

Thomas Riegler

**Mit exklusiven  
Videos auf DVD:**

- Quadrocopter richtig montieren und einstellen
- Quadrocopter tunen
- Schritt für Schritt zum Flugerfolg



# Quadrocopter

richtig einstellen und fliegen

Schritt für Schritt zum Flugerfolg



**INFO-  
PROGRAMM**  
gemäß  
**§14 JuSchG**

**FRANZIS**



# Quadropter richtig einstellen und fliegen

## Schritt für Schritt zum Flugerfolg

Thomas Riegler

# Quadrocopter

richtig einstellen und fliegen

Schritt für Schritt zum Flugerfolg

**FRANZIS**

## Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Hinweis: Alle Angaben in diesem Buch wurden vom Autor mit größter Sorgfalt erarbeitet bzw. zusammengestellt und unter Einschaltung wirksamer Kontrollmaßnahmen reproduziert. Trotzdem sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Der Verlag und der Autor sehen sich deshalb gezwungen, darauf hinzuweisen, dass sie weder eine Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückgehen, übernehmen können. Für die Mitteilung etwaiger Fehler sind Verlag und Autor jederzeit dankbar. Internetadressen oder Versionsnummern stellen den bei Redaktionsschluss verfügbaren Informationsstand dar. Verlag und Autor übernehmen keinerlei Verantwortung oder Haftung für Veränderungen, die sich aus nicht von ihnen zu vertretenden Umständen ergeben. Evtl. beigefügte oder zum Download angebotene Dateien und Informationen dienen ausschließlich der nicht gewerblichen Nutzung. Eine gewerbliche Nutzung ist nur mit Zustimmung des Lizenzinhabers möglich.

© 2011 Franzis Verlag GmbH, 85540 Haar bei München

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Das Erstellen und Verbreiten von Kopien auf Papier, auf Datenträgern oder im Internet, insbesondere als PDF, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlags gestattet und wird widrigenfalls strafrechtlich verfolgt.

Die meisten Produktbezeichnungen von Hard- und Software sowie Firmennamen und Firmenlogos, die in diesem Werk genannt werden, sind in der Regel gleichzeitig auch eingetragene Warenzeichen und sollten als solche betrachtet werden. Der Verlag folgt bei den Produktbezeichnungen im Wesentlichen den Schreibweisen der Hersteller.

**Satz & Layout:** DTP-Satz A. Kugge, München

**art & design:** [www.ideehoch2.de](http://www.ideehoch2.de)

**Druck:** GGP Media GmbH, Pößneck

Printed in Germany

ISBN 978-3-645-65073-1

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Was ist ein Quadrocopter?</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Quadrocopter im Detail</b> .....	<b>11</b>
2.1	Kraftpaket .....	11
2.2	Bürstenloser Motor .....	12
<b>3</b>	<b>Quadrocopter zusammenbauen</b> .....	<b>13</b>
3.1	Propellerblätter montieren .....	15
3.2	Montage der Rotorblätter .....	17
3.3	Empfänger flugfertig machen .....	18
3.4	Antenneninstallation .....	19
3.5	2,4-GHz-Steuerung .....	21
3.6	Akku einbauen .....	21
3.7	Akku richtig anschließen .....	22
3.8	Sicherheitseinrichtung eingebaut .....	24
<b>4</b>	<b>Der Lithium-Polymer-Akku</b> .....	<b>25</b>
4.1	Lithium-Akkus nicht zu stark entladen .....	26
4.2	LiPo-Akkus richtig pflegen .....	27
<b>5</b>	<b>Die Fernsteuerung</b> .....	<b>29</b>
5.1	Die Steuerknüppel .....	29
5.2	Welcher Mode ist empfehlenswert? .....	30
5.3	Pitch .....	30
5.4	Gier .....	30
5.5	Nick .....	32
5.6	Roll .....	33
5.7	Sender und Modell in Betrieb nehmen .....	34
5.8	Wie weit funktioniert eine Fernsteuerung? .....	35
<b>6</b>	<b>RC-Frequenzbereiche</b> .....	<b>37</b>
6.1	Den Quarz tauschen .....	38
6.2	Welche Frequenzen sind zulässig? .....	38
6.3	2,4-GHz-Frequenzen .....	40

<b>7</b>	<b>Sender anlernen .....</b>	<b>41</b>
7.1	Pitch programmieren .....	43
7.2	Gier programmieren .....	44
7.3	Nick programmieren .....	45
7.4	Roll programmieren .....	45
7.5	Programmierung beenden .....	46
7.6	Abgleich der Neutrallage .....	47
7.7	In Betrieb nehmen .....	47
<b>8</b>	<b>Einstellen des Flugmodus .....</b>	<b>49</b>
8.1	Negatives Expo einstellen .....	50
8.2	Anders als gewohnt .....	50
8.3	User-Modus .....	51
8.4	Beginner-Modus .....	52
<b>9</b>	<b>Quadrocopter trimmen .....</b>	<b>53</b>
9.1	Ausgangsbasis: Neutralstellung .....	54
9.2	Erste Inbetriebnahme .....	55
9.3	An die Idealeinstellung herantasten .....	55
<b>10</b>	<b>Quadrocopter programmieren .....</b>	<b>57</b>
10.1	Verbindung mit Computer herstellen .....	58
10.2	Quadrocopter-Konfigurationstool installieren .....	58
10.3	Konfiguration .....	62
10.4	Firmware-Update .....	67
10.5	KopterConfig Experimental .....	70
10.6	Erste Schritte .....	71
<b>11</b>	<b>Quadrocopter tunen – Stabilisierungsplatte einbauen .....</b>	<b>79</b>
11.1	Stabilisierungsplatte montieren .....	80
<b>12</b>	<b>Quadrocopter mit Landegestell ausstatten .....</b>	<b>83</b>
12.1	Landegestell montieren .....	84
<b>13</b>	<b>Quadrocopter-Beleuchtungsset .....</b>	<b>89</b>
13.1	Installation .....	89
13.2	Plug-and-play? .....	89

<b>14</b>	<b>Experimentalrahmen .....</b>	<b>93</b>
14.1	Schritt 1: Fast alles zerlegen .....	94
14.2	Schritt 2: Experimentalrahmen vorbereiten .....	97
14.3	Schritt 3: Zusammenbauen .....	98
14.4	Stabilisierungsplatte und Co. ....	101
<b>15</b>	<b>Quadrocopter fliegen lernen .....</b>	<b>103</b>
15.1	Lektion 1: Heli und Fernsteuerung kennenlernen .....	103
15.2	Lektion 2: Erste Schwebversuche .....	105
15.3	Lektion 3: Kontrolliert landen .....	106
15.4	Lektion 4: An Höhe gewinnen .....	108
15.5	Lektion 5: Rollen im Schwebflug .....	109
15.6	Lektion 6: Nick-Bewegung im Schwebflug .....	110
15.7	Lektion 7: Nick und Roll kombinieren .....	111
15.8	Lektion 8: Seitwärts schweben .....	112
15.9	Lektion 9: Eine „8“ fliegen .....	113
15.11	Lektion 10: 8er-Flug in Vorwärtsrichtung .....	114
15.12	Lektion 11: Kurven und Kreise fliegen .....	115
15.13	Lektion 12: Quadrocopter von vorn kennenlernen .....	117
15.14	Lektion 13: Um den Piloten im Kreis fliegen .....	117
15.15	Lektion 14: Schwebflug im Gehen .....	119
<b>16</b>	<b>Kameraflug .....</b>	<b>121</b>
16.1	Welche Kamera? .....	121
16.2	Minikameras schaffen Sicherheit .....	122
16.3	Minikameras im Detail .....	122
16.4	Minikamera montieren .....	123
16.5	Welche Bildqualität ist zu erwarten? .....	124
16.6	Was darf man filmen? .....	124
<b>17</b>	<b>Quadro- und Helikopter: ein Vergleich .....</b>	<b>127</b>
17.1	Reparaturen .....	127



