

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	xi
1 Einführung	1
1.1 An wen richtet sich dieses Buch?	2
1.2 Was sind Multicopter?	3
1.3 Selbst bauen oder kaufen?	9
1.4 Wie werden Multicopter gesteuert?	11
1.5 Wo kommen Multicopter zum Einsatz?	14
1.6 Wie unterscheiden sich Multicopter?	16
1.7 Kameraanwendungen	19
1.7.1 Immersionsflug	19
1.7.2 Video und Fotografie	22
1.8 Telemetrie	26
2 Recht und Sicherheit	29
2.1 Sicherheit	30
2.1.1 Verletzungsgefahren	30
2.1.2 Brandgefahren	32
2.1.3 Störung des Flugverkehrs	33
2.1.4 Andere Gefahren	33
2.1.5 Gefahren vermeiden	34
2.2 Rechte und Pflichten	38
2.2.1 Gesetzliche Regelung des Modellflugs. . . .	38
2.2.2 Voraussetzungen für den Modellflug	40
2.2.3 Zulässige Fluggebiete.	44
2.2.4 Foto und Video.	47
2.3 Sicherheitscheck für Multicopter-Flüge	51

3 Werkzeuge und Werkstoffe 53

3.1	Werkstoffe	54
3.1.1	Kohlefaserverstärkte Kunststoffe (CFK).	55
3.1.2	Glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK).	57
3.1.3	Aluminium.	58
3.1.4	Holz.	59
3.1.5	Kunststoffe	59
3.2	Werkzeuge und Maschinen	60
3.2.1	Werkzeuge	60
3.2.2	Messen	61
3.2.3	Bohren.	62
3.2.4	Sägen	63
3.2.5	Löten.	64
3.2.6	Fräsen	65
3.2.7	3D-Druck.	68
3.2.8	Drehen	68
3.2.9	Sonstige Materialien	69

4 Multicopter-Technik 71

4.1	Rahmen	73
4.2	Landegestell.	80
4.3	Propeller.	82
4.3.1	Bauformen, Eigenschaften, Kosten.	83
4.3.2	Befestigung von Propellern	85
4.3.3	Wartung und Reparatur von Propellern	88
4.3.4	Kennzeichnung von Propellern	95
4.3.5	Propeller dimensionieren	97
4.4	Motoren	99
4.4.1	Verbrennungsmotoren	99
4.4.2	Elektromotoren mit Bürsten	99
4.4.3	Bürstenlose Elektromotoren	101
4.4.4	Innen- und Außenläufer	103
4.4.5	Kennzeichnung von bürstenlosen Motoren	103
4.4.6	Motorleistung	105
4.4.7	Wartung von Motoren.	106

4.5	Geschwindigkeitsregler	108
4.5.1	Taktfrequenzen und Timing	111
4.5.2	Anschluss eines Geschwindigkeitsreglers	112
4.5.3	Konfiguration von Geschwindigkeitsreglern	114
4.6	Spannungsversorgung	116
4.6.1	Akkutechnologie und Akkutypen	118
4.6.2	Akkus laden	120
4.6.3	Umgang mit Akkus	124
4.6.4	Multiakku-Multicopter	126
4.6.5	Stromverteilung	129
4.7	Fernsteuerungssysteme	133
4.7.1	Konfiguration und Ausstattung	136
4.7.2	Konfiguration der Kanäle	138
4.7.3	Mischer, Kurven, Dual Rate	139
4.7.4	Zusatzfunktionen	140
4.8	Telemetrie	142
4.8.1	Spannungsmessung	144
4.8.2	Alarmfunktionen	145
4.8.3	Alternativen zu integrierter Telemetrie	145
4.9	Beleuchtung	146
4.10	FPV	147
4.10.1	FPV-Kameras	148
4.10.2	Sender und Empfänger	152
4.10.3	Antennen	155
4.10.4	Störungen	158
4.11	Gimbals	159

5 Flugsteuerungen 161

5.1	Flugstabilisierung	163
5.1.1	Steuerungsparameter	165
5.1.2	Montage	169
5.1.3	MultiWii	172
5.1.4	Ardupilot	184
5.1.5	DJI	193

