



DROHNENMAGAZIN.COM

DROHNEN

DAS FÜHRENDE FACHJOURNAL
FÜR UNBEMANNTE SYSTEME

magazin

**ADAC
LUFTRETTUNG**

Bluttransport
in der Erprobung

NEUE STUDIE

**Akzeptanz für
Drohnen
und
Flugtaxi**

ACHTUNG RADAR

**Sicher fliegen in
komplexer Kulisse**

POLIZEI

**Einsatz für
Kommissar SPOT**

UNBEMANNT VOR HELGOLAND

TURBULENZ AUFSPÜREN



TEXT: JENS ROSENOW
FOTOS: UNIVERSITÄT TÜBINGEN/
 FRAUNHOFER IFAM

Ein Windrad entzieht der vorbeiströmenden Luft Energie. Die Wechselwirkung von Offshore-Windparks mit der Atmosphäre ist wichtig für die Planung der Energiewende.

Deutschland will seine Energieversorgung umstellen und den Anteil aus regenerativen Quellen deutlich erhöhen. Windkraftanlagen stellen hierbei ein zentrales Element dar. Nirgendwo sonst in Deutschland gibt es so viel Platz und so viel Wind wie vor den beiden Küsten. Im August 1987 ging der erste Ansatz eines Windparks in der deutschen Elbmündung ans Netz. Heute spricht man eher von Offshore-Windparks mit mehreren hundert Windrädern weit draußen auf dem Meer. So günstig die Lage und die Windverhältnisse auch sind: Nicht jedem ist bewusst, dass Windparks sich auch gegenseitig beeinflussen können, weil die Windräder der Strömung Energie entziehen und damit eine Art Windschatten bilden können. Die Wechselwirkung zwischen Windfeld und Windparks werden mit Drohnen im Projekt „X-Wakes“ von der Universität Tübingen und weiteren Partnern im Testfeld des Fraunhofer IFAM vor

Helgoland untersucht. Mit einer Tragflächen-drohne sollten dazu über der Nordsee in der deutschen Bucht Turbulenz- und Windmessungen durchgeführt werden. Seit einigen Jahren kann man mit den ESA-Satelliten Sentinel 1A und 1B Windströmungen auf der Meeresoberfläche erkennen und messen. Nun ging es darum, sehr dicht über dem Wasser großflächig meteorologische Daten zu erfassen, um diese mit den Satellitendaten zu vergleichen. Das Projekt „X-Wakes“ trägt mit dieser Grundlagenforschung zur künftigen Planung der Energiewende bei.

PROJEKTBASIS AUF HELGOLAND

Unbemannt fliegen auf See ist kein Selbstläufer. Glücklicherweise liegt die Hochseeinsel Helgoland mitten unter den Windparks der deutschen Bucht strategisch so gut, dass das Projektteam von dort die Flüge starten konnte. Dafür wurde



FÜR DIE ENERGIEWENDE

TURBULENZ AUFSPÜREN

ein Gebiet in der Größe von 16 x 11 Kilometern westlich von Helgoland genutzt. Es grenzt direkt an das mit Seetonnen markierte Gebiet des Testzentrums für maritime Technologien, in denen die modifizierte Tragflächendrohne „SkyEye Sierra“ des slowenischen Herstellers ElevonX die geplanten Rasterflüge durchführen konnte. Fünf Kilometer geht es raus zum ausgetonnten Testfeld und von dort direkt weiter ins große Versuchsgebiet; diese Strecke musste die Drohne also erstmal zurücklegen, bevor die Tiefflugmessungen beginnen konnten. „ElevonX entwickelt seine Drohne mit dem Open Source-Kontroller Pixhawk und wir sind eine Entwicklungspartnerschaft eingegangen“, fasst Doktorandin Ines Weber von der Uni Tübingen die technische Kooperation zusammen. Für die Atomspärenmessungen außerhalb der Sichtweite musste die fliegende Plattform modifiziert und neue Technik integriert werden: „Der Rumpf vorne musste re-designed wer-

den, um eine ungestörte Strömungsmessung zu realisieren. Wir haben neue Telemetrie- und Videokameratechnik verbaut. Das führte natürlich auch zu einer notwendigen Neubestimmung des Schwerpunktes der Drohne. Letztlich waren auch tiefgreifende Anpassungen im Autopiloten notwendig, wie beispielsweise die Einhaltung einer bestimmten Geschwindigkeit gegenüber der Strömung sowie geänderte Fail-Safe-Funktionen.“

