

## Forschungsinitiative

### „Erfolgreiche Energiewende durch zukunftsweisende fügetechnische Innovationen für die Windenergie“

Das Errichten von Windenergieanlagen gehört heute sowohl für Standorte an Land als auch offshore zum Stand der Technik. Seit Inbetriebnahme des ersten Offshore-Windparks 2010 in Deutschland mit Turbinenleistungen von bis zu 5 MW wurden zwar signifikante Kostenreduzierungen sowohl bei der Fertigung der Stahlstrukturen als auch beim Errichten von Windparks erreicht, mittel- bis langfristig ist für eine erfolgreiche Energiewende jedoch eine weitere Reduzierung der Stromerzeugungskosten notwendig. Das wird unter anderem durch höhere Turbinenleistungen zu erreichen sein: Mittlerweile sind 8-MW-Anlagen verfügbar und 10- bis 12-MW-Turbinen in der Entwicklung. Gleichzeitig mit steigenden Leistungen und dementsprechend hohen Lasten werden zunehmend auch küstenfernere Standorte projektiert. Diese neuen Standorte sind mit größeren Wassertiefen und höheren Strömungs- und Wellenlasten verbunden. Dies bedeutet für Gründungsstrukturen, dass modifizierte Designs, größere Wanddicken und Werkstoffe mit höheren Festigkeiten unabdingbar werden.

Kommende Generationen von Offshore-Windparks werden sich wachsenden technischen Anforderungen in allen Aspekten der Fertigung, der Installation und dem Betrieb stellen müssen. Für eine Kostenoptimierung ist die gesamte Wertschöpfungskette eines Windparks – angefangen von der Konstruktion und Bemessung bis hin zum Rückbau – zu bewerten. Als ein zentrales Fertigungsverfahren bei der Herstellung der Stahlbaustrukturen muss auch die Schweißtechnik diese neuen Anforderungen bewältigen.



Aktuelle Überlegungen hierzu resultieren aus einer von der Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS beauftragten Studie zur Situation der Fügetechnik im Windenergieanlagenbau, in welcher wesentliche schweißtechnische Forschungsschwerpunkte für die Offshore- und Onshore-Windindustrie ermittelt wurden:

- Erhöhung der Produktivität (Fertigungsprozesse und Prüfverfahren)
- Gewichtsreduzierung von Komponenten (z. B. Einsatz neuer Werkstoffe oder höherfester Stähle)
- Ermüdungsbeanspruchte Verbindungen (z. B. Konstruktionsrichtlinien, Substrukturkonzepte)

Neben den wirtschaftlichen Aspekten zeigte sich, dass die technisch-wissenschaftlichen Fragestellungen immer auch in engem Zusammenhang mit geltenden Regelwerken stehen. Darüber hinaus sind auch die Rückwirkungen zwischen einzelnen Teilaspekten (z. B. Prüffähigkeit von Schweißnähten im Betrieb) zu betrachten.

## **Aufruf zur Einreichung von Forschungsideen / Projektskizzen**

Vor diesem Hintergrund initiieren die Forschungsvereinigung des DVS, die Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA) und das Center of Maritime Technologies e.V. - CMT im Rahmen der industriellen Gemeinschaftsforschung zur Energiewende den Forschungsschwerpunkt

### **„Erfolgreiche Energiewende durch zukunftsweisende fügetechnische Innovationen für die Windenergie“.**

Der Forschungsschwerpunkt soll über verschiedene IGF-Einzelvorhaben bearbeitet werden.

Projektskizzen für Forschungsvorhaben können bis zum 30.11.2017 bei der Forschungsvereinigung des DVS eingereicht werden unter: [www.dvs-forschung.de/Windenergie](http://www.dvs-forschung.de/Windenergie)

Es ist die hinterlegte Vorlage für Projektskizzen zu nutzen.

Das Bewertungs- und Auswahlprocedere folgt dem Vorgehen der Fachausschüsse der Forschungsvereinigung des DVS.

Vorbewertungen zu den eingereichten Projektskizzen können abgegeben werden im Zeitraum 01.12.2017 bis 14.12.2017.

Zugelassene Projektskizzen werden im Rahmen einer Sitzung des DVS-Arbeitskreises „Fügetechnik für die Windenergie“ am 25.01.2018 vorgestellt und bewertet.

Für die Projektskizzen ist von den Einreichenden Institutionen eine Einordnung vorzunehmen in die Bereiche:

- Bemessung, Konstruktion und Zertifizierung
- Fertigung und Fertigungslogistik
- Installation
- Betrieb

Zusätzlich ist das wirtschaftliche Potenzial mit Blick auf die Wertschöpfungskette mit den positiven Wechselwirkungen entlang der Elemente der Wertschöpfungskette darzustellen. Ein Beispiel für eine solche positive Rückkopplung ist die Reduzierung des Strukturgewichts bei Einsatz höherfester Stähle und ein damit verbundenes Kostenreduzierungs-potenzial im Bereich der Offshore-Logistik.