6 Bauprojekt 1 – Einsteiger-Quadrocopter 209

6.1	Idee	210
6.2	Planung	211
6.3	Rahmenkonstruktion.....	219
6.4	Antrieb montieren	223
6.5	Konfiguration der Flugsteuerung.....	227
6.6	Endmontage	236
6.7	Feintuning	241
6.8	Jungfernflug.....	245
6.9	Fazit	249

7 Bauprojekt 2 – Der FPV-Hexacopter 251

7.1	Idee	252
7.2	Planung	253
7.3	Rahmenkonstruktion.....	263
7.4	Montage des Antriebs	271
7.5	Montage der Flugsteuerung	275
7.6	Grundkonfiguration	278
7.7	Endmontage.....	284
7.8	Jungfernflug.....	288
7.9	Landegestell.....	295
7.10	FPV-System.....	297
7.11	Propeller.....	301
7.12	Fazit	303

8	Bauprojekt 3 – Der Video-Quadrocopter	305
8.1	Idee	306
8.2	Planung	308
8.3	Rahmenkonstruktion.	315
8.4	Montage des Antriebs	324
8.5	Montage der Flugsteuerung	325
8.6	Grundkonfiguration	328
8.7	Endmontage.	335
8.8	Jungfernfug.	344
8.9	Gimbal und Video	348
8.10	Feintuning	357
8.11	Fazit	359
9	Wenn etwas nicht funktioniert	363
9.1	Vorgehensweise bei Problemen.	364
9.2	Probleme mit der Hardware.	365
9.2.1	Beim Verbinden des Flug-Akkus geben die Geschwindigkeitsregler nicht die normale Tonfolge wieder	365
9.2.2	Beim Verbinden des Flug-Akkus entsteht Rauch oder es riecht verbrannt ..	366
9.2.3	Der Flug-Akku ist nach zu kurzer Zeit leer.	366
9.2.4	Die Geschwindigkeitsregler werden zu heiß.	367
9.2.5	Die Flugsteuerung zeigt keinen Ausschlag der Steuerknüppel an	367
9.2.6	Der Multicopter fiept/pfeift.	367
9.2.7	Ein Motor ruckelt oder hat Aussetzer . . .	368
9.2.8	Ein Propeller dreht durch	368
9.2.9	Die Motoren werden heiß.	369
9.2.10	Die Ausleger verdrehen sich.	369

9.3	Start- und Flugverhalten.	370
9.3.1	Die Motoren lassen sich nicht starten. . . .	370
9.3.2	Der Multicopter schleudert herum	371
9.3.3	Der Multicopter überschlägt sich beim Start	371
9.3.4	Der Multicopter reagiert zu stark auf die Fernsteuerung.	372
9.3.5	Der Multicopter reagiert falsch auf die Fernsteuerung.	372
9.3.6	Der Multicopter hebt auch bei Vollgas nicht ab.	372
9.3.7	Bei der Landung kippt der Multicopter um	372
9.3.8	Der Multicopter schaukelt sich auf	373
9.3.9	Der Multicopter giert im Flug	373
9.3.10	Die Flugsteuerung hält die Fluglage nicht	373
9.3.11	Die Flugsteuerung hält trotz GPS- stabilisiertem Modus die Position nicht . .	374
9.3.12	Der Multicopter stürzt ab	374
9.3.13	Der Multicopter reagiert im Flug nicht mehr auf die Fernsteuerung	375
9.4	Probleme mit FPV und Video.	376
9.4.1	Der FPV-Sender zeigt keinen Betrieb an. .	376
9.4.2	Das FPV-Bild von Ihrem Multicopter wird vom Empfänger (Videobrille oder Monitor) nicht angezeigt.	376
9.4.3	Das FPV-Bild ist permanent stark gestört.	377
9.4.4	Die Qualität des FPV-Bildes ändert sich während des Fluges.	377
9.4.5	Die FPV-Reichweite ist zu klein	377
9.4.6	Das Bild der FPV- oder Videokamera wackelt oder wobbelt	378
10	Glossar	379
11	Bezugsquellen	391
	Index	395