

ANPASSUNG ERWÜNSCHT ADAPTION DESIRED

Simulationsmethoden für sequenzielