

12  
2019

EKSH

Gesellschaft für Energie und  
Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH

# EKSH-Projektförderung

## Energieforschung in Schleswig-Holstein

### Aerodynamischer Handschuh für Windturbinen

Forschungsprojekt der Fachhochschule Kiel,  
Fachbereich Maschinenwesen;  
Prof. Dr. Alois Schaffarczyk (Projektleiter)

 **FACHHOCHSCHULE KIEL**  
Hochschule für Angewandte Wissenschaften

PROJEKT

# Neues Messverfahren für effektivere Windräder

## Forschungsprojekt der FH Kiel: Untersuchungen mit »Aerodynamischem Handschuh« an Windturbinen offenbaren Potenzial für mehr Energieausbeute

*In der Luftfahrt gilt der »Aerodynamische Handschuh« als etablierte Methode, um Tragflächen im Realversuch auf ihre Strömungseigenschaften zu überprüfen. In einem von der EKSH geförderten Forschungsprojekt hat die Fachhochschule Kiel dieses komplexe Messverfahren erfolgreich an einer modernen MultiMegawatt-Windenergieanlage angewendet und damit Pionierarbeit geleistet. »Dabei haben wir festgestellt, dass die Form der Rotoren Verbesserungspotenzial besitzt, um effektiver Strom zu produzieren«, fast Projektleiter Professor Alois Schaffarczyk das vielversprechende Ergebnis zusammen. Dieses ist nicht zuletzt für die beteiligten Industriepartner sehr interessant.*

Für die Weiterentwicklung von Windturbinen sind solche Messergebnisse überaus wichtig. Damit die Windenergie ihre Wirtschaftlichkeit weiter steigern kann, werden neuere und größere Anlagen vor allem für den Offshore-Bereich im offenen Meer entwickelt. »Entscheidend für diese neuen Anlagen ist eine ertragsoptimierte Form der Rotorblätter. Die klassischen aerodynamischen Entwurfsverfahren sind im Wesentlichen bereits viele Jahrzehnte alt«, erklärt Schaffarczyk. Die üblichen Tests im Windkanal haben nur eine begrenzte Aussagekraft zur Aerodynamik. Deshalb seien Testverfahren im Realbetrieb einer Windkraftanlage entscheidend für die Weiterentwicklung der aerodynamischen Auslegung von Rotorblättern.



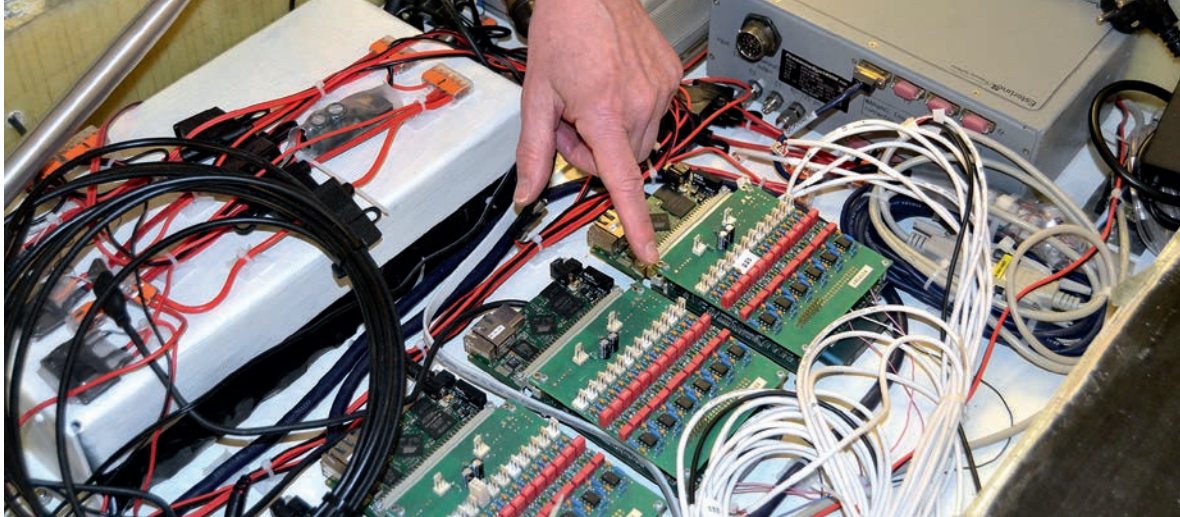
»Mit dem aerodynamischen Handschuh bekommen wir verlässliche Daten über die tatsächlichen Anströmbedingungen sowie über den so genannten Grenzschichtzustand an den Rotorblättern«, berichtet der Projektleiter. Dieser Zustand beschreibt den Bereich am Rotorblatt, an dem die vorbeistreichende glatte Luftströmung (laminarer Zustand) in einen stark wirbelhaltenden (turbulenten) Zustand übergeht. »Optimal sind Flügelprofile, die möglichst wenig Turbulenz erfahren, da diese immer unerwünschten, zusätzlichen Widerstand erzeugen«, erläutert Schaffarczyk. Andersherum ausgedrückt: Je weniger Luftwirbel auftreten, desto größer ist die Energieausbeute.

