

Entwicklung einer Methode zur Auslegung von gewichtsoptimierten Multimaterial-Sandwichbauweisen für Windkraftanlagen durch Finite-Elemente-Analysen (SANDWICH-SIM)

Laufzeit: 9/2012 - 8/2016

Projektpartner: LS Konstruktionslehre und CAD, LS Polymere Werkstoffe Bayreuth

Inhalte/Ziele: Leichte, gewichts- und ressourcenoptimierte Komponenten spielen eine Schlüsselrolle im Strukturleichtbau des 21. Jahrhunderts. Bei ressourceneffizienten Mobilitäts- und Energiekonzepten bieten moderne Sandwichbauweisen ein hohes Potential zur Gewichtseinsparung und tragen zur Steigerung der Energieeffizienz bei. Durch die Energiewende ist besonders in der Windenergiebranche ein extremer Nachfrageanstieg in Hinblick auf Windenergieanlagen größerer Leistung (2 bis 7 MW) zu verzeichnen. Die Leistung dieser Anlagen steigt quadratisch mit dem Rotordurchmesser. Längere Rotoren verschärfen die Anforderungen an den Strukturleichtbau der Rotoren. Hier spielen Sandwichbauweisen im Rotorblatt eine wichtige Rolle. Ein beliebtes Material in der Rotorblatffertigung ist Balsaholz als Kernwerkstoff in Sandwichkomponenten, da es sich durch einen hohen Schubmodul ($G_{\text{Balsaholz}} = 100 \text{ MPa bis } 200 \text{ MPa}$) bei gleichzeitig geringer Dichte ($\sim 200 \text{ g/l}$) als natürlicher Verbundwerkstoff auszeichnet. Die begrenzte Verfügbarkeit des Tropenholzes, die klimaabhängigen Eigenschaftsschwankungen oder die Zersetzungsfahr durch Wasseraufnahme sowie das Brandverhalten sind jedoch Probleme, welche die Suche nach alternativen Kernmaterialien katalysieren. Zur Substitution von Balsa können beispielsweise Polymerschäume als synthetische Kernmaterialien eingesetzt werden. Sie sind in ihrer Dichte kontrollierbar, sind gegen Zersetzung und Pilzbefall resistent und herstellungsbedingt wesentlich homogener in den mechanischen Eigenschaften.

Das Forschungsvorhaben „Sandwich-SIM“ verfolgt das Ziel, Berechnungsmethoden zur konstruktiven Auslegung von gewichtsoptimierten Multimaterial-Sandwichbauweisen durch FEA zu entwickeln, welche auf die Auslegung flächiger, gekrümmter Sandwichbauteile ausgerichtet sind.

Die Herausforderungen in der Vorhersage großflächiger Sandwichbauteile liegen in:

- Der umfassende Erforschung des Eigenschaftspotentials von Sandwichen mit Polymerkernschicht und die korrekte Interpretation des Werkstoffverhaltens, insbesondere der Schädigungsmechanismen (Deckschichttrisse, Kernschubversagen, Deckschichtknittern, Ausbeulen, etc.) und deren Übertragung auf die FE.
- Der Betrachtung von Fertigungseffekten (z.B. Abstützungseffekte durch Einschnitte und Versteifungsrippen) und die Erstellung von Materialtests als Eingangsdaten für eine realitätsnahe FEA.
- Der Abbildung komplexer, realistischer Geometrien innerhalb der FE bei gleichzeitig akzeptabler Rechenzeit.
- Der Realisierung von wirklichkeitsnahen Belastungskollektiven der Simulation zur Lebensdauervorhersage unter Berücksichtigung des Versagens.
- Der Ermöglichung von variable Materialkombinationen, veränderlichen Schichtdicken, und Schnitt Geometrien innerhalb der Simulation durch flexibles Preprozessing (Cuts & Grooves Generator) und Optimierung der Struktur in der FEA.

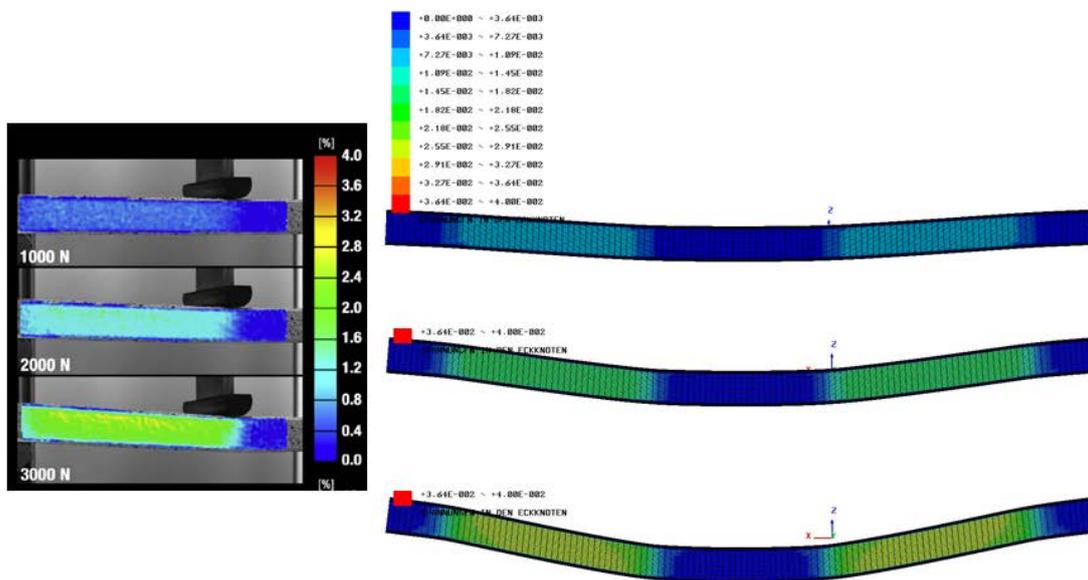


Abb. 1: Vergleich 4-Punkt Biegetest vs. FEM Simulation