21]	1x Ramps 1.4, vormontiert
------------------------------------	---------------------------

Die Platinenabstandhalter danach in der Elektronikhalter und das Arduino Board klippen, sodass die Widerhaken greifen. Anschließend werden die Ramps aufgesteckt, wie auf folgenden Bildern zu sehen ist.

Abbildung 3.193. Elektronikhalter Montage (Teil 1)

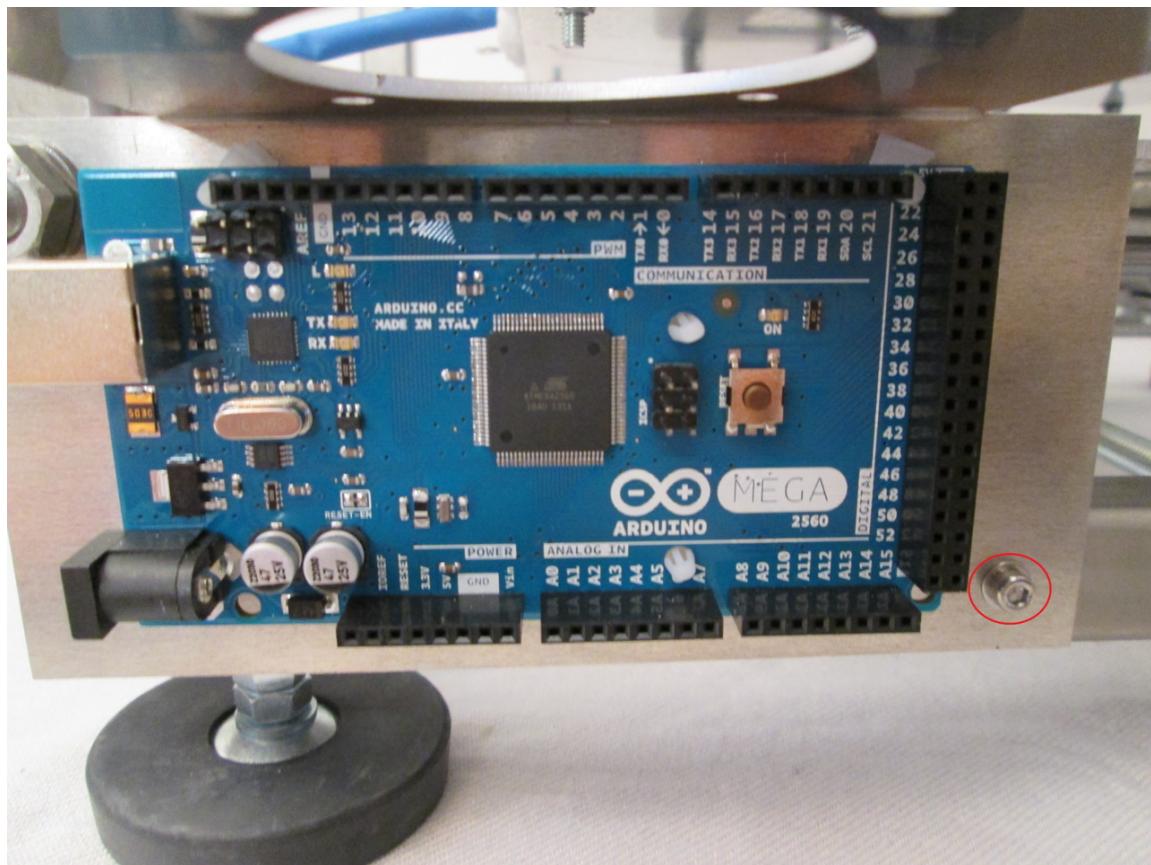
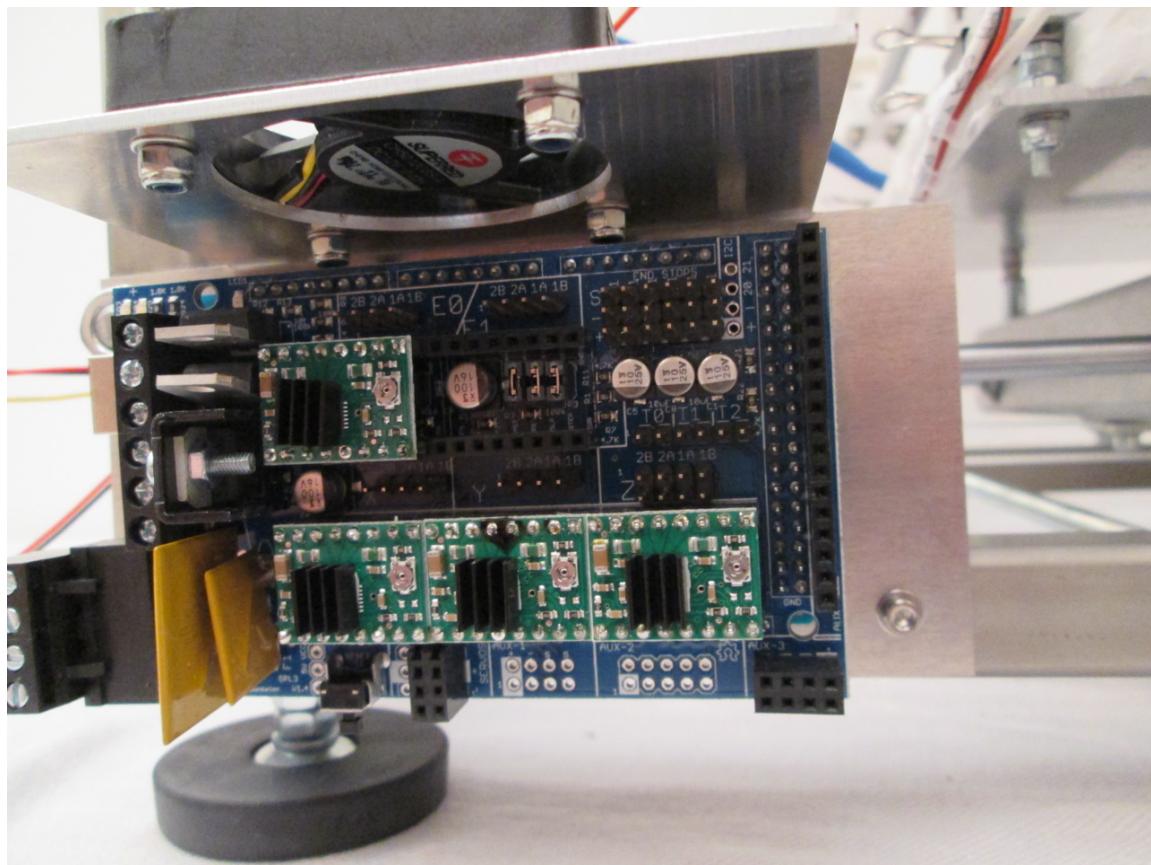


Abbildung 3.194. Elektronikhalter Montage (Teil 2)



Die Kühlkörper müssen wie im Bild zu sehen ist, im Luftstrom des Lüfters liegen, um eine kühlende Funktion zu erfüllen.

### 3.13.1.5. Ramps-Lüfter

Tabelle 3.64. Materialliste Ramps-Lüfter (100270.18)

4x M3x18 Zylinderkopfschraube	4x M3 selbstsichernde Mutter
4x M3 Unterlegscheibe	

Tabelle 3.65. Materialliste Ramps-Lüfter

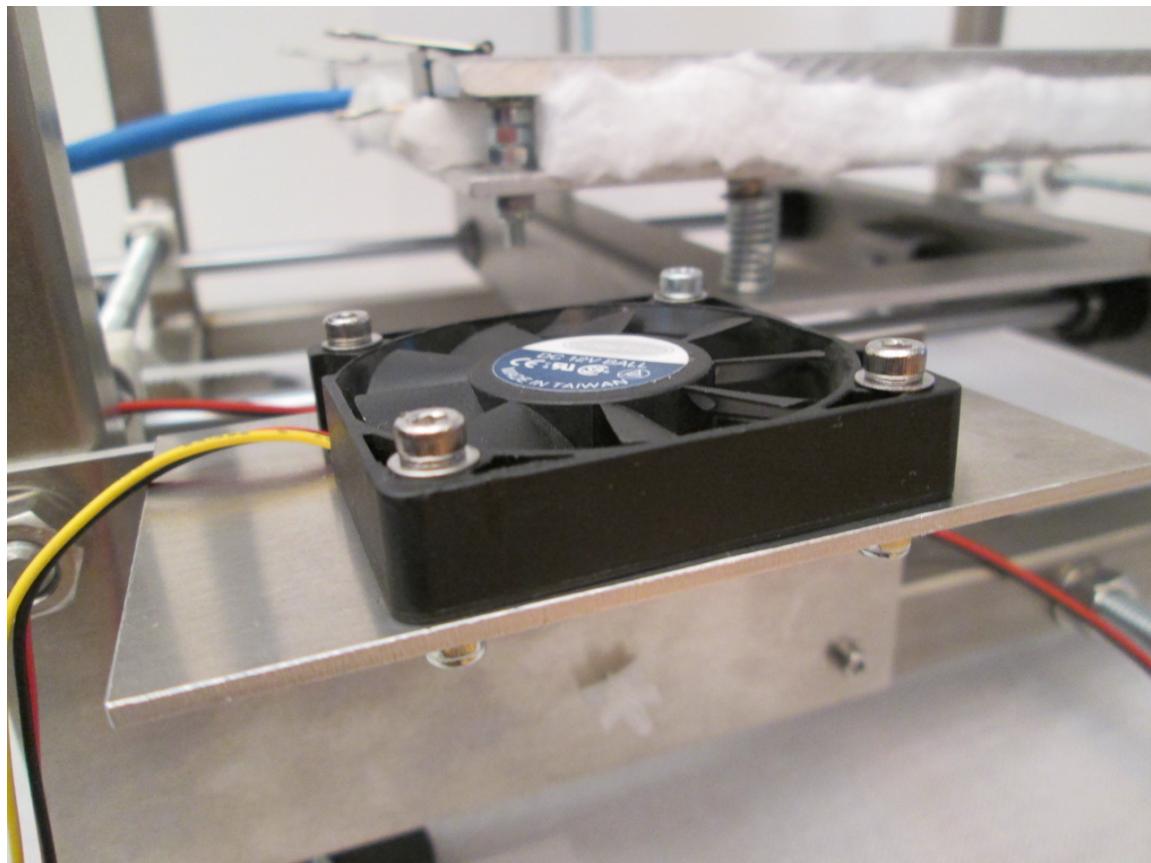
1x Lüfter, 50mm	1x Fertig montierter Elektronikhalter
-----------------	---------------------------------------

Abbildung 3.195. Rampslüfter Materialübersicht



Zusätzlich wird zur Kühlung noch ein Lüfter verwendet, um die Chips der Pololus zu kühlen. An dem ElectronicFanMount wird der Lüfter, wie auf folgendem Bild gezeigt, montiert. Zusätzlich muss auf die Drehrichtung des Lüfters geachtet werden. Der Lüfter soll Luft von oben auf das Board blasen. Dafür zeigt die rote Lüfteraufschrift zur Rampsplatine. Die Anschlussleitung zeigt in Richtung

Abbildung 3.196. Rampslüfter Abschluss



Den Lüfter wie auf oben gezeigtem Bild montieren (Zylinderkopfschraube + Lüfter + Elektronikhalter + Unterlegscheibe + selbstsichernde Mutter).

### 3.13.2. Opto Endstop- & Lichtschrankenmontage

#### 3.13.2.1. Opto Endstop - X-Achse

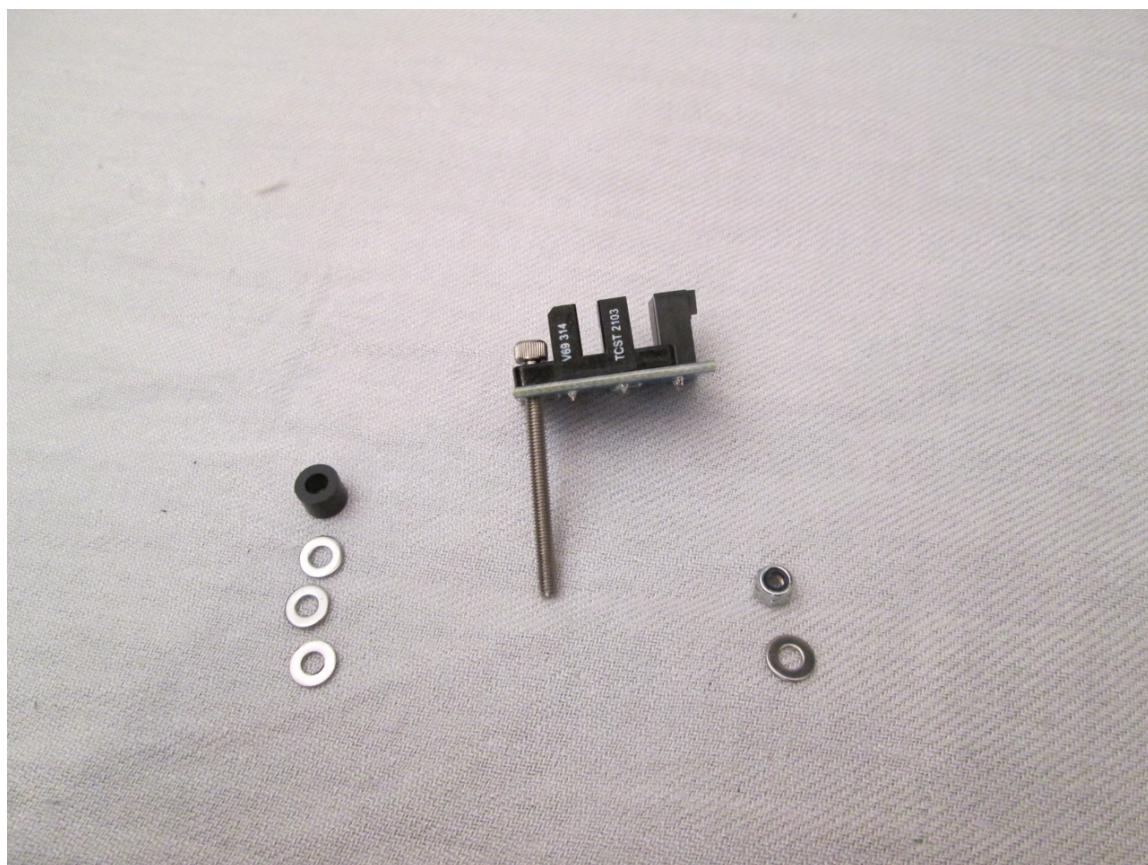
Tabelle 3.66. Materialliste Opto Endstop - X-Achse (100270.19)

1x Montageband, ca. 50 mm	1x Distanzhülse, 5mm
1x M3x35 Zylinderkopfschraube	1x M4x20 Zylinderkopfschraube
1x M3 selbstsichernde Mutter	1x M4 selbstsichernde Mutter
4x M3 Unterlegscheibe	2x M4 Unterlegscheibe

Tabelle 3.67. Materialliste Opto Endstop - X-Achse

1x Opto Endstop
-----------------

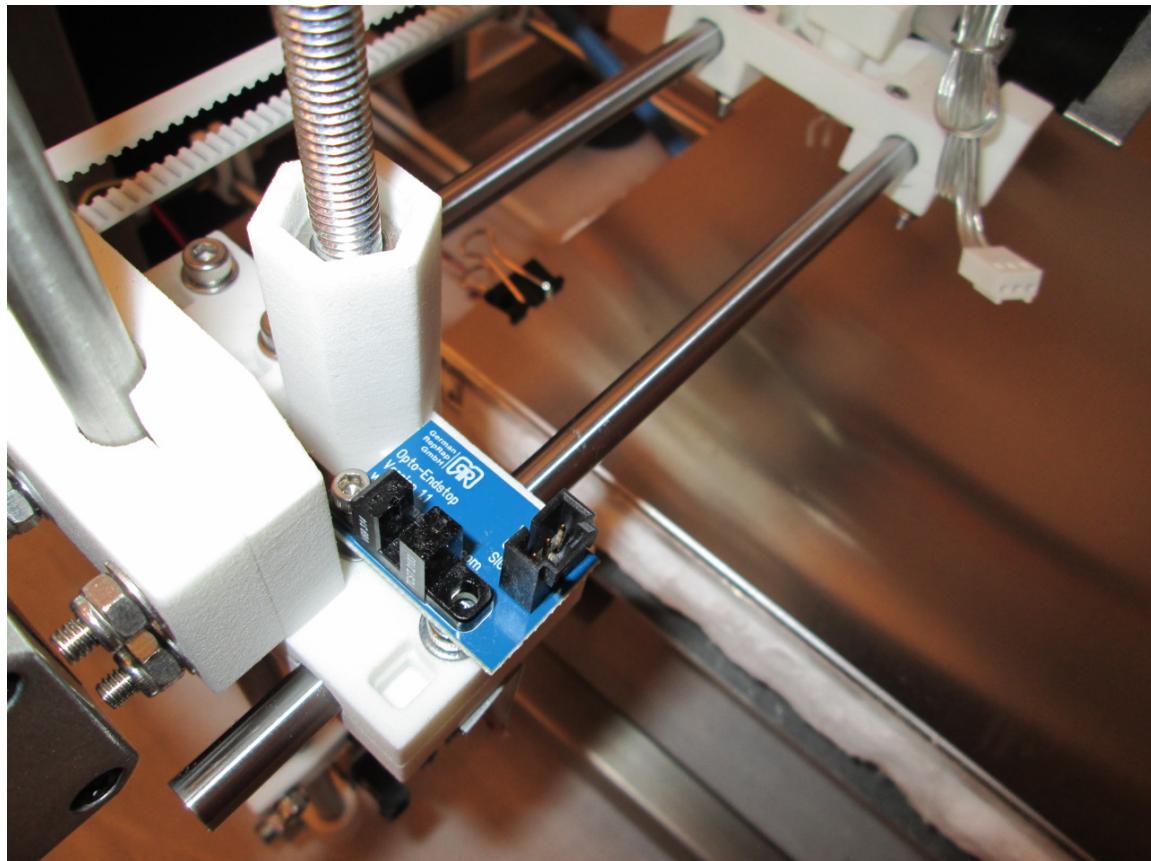
Abbildung 3.197. Opto Endstop - X-Achse Materialübersicht



Zum Unterbrechen der Lichtschranke der X-Achse befindet sich am X-Carriage eine Möglichkeit zur Befestigung eines Blechs (siehe folgendes Bild). An dieser Seite kann die Halterung des X-Achsengestänges zur Befestigung genutzt werden. Dafür wird die vorhandene M4x25 Zylinderkopfschraube samt Unterlegscheibe und Mutter entfernt und durch eine M3 Zylinderkopfschraube ersetzt, da nur diese durch die Bohrung im Endstop passt. Die Distanzhülse verhindert die Berührung mit den Zylinderkopfschrauben. Es werden unter die Distanzhülse noch drei der M3 Unterlegscheiben gelget um die Höhe des Optos soweit anzuheben, dass keine Kontakte auf der Unterseite der Platine die anderen Schraubenköpfe berühren kann.

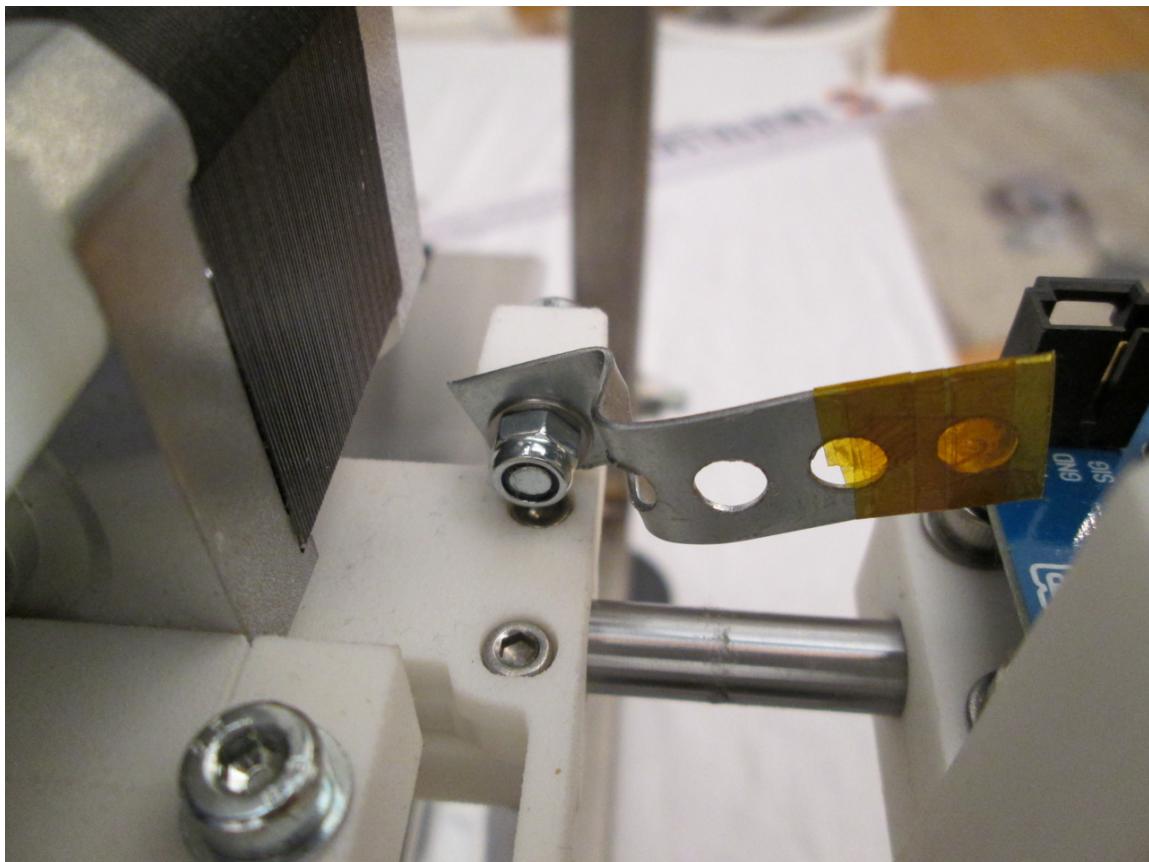


Abbildung 3.198. Befestigung Opto Endstop - X-Achse Abschluss



Das Montageband wird, wie auf dem unteren Bild gezeigt, mit Kaptonband umwickelt und mit der M4 Zylinderkopfschraube, 2 M4 Unterlegscheiben und der M4 selbstsichernden Mutter an der X-Carriage montiert.

Abbildung 3.199. Detailansicht Lichtschrankenunterbrecher X-Achse



Die linke untere Ecke des Montagebands sollte schräg abgeschnitten werden, damit das Blech mit einem 20° Winkel gekippt werden kann und die Lichtschranke durchfährt.

Es wird in naher Zukunft anstelle der Montagebleche vorgebogene Endstopbleche geben.

### 3.13.2.2. Opto Endstop - Z-Achse

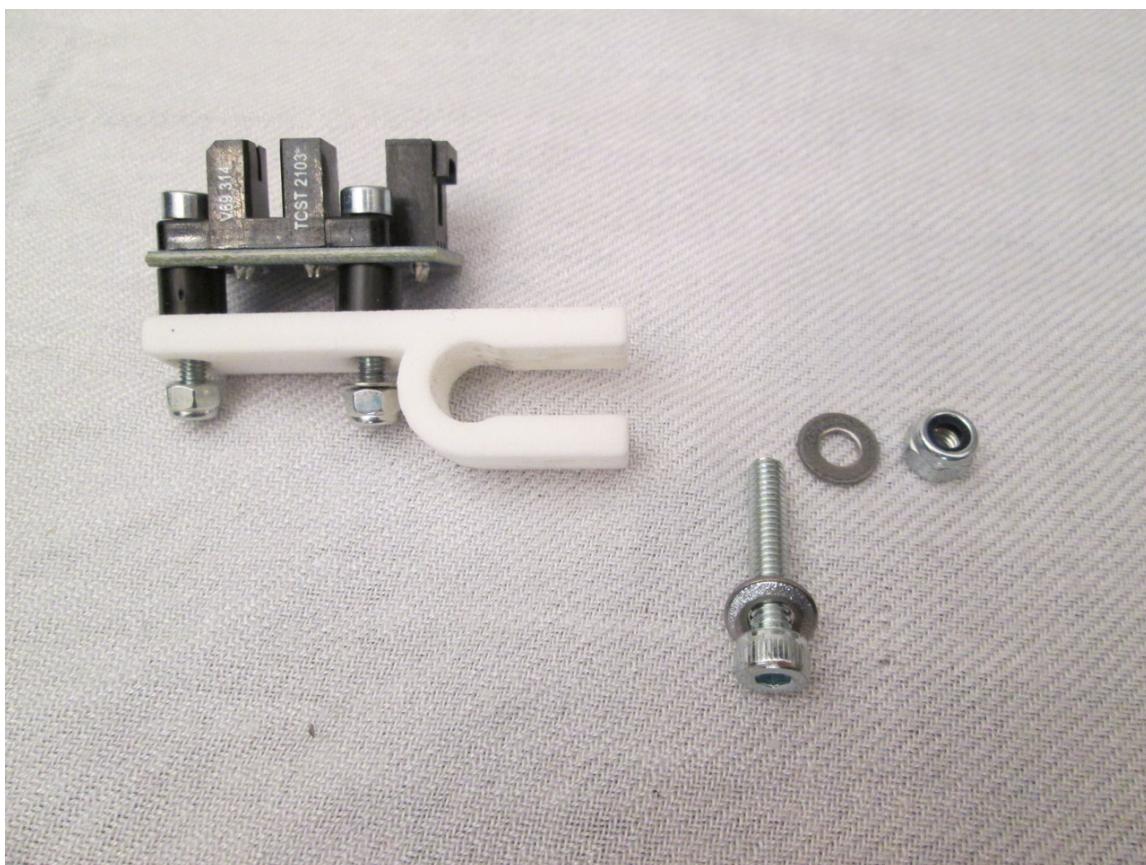
Tabelle 3.68. Materialliste Opto Endstop - Z-Achse (100270.20)

1x Montageband, ca. 50 mm	1x Endstop Holder
2x M3x20 Zylinderkopfschraube	1x M4x25 Zylinderkopfschraube
2x M3 selbstsichernde Mutter	2x M4 Unterlegscheibe
2x Distanzhülse, 5mm	

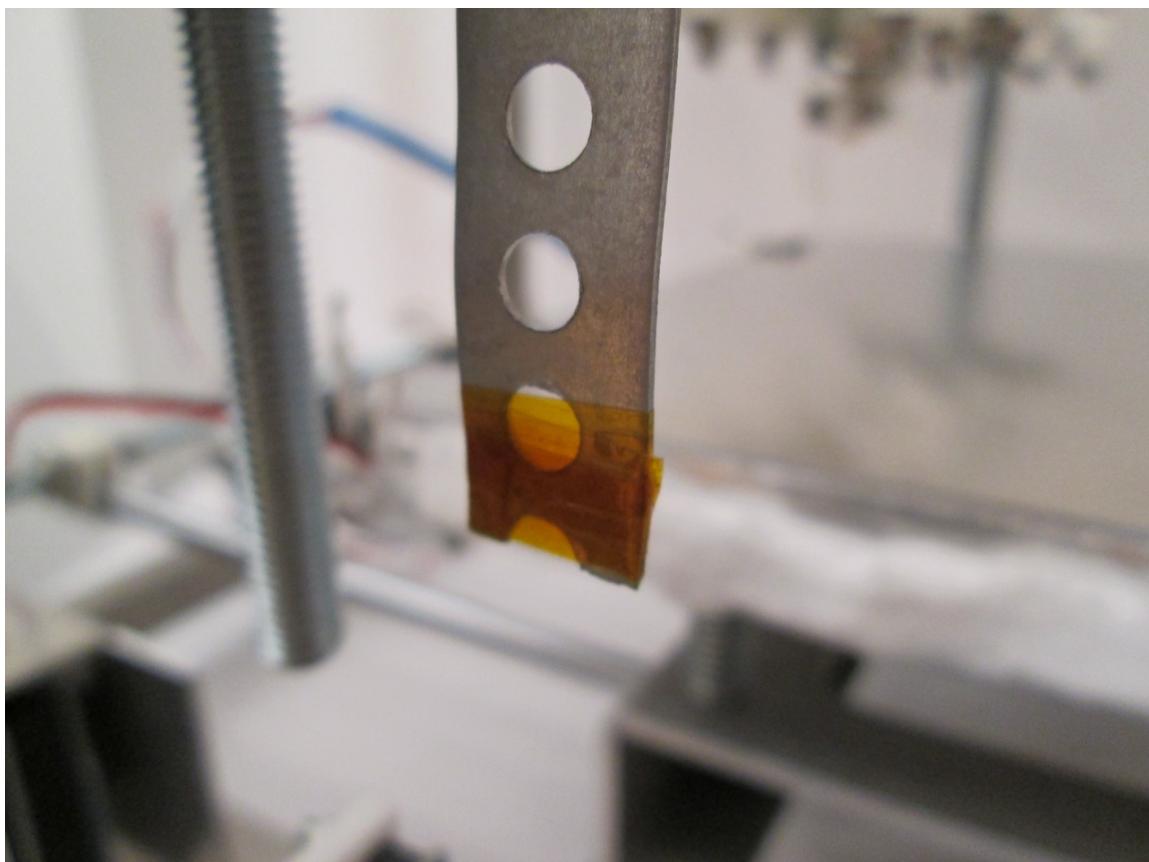
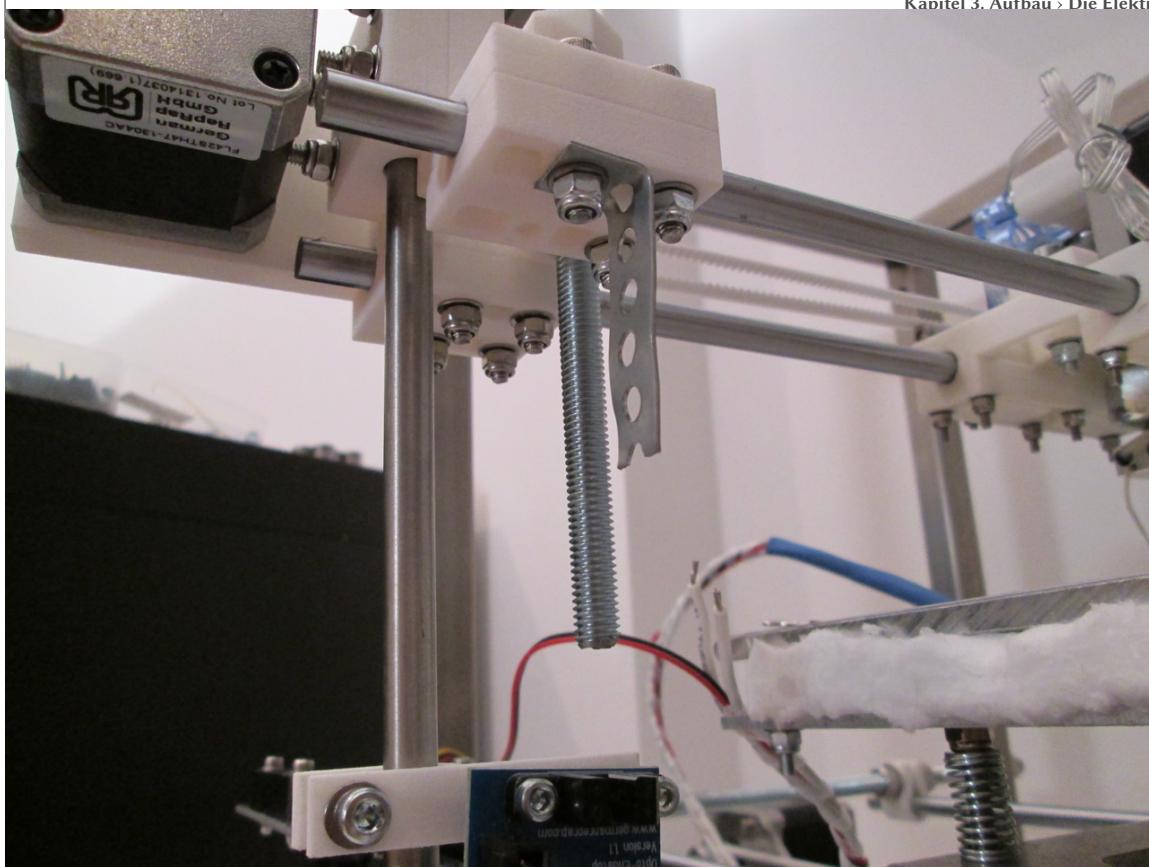
Tabelle 3.69. Materialliste Opto Endstop - Z-Achse

1x Opto Endstop
-----------------

Abbildung 3.200. Opto Endstop - Z-Achse Materialübersicht



Der Endstop wird wie auf folgendem Bild gezeigt, montiert.



Den Lichtschrankenunterbrecher für die Z-Achse an die M3 Zylinderkopfschraube schrauben, wie im Bild "Detailansicht Lichtschrankenunterbrecher X-Achse" gezeigt.

Wenn das Blech die Lichtschranke durchfährt, endet die Bewegung in z-Richtung. Daher muss beim montieren der Endstophöhe auf die Düse des Hotends geachtet werden, da diese den tiefsten Punkt darstellt und in einem Fehlerfall als erstes in die Druckplatte fahren würde.

### 3.13.2.3. Opto Endstop - Y-Achse

Tabelle 3.70. Materialliste Opto Endstop - Y-Achse (100270.21)

1x Montageband 40mm	2x Distanzhülse, 5mm
2x M3x20 Zylinderkopfschraube	2x M3 Unterlegscheibe
1x M3 selbstsichernde Mutter	1x M3x10 Zylinderkopfschraube

Tabelle 3.71. Materialliste Opto Endstop - Y-Achse

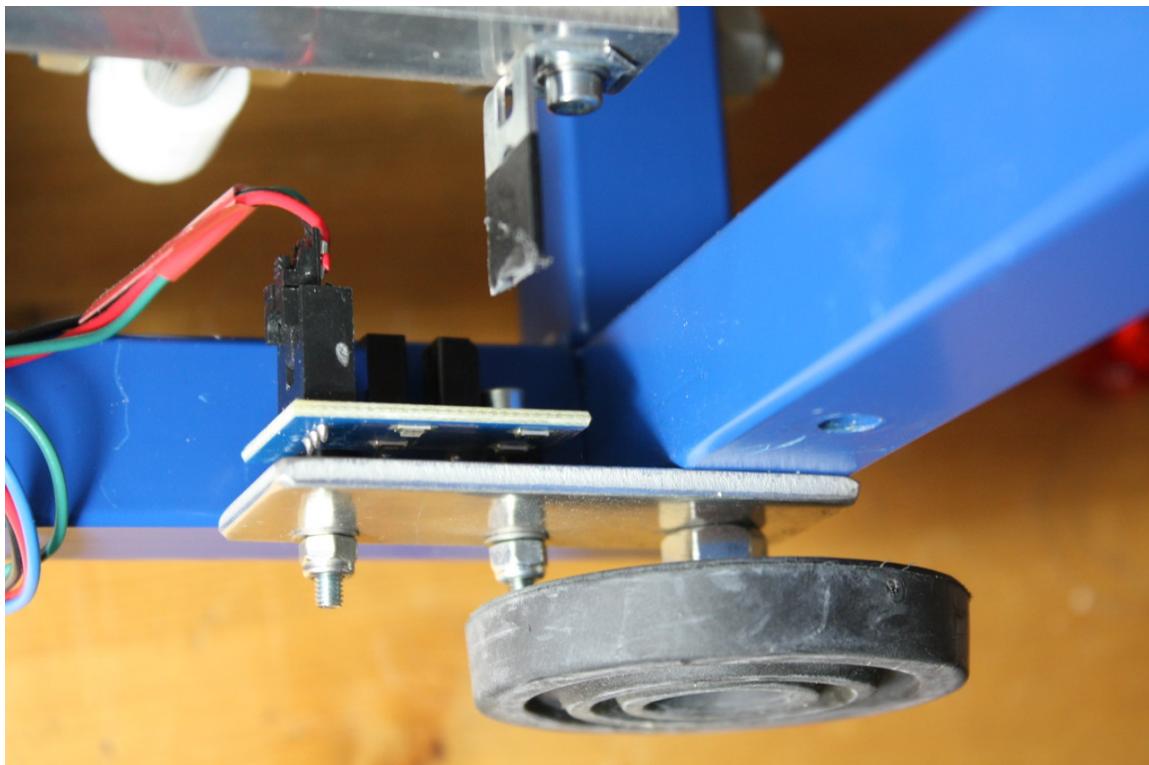
1x Opto Endstop	1x Y-Opto-Endstop-Halter (bereits am Rahmen montiert)
-----------------	-------------------------------------------------------

Abbildung 3.202. Opto Endstop - Y-Achse Materialübersicht



Der Endstop wird, wie auf folgendem Bild gezeigt, montiert.