Die FH Kiel erhielt während der Projektlaufzeit die einmalige Gelegenheit, den speziell für das Projekt angefertigten aerodynamischen Handschuh an einer modernen Großwindturbine in Eggebek bei Flensburg zu testen. Die »Senvion MM92« ist seit 2013 auf dem Gelände eines ehemaligen Militärflugplatzes in Betrieb und gehört mit einer Nabenhöhe von 100 Metern und Rotorblattlängen von 45 Metern zur Klasse der MultiMegawatt-Windturbinen. Sie hat eine Nennleistung von 2.050 Kilowatt, 2018 erwirtschaftete die Anlage einen Stromertrag von mehr als sechs Gigawattstunden.

Um Daten über das Anströmverhalten zu gewinnen, hat das schleswig-holsteinische Spezialunternehmen WingTec den etwa küchentischgroßen aerodynamischen Handschuh speziell für die Rotorblätter der Eggebeker Anlage gebaut. Wie ein Handschuh wird die Konstruktion sozusagen über das Rotorblatt gestülpt. »Wir konnten dieses komplexe Messgerät erstmals weltweit an einer Multi-MW-Anlage testen«, sagt Schaffarczyk. »Es kann einerseits Daten über die augenblickliche Anströmrichtung, die Geschwindigkeit und den (hochfrequenten) Turbulenzgrad aufzeichnen. Andererseits dokumentiert es auf dem Rotorblatt den Übergang zwischen glatten und verwirbelten Bereichen.« Das Handschuhkonzept erlaube es, Messtechniken an der Profilerfläche anzubringen, ohne das Rotorblatt selbst mechanisch zu beeinträchtigen.

Ein aerodynamischer Handschuh ist praktisch ein wiederverwendbarer, anpassbarer Geräteträger mit einer Vielzahl von integrierten Messgeräten. Eine Fünflochsonde mit Druckwandler erfasst die Strömungsrichtung und deren Geschwindigkeit sowie den Turbulenzgrad der vorbeistreichenden Luft. Für die Bestimmung der Druckverteilung auf der Saugseite des Rotors sorgen 57 Druckmessstellen. Zudem sind 48 Mikrofone über das Profil verteilt, um das

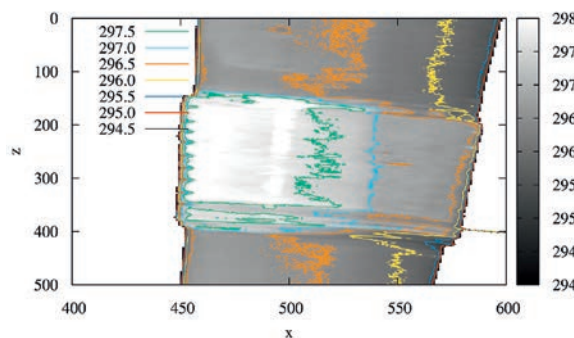
Komplexe Messtechnik: Prof. Alois Schaffarczyk erläutert den aerodynamischen Handschuh.



Im aerodynamischen Handschuh sind unter anderem die IT und Elektronik zur Steuerung der Messtechnik integriert.



Der aerodynamische Handschuh wurde für die Messungen an einem der drei Rotorblätter der Windkraftanlage in Eggebek montiert.



Das aufbereitete Thermografiebild zeigt den aerodynamischen Handschuh und die Messverläufe am Rotorblatt. Quelle: FH Kiel

Strömungsverhalten akustisch aufzuzeichnen. Unerwünschte Verwirbelungen sind am deutlich stärkeren Geräusch schon mit dem menschlichen Ohr erkennbar. Die Elektronik dieser Sensoren wird ebenfalls im Handschuh untergebracht, der zusätzlich mit einem Beschleunigungssensor, einem Temperatur- und Feuchtesensor sowie einem Datenerfassungssystem inklusive eines WLAN-Links zur Bodenstation ausgestattet ist.