Doch bis es nach den technischen Umbauten endlich zum ersten Flug kam, war es noch ein langer Weg. „Eineinhalb Jahre, über 250 E-Mails und gut 40 Besprechungen waren nötig, bis wir das erste Mal von Helgoland abheben konnten“, beschreibt Tim Strohbach vom Fraunhofer IFAM den Aufwand. Auch wenn der Flug auf offenem Meer stattfand wurde das Vorhaben aufgrund des Fluges außer Sichtweite in die SAIL II-Klasse der speziellen Betriebska-

STARTVORBEREITUNG

Im Bauch des Rumpfsegmentes wird der zwei Kilo schwere 6s Akku platziert. Dieser gibt dem unbemannten Luffahrzeug genug Strom für den über einstündigen Flug, der weit von der Küste Helgolands in das Testfeld und zurück führt, wobei auch noch genug Reserve für Wartepflichtstunden und unerwartetes vorsehen ist, falls das UAS nicht auf direktem Wege wieder zur Landung an Land zurückkehren kann.

tegorie eingestuft. Und das machte natürlich ein eigenes Betriebshandbuch, ein Betriebskonzept und auch eine SORA-Berechnung notwendig. „Wir sind vor Helgoland absichtlich in einem Gebiet geflogen, wo es gar keinen Windpark gibt“, sagt Dr. Andreas Platis, ebenfalls von der Uni Tübingen. Es sei darum gegangen, erstmal grundsätzlich die Daten der Radarsatelliten zu den Windströmungen zu validieren und da hätten Windparks auch nur gestört, zumal in einer Höhe von nur 30 Metern über der Meeresoberfläche geflogen wurde.

Tatsächlich sind die Auswirkungen eines ganzen Windparks auf die Luftströmung immer nach Durchzug der Luftmasse durch einen Windpark zu messen und nicht mittendrin zwischen den Windrädern. Auch wenn die Flüge unterhalb der Sicherheitsmindesthöhe stattfanden, wurde in Abstimmung mit der DFS

eine temporär aktivierbare ED-R eingerichtet. „Entsprechende NOTAMs wurden ebenso wie Navtex-Nachrichten für die Schifffahrt veröffentlicht“, ergänzt Strohbach.

START FREI FÜR X-WAKES

Es ist morgens 6 Uhr 10. Auf Helgoland ist es windig, dunkel und kühl. Eben typisches Herbstwetter auf Helgoland. Das fünfköpfige Team trifft sich in der eingerichteten Projektzentrale, unweit des Stützpunktes des auf Helgoland stationierten Marinefliegergeschwaders 5 der Bundeswehr, das von Helgoland aus auch den SAR-Dienst leistet. „Testzentrum Maritime Technologien“ steht außen auf der Milchglastür, dahinter beginnt das Team mit dem Briefing für die Messflüge des Tages. Wetterberichte, Wellenvorhersagen und vieles andere mehr werden gecheckt und mit einer großen Landkarte, die die Umgebung Helgolands zeigt, abgeglichen. Über einen fünf Kilometer langen Transitweg muss die Drohne in das definierte Testfeld einfliegen.

Das Vogelschutzgebiet, welches direkt vor Helgoland liegt, wird dabei auf kürzestem Weg und in Höhen von ca. 100 Metern überflogen. „Auch ein Vertreter des Schutzgebietes war bei der Mission beteiligt und konnte mögliche Reaktionen der Tiere beobachten“ ergänzt Strohbach. Mit diversen Holdingpatterns wurde sichergestellt, dass es bestimmte Zonen für die Tragflächendrohne über der Nordsee gab, falls bemannter Flugverkehr mit Vorflugrecht sich nähert. Über ein Echtzeit-Luftlagebild konnte der Luftraum diesbezüglich durchgehend überwacht werden.