# 1 Was ist ein Quadrokofter?

Unter einem Hubschrauber kann sich jeder von uns etwas vorstellen. Unter einem „Quadrokofter“ weniger. Er ist eine Sonderform des Hubschraubers und nicht nur mit einem, sondern gleich mit vier Rotoren bestückt.

Im Zentrum des Quadrokofters befindet sich der Hauptkörper. In ihm sind die Steuerelektronik, der Fernsteuerungsempfänger und der Akku eingebaut. An seinem Rahmen sind die vier Ausleger angebracht, an deren äußerem Ende die Motoren eingebaut sind. Vor allem mit ihren Landestützen erinnern sie an die Beine einer Spinne.

Der Quadrokofter ist keine Errungenschaft der jüngsten Vergangenheit, sondern ist sozusagen ein Überbleibsel aus der Frühzeit der Hubschrauberentwicklung. Seine Geschichte reicht bis in die frühen 20er-Jahre zurück. Bereits am 11. November 1922 erhob sich das erste Fluggerät dieser Art in die Luft.

Mehrere Rotoren waren damals erforderlich, um den „Hubschrauber“ überhaupt steuern

zu können. Unter anderem die Taumelscheibe und der Heckrotor sind für den Hubschrauber entscheidende Erfindungen, die erst später gemacht wurden. Durch sie ergab sich keine Notwendigkeit mehr, mehr als einen Rotor zu verwenden.

Nur wenige Quadrokofter schafften es im Lauf der Jahrzehnte bis über das Entwicklungsstadium hinaus. Zu den Fluggeräten dieser Art zählte der Curtiss-Wright VZ-7AP aus dem Jahr 1958. Er war auch als „Flug-Jeep“ bekannt.

Gegenwärtig werden keine Quadrokofter mehr produziert, die auch Personen transportieren könnten. Sie finden aber bei der militärischen Aufklärung in Form kompakter unbemannter Drohnen Verwendung. Außerdem hat sie der RC-Modellbau entdeckt. Immerhin lassen Quadrokofter Einsatzgebiete zu, die mit anderen Fluggeräten nicht so leicht realisierbar wären. Quadrokofter eignen sich besonders gut zum Anfertigen von Luftbildern oder Videos aus schwindelnder Höhe.



Bild 1.1 – Quadrocopterfliegen macht richtig Spaß!

# 5 Die Fernsteuerung

Die Steuerung des Quadropters erfolgt über die Fernsteuerung, die dem RC-Neuling viele Fragen aufwirft. Wie bewegt man das Modell mit den beiden Knüppeln und wozu dienen die Schieberegler?

Damit man in der Lage ist, die Fernsteuerung richtig zu bedienen, muss man zuerst wissen, welche Funktionen die Bedienelemente haben. Diese sind zwar in den mitgelieferten Handbüchern beschrieben, jedoch erschweren häufig benutzte Fachbegriffe wie *Nick* und *Roll* das schnelle Verständnis.

## 5.1 Die Steuerknüppel

Beide Steuerknüppel lassen sich auf und ab und zu beiden Seiten bewegen. Bei genauer Betrachtung stellt man fest, dass sie nicht exakt gleich sind. Der rechte Hebel federt, egal, in welche Richtung man ihn bewegt, nach dem Loslassen wieder in die Mitte zurück. Der linke Knüppel macht dies nur bei der Seitwärtsbewegung. In Auf-Ab-Richtung bleibt er in der Stellung, in die man ihn gebracht hat. Die Funktion der beiden Steuerknüppel ist nicht



**Bild 5.1** – Erst wenn man gut mit den Funktionen der Fernsteuerung vertraut ist, steht dem erfolgreichen Flugbetrieb nichts mehr im Weg.

einheitlich. Im RC-Modellbau haben sich vier Belegungsarten, man spricht von Modi, etabliert, die genau festlegen, welche Funktionen jeder Hebel ausführt. Sie werden als *Mode 1* bis *4* bezeichnet. Fernsteuerungen, wie sie Ready-to-Fly-Sets beige packt sind, arbeiten meist im Mode 2, der auch bei RC-Hobbypiloten häufig anzutreffen ist. Oft lassen sich Fernsteuerungen auch auf andere Modi umprogrammieren.

## 5.2 Welcher Mode ist empfehlenswert?

Grundsätzlich eignen sich alle Modi gleich gut zum Steuern eines RC-Modells. Solange man Neuling ist, ist es ganz egal, mit welchem Mode man das Fliegen lernt. Hat man jedoch Bekannte, die bereits RC-Hubschrauber fliegen, oder beabsichtigt man einem Verein beizutreten, sollte man den gleichen Mode nutzen, den auch die anderen verwenden. Die meisten Hobbypiloten können nur mit „ihrem“ Mode fliegen. Drückt man ihnen eine in einem anderen Mode arbeitende Fernsteuerung in die Hand, fliegen sie damit wie blutige Anfänger. Erlernt man das Fliegen mit demselben Mode, den auch Bekannte nutzen, können diese mit Rat und Tat zur Seite stehen und beim Erlernen des RC-Fliegens tatkräftig unterstützen.

Nachdem die meisten Fernsteuerungen ab Werk in Mode 2 arbeiten, werden wir uns in diesem Buch ebenfalls darauf beschränken. Alle Angaben, welche Hebel zu betätigen sind, basieren deshalb auf der Knüppelbelegung des Mode 2.

