

Hochfeste und hochsteife hybride Schichtverbunde für großseriennahe Anwendungen im Leichtbau (3HSL)

Teilprojekt 6 im DFG-Verbundprojekt

Charakterisierung des Degradationsverhaltens und numerische Simulation der Versagensmechanismen

Projektbeginn: 01.06.2011

Projektende: 30.09.2013

Ziele:

Hybride Schichtverbunde sind heutzutage aus dem Leichtbau nicht mehr wegzudenken. Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) werden seit einigen Jahren auch mit Metallschichten verbunden, um Kosten einzusparen und zusätzlich die Vorteile duktilen Materialverhaltens zu erzielen.

Aufgrund der geforderten kurzen Taktzeiten kommen als CFK-Matrixsysteme vor allem Thermoplaste in Frage. Um sehr hohe spezifische Festigkeiten und Steifigkeiten zu erzielen, werden die Kohlenstofffasern als Verstärkung eingesetzt. Aus der Vielzahl der Metalle wurden für den Hybridverbund Titan- und Aluminiumlegierungen ausgewählt, da diese Legierungen in Kombination mit CFK die höchsten Leichtbaupotentiale bieten. Darüber hinaus ergeben sich weitere Vorteile hinsichtlich Dämpfung, Schallabstrahlung und Schadenstoleranz.

Abbildung 1 zeigt den Aufbau der Verbundschichtsysteme aus Titan- bzw. Aluminiumdünnblechen mit CFK-Lagen, wobei die Kohlenstofffasern in einer thermoplastischen Matrix eingebettet sind. Dadurch soll eine hohe Umformbarkeit der flächigen Halbzeuge sowie eine hohe Herstellungsgeschwindigkeit erreicht werden. Die metallische Oberfläche des hybriden Mehrschichtverbundes bietet zudem die Möglichkeit einer einfachen Oberflächenveredelung mit konventionellen Technologien.

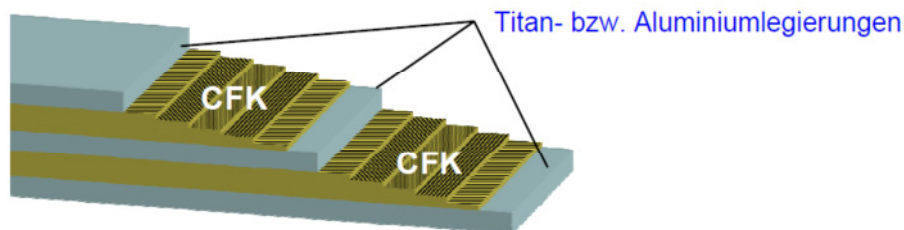


Abbildung 1: Schematische Darstellung des hybriden Mehrschichtverbundes

Ein weiteres Ziel ist die Ermittlung der Einsatzgrenzen für eine Oberflächenveredelung bei den ausgewählten Verbundkombinationen.

Vorgehensweise:

Für eine optimierte Materialentwicklung sind sowohl technologiespezifische als auch werkstoffmechanische Fragestellungen zu lösen. Über umfassende numerische Betrachtungen der Schädigungsmechanismen sowie der auftretenden Degradation der hybriden Laminare soll das Verständnis des Verbundwerkstoffs vertieft sowie die Grundlage für spätere Bauteilberechnung mittels Simulationsmodellen geschaffen werden.

Dazu ist zunächst ein Interface-Engineering des Polymer-Metall-Verbundes zu entwickeln. Im Vordergrund des Verbundprojektes steht die optimale Verbindung von Metall und CFK, indem die Schwachstellen der Einzelkomponenten vermieden und die Vorteile gestärkt werden.

Im Einzelnen werden in diesem Teilprojekt folgende Punkte bearbeitet:

- Numerische Charakterisierung des Degradationsverhaltens
- Numerische Simulation der Versagensmechanismen
- Kopplung und Anwendung angepasster Versagensmodelle auf unterschiedlichen Längenskalen
- Beschreibung des Degradationsverhaltens für unterschiedliche Belastungsfälle
- Erarbeitung des Verbesserungspotentials der Werkstoffe

Partner:

TU Chemnitz, Professur für Strukturleichtbau und Kunststoffverarbeitung (SLK)

Prof. Dr.-Ing. habil. L. Kroll

- Entwicklung eines hybriden CFK-Mehrschichtverbundes mit Faserhalbzeugen
- Entwicklung einer serientauglichen Herstellungstechnologie für Hybrid-Laminare
- Untersuchung des vibroakustischen Verhaltens der Hybrid-Schichtverbunde

TU Chemnitz, Professur für Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik (IWP)

Prof. Dr.-Ing. habil. R. Neugebauer

- Entwicklung von Herstellungsverfahren und Fertigungsverfahren (Konsolidierung, Umformung, Formgenauigkeit)
- Untersuchungen zur Umformbarkeit und spanenden Bearbeitung
- Metallografische Untersuchungen des Verbundes nach der Umformung (Delamination, Gefüge, Versagen)

TU Chemnitz, Lehrstuhl für Verbundwerkstoffe (LVW)

Prof. Dr.-Ing. habil. B. Wielage

- Entwicklung eines optimalen Interface-Engineerings
- Mikrostrukturierung und Auslegung des Interfaces für hybride Mehrschichtverbunde unter dem Gesichtspunkt der ganzheitlichen Grenzflächenoptimierung
- Charakterisierung von Struktur und Eigenschaften des Interfaces
- Charakterisierung von korrosiver und tribologischer Beanspruchung und Alterung

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. Köln (DLR)

Dr.-Ing. J. Hausmann

- Charakterisierung der statischen und dynamischen Verbundeigenschaften
- Evaluierung des Versagensverhaltens des Hybrid-Laminates
- Experimentelle und mikroanalytische Untersuchung von Alterungsphänomenen
- Numerische Entwicklung einer geeigneten Interface-Topografie hinsichtlich Porosität, Rauheit und Oberflächenstruktur

Universität des Saarlandes, Lehrstuhl für Technische Mechanik (LTM)

Prof. Dr.-Ing. S. Diebels

- Formulierung von Werkstoffmodellen zur Materialbeschreibung und deren Implementierung
- Simulation des schichtdickenabhängigen Materialverhaltens von Hybridmaterialien
- Berechnung effektiver Materialeigenschaften im hybriden Schichtverbund
- Strukturberechnungen zum Deformationsverhalten

Danksagung:

Die Untersuchungen werden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert. Wir danken für die finanzielle Unterstützung.

Ansprechpartner:

Dipl.-Math. techn. Stefan Küster

Tel.: +49 (0)711 685-63045

Fax: +49 (0)711 685-62635

E-Mail: stefan.kuester@imwf.uni-stuttgart.de

Dr.-Ing. Ulrich Weber

Tel.: +49 (0)711 685-63055

Fax: +49 (0)711 685-62635

E-Mail: ulrich.weber@imwf.uni-stuttgart.de

Prof. Dr. rer. nat. Siegfried Schmauder

Tel.: +49 (0)711 685-62556

Fax: +49 (0)711 685-62635

E-Mail: siegfried.schmauder@imwf.uni-stuttgart.de