Trotz teilweise widriger Messbedingungen wertet Professor Schaffarczyk das Projekt als Erfolg: »Wir haben gezeigt, dass der aerodynamische Handschuh ein umfassendes Bild der Grenzschichtströmung einer Windenergieanlage im laufenden Betrieb liefert. Diese Art der Forschung kann sicher dazu beitragen, die Entwurfskriterien für Rotorblätter zu verbessern und Windenergieanlagen zu optimieren. Damit könnten wir einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz liefern.«

Positiv verlaufen sei zudem die Zusammenarbeit mit den Projektpartnern aus Industrie und Wissenschaft. Zu ihnen gehörten der Anlagenhersteller Senvion, der Onshore-Windparkentwickler Denker & Wulf, der Handschuh-Hersteller Wingtec und die Deutsche WindGuard Engineering GmbH, die mit Thermografie-Aufnahmen eingebunden war. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) unterstützte das Projekt mit Experten vom Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik, und der Norddeutsche Verbund für Hoch- und Höchstleistungsrechner (HLRN) steuerte zusätzliche Kapazitäten für

die äußerst umfangreichen begleitenden Simulationen bei. Auch das Bremer Institut für Messtechnik, Automatisierung und Qualitätswissenschaft (BIMAQ) trug zum Gelingen bei. Auch die Hochschule Flensburg war in das Projekt eingebunden.

Das Handschuh-Verfahren selbst werde in der Windenergieforschung zunehmend als unerlässlich angesehen, heißt es im Fazit des Projektes. Nur so lassen sich zukünftige Rotorauslegungen differenziert nach On- und Offshore-Anwendungen entwickeln, um die Aerodynamik der Windturbinen einen entscheidenden Schritt voranzubringen.

## PROJEKTDATEN

### Aerodynamischer Handschuh für Windturbinen

**Projektzeitraum:** 1.1.2017 bis 31.10.2018

**Projektförderung EKSH:** 150.000 Euro

**Unternehmensbeitrag:** 31.000 Euro (div. Industrie- und Hochschulpartner)

#### **Kontakt:**

Fachhochschule Kiel, Fachbereich Maschinenwesen

Prof. Dr. Alois Schaffarczyk

Tel. 0431 210-2610

alois.schaffarczyk@fh-kiel.de



# »Windturbinen wirtschaftlicher gestalten«

Drei Fragen an Christian-Ole Rick vom Windparkbetreiber Denker & Wulf (Sehestedt), Betriebsleiter der Forschungs-Windenergieanlage Eggebek



An einem Rotorblatt der Windenergieanlage in Eggebek wurde der aerodynamische Handschuh befestigt.

*Wie verlief die Zusammenarbeit mit den Wissenschaftlern der FH Kiel und den anderen Partnern zu diesem Projekt?*

**Christian-Ole Rick:** Dies war ja der erste Test an unserer Anlage mit einem aerodynamischen Handschuh, wir haben damit echte Pionierarbeit geleistet. Die Zusammenarbeit mit allen Partnern verlief reibungslos, wir haben nur positives Feedback bekommen. Vom Kick-off-Meeting bis zur Diskussion der Ergebnisse war alles sehr gut abgestimmt. Die Forscher der FH Kiel haben wichtige Erkenntnisse gewonnen. Es war ein guter Anfang und ein Startsignal für zukünftige Forschung, die wichtig ist, um die Energieausbeute von Windenergieanlagen zu verbessern.

*Welche Erkenntnisse hat Denker & Wulf durch die Messungen mit dem »aerodynamischen Handschuh« gewonnen?*

Dieses Projekt hat gezeigt, dass neue Ideen umgesetzt werden müssen, um neue Wege zur Optimierung der Rotorblätter aufzuzeigen. Das Potenzial der Rotorblätter ist noch nicht ausgeschöpft und bekommt somit wieder mehr Gewicht.

*Lassen sich die Ergebnisse für das zukünftige Design und die Konstruktion der Rotoren nutzen – und wenn ja, wie?*

Mit den Ergebnissen ist es möglich, optimierte Rotorblattprofile zu konstruieren und herzustellen. Dadurch ergibt sich für den Betreiber ein höherer Energieertrag und eine verbesserte Lastenverteilung, die sich wiederum positiv auf die Lebensdauer auswirkt.

## IMPRESSUM



Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH  
Wissenschaftspark Kiel Boschstraße 1 24118 Kiel  
info@eksh.org www.eksh.org

Erscheinungsdatum: September 2019  
Redaktion: Sabine Recupero, Joachim Welding  
Grafische Gestaltung: Ulrike Heinichen  
Titelbild: shutterstock/VikaSuh, Fotos: FH Kiel (Eggebek), Welding

## WEITERE INFORMATIONEN

Dies ist nur ein Beispiel von kooperativer Energieforschung in Schleswig-Holstein. Lesen Sie mehr über Forscherinnen und Forscher und ihre Forschungsgebiete.



Zugunsten der Lesbarkeit dieser Publikation hat die Redaktion bewusst auf männlich/weiblich-gedoppelte Formulierungen verzichtet. Alle Bezeichnungen, die männlich formuliert sind, gelten sinngemäß auch für Frauen.