

Potenziale des Drohneneinsatzes bei der räumlichen Bestandsaufnahme

Daniel Broschart

Fachgebiet CPE, TU Kaiserslautern · daniel.broschart@ru.uni-kl.de

Zusammenfassung: Drohnen erfahren in den letzten Jahren eine erhöhte Medienpräsenz. Die Techniken entwickeln sich so rasant, dass mittlerweile viele Profi-Funktionalitäten auch in Ready-To-Fly-Produkten des gehobenen Consumer-Bereiches ankommen. Mit diesen Betriebsmodi werden die Drohnen der letzten Generationen für Einsätze im Planungsbereich zunehmend interessanter. Dieser Beitrag behandelt deshalb deren Potenziale in der räumlichen Planung und im Monitoring. Insbesondere vor dem Hintergrund einer sich ständig ändernden Rechtslage, gilt es den aktuellen Stand zu analysieren und abzuschätzen. Neben einer Untersuchung der aktuellen Vorschriften der Bundesrepublik Deutschland zum Betrieb von Drohnen, werden die Betriebsmodi einer DJI-Drohne auf die Einsatzmöglichkeiten im Monitoring experimentell getestet und anschließend diskutiert.

Schlüsselwörter: ULS, Fernerkundung, Monitoring

Abstract: Drones experienced an increased media presence recently. The techniques are developing so rapidly that a lot of professional functionalities are now available in ready-to-fly-products in the consumer market. With these new modes last generation drones are becoming more and more interesting in the fields of planning and monitoring. Especially with the background of a constantly changing legal situation, it is important to analyze the current possibilities. In addition to an investigation of current regulations in the Federal Republic of Germany for operating drones, the operating modes of a DJI-drone are tested experimentally on their potential usage in monitoring urban areas.

Keywords: UAS, remote sensing, monitoring

1 Motivation und Stand der Technik

Diese Arbeit beschäftigt sich mit den Möglichkeiten des Drohneneinsatzes bei der planerischen Bestandsaufnahme. Mit der Motivation einen grenzüberschreitenden Beitrag zu moderner Bauwerksprüfung und Stadt- und Regionalplanung zu etablieren, wurde in der Region Saarland-Lothringen-Westpfalz das mittlerweile abgeschlossene INTERREG IV-A Projekt CURE MODERN durchgeführt (CURE MODERN A 2013, EXNER et al. 2013 und EXNER et al. 2014). Im Rahmen dieses Projektes wurde ein Mikrokopter des Typs Okto XL (MIKROKOPTER 2016) zur Inspektion von Brücken, Kirchen und Schlössern eingesetzt. Nach den ersten Erfahrungen aus diesem Projekt und zwischenzeitlichen technischen Entwicklungen sollen im Rahmen dieser Arbeit die Möglichkeiten mit kleineren, leichteren und günstigeren Drohnen ausprobiert und diskutiert werden. Da die Rechtslage parallel zu den technischen Entwicklungen angepasst wird, ist auch diese sich ständig ändernde Situation fortlaufend zu beobachten und zu diskutieren.

Im vorliegenden Beitrag wird zunächst die aktuelle Rechtssituation zum Betrieb von Drohnen in Deutschland zusammengefasst und die Auflagen der Generalfreigabe zum Betrieb von Drohnen in den von der DFS betreuten Kontrollzonen untersucht (DFS 2015). Anschließend wird auf die technischen Entwicklungen der letzten Drohngeneration am Beispiel einer

DJI Phantom 3 Standard eingegangen und deren potenzielle Einsatzgebiete im Planungsbe-
reich herausgearbeitet. Der Beitrag schließt mit einer Diskussion und einem Fazit zur aktu-
ellen Situation des Drohneneinsatzes im Planungsalltag.

2 Aktuelle Rechtslage zum Drohnenbetrieb in Deutschland

2.1 Begriffsdefinitionen „Flugmodell“ und „Unbemanntes Luftfahrtsystem“

Um die Potenziale des Drohneneinsatzes bei der Bestandsaufnahme zu analysieren, müssen
zunächst die Voraussetzungen eines Starts untersucht werden. Hinter dem umgangssprach-
lich verwendeten Begriff der „Drohne“ verbergen sich mehrere Kategorien an Luftfahrtsys-
temen, mit denen nach den gesetzlichen Vorgaben unterschiedlich umzugehen ist. Der Ge-
setzgeber verwendet hierbei die Bezeichnungen „Flugmodell“ und „unbemanntes Luftfahrtsy-
stem“. Zum besseren Verständnis sei an dieser Stelle erwähnt, dass sich hinter diesen un-
bemannten Luftfahrtsystemen auch die Abkürzungen ULS, bzw. das englischsprachige und
international wohl geläufigste Pendant der UAS (für „Unmanned Aerial System“) verbergen
– auch wenn der Gesetzgeber in Deutschland diese Varianten nicht verwendet – steht. Die
Kategorisierung regelt sich zunächst nach Einsatzzweck und Gewicht des Fluggerätes. Ein
Flugmodell nach § 1 Abs. 2 S. 1 Nr. 9 LuftVG darf lediglich zur privaten Sport- oder Frei-
zeitgestaltung eingesetzt werden, des Weiteren ist das maximale Betriebsgewicht eines Flug-
modells auf 5 kg begrenzt (DFS 2015). Handelt es sich um einen Einsatz mit sonstigem
Zweck, oder wird die Gewichtsbeschränkung von Flugmodellen über-, die nächste, auf 25 kg
festgesetzte Beschränkung unterschritten, wird das Fluggerät der Kategorie der unbemannten
Luftfahrtsysteme im Sinne des § 1 Abs. 2 S. 3 LuftVG zugeordnet. Bei der Unterscheidung
zwischen Flugmodell und ULS spielt die angebrachte Kamera, bzw. die Nutzung der damit
aufgenommenen Fotos und Videos ebenfalls eine entscheidende Rolle: Wird das Ziel der
Veröffentlichung oder der Verkauf der Aufnahmen verfolgt, wird das Fluggerät automatisch
der Kategorie der ULS zugeteilt. Auch beim wissenschaftlichen Einsatz handelt es sich um
eine sonstige Nutzung und somit um ein ULS (DFS 2015).

2.2 Aufstiegserlaubnis

Zusätzlich zur Unterscheidung in Flugmodell oder ULS wird auch deren potenzielles Ein-
satzgebiet in kontrollierten und unkontrollierten Luftraum unterschieden, woraus sich wie-
derum Einschränkungen ergeben. Lediglich der Betrieb eines Flugmodells im unkontrollier-
ten Luftraum bedarf keiner Aufstiegserlaubnis. Der Start eines Flugmodells im kontrollier-
ten, sowie der Start eines unbemannten Luftfahrtsystems im kontrollierten oder unkontrollier-
ten Luftraum setzen dagegen einer Aufstiegserlaubnis voraus. Die Flugverkehrskontroll-
freigabe muss vom Piloten je nach Aufstiegsort telefonisch oder schriftlich bei der zuständi-
gen Flugverkehrskontrollstelle eingeholt werden.

Unter Berücksichtigung der nachfolgend aufgeführten Auflagen der NfL 1-437-15 gilt die
Aufstiegsfreigabe in den 16 (Berlin/Schönefeld, Berlin-Tegel, Bremen, Düsseldorf, Dresden,
Erfurt, Frankfurt/Main, Hamburg, Hannover, Köln/Bonn, Leipzig/Halle, München, Müns-
ter/Osnabrück, Nürnberg, Saarbrücken und Stuttgart) von der DFS betreuten Kontrollzonen
generell als erteilt (DFS 2015):

- Mindestabstand zur Flugplatzbegrenzung: 1,5 km.
- Flugbetrieb nur in direkter Sichtweite des Steuerers.
- Luftraum ist ständig vom Steuerer (oder einer zweiten, direkt mit dem Steuerer in Kontakt stehenden, Person) zu beobachten.
- Bemanntem Flugverkehr ist stets auszuweichen (vorrangig durch Flughöhenreduzierung oder Landung).
- Außer Kontrolle geratene Flugmodelle oder ULS sind unverzüglich bei der Flugverkehrskontrollstelle melden.
- Flugmodelle: 5 kg Maximalgewicht und 30 m Maximalflughöhe.
- ULS: 25 kg Maximalgewicht und 50 m Maximalflughöhe.

Der Begriff der Sichtweite wird hierbei negativ abgegrenzt: Diese ist nach § 15a Abs. 3 S.2 LuftVO nicht mehr gegeben, „wenn das Luftfahrtgerät (für den Steuerer) ohne besondere optische Hilfsmittel nicht mehr zu sehen oder eindeutig zu erkennen ist.“ Als optische Hilfsmittel nennt der Gesetzgeber an dieser Stelle „Ferngläser, On-Board Kameras, Nachtsichtgeräte oder ähnliche technische Hilfsmittel.“ Der Einsatz von First-Person-View (FPV)-Brillen wird somit vom Gesetzgeber ausgeschlossen, da damit keine direkte Sichtbeziehung zur Drohne und deren Umfeld gegeben ist. Zudem wird die Flughöhe allgemein auf 100 Meter begrenzt (auch wenn es sich hierbei nicht um die technische Limitierung des Fluggerätes handelt; mit Sondergenehmigung werden auch Flughöhen über 100 Meter erlaubt) und ein Betrieb über Menschen und Menschenansammlungen grundsätzlich ausgeschlossen (BMVBS 2013). Neben diesen Vorgaben ist zu beachten, dass der Flugbetrieb gemäß SERA-DVO 923/2012 nur unter Sichtwetterbedingungen erlaubt ist, keine Verkehrsinformationen über andere Luftverkehrsteilnehmer von der DFS an den Steuerer übermittelt werden, nachts der Flugbetrieb nur dann durchgeführt werden, wenn Fluggerät mit Beleuchtung nach Anlage 1 der LuftVO ausgerüstet ist und für ULS zusätzlich die Vorgaben der nFl I 281/13 zu beachten sind (DFS 2015).

Die benötigte Aufstiegserlaubnis für ULS kann wiederum in zwei Arten unterschieden werden: Neben einer auf den Einzelfall bezogenen Erlaubnis kann in einigen Bundesländern Deutschlands auch eine allgemeine Erlaubnis beantragt werden, die bis zu 2 Jahren Gültigkeit besitzen kann (die Bundesländer Baden-Württemberg, Berlin, Bremen, Hamburg und Rheinland-Pfalz erteilen allerdings keine allgemeine Aufstiegserlaubnis). Der Antrag auf Erteilung muss schriftlich bei der zuständigen Landesbehörde gestellt werden (BMVBS 2013).

Bestimmungen zu Datenschutzrecht, Urheberrechte sowie Persönlichkeitsrechte bleiben bei der Erteilung einer Aufstiegserlaubnis unangetastet und sind zu beachten. Ein Eindringen in den Bereich der privaten Lebensgestaltung Dritter mithilfe des ULS ist nicht gestattet (BMVBS 2013). Regelungen zur Erlaubnispflicht, Aufstiegsgenehmigung des Grundstückseigentümers und Haftpflichtversicherung bleiben ebenfalls durch Aufstiegsgenehmigung unberührt und sind vor dem Start zu prüfen und zu beachten.

2.3 Zusatzversicherung

Grundsätzlich darf jeder eine Drohne fliegen, der körperlich und geistig dazu in der Lage ist. Neben den zu beachtenden Vorgaben aus LuftVG und LuftVO ist der Abschluss einer Zusatz-Haftpflichtversicherung eine notwendige Voraussetzung um eine Drohne überhaupt starten zu dürfen, da die normale Haftpflichtversicherung einen Schadensfall durch den Drohneinsatz in der Regel nicht abdeckt. Der Eintritt in den Deutschen Modellflugverband

(DMFV) beinhaltet automatisch eine solche Zusatzversicherung, die zu Flügen mit ULS bis 25 kg auf Modellflugplätzen und Flügen mit Flugmodellen bis 1 kg auch außerhalb von Modellflugplätzen berechtigt. Da aber bereits die meisten, mit Kamera und Gimbal ausgestatteten, Drohnen aus dem Consumer-Bereich diese Grenze schnell überschreiten, müssen für deren Einsatz außerhalb von Modellflugplätzen weitere Zusatzleistungen abgeschlossen werden (DMFV 2015).

3 Technik-Setting

3.1 DJI Phantom 3 Standard

Um die Leistungsfähigkeit aktueller Drohnen auf ihren Einsatz bei der räumlichen Bestandsaufnahme zu testen, wurde für die Experimente im Rahmen dieser Arbeit exemplarisch eine DJI Phantom 3 Standard eingesetzt. Hierbei handelt es sich um einen Quadrocopter aus dem Consumer-Bereich, der mit Blick auf sein Gewicht von 1216 g (ohne Rotorblattschutz) als Flugmodell eingestuft werden kann (DJI A 2016). Eine Zuordnung zur Kategorie der ULS und den damit verbundenen Auflagen erfolgt somit nach dem Einsatzzweck.



Abb. 1: DJI Phantom 3 Standard (eigene Darstellung)

Die Phantom 3 Standard lässt sich per WLAN mit einem kompatiblen Smartphone oder Tablet verbinden (iOS ab Version 8.0; Android ab Version 4.1.2) und streamt das Kamerabild der fest verbauten Kamera mit bis zu 720p@30fps live an die „DJI GO“-App. Die Aufnahmemodi der Kamera können über den Touchscreen des Smartphones eingestellt und Aufnahmen gestartet werden. Der Kamerasensor bietet dabei eine maximale Auflösung von 12 MP im JPEG- oder DNG-Raw-Format. Beim Objektiv handelt es sich um eine 20 mm Festbrennweite mit f/2,8-Blende. Neben Einzelbildern, können auch Serienbilder, automatische Belichtungsreihe und Zeitrafferaufnahmen erzeugt werden. Videos nimmt die verbaute Kamera mit einer Auflösung von 2,7 K bei 30 fps und HD bei maximal 60 fps auf. Der verbaute

Gimbal gleicht Flugbewegungen in drei Achsen aus und hält die Kamera (mit Ausnahme bei abruptem Bremsen oder extremer Beschleunigung) stabil. Zusätzlich kann der Kamerawinkel über die Fernbedienung von -90° (senkrecht nach unten) bis $+30^\circ$ (nach vorne) gesteuert werden. Das verbaute GPS-Modul lässt mehrere Steuerungsmodi für die Flüge zu, die mit einer Akkuladung bis zu 25 Minuten dauern können (DJI B 2016).

3.2 GPS-Betriebsmodi

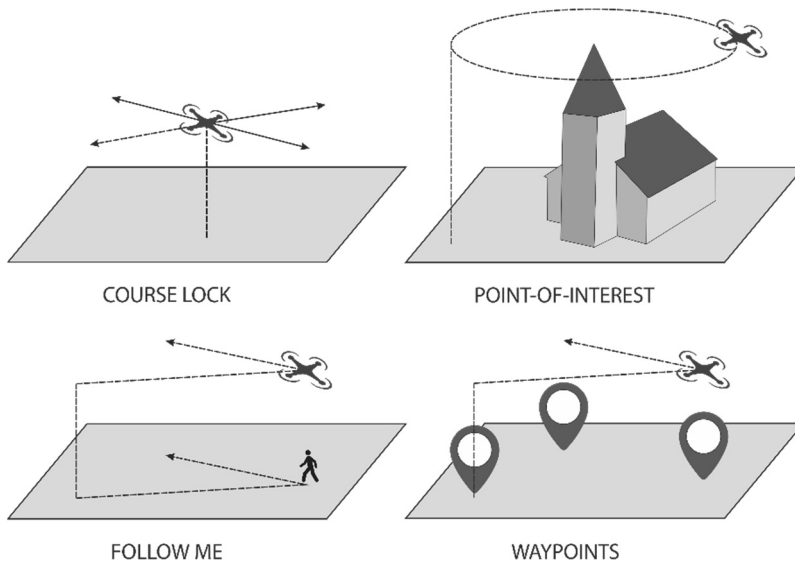


Abb. 2: GPS-Betriebsmodi (eigene Darstellung)

Ungeübte Drohnenpiloten stellt ein sicheres Starten und Landen wohl schon vor das erste große Problem. Neben der Möglichkeit Start und Landung manuell durchzuführen, kann sich der Pilot hierbei von der Phantom 3 unterstützen lassen. Beim Auto-Start steigt die Drohne zunächst auf eine Höhe von 1,2 m und verbleibt in einem Schwebeflug. Ab diesem Punkt kann der Pilot dann übernehmen und mit der manuellen Steuerung weitermachen. Sofern keine Steuerungsbefehle an die Phantom 3 während des Fluges eingehen, begibt sie sich auch während diesem an Ort und Stelle in diesen automatischen Schwebeflug und hält dabei Position und Höhe. Die GPS-Daten der Startposition werden bei jedem neuen Start gespeichert, sodass auch ein automatischer Landevorgang eingeleitet werden kann. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass die Phantom 3 im Gegensatz zur Phantom 4 über keine Sensoren zum Erkennen von Hindernissen verfügt und die ständige Aufmerksamkeit des Piloten von Nöten ist. Bei freier Flugbahn ist aber theoretisch ein automatisches Zurückkehren zum Startpunkt von jeder zuvor angeflogenen Position möglich. Die aktuelle Position wird ständig auf eine Live-GPS-Karte auf das verbundene Smartphone gestreamt und die Phantom 3 berechnet die Entfernung zum Piloten. Erreicht der Akkustand einen kritischen Bereich, bei dem der Rückflug zum Startpunkt gerade noch möglich ist, wird eine Warnmeldung angezeigt und der Pilot kann die Rückkehr einleiten. Damit die Drohne während des Fluges oder bei definiertem Track nicht zu driften beginnt, ist ein Flug nur bei hoher GPS-Signalstärke ratsam. Der Status

der GPS-Signalstärke kann in der „DJI GO“-App über ein Ampelsystem überprüft werden (DJI C 2016). Abbildung 1 und die nachfolgenden Stichpunkte zeigen die verschiedenen GPS-Betriebsmodi auf, aus denen sich Potenziale für spezielle planerische Aufgabengebiete ergeben (DJI D 2016):

- Die „Course Lock“-Einstellung erlaubt im ersten Schritt das Einschränken der Flugroute entlang einer Achse. Danach kann die Ausrichtung der Drohne ebenfalls fest eingestellt werden, sodass nicht nur Aufnahmen entlang der Flugachse, sondern auch seitlich davon ermöglicht werden.
- Bei der „Home Lock“-Funktion handelt es sich um eine Variante der „Course Lock“-Einstellung. Die Phantom 3 fliegt vom zuvor angesteuerten Punkt aus auf den Startpunkt zurück und richtet sich dabei auf diesen aus.
- Zur Nutzung des „Follow Me“-Modus werden vom Steuerer nur die Angaben zu Flughöhe und einzuhaltendem Abstand eingestellt. Anschließend folgt die Phantom 3 dem Steuerer bzw. dem Steuergerät, wenn dieses seine Position ändert.
- Der Betriebsmodus „Point-of-Interest“ erlaubt das Zirkulieren der Phantom 3 um einen zuvor definierten Punkt. Nach dem Setzen des POI als Kreismittelpunkt durch Anfliegen müssen zusätzlich noch Radius und Höhe eingestellt werden. Die Umlaufgeschwindigkeit auf dem so definierten Kreis kann als Wert in m/s eingegeben werden. Die Ausrichtung der Kamera kann ebenfalls aus den Optionen „in Flugrichtung“ oder „zum POI gerichtet“ gewählt werden. Während die Drohne um den POI fliegt, kann sich der Pilot auf die Kameraaufnahmen konzentrieren.
- Beim Einsatz der „Waypoints“-Funktion kann eine Wegstrecke durch einmaliges Abfliegen und dem Setzen einzelner Wegpunkte definiert werden. Diese Strecke wird dann gespeichert und kann von nun an automatisch abgeflogen und auch für sich wiederholende Kontrollflüge verwendet werden.

4 Potenzielle Einsatzgebiete

4.1 Inspektionsflüge

Bauwerke mit kulturhistorischer Relevanz prägen Regionen bis zum heutigen Tag. Um diese auch für die Zukunft zu erhalten, muss deren Bausubstanz kontinuierlich überprüft und überwacht werden. Das bereits zu Beginn dieses Beitrags erwähnte INTERREG-IV-A-Projekt CURE MODERN setzte den Fokus während seiner Projektlaufzeit vor allem auf solche Prüfverfahren, bei denen die zu überwachenden Bauwerke nicht beschädigt werden. Auch der ULS-Einsatz gehört zu diesen zerstörungsfreien Prüfverfahren und eignet sich beispielsweise zum Monitoring von Bauwerken, bzw. deren Elementen die besonders schwer zu erreichen sind. Mussten sich die Bauwerksprüfer in der Vergangenheit von Brücken abseilen um deren Unterseite auf die vermuteten Beschädigungen zu prüfen oder zunächst ein Gerüst aufgebaut werden, damit Kirchtürme inspiziert werden können, kann dies nun mit einem Drohnenflug aus sicherer Position erledigt werden (CURE MODERN B 2013).



Abb. 3: Momentaufnahme eines Kirchturm-Inspektionsflugs (eigene Darstellung)

Bevor weitere Schritte zur Instandhaltung oder Behebung von Beschädigungen eingeleitet werden, stellt die Befliegung von Gebäuden eine kostengünstige Möglichkeit zu deren Beobachtung und Kontrolle dar. Selbstverständlich lässt sich diese Art des Monitorings nicht nur auf Bestandsgebäude anwenden, sondern ist auch zur Dokumentation des Baufortschritts von Bauwerken denkbar.

4.2 Kartographie (Geo-Mapping)

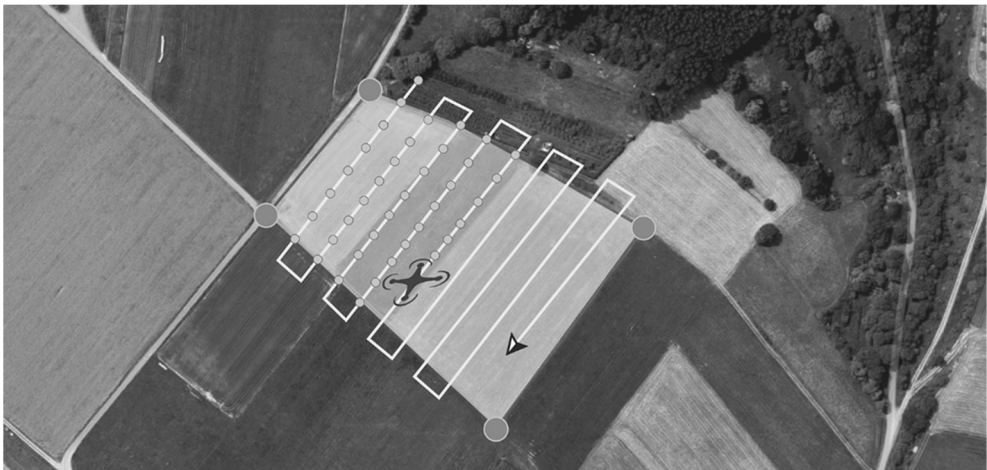


Abb. 4: Pfad zur Luftbildaufnahme (eigene Darstellung)

Bei der Erkundung unbekannter Gebiete und deren Kartierung bieten mit ULS erzeugte Luftbilder mittlerweile echte Alternativen zur Flugzeugbefliegung. Insbesondere wenn es sich

um kleine Areale handelt, kann diese verhältnismäßig kostengünstige Variante der Fernerkundung ihre Vorteile ausspielen. Mag bei kleinsten Flächen, wie die Luftbildaufnahme eines Einfamilienhauses, gar ein Einzelbild ausreichen, werden bei größeren Flächen aufgrund von zunehmender Verzerrung und zu erzielender Auflösung mehrere Fotoaufnahmen notwendig. Hierbei kann die „Waypoints“-Funktion eingesetzt werden und das, anhand eines durch Einzelwegpunkte aufgespannten Pfades, abgedeckte Areal abgeflogen und aufgenommen werden. Die Einzelfotos müssen anschließend georeferenziert, entzerrt und zur Gesamtaufnahme zusammengefügt werden. Das auf diese Weise erzeugte Luftbild kann dann für weitere Berechnungen, wie beispielsweise der Vermessung von Flächen, im GI-System verwendet werden.

Denkbare Anwendungsfelder wären unter anderem solche Gebiete, deren Begehung nicht ohne weiteres möglich oder als schlichtweg zu gefährlich eingeschätzt wird. Hierbei könnte es sich um die Kartierung von technischen Anlagen wie Kläranlagen (COMPUTEC MEDIA, 15, 118 ff.), Naturkatastrophengebieten (EBENDA: 105 ff.), Lebensräume bedrohter Tierarten (EBENDA, 108 ff.) oder archäologische Ausgrabungsstätten handeln (EBENDA, 94). Bei diesen Beispielen ist allerdings zu beachten, dass sich jeweils um Spezialfälle handelt, die aufgrund der jeweiligen rechtlichen Auflagen nicht ohne weiteres in jedem Land bzw. in jeder Region umgesetzt werden können.

4.3 Luftbildphotogrammetrie (3D-Modelling)

Die Photogrammetrie stellt einen Bereich der Fernerkundung dar, der mehrere Messmethoden und Auswerteverfahren unter sich vereint. Aus Fotografien und Messbildern eines Objektes wird deren räumliche Lage oder dreidimensionale Form bestimmt (LUHMANN 2010, 2). Bei der Luftbildphotogrammetrie handelt es sich um einen speziellen Teilbereich der Photogrammetrie, bei der die Erfassung von Baublöcken oder Stadtteilbereichen aus der Luft geschieht. Das dafür benötigte, technische Equipment befindet sich an Bord eines Luftfahrzeuges oder Satelliten (STREICH 2011, 357 f.).

Beim Ziel der Erzeugung eines 3D-Modells eines Einzelgebäudes bietet die POI-Funktion der DJI Phantom 3 Potenziale: Das Bauwerk wird als POI definiert und in festgesetztem Radius umflogen. Hierbei ist eine Vielzahl an Einzelbildern aufzunehmen oder wird als Alternative ein Video mit 30fps aufgezeichnet, aus dem die Einzelframes später extrahiert werden sollen. Für erste Versuche werden die Fotos anschließend in Autodesk's 123D-CATCH geladen um dort die 3D-Szenerie zu erzeugen. Nach der Durchführung der Vermaschung kann das Ergebnis beispielsweise als OBJ exportiert und in AutoCAD oder 3DS Max weiterverwendet werden.

4.4 Ausblick: Thermografie und weitere Sensoren

Die Ausstattung von ULS mit Infrarotkameras bietet eine zusätzliche Sichtweise und Potenziale für die Planung. Aus der Kooperation von DJI mit FLIR ist die Zenmuse XT hervorgegangen, mit der eine der größeren DJI-Modelle Inspire 1 oder Matrice 100 bestückt werden können. Die Zenmuse XT nimmt Fotos mit maximal 640×512 in den Formaten JPEG und TIFF auf und die Linsen decken die Brennweiten von 7,5 mm, 9 mm, 13 mm und 19 mm ab. Thermografie-Videos können ebenfalls erstellt und im MP4-Format gespeichert werden. Potenzielle Einsatzgebiete ergeben sich bei der Inspektion von Stromleitungen und von Solar-

anlagen, bei der Präzisions-Landwirtschaft, bei Feuerwehreinsätzen zur Analyse von Brandherden und zum Suchen und Aufspüren (DJI E 2016). Diese von DJI genannten Einsatzfelder können um die Analyse von Gebäudeisolierungen und Einsätzen im Umweltmonitoring ergänzt werden. Als Beispiel eines, durch die Kombination von ULS und IR-Kamera gestützten, Umweltmonitoring-Systems kann auf das an der Queensland University of Technology (QUT) entwickelte Verfahren zur Zählung von Koalas verwiesen werden (VAN VONDEREN 2015).

Die Ausstattung von Drohnen mit weiteren Sensoren kann deren Einsatzpotenziale in der Planung und im Monitoring zusätzlich erweitern: Sensoren zur Erfassung von Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftdruck oder solche zur Identifizierung giftiger Partikel in der Luft, stellen ein größtenteils noch ungenutztes Potenzial bei der Analyse von Luftqualitäten dar (COMPUTEC MEDIA 2015, 95).

5 Fazit

Der Einsatz von ULS im Planungsbereich wird auch in den kommenden Jahren kontrovers diskutiert werden. Aus den technischen Entwicklungen ergeben sich zwar vielzählige Einsatzfelder, jedoch werden diese Potenziale durch die Rechtslage stark eingeschränkt. Drohnen werden womöglich nicht unbedingt in nächster Zeit ihren Weg in den Alltag eines jeden Planers finden, bei Spezialfällen des Monitorings stellen sie dagegen eine echte Alternative zu bisherigen Aufnahmemethoden dar. Die Möglichkeiten der Luftbildthermografie kann die Klasse der „Leichtgewichte“ momentan noch nicht leisten und bleibt zunächst den größeren, schwereren und auch teureren ULS vorbehalten.

Vor allem bei freistehenden Bauwerken wie Brücken, Windrädern, Kirchtürmen etc. ist ein Drohneneinsatz durchaus denkbar, vor allem wenn sich der Pilot durch Neuentwicklungen im Bereich der GPS-Betriebsmodi unterstützen lässt, den Flug beobachtet und jederzeit durch manuelle Steuerung eingreifen kann. Insbesondere aufgrund aktueller Entwicklungen von Lieferdrohnen bleibt abzuwarten, wie der Gesetzgeber auf die Möglichkeiten autonomer Flüge reagieren und diese gesetzlich regeln wird. Aktuell ist ein rein autonomer Flug in unmittelbarer Nähe von oder in geringer Höhe über Wohngebieten weder rechtlich zulässig noch vorstellbar, da hierbei zu viele Außenfaktoren (Wind, Hindernisse etc.) zu berücksichtigen sind.

Wie in anderen Gebieten auch, wird jede technische Entwicklung im Drohnenbereich ihre positiven und negativen Folgen und Auswirkungen auf den Einsatz in der Planung haben und Möglichkeiten der Bestandsaufnahme und Monitoring auch zukünftig beeinflussen. Fortlaufende Beobachtungen und Analysen dieser Techniken sind deshalb unumgänglich und neue Potenziale ständig zu prüfen.

Literatur

- BMVBS (2013), Kurzinformation über die Nutzung von unbemannten Luftfahrtsystemen. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin.
- CURE MODERN A (2013), Ein grenzüberschreitender Beitrag zu moderner Bauwerksprüfung und Stadt- und Regionalplanung. <http://www.cure-modern.eu> (29.01.2016).
- CURE MODERN B (2013), Zerstörungsfreie Prüfverfahren – Multikopter. <http://www.cure-modern.eu/aktivitaeten/zfp-verfahren/multikopter/> (29.01.2016).
- COMPUTEC MEDIA (2015), Das große Drohnen Handbuch, Marquard Media International AG, Fürth.
- DFS (2015), Nachrichten für Luftfahrer (NfL) 1-437-15 (2015) Bekanntmachung über die Erteilung von Flugverkehrskontrollfreigaben zur Durchführung von Flügen mit Flugmodellen und unbemannten Luftfahrtsystemen in Kontrollzonen von Flugplätzen nach § 27d Abs. 1 LuftVG an den internationalen Verkehrsflughäfen mit DFS-Flugplatzkontrolle, Langen.
- DJI A (2016), Phantom 3 Standard. <http://www.dji.com/de/product/phantom-3-standard> (26.01.2016).
- DJI B (2016), Phantom 3 Standard, Technische Daten. <http://www.dji.com/de/product/phantom-3-standard/info#specs> (26.01.2016).
- DJI C (2016), DJI GO App. <http://www.dji.com/de/product/phantom-3-standard/app#sub-feature> (26.01.2016).
- DJI D (2016), Phantom 3 Standard, Flug-Modi. <http://www.dji.com/de/product/intelligent-flight-modes?www=v1> (26.01.2016).
- DJI E (2016), Zenmuse XT. <http://www.dji.com/de/product/zenmuse-xt> (26.01.2016).
- EXNER, J.-P., WUNDSAM, T., JUNG, C. & FABISCH, M. (2013), CURE MODERN – Monitoring of Infrastructures in Cross-Border Regions. In: SCHRENK, M., POPOVICH, V., ZEILE, P. & ELISEI, P. (Eds.), Proceedings of Real CORP 2013. Rom.
- EXNER, J.-P., WUNDSAM, T. & KEBBEDIEN, G. (2014), Geoweb-Werkzeuge als Monitoringsmaßnahmen im grenzüberschreitenden Raum Saarland-Lothringen, Schriftenreihe zum Symposium “Grenzüberschreitende Infrastruktur – heute und morgen”. Kaiserslautern.
- FLUGVG (2015), Flugverkehrsgesetz der Bundesrepublik Deutschland, Berlin.
- FLUGVO (2015), Flugverkehrs-Verordnung der Bundesrepublik Deutschland, Berlin.
- LUHMANN, T. (2010), Nahbereichsphotogrammetrie: Grundlagen, Methoden und Anwendungen. 3. Auflage. Wichmann Verlag, Berlin/Offenbach.
- MIKROKOPTER (2016), Mikrokoopter Flugsysteme. <http://www.mikrokoopter.de/de/produkte/flugsysteme> (25.01.2016).
- SKYFOOL (2016), Kontrollierte Lufträume in Deutschland. <http://www.skyfool.de/luftraeume> (27.01.2016).
- STREICH, B. (2011), Stadtplanung in der Wissensgesellschaft – Ein Handbuch. 2. Auflage. VS Verlag, Bonn.
- VAN VONDEREN, J. (2015) Drones with heat-tracking cameras used to monitor koala population. <http://www.abc.net.au/news/2015-02-24/drones-to-help-threatened-species-koalas-quit/6256558> (31.01.2016).