



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

... mit Drohnen

*Unbemanntes Fliegen im Dienst von
Mensch, Natur und Gesellschaft*



Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)
Öffentlichkeitsarbeit
11019 Berlin
www.bmwi.de

Stand

Mai 2019

Druck

Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG,
60386 Frankfurt

Gestaltung

PRpetuum GmbH, 80801 München

Bildnachweis

AIRTEAM Aerial Intelligence GmbH, Bau-auf-Sicherheit.de,
AlphaLink / S. 58, 59
Aurélio Shapiro / WWF / S. 30
Baum / S. 24, 25
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft / S. 56, 57
Colibrex GmbH / S. 44, 45
CURPAS e.V. / S. 16, 17
DB AG, Roman Reifschneider / S. 36, 37
DJI GmbH / S. 40
doks. innovation GmbH / S. 54, 55
Dr. Jörg Ruppe – www.ibr-ruppe.de / S. 28, 29
Dr. Thamm Geo-Technic / S. 26, 27
Fachgruppe UAS / S. 14, 15
Franziska Krause / DRK / S. 6, 7
Friedl / S. 32
Jan Brandes / S. 10, 11
LALS STOCK / Shutterstock / S. 48/49
Martin Schön, Umweltphysik Tübingen / S. 42, 43
Meteomatics AG / S. 50, 51 oben
Mr.kitsadakron Pongha / EyeEm / Getty Images / S. 20/21
Multirotor / S. 46, 47
Polizeipräsidium Einsatz Baden-Württemberg / S. 12, 13
RCE systems s.r.o. / S. 52, 53
Rehrettung Hegau-Bodensee e.V. / S. 22, 23
Siemens AG / S. 38, 39
skyfilming.com / Getty Images / S. 35
Sorry ImKirk / unsplash / S. 33
STRABAG AG / S. 41
Rainer Fuhrmann / Shutterstock / S. 51 unten
Stephan Eich / S. 60, 61
Thomas Wodrig / DRK / S. 4/5
Tobias Koch / S. 3
Verband Unbemannte Luftfahrt (VUL) / S. 18
WALTER ZERLA / Getty Images / Titel, S. 2
www.wingcopter.com / S. 8, 9



Diese und weitere Broschüren erhalten Sie bei:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Referat Öffentlichkeitsarbeit
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
www.bmwi.de

Zentraler Bestellservice:

Telefon: 030 182722721
Bestellfax: 030 18102722721

Diese Publikation wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Die Publikation wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament.

Inhalt

Vorwort	3
I. Sicherheit, Hilfe und Medizin mit Drohnen	4
1. Noch schneller Leben retten – Wasserrettung mit Drohnen.....	6
2. Impfstoffe und Medikamente für abgelegene Orte.....	8
3. Medizinischer Transport im urbanen Raum – Drohnen verkürzen OP-Zeiten.....	10
4. Schnellere und präzisere Unfallaufnahme – im Einsatz für mehr Verkehrssicherheit.....	12
5. Rettungsübungen und Drohnen – der wertvolle Blick von oben.....	14
6. Drohnen verstärken Feuerwehren im deutsch-polnischen Grenzraum.....	16
Im Gespräch mit Volker Thum und Matthias von Randow, VUL Verband Unbemannte Luftfahrt	18
II. Umweltschutz, Land- und Forstwirtschaft mit Drohnen	20
1. Rehkitzrettung – mit der Drohne Leben retten.....	22
2. Mit Drohnen gegen den Maiszünsler – Luftunterstützung für die Landwirtschaft.....	24
3. Drohnen als Werkzeug bei der Erosionsbekämpfung.....	26
4. Düngen und Schäden erkennen mit hochpräzisen Biomassekarten.....	28
5. Drohnen helfen in der internationalen Naturschutzarbeit.....	30
Zehn Fragen an Achim Friedl, Vorstand UAV DACH e.V. – Verband für unbemannte Luftfahrt	32
III. Infrastruktur mit Drohnen	35
1. Drohnen bei der Bahn – vom Vegetationsmanagement bis zur Brückeninspektion.....	36
2. Energieversorgung – automatisierte Inspektion von Überlandleitungen.....	38
3. Präzise Vermessungsdaten für den Straßenbau.....	40
4. Drohnen für effiziente und sichere Windparks.....	42
5. Wartung von Instrumentenlandesystemen – Drohnen ersetzen Messwagen und Messflüge.....	44
6. Drohnen machen Arbeiten an Flughäfen effizienter.....	46
IV. Service und Dienstleistungen mit Drohnen	48
1. Präzise Vorhersage von Extremwetter – Drohnen ergänzen Wettermodelle.....	50
2. Verkehrsoptimierung aus der Luft.....	52
3. Vollautomatisierter Transport von Proben auf Industriegeländen.....	54
4. Mehr Sicherheit für das Handwerk – wie Drohnen tödliche Abstürze verhindern können.....	56
5. Internet aus der Luft – Drohnen als Kommunikationsplattform.....	58
6. Unterstützung für Bauwirtschaft, Gutachten und Versicherer.....	60



Vorwort

Die Drone-Economy ist ein Markt mit Zukunft. Weltweit sprießen Visionen für innovative Drohnenservices wie Pilze aus dem Boden. Von der Paketzustellung bis hin zu Flugtaxi – die Möglichkeiten, die Drohnenanwendungen und automatisierte Mobilitätslösungen bieten, sind ebenso zahlreich wie faszinierend. Und die Potenziale sind gewaltig: Alle Prognosen gehen von einem stetigen Wachstum des Marktes aus. Die Schätzungen reichen dabei von sehr konservativen 90 Mrd. \$ in den nächsten zehn Jahren bis hin zu der gigantischen Summe von 1,5 Billionen \$ bis 2040.

Dieses rasante Wachstum ist kein Wunder, werden doch die am Markt verfügbaren zivilen Systeme immer leistungsfähiger und zugleich preiswerter. Hinzukommen Innovationen im Bereich KI-basierter Steuerungen und Anwendungen, die neben der Hardware das Herzstück von innovativen Drohnenlösungen darstellen.

Jenseits der großen, spektakulären Zukunftsvisionen sind Drohnen aber schon heute im Einsatz. Dies machen die in dieser Broschüre vorgestellten Projekte deutlich. Sie stammen aus so unterschiedlichen Anwendungsfeldern wie Katastrophenschutz, Landwirtschaft oder Infrastrukturplanung. Der gemeinsame Nenner ist, dass Drohnen in allen ausgewählten Projekten das Leben der Menschen besser machen und einen handfesten Nutzen für Anwender und Allgemeinheit bringen.

Mit dieser Broschüre wollen wir zeigen: Drohnen sind längst viel mehr als ein Spielzeug für Hobbypiloten. In der Hand professioneller Anwender sind Drohnen ein starkes Werkzeug im Dienste von Mensch, Umwelt und Gesellschaft.



Die vorgestellten Projekte stehen beispielhaft dafür, was heute schon möglich ist – ohne Anspruch auf Vollständigkeit oder Repräsentativität der Auswahl. Ich bedanke mich beim Verband Unbemannte Luftfahrt VUL und beim UAV DACH, die tatkräftig am Entstehen dieser Broschüre mitgewirkt haben.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen.

Thomas Jarzombek MdB
Koordinator der Bundesregierung für die Deutsche
Luft- und Raumfahrt

I. Sicherheit, Hilfe und Medizin mit Drohnen







1. Noch schneller Leben retten – Wasserrettung mit Drohnen

Jede Sekunde zählt, wenn es um die Rettung von Leben geht. Immer dann, wenn Menschen im oder am Wasser in Not geraten, sind die Retter der DRK-Wasserwacht zur Stelle und nutzen ihr modernes Equipment, um Verunfallte schnell und sicher aus der Notlage zu befreien. Neben Rettungsbooten, Kajaks, Quads und Jetskis gehören seit geraumer Zeit auch Drohnen zum Repertoire an den Wachtürmen der DRK-Wasserwacht Mecklenburg-Vorpommern und verschaffen Verunfallten wertvolle Zeit. Seit 2018 verstärken 18 dieser Flugsysteme die Wasserrettung. Als landesweit erste Organisation setzt die Wasserwacht Drohnen flächendeckend ein und hat damit den Übergang vom Pilotprojekt zum regulären Rettungsmittel erfolgreich bestritten.

Einsatzszenarien und Funktionsweise

Die drahtigen Luftretter, die speziell für die Wasserrettung weiterentwickelt und umgebaut wurden, überfliegen Hindernisse und weite Distanzen binnen Sekunden und verkürzen für den Verunfallten so das therapiefreie Intervall. Sie sind deutlich schneller als der parallel startende Rettungsschwimmer. Der Drohnen-Pilot steuert den Verunfallten an, wirft dort auf Knopfdruck eine Rettungsboje ab, die sich bei Wasserkontakt automatisch aufbläst. Der Verunfallte kann sich an ihr festhalten, bis der Rettungsschwimmer bei ihm eintrifft. Außerdem kann die Drohne mithilfe ihrer Kamera Vermisste suchen und finden. Die spezielle Perspektive hilft, die gesuchte Person noch schneller aufzuspüren. Auch bei Wind- und Wetterlagen, die für den Rettungsschwimmer selbst zu gefährlich wären, kann die Drohne eingesetzt werden und beispielsweise bei starker Strömung Bereiche um Bühnen und Sebrücken absuchen.

Entstehung und Entwicklung des Projektes

Zunächst startete das Projekt in einem einzelnen Kreisverband des DRK als Testlauf. Inspiration gab es im Ausland genug. In anderen Ländern wurden bereits Rettungsringe von Drohnen abgeworfen. Die Idee, etwas Ähnliches in Deutschland zu etablieren, kam zur richtigen Zeit und eine kleine Gruppe engagierter und technikaffiner Rotkreuzler fand schnell Antworten auf drängende Fragen. Geeignete Technik wurde ausgewählt und weiterentwickelt, Lösungen für Anforderungen aus Luftfahrtrecht, Datenschutz oder Arbeitsschutz gefunden und ein schlüssiges Ausbildungskonzept erarbeitet. Es entstand ein funktionierendes und anschließend in der Praxis erprobtes „Paket“, das so auf weitere Wasserwacht-Standorte in ganz Mecklenburg-Vorpommern übertragen wurde. Entlang der gesamten Ostseeküste entstanden Rettungsdrohnen-Standorte, von Warnemünde und Zingst über die Inseln Rügen und Usedom bis zu den Binnenseen, die seitdem auf die neuen Retter aus der Luft setzen.

Aus der kleinen Gruppe entwickelte sich ein stetig wachsendes, ehrenamtlich arbeitendes Team, das das Projekt koordiniert, Ausbildungen plant und durchführt, die Technik weiterentwickelt, an den entstandenen Handbüchern und Checklisten arbeitet und vor allem die Drohne sicher steuert. Neben vier Ausbildern zählen mehr als 60 ausgebildete Piloten zu der Gruppe. Zudem hat die Hochschule Neubrandenburg als Partner aus der Wissenschaft das Projekt von Beginn an begleitet und ihre Kompetenzen aus dem Fachbereich Geodäsie eingebracht. Die Expertise der Vermessungstechniker wird auch künftig genutzt, um die Drohnen-Rettung noch effizienter und sicherer zu gestalten, beispielsweise durch programmierte Muster für die Vermisstensuche oder eine eigene App, die auf die Wasserrettung zugeschnitten ist.



Perspektiven

Die Rettungsdrohne überzeugte die Retter der Wasserwacht bei zahlreichen Übungsflügen und Einsätzen. In Mecklenburg-Vorpommern nutzten die Wasserwachtler die Drohnen erfolgreich bei Vermisstensuchen. Auch weltweit sind die Drohnen auf Erfolgskurs. In Australien konnten erstmals zwei Menschen mithilfe einer Drohne, die eine Rettungsboje abgeworfen hatte, gerettet werden. Die technische Entwicklung schreitet rasant voran. Neue Produkte kommen auf den Markt und eröffnen weitere Möglichkeiten. Parallel nutzen immer mehr Organisationen und Unternehmen Drohnen für ihre Arbeit. Für die Rettungsdrohnen der Wasserwacht sind bereits zusätzliche Weiterentwicklungen in Planung. Ein an der Drohne montiertes Megaphon soll eine Sprachverbindung zwischen dem Piloten und dem Verunfallten herstellen. Der Pilot kann so hilfreiche Hinweise übermitteln und beruhigend auf den Verunfallten einwirken, um Panik zu vermeiden. Perspektivisch ist auch der Einsatz von Wärmebildkameras geplant. Die Hochschule Neubrandenburg legte bereits vielversprechende Testergebnisse dazu vor.

Mit den technischen Innovationen aus der Luft hält die Digitalisierung – wie in vielen anderen Lebensbereichen – auch in der Wasserrettung weiter Einzug. Doch ohne den Menschen ist die neue Technik nicht denkbar. Man benötigt qualifiziertes Personal, um die Technik sinnvoll einzusetzen und sicher zu steuern. So ist die Drohne als zusätzliches Rettungsmittel einzuordnen und soll und kann keinen Rettungsschwimmer ersetzen. Mit den positiven Erfahrungen blickt die Wasserwacht gut gerüstet in die Zukunft und den steigenden Anforderungen für Rettungsschwimmer und Wasserrettung entgegen.

Kontakt:

Thomas Powasserat
 DRK-Landesverband Mecklenburg-Vorpommern
 Bereichsleiter Nationale Hilfsgesellschaft und
 Landesreferent Wasserwacht
 Telefon: +49 385 59147-12
 E-Mail: t.powasserat@drk-mv.de



2. Impfstoffe und Medikamente für abgelegene Orte

Wingcopter ist ein vielfach ausgezeichnete deutscher Hersteller multifunktionaler Drohnen für Logistik, Vermessung, Aufklärung und Inspektion aus Darmstadt. Mit seinem einzigartigen, patentierten Schwenkrotor-Mechanismus schließt das Start-up die Marktlücke zwischen kommerziellen Drohnen und Hubschraubern einerseits sowie Flächenfliegern andererseits und erreicht damit eine neue Dimension der Effizienz. Die elektrisch angetriebenen Wingcopter-Drohnen können wie Multicopter auf kleinstem Raum senkrecht starten und landen. Sobald die Rotoren geschwenkt werden, verwandelt sich die Drohne in Sekundenschnelle in ein unbemanntes Flächenflugzeug. Diese Transition ermöglicht Reichweiten von mehr als 100 Kilometern und eine Guinness-Rekordgeschwindigkeit von 240 Stundenkilometern. Auch bei kräftigem Wind oder starkem Regen fliegt der Wingcopter zuverlässig.

Im humanitären Einsatz – Transport von Medikamenten

Diese Stärken machen den Wingcopter zu einem idealen „Partner“ für humanitäre Einsätze, bei denen überlebenswichtige Impfstoffe, Blutkonserven oder Medizin in ländliche und abgelegene Gebiete transportiert werden. So hat Wingcopter eine sechsmonatige Pilotphase in Ostafrika erfolgreich abgeschlossen. Zusammen mit DHL und der Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) im Auftrag des Bundesentwicklungsministeriums (BMZ) hat Wingcopter in Tansania die Belieferung ländlicher Krankenhäuser mit Medikamenten im Rahmen des Projekts „Deliver Future“ erprobt. Dabei war der Wingcopter bei der Versorgung einer Insel im Viktoriasee unermüdlich im Einsatz und hat mehr als 180 Starts und Landungen sowie über



2.200 km Flugstrecke in rund 2.000 Flugminuten absolviert. Die Gesundheitsversorgung, insbesondere mit kurz haltbaren, kühlpflichtigen Medikamenten ist für die rund 400.000 Einwohner des Inseldistrikts Ukerewe im Viktoriasee stark eingeschränkt. Herkömmliche Lieferungen über den Landweg oder per Boot auf die Insel dauern sechs bzw. vier Stunden und sind daher besonders in medizinischen Notfällen nicht praktikabel und außerdem kostenintensiv. Der Wingcopter verkürzt diese Lieferzeiten auf durchschnittlich 40 Minuten und verbessert somit die medizinische Infrastruktur der Region stark. Außerdem werden durch den Wingcopter nicht nur Medikamente geliefert, sondern auch Blutproben von der Insel mehrmals täglich in ein auf dem Festland gelegenes Universitätsklinikum geflogen, um wichtige Analysen schnell durchführen zu können. Dies war vorher nur einmal wöchentlich möglich.

Ein weiteres Beispiel, das zeigt, dass der Wingcopter Menschen hilft und Leben nachhaltig verbessert, ist das neueste Wingcopter-Projekt in Zusammenarbeit mit UNICEF Pacific und im Auftrag der Regierung von Vanuatu. Im Rahmen der weltweit ersten kommerziellen Ausschreibung für medizinischen Lieferdrohnen-Service ist Wingcopter ausgewählt worden, um 19 abgelegene Dörfer mit kühlpflichtigen Impfstoffen für Kinder zu beliefern. Auch hier kann der Wingcopter die langen Lieferzeiten von bis zu sieben Stunden, die man zu Fuß bis zu den Dörfern braucht, auf unter eine Stunde drastisch verkürzen. In einem Fall wird die Lieferung sogar auf nur fünf Minuten reduziert, während man zuvor fünf Stunden bis zu dem Dorf brauchte. Somit kann die Kühlkette konstant aufrechterhalten und dank spezieller Sensoren in der Lieferbox konstant überprüft werden. Um die Lieferungen noch effektiver zu machen, hat Wingcopter zusammen mit dem Verpackungsexperten Intelsius eine recycelbare und aerodynamische Einweg-Lieferbox entwickelt, in der Impfstoffe sicher und gekühlt unter der Drohne transportiert werden. Zudem wurde ein spezieller Release-Mechanismus entwickelt, der die Box am Ziel aus 50 Metern Höhe sicher ablässt, sodass der Wingcopter nicht erst landen muss, sondern gleich nach der Auslieferung weiterfliegen kann.

Nächste Projekte und Zukunft

In der Zukunft ist es denkbar, dass der Wingcopter zur Verhinderung weltweiter Krisen beitragen kann. Denn diese speziellen Drohnen helfen, die Ausbreitung von Viruserkrankungen, wie zum Beispiel Ebola, frühzeitig

einzudämmen. Auf dem ersten BMZ Innovationsforum in Berlin haben der Bundesminister Dr. Gerd Müller und Dr. Thomas Ogilvie, Personalvorstand bei der Deutschen Post DHL, die Absichtserklärung zur Ausweitung des Pilotprojekts Deliver Future unterzeichnet.

Für dieses Jahr ist außerdem der Aufbau eines medizinischen Lieferdrohnen-Projekts in Malawi, zusammen mit der privaten Firma für Entwicklungsarbeit Chemonics International aus Washington D.C. und der Entwicklungsbehörde United States Agency for International Development (USAID), geplant und wird von der Entwicklungsbehörde United States Agency for International Development (USAID) finanziert.

Wingcopter arbeitet daran, weltweit effiziente und dauerhafte Drohnen-Belieferungsnetzwerke aufzubauen. Über eine 4G-/LTE-Mobilfunkverbindung ist eine Steuerung der autonomen Wingcopter über Kontinente hinweg jetzt schon möglich. Mit der jetzigen Version des Wingcopters können die einzelnen Knotenpunkte dieser Netzwerke bis zu 110 km voneinander entfernt sein und benötigen lediglich eine 25 Quadratmeter große Landfläche und eine Stromversorgung. Jeder dieser Knotenpunkte kann die umliegenden medizinischen Einrichtungen mit überlebenswichtigen medizinischen Produkten, Erste-Hilfe-Paketen oder Nahrung beliefern, ohne dass weitere Infrastruktur benötigt wird. Zum Beispiel hat Wingcopter analysiert, dass acht solcher strategisch verteilter Knotenpunkte im tansanischen Teil des Viktoriasees ausreichen würden, um die 30 Millionen Bewohner dieser Region akut durch Same Day Delivery medizinisch zu versorgen. Eine solche Versorgung ist also keine Zukunftsmusik, sondern kann mithilfe der Drohnen von Wingcopter heute schon Wirklichkeit werden.

Kontakt:

Tom Plümmer
Wingcopter Holding GmbH & Co. KG
Kleyerstraße 7
64295 Darmstadt
Telefon: +49 175 2626272
E-Mail: pluemmer@wingcopter.com



3. Medizinischer Transport im urbanen Raum – Drohnen verkürzen OP-Zeiten

Mitten im Hamburger Stadtgebiet sollen medizinische Proben zwischen zwei Krankenhäusern mittels Drohnen befördert werden. Was dieses Projekt besonders auszeichnet, ist der perspektivische Regelbetrieb von Drohnen in zentraler Lage in einer Metropole – insbesondere innerhalb der Kontrollzone eines internationalen Verkehrsflughafens – sowie die Einbindung der Bevölkerung in das Vorhaben.