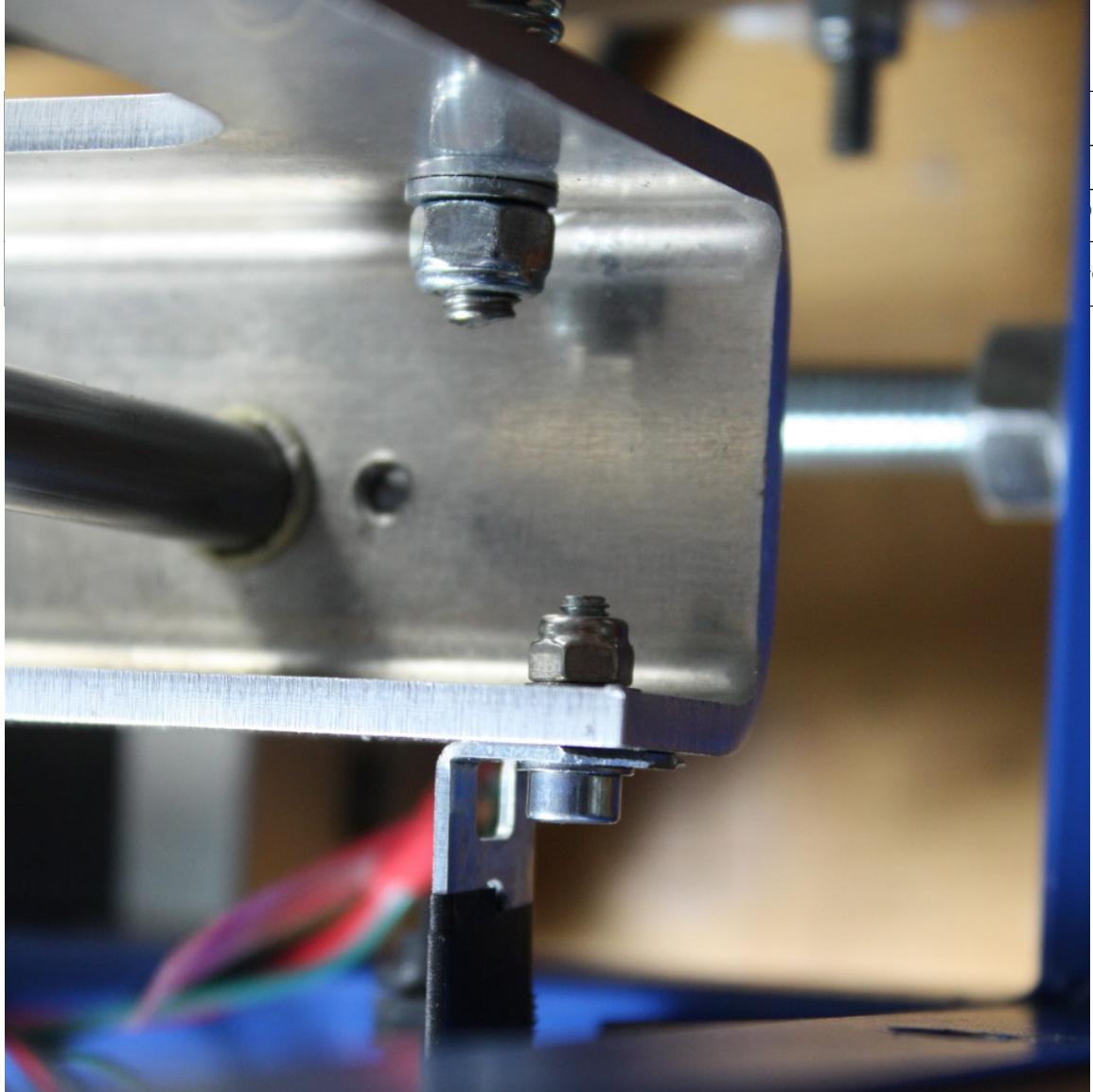
Abbildung 3.203. Befestigung Opto Endstop - Y-Achse Abschluss 1



Auf folgendem Bild sieht man im Detail die Montage des Montagebandes und dessen Verschraubung am Schlitten: M3x10 Zylinderkopfschraube + M3 Unterlegscheibe + Montageband + Schlitten + M3 Unterlegscheibe + M3 selbstsichernde Mutter.



Da in dem Blech bereits ein Gewinde geschnitten ist, kann auf die Verwendung der M3 Unterlegscheiben und Muttern verzichtet werden.



Bei der optimalen Länge des y-Endstopblechs stellt die M8 Gewindestange in der Mitte des PRotosv2 den kritischsten Abstand dar. Das Blech muss lang genug sein, um den Endstop sicher zu unterbrechen jedoch darf die Länge den kritischen Abstand nicht überschreiten.

## 3.14. Die Verkabelung

Bei folgenden Kabelbäumen geben die Namensschilder vor, wohin welcher Anschluss gehört. Die Kabelbäume müssen stets mit der richtigen Orientierung verlegt werden.

### 3.14.1. Verkabelung Y-Achse

Tabelle 3.72. Materialliste Verkabelung Y-Achse

1x Kabelbaum 1 (K-Baum 1)	5x Kabelbinder 150mm
---------------------------	----------------------

Abbildung 3.205. Kabelbaum 1

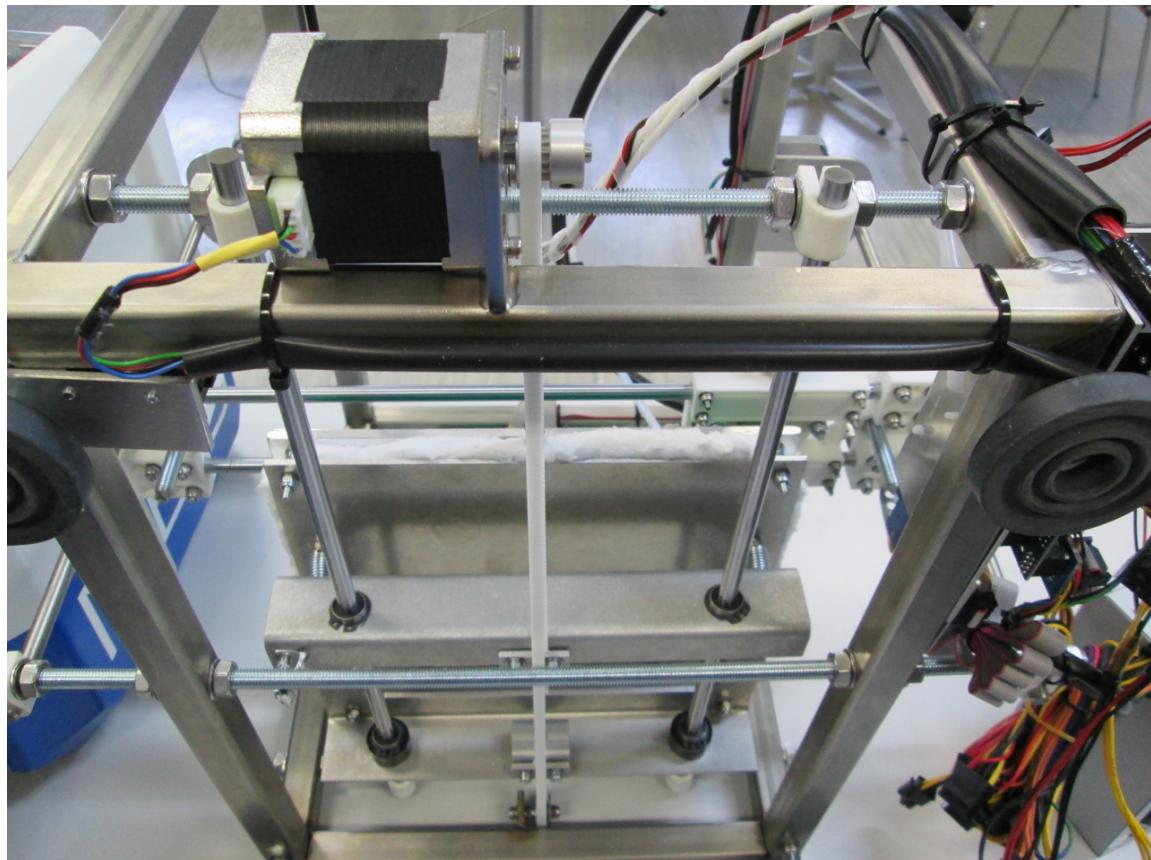


Der Kabelbaum wird mit Kabelbindern an den Rahmen gespannt. Der Überstand der Kabelbinder sollte mit einem 2mm Überstand abgezwinkt werden.



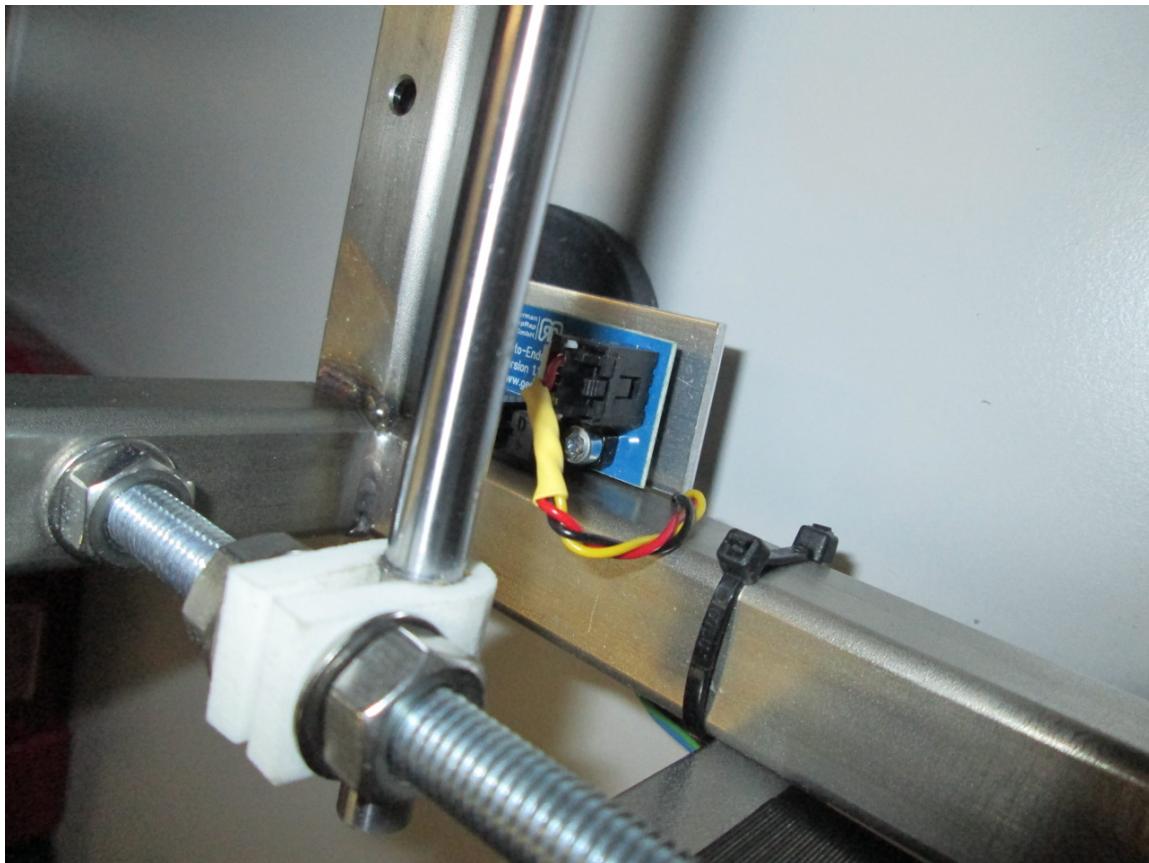
Es ist wichtig den Kabelbaum sicher von beweglichen Teilen des y-Schlitten fernzuhalten.

Abbildung 3.206. Anbringung des Kabelbaum 1 (Teil 1)



Um Konflikte zwischen Kabelbaum und y-Schlitten zu umgehen wird der Kabelbaum an der Unterseite des Rahmens verlegt.

Abbildung 3.207. Anbringung des Kabelbaum 1 (Teil 2)



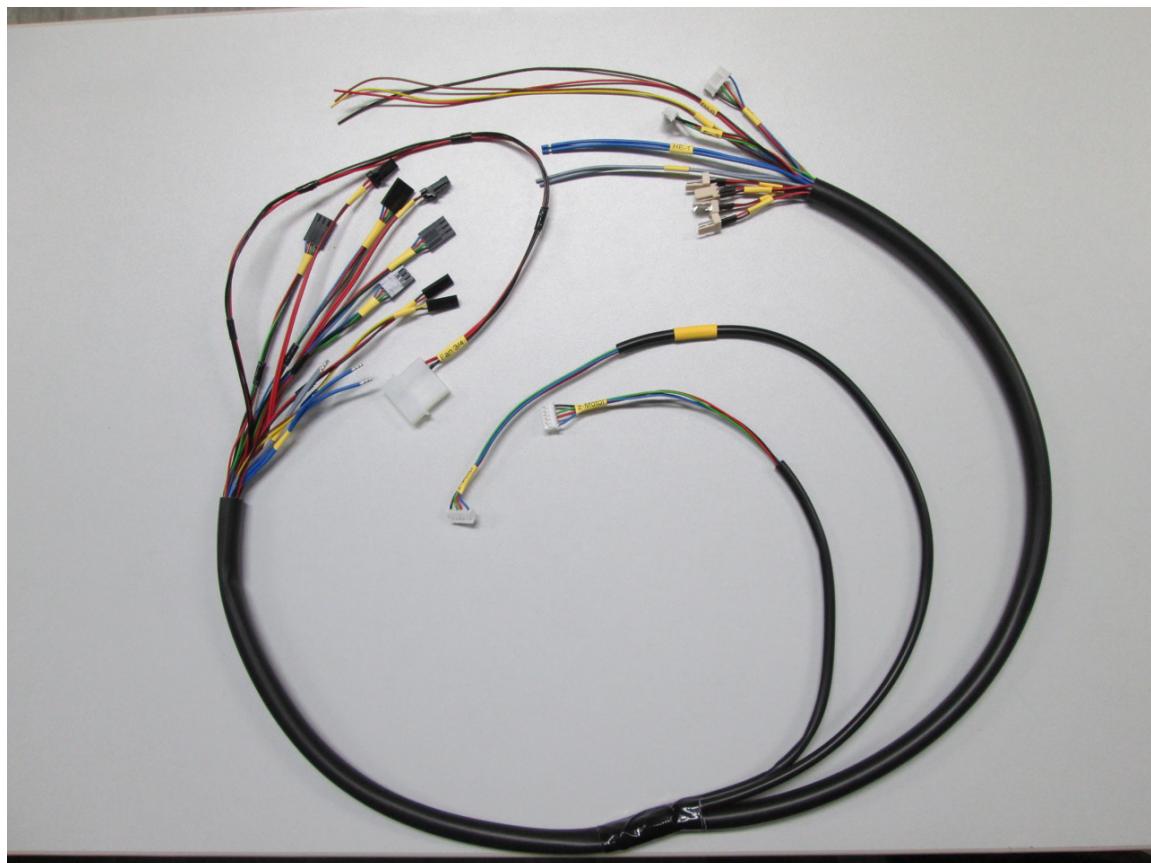
Hier sieht man den elektrisch angeschlossenen y-Opto Endstop. Die Kabelschlaufe muss kurz gehalten werden, um nicht vom y-Schlitten abgerissen werden zu können.

### 3.14.2. Verkabelung Z-Achse

Tabelle 3.73. Materialliste Verkabelung Z-Achse

1x Kabelbaum 3 (K-Baum 3)	10x Kabelbinder 150mm
---------------------------	-----------------------

Abbildung 3.208. Kabelbaum 3



Der Kabelbaum wird mit Kabelbindern an den Rahmen gespannt. Der Überstand der Kabelbinder sollte mit einem 2mm Überstand abgezwickt werden.



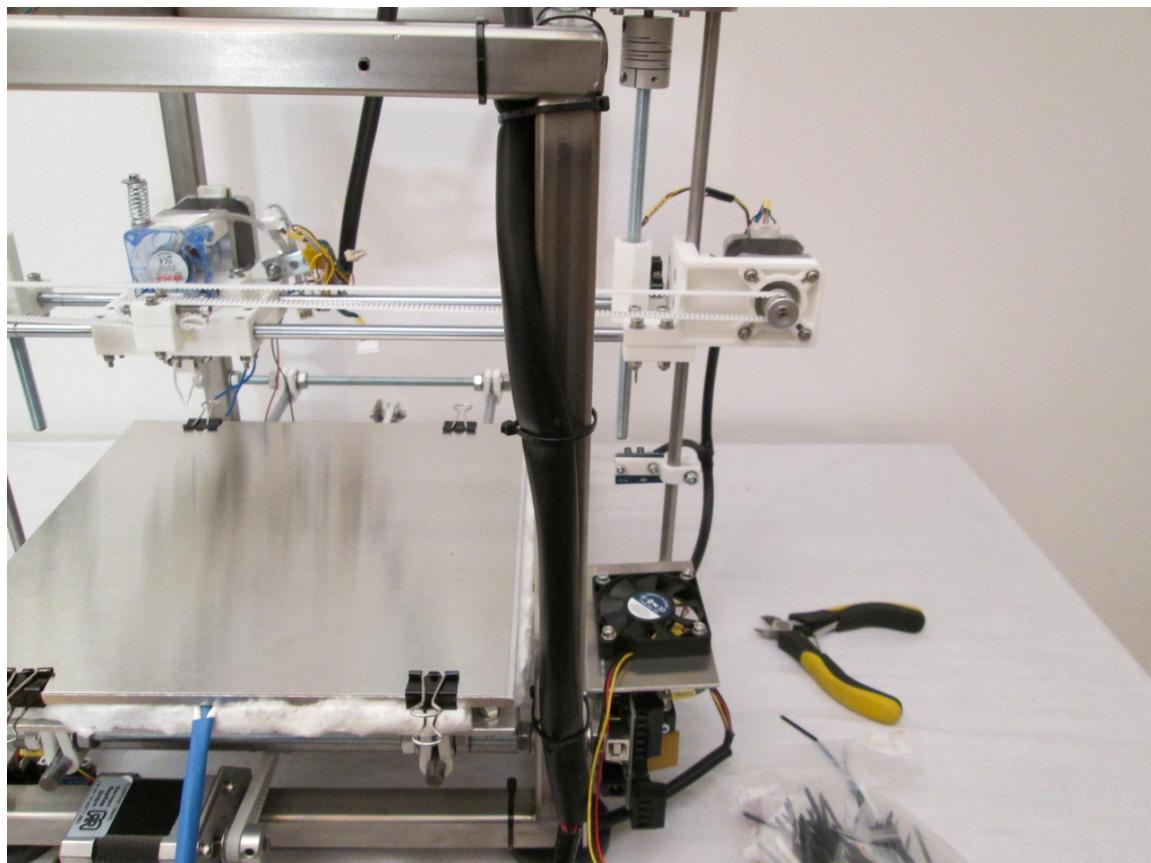
Abbildung 3.209. Anbringung des Kabelbaum 3 Teil1



In der oben dargestellten Abbildung ist darauf zu achten, dass der Abzweigungspunkt in der rechten vorderen Ecke des Bildes, fest montiert ist. An diesem Punkt wirken im späteren Betrieb die Zugkräfte auf den Kabelbaum.



Abbildung 3.210. Anbringung des Kabelbaum 3 Teil2



Nun wird der Kabelbaum, wie auf folgenden Bildern zu sehen ist mit dem 600 mm Bowden verstärkt, durch den das Druckmaterial zugeführt wird. Der Bowden wird mit Kabelbindern an dem Kabelbaum fixiert. Im nächsten Kapitel befinden sich noch weitere Bilder zur Befestigung des Bowden.

Abbildung 3.211. Montage des Bowden am Kabelbaum 3 (Teil 1)

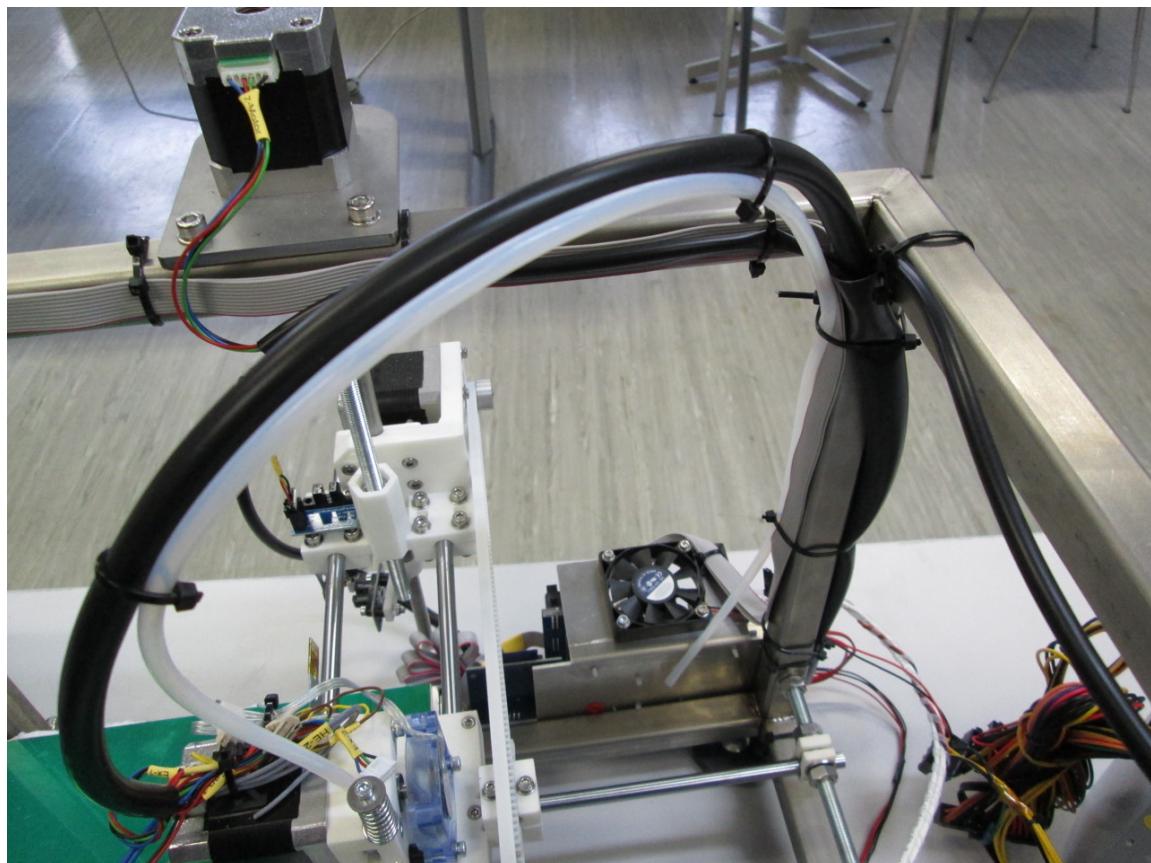
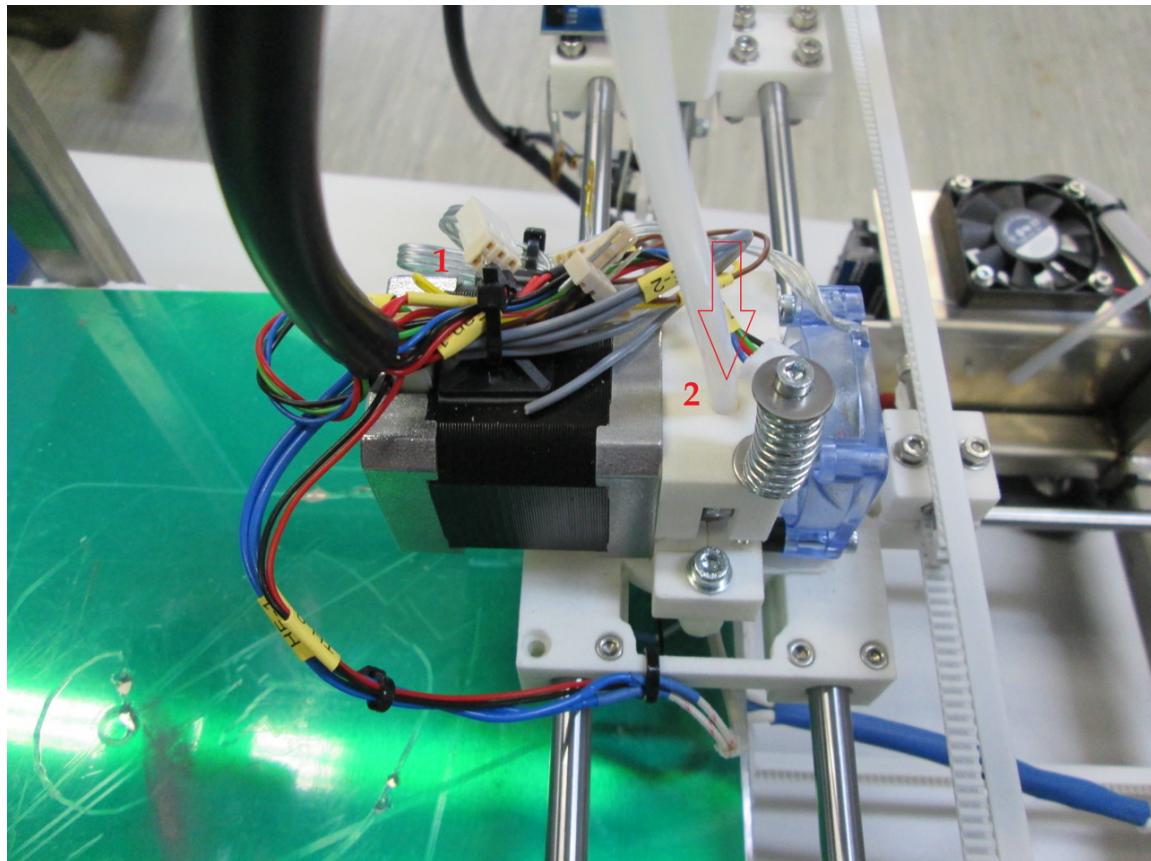


Abbildung 3.212. Montage des Bowden am Kabelbaum 3 (Teil 2)



1 = Der Kabelbaum 3 ist standardmäßig auf 2 Extruder ausgelegt, falls später noch ein weiterer hinzukommen sollte. Ist nur ein Extruder vorhanden, werden die überflüssigen Kabel einfach mit Kabelbindern am Kabelbaum fixiert.

2 = Deutlich zu sehen ist hier, wie das Druckmaterial den Bowden verlässt und in den Extruder geht.

### 3.14.3. Verkabelung X-Achse

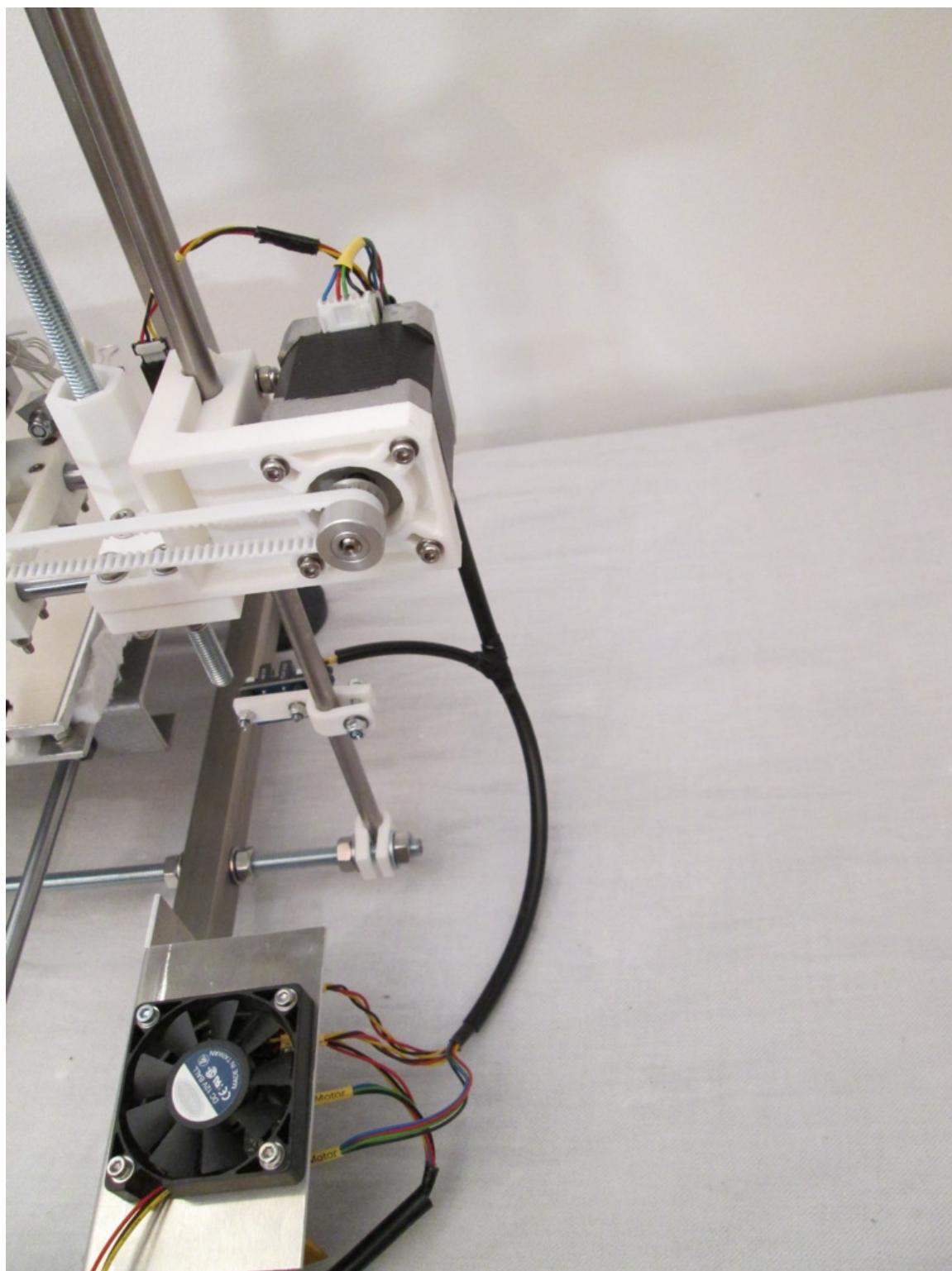
Tabelle 3.74. Materialliste Verkabelung X-Achse

1x Kabelbaum 2	1x Kabelbinder 100mm
----------------	----------------------

Abbildung 3.213. Kabelbaum 2



Abbildung 3.214. Anbringung des Kabelbaum 2



Der Kabelbaum wird, wie auf obigem Bild gezeigt, unten mit Kabelbindern am Rahmen fixiert.

### 3.14.4. Verkabelung Hot-End

Tabelle 3.75. Materialliste Verkabelung Hot-End

1x Schrumpfschlauch Ø 2,4mm, 16cm
-----------------------------------

Für den Anschluss des Heizwiderstands und den Thermistor des Hot-Ends werden zwei Kabel benötigt. Das Kabel des Thermistors (hier schwarz-rot) wird mit einem Crimpstecker versehen. Die Kabellänge sollte dabei zuvor entsprechend gekürzt werden, damit nicht zu viel überschüssiges Kabel verlegt werden muss. Dabei kann sich an der Länge des Kabels vom Extrudermotor orientiert werden. Die Kabel werden an die Anschlüsse am Hot-End gelötet und mit Schrumpfschläuchen isoliert. Wichtig ist hier, dass das Kabel mit dem Crimpstecker an den Thermistor gelötet wird.