Es ist soweit. Der Tag wird langsam hell und die Projektkollegen laufen hinüber zur Abflugzone. Diese wurde auf einem eingezäunten Grundstück unweit der Kaimauer definiert, wo drei Bürocontainer als Flugbetriebszentrale dienen. Computer, unzählige Ladegeräte und Fernsteuertechnik fallen sofort ins Auge – die Akkus werden erst kurz vor dem Flug vollgeladen. Währenddessen die Vorbereitungen draußen: Ein Antennenmast wird aufgestellt. In etwa fünf Metern Höhe trägt er die notwendige Richtantenne, mit der die Tragflächendrohne auch in weiter Entfernung noch gesteuert werden könnte, wenn Flugplanänderungen oder

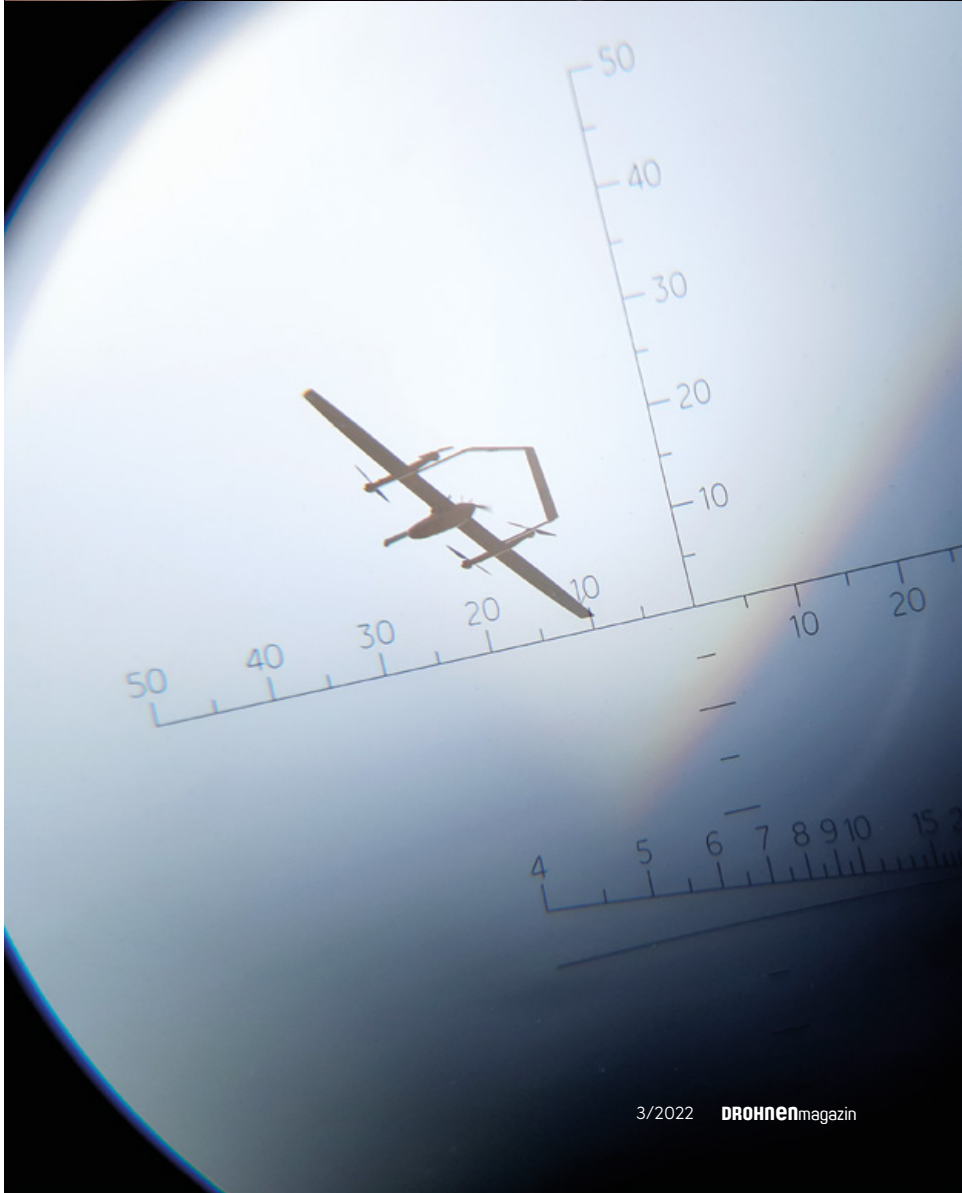


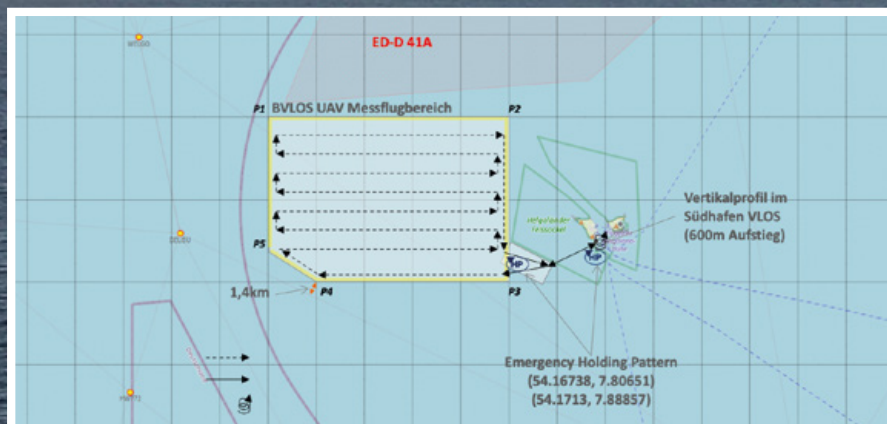
Probleme auftreten sollten. Auch die Live-Videoubertragung von den On-Board-Kameras wird über eine mehrere Kilometer lange Funkstrecke empfangen.

Zwei Holzböcke werden aufgestellt und oben mit Malerfließ abgedeckt. Dies bildet die weiche Auflage für die Tragflächendrohne mit über drei Metern Spannweite. Das UAS wird nun für den ersten Flug des Tages zusammengebaut. An den Rumpf, der an der Spitze die Messsonde trägt, und in dem Antennen und der Antrieb für den Heckpropeller verbaut sind, werden die Flügelstücke angebaut und gesichert. Das markante, dreieckige Heckleitwerk, das auch die steuerbaren