Transport von Schnellschnitten zwischen OP und Labor

Im Zuge medizinischer Eingriffe, wie beispielsweise der Entfernung von Tumoren, werden Patienten Gewebeproben entnommen, sogenannte Schnellschnitte. Diese müssen durch ein pathologisches Labor untersucht werden, und zwar noch während der Operation. Dafür werden in der Regel mehrere Schnellschnitte entnommen, einzeln verpackt und zur Befundung in die Pathologie gebracht. Zwischen dem Krankenhaus in Hamburg-Wandsbek und der Pathologie in Hamburg-Hohenfelde liegen rund sieben Kilometer Straßenwege. Der Transport erfolgt bisher mittels Taxi oder Rettungswagen. Günstigstenfalls dauert die

Beförderung auf diese Weise ungefähr 30 Minuten, je nach Verkehrslage aber auch länger. Für die Dauer des Transports und der anschließenden Befundung verbleibt der Patient in Narkose.

Dass sich, wie in Hamburg, Chirurgie und Pathologielabor nicht im selben Haus befinden, ist nach unseren Informationen kein Einzelfall. So registriert man in der Bundesrepublik eine sinkende Anzahl pathologischer Labors. Standorte konzentrieren sich immer mehr in medizinischen Versorgungszentren der Städte. Damit erweitert sich stetig das Versorgungsgebiet der verbleibenden Pathologien auf das Umland.

Bessere Patientenversorgung durch kürzere Narkosezeiten

Übergeordnetes Ziel des Projektes ist es, durch den Einsatz unbemannter, automatisierter Luftfahrzeuge einen Beitrag zur Verbesserung der Patientenversorgung zu leisten – perspektivisch erweitert auf entfernter gelegene Krankenhäuser und andere zu befördernde medizinische Güter. Durch

einen schnelleren Transport der Gewebeproben soll zudem eine Reduzierung der Narkosezeit ermöglicht werden. Durch den Einsatz von Drohnen anstelle von Rettungsfahrzeugen könnte zugleich die Verfügbarkeit letzterer für Rettungseinsätze erhöht werden.

Regelbetrieb inmitten der Stadt – nur im Zusammenspiel mit allen Partnern

Die Besonderheit dieses Projektes besteht darin, dass es inmitten der Stadt innerhalb der Kontrollzone des Hamburger Flughafens stattfinden soll. Dies erfordert in den ersten Phasen ein besonders hohes Maß an Abstimmung mit der Flugverkehrskontrollstelle, der Landesluftfahrtbehörde sowie anderen Luftraumnutzern wie etwa den Polizei- und Rettungshubschrauberstaffeln. Um die nachhaltige Unterstützung der Bevölkerung zu gewinnen, sollen zudem auch die Bürgerinnen und Bürger in das Vorhaben eingebunden werden. Über verschiedene Formate sollen zum urbanen Drohneneinsatz Informationen ausgetauscht und Diskussionen über Vorteile, aber auch Bedenken geführt werden.

Da der Gewebetransport über städtischem Gebiet und innerhalb der Kontrollzone des Hamburger Flughafens – und somit in einem besonders komplexen Einsatzgebiet – erfolgen soll, liegt der Fokus in der Planungsphase auf der Einbindung verschiedener Beteiligter und Entscheidungsträger. So werden Voraussetzungen und Anforderungen an die Verfahren, Technologien sowie an die Steuerer ermittelt.

Bevor die Drohne letztlich echte Gewebeproben transportiert und automatisiert über die gesamte Strecke fliegt, sind mehrere Stufen zu durchlaufen.

Der Schwerpunkt der Aktivitäten im Jahr 2019 soll zunächst auf der sicheren Demonstration eines erweiterten Sichtflugs liegen. In einem mehrmonatigen Erprobungsbetrieb im darauffolgenden Jahr werden dann weitere Faktoren untersucht, die einen wirtschaftlichen Einsatz ermöglichen. So soll zunächst nachgewiesen werden, dass die Flüge außerhalb der Sichtweite des Steuerers über bewohntem Gebiet und viel genutzten Verkehrswegen sicher und zuverlässig durchgeführt werden können; darüber hinaus ist zu untersuchen, inwieweit Transport- einschließlich Rüstzeiten für das unbemannte Luftfahrzeug die Narkosezeiten tatsächlich verkürzen und wie hoch die technische und witterungsbedingte Verfügbarkeit ist.



Die Beteiligten

Aktuell sind folgende Partner am Vorhaben beteiligt: die Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation der Stadt Hamburg, das Bundeswehrkrankenhaus und die Kath. Marienkrankenhaus gGmbH, die Lufthansa Technik AG, die KMUs ZAL Zentrum für Angewandte Luftfahrtforschung GmbH und GLVI Gesellschaft für Luftverkehrsinformatik mbH sowie die FlyNex GmbH.

Daten und Fakten

- Mitte 2017 wird das **Netzwerk Windrove** als BMBF-gefördertes Innovationsforum Mittelstand initiiert. Unter großer Beteiligung von Vertretern aus Behörden, Industrie und Wissenschaft werden in offenen Workshops und einer Konferenz die Potenziale und Herausforderungen bei der „**Wirtschaftlichen Nutzung von Drohnen in Metropolregionen**“ beleuchtet.
- Auf Basis der daraus entstandenen Ergebnisse und Impulse stellt sich Hamburg in 2018 als **eine der ersten europäischen Modellstädte für Urban Air Mobility (UAM)** auf. Fokus ist der sichere, zuverlässige und gesellschaftlich akzeptierte Einsatz von Drohnen im Hamburger Luftraum. Anwendungsfälle mit öffentlichem Nutzen sollen das Lernen, wie neue Technologien in Städte integriert werden können, ermöglichen.

Kontakt:

Netzwerk Windrove
ZAL Zentrum für Angewandte Luftfahrtforschung GmbH
E-Mail: windrove@zal.aero



4. Schnellere und präzisere Unfallaufnahme – im Einsatz für mehr Verkehrssicherheit

Seit dem 16. April 2018 setzt die Polizei Baden-Württemberg Drohnen als Führungs- und Einsatzmittel in Einsatzlagen des täglichen Dienstes ein. Hierbei kamen unterschiedliche Multicopter verschiedener Hersteller und Bauformen – sowohl aus dem Prosumerbereich als auch aus dem gewerblichen Segment – zum Einsatz. Diese wurden in über 150 Fällen zur Fertigung von Luftbildern bei Verkehrsunfällen, zur Beweissicherung an Tatorten, bei öffentlichen Veranstaltungen und im Rahmen der Gefahrenabwehr getestet. Bis März 2019 konnten die intern fortgebildeten Luftfahrzeugführer im Training wie auch im Echteininsatz wertvolle Erfahrungen sammeln. Dabei kamen bislang etwa 700 Flugstunden zustande. Die Pilotphase wird voraussichtlich noch bis Sommer 2019 andauern. Somit ist ein umfassender Überblick über die Möglichkeiten und Einsatzbedarfe von Drohnen zu allen Jahreszeiten gewährleistet. Die bisherigen Rückmeldungen der einsatzführenden Dienststellen sind durchweg positiv. Drohnen sind bereits jetzt ein bewährtes polizeiliches Einsatzmittel.

Präzise Verkehrsunfallaufnahme aus der Vogelperspektive

Die Verkehrspolizei ist regelmäßig mit schweren Verkehrsunfällen konfrontiert. Das Spurenbild kann sich dabei über längere Strecken verteilen. So zeichnen z. B. Bremsspuren, Schlagmarken im Asphalt und Trümmerteile ein Bild des Unfallverlaufs. Bei der Ermittlung der Unfallursache ist das objektive Spurenbild ein wichtiger Bestandteil der Beweiskette. Anhand des Spurenverlaufs lassen sich Zeugnisaussagen verifizieren und Entstehungsverläufe nachvollziehen. Der Blick vom Boden aus bietet allerdings nur einen begrenzten Überblick über die Gesamtlage. Um einen umfassenden Gesamteindruck einer größeren Unfallstelle zu gewinnen und eine komplexe Spurenlage besser einordnen zu können, leisten Übersichtsaufnahmen aus der Vogelperspektive einen wertvollen Beitrag. Ein wachsendes Interesse der Verkehrspolizei an Luftbildern unter Zuhilfenahme von Drohnen ist deutlich erkennbar.

Schon relativ kleine Multicopter aus dem gehobenen Consumer-Segment sind in der Lage, qualitativ hochwertige Bilder einer Unfallstelle aufzunehmen. Der Einsatzleiter eines größeren Gefahrgutunfalls auf der BAB81 bewertete die gefertigten Bilder folgendermaßen: „Die Qualität der Lichtbilder ist sehr gut, wenn nicht sogar beeindruckend!“

Weiterhin kann der Unfallsachbearbeiter unmittelbar Einfluss auf die Fertigung der Luftbilder nehmen. Während dieser neben dem Luftfahrzeugfernführer steht und das Live-Bild der Drohne direkt bewertet, kann er dem Steuerer genaue Anweisungen geben. So besteht die Möglichkeit aus verschiedenen Höhen und unterschiedlichen Perspektiven optimale Bilder der jeweiligen Örtlichkeit aufzunehmen. „Die holen wir gerne wieder“, resümierte ein Unfallsachbearbeiter nach dem Einsatz eines Drohnen-Trupps.

Drohneinsatz vermindert Belastung der übrigen Verkehrsteilnehmer

Neben einer umfänglichen Aufnahme von Sach- und Personalbeweisen ist ein zweiter Grundsatz bei der Unfallaufnahme von großer Bedeutung: die „Leichtigkeit des Verkehrs“. Eine Straßensperrung bedeutet insbesondere zu Hauptverkehrszeiten eine enorme Belastung für alle Verkehrsteilnehmer. Deshalb ist die Polizei bestrebt, eine Straße nur so lange zu sperren, wie unbedingt notwendig. Einer schnellen Beweisaufnahme kommt damit eine große

Bedeutung zu. Multicopter bieten hierbei den Vorteil, dass sie schnell einsatzfähig sind und keine besonderen Bedingungen an die Startörtlichkeit stellen. Eine ebene Freifläche von wenigen Quadratmetern genügt bereits. Eine dezentralisierte Ansiedlung von Drohnen ermöglicht darüber hinaus eine erhebliche Reduzierung der Anfahrtszeiten.

Ausblick

Die bisherigen Erfahrungen zeigen bereits bei einfachen Luftbildern das große Potenzial von Drohnen als Einsatzmittel im Rahmen der Beweissicherung bei Verkehrsunfällen. Mittels spezieller Software sind darüber hinaus auf Basis der gefertigten Bilder eine nachträgliche Bemaßung der Unfallstelle und sogar die Erstellung von 3D-Modellen möglich. Die rasante technische Entwicklung lässt erahnen, dass sich das Einsatzspektrum von Drohnen zukünftig noch deutlich erweitern wird.

Kontakt:

Polizeipräsidium Einsatz Baden-Württemberg

Führungs- und Einsatzstab

Projekt „UAS Polizei“

Heininger Straße 100

73037 Göppingen

Telefon: +49 7161 616-3469

E-Mail: goeppingen.ppeinsatz.uas@polizei.bwl.de





5. Rettungsübungen und Drohnen – der wertvolle Blick von oben

Effizienz – Sicherheit – Beurteilung – Dokumentation. Unter diesen vier Leitworten steht die Arbeit der Fachgruppe UAS des Bayerischen Roten Kreuzes aus dem oberpfälzischen Tirschenreuth seit der Gründung. Nicht nur bei Einsätzen bringen diese Punkte Verbesserungen mit sich. Auch bei geplanten Übungen erzielt die geschickte Integration von Drohnen bessere bzw. übersichtlichere Daten.

Kurzprofil: Die Fachgruppe UAS des Bayerischen Roten Kreuzes

Die Fachgruppe UAS erprobt seit Juli 2017 die Verwendung von Multicoptern zur Unterstützung von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) für das Bayerische Rote Kreuz. Seither erleichtert der wertvolle Blick von oben die Arbeit am Boden, reduziert Gefährdungen und hilft, ressourcenschonender und effizienter zu operieren. Die Fachgruppe UAS wird dabei nicht nur im eigenen Leitstellenbereich tätig, sondern geplanterweise in ganz Bayern. Auf diese Weise ist die Fachgruppe Ansprechpartner für andere Einheiten, die ebenfalls Drohnen einsetzen möchten. Zudem gibt sie ihre Erfahrungen landes- und bundesweit in verschiedenen Arbeitsgruppen und Kooperationen weiter.

Das Pilotprojekt stützt sich auf Spenden. Trotz des hohen Zeitaufwands arbeitet die Fachgruppe rein ehrenamtlich und unentgeltlich. 2018 war jedes Mitglied im Durchschnitt knapp 600 Stunden unterwegs. Hinzukommen zahlreiche

Arbeiten, die von zu Hause aus erledigt werden, etwa Abklärungen mit anderen Stellen oder die Öffentlichkeitsarbeit.

Im Einsatz mit 18 Einsatzszenarien

Zu Beginn der Arbeiten waren geeignete Drohnensysteme noch nicht frei erhältlich. Daher setzte das siebenköpfige Team mit dem X8-Hauptmulticopter auf eine elf Kilogramm schwere Maßanfertigung – ausgestattet mit drei, in Zukunft vier Kameras. Verschiedene Lagen erfordern jedoch nicht immer große Geschütze. Daher greift das Team heute auf verschiedene Multicopter wie z. B. eine DJI Spark zurück. Das nächste große Ziel ist die Anschaffung eines bereits geplanten speziellen eigenen Einsatzfahrzeuges.

Vor Ort besteht das Team jeweils aus einer Führungskraft, einem Piloten und einem Copiloten. Optional können ein Auswerter und weitere Flughelfer hinzugezogen werden. Mittlerweile werden 18 verschiedene Einsatzszenarien abgedeckt, die regelmäßig auch gemeinsam mit anderen Stellen trainiert und geübt werden. Hierzu gehören klassischerweise der Überblick über die Einsatzstelle, die Dokumentation und die Erkundung. Daneben eignen sich Multicopter zur Einsatzkräfteführung und -lenkung sowie zur Aufklärung und Lageerkundung bei Gefahrgutunfällen oder zur Suche nach vermissten Personen. Aber auch Deichkontrollen, Geo-Mapping, der Transport von Lasten, die Suche nach Glutnestern, Kreuzpeilung oder die Unterstützung der Polizei sind möglich.

Übungseinsätze verbessern – Drohnen für die Übungsbegleitung

Bei jeder Übung von Sicherheitskräften stehen zwei Ziele im Vordergrund: Die unfallfreie Durchführung selbst und die Auswertung der gewonnenen Daten und Erkenntnisse. Genau bei diesen beiden Punkten können Drohnen eine wichtige Rolle spielen. Daher unterstützt die Fachgruppe UAS andere Stellen umfassend bei ihren Übungen mit Drohnenexpertise.

Dies beginnt schon vor der eigentlichen Übung. Auch heute wird für die Planung anstehender Übungen oft auf veraltete Satellitenfotos oder Lagekarten zurückgegriffen. Drohnen liefern daher schon bei der Übungsplanung wertvolle aktuelle Luftbilder von Gefahrenstellen, Drauf- und Übersichten, bis hin zu Detailaufnahmen und 3D-Modellen des Geländes.

Aber auch während der laufenden Einsatzübung ist die Drohne ein erweitertes Auge für Beobachter und Übungsplaner. Durch die Aktualität der gewonnenen Bilder können Gefährdungen und unkontrollierte Übungsabläufe in Echtzeit vermieden werden, ohne das Übungsziel zu gefährden. Dabei werden Drohnen-Livestreams direkt in der Leitstelle oder vor Ort auf Tablets wiedergegeben. Beobachter müssen sich also nicht mehr zwingend unter den Einsatzkräften befinden. Die Erfahrung zeigt: Weniger „herumstehende“ Personen machen eine Übung deutlich realistischer.

Ferner sind mit Drohnen gezielte und wiederholende Aufnahmen eines Einsatzbereiches möglich. So kann z. B. der Aufbau eines Behandlungsplatzes auch in Zwischenschritten dokumentiert werden. Gleiches gilt für alle anderen dynamische Veränderungen, z. B. bei der Verlegung von Fahrzeugen während der Übung. Diese Dokumentation liefert wertvolle Informationen zur Evaluation des gesamten Szenarios und kann bei Nachbesprechungen gezielt genutzt werden, um einzelne wichtige Punkte zu veranschaulichen. Zudem sehen die Teilnehmer so nicht nur ihren eigenen Wirkungsbereich, sondern auch parallel ablaufende Prozesse. Dies schult das

Verständnis für die Gesamtsituation im Ernstfall. Aber auch Teilnehmer anderer Schulungen können in Planspielen oder an direkten Beispielen ihren Horizont durch Drohnenaufnahmen erweitern.

Drei Beispiele aus der Praxis: Die Fachgruppe UAS im Übungseinsatz

- Im Mai 2018 begleitete die Fachgruppe UAS das Großunfallsymposium in Bodelsberg, das über mehrere Tage Einsatzlagen wie Amok oder Terror übte. Dabei setzte das Team sowohl am Tag als auch bei Nacht mehrere Multicopter koordiniert ein. Gerade in der Nacht konnten mittels Wärmebildern die Position von Patienten und die Bewegung von Einsatzkräften sehr gut nachverfolgt werden. Hier stellte sich auch ein weiterer Pluspunkt der verwendeten Großdrohne heraus: Sie simulierte bei der Sicherung eines Landesplatzes einen anfliegenden Rettungshubschrauber auch hinsichtlich der Geräuschkulisse.
- Gemeinsam mit weiteren Teams lieferte die Fachgruppe im Oktober 2018 als Beobachter und Übungsteilnehmer der Akademie für Krisenmanagement, Notfallplanung und Zivilschutz in Ahrweiler Anschauungsmaterial und Erkenntnisse über die Nutzung von Drohnen im Bevölkerungsschutz – just zu dem Zeitpunkt, als dort letzte Festlegungen für eine Musterdienstvorschrift erarbeitet wurden.
- Im November 2018 wurde das Team zu einer Feuerwehrübung angefordert, die sich zu einer Gefahrgutübung mit über 200 Einsatzkräften entwickelte. Aufgabe war es, im Übungsverlauf eine Einsatzstellenumstrukturierung festzuhalten. Zudem musste der korrekte Aufbau eines DEKON-Platzes überwacht und für nachgehende Schulungen festgehalten werden.



Kontakt:

Gerald Wagner

Fachgruppenleiter

E-Mail: uas@brk-tirschenreuth.de

Website: <http://uas.brk-tirschenreuth.de>

Website: <https://www.facebook.com/brk.uas>

Website: <https://www.instagram.com/brk.uas>

Website: https://twitter.com/brk_uas



6. Drohnen verstärken Feuerwehren im deutsch-polnischen Grenzraum

Grenzübergreifende Einsätze und Übungen sind für die Berufsfeuerwehren in Cottbus und Zielona Góra gängige Praxis. Seit vielen Jahren arbeiten die beiden Institutionen und die Gebietskörperschaften eng zusammen. In der Euroregion Spree-Neiße Bober werden Projekte gemeinsam gestaltet.

Einsatzszenarien mit Drohnen

Mit dem Instrument Drohne als Einsatzmittel hatten die beiden Feuerwehren bis zur ersten Diskussion über ein mögliches gemeinsames Projekt im Jahr 2017 allerdings keinerlei Erfahrung. Unter der Moderation des CURPAS e.V. hat die Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg, Lehrstuhl Industrielle Informationstechnik von Prof. Dr. Uwe Meinberg, gemeinsam mit der Universität Zielona Góra 2017 das Projekt Grenz-

überschreitender Einsatz von unbemannten Flugsystemen bei der Feuerwehr (GEvUFF) ins Leben gerufen. Ziel war, in Workshops sowohl die rechtlichen als auch die technischen Voraussetzungen für grenzüberschreitende Feuerwehrübungen und Einsätze zu betrachten. Fachexperten zum Thema, Hersteller unterschiedlicher Drohnen-Typen (Tholegrobotics, Yuneec, Sitebots) sowie Vertreter von Behörden und Verbänden diskutierten intensiv über Nutzen, rechtliche Grundlagen und Einsatzszenarien im Grenzraum.

Hierbei wurde deutlich, dass der Einsatz von Drohnen in der Lausitz insbesondere bei folgenden Einsatzszenarien dazu beitragen kann, Leben zu retten:

- Waldbrände, insbesondere in munitionsbelasteten Gebieten: Immer noch existieren Munitionsverdachtsflächen in der Region, bei der steigenden Waldbrandgefahr sind auch diese Gebiete bedroht. Die Verwendung

von UAS kann Einsätze vereinfachen, Glutnester effektiver identifizieren und das Aufgebot von Hilfskräften am Boden reduzieren.

- Hochwasser: Mögliche Einsatzszenarien hier sind Personensuche in entlegenen Teilen und Deichbeobachtung.
- Brände in unübersichtlichen Lagen: Hier sind insbesondere Brände mit starker Rauchentwicklung, Verkehrsunfälle mit Gefahrgütern oder Brände an Funkmasten zu nennen – all das sind klassische Einsatzszenarien für Drohnen.