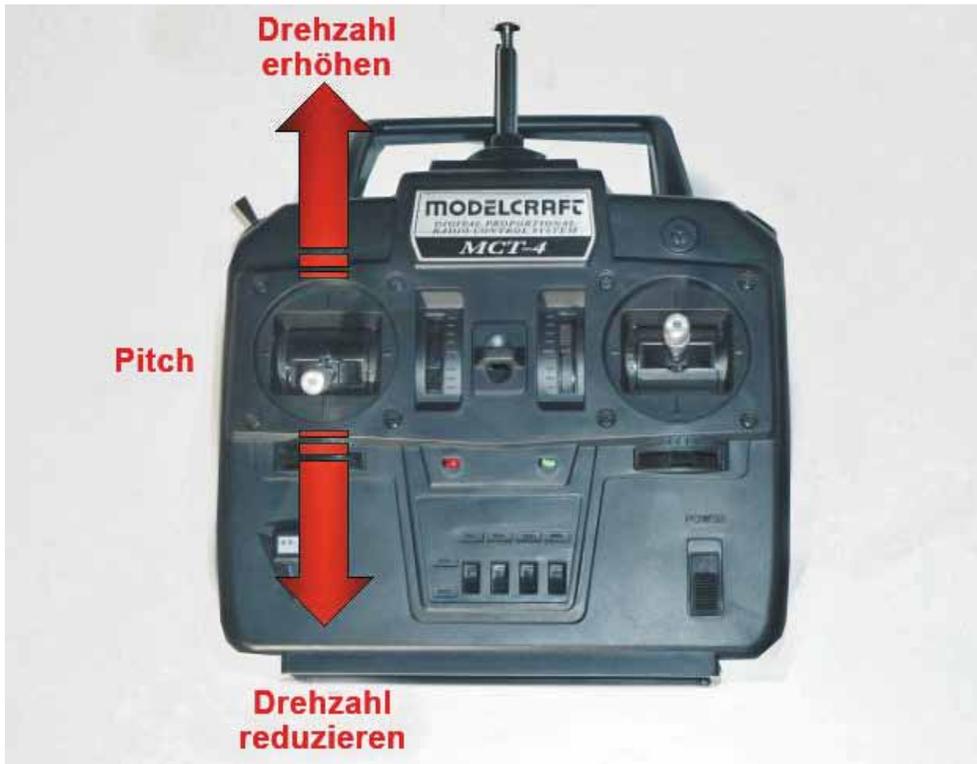
Jeder Knüppel führt zwei Funktionen aus, die im RC-Modellbau mit Fachbegriffen bezeichnet werden. Sie werden weiter unten auf Basis des Mode 2 erklärt.

## 5.3 Pitch

Der linke Knüppel ist, zumindest für Anfänger, der wichtigste. Mit ihm wird die Rotorendrehzahl geregelt. Vor dem Einschalten des Senders muss der linke Hebel ganz nach unten gezogen sein. Diese Stellung entspricht *Motor aus*. Rechts neben dem Steuerknüppel ist ein Schieberegler eingebaut. Er dient zur Voreinstellung der Mindestdrehzahl und ist mit dem Standgas eines Autos vergleichbar. Nur wenn der Schieberegler in die untere Endstellung gebracht ist, sind die Motoren des Quadropters bei ganz nach unten gezogenem linken Knüppel tatsächlich aus. Befindet er sich in Mittelstellung oder gar am oberen Anschlag, laufen die Motoren, sobald die Fernsteuerung eingeschaltet wird. Durch langsames nach oben oder vom Körper Wegdrücken des Steuerknüppels wird das Gas, im RC-Fachjargon sagt man dazu „Pitch“, und somit die Rotorendrehzahl erhöht. Dabei lässt sich gut beobachten, ab wann der Quadropter am Boden zu „schwimmen“ beginnt, ehe er abhebt. Wie hoch er später fliegt, wird davon bestimmt, wie viel Pitch (Gas) gegeben wird. Durch Herunterziehen des linken Hebels wird die Drehzahl der Motoren wieder verringert und das Modell verliert wieder an Flughöhe.

## 5.4 Gier

Unter *Gier* versteht man beim Quadropter die Drehung um die Hochachse. Die Hochachse ist die senkrechte gedachte Achse von oben nach unten durch den mittleren Flugkörper des Modells. Diese Drehbewegung tritt bei RC-Einsteigern meist ungewollt aufgrund des Drehmoments der Rotoren auf.



**Bild 5.2 –** Mit der Auf-/Abbewegung des linken Steuerknüppels regeln Sie die Rotordrehzahl. Damit wird auch die Flughöhe festgelegt (rote Pfeile).



**Bild 5.3 –** Durch Bewegen des Knüppels nach links oder rechts wird Gier ausgeführt. Damit ändern Sie die Flugrichtung des Quadropters.

## Wo sind links und rechts?

Autofahren und ein RC-Modell fernsteuern unterscheidet sich grundlegend voneinander. Im Auto bewegt man sich stets mit dem Fahrzeug nach vorn. Zum Linksfahren ist das Lenkrad stets nach links einzuschlagen, nach rechts entsprechend nach rechts.

Steuert man einen RC-Quadrocopter, ist man sozusagen nur ein Zuschauer, der das Fluggerät mal von vorn, mal von hinten und mal von der Seite von links oder rechts sieht. Das erfordert ständiges Umdenken, möchte man eine Kurve fliegen oder einem Hindernis ausweichen.

Nur wenn der Quadrocopter von einem wegfliegt und man ihn von hinten sieht, fliegt er nach rechts, wenn der Fernsteuerknüppel nach rechts ausgelekt wird. Kommt das Fluggerät entgegen, ist für eine Rechtskurve nach links steuern.

Um stets die richtigen Lenkbefehle abzusetzen, muss man sich gedanklich in die Situation eines im Quadrocopter sitzenden Piloten versetzen. Links und rechts sind stets aus der Sicht des Cockpits zu betrachten. Das will gelernt sein.

Einfacher ist es, wenn man sich das Lenkverhalten mit „im Uhrzeigersinn“ und „gegen den Uhrzeigersinn“ einprägt. Das lässt sich für jede Flugrichtung gleichermaßen anwenden.

Durch die seitliche Auslenkung des linken Steuerknüppels wird Gier ausgeführt. So wird gezielt eine Flugrichtungsänderung erreicht. Beim Quadrocopter wird diese Bewegung nicht mit einem Heckrotor kontrolliert, sondern durch Drehzahländerung der einzelnen Rotoren zueinander erreicht.

Ein Auslenken des linken Hebels nach rechts führt zu einer Drehung im Uhrzeigersinn, also einer Kurve nach rechts, sofern man den Qua-

drocopter von hinten sieht. Gier wird beim Quadrocopterflug benötigt, um die Flugrichtung zu bestimmen.

Unter dem linken Hebel ist ebenfalls ein Schieberegler eingebaut. Mit ihm ist die Flugrichtung in der neutralen Mittelstellung einzustellen. Dreht sich der Quadrocopter in der Knüppel-Neutrallage im oder gegen den Uhrzeigersinn, ist mit dem Trimmregler eine Stellung zu suchen, mit der das Fluggerät ruhig in der Luft bleibt und von selbst keine Drehbewegung ausführt.

## 5.5 Nick

„Nick“ beschreibt die Bewegung um die Querachse. Sie ist vergleichbar mit der Nickbewegung eines Kopfs.

Mit dem rechten Steuerknüppel bestimmt man, wohin der Quadrocopter fliegen soll. Durch Auslenken des rechten Steuerknüppels nach oben oder nach unten wird der Quadrocopter veranlasst, vor- oder zurückzufliegen. Drückt man den rechten Hebel nach vorn, wird das mit der roten Markierung versehene Landebein, also quasi die Vorderseite des Quadrocopters, nach unten gedrückt und er fliegt nach vorn. Wird der Knüppel nach unten gezogen, wird das Vorderteil angehoben und das hintere Ende des Modells senkt sich ab. Auf diese Weise fliegt der Quadrocopter rückwärts. Links neben dem rechten Hebel befindet sich ein Trimmregler. Er ist idealerweise so einzustellen, dass der Quadrocopter in Neutrallage des Hebels ruhig auf der Stelle schwebt. Ist er zu weit nach oben eingestellt, fliegt das Modell bereits in der Ruhelage des Steuerknüppels nach vorn. Bei zu weit nach unten gezogenem Regler würde es rückwärts fliegen.