Seitenleitwerkflächen enthält, wird mit zwei Karbonstangen ebenfalls am Rumpfmodul montiert. Im Bauch des Rumpfsegmentes wird der zwei Kilo schwere 6s Akku platziert. Dieser gibt dem unbemannten Luftfahrzeug genug Strom für den über einstündigen Flug, der weit von der Küste Helgoland in das Testfeld und zurück führt, wobei auch noch genug Reserve für Wartepflichtrunden und Unerwartetes vorgesehen ist, falls das UAS nicht auf direktem Wege wieder zur Landung an Land zurückkehren kann.

Als alle Vorbereitungen abgeschlossen sind, wird das Flugvorhaben bei der Flugsicherung, den Marinefliegern, dem Flugplatz Helgoland und weiteren Stellen angekündigt. Die temporäre ED-R wird nun aktiviert. Nach der Checkliste für die Vorflugkontrolle wird das UAS nochmals geprüft – alle Luftschrauben müssen schadensfrei und die Motoren müssen frei beweglich sein. Über die Jeti-Fernsteuerung mit 24 Kanälen wird die einwandfreie Funktion der Steuerflächen kontrolliert: Querruder und die Seitenruder. Alle Flächen müssen analog zur Stickbewegung agieren. Ganz zum Schluss wird die entwickelte Messhaube vorne auf den Mittelrumpf geschoben. Das Bauteil fügt sich perfekt in das Rumpfdesign ein. Jeder Spalt oder überstehende Kante würde in der Luft automatisch für energiezehrenden aerodynamischen Widerstand sorgen.