Erste Praxiserfahrungen

Ausgehend von einer begleitenden Studie wurde 2018 mit dem Folgeprojekt „Test von Einsatzszenarien mit UAS von der Feuerwehr im Grenzraum (TEUG)“ der Weg für die Beschaffung von zwei Drohnen des Typs Yuneec 520 H frei. Für ein halbes Jahr werden die beiden Feuerwehren die Drohnen zu Übungs- und Einsatzzwecken testen können. Geplant sind auch grenzüberschreitende Übungen. In diesem Projekt werden die ersten Grundlagen gelegt, die sich durch die Anpassung des nationalen Rechts an das internationale Recht im Bereich Einsatz und technische Ausstattung von UAS ergeben werden. Ebenso erproben die Feuerwehren unterschiedliche Einsatzszenarien mit den Yuneec

520 H UAS. Das Projekt wird wissenschaftlich durch die beiden Universitäten begleitet und ausgewertet.

Unsere Vision für die Zukunft: Ausgestattet mit einer Drohnenabteilung mit unterschiedlichen UAS-Typen, die in unterschiedlichen Einsatzszenarien eingesetzt werden können, wird im deutsch-polnischen Grenzraum in der Euroregion Spree-Neiße Bober und davon ausgehend im gesamten Grenzraum Brandenburg – Polen eine effektive Einsatzstaffel geschaffen.

Daten und Fakten

CURPAS e.V. Verband Unbemannter Systeme mit über 50 Mitgliedern aus Deutschland, Litauen, Polen und Österreich. Hauptaufgaben: Identifizierung innovativer Projekte, Akquise von Forschungsmitteln, Kooperation Wirtschaft und Wissenschaft, die Mitarbeit in Ausschüssen des BMVI und DIN sowie im Board of directors des UVSI. Initiator des Start-up-Preises Unbemannte Systeme 2019.

Kontakt:

Prof. Dr. Uwe Meinberg
 Telefon: +49 173 2604887
 E-Mail: meinberg@curpas.de
 Website: www.curpas.de



Im Gespräch mit Volker Thum und Matthias von Randow, VUL Verband Unbemannte Luftfahrt



Bill Gates sagte einmal: „Das Flugzeug wurde zum ersten World Wide Web, da es Menschen, Sprachen, Ideen und Werte zusammengebracht hat.“ Welchen Beitrag leisten Drohnen für uns?

Volker Thum: Drohnen haben die dritte Dimension der Mobilität bereichert und sind sauber und leise. Sie sind ein echter Meilenstein in der Luftfahrt. Schon bald könnte der Notarzt mit einer bemannten Drohne schneller am Einsatzort sein oder lebensrettende Sendungen wie Bluttransfusionen zeitsparend auf dem Luftweg transportiert werden.

Was versprechen Sie sich von Drohnen im innerstädtischen Verkehr?

Matthias von Randow: Auch wenn die Drohne kein Massentransportmittel werden wird, kann sie bei sicherer Nutzung des Luftraums einen Beitrag für den Mobilitätsmix der Zukunft darstellen. Und in der Industrie und bei Anwendern könnten tausende Arbeitsplätze entstehen.

Drohnen werden vermutlich in weiten Teilen unserer Gesellschaft angewendet werden. Wie können wir sicherstellen, dass dies ausschließlich zu aller Vorteil geschieht?

Matthias von Randow: Drohnen bieten erhebliche Chancen für die Wirtschaft und die Gesellschaft. Sie werden sich aber nur dann wirklich durchsetzen, wenn die Menschen dies akzeptieren. Sicherheit steht wie immer in der Luftfahrt an erster Stelle – ohne Sicherheit keine Akzeptanz! Dazu brauchen wir die richtigen Rahmenbedingungen, vor allem Testgebiete und klare Regeln für Zulassung und Betrieb. Hierbei kann die unbemannte auf die jahrzehntelange Erfahrung der bemannten Luftfahrt zurückgreifen.

Wie weit geht die Schere von technischen Möglichkeiten und gesetzlichen Regelungen noch auseinander?

Volker Thum: Technisch ist heute schon sehr viel möglich. Unbemannte Fluggeräte erfüllen ja schon viele dieser Aufgaben – und das mit Bravour und sehr hohen Sicherheitsstandards. Wir brauchen aber Regelungen, die Flüge außerhalb der Sichtweite ermöglichen. Erst dann können unbemannte Fluggeräte zum Beispiel hunderte Kilometer Bahntrassen inspizieren.

Sind die gesetzlichen Regelungen darauf bereits ausgelegt?

Matthias von Randow: Die Bundesregierung hat mit der Drohnen-Verordnung im Jahr 2017 bereits wichtige Sicherheitsregelungen geschaffen. Auf europäischer Ebene folgen nun EU-weit einheitliche Regulierungen, angefangen bei der Zertifizierung und dem Betrieb kleiner und mittlerer Drohnen und gefolgt von Regelungen für große Drohnen. In jedem Fall bedarf es auch klarer Vorgaben für eine Registrierung und für die Nachverfolgbarkeit beim Drohnenbetrieb.

Inwieweit ist dies eine europäische Frage?

Matthias von Randow: Es ist das erklärte Ziel der EU, einen gemeinsamen Luftraum umzusetzen. Derzeit wird auf europäischer Ebene mit dem sogenannten U-Space ein System entwickelt, das Drohnen orten und als Teil des gesamten Flugverkehrs organisieren soll.

Flugtaxi für Personen oder Transportdrohnen für Fracht: Hype oder tatsächliche Revolution in der Luftfahrt?

Volker Thum: Mit Flugtaxi oder Frachtdrohnen kann das immer stärker werdende Verkehrsaufkommen vor allem in Großstädten entzerrt werden. Wenn ein Flugtaxi eine Strecke schneller und dazu emissionsärmer bewältigen kann als ein Pkw, dann sollten wir diese Technologie fördern und nicht zuerst das Negative suchen.

Abschließend: Wie schlägt sich Deutschland dabei?

Volker Thum: Deutschland gestaltet als Mobilitätsweltmeister die Zukunft der Fortbewegung aktiv mit. Momentan finden Entwickler aber in anderen Ländern einfachere Bedingungen vor. Wir haben mit Volocopter, Lilium und dem CityAirbus drei in Deutschland entwickelte und in der Welt nachgefragte Flagg-schiffe, die wir auch unbedingt hier testen und einführen sollten. So halten wir Arbeitsplätze und Hoch-technologie in Deutschland. Davon profitieren letztlich wir alle.

Volker Thum und Matthias von Randow sind die Geschäftsführer des Verbands Unbemannte Luftfahrt (VUL), einer gemeinsamen Initiative des Bundesverbands der Deutschen Luftverkehrswirtschaft (BDL) und des Bundesverbands der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie (BDLI). Der VUL setzt sich für die nachhaltige und vor allem sichere Erschließung des Marktes für unbemannte Luftfahrtsysteme ein. Die Verbände laden alle zwei Jahre zu der gemeinsamen Fachkonferenz DRONE INSIGHTS – The Unmanned Aviation Summit nach Berlin ein – die nächste Konferenz wird im Frühjahr 2021 stattfinden. Themen sind sowohl die vielfältigen Chancen des Einsatzes von unbemannten Luftfahrtsystemen als auch die damit verbundenen Herausforderungen. Mehr dazu: www.drone-insights.aero

II. Umweltschutz, Land- und Forstwirtschaft mit Drohnen







1. Rehkitzrettung – mit der Drohne Leben retten

Jedes Jahr kommen in Deutschland unzählige Rehkitze durch den Einsatz von landwirtschaftlichen Mähmaschinen ums Leben. Da klassische Schutzmaßnahmen wie das Abgehen der Wiese vor dem Mähen zeit- und personalintensiv sind, wird die Rettung der Kitze zunehmend mithilfe von Multikoptern umgesetzt.

Nichts für Morgenmuffel, die Rehrettung findet in den frühen Morgenstunden statt

Von April bis Juli setzt das Muttertier die Rehkitze bevorzugt im hohen Gras ab. Dort fühlen sie sich sicher und geschützt. Gut getarnt, geruchlos und mit ausgeprägtem Drückinstinkt, sind sie dort perfekt vor ihren Fressfeinden geschützt. Mit der Setzzeit beginnt im Mai jedoch auch die Mähseason vieler Landwirte und die Rehkitze sind den modernen Mähmaschinen schutzlos ausgeliefert. Statt zu fliehen, bleiben die Kitze regungslos am Boden liegen und werden ohne Rettung durch die Mähwerke und Reifen der Traktoren verletzt oder getötet.





Die Rehrettung Hegau-Bodensee e.V. setzt auf Multikopter mit hochsensiblen Infrarotkameras, um die Rehkitze vor dem qualvollen Mähtod zu bewahren. Dies ist jedoch nur in den kühlen Morgenstunden oder bei bewölktem Himmel möglich. Sobald die Sonne scheint und die Umgebung aufheizt, sind die Temperaturunterschiede für die Wärmebildkamera nicht mehr eindeutig erkennbar.

Richtige Planung und Koordination entscheiden über Leben und Tod

Nach der gemeinsamen Koordination von abzufliegender Fläche, Ort und Zeit mit dem Landwirt oder Jagdpächter werden Einsatz-Teams aus drei Personen gebildet. Während der Multikopter die entsprechende Fläche systematisch überfliegt, werden Infrarotbilder auf einen Bildschirm übertragen, die vor Ort ausgewertet werden. Aufgrund ihrer Körpertemperatur werden die sehr gut getarnten Rehkitze auf den Bildern deutlich sichtbar. Nach dem Entdecken werden die Kitze markiert und von weiteren Helfern aus der Gefahrenzone entfernt. Zu den Aufgaben bei der Rehrettung gehören:

- Steuerung des Multikopters
- Auswertung der Infrarotbilder
- Koordination der Helfer
- Herausholen der gefundenen Kitze

Anfang 2019 haben die Rehrettung Hegau-Bodensee e.V. und die Landesjagdschule Dornsborg in Zusammenarbeit mit dem Ausbildungspartner nicopter GmbH begonnen, die Rehretter und Jäger systematisch und regelmäßig in Drohnen-Workshops auszubilden. Für die meisten Ein-

sätze werden Drohnen über 2 kg eingesetzt, was nach der deutschen Luftverkehrsordnung einen Kenntnissnachweis voraussetzt. Die ersten 25 angehenden Drohnenpiloten wurden bereits beim ersten Workshop im Februar 2019 erfolgreich durch die Kenntnissnachweis-Prüfung nach § 21d LuftVO im Namen der anerkannten Stelle UAV DACH DE.AST001 durch die Zweigstelle nicopter GmbH geführt. Die Saison kann also beginnen und hoffentlich ein Vielfaches der Tiere vom Vorjahr gerettet werden.

Daten und Fakten

- Gerettete Rehkitze im Kreis Hegau-Bodensee: 52 in der Saison 2018
- Insgesamt geflogene Einsätze: 38 in der Saison 2018
- Abgeflogene Fläche: 390 ha in der Saison 2018
- Geschwindigkeit: 1/5 Hektar pro Minute Flugzeit
- Bodenausrüstung:
 - Säcke oder Kisten
 - Bodenstation mit zweitem Bildschirm für die Infrarotbilder
 - Funkgeräte zur Koordination mit den Helfern im Feld
- Drohne mit Infrarotkamera:
 - mindestens eine Auflösung von 336x256 (bei mehr als 9 Hz müssen IR-Kameras registriert werden)
 - ausreichend geladene und vorgewärmte (mind. 15 °C) Akkus für ca. 3 Stunden reine Flugzeit
 - wenn man eine Kamera mit 640x512 Auflösung verwendet, deckt man die vierfache Fläche ab

Kontakt:

Rehrettung Hegau-Bodensee e.V.

Barbara Schmidle

Öschlestraße 57

78315 Radolfzell

Telefon: +49 162 7047967

E-Mail: info@rehrettung-hegau-bodensee.de

Website: <https://www.rehrettung-hegau-bodensee.de/>

Nico Ninov

Nicopter GmbH

Philippenstraße 5

CH-8247 Flurlingen

Telefon: +49 176 24821017

E-Mail: booking@nicopter.net

Website: <https://nicopter.net>



2. Mit Drohnen gegen den Maiszünsler – Luftunterstützung für die Landwirtschaft

Die Firma Tree Copter aus Thüringen sagt dem Maiszünsler den Kampf an. Dieser Schädling kann im Maisanbau wirtschaftlich bedeutenden Schaden anrichten. Durch luftgestützte Trichogramma-Ausbringung erhalten Landwirte eine zu 100 Prozent biologische Möglichkeit, ihre Bestände zu schützen.

Effizient und präzise

Der Maiszünsler bohrt sich durch den Stängel der Pflanze bis zum Kolben und beeinträchtigt somit deren Standfestigkeit. Abgeknickte Pflanzen sind die Folge. Zusätzlich schimmelt der Mais und es bilden sich Giftstoffe. Verfüttert man z. B. verseuchtes Erntegut an Rinder, können diese davon unfruchtbar werden.

Trichogramma ist eine parasitäre Schlupfwespe und der natürliche Gegenspieler des Zünslers. Abgeworfen in kleinen weißen Cellulose-Kapseln, nehmen die Schlupfwespen im Feld den Kampf mit dem Schädling auf. Jede Kugel enthält ca. 2200 Nützlinge.

2015 in der Nähe von Erfurt gegründet, ist Tree Copter als Drohnenleistungsleister auf UAV-AGRAR-Befliegungen spezialisiert. Der Fokus der Trichogrammaausbringung liegt dabei in den Monaten Juni/Juli.

Truppenstärke und Ausbringungszeitpunkt sind entscheidend. Zur Bestimmung des optimalen Flugtermines wird mit fachkundigem Personal und in Zusammenarbeit mit den zuständigen Landwirtschaftsämtern der jeweiligen

Bundesländer ein Monitoring betrieben. Hierbei wird der Hauptflugzeitpunkt des Maiszünsler-Falters bestimmt.

Ist dieser Termin in Abstimmung mit dem Kunden festgelegt, geht es mit 100 Kugeln und ca. 220.000 Schlupfwespen pro Hektar ins Gefecht. In einer Flughöhe von zehn bis 15 Metern über der Maisfläche wird alle zehn Meter eine Kugel abgeworfen. Dies erfolgt automatisch, GPS-gestützt und nach einer vordefinierten Flugroute. Mit einer Geschwindigkeit von zehn Metern pro Sekunde wird eine Flächenleistung von bis zu 20 Hektar pro Stunde erreicht. Die Daten zur Befliegung übermittelt der Kunde unkompliziert als .kml/shp-Datei oder legt den Schlag im Bestellportal an.

Das Verfahren der Luftapplikation hat sich bereits europaweit über mehrere Jahre bewährt und ist hinsichtlich der Effizienz unübertroffen.



Nachhaltige Landwirtschaft

Tree Copter befliegt mit seinen Mitarbeitern weit über 1000 Hektar pro Saison. Die Vorteile gegenüber herkömmlichen Methoden liegen klar auf der Hand: Flächenleistung, keine Fahrspuren und zusätzliche Bodenverdichtung im Bestand, keine Umweltauflagen, keine zusätzliche Insektizidbelastung der Umwelt. Des Weiteren kann dieses Verfahren im biologischen Anbau angewandt werden.

Kontakt:

Tree Copter S.A.S.

R. Baum

E-Mail: info@tree-copter.de

Telefon: +49 174 9201313

Telefon: +49 36204 129747

Website: www.tree-copter.de



3. Drohnen als Werkzeug bei der Erosionsbekämpfung

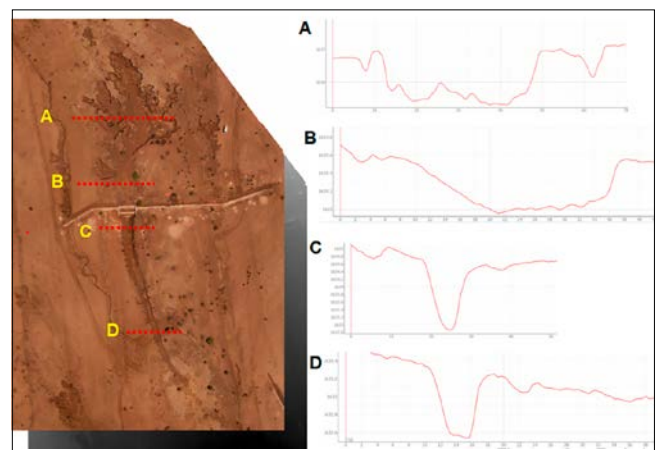
In vielen Ländern ist die Bodenerosion ein großes Problem. Durch Erosion geht fruchtbarer Boden und damit die Lebensgrundlage der Menschen vor Ort verloren. Besonders nach dem Abholzen von stabilisierenden Baumbeständen (meist als Brennstoffquelle oder als Baumaterial) ist der Boden der Erosion schutzlos ausgeliefert.

Im Rahmen eines Projektes setzt die Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) zusammen mit der Firma Geo-Technik in Äthiopien erfolgreich Drohnen für das Erosionsmanagement ein. Hierbei werden lokale Mitarbeiter für die Arbeit mit Drohnen geschult. Sie werden daneben in die Lage versetzt, Daten entsprechend auszuwerten und in Open-Source-Programmen zu analysieren.

Drohnen haben sich dabei als gutes Werkzeug der Erosionsbekämpfung bewährt – sowohl für die Planung von Schutzmaßnahmen wie Dämmen und Wehren als auch zur Erfolgskontrolle und Evaluierung der ergriffenen Maßnahmen.

Planungszeit von wenigen Wochen statt einem Jahr

Erosion wird in der Praxis insbesondere mit Schutzdämmen oder Wehren begegnet, die das Wasser verteilen,



die Erosionskraft des Wassers vermindern und Sediment einfangen. Dabei müssen geeignete Standorte mühsam und zeitraubend mit klassischen Vermessungsmethoden gefunden werden. Es dauert oft Wochen, auch nur ein kleines Einzugsgebiet durch Feldbegehung zu vermessen. Entsprechend hoch sind die Kosten dieser klassischen Herangehensweise.

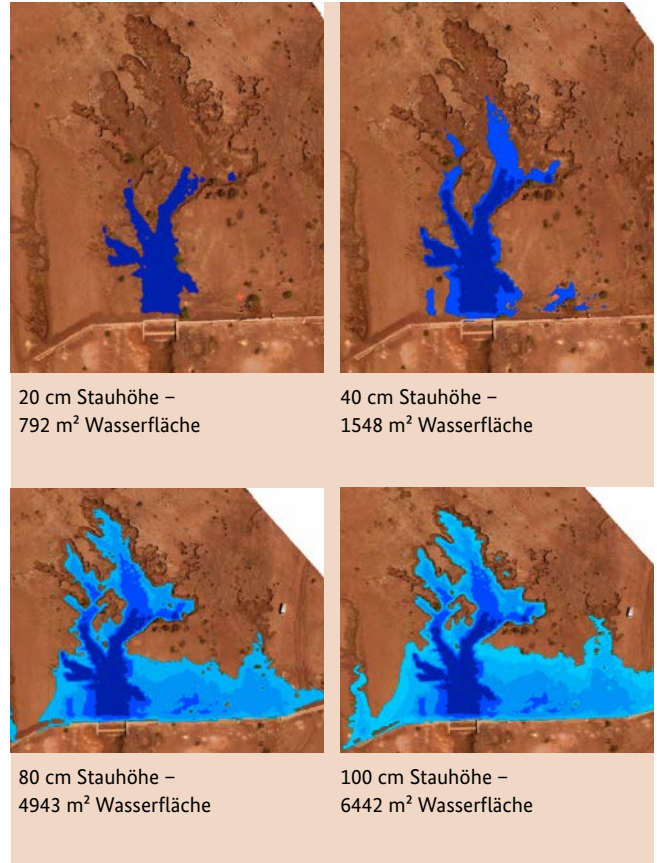
Hier hat sich der Einsatz von Drohnen bewährt, um präzise, zuverlässig und schnell auch größere Flusseinzugsgebiete zu vermessen und so die geeigneten Standorte für die Dämme und Wehre zu finden. Da die Topografie durch eine Vermessung mit Drohnen auch in einer großen räumlichen Auflösung digital zur Verfügung steht, können mit entsprechenden (Open-Source-)Programmen optimale Standorte gefunden werden. Bauarbeiten werden so mit einer guten Genauigkeit geplant und ihre Wirksamkeit (Sedimentmenge, Wassermengen-Retention) durch Modelle zuverlässig abgeschätzt. Dies verkürzt die Zeit für die Planung der Maßnahmen von fast einem Jahr auf wenige Wochen.

Dokumentation mit Drohnen

Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit, mit räumlich hoch aufgelösten Drohnenbildern die Maßnahmen präzise zu evaluieren, um ihre Wirksamkeit objektiv zu dokumentieren. So können Fehler in der Planung oder Umsetzung erkannt werden, um sie in Zukunft zu vermeiden. Weil Drohnen auch von lokalen Kräften kostengünstig und



unkompliziert einsetzbar sind, können die Aufnahmen in kurzen Zeitabständen erfolgen, zum Beispiel vor der Regenzeit, nach der Regenzeit, vor und nach einzelnen Starkregenereignissen. Kleinere Schäden können sofort erkannt und beseitigt werden, bevor größere Sanierungsmaßnahmen notwendig werden.



