

John Baichtal

# **Drohnen und Multicopter bauen**

**Mit Bauanleitungen für verschiedene Modelltypen**

Übersetzung aus dem Amerikanischen  
von Knut Lorenzen



# Inhaltsverzeichnis

	<b>Einleitung</b> .....	13
<b>I</b>	<b>Die Geschichte der Drohne</b> .....	15
1.1	Was ist eine Drohne? .....	16
1.1.1	Drei Umgebungen .....	17
1.1.2	Anatomie einer Drohne .....	19
1.2	Zusammenfassung .....	21
<b>2</b>	<b>Eine Galerie selbst gebauter Drohnen</b> .....	23
2.1	Fahrradfelge als Quadcopter .....	23
2.2	Mini-Quadcopter aus dem 3D-Drucker .....	24
2.3	Wäscheleinen-Flitzer .....	25
2.4	Wasserfahrzeuge .....	25
2.5	Funkferngesteuertes Luftschiff .....	26
2.6	Quadcopter mit Kameras an Bord .....	27
2.7	Funkferngesteuertes Dreirad .....	28
2.8	Zusammenlegbarer Quadcopter .....	28
2.9	Mini-Quadcopter .....	29
2.10	Funkferngesteuertes Boot aus dem 3D-Drucker .....	30
2.11	Tricopter .....	31
2.12	Rover mit Mecanum-Rädern .....	32
2.13	Zusammenfassung .....	33
<b>3</b>	<b>Eine Auswahl kommerzieller Drohnen und Bausätze</b> .....	35
3.1	Parallax ELEV-8 Quadcopter .....	35
3.2	DJI Phantom 2 Vision+ .....	38
3.3	OpenROV .....	39
3.4	Actobotics Nomad .....	41
3.5	Brooklyn Aerodrome Flack .....	44
3.6	Zusammenfassung .....	46
<b>4</b>	<b>Bau eines Quadcopters I: Auswahl des Flugwerks</b> .....	47
4.1	Welches Flugwerk? .....	48
4.1.1	Auswahl kommerzieller Produkte .....	49
4.1.2	Flugwerk im Eigenbau .....	50

4.2	Projekt 1: MakerBeam-Flugwerk. ....	53
4.2.1	MakerBeam. ....	54
4.2.2	Bauteile. ....	55
4.2.3	Arbeitsschritte. ....	56
4.3	Zusammenfassung. ....	60
5	<b>Projekt Raketen-Drohne</b> .....	61
5.1	Modellraketen-technik im Hobbybereich .....	61
5.2	Arduino-Einmaleins .....	64
5.3	Projekt 2: Daten sammelnde Rakete .....	69
5.3.1	Stückliste für den Bau der Daten sammelnden Rakete .....	69
5.3.2	Arbeitsschritte beim Bau der Daten sammelnden Rakete .....	70
5.3.3	Programmierung des Arduinos. ....	74
5.4	Zusammenfassung .....	76
6	<b>Bau eines Quadcopters II: Motoren und Propeller</b> .....	77
6.1	Auswahl der Motoren .....	77
6.1.1	Außenläufer kontra Innenläufer .....	78
6.1.2	Bürstenmotoren kontra bürstenlose Motoren .....	78
6.1.3	Wechselstrom kontra Gleichstrom .....	79
6.2	Auswahl der Propeller .....	80
6.2.1	Propelleradapter .....	81
6.3	Projekt 3: Motoren und Propeller montieren. ....	83
6.3.1	Bauteile .....	83
6.3.2	Arbeitsschritte bei der Montage von Motoren und Propellern .....	84
6.3.3	Zusammenfassung. ....	86
7	<b>Projekt Luftschiff</b> .....	87
7.1	Funkfernsteuerung .....	87
7.1.1	Sender .....	88
7.1.2	Empfänger. ....	88
7.2	ESC (Electronic Speed Controller, elektronischer Geschwindigkeitsregler) .....	89
7.3	Projekt 4: Luftschiff .....	90
7.3.1	Bauteile .....	91
7.3.2	Arduino und Zubehör .....	91
7.3.3	Arbeitsschritte. ....	92

