

EDITORIAL

Der Einsatz von Drohnen ist leider in jüngster Zeit stark in Verruf geraten, nachdem gefährliche Einsätze unbemannter Luftfahrzeuge in der Nähe kritischer Infrastruktur, insbesondere von Flughäfen, zu erheblichen Problemen geführt haben. Dabei sind Drohnen durchaus nützlich, und das nicht nur bei Rettungseinsätzen oder in der Landwirtschaft, sondern auch im Bereich des Naturschutzes und der städtebaulichen Planung.

Die ISU GmbH beschäftigt sich seit einiger Zeit schon mit dem Thema und setzt Drohnen im Zuge der Bearbeitung ihrer Planungsaufträge ein, um Prozesse zu beschleunigen und die Datenqualität zu verbessern. Die Verknüpfung mit CAD- oder GIS-Daten eröffnet dabei neue Möglichkeiten der zeitgemäßen Verarbeitung.

Wir widmen uns heute dem Einsatz von Drohnen in der städtebaulichen Planung und möchten Ihnen damit einen ersten Überblick der vielfältigen Einsatzgebiete geben, ohne allzu sehr in Details einzusteigen. Dennoch wollen wir ein paar technische und rechtliche Rahmenbedingungen erläutern, die uns zum Verständnis der Materie wichtig erscheinen.

Wir würden uns freuen, wenn die Ausgabe auf Ihr Interesse stößt. Für Anregungen und Kritik sind wir stets dankbar.



© Büro ISU

THEMA

DER EINSATZ VON DROHNEN IN DER STÄDTEBAULICHEN PLANUNG

GESCHICHTE DER DROHNENTECHNIK

Wie so oft ist auch der Ursprung der Drohnentechnik auf militärische Entwicklungen zurückzuführen. So wurde bereits Anfang des 20. Jahrhunderts durch den britischen Ingenieur Achibald Low eine Maschine entwickelt, die ohne menschlichen Piloten fliegen konnte und mithilfe von Funkwellen ferngesteuert wurde. Sie diente zunächst als fliegendes Ziel für die Schützenausübung. Freilich hatte dieses Fluggerät nichts mit heutigen Drohnen gemeinsam.

Später wurden dann unbemannte Flugkörper entwickelt, die der Beobachtung und Überwachung dienten, wobei die Fähigkeit, ohne Piloten z.B. über feindliche Gebiete zu fliegen und dort Informationen zu sammeln, erhebliche militärische Vorteile brachte.

Im Laufe der Zeit wurden solche unbemannten militärischen Drohnen dann immer weiterentwickelt, um auch andere

Aufgaben zu erfüllen. Zivile Einsätze kamen aber erst sehr viel später hinzu. Erst in den 1980er Jahren wurden durch die fortschreitende Computertechnologie und die Reduzierung der Produktionskosten durch industrielle Fertigung Drohnen auch für andere Verwendungsmöglichkeiten interessant. Sie wurden zunehmend für Beobachtungsmissionen, zu Forschungszwecken, zur Umweltüberwachung und für die Anfertigung von Luftaufnahmen eingesetzt; aber erst Anfang der 2000er Jahre wurden Drohnen deutlich erschwinglicher und sind seitdem auch in der zivilen Welt immer präsenter.

Heute sind Drohnen einem breiten Publikum zugänglich und haben sich auch als beliebte Freizeitbeschäftigung etabliert. So werden sie z.B. von Fotografen für Landschaftsaufnahmen genutzt. In der Landwirtschaft dienen sie durch intelligente Verfahren zur Erkennung erwünschter und un-



erwünschter Pflanzen der Reduzierung von Pestizideinsätzen und Feuerwehr und Rettungskräfte verwenden sie z.B. zur Lokalisierung von Brandherden oder zur Ortung verletzter Personen mittels Wärmebildkamera. Zudem finden statt traditioneller Feuerwerke immer häufiger aufwendige Lightshows mit hunderten synchronisierter Drohnen statt und die Einsatzgebiete erweitern sich ständig.

BEGRIFFE UND RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN

In der Fachwelt werden „Drohnen“ üblicherweise als UAS = Unmanned Aircraft System (unbemanntes Luftfahrzeugsystem) bezeichnet. Im Gegensatz zum UA = Unmanned Aircraft (unbemanntes Luftfahrzeug) umfasst der Begriff UAS die Drohne (UA) mitsamt aller sonstigen Systemkomponenten, also z.B. der Fernsteuerung der Stromversorgung usw.

Drohnen werden je nach Gewicht in unterschiedliche Klassen - C0 bis C4, bei größeren Drohnen auch C5 und C6 - unterteilt. Die kleinste und „ungefährlichste“ Klasse wird mit C0 bezeichnet. Diese Klassifizierung wurde vor einigen Jahren europaweit vereinheitlicht. Zuständig hierfür ist die EASA – European Union Aviation Safety Agency (Europäische Flugsicherheitsbehörde).

Grundsätzlich müssen Drohnen bzw. deren Betreiber unabhängig vom Gewicht des Luftfahrzeugs beim Luftfahrtbundesamt (LBA) registriert werden, sofern sie über Einrichtungen für Ton- und Bildaufnahmen verfügen. Ausgenommen von dieser Verpflichtung sind also lediglich Drohnen ohne entsprechende Aufzeichnungsmöglichkeiten, die als reines Spielzeug oder Sportgerät fungieren.

