



Abb. 1–9 High-End-Videoplattform: MULTIROTOR by service-drone.de

Im Hobbybereich werden Multicopter auch zum Filmen und Fotografieren eingesetzt. Viele Modellflieger verwenden aber auch keine Kameras und interessieren sich nur für das Fliegen an sich. Es gibt auch immer öfter 3D-Flieger mit Multicoptern. 3D-Flug ist eine Art Kunst- oder Akrobatikflug. Dort gibt es Flugmanöver, wie Loopings und Flips, die viele Multicopter-Flieger eher von Abstürzen kennen dürften.

Eine etwas obskure Anwendung für Multicopter ist das Heavy Lifting. Dabei geht es um das Heben möglichst schwerer Lasten. Es gibt hier auch Wettbewerbe. Bei einem Beer-Lifting-Wettbewerb im Jahre 2013 hat der Sieger eine Nutzlast von 58,7 kg mit einem Quadrocopter durch die Gegend geflogen. Über Sinn und Unsinn lässt sich sicher streiten. Bemerkenswert ist hierbei vor allem, dass quasi jeder, der einen Multicopter selbst bauen kann, auch solche Varianten bauen kann. Ich rate davon aber eindringlich ab! Ein Multicopter mit so einer Leistung ist vergleichbar mit einer fliegenden Häckselmaschine ohne Schutzmaßnahmen.

1.6 Wie unterscheiden sich Multicopter?

Es gibt verschiedene Bauformen von Multicoptern. Diese unterscheiden sich hauptsächlich durch die Anzahl von Motoren. Die gängigen Bauformen werden dann folgendermaßen genannt:

- Monocopter mit einem Rotor
- Duocopter mit zwei Rotoren
- Tricopter mit drei Rotoren
- Quadrocopter mit vier Rotoren
- Hexacopter mit sechs Rotoren
- Octocopter mit acht Rotoren



Abb. 1–10 Die häufigsten Bauformen von Multicoptern

Mono- und Duocopter finden sich nur selten und werden in diesem Buch nicht näher betrachtet. Neben der Motorzahl werden die Bauformen in X-, Plus- und H-Form unterteilt. Bei den Plus-Formen liegt vorne und mittig genau ein Motor. Bei den X-Formen ordnen sich vorne links und rechts der Mitte zwei Motoren an. Ähnlich zur X-Form ist die H-Form. Diese ermöglicht längliche Grundplatten, auf denen sich Komponenten besser unterbringen lassen als auf runden oder anderen rotationssymmetrischen Grundplatten.

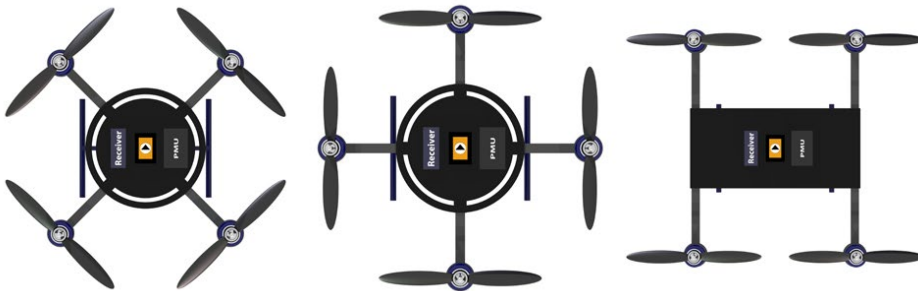


Abb. 1–11 Quadrocopter in den Formen X, Plus und H

Warum nun also vier oder acht Motoren? Warum nicht gleich vierundzwanzig oder hundert? Theoretisch wie praktisch sind viele Varianten machbar und

existieren auch zum Teil. Zunächst einmal leisten acht Motoren des gleichen Typs doppelt so viel wie vier. Andererseits leisten vier doppelt starke Motoren genauso viel wie acht halb so starke. Bei acht Motoren kann der Octocopter an mehr Stellen als der Quadrocopter angehoben werden, um den Multicopter zu kippen. Zudem können mehrere kleinere Propeller besser beschleunigt werden als wenige große, da geringere Massen zu beschleunigen sind. Das erlaubt präzisere Steuerungen.

Acht Motoren haben bei entsprechender Flugsteuerung eine gewisse Redundanz. Der Ausfall eines Motors kann durch die beiden Motoren links und rechts daneben ausgeglichen werden. Fällt bei einem Duocopter, Tricopter oder Quadrocopter ein Motor aus, so kommt es zumindest bei aktuellen Flugsteuerungen noch unweigerlich zum Absturz.

An der ETH Zürich wurde am Institut für dynamische Systeme und Steuerungen kürzlich eine funktionierende Methode entwickelt, um auch einen Quadrocopter bei Ausfall eines Motors sicher zu landen. Zukünftig werden solche Funktionen bestimmt auch für das Hobby verfügbar werden. Aktuell lässt sich Ausfallsicherheit nur mit redundanten Antrieben verbessern.

Der Vorteil kleinerer Propeller bei mehr Motoren hat noch einen weiteren, positiven Effekt. Kleine Propeller verursachen Vibrationen mit höheren Frequenzen, die weniger Energie transportieren. Wie Sie noch sehen werden, ist das ein wichtiger Aspekt. Hochfrequente Vibrationen lassen sich einfacher dämpfen. Andererseits haben mehr Motoren auch Nachteile. Sie benötigen mehr Ausleger, Motorsteuerungen, Kabel, Motorbefestigungen und Flugsteuerungen mit mehr Ausgängen.

Bei mehr Bauteilen steigt die Wahrscheinlichkeit, dass eine Komponente ausfällt. Bei acht Motoren gegenüber vier ist die Wahrscheinlichkeit für einen Ausfall doppelt so hoch. Und auch das Gewicht kann sich durch mehr Komponenten erhöhen, selbst wenn diese kleiner sind. Das reduziert die Flugzeit. Eine Lösung, die alle Fälle abdeckt, gibt es einfach nicht. Vielmehr existieren für jeden Anwendungsfall mehr oder weniger sinnvolle Konstruktionen. Das lässt vermuten, dass es nicht den einen Multicopter gibt, der für alle Zwecke geeignet ist.

Neben den beschriebenen Bauformen gibt es noch solche mit Koaxialantrieben. Diese bieten Redundanz, verzichten aber auf zusätzliche Ausleger. Dabei werden an einem Ausleger 2 Motoren befestigt. Das führt zur Bezeichnung Koaxial, weil beide Propeller quasi an derselben Achse sitzen.



Abb. 1–12 Quadrocopter mit Koaxialantrieb

Aber auch diese Bauform ist nicht der Weisheit letzter Schluss. Redundanz ist auch hier nur gegeben, wenn ein Motor alleine genug Schub zum Fliegen erzeugt. Und da die Hälfte der Motoren unterhalb der Ausleger befestigt ist, ist es schwieriger, eine Kamera so zu montieren, dass diese freie Sicht hat.

1.7 Kameraanwendungen

Fast alle Multicopter können zusätzlich zum eigenen Gewicht auch Nutzlasten transportieren. Das können ein paar Hundert Gramm bis zu einigen Kilogramm sein. Multicopter können dadurch auch sehr gut Kameras transportieren. Mit geeigneten Maßnahmen wird aus dem Multicopter eine fliegende Kamera, die für faszinierende Perspektiven und Möglichkeiten sorgt.

Das Thema ist allerdings alles andere als neu. Mit Ballons an Leinen oder an ferngesteuerten Flugzeugen gab es schon viel früher fliegende Kameras. Wirklich einzigartig ist bei Multicoptern, dass es keinen Leinenzwang gibt, quasi jeder Ort erreicht werden kann und auch kein rasanter Flug die Kameraaufnahmen einschränkt.

1.7.1 Immersionsflug

Zunehmender Beliebtheit erfreut sich der Immersionsflug. Der Begriff leitet sich vom lateinischen *immersio* für Eintauchen ab. Häufiger wird der Immersionsflug auch FPV-Flug genannt. FPV steht für den englischen Begriff *First Person*