

KOMPENSATION DES HERSTELLUNGSBEDINGTEN VERZUGES VON CFK/GFK-BAUTEILEN

Entwicklung und Durchführung neuartiger Materialversuche

01/2014 – 03/2016

Ausgangssituation

Faserverbundbauteile dringen im Bereich des Flugzeugbaus aber auch in anderen Branchen in immer mehr strukturelle Anwendungen vor. Beispiele sind komplette Rumpfstrukturen aus CFK im Airbus A350 und tragende Karosseriestrukturen im Sportwagenbau. Zur Verhinderung von Zwangskräften im Montageprozess und zur Erzielung enger Baugruppentoleranzen werden an die Faserverbundteile sehr hohe Anforderungen an die zu erzielenden Geometrietoleranzen gestellt. Durch verschiedene physikalische und chemische Prozesse kommt es aber während der Fertigung zu teilweise erheblichen Verzugserscheinungen. Gründe dafür sind beispielsweise die Harzschrumpfung, thermische Prozesse bei der Verarbeitung des thermisch anisotropen Werkstoffs CFK als auch die Wechselwirkung zwischen Bauteil und Fertigungsform. Diese Effekte lassen sich im heutigen Stand der Technik nicht mit ausreichender Genauigkeit simulieren. Dies führt unter anderem dazu, dass eine Prognose zu erreichbaren Fertigungstoleranzen nahezu unmöglich ist. Auch deren Abhängigkeit von Material- oder Prozessparameterschwankungen ist nicht vollständig geklärt.

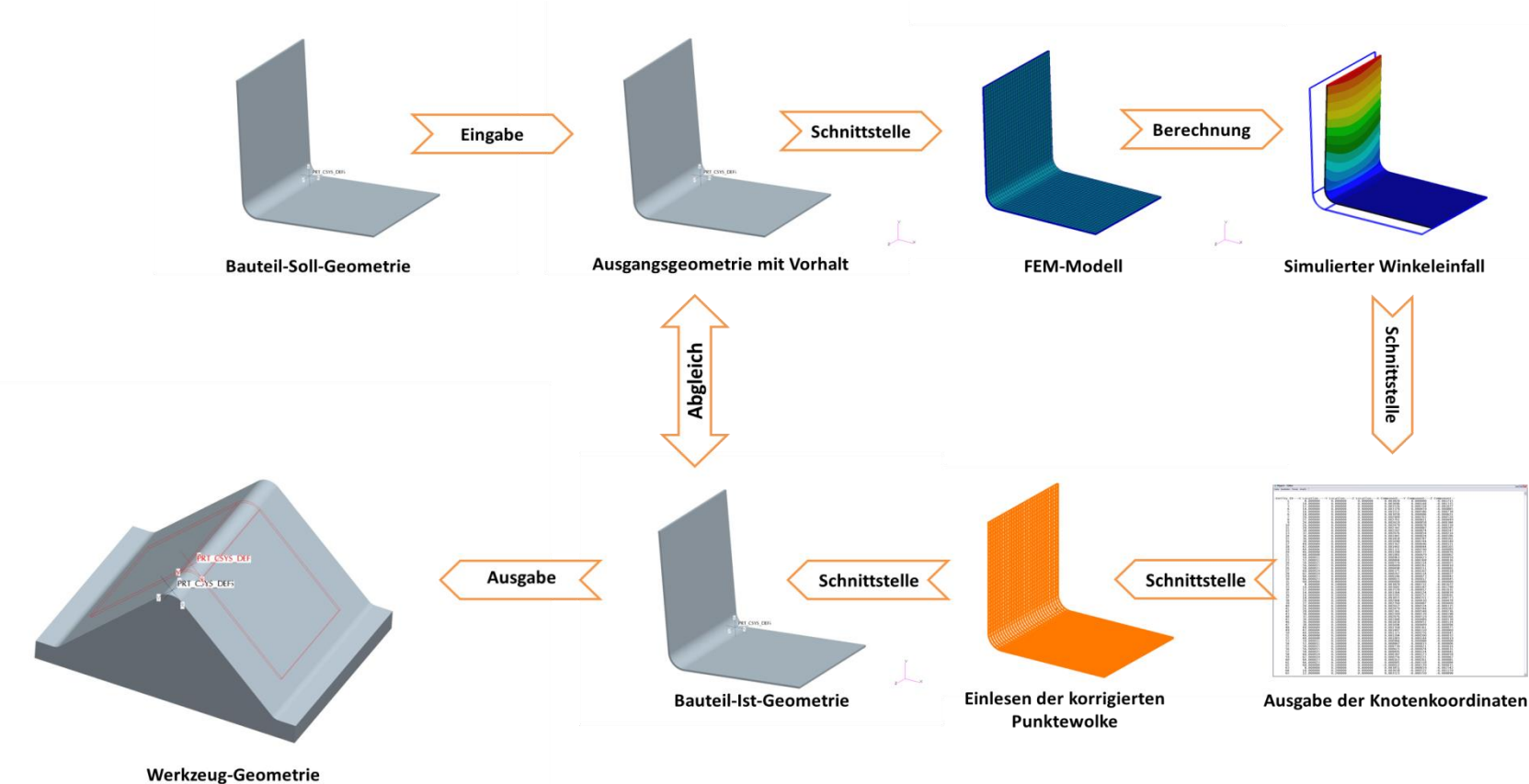
Forschungsziel

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung neuer Methoden zur Korrektur von Fertigungsformen bezüglich des Winkeleinfalls von Faserverbundbauteilen im Autoklavprozess. Dazu müssen auch für komplexe Bauteile die chemisch-physikalischen Zusammenhänge verstanden und diese in entsprechenden Berechnungsmodellen umgesetzt werden. Dies ist nicht möglich, ohne neue experimentelle Methoden zur Bestimmung aller zusätzlich notwendigen Materialparameter zu entwickeln und eventuelle Änderungen bezüglich der Fertigungsprozesse zu ergründen. Insbesondere ist der Einfluss der Schwankungen in den Materialeigenschaften (z.B. Fasergehalt, lokale Faserorientierung) auf die erzielte Ist-Geometrie nicht aufgeklärt. Ein Zusammenhang zwischen den Schwankungsbreiten von Prozessparametern und den Schwankungen der (geometrischen) Produkteigenschaften lässt sich derzeit nicht herstellen.

Ergebnis

Hierzu wurden die wirksamen Phänomene im Material und aus der Fertigung herausgearbeitet, in modellierbare Parameter umgewandelt und anschließend in entsprechenden Berechnungsmodellen zur Vorhersage des Verzugsverhaltens für beliebig komplexe Prepregbauteile implementiert. Die dazu erforderlichen Materialparameter für die Simulation wurden

anhand experimenteller Strukturversuche in Kombination mit einer numerischen Methodik basierend auf einem evolutionären Optimierungsverfahren ermittelt. Daneben wurde der Einfluss von Eigenspannungen und Parameterschwankungen auf den Fertigungsprozess experimentell charakterisiert und als Resultat ein robuster Prozess mit deutlich reduzierten Bauteiltoleranzen abgeleitet. Neben der Gesamtmethodik, die im Ergebnis verzugskompensierte Fertigungsformen liefert, wurde ein schnelles Programm zur Vorhersage des Bauteilverzugs an einfachen Winkelproben entwickelt.



Gesamtmethodik am Beispiel eines Winkelprofils

Bedeutung

Die entwickelte Methode führt auf Dauer zu einer deutlichen Verbesserung der Gesamtbilanz bei der Prepregverarbeitung und wird die Fertigungsqualität insgesamt verbessern. Aufwendige Nachbearbeitungen infolge unvorhersehbarer Geometrieverzugs können damit vermieden werden. Die Prognose der erreichbaren Geometrietoleranzen wird frühzeitig zur Wahl geeigneter, konstruktiver Konzepte führen und vermeidet damit Schwierigkeiten im Serienfertigungsprozess. Der gesamte Konstruktions- und Entwicklungsprozess der Formwerkzeuge wird darüber hinaus deutlich verkürzt. Kostenintensive Korrekturschleifen bei der Fertigung von Formwerkzeugen können gänzlich entfallen.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages