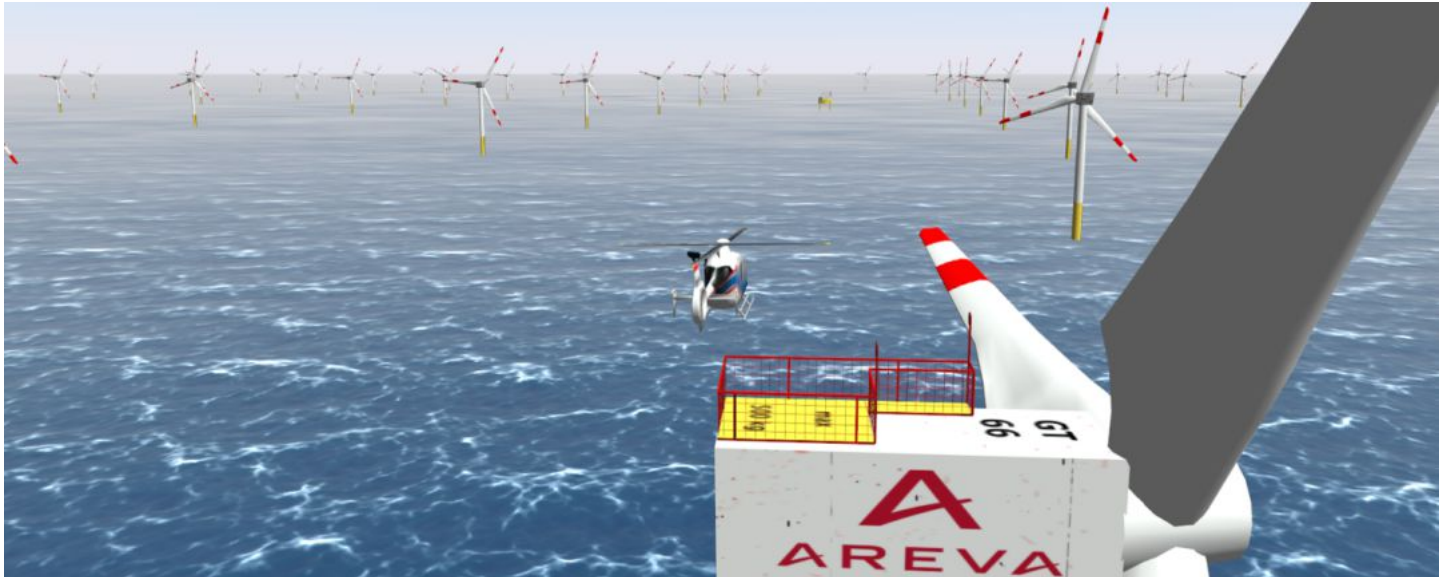


[Projekte](#) / [Projektsuche](#) / Einsatz von Hubschraubern im Offshore-Windpark



Windenergie

## Einsatz von Hubschraubern im Offshore-Windpark

**Kurztitel:**

HeliOW

**Förderkennzeichen:**

0324121A-D

**Projektkoordination:**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. - Institut für Flugsystemtechnik

**Laufzeit gesamt:**

Januar 2017 bis März 2020

**Schlagworte:**





Wartung

Simulation

Offshore

Luftströmung



## ANSPRECHPARTNER ZUM PROJEKT

 Frauke Hoffmann  
 +49 531 295 2737  
 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt - Institut für Flugsystemtechnik.V. (DLR)  
Lilienthalplatz 7  
38108 Braunschweig  
 <https://www.dlr.de>

---

 Technische Universität München - Lehrstuhl für Hubschraubertechnologie  
 <https://www.lrg.tum.de/ht/startseite/>

---



 Karl-Eberhard Universität Tübingen - Zentrum für Angewandte Geowissenschaften ZAG  
 <https://uni-tuebingen.de/fakultaeten/mathematisch-naturwissenschaftliche-fakultaet>

---

 Universität Stuttgart - Institut für Aerodynamik und Gasdynamik  
 <https://www.iag.uni-stuttgart.de/>

## FLUGSIMULATION

DLR Institut für Flugsystemtechnik

 [AVES - Air Vehicle Simulator](#)  
 [ACT-FHS - Active Control Technology](#)

## WEBSEITEN ZUM PROJEKT

Universität Tübingen - Lehrstuhl für Umweltphysik am Zentrum für Angewandte Geowissenschaften

 [Forschungsvorhaben HeliOW](#)





Technischen Universität München - Lehrstuhl für Hubschraubertechnologie

 [Forschungsvorhaben HeliOW](#)