Dabei ist auch die Entwicklung der Vegetation mit Drohnen sehr gut dokumentierbar. Dies ermöglicht eine laufende Erfolgskontrolle. Ebenso kann die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme anschaulich dokumentiert werden, etwa wie viel Hektar fruchtbares Acker- oder Weideland durch einen Damm oder ein Wehr wieder hergestellt wurden und wie hoch der dadurch erzielte Ertrag ist. Dies ist eine wichtige Grundvoraussetzung für nachhaltige Erosionsbekämpfung.

Kontakt:

Dr. Hans-Peter Thamm
Geo-Technic
Neustraße 40
53545 Linz am Rhein
Telefon: +49 176 62642920
E-Mail: thamm@geo-technic.de
Website: www.geo-technic.de

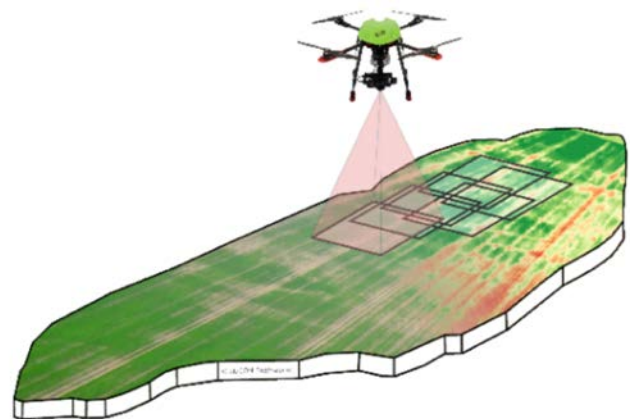


4. Düngen und Schäden erkennen mit hochpräzisen Biomassekarten

Die Digitalisierung erfasst alle Lebensbereiche der Gesellschaft. Die zunehmende Einführung digitaler Prozesse läutet auch eine neue Ära der Land- und Forstwirtschaft ein. Ziel dieses Prozesses ist es, eine neue Dimension der Effizienz und der Qualität der Produktionsprozesse, vor allem durch Zeitgewinn, Schonung der materiellen Ressourcen und eine Verbesserung der Nachhaltigkeit der land- und forstwirtschaftlichen Produktion zu erlangen.

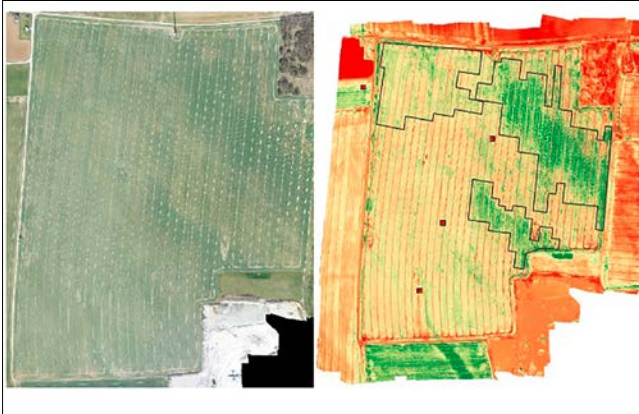
Das IBR Ingenieurbüro Ruppe (vormals RUCON Engineering) hat beginnend mit dem Jahr 2010 auf der Grundlage zahlreicher Forschungsprojekte und in Zusammenarbeit mit mehreren Universitäten und Forschungseinrichtungen drohnenbasierte Verfahren zur exakten Kartierung von Biomasse in der Land- und Forstwirtschaft entwickelt.

Zu diesem Zweck werden die Flächen mittels UAV befliegen und sogenannte Orthofotos, also maßstabsgerechte Bilder, angefertigt. Zur Abbildung größerer Flächen muss zunächst eine Bildfolge erstellt werden, bei der sich die Bilder min-



destens zu 60 Prozent längs- bzw. quer überlappen. Mittels Bildverarbeitung (Bildstitching) können somit maßstabsgerechte Bilder (Karten) erzeugt werden.

Durch Nutzung moderner UAV-tragbarer Multispektralkameras (NIR – Nahinfrarot-Kameras, ggf. in Kombination mit RGB-Digitalkameras) können sogenannte Vegetationsindizes (z. B. NDVI, NDRE) der Pflanzenbestände und deren Verteilung auf der Agrarfläche ermittelt werden.

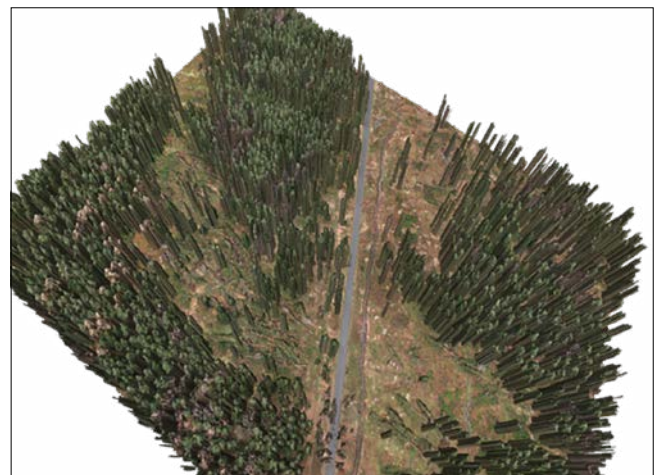


Umweltgerechte Ausbringung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln

Die so georeferenziert vorliegenden Daten können in zahlreichen Anwendungen genutzt werden: Durch die exakte Kenntnis der Verteilung der Biomasse auf den Agrarflächen können unter Nutzung moderner Verteiltechnik (Düngerstreuer und Pflanzenschutzspritzen mit Teilbreitenmanagement) die Mittel präzise und dem jeweiligen Pflanzenbedarf entsprechend ausgebracht werden. Durch die exakte Dosierung werden die Pflanzen optimal versorgt, Kosten gespart und der Austrag der Mittel in die Umwelt minimiert.

Exakte Ermittlung von biotischen und abiotischen Schäden in der Land- und Forstwirtschaft

Neben Schadenersatz- und ggf. Versicherungsfragen bilden aktuelle Vegetationskarten die Grundlage für die fach-



gerechte Bestandsführung, um aufgetretene Schäden zu minimieren bzw. zu beseitigen. Mit Drohnendaten können Schäden durch Wild, Mäuse oder Sturm präzise dargestellt werden.

Die Nutzung von Drohnen ermöglicht aufgrund der verschiedenen Blickwinkel auch eine dreidimensionale Bildauswertung.

Die dargestellten Methoden werden bereits vielfach in der land- und forstwirtschaftlichen Praxis eingesetzt. Gegenüber herkömmlichen Verfahren bieten sie qualitativ bessere Ergebnisse, sind effizienter und schonen die materiellen Ressourcen und die Umwelt.

Kontakt:

Dr. Jörg Ruppe
IBR Ingenieurbüro Ruppe
Iltisweg 11, 07749 Jena
Telefon: +49 159 01481914
Website: www.ibr-ruppe.de



5. Drohnen helfen in der internationalen Naturschutzarbeit

Drohnen werden im Naturschutz – oder genauer: in der Naturschutzplanung – eingesetzt, wenn es um die hochauflösende Kartierung, um Untersuchung und Überwachung von Lebensräumen geht, beispielsweise zur Bewertung von Lebensraumpotenzial, Konnektivität und Zugänglichkeit. Die Vorteile von Drohnenaufnahmen gegenüber solchen von Satelliten sind eindeutig: Sie liefern Bilder in besserer Auflösung, sodass sie auch für die Erkundung von Arten mit eingeschränktem Verbreitungsgebiet infrage kommen. Sie vereinfachen Wissenschaftlern den Zugang zu Habitaten und Arten, die schwer erreichbar oder durch nationale Gesetze beschränkt sind, und reduzieren zugleich potenzielle Störungen auf ein Minimum.

In Malaysia zum Beispiel hat der WWF sogenannte Fixed-Wing-Drohnen im Einsatz, um im Kronendach Orang-Utan-Nestern auf die Spur zu kommen. Diese Vorgehensweise ist kostengünstiger und exakter als die Suche mithilfe von Hubschraubern oder Satellitenbildern. Im Amazonas wiederum werden Drohnen erfolgreich zur Erfassung der Populationen des bedrohten Amazonas-Flussdelfins (*Inia geoffrensis*) sowie des Amazonas-Sotalias (*Sotalia fluviatilis*), einer weiteren Delfinart im Amazonas-Becken, eingesetzt.

Vorteil: dreidimensionale Bewertung von Lebensräumen

Mit drohnenbasierter *Structure-from-Motion-Technik* lässt sich ein Ökosystem dreidimensional bewerten. Diese Darstellungsmethodik entfaltet ihr Potenzial insbesondere bei der Erfassung der Lebensräume von Arten, die zum Beispiel verschiedene vertikale Schichten eines Waldes besiedeln. In Tansania ermittelt der WWF Deutschland so Art und Ausmaß der Degradierung großer Mangrovegebiete. Diese Informationen helfen ihm bei der bedarfsgenauen Planung und Umsetzung gezielter Naturschutzmaßnahmen. Auch lässt sich damit nachvollziehen, wie sich Wälder ökosystemtypisch entwickeln. Auf dergleichen Erkenntnisse stützen sich dann Empfehlungen an lokale Behörden und den Naturschutz zur Rekonstruktion ursprünglicher Waldzusammensetzung bei der Wiederaufforstung.

Als ebenso sinnvoll wie nützlich hat es sich erwiesen, die Überwachung mit Drohnen zum Schutz natürlicher Ressourcen – nach entsprechender Einweisung – gemeinsam mit lokalen Gemeinden umzusetzen. So hat der WWF in der tropischen Savanne Brasiliens, dem Cerrado, Dutzende lokale Gemeindemitglieder in der Nutzung von Drohnen geschult. Das weitläufige Gebiet im Süden und Osten des Landes ist stellenweise bis zu 50 Prozent zerstört. Die von den Bewohnern gesammelten Daten ermöglichen es, genaue Informationen über Entwaldungsraten und Wiederaufforstungsbemühungen zu sammeln.

Wildereiabwehr mithilfe von Drohnen

Bei den von Wilderei besonders heimgesuchten Gebieten handelt es sich oft um riesige, zum Teil schwer zugängliche Gebiete. Das stellt die Wildereiabwehr durch die systematische Überwachung dieser Flächen, angesichts vielerorts dürrtiger Personalressourcen, vor besonders große Herausforderungen. Das ist der Hintergrund, vor dem ein Drohneneinsatz diskutiert wird, von dem man sich eine beim Gebietsschutz unterstützende Technologie verspricht. Drohnen können in kurzer Zeit große Areale überfliegen und in Echtzeit Daten liefern, um etwa Nachteinsätze abzusichern, Tiere aus Risikozonen zu treiben und Wilderer abzuschrecken.

Allerdings: Drohnen sind hierbei nur *eine* Komponente einer komplexen Wirkungskette, deren Einzelelemente perfekt zusammenspielen müssen, damit es gelingt, das technische Potenzial der Drohnen auszuschöpfen. Erfahrungen des WWF zeigen, dass die vielfältigen Vorteile in der Praxis kaum zur Geltung kommen, solange es den Schutzgebieten an Mitarbeitern und Ausrüstung fehlt, die es möglich machen, schnell und effizient auf Vorfälle zu reagieren. Nicht zu vergessen: Drohnen mit ausreichender Nutzlast für lange Flüge und spezielles Kameraequipment sind teuer. Hinzukommen Kosten für die Spezialausbildung des Führers sowie für die Instandhaltung der Gerätschaften. Wenig praktischen Zusatznutzen haben hingegen Drohnen mit zu geringer Reichweite, schlechter Kameraleistung und eingeschränkter Übertragungsleistung von Echtzeitdaten.

Im Naturschutz gibt es vielfältige Möglichkeiten für den sinnvollen Einsatz von Drohnen. Gerade bei der Kontrolle und Langzeitüberwachung von Habitaten, Tierbeständen und der Ökosystementwicklung haben sich Drohnen als kostengünstige, vergleichsweise einfach zu handhabende und in der Regel nutzbringende Technologie erwiesen. Oft jedoch ist ihr Einsatz in komplexe Handlungsabläufe integriert und deren Erfolg von ausreichender, langfristiger Finanzierung abhängig. In der Wildereiabwehr zerschellen die potenziellen Vorteile von Drohnen an einer Realität, in der es Schutzgebieten in vielen Teilen der Welt schlicht an nötiger Finanzierung fehlt.

Kontakt:

Aurélie Shapiro (Senior Remote Sensing Specialist) und Katharina Trump (Programme Officer Wildlife Crime), WWF Deutschland

Zehn Fragen an Achim Friedl, Vorstand UAV DACH e.V. – Verband für unbemannte Luftfahrt

1) UAV, UAS oder einfach Drohnen – welche ist die richtige Bezeichnung?

Die Abkürzung UAV stand für Unmanned Aerial Vehicle und ist seit einiger Zeit überholt. Die zivile Luftfahrtorganisation der Vereinten Nationen ICAO hat Anfang 2015 für die unbemannte Luftfahrt weltweit verbindlich die Bezeichnung „Unmanned Aircraft System“, abgekürzt UAS, festgelegt. Das Europäische und Deutsche Luftrecht haben die Bezeichnung UAS übernommen und somit ist das die richtige Bezeichnung. Umgangssprachlich wird häufig der Begriff „Drohne“ verwendet und wir wissen dann, was gemeint ist.



2) Heute prägen die zahlreichen Freizeitnutzer die öffentliche Wahrnehmung zum Thema Drohnen. Wird sich das ändern?

Ja. Drohnen werden heute sehr oft im Freizeitbereich genutzt, weil sie einfach zu fliegen sind und Spaß bringen. Die professionelle Nutzung von UAS etabliert sich zunehmend, findet aber nicht unbedingt vor großem Publikum statt – beispielsweise in der Vermessung oder der Inspektion von Infrastruktur. Ich gehe davon aus, dass der professionelle Einsatz enorm steigen wird, weil er einfach effektiv, kostengünstig und umweltfreundlich ist. UAS sind fester Bestandteil der angelaufenen vierten industriellen Revolution und spielen eine wichtige Rolle für die Prozesse der Produktion, Logistik, Mobilität und Sicherheit. In der Öffentlichkeit werden UAS dann auch mehr wahrgenommen, insbesondere wenn sie von Nutzen für die Bevölkerung sein werden. Dafür setzt sich der UAV DACH e.V. auch ein.

3) Welche Rolle spielt dabei der technische Fortschritt?

Technischer Fortschritt und neue Technologien sind sozusagen die Mutter des Drohnenfluges. Mikroelektronik ermöglicht eine präzise Steuerung, ein perfektes Management elektrischer Antriebe und vieles mehr. Der technische Fortschritt wird die Flugeigenschaften sowie die Reichweite und Nutzlast von UAS weiter verbessern und modernster Sensorik die Trägerplattform UAS erschließen. Das alles geschieht bei gleichzeitiger Sicherheit und Zuverlässigkeit des Flugbetriebes. So werden dann auch Flüge über größere Distanzen, d.h. außerhalb der Sichtweite, möglich. Die Nutzung von „Deep-learning-Effekten“ und künstlicher Intelligenz ebnet den Weg vom automatisierten zum autonomen Fliegen.

4) Sie kennen und betreuen viele Drohnenprojekte bei Feuerwehren, Rettungsdiensten oder bei der Polizei. Wie ist der Stand und wo schlummern noch Potenziale?

UAS sind bei der Polizei und den Behörden und Organisationen des Bevölkerungsschutzes wertvolle und moderne Einsatzmittel. Nicht umsonst erreicht der Einsatz von UAS zur Erfüllung von Aufgaben der öffentlichen Sicherheit bei Umfragen höchste Akzeptanzwerte. Immer mehr BOS (Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben) kommen auf den Geschmack. Es werden spezielle UAS-Teams gebildet. So berichtet uns beispielsweise die Bergwacht, dass bereits bei 1/3 aller Einsätze UAS mit vor Ort sind und immer häufiger fliegen. Potenziale gibt es natürlich auch noch. Ich denke da an die Verwendung von UAS bei der Verkehrsunfallaufnahme auf Bundesautobahnen. Das geht dann schneller und Staus, in denen es häufig zu Unfällen kommt, werden früher aufgelöst sein. Das ist ein echter Beitrag zur Verkehrssicherheitsarbeit der Polizei. Auch denke ich an die Notfallversorgung, z. B. den Transport von eiligen Blutkonserven. Technisches Potenzial sehe ich auch noch bei den Fluggeräten. In vielen Fällen werden von den Helfern Drohnen aus dem Hobbybereich eingesetzt. Das sind zwar lobenswerte Initiativen, aber mit professionellen UAS und deren Ausrüstung könnten die Einsätze noch wirkungsvoller geflogen werden. Der UAV DACH e.V. berät hier gern und die BOS könnten meines Erachtens noch mehr für ihre Mitarbeiter und ehrenamtlichen Kräfte tun.

5) Schon heute ist der Luftraum dicht gepackt. Ist da eigentlich noch Platz für weitere Nutzer?

Wenn wir aus dem Fenster schauen und Luftfahrzeuge sehen wollen, geschieht oft nichts. Aber diese Wahrnehmung täuscht doch etwas. Gerade der unkontrollierte Luftraum wird von Modellfliegern, Segel- und Sportflugzeugen, Hubschraubern der Polizei und Rettungsdienste genutzt. Nun sollen noch die UAS hinzukommen. Das wird gehen, aber es wird nur in einem kooperativen und koordinierten Flugsystem funktionieren. Dabei ist auch wichtig, dass sich die UAS in das bewährte System einpassen und die bemannte Luftfahrt so wie heute und ohne großen zusätzlichen Aufwand stattfinden kann. Glücklicherweise kümmert sich die Initiative „Luftraum für alle“ bereits darum und die Europäische Kommission hat das Konzept U-Space entwickeln lassen.

6) Was ist eigentlich Geofencing? Und kann Geofencing sicher Missbrauch verhindern?

Geofencing ist ein Kunstwort, das sich aus „geographic (geographisch) und fencing (Einzäunung/Zaun)“ zusammensetzt. Dahinter verbirgt sich eine Automatik, die verhindert, dass eine gedachte Begrenzung am Boden oder in der Luft überschritten wird. In unserem Fall ist das UAS mit einer Technologie bestückt, die anhand der Positionsdaten im Abgleich mit Luftraumkoordinaten Gebiete erkennt, aus denen nicht herausgeflogen (Drohne soll nicht wegfliegen) oder in die nicht hineingeflogen bzw. in denen nicht gestartet werden soll oder darf (No-Fly-Zone). Es wird also ein virtueller Zaun aufgebaut, an dem ein UAS nicht mehr weiterfliegen kann. Beim Flug außerhalb der Sichtweite ist das eine gute Hilfe. Zum Schutz von Flughäfen und anderen kritischen Infrastrukturen kann Geofencing eine Hilfe sein. Der Missbrauch von Drohnen, d. h. der Steuerer will erhebliche Gefahren oder Schäden herbeiführen, kann mit Geofencing allerdings nicht sicher verhindert werden, weil mit Tricks Geofencing auch deaktiviert werden kann.

7) Fliegen außerhalb Sichtweite (BVLOS) ist Grundbedingung für nahezu alle professionellen Geschäftsmodelle rund um Drohnen. Ist BVLOS überhaupt möglich ohne Gefährdung der Bevölkerung?

Die Frage ist in zwei Richtungen zu beantworten. Erstens: Ist BVLOS rechtlich zulässig? Und zweitens: Ist BVLOS technisch sicher möglich? Das momentan noch für den Betrieb von UAS geltende deutsche Luftrecht hat einen sicherheitsbasierten Ansatz auf hohem Niveau. Der Flug außerhalb der Sichtweite bedarf daher einer Erlaubnis. Zur Erlangung dieser Erlaubnis muss eine Risikobeurteilung erstellt werden. Beurteilt werden die Eigenschaften des Fluggerätes, in welchem Luftraum geflogen wird, ob Menschen überflogen werden und einiges mehr. Nur wenn ein sehr niedriges Risiko in der Luft und am Boden vorhanden ist, wird die Erlaubnis erteilt. Technisch sind die Grundlagen für einen BVLOS-Flugbetrieb vorhanden. Momentan sind mehrere Projekte dabei, ein BVLOS-System zu konstruieren und zu evaluieren. Erste Ergebnisse lassen erwarten, dass kurz- bis mittelfristig auch die technischen Voraussetzungen für einen sicheren BVLOS-Flugbetrieb vorhanden sein werden.



8) Welche Rolle werden die neuen EU-Regeln spielen?