## 5.6 Roll

Als „Roll“ wird die Bewegung um die Längsachse bezeichnet. Sie ist mit dem Seitwärtsrollen einer Kugel vergleichbar. Roll wird durch die seitliche Auslenkung des rechten Steuerknüppels gegeben. Der Quadrocopter wird somit an einer Seite angehoben und fliegt zur Seite, ohne die Richtung seiner Längsachse zu verändern. Sofern man das Fluggerät von hinten sieht, driftet es beispielsweise nach rechts ab, wenn man den rechten Hebel zur rechten Seite auslenkt. Mit dem unter dem rechten Steuerknüppel eingebauten Trimmregler ist die Ruhelage des Modells im Schwebeflug einzustellen. Befindet sich der Schieberegler zu weit seitlich, würde der Quadrocopter in der Ruhelage seitlich abdriften.

### Modi im Detail

#### Mode 1:

Linker Steuerknüppel: auf/ab: Nick; seitwärts: Gier

Rechter Steuerknüppel:  
auf/ab: Pitch; seitwärts: Roll

#### Mode 2:

Linker Steuerknüppel:  
auf/ab: Pitch; seitwärts: Gier

Rechter Steuerknüppel:  
auf/ab: Nick; seitwärts: Roll

Mode 2 wird am häufigsten genutzt.

#### Mode 3:

Linker Steuerknüppel:  
auf/ab: Nick; seitwärts: Roll

Rechter Steuerknüppel:  
auf/ab: Pitch; seitwärts: Gier



Bild 5.4 – Mit der Nick-Funktion kann man den Quadrocopter vor- und zurückfliegen lassen. Dazu ist im Mode 2 der rechte Steuerknüppel auf- oder abzubewegen.



Bild 5.5 – Durch seitliches Auslenken des rechten Steuerknüppels lässt man den Quadrocopter nach links oder rechts schweben.



**Bild 5.6** – Mit welchem Mode geflogen wird, ist letztlich egal. Bei der Entscheidung sollte man aber berücksichtigen, welchen Mode Hobbykollegen nutzen.

**Mode 4:**

Linker Steuerknüppel:

auf/ab: Pitch; seitwärts: Roll

Rechter Steuerknüppel:

auf/ab: Nick; seitwärts: Gier

## **5.7 Sender und Modell in Betrieb nehmen**

Sofern es sich um eine 35-MHz-Anlage handelt, ist zuerst die Antenne der Fernsteuerung ganz ausziehen. Vergewissern Sie sich vor dem Einschalten des Senders, dass der von Ihnen verwendete Funkkanal nicht auch von einem anderen RC-Hobbyisten in der Umgebung genutzt wird. Erst nachdem sichergestellt ist, dass jeder Pilot auf einer anderen Frequenz arbeitet, kann die Fernsteuerung eingeschaltet

werden. Erst nachdem sie eingeschaltet ist, darf auch das Modell in Betrieb genommen werden. Beim Ausschalten ist in umgekehrter Reihenfolge vorzugehen.

## 5.8 Wie weit funktioniert eine Fernsteuerung?

Sofern die Akkus der Fernsteuerung voll aufgeladen sind, lässt sich das Fluggerät weiter fliegen, als man es noch sehen kann. Die Grenzen der Fernsteuerbarkeit des Quadropters sind also nicht technischer Ursache. Um den Quadropters zuverlässig steuern zu können, muss seine Lage in der Luft eindeutig erkennbar sein. Nur wenn man ausmachen kann, wo beim Quadropters vorn und hinten

ist, lässt er sich auch richtig steuern. Damit ist die äußere Steuerbarkeitsgrenze dadurch bestimmt, wie lange man die rote Kunststofffahne am vorderen Landebein eindeutig erkennt.

Erkennt man nicht mehr genau, in welche Richtung das Modell fliegt, besteht große Gefahr es zu verlieren. Falsch gegebene Richtungsbefehle können dazu führen, dass man es ganz aus dem Sichtbereich verliert, nicht mehr steuern kann und es letztlich abstürzt.

Vor allem sehr kleine Modelle und solche, die sich schwer erkennen lassen, sollte man deshalb nur in seiner näheren Umgebung fliegen lassen. Dazu gehört auch der Quadropters, dessen Ausrichtung wegen seines symmetrischen Aufbaus grundsätzlich schwerer zu erkennen ist, als etwa bei einem klassischen Hubschrauber oder einem Flugzeug.



Bild 5.7 – Fernsteuerungen reichen weiter, als man das Modell noch gut am Himmel erkennen kann.



# 15 Quadrokooper fliegen lernen

**E**in Quadrokooper macht nur Spaß, wenn man ihn auch fliegen kann – und das will gelernt sein. Die folgenden Lektionen helfen Ihnen, Ihren RC-Quadrokooper Schritt für Schritt kennen und beherrschen zu lernen. Die Übungen bauen aufeinander auf und geben Ihnen nicht nur Sicherheit am Steuergerät (Fernbedienung). Sie helfen auch, Schäden am Modell auf ein Minimum zu begrenzen. Wie bei allem gilt auch hier: Übung macht den Meister. Ein Profipilot ist noch nicht vom Himmel gefallen. Nehmen Sie sich genügend Zeit. Das wird Ihnen helfen, über lange Zeit viel Freude am Quadrokooper zu haben.

## 15.1 Lektion 1: Heli und Fernsteuerung kennenlernen

**F**ür die ersten Flugversuche im Freien sollte es windstill sein. Das ist besonders bei leichten Modellen wichtig. Der Quadrokooper 450 ARF wiegt inklusive Akku nur an die 690 g. Selbst der größere Quadrokooper 650 ARF ist mit rund 1.100 g nicht sehr viel schwerer. Stellen Sie den Quadrokooper in Windrichtung so vor sich auf, dass Sie auf die Rückseite der Längsachse des Modells sehen. (Die Vorderseite der die Flugrichtung vorgebenden

Bild 15.1 – Fliegen will gelernt sein.



**Bild 15.2 –** Stellen Sie den Quadrokopter so vor sich auf, dass Sie ihn von hinten sehen. Die mit einer roten Kunststoff-fahne markierte Vorderseite zeigt dabei von Ihnen weg.



**Bild 15.3 –** In der ersten Übung geht es darum, den Quadrokopter während der Startphase unter Kontrolle zu halten.

Längsachse ist am Landegestell mit einer roten Kunststofffahne markiert.) Die Distanz zwischen Ihnen und dem Fluggerät sollte rund 4 m betragen. Achten Sie darauf, dass der Gassteuerknüppel mittig am unteren Anschlag ist. Mit ihm regeln Sie die Drehzahl des Rotors. Er ist mit dem Gaspedal des Autos vergleichbar. Geben Sie nun langsam und vorsichtig Gas, indem Sie den Knüppel behutsam von sich wegdrücken. Während geringer Drehzahlen wird der Quadrokofter noch am Boden stehen bleiben. Erhöhen Sie nun das Gas, bis das RC-Modell zu schwimmen beginnt (unmittelbar vor dem Abheben ist).