7.4	Autonome Steuerung per Arduino. . . . .	100
7.4.1	Code. . . . .	102
7.5	Zusammenfassung . . . . .	104
<b>8</b>	<b>Bau eines Quadcopters III: Flugsteuerung</b> . . . . .	<b>105</b>
8.1	ESC-Kenntnisse . . . . .	106
8.1.1	Gebräuchliche ESCs. . . . .	107
8.1.2	ESCs programmieren. . . . .	108
8.2	Empfänger . . . . .	110
8.3	Flugsteuerung . . . . .	112
8.3.1	Beispiele für Flugsteuerungen . . . . .	113
8.4	Einbau der Flugelektronik . . . . .	115
8.4.1	Bauteile . . . . .	115
8.4.2	Einbau der ESCs. . . . .	116
8.4.3	Einbau der Flugsteuerung. . . . .	117
8.4.4	Einbau des Empfängers. . . . .	117
8.5	Zusammenfassung . . . . .	118
<b>9BF</b>	<b>Der Arbeitstisch des Drohnenbauers</b> . . . . .	<b>119</b>
9.1	Entwurf. . . . .	119
9.2	Schrauben . . . . .	120
9.3	Messen . . . . .	122
9.4	Schneiden und Bohren . . . . .	123
9.5	Verdrahtung. . . . .	124
9.6	Befestigung . . . . .	125
9.7	Computergestützte Werkzeuge . . . . .	126
9.8	Löten und Lötausrüstung . . . . .	129
9.8.1	Lötausrüstung. . . . .	129
9.8.2	Arbeitsschritte beim Löten. . . . .	130
9.9	Zusammenfassung . . . . .	131
<b>10</b>	<b>Bau eines Quadcopters IV: Energieversorgung</b> . . . . .	<b>133</b>
10.1	Auswahl des Akkus . . . . .	134
10.1.1	Akkutypen. . . . .	134
10.2	Verwendung von Rundsteckern . . . . .	136
10.2.1	Warum Rundstecker verwenden? . . . . .	136
10.2.2	Bauteilliste . . . . .	137
10.2.3	Arbeitsschritte beim Einbau der Rundstecker . . . . .	137

10.3	Bau des Kabelbaums .....	141
10.3.1	Bauteile .....	142
10.3.2	Arbeitsschritte beim Bau des Kabelbaums .....	142
10.4	Anschluss von Flugsteuerung und Empfänger .....	146
10.5	Zusammenfassung .....	148
<b>II</b>	<b>Projekt Wasserfahrzeug .....</b>	<b>149</b>
II.1	Wasserfahrzeuge und Elektronik .....	150
II.1.1	Nachteile von Wasserfahrzeugen .....	150
II.1.2	Vorteile von Wasserfahrzeugen .....	151
II.2	Wasserfeste Elektronik .....	152
II.2.1	Butterbrotdose .....	152
II.2.2	Produktreihe Pelican 1000 .....	153
II.2.3	Abdichten eines Röhrchens .....	154
II.3	Vermaschte XBee-Netzwerke .....	155
II.4	Projekt Plastikflaschenboot .....	156
II.4.1	Bauteile .....	157
II.4.2	Bau der Drohne .....	158
II.4.3	Bau der Fernsteuerung .....	167
II.4.4	Programmierung des Plastikflaschenboots .....	169
II.5	Zusammenfassung .....	171
<b>12</b>	<b>Bau eines Quadcopters V: Zubehör .....</b>	<b>173</b>
12.1	Zubehör für den Quadcopter .....	174
12.1.1	Kamera .....	174
12.1.2	First-Person-Video (FPV) .....	175
12.1.3	Landekufen .....	176
12.1.4	Fallschirm .....	177
12.1.5	Schutzabdeckung oder Kuppel .....	177
12.1.6	Propellerschutz .....	179
12.2	Projekt: Einbau von Zubehör in den Quadcopter .....	179
12.2.1	Montage der Kamerahalterung .....	180
12.2.2	Montage der Landekufen .....	183
12.2.3	Montage der Schutzabdeckung .....	185
12.3	Zusammenfassung .....	187

13	<b>Bau eines Rovers</b> .....	189
13.1	Vor- und Nachteile von Bodenfahrzeugen .....	190
	13.1.1 Vorteile .....	190
	13.1.2 Nachteile .....	190
13.2	Fahrgestelltypen .....	191
	13.2.1 Tamiya .....	192
	13.2.2 mBot .....	193
	13.2.3 Arduino Robot .....	193
	13.2.4 Actobotics Bogie .....	194
13.3	Navigation per RFID-Transponder .....	195
13.4	Projekt: RFID-gesteuerter Rover .....	196
	13.4.1 Bauteile .....	197
	13.4.2 Arbeitsschritte .....	197
	13.4.3 Programmierung des RFID-gesteuerten Rovers .....	211
13.5	Zusammenfassung .....	216
14	<b>Bau eines Quadcopters VI: Software</b> .....	217
14.1	Software zur Flugsteuerung .....	217
	14.1.1 OpenPilot .....	218
	14.1.2 MultiWii .....	218
	14.1.3 APM Planner 2.0 .....	219
	14.1.4 eMotion .....	220
	14.1.5 AR.Freeflight .....	221
	14.1.6 3DR Solo App .....	221
14.2	Konfiguration der MultiWii .....	222
14.3	Der Sketch zur Steuerung der MultiWii .....	223
14.4	Prüfliste vor dem ersten Flug .....	225
14.5	Zusammenfassung .....	226
A	<b>Glossar</b> .....	227
B	<b>Bezugsquellen</b> .....	233
	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	235