Für Drohnen bis zu einem Abfluggewicht von weniger als 250 g benötigt man zum Betrieb keine spezielle Qualifikation. Das Mindestalter des „Fernpiloten“ liegt bei 16 Jahren. Damit kann eine entsprechende Drohne zur Anfertigung von Luftaufnahmen quasi von Jedermann gesteuert werden.

Für den Einsatz schwererer Drohnen, die in die Klassen C1 (bis 900 g), C2 (bis 4 kg) oder darüber fallen, benötigt man je nach Einsatzgebiet den „kleinen“ oder den „großen“ Drohnenführerschein. Dabei hängt die Art der geforderten Qualifikation nicht vordergründig vom Gewicht des Fluggeräts, sondern im Wesentlichen vom Einsatzgebiet (nah an Menschen oder in größerer Entfernung zu Menschen) ab. Die Einsatzklassen werden mit A1 (nah an Menschen)¹ über A2 (sichere Distanz zu Menschen)² bis A3 (weit von Menschen entfernt)³ bezeichnet.

Für den Einsatz von Drohnen der Kategorie C1 (<900 g) und den Betrieb nahe an Menschen (A1) sowie größerer Fluggeräte der Kategorien C2 (< 4 kg) sowie C3 und C4 (<25 kg) weit von Menschen entfernt (A3), wird ein Kompetenznachweis (umgangssprachlich als „kleiner Drohnen-

führerschein“ bezeichnet) verlangt, für den man beim LBA eine Online-Prüfung ablegen muss. Drohnen der Klasse C2 (<4 kg), die in sicherer Distanz zu Menschen (A2) betrieben werden, darf nur steuern, wer den „großen“ Drohnenführerschein besitzt. Dieser erfordert neben einer erweiterten theoretischen Prüfung auch den Nachweis praktischer Flugfähigkeiten. Dies hat mit der möglichen Gefährdung durch Fluggeräte mit einem Gewicht von bis zu 4 kg in geringer Entfernung zu Menschen zu tun.

EINSATZMÖGLICHKEITEN VON DROHNEN IN DER STÄDTEBAULICHEN PLANUNG

Übersichtsfotos

Der Einsatz von Drohnen bei der ISU GmbH begann mit der Anschaffung einer kleinen Fotodrohne (C0) für die Anfertigung von Luftaufnahmen von Plangebieten. Dabei ging es zunächst nur darum, sich einen Überblick über das jeweilige Plangebiet zu verschaffen und bei der späteren Planung, z.B. der Ausarbeitung eines Bebauungsplans, auf diese Fotos zurückgreifen zu können, ohne jedes Mal erneut ins Plangebiet fahren zu müssen, wenn irgendein Detail nicht mehr präsent war.

Diese Art der Luftaufnahmen sind lange schon zum festen Bestandteil unserer Arbeit geworden, waren aber erst der Einstieg in den Einsatz unbemannter Luftfahrzeuge.



**Übersichtsfoto einer Industriebrache aus ca. 50 m Höhe
(Quelle: ISU GmbH)**

Georeferenzierte Luftbilder

Heute setzen wir größere Drohnen (i.d.R. C2) ein, um damit hochpräzise Luftbilder herzustellen, die einen wesentlich höheren Anspruch erfüllen. Sie werden georeferenziert und können dann zentimetergenau in die passende Katastergrundlage eingebunden werden. Außerdem liefern sie Geländedaten, die ansonsten nur durch eine aufwendige Vermessung am Boden gewonnen werden könnten.

Der Vergleich eines georeferenzierten Luftbilds, das mittels Drohnenbefliegung generiert wurde, mit einem herkömm-

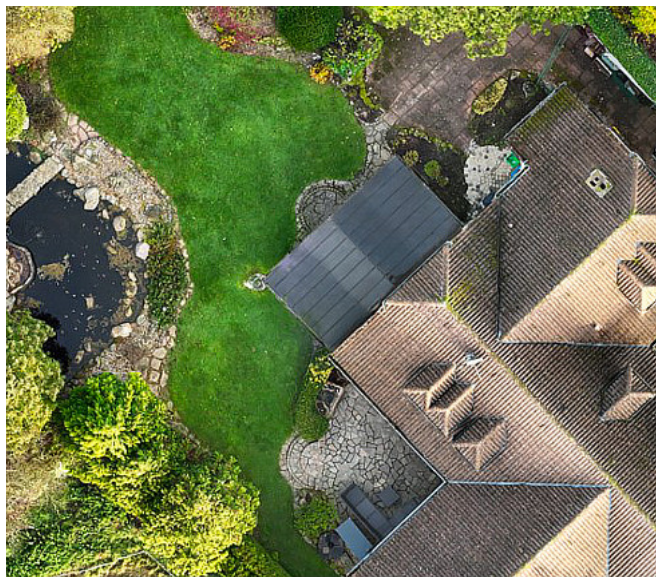
- 1 Bereiche in denen nicht ausgeschlossen werden kann, dass unbeteiligte Personen überflogen werden oder Bereiche in denen angenommen werden kann, dass keine unbeteiligten Personen überflogen werden.
- 2 Bereiche, in denen ein horizontaler Mindestabstand von 30 m, bzw. 5 m im Langsamflug, zu unbeteiligten Personen eingehalten werden kann.
- 3 Bereiche, in denen keine unbeteiligten Personen gefährdet werden (größerer Sicherheitsabstand) und zumindest 150 m entfernt von Wohnsiedlungen, Industrieanlagen, Freizeitanlagen und Ähnlichem.



Drohnenaufnahme eines Plangebiets im Außenbereich aus ca. 75 m Höhe (Quelle: ISU GmbH)



Zum Vergleich der selbe Planausschnitt aus dem Geoportal LANIS (Quelle: LANIS - https://geodaten.naturschutz.rlp.de/kartendienste_naturschutz/index.php)



Drohnenaufnahme eines Wohngrundstücks aus ca. 40 m Höhe (Quelle ISU GmbH)



Derselbe Planausschnitt aus dem Geoportal LANIS (Quelle: LANIS - https://geodaten.naturschutz.rlp.de/kartendienste_naturschutz/index.php)

lichen Luftbild aus den bekannten Geo-Portalen (z.B. LANIS [RLP] oder TIM online [NRW]) zeigt, dass die Auflösung des Drohnentfotos meist bis zu 20-fach größer ist als das übliche Luftbild, das zudem oft auch veraltet ist.

Die Überlegenheit der Drohnentechnik wird umso deutlicher, je mehr Details benötigt werden und je näher man deshalb an das Objekt heranzoomen muss.

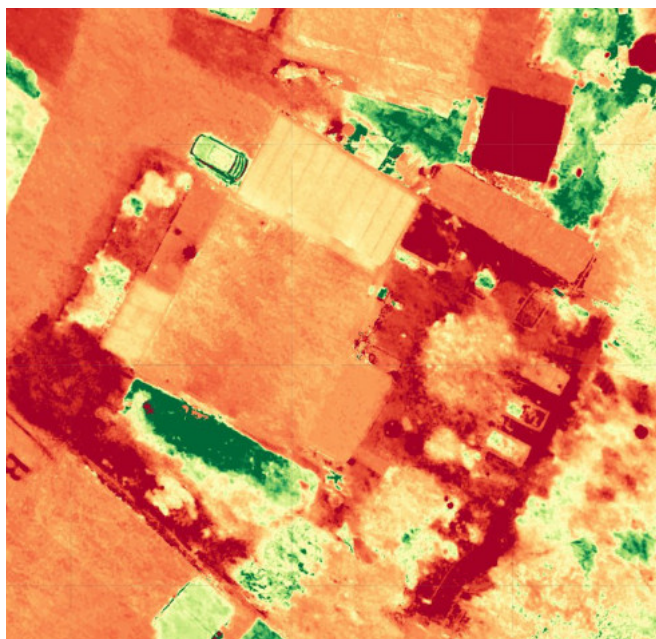
Die mit der Drohne erzeugten Luftbilder haben eine Bodenauflösung von bis zu 1 cm. Aus Ihnen kann man zusätzlich auch viele weitere Daten gewinnen, wie wir nachfolgend noch zeigen werden.

Umweltuntersuchungen

Insbesondere bei Erhebungen im Rahmen der Umweltplanung tragen die georeferenzierten Luftbilder zu einer wesentlich verbesserten Genauigkeit bei und beschleunigen den Vorgang der Bestandsaufnahme deutlich. Mit entsprechender Technik lassen sich z.B. größere Waldgebiete in einem Zug kartieren, da der Anteil von Laub- und Nadelgehölzen, ggf. vorhandene Schlagfluren usw. schon allein anhand des Luftbildes bestimmt werden können. Eine örtliche Begehung ist dann nur noch zur Kontrolle und zur Erhebung eventuell benötigter weiterer Details erforderlich. Je nach eingesetztem Drohnenmodell können über Wärmebildkameras oder weitere Sensoren zudem auch der

Versiegelungsgrad, die Bodentemperatur die Schädigung bestimmter Pflanzen u.Ä. erhoben werden.

Es ist nur noch eine Frage der Zeit, bis mittels KI-gestützter Verfahren auch die Pflanzenart in einem Plangebiet exakt bestimmt werden kann. Das würde Bestandsaufnahmen in Zukunft deutlich effizienter machen, denn heute benötigt man für die Erfassung der Fläche eines geplanten kleinen Wohngebietes mit örtlicher Begehung in der Regel einen Tag und nochmals mindestens die gleiche Zeit zur Anfertigung des entsprechenden Plans. Eine Befliegung mittels Drohne braucht deutlich weniger Zeit, denn sowohl die Befliegung selbst als auch die Auswertung laufen überwiegend automatisch ab.



Wärmebildaufnahme eines Wohngrundstücks aus ca. 50 m Höhe
(Quelle: ISU GmbH)

Geländevermessung

Die Bestandsaufnahme eines Plangebietes aus der Luft liefert - eine passende, leistungsfähige Software und einen schnellen PC mit entsprechender Ausstattung vorausgesetzt - quasi automatisch auch weitere Daten, die per Knopfdruck abgerufen werden können. Dabei sollte man die Hardwareanforderungen und die benötigte Rechenzeit allerdings nicht unterschätzen. „Auf Knopfdruck“ kann durchaus einen ganzen Arbeitstag an Rechenleistung beanspruchen, bei größeren Plangebietes durchaus auch länger.

Bei einer Befliegung werden nämlich hunderte, je nach Plangebietsgröße mitunter sogar mehrere tausend einzelne Bilder aufgenommen, die anschließend per Software „verschnitten“ und passgenau aneinandergefügt werden. Dabei werden i.d.R. zunächst Senkrechtaufnahmen gemacht, danach meist auch noch Schrägaufnahmen, um das Ergebnis zu verbessern. Die senkrecht aufgenommenen Luftbilder müssen dabei eine Überlappung von mindestens 70 bis 80% aufweisen, um eine ausreichende Genauigkeit zu gewährleisten.

DROHNENKLASSEN UND EINSATZKATEGORIEN

Klasse	Gewicht	Einsatzort	
C0	< 250 g	Bereiche in denen nicht ausgeschlossen werden kann, dass unbeteiligte Personen überflogen werden.	A1
C1	< 900 g	Bereiche in denen angenommen werden kann, dass keine unbeteiligten Personen überflogen werden.	
C2	< 4 kg	Bereiche in denen ein horizontaler Mindestabstand von 30 m (5 m im Langsamflug) zu unbeteiligten Personen eingehalten werden kann.	A2
C3	< 25 kg	Bereiche, in denen keine unbeteiligten Personen gefährdet werden und zumindest 150 m entfernt zu Wohnsiedlungen, Industrieanlagen, Freizeitanlagen und Ähnlichem.	A3
C4	< 25 kg		

TYPISCHE ANWENDUNGEN

Klasse und hauptsächliche Anwendung

- C0** Hobby / Freizeitgestaltung sowie Übersichtsluftaufnahmen (z.B. von Plangebietes)
- C1** Anspruchsvolle Luftaufnahmen sowie einfache Vermessungsaufgaben ohne Georeferenzierung
- C2** Georeferenzierte Luftbilder sowie anspruchsvolle Vermessungsaufgaben (mit RTK-Genauigkeit)
In der Unterkategorie A2 nur mit „großem Drohnenführerschein“ erlaubt!
- C3** Rettungseinsätze sowie Einsätze in der Land- und Forstwirtschaft (z.B. Ausbringen von Pestiziden, Düngemitteln usw.); außerdem spezialisierte Anwendungen mit hohen Nutzlasten (z.B. Laserscanner, Bodenradar u.Ä.)
- C4**

NOTWENDIGE QUALIFIKATION

Unterkategorie	Klasse	Qualifikation
A1	C0	keine
	C1	Online-Training und -Prüfung („kleiner Drohnenführerschein“)
A2	C2	„großer Drohnenführerschein“
A3	C3	Online-Training und
	C4	-Prüfung („kleiner Drohnenführerschein“)



In Serie aufgenommene, überlappende Einzelfotos aus ca. 75 m Höhe als Grundlage eines georeferenzierten Luftbilds (Quelle: ISU GmbH)

Die Drohne muss über eine spezielle Hard- und Software verfügen, denn normale GPS-Daten⁴ reichen bei Weitem nicht aus, um ein passgenaues Ergebnis zu erzielen. Die Daten der verschiedenen Satellitensysteme weisen selbst bei gutem Empfang erhebliche Ungenauigkeiten auf, die für Vermessungsaufgaben ungeeignet sind.



Vermessungsdrohne mit RTK-Modul (Drohnenklasse C2) (Quelle: ISU GmbH)

Die Drohne muss daher mit einem RTK-Modul ausgestattet sein, um die gewünschte Genauigkeit erzielen zu können. Ohne hier auf Einzelheiten eingehen zu wollen handelt es sich um die sogenannte „Echtzeitkinematik“ (englisch Real-Time Kinematic positioning, RTK). Dies ist ein Verfahren zur sofortigen Verbesserung der Präzision von Positionskoordinaten der Satellitennavigation durch Auswertung meh-

⁴ GPS ist eine geläufige, wenn auch nicht ganz richtige Abkürzung für globale Navigationssatellitensysteme (englisch global navigation satellite system) oder kurz „GNSS“. Dies sind Systeme zur Positionsbestimmung und Navigation auf der Erde und in der Luft durch den Empfang der Signale von Navigationssatelliten und Pseudoliten. GNSS ist dabei ein Sammelbegriff für Satellitensysteme wie NAVSTAR GPS (Global Positioning System) der Vereinigten Staaten von Amerika, GLONASS (Globales Satellitennavigationssystem) der Russischen Föderation, Galileo der Europäischen Union, Beidou der Volksrepublik China und verschiedene Ergänzungssysteme Europas, der USA, Japans und Indiens. NAVSTAR GPS ist das älteste der o.g. Systeme und seit 1995 voll funktionsfähig, daher spricht man häufig auch von „GPS-Navigation“.

rerer Frequenzen sowie Vergleich mit bekannten und in Ihrer Lage exakt vermessenen Punkten an Boden.

Die Genauigkeit der globalen satellitengestützten Navigationssysteme (GNSS) liegt bei normaler Nutzung mit kleinen Handgeräten oder nicht speziell ausgestatteten Drohnen bedingt durch sich verändernde Einflüsse in der Erdatmosphäre bei mehreren Metern. Mit Hilfe der RTK-Daten, die die Landesvermessungsämter zur Verfügung stellen, kann die Genauigkeit auf wenige Zentimeter verbessert werden. Moderne Drohnen kombinieren beide Methoden, so dass sie hochpräzise Lage- und Höhendaten liefern.

Digitale Gelände- und Gebäudemodelle

Aus der Geländevermessung können zahlreiche weitere Daten generiert werden, wie z.B. exakte Höhenlinien, beliebige Schnitte, Volumenberechnungen usw. Natürlich lassen sich die so erzeugten Digitalen Geländemodelle über entsprechende Schnittstellen auch direkt in alle gängigen CAD- oder GIS-Programme einlesen und können dort weiterbearbeitet werden.



Digitales Geländemodell eines Plangebietes (Quelle: ISU GmbH)

Eine nochmals höhere Präzision kann heute mit Laserscannern erreicht werden. Sie verarbeiten bis zu 2 Millionen Signale pro Sekunde und erzeugen Genauigkeiten im Millimeterbereich. Mit ihrer Hilfe können auch dichte Vegetationsdecken durchdrungen werden, so dass sie in der Lage sind, Bodenformationen zu erfassen und Geländedaten zu erheben, die ansonsten aus der Luft nicht zu erkennen wären.

Entsprechende Daten werden aber nur für wenige Einsatzgebiete benötigt, dann, wenn es z.B. um die Planung oder das Aufmaß von Ingenieurbauwerken geht. Im Rahmen der städtebaulichen Planung reichen die mit einer RTK-Drohne erzeugten Aufnahmen in fast allen Fällen aus. Das gilt selbst für das Aufmaß von Fassaden im Bereich denkmalgeschützter Gebäude und vergleichbare Aufgabenstellungen. Hier können Drohnen sehr schnell präzise Pläne erzeugen und aufwendige Vermessungen deutlich abkürzen.



Aus schräg aufgenommenen Luftbildern lassen sich einzelne Elemente eines Gebäudes exakt vermessen
(Quelle: ISU GmbH)

In der Stadtplanung kommt der Herstellung digitaler Stadtmodelle seit einiger Zeit vermehrte Bedeutung zu. Man spricht häufig von „Digitalen Zwillingen“. Mit Ihrer Hilfe werden Objekte – hier Gebäude, Straßen, Plätze usw. – aus der realen in die digitale Welt übertragen. Im Anschluss können in der realen Welt noch nicht existierende Objekte – also Planungen – in das Modell eingefügt werden, so dass man deren Aussehen und die Wirkungen auf das Stadtbild unmittelbar beurteilen kann. Digitale Zwillinge basieren auf einem übergreifenden Datenaustausch. Sie bestehen aus Objekten der realen Welt und können gleichzeitig alle Arten von Planungen simulieren. Drohnen liefern für den Aufbau solcher Modelle eine sehr gute Datenbasis.

Bodenuntersuchungen

Bei der Aufstellung von Bebauungsplänen werden nicht selten Bedenken seitens der zuständigen Denkmalschutzbehörden wegen vermuteter Relikte denkmalrelevanter Gegenstände im Boden vorgebracht. Da die Belange des Denkmalschutzes im Rahmen der Abwägung eine wichtige Rolle spielen, führt dies häufig zur Notwendigkeit aufwendiger Bodenuntersuchungen.

Bei Plangebiet im Außenbereich handelt es sich oft um intensiv genutzte landwirtschaftliche Flächen, deren Bewuchs durch Bodenuntersuchungen stark in Mitleidenschaft gezogen werden kann. Die betroffenen Eigentümer lehnen solche Untersuchungen während der Vegetationsperiode daher in den meisten Fällen ab, so dass erhebliche zeitliche Verzögerungen die Folge sind.

Entsprechend ausgestattete Drohnen erlauben es, die Fläche berührungslos zu untersuchen. Sie fliegen in wenigen Zentimetern über der Vegetationsdecke und können auf diese Weise sowohl geomagnetische Untersuchungen als auch mehrere Meter ins Erdreich dringende Radarerfassungen durchführen. Damit lassen sich Bodenveränderungen sehr exakt darstellen und der Verdacht denkmalrelevanter Funde entweder bestätigen oder ausschließen.

Natürlich kann diese Methode auch zum Aufspüren von Kampfmitteln, von Leitungen usw. genutzt werden.

Nachteile sind die Größe des benötigten Fluggeräts (meist Drohnen der Klasse C3 oder C4) und die damit verbundenen Einschränkungen beim Betrieb, so dass ein Einsatz ohne Sondergenehmigung nur in Bereichen in Frage kommt, in denen sich keine unbeteiligten Personen aufhalten und die einen Abstand von mindestens 150 m zu Wohnsiedlungen, Industrieanlagen u.Ä. aufweisen.



Drohne mit Bodenradar (Drohnenklasse C3)
(Quelle: ISU GmbH – mit KI bearbeitet)

EINSCHRÄNKUNGEN DES EINSATZES VON DROHNEN

Drohnen, die nicht in speziellen Kategorien (mit Sondergenehmigung) betrieben werden, dürfen grundsätzlich eine Flughöhe über Grund (AGL – above ground level) von 120 m (umgerechnet rund 400 Fuß) nicht überschreiten.

Wie bereits eingangs beschrieben, dürfen Drohnen ab einer bestimmten Größe zudem nur von lizenzierten „Drohnepiloten“ gesteuert werden. Der Betreiber, in unserem Fall die ISU GmbH, müssen beim LBA registriert sein und über eine ausreichend hohe Haftpflichtversicherung (Deckungssumme mehrere Millionen Euro) verfügen. Die jeweilige Drohne muss mit der Betreiberkennung gekennzeichnet sein. Größere Drohnen müssen zudem ihre Kennung sowie weitere Daten (z.B. aktuelle Flughöhe, Standort der Fernbedienung, also letztlich des Piloten usw.) ständig über eine spezielle Frequenz senden, so dass sie eindeutig zu identifizieren sind.

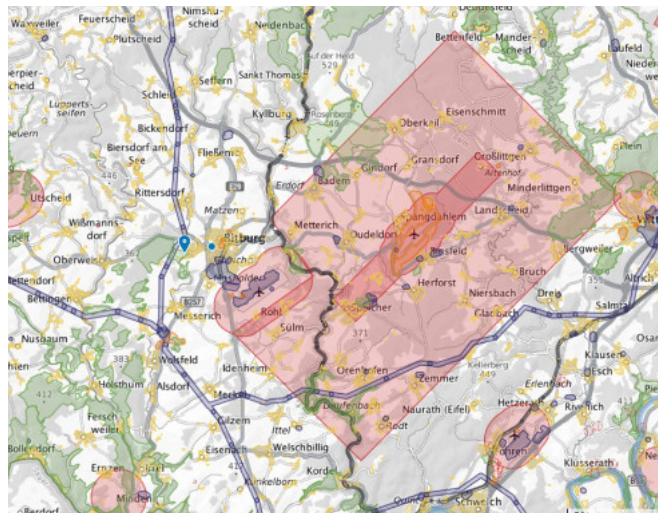
Es gibt aber noch viel mehr Dinge zu beachten, wenn der Einsatz des unbemannten Luftfahrzeugs regelkonform stattfinden soll, was unbedingt sicherzustellen ist. Eine zentrale Rolle spielen dabei die sogenannten „Geo-Zonen“ oder auch „geografische Gebiete“ genannt.

Ein geografisches Gebiet für den Einsatz einer Drohne (Drohen GEO-Zone) ist ein von den zuständigen Behörden definierter Luftraumabschnitt, der für den Betrieb von unbemannten Luftfahrtsystemen (UAS) entweder freigegeben, mit Einschränkungen versehen oder gesperrt ist. Die spezifischen Regelungen dienen dazu, potenzielle Risiken, die von Drohnen ausgehen können – sei es hinsichtlich der öffentlichen Sicherheit, des Datenschutzes, der Sicherheit personenbezogener Daten oder des Umweltschutzes – zu minimieren.

Die bundesweit gültigen geografischen UAS-Gebiete sind in der Luftverkehrs-Ordnung (LuftVO), speziell in § 21h verankert. Diese umfassen unter anderem Bereiche wie Bundesfernstraßen, Bundeswasserstraßen und Wohngebiete. Für Flüge in bestimmten geografischen UAS-Gebieten, wie im § 21h Abs. 3 und 4 LuftVO beschrieben, die ohne die Zustimmung des Betreibers oder der zuständigen Stelle stattfinden, kann unter bestimmten Voraussetzungen eine Ausnahmegenehmigung bei der jeweils zuständigen Landesluftfahrtbehörde beantragt werden. In Rheinland-Pfalz ist hierfür der Landesbetrieb Mobilität (LBM), Abteilung Luftverkehr, zuständig.

Auf der Digitalen Plattform Unbemannte Luftfahrt, kurz „dipul“⁴⁵ ist eine Karte abrufbar, die alle Geo-Zonen in der Bundesrepublik Deutschland wiedergibt.

Bei einem Blick auf die Karte wird schnell klar, dass der Drohneneinsatz erheblichen Beschränkungen unterliegt. Das Beispiel für die Umgebung der Stadt Bitburg zeigt, dass oft vielerlei geografische Gebiete mit Einschränkungen oder gar mit einem Ausschluss von Drohneneinsätzen zusammenwirken.



Geo-Zonen um die Stadt Bitburg
(Quelle: www.dipul.de)

Dies können z.B. Kontrollbereiche von Flugplätzen (vorliegend der US Air Base Spangdahlem und des Flugplatzes Bitburg), Schutzbereiche um kleinere Flugplätze oder auch Hubschrauberlandeplätze (i.d.R. mindestens 1,5 km Radius um den

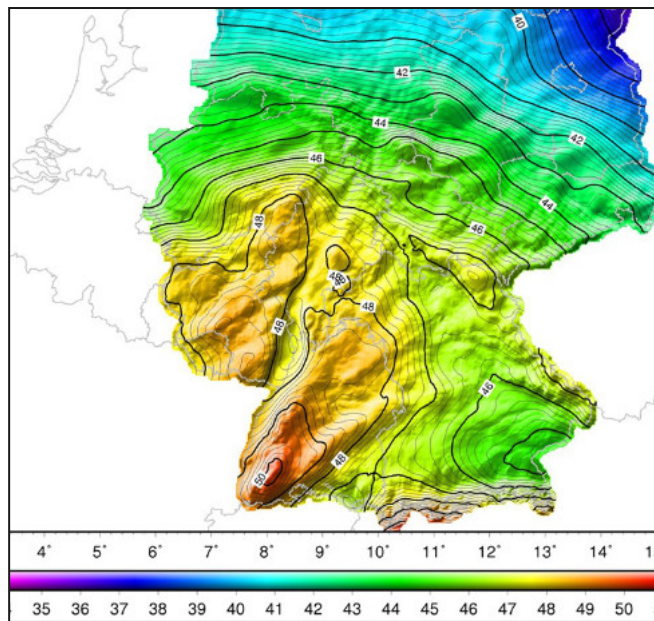
Flug- oder Landeplatz), Industrieanlagen, Bundesstraßen oder Bundesautobahnen, Bahnstrecken, Hochspannungsleitungen, Wohngebiete, Naturschutzgebiete, Naturparke usw. sein. Ein uneingeschränkter Betrieb ist nur an wenigen Stellen möglich.

Diese Regeln muss man kennen und einhalten bzw. entsprechende Erlaubnisse beantragen, um in solchen GEO-Zonen mit seiner Drohne fliegen zu dürfen.

WAS MAN SONST NOCH WISSEN SOLLTE

Der professionelle Einsatz von Drohnen in der Stadtplanung erfordert eine gewisse Grundkenntnis der physikalischen und meteorologischen Gegebenheiten sowie der Einschränkungen, die sich z.B. durch Einflüsse des Magnetfeldes der Erde und ähnliche Faktoren ergeben, die erst auf den zweiten Blick auffallen.

Insbesondere die Höhendaten, die eine Drohne liefert, können nicht ungefiltert in ein CAD- oder GIS-Programm übernommen werden, da sie auf einem anderen Höhenmodell beruhen, als die bei uns übliche Angabe über „Normalhöhen-Null“ (NHN). Sie müssen zunächst umgerechnet werden, denn ansonsten sind die Ergebnisse für den Planungsprozess unbrauchbar. Dabei handelt es sich nicht um Abweichungen im Bereich weniger Zentimeter, sondern in Deutschland um 40 bis 50 Meter!



Ausschnitt des Quasigeoidmodells der Bundesrepublik Deutschland mit Darstellung der Abweichungen der Höhendaten einer unkorrigierten Drohnenvermessung zur „NHN-Höhe“. (Quelle: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie – <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/digitale-geodaten/geodaetische-basisdaten/quasigeoid-der-bundesrepublik-deutschland-quasigeoid.html>)

Der Unterschied zwischen den bei Vermessungen mit Satellitennavigationssystemen (z.B. mittels GPS, GALILEO usw.) oder auch mit Drohnen erzeugten Daten zu dem im Alltag üblichen Höhen Bezugssystem „NHN“ wird mit Hilfe des sogenannten „German Combined Quasigeoid“ Modells

(GCG2016) beschrieben. Dies ist ein Modell, das den Verlauf des Nullniveaus der amtlichen Höhenbezugsfläche in Deutschland definiert. Es gibt den Unterschied zwischen dem auch bei Drohnen verwendeten Referenzellipsoid (Ellipsoid des Geodätischen Referenzsystems 1980, GRS80) und der amtlichen Höhenbezugsfläche in Höhe des Amsterdamer Pegels (Normal Amsterdams Peil, NAP) – in Deutschland als NHN ausgedrückt, an. Mit Hilfe des Modells ist eine Umrechnung der geometrischen Höhen im Europäischen Terrestrischen Referenzsystem 1989 (ETRS89/DREF91 Realisierung 2016) in meeresspiegelbezogene Höhen des Deutschen Haupthöhennetzes 2016 (DHHN2016) möglich. Die Genauigkeit des Modells liegt bei 1 cm im Flachland, 2 cm im Hochgebirge und 2 – 6 cm im Meeresbereich. Es liegt für den gesamten Bereich der Bundesrepublik Deutschland vor und wird im Zuge der Auswertung der mittels einer Befliegung gewonnenen Daten mit einer entsprechenden Software berücksichtigt. Erst auf diese Weise sind die Ergebnisse der Drohnenbefliegung nicht nur lage- sondern auch höhenmäßig korrekt und für eine Weiterbearbeitung auf „NHN-Niveau“ geeignet.

DIE ZUKUNFT DES DROHNENEINSATZES

Es ist davon auszugehen, dass der Einsatz von Drohnen aufgrund der jüngsten Vorkommnisse um Flughäfen und sonstige sicherheitsrelevante Einrichtungen künftig noch stärker reglementiert wird, um ungewollte Vorfälle bestenfalls auszuschließen oder zumindest so weit wie möglich zu minimieren. Gleichzeitig werden die Befugnisse der Sicherheitsbehörden zur Abwehr von Drohnen aller Voraussicht nach weiter gestärkt. Umso wichtiger ist es, den Einsatz im Bereich der städtebaulichen Planung und des Umweltschutzes sorgfältig zu planen und zuvor alle erforderlichen Genehmigungen einzuholen.

So werden Drohnen, die nicht mehr unter die Kategorie C0 fallen, bei der ISU GmbH selbstverständlich nur von lizenzierten Drohnenpiloten (mit „großem Drohnenführerschein“) gesteuert. Zudem liegt eine Allgemeinerlaubnis zum Einsatz in GEO-Zonen vor. Für spezielle Einsätze werden außerdem regelmäßig Sondergenehmigungen beantragt und mit den Behörden abgestimmt. So kann auch in Zukunft ein regelkonformer Betrieb gewährleistet werden.

Wir gehen davon aus, dass sich der Einsatzbereich unbemannter Luftfahrzeuge in Zukunft noch ausweiten wird. Die Technik schreitet hier sehr schnell voran. So sind z.B. Laserscanner, die heute noch den Einsatz größerer Drohnen erfordern, mittlerweile erschwinglich, auch wenn sie noch immer eine Investition von 20 bis 30 Tausend Euro erfordern. Vermutlich wird diese Technik künftig noch deutlich kompakter, so dass Laserscanner in einigen Jahren wohl auch für kleinere Drohnen (z.B. C2) verfügbar sein werden. Sicher wird auch die künstliche Intelligenz schnell Einzug in die Stadtplanung sowie die Drohnentechnik finden.

Trotz aller technischen Möglichkeiten sei zum Schluss darauf hingewiesen, dass mit Drohnen durchgeführte Bestands-erhebungen, mögen sie auch noch so genau sein, keine

amtliche Vermessung ersetzen. Man muss sich stets auch der Einschränkungen bewusst sein und den Einsatz auf die Bereiche konzentrieren, in denen Drohnen schnell und preiswert Ergebnisse als Grundlage städtebaulicher Planungsaufgaben liefern können.

IN EIGENER SACHE

Bereits Ende des Jahres 2024 haben wir Sie mit unserem Flyer „ISU Reloaded“ darüber informiert, dass innerhalb unseres Büros mit der Gründung der ISU GmbH und der Gewinnung von Karsten Hartmuth, der bis dahin als Leiter des Stadtplanungsamtes Bad Neuenahr-Ahrweiler tätig war, als weiteren Geschäftsführer ein Generationenwechsel eingeleitet werden konnte.

Nun ist seit seinem Eintritt in unser Büro bereits mehr als ein Jahr vergangen und die Entwicklung der ISU GmbH schreitet zügig voran. Seit November 2025 hat unser Büro zusätzliche Verstärkung erhalten. So konnten mit Frau Rebecca Wolsiffer als Master of Arts in der angewandten Humangeographie und Frau Emma Weimann als Master of Science für Biodiversität und Naturschutz weitere Fachkräfte gewonnen werden. Frau Victoria Ockenfels, die schon seit einigen Jahren bei uns tätig ist, hat jetzt die Teamleitung für den Bereich Städtebau übernommen. Klaus Zimmermann steht dem erweiterten Team mit seiner rund 40jährigen Berufserfahrung nach wie vor als Geschäftsführer zur Seite und bearbeitet zudem spezialisierte Projekte. Er verfügt auch über den „großen Drohnenführerschein“.

Das Team der ISU GmbH besteht also heute aus jungen aber auch ebenso vielen erfahrenen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Gerne unterstützen wir Sie auch in Zukunft mit Rat und Tat in allen Fragen der Stadt- und Umweltplanung.

Wir würden uns freuen, wenn Sie uns bei künftigen Projekten in Ihrem Aufgabenbereich kontaktieren und zur Angebotsabgabe auffordern würden. Auch für ein unverbindliches persönliches Gespräch stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.

IMPRESSUM

ISU-aktuell ist eine Veröffentlichung der Ingenieurgesellschaft für Städtebau und Umweltplanung mbH. Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigungen, auch auszugsweise, Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen zu kommerziellen Zwecken nur mit schriftlicher Genehmigung der ISU GmbH.

Herausgeber: ISU – Ingenieurgesellschaft für Städtebau und Umweltplanung mbH · Hermine-Albers-Straße 3 · 54634 Bitburg · Amtsgericht Wittlich HRB 41017 · Umsatzsteuer-Identifikationsnummer: DE 165101529

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. Karsten Hartmuth – Dipl.-Ing. Klaus Zimmermann

Telefon +49 6561 944901 – Fax +49 6561 944902

E-Mail: info@i-s-u.de – Web: www.i-s-u.de

Inhalt und Redaktion: Dipl.-Ing. Klaus Zimmermann

DTP-Realisation: BohnFoto&Design, 54636 Trimport

Copyright: Inhalte, Konzept, Layout und Fotos unterliegen dem Urheberrecht.

Fotos: Büro ISU; Quellenangaben am jeweiligen Bild