Richten Sie zuerst Ihre Aufmerksamkeit auf das Vorderteil des Quadrokofters. Versuchen Sie, es im Wind zu halten. Sobald sich der Quadrokofter in eine Richtung zu neigen beginnt, nehmen Sie das Gas langsam wieder zurück. Die Ursache für das Neigen liegt in der Regel in der noch ungenügenden Trimmung. Darunter ist die Feinjustage der einzelnen Knüppelbewegungen zu verstehen. In Neutrallage sollte das RC-Modell weder kippen noch eine Seitwärtsbewegung ausführen wollen, ansonsten sind diese Driftbewegungen mit den Schieberegler an den Rändern der beiden Knüppel zu unterbinden.

Mit der Zeit gelingt es Ihnen, den Quadrokofter unmittelbar vor dem Abheben so in Position zu halten, dass er nicht sofort nach dem Abheben ungewollt in eine Richtung wegdriftet.

## 15.2 Lektion 2: Erste Schweberversuche

**H**aben Sie den Quadrokofter richtig getrimmt, wird er zumindest anfangs seine Position beibehalten. Sobald Sie den

Stillstand am Boden beherrschen, können Sie sich an die ersten richtigen Flugversuche wagen. Stellen Sie dazu ihr Fluggerät wieder so vor sich auf, dass die Vorderseite der rot markierten Längsachse von Ihnen wegzeigt.

Geben Sie nun etwas mehr Gas, sodass der Quadrokofter abhebt und in rund 20 cm bis 30 cm über dem Boden schwebt. Dabei wird er versuchen, in eine Richtung wegzudriften. Reagieren Sie sofort darauf, indem Sie entgegensteuern. Während dieser ersten Schweberversuche werden Sie die Korrekturbefehle noch verzögert ausführen. Deshalb ist es gut, wenn der Quadrokofter in alle Richtungen ausreichend Platz hat.

Achten Sie stets darauf, dass sich der Quadrokofter während der ersten Schweberversuche nicht verdreht und Sie ihn zu jeder Zeit von hinten sehen. Versuchen Sie sich in dieser frühen Lernphase weder im Kurvenfliegen noch darin, das Modell so vor sich aufzustellen, dass seine Vorderseite zu Ihnen zeigt.

Lenken Sie die Steuerknüppel nur geringfügig aus und geben Sie so nur kleine Korrekturbefehle. Sie werden erstaunt sein, wie sehr der Quadrokofter selbst auf kleine Steuerimpulse reagiert. Bereits kurze Ausschläge führen zu den gewünschten Reaktionen. Bei zu ausgeprägten Steuerbefehlen würde das RC-Modell überreagieren und in bedenkliche Positionen geraten, die Sie vermutlich nicht mehr beherrschen würden.

Versuchen Sie, den Quadrokofter in der Luft möglichst an einem Ort zu halten. Beginnt er erst einmal zu wandern, wird es sehr viel schwieriger, ihn wieder „einzufangen“. Während Sie für das Schweben im Stillstand nur sehr feinfühlig Steuerbefehle geben müssen, bedarf es schon beherzter Ausschläge, um ein ausgebrochenes Fluggerät wieder unter Kontrolle zu bringen.



**Bild 15.4** – Während der ersten Schweberversuche sollte man nur knapp über dem Boden fliegen. Das erleichtert das Landen und hilft im Ernstfall, größere Schäden zu vermeiden.

Fühlen Sie sich einer Situation nicht gewachsen, versuchen Sie, den Quadroko­pter durch langsames Zurücknehmen des Gashebels sicher zu landen und wagen Sie einen erneuten Versuch. Je intensiver Sie üben, umso besser wird es Ihnen gelin­gen, das Modell an seinem Platz zu halten. So bekommen Sie mehr Sicherheit, beginnende Driftbewegungen rechtzeitig abzufangen.

### 15.3 Lektion 3: Kontrolliert landen

Versuchen Sie, während der 2. Lektion immer wieder kontrolliert zu landen. Während das Abheben zu den leichtesten Vorgängen des Quadroko­pterfliegens zählt, ist das Landen umso anspruchsvoller. Besonders



**Bild 15.5** – Während der gesamten Übungsphase sollte man den Hubschrauber von hinten sehen.



**Bild 15.6** – Durch Geben von Nick entgegen der Flugrichtung lässt sich die Geschwindigkeit des Quadropters abbremsen.

während Ihrer ersten Flugversuche werden Sie erleben, wie schnell das Modell an Fahrt gewinnt – egal, ob nach vorn, zurück oder zur Seite –, ohne dass Sie das wirklich wollen. Es unter solchen Voraussetzungen wieder sicher zu landen, ist alles andere als leicht. Der Quadropters lässt sich so zwar bis zum Boden bringen, berührt aber nur mit einem oder zwei Landebeinen den Boden. Dabei wird seine Vorwärtsbewegung jäh abgebremst. Wegen seiner Masseträgheit wird er jedoch versuchen, seine ursprüngliche Bewegung weiter auszuführen, wobei er kippen kann und die Rotorblätter mit hoher Wahrscheinlichkeit Schaden nehmen. Fluggeräte verfügen über keine klassische Bremse. Geschwindigkeiten und Flugrichtungen können Sie aber reduzieren, in dem Sie der ursprünglichen Bewegungsrichtung entgegenwirken.

Während des Vorwärtsflugs ist der vordere Propellerarm etwas nach unten gedrückt, was Sie mit der Nickfunktion des rechten Steuerknüppels erreichen. Um die Geschwindigkeit zu reduzieren, ist die Nickfunktion mit dem rechten Steuerknüppel etwas zurücknehmen. Dazu bewegen Sie den Hebel etwas zu sich hin. Damit ist das Fluggerät nicht mehr schräg nach vorn geneigt, sondern waagrecht oder sogar geringfügig nach schräg rückwärts. Gilt es, eine Seitwärtsbewegung abzubremsen, ist mit der Rollfunktion entgegenzuwirken. So lässt sich die Geschwindigkeit bereits während des Landeanflugs relativ leicht drosseln. Setzen Sie langsam zur Landung an, indem Sie die Rotordrehzahl, mit der Sie den Steig- und Sinkflug regeln, langsam reduzieren. Klappt das Bremsmanöver nicht wie vorgesehen, und ein möglicher Crash lässt sich voraussehen,

haben Sie so noch Zeit genug, die Landung abzubrechen. Geben Sie hierzu mit dem Pitchregler wieder mehr Gas, indem Sie den Steuerknüppel nach oben drücken. Damit nimmt der Quadrocopter wieder an Flughöhe auf. Anschließend können Sie den nächsten Landeversuch starten.

## 15.4 Lektion 4: An Höhe gewinnen

Nachdem Sie gelernt haben, den Hub-schrauber knapp über dem Boden schweben zu lassen, versuchen Sie sich nun in größeren Höhen. Stellen Sie auch für diesen Versuch den Quadrocopter so vor sich auf, dass das vordere Landebein mit der roten Markierung von Ihnen weg zeigt. Fliegen Sie auch bei dieser Übung das Modell so, dass es seine Lage in der

Luft stets beibehält und sich nicht dreht. Nur so sind Sie sicher, dass z. B. ein Knüppelausschlag nach rechts auch eine Rechtsbewegung des Quadrocopters nach sich zieht.

