

Daten und Fakten

Strukturuntersuchungen an Komponenten und grossmasstäblichen Modellen

Im Testzentrum Tragstrukturen Hannover bietet das Fraunhofer IWES zusammen mit der Leibniz Universität Hannover als Betreiber Tests und Begleituntersuchungen für Tragstrukturen von On- und Offshore-Konstruktionen und Komponenten von Windenergieanlagen im großen Maßstab (1:9 bis 1:3) an. Dauerbeanspruchungen von Wellen, Wind und Anlagenbetrieb werden im Zeitraffer nachgebildet, so dass bereits nach drei bis vier Monaten belastbare Ergebnisse vorliegen. Somit können Systemreserven quantifiziert und Optimierungspotentiale erschlossen werden. Auch umweltverträgliche Bauverfahrenstechniken lassen sich systematisch bewerten.

Unsere Kompetenzen im Überblick

- Planung, Durchführung und Auswertung von Strukturversuchen
- Analytische und numerische Untersuchungen zum Tragverhalten von Strukturen
- Normenvergleich für Referenzstrukturen
- Begleituntersuchungen wie Erstellung von Wöhlerkurven oder Tests unter klimatischen Einflüssen
- Zyklische Belastungsversuche an Trag- bzw. Gründungsstrukturen/Komponenten im Maßstab bis zu 1:3
- Ermittlung des dynamischen Verhaltens/Ermüdungsverhaltens im »Zeitraffer«

Ermüdungsverhalten von Großkomponenten

Für die ein- und mehraxiale Belastung von Großkomponenten und Tragstrukturen steht ein Spannfeld zur Verfügung, um das Ermüdungsverhalten von On- und Offshore-typischen Strukturen und Neuentwicklungen zu untersuchen. Über ein 1 x 1 Meter Raster von Ankerpunkten können Testaufbauten definiert belastet werden. Für die zusätzliche Lasteinleitung stehen 8 Meter hohe Portalrahmen zur Verfügung.

Betriebsfestigkeitsuntersuchungen

Auf dem Spannfeld können zum Beispiel Schäden an K- oder KK-Knoten aus Stahl und Röhren von Jacket-Strukturen unter einer mehrere Millimeter dicken Beschichtung detektiert und Schädigungs-Parameter für den Einsatz unter stark korrosiven Umweltbedingungen auf See bestimmt werden. Dazu durchlaufen die Stahlknoten mehrere 100.000 Lastwechsel bis zum Anriss. Das Hauptrohr wird dabei beidseitig eingespannt und ein Stutzen mithilfe eines hydraulischen Zylinders zyklisch beansprucht. Analytische und numerische Voruntersuchungen haben gezeigt, dass ein Anriss im Bereich der Schweißnaht zwischen Stutzen und Hauptrohr zu erwarten ist. Mit Dehnungsmessstreifen wird ermittelt, wann der Totalausfall eintritt und in der Praxis die Standfestigkeit der Anlage beeinträchtigen kann. Außerdem kommen weitere zerstörungsfreie Prüfverfahren – zum Beispiel Ultraschalluntersuchung – zum Einsatz.

Klimakammer

Auch der Einfluss von Umweltfaktoren auf Fertigungs- und Reparaturverfahren bei Offshore-Konstruktionen kann im Testzentrum Tragstrukturen in Hannover untersucht werden: In einer begehbaren Klimakammer sind klimatische Umwelteinflüsse exakt einstellbar und reproduzierbar. Diese Testinfrastruktur ermöglicht Zeitrafferversuche, um Korrosionsprozesse oder auch die Dauerhaftigkeiten von Beschichtungssystemen zu untersuchen.

Resonanzprüfmaschine

Neben dem Spannfeld stehen weitere Laboreinrichtungen und Prüfmaschinen für Begleituntersuchungen zur Verfügung: Eine Resonanzprüfmaschine bietet die Möglichkeit, eine hohe Anzahl von Lastwechselzahlen – besonders für Betriebsfestigkeitsuntersuchen an Verbindungsmitteln wie Schrauben oder Schweißnähten, aber auch Betonproben und 3-Punkt-Biegeproben – in einem kurzen Zeitraum umzusetzen. Mit einer Lastkapazität von bis zu 1MN und Frequenzen von 60 bis 80 Hz sind Lastwechselzahlen von 10^7 bzw. 10^8 in kurzen Zeiträumen möglich. Die Prüftechnik ist so ausgelegt, dass sie im Vergleich zu einer servohydraulischen Universalprüfmaschine nur einen minimalen Energieaufwand benötigt.

Grundbauversuchsgrube

Für experimentelle Modellversuche an Gründungselementen steht eine 14 x 9 x 10 m (L x B x T) große Versuchsgrube mit einem Einbauvolumen von ca. 1.260 m³ Boden (vorzugsweise Sand) und den zugehörigen Belastungs- und Sicherungseinrichtungen zur Verfügung. Sie ist ausgestattet mit modernster Mess- und Regeltechnik und wurde für den Eintrag von zyklischen Belastungen mit Prüfkräften bis zu 2 MN ausgelegt. Die geotechnische Versuchsgrube wurde 2014 erstmalig mit einem Sand vom Typ Nordsee-Baugrund befüllt, verdichtet, und anschließend mit Wasser geflutet. Mithilfe variierender Einbauverfahren kann der Modellsand mit unterschiedlicher Lagerungsdichte eingebaut werden. Zusammen mit den Ergebnissen begleitender numerischer Simulationen von Pfahl- und anderen Gründungs- bzw. Tragstrukturen tragen die Daten aus experimentellen Versuchen dazu bei, die Auslegung der Gründungsstrukturen zu optimieren. Auf dieser Basis ist eine materialsparende, logistikerleichternde Dimensionierung möglich.

Bildnachweis: Zentrum Tragstrukturen © Fraunhofer IWES, 09/2022

Technische Daten Spannfeld

- Betonbodenplatte: 18,5 m x 9,5 m (L x B)
- Widerlagerwand: 9,5 m x 10 m x 8 m (L x B x H)
- Ankerpunkte-Raster: 1 x 1 m
- Ankerpunkte: 1 MN Zug- und Drucklasten, 420 kN Schubkraft übertragbar
- 14 Hydraulikzylinder mit Einzelkapazität bis zu 2 MN

Weiterführende Informationen

Das Fraunhofer IWES sichert Investitionen in technologische Weiterentwicklungen durch Validierung ab, verkürzt Innovationszyklen, beschleunigt Zertifizierungsvorgänge und erhöht die Planungsgenauigkeit durch innovative Messmethoden im Bereich der Wind- und Wasserstofftechnologie. Derzeit sind mehr als 300 Wissenschaftler/-innen und Angestellte sowie rund 150 Studierende an neun Standorten beschäftigt: Bochum, Bremen, Bremerhaven, Emden/Leer, Görlitz, Hamburg, Hannover, Leuna und Oldenburg.

Kooperationspartner



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Kontakt

Dr.-Ing. Alexander Schenk
Abteilungsleiter
Tragstrukturen
Telefon: +49 471 14290-575
alexander.schenk@iwes.fraunhofer.de

Severin Spill, M.Sc.
Stv. Abteilungsleiter
Tragstrukturen
Telefon: +49 471 14290-574
severin.spill@iwes.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme IWES
Merkurstraße. 13, 30419 Hannover
www.iwes.fraunhofer.de