Im September des letzten Jahres ist die erneuerte Europäische Luftfahrtgrundverordnung in Kraft getreten, die unmittelbare Rechtswirkung in Deutschland entfaltet. Ein wesentliches Novum ist, dass alle unbemannten Luftfahrzeuge, unabhängig von ihrer Startmasse, dem Anwendungsbereich der europäischen Regelungen unterliegen. Damit wird eine bunte Mischung von Zuständigkeiten der EU und der Mitgliedsstaaten im Sinne eines einheitlichen Flugsicherheitsniveaus beseitigt. Mit den alsbald zu erwartenden Durchführungsverordnungen für die unbemannte Luftfahrt werden harmonisierte Regeln europaweit umgesetzt. Professionelle Anbieter von UAS-Produkten und UAS-Dienstleistungen erhalten dann einen leichteren Zugang zum europäischen Markt und können das wirtschaftliche Potenzial von UAS besser ausschöpfen. Zudem verweisen die EU-Regeln nochmals in aller Deutlichkeit auf die Einhaltung von Persönlichkeitsrechten (Stichwort Videokamera an der Drohne), den Datenschutz und den Umweltschutz beim Betrieb von UAS. Gut ist auch, dass der UAS-Betrieb für die Erfüllung von Sicherheitsaufgaben, z. B. Such- und Rettungsdienst, von den EU-Regeln ausgeschlossen ist und somit ein Soforteinsatz weiterhin stattfinden kann.

9) Schon heute muss man Drohnen mit Namen und Anschrift des Eigentümers kennzeichnen. Wie sieht die Zukunft der Kennzeichnung aus? Brauchen wir nicht vielmehr eine Registrierungspflicht?

Das ist richtig, seit dem 1.10.2017 muss jede Drohne so gekennzeichnet sein. Das Namensschild am UAS ist nur ein erster, halbherziger Schritt in die richtige Richtung. Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (EASA) ist der Auffassung, dass angesichts der Risiken von unbemannten Luftfahrzeugen eine Registrierung von UAS und Betreibern erfolgen soll. So steht es auch in der Luftfahrtgrundverordnung. Damit erhält man natürlich einen Zugang zur Überprüfung der Einhaltung der Betriebs- und Halterpflichten im Sinne eines geordneten Flugbetriebs. Das ist das eine. Andererseits ist die Registrierung für die Zuordnung eines UAS in einem koordinierten Betriebssystem notwendig. Zur Verwirklichung des Masseneinsatzes von UAS im U-Space wird die Registrierung, wie bei der bemannten Luftfahrt, gebraucht.

10) Notfallsituationen wie in London-Gatwick im Dezember 2018 führen leicht zu Millionenschäden durch die Sperrung eines ganzen Flughafens. Wie sind wir hier in Deutschland aufgestellt?

Vorfälle und Folgen wie in der Vorweihnachtszeit 2018 in am Flughafen London-Gatwick können auch in Deutschland eintreten. Der Flug mit Drohnen näher als 1,5 Kilometer zu Flugplätzen ist in Deutschland untersagt und darf nur ausnahmsweise mit behördlicher Genehmigung und Flugverkehrsfreigabe stattfinden. Bedauerlicherweise gibt es aber immer wieder Personen, die ohne Erlaubnis – aus Unwissenheit, Überschätzung, Abenteuerlust und ähnlichen Motiven – mit ihren Drohnen direkt am oder sogar über einem Flugplatzgelände fliegen. Das ist nicht nur enorm gefährlich, sondern stellt auch eine Straftat dar. Es bleibt dann als erste Sicherheitsmaßnahme nichts anderes übrig, als den an- und abfliegenden Linienverkehr einzustellen.

Die an den Flugplätzen für die Sicherheit Verantwortlichen sind aus meiner Sicht jetzt aufgerufen, das Lagebild Drohnen zu verbessern, um Flugunterbrechungen so kurz wie möglich zu halten. Ebenso sollte über technische Abwehrmaßnahmen nachgedacht werden, wobei ich nicht verschweige, dass es die perfekte Lösung für Flugplätze noch nicht gibt und ein zuverlässiger Schutz vor bedrohlichen Drohnen rund um die Uhr keine triviale Aufgabe ist. Gemeinsames Handeln aller Betroffenen ist unverzüglich gefragt und der Gesetzgeber sollte die zuständigen Behörden mit angemessenen Befugnissen zur Drohnenabwehr ausstatten.

Der UAV DACH e. V. wurde im Jahr 2000 gegründet und hat rund 200 Mitglieder aus Deutschland, Österreich, der Schweiz, den Niederlanden und Italien. Er setzt sich für einen sicheren, professionellen Einsatz von unbemannten Luftfahrzeugen zum Wohl der Bevölkerung ein.

III. Infrastruktur mit Drohnen





1. Drohnen bei der Bahn – vom Vegetationsmanagement bis zur Brückeninspektion

Drohnen tragen seit Jahren dazu bei, Bahnfahren pünktlicher und zuverlässiger zu machen sowie die Modernisierung des Schienennetzes in Deutschland voranzutreiben. Seit 2015 setzt die Deutsche Bahn AG (DB) interne Drohenteams in diversen Fachbereichen ein. Die fliegende Flotte besteht inzwischen bahnweit aus rund 20 Multicoptern verschiedener Typen. Seit Kurzem sind zudem drei flugzeugähnliche VTOL-Starrflügler-Drohnen für die Langstreckenerfassung in der Erprobung.

Die Drohnen unterscheiden sich in Aufbau, Flugdauer und mitgeführter Sensorik: von hochauflösenden Digitalkameras für Bilder und Videos oder Multispektral- und Infrarotaufnahmen bis zu Laserscansystemen und Wärmebildkameras. Die aufgenommenen Bilder und Daten werden mittels Spezialsoftware und hochleistungsfähiger IT-Architektur analysiert und verarbeitet, z. B. zu 3D-Modellen für Planung und Visualisierung.

Drohnen im Vegetationsmanagement

Die stetig nachwachsende Vegetation entlang des rund 34.000 Kilometer langen Streckennetzes zu kontrollieren und zu pflegen, ist eine zeitintensive und herausfordernde Aufgabe. Sie findet zumeist unmittelbar im laufenden Zugverkehr statt und ist an Richtlinien und Sicherheitsvorschriften gebunden. Dabei muss mindestens einmal jährlich die verkehrssicherungspflichtige Vegetation von qualifiziertem Fachpersonal inspiziert werden. Hierbei gilt es vor allem, Gefahrenbäume mit unzureichender Stand- oder Bruchsicherheit frühzeitig zu identifizieren und notwendige

Maßnahmen einzuleiten. Hinzukommen zunehmende Extremwetterereignisse, welche die Fahrwegverfügbarkeit durch Baumstürze zusätzlich einschränken können.

Daher setzt die DB zur Identifikation von Sturmschäden und zur routinemäßigen Kontrolle der Vegetation entlang der Gleise senkrechtstartfähige Flugzeugdrohnen in der Pilotphase ein. Dies betrifft sowohl die unmittelbare Rückschnittzone (mindestens beidseitig sechs Meter ab Gleismitte) als auch den angrenzenden Waldbestand (sog. Stabilisierungszone). Für beides setzt man nicht mehr allein auf die Begehung vor Ort, sondern erprobt zusätzlich die digitale Erfassung aus der Luft. Hierzu setzt die DB Drohnen mit speziell für dieses Einsatzszenario entwickelten technischen Eigenschaften und Sensoren ein.

Drohnen zur Bauwerks- und Brückeninspektion

Regelmäßige Inspektionen von Brücken mit herkömmlichen Methoden sind sehr aufwendig. Sie erfordern meist Gerüstbau, die Sperrung von Straßen, Schienen- und Wasserwegen. Damit gehen in der Regel Beeinträchtigungen für Bahnkunden, Schifffahrt- und Straßennutzer einher. Mit Drohnen können Brückeninspektionen sprichwörtlich im Vorbeiflug vorgenommen werden – in höchster Auflösung und Qualität. Die Prüfengeure werten die erfassten Daten direkt vor Ort oder im Nachgang aus, die der Multicopter beim lückenlosen Befliegen des Bauwerks aufnimmt. Das spart nicht nur Zeit, sondern ermöglicht auch eine Mehrfachnutzung der Daten, ihre Verfügbarkeit zu jedem beliebigen Zeitpunkt und eine 100%ige Dokumentation.

Ebenso lässt sich mit Drohnen der Zustand von Dächern, Fassaden und Tragwerken von Bahnhöfen, Gebäuden und anderen Ingenieurbauwerken schnell und kostengünstig erfassen. Drohnen helfen so, die Anforderungen moderner Planung, aber auch gesetzliche Prüfaufgaben zur Stand- und Verkehrssicherheit effizient zu gewährleisten. Die DB hat hier bereits die Hauptbahnhöfe Gera, Bremen, Kiel und Oldenburg, den Bahnhof Hamburg-Hammerbrook und andere Bauwerke mit Drohnen erfasst.

Drohnen und technische Anlagen/Sicherheit durch Drohnen

Die Fahrstromversorgung, die Hochspannungs- und Oberleitungsmasten, die Isolatoren, Trennschalter und Leitungen, über die Züge den Strom beziehen, werden inzwischen ebenfalls per Drohne untersucht, z. B. um Schäden aus Blitzeinschlägen und Korrosion schnell zu erkennen. Der entscheidende Vorteil: Die Untersuchung kann erfolgen, ohne dass der Fahrstrom abgestellt oder der Zugverkehr unterbrochen werden muss. Die gelieferten Bilder werden durch Experten ausgewertet und notwendige Maßnahmen abgeleitet. Künftig soll diese Auswertung zunehmend durch den Einsatz künstlicher Intelligenz unterstützt und somit noch effektiver werden.

Aber auch zur Abwehr von Sachbeschädigungen an Fahrzeugen setzt die DB Drohnen ein, speziell zur Überwachung von Abstellanlagen für Güter- und Personenzüge, die häufig Ziel von Diebstählen und Beschädigungen sind. Mehrere Millionen Euro Schäden konnten auch durch Nutzung der Drohnen bereits verhindert werden.

Drohnen und Bauvorhaben der Bahn

Großprojekte wie die Neubaustrecke Stuttgart–Ulm, die VDE-8-Strecke München–Berlin oder das neue ICE-Werk Köln-Nippes stellen hohe Anforderungen an das Baumanagement. Daher spielen Drohnen bei Bauvorhaben der DB zunehmend eine Rolle – von der Baustellensicherung gegen Diebstahl und Unfälle über die Bauüberwachung und -dokumentation bis zur 3D-Vermessung und -visualisierung. Hochgenaue digitale 3D-Modelle von Trassenverläufen, Brücken oder Bauwerken bilden eine wichtige Basis für das sogenannte Building Information Modeling (BIM). Die dabei durch Drohnen erfassten Fotos, Videos und Daten erleichtern Planung, Realisierung und Kostenkontrolle. Zudem dienen sie zunehmend auch dazu, der



Öffentlichkeit, z. B. bei Bürgerbeteiligungen, Planungen und Abläufe leichter verständlich zu machen.

Weiterentwicklungen – Streckeninspektion und Mobilität in der dritten Dimension

Die DB plant den Einsatz von Drohnen aktiv auszuweiten, vor allem für die Inspektion des Streckennetzes. Ziel ist es, eigene Drohnen im BVLOS-Betrieb (Beyond Visual Line of Sight, also außer Sichtweite des Steuerers) einzusetzen. Diese digitale Fernerkundung mittels Langstreckendrohnen für Infrastruktur wäre nicht nur sehr viel schneller und wirtschaftlicher als bisherige Methoden, sondern auch präziser und flexibler.

Daneben rücken auch neue Mobilitätsformen in der dritten Dimension (Flugtaxi) in den Fokus. Die DB beteiligt sich unter anderem am Modellprojekt Urban Air Mobility in Ingolstadt, das von der EU-Kommission gefördert wird. In der Modellregion Ingolstadt will die DB gemeinsam mit den Partnern die Potenziale von Fluggeräten für die urbane Mobilität erforschen und in Modellversuchen sowohl den Einsatz als auch die erforderlichen Rahmenbedingungen untersuchen.

Kontakt:

E-Mail: multicopter@deutschebahn.com

Ansprechpartner:

DB Sicherheit GmbH

Mario Finkbeiner

Referent Multicopter

E-Mail: mario.finkbeiner@deutschebahn.com

Sven-Oliver Schnorr

Referent Multicopter

E-Mail: sven-oliver.schnorr@deutschebahn.com

DB Fahrwegdienste GmbH

Matthias Maier

Gesamtprojektleiter Digitale Fernerkundung

Umwelt- und Projektmanagement

E-Mail: matthias.m.maier@deutschebahn.com



2. Energieversorgung – automatisierte Inspektion von Überlandleitungen

Eine zuverlässige Energieversorgung ist unentbehrlich. Daher gelten Energieübertragungsanlagen als kritische Infrastruktur. Die Betreiber von Hochspannungsleitungen legen großen Wert darauf, mögliche Fehler frühzeitig zu identifizieren, um eine hohe Zuverlässigkeit zu gewährleisten. Sie führen regelmäßige Sichtkontrollen der Freileitungen, der Komponenten und der Leitungsumgebung durch. Derzeit wird die Freileitungsinspektion mit teuren Hub-schrauberflügen durchgeführt. Herkömmliche Sichtprüfungen liefern meist nur grobe und ungenaue Ergebnisse – auch mit HDTV- oder DSLR-Kameras. Diese Methode der Dokumentation des Zustands der Freileitungen und ihrer Umgebung ist mühsam, erfordert viel Handarbeit und ist oft unvollständig.

Ein innovativer, KI-basierter Freileitungsinspektionsservice

Daher entwickelt Siemens zusammen mit Partnern einen neuartigen und innovativen Freileitungsinspektionsservice. Die Inspektionsflüge werden dabei mit leistungsstarken Drohnen auch außerhalb der Sichtweite des Steuerers und zudem mit hoher Nutzlast durchgeführt. Die Drohne wird mit einem High-End-Multisensorsystem ausgestattet, das speziell für die komplexen Anforderungen bei der Freileitungsinspektion entwickelt wird.

Verschiedene Sensoren und Kameras werden dabei zu einem Gesamtsystem zusammengefasst. Somit werden 3D-Laserdaten, ultrahochauflösende Farbbilder, Infrarotbilder und Koronabilder in einem Arbeitsgang erfasst und präzise georeferenziert abgespeichert. Diese umfangreichen Multisensordaten, die während des Fluges erzeugt werden, werden

von der Smart-Data-Analysesoftware verarbeitet und ausgewertet. Die Software wurde von Siemens entwickelt. Sie basiert auf künstlicher Intelligenz sowie Deep Learning. Die Software dient der automatischen Erkennung und Bewertung von Fehlern bzw. Problemen entlang der Freileitungen. Die Dokumentation der kompletten Anlage sowie der relevanten Erkenntnisse und Ergebnisse kann direkt in die bestehenden Asset-Management-Systeme der Übertragungsnetzbetreiber integriert und dort zur Trendüberwachung und vorbeugenden Wartung eingesetzt werden.

Daten und Fakten

- Flug außerhalb der Sichtweite (Beyond Visual line of sight – BVLOS), bis zu 100 km von der Bodenstation
- Einsatz einer Hochleistungsdrohne mit 200 kg maximalem Abfluggewicht
- Optisches Sensorsystem mit 3D-Laserscanner, Farbkameras, Thermalkameras und Koronakamera
- Geodatenbank als digitaler Zwilling

Der Service bietet damit eine umfassende Dokumentation und Fehlererkennung für Freileitungen. Im Ergebnis steht eine interaktive Geodatenbank als digitaler Zwilling mit allen Informationen zur Freileitung, ihren Komponenten und der Umgebung zur Verfügung. Sie besteht aus Bildern, 3D-Daten und Verknüpfungen zu weiterführenden Informationen. Dabei werden beschädigte Anbauteile wie Isola-

toren, Klemmen und Schwingungsdämpfer ebenso erkannt wie ein zu geringer Abstand von Bäumen, anderer Vegetation oder auch Gebäuden zu den Leiterseilen.

Die Ergebnisse werden dem Netzbetreiber nach Abschluss der Inspektionsflüge schnellstmöglich zur Verfügung gestellt. Diese können mit den Daten aus den Flugeinsätzen der Vorjahre abgeglichen werden und der Zustand der Leitungen so optimal überwacht werden. Ebenfalls können hierdurch Veränderungen und Abweichungen erkannt werden. Informationen als auch Empfehlungen für die präventive und prädiktive Wartung und Instandhaltung sind ebenfalls verfügbar. Befunde können im System bearbeitet und kommentiert, Pläne für die Wartung und Reparatur erstellt werden.

Die Entwicklung erfolgt als Kooperationsprojekt der Partner Siemens AG, Lufthansa Technik AG und GGS GmbH im Rahmen einer Förderung im 6. Energieforschungsprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.

Kontakt:

Michael Wernlein
Siemens AG
Energy Management Division
Freyeslebenstraße 1
91058 Erlangen, Deutschland
E-Mail: michael.wernlein@siemens.com





3. Präzise Vermessungsdaten für den Straßenbau

Die STRABAG-Gruppe ist ein Technologiekonzern für Bau-dienstleistungen und gehört mit rund 73.000 Mitarbeitern und einem Umsatz von rund 15 Milliarden Euro (Stand 2018) zu den größten Baukonzernen Europas. Das Leistungsspektrum umfasst sämtliche Bereiche der Bauindustrie im Verkehrswegebau, Hoch- und Tiefbau sowie Ingenieurbau und deckt die gesamte Bauwertschöpfungskette ab.

Einer der wichtigsten aktuellen Themenkomplexe in der Baubranche ist die Digitalisierung der Geschäftsprozesse, die bei STRABAG in allen wesentlichen Bereichen wie Planung, Ausführung, Produktion, Betrieb und Administration voranschreitet. Für eine umfassende und nachhaltige Digitalisierung setzt der Konzern dabei auf eine durchgängige Prozessoptimierung. Im Vordergrund steht eine höhere Durchdringung von digitalen Methoden wie beispielsweise BIM-5D® (Building Information Modelling). Ein Teil dieser

digitalen Methoden ist der Einsatz von Drohnen zur Unterstützung bei Vermessung und Inspektion.

Einsatz von Drohnen bei der STRABAG

Drohnen kommen bei STRABAG bereits seit 2015 zum Einsatz. Was mit einer kleinen, zentralen Einheit begann, expandierte innerhalb weniger Jahre zu einer flächen-deckenden Verteilung von Drohnen und ausgebildeten Steuerern. Mitte 2019 bestand die STRABAG Drohnenflotte aus rund 45 Drohnen und 70 ausgebildeten Steuerern. Die Koordination und Ausbildung wird dabei durch den konzern-eigenen Bereich Digitale Objekterfassung und Drohnen gewährleistet, der als Prüfungsstätte der anerkannten Stelle UAV DACH e.V. des Luftfahrtbundesamtes auch den Kenntnissnachweis zum Betrieb unbemannter Fluggeräte nach § 21d Luftverkehrsordnung ausstellen darf.

Vermessung und Inspektion

Haupteinsatzgebiet von Drohnen bei STRABAG ist die Vermessung und Inspektion. Die Vermessung aus der Luft mittels Photogrammetrie oder Laserscanner ermöglicht die zentimetergenaue Aufnahme und Modellierung größerer Flächen und Gebäude in kurzer Zeit. Die Daten werden anschließend für maßstabgerechte Lagepläne und Geländemodelle, für Massenberechnung oder für 3D-Modelle in der BIM-Planung verwendet. Neben der Kosten- und Zeitersparnis erhöht der Einsatz von Drohnen die Sicherheit für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie Unbeteiligte, da die zu inspizierenden Flächen und Objekte nicht mehr betreten werden müssen. So können beispielsweise Autobahnen und Bahnstrecken sicher aus der Luft vermessen werden, ohne dass diese gesperrt werden müssen – was wiederum die Stau- und Unfallgefahr für die Verkehrsteilnehmer reduziert, aber auch die Sicherheit für die Vermesser erhöht.

Fortentwicklung der Verfahren

Neben der reinen Anwendung von Drohnen fördert STRABAG die Weiterentwicklungen im Bereich der Drohnentechnologie. Aktuelle Projekte umfassen das Fliegen außerhalb der Sichtweite (englisch Beyond Visual Line of Sight, kurz BVLOS). Im September 2018 erfolgte einer der ersten behördlich genehmigten BVLOS-Flüge in Deutschland, bei der eine Drohne insgesamt zwölf Kilometer des Autobahneubaus der A33 zwischen Paderborn und Bielefeld photogrammetrisch aufnahm. Die Drohne wurde dabei durch spezielle Transponder für die Flugsicherung und andere bemannte Luftverkehrsteilnehmer sichtbar gemacht. Mit dem Projekt wurde der erste Schritt für autonome und im Verkehrsraum kontrollierte Drohnenflüge in die Wege geleitet, was die zukünftigen Möglichkeiten der Drohnenanwendung in der Bauindustrie erweitern dürfte.

