

BELASTUNGSSPITZEN

Lebensdauerabschätzung für Faserverbundbauteile mittels Schadensparameter-Wöhlerliniensystem

Um über die Dimensionierung stationär belasteter Faserverbundbauteile hinaus auch zyklisch belastete Strukturen beanspruchungsgerecht auslegen zu können, wurde am Leichtbau-Zentrum Sachsen (LZS) ein Wöhlerliniensystem etabliert, das sich effizient für die rechnerische Lebensdauerabschätzung von Faserverbundbauteilen einsetzen lässt.

Für die Dimensionierung von Faserverbundbauteilen haben sich in der Vergangenheit Ansätze zur Festigkeitsbewertung etabliert, die auf der Analyse lokal interagierender material- und beanspruchungsspezifischer Versagensmodi basieren. Zu nennen sind hier das Versagensmoduskonzept nach Cuntze oder das Konzept der kritischen Schnittebene nach Puck, die mit vertretbarem experimentellen Charakterisierungsaufwand einen treffsicheren rechnerischen Festigkeitsnachweis für stationär oder kurzzeitig belastete Bauteile aus faserverstärkten Materialien ermöglichen.

Auslastung als Schadensparameter

Warum also nicht die beschriebenen Faserverbund-Festigkeitskriterien auch für die Lebensdauerabschätzung zyklisch belasteter Bauteile verwenden? Auf Grundlage dieser Idee wurde am LZS ein Wöhlerliniensystem entwickelt, das sich in Analogie zu Konzepten für metallische Werkstoffe effizient für die Vorauslegung, den Variantenvergleich sowie für den rechnerisch gestützten Betriebsfestigkeitsnachweis von Faserverbundbauteilen einsetzen lässt.

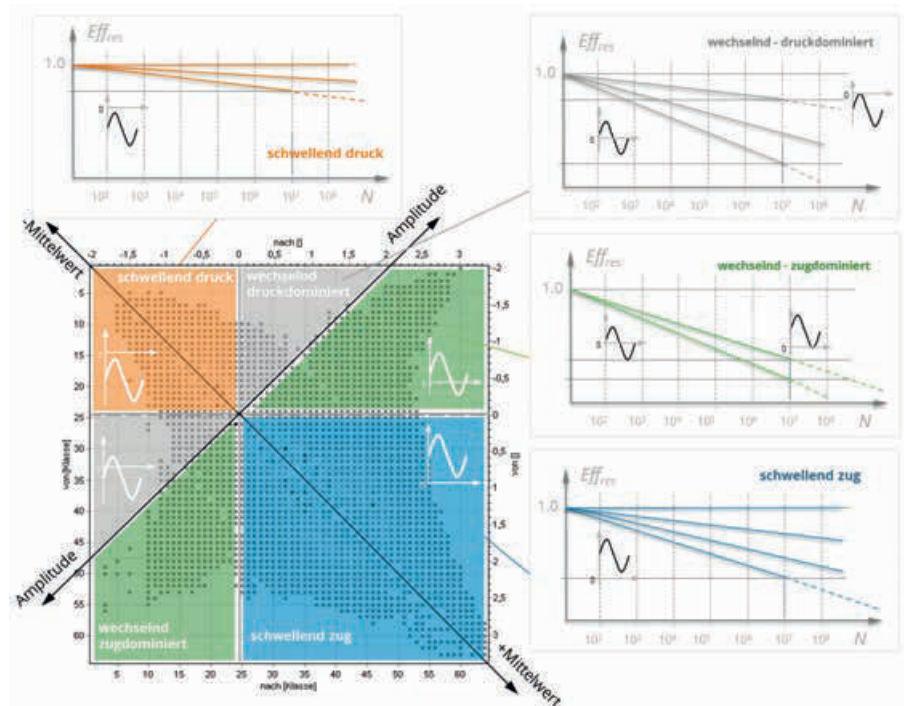
Grundgedanke der Methode ist die Etablierung der mittels Versagensmoduskonzept nach Cuntze berechneten Materialauslastung als faserverbundspezifischen Schadensparameter. Er wird für die auftretenden äußeren Lasten ermittelt und dann einer Schadensakkumulationsrechnung zugeführt.

Infolge der Verwendung des Cuntze-Schadensparameters ergibt sich für die Bewertung der Schwingfestigkeit ein festigkeitsnormiertes Wöhlerliniensystem, das alle möglichen Belastungsarten und Lastverhältnisse abdeckt und mittels statischer und zyklischer Versuche an spezifischen Kalibrierpunkten effizient kalibrierbar ist.

Für die Vorauslegung von Bauteilen ist es dabei ausreichend, das vorkonfigurierte System anhand statischer Festigkeitskennwerte auf das jeweilige Material abzustimmen. Eine Feinkalibrierung der Wöhlerlinienscharen auf Probekörper- und Strukturebene ist analog zu Systemen für metallische Werkstoffe jederzeit möglich.

Rechnerische Lebensdauerabschätzung

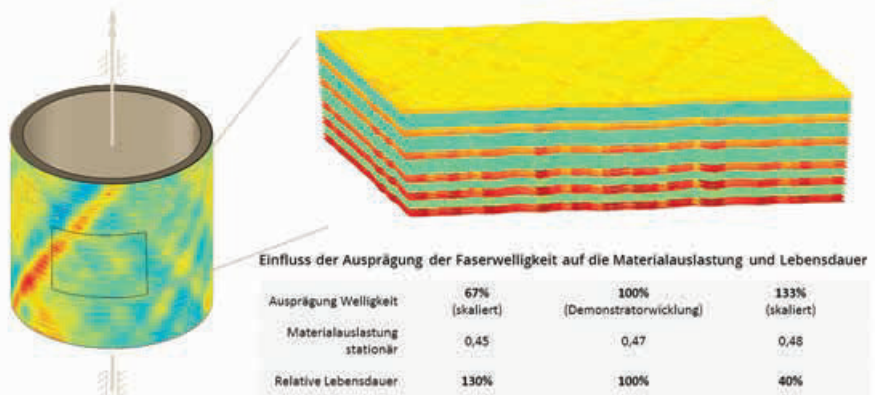
Als Ergebnis der Entwicklungsarbeit steht ein faserverbundspezifisches Wöhlerliniensystem zur Verfügung, das sich im Sinne eines örtlich-elastischen Konzeptes für den rechnerisch gestützten Betriebsfestigkeitsnachweis von Faserverbundbauteilen



Lastspektrum, Belastungsarten und Wöhlerliniensystem

CFK-Rotor mit fertigungsinduzierten Imperfektionen

FE-Simulationsmodell Wickelpaket mit skalierbarer Ausprägung von Faserwelligkeiten



Lebensdauerabschätzung CFK-Rotor mit fertigungsbedingten Imperfektionen

einsetzen lässt. Das Anwendungsspektrum reicht dabei von der Vorauslegung und dem Vergleich von Konstruktionsvarianten bis hin zur Bewertung des Einflusses fertigungsbedingter Imperfektionen auf die Bauteillebensdauer.

Weitere Informationen:

Leichtbau-Zentrum Sachsen (LZS) GmbH, Dresden,
Berechnung und Methodenentwicklung,
www.lzs-dd.de

Matthias Berner,

+49 (0) 351 / 463-426 17, berner@lzs-dd.de

Dr.-Ing. Ulf Martin,

Vorsitzender Geschäftsführer, martin@lzs-dd.de