Universität Stuttgart - Institut für Aerodynamik und Gasdynamik

 [Forschungsvorhaben HeliOW](#)

## WEITERE PARTNER

 [Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie \(BSH\)](#)  
 [Luftfahrtbundesamt \(LBA\)](#)  
 [Fliegergruppe der Bundespolizei Fuhlendorf \(BPOLFLG\)](#)  
 [Windpark Heliflight Consulting GmbH \(WHC\)](#)



## QUINTESSENZ

- **Fliegt ein Hubschrauber in den Nachlauf einer Windenergieanlage ein, bewirkt dieser eine entsprechende Reaktion des Hubschraubers.**
- **Für ausgewählte Einsatzszenarien haben die Projektpartner die Nachläufe einer virtuellen Windenergieanlage realitätsnah berechnet.**
- **Im Flugsimulator haben Piloten für diese Einsatzszenarien die Stärke der Turbulenz und Ihre Arbeitsbelastung bewertet.**
- **Die Ergebnisse können genutzt werden, um bestehende Vorschriften für einen sicheren Anflug und Durchflug von Windparks zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.**

Die Leistung von Windenergieanlagen in Offshore-Windparks wächst kontinuierlich und damit auch die erzeugte Energie. Fallen Anlagen aus, müssen Windparkbetreiber hohe finanzielle Verluste hinnehmen. Folglich bevorzugen sie effiziente Logistiksysteme, die neben Transportschiffen auch zunehmend Hubschrauber einsetzen. Aktuelle Vorschriften für Hubschraubereinsätze in Offshore-Windparks berücksichtigen hohe Sicherheitsfaktoren, um einen sicheren Flugbetrieb zu gewährleisten. Gegenwärtig fehlen die wissenschaftlichen Grundlagen, um Grenzwerte festzulegen. Deshalb haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler erstmals systematisch den Einsatz von Hubschraubern in Offshore-Windparks untersucht.

## Wartung von Windenergieanlagen im Offshore-Windpark

Durch Windenergieanlagen entstehen Luftwirbel und Turbulenzen. Bei nicht-drehenden Anlagen, beispielsweise im Wartungsbetrieb, wird die Luft an den nicht-drehenden Rotorblättern verwirbelt. Dieser sogenannte Nachlauf hinter dem Rotor ist durch eine turbulente Luftströmung geprägt. Drehende Windenergieanlagen entziehen dem Wind Energie, sodass hinter der Anlage ein Nachlauf mit turbulenter Luftströmung entsteht, der geringere Geschwindigkeiten als der Wind vor der Anlage aufweist. Zudem entwickeln sich an den Blattspitzen der Rotorblätter sogenannte Blattspitzenwirbel, die eine rotierende Helix im Nachlauf bilden. Damit Hubschrauber den Windpark gefahrlos an- und durchfliegen können, sehen die zuständigen Behörden breite Flugkorridore und große Abstände zu den einzelnen Anlagen vor. Hier setzt das Forschungsvorhaben HeliOW, kurz für „Hubschraubereinsätze in Offshore-Windparks“ an. Das Projektteam hat untersucht, wie sich Nachläufe von Windenergieanlagen auf Hubschrauberflüge auswirken und welche Faktoren den Nachlauf bestimmen. Die gewonnenen Erkenntnisse dienen als wissenschaftliche Grundlagen, um Empfehlungen für den Einsatz von Hubschraubern in Offshore-Windparks zu liefern.

## Typische Hubschraubereinsätze

Als Basis für die Untersuchungen haben die Forscherinnen und Forscher gemeinsam mit weiteren Partnern typische Einsatzszenarien für Hubschrauber definiert.

- Durchflug des Nachlaufs einer Windenergieanlage mit laufenden Rotorblättern
- Anflug an eine Windenergieanlage mit nicht-drehenden Rotorblättern
- sowie Anflug an eine Windenergieanlage mit nicht-drehenden Rotorblättern, wenn sich direkt vor dieser eine Anlage mit laufenden Rotorblättern befindet

Für die genannten Szenarien haben sie Simulationen durchgeführt und verschiedene Parameter - wie Rotordurchmesser, Windgeschwindigkeit und Einflugposition des Hubschraubers in den Nachlauf der Windenergieanlagen - variiert. Anschließend haben sie die Reaktion des Hubschraubers bewertet.

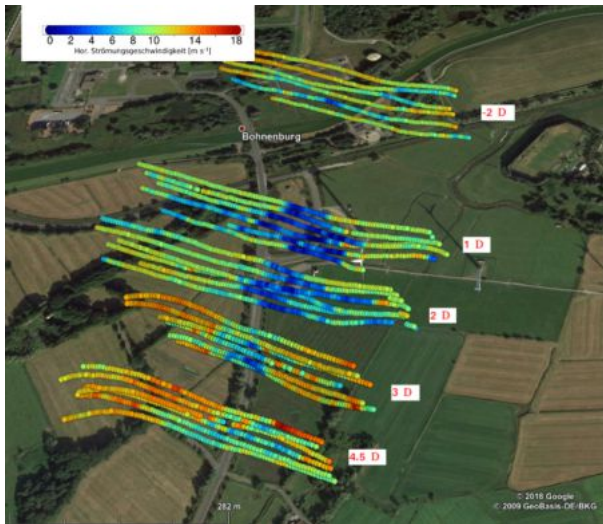
## Nachläufe von Windenergieanlagen realitätsnah berechnen

Innerhalb des Forschungsvorhabens haben die Projektpartner eine komplexe Simulationskette aufgebaut. Zunächst haben Wissenschaftler der Universität Tübingen den Zu- und Nachlauf einer Offshore-Multi-Megawatt-Windenergieanlage mit Hilfe eines unbenannten Flugzeugs vermessen. Soll der Nachlauf einer realen Windenergieanlage berechnet werden, müssen deren Betriebs- und Geometriedaten bekannt sein. Diese Herstellerdaten sind in der Regel vertraulich und deshalb nur schwer zugänglich. Daher haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an der Universität Stuttgart eine reale Windenergieanlage verwendet, um eine CFD-Simulation zu validieren (Computational Fluid Dynamics). Dabei handelt es sich um eine etablierte Methode der Strömungsmechanik mit der die Nachläufe berechnet werden. Darüber hinaus haben sie Daten einer virtuellen 5 Megawatt Windenergieanlage genutzt. Dabei handelt es sich um eine frei zugängliche Modell-Anlage für Forschungszwecke, die auf einer Entwicklung des National Renewable Energy Laboratory basiert. Die virtuelle Windenergieanlage existiert nur als Datensatz für Simulationen und Konstruktionstests.



© Universität Tübingen

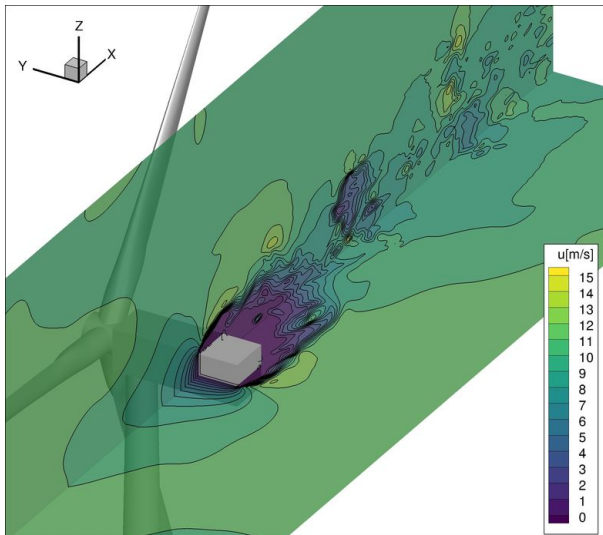
Das unbemannte Flugzeug vom Typ MASC der Universität Tübingen mit einer Spannweite von vier Metern wurde dafür genutzt, den Vor- und Zulauf einer realen Multi-Megawatt-Anlage zu vermessen.



© Universität Tübingen

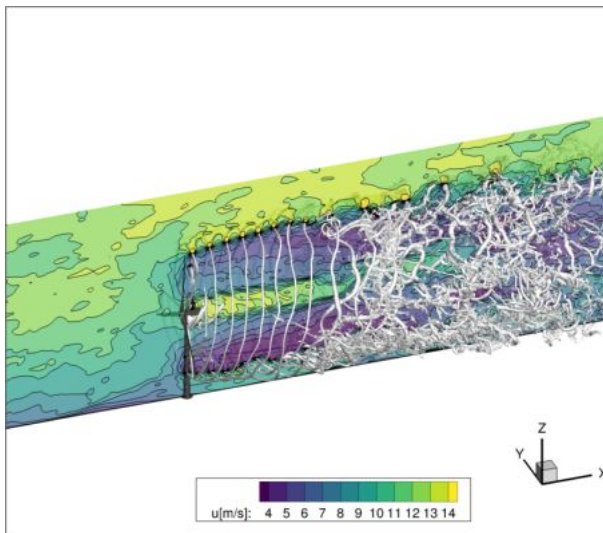
Die Grafik zeigt Messergebnisse, die mit einem unbemannten Flugzeug für einen vertikalen Schnitt durch den Nachlauf einer Windenergieanlage ermittelt wurden. Die hellen Bereiche charakterisieren geringe und die dunklen Bereiche hohe Strömungsgeschwindigkeiten.

Die Blattspitzenwirbel bestimmen zusammen mit der geringeren Geschwindigkeit hinter dem Rotor den Nachlauf einer drehenden Windenergieanlage. Sowohl Wirbelgröße und -rotationsgeschwindigkeit als auch die Lage der Wirbel im Verhältnis zum Hubschrauber sind wesentliche Faktoren für die Reaktion des Hubschraubers, wenn dieser in den Nachlauf einfliegt. Daher haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler berechnet, wie die Geschwindigkeiten dreidimensional im Nachlauf verteilt sind. Die Ergebnisse haben sie erfolgreich in die Echtzeitsimulation eines Flugsimulators eingebunden. Dabei wird der Nachlauf als Zusatzanströmung am Rotor des Hubschraubers berücksichtigt.



© Universität Stuttgart

Die Grafik zeigt eine Momentaufnahme der ermittelten horizontalen Strömungsgeschwindigkeiten im Nachlauf der nicht-drehenden virtuellen Windenergieanlage bei einer Windgeschwindigkeit von 11,3 Metern pro Sekunde.



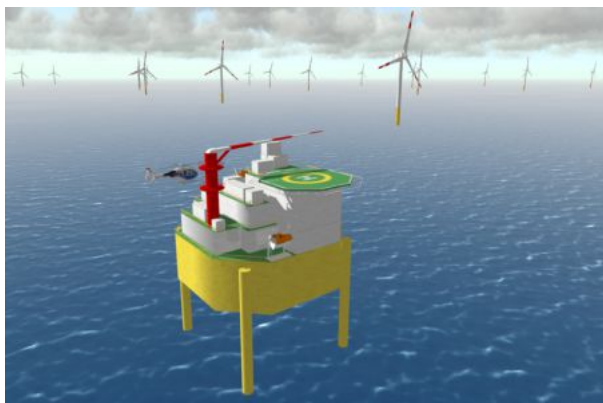
© Universität Stuttgart

Die Grafik zeigt die ermittelten horizontalen Strömungsgeschwindigkeiten im Nachlauf der drehenden virtuellen Windenergieanlage bei einer Windgeschwindigkeit von 11,3 Meter pro Sekunde.

## Pilotenstudien im Flugsimulator

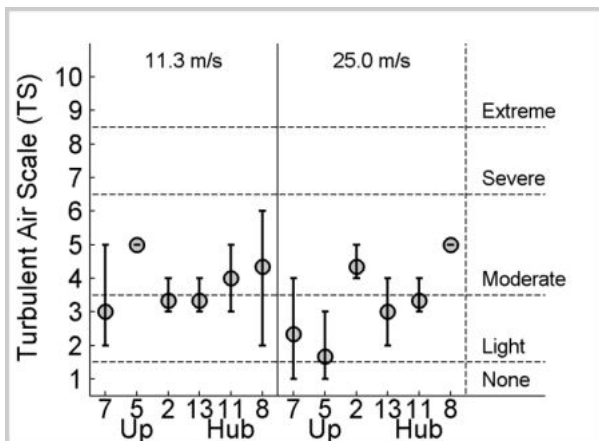
In weiteren Untersuchungen hat das Projektteam die berechneten Nachläufe in die flugmechanische Simulation an der Technischen Universität München (TUM) und am Deutsche Zentrum für Luft- und

Raumfahrt, dem DLR, eingebunden. Das DLR hat darauf basierend Tests im Flugsimulator AVES (Air Vehicle Simulator) durchgeführt. Dieser bildet den DLR-eigenen Forschungshubschrauber ab. Im AVES verfügen die Forscherinnen und Forscher über eine realitätsnahe, maritime Sichtsimulation für den Global Tech 1 Windpark. Für die gewählten Einsatzszenarien haben die Piloten den Schweregrad der Turbulenz sowie ihre Arbeitsbelastung bewertet. Beispielsweise haben sie starke Reaktionen des Hubschraubers wahrgenommen, wenn sie den Nachlauf einer leistungsstarken, drehenden Windenergieanlage durchfliegen. Die Turbulenz wurde ebenfalls als bedeutend empfunden, wenn Sie im Nachlauf nicht-drehender Windenergieanlagen Schwebeflüge durchführen. Diese erfolgen, um Wartungspersonal auf der Windenergieanlage abzusetzen.



© DLR

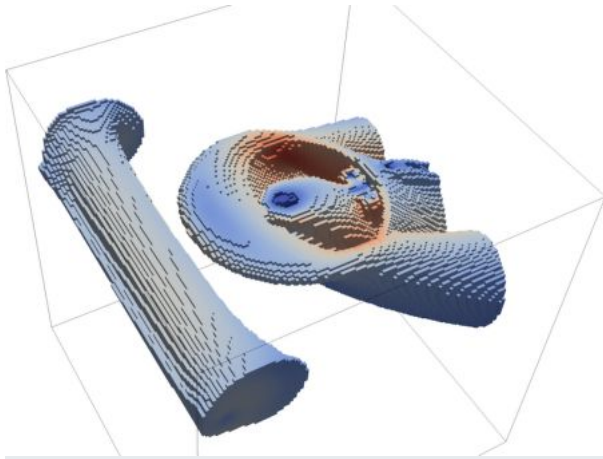
Das Foto zeigt eine maritime Sichtsimulation im AVES-Flugsimulator des DLR mit Blick auf den Global Tech I Windpark mit einer Offshore Umspannstation und dem Forschungshubschrauber ACT-FHS.



© DLR

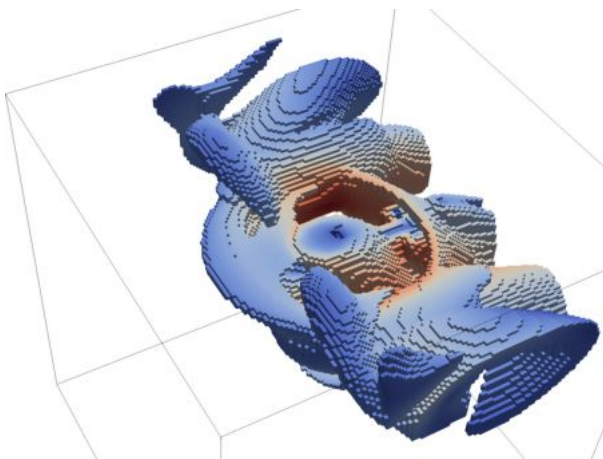
Turbulenzbewertung durch die Piloten für einen seitlichen Durchflug des Windenergieanlagenachlafs bei Windgeschwindigkeiten von 11.3 m/s und 25.0 m/s in unterschiedlichen Flughöhen und Entfernungen zum Nachlauf.

Ergänzend zu den Pilotenstudien des DLR hat die TUM umfangreiche Studien mit ihrer flugmechanischen Simulation durchgeführt. Dazu haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler für ausgewählte Szenarien die Reaktion des Hubschraubers bei unterschiedlichen Einflugpositionen in den Nachlauf untersucht und bewertet.



© Technische Universität München

Die Grafik zeigt ein Modell, um den wechselseitigen Einfluss von Hubschrauberabwind und Windenergieanlagen-Nachlauf zu untersuchen. Repräsentativ für den Blattspitzenwirbel eines Windenergieanlagen-Nachlaufs wird hier das Geschwindigkeitsfeld eines Stabwirbels eingebunden, der quer vor dem einfliegenden Hubschrauber liegt.



© Technische Universität München

Der Hubschrauber fliegt in den vorausliegenden Stabwirbel ein. Die Grafik zeigt, wie sich Windenergieanlagen-Nachlauf und Rotorabwind vermischen.

## Wie geht es weiter?

Die Untersuchungen haben gezeigt, wie sich der Nachlauf von Windenergieanlagen auf Hubschraubereinsätze auswirkt. So konnten die aktuellen Vorschriften hinsichtlich Flugsicherheit überprüft werden. Für eine abschließende Bewertung ist es erforderlich, die verwendeten Modelle und die komplexen Simulationsketten weiter zu validieren.

Die erzielten Ergebnisse sollen dazu dienen, bei Bedarf bestehende Regeln für einen sicheren Anflug und Durchflug von Windparks anzupassen. Hierbei könnten bestehende Sicherheitsabstände zu Windenergieanlagen erneut bewertet und Flugkorridore entsprechend angepasst werden.

Letzte Aktualisierung: 11.01.2021





Bei EnArgus, dem zentralen Informationssystem zur Energieforschungsförderung, befindet sich unter anderem eine Datenbank mit sämtlichen Energieforschungsprojekten – darunter auch dieses Projekt.