Weitere Forschung erfolgt im Bereich der automatisierten Datenauswertung von Drohnen Daten. Hierfür beauftragte STRABAG das Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik mit der Entwicklung eines Drohnen-Laserscansystems mit integrierter künstlicher Intelligenz zur automatisierten Vermessung und Erkennung von Objekten auf Autobahnen. Die Drohne fliegt zunächst über die zu vermessende Autobahn und erzeugt mithilfe des integrierten Laserscansystems ein 3D-Modell bestehend aus Millionen von Messpunkten. Diese Punktwolken werden



anschließend mit einer trainierten künstlichen Intelligenz in Objektklassen ausgewertet. Die Software erkennt in der Punktwolke automatisch Objekte wie beispielsweise eine Asphaltfahrbahn, Schutzplanken, Vegetation und vieles mehr. Mit diesem innovativen Forschungsauftrag soll die Effizienz der Datenaufnahme und Datenauswertung von Baustellen weiter gesteigert werden.

Kontakt:

Philipp Mielke
STRABAG AG
Bereich Digitale Objekterfassung und Drohnen
Clermont-Ferrand-Allee 34
93049 Regensburg/Deutschland
Telefon: +49 941 464406-0
E-Mail: philipp.mielke@strabag.com
Website: www.3d-vermessung.strabag.de



4. Drohnen für effiziente und sichere Windparks

Die Planung und der Betrieb von Windenergieanlagen ist mit großen Herausforderungen verbunden. Wechselwirkungen zwischen wetterbedingten Strömungen und der Geländeform haben einen großen Einfluss auf Effizienz, Lebensdauer und Umweltwirkungen einer Windenergieanlage. Die Arbeitsgruppe Umweltp Physik an der Universität Tübingen beschäftigt sich daher hauptsächlich bei der Umwelt- und Atmosphärenforschung mit Drohnen. Ein wichtiger Forschungsbereich ist dabei die Windenergie.

Unbemanntes Forschungsflugzeug MASC

Die von der Arbeitsgruppe Umweltp Physik entwickelten unbemannten Forschungsflugzeuge vom Typ MASC (Multi-Purpose Airborne Sensor Carrier) haben je nach Missionsnutzlast ein Gesamtgewicht zwischen fünf und acht Kilogramm, eine Spannweite von vier Metern und eine

Flugdauer von bis zu zwei Stunden (entsprechende Reichweite etwa 135 km). Sie sind mit sehr präzisen Sensoren zur Wind- und Turbulenzmessung ausgestattet, die kleinste Luftwirbel auflösen können.

MASC wurde bereits erfolgreich in mehreren Projekten genutzt und ist momentan in den durch das BMWi geförderten Projekten WINSSENT und HeliOW (beide im 6. Energieforschungsprogramm) im Messeinsatz.

Das Projekt WINSSENT

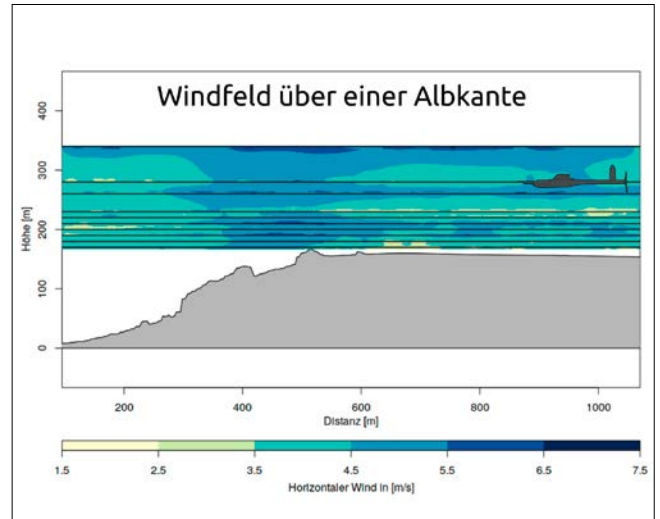
Im Projekt WINSSENT (Realisierung und Charakterisierung einer süddeutschen Forschungsplattform für Windenergie im bergig komplexen Gelände) werden mit MASC die Anströmungsbedingungen für einen Windpark im bergigen Gelände erfasst. Bei der Planung von Windparks wird nach

Orten mit möglichst geringer Turbulenz und möglichst hoher Windgeschwindigkeit in der Anströmung gesucht, um Effizienz und Lebensdauer der Anlagen zu erhöhen.

Im bergigen Gelände ist die Suche nach geeigneten Standorten schwierig, da dort oft Turbulenz mit stark variierenden Windgeschwindigkeiten auftritt. Die Vermessung dieser komplexen Windfelder ist mit herkömmlichen Mitteln wie Messmasten möglich, aber logistisch sehr aufwendig und kostspielig. Außerdem können so nur lokal stark begrenzte, punktuelle Messungen durchgeführt werden. Drohnen können dagegen mit geringem logistischen Aufwand, flexibel und kostengünstig flächendeckende Messungen an verschiedenen Orten durchführen. Die Messergebnisse dienen dann als Basis für Windsimulationen, mit denen die bestmögliche Lage für einen neuen Windpark bestimmt werden kann. So wird erreicht, dass neue Anlagen am bestmöglichen Ort für eine optimale Windenergieerzeugung aufgestellt werden, was die Effizienz und Lebensdauer des Windparks erhöht und Kosten reduziert.

Offshore-Windkraftanlagen – Projekt HeliOW

In dem ebenfalls durch das BMWi geförderten Projekt HeliOW (Hubschraubereinsätze in Offshore-Windparks) werden die Verwirbelungen hinter großen Offshore-Windkraftanlagen untersucht. Zu Offshore-Windparks finden regelmäßige Versorgungs- und Wartungsflüge mit Hubschraubern statt. Jedoch bilden sich hinter jeder Windkraftanlage Wirbelschleppen. Diese können vor allem bei größeren Offshore-Windkraftanlagen und bestimmten Wetterbedingungen stark ausgeprägt sein. Ein Einflug in die turbulente Wirbelschleppe kann zu einer Gefahr für den Hubschrauber werden. Fernerkundungssysteme (wie z. B. lasergestützte LIDAR-Systeme) liefern dabei nicht die



nötige räumliche Auflösung, um die kleinskaligen Phänomene zu erfassen. Mit Drohnen können dagegen direkt hinter Windkraftanlagen die Ausdehnung und Stärke dieser Wirbel bei verschiedenen Wetterbedingungen vermessen werden. Dies muss sehr nah an der Windkraftanlage erfolgen und ist deswegen nur mit Drohnen möglich. Mit bemannten Messflugzeugen wäre die Gefahr einer Kollision zu groß. Die Ergebnisse der Messung mit Drohnen helfen, das Verhalten der Wirbelschleppen besser vorherzusagen, damit Hubschrauberbesatzungen gefährliche Wirbel vermeiden können.

Die Arbeitsgruppe Umweltphysik entwickelt ihre Drohnen kontinuierlich weiter, um neuen Herausforderungen zu begegnen und weitere wissenschaftliche Aufgaben zu erfüllen. Die jeweiligen Ergebnisse der Forschungsprojekte werden mit anderen Wissenschaftlern auf Tagungen und in Publikationen geteilt. Ein zukünftiges Projekt sieht Flüge über der Nordsee vor, um den Einfluss der Küste auf große Offshore-Windparks in der Deutschen Bucht zu verstehen.

Kontakt:

Universität Tübingen – Arbeitsgruppe Umweltphysik
 Prof. Dr. Jens Bange
 Dr. Andreas Platis
 Martin Schön
 Hölderlinstraße 12
 72074 Tübingen
 E-Mail: jens.bange@uni-tuebingen.de
 E-Mail: andreas.platis@uni-tuebingen.de
 E-Mail: martin.schoen@uni-tuebingen.de



5. Wartung von Instrumentenlandesystemen – Drohnen ersetzen Messwagen und Messflüge

Wie können Piloten auch bei schlechter Sicht sicher landen? Dabei hilft das Instrumentenlandesystem, kurz ILS, den Piloten. Das ILS besteht aus zwei Antennensystemen, dem Gleitwegsendersystem (engl. glidepath) und dem Landekurssendersystem (engl. localiser). Die Glidepath-Antenne zeigt dem Piloten die vertikale Abweichung zum Landekurs an. Der Localizer, der sich circa 300 Meter hinter der Start- und Landebahn befindet, gibt die seitliche, also horizontale Abweichung zum Landekurs an. Wie alle auf Funk basierenden Systeme müssen auch ILS-Systeme regelmäßig gewartet und kontrolliert werden, damit sie immer mit höchster Präzision funktionieren. Dafür sind sowohl Bodenmessungen mithilfe von Messwagen und Hubmasten als auch Flugvermessungen nötig. Vorgaben dazu macht die Internationale Zivilluftfahrtorganisation ICAO, eine Sonderorganisation der Vereinten Nationen.

Mit dem Einsatz der speziellen Messdrohne „NavAidDrone“ der Firma Colibrex können diese aufwendigen Messungen optimiert werden, mit Vorteilen bei der Qualität der Messergebnisse, der Arbeitsbelastung für Servicetechniker sowie bei Kosten und Umweltbelastung.

Drohne statt Messwagen und Hubmasten

Kontrollmessungen per Messwagen und Hubmasten, eingeschränkt durch die Höhe der Masten, erlauben zum Beispiel nur Nahfeldmessungen. Von diesen Nahfeldmessungen wird dann das Signal im Fernfeld durch Simulation ermittelt. Mit der Drohne hingegen kann man direkt Fernfeld- und Weitwinkelmessungen durchführen und man erhält mittels Drohne direkte Messdaten des Signals im

Fernfeld. Hubmasten können zudem nicht überall aufgestellt – der Boden muss asphaltiert sein – und wegen einer relativ langen Auf- und Abbauzeit meist nur in der Nacht genutzt werden.

Drohne statt Flugzeug

Bis jetzt wurden direkte Messungen des Signals im Fernfeld vor der Feinjustierung der ILS-Anlage nur durch Vermessungsflüge per Flugzeug gemacht. Diese können in Zukunft durch Drohnenmessungen ersetzt werden, welche kostengünstiger und schneller durchführbar sind. So sind nur noch Überprüfungsflüge vor der endgültigen Inbetriebnahme von ILS-Systemen notwendig. Des Weiteren kann man die mit der Messdrohne gewonnenen Daten mit Daten der Vermessungsflüge abgleichen, eine Voraussetzung für die Verlängerung von Flugvermessungsintervallen, wie von der ICAO empfohlen.

Daten und Fakten:

- Die Messdrohne „NavAidDrone“ kann Messpunkte erfassen, die ein Messwagen nicht erreicht.
- Der Messvorgang ist per Drohne schneller durchführbar und ist auch tagsüber (bei Flugbetrieb) möglich. (Hubmasten können oft nur in der Nacht aufgebaut werden.)
- Selbst wenn ILS-Messdrohnen die Flugvermessung mittelfristig nicht ersetzen werden, kann durch Drohnenmessungen die Anzahl von Vermessungsflugstunden reduziert werden. Das führt zu Kostenreduktion, niedrigerem Lärmpegel, weniger CO₂-Emissionen durch Messflugzeuge und weniger Nachtflügen.

Die Firma Colibrex hat die spezielle Messdrohne „NavAid-Drone“ zusammen mit FCS Flight Calibration Services entwickelt. Das Gemeinschaftsprojekt „NavAidDrone“ vereint die Kenntnisse der FCS Flight Calibration Services GmbH im Bereich der Flugvermessungstechnik sowie die Kompetenz der Firma Colibrex in Bezug auf das Design und den kommerziellen Betrieb von unbemannten Luftfahrtsystemen für Hochfrequenzmessungen. Die „NavAidDrone“ wird derzeit an verschiedenen Flughäfen in Europa getestet und Ende 2019 in den Markt eingeführt.

Der Einsatz von Drohnen im Flughafenumfeld obliegt selbstverständlich strengen Regeln hinsichtlich Sicherheit der Messflüge und Koordination mit dem normalen Flug-

verkehr. Die NavAidDrone verfügt daher über unterschiedliche passive und aktive Sicherheitssysteme wie sogenannte Fail-Safe-Mechanismen oder auch einen Notfallschirm. Drohnenflüge für ILS-Messungen können mit dem regulären Flugverkehr an internationalen Flughäfen zum Beispiel mithilfe der Technologie der Deutschen Flugsicherung/ Telekom U:CON zur Ortung von Drohnen koordiniert werden.



Weitere Messanwendungen per Drohne an Flughäfen werden zurzeit entwickelt, zum Beispiel die RadarDrone für Messungen von Radarsystemen oder Kontrollmessungen zur störfreien Nutzung des Funkspektrums 1030/1090 MHz an Flughäfen.

Kontakt:

Luc Haeberlé
Geschäftsführer Colibrex GmbH
Victoria Boulevard B 109
77836 Rheinmünster
Telefon: +49 7227 9535-921
E-Mail: lhaeberle@colibrex.com



6. Drohnen machen Arbeiten an Flughäfen effizienter

Multirotor ist ein havelländisches Unternehmen, das über 20 Jahre Erfahrung in der Entwicklung und im Bau von unbemannten Fluggeräten hat. In dieser Zeit hat die Firma mit Sitz in Brieselang bei Berlin mehrere Generationen von Multicoptern auf den Markt gebracht, die heute in verschiedenen Bereichen zum Einsatz kommen.

Drohnen für Überwachungen im Sicherheitsbereich

Ein regelmäßig wiederkehrendes Anwendungsszenario ist die Absicherung von Objekten aus der Luft. Mit einer Drohne ist es möglich, Vorgänge und sicherheitsrelevante Abläufe am Boden zu überwachen oder auch zu steuern. Ein Bereich, der besonders häufig kontrolliert werden muss, ist die Anlage eines Verkehrsflughafens. Der dortige Sicherheitsbereich garantiert, dass der Flugverkehr reibungslos und vor allem ohne einen gefährlichen Einfluss von außen abgewickelt werden kann. Schon seit Langem

sind die Betreiber solcher Flughäfen auf der Suche nach Lösungen, den Sicherheitsbereich noch effizienter zu überwachen. Während fest installierte Kameras immer nur einen bestimmten Erfassungsbereich abdecken, hat eine mobile Drohnenlösung den Vorteil, jederzeit verfügbar und in kurzer Zeit überall vor Ort zu sein.

Um den Flugverkehr auch sonst vor störenden Einflüssen zu bewahren und die Sicherheit für die Passagiere weiter zu erhöhen, können Drohnen zudem mehrmals am Tag die Start- und Landebahnen nach Fremdkörpern absuchen, die die Sicherheit nachfolgender startender Maschinen gefährden würden. Auch Vogelschwärme, die sich gerade im Frühjahr und im Herbst auf dem weitläufigen Gelände eines Verkehrsflughafens niederlassen, stellen für an- und abfliegende Flugzeuge eine Gefahr dar. Diese können durch einen Multicopter mit entsprechender Ausstattung nicht nur geortet, sondern gegebenenfalls auch schonend vergrämt werden.

Baumaßnahmen an Flughäfen – besonders sensibel

Während ein hohes Sicherheitslevel die Effizienz des Flugverkehrs am Boden positiv beeinflusst, gibt es noch ein anderes Aufgabengebiet, in dem die Drohnen von Multirotor am Flughafen sogar bereits im Dienst sind. Baumaßnahmen auf dem Flughafengelände bedeuten zwangsläufig einen Eingriff in das Sicherheitsregime des Verkehrsflughafens. Baumaterialien müssen angeliefert werden, unzählige Maschinen sind im Einsatz. Bisweilen haben solche Maßnahmen auch Auswirkungen auf die Servicequalität für die Passagiere. Es ist nachvollziehbar, diesen Zustand so schnell wie möglich beenden zu wollen. Hier helfen Drohnen bereits heute, Bauvorhaben schneller und effizienter abzuschließen. Bereits in der Vorphase gilt es, das Baufeld zu vermessen. Hier leisten die fliegenden Roboter ganze Arbeit. In weniger als einem Zehntel des herkömmlichen Zeitaufwandes sammelt ein Multicopter mit Anbindung an ein Koordinaten-Korrektursignal bis auf wenige Zentimeter genaue Daten von der künftigen Baustelle. Mit diesen Werten kann die Bauplanung später minutiös und effizient begonnen werden.

Doch mit der Datenerhebung ist die Arbeit einer Drohne auf einer Flughafenbaustelle noch lange nicht beendet. Immer wenn riesige Mengen Sand und Baumaterial bewegt werden müssen, ist es gut, die Übersicht zu behalten. Auch die Koordination von Baumaschinen am Boden ist aus der Luft besser vorzunehmen, genauso wie auch den Baufortschritt regelmäßig zu dokumentieren – um beispielsweise später den Einbau tragender Teile eines Terminalgebäudes zu einem bestimmten Zeitpunkt nachvollziehen zu können.

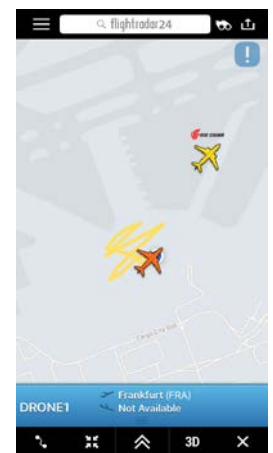
Drohnen inspizieren Bauten und technische Anlagen

Sind die Baumaßnahmen beendet, müsste der Multicopter jedoch keinesfalls auf eine andere Flughafenbaustelle umziehen. Ein Verkehrsflughafen ist ein Gelände mit unzähligen Bauten, die regelmäßig kontrolliert und auch vermessen werden müssen. Das betrifft beispielsweise die vielen Sendeanlagen und die optischen Orientierungshilfen vor und neben den Start- und Landebahnen. Mit diesen Anlagen wird es Piloten ermöglicht, auch bei schlechtem Wetter und bereits aus großer Entfernung immer zielgenau zur Landebahn zu finden. In regelmäßigen Abständen müssen diese Einrichtungen dahingehend überprüft werden, ob die ausgegebenen Signale mit der vorgegebenen

Qualität gesendet werden. Heute werden solche Prüfungen oft mit einem besonderen Messflugzeug durchgeführt. Die zweimotorige Maschine mit zwei Piloten und einem Messingenieur an Bord muss mehrere Anflüge auf die Landebahn unternehmen, während am Boden Techniker die vom Flugzeug übertragenen Messwerte mit den Einstellungen der Anlagen vergleichen und diese notfalls nachjustieren. Eine Drohne mit entsprechender Sensorik erbringt dieselbe Leistung in deutlich kürzerer Zeit und mit erheblich geringerem Einfluss auf die Umwelt und auf die Flughafenarrainer.

Safety First – Einbindung in den bestehenden Flugverkehr

Da in der Luftfahrt die Sicherheit stets an erster Stelle steht, ist der Einsatz von Drohnen an einem Flughafen grundsätzlich nur unter sehr strengen Vorgaben und mit besonderen Genehmigungen möglich. Voraussetzung ist, dass die Drohne nahtlos in den sonstigen Flugverkehr eingebunden wird und auf den Radarschirmen der Fluglotsen und den Anzeigeelementen in den Cockpits der Verkehrsflugzeuge sichtbar ist. Das dafür notwendige Sendegerät, ein sogenannter Transponder, muss fest in den Multicopter implementiert sein. Für diese Ausrüstung sind die unbemannten Fluggeräte von Multirotor in besonderer Weise vorbereitet. Und der Aufwand hat sich gelohnt: Nach erfolgreicher Erprobung durch Multirotor, die Fraport AG und ein örtliches Vermessungsbüro ist eine solche Drohne am Flughafen Frankfurt am Main seit März 2019 regelmäßig im Einsatz.



Kontakt:

Marian Meier-Andrae
 CEO MULTIROTOR
 service-drone.de GmbH
 Forstweg 1, Haus 4a
 14656 Brieselang
 Telefon: +49 30 220560553
 E-Mail: meierandrae@multirotor.net
 Website: www.multirotor.net

IV. Service und Dienstleistungen mit Drohnen







1. Präzise Vorhersage von Extremwetter – Drohnen ergänzen Wettermodelle

Was lange Zeit nur die Idee von Technikbegeisterten war, ist heute mittlerweile Realität: Drohnen sind mehr als nur ein Hobby. Auch wenn die Entwicklung noch am Anfang steht, wurde bereits in vielen Anwendungsbereichen das Potenzial der unbemannten Flugobjekte erkannt. Auch die Mobilität in großen Städten wird zukünftig die dritte Dimension erobern und Flugtaxi können eine Alternative zum herkömmlichen Straßenverkehr darstellen. Jeder Einsatz von UAVs ist dabei von den Witterungsverhältnissen abhängig, und das nicht nur am Boden und in Flughöhe, sondern über die ganze untere Atmosphäre hinweg. Lokale Turbulenzen und andere meteorologische Ereignisse werden von derzeitigen Messinstrumenten nicht oder nur unzureichend erfasst und können deshalb nicht präzise vorhergesagt werden. Das Schweizer Unternehmen Meteomatics hat es sich zu seiner Aufgabe gemacht, diese Datenlücke zu schließen und zu diesem Zweck eine Wetterdrohne entwickelt.

Von unpräzisen Wettervorhersagen zur innovativen Geschäftsidee

Auch in Deutschland gibt es zahlreiche extreme Wetterereignisse mit oftmals verheerenden Folgen. Meist treten diese Unwetter überraschend auf, da existierende Wettermodelle aufgrund fehlender Messdaten bis heute große Probleme haben, Phänomene wie Nebel und Gewitter richtig vorherzusagen. Die Ursachen dafür liegen zum einen darin, dass diese Wetterphänomene von lokalen Gegebenheiten geprägt sind, und zum anderen, dass gerade in den unteren Luftschichten (bis ca. 3 km Höhe) wenig bis keine Wetterdaten erhoben werden.

Dabei entscheiden oft die Bedingungen in dieser Luftschicht über die Bildung oder Auflösung von Wetterereignissen wie Unwetter oder Nebel. Die Lösung dieses Problems kam Meteomatics-Gründer Dr. Martin Fengler, während er seinem Hobby, der Fliegerei, nachging. Häufig



wusste er am Morgen nicht, ob die Wetterbedingungen es ihm erlauben würden, am Nachmittag zu fliegen. Dank der schlechten Nebelprognosen entstand so die Idee zur Meteodrone, wie die Wetterdrohne von Meteomatics genannt wird.

Frühzeitige Vorhersage von extremen Wetterereignissen

Unterdessen ist die Meteodrone für Flüge außerhalb der Sichtweite und bis zu einer Höhe von 3.000 Metern zugelassen. Die Meteodrone kann auch bei extremen Wetterbedingungen wie Regen, Frost und Starkwind geflogen werden. Diese Tatsache ermöglichte Meteomatics den Aufbau eines operationellen Drohnenbetriebs in der Nordostschweiz. Jede Nacht steigen die fliegenden Wetterstationen im 15-Minuten-Takt 3.000 Meter in die Höhe und erheben im Flug Informationen zu Temperatur, Feuchte, Druck und Wind. Die Messdaten werden via Internet sofort auf die Server der Firma übertragen und stehen somit zur Weiterverarbeitung im inhouse entwickelten Vorhersagemodell SWISS1k zur Verfügung. Mehr als 2000 Flugstunden und 14.000 Profile haben den positiven Einfluss von Drohnen Daten bereits gezeigt. Ein Beispiel dafür war auch der erneute Wintereinbruch in St. Gallen Ende April vergangenen Jahres, der außer in SWISS1k in keinem Vorhersagemodell in diesem Ausmaß zu erkennen war. Die Folge war eine überforderte Infrastruktur, denn sowohl der Nahverkehr als auch der Winterdienst waren darauf

nicht vorbereitet. Weitere Unwetterereignisse, die aufgrund umstürzender Bäume oder Hagel zu großen Schäden führten, konnten ebenfalls mit SWISS1k vorhergesagt werden. Auch für Flughäfen ist das Wetter ein entscheidender Faktor. Vor allem die Bildung von Nebel, die Sichtweite, Wind und Gewitter sind hier für die Festlegung von Zeitfenstern ausschlaggebend. Unpräzise Wettervorhersagen können daher zu wirtschaftlichen Verlusten im Millionenbereich führen. Um eine Verbesserung der Prognose zu erreichen und so die Flugbewegungen besser organisieren zu können, führte Meteomatics im letzten Frühjahr ein Innovationsprojekt mit dem Flughafen Zürich und Swiss International Airlines am Flughafen Zürich durch. Während mehrerer Tage wurde an sechs unterschiedlichen Standorten in der Schweiz geflogen. Die dabei erhobenen Wetterdaten wurden anschließend in das Modell assimiliert und so die Vorhersagequalität verbessert.

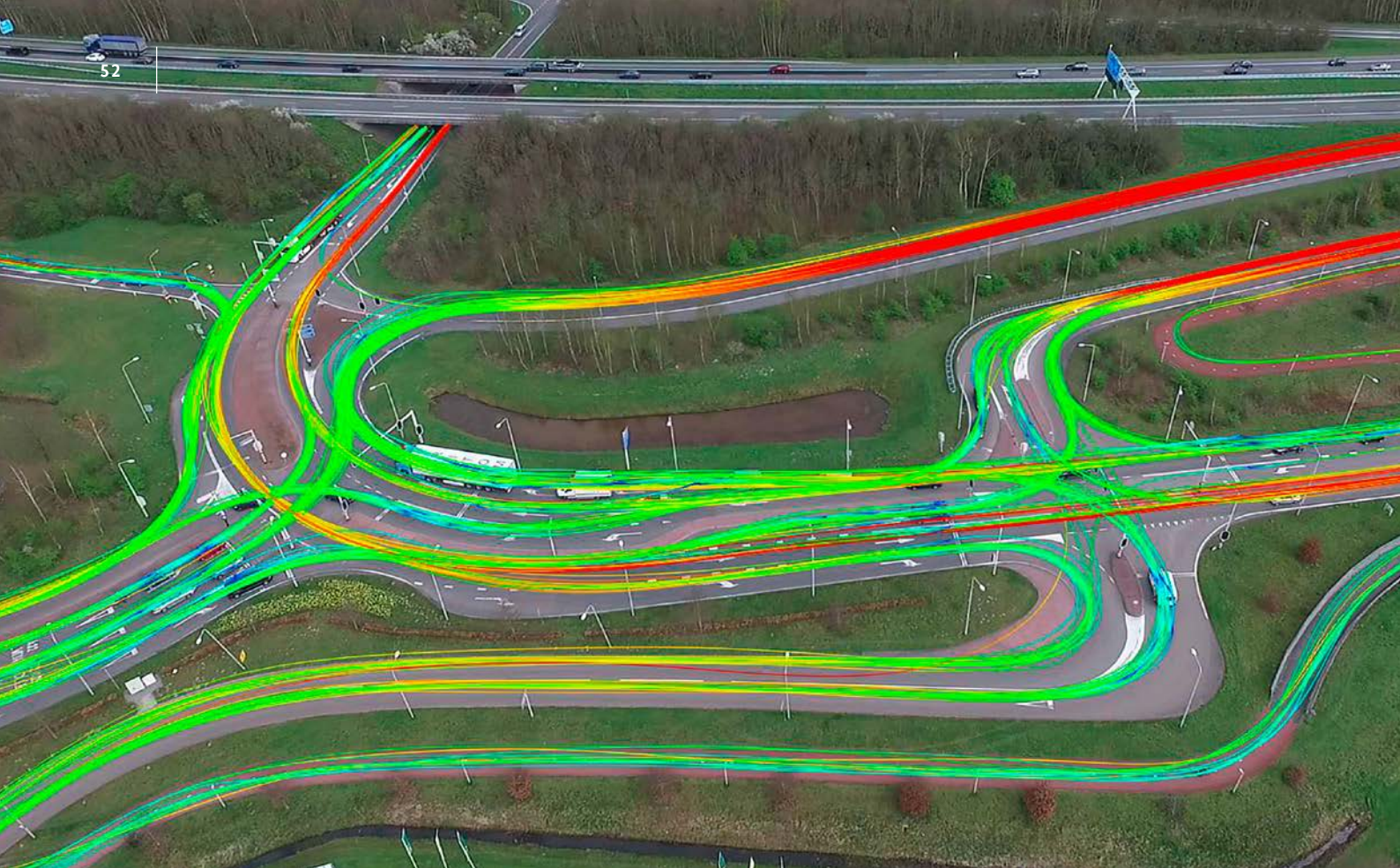
Die Weichen für die Zukunft sind gestellt

Seit Aufnahme des operationellen Drohnenbetriebs im Jahr 2016 musste je eine Meteodrone von einem Piloten gesteuert werden. Ein wichtiger Schritt in Richtung eines flächendeckenden Drohnenbetriebs war deshalb die Entwicklung der MeteoBase. Die MeteoBase erlaubt einem Piloten die Remote-Betreuung von bis zu zehn verschiedenen Drohnensystemen gleichzeitig. Sie ist das Zuhause der Drohne, wo diese startet, landet und ihren Akku auflädt. Zum ersten Mal in der Geschichte der Aviatik ist ein Pilot dadurch fähig, mehr als ein Flugobjekt zu steuern. Im Jahr 2017 wurde der erste Prototyp entwickelt und unter Realbedingungen getestet. So können Wetterdaten zukünftig in größerem Umfang erhoben werden.



Kontakt:

Dr. Marin Fengler
 Meteomatics GmbH
 Schiffbauerdamm 40, Büro 4406
 10117 Berlin
 Deutschland
 E-Mail: info@meteomatics.com
 Telefon: +49 30 20074-280
 Fax: +49 30 20074-282



2. Verkehrsoptimierung aus der Luft

Verzögerungen im Straßenverkehr sorgen häufig für große Frustration. Für eine kurzfristige Verbesserung der Verkehrssituation können Straßenaus- und -neubauprojekte sorgen. Langfristig besteht die große Herausforderung zudem darin, auf Probleme wie ein erhöhtes Verkehrsaufkommen oder Stadtflucht angemessen zu reagieren. Dabei spielt vor allem auch der Umweltschutz eine enorm wichtige Rolle, insbesondere die in jüngster Zeit zunehmend präsenter gewordene Feinstaubbelastung. Der Optimierung des gesamten Verkehrs und insbesondere der Reduzierung von Staus kommt eine große Bedeutung zu. Ob Verkehrsplanung, Unfallforschung oder Straßenbau – die Erhebung von zuverlässigen Verkehrsdaten ist daher für die Umsetzung strategischer Ziele im Verkehrswesen unabdingbar.

Datenerhebung in der Verkehrstelematik

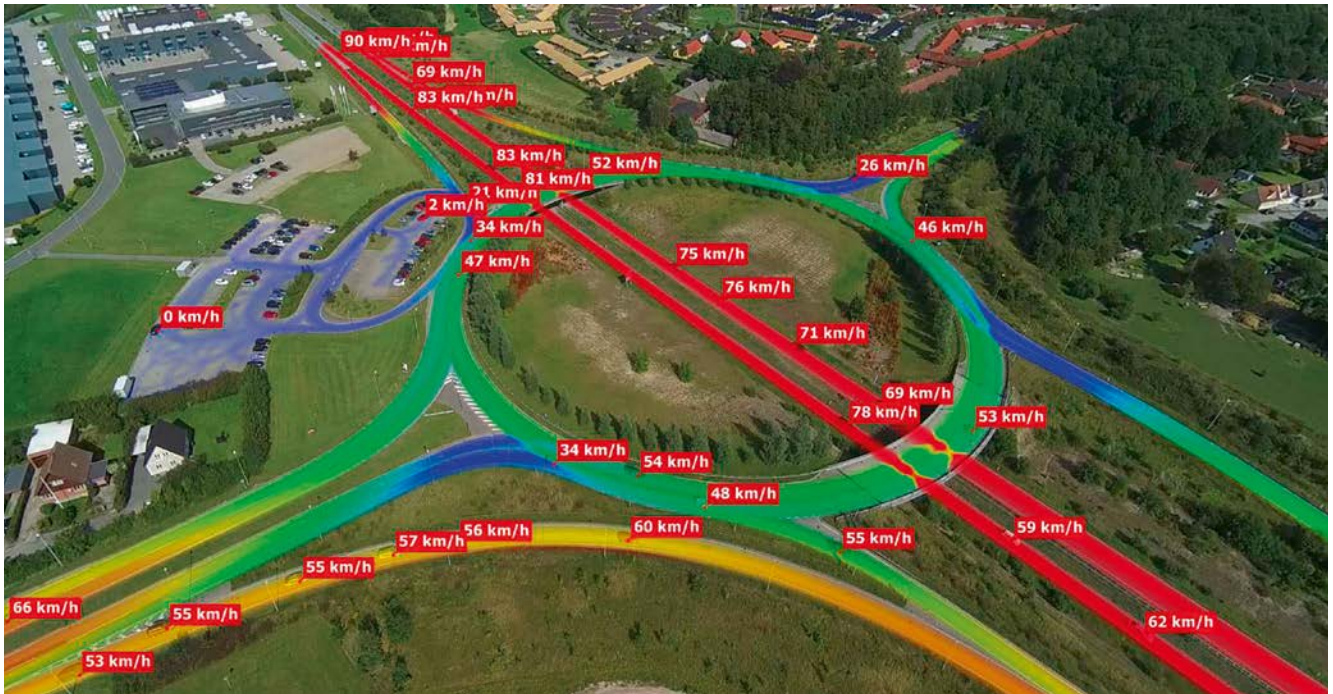
Zur Verkehrsbeobachtung werden heute regelmäßig lang erprobte Technologien genutzt. Dazu zählen vor allem Videokameras, Radar, Induktionsschleifen im Asphalt und analoge Zählungen von Hand. All diese Techniken sind bewährt, jedoch in ihren Möglichkeiten limitiert. So ist es zwar grundsätzlich möglich, umfassende und detaillierte Verkehrsdaten zu erheben. Gerade die Erfassung komplexer Verkehrsstrukturen bleibt jedoch eine Herausforderung – z. B. bei zwei oder mehr in Zusammenhang stehenden,

innerstädtischen Kreuzungen von mehrspurigen Straßen. Die Datenakquise muss entweder mit multiplem Einsatz hochpreisiger Messtechnik oder aber einem immensen Personalaufwand erfolgen, stets verbunden mit hohem finanziellen Aufwand.

Lösbar werden diese Probleme mit fortgeschrittener visueller Analysesoftware unter Zuhilfenahme von Drohnen, deren Bedeutung auch sonst in unserem Alltag stetig zunimmt. Aus großer Flughöhe können weitläufige Ausschnitte von Autobahnen oder innerstädtischen Verkehrsstrukturen erfasst werden. Das Videomaterial wird mithilfe von Algorithmen automatisch ausgewertet und bis ins kleinste Detail analysiert. Es können anonyme Daten aller Verkehrsteilnehmer erfasst werden. Dies bringt zahlreiche neue Einsatzfelder in der Verkehrsdatenerfassung mit sich.

Neue Einsatzfelder durch bessere Daten

Im Vergleich zur Erhebung von Verkehrsdaten mit konventioneller Messtechnik spart der Einsatz von Drohnen Kosten und macht damit die Datenerhebung auch in neuen Einsatzgebieten rentabel. So ist beispielsweise die Datenakquise auf großen Parkplätzen oder Events denkbar. Auch die größere Flexibilität der Messtechnik erschließt neues Terrain. Gehören Autobahnen und Kreuzungen noch zu den ver-



hältnismäßig einfach zu lösenden Aufgaben der konventionellen Verkehrsbeobachtung, so ist dies bei Kreisverkehren, komplexeren Verkehrsknotenpunkten, Verkehrswegen in Stadtzentren oder der Verkehrsanbindung von Flughäfen, Busterminals und Bahnhöfen meist nicht mehr der Fall.

Zu den Möglichkeiten der Datendarstellung gehört ein einfaches Erstellen von Herkunft-Ziel-Matrizen mit Fahrzeuganzahlen samt Abbiegevorgängen. Die Kategorien, Bewegungsbahnen und -muster können von kleinen wie großen Fahrzeugen, aber auch von Fahrrädern und Fußgängern erfasst und ausgewertet werden. Von allen Verkehrsteilnehmern werden automatisch Geschwindigkeits- und Beschleunigungsprofile gemessen. Daneben wird auch die Fahrt-, Halte-, Lücken- und Folgezeit erfasst. Aus diesen Daten können Heatmaps für eine zielführende Auswertung generiert werden.

Erhöhen der Verkehrssicherheit

Die Verkehrssicherheit kann dank der Erkennung von unfallkritischen Situationen auf der Grundlage der Berechnung der Zeit bis zur Kollision (TTC) und der automatisierten Erkennung von riskanten Situationen, unangemessenem Fahrverhalten und starkem Bremsen neu bewertet werden. Durch die komplett automatisierte Auswertung des Videomaterials werden Fehler schon beim Analysevorgang minimiert und die Datengenauigkeit noch weiter

verbessert. Da der Flug von Drohnen als Messgerät kaum wahrnehmbar ist, ist eine Beeinflussung der Verkehrsteilnehmer und ihres Verkehrsverhaltens weitestgehend ausgeschlossen.

Professionelle Planung und Durchführung von Airclip

Die Firma Airclip greift bei der Befliegung mit Drohnen auf einen großen Erfahrungsschatz zurück: von der Flugplanung bis zur Einholung der benötigten Genehmigungen und der strukturierten Durchführung der Flüge. Für klassische Verkehrszählung, Analyse von Parkplatznutzung oder Anwendungsfelder mit erhöhter Komplexität, wie Sicherheitsstudien oder die Erfassung von Fahrspuren und Querungen in Stadtzentren, steht das geschulte Personal bei Airclip in Sachen Verkehrsbeobachtung als kompetenter Ansprechpartner zur Verfügung.

Kontakt:

Dipl.-Ing. Lucas Günther
 Airclip Service GmbH & Co. KG
 Am Eiswurmlager 24, 01189 Dresden
 Website: www.airclip.de
 E-Mail: info@airclip.de
 Telefon: +49 351 89669434



3. Vollautomatisierter Transport von Proben auf Industriegeländen

Waren zuverlässig durch die Luft transportieren, ohne dass ein Mensch involviert ist – das ist keine Science-Fiction, das ist delivAIRy®. Das einzigartige Flugroboter-System der doks. innovation GmbH kann Gegenstände bis maximal 4,5 Kilogramm über eine Strecke von bis zu fünf Kilometern komplett automatisiert transportieren. Es garantiert so eine sichere Auslieferung von zeitkritischen Sendungen auf Werksgeländen – alles verfolgbar über einen zentralen Leitstand auf Basis der delivAIRy® Software.

Modellprojekt in Duisburg

Diese Lösung macht sich thyssenkrupp Steel AG in Duisburg zunutze und transportiert auf diese Weise Laborproben von den Produktionsstätten zum Zentrallabor auf dem Werksgelände.

Bei der Einführung von delivAIRy® spielten folgende Kernfragen eine Rolle:

- Wie kann der Laborprobentransport noch sicherer gemacht und dabei gleichzeitig der Werksverkehr auf Basis bestehender Infrastruktur entlastet werden?

- Wie kann der Laborprobentransport beschleunigt werden?
- Wie kann der Laborprobentransport automatisiert und digitalisiert werden?

Nach erfolgreichem Proof of Concept im Jahr 2018 stand fest, dass der Luftraum über dem Werksgelände sehr gut für einen automatisierten Transport geeignet ist. Der Überflug zweier Verkehrsstraßen, die das Gelände durchqueren, erfordert eine besondere Erlaubnis, die auf Basis eines SORA-Verfahrens beantragt werden muss. Daneben gilt es, die Mitarbeiter aller Bereiche in der Form einzubinden, dass die Vorteile eines Transportdrohnen-Einsatzes begreif- und erlebbar werden.

Beschleunigung der Lieferprozesse um 70% bei voller Sicherheit

delivAIRy® zeichnet sich neben der patentierten Technologie der Lastaufnahme durch eine Integration in für die Industrie übliche Prozesse aus: Einbindung in ERP-Systeme, Dokumentation aller Bewegungen, zentraler Leitstand und Anbindung an ein industrielles IoT-Netzwerk über LTE. Auch den besonderen Ansprüchen an die Sicher-

heit wird Rechnung getragen. So kommen eine Vielzahl von aktiven und passiven Sicherheitsfunktionen zum Einsatz, bspw. Fallschirme, Redundanz der Flugsteuerung und eine Kombination aus optischer Navigation und Navigation via GPS und LTE.

Für thyssenkrupp Steel und seine Mitarbeiter bedeutet der Einsatz der Transportdrohnen eine deutliche Reduktion der Kosten für den Transport, eine Entlastung der Mitarbeiter und eine Beschleunigung der Lieferprozesse um ca. 70%.

Für die Zukunft planen beide Unternehmen den Einsatz auf Basis der neuen europäischen Vorgaben für den Einsatz von Drohnen sowie eine Nutzung der Technologie auch in anderen Bereichen des Konzerns.

Kontakt:

Dr. Thomas Lostak

Technology & Innovation, thyssenkrupp Steel AG

E-Mail: thomas.lostak@thyssenkrupp.com

Benjamin Federmann

CEO, doks. innovation GmbH

E-Mail: benjamin.federmann@doks-innovation.com





4. Mehr Sicherheit für das Handwerk – wie Drohnen tödliche Abstürze verhindern können

Die Gefahr von Unfällen durch Stürze gehört für Dachdecker zum Arbeitsalltag. Widrige Witterungsverhältnisse wie Wind und Regen steigern das Risiko zusätzlich. Die Fakten:

- Jährlich sterben in Deutschland durchschnittlich acht Dachdecker bei Unfällen während der Arbeit.
- Pro Jahr werden 10.000 Arbeitsunfälle bei Dacharbeiten gemeldet – das entspricht fast 30 Unfällen pro Tag.
- In mehr als zehn Prozent aller Unfälle ist ein Arbeitsausfall von mindestens drei Monaten die Folge.

Dachziegel verlegen, Aufmaße erstellen und in schwindelerregenden Höhen arbeiten, gehört zu den täglichen Aufgaben beim Dachdecken. Drohnen können bereits heute einige dieser Aufgaben schneller, sicherer und genauso präzise ausführen. Unbemannte und vom Boden gesteuerte Drohnen eignen sich unter anderem für:

- Das Erstellen von zentimetergenauen Dachaufmaßen, die Dachdecker bleiben dabei am Boden. Drohnen können Maße auch bei Wind und Minustemperaturen aufnehmen.
- Inspektionen und Aufspüren von Rissen oder anderen Beschädigungen an Dächern, Schornsteinen und anderen schwer erreichbaren Objekten.
- Komplette Gebäudevermessungen sind ebenso möglich, die gesammelten Daten helfen bei der Beurteilung von Gebäudezustand und Denkmalschutz.

Drohnen ermöglichen eine schnelle Erfassung zahlreicher Informationen auf einer Baustelle. Bereits vor Baubeginn stehen so unter anderem Luftbilder und digitale Grundrisse zur Verfügung. Mithilfe innovativer Softwarelösungen lassen sich die gesammelten Daten in wertvolle Informationen verwandeln.



Das deutsch-französische Start-up AIRTEAM Roof-Inspector trägt zu dieser Entwicklung bei und erstellt deutschlandweit digitale Dachaufmaße per Drohne für seine Kunden. Dachdecker arbeiten mit den gewonnenen Daten bei der Angebotserstellung, Projektfortschrittskontrolle und der Endabrechnung. Für Dachdecker reduziert sich das Absturzrisiko bei Dachvermessungen damit auf null.

sich Unternehmer heute mit den professionell aufbereiteten Daten von der Konkurrenz ab und präsentieren sich mit ihrer zukunftsorientierten Arbeitsweise in einem guten Bild.

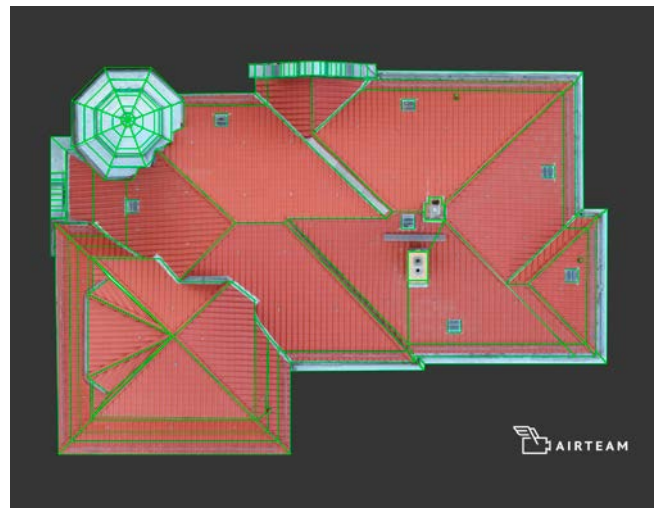
Mit Service und Know-how trägt AIRTEAM Roof-Inspector dazu bei, Arbeitsunfälle zu verhindern, die Effizienz im Handwerk zu erhöhen und damit dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken.

Lösungen für den Mittelstand

Dank der All-inclusive-Lösung von Roof-Inspector ist die komplizierte Technologie, bestehend aus Drohnen, 3D-Modellen und Photogrammetrie, für Handwerker einfach nutzbar. Mit der Roof-Inspector-Lösung sind weder Investitionen in Drohnen-Hardware, Software noch in aufwendige Schulungen nötig. Sogar um die Überflugerlaubnisse wird sich gekümmert. Mit dem digitalen Dachaufmaß können die Dachdecker, deren Geschäftspartner und Kunden auf Basis detaillierter digitaler Daten zusammenarbeiten. Neben finanziellen Einsparungen, dem gesenkten Risiko für Mitarbeiter und der gesteigerten Effizienz heben

Kontakt:

AIRTEAM Aerial Intelligence GmbH
 Rigaer Straße 67
 10247 Berlin
 Thomas Gorski – Gründer und CEO
 Gautier Chapuis – Gründer und CTO
 E-Mail: thomas.gorski@airteam.ai
 Telefon: +49 160 96810041
 E-Mail: gautier.chapuis@airteam.ai
 Telefon: +49 157 77829126
 Website: <https://roof-inspector.com>





5. Internet aus der Luft – Drohnen als Kommunikationsplattform

Auch in der Telekommunikation werden seit einigen Jahren Drohnen als kostengünstige und flexible Alternative zu Satelliten untersucht. Diese sogenannten Höhenplattformen (engl. High-Altitude Platforms, HAP) operieren aus der Stratosphäre – in 20 bis 30 Kilometer Höhe – und sollen für ähnliche Kommunikations- und Überwachungsaufgaben eingesetzt werden wie heute Satelliten. Sie können Internet an Orte ausstrahlen, die derzeit noch keine ausreichende Infrastruktur aufweisen, um die Vorteile des World Wide Web zu genießen. Auch nach Katastrophen wie Tsunamis oder Erdbeben, bei denen die Infrastruktur zerstört wurde, kann diese mobile Kommunikationsplattform einen wichtigen Beitrag leisten.

Bisherige HAP-Flugzeuge mit einem durchgehenden Flügel müssen stets zwischen langer Betriebszeit und hoher Transportlast abwägen. Daher sind sie in ihren Einsatzmöglichkeiten limitiert. Um diesen Trade-off zu durchbrechen und das volle Potenzial einer fliegenden Internet-Plattform ausnutzen zu können, verfolgt das Project AlphaLink einen disruptiven Ansatz.

Verbundflugzeuge: Fliegen neu gedacht

AlphaLink wurde von Grund auf neu entwickelt. Nach mehr als vier Jahren intensiver Forschung an der TU Berlin ist der Flugzeugentwurf optimiert und bietet ein einzigartiges Flugsteuerungssystem für den autonomen und maßgeschneiderten Betrieb. Das innovative Design beruht auf

dem Einsatz mehrerer Flugzeuge in einem koordinierten Flugbetrieb. Bis zu zehn Luftfahrzeuge können über bewegliche Lager während des Fluges verbunden und entkoppelt werden. AlphaLink ist damit das erste hochfliegende UAS (HAP) mit einem modularen Ansatz, der ein extremes Biegemoment am Flügel vermeidet und somit aerodynamische und strukturelle Probleme vermeidet.

Dank des innovativen Konzeptes ist es keinen Flugrisiken oder Unfällen bei Start und Landung oder während des Betriebs ausgesetzt. Aufgrund der großen Gesamtspannweite der Formation können Solar-Paneele eingesetzt werden, um ausreichend Energie zur Verfügung zu stellen, sodass AlphaLink ununterbrochen für lange Zeiträume und über einem breiten Spektrum von geografischen Gebieten betrieben werden kann.





Daten und Fakten

- Einzigartiges Konzept: Die Kerntechnologien für das Verbundflugzeug und dessen Betrieb wurden im Januar 2018 zur Patentierung angemeldet.
- Ununterbrochener Betrieb: Durch die Nutzung der Sonne als Energiequelle und den modularen Aufbau wird das Verbundflugzeug 365 Tage im Jahr in Breitengraden 40° N/S durchgängig einsatzfähig sein.
- Schwergewicht: Das finale Modell AlphaLink X mit zehn verbundenen Flugzeugen erreicht eine Gesamtspannweite von über 200 Metern, wiegt über vier Tonnen und kann mehrere 100 Kilogramm Last transportieren.
- Über den Wolken: Ein Stratosphärenflieger operiert in Höhen zwischen 18 und 30 Kilometer. Damit befindet er sich stets oberhalb der sogenannten Tropopause, innerhalb derer sich der kommerzielle Luftverkehr (10 – 12 km) und der Großteil des aktiven Wettergeschehens abspielen.
- Weltpremiere: Der erste dokumentierte Testflug eines Verbundflugzeuges erfolgte durch das Team um Projekt AlphaLink im Juni 2017 am Flugplatz Strausberg, Brandenburg.
- Projektpartner: Die Entwicklung des Prototyps wird von der TU Berlin unterstützt, insbesondere vom Fachgebiet Flugmechanik, Flugregelung und Aeroelastizität um Prof. Dr.-Ing. Robert Luckner.

Der modulare Ansatz reduziert Betriebs- und Wartungskosten erheblich, da AlphaLink aus standardisierten Einzelflugzeugen besteht, die kleiner sind als herkömmliche HAP-Flugzeuge. Zusätzlich können aufgrund der einfachen Entkopplung der Flugzeuge das Missionsziel im Flug modifiziert und einzelne Flugzeuge bei Bedarf gewartet werden.

Von der wissenschaftlichen Theorie in die praktische Anwendung

Beim ersten Testflug im Juni 2017 wurden drei Kleinflugzeuge erfolgreich am Boden verbunden und von einem Startwagen aus in die Luft gebracht. Ziel des Projektes in den nächsten drei Jahren ist es, einen kleinskalierten Prototyp zu realisieren. Für den Flugbetrieb werden drei gleichartige Flugzeuge aufgebaut, die verbunden werden können, und Flugsteuerungs- sowie Sicherheitskonzepte für das Luftfahrzeug entworfen.

Das Ziel des nächsten Projektschritts ist eine Betriebserlaubnis, um das gekoppelte Luftfahrzeug mehrere Stunden außerhalb der Sichtweite mit einer Gesamtabflugmasse von 25 kg zu betreiben. Mit solch einer Vorstufe des Stratosphärenfliegers lassen sich bereits kleinere Kommunikationsnetzwerke aufbauen, wie sie z.B. in der Seenotrettung heute schon getestet werden.

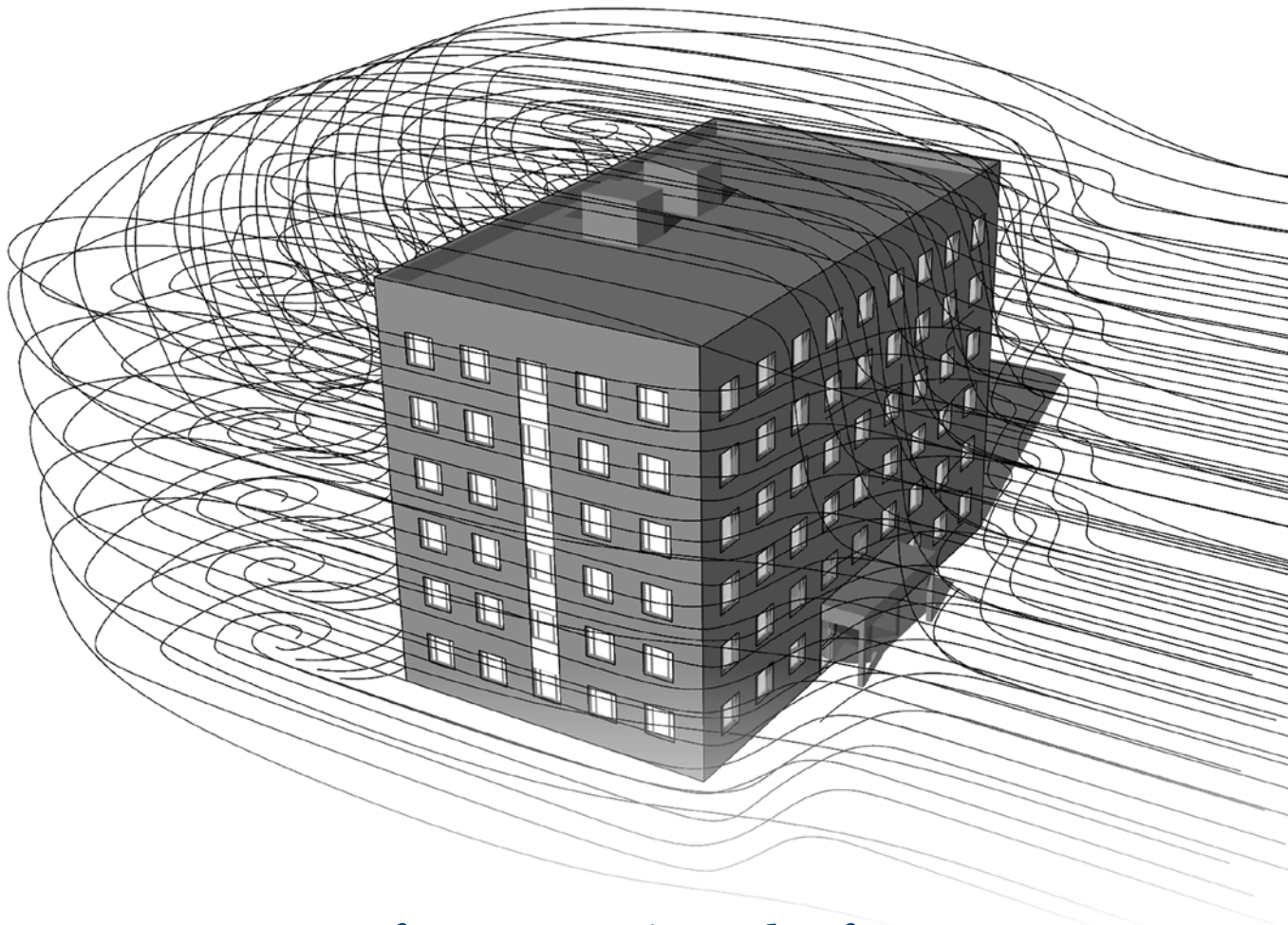
Kontakt:

Dr. Daniel Cracau und Dr. Alexander Köthe

Telefon: +49 173 6301934

E-Mail: dc@alphalink.space

Website: www.AlphaLink.space



6. Unterstützung für Bauwirtschaft, Gutachten und Versicherer

Drohnen werden schon heute am Bau zur Schadensfeststellung, Beweissicherung, Vermessung, Wärmeverlustmessung und zur allgemeinen Dokumentation des Bauablaufes eingesetzt. Dabei stehen und fallen die Begutachtung und das Monitoring von Schäden an Gebäuden mit der Aussagekraft der Erhebungsmethoden. Zusätzliches Bildmaterial aus ungewöhnlicher Perspektive erweitert die Aktenlage und ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung des Schadens.

Drohnen bieten sich dabei nicht nur für die Basisermittlung von Bauschäden an, sondern auch bei der Beweissicherung vor Beginn der Bautätigkeit. Mit Drohnen werden der Außenraum und auch unzugängliche Innenräume zusätzlich zur Ortsbegehung befliegen. Dies spart die sonst üblichen Gerüst- und Leiterkosten.

Dabei verfügen kommerziellen Anbieter in der Regel zwar über die notwendige Flugerfahrung und die Technik. Elementar ist jedoch, dass auch die Erfahrung eines Sachverständigen bereits beim Drohnenflug eingebracht wird. Über das Schadensbild hinaus eröffnet sich für den fliegenden Sachverständigen so insbesondere die Möglichkeit, weitere Hinweise auf die Schadensursachen zu verfolgen.

Unterstützung der Bauleitung und Projektleitung

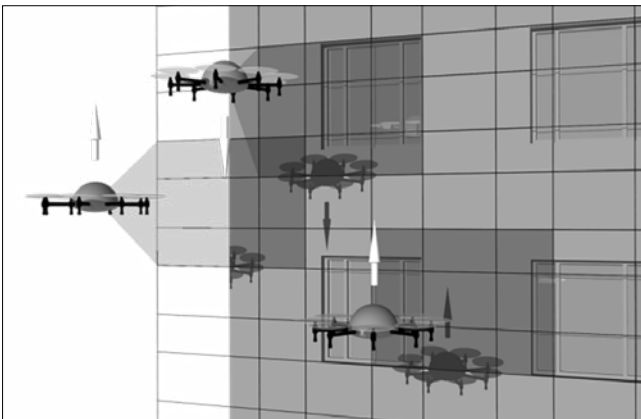
Durch regelmäßige Drohnenflüge wird eine kontinuierliche Erfassung schon während der Bauphase möglich. Dies bietet der Bauleitung und der Projektsteuerung eine dokumentierte Übersicht des jeweiligen Bautenstandes. Die so gewonnenen Daten können dabei auch über eine Software zur volumenbasierten Abrechnungskontrolle herangezogen werden. Auch werden Massen aus Aushub und Abraum auf diese Weise einfacher messbar.

Fassadenaufnahmen

Mit Fotodrohnen ist es möglich, den Rissverlauf am Gebäude direkt vor der Fassade festzuhalten. Damit wird es ermöglicht, die Risslänge und die Rissbreite relativ genau zu ermitteln. Für den automatischen Flug wird die Mission über eine PC-Software (Mission Planner) am Gebäude offline geplant, simuliert und vorab virtuell geprüft. Die finale Mission wird eingespeist, und die Drohne am Startplatz initialisiert und gestartet. Durch den automatisierten Ablauf mit Kontrolle über die Bodenstation wird dann das Gebäude oder Gelände umfliegen und die gewünschte Fotoserie des Objekts erstellt.

Für die Schadensbetrachtung bedarf es dabei zusätzlich einer sehr nahen Befliegung mit hochauflösenden Kameras. Diese so entstandenen Fotoserien werden dann mit einem Stitching-Programm oder über die Photogrammetrie zu einem großen Vermessungsfoto oder einer Punktwolke zusammengefügt.

Der geostationäre, halbmanuelle Flug im kurzen Abstand vor der Fassade wird in der Regel mit Unterstützung der Satellitennavigation ausgeführt. Dabei ist besonders auf eventuelle Ungenauigkeiten bei der Positionsbestimmung zu achten – z. B. durch Streuungen oder Reflexion der Satellitensignale. Kommen die am Gebäude unsichtbaren Turbulenzen aus thermischen Auf- und Abwinden, Luv- und Lee-Verwirbelungen hinzu, wird nicht nur der Pilot, sondern auch der Multicopter auf eine harte Probe gestellt.



Lokalisierung von Wärmebrücken an Gebäuden

Drohnen ermöglichen insbesondere, unzugängliche Giebelflächen und Dachgauben zu befliegen. Dies ist ein Vorteil bei der ganzheitlichen thermischen Betrachtung von Neubauten oder bestehenden Gebäuden. Die so ermittelten IR-Daten fließen als zusätzliche Messpunkte in das Gutachten ein.

Monitoring nach Fertigstellung

Nach Abschluss der Bauarbeiten beginnt die Gebäude-nutzung. Dabei werden Schäden am Gebäude oft zu spät bemerkt. Die Folge: Eine verschleppte Sanierung erhöht die Betriebskosten. Weil kein Haus dem anderen gleicht, ist eine standardisierte Vorgehensweise selten genügend. Die Auswertung von Drohnendaten setzt daher gerade hier ein hohes Maß an Fachwissen und Erfahrung voraus,

das außerhalb des Sachverständigenwesens für Schäden an Gebäuden oft nicht geleistet werden kann.

Ein sachverständiges Monitoring mit Drohnen erweitert den Erkenntnishorizont über den Gebäudezustand erheblich. Ermittelte Schäden können entsprechend der Prioritäten der Sanierung aufbereitet und zunächst weiter beobachtet werden. Dies ermöglicht es, die Kosten der Sanierung rechtzeitig anzuspüren, um entsprechende Mittel im Sanierungszeitraum einzusetzen. Die rechtzeitige Erkennung der Bauschäden ist daher auch kaufmännisch sinnvoll.

Ein Blick in die Zukunft

Der Einsatz von automatisierten Schwärmen wird in den nächsten Drohnengenerationen das Monitoring und die Datenerhebung vereinfachen. Mit normierten Einsatzszenarien werden sich für die am Bau beteiligten Berufsgruppen neue Perspektiven ergeben. Dabei werden die aktuellen Vermessungs- und Fotovermessungsdatenmodelle miteinander kombiniert, damit die notwendigen Berechnungen automatisiert und optimiert erfolgen können – egal ob für ein Aufmaß, die verformungsfreie Vermessung, Energieausweise oder weitere Anwendungen.

Wertvolles Werkzeug in sachverständiger Hand

Am Bau ist der Einsatz einer Drohne als technisches Werkzeug kaufmännisch sinnvoll. Durch die Aufnahmen aus der Vogelperspektive wird die ganzheitliche Betrachtung einer Immobilie oder einer Liegenschaft erst ermöglicht. Die Datenerfassung mit den unterschiedlichen Auswertungsmöglichkeiten optimiert die sachverständige Gebäude-diagnostik.

Kontakt:

Dipl.-Ing. FH Stephan Eich
 SCHÄDEN AN GEBÄUDEN bundesweit
 Herausgeber zum Teil Technik: Drohnen – Technik
 und Recht bei gewerblicher und behördlicher Nutzung,
 Bundesanzeiger Verlag
 Sedanstraße 2
 12167 Berlin
 E-Mail: info@schaeden-an-gebaeuden.de
 Telefon: +49 30 88729255
 Website: <https://schaeden-an-gebaeuden.de>

