

# DIE WELT VON oben

## Neue Perspektiven entdecken und erobern

Unser Artikel „Die Welt von oben“ in der Ausgabe c't Fotografie 05/2019 zeigt Ihnen, wie Sie mit Drohnen zu eindrucksvollen Bildern kommen. Hier geben wir Ihnen begleitend einen Überblick über Drohnentechnik und helfen Ihnen, sich in dem vielfältigen Angebot zu orientieren. Außerdem beschäftigen wir uns mit den rechtlichen und versicherungstechnischen Vorgaben. Bevor Sie Ihre Drohne starten, sollten Sie diese unbedingt kennen.

### Überblick Drohnen

Waren vor Jahren nur verwackelte und ziemlich unbrauchbare Fotos und Videos mit Drohnen möglich, gelingen heute schon mit den günstigen Geräten Langzeitbelichtungen und Fotos unter schwierigen Lichtbedingungen. Drei-Achs-Stabilisator, Auflösungen von 12 Megapixeln und eine 4K-Videofunktion sind bereits unter 1.000 Euro inklusive. Inzwischen sind Drohnen so komfortabel in der Handhabung, dass man weder Bastler noch besonders technikaffin sein muss, um sie zu bedienen. Die Bandbreite der im Handel angebotenen Modelle ist sehr groß, genau wie die Unterschiede, was Auflösung, Flugdauer, Reichweite und Bedienung angeht.

Aber mit welcher Drohne kann ich gute Fotos machen? Das hängt wie immer davon ab, welche Anforderungen Sie haben. Vom Kauf einer gebrauchten Drohne von privat würde ich eher abraten. Fehlende Garantie und ein möglicherweise ehemals abgestürztes Modell machen wenig Freude. Finger weg auch von gebrauchten Akkus. Deren Zenit der Lebensdauer könnte längst überschritten sein.

#### Sicherheit in der Luft

Mit der GPS-Funktion hat die Drohne ein eigenes Sicherheitssystem. Seit einigen Jahren Standard sorgt sie dafür, dass die Drohne wie festgenagelt am Himmel steht. Selbst bei starkem Wind hält die Drohne eisern ihre Position und macht es dem Piloten leicht, sich auf den eigentlichen Zweck des Fluges zu konzentrieren – das Fotografieren. Bei einem etwaigen Verbindungsabbruch zur Fernbedienung sorgt die GPS-Funktion dafür,

dass die Drohne selbstständig zum Startplatz zurückkehrt. Abstandssensoren auf Vorder- und Rückseite (bei einigen Modellen auch seitlich) verhindern, dass man in Bäumen und Sträuchern hängen bleibt. Allerdings sind sie keine Versicherung vor jeglicher Art von Crash, denn auch sie haben tote Winkel. Ähnlich wie die Piepser bei einem Auto dienen sie nur zur Unterstützung. Die Sichtverbindung bleibt deshalb die einzige Methode, um Kollisionen zu vermeiden.

#### Flugzeit

Laut Herstellerangaben sind Flugzeiten bis zu 30 Minuten möglich. In der Praxis muss man jedoch Abstriche machen. Starker Wind sowie weit zurückgelegte Strecken saugen den Akku schneller leer als unter Laborbedingungen beim Hersteller. Im Winter und in kalten Regionen entladen sich Akkus ebenfalls schneller. Kalkulieren Sie das ein, damit es Ihr Gerät auch sicher wieder zurück schafft.

#### Reichweite

Die Reichweiten von Kommando- und Bildübertragung sind mehr als ausreichend, um Drohnen in Sichtweite zu betreiben. Auch wenn die Hersteller oft deutlich höhere Entfernungen angeben, als legal zugelassen sind, muss der Pilot sicherstellen, dass keine Bäume, Gebäude oder ähnliches die Sicht auf die Drohne verhindern. Auch die exzellente HD-Übertragungsqualität des Livebildes entbindet den Drohnenpiloten nicht von der Pflicht, diese jederzeit im Blick zu behalten.

## Steuerung

Die Hersteller überfrachten ihre Drohnen gerne mit Funktionen, von denen manche Spielerei, andere durchaus sinnvoll sind. Beispielsweise kann die Drohne automatisch Ziele, wie ein Boot, ein Auto oder einen Radfahrer, verfolgen. Gesteuert wird sie über ein Tablet oder Smartphone. Eine App stellt die Verbindung her und zeigt neben dem Livebild alle wichtigen Telemetriedaten, wie Flughöhe, Fluggeschwindigkeit, Entfernung und Akkustand. Ebenso geben die Apps Informationen über gesperrte Flugräume und verhindern den Start in der Nähe von Flughäfen. Die Kamera wird ebenfalls über die App gesteuert. Parameter wie ISO, Blende (wenn vorhanden), Belichtungszeit, Weißabgleich, Aufnahmeformat, automatischer und manueller Fokus können hier eingestellt werden.

## Gimbal

Ein Gimbal ist die Voraussetzung für stabilisierte Aufnahmen. Dabei handelt es sich um eine kardanische Aufhängung (über zwei oder drei Achsen), an der die Kamera befestigt ist. Bei manchen Modellen wird der Gimbal über Motoren lageabhängig elektronisch stabilisiert. Es kann vertikal bis zur Senkrechten geschwenkt werden. Bei den teuren DJI Inspire und anderen Profigeräten kann der Gimbal auch in allen Achsen frei bewegt werden. Für professionelle Foto- und Videoaufnahmen empfehle ich einen elektronisch stabilisierten Drei-Achs-Gimbal.

## Zubehör

Welches Zubehör macht Sinn? Was ist Geldverschwendung? Hier meine Empfehlungen:

**Zusatzakkus.** Zwei bis drei Akkus sollten Sie zusätzlich besitzen. Ich verwende nur Akkus vom Original-Hersteller. Vermeintlich günstigen Akkus von Drittanbietern vertraue ich der Zuverlässigkeit wegen nicht.

**Filter** sind je nach Einsatz sinnvoll. Da Drohnenkameras keine standardisierten Filterhalter haben, müssen für jedes Modell passende Filter gekauft werden. Ich nutze gerne Filter von DJI oder PolarPro.

**Ersatzpropeller.** Die kleinen und leichten Propeller sind Verbrauchsmaterialien und können abbrechen oder die Balance verlieren und somit Vibrationen auf die Kamera übertragen. Ich empfehle Original-Ersatzteile zu kaufen.

**Smartphone.** Mit dem Smartphone steuern Sie über eine App die Drohne. Dazu muss das eigene Gerät den Anforderungen der Drohnen-App genügen. Auf der Internetseite der Hersteller finden Sie Listen mit kompatiblen Smartphones. Die Fernbedienung der

# Drohnenkategorien

## Spaß- und Spielzeugdrohnen

- **DJI Tello (ca. 95 Euro)**
- **Parrot Mambo (ca. 80 Euro)**

Diese Drohnen haben eine einfach verbaute Kamera mit sehr niedriger Auflösung. Es gibt keinen Stabilisator (Gimbal). Die Geräte sind sehr empfindlich im Wind und haben in der Regel keine GPS-Funktion. Positionsgenau fliegen und Fotografieren ist hier nur schwer möglich.

## Einsteigerdrohnen

- **DJI Spark (ca. 600 Euro)**
- **Parrot Anafi (ca. 700 Euro)**

Erwarten Sie keine Wunder, was Bildqualität und Stabilisierung angeht. Der mechanische Zwei-Achs-Gimbal verlangt kürzere Belichtungszeiten, um Verwacklungen zu verhindern. Reichweite und Flugdauer sind unterdurchschnittlich.