Abbildung 3.215. Verlötzung am Hot-End

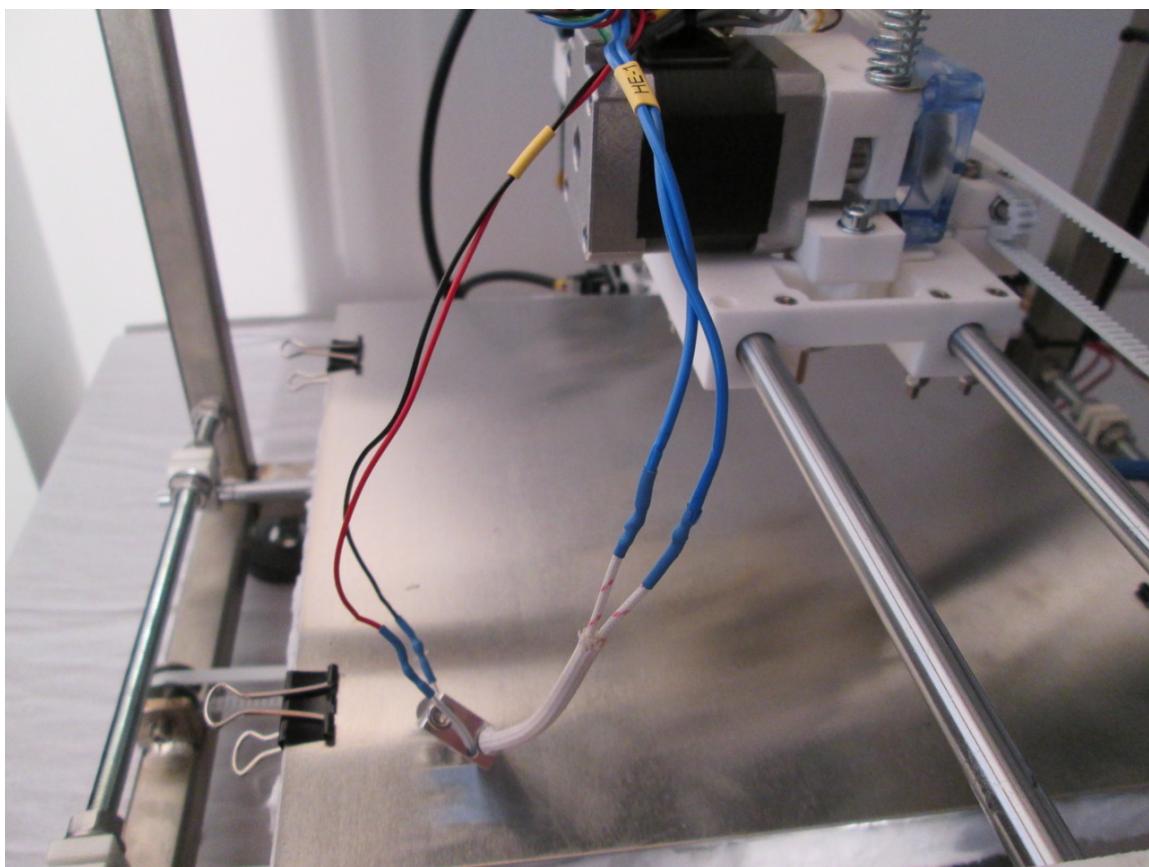


Abbildung 3.216. Verkabelung Hot-End Abschluss (Teil 1)

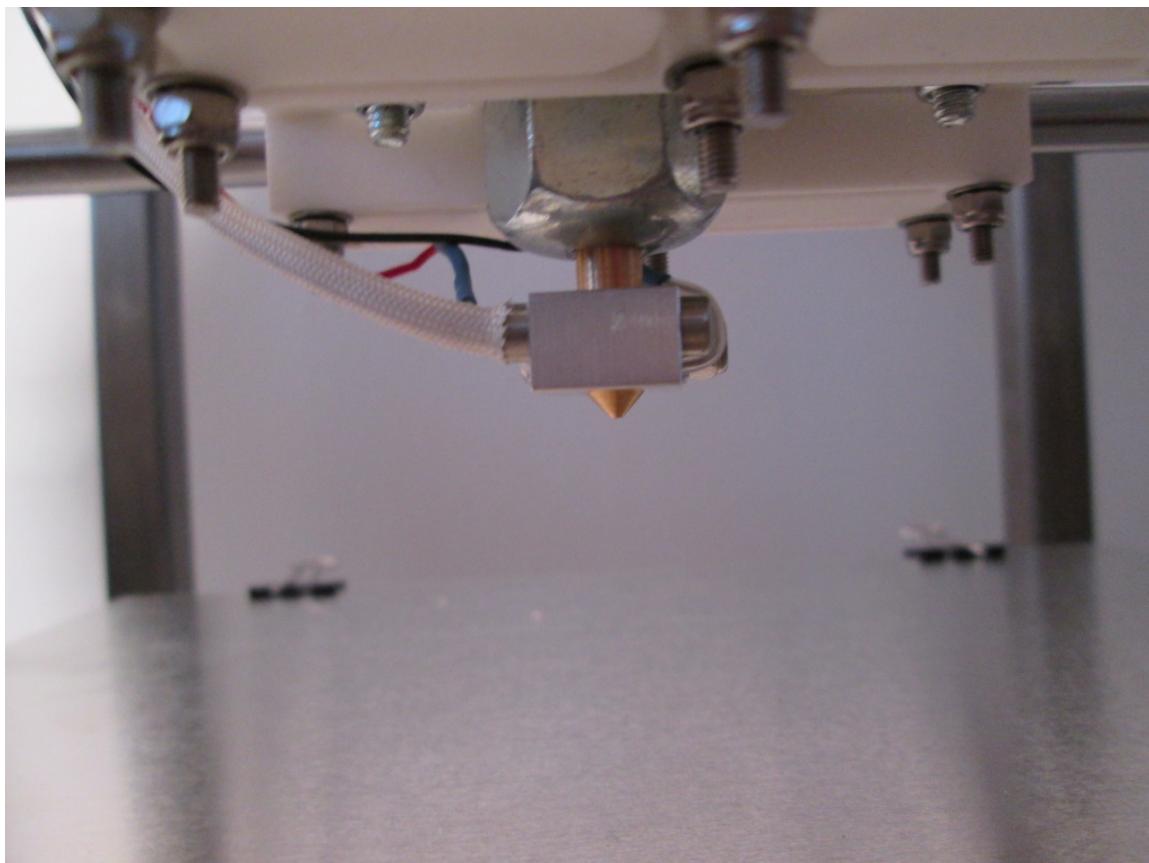
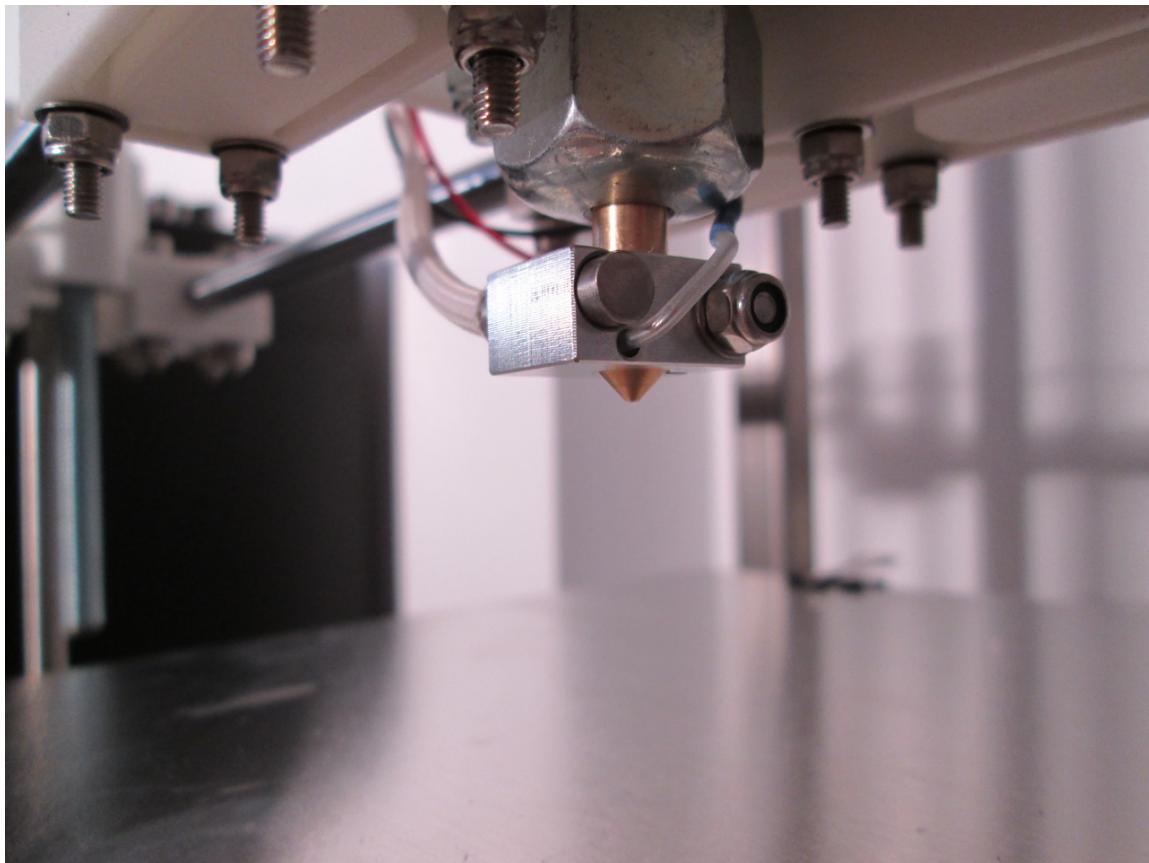


Abbildung 3.217. Verkabelung Hot-End Abschluss (Teil 2)



### 3.14.5. Verkabelung ATX-Buchse und Ramps

Tabelle 3.76. Materialliste Verkabelung ATX-Buchse und Ramps

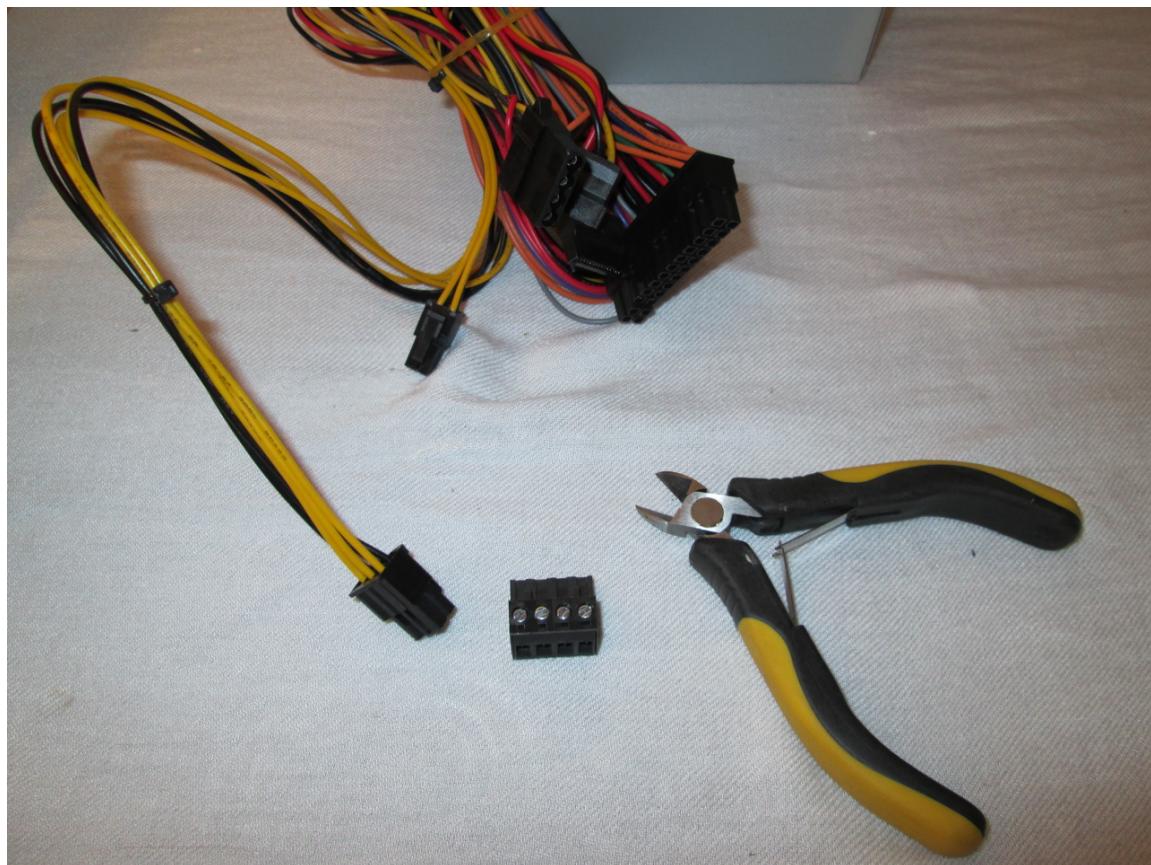
1x ATX-Netzteil, 500W	1x Netzstecker
1x USB-Kabel	1x Schrumpfschlauch
Kaptonband	

Abbildung 3.218. Verkabelung ATX-Buchse und Ramps Materialübersicht



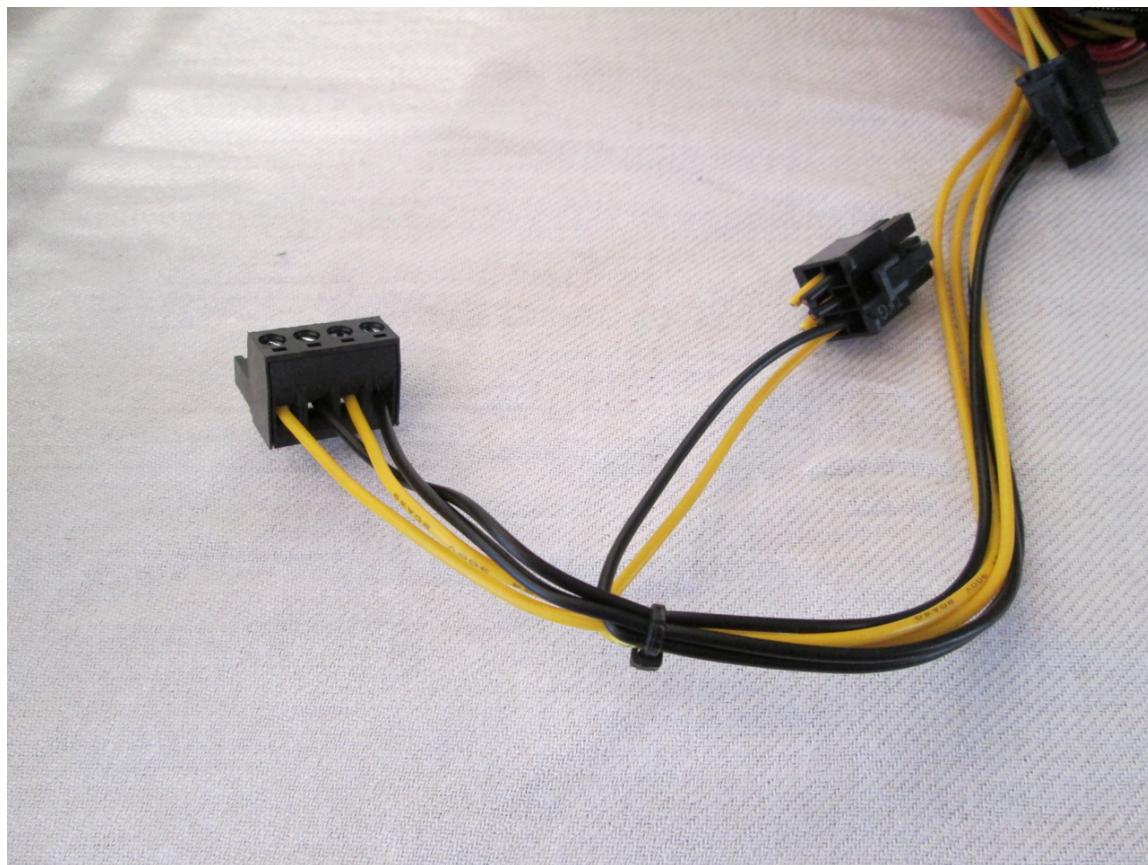
Das Netzteil wird in den folgenden Punkten für unseren Betrieb umgebaut.

Abbildung 3.219. Verkabelung ATX-Buchse und Ramps Materialübersicht



Auf der oberen Abbildung ist der Anschlussstecker des Ramps 1.4 Boards zu sehen, ein Seitenschneider zum Abzwicken der Netzteilleitungen.

Abbildung 3.220. Verkabelung ATX-Buchse und Ramps Materialübersicht

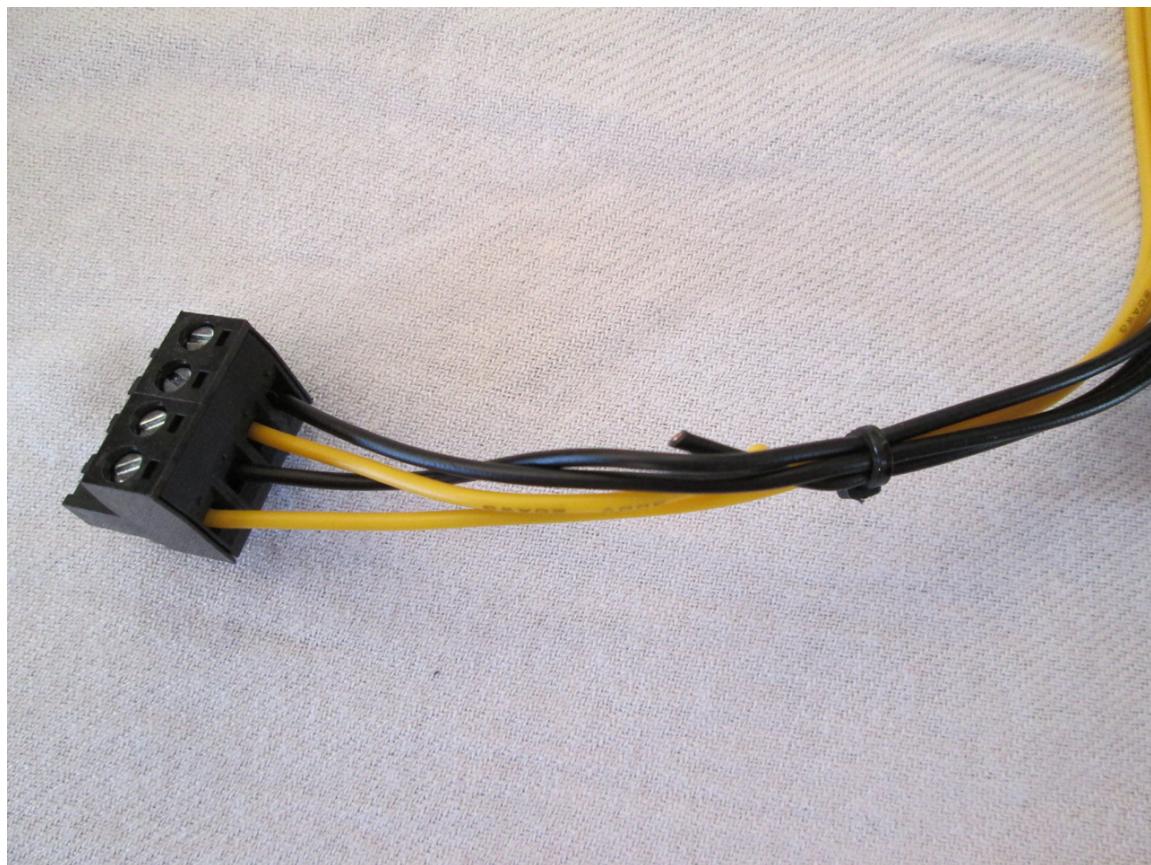


Es wurden zwei gelbe Leitungen und zwei Schwarze Leitungen von einem beliebigen Stecker des Netzteils abgezwickt. Diese Leitungen dienen der Stromversorgung des PRotosv2



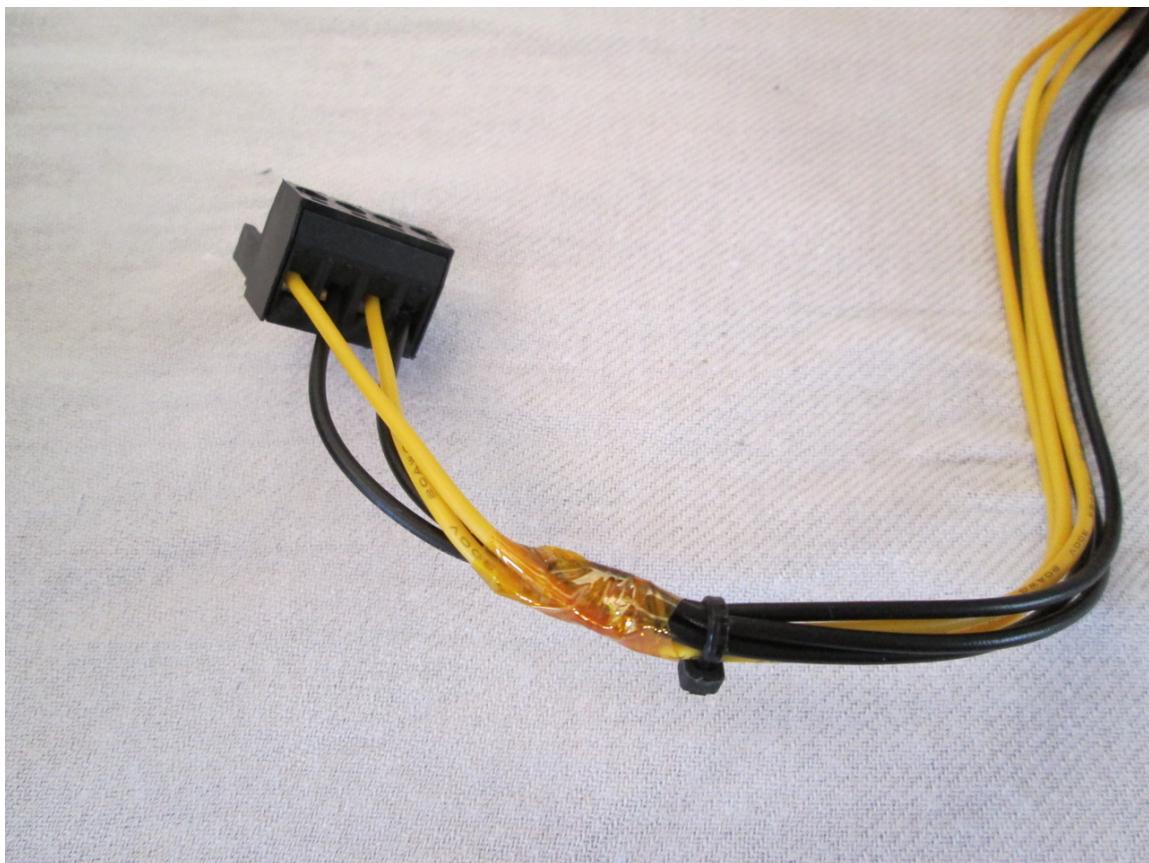
Es gibt einen Stecker der exakt die benötigte Anzahl an Leitungen liefert, dadurch kann man sich die Kabelisolierungsarbeit im folgenden sparen.

Abbildung 3.221. Verkabelung ATX-Buchse und Ramps Materialübersicht



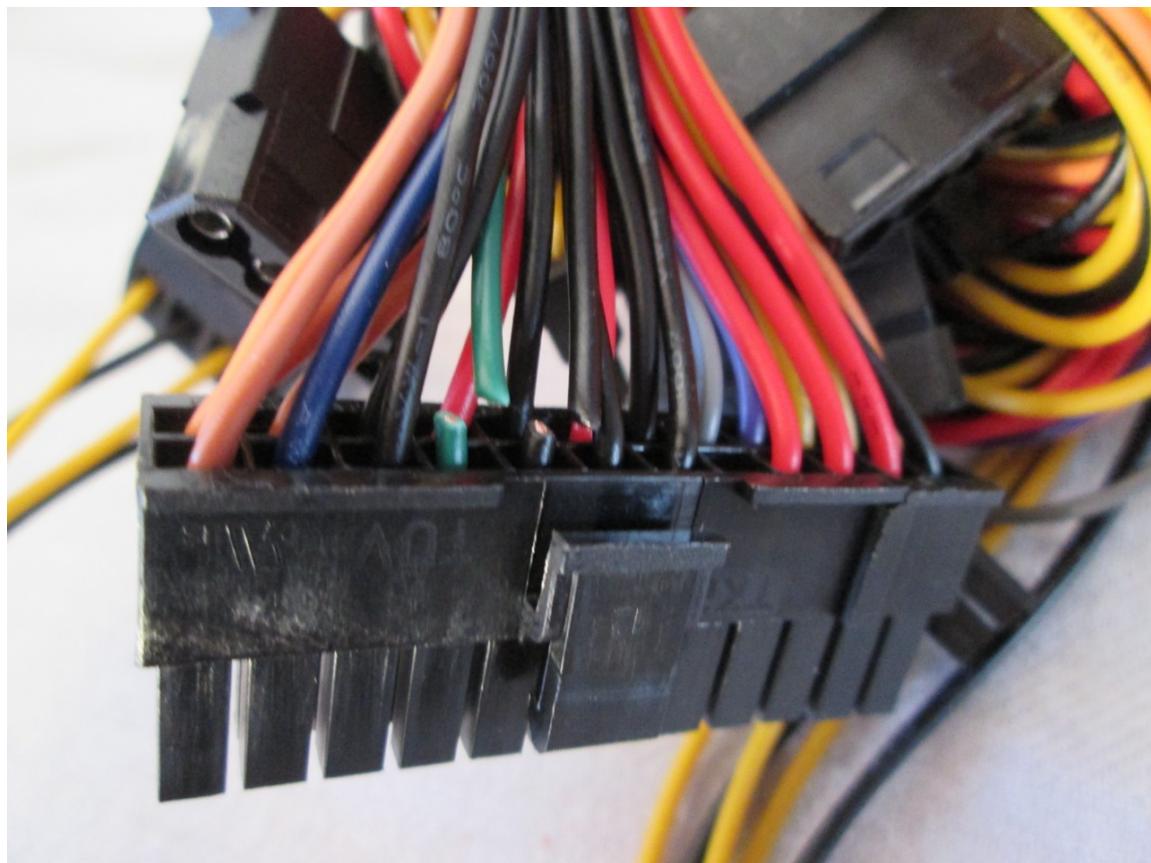
Es wurden nun auch die beiden übrigen Leitungen vom Stecker abgeschnitten, dabei wurden das schwarze Kabel einen Zentimeter länger gelassen als das gelbe Kabel. Dadurch wird es erschwert versehentlich die Kupferadern kontaktieren zu lassen, was zu einem Kurzschluss führen würde.

Abbildung 3.222. Verkabelung ATX-Buchse und Ramps Materialübersicht



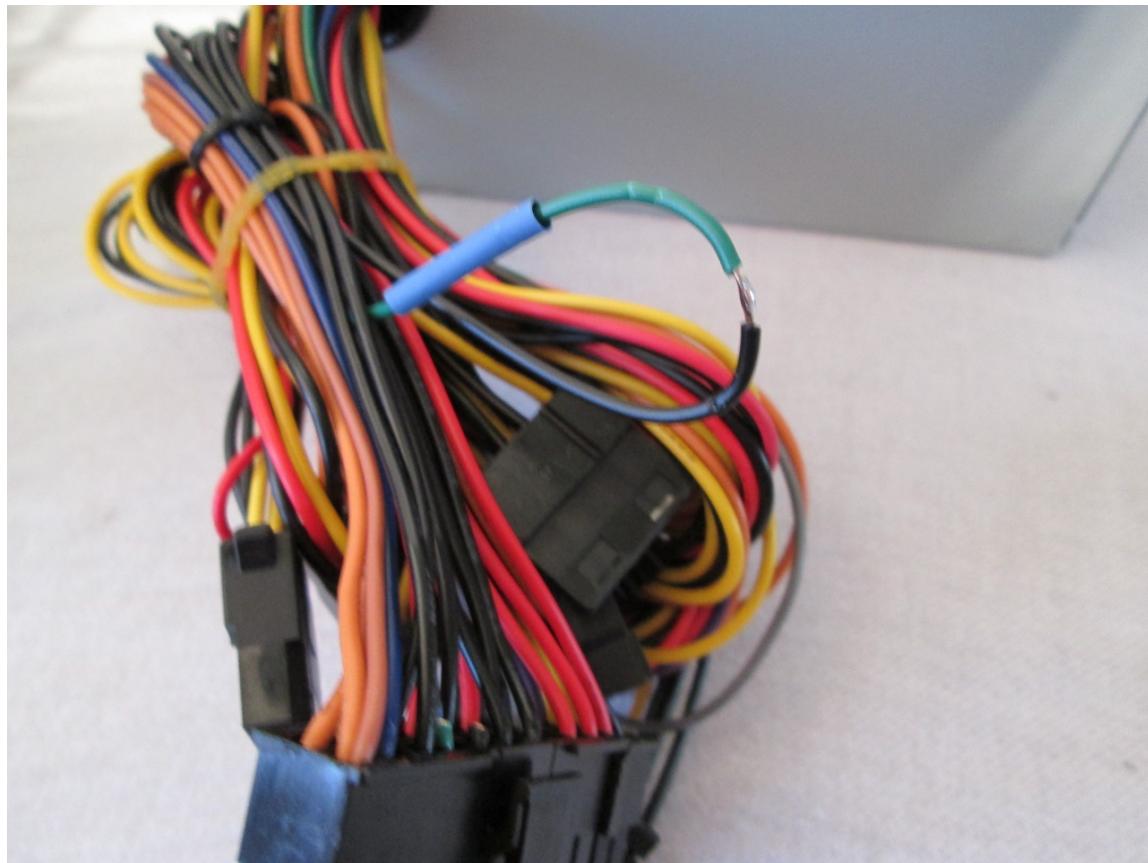
Nun werden die offenen Kabelenden mit Kaptonband zuerst einzeln isoliert. Danach werden noch beide Leitungen zusammen mit den restlichen Leitungen zusammengeklebt.

Abbildung 3.223. Verkabelung ATX-Buchse und Ramps Materialübersicht



Es muss im folgenden das grüne Kabel(Power-on Signalleitung) und eines der schwarzen Kabel am ATX Stecker abgezwickt werden und anschließend zusammengelötet werden. Ohne diesen Schritt lässt sich das Netzteil nicht anschalten.

Abbildung 3.224. Verkabelung ATX-Buchse und Ramps Materialübersicht



Der Lüfterstecker "FAN 3/4" wird mit dem entsprechenden Kabel am Netzteil verbunden. Die Lüfterstecker Fan1 und Fan2 können nur mit einer zusätzlichen Lüftersteuerungsplatine betrieben werden, die es in naher Zukunft als optionales Zubehör zu kaufen geben wird.

Von einem PCI-E-Strecker werden die Kabel benutzt um diese direkt an den Netzstecker des Ramps zu stecken. Dabei müssen je zwei Kabel in den 11A Eingang und je ein Kabel in den 5A Eingang verbunden werden. Die gelben Kabel sind dabei die 12V Leitungen und die schwarzen die Masse (GND).

Am ATX-Netzstecker wird das grüne, auf Pin 16 gelegte, Kabel (Power On) sowie eine Masse (z.B. Pin 15) kurzgeschlossen. Dabei kann entweder eine Kabelbrücke gelegt oder beide Kabel direkt aneinander gelötet werden.

Alle anderen Kabel werden nun an das Ramps geschlossen. Der Schaltplan dafür ist im Bild "[Schaltplan Ramps 1.4 \[S. 224\]](#)" gezeigt und sollte zwingend beachtet werden. Die Farben der Kabel können im Einzelfall vom Schaltplan abweichen.

Der letzte Schritt zur Vervollständigung des Aufbaus ist das Anschließen des Netzteils sowie eines USB-Kabels. Das Netzteil des beheizbaren Druckbetts kann entweder neben dem PRotos gelegt oder an einer Gewindestange befestigt werden. Dabei darf die Funktionsfähigkeit des Druckers nicht beeinflusst werden.

Abbildung 3.225. Schaltplan Ramps 1.4

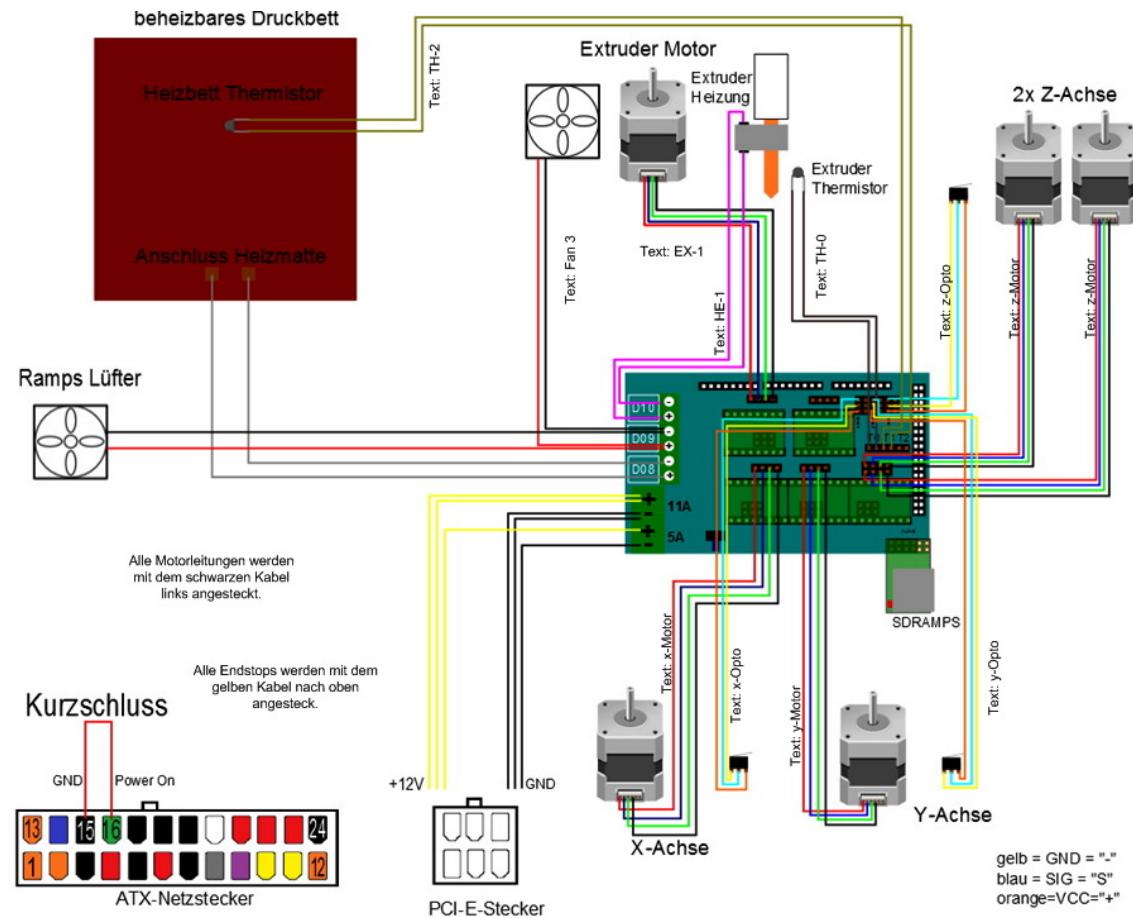
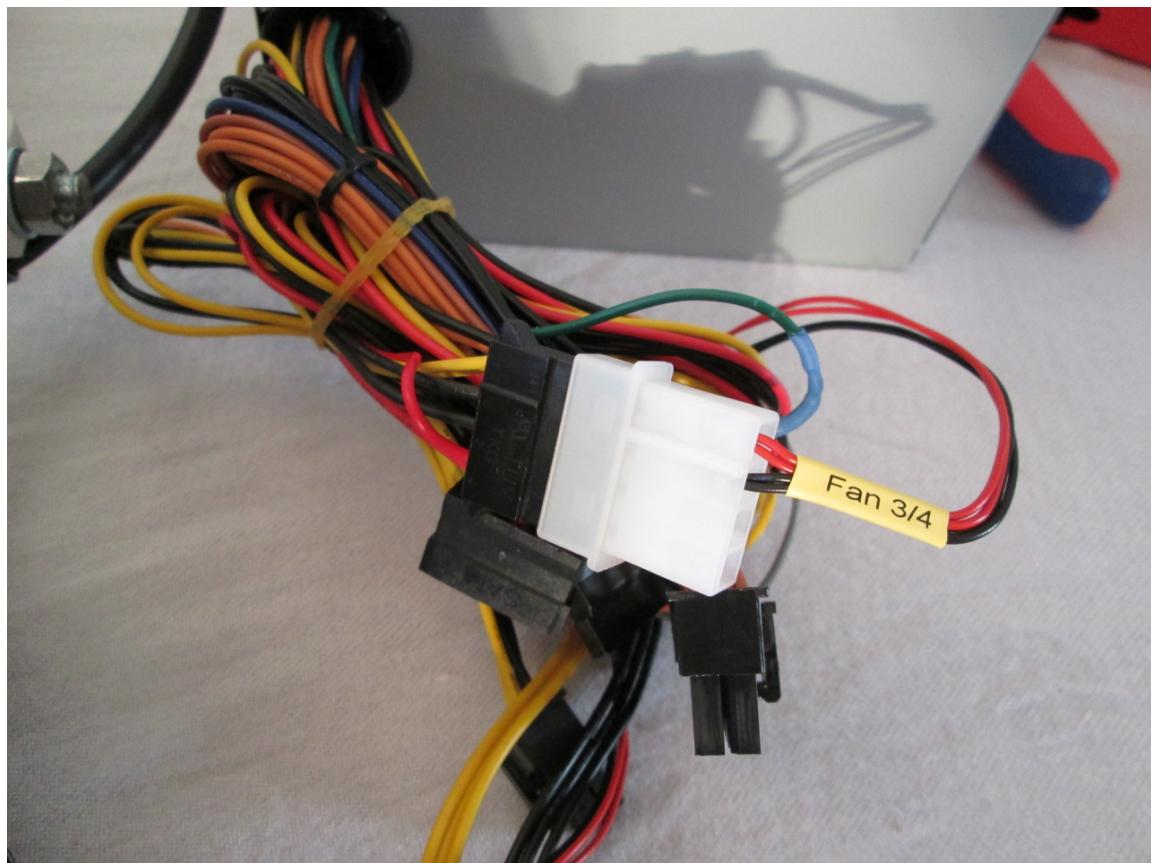
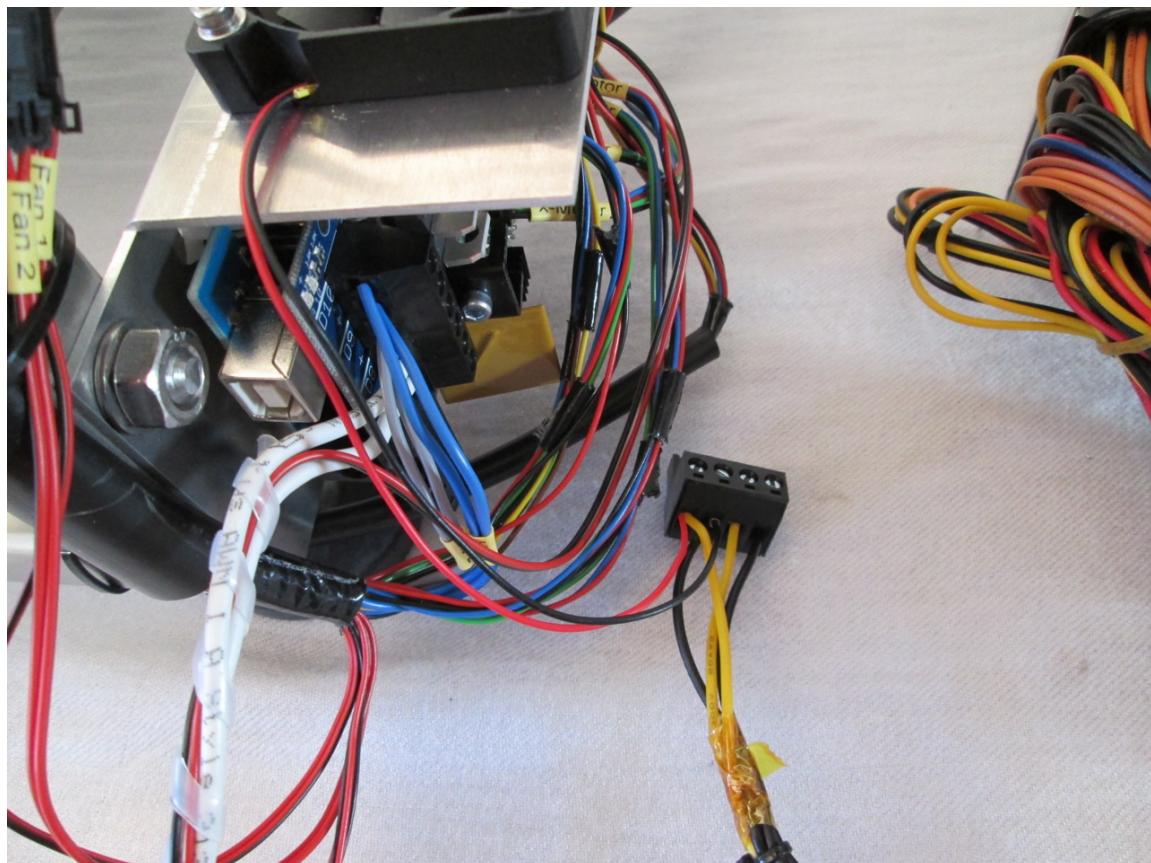


Abbildung 3.226. Anschluss Extruderlüfter



Der Lüfterstecker Fan 3/4 dient zur permanenten Stromversorgung der Extruderlüfter im eingeschalteten Betrieb.