Für den Abflug tragen zwei Projektmitarbeiter das große, orangene UAS hinaus auf einen Vorplatz an der Kaimauer. Auf einer Fläche von 20 Mal 20 Metern liegt die Drohne nun auf dem Asphalt, per Funk wird die Abflugbereitschaft





FLUGPLANUNG

5 Kilometer beträgt die Flugdistanz von Helgoland aus zum Testfeld. Auf dem Weg dorthin muss die Drohne ein Vogelschutzgebiet überqueren. Sind die Messflüge in dem Flugraster abgeflogen, kehrt das UAS automatisch zur Landung an den Startplatz zurück.

in die Flugbetriebszentrale im Container übermittelt. Dann ist es soweit: Die vertikalen Luftschrauben springen an und sofort erhebt sich die Tragflächendrohne in den Himmel über Helgoland. Mit einer kleinen Korrektur richtet sich das unbemannte Luftfahrzeug in den Wind aus und startet umgehend hinaus auf die offene See. Automatisch stellen sich die vertikalen Luftschrauben ab und zeitgleich springt der

Push-Propeller am Rumpfe an. Nach wenigen Sekunden hörbarem Surren ist nur noch ein kleiner rotfarbener Punkt in der Entfernung zu sehen und schließlich verliert man das Fluggerät aus den Augen. In diesem Moment konzentrieren sich alle Augen in der Zentrale auf die Monitore. Das UAS ist als Target auf dem Monitor im Luftlagebild sichtbar, ebenso können die Projektbeteiligten den Livestream der On-Board-Kameras mitverfolgen. Über die Software Ardu Pilot sind alle Systemdaten der Drohne inklusive Wegpunkte, Steig- und Sinkrate sowie die Geschwindigkeitsparameter ablesbar. Doch die Drohne trägt auch wissenschaftliches Equipment mit sich. Diese Daten werden ebenfalls auf einem Bildschirm sichtbar. Nicht länger als eine Stunde dauert der Abflug der gesamten Strecke im Testgebiet und anschließende Rückkehr. Die Drohne kehrt automatisch zum Startpunkt zurück und geht in dessen Nähe in einen Schwebeflug über. Man hört, wie die Motoren die Windböen Helgolands ausgleichen, während sich das UAS im-



mer weiter der Landefläche nähert. Schließlich setzt der Flieger mit einer sanften und kontrollierten Bauchlandung auf.

ABGESTIMMTE FLÜGE

Teil des Flugsicherheitskonzeptes waren enge Betriebsabsprachen mit dem Flugplatz Helgoland, dem Marinefliegergeschwader sowie HTM Helicopter Travel Munich, eine Firma, welche die Versorgung der Windparks im Norden Helgolands übernimmt. Für die größtmögliche Sichtbarkeit und Transparenz flog das UAS mit einem FLARM-Transponder. Die beteiligten Stellen bekamen einen Onlinezugang zum Luftlagebild, auf dem sich die Position der Drohne über dem Meer jederzeit feststellen ließ. Eine weitere Abhängigkeit des Projektes bestand zu den bereits erwähnten Radarsatelliten. Sentinel 1A und 1B umkreisen die Erde über die Pole in fast 700 Kilometern Höhe. Für einen Umlauf benötigen die Satelliten knapp 100 Minuten und einmal am Tag überfliegen

die beiden Erdtrabanten auch das Gebiet rund um Helgoland. Für die Forscher im „X-Wakes“-Projekt ergaben sich so ideale Gelegenheiten, die übertragenen Messungen der Drohne weit draußen auf dem Meer direkt mit den übermittelten Daten aus den beiden Satelliten zu vergleichen. Erste Analysen zeigen: Die Werte stimmten überein. Wissenschaftlich lassen sich damit nun in Zukunft vom Projektpartner Helmholtzzentrum HEREON weitere Erkenntnisse zur Wechselwirkung zwischen Windparks effizient auf Basis der Satellitendaten gewinnen.

Für die Uni Tübingen und das Fraunhofer IFAM sind die Flugmissionen damit nun beendet. Doch man darf gespannt sein, welche neuen Projekte die Forscher mit dem markanten Tragflächen-UAS als Nächstes angehen werden. Schließlich hat es sich über der Nordsee bewährt. ■