## Semiprofessionelle Drohnen

- **DJI Mavic Air (ca. 930 Euro)**
- **DJI Mavic Pro (ca. 1.000 Euro)**
- **DJI Mavic 2 Zoom (ca. 1.200 Euro)**
- **DJI Mavic 2 Pro (ca. 1.350 Euro)**

In dieser Kategorie erlauben der elektrische Drei-Achs-Gimbal und die mindestens 12-Megapixel-Fotoauflösung Langzeitbelichtungen und 4K-Videos. Die Mavic Air ist in Schräglage, da die WiFi-Übertragung in Innenstädten anfälliger für Interferenzen sein kann als die Übertragungstechnologien der „Pro“ Serie. Die ebenfalls günstige Mavic Pro hat eine lange Flugzeit, doch

dafür nur einen 1/2,3-Zoll-Sensor, während das Topmodell Mavic 2 Pro mit einem 1-Zoll-Sensor aufwartet. Der liefert nicht nur eine höhere Auflösung (20 Megapixel statt 12), sondern legt auch im Low Light Bereich ein deutlich verbessertes Rauschverhalten an den Tag. Eher ein Exot im Lineup ist die Mavic 2 Zoom. Auch nur mit einem 1/2,3-Zoll-Sensor ausgestattet, besitzt sie einen 2-fach optischen Zoom. Mit Ausnahme der Spark sind alle genannten Modelle kompakt faltbar und leicht zu transportieren. Für die maximale Bildqualität ist die Mavic 2 Pro für mich die perfekte Drohne: großer Sensor und kleines Gerät.

## Professionelle Drohnen

- **DJI Inspire 2 Pro (ab 5.000 Euro)**
- **DJI Matrice (ab 5.600 Euro)**
- **FreeFly Alta 8 (ab 15.500 Euro)**

Drohnen in dieser Kategorie haben verschiedene Kameraoptionen mit Wechseloptiken. Vom integrierten Gimbal mit Super 35-Millimeter-Sensor (Zenmuse X7 an Inspire 2) bis hin zur digitalen Filmkamera (Arri Alexa Mini an FreeFly Alta) ist hier für Geld fast alles möglich. Die Abfluggewichte dieser Geräte starten bei ca. 4 Kilogramm, was den administrativen Aufwand deutlich erhöht. Die Bauweise erlaubt der Kamera, sich unter der Drohne unabhängig in einem 360-Grad-Winkel zu bewegen. Diese Drohnen werden häufig von mindestens Zwei-Personen-Teams gesteuert und eignen sich für professionelle Filmproduktionen.

kleinen Drohnen ist nur für Smartphones ausgelegt. Um Tablets zu nutzen, benötigen Sie eine zusätzliche Tablethalterung.

**Speicherkarten** sind notwendig, damit Sie die Karten während des Einsatzes tauschen können und Sie ein „Spazierenfliegen“ von wertvollem Bildmaterial vermeiden. Kaufen Sie deshalb mehrere SD-Karten mit einer Kapazität von 16 oder 32 Gigabyte anstelle einer großen 64- oder 128-Gigabyte-Karte. Achten Sie auf eine hohe Schreibgeschwindigkeit (Class 10 oder UHS-1 Rating), damit RAW-Fotos und Videoaufnahmen in schneller Folge aufgenommen und weggeschrieben werden.

**Ladegeräte** werden beim Kauf der Geräte mitgeliefert. Eine sinnvolle zusätzliche Anschaffung ist ein KFZ-Ladegerät für unterwegs sowie ein Mehrfachladegerät, in das vier Akkus passen. Zwar werden die Akkus nur hintereinander geladen, man muss aber den Ladevorgang nicht „babysitten“ und kann ihn während der Abwesenheit laufen lassen.

**Landepad / Absperrungen.** Um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten, können Absperrungen vorgeschrieben sein. Dafür eignen sich Pylonen oder Flatterband. Um Start

und Landung zu vereinfachen, gibt es faltbare Landepads. Die sehen nicht nur großartig aus, sondern ermöglichen einen bequemen Start ohne Sorge vor Staub und hohem Gras.