Abbildung 3.227. Anschluss Elektroniklüfter



Die Anschlussleitungen (Schwarz und Rot) des Rampslüfter werden auf die passende Länge gekürzt. Die gelbe Leitung kann ganz oben am Lüfter abgezwickt werden. Nun wird der vordere Bereich (ca. 3mm) des Kabels abisoliert und mit in die Anschlussbuchse des Ramps geschraubt. Dabei muss das rote Kabel mit einem gelben Kabel und das schwarze Kabel zusammen mit einem schwarzen Kabel in einen Schraubplatz gelegt werden.



Für eine noch bessere Verbindung könnten Aderendhülsen verwendet werden.

Tabelle 3.77. Kabelbündelung am Extruder DD

2x Kabelbinderklebepad	2x Kabelbinder 100mm
------------------------	----------------------

Abbildung 3.228. Kabelverlegung am Extruder DD (Teil 1)

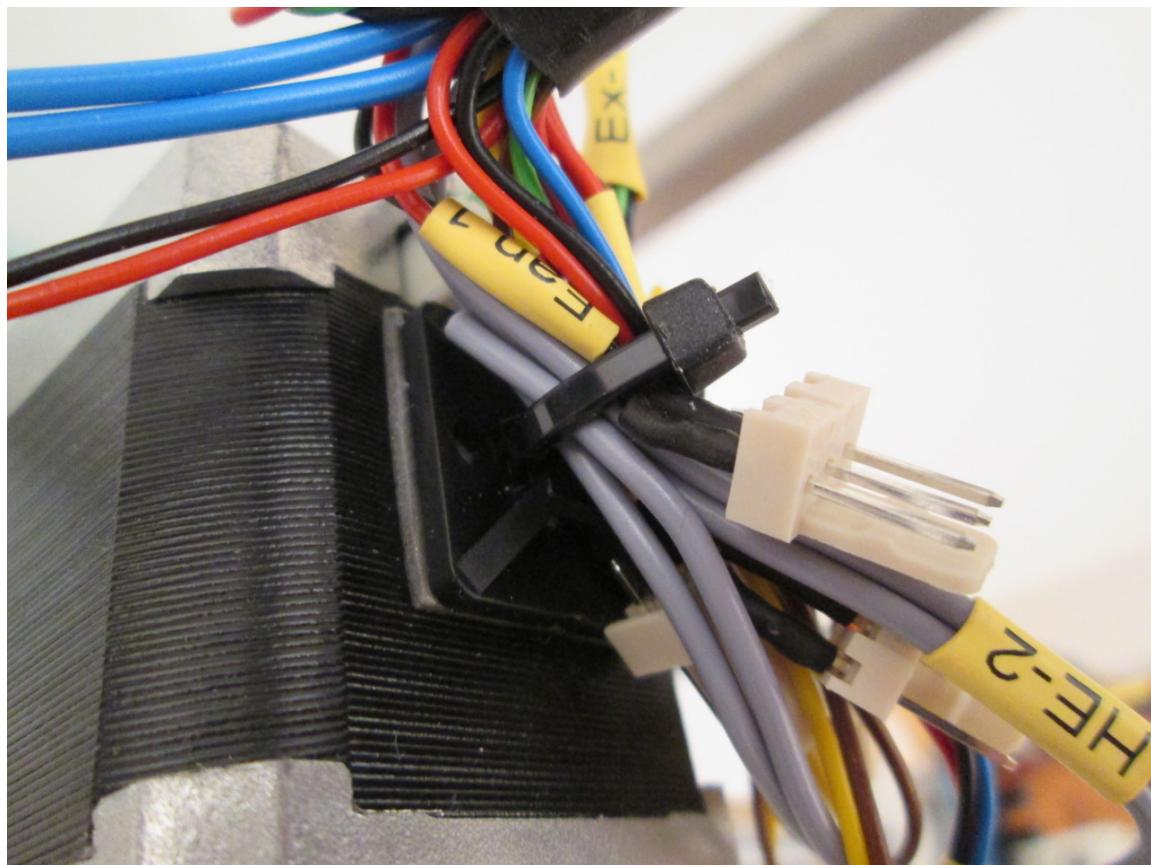


Abbildung 3.229. Kabelverlegung am Extruder DD (Teil 2)

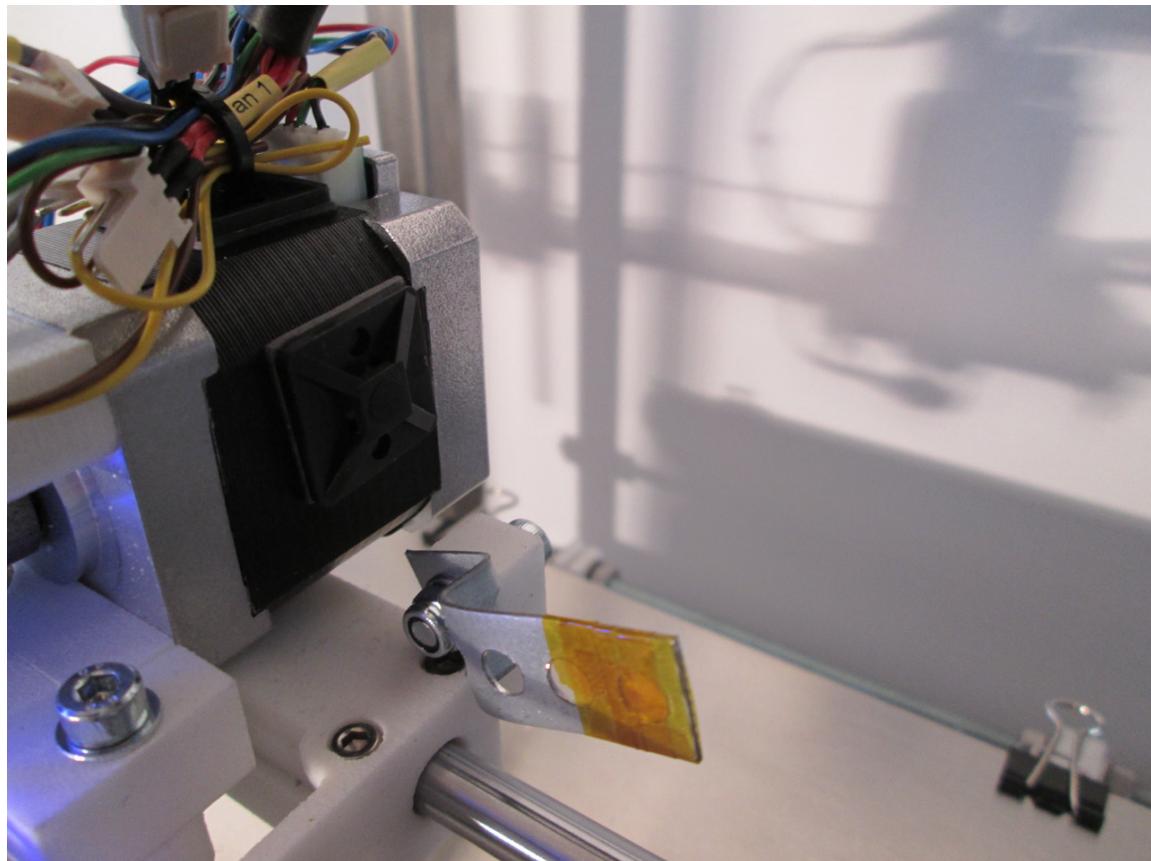


Abbildung 3.230. Kabelverlegung am Extruder DD (Teil 3)

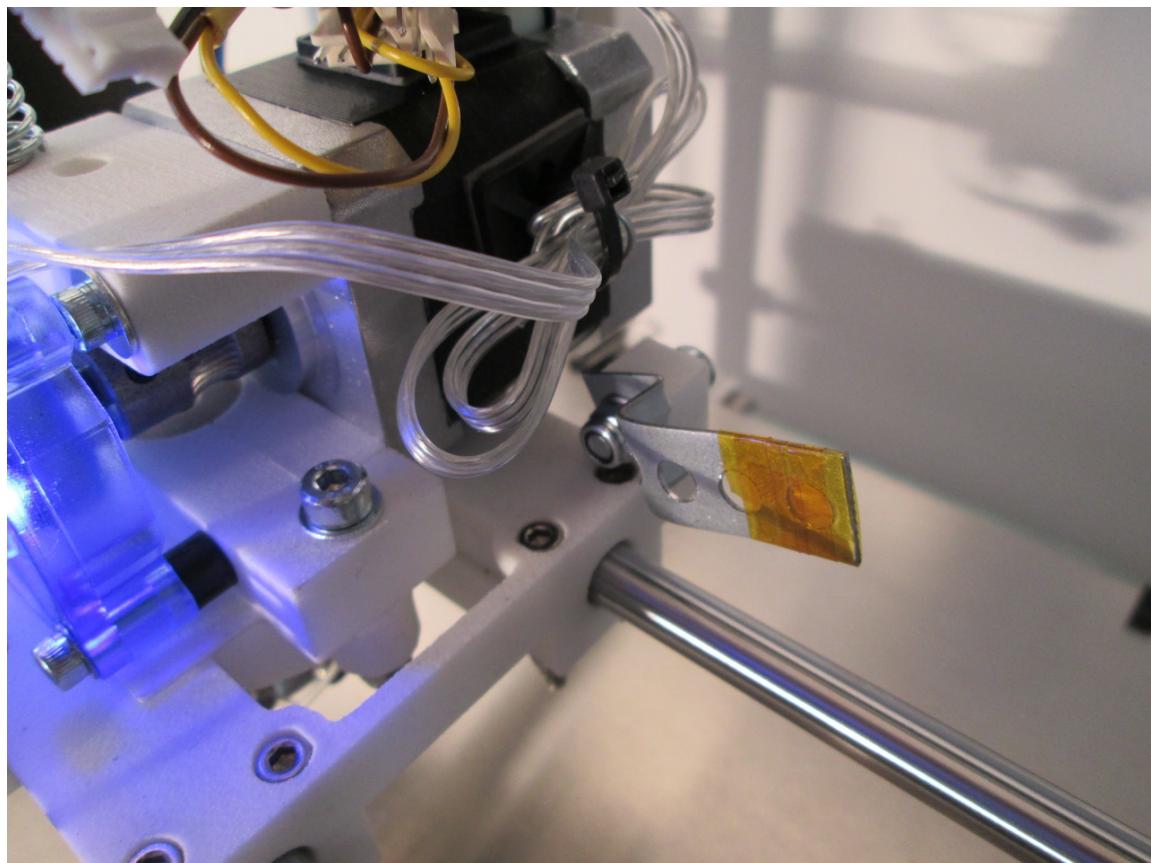
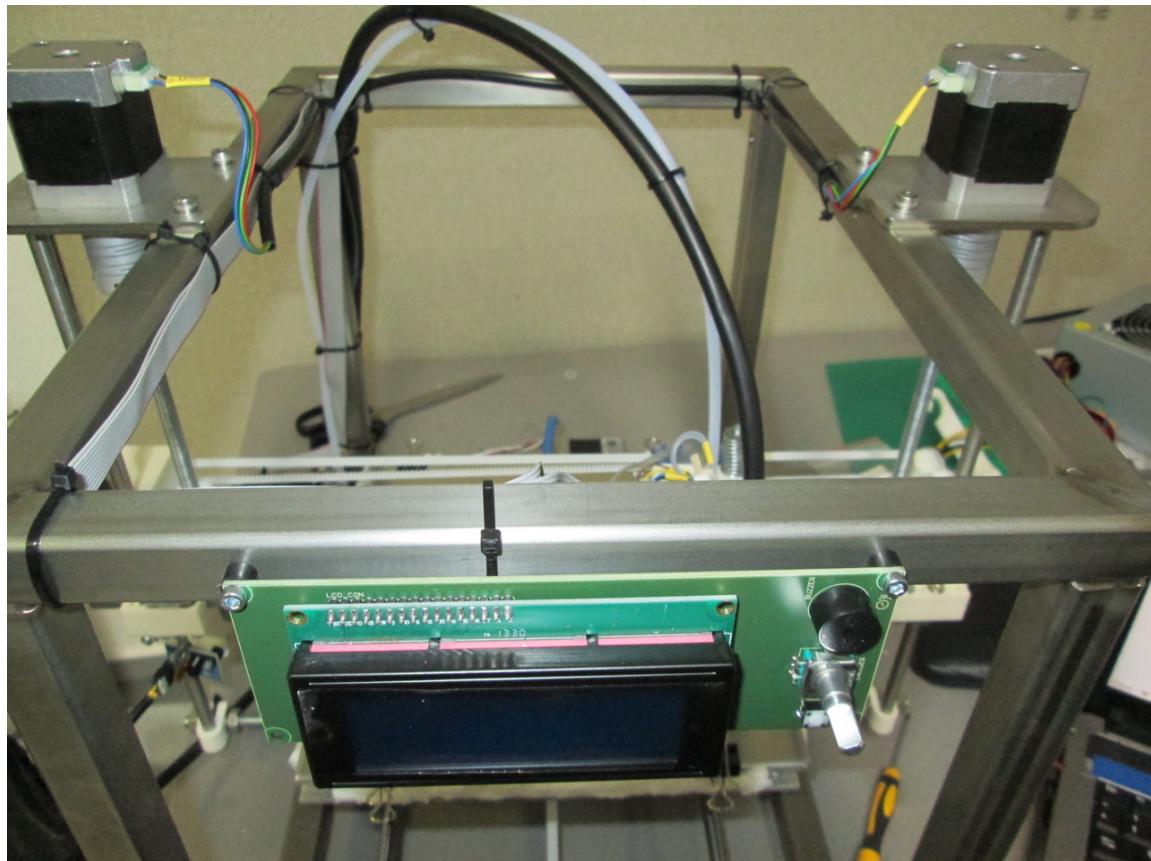


Tabelle 3.78. Anbringung des Bowden bei einem Extruder

1x Bowden 60cm	4x Kabelbinder 100mm
2x Kabelbinder 150mm	

Abbildung 3.231. Anbringung des Bowden (Teil 1)



Der Bowden wird mit den 100mm Kabelbindern an dem Kunststoffschlauch der zum Extruder führt fixiert. anschließend wird der Bowden am Edelstahlrahmen über den Elektronikhalter geführt. Dazu werden die Kabelbinder 150mm verwendet.



Der Bowden muss knickfrei geführt werden, da es sonst beim Einzug des Materials Probleme geben kann.

Abbildung 3.232. Anbringung des Bowden (Teil 2)

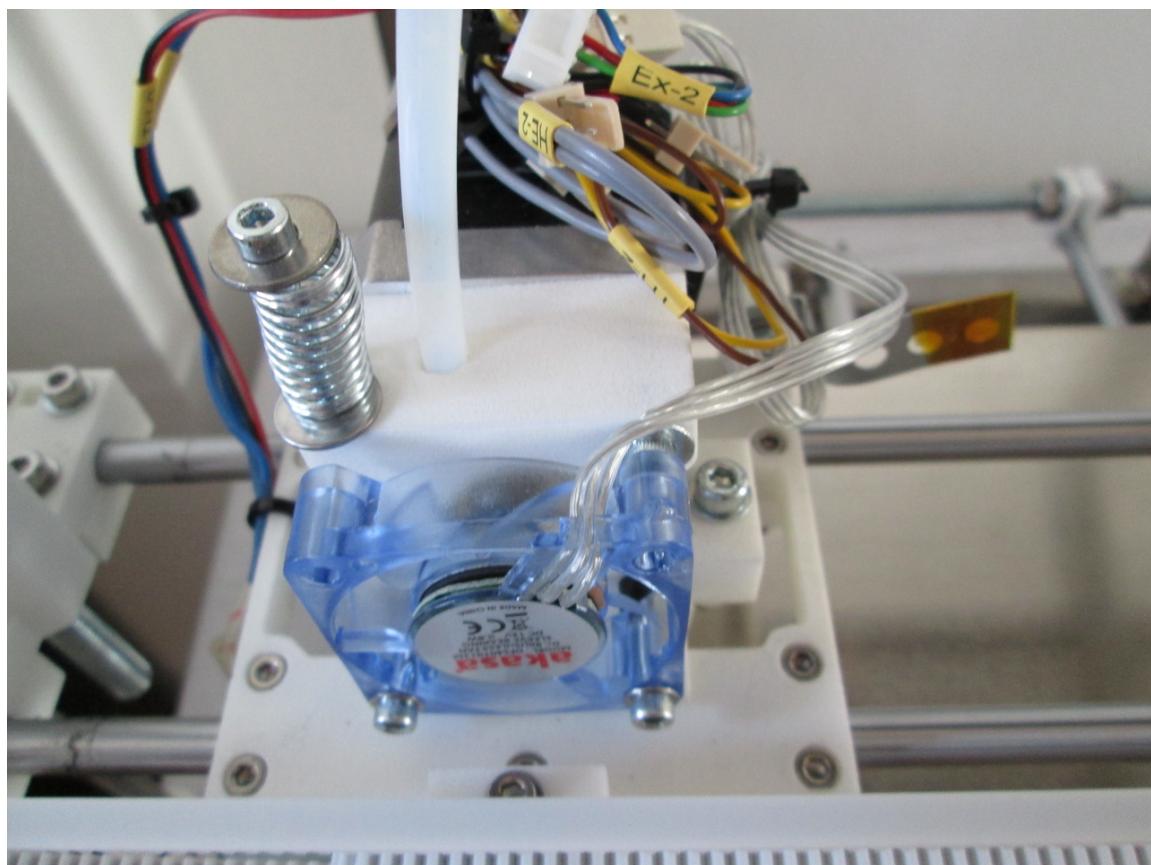
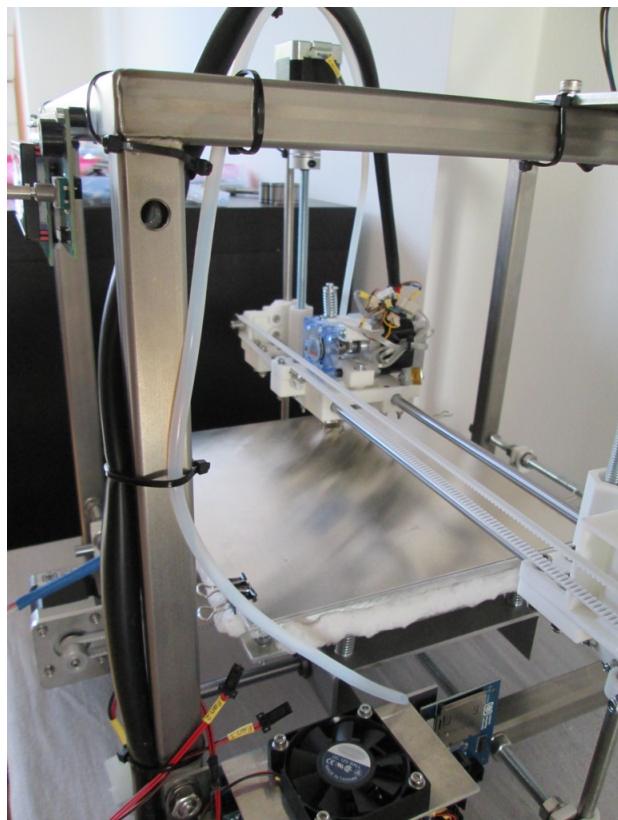
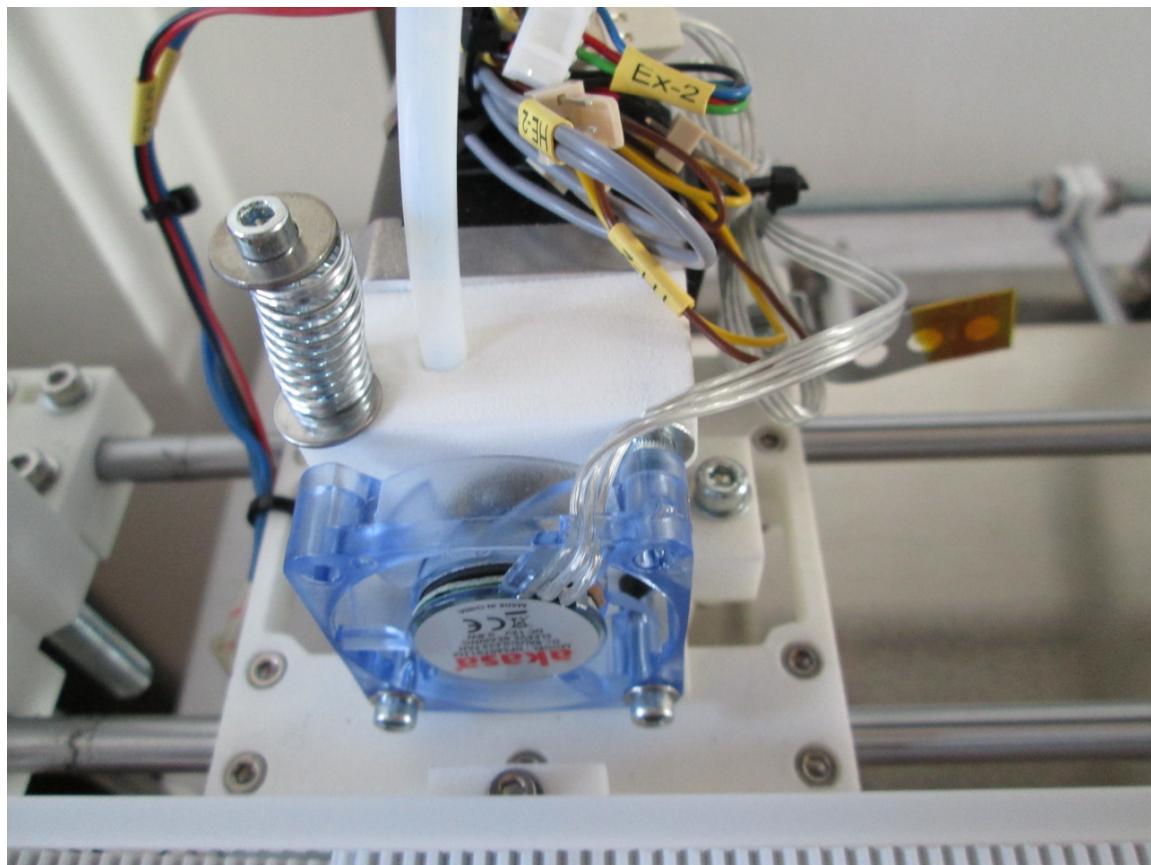


Abbildung 3.233. Anbringung des Bowden



Die Lüfterleitungen Fan1 und Fan2 sind für eine spätere Anwendung gedacht bei der diese Leitungen zur Lüftersteuerung dienen sollen (Lüftersteuerplatine in Zukunft optional erhältlich). Vorab werden die Kabel mit einem Kabelbinder 150mm am Rahmen befestigt.

Abbildung 3.234. Anbringung des Bowden (Teil 3)

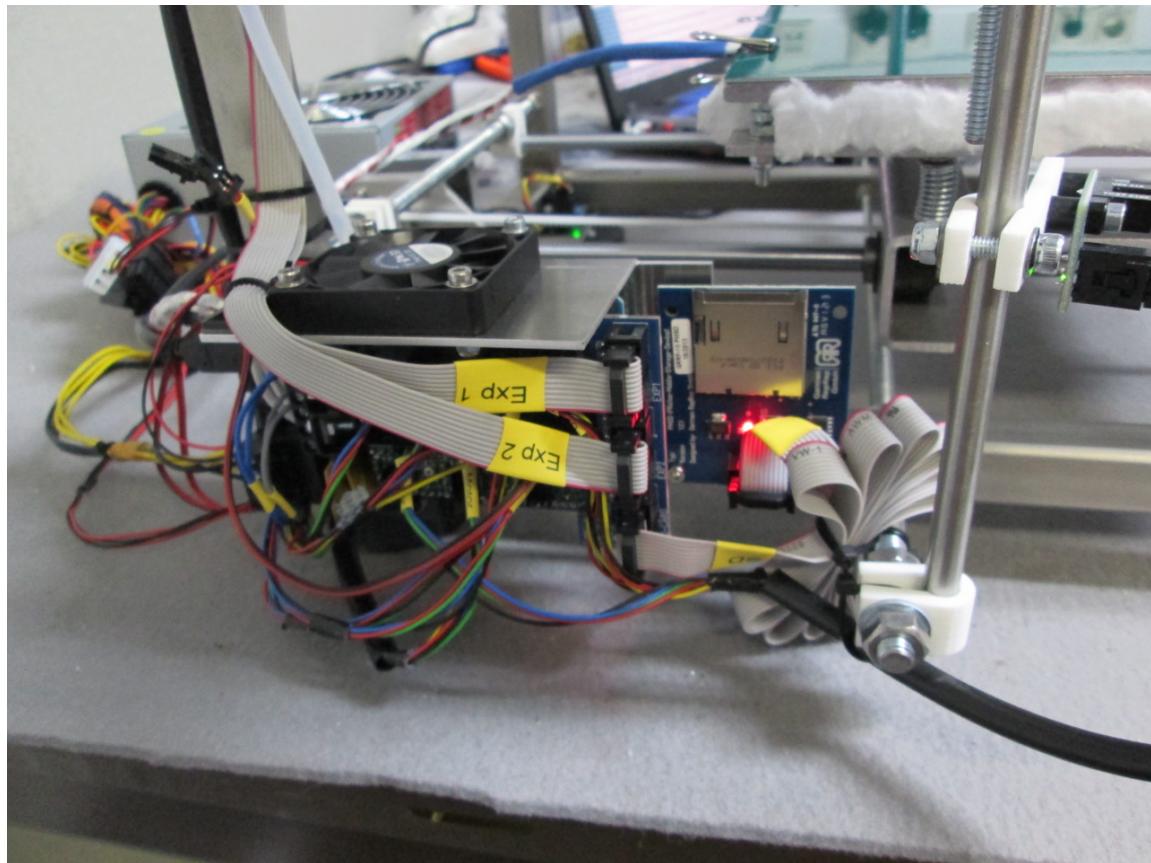


Der Bowden wird in die Öffnung des Extruder-Hinge geschoben.

Tabelle 3.79. Materialliste LCD-Display

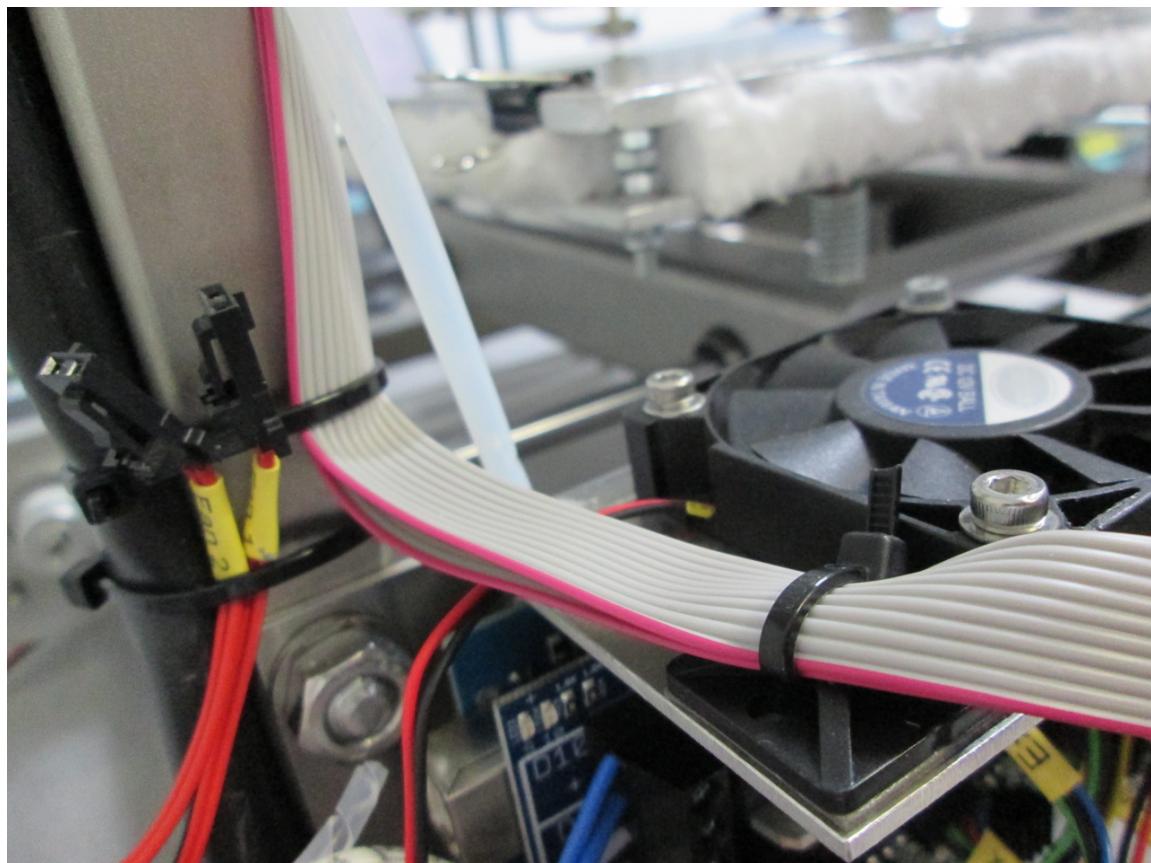
1x LCD Display	2x Flachbandkabel
2x Distanzhülse 5mm	2x Zylinderkopfschraube M3x10
1x Kabelbinderklebepad	1x Flachbandkabel 100mm
8x Kabelbinder 150mm	

Abbildung 3.235. Anschluss des LCD-Displays



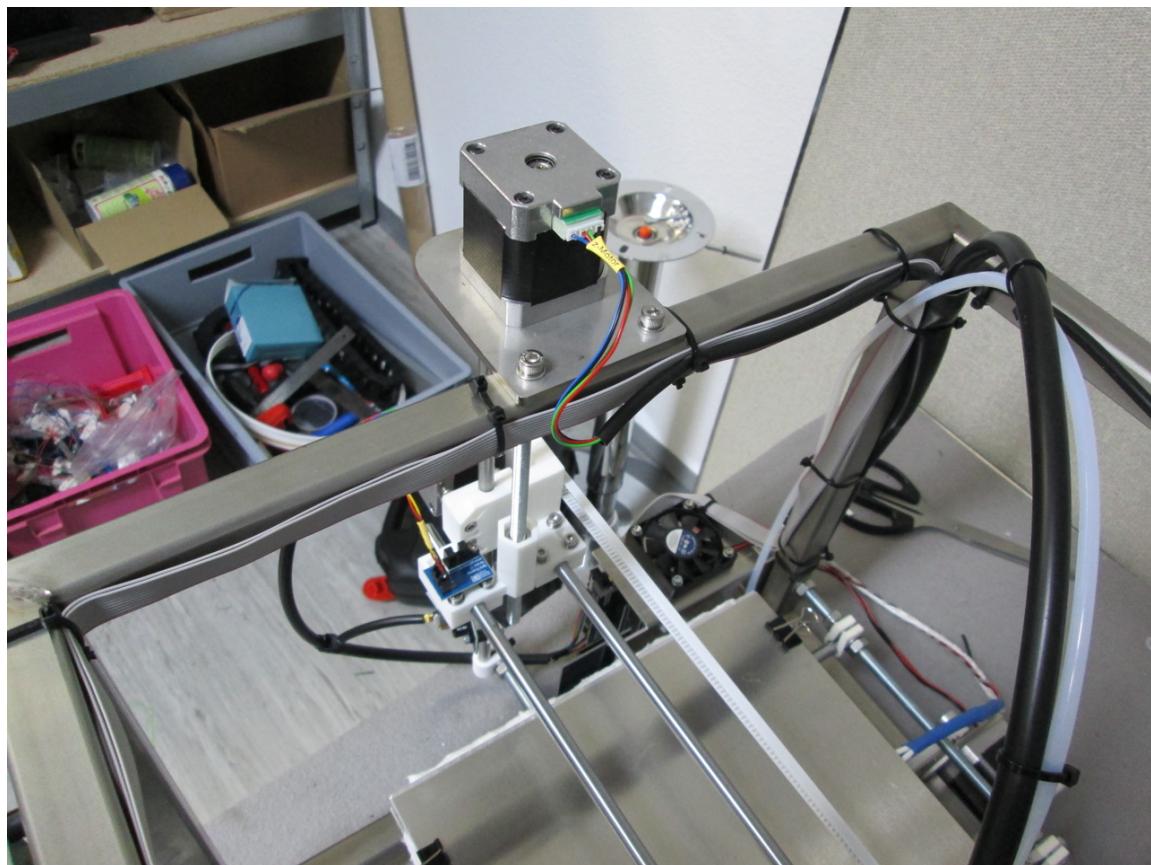
Um das LCD Display anschließen zu können wird eine Adapterplatine zusammengelötet und auf das Ramps aufgesteckt. Mit den beiden Flachbandkabeln "Exp1" und "Exp2" kann das Display genutzt werden.

Abbildung 3.236. Anschluss des LCD-Displays



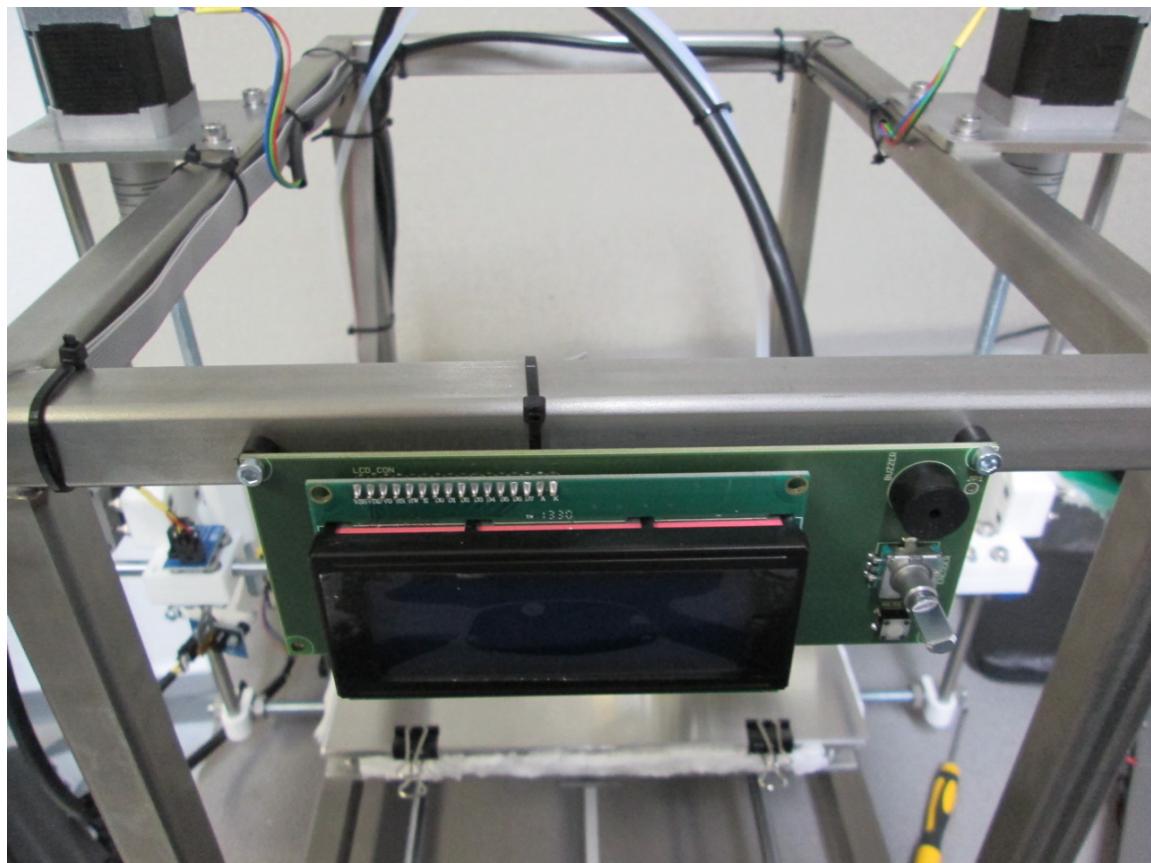
Die beiden Flachbandkabel sollten zusammen bis zum LCD geführt. Dabei sollten die Kabel in 10cm Abständen am Rahmen befestigt werden.

Abbildung 3.237. Anschluss des LCD-Displays



Auf der oberen Abbildung ist die Kabelführung der Flachbandkabel am Rahmen gezeigt.

Abbildung 3.238. Anschluss des LCD-Displays



Das Display wird mit den M3x10 Schrauben und den Abstandshülsen in den am Rahmen festgeschraubt.

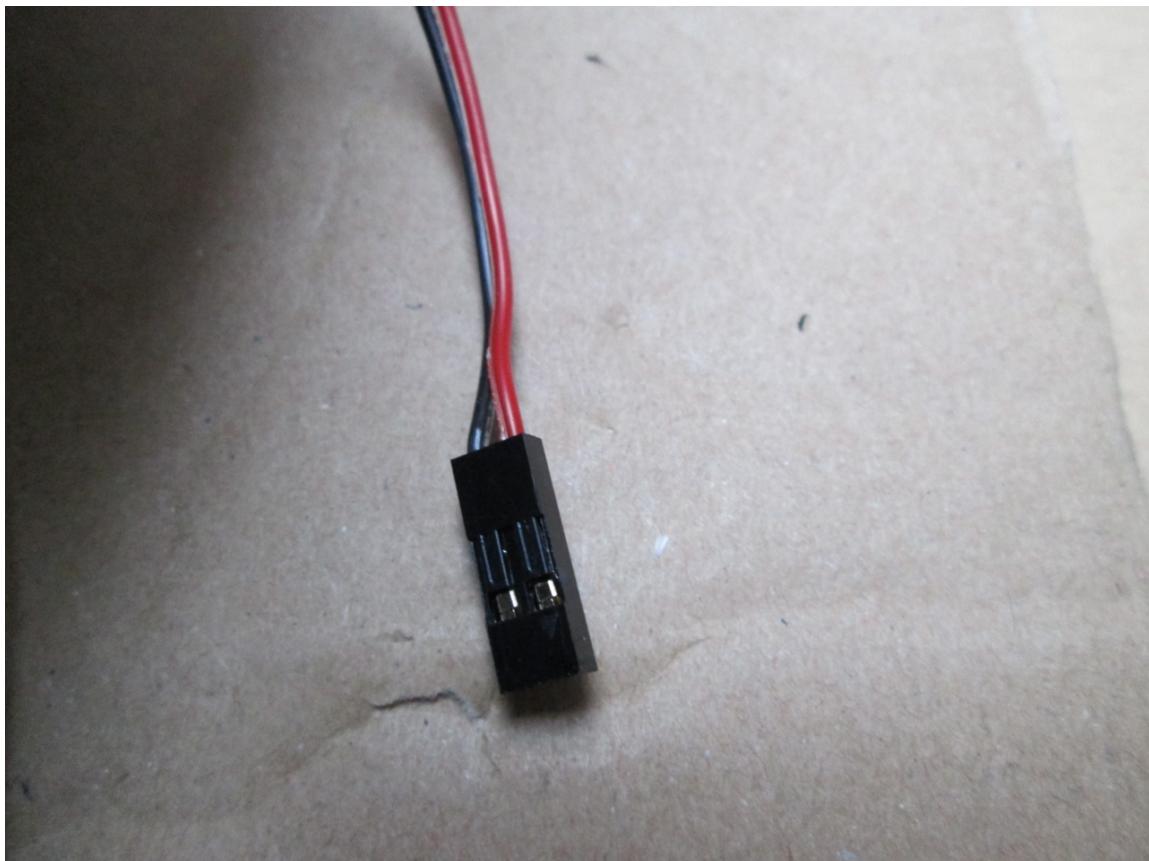
### 3.14.6. Verkabelung Druckbett (nur beheiztes Druckbett)

Tabelle 3.80. Materialliste Verkabelung Druckbett (100013.7)

1x Crimpsteckergehäuse, 2-polig	2x Crimpkontakte
---------------------------------	------------------

Das Kabel des beheizbaren Druckbetts, welches an den Ausgang D08 angeschlossen wird, wird nur abisoliert (hier schwarz-rot). Der Thermistor des beheizbaren Druckbetts wird wiederum mit einer Buchsenleiste verlötet und isoliert. Auch hier ist wieder auf die richtige Kabellänge vom Thermistor-Kabel zu achten.

Abbildung 3.239. Verkabelung Druckbett Abschluss



## Kapitel 4. Inbetriebnahme

Für den Betrieb des PRotos wird ein Computer benötigt, dabei steht die Software für die Betriebssysteme Microsoft Windows, Apple Mac OS und Linux zur Verfügung.

Bitte wählen sie die Anleitung entsprechend ihres Betriebssystem von dem sie ihren PRotos steuern möchten.

### 4.1. Inbetriebnahme Mac OS X

#### 4.1.1. Firmware (OS X)

Damit die Kommunikation zwischen RAMPs und Arduino wie gewollt erfolgt, muss auf das Arduino-Board eine passende Firmware gespielt werden.

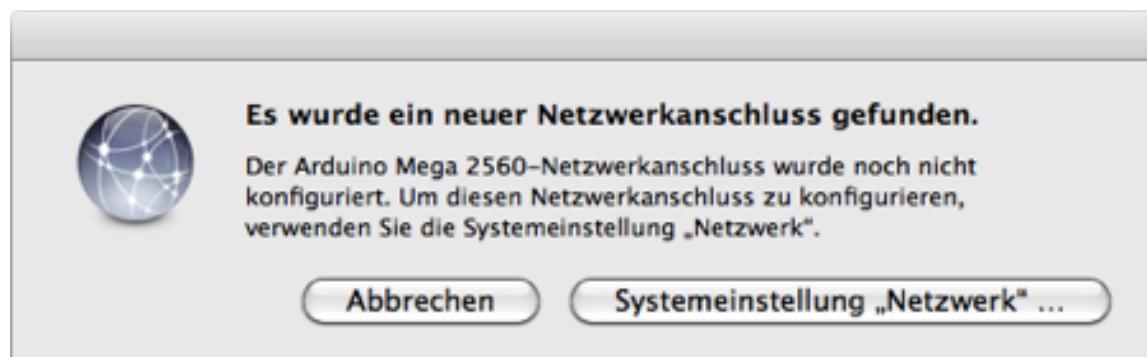
Tabelle 4.1. Übersicht der benötigten Programme Firmware (OS X)

Arduino Version 1.0.x <sup>1</sup>
X400 Firmware <sup>2</sup>

Für den X400 gibt es eine von German RepRap GmbH angepasste Firmware. Um diese Firmware auf das Arduino-Board aufspielen zu können, muss zunächst die Arduino-Software in der Version 1.0.x geladen werden. Wichtig ist es die Version 1.0.x zu wählen.

Nach dem Anschließen des Boards per USB erscheint ein Dialog, dass ein neuer Netzwerkanschluss gefunden wurde. Dieser kann mit "Abbrechen" abgebrochen werden.

Abbildung 4.1. Erkennen Arduino-Board



Anschließend kann das Programm Arduino aus dem entpackten Archiv gestartet werden. Unter dem Menüpunkt *Tools* → *Board* wird das „Arduino Mega 2560“ ausgewählt und unter dem Menüpunkt *Tools* → *Serial Port* der Port „/dev/tty.usbmodemxxx“ zur Verwendung des USB Anschlusses ausgewählt (Bild "Auswahl Board und Port [S. 240]").

Abbildung 4.2. Entpacken Arduino-Software

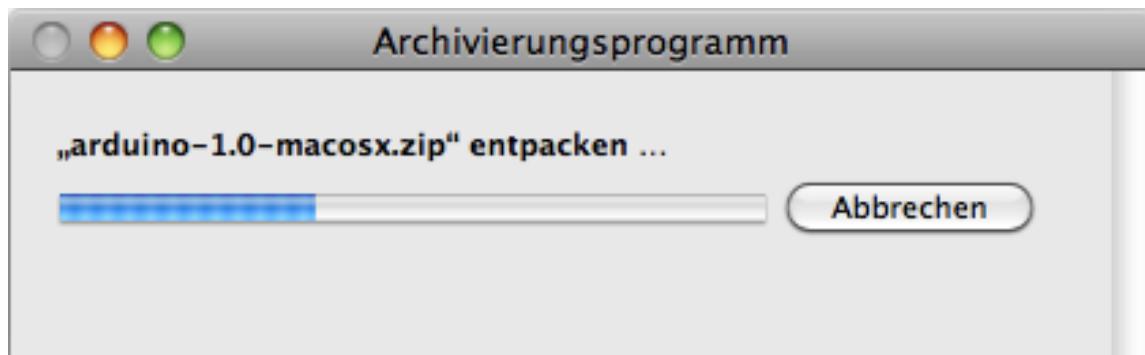
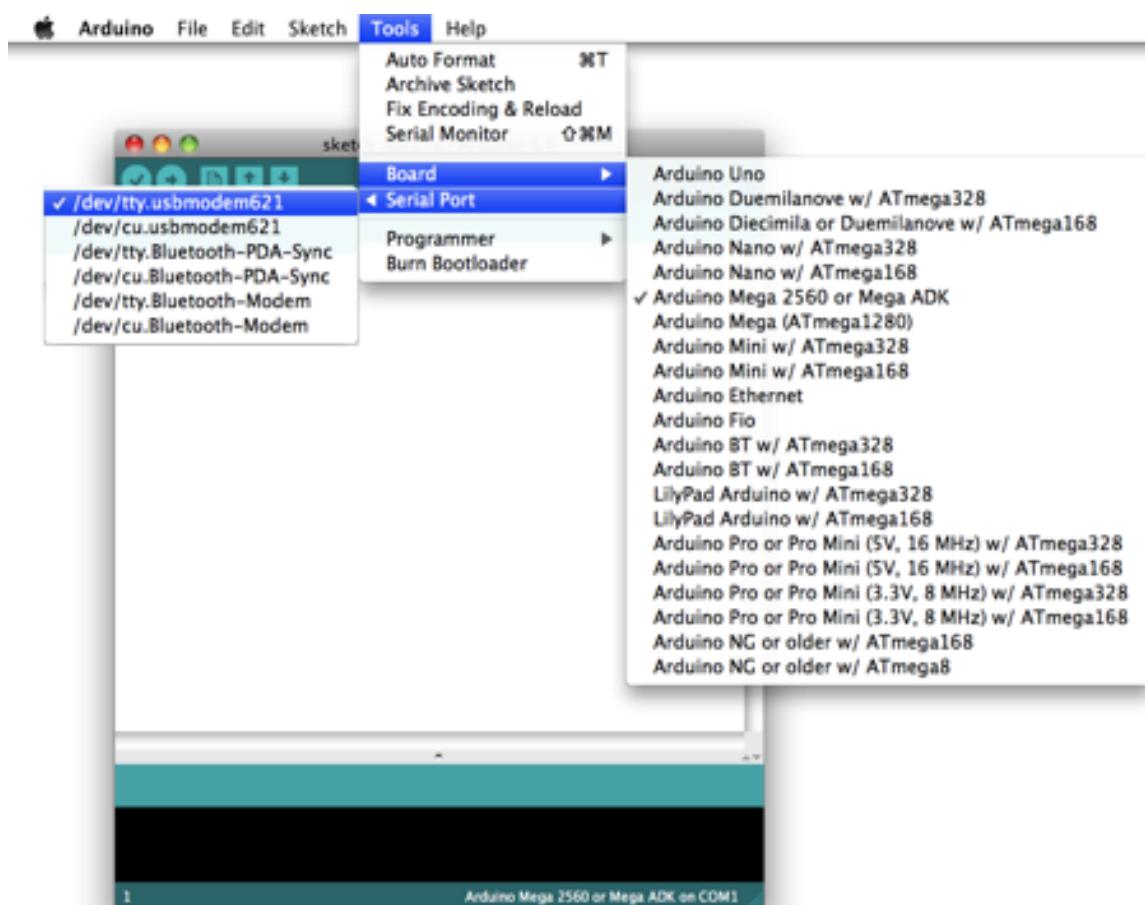


Abbildung 4.3. Auswahl Board und Port



Zum Aufspielen der X400 Firmware muss zunächst die aktuellste und richtige Firmware heruntergeladen werden. Danach wird im Arduino Programm der *Open-Button* gedrückt und über *Open...* (Bild: "Öffnen der Firmware [S. 242]") die *PRotos.ino* im Ordner der Firmware ausgewählt. Diese lädt automatisch alle im Ordner *PRotos* befindlichen Header- und Sourcedateien (.h und .cpp).

In der *configuration.h* Datei wird dann noch dir Firmware auf die eigenen Bedürfnisse angepasst.

```
//// The following define selects which electronics board you have. Please choose the one that
matches your setup
// PRotos RAMPS 1.2 = 3// PRotos RAMPS 1.3/1.4 = 33 one Extruder (Power outputs: Extruder, Bed, Fan)
// PRotos X400 RAMPS 1.3/1.4 = 35 one Extruder (Power outputs: Extruder, Bed, Fan)

#define MOTHERBOARD 33

//// The following is your used extruder type
// Hinged/Wade Extruder = 1
// DD-Extruder = 2
// DD-Extruder dual = 3

#define EXTRUDER 3

// LCD and SD support

#define ULTRA_LCD //general lcd support, also 16x2
#define SDSUPPORT // Enable SD Card Support in Hardware Console
```

Abbildung 4.4. Öffnen der Firmware

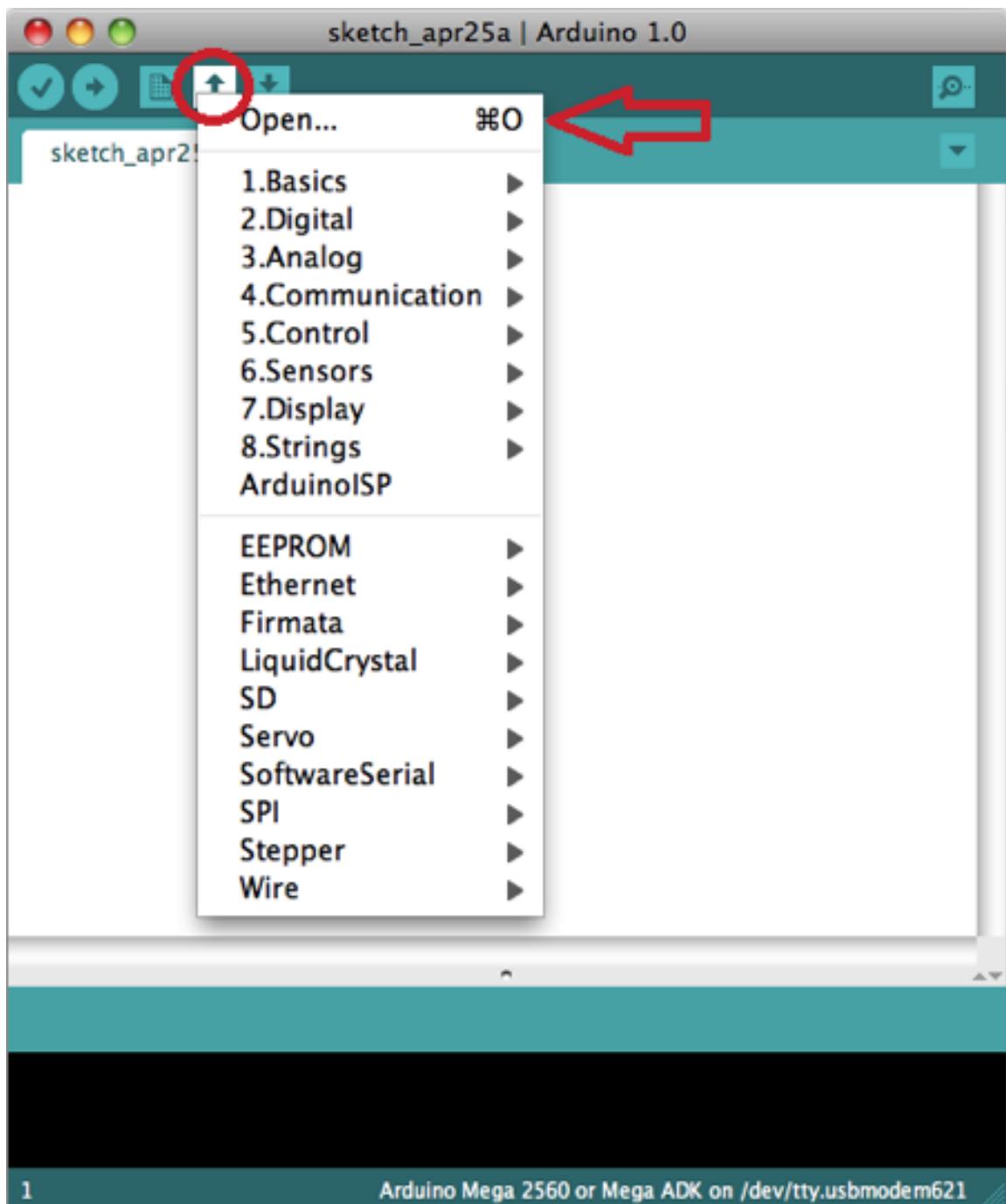
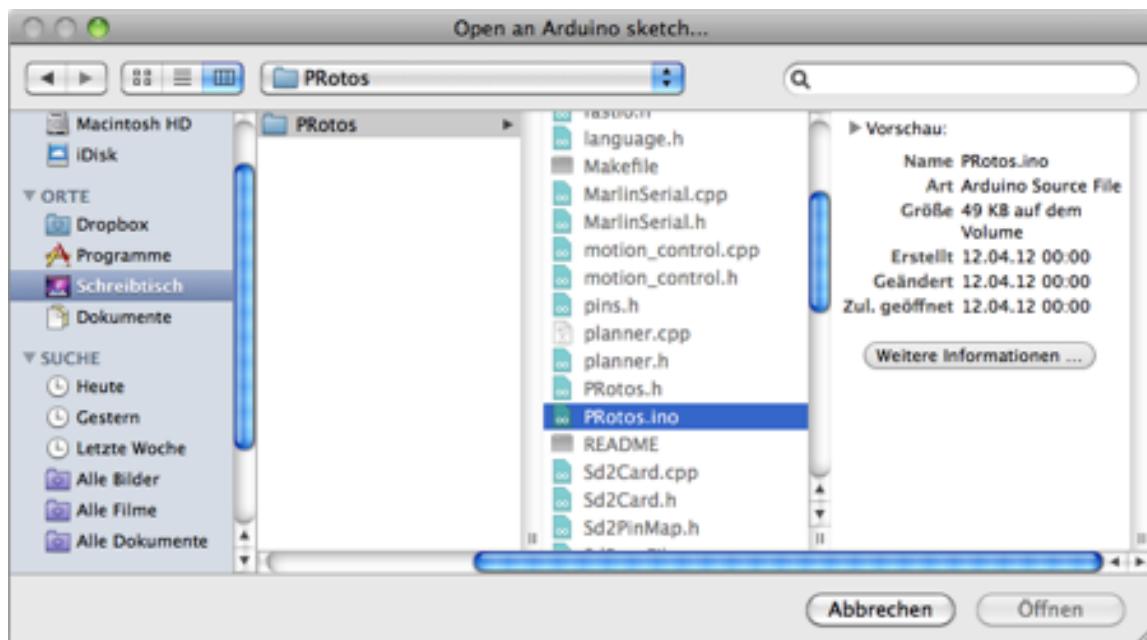
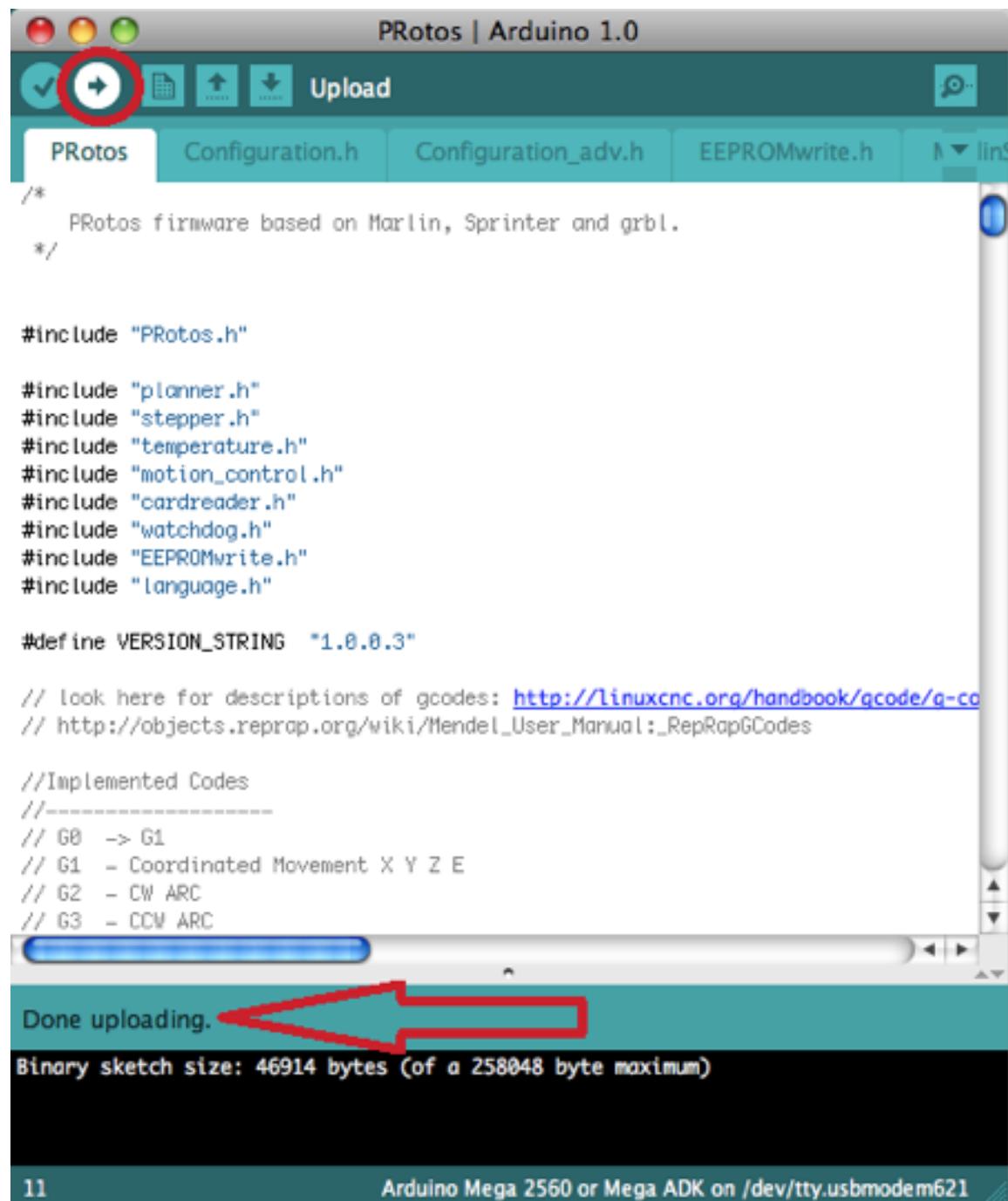


Abbildung 4.5. Auswahl PRotos.ino



Im Anschluss geht ein neues Fester auf, in welchem der Quellcode der aufzuspielenden Firmware angezeigt wird (Bild: "Upload [S. 244]"). Dort kann nun der *Upload-Button* unter der Menüleiste ausgewählt werden, um dann die Firmware zu überspielen.

Abbildung 4.6. Upload



Während des Upload-Prozesses blinken die Status LEDs, nach dem Upload wird unter dem Quellcode dann angezeigt, dass der Upload vollständig erfolgt ist.

Zum Testen der Firmware (Bild "Serial Monitor [S. 245]") wird der Serial Monitor unter der Menüleiste *Tools* → *Serial Monitor* gestartet. Damit die Arduino Software mit dem Arduino-Board kommunizieren kann,

muss das Protokoll „Newline“, sowie die Baudrate „250000“ ausgewählt werden. Dabei wird die Rückmeldung des X400 nur bei richtig gewählten Protokoll und Baudrate korrekt angezeigt (Bild: „[Auswahl Protokoll und Baudrate \[S. 246\]](#)“). Mit Eingabe des Codes `M115` kann die Firmware des Boards abgefragt werden und sollte der im Bild „[Arduino Firmware Test \[S. 247\]](#)“ entsprechen. Die komplette Befehlsliste mittels `GCode` kann im Internet nachgelesen werden.

Abbildung 4.7. Serial Monitor

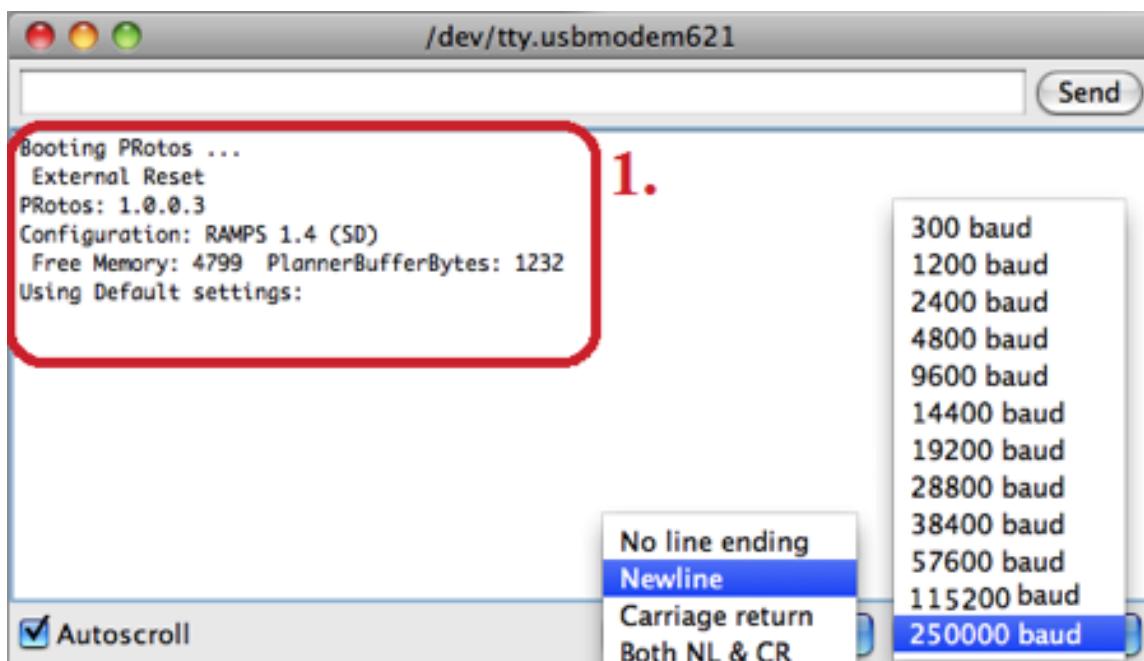


Abbildung 4.8. Auswahl Protokoll und Baudrate

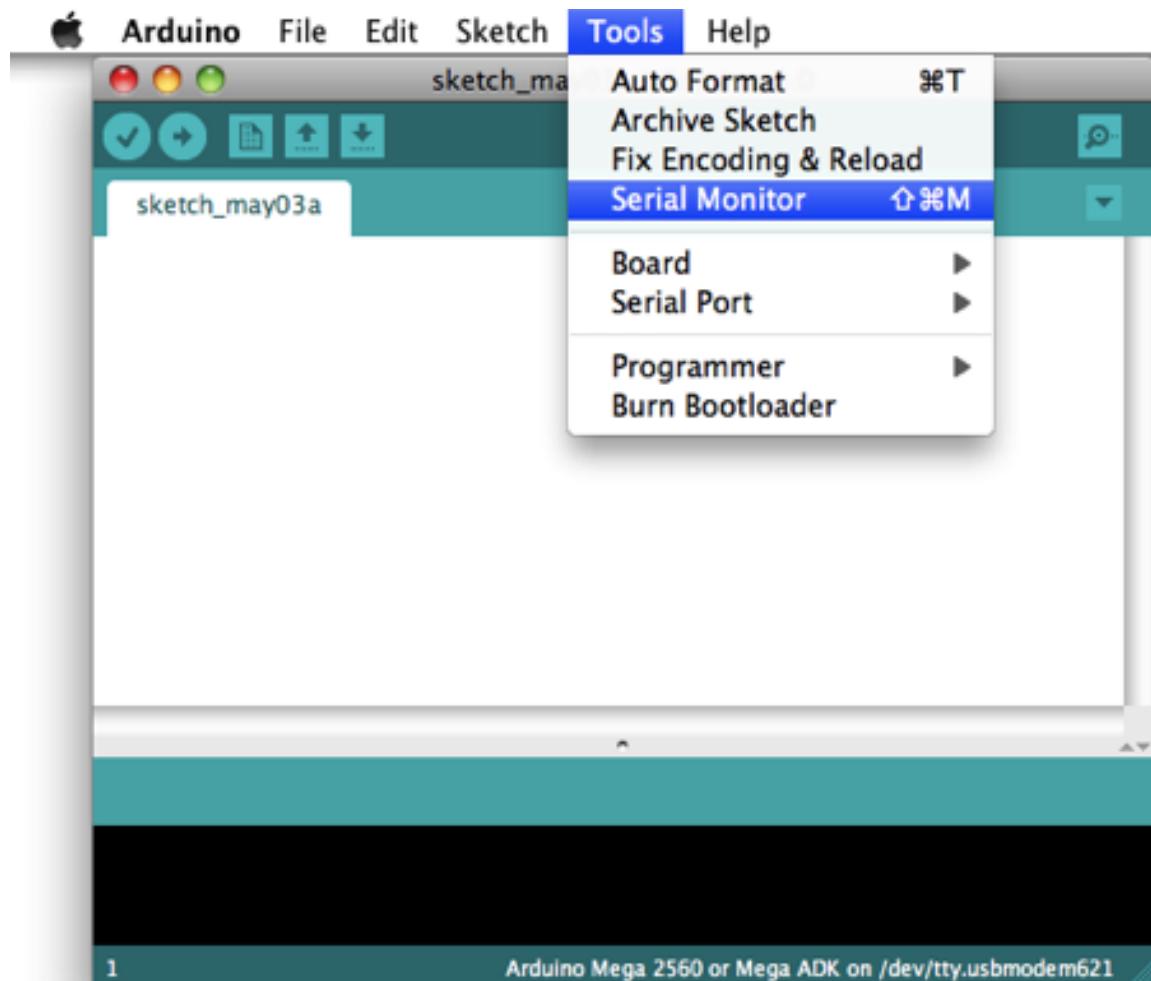
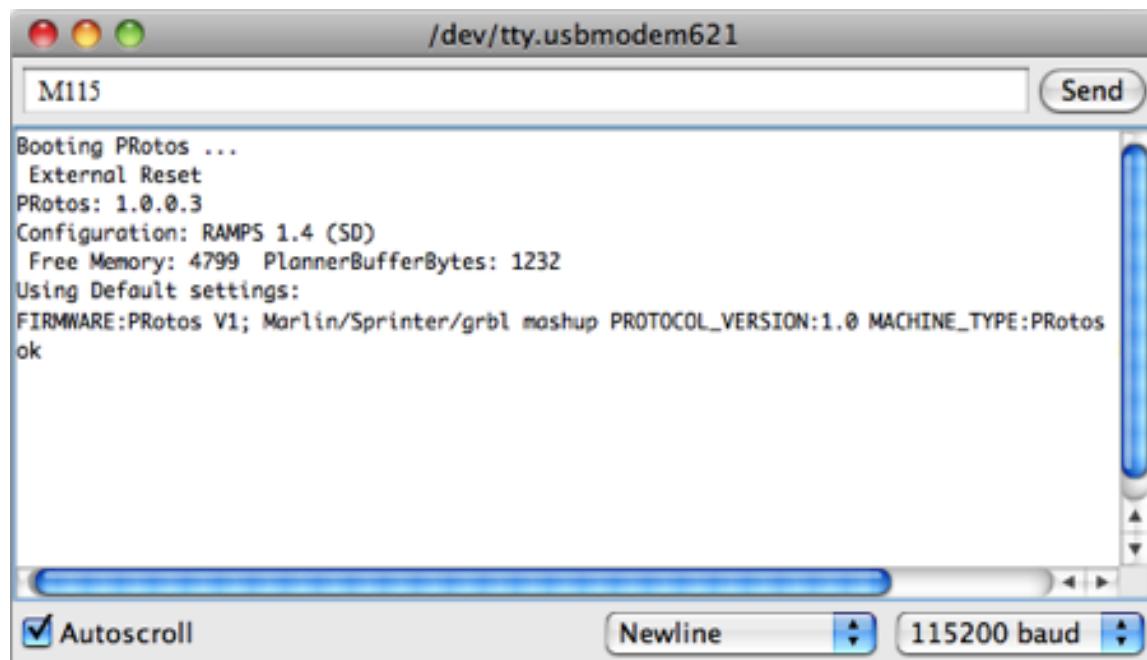


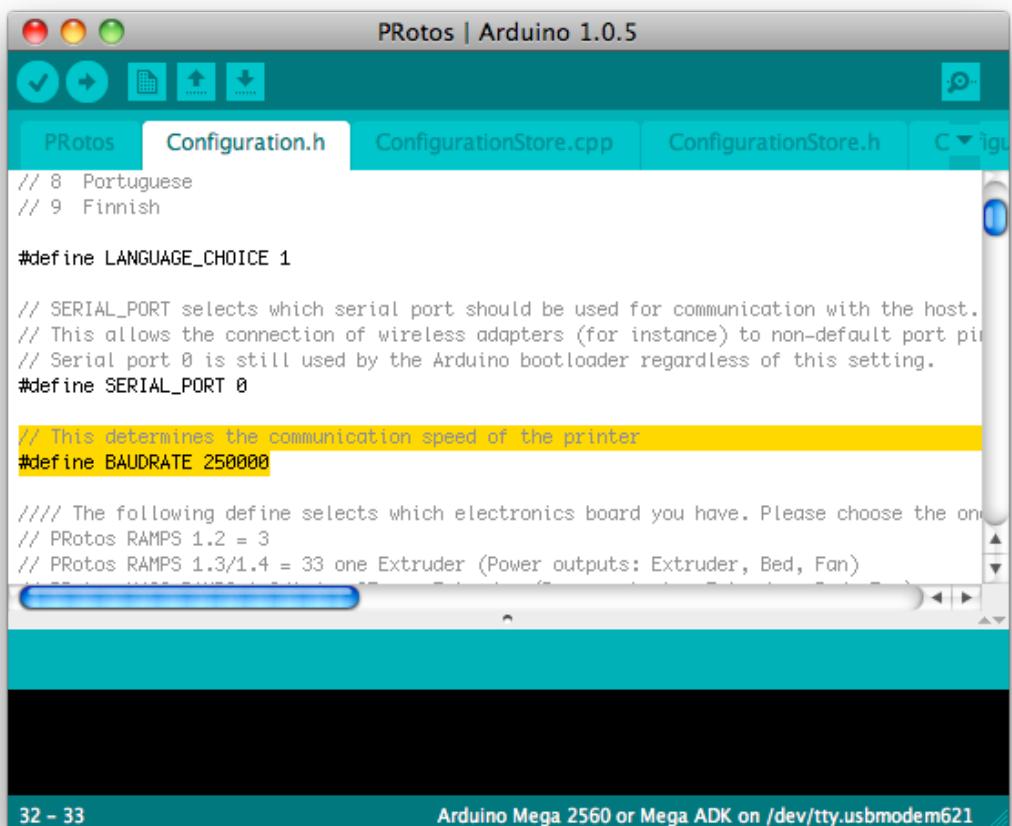
Abbildung 4.9. Arduino Firmware Test



In Einzelfällen kann es vorkommen, dass der USB-Controller mit der Baudrate von "250000" nicht zurecht kommt. Ist dieses der Fall, muss in der *configuration.h*, die im Bild "Arduino Anpassung Baudrate [S. 248]" gezeigte, Baudrate-Einstellung verändert werden.

Eine Herabsetzung (auf "128000") sowie eine Anhebung (auf "256000") der Baudrate sind möglich und hängen vom verwendeten USB-Controller ab.

Abbildung 4.10. Arduino Anpassung Baudrate



```
PRotos | Arduino 1.0.5

PRotos Configuration.h ConfigurationStore.cpp ConfigurationStore.h C lgu

// 8 Portuguese
// 9 Finnish

#define LANGUAGE_CHOICE 1

// SERIAL_PORT selects which serial port should be used for communication with the host.
// This allows the connection of wireless adapters (for instance) to non-default port pins.
// Serial port 0 is still used by the Arduino bootloader regardless of this setting.
#define SERIAL_PORT 0

// This determines the communication speed of the printer
#define BAUDRATE 250000

//// The following define selects which electronics board you have. Please choose the one
// PRotos RAMPS 1.2 = 3
// PRotos RAMPS 1.3/1.4 = 33 one Extruder (Power outputs: Extruder, Bed, Fan)

32 - 33 Arduino Mega 2560 or Mega ADK on /dev/tty.usbmodem621
```

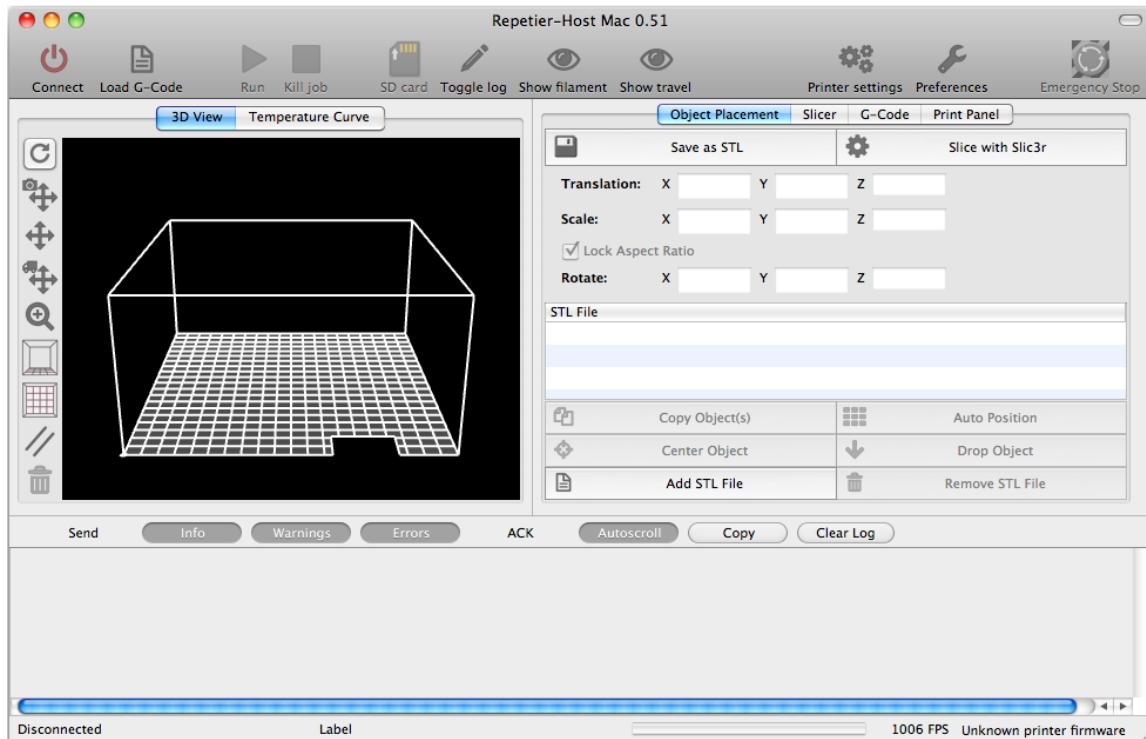
#### 4.1.2. Repetier-Host (OS X)

Zur Steuerung der 3D-Drucker wird auf dem System das Repetier-Host für die Steuerung des Gerätes heruntergeladen.

Tabelle 4.2. Download Repetier-Host (OS X)

Repetier-Host <sup>3</sup>
----------------------------

Abbildung 4.11. Repetier-Host (OS X)



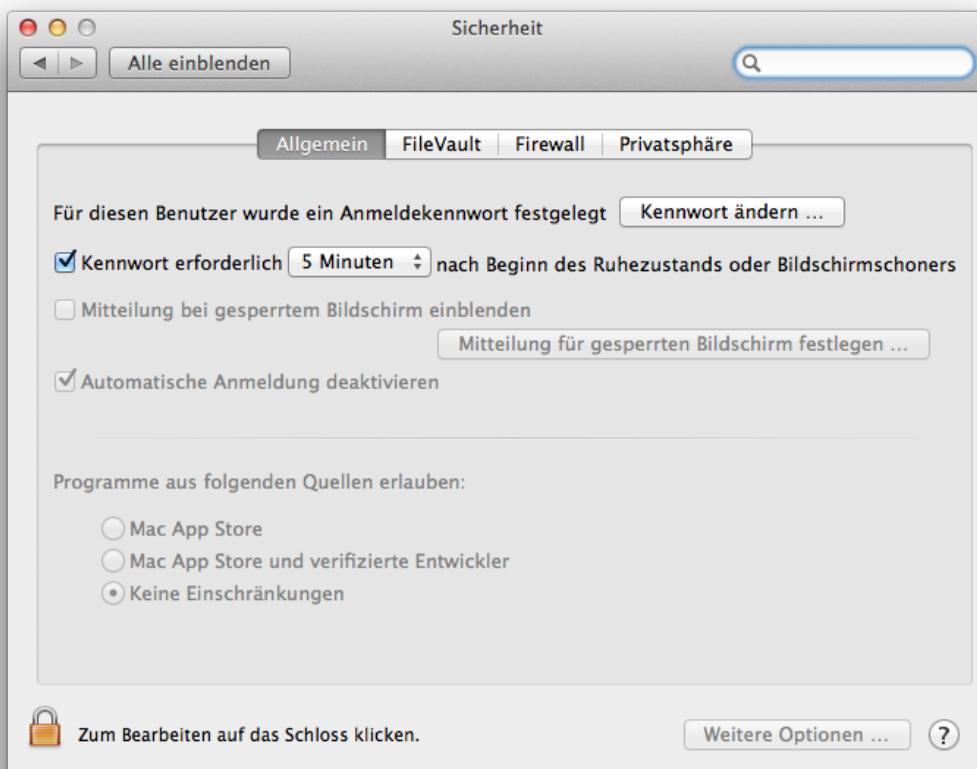
Die neueste Version von Repetier-Host wird nur heruntergeladen und installiert. Im Anschluss ist Repetier-Host einsatzbereit.



Bei der Verwendung von Mountain Lion (10.8.x) muss die Installation von nicht signiertem Code zugelassen werden. Dies können Sie in Systemeinstellungen -> Sicherheit.

German RepRap GmbH		Seite 250 /
		Revision 352
		Stand 23.12.2013 14:03
Kapitel 4. Inbetriebnahme > Inbetriebnahme Mac OS X		

Abbildung 4.12. Mac OS X Mountain Lion (10.8.x) nicht signierten Code zugelassen



#### 4.1.3. Slic3r (OS X)

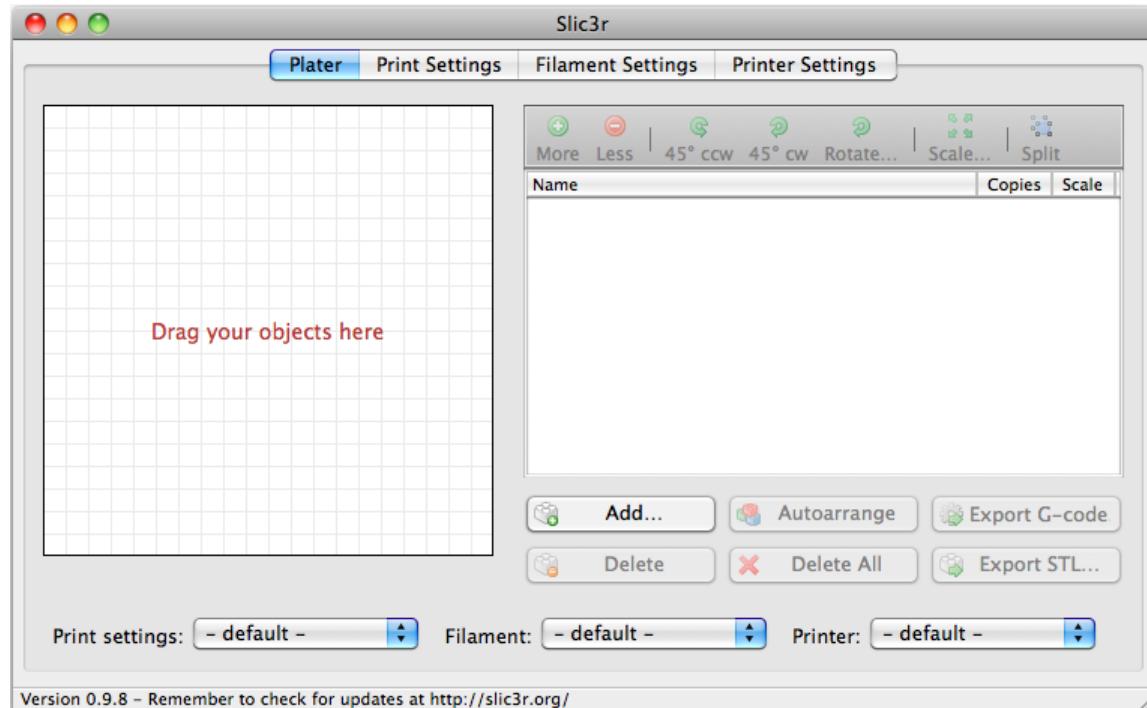
Tabelle 4.3. Übersicht der benötigten Programme Slic3r (OS X)

<b>Slic3r<sup>4</sup></b> - STL zu GCode Konverter für 3D-Drucker
-------------------------------------------------------------------

Um später aus CAD-Dateien im Format .stl einen maschinenlesbaren Code im Format .gcode zu generieren, kann das Programm Slic3r benutzt werden. Dafür muss lediglich die .dmg Datei geöffnet werden. Anschließend wird Slic3r geöffnet und ist einsatzbereit.

German RepRap GmbH	Seite 251 /
	Revision 352
	Stand 23.12.2013 14:03
Kapitel 4. Inbetriebnahme > Inbetriebnahme Windows	

Abbildung 4.13. Slic3r (OS X)



## 4.2. Inbetriebnahme Windows

### 4.2.1. Firmware (Windows)

Damit die Kommunikation zwischen RAMPS und Arduino wie gewollt erfolgt, muss auf das Arduino-Board eine passende Firmware gespielt werden.

Tabelle 4.4. Übersicht der benötigten Programme Firmware (Windows)

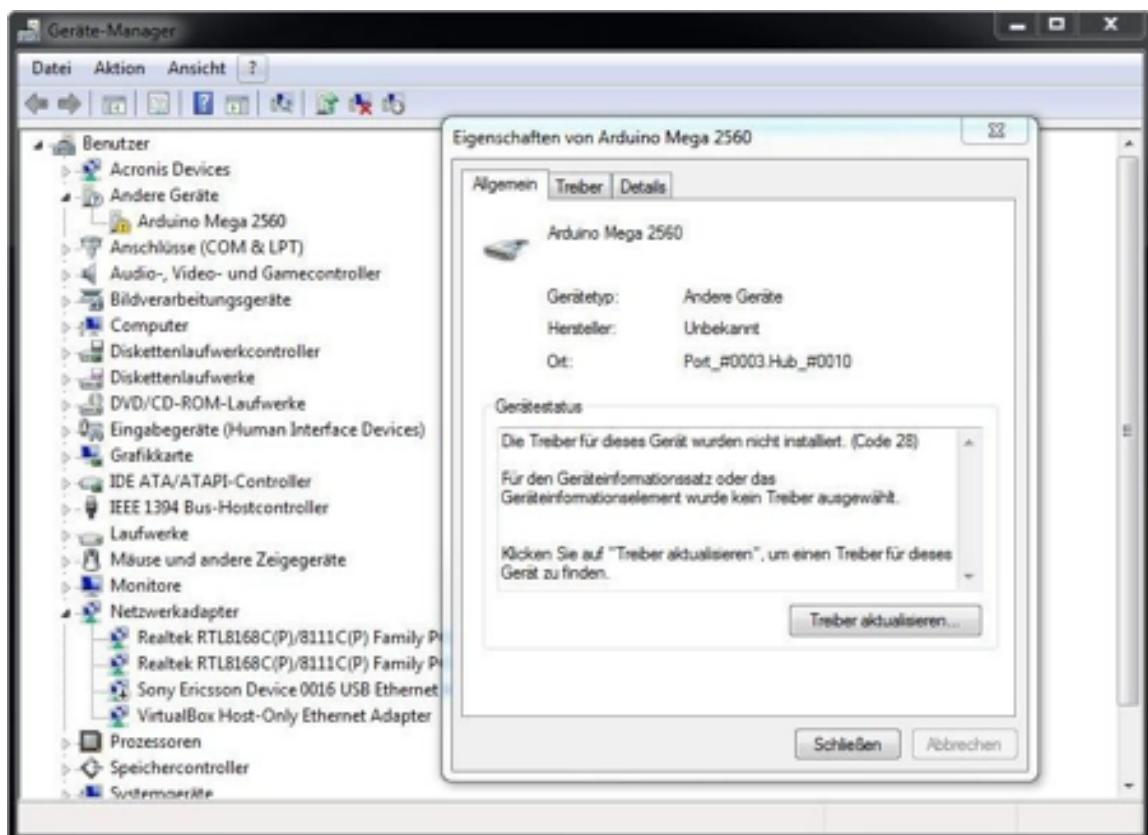
Arduino Version 1.0.x <sup>5</sup>
X400 Firmware <sup>6</sup>

Für den X400 gibt es eine von German RepRap GmbH angepasste Firmware. Um diese Firmware auf das Arduino-Board aufspielen zu können, muss zunächst die Arduino-Software in der *Version 1.0.x* geladen werden. Im Ordner *../arduino-1.0/drivers* befinden sich die Microsoft Windows Treiber zur Kommunikation zwischen Computer und Arduino-Board. Es ist wichtig die Version *1.0.x* zu wählen.

Nach dem Anschließen des Boards per USB erscheint eine Aufforderung von Windows, in welcher die Treiber zur Installation ausgewählt werden können. Wenn diese Aufforderung nicht erscheint, müssen die Treiber über

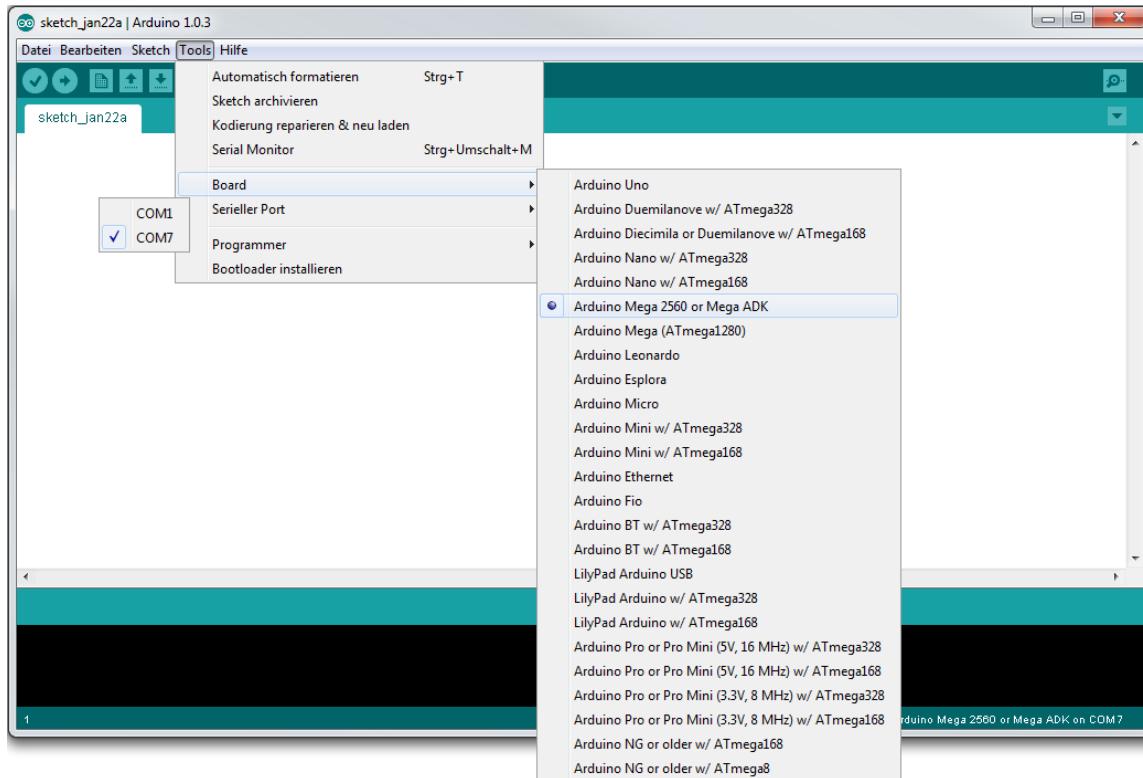
Systemsteuerung → Hardware und Sound → Geräte-Manager manuell aktualisiert werden. Dazu muss folgendes ausgewählt werden: Arduino Mega 2560 → Rechtsklick → Eigenschaften → Treiber aktualisieren. Dann wird auf dem Computer nach Treibern gesucht und der Pfad ..\arduino-1.0\drivers\FTDI USB Drivers ausgewählt.

Abbildung 4.14. Installation Treiber Arduino-Board



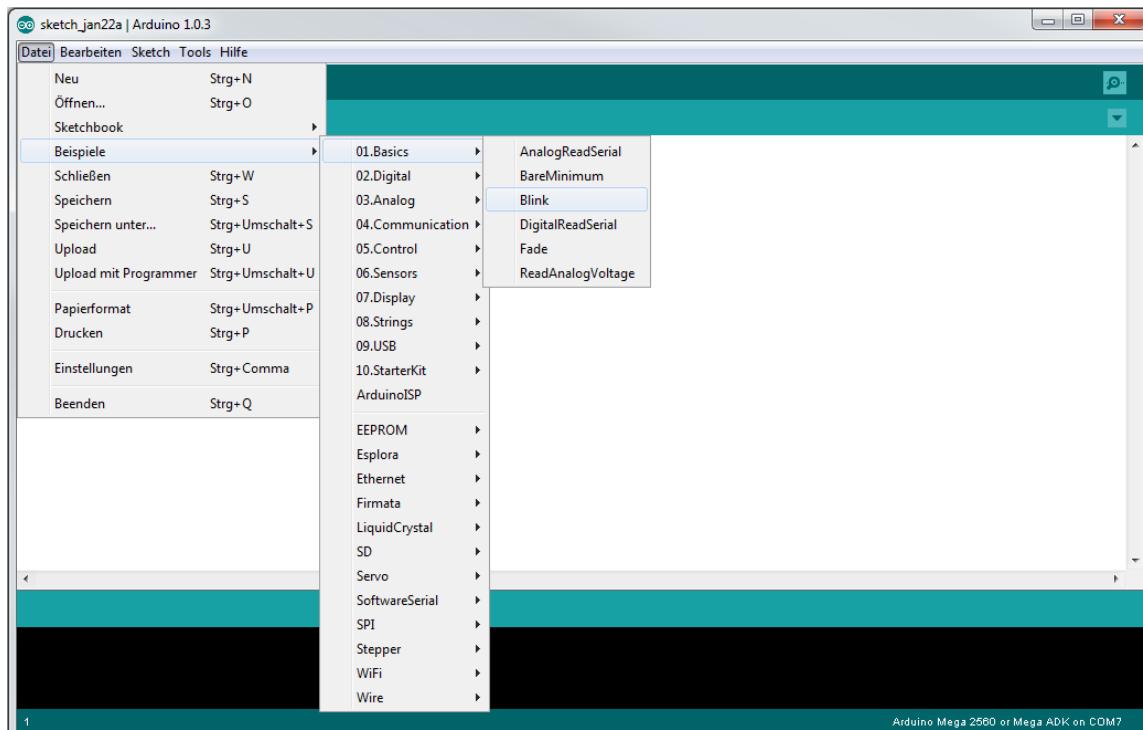
Anschließend kann die "arduino.exe" im arduino-1.0 Ordner gestartet werden und unter dem Menüpunkt Tools → Board wird das „Arduino Mega 2560“ ausgewählt werden. Unter dem Menüpunkt Tools → Serial Port muss der Port „COMx“ (der COM-Port ist je nach System Variable) zur Verwendung des USB Anschlusses ausgewählt werden.

Abbildung 4.15. Auswahl Board und Port



Zum Testen des Arduino-Boards kann ein Blink-Beispiel ausgewählt werden. Dieses lässt eine gelbe LED auf dem Arduino-Board blinken und zeigt somit an, dass die Kommunikation zwischen Computer und Arduino-Board problemlos funktioniert. Dazu wird unter dem Menüpunkt *Examples* → *1.Basics* → *Blink* ausgewählt.

Abbildung 4.16. Arduino Blink-Test Auswahl



Anschließend geht ein neues Fester auf, in welchem der Quellcode der aufzuspielenden Firmware angezeigt wird (Bild "Arduino Blink-Test Upload [S. 255]"). Dort kann nun der Upload-Button unter der Menüleiste ausgewählt werden um die Firmware zu überspielen (1). Unter dem Quellcode wird dann angezeigt, dass der Upload vollständig erfolgt ist (2) und das LED auf dem Board sollte sofort mehrfach aufblinken. Das Bild "RAMPS blinken [S. 255]" zeigt das LED vor und während des Aufblinkens (dieses ist in eingebauten Zustand jedoch nur schwer zu erkennen).

Abbildung 4.17. Arduino Blink-Test Upload

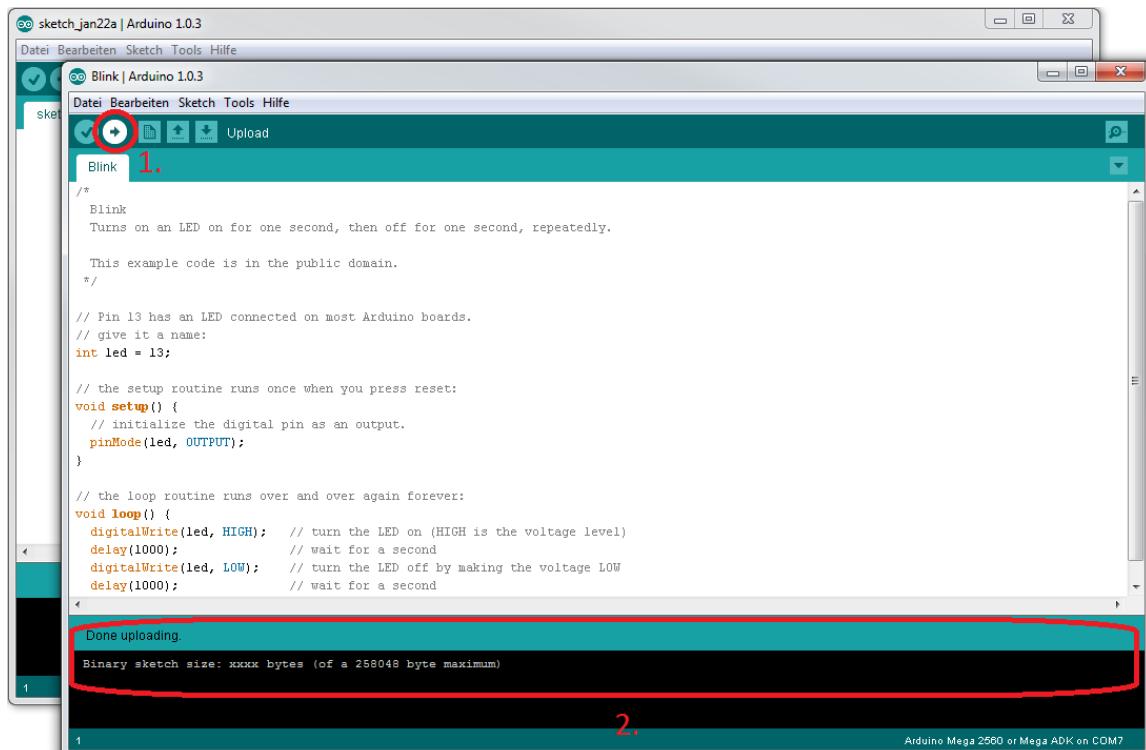


Abbildung 4.18. RAMPS blinken

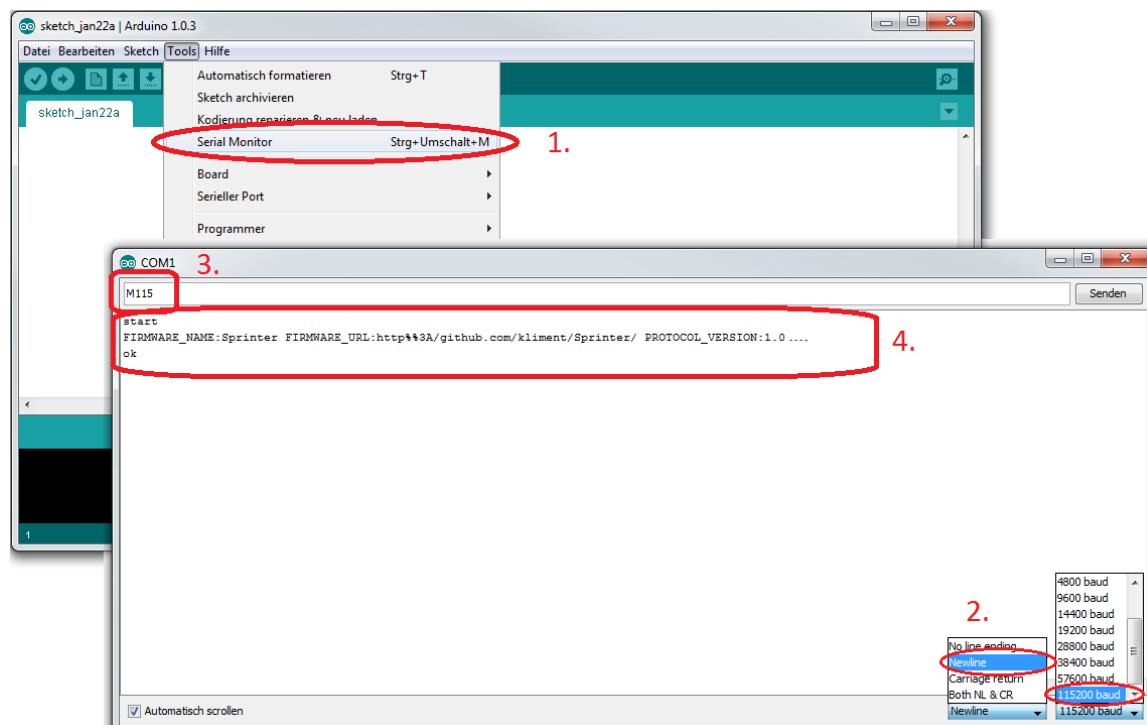


Zum Aufspielen der Firmware muss zunächst die aktuellste und richtige(!) Firmware heruntergeladen werden (germanreprap.com > Support > Firmwarekonfigurator). Anschließend wird im Arduino Programm der Open-Button gedrückt und über "Open..." die *PRotos.ino* im Ordner der Firmware ausgewählt. Diese lädt automatisch alle im Ordner *PRotos* befindlichen Header und Source (.h und .cpp) Dateien.

Die Firmware wird genau wie der Blink-Test auf das Arduino-Board geladen. Zum Testen der Firmware (Bild "Arduino Firmware Test [S. 256]") wird der Serial Monitor unter der Menüleiste ausgewählt (1). Damit die Arduino Software mit dem Arduino-Board kommunizieren kann, muss das Protokoll „Newline“ (2), sowie die Baudrate „115200“ ausgewählt werden. Mit Eingabe des Codes M115 (3) kann die Firmware des Boards

abgefragt werden und sollte der im Bild "Arduino Firmware Test" entsprechen (5). Die komplette Befehlsliste mittels GCode kann im Internet nachgelesen werden.

Abbildung 4.19. Arduino Firmware Test



## 4.2.2. Repetier-Host (Windows)

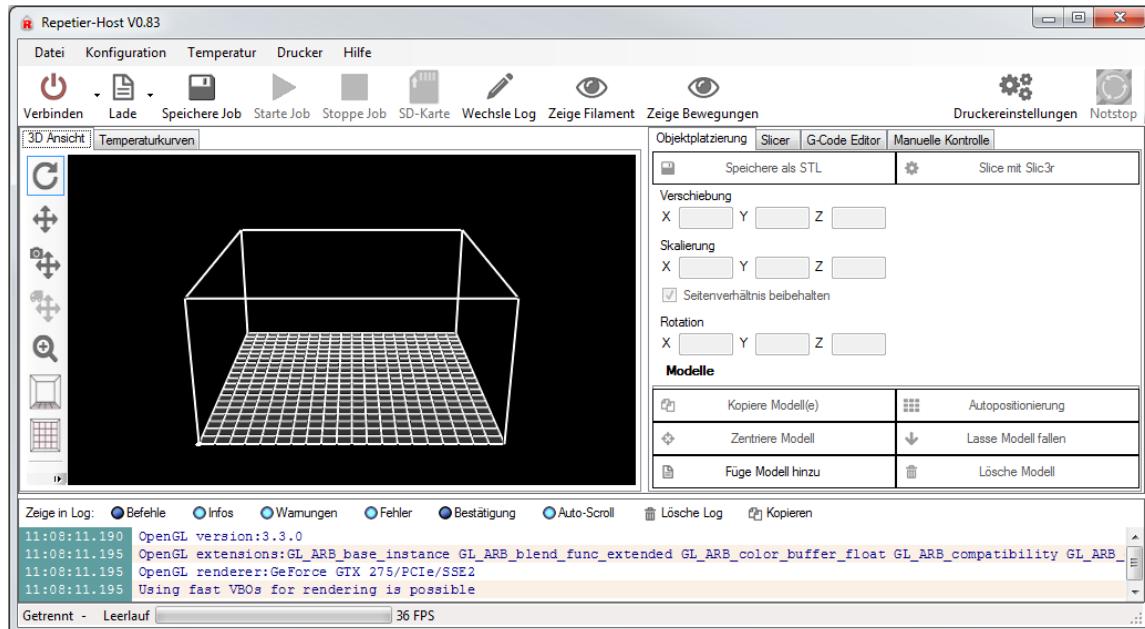
Nachdem das Arduino-Board nun die richtige Firmware hat, wird auf dem System das Repetier-Host für die Steuerung des Druckers installiert.

Tabelle 4.5. Übersicht der benötigten Programme Repetier-Host (Windows)

Repetier-Host<sup>7</sup>

Die neueste Version von Repetier-Host wird nun heruntergeladen und installiert. Im Anschluss ist Repetier-Host einsatzbereit.

Abbildung 4.20. Repetier-Host (Windows)



#### 4.2.3. Slic3r (Windows)

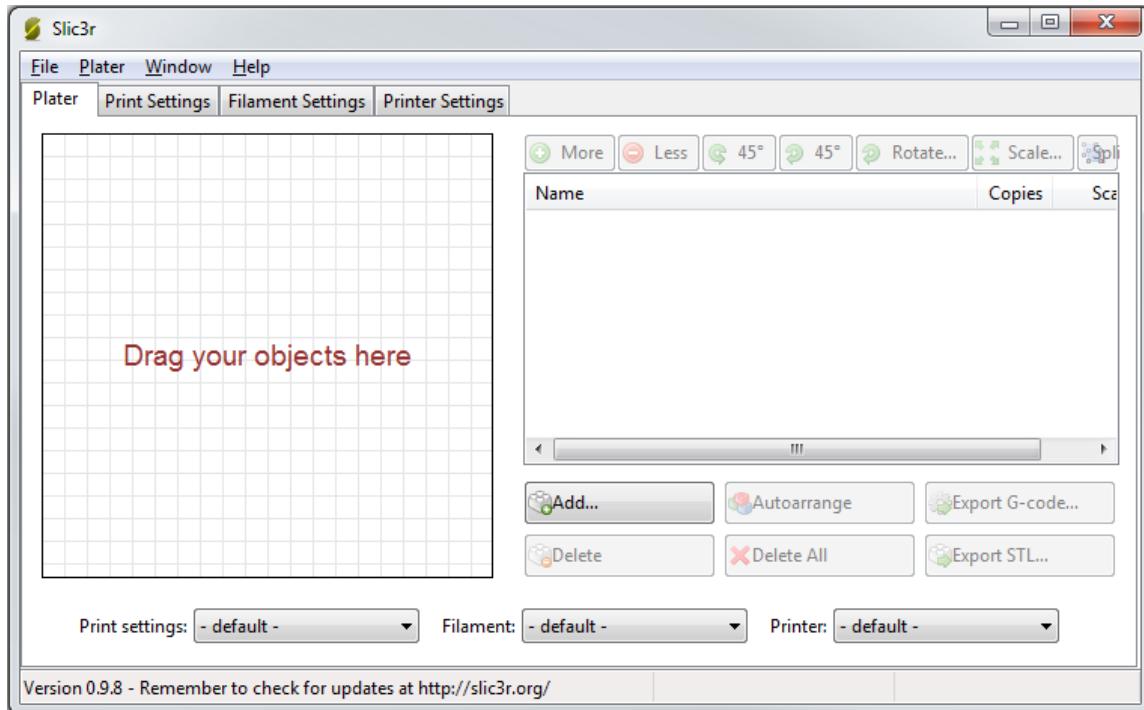
Tabelle 4.6. Übersicht der benötigten Programme Slic3r (Windows)

[Slic3r](#)<sup>8</sup> - STL zu GCode Konverter für 3D-Drucker

Um später aus CAD-Dateien im Format .stl einen maschinenlesbaren Code im Format .gcode zu generieren, kann das Programm Slic3r benutzt werden. Dafür muss lediglich die .zip Datei entpackt werden. Anschließend ist Slic3r einsatzbereit und kann über die slic3r.exe gestartet werden.

German RepRap GmbH		Seite 258 /
		Revision 352
		Stand 23.12.2013 14:03
Kapitel 4. Inbetriebnahme > Inbetriebnahme Linux (in Arbeit)		

Abbildung 4.21. Slic3r (Windows)



### 4.3. Inbetriebnahme Linux (in Arbeit)

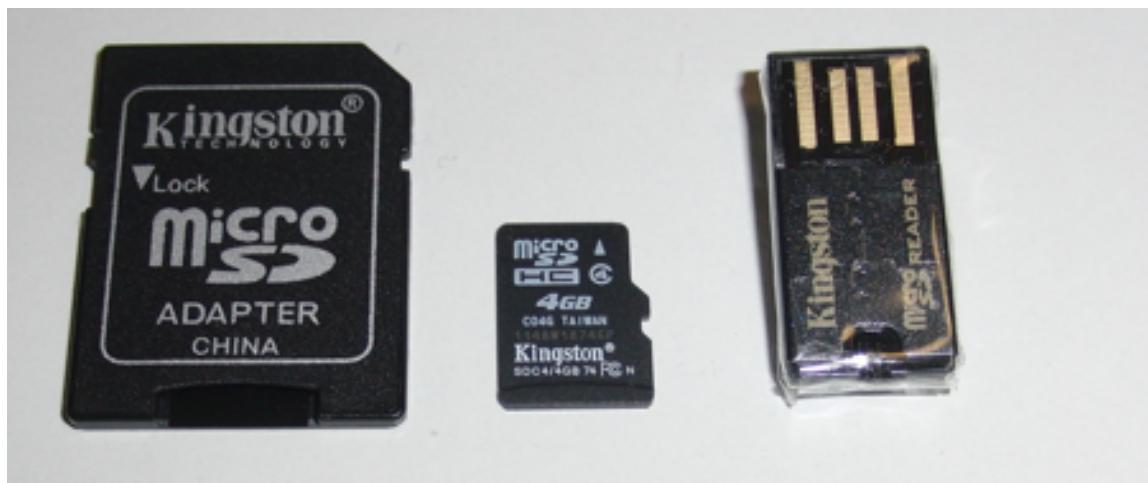
Die Anleitung für Linux Distributionen befindet sich noch in Arbeit.

