

Multicopter selber bauen



Christian Rattat arbeitet seit etwa 20 Jahren als Softwareentwickler und begann seine Karriere 1987 auf einem Commodore Amiga 2000. Heute arbeitet er für Großunternehmen im Microsoft- und Unix-Umfeld, hat aber auch mikrocontrollerbasierte Anwendungen gebaut und dafür Software implementiert.

Seit fast zehn Jahren fotografiert er semiprofessionell und besitzt ein eigenes Fotostudio. Die Suche nach aufregenden Perspektiven führte ihn 2011 zum ersten Modellhubschrauber. Der Schritt zum eigenen Multicopter war dann nicht mehr weit und 2012 hat er seinen ersten Quadrocopter gebaut. Seitdem hat er sich tief in die Thematik eingearbeitet und Multicopter für verschiedene Anwendungen gebaut.

Christian Rattat

Multicopter selber bauen

Grundlagen – Technik – eigene Modelle



Christian Rattat
christian@rattat.net

Lektorat: Dr. Michael Barabas
Copy-Editing: Ursula Zimpfer, Herrenberg
Herstellung: Susanne Bröckelmann, Heidelberg
Satz: Ulrich Borstelmann, Dortmund
Umschlaggestaltung: Helmut Kraus, www.exclam.de
Druck und Bindung: Stürtz GmbH, Würzburg

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN:
Buch 978-3-86490-247-5
PDF 978-3-86491-685-4
ePub 978-3-86491-686-1

1. Auflage 2015
Copyright © 2015 dpunkt.verlag GmbH
Wieblinger Weg 17
69123 Heidelberg

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung der Texte und Abbildungen, auch auszugsweise, ist ohne die schriftliche Zustimmung des Verlags urheberrechtswidrig und daher strafbar. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzung oder die Verwendung in elektronischen Systemen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die im Buch verwendeten Soft- und Hardware-Bezeichnungen sowie Markennamen und Produktbezeichnungen der jeweiligen Firmen im Allgemeinen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz unterliegen.

Alle Angaben und Programme in diesem Buch wurden mit größter Sorgfalt kontrolliert. Weder Autor noch Verlag können jedoch für Schäden haftbar gemacht werden, die in Zusammenhang mit der Verwendung dieses Buches stehen.

5 4 3 2 1 0

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-Hexacocter 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	Jungfernflug	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