**Windmesser** helfen, die Windstärke einzuschätzen. Auch wenn Drohnen gut mit Wind umgehen können – in der Regel ist dies mehr, als Piloten dem Gerät zutrauen – gibt es Grenzen. Die Mavic 2 Pro ist beispielsweise bis zu 38 Kilometer pro Stunde spezifiziert. Achtung: Die Werte am Boden weichen oft dramatisch von denen in 50 oder 100 Metern Höhe ab.

**Tasche / Box.** Bei manchen Bundles ist eine kleine Tasche dabei. Für den sicheren Transport empfehle ich den Kauf eines soliden Hartplastikkoffers.

**Apps** gibt es vom Hersteller und helfen Drohne und Kamera über ein Smartphone oder Tablet zu steuern. Darüber hinaus empfehle ich eine Wetter-App (AccuWeather, WeatherPro, UAV Forecast). Apps wie PhotoPills und Sun Surveyor zeigen an, aus welcher Richtung zu welcher Zeit das Licht kommen wird. Übersicht über erlaubte und nicht erlaubte Gebiete erhalten Sie mit der DFS-DrohnenApp (Deutschland) und B4UFLY (Before you Fly) App (USA).

# Recht und Versicherungen

Schon Reinhard Mey wusste: „Über den Wolken muss die Freiheit wohl grenzenlos sein.“ Diese Vorstellung ist hier vollkommen berechtigt, denn als Privatpilot kennt er die geregelte Welt der Luftfahrt. Eine Drohne als Unbemanntes Luftfahrtsystem (englisch: UAV – Unmanned Aerial Vehicle) gehört zu diesem eindeutig reglementierten Bereich.

Jeder Drohnenpilot ist verpflichtet, sich mit den Gesetzen und Vorschriften vertraut zu machen. Aktuell gilt die im April 2017 in Kraft getretene neue Drohnenverordnung. Sie regelt, in welchem Rahmen sich Drohnen in Deutschland bewegen dürfen. Ab Mitte 2020 soll es eine europaweit geltende Regelung geben.

## Das Wichtigste zur Drohnenverordnung

Im Folgenden stelle ich die wichtigsten Inhalte kurz vor. Das ersetzt keine detaillierte Ausei-

nersetzung mit allen Vorgaben und ersetzt keine rechtliche Beratung. Die vollständige aktuelle Drohnenverordnung finden Sie unter unserem c't-Link am Ende des Artikels.

**Kenntnisnachweis.** Für den legalen Betrieb aller Drohnen, die mehr als zwei Kilogramm wiegen, benötigt der Pilot einen Kenntnisnachweis. Das betrifft die meisten Einsteigermodelle und semiprofessionellen Geräte nicht. Den eintägigen Kurs mit anschließender Prüfung können Sie bei einer vom Luftfahrtbundesamt zertifizierten Stelle absolvieren. Die Kosten für die Prüfung betragen 129 Euro, mit Schulung als Vorbereitung 359 Euro. Ich empfehle allen Drohnenpiloten trotzdem diesen Kenntnisnachweis. Denn es werden nicht nur wichtige Grundlagen vermittelt, auch kann ein solcher Nachweis eventuelle Sondergenehmigungen vereinfachen oder zu einem bestimmten Zeitpunkt auch eine Voraussetzung dafür werden.

**Kennzeichnungspflicht.** Die Kennzeichnungspflicht besagt, dass jede Drohne ab 250 Gramm Gewicht mit einer feuerfesten Plakette mit Namen und Adresse des Piloten ausgestattet sein muss. Das betrifft alle handelsüblichen Geräte, ausgenommen der leichten Spielzeugmodelle. Diese Plaketten können Sie online in unterschiedlichen Größen für einen Preis von 8,50 Euro erwerben.

**Betriebsverbote.** An Flughäfen herrscht in einer Zone von 1,5 Kilometern absolutes Flugverbot für Drohnen. Über einen weit größeren Bereich erstreckt sich die eingeschränkte Zone, in der Ihre Drohne maximal 50 Meter aufsteigen darf, anstelle der sonst erlaubten 100 Meter. Genaue Karten dieser Kontrollzonen sind bei der Deutschen Flugsicherung (DFS – [www.dfs.de](http://www.dfs.de)) einzusehen. In kritischen Zonen, wie Einsatzgebieten von Rettungskräften, Krankenhäusern und in der Nähe von Menschenansammlungen, sind Flüge ebenso verboten, wie an Bundesfernstraßen, Bundeswasserstraßen und Bahnanlagen. Unter bestimmten Auflagen kann man eine Befreiung von Betriebsverboten bei der Luftfahrtbehörde der Länder beantragen. In Hessen beispielsweise kosten diese Ausnahmegenehmigungen ungefähr 100 bis 200 Euro je Verbotstatbestand mit einer Gültigkeit für zwei Jahre. Diese gestatten eine Annäherung und unter Umständen auch den Überflug über Bundeswasser- und Fernstraßen. Die sogenannte 1:1-Regelung verlangt dabei einen seitlichen, der Flughöhe entsprechenden Abstand zum Straßen- oder Wasserweg einzuhalten. Fliegen Sie in einer Höhe von 100 Metern, müssen Sie also 100 Meter Abstand halten.



## Praxisbeispiel

So gehen Sie vor, wenn Sie eine Einzelaufstiegsgenehmigung für die Innenstadt von Frankfurt für eine Flughöhe von 200 Meter beantragen:

**Schritt 1:** Einholen der schriftlichen Genehmigung der Grundstückseigentümer (Privatpersonen / Firmen oder öffentlicher Ämter, wie Straßenverkehrs- oder Grünflächenamt), die Drohne an dem angegebenen Ort starten zu dürfen.

**Schritt 2:** Einholen einer Unbedenklichkeitsbescheinigung bei den lokalen Ordnungsbehörden.

**Schritt 3:** Für Flüge in größeren Höhen als normal erlaubt, Einholen einer Vorgangsnummer bei der Flugsicherung.

**Schritt 4:** Zusammenstellen aller Unterlagen: Lageplan des Einsatzes, Versicherungen.

**Schritt 5:** Einreichen des Antrages auf Einzelaufstieg inklusive aller Unterlagen beim Regierungspräsidium.

**Schritt 6:** Zugang des Bescheides.

**Schritt 7:** Am Einsatztag Information über Auflagen der genannten Behörden beachten, in der Regel Anruf bei der Polizei.

**Schritt 8:** Drohnenflug.

**Privatsphäre.** Jeder Flug über ein Privatgrundstück verlangt das Einverständnis des Grundstücksinhabers sowie der Bewohner. Mit einer Ausnahmegenehmigung ist ein Überflug jedoch möglich, ohne jeden einzelnen Betroffenen zu fragen. Hierbei gibt es Vorgaben zur Mindestflughöhe und die Zeit, die mit dem Überflug verbracht wird, um die Privatsphäre zu schützen und die Lärmbelastigung so gering wie möglich zu halten.

**Einzelaufstiegsgenehmigung.** Einzelaufstiegsgenehmigungen sind notwendig, wenn Verbotszonen befliegen werden sollen, für die es keine generelle Ausnahme gibt. Das betrifft etwa Flüge in einer Höhe von über 100 Meter, in Kontrollzonen über 50 Meter. Den Antrag stellen Sie bei der zuständigen Luftfahrtbehörde. Bei gewünschten Flughöhen benötigen Sie zusätzlich eine Freigabe der Deutschen Flugsicherung (DFS), die den Luftraum überwacht und verhindert, dass es zu keinen Konflikten mit anderer bemannter oder unbemannter Luftfahrt kommt.

Die Umsetzung der Regelungen obliegt den jeweiligen Luftfahrtbehörden der Länder. Trotz der bundesweiten Regelung können die genaue Umsetzung und die eventuell damit verbundenen Gebühren in jedem Bundesland leicht abweichen. Daher im



DJI Phantom 3 Pro | 20mm | ISO 1600 | f/2.8 | 1/40 s | Mehrreihiges Panorama

Zweifelsfall immer bei der zuständigen Stelle nachfragen.