Im Folgenden sind Beispiele für mögliche Forschungsthemen aufgeführt:

- Anwendung höherfester Stähle im EUROCODE, Weiterentwicklung von (lokalen) Nachweis-konzepten
- Ermittlung der Zähigkeitsanforderungen unter maritimen Umweltbedingungen
- Oberflächenvorbereitungsgrade für die Applikation langlebiger organischer Beschichtungen
- Metallurgische und verfahrenstechnologische Abstimmung der Zusatzwerkstoffe auf neuartige Grundwerkstoffkonzepte
- Untersuchungen zu den Voraussetzungen für die Erweiterung der DIN EN 1993 auf Offshore-Bedingungen
- Sensorkonzepte für Mehrlagenschweißungen von 3D-Nahtgeometrien an aufgelösten Strukturen
- Automatisiert prüffähige Schweißverbindungen

**Forschungsinitiative**  
 „Erfolgreiche Energiewende durch  
 zukunftsweisende fügetechnische Innovationen für die Windenergie“

**Themenbeispiele**

Bereich	Themen	Ziel	Potenzial Kostenreduzierung
<b>Bemessung, Konstruktion und Zertifizierung</b>	Weiterentwicklung des Nachweiskonzepts „Offshore“ zur Anwendung im Bau aufgelöster Stahlstrukturen: > heute: elementarer Vorbehalt gegen Einsatz höherfester Stähle wegen H <sub>2</sub> -Versprödung > Affinität gegenüber H <sub>2</sub> ist für neue Legierungssysteme/-konzepte zu validieren > Bis zu welcher Festigkeit ist der Einsatz neuartiger Legierungen möglich?	Anwendung höherfester Stähle im EC	Installationsprozess: Gewichtsreduzierung, Blechdickenreduktion kann auch Schweißkosten senken helfen.
	Metallurgische und verfahrenstechnologische Abstimmung der Zusatzwerkstoffe auf neuartige Grundwerkstoffkonzepte	Höhere rechnerische Verbindungsauslastung (sowie größere Prozessfenster in Fertigung bzw. Schweißnahtvolumenreduzierung)	Gewichtsreduzierung und / oder Senkung der Fehlerquote
	Bemessungsseitige Abstimmung zwischen geometrischen und werkstofflich-oberflächenseitigen Montageflanschparametern und geeigneten Fügeelementen	Höhere Auslastung der Flanschverbindung	Gewichtsreduzierung Flansch
	Verfahrensseitige, geometrische, oberflächen- und nachbehandlungsseitige Variation von Verbindungs- und Anbauteilnäherten	Kerbfallerhöhung, EC-konforme Ausnutzung höherfester Stähle bis S690	Gewichtsreduzierung oder Laufzeitverlängerung
	Erweiterung der DIN EN 1993 auf Offshorebedingungen (freie Korrosion, ICCP, Seewasser) durch Erweiterung der in DIN 18088 für Stumpfstöße begonnenen Arbeiten für Kerbfälle an Hohlprofilverbindungen	Nutzung der EC3-Methodik für spezifische Konstruktionsdetails und Umgebungsbedingungen zur Formulierung bruchmechanisch-basierter Anforderungen an die Zähigkeit gegenüber empirischen Werten der Regelwerke.	Die Zähigkeitsanforderungen an die Grundwerkstoffe sind auch von den Schweißverbindungen zu erfüllen.

**Forschungsinitiative**  
 „Erfolgreiche Energiewende durch  
 zukunftsweisende fügetechnische Innovationen für die Windenergie“

**Themenbeispiele**

<b>Herstellung (Fertigung, Prüfung und Fertigungslogistik)</b>	Effizienter Soll- Ist-Abgleich von Querschnittsabmessungen an Hohlprofilen für genaue Nahtvorbereitung bei aufgelösten Strukturen	Reproduzierbare Nahtvorbereitung mit geringen Toleranzen	Voraussetzung für kostensenkenden Einsatz vollmechanisierter / automatisierter Verfahren
	Sensorkonzepte für Mehrlagenschweißung von 3D-Nahtgeometrien an aufgelösten Strukturen	Optimale Bahngenerierung (on-/offline)	Durchlaufzeitverringerung / geringe Fehlerquote
	Abstimmung zwischen automatisierter / vollmechanisierter 3D-Bahnführung und Schweißparametern	Gewährleistung der mechanisch-technologischen und geometrischen Güterwerte	Durchlaufzeitverringerung / geringe Fehlerquote
	Herleitung von begründeten Oberflächenanforderungen nach ISO 8501 für langlebige organische Beschichtungen nach ISO 12944	Schaffung prüfbarer, von Stahlbauer und Beschichter anerkannter Kriterien und zugehöriger Prüfmethoden	Schaffung von Planungssicherheit / Minderung von Projektrisiken aufseiten des Stahlbauers, welche Oberflächenqualitäten abnahmefähig sind.
<b>Installation und Inbetriebnahme</b>	Beschleunigung der Baustellenschweißung unter Offshore-Bedingungen	Enge Einsatzfenster erweitern	Zeitreduktion / Regelwerkskonformität herstellen
	Installationsseitige Abstimmung zwischen Montageflanschparametern und mechanischen Fügeelementen	Reproduzierbares hohes Vorspannkraftniveau mit engen Toleranzen	Montagezeit verkürzen und Wartungsintervalle verlängern
<b>Anlagenbetrieb/ Nutzung</b>	Design automatisiert prüffähiger Offshore-Schweißverbindungen	Konstruktionsrichtlinien und geeignete Prüfeinrichtungen	Tauchereinsätze vermeiden
	Reparaturkonzepte rissbehafteter Unterwasser-Nähte	Thermische, mechanische und hybride Reparaturverfahren entwickeln	Kostengünstige Reparaturlösung für verschiedene Schadensfälle
	Aktiven und passiven Korrosionsschutz im Betrieb insbesondere im Nahtbereich kontrollieren und gewährleisten	Abrostungszugaben reduzieren	Gewichtsreduzierung oder Laufzeitverlängerung