### 4.4. Inbetriebnahme SD-RAMPS

Tabelle 4.7. Materialliste Inbetriebnahme SD RAMPS

1x microSD Karte
------------------

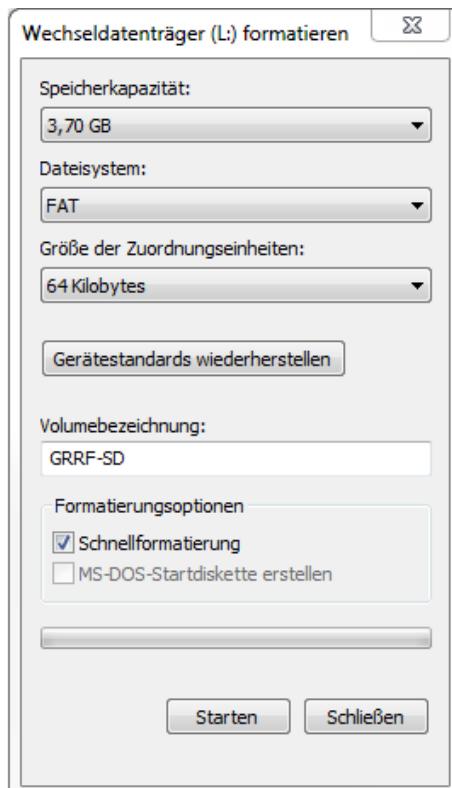
Abbildung 4.22. Materialübersicht Inbetriebnahme SD RAMPS



Die microSD Karte muss, damit der X400 von dieser lesen kann, im FAT16 Format formatiert werden.

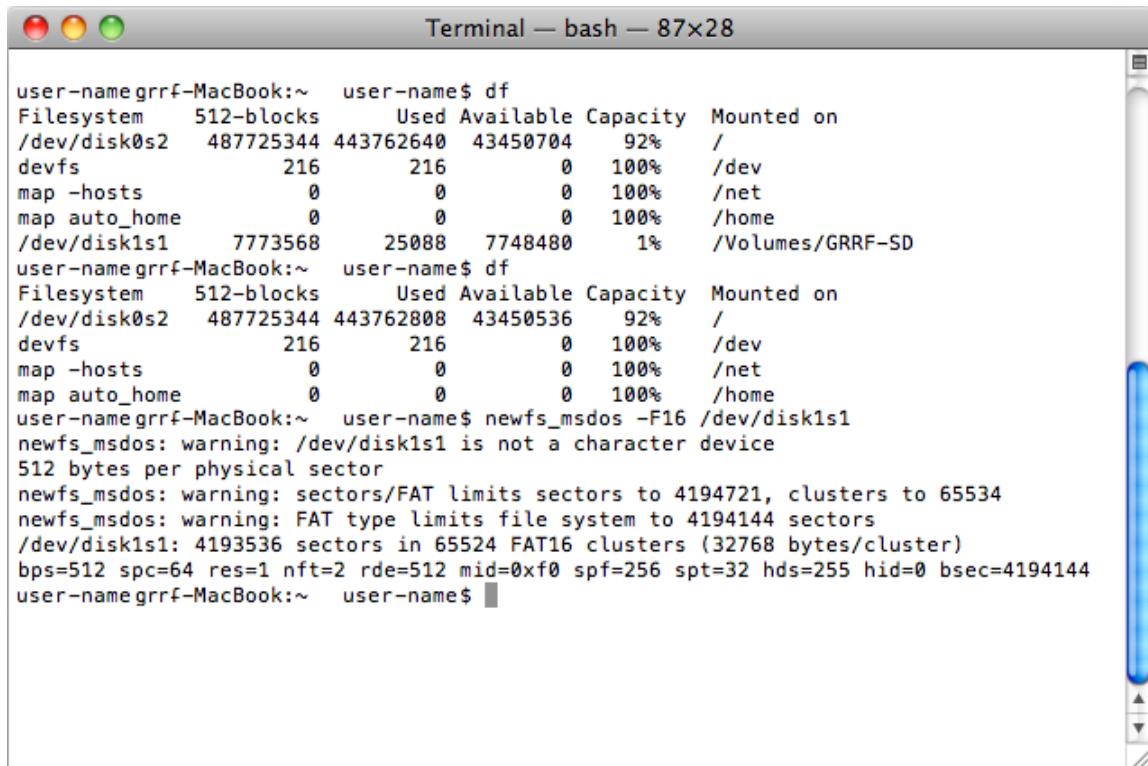
*Windows:* Unter Windows kann dieses einfach mit Rechtsklick → Formatieren... durchgeführt werden. Dort wird dann unter Dateisystem FAT (nicht FAT32) gewählt (Bild: "Abschluss (Windows)").

Abbildung 4.23. Abschluss Inbetriebnahme SD RAMPS (Windows)



*OS X (nur für erfahrene Nutzer):* Unter OS X ist das Formatieren etwas komplizierter. Zunächst muss das Terminal über *Programme* → *Dienstprogramme* → *Terminal* geöffnet werden. Dort wird über den Befehl "df" eine Auflistung der vorhandenen Festplatten angezeigt. (Siehe "OS X Terminal Formatieren [S. 260]").

Abbildung 4.24. OS X Terminal Formatieren

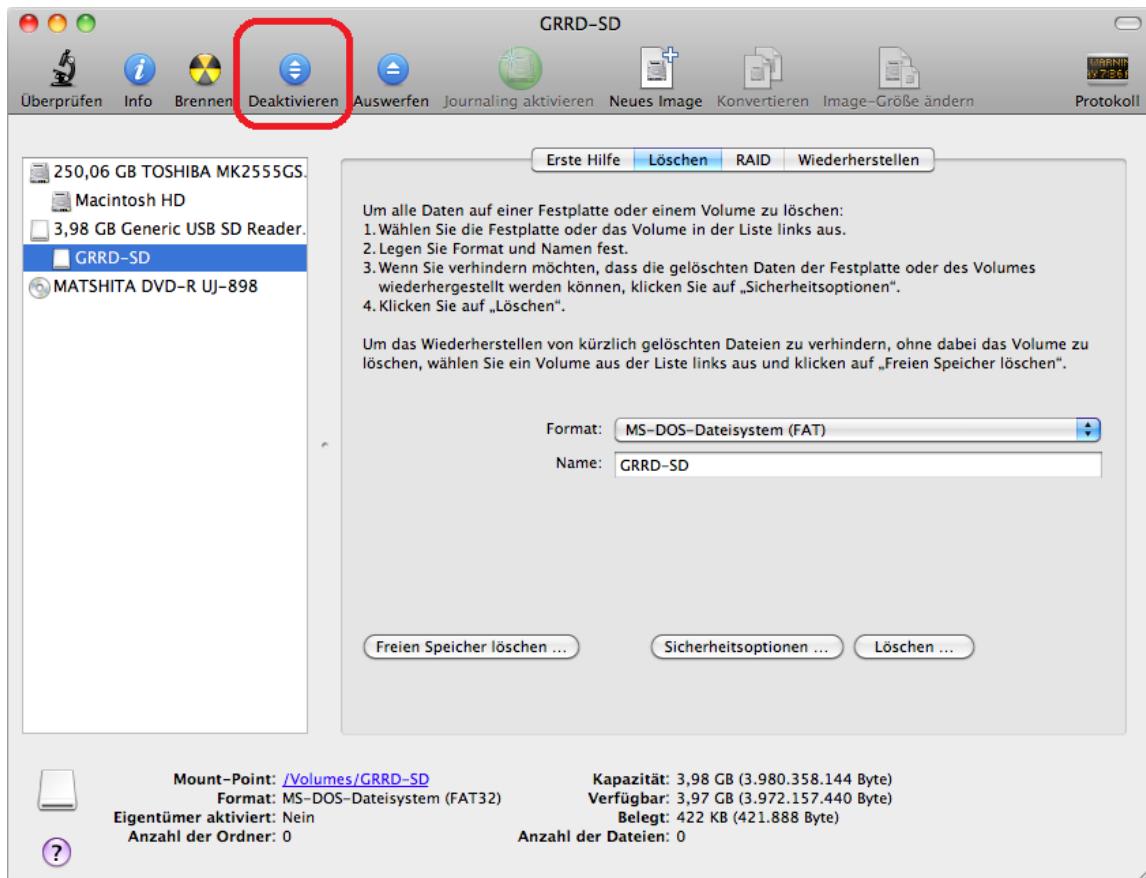


```
Terminal — bash — 87x28

user-name@MacBook:~ user-name$ df
Filesystem 512-blocks Used Available Capacity Mounted on
/dev/disk0s2 487725344 443762640 43450704 92% /
devfs 216 216 0 100% /dev
map -hosts 0 0 0 100% /net
map auto_home 0 0 0 100% /home
/dev/disk1s1 7773568 25088 7748480 1% /Volumes/GRRF-SD
user-name@MacBook:~ user-name$ df
Filesystem 512-blocks Used Available Capacity Mounted on
/dev/disk0s2 487725344 443762808 43450536 92% /
devfs 216 216 0 100% /dev
map -hosts 0 0 0 100% /net
map auto_home 0 0 0 100% /home
user-name@MacBook:~ user-name$ newfs_msdos -F16 /dev/disk1s1
newfs_msdos: warning: /dev/disk1s1 is not a character device
512 bytes per physical sector
newfs_msdos: warning: sectors/FAT limits sectors to 4194721, clusters to 65534
newfs_msdos: warning: FAT type limits file system to 4194144 sectors
/dev/disk1s1: 4193536 sectors in 65524 FAT16 clusters (32768 bytes/cluster)
bps=512 spc=64 res=1 nft=2 rde=512 mid=0xf0 spt=256 hds=255 hid=0 bsec=4194144
user-name@MacBook:~ user-name$
```

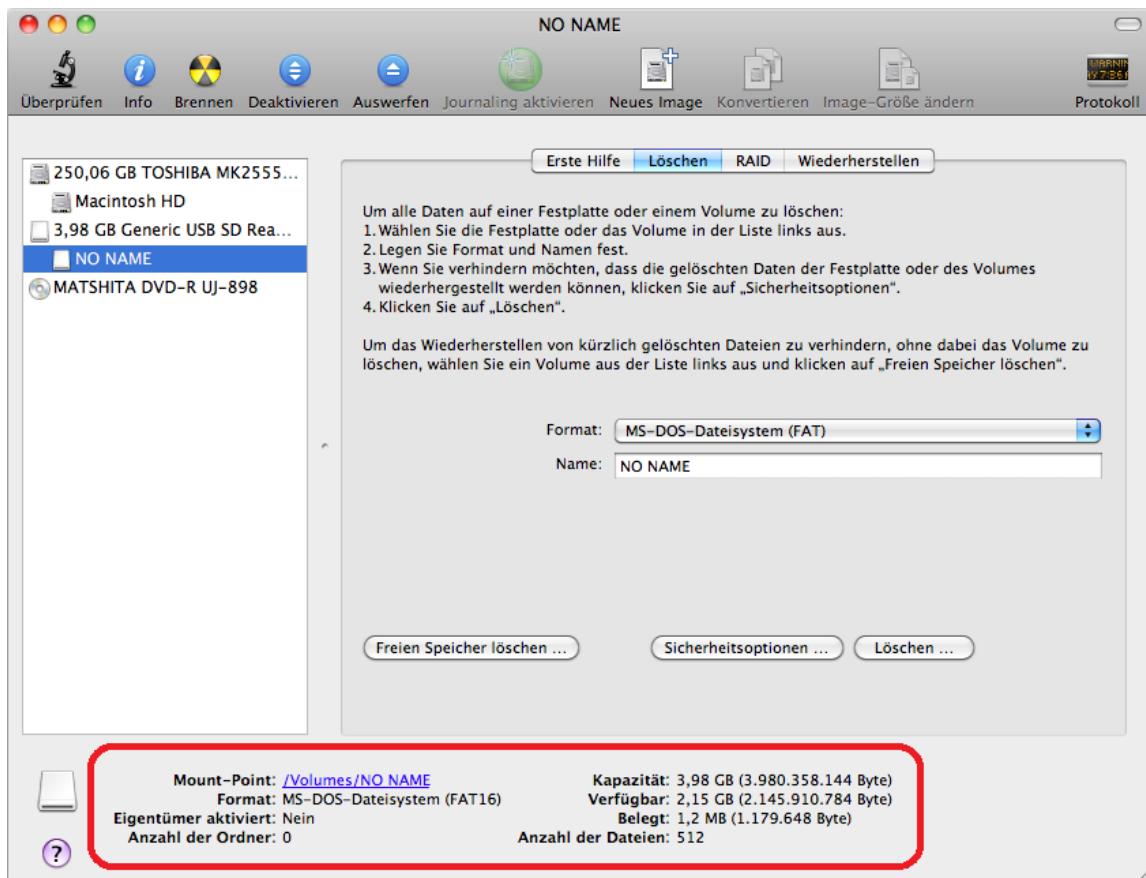
Anschließend müssen über *Programme* → *Dienstprogramme* → *Festplatten Dienstprogramm* selbige gestartet werden. Die SD-Karte muss dort über "Deaktivieren" deaktiviert werden (Bild: "SD Karte deaktivieren [S. 261]").

Abbildung 4.25. SD Karte deaktivieren



Danach wird mit dem Befehl "newfs\_msdos -F16 /dev/disk1s1" die Formatierung ausgeführt, wobei "disk1s1" für die SD Karte steht. Die Disk-Bezeichnung muss der Übersicht entnommen werden (Bild: "OS X Terminal Formatieren [S. 260]"). Dann wird im Festplatten Dienstprogramm die SD Karte mit dem Dateisystem FAT16 angezeigt (Bild: "Abschluss Inbetriebnahme SD RAMPS (OS X) [S. 262]").

Abbildung 4.26. Abschluss Inbetriebnahme SD RAMPS (OS X)



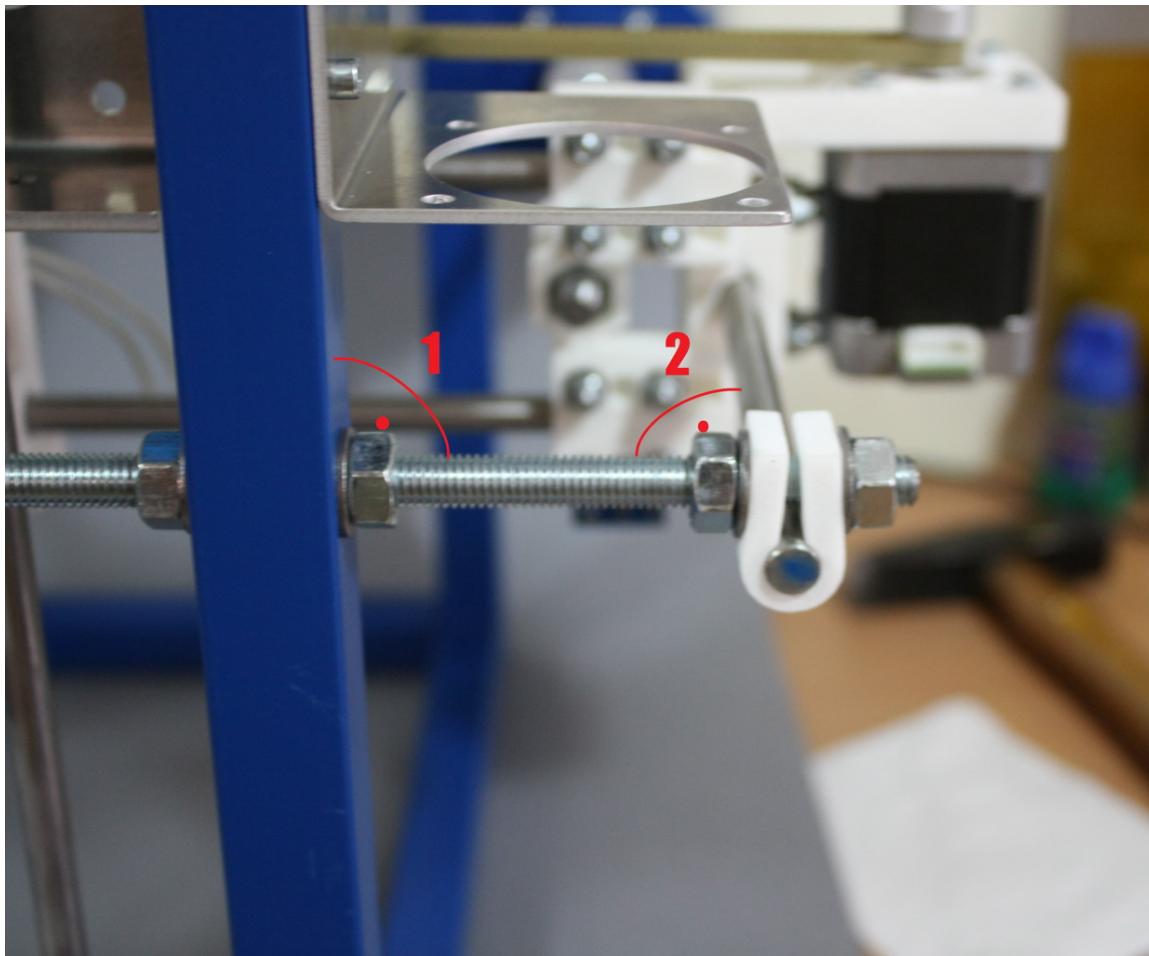
## Kapitel 5. Kalibrierung

Nachdem alle Programme installiert worden sind, kann die Kalibrierung des PRotos erfolgen. Die Kalibrierung ist wichtig, damit die später gedruckten Bauteile in Form und Größe ihren Vorlagen entsprechen.

### 5.1. Ausrichtung der Achsen

Dabei sollte das Druckbett (A) vorher, z.B. mit einer Wasserwaage, ausgerichtet werden.

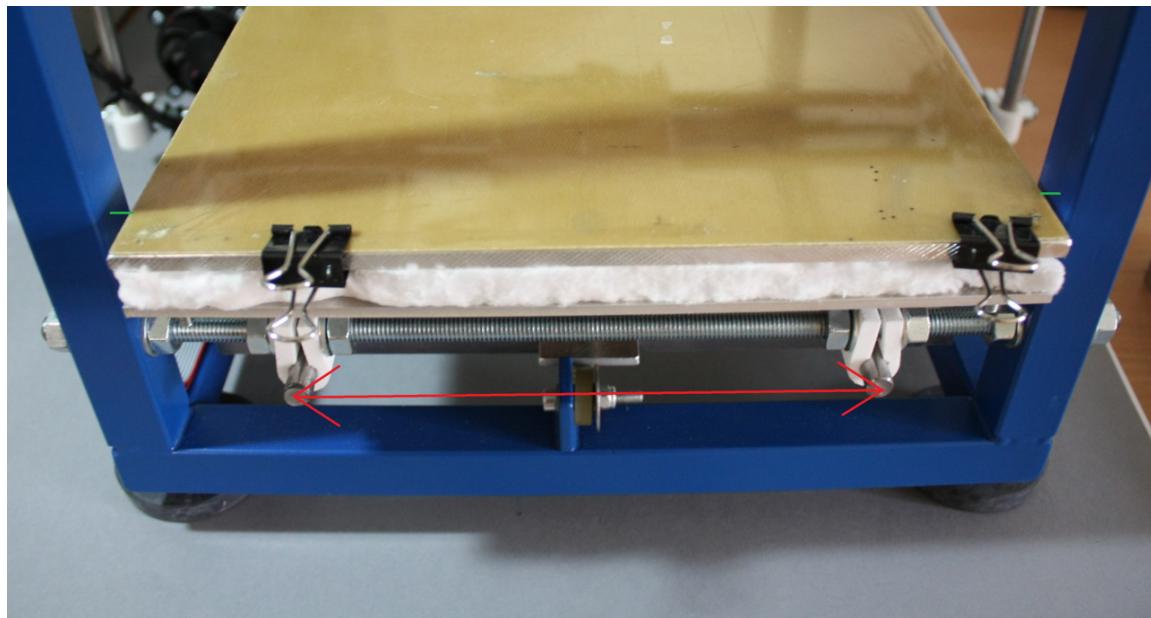
Abbildung 5.1. Ausrichtung Z-Achse



1 = Dieser Winkel liegt automatisch bei 90°

2 = Dieser Winkel liegt anfangs bei 90°, er muss durch das Verschieben des Bar Clamps so verändert werden, dass sich die X-Achse problemlos auf den Führungsstangen der Z-Achse hoch und runter fahren lässt.

Abbildung 5.2. Ausrichtung Y-Achse



grün = gleicher Abstand (Abstand des Y-Schlittens zum Rahmen)

rot = 160 mm Abstand (Abstand der Zentren der Führungsstangen)

Zunächst wird der Y-Schlitten an den Rand gefahren und die Bar Clamps, die dessen Führungsstangen halten, gelockert, sodass sich die Zentren der Führungsstangen leicht bewegen lassen. Die Bar Clamps werden nun so positioniert, dass der Schlitten auf beiden Seiten den gleichen Abstand zum Rahmen hat und die Zentren der Führungsstangen zueinander einen Abstand von 160 mm. Anschließend werden die Muttern, die die Bar Clamps fixieren, gleichmäßig angezogen, sodass sich die Zentren der Führungsstangen nach dieser Ausrichtung nicht mehr verschieben. Dieser gesamte Vorgang wird auf beiden Seiten durchgeführt.

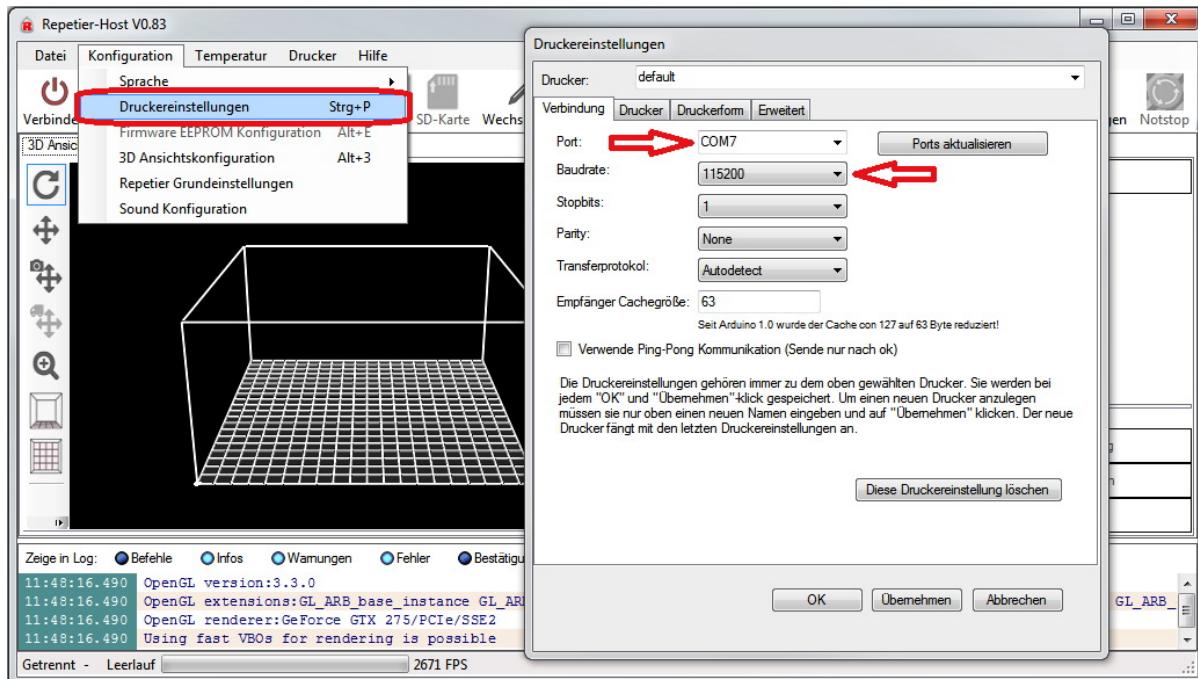
In der Startphase laufen sich die Welle und das Gleitlager aufeinander ein. Während dieser Phase passen sich die Oberflächen beider Partner optimal aneinander an. Die spezifische Belastung des Systems sinkt, da sich die Kontaktflächen von Welle und Lager während des Einlaufens vergrößern. Gleichzeitig sinkt die Verschleißrate und nähert sich einem linearen Verlauf. In dieser Phase verändern sich die Reibwerte noch, um schließlich einen weitgehend konstanten Wert anzunehmen.

## 5.2. Abmessungen

Um die Einstellungen der Endstops, insbesondere die der Z-Achsen, zu überprüfen, werden diese mithilfe der Software angesteuert.

Dafür muss zuerst der Repetier-Host gestartet werden. Danach wird der Port und die Baudate eingestellt. Der Port ist der selbe, welcher auch zum Aufspielen der Firmware benutzt wurde ([Auswahl Board und Port \(OS X\)](#) [S. 240] bzw. [Auswahl Board und Port \(Windows\)](#) [S. 253]). Für die Baudate wird der Wert „115200“ gewählt.

Abbildung 5.3. Auswahl Port und Baudrate



Wenn beides korrekt eingestellt ist, kann durch das Drücken von "Verbinden" die Verbindung von Computer und PRotos hergestellt werden.



Sollte die Verbindung fehlschlagen, muss zunächst geprüft werden, ob ein anderes Programm, z.B. die Arduino Software, den Port „COM7“ zur Kommunikation mit dem Drucker nutzt. Dieses müsste dann gegebenenfalls beendet werden. Anschließend, oder wenn kein anderes Programm auf den Port „COM7“ zugreift, muss der Reset-Knopf gedrückt werden, um den Drucker neu zu starten. Der gleiche Effekt kann durch das Ab- und Anstecken des USB-Kabels erzeugt werden. Danach kann die Verbindung zum Drucker hergestellt werden.



Die Firmware wie auch der Repetier-Host ist auf eine Druckbett Größe von 200 x 200mm eingestellt. Abhängig von der Genauigkeit beim Aufbau, könne auch größere Werte eingegeben werden.

Wird eine Lichtschranke unterbrochen, stellt dies für den Drucker die so genannte Home-Position dar. Sie bildet eine physikalische Grenze für die Bewegungen der entsprechenden Achse. Die Grenze auf der entgegengesetzten Seite wird über die Software begrenzt.

Bevor die Home-Positionen angefahren werden sollte, muss erneut die [Richtigkeit der Verkabelung \[S. 224\]](#), sowie die Funktion der Endstops überprüft werden. Zusätzlich sollten alle Achsen in eine mittige Position gebracht werden, um bei einem Fehlverhalten nicht gegen ein Hindernis zu fahren.



Sollte doch etwas schief gehen, können, durch das Ziehen des Netzsteckers, die Motoren sofort stromlos geschaltet werden. Anschließend kann die Verbindung mit dem Drucker wieder hergestellt werden.

Wenn die Potentiometer sich noch in der mittleren Stellung befinden können nacheinander die Home-Tasten der X- und Y-Achse in der manuellen Kontrolle gedrückt werden. Wenn alle Achsen in der Ausgangsposition sind, muss die Stromstärke der Potentiometer eingestellt werden.

Zum Einstellen der Potentiometer auf den Pololus wird ein kleiner Schraubenzieher benötigt. Das Potentiometer muss auf allen Pololus auf die Minimum-Stellung, also, wie auf dem Bild "Einstellung Pololu Potentiometer [S. 266]", ganz nach links gegen den Uhrzeigersinn, gedreht werden. Aus Sicherheitsgründen und um Schäden am Pololu zu vermeiden, sollte diese Einstellung mit ausgeschaltetem Netzteil durchgeführt werden.

Abbildung 5.4. Einstellung Pololu Potentiometer

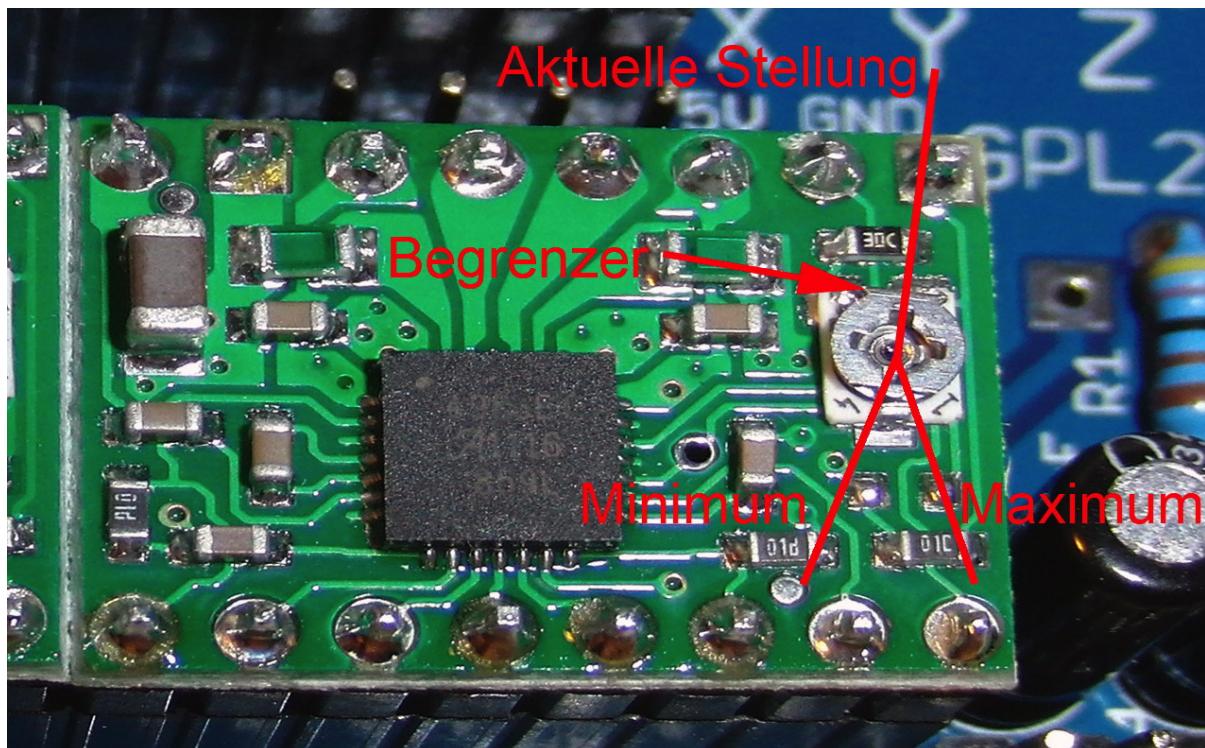
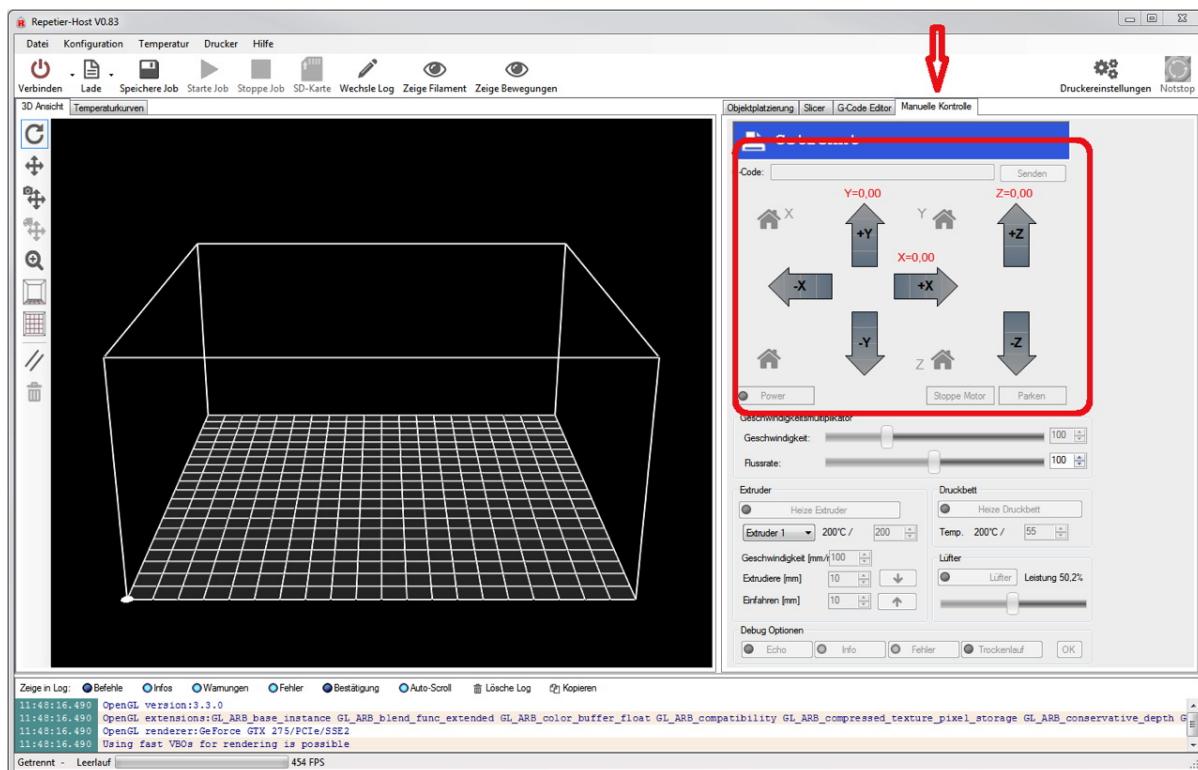


Abbildung 5.5. Manuelle Kontrolle



Das Potentiometer ist richtig eingestellt, wenn der Motor keinen Schrittverlust hat. Das bedeutet, die eingestellte Länge wird ohne Unterbrechung, dem so genannten Schrittverlust, durchgefahren. Dafür wird eine Achse auf- und abgefahren. Bei einem Schrittverlust wird das Potentiometer etwas weiter aufgedreht. Das Bild "[Schrittverluste \[S. 268\]](#)" zeigt die Projektion der abgefahren Strecken mittels eines Bleistiftes, wenn Schrittverluste auftreten. Alle Linien sollten in der Länge „100mm“ betragen. Sie können jedoch aufgrund der Schrittverluste auch kürzer sein. Im Bild "[Ohne Schrittverluste \[S. 269\]](#)" wird das Gleiche, jedoch ohne Schrittverluste, noch einmal dargestellt.



Um die Achsen in beide Richtungen bewegen zu können, muss zunächst die Home-Position angefahren werden. Wobei darauf geachtet werden muss, dass der Z-Achsen Endstop noch nicht eingestellt ist!



Auch ein zu hoch eingestelltes Potentiometer kann Schrittverluste verursachen!

Abbildung 5.6. Schrittverluste

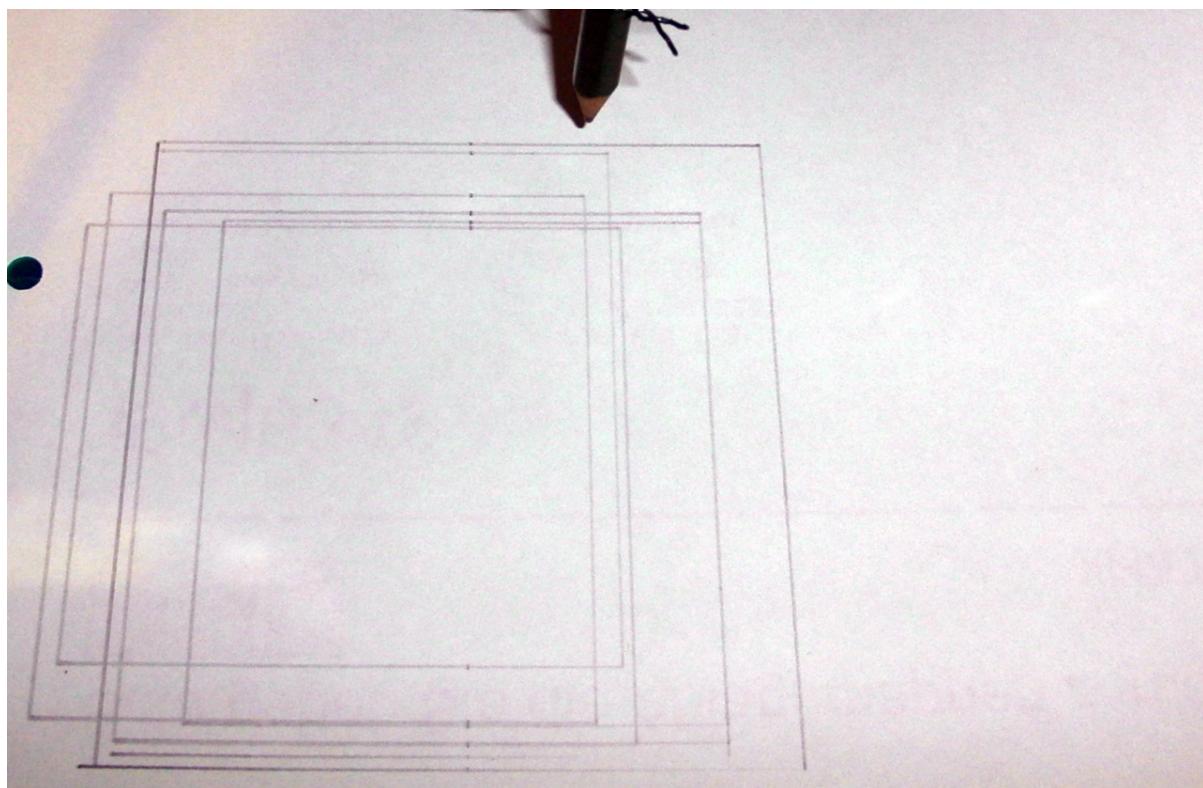
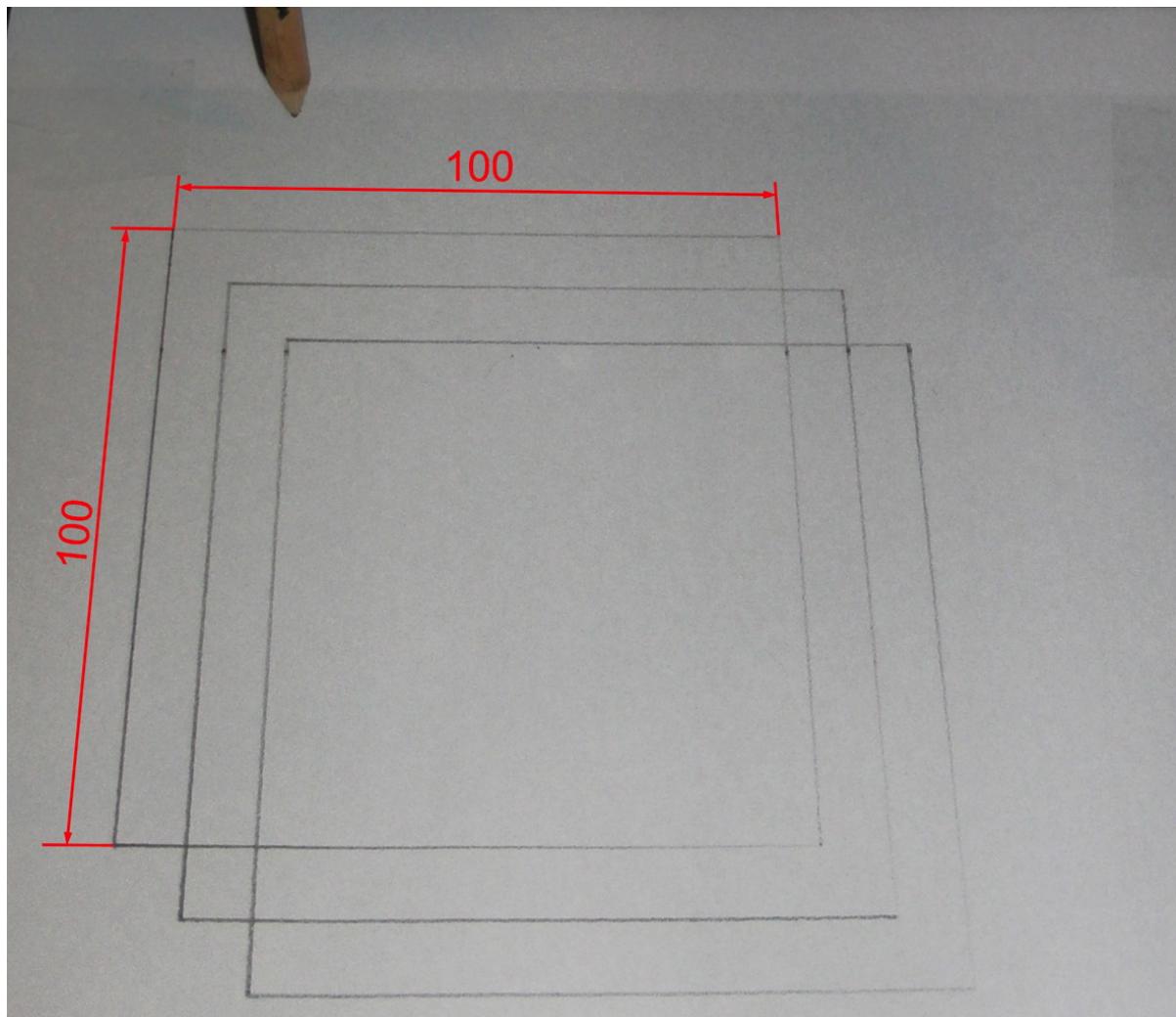


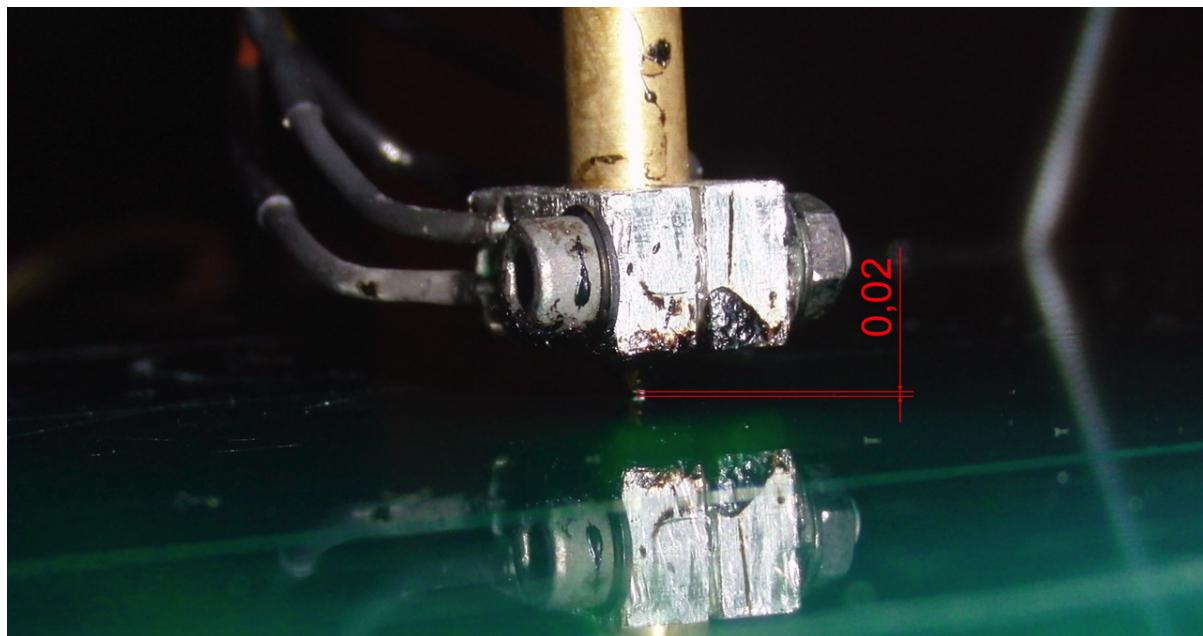


Abbildung 5.7. Ohne Schrittverluste



Der Endstop für die Z-Achse muss in der Höhe so verschoben werden, dass bei Erreichen der „HomeZ“ Position der Abstand zwischen Druckplatte und Hot-End-Spitze „0,2mm“ beträgt (Bild "Ausrichtung Z-Achsen Endstop"). Dabei muss das Druckbett in der Höhe so eingestellt werden, dass dieses an allen Positionen auf dem Druckbett der Fall ist. Dafür können die Befestigungsschrauben mit den Federn in der Höhe verstellt werden.

Abbildung 5.8. Hot-End Ausrichtung



### 5.3. Schraubensicherung

Wir empfehlen die Muttern jeweils mit Schraubensicherung gegen Selbstlösung zu sichern. Hierzu wird ein kleiner Tropfen Schraubensicherung auf die Gewindestelle gegeben, auf dem sich später in etwa die Mutter befinden wird (siehe unteres Bild).

Abbildung 5.9. Montage der Muttern mit Schraubensicherung (empfohlen)



# Kapitel 6. Bedienung

Die Bedienung eines 3D-Druckers ist einfach gestaltet. Zum Drucken wird eine *.gcode* Datei in das Drucker Interface geladen und der Druck gestartet. Es ist etwas komplizierter an den GCode für den 3D-Drucker zu kommen. Dabei sollten nur *.gcode* Dateien genutzt werden, die selber erstellt worden sind, da in ihnen grundlegende Einstellungen gespeichert sind, welche bei verschiedenen Druckern unterschiedlich sein können.

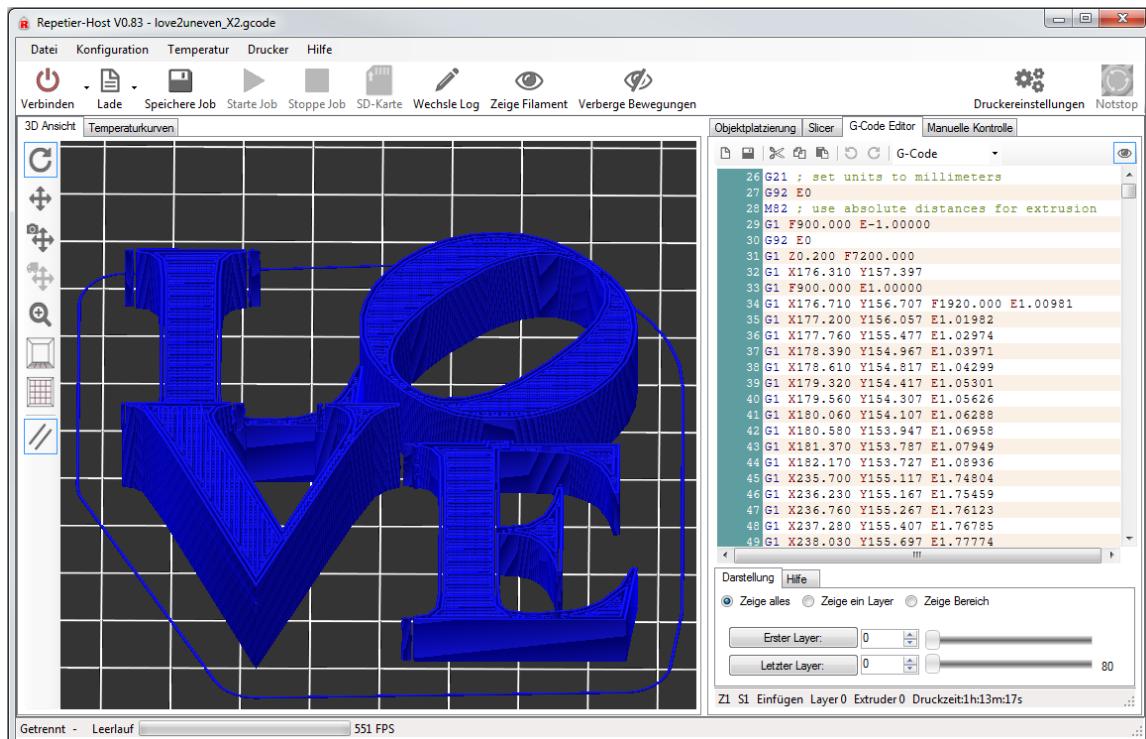
## 6.1. GCode Generierung

Zur Erstellung dieses GCode gibt es unterschiedliche Programme, z.B. *Slic3r* oder *Skeinforge*, wobei *Skeinforge* nur den erfahrenen Anwendern empfohlen wird. Das Prinzip dieser Tools ist ziemlich ähnlich, jedoch ist der Umfang der Einstellmöglichkeiten bei beiden Programmen unterschiedlich. Aus einer *.stl* Datei (siehe Bild "Beispiel Love im STL-Format [S. 272]"), welche vielfach im Bereich der rechnerunterstützten Konstruktion (CAD) zum Einsatz kommt, wird der GCode generiert. Dieser GCode beinhaltet die Einstellungen für den Extruder, als auch den abzufahrenden Weg und wie viel Material an den verschiedenen Stellen benötigt wird. Das Beispiel im Bild "Beispiel Love im GCode-Format (in Repetier-Host[S. 273])" zeigt die Vorschau, wie sie in Repetier-Host angezeigt wird.

Abbildung 6.1. Beispiel Love im STL-Format



Abbildung 6.2. Beispiel Love im GCode-Format (in Repetier-Host)

Beispiel: [Quelle](#)<sup>1</sup>

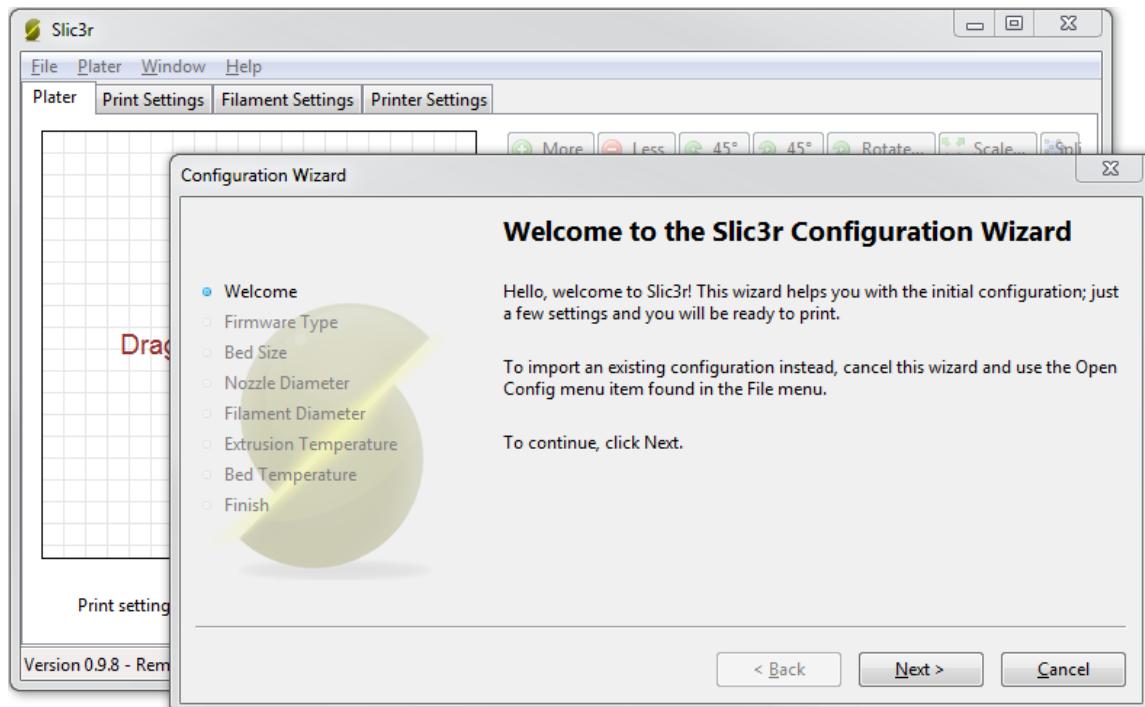
### 6.1.1. Slic3r

Für Anfänger ist das Tool [Slic3r](#)<sup>2</sup> gut geeignet. Für den X400 gibt es ein von German RepRap GmbH voreingestelltes Profil, was bei den beschränkten Einstellmöglichkeiten jedoch auch ohne dies kein großes Problem darstellen würde. Wenn das Profil benutzt wird, dann kann der "Einstellungs-Wizard" beendet werden.

<sup>1</sup> <http://www.thingiverse.com/thing:6495>

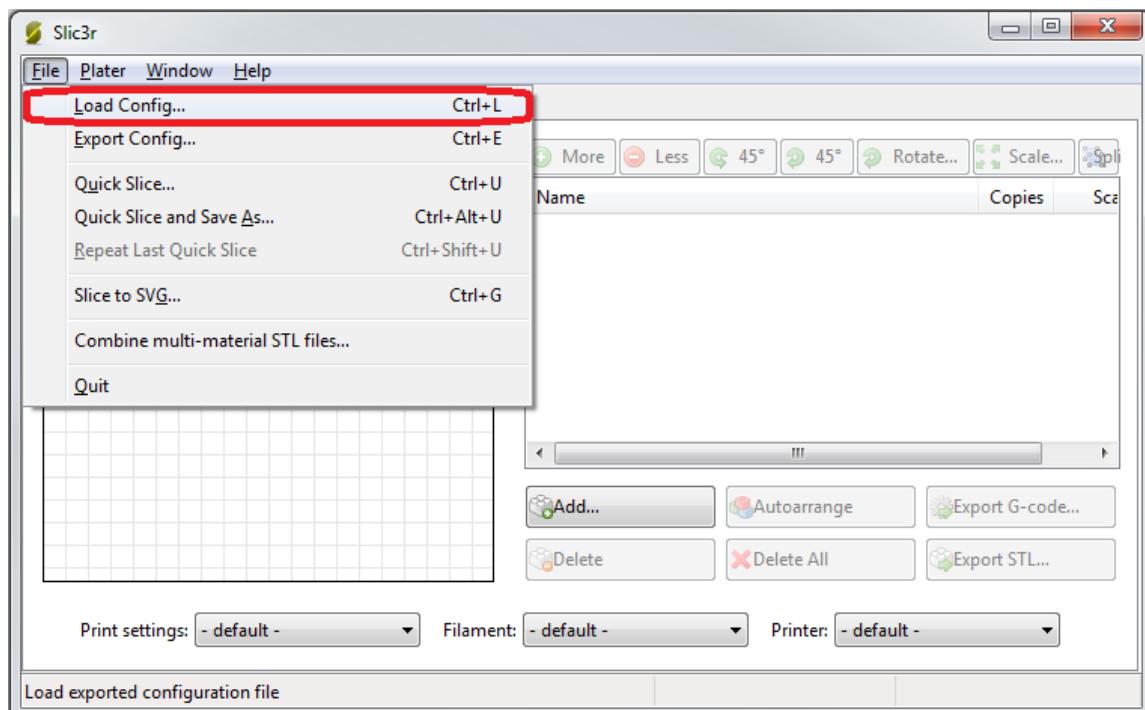
<sup>2</sup> <http://slic3r.org/>

Abbildung 6.3. Slic3r Interface Wizard



Für die Verwendung des voreingestellten Profils wird dieses über "File -> Load Config..." geladen.

Abbildung 6.4. Slic3r Interface Load Config



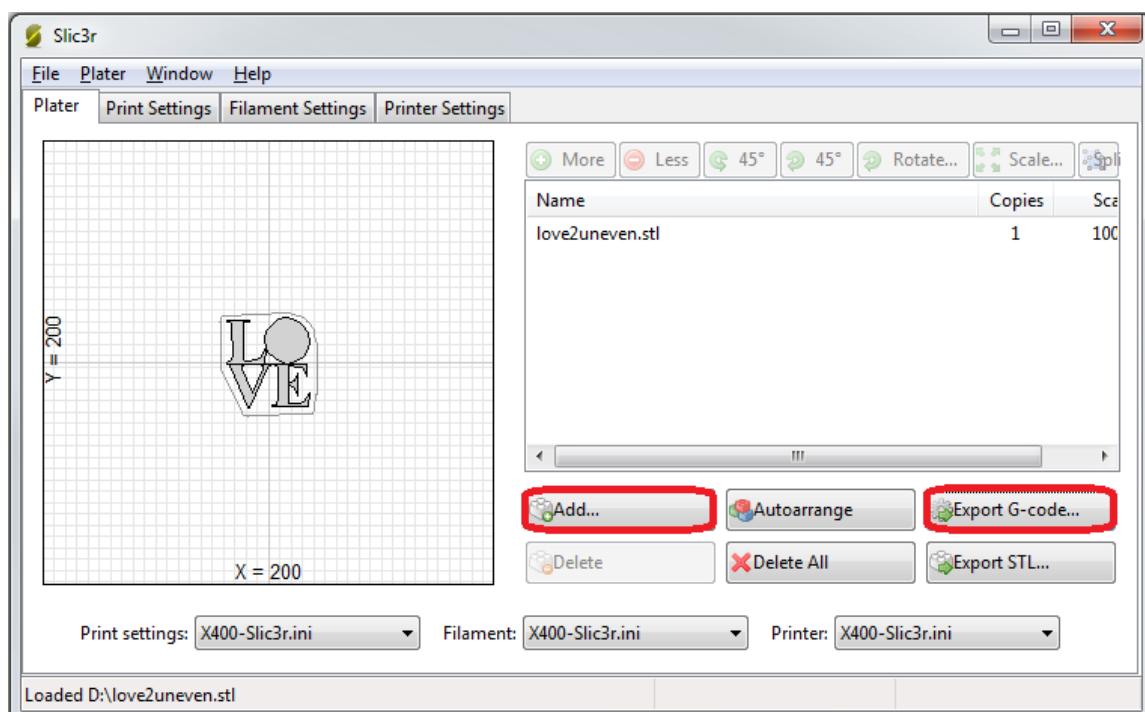
Die Erfolge beim Druck mit Slic3r erstellten GCodes sind schneller sichtbar. Die Einstellungen für Slic3r sind sehr einfach gehalten und können schnell selber eingegeben werden. Eine Anleitung und Erklärung aller einzustellenden Parameter ist im Internet auf der Seite des Entwicklers ersichtlich.



Wichtig bei Slic3r ist, dass die Konfigurationen als *.ini* Datei gespeichert wird, da Slic3r beim Beenden alle Einstellungen löscht. Beim erneuten Starten müssen die Einstellungen entsprechend vor dem Umwandeln wieder neu geladen werden.

Slic3r bietet keine interne Möglichkeit der 3-D-Vorschau des GCodes, jedoch kann dies über andere Programme erledigt werden. Wenn alle Einstellungen vorgenommen sind, dann wird über den Punkt "Add..." (Bild "Slic3r Interface Export G-Code (Windows)") die *.stl* Datei ausgewählt und anschließend über "Export G-Code..." *.gcode* gespeichert.

Abbildung 6.5. Slic3r Interface Export G-Code



Eine ausführliche, aber nur in Englisch verfügbare Dokumentation befindet sich hier: <https://github.com/alexjr/Slic3r/wiki/Documentation>

Beispiel: [Quelle](#)<sup>3</sup>

## 6.2. Druckersteuerung

Für die Steuerung des Computers gibt es verschiedene Programme. Wir empfehlen die Nutzung von "Repetier-Host", da es am einfachsten zu Nutzen ist, und den meisten Funktionsumfang mitbringt.

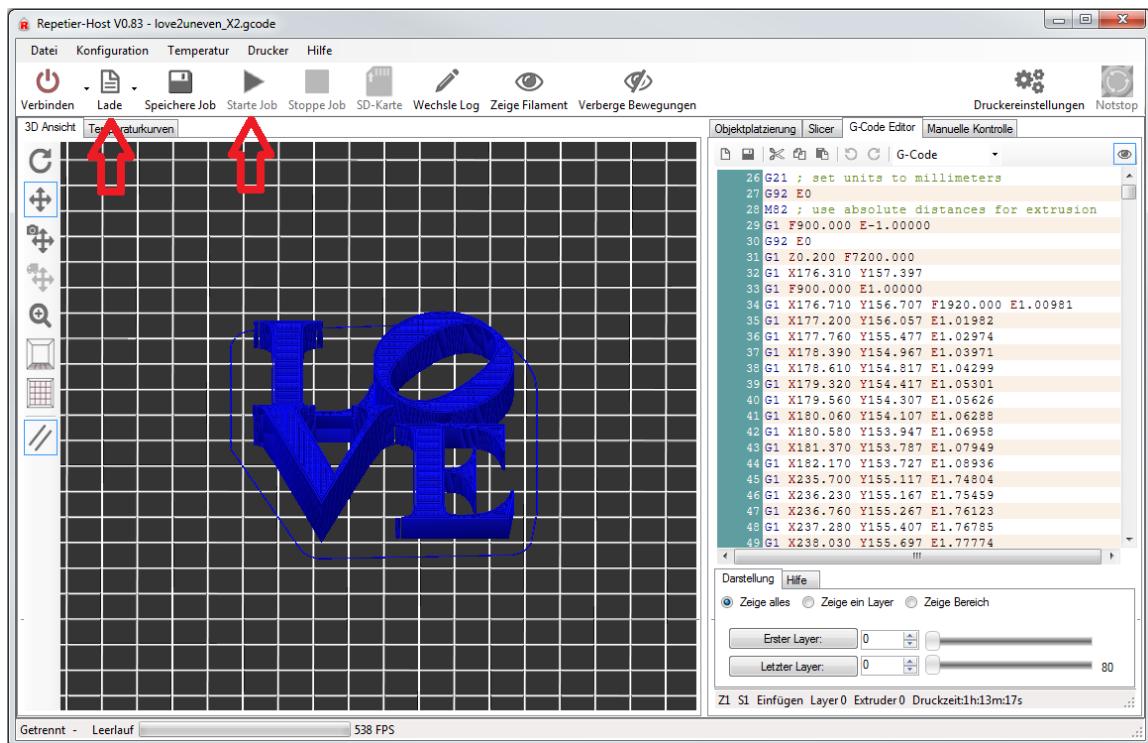
<sup>3</sup> <http://www.thingiverse.com/thing:6495>

Natürlich steht es jedem frei eine andere Software für den Betrieb des X400 zu nutzen, denn er ist mit allen gängigen RepRap Druckersteuerung-Programmen kompatibel.

### 6.2.1. Repetier-Host

Der Repetier-Host ist die zentrale Stelle zur Steuerung des Druckers. Zum Laden einer .gcode Datei wird der Punkt "Lade" (Bild "Repetier-Host Laden und Drucken" [S. 276]) ausgewählt und die gewünschte Datei geladen. Anschließend wird das Objekt im virtuellen Druckraum angezeigt.

Abbildung 6.6. Repetier-Host Laden und Drucken



Wenn das zu druckende Objekt noch einmal, bezüglich Lage, Größe und eventuelle Fehler im Objekt, überprüft worden ist, kann der Druckjob mit "Starte Job" begonnen werden (Bild "Repetier-Host Laden und Drucken [S. 276]"")

Das fertige Druckteil sollte dann am Ende des Druckvorgangs auf dem Druckbett liegen (Bild "LOVE gedruckt [S. 277]"") und kann nach dem Abkühlen des Druckbetts aufgrund des PET-Bands einfach entfernt werden.

Abbildung 6.7. LOVE gedruckt



Beispiel: [Quelle](#)<sup>4</sup>

<sup>4</sup> <http://www.thingiverse.com/thing:6495>

## Kapitel 7. Problembehebung



### Service

Sollten Sie trotz Studiums dieser Bedienungsanleitung noch Fragen zur Inbetriebnahme oder Bedienung haben, oder sollte wider Erwarten ein Problem auftreten, setzen Sie sich bitte mit Ihrem Fachhändler oder dem Support der Firma German RepRap GmbH über ihre Webseite (<https://www.germanreprap.com>) in Verbindung.

### 7.1. Der Drucker kann nicht mit Repetier-Host verbunden werden

Wenn über Repetier-Host keine Verbindung mit dem Drucker hergestellt werden kann, muss zunächst geprüft werden, ob ein anderes Programm, z.B. die Arduino Software, den Port „COMx“ zur Kommunikation mit dem Drucker nutzt. Dieses müsste dann gegebenenfalls beendet werden. Anschließend oder wenn kein anderes Programm auf den Port „COMx“ zugreift, muss der Reset-Knopf gedrückt werden, um den Drucker neu zu starten. Der gleiche Effekt kann durch das Ab- und Anstecken des USB-Kabels erzeugt werden. Danach kann die Verbindung zum Drucker hergestellt werden.

### 7.2. Es werden keine Befehle an den Drucker übermittelt

Wenn mit dem Repetier-Host keine Befehle, z.B. Bewegungen der Achsen oder das Erhitzen des Hot-Ends, an den Drucker übertragen werden, muss die Stromversorgung überprüft werden. Dazu muss überprüft werden, ob das Netzteil eingeschaltet und richtig mit dem RAMPs verbunden ist. Wenn das Problem weiterhin bestehen sollte, kann ein Überspielen der Firmware das Problem lösen.

### 7.3. Die Motoren lassen sich nicht ansteuern

Besteht ein Problem bei der Ansteuerung der Motoren kann dies verschiedene Ursachen haben. Als Erstes sollte geprüft werden, ob das Netzteil der RAMPs-Elektronik eingeschaltet und richtig verkabelt worden ist. Wenn die Stromversorgung nicht das Problem ist, dann kann die Ursache in einer falschen Verkabelung der Motoren liegen. Ist das Problem mit den Motoren dadurch noch nicht gelöst, muss überprüft werden, ob die Firmware korrekt auf das Arduino-Board gespielt worden ist. Dies kann einfach durch das Aufheizen des Hot-Ends sichergestellt werden.

### 7.4. Die Y-Achse lässt sich nicht bewegen und macht nur laute Geräusche

Wenn beide Motoren rattern, sich die Y-Achse aber nicht bewegt, muss die Verkabelung der Y-Achse überprüft werden. Wie im Schaltplan dargestellt, müssen die Y-Achsen Motoren mit entgegengesetzter Polung verkabelt werden, d.h. die Motoren müssen sich in entgegengesetzte Richtungen drehen.

### 7.5. Die Motoren drehen nur in eine Richtung

Wenn sich die Motoren nur in eine Richtung drehen, liegt das Problem bei den Endstops. Die Funktion der Endstops muss dann überprüft werden. Im eingeschalteten Zustand und wenn die Lichtschranke nicht

unterbrochen ist, muss das LED des Endstops leuchten. Wird die Lichtschranke, z.B. mit einem Schraubenzieher, unterbrochen, darf das LED nicht weiter leuchten.

Funktionieren die Endstops einwandfrei, muss die Verkabelung überprüft werden. Des Weiteren müssen die Endstops auf die „min“ Kontakte des RAMPS gesteckt werden, da diese die Bewegungen nach unten begrenzen. Die obere Begrenzung der Bewegungsmöglichkeit ist über die Firmware voreingestellt.

## 7.6. Es wird zu wenig Material gedruckt

Als erstes muss hierbei überprüft werden, ob ein mechanisches Problem vorliegt. Wenn der Extrudermotor sich dreht, jedoch kein Material aus dem Hot-End herauskommt, kann es daran liegen, dass das Hot-End verstopft ist. Zusätzlich kann der Fehler an der Förderschraube liegen, dass diese kein Material in das Hot-End fördert. Ist die Mechanik überprüft, muss die Durchflussrate erhöht werden. In Slic3r wird dieses über den Punkt "Extrusion multiplier" eingestellt.

## 7.7. Der Drucker bricht beim Drucken ab und reagiert nicht mehr

Bricht der Drucker ohne Einwirkungen des Nutzers beim Drucken ab, kann dieser Vorgang nur drei Möglichkeiten haben. Als Erstes sollte überprüft werden, ob die Stromversorgung unterbrochen worden ist. Der Fehler kann auch durch eine Unterbrechung der Daten-Verbindung zum Computer hervorgerufen worden sein, z.B. durch das Abstürzen eines Programms oder durch ein gelöstes USB-Kabel.

Ist beides nicht der Fall, hat der Pololu wahrscheinlich wegen einer zu hoher Temperatur abgeschaltet. Dies kann einfach durch Anfassen getestet werden. In diesem Fall muss überprüft werden, warum der Pololu eine zu hohe Temperatur erreicht hat. Mögliche Ursachen dafür sind, dass der RAMPS-Lüfter die Pololus nicht wie vorgesehen kühlt oder das Potentiometer zu hoch eingestellt ist.

Wenn das Potentiometer nicht herunter geregelt werden kann, weil sonst Schrittverluste auftreten, muss überprüft werden, ob der Motor gegen einen unnatürlich großen Widerstand arbeiten muss. Dieser muss dann beseitigt werden und das Potentiometer anschließend herunter geregelt werden.

## 7.8. Blasenfreies aufkleben der PET-Folie

Um die PET-Folie blasenfrei auf das Druckbett zu bekommen empfiehlt sich folgendes Vorgehen:

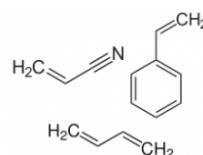
- leichtes benetzen des Druckbetts mit Wasser oder Fensterreiniger
- aufbringen der PET-Folie auf der feuchten Oberfläche (Trägerfolie von der PET-Folie entfernen)
- verdrängen und aufnehmen der überschüssigen Flüssigkeit (z.B. mit einem Abziehclippe oder Scheckkarte)
- aufheizen des beheizten Druckbetts (wenn vorhanden) auf ca. 30°C bis die gesamte Flüssigkeit verschwunden ist

## Glossar

Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymerisat (ABS)

Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymerisat (Kurzzeichen ABS) ist ein synthetisches Terpolymer aus den drei unterschiedlichen Monomerarten Acrylnitril, 1,3-Butadien und Styrol und gehört zu den amorphen Thermoplasten. Die Mengenverhältnisse können dabei variieren von 15–35 % Acrylnitril, 5–30 % Butadien und 40–60 % Styrol.

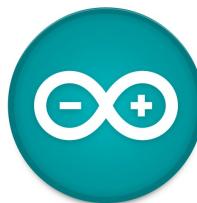
Abbildung 283. Monomere von ABS



Arduino

Arduino ist eine freie Open Source Hardwareplatform die mit Hinblick auf Flexibilität und Einfachheit entwickelt wurde. Die Webseite des Projektes lautet <http://arduino.cc>

Abbildung 284. Arduino Logo



Gleitlager (Funktion)

Für jede Aufgabe des Lagers steht eine Komponente der Werkstoffe: Die Basispolymere sind entscheidend für die Verschleißfestigkeit. Fasern und Füllstoffe verstärken die Lager, so dass auch hohe Kräfte oder Kantenbelastungen aufgenommen werden. Festschmierstoffe schließlich schmieren die Lager selbständig und vermindern die Reibung des Systems.

Inkorporierte Schmierung

Die Festschmierstoffe sind als mikroskopisch kleine Partikeln, dafür aber millionenfach in winzigen Kammern in dem festen, meistens faserverstärkten Material eingebettet. Aus diesen Kammern geben die Gleitlager winzige Mengen der Festschmierstoffe frei. Das reicht aus, um die unmittelbare Umgebung ausreichend zu schmieren. Die Festschmierstoffe helfen, den Reibwert der iglidur®-Lager zu senken. Sie sind nicht unverzichtbar für die Funktion der Lager, haben aber eine unterstützende Wirkung. Da sie in den winzigen Kammern eingebettet sind, können sie sich nicht wegdrücken. Sie sind immer da, sobald sich das Lager oder die Welle in Bewegung setzt.

Polyamid (PA)

Die Bezeichnung Polyamide wird üblicherweise als Bezeichnung für synthetische, technisch verwendbare thermoplastische Kunststoffe

verwendet und grenzt diese Stoffklasse damit von den chemisch verwandten Proteinen ab.

**Polylactid (PLA)**

Die Polymilchsäure (Polylactid, PLA) entsteht durch Polymerisation von Milchsäure, die wiederum ein Produkt der Fermentation aus Zucker und Stärke durch Milchsäurebakterien ist. Die Polymere werden nachfolgend bei der Polymerisation aus den unterschiedlichen Isomeren der Milchsäure, der D- und der L-Form, entsprechend den gewünschten Eigenschaften des resultierenden Kunststoffs gemischt. Weitere Eigenschaften können durch Copolymer wie Glykolsäure erreicht werden.

**Polystyrol (PS)**

Polystyrol (Kurzzeichen PS, andere Namen: Polystyren, ist ein amorpher oder teilkristalliner Thermoplast. Amorphes Polystyrol ist ein weit verbreiteter Kunststoff, der in vielen Bereichen des täglichen Lebens zum Einsatz kommt.

**Selbstschmiereffekt**

Die Hochleistungspolymeren der Gleitlager setzen sich zusammen aus: Basispolymer Fasern und Füllstoffen Festschmierstoffen Komponenten sind nicht schichtweise aufgetragen, sondern homogen miteinander vermischt. Der Vorteil dieses Aufbaus wird besonders deutlich, wenn man sich einmal die Anforderungen an die Oberfläche eines Lagers verdeutlicht: 1. Der Reibwert, der besonders durch die Oberfläche des Lagers bestimmt wird, soll möglichst gering sein. 2. Die Oberfläche darf sich unter den Kräften, die auf das Lager wirken, nicht wegdrücken. 3. Die Verschleißkräfte wirken besonders auf die Oberfläche der Lager, hier muss das Lager besonders widerstandsfähig sein. Den einen universellen Werkstoff, der all diese Aufgaben gleich gut erfüllen kann, gibt es nicht.