## Datenschutz-Gundverordnung (DSGVO)

Fotografieren Sie nicht ausschließlich für persönliche Zwecke, sondern werden die Aufnahmen gewerblich genutzt oder veröffentlicht, müssen die Vorgaben der DSGVO eingehalten werden. Über unseren c't-Link finden Sie zwei Artikel „DSGVO für Fotografen“ aus der c't Fotografie. Das trifft vor allem dann zu, wenn Sie Personen ablichten. Um möglichst keine zivil- oder strafrechtlichen Konsequenzen tragen zu müssen, fotografieren Sie niemanden ohne seine Einwilligung und achten Sie die Privatsphäre anderer. Sind Ihre Aufnahmen noch so atemberaubend, prüfen Sie genau, ob Sie diese im Internet veröffentlichen dürfen. Dieser Absatz ist keine Rechtsberatung. Für konkrete Fragen bezüglich dieses Themas ist ein Fachanwalt zu Rate zu ziehen. Die vollständige Datenschutzgrundverordnung finden Sie unter dem c't-Link am Ende des Artikels.

In Deutschland gilt die Panoramafreiheit. Diese erlaubt Ihnen, Fotografien von öffentlichem Grund aus anzufertigen und kommer-

ziell zu verbreiten. Mit einer Drohne ist man aber außerhalb dieser Regelung, da man eben nicht mehr von öffentlich zugänglichem Grund aus fotografiert. Somit müssen Sie im Einzelfall klären, ob eine Veröffentlichung oder gar kommerzielle Nutzung zulässig ist.

## Drohnenversicherung

In Deutschland ist für Drohnenbetrieb eine Haftpflichtversicherung gesetzlich vorgeschrieben. Da Drohnen in den regulären Haftpflichtversicherungen in der Regel nicht abgedeckt sind, ist hier eine separate Versicherung notwendig. Zu empfehlen ist der Abschluss einer Zusatzversicherung für Modellflieger / Multikopterflieger. Man unterscheidet zwischen privater und gewerblicher Nutzung. Für private Nutzung bekommt man eine weltweit gültige Versicherung schon ab ungefähr 35 Euro pro Jahr.

Bei gewerblicher Nutzung muss zwingend eine Versicherung für gewerbliche Zwecke abgeschlossen werden. Beachten Sie, dass bereits eine Veröffentlichung der Bilder, beispielsweise bei Instagram, als gewerbliche Tätigkeit angesehen werden kann. Weltweit gültige gewerbliche Versicherungen gibt es ab ungefähr 150 Euro pro Jahr.

Beim Abschluss einer Drohnenversicherung sollten Sie nicht nur Vertragslaufzeit, Deckungssumme und die Höhe der Selbstbeteiligung vergleichen. Achten Sie darauf, ob sie Schäden nicht nur in Deutschland und Europa abdeckt, sondern auch weltweit. Manche Versicherungen haben die USA und Kanada ausgenommen. Seien Sie auch vorsichtig, wenn Sie sich eine Drohne zum Testen ausleihen. Hat der Besitzer eine gültige Versicherung, die auch Schäden abdeckt, die durch fremde Drohnenpiloten verursacht werden? Für eine detaillierte Beratung zu Ihrem individuell notwendigen Versicherungsschutz konsultieren Sie am besten einen Versicherungsvertreter.

Eine Drohnenversicherung ist keine Kaskoversicherung, sondern sichert nur Schäden ab, die durch die Drohne verursacht werden. Um mögliche Schäden an der eigenen Drohne zu versichern, müssen separate Pakete gebucht werden. Diese bieten Hersteller wie DJI im Rahmen ihres Produktes „DJI Care Refresh“ für einen Preis ab 69 Euro (DJI Spark) und 139 Euro (DJI Mavic 2) an. Hierbei sind auch fahrlässige Schäden, wie das Fliegen gegen Hindernisse, mitversichert. Gegen eine Selbstbeteiligung wird bei Vorlage der beschädigten Drohne ein Austauschgerät bereitgestellt.