Steuern Sie in dieser Lektion zunächst eine Höhe von rund einem halben Meter an und versuchen Sie, den Quadrocopter für mindestens 30 Sekunden in Position zu halten. Danach landen Sie wieder. Versuchen Sie sich darin so oft, bis sie sich dabei absolut sicher fühlen. So sammeln Sie wichtige Erfahrungen, wie Sie am sichersten abheben, schweben und wieder landen.

Peilen Sie in weiteren Versuchen etwas größere Höhen von rund einem bis anderthalb Metern an. Lassen Sie auch hier den Quadrocopter ruhig schweben. Beginnt er zu driften, reduzieren Sie das Gas (Pitch) behutsam, sonst nimmt das Modell immer mehr an Geschwindigkeit auf. Ein Crash wäre die meist unausweichliche Folge.



**Bild 15.7** – Mit zunehmender Sicherheit können Sie Schweberversuche auch in größeren Höhen wagen. Fliegen Sie dabei stets so, dass Sie auf die Rückseite des Quadrocopters sehen.

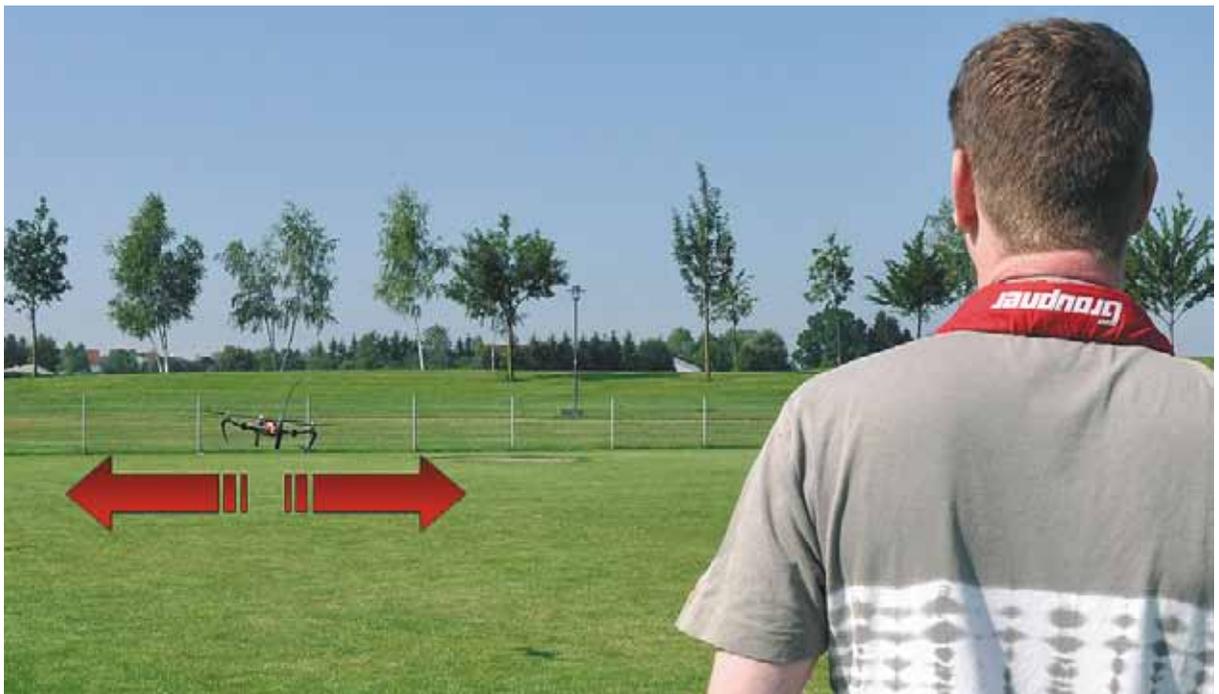
Jenseits von einem Meter Höhe lässt sich der Quadrocopter spürbar leichter ruhig in der Luft halten, denn hier macht sich der sogenannte Bodeneffekt nicht mehr bemerkbar. Das ist ein Luftpolster in Bodennähe, auf dem man regelrecht schwimmt, was ein vergleichsweise unruhiges Flugverhalten nach sich zieht. In größeren Höhen ist es alles andere als leicht, den Quadrocopter ruhig auf einem Punkt schweben zu lassen. Versuchen Sie auch hier, seiner Bewegungen Herr zu werden, und verhindern Sie, dass das RC-Modell zu viel an Fahrt aufnimmt.

Trainieren Sie diese Schwebübungen so lange, bis Sie sich darin absolut sicher fühlen. Erst dann sollten Sie sich mit den nächsten Schritten beschäftigen. Wir raten dringend davon ab, schon jetzt mit Rundflügen zu beginnen. Sie würden dabei schneller in kritische Situationen kommen, als Sie sich träumen lassen.

## 15.5 Lektion 5: Rollen im Schwebflug

Inzwischen sind Sie in der Lage, Ihren Quadrocopter in verschiedenen Höhen stabil in der Luft zu halten. Bei dieser Lektion versuchen Sie erstmals, das Modell kontrolliert aus seiner Ruheposition langsam nach links und rechts fliegen zu lassen, wobei Sie die Flugrichtung des Modells stets beibehalten. So können Sie sich das Umdenken noch sparen, das vonnöten ist, um zu wissen, in welche Richtung Sie die Hebel auslenken müssen, wollen Sie in eine bestimmte Richtung fliegen.

Steuern Sie den Quadrocopter mit der Roll-Funktion, indem Sie den rechten Steuerknüppel seitwärts auslenken. Erfolgt diese Auslenkung behutsam, stellt sich das Fluggerät leicht schräg um seine Längsachse und driftet seitwärts ab. Versuchen Sie, während dem Zur-



**Bild 15.8** – Zum gewünschten seitlichen Abdriften ist die Roll-Funktion mit dem rechten Steuerknüppel auszuführen.

seitedriften das Modell stets auf einer gleichmäßigen Flughöhe zu halten. Geben Sie die Roll-Befehle mit den Steuerknüppeln so feinfühlig, dass sich der Quadrokofter nur leicht entlang seiner Längsachse neigt. Dazu sind nur sehr kleine Ausschläge des Steuerknüppels aus seiner Mittelstellung erforderlich. Bei zu starker Auslenkung des Roll-Hebels würde das Modell nicht nur bedenklich zur Seite kippen, sondern dabei schnell auch an Flughöhe verlieren.

Es genügt, kurze Roll-Befehle zu geben. Dazu lenken Sie den Hebel nur kurz in die gewünschte Richtung aus und lassen ihn wieder zur Mittelstellung zurückfedern. Dabei werden Sie merken, dass bereits sehr kurze Impulse genügen, um das Modell so weit seitlich fliegen zu lassen, wie Sie es wollten.

