

HOTFORMING

Herstellung von Prepreg-Preforms auf Basis der Warmumformung von Vorgelegestapeln

07/2017 – 06/2019

Ausgangssituation

Prepregmaterialien sind aufgrund ihrer hohen spezifischen mechanischen Eigenschaften, der einfachen Herstellungstechnologien und sonst unerreichten Laminatqualität, hervorragend für die Herstellung großflächiger Bauteile in der Luft- und Raumfahrt geeignet. Für die Verwendung von Prepregs in kleineren und komplexen Geometrien müssen geeignete Verfahren, wie das „Hotforming“, wissenschaftlich untersucht werden, um die Wirtschaftlichkeit zu erhöhen.

Hotforming beschreibt einen Prozess, bei dem ein Prepregstapel zunächst erwärmt und anschließend aufgrund der somit verbesserten Umformbarkeit mittels Vakuumbaube an einer Werkzeugkontur umgeformt wird. Durch Hotforming wird die Lücke zwischen der schon heute automatisierbaren ebenen Prepreg-Ablage (z.B. mittels automatischem Fiber-Placement, AFP, oder automatischem Tape-Legen, ATL) und der eigentlichen Bauteilgestaltung komplexer Profile geschlossen.

Die automatisierte Prepreg-Ablage ist für konturreiche, gekrümmte Bauteile unproduktiv und instabil sowie für konkave Bereiche gänzlich unmöglich. Somit ist eine einfache Substitution des manuellen Drapierens durch automatisierte Verfahren nicht zielführend. Hotforming verbindet eine effiziente ebene Prepreg-Ablage sowie die Herstellung konturreicher, komplexer Profile durch eine warmumgeformte Preform. Dazu muss die Warmumformbarkeit wissenschaftlich prozesssicher beschrieben und für eine gegebene Bauteilkonstruktion beurteilt werden können.

Forschungsziel

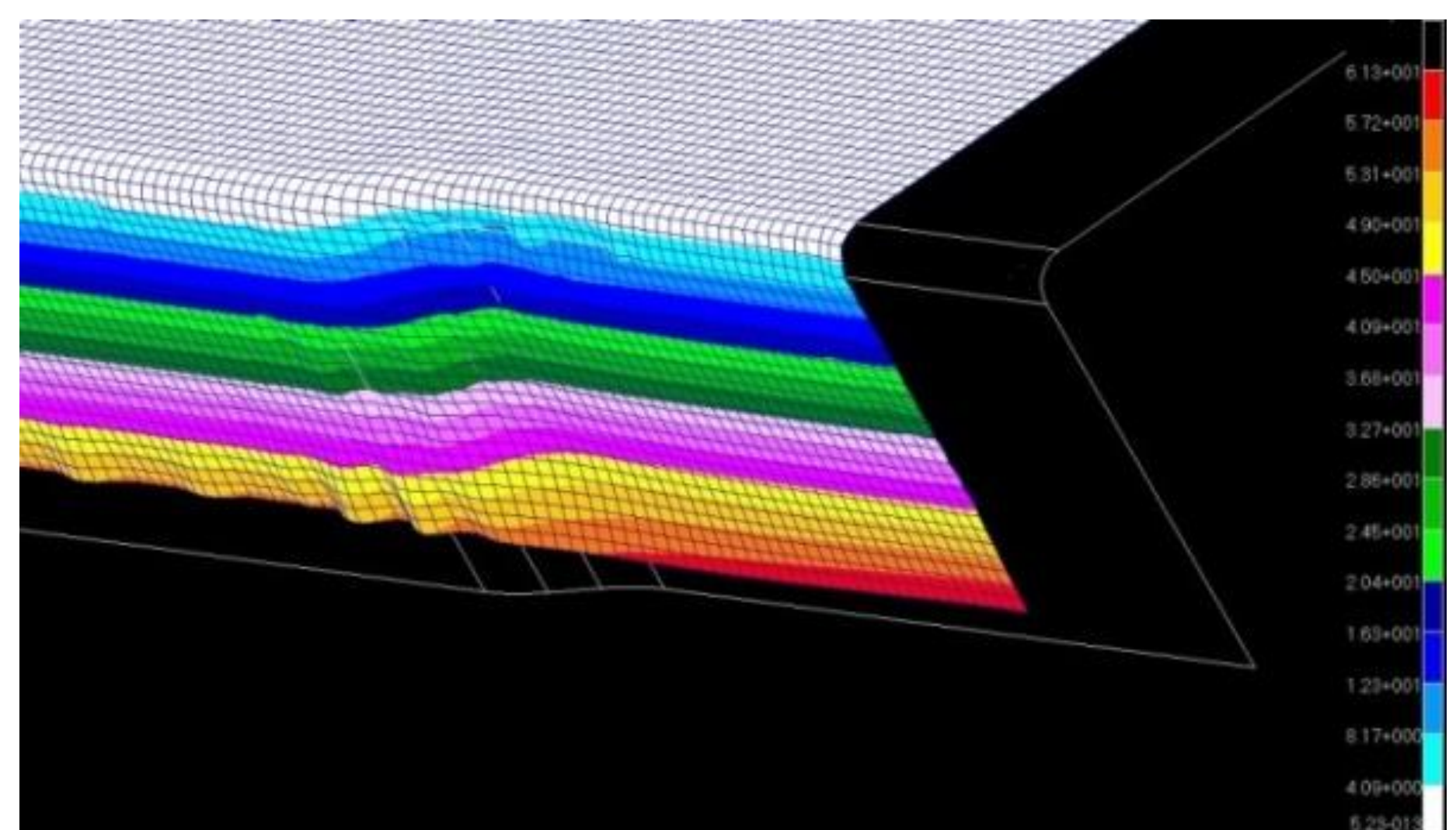
Im Projektverlauf soll neben der Verfahrensentwicklung zur Herstellung von Prepreg-Preforms durch systematische Erforschung der physikalischen Wirkmechanismen bei der Warmumformung ein tiefgreifendes Prozessverständnis als Grundlage der notwendigen Prozessfähigkeit geschaffen werden.

Die Fähigkeit der Verfahrenstechnologie soll anhand von Bauteilen mit einfachen und komplexen Umformzonen durch Versuche sowohl an nichtausgehärteten Prepreg-Stapeln als auch an ausgehärteten Laminaten demonstriert werden. Im Ergebnis des Projekts werden zur Unterstützung bei der Konstruktion und Auslegung zukünftiger thermogeformter Bauteile Design-Prinzipien und Prozessparameter für die Technologie abgeleitet und dem Bearbeiter als Hilfsmittel zur Verfügung gestellt. Die zu entwickelnde Methodik ist darauf ausgerichtet, neue Bauteile auf deren Machbarkeit und den dafür benötigten Aufwand zu überprüfen.

Ergebnis

Innerhalb des Verbundprojektes konnten experimentelle Ergebnisse und Erfahrungen gesammelt werden, die es den Projektpartnern zukünftig ermöglichen, das Verfahren der Warmumformung von Vorlegestapeln erfolgreich im Unternehmen einzusetzen. Damit konnte ein Wettbewerbsvorteil gegenüber Mitbewerbern erreicht und technisches Know-How gesichert werden.

Die erreichten Ergebnisse umfassen unter anderem die Erkenntnis über die relevanten Materialeigenschaften für den Umformprozess, die Beurteilung von Einflussgrößen auf den Fertigungsprozess und damit auf die Qualität der Bauteile, ein Design- und Prozesshandbuch sowie ein Basiskonzept für die numerische Simulation des Umformprozesses.



Bedeutung

Die Möglichkeit, komplexe Strukturen besonders kostengünstig, schnell und reproduzierbar aus duroplastischen Prepreg-Preforms herzustellen, hat eine große Bedeutung für die Anwendung von Faserverbundwerkstoffen.

Auf Basis der Untersuchungen wird künftig der Serienanlauf warmumgeformter Bauteile vorbereitet und die Serienproduktion begleitet. Der wirtschaftliche Ertrag wird dabei durch die schnellere Umsetzung beim Serienanlauf, geregelte und automatisierte Prozesse bei der Fertigung warmumgeformter Bauteile und durch eine Reduzierung des Bauteilausschusses von etwa 5 % auf 1 % signifikant gesteigert.