

Drohnen

Die große Fotoschule

» Hier geht's
direkt
zum Buch

DIE LESEPROBE



The background of the page is a composite image. On the left, there is a vertical strip showing a top-down view of a stream bed with large, smooth, brownish rocks and some green plants. The rest of the page is filled with a dense, repeating pattern of palm fronds and other green foliage, creating a textured, natural background.

KAPITEL 1

DIE FLIEGENDE KAMERA

Aus der Drohnenperspektive begeistern einzigartige Landschaften auf eine ganz eigene Weise. In diesem Kapitel lernen Sie die Funktionsweise von Kameradrohnen kennen und erfahren, auf welche technischen Daten Sie beim Kauf einer Drohne achten sollten.

DIE FLIEGENDE KAMERA

Bevor wir in die faszinierende Welt der Drohnenfotografie einsteigen, benötigen Sie zunächst ein gutes Verständnis der zugrunde liegenden Technik. In diesem Kapitel lernen Sie die wichtigsten Fachbegriffe kennen und erfahren, worauf Sie beim Kauf einer Kameradrohne achten müssen.

1.1 Der Aufstieg der Fotodrohnen

Es ist ein uralter Traum der Menschheit, durch die Luft zu fliegen und die Welt aus einer neuen Sicht zu erkunden. Schon in den frühen Hochkulturen regte der Traum vom Fliegen die Fantasie der Menschen an. Denken wir nur an den griechischen Sagenhelden Ikarus oder die Luftschraube des italienischen Universalgenies Leonardo da Vinci. Alle beflügelte die Idee, die Welt einmal von oben zu betrachten.

Im letzten Jahrhundert wurde der Traum vom Fliegen zur Wirklichkeit. Heute erlauben uns Flugzeuge innerhalb weniger Stunden der Heimat zu entfliehen und andere Länder zu bereisen. Fliegen ist zu einer Selbstverständlichkeit geworden. Und dennoch: Die Faszination für Luftaufnahmen ist geblieben. Der Blick aus der Luft fesselt uns und macht jede Szenerie umso spannender.

Nun haben nicht alle Fotograf*innen einen Hubschrauber zur Hand, und wer auf Dienstleister zurückgreifen muss, sollte einen mittleren vierstelligen Eurobetrag einkalkulieren – pro Stunde!

Doch zum Glück hat sich in den letzten Jahren eine weitere Möglichkeit herauskristallisiert, wie sich Luftaufnahmen erstellen lassen. Natürlich sprechen wir an dieser Stelle von Kameradrohnen.

Drohnen sind mittlerweile zum Allzweckwerkzeug für (professionelle) Medienschaffende geworden, da die kleinen Flieger enorme Vorteile gegenüber den zuvor genannten Optionen haben. So sind Drohnen kompakter, kostengünstiger, einfacher zu manövrieren und können auch bei schwierigem Terrain eingesetzt werden – um nur einige wesentliche Vorteile zu nennen.

Dabei entwickelte sich die Technik innerhalb weniger Jahre in einem rasanten Tempo. Als wir im Jahr 2014 unsere ersten Flugversuche starteten, gab es keine Drohnen mit brauchbarer integrierter Kamera. Stattdessen mussten wir vor jedem Flug aufwendig eine Actionkamera (GoPro Hero 4 Black Edition) an der Drohne befestigen. Vor jedem Aufstieg waren wir etwa eine Viertel Stunde damit beschäftigt, alle erforderlichen Komponenten zu montieren und zu verkabeln.

Eine Steuerung der Kamera während des Fluges war nicht möglich, genauso wenig konnten wir am Boden eine Vorschau der Kameraperspektive sehen. Uns blieb nichts anderes übrig, als die Kamera am Boden einzuschalten (Video und/oder Serienaufnahme) und darauf zu hoffen, dass das Motiv im Bild war. Ob die Entfernung zum Objekt gut gewählt war, stellte insbesondere zu Beginn ein Glücksspiel dar. Unser räumliches Vorstellungsvermögen hat sich dadurch enorm verbessert. Wir lernten schnell, die Entfernungen besser einzuschätzen.



⤴ **Abbildung 1.1**

Während unserer Weltreise im Jahr 2015 nutzten wir unsere Actionkamera nicht ausschließlich für Luftaufnahmen. So mussten wir die GoPro vor jedem Start erst an das Gehäuse unserer DJI Phantom 2 montieren.

Dennoch konnte es für viel Enttäuschung sorgen, wenn wir am Abend nach einem Ausflug unsere Aufnahmen gesichtet haben. Selbst wenn wir das Motiv gut erwishten, war der Horizont bei 4K-Aufnahmen durch das Fischaugenobjektiv krumm und die Videosequenzen teilweise verwackelt.

Zwar waren wir damals trotz alledem begeistert von unseren Aufnahmen, die in dieser Zeit entstanden sind. Die Möglichkeit, Fotos aus der Vogelperspektive aufnehmen zu können, faszinierte uns bei jedem Flug aufs Neue. Doch heute entsprechen solche Aufnahmen nicht mehr dem Stand der aktuellen Technik.

Selbstverständlich merkten die Hersteller, dass es einen Handlungsbedarf gab, und präsentierten ihre Lösungen für das Problem. Heute können Sie kaum noch eine Drohne erwerben, die ohne eine integrierte Kamera auskommt. Für die meisten Pilot*innen sind das gute Nachrichten. Heute sparen wir uns nicht nur wertvolle



⤴ **Abbildung 1.2**

Ein erstes Selfie mit der DJI Phantom 2 auf dem Little Adams Peak in Sri Lanka. Hier hatten wir noch keine Bildübertragung zur Fernsteuerung. Um zu sehen, ob das gewünschte Motiv im Bild war, nutzten wir für derartige Aufnahmen die Live-Vorschau der GoPro-App per Bluetooth-Übertragung. So war es realisierbar, den gewünschten Ausschnitt zu wählen. Allerdings waren dadurch keine großen Reichweiten möglich. Schon nach wenigen Metern unterbrach die Bildübertragung.

DJI Phantom 2 mit GoPro Hero 4 Black | 3 mm | f2,8 | 1/1500s | ISO 100

Zeit bei der Montage der Flugausrüstung, sondern können auch vom Boden aus das Livebild der Kamera verfolgen und alle wichtigen Kameraparameter beeinflussen. Dazu kommen noch ausgereifte Sicherheitsfunktionen, die das Fliegen mit einer Drohne heute so einfach gestalten wie nie zu vor. Gleichzeitig werden Drohnen immer



« **Abbildung 1.3**

Um die Aufnahmen zu stabilisieren, haben wir unsere DJI Phantom 2 zusätzlich mit einem Gimbal (Zenmuse H3-3D) ausgerüstet. Dazu mussten wir die Drohne aufschrauben und das Gimbal eigenständig verkabeln.



« **Abbildung 1.4**

Wer hat hier das Sagen? Beim Kampf um die Vorherrschaft auf dem Markt setzen sich faltbare Kameradrohnen immer mehr durch.

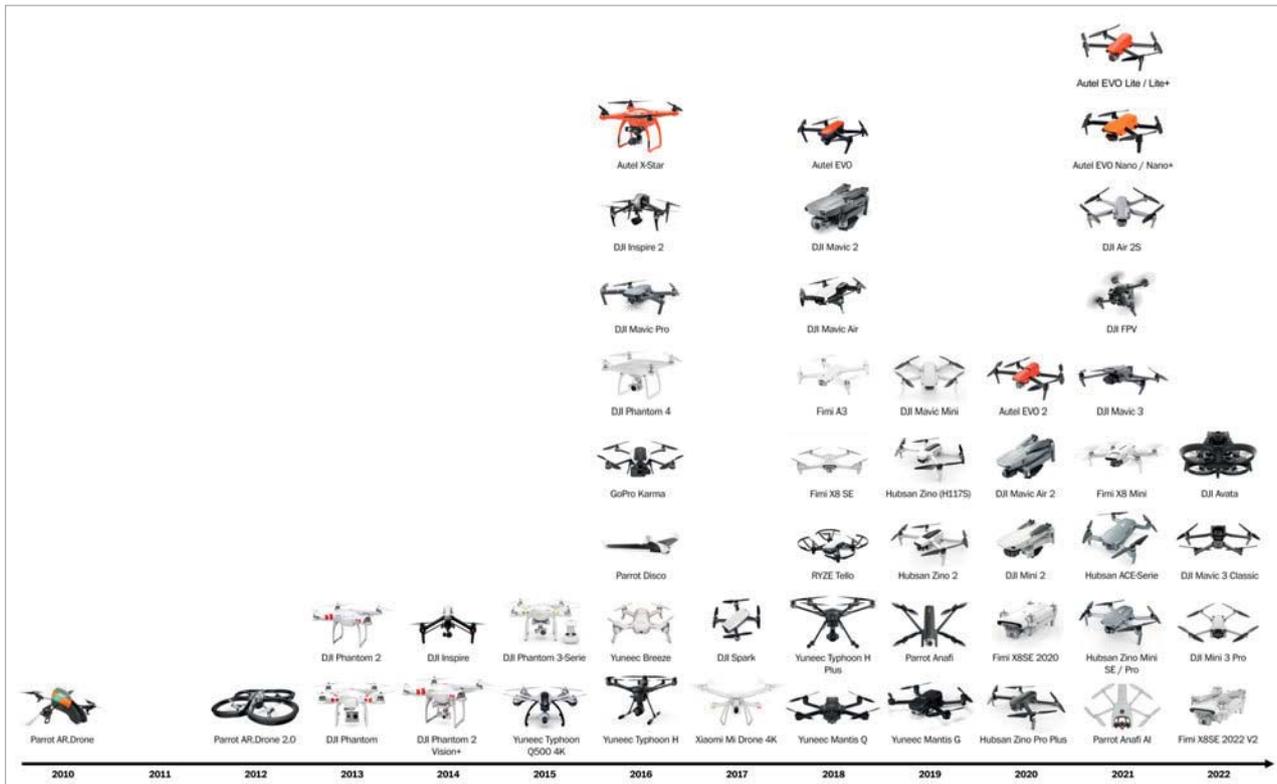
kleiner und kompakter, sodass sie gut bei einem Ausflug mitgenommen werden können.

Drohnen sind mittlerweile ein zuverlässiger Partner für Fotografinnen und Fotografen. Wir möchten Sie mit diesem Buch dazu einladen, die vielfältigen Möglichkeiten zu nutzen, die uns diese technischen Wunderwerke bieten. Um dieses Potenzial ausschöpfen zu können, lernen Sie alle erforderlichen Grundlagen kennen und erhalten jede Menge Inspiration für Ihr kreatives Schaffen.

1.2 Was ist eine Drohne?

Zwar können heutzutage alle etwas mit dem Wort *Drohne* anfangen, doch die Bedeutung ist nicht immer unumstritten gewesen.

Ursprünglich bezeichnet man mit einer Drohne eine männliche Honigbiene. Im technischen Zusammenhang assoziierten viele den Begriff mit tödlicher Militärtechnik und es gab insbesondere beim Aufkommen der zivilen



⌘ **Abbildung 1.5**

Die Drohnentechnik hat sich im letzten Jahrzehnt rasch weiterentwickelt. Die ersten erwähnenswerten Drohnen für Privatpersonen brachte der französische Hersteller Parrot auf den Markt. 2014 revolutionierte die DJI Phantom die Welt der Kameradrohnen. Sie besaß zwar noch keine integrierte Kamera, bot jedoch die Möglichkeit, eine Actionkamera in die Luft zu heben. 2015 folgte der große Durchbruch vom neuen und fortan bleibenden Marktführer. DJI stellte die Phantom-3-Reihe mit integrierter Kamera vor und die kleinen Flugobjekte eroberten den Himmel. In den folgenden Jahren entwickelten sich die Kameradrohnen stetig weiter – sie lernten, Hindernissen auszuweichen, wurden kleiner und faltbar. Zudem wurden die Kameras von Mal zu Mal besser. Es bleibt spannend, wohin die Reise der fliegenden Kameras noch geht. (Abbildung enthält Fotos von den jeweiligen Hersteller-Webseiten.)

Drohnen ein Bedürfnis, sich vom militärischen Kontext zu lösen.

Dennoch kann nicht bestritten werden, dass sich der Begriff »Drohne« mittlerweile für alle unbemannten Fahrzeuge in der Gesellschaft etabliert hat – unabhängig vom Verwendungszweck. Die Politik, Hersteller, Medien und auch die meisten Anwender*innen sprechen heute von Drohnen.

Wer immer noch darauf pocht, dass das Wort Drohnen nur tödliche Kampfmaschinen umfasst, verkennt, dass sich Sprache weiterentwickelt. Zudem können wir festhalten, dass wir in der Zivilgesellschaft viele Dinge nutzen, die für das Militär entwickelt wurden, ohne dafür nach neuen Begriffen suchen zu müssen. Einige dieser Erfindungen sind Konservendosen, Klebeband, Krankenwagen oder Computer.



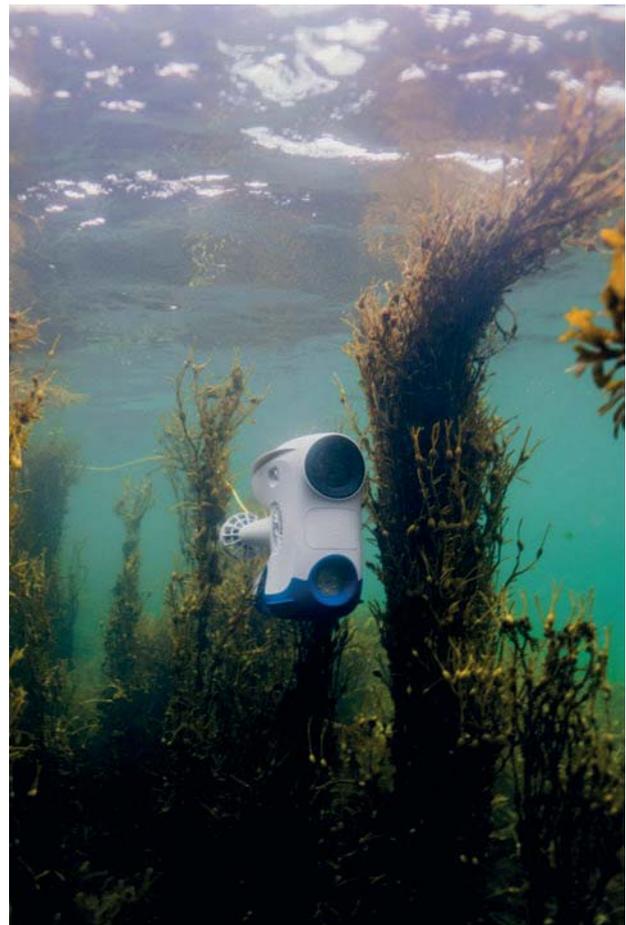
⤴ **Abbildung 1.6**

Lieferdrohnen haben das Potenzial, die Logistik zu revolutionieren. Schon heute gibt es spannende Projekte, die sich die Technik zunutze machen. (Foto: EHang)



⤴ **Abbildung 1.7**

Durch Passagierdrohnen ergeben sich vollkommen neue Wege für den Nahverkehr. Doch bevor solche Bilder für uns zum Alltag werden, benötigt es eine ausgereifte Infrastruktur und vor allem gesellschaftliche Akzeptanz. (Foto: EHang)



⤴ **Abbildung 1.8**

Nicht nur in der Luft, auch in Gewässern werden Drohnen schon für diverse professionelle Zwecke eingesetzt. So können Unterwasserdrohnen in der Aquakultur das Geschehen im Fischgehege überwachen, zur Meeresforschung eingesetzt werden oder bei Inspektionsdiensten unter Wasser helfen. Wo sich früher Taucher in gefährliche Gewässer begeben mussten, übernehmen heute moderne Drohnen einige dieser Aufgaben. Auch Meereslebewesen können Sie mithilfe der Tauchroboter hautnah erleben. So werden auf Ausflugsschiffen Live-Videos von der Unterwasserwelt gezeigt, Orca-Schulen bei der Jagd nach Heringen beobachtet oder Superkorallen am Great Barrier Reef gesucht. (Foto: Blueye Robotics)

Im zivilen Umfeld werden Drohnen immer präsenter. In Europa nutzen Logistikunternehmen Drohnen zum Ausliefern von Paketen, in Afrika werden Medikamente und Blutkonserven damit verteilt und der flächendeckende Einsatz als Flugtaxi wird in einigen Jahren keine Besonderheit mehr sein.

Dabei sind Drohnen nicht nur in der Luft anzutreffen. Auch andere Fahrzeuge wie Boote und Autos können sich ohne Menschen an Bord fortbewegen.

Alle Formen von Drohnen – egal ob in der Luft, an Land oder im Wasser – haben zwei Gemeinsamkeiten:

1. Sie bewegen sich autonom oder ferngesteuert fort.
2. Es befindet sich kein*e Pilot*in auf/innerhalb des Fahrzeugs.

Diese zwei Kriterien sind entscheidend, ob es sich bei einem Verkehrsmittel um eine Drohne handelt oder nicht. Selbst Modellautos und -boote können als Drohnen bezeichnet werden.

Definition der unterschiedlichen Begriffe

In diesem Buch konzentrieren wir uns auf fliegende Drohnen, für die es einige ähnliche Bezeichnungen gibt, die wir in diesem Kapitel noch erläutern wollen. Die verschiedenen Begriffe werden häufig als Synonyme verwendet. Doch wir möchten an dieser Stelle die Unterschiede herausheben, damit es nicht zu Fehlinterpretationen kommt.

Beginnen wir mit den *unbemannten Fluggeräten*. Dahinter verbirgt sich der in Deutschland gültige juristische Oberbegriff für alle Flugdrohnen. Die unbemannten Fluggeräte unterteilen sich in *Flugmodelle* und *unbemannte Luftfahrtsysteme*. Die Unterscheidung der beiden Begriffe sollte Ihnen geläufig sein, auch wenn es nach juristischer Haarspalterei klingt. Am Ende ist die Einteilung gar nicht so kompliziert.

Als *Flugmodelle* werden alle Drohnen bezeichnet, die für die Freizeitgestaltung bzw. für sportliche Zwecke eingesetzt werden. Alle anderen Drohnen fallen automatisch

unter den Begriff der *unbemannten Luftfahrtsysteme*. Eine Einteilung erfolgt also nicht anhand technischer Spezifikationen oder einer Risikobeurteilung, sondern definiert sich allein durch die Nutzungsart. Man kann sich sicherlich streiten, wie sinnvoll das sein mag. Ohnehin sind die rechtlichen Auswirkungen gering, wie Sie in Kapitel 7, »Drohnenrecht verstehen«, sehen werden.

ENGLISCHE BEGRIFFE UND ABKÜRZUNGEN

Neben den deutschen Wörtern begegnen uns häufig englische Begriffe und ihre Abkürzungen. Die wichtigsten wollen wir hier kurz nennen:

- *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* bedeutet unbemanntes Fluggerät. Bei UAVs spricht man immer nur von dem Flugobjekt, also der Drohne in der Luft.
- Mit *Unmanned Aerial System (UAS)* und *Remotely Piloted Aircraft System (RPAS)* ist das ganze System inklusive der Fernsteuerung und dem Monitor am Boden gemeint. Ein UAV ist somit eine Teilmenge von einem UAS.
- Fahrerlose Bodenfahrzeuge bezeichnet man als *Unmanned Ground Vehicle (UGV)*.
- Bei unbemannten Booten spricht man von *Unmanned Surface Vehicles (USV)* bzw. von *Autonomous Underwater Vehicles (AUV)* für U-Boote.

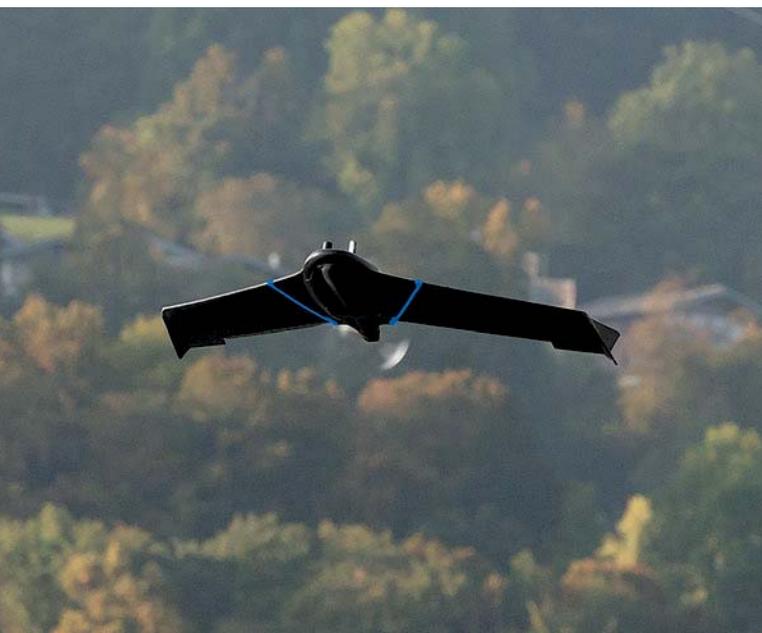
1.3 Welche Bautypen sich zum Fotografieren eignen

Schon jetzt ist klar: Drohne ist nicht gleich Drohne. Selbst in der Luft gibt es verschiedene technische Ansätze, die dafür sorgen, dass eine Drohne fliegt. Vor allem müssen die Starrflügler von den Multicoptern unterschieden werden.

Starrflügler

Bei *Starr-* bzw. *Nurflüglern* gibt es wie bei einem klassischen Flugzeug Tragflächen, die bei einer Vorwärtsbewegung für den notwendigen Auftrieb sorgen. Ein Propeller am Heck reicht damit als Antrieb aus.

Der große Vorteil dieser Konfiguration besteht darin, dass bei gleicher Akkuleistung eine deutlich längere Flugzeit erreicht werden kann. Der wesentliche Nachteil fürs Fotografieren und Filmen besteht jedoch darin, dass ein Starrflügler immer in einer Vorwärtsbewegung sein muss, da er sonst seinen Auftrieb verliert. Daher ist es kaum möglich, in Ruhe einen gewünschten Bildausschnitt zu wählen. Wer Aufnahmen mit einem Starrflügler anfertigen möchte, steht also vor ganz besonderen Herausforderungen. Dazu kommen die höhere Windanfälligkeit und die Schwierigkeit, dass ein Starrflügler nicht vertikal nach oben fliegen kann und für Starts und Landungen eine



⤴ **Abbildung 1.9**

Wegen ihrer hohen Reichweite und hervorragenden Gleiteigenschaften werden Starrflügler gern bei industriellen Einsätzen genutzt. Herkömmliche Starrflügler sind in der Luft kontinuierlich in Bewegung und somit zum gezielten Aufnehmen einzelner Motive ungeeignet. (Foto: AgEagle)

gewisse Flugschneise benötigt. Dadurch können diese Bautypen nicht in allen Umgebungen eingesetzt werden. Nichtsdestotrotz haben Starrflügler ihre Daseinsberechtigung. Insbesondere bei gewerblichen Anwendungen wie der Logistik oder bei der Erkundung weitläufiger Flächen punkten Starrflügler durch die großen Reichweiten. Wenn Sie Fotos oder Videos aufnehmen wollen, sollten Sie lieber auf einen anderen Bautyp zurückgreifen.

Multicopter

Die beliebtesten Drohnen bei Medienschaffenden sind *Multicopter*, und vermutlich haben Sie auch einen Multicopter vor dem geistigen Auge, wenn Sie das Wort Drohne hören. Bei einem Multicopter (oder kurz Copter) sorgen mehrere nach oben ausgerichtete Propeller dafür, dass das Fluggerät fliegt. Die beliebtesten Modelle sind mit vier Propellern ausgestattet. Man spricht dann von einem *Quadcopter* bzw. *Quadrocopter*. Fast der gesamte Markt besteht aus Quadrocoptern, da sie ein gutes Verhältnis zwischen Gewicht, Flugleistung und tragbarer Nutzlast aufweisen. Es gibt neben den Quadrocoptern noch weitere Konfigurationen, die nach der Anzahl der Propeller bezeichnet werden.

Bautyp	Anzahl Propeller
 Bicopter	2
 Tricopter	3
 Quadrocopter (auch Quadcopter)	4
 Hexacopter	6
 Octocopter	8

⤴ **Tabelle 1.1**

Bezeichnungen von Coptern abhängig von der Anzahl der Propeller. Während Bi- und Tricopter als absolute Exoten anzusehen sind, werden Hexa- und Octocopter überwiegend im professionellen Umfeld genutzt.

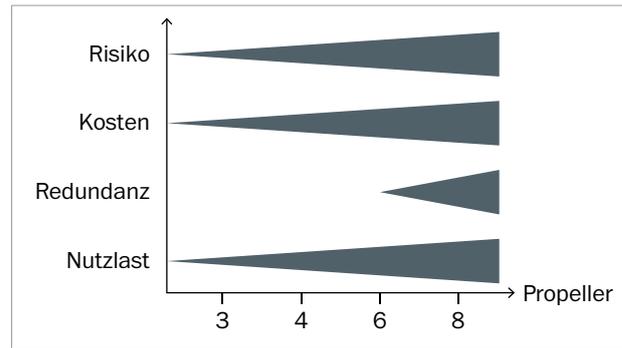
DEFINITION: NUTZLAST

Als *Nutzlast* werden alle Komponenten einer Drohne bezeichnet, die nicht für die Flugsteuerung verwendet werden (sollen). Ob die Komponenten dauerhaft montiert sind oder austauschbar sind, spielt dabei keine Rolle. Typischerweise handelt es sich um Kamerasysteme, aber auch Lautsprecher und Flutlichter zur Personensuche sind Beispiele für Nutzlasten.

Je mehr Propeller eine Drohne hat, desto schwerer wird das Fluggerät natürlich und umso leistungsstärkere Akkus sind erforderlich, um die gleiche Flugdauer zu erreichen. Auf der anderen Seite können viele Propeller für mehr Auftrieb sorgen und schwerere Nutzlasten heben. Deswegen kommen Systeme mit vielen Propellern insbesondere dann zum Einsatz, wenn komplexe Kamerasysteme oder spezielle Sensoren gebraucht werden (siehe Tabelle 1.1).

Außerdem hat eine hohe Anzahl an Propellern den Vorteil, dass der Ausfall eines einzelnen Motors durch die anderen Propeller kompensiert und die Drohne kontrolliert gelandet werden kann. Diese Redundanz sorgt folgerichtig für eine erhöhte Sicherheit während des Flugbetriebes. Drohnen mit sechs oder mehr Propellern können den Ausfall eines einzelnen Propellers ausgleichen. Wenn wir die Eigenschaften eines Copters abhängig von der Anzahl der Propeller vergleichen, so wie wir es eben gemacht haben, dient dieser Vergleich nur zur Erklärung der Grundprinzipien auf theoretischer Ebene. In der Praxis werden Sie immer Modelle finden, die aus diesem Schema ausbrechen. Der hier angebrachte Vergleich funktioniert nur, wenn alle anderen Komponenten des Fluggerätes identisch sind.

Egal für welchen Bautyp Sie sich entscheiden: Alle Multicopter haben gegenüber Starrflüglern wichtige Vorteile. So können Multicopter vertikal starten und landen, wodurch sie auch in herausforderndem Terrain zum Einsatz kommen können. Ein Start am Fuße eines Wasserfalls in einem zugewachsenen Tal ist problemlos möglich. Multicopter können zudem an einer Position verharren (*Hovern*). Diese Möglichkeit, das Fluggerät ganz punktuell



⚡ Abbildung 1.10

Welche Vor- und Nachteile bringt es, wenn eine Drohne mit vielen Propellern ausgestattet ist? Diese schematische Darstellung versucht sich in einer Antwort. Systeme mit mehr Propellern (und damit mehr Gewicht) unterliegen aufgrund des steigenden Risikos höheren rechtlichen Auflagen.



⚡ Abbildung 1.11

Die Arme und Propeller der Parrot Anafi lassen sich so zusammenklappen, dass die Kameradrohne in eine etwa wasserflaschengroße Hülle passt und leicht in einem Rucksack verstaut werden kann.

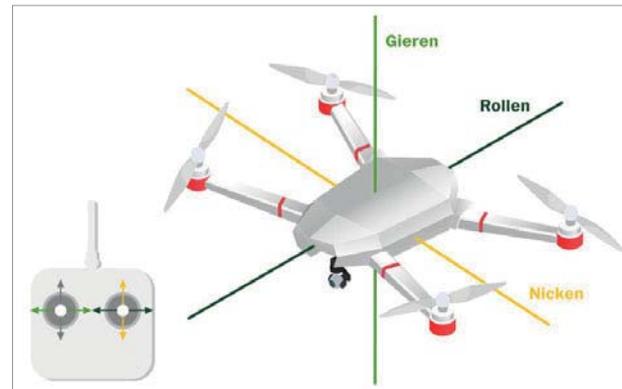
VORTEILE DER BAUTYPEN IM ÜBERBLICK

Vorteile von Starrflüglern:

- hohe Reichweite
- lange Flugzeit

Vorteile von Multicoptern:

- vertikale Starts möglich
- punktueller Einsatz möglich
- kompakte Abmessungen beim Transport
- Flug in jede beliebige Richtung möglich
- weniger anfällig für Wind



⤴ **Abbildung 1.12**

Die Hoch-, Quer- und Längsachse stehen in einem rechten Winkel zueinander und schneiden sich im Schwerpunkt des Fluggerätes.

einzusetzen, macht den Copter zu dem perfekten Werkzeug für die Foto- und Videografie.

Nicht zu unterschätzen ist auch die Kompaktheit von Multicoptern. Mittlerweile verfügen die meisten Drohnen dieser Art über Propellerarme, die sich für den Transport einklappen lassen. Das Equipment beansprucht in der Tasche deutlich weniger Platz. Somit werden Drohnen viel häufiger bei Ausflügen mitgenommen. Die sperrigen Tragflächen eines Starrflüglers sind bei einer Wanderung eher unpraktisch.

Beim Betrachten der Vorteile der verschiedenen Bautypen wird schnell klar, dass zum Fotografieren und Filmen die Multicopter die bessere Wahl sind. Daher werden wir uns im weiteren Verlauf des Buches in erster Linie auf den Einsatz von Multicoptern konzentrieren.

In der Industrie gibt es mittlerweile Mischformen (Hybride), die die Vorteile der Starrflügler mit denen der Multicopter kombinieren. Doch für Medienschaffende werden diese Konstellationen unserer Einschätzung nach in absehbarer Zeit keine Rolle spielen.

Die Achsen einer Drohne

Drohnen werden von drei Achsen durchdrungen, die alle in einem rechten Winkel zueinanderstehen: die Längs-, Quer- und Hochachse.

Sowohl bei Starrflüglern als auch bei Multicoptern sind Bewegungen um alle drei Achsen möglich. Bei Bewegungen um die Längsachse spricht man vom *Rollen*. Beim Kippen nach vorn oder hinten ist vom *Nicken* die Rede (Querachse) und die Rotation um die Hochachse wird als *Gieren* bezeichnet.

An dem Punkt, an denen sich alle drei Achsen schneiden, befindet sich der Schwerpunkt des Fluggerätes. Dieser Schwerpunkt kann sich verschieben, wenn Nutzlasten einer Drohne montiert oder entfernt werden. Ein verschobener Schwerpunkt kann die Stabilität des Fluges negativ beeinträchtigen. Deswegen sollten nur Nutzlasten angebracht werden, für die der Hersteller der Drohne eine Kompatibilität bescheinigt.

1.4 Die Funktionsweise eines Multicopters

Damit ein Multicopter die verschiedenen Flugmanöver ausführen kann, ist er auf das Zusammenspiel der *Propeller* angewiesen. Diese essenziellen Bauteile werden auch als *Luftschrauben* oder *Rotoren* bezeichnet.

Angetrieben werden die Propeller von *Brushless-Motoren*. Bei dieser Bauart wird die Energie durch Magnet-



⤴ **Abbildung 1.13**

Drohnenpropeller gibt es in den unterschiedlichsten Größen, Farben und Formen (z. B. mit 2, 3 oder 4 Blättern sowie flexibel oder starr).

felder übertragen und kommt ohne einen elektrischen Kontakt zwischen den festen und beweglichen Bauteilen des Motors aus. Aus diesem Grund leiden Brushless-Motoren unter weniger Verschleiß, sind damit langlebiger und haben sich bei Drohnen gegenüber anderen Motortypen durchgesetzt.

Am Beispiel eines Quadrocopters sehen wir uns die Funktionsweise nun genauer an. Durch die Rotation der Propeller sind Drohnen in der Lage, vom Boden abzuheben. Dabei spielt schon allein die Größe der Propeller eine entscheidende Rolle. Je kleiner der Durchmesser der Propeller ist, desto schneller muss sich der Motor bei gleichbleibendem Gewicht drehen, um den gleichen Auftrieb zu erzeugen. Deshalb sind Multicopter mit größeren Propellern tendenziell leiser.

Der Auftrieb erfolgt über die Bewegung der Propeller. Dreht sich der Propeller, drückt dieser auf die ihn umgebende Luft. Diese Luft drückt wiederum den Propeller nach oben, da jede Aktionskraft immer eine Reaktionskraft bewirkt (Drittes Newtonsches Gesetz). Sobald die so erzeugte Auftriebskraft größer ist als die Gewichtskraft des Fluggerätes, beginnt ein Steigflug.

Heutzutage sind die Propeller sehr hochwertig verarbeitet. Früher war es noch notwendig, Propeller auszu-

KRÄFTE BEI EINER DROHNE VERSTEHEN

Die verschiedenen Kräfte, die während eines Fluges wirken, können schnell verwirren. Deswegen erklären wir hier kurz die wichtigsten physikalischen Kräfte.

Unter dem *Schub* versteht man die Kraft, die die Propeller erzeugen. Der Schub wirkt bei Multicoptern nach oben und in die Flugrichtung.

Der *Auftrieb* beschreibt die nach oben gerichtete Kraft. Aus dem Verhältnis zur nach unten gerichteten Gewichtskraft ergibt sich das Flugverhalten:

- Gewichtskraft < Auftrieb = Steigflug
- Gewichtskraft = Auftrieb = Hovern
- Gewichtskraft > Auftrieb = Sinkflug

Bitte verwechseln Sie den Auftrieb nicht mit der *Antriebskraft*, die zum Beispiel bei Straßenfahrzeugen durch Räder übertragen wird und auch horizontal wirken kann.



⤴ **Abbildung 1.14**

Eine DJI Mavic Mini im Schwebeflug

DJI Mavic Air 2 | 4,5 mm | f2,8 | 1/320s | ISO 100

wuchten, um ungewollte Vibrationen zu verhindern. Beim *Auswuchten* sorgt man dafür, dass sich die Masse um den Mittelpunkt des Propellers gleichmäßig verteilt, indem man Material ab- oder aufgetragen hat. Heute spielt das Auswuchten zum Glück kaum eine Rolle mehr.



⤴ **Abbildung 1.15**

Bei diesem Yuneec Typhoon H Hexacopter lassen sich die Propeller durch silberne Ringe einfach den passenden Motoren zuordnen.

An einem Quadrocopter sind immer zwei links- und zwei rechtsdrehende Propeller montiert, wobei sich die Drehrichtung der Propeller nacheinander abwechselt. Bei der Montage der Propeller müssen Sie darauf achten, die Propeller auf den jeweils passenden Motoren zu befestigen! Bei den meisten Herstellern sind die Motoren sowie die Propeller mit dezenten Farbmarkierungen oder einem Buchstaben ausgestattet. Bei genauem Hinsehen finden Sie so schnell den richtigen Propeller für den jeweiligen Motor.

Während des Fluges werden durch unterschiedliche Drehzahlen der Propeller alle denkbaren Richtungswechsel möglich.

Starten und Landen

Bevor eine Drohne abheben kann, müssen Sie als Erstes die Motoren einschalten. Die Propeller bewegen sich mit mittlerer Drehzahl. Das Fluggerät bleibt noch am Boden. Erst die Erhöhung der Drehzahl sorgt dafür, dass die Drohne aufsteigt. Sobald sich die Drehzahl wieder auf einen mittleren Wert verringert, hält der Copter die Position. Bei einer weiteren Verringerung der Drehzahl beginnt ein Sinkflug.

Beim senkrechten Starten, senkrechten Sinken und beim Halten der Position an einer Stelle (Hovern) bewe-

gen sich alle Propeller unter idealen Bedingungen mit der gleichen Drehzahl. So wird sichergestellt, dass das Fluggerät nicht horizontal abdriftet.



⤴ **Abbildung 1.16**

Die Erhöhung der Drehzahl sorgt dafür, dass die Drohne aufsteigt.



⤴ **Abbildung 1.17**

Sobald sich die Drehzahl auf einen mittleren Wert verringert, hält die Drohne die Position.



⤴ **Abbildung 1.18**

Bei einer weiteren Verringerung der Drehzahl beginnt ein Sinkflug.

Farblegende:

- geringe Drehzahl
- mittlere Drehzahl
- hohe Drehzahl

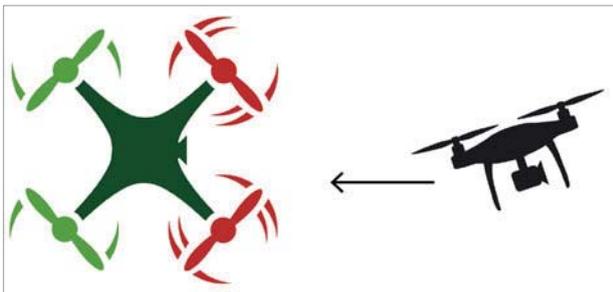
Vor- und Rückwärtsflug (Nicken)

Wenn der Quadrocopter nun in der Luft schwebt und nach vorn fliegen soll, muss sich die Drehzahl der hinteren Propeller erhöhen. Proportional dazu verringert sich die Drehgeschwindigkeit der beiden vorderen Motoren. Für einen Rückwärtsflug kehren sich die Drehzahlen um und die vorderen Propeller drehen sich schneller als die hinteren.



⤴ **Abbildung 1.19**

Wenn die Drohne nach vorn fliegen soll, muss sich die Drehzahl der hinteren Propeller erhöhen. Proportional dazu verringert sich die Drehgeschwindigkeit der beiden gegenüberliegenden Motoren.



⤴ **Abbildung 1.20**

Bei einem Rückwärtsflug kehren sich die Drehzahlen um und die vorderen Propeller drehen sich schneller als die hinteren Propeller. Die Drohne bewegt sich um die Querachse.

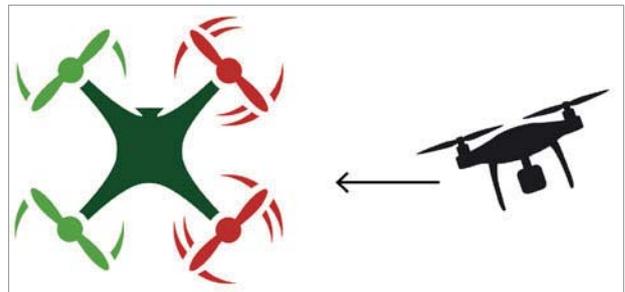
Seitliche Flüge (Rollen)

Ganz ähnlich wie die Vorwärts- und Rückwärtsflüge funktionieren die Bewegungen zur Seite. In den folgenden Abbildungen ist daher nur die Vorderseite der Drohne (und damit auch die Kamera) anders ausgerichtet. Bei einem Flug nach rechts erhöhen sich die Drehzahlen der linken Propeller, bei Flügen nach links die Drehzahlen der rechten Propeller.



⤴ **Abbildung 1.21**

Bei seitlichen Flügen (Rollen) bewegt sich die Drohne um die Längsachse. Um nach rechts zu fliegen, erhöhen sich die Drehzahlen der linken Propeller.



⤴ **Abbildung 1.22**

Wie bei allen Nick- und Rollmanövern muss sich die Drehzahl der anderen Propeller verringern, weil sich sonst die Flughöhe ändern würde.





KAPITEL 3

HERAUS- FORDERNDE FLUG- BEDINGUNGEN

Viele äußere Faktoren können die Sicherheit eines Drohnenfluges beeinflussen. Vor allem nasses und windiges Wetter ist ein ernstes Risiko für die fliegenden Kameras. In diesem Kapitel bereiten wir Sie auf schwierige Flugbedingungen vor und geben Hilfestellung, wie Sie trotzdem sicher fliegen können und wann Sie die Drohne am Boden lassen sollten.

3.3 Von einem Boot starten

Es ist so verlockend: Von einem Bootsausflug versprechen sich viele Drohnenpilot*innen einmalige Bilder, die garantiert Fernweh beim Betrachten auslösen. Doch es gibt einige Hürden zu bedenken. Leider werden die Herausforderungen häufig unterschätzt. Zu oft hören wir, dass eine Drohne für einen Urlaub gekauft wurde und einer der ersten Flüge direkt von einem Boot aus erfolgte. Die Folge ist, dass die Drohne versinkt, bevor das erste Mal auf den Auslöser gedrückt wurde. Deswegen widmen wir uns in diesem Abschnitt den besonderen Gegebenheiten, wenn Sie von einem Boot oder Schiff aus starten wollen.

Mit Trockenübungen beginnen

Wenn Sie einen Ausflug mit Ihrer Drohne auf einem Gewässer planen, sollten Sie an Land bereits ausreichende Flugerfahrung gesammelt haben und die Eigenschaften Ihrer Drohne gut einschätzen können. Machen Sie sich mit den Sicherheitssystemen vertraut und üben Sie Starts und Landungen aus der Hand. Wichtige Hinweise dazu finden Sie im zweiten Kapitel dieses Buches. Unterschätzen Sie diese Vorbereitungen nicht, denn das Drohnenfliegen von einem Boot aus zählt selbst bei Profis zu den schwierigsten Manövern, und Sie wollen sicher ungern Ihr Equipment einbüßen.

Eignung der Drohne

Nicht jede Drohne ist gleich gut für einen solchen Einsatz geeignet. Insbesondere die Anfälligkeit bei Wind ist ein wichtiger Punkt. Auf offener See können sich Winde stärker entfalten und werden von keinen natürlichen Hindernissen abgebremst. Die Drohne sollte also mindestens der Windstärke widerstehen können, mit der während des Fluges zu rechnen ist. Dabei sollten Sie immer die Windstärke der Böen als Gradmesser nehmen.

Wichtig ist auch zu wissen, welche Spitzengeschwindigkeit Ihre Drohne erreichen kann. Die horizontale Fluggeschwindigkeit sollte wesentlich höher sein als die

Summe der Reisegeschwindigkeit des Bootes und der Stärke des Gegenwindes.

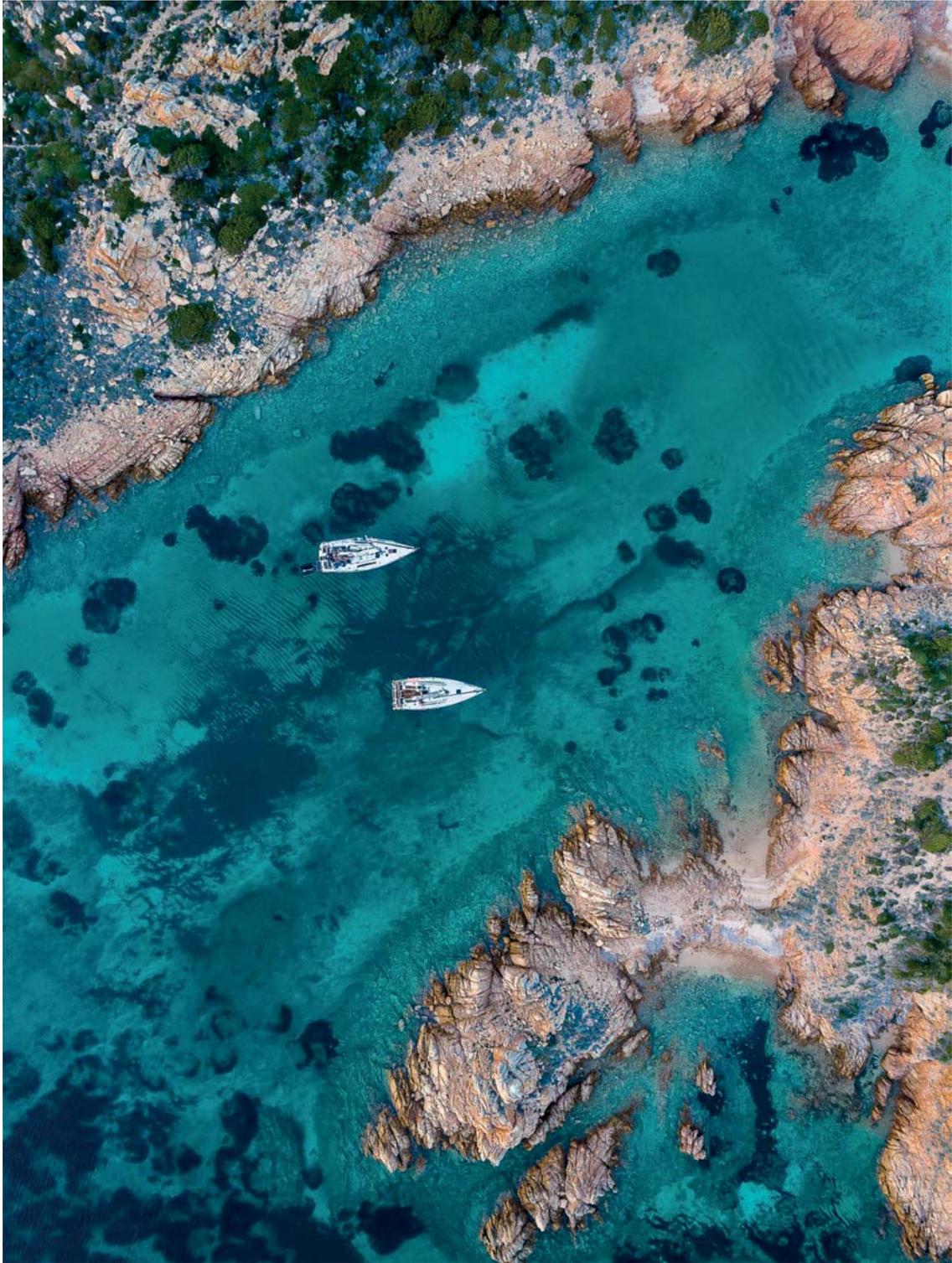
Nehmen wir an, Sie möchten ein Sportboot bei einer Fahrt mit 35 km/h filmen. Zugleich erleben Sie einen Gegenwind mit einer Stärke von 25 km/h. Bei einer Geschwindigkeit von 60 km/h würde die Drohne gerade so den Abstand halten können, jedoch könnte die Drohne das Boot nicht einholen. Viele der beliebten Minidrohnen unter 250 Gramm wären dieser Aufgabe nicht gewachsen, da sie nicht mal unter absoluten Topbedingungen eine Geschwindigkeit von 60 km/h erreichen. In diesen Fällen sollten Sie entweder auf einen Flug verzichten oder ausschließlich mit der Windrichtung fliegen.

Ein komplett anderer Aspekt bei der Technikwahl spielt die Form der Drohne. Faltbare Drohnen verfügen nicht mehr über ein Landegestell, wie es früher meistens der Fall war. U-förmige Landebeine haben allerdings den Vorteil, dass sich die Drohne bei hektischen Gegebenheiten ohne großes Verletzungsrisiko schnell greifen lässt. Vor allem auf Segelbooten mit viel Takelage ist das ein riesiger Vorteil, da sich die Drohne nur selten direkt auf dem Boot landen lässt. Mit einem Landegestell kann man die Drohne auch greifen, wenn sie nicht direkt über dem Boot fliegt, allerdings schon in greifbarer Nähe neben dem Boot schwebt. Besonders bei Wind auf einem sich bewegenden Boot hat uns dieses Feature schon viele gute Dienste erwiesen. Bei schwierigen Bedingungen können Sie die Drohne schnell am Landegestell in der Luft packen und festhalten. Optimal ist natürlich, wenn Ihnen jemand bei der Landung zur Seite steht und die Drohne fängt, nachdem Sie diese präzise zum Boot gesteuert haben.

» **Abbildung 3.14**

Mit einem Boot erreicht man Orte, die sonst nur schwer zugänglich sind und damit besonders interessante Motive darstellen. Dieses Foto ist beim abendlichen Ankern an der italienischen Mittelmeerküste entstanden.

DJI Phantom 4 Pro | 8,8mm | f4 | 1/25s | ISO 100





⤴ **Abbildung 3.15**

Mithilfe der Beine an der DJI Phantom 4 Pro lässt sich die Drohne sehr einfach aus der Hand starten und – auf Booten viel wichtiger – recht einfach landen.

Den richtigen Standort auf dem Boot finden

Sind Sie auf dem Boot angekommen, müssen Sie einen guten Platz für die Starts und Landungen finden. Masten, Taue und Segel sind typische Hindernisse, an denen Drohnen hängen bleiben können. Sie benötigen also möglichst einen Fleck, der weitestgehend frei von solchen Gegenständen ist.

Beim Einschalten der Drohne kann es passieren, dass Ihnen eine Meldung angezeigt wird, die Sie vor einem Problem mit der IMU warnt (z. B. bei DJI: **IMU calibration required**). Dieses Problem kommt dadurch zustande, dass sich Boote durch Wellen oder Wind permanent bewegen. Wenn die Systeme der Drohne hochfahren, werden die Sensoren nicht richtig kalibriert. Mit fehlerhaft kalibrierten Lagesensoren wird ein Drohnenflug extrem riskant, weshalb Sie bei so einer Meldung kein Fluggerät in die Luft lassen sollten. Stattdessen können Sie die folgenden beiden Optionen, gern auch in Kombination, ausprobieren:

1. Platzieren Sie die Drohne beim Einschalten nach Möglichkeit entlang der Längsachse des Bootes – also möglichst mittig. An dieser Stelle fallen die Schwankungen am geringsten aus.

2. Stellen Sie die Drohne beim Einschalten nicht auf den Boden, sondern halten Sie sie mit den Händen fest. Damit können Sie die Schwankungen des Bootes mit dem eigenen Körper ausgleichen.

Mit den beiden Lösungsstrategien sollte es Ihnen gelingen, die Drohne mit funktionierender Sensorik zum Fliegen zu bekommen.

Wenn die Drohne abhebt, wird sie ohne Ihr Zutun zunächst in einen Schwebeflug übergehen. Fährt das Boot in diesem Moment jedoch weiter geradeaus, entfernt sich die Drohne von Ihnen. Es wirkt so, als würde die Drohne nach hinten fliegen, obwohl sie nur ihre Position an den eingespeicherten Koordinaten hält. Bei der Prüfung auf Hindernisse müssen Sie diesen relativen Flugpfad berücksichtigen. Daher ist es meistens schlau, die Drohne am Heck zu starten. Andernfalls besteht die Gefahr, dass die Drohne direkt gegen eine Kabine o. Ä. knallt, noch bevor der Drohnenflug richtig beginnen konnte.

Doch auch vor Anker liegt ein Boot meist in Windrichtung. Wenn Wind gehen sollte, könnte das Heck auch hier



⤴ **Abbildung 3.16**

Wenn Sie die Drohne von einem fahrenden Boot aus starten lassen, empfiehlt es sich meistens, dies vom Heck des Bootes zu tun. Wenn das Schiff in Bewegung ist, vermeiden Sie dadurch, dass die Drohne gegen eine Bootswand o. Ä. knallt und schlimmstenfalls ins Wasser stürzt.



⚡ **Abbildung 3.17**

Einer unserer ersten Drohnenflüge von einem Boot aus erfolgte in Indonesien. Auf dem Boot gab es zwar wenig Hindernisse, dafür aber kaum Plätze, von denen wir freie Sicht auf den Himmel hatten. Nur das kleine Fenster an der Vorderseite stand für den Start und die Landung zur Verfügung. Da das Boot von den Wellen auf und ab bewegt wurde, änderte sich der Abstand zwischen Drohne und Boot permanent und die Drohne tänzelte aus unserer Sicht hin und her. Sie können sich bestimmt gut vorstellen, wie wir aufatmeten, als die Drohne endlich sicher landete.

DJI Phantom 2 mit GoPro Hero 4 Black | Ausschnitt aus Videosequenz

der beste Ort zum Starten und Landen der Drohne sein. Inspizieren Sie das Boot vor Ihrem Flug genau: Von wo kommt der Wind? Wo blockieren Gegenstände, wie z. B. Seile und Masten, den Weg? Je nach Größe des Bootes und den Gegebenheiten vor Ort kann der beste Start- und Landeplatz abweichen. So entschieden wir bei einem Segeltörn in Italien, die Drohne lieber an Back- oder

Steuerbordseite zu starten und nur am Heck entgegen der Windrichtung zu landen.

Bei der Wahl des richtigen Standortes auf dem Boot spielt es eine Rolle, wie sehr Sie selbst durchgeschüttelt werden. Bei starkem Wellengang kann es eine Herausforderung werden, ruhige Flugmanöver durchzuführen. In der Mitte des Bootes stehen bzw. sitzen Sie in der

Regel ruhiger. Beobachten Sie schon vor einem Start das Verhalten des Bootes, um bestens vorbereitet zu sein.

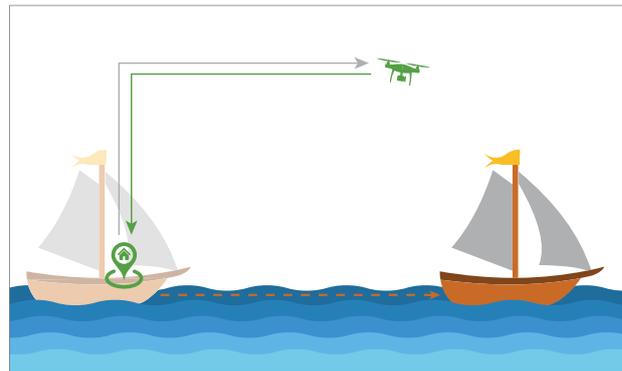
Wenn Sie eine Sequenz filmen wollen, können starke Bewegungen des Bootes für ruckelige und hektisch wirkende Aufnahmen sorgen. Um die Auswirkungen des Wellengangs zu minimieren, können Sie zum Filmen in den Einstellungen der Drohne die Sensibilität der Steuerknüppel reduzieren. Dadurch fallen kleine Ruckler bei der Steuerung nicht so sehr ins Gewicht. Am einfachsten geht das, indem Sie den **Langsamflugmodus** (alternativ **Tripod-** bzw. **Cine-Mode**, je nach Modell) aktivieren. Für die Landung bzw. zum Zurücklegen großer Strecken sollten Sie danach wieder in den normalen Modus schalten, damit die Drohne ausreichend Leistung bringt.

Falls es die Gegebenheiten auf dem Boot hergeben, können Sie sich nach dem Starten und vor dem Landen in einen schattigen Bereich zurückziehen, damit Sie besser erkennen können, was auf dem Display angezeigt wird. Stellen Sie jedoch sicher, dass Sie mit einer Person in direktem Kontakt bleiben, die die Drohne beobachtet. Gerade auf dem Boot kann durch die Bewegungen und fehlende Referenzen in der Landschaft schnell die Orientierung verloren gehen. Da ist es wichtig, dass die Drohne nicht aus den Augen verloren wird.

Notfallszenario festlegen

Kommt es während des Fluges zu einem Verbindungsabbruch oder anderen Problemen, wird ein Failsafe ausgelöst.

Startpunkt als Home Point In den meisten Fällen ist die Rückkehr zur Startposition (RTH) die beste Failsafe-Option, die Sie wählen können. Doch was würde in unserem Fall bei einem fahrenden Boot passieren? Die Drohne fliegt zum Startpunkt zurück, entfernt sich weiter von uns und versucht dann beim abgespeicherten Home Point auf der Wasseroberfläche zu landen. Da Sie sich mit dem Boot längst ganz woanders befinden, wäre das mit Sicherheit der letzte Flug Ihrer Drohne. Deswegen gehen wir nun darauf ein, welche anderen Optionen zur Verfügung stehen.



⤴ **Abbildung 3.18**

Standardmäßig fliegt eine Drohne bei einem Failsafe zum Startpunkt zurück. Auf einem Boot könnte diese sonst so nützliche Funktion fatale Folgen haben. Wenn Ihr Boot nicht gerade ankert, wird es sich von dem ursprünglichen Startpunkt der Drohne entfernt haben. Damit Sie keine Wasserung erleben müssen, sollten Sie sich vor dem Flug darüber Gedanken machen, welche Aktion in so einem Notfallszenario passieren soll.



⤴ **Abbildung 3.19**

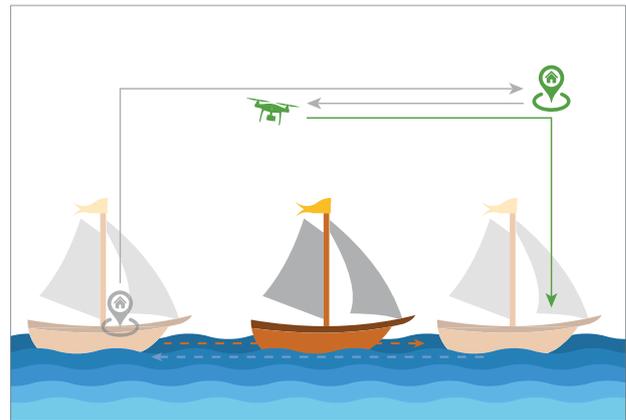
Die Failsafe-Optionen, die für den Fall eines Signalverlustes zur Verfügung stehen, finden Sie in der App DJI Fly in den Einstellungen unter dem Menüpunkt »Sicherheit ▶ Erweiterte Sicherheitseinstellungen«.

Beim Marktführer gibt es in der App DJI Fly neben der **Rückkehr** (RTH) noch die Option **Sinkflug** (also einer direkten Landung) und **Schwebeflug** (Hovern).

Schwebeflug als Failsafe-Verhalten Bei einer direkten Landung würde nicht genügend Zeit für eine Reaktion bleiben und das Schicksal der Drohne wäre damit endgültig besiegelt. Der Übergang in den Schwebeflug ist für dieses Szenario eine bessere Option, denn dann haben Sie die Möglichkeit, das Boot zu wenden und unterhalb der Drohne zu platzieren. Es gibt also eine reale Chance, den Flieger zu retten.

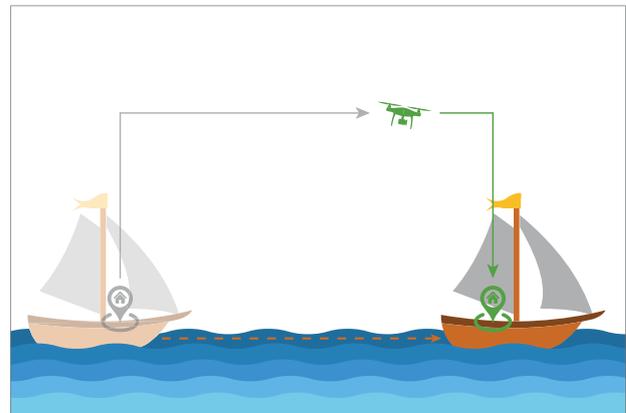
Zielort als Home Point Eine andere Option kann es sein, RTH als Failsafe beizubehalten und direkt nach dem Start zur geplanten Zielposition (oder ans Ufer) zu fliegen. Dort überschreiben Sie den Home Point und steuern im Anschluss die Drohne zum Boot zurück. Nun können Sie die gewünschten Manöver durchführen. Kommt es nun zu einem Zwischenfall, bewegen sich Boot und Drohne zumindest in dieselbe Richtung. Sie müssen jedoch darauf vertrauen, dass das Boot genau den Home Point der Drohne trifft oder Sie die Kontrolle schnell zurückgewinnen, indem Sie die Distanz zwischen Fernsteuerung (Boot) und Fluggerät schnell verkürzen.

Dynamischer Home Point Ein letzter Ansatz ist die Nutzung eines dynamischen RTH. Beim dynamischen RTH wird der Home Point laufend mit dem Standort der Fernsteuerung bzw. des genutzten Smartphones aktualisiert. Das bedeutet, dass die Drohne automatisch zu Ihnen zurückkehrt, so wie Sie es sich sicherlich wünschen. Diese Funktion steht häufig nur mit Applikationen von Drittanbietern (z. B. Litchi) zur Verfügung und basiert auf den GNSS-Daten der Fernsteuerung oder des Smartphones. Wenn Sie diese Möglichkeit nutzen wollen, machen Sie sich an Land mit der Handhabung der App vertraut und simulieren Sie das Manöver. Prüfen Sie kritisch, wie zuverlässig die Drohne Ihre Position trifft. Leider ist die GPS-Ortung von Smartphones häufig nicht so präzise wie die von Drohnen. Eine Ungenauigkeit von zehn Metern kann auf einem Boot schon ein echtes Problem darstellen. Simulieren Sie bei Ihren Tests auch, was passiert, wenn Sie sich nach dem Aktivieren des Failsafes weiter von der ursprünglichen Position wegbewegen, so wie es auf einem Boot wahrscheinlich der Fall ist.



⤴ **Abbildung 3.20**

Um eine Wasserrung zu vermeiden, können Sie nach dem Start den Home Point am geplanten Zielort abspeichern. Anschließend bringen Sie die Drohne zurück zum Boot, das in Richtung des neu gesetzten Home Points fährt. Nun können Sie die Drohne zum Ausgangspunkt bewegen, die Drohne filmt das fahrende Boot, das in Richtung gesetzten Home Point fährt. Sollte nun ein Failsafe ausgelöst werden, kommt die Drohne in die gleiche Richtung geflogen und die Chancen steigen, dass Sie die Kontrolle über Ihr Fluggerät wiedererlangen oder die Drohne direkt auf dem Boot landen kann. Besonders bei Ausflügen mit schnellen und wendigen Motorbooten ist dieser Ablauf geeignet.



⤴ **Abbildung 3.21**

Bei einigen Drohnen haben Sie die Möglichkeit, den Home Point fortlaufend mit der Position der Fernsteuerung zu aktualisieren. Entfernen Sie sich mit dem Boot von dem ursprünglichen Startpunkt, so wird der Home Point immer wieder neu gesetzt.

Wenn Sie sich sicher sind, dass sich der Home Point in Ihrer Umgebung befindet, können Sie den RTH-Modus dafür nutzen, Ihre Drohne auf schnellstem Wege zu Ihnen zurückzubringen. Gerade auf dem offenen Meer kann man schnell die Orientierung verlieren. Bevor die Drohne nach der automatischen Heimkehr zur Landung ansetzt, sollten Sie die Kontrolle zurückerlangen und selbstständig die Landung durchführen, um auf alle Gegebenheiten schnell reagieren zu können.

Flug durchführen

Damit Sie sich langsam an die Flugumgebung herantasten können, sollten Sie den ersten Flug von einem Boot aus durchführen, wenn das Boot vor Anker liegt. Fühlen Sie sich da sicher, starten Sie bei einer motorgetriebenen Fahrt mit geringer Geschwindigkeit. Erst mit ausreichender Erfahrung empfehlen wir einen Drohnenflug auf einem Segelboot.

Vor dem Flug sollten Sie die Crew über Ihr Vorhaben informieren und mit dem Kapitän/Skipper klare Kommandos vereinbaren. Funktioniert etwas nicht nach Plan,

kann so die Geschwindigkeit des Bootes angepasst werden oder das Boot wenden.

Haben Sie sich ausführlich auf den Flug vorbereitet, kann es losgehen. Schalten Sie die Drohne an einem Ort ein, an dem das Fluggerät möglichst wenigen Bewegungen ausgesetzt ist. Vermeiden Sie metallische Umgebungen, um den Kompass nicht zu stören. Ist die Drohne startbereit, legen Sie das zuvor bestimmte Failsafe-Verhalten fest und deaktivieren die Hinderniserkennung. Ist die Hinderniserkennung aktiviert, kann es beim Landeanflug passieren, dass die Drohne z. B. wegen eines Segels abbremst, vor dem Boot stehen bleibt und sich nicht näher an das Boot heran manövrieren lässt. Ist die Hinderniserkennung gleich deaktiviert, verhindern Sie unnötige Komplikationen.

Um die Wahrscheinlichkeit einer Kollision zu verringern, können Sie die Drohne sowohl aus der Hand starten als auch in der Hand landen. Damit sind die Wege kürzer, um aus der Gefahrenzone herauszukommen. Weisen Sie am besten schon an Land eine zweite Person ein, die Ihnen diese Aufgabe abnimmt. Sie sollten sich vollkommen auf die Steuerung konzentrieren können.



« **Abbildung 3.22**

Bei einem Videodreh für den Tourismusverband der Seychellen wurde deutlich, wie wichtig es ist, mit der Crew des Schiffes in Kontakt zu stehen und zusammenzuarbeiten. Während des Landeanflugs der Drohne auf dem Katamaran riss ein Seil und das Vorsegel wehte samt Leinen wild von links nach rechts. Die Landung der Drohne mussten wir abbrechen, weil das Segel sonst das Fluggerät vom Himmel geholt hätte. Auch wenn der Akkustand niedrig ist, ist es in dem Moment wichtig, Ruhe zu bewahren. Die Crew holte schnell das Segel ein, befestigte alle losen Teile und unsere Drohne konnte sicher auf dem Katamaran landen.

DJI Phantom 4 Pro | Ausschnitt aus Videosequenz



⤴ **Abbildung 3.23**

Nach dem Regen kommt die Sonne und mit etwas Glück auch ein wunderschöner Regenbogen. Nachdem das Gewitter vorübergezogen war, konnten wir während eines Segeltörns im Mittelmeer diese fantastische Situation einfangen. Nur wenige Minuten war der Regenbogen zu sehen. Es musste schnell gehen, die Drohne aus der Kabine zu holen und zu starten. In so einer Situation heißt es Ruhe bewahren und alle gelernten Punkte zum Starten auf einem Boot dennoch im Hinterkopf behalten. Es kann sehr unglücklich enden, wenn Sie in der Hektik nur einen Moment nicht aufpassen.

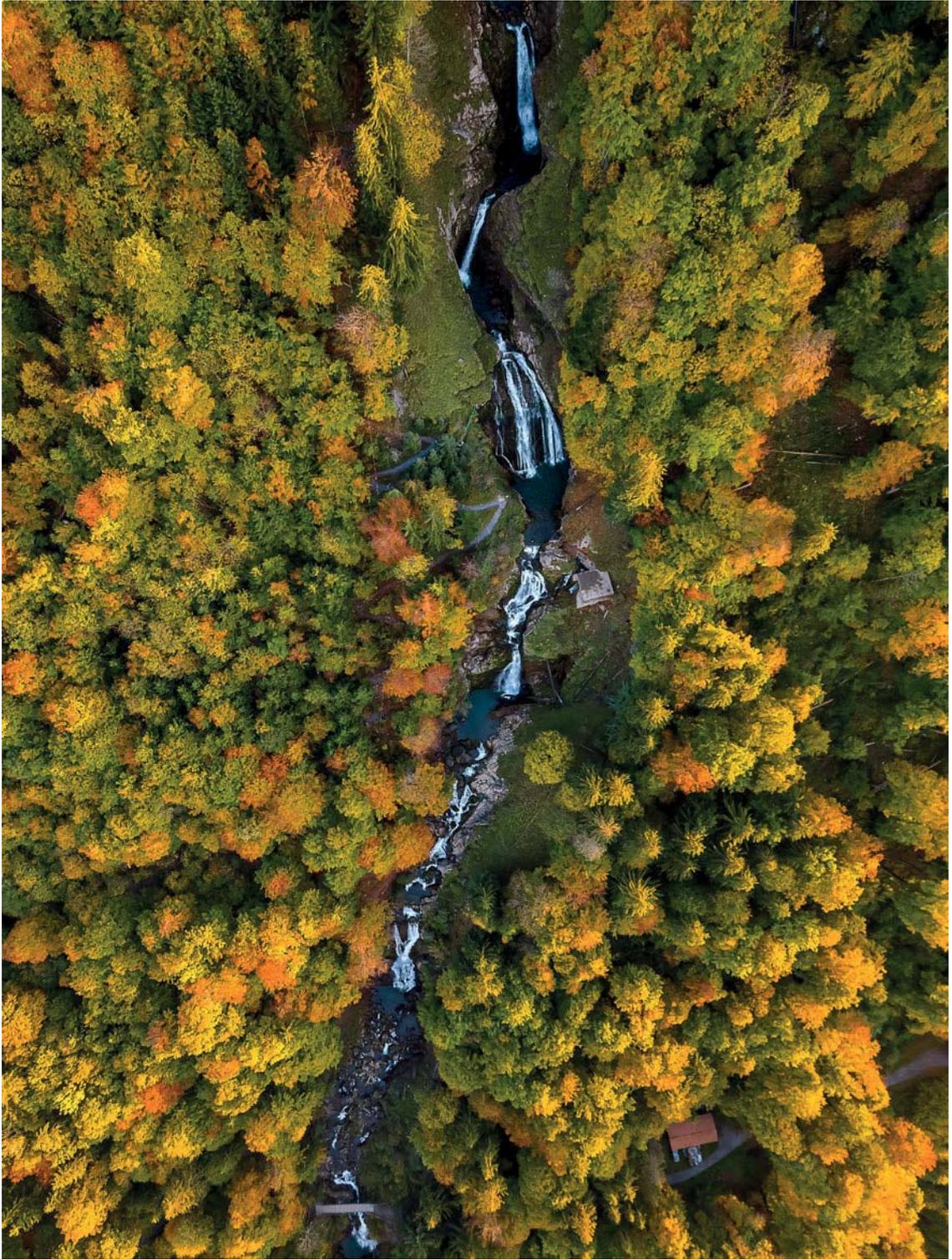
DJI Phantom 4 Pro | 8,8 mm | f4,5 | 1/640s | ISO 100

Ist die Drohne in der Luft, lassen Sie den Flieger zunächst in der Umgebung des Bootes. Bekommen Sie ein Gefühl dafür, wie stabil die Drohne fliegt und wie leicht es ihr fällt, das Boot zu verfolgen. Läuft alles nach Plan, können Sie jetzt die Motive einfangen, die Sie im Kopf haben.

Damit Sie im Ernstfall Zeit für Gegenmaßnahmen haben, sollten Sie den Akku nicht mehr als zu 50 % im Flug entladen. Bei der Hälfte des Akkustandes empfehlen wir, den Rückflug einzuleiten, um bei Problemen ausreichend Spielraum für weitere Landeversuche zu haben.

3.4 Fliegen an Wasserfällen

Wasserfälle sind beeindruckende Naturschauspiele und begeistern durch ihre Wildheit. Selbstverständlich lassen sich auch hier spannende Fotos und Videos einfangen. So paradiesisch Wasserfälle auf uns wirken mögen, so gefährlich kann aber der Einsatz von Drohnen hier sein. Sowohl die Feuchtigkeit als auch die Beschaffenheit des Geländes sorgen für einige Herausforderungen. Aus diesem Grund widmen wir uns auf den folgenden Seiten diesen Einsatzgebieten.



Feuchtigkeit

Als Erstes stehen wir vor der Herausforderung der Nässe. Viele Wassertröpfchen schweben in der Luft und könnten potenziell einen Kurzschluss an der Drohne verursachen. Solange Sie die Drohne jedoch nicht zu nah an das herab brausende Wasser heranfliegen, sollte Ihrer Drohne nichts passieren. Beobachten Sie vor dem Start eine Weile, wie das Wasser fällt und wo sich Dunstwolken bilden.

Neben der Feuchtigkeit von oben begegnet uns natürlich auch die Feuchtigkeit am Boden. Das heruntergefallene Wasser fließt direkt als Bach bzw. Fluss weiter, oder es gibt ein Staubecken, in dem sich das Wasser sammelt. Umrahmt wird die Szenerie oft von Felsblöcken und umgefallenen Bäumen.

Umgebung und Untergrund

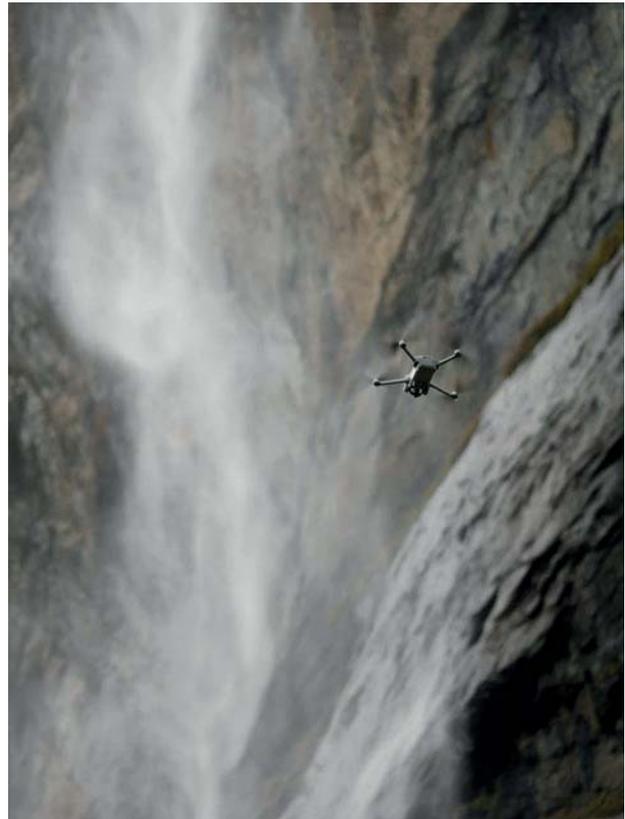
Genau diese Wildheit, die uns in ihren Bann zieht, stellt uns beim Fliegen einer Drohne vor gewisse Probleme. Die Umgebung macht es schwer, Drohnen zu starten und zu landen. Es gibt selten ebene Flächen, die Ihnen dafür zur Verfügung stehen. Es wird häufig eine gute Idee sein, die Drohne aus der Hand zu starten und am Ende des Einsatzes wieder mit der Hand aufzufangen. Beim Start von einem (krummen) Stein besteht immer die Gefahr, dass die Drohne abrutscht und ins Wasser gleitet. Die Freude am Ausflug dürfte dann dahin sein.

Falls Sie einen Ausflug zu einem Wasserfall planen, üben Sie vorher in freier Umgebung, wie Sie Ihre Drohne von der Hand aus starten können und wie die Landung in der Handfläche gelingt. Diese Manöver das erste Mal an einem Wasserfall auszuprobieren, könnte für böse Überraschungen sorgen. Tipps für dieses Training finden Sie in Abschnitt 2.4, »Die ersten Flugübungen«, ab Seite 69.

◀ **Abbildung 3.24**

Wasserfälle faszinieren! Besonders an Wasserfällen in engen Schluchten oder an wild tobenden Gewässern sollten Sie beim Fliegen Ihrer Drohne vorsichtig sein und die Kräfte nicht unterschätzen.

DJI Mini 3 Pro | 6,72 mm | f1,7 | 1/25–1/320 s | ISO 100 | HDR-Aufnahme aus Belichtungsreihe



⤴ **Abbildung 3.25**

Die DJI Mini 3 Pro vor einem Wasserfall in der Schweiz. Immer wieder schaltete sie in den Atti-Modus (Flug ohne Positions Korrektur durch GNSS) um, da nicht genügend Satelliten empfangen wurden. Neben den Hinweisen auf dem Monitor der Steuerung wurde dies durch ein Hin- und Hertänzeln der Drohne deutlich.

Nicht nur der Untergrund stellt eine herausfordernde Umgebung dar. Da Wasserfälle häufig in Täler fließen, ist oft das Platzangebot überschaubar. In den Tälern gibt es je nach Landschaft durch das Wasser häufig eine üppige und unübersichtliche Vegetation. Dünne Äste, herabhängende Pflanzen und Lianen sorgen für zahlreiche Hindernisse. Durch die teils zarten Strukturen kann selbst die Hinderniserkennung vieler Drohnen einen Zusammenstoß nicht verhindern. Achten Sie also während des Fluges genau auf die Pflanzenwelt. An besonders unübersichtlichen Wasserfällen laufen wir die geplante Flugstrecke vorher ab und machen uns ein genaues Bild

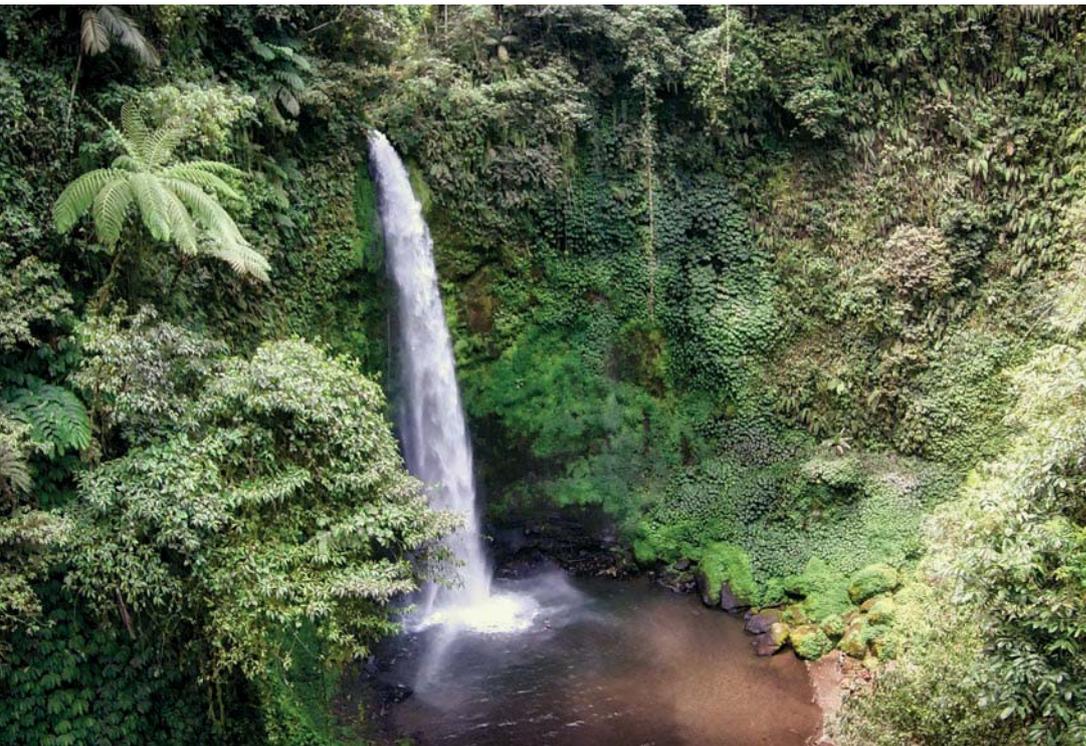
davon, welche Flugrouten möglich sind. Dabei achten wir auf mögliche Luftströmungen, die Einfluss auf die Drohne haben könnten.

Nicht ganz zu vernachlässigen ist der Aspekt, dass neben Ihnen auch andere Personen den Wasserfall besuchen und sich dort erholen wollen. Rechnen Sie damit, dass Personen aus dem Dickicht auftauchen, die Sie zuvor nicht gesehen haben. Vielleicht wollte sich jemand zum Baden umziehen? Seien Sie sensibel gegenüber dem Bedürfnis nach Privatsphäre und bei der Bemessung von Sicherheitsabständen. Sollten andere Personen anwesend sein und sich mit Ihnen das kleine Paradies teilen, suchen Sie gern den Kontakt und bitten Sie um deren Zustimmung.

Satellitenkommunikation

Um all die Dinge noch ein Stück komplizierter zu machen, versagt an Wasserfällen häufig die Satellitenkommunikation. Felswände schirmen oft die GNSS-Signale

ab, sodass die Positionsbestimmung und Korrektur kaum funktioniert und Sie theoretisch alle Kursabweichungen manuell korrigieren müssen. Doch warum nur theoretisch? Viele moderne Drohnen sind an der Unterseite des Gehäuses mit Ultraschallsensoren ausgestattet, die selbst bei fehlendem GNSS-Empfang dabei unterstützen, die aktuelle Position zu halten. So durften wir bei einem Projekt in Westafrika erleben, dass unsere Drohne nur minimalen Kursabweichungen ausgesetzt war. Und das mit nur einem einzigen empfangenen GNSS-Satelliten bei spürbarem Wind am Fuße eines Wasserfalls. Diese Leistung war beeindruckend, jedoch ist das nur eine halbe Entwarnung. Denn die Ultraschallsensoren funktionieren immer nur in eine Flughöhe von wenigen Metern. Sollten Sie bei schlechtem GNSS-Empfang die Drohne in größeren Höhen fliegen, müssen Sie damit rechnen, dass die Positionskorrektur komplett versagt und Sie die Drohne vollständig manuell steuern müssen. Zwar wird mit steigender Flughöhe auch die Wahrscheinlichkeit steigen, dass Sie mehr Satelliten empfangen.



« **Abbildung 3.26**

Wasserfälle in Tälern und zwischen Felswänden sind ein großartiges Fotomotiv, bieten jedoch einige Risiken für den Drohnenflug. Häufig können wenig bis gar keine Satelliten in den Schluchten empfangen werden. Es kann somit passieren, dass die Drohne ihre Position nicht selbst halten kann und schnell durch Winde abgetrieben wird und dem Geäst am Hang bedrohlich nahe kommt.

**DJI Phantom 2 mit GoPro
Hero 4 Black | 3 mm | f2,8 |
1/60s | ISO 128**

NEUE PERSPEKTIVEN ENTDECKEN

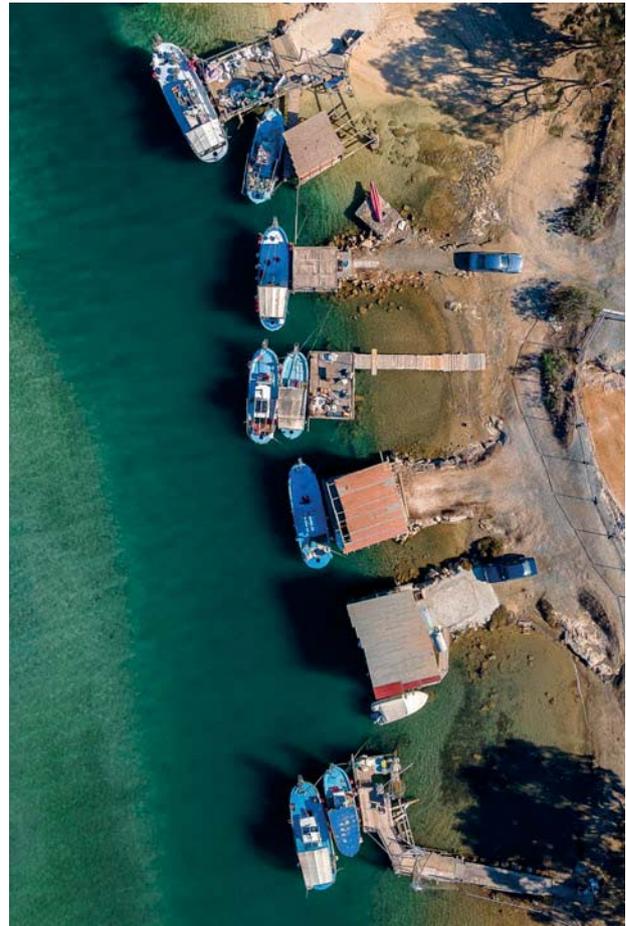
Mittlerweile beherrschen Sie die Drohnensteuerung im Schlaf. Jetzt wird es Zeit, die fliegende Kamera für Ihre kreativen Projekte einzusetzen. In diesem Kapitel lernen Sie die Grundlagen kennen, die Sie für phänomenale Luftaufnahmen brauchen.

4.1 Planung von Luftaufnahmen

In der Fotografie gibt es auf der einen Seite die *Schnappschüsse*. Darunter versteht man Bilder, die unmittelbar eine Szene einfangen. Die Fotografin oder der Fotograf verewigt die Motive vor Ort, ohne aktiv in das Geschehen einzugreifen und viele Gedanken an den Bildaufbau zu verschwenden. Stattdessen wird ein flüchtiger Moment eingefangen.

Wenn Sie Ihre Drohne bei Rundreisen oder Ausflügen einsetzen möchten, werden Sie sehr häufig dazu genötigt sein, Schnappschüsse zu machen. Und das ist gar nicht weiter schlimm, denn auch bei einem Schnappschuss kann ein wunderbares Bild entstehen. Viele Drohnenpilot*innen übersehen jedoch, dass ihnen bei Luftaufnahmen noch viel mehr Möglichkeiten zur Verfügung stehen.

Bei der *inszenierten Fotografie* überlegen wir uns vorab, welches Motiv wir einfangen möchten und welche Bildaussage dabei entstehen soll. Welche Wirkung soll mein Foto beim Betrachten entfalten? Die folgenden Seiten beschäftigen sich ausgiebig damit, wie Sie Ihre Aufnahmen planen können und welche gestalterischen Möglichkeiten Ihnen zur Verfügung stehen.



⤴ **Abbildung 4.1**

An diesem kleinen Fischerhafen hielten wir spontan an und machten einige Schnappschüsse ohne große Vorabplanung.

DJI Mavic Air 2 | 4,5 mm | f2,8 | 1/50s | ISO 100

Dazu werden wir uns unter anderem mit der Fototechnik beschäftigen und uns gestalterische Regeln ansehen. Doch lassen Sie uns zunächst damit beginnen, den Einfluss der Zeit auf unsere Fotos zu beleuchten.

Warum gutes Timing wichtig ist

Die häufigsten Motive in der Drohnenfotografie sind Landschaften und Gebäude. Wenn Sie solche feststehenden Objekte filmen oder fotografieren, müssen Sie sich

nach dem natürlichen Licht richten, das zur Verfügung steht. Während sich ein menschliches Modell beliebig zur Lichtquelle positionieren lässt, werden Gebäude nur zu bestimmten Zeiten von der natürlichen Lichtquelle – der Sonne – optimal ausgeleuchtet.

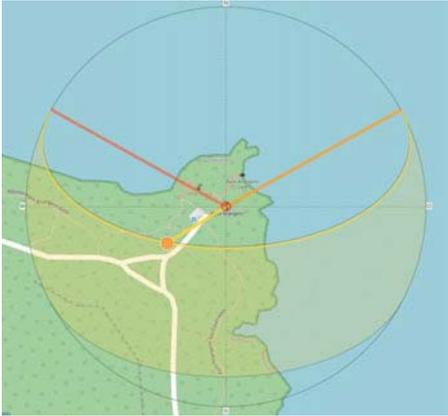
Wird Ihr Hauptmotiv von einem Schatten bedeckt, kommen die Details wie Farben und die Struktur nicht perfekt zur Geltung. Bei Gegenlichtaufnahmen kann das durchaus ein gewünschter Effekt sein, häufig wird die mangelhafte Ausleuchtung jedoch die Bildaussage sabotieren.



⤴ **Abbildung 4.2**

Die Goldene Stunde kurz nach Sonnenaufgang färbte die Windmühlen in ein wunderschön warmes Licht.

DJI Mavic Air 2 | 4,5 mm | f2,8 | 1/2500–1/8000s | ISO 400 |
HDR-Aufnahme aus Belichtungsreihe



⚡ **Abbildung 4.3**

Auf der Internetseite www.sonnenverlauf.de können Sie für jeden Ort überprüfen, an welcher Position sich die Sonne zu einer bestimmten Uhrzeit befindet. Während die gelbe Linie die Sonnenposition zur vorgegebenen Uhrzeit darstellt, geben die beiden orangefarbenen Linien Aufschluss über die Position zum Sonnenaufgang bzw. Sonnenuntergang.

» **Abbildung 4.4**

Nicht jedes Fahrzeug lässt sich frei positionieren und zur Sonne ausrichten. Gerade bei Eisenbahnen sind Sie auf die Bahnstrecke und den passenden Fahrplan angewiesen.

DJI Phantom 4 Pro | 8,8 mm | f2,8 | 1/80 s | ISO 800



Bei der Flugvorbereitung sollten Sie sich also mit dem Lauf der Sonne beschäftigen. Wann leuchtet die Sonne Ihr Motiv in der gewünschten Perspektive perfekt aus?

Während der Planung hilft ein Blick auf eine Karte, die den Stand der Sonne im Tagesverlauf darstellt. Derartige Dienste finden Sie auf www.sonnenverlauf.de oder mit Apps wie Sun Tracker AR.

Die Angebote funktionieren alle sehr ähnlich: Für einen beliebigen Standort werden Linien eingezeichnet, die die Position der Sonne zum Sonnenauf- und Sonnenuntergang darstellen. So sehen Sie, wie das Objekt ausgerichtet ist und zu welcher Tageszeit Sie das Shooting

planen sollten. Prüfen Sie bei der Anzeige auch, ob sich womöglich Hindernisse zwischen der Sonne und Ihrem Motiv befinden, die Schatten auf Ihr Motiv werfen.

Neben Immobilien gibt es natürlich auch Motive, die sich frei bewegen lassen und bei denen die Ausleuchtung keine entscheidende Rolle spielt. Personen, Fahrzeuge und Boote sind naheliegende Beispiele, bei denen Sie flexibler bei der Wahl der Perspektive sind.

Um bei solchen Shootings das Optimum herauszuholen, sollten Sie die Tageszeiten mit den unterschiedlichen Stimmungen kennen, die das natürliche Licht der Sonne bewirkt.

TIPP FÜR PROFIS: DAS GESPRÄCH SUCHEN

Fertigen Sie die Luftaufnahmen für Kunden an, fragen Sie Ihren Auftraggeber, wofür er die Fotos nutzen möchte und welche Stimmung dabei entstehen soll.

Beim gleichen Motiv kann bei unterschiedlichen Auftraggebern je ein anderer Zeitpunkt der richtige sein. Nehmen wir an, in Ihrer Stadt gibt es ein markantes Gebäude. Die Architektin der Immobilie freut sich, wenn die farbige Fassade mit all ihren Details erkennbar ist. Demzufolge ist der beste Zeitpunkt für ein Shooting, wenn die Sonne die Vorderseite des Gebäudes gleichmäßig anstrahlt. Vielleicht ist auch ein Tag mit starker Bewölkung vorteilhaft, damit Schatten nicht von den Formen des Gebäudes ablenken. Ganz anders fällt das Fazit vielleicht aus, wenn die Tourismusgesellschaft der Stadt Sie beauftragt. Für die touristische Vermarktung werden stimmungsvolle Aufnahmen vom charakteristischen Stadtbild benötigt, die sich gut zum Sonnenaufgang anfertigen lassen.

Nutzen Sie das Gespräch gleich als Gelegenheit, aus der Sicht Ihrer Auftraggeber die Besonderheiten des Motivs zu erfahren. Insbesondere in der Architektur können mehrere Aspekte für Ihre fotografische Arbeit relevant sein. Vielleicht verfolgte ein Architekt ein besonderes ästhetisches Grundkonzept, das Sie aufgreifen sollten. Vielleicht liegt die Besonderheit des Gebäudes im Zusammenspiel mit der Umgebung oder es gibt spezielle Funktionen, die gezeigt werden sollen. Je mehr Sie über das Motiv erfahren, desto besser können Sie das Shooting planen. Ihre Bilder können nur davon profitieren!

Die Goldene Stunde

Die Zeit nach dem Sonnenaufgang und die Zeit vor dem Sonnenuntergang wird als *Goldene Stunde* bezeichnet. Die Sonne steht während der Goldenen Stunde sehr tief und hinterlässt warme, kräftige Farben. Fotos und Videos, die in dieser Zeit aufgenommen werden, wirken freundlich und strahlen eine besonders magische, stimmungsvolle Atmosphäre aus.



🚀 **Abbildung 4.5**

Während der Goldenen Stunde wird die Landschaft in ein warmes Licht getaucht. Bei dieser Aufnahme konnte so der Kontrast zwischen dem orangefarbenen verrosteten Schiffswrack und dem dunklen Blau des Meeres noch mehr betont werden. Nutzen Sie die Zeit der Goldenen Stunde für Ihre Aufnahmen, um besonders stimmungsvolle Fotos einzufangen.

DJI Mavic Air 2 | 4,5 mm | f2,8 | 1/15 s | ISO 340

Abstrakte Bilder Es gibt Luftaufnahmen, bei denen man nicht sofort sagen kann, ob es sich um ein Gemälde oder um eine Landschaftsfotografie handelt. Manche

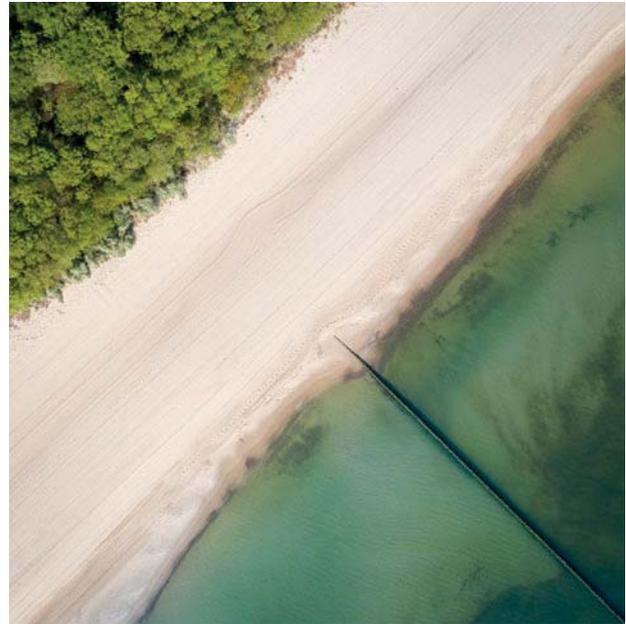


⤴ **Abbildung 4.57**

Das ist kein Foto von einem Teppich, sondern ein kunterbuntes Tulpenfeld. Hätten Sie es sofort erkannt?

DJI Mavic Air 2 | 4,5 mm | f2,8 | 1/640s | ISO 100

Top-Down-Aufnahmen wirken so zweidimensional, dass das Spiel aus Farben und Formen zu einem abstrakten Bild verschmilzt.



⤴ **Abbildung 4.58**

An der Ostsee gibt es viele Strukturen, die durch den richtigen Ausschnitt zu einem abstrakten Bild verschmelzen.

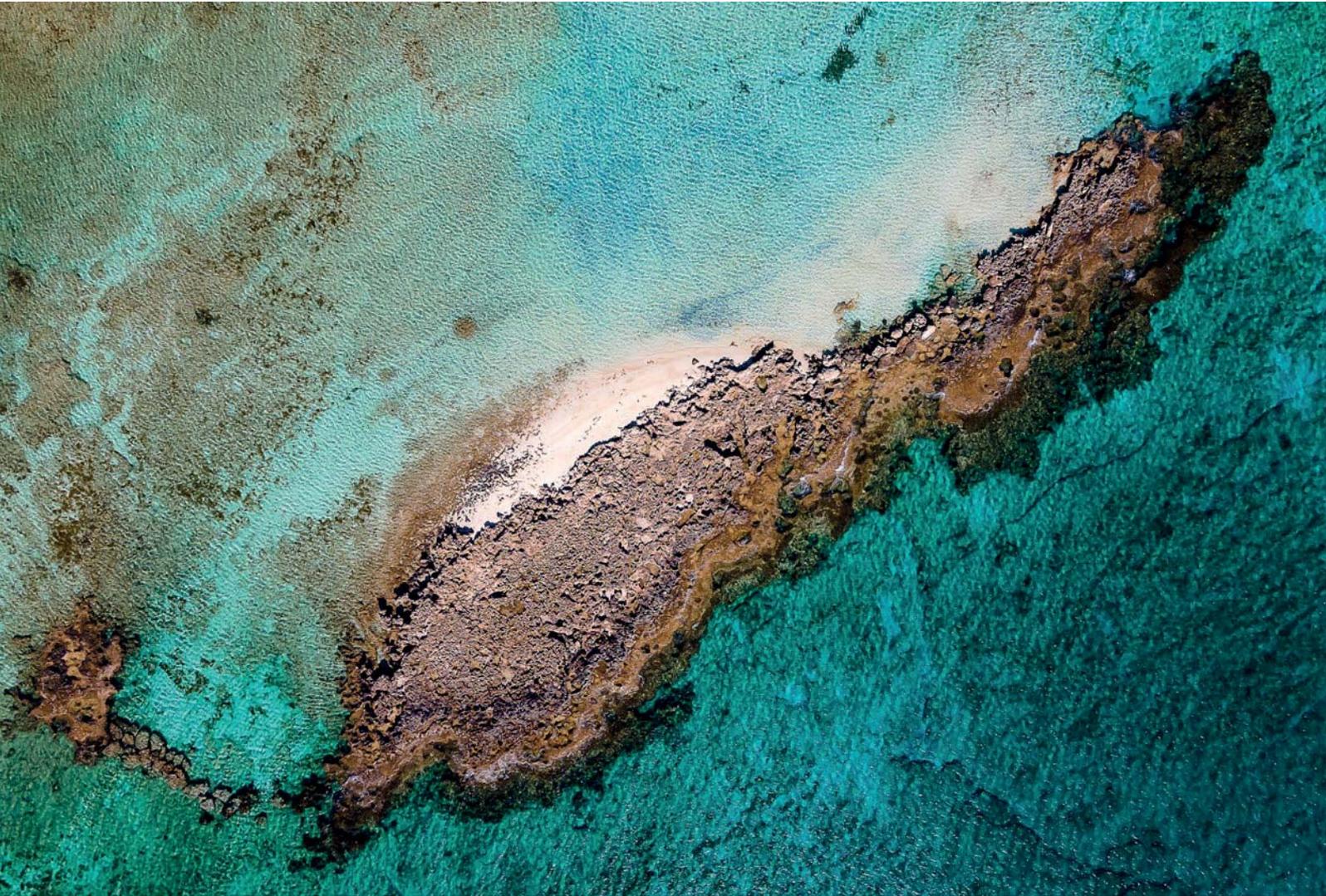
DJI Mavic 2 Pro | 10,26 mm | f6,3 | 1/500s | ISO 100



⤴ **Abbildung 4.59**

Nur eine dünne Felswand trennt diese beiden Seen in einem Vulkankrater. Durch geologische Prozesse verfärbt sich das Wasser immer wieder neu. Nur wenige Wochen nach unserem Besuch änderten die beiden Seen ihre Farbe in ein knalliges Blau.

**DJI Phantom 2 mit GoPro Hero 4 |
Ausschnitt aus Videosequenz**



⤴ **Abbildung 4.60**

Ist es ein Foto oder doch ein Gemälde eines impressionistischen Künstlers? Top-Down-Aufnahmen von verschiedenen Strukturen der Erde erlauben einzigartige Sichtweisen.

DJI Mavic Air 2 | 4,5 mm | f2,8 | 1/50 s | ISO 100

Schatten Wie gelingt es Ihnen, ein Motiv in Ihren Aufnahmen zu zeigen und gleichzeitig zu verstecken? Indem Sie eine Top-Down-Aufnahme bei einem tiefen Sonnenstand machen. So zeigen Sie nur die Oberseite des Motivs, das dadurch nicht zwingend erkennbar ist. Erst durch die Umrisse, die der Schatten auf den Boden wirft, ist das Motiv richtig erkennbar.

Für derartige Fotos können Sie sich Motive suchen, die besondere Schatten werfen. Beispiele könnten Türme, einzelne Bäume oder Alleen sein. Fällt Ihnen dazu nichts ein, können Sie auch selbst aktiv werden und sich bzw. andere Personen bei einer bestimmten Aktivität zeigen.

Objekte isolieren Landschaften sind oft chaotisch. Es gibt eine Vielfalt von Formen und Farben. Wenn Sie Ihr Motiv herausheben wollen, können Sie es auf einer möglichst homogenen Fläche platzieren. Die dadurch geschaffene Isolation richtet die Konzentration auf das Hauptmotiv und bietet dem Publikum genügend Freiraum, sich in eigenen Sehnsüchten zu verlieren.



⤴ **Abbildung 4.61**

Mit verspielten Posen erschaffen Sie eigene Kunstwerke, bei denen die Personen nur durch ihre Schatten erkennbar sind.

Autel Evo Nano+ | 6,67 mm | f1,9 | 1/1900s | ISO 100



⤵ **Abbildung 4.62**

Ein Segelboot vollkommen losgelöst von jeglicher Zivilisation. Der Bildausschnitt wurde bewusst so gewählt, dass keine anderen Objekte zu sehen sind. Die Meeresoberfläche bietet dem Auge keinen Halt und somit fällt der Blick automatisch auf das Boot in der Bildmitte. Würde man das Boot in einem Hafen zeigen, würde das Bild wohl weniger Sehnsucht versprühen.

DJI Phantom 4 Pro | 8,8 mm | f4,5 | 1/60s | ISO 100

Strukturen Gerade steinige Untergründe geben der Landschaft eine faszinierende Form. Diese Texturen können Sie mit Ihren Bildern festhalten und so besondere Fotografien erstellen.

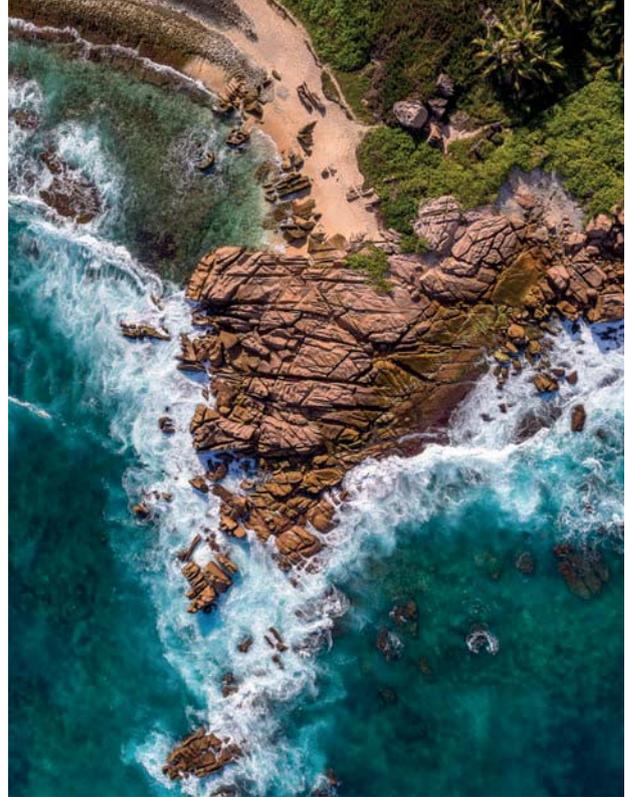


⤴ **Abbildung 4.63**

Diese karge Flusslandschaft wirkt schroff. Und dennoch bahnt sich auch hier der Mensch seinen Weg. Im Foto sind verschiedene Strukturen nebeneinander erkennbar.

DJI Mini 3 Pro | 6,72 mm | f1,7 | 1/200s | ISO 120 | ND8-Polfilter

Symmetrie Wenn Sie Ihr Publikum mit einem Bild überraschen wollen, könnte eine Aufnahme, in der Sie eine gewisse Symmetrie darstellen, das Richtige sein. Symmetrie ist nicht häufig in der Landschaftsfotografie anzutreffen, und somit ziehen derartige Bilder die Aufmerksamkeit auf sich. Manche Kreative gehen sogar so weit, dass sie bestimmte Motive bewusst in der Nachbearbeitung spiegeln, um von den Vorteilen der Symmetrie zu profitieren. Wir sind uns sicher, dass nicht alle Betrachtenden diesen kleinen Kniff sofort bemerken.



⤴ **Abbildung 4.64**

Ein Netz aus Rissen und Spalten durchzieht die berühmten Granitfelsen der Seychellen. Das ist ein markantes Beispiel für die Faszination von natürlichen Strukturen.

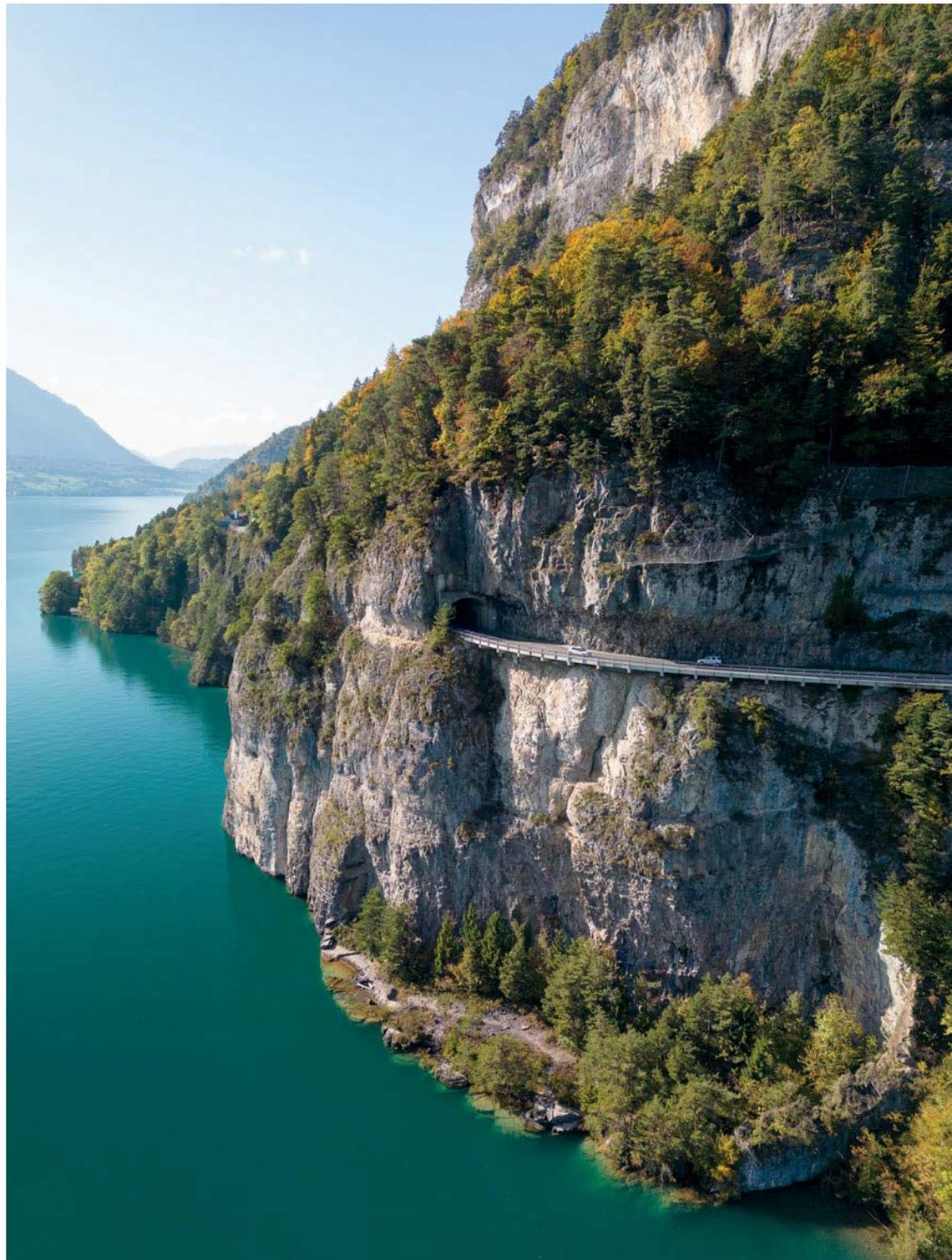
DJI Phantom 4 Pro | 8,8 mm | f5,6 | 1/60s | ISO 200



⤴ **Abbildung 4.65**

Dieses Tulpenfeld haben wir so fotografiert, als würden die gelben Linien wie Sonnenstrahlen einem bestimmten Punkt entspringen.

DJI Mavic Air 2 | 4,5 mm | f2,8 | 1/1000s | ISO 100



» **Abbildung 4.66**

Nur auf den ersten Blick symmetrisch! Die spezielle Form des Berges wirkt so, als würde sich ein Teil der Landschaft im Wasser reflektieren. Dabei verstärkt die Straße an der Klippe den Eindruck noch.

**DJI Mini 3 Pro | 6,72mm |
f1,7 | 1/500s | ISO 120 |
Polfilter**

Farbkontraste Besonders magisch wirken Bilder, wenn sie große Farbkontraste aufweisen. In der Farblehre geht man davon aus, dass sich sogenannte *Komplementär-farben* gut ergänzen und die Wirkung eines Bildes verstärken.

In der Drohnenfotografie begegnen uns von Natur aus zwei Farbtöne besonders häufig. Zum einen haben wir das Grün von Wiesen, Bäumen und anderen Pflanzen. Auf der anderen Seite erstrahlen Gewässer und der Himmel meistens in Blautönen. Wenn eine der beiden Farben eine Szenerie dominiert, lohnt es sich ganz besonders, bewusste Farbakzente zu setzen. So wirkt ein knallgelber Camping-Bus an einer Küste mit einem tiefblauen Meer im Hintergrund besonders harmonisch. Auf einer grünen Wiese sticht eine Frau in einem roten Kleid heraus.

Nutzen Sie in Ihrem kreativen Schaffensprozess bewusst die Wirkung der komplementären Farben und platzieren Sie farbige Objekte in der Landschaft. Empfehlenswerte Farbpaare sind:

- Grün und Rot
- Hellblau und Orange
- Dunkelblau und Gelb



⤴ **Abbildung 4.67**

In diesem Farbkreis sind die komplementären Farbenpaare direkt gegenüber angeordnet. Beziehen Sie Kontraste in Ihren Fotografien mit ein, und setzen Sie farbige Akzente.



⤴ **Abbildung 4.68**

Ein knallrotes Auto inmitten der grünen Weinberge sticht besonders hervor.

DJI Mini 3 Pro | 6,72 mm | f1,7 | 1/730–1/2000 s | ISO 100 | HDR aus Belichtungsreihe



⤴ **Abbildung 4.69**

Die ockerfarbenen Felsen stellen einen starken Kontrast zum Blau des Mittelmeeres dar.

DJI Mavic Air 2 | 4,5 mm | f2,8 | 1/15 s | ISO 100