## 15.6 Lektion 6: Nick-Bewegung im Schwebflug

Bei dieser Lektion kombinieren Sie den Schwebeflug mit der Nick-Funktion. Sie bewirkt, dass der Quadrokofter unter Beibehaltung seiner Fluglage abwechselnd vor- und zurückfliegt. Dazu nutzen Sie die Nick-Funktion des rechten Steuerknüppels. Für den Vorwärtsflug ist er etwas nach oben, für den Rückwärtsflug geringfügig nach unten aus seiner neutralen Mittelstellung auszulenken. Sie müssen hier genauso feinfühlig vorgehen wie beim seitlichen Driften, also Rollen. Auch für das Nicken sind nur sehr feinfühlig Befehle erforderlich. Würden Sie den Knüppel bis zum vorderen oder hinteren Endausschlag auslenken, würde das Fluggerät zwar schnell

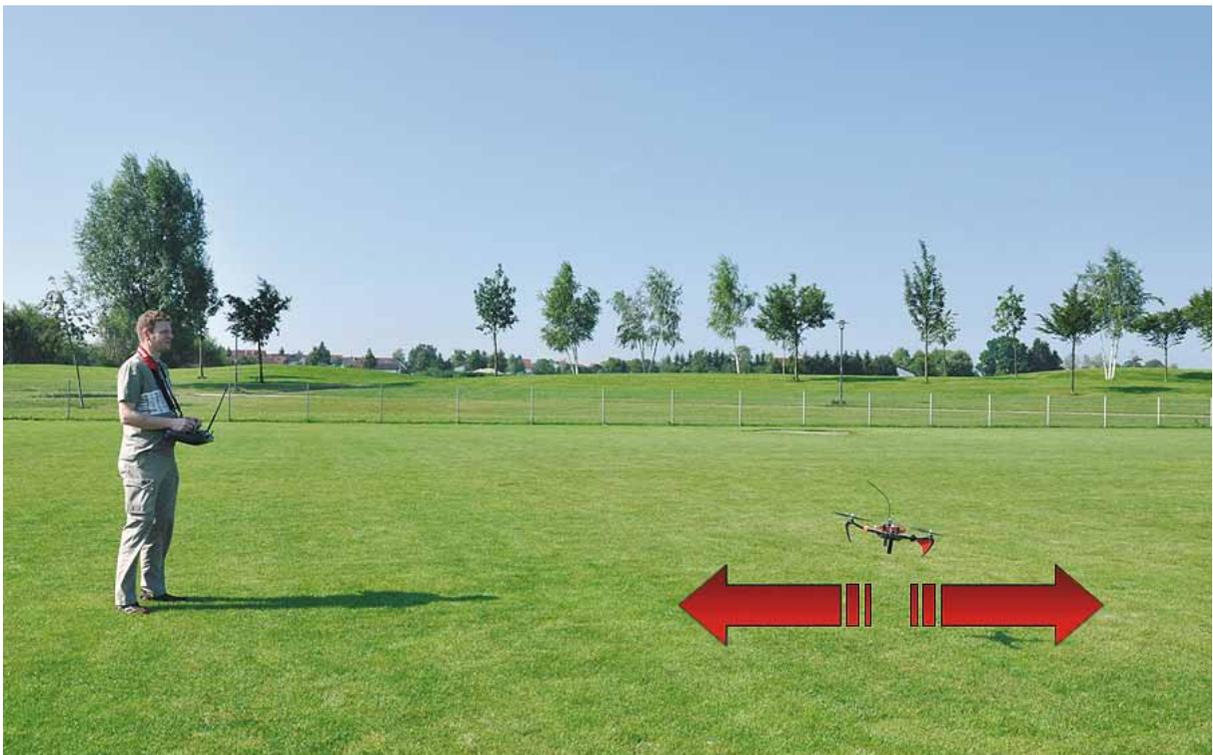


Bild 15.9 – Mit der Nick-Funktion kann man den Quadrokofter vor- und zurückfliegen lassen.

Fahrt aufnehmen, sich aber auch sehr weit nach unten neigen und kontinuierlich an Höhe verlieren. Das könnten Sie selbst durch Geben von Vollgas nicht mehr ausgleichen. Eine Bruchlandung wäre die unausweichliche Folge.

Bereits kleinste Auslenkungen in Nick-Ebene des Steuerknüppels genügen zum Erreichen der gewünschten Flugrichtung. Dabei nimmt der Quadrokopter nur langsam Geschwindigkeit auf und bleibt leichter kontrollierbar.

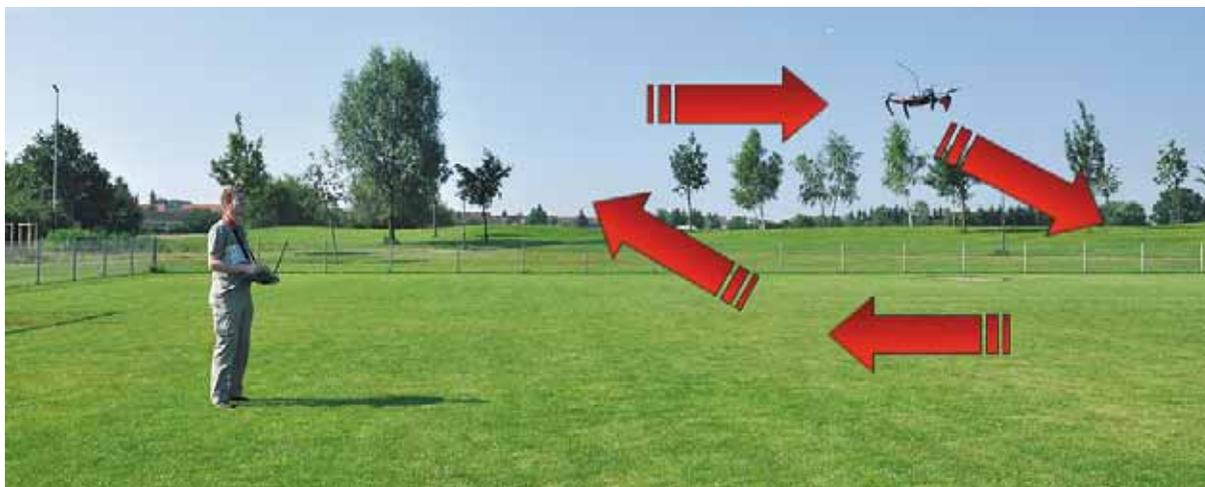
Bereits bei geringer Nick-Auslenkung zieht der Quadrokopter nach unten. Zum Ausgleichen des Höhenverlusts ist deshalb etwas Pitch zu geben (linker Hebel). Man kann hier von einer „sanften Ausgleichsbewegung“ sprechen.

Stellen Sie den Quadrokopter vor dem Start ausreichend weit von sich weg, um einen Schutzabstand von 4 m auch dann zu gewährleisten, wenn Sie das Modell rückwärts fliegen. Vermeiden Sie dabei, den Quadrokopter direkt auf sich zufliegen zu lassen. Kommt er Ihnen zu nahe, können Fehlbedienungen zu ernst-

haften Verletzungen führen. Am sichersten ist es, wenn Sie das Modell seitlich mit ausreichendem Abstand vor- und zurückfliegen lassen. Versuchen Sie die Nick-Lektion an der linken und rechten Seite.

## 15.7 Lektion 7: Nick und Roll kombinieren

**F**ühlen Sie sich beim Geben von Nick oder Roll schon sattelfest, versuchen Sie, beides zu kombinieren. Dabei können Sie mit dem Hubschrauber ein gedachtes Rechteck abfliegen. Rollen Sie zunächst den Heli von rechts nach links. Fliegen Sie ihn dann mit Nick zu einem weiteren gedachten Punkt nach vorn. Rollen Sie ihn anschließend nach rechts zurück und geben Sie abschließend einen Nick-Befehl zurück, womit Sie wieder zur ursprünglichen Ausgangsposition zurückkehren. Achten Sie immer darauf, dass Sie stets die Rückseite



**Bild 15.10** – Zum Abfliegen eines Rechtecks sind Nick und Roll zu kombinieren, aber dennoch nicht gleichzeitig zu geben. Zusätzlich ist auf die Einhaltung der Höhe zu achten, die mit Pitch korrigiert wird.

des Quadropters sehen. Das rot markierte Landebein muss dabei stets nach vorn zeigen. Versuchen Sie, dieses Rechteck zuerst im Uhrzeigersinn zu fliegen. Fühlen Sie sich darin sicher, probieren Sie es auch gegen den Uhrzeigersinn. Diese Lektion hört sich zwar einfach an, hat es aber in sich. Sie müssen sich dabei nicht nur auf das richtige Geben von Nick und Roll mit dem rechten Steuerknüppel konzentrieren, sondern auch darauf achten, dass Sie die Flughöhe beibehalten, die Sie mit der Pitch-Funktion des linken Knüppels nachregeln. Sie haben also stets beide Knüppel zu bewegen. Die Auslenkungen aus ihrer Neutral-lage sind dabei aber stets nur gering.

## 15.8 Lektion 8: Seitwärts schweben

Nun sollten Sie Ihren Quadropters bereits gut beherrschen und ihn sicher steuern können, sofern Sie ihn ausschließlich von hinten sehen. Versuchen Sie nun, Ihr Modell aus einer anderen Sichtweise kontrolliert schweben zu lassen. Dazu stellen Sie es so vor sich auf, dass Sie es von der Seite sehen. Die Herausforderung dieser Lektion liegt im Umdenken, wie Nick und Roll zu geben sind, um den Hubschrauber an seinem Platz zu halten. Mit der Nick-Funktion bewegen Sie nun das Modell nach links oder rechts und mit Roll vor oder zurück.



**Bild 15.11** – Das Schwebenlassen seitwärts fordert erstmals ein Umdenken. Nick und Roll sind nun sozusagen „verkehrt“ zu geben.

Versuchen Sie auch unter diesen neuen Gegebenheiten, den Quadrocopter ruhig in der Luft schweben zu lassen. Probieren Sie auch, das Modell langsam vor- und zurückfliegen zu lassen, indem Sie die Nick-Funktion einsetzen. Anschließend machen Sie sich mit der Roll-Funktion vertraut, indem Sie das Modell seitwärts von seiner Ausgangsposition abwechselnd in beide Richtungen auslenken.

## 15.9 Lektion 9: Eine „8“ fliegen

Bei dieser Übung kombinieren Sie erstmals alle bislang erlernten Fertigkeiten und perfektionieren sie. Bei der ersten Variante des 8er-Flugs sollte der Quadrocopter stets in die gleiche Richtung ausgerichtet bleiben und von

Ihnen weg nach vorn sehen (rote Markierung). Indem Sie Nick und Roll kombinieren, versuchen Sie nun, langsam eine große 8 abzufliegen. Vergessen Sie dabei nicht, auch stets Pitch entsprechend nachzuregulieren, um die Flughöhe beizubehalten.

Während Ihrer ersten Versuche werden Sie Mühe haben, auch nur annähernd die Form einer 8 abzufliegen. Um sich dem Ideal schrittweise zu nähern, beginnen Sie mit einer „eckigen 8“. Sie setzt sich aus einem im Uhrzeigersinn und einem anschließenden gegen den Uhrzeigersinn zu fliegenden Quadrat zusammen. Danach können Sie sich mehr und mehr dem runden Ideal nähern. Sind Sie sich während des Flugs mal nicht über die folgenden Bewegungsabläufe im Klaren, können Sie jederzeit einen kurzen Stand-Schwebeflug einlegen. So gewinnen Sie Zeit, die nächs-

**Bild 15.12** – Während der ersten 8er-Flugversuche sollte der Quadrocopter stets nach vorn ausgerichtet bleiben.



Thomas Riegler

# Quadrokooper

## richtig einstellen und fliegen

### Schritt für Schritt zum Flugerfolg

Quadrokooper sind faszinierende Flugeräte. Sie teilen zwar wesentliche Merkmale mit normalen Hubschraubern, bieten aber ein völlig anderes, spannendes Flugerlebnis. Ihre spezielle Bauweise ermöglicht selbst Einsätze, bei denen herkömmliche Helikopter an ihre Grenzen stoßen – etwa den Transport schwerer Lasten oder das Anfertigen von Flugaufnahmen. Verlockend ist auch die Möglichkeit, Quadrokooper als fliegende Basis für alles zu nutzen, was in die Luft gehen soll – zum Beispiel Comicfiguren.

All das setzt freilich voraus, dass man den Quadrokooper auch beherrscht. Dieses Buch zeigt Ihnen, wie es geht, und erschließt Ihnen dabei das Wissen erfahrener Piloten. Schritt für Schritt steigen Sie in die Welt des Quadrokoopers ein: Sie erfahren, wie man das Gerät richtig montiert, werden mit den Funktionen der Fernsteuerung vertraut und lernen die Geheimnisse des sicheren Fliegens und Steuerns. Der Autor zeigt außerdem professionelle Tricks, wie Sie den Quadrokooper tunen und seine Flugeigenschaften verbessern können. Davon profitieren Sie gerade als Anfänger – denn mit einem gut angepassten Quadrokooper kommen Sie schneller zu Erfolgserlebnissen und minimieren gleichzeitig das Schadensrisiko bei unsanften Landungen. Viele aufeinander aufbauende Flugübungen führen Sie schließlich dem großen Moment entgegen: Ihr Quadrokooper hebt ab, und Sie kontrollieren alle seine Flugmanöver sicher und souverän.

Bei allen wichtigen Lernschritten unterstützt Sie die beigelegte DVD mit anschaulichen Video-Beispielen.

Auch wenn Sie sich als Einsteiger zunächst nur über das faszinierende Hobby des Quadrokooperflugs informieren möchten, finden Sie in diesem Buch eine Fülle wertvoller Tipps.



#### Aus dem Inhalt:

- Quadrokooper richtig montieren
- Die Fernsteuerung – das unbekannte Wesen
- Quadrokooper programmieren
- Quadrokooper tunen
- Quadrokooper fliegen lernen
- Kameraflug

#### Auf DVD:

- Quadrokooper richtig montieren und einstellen
- Quadrokooper tunen
- Schritt für Schritt zum Flugerfolg



19,95 EUR [D]

ISBN 978-3-645-65073-1

Besuchen Sie unsere Website [www.franzisz.de](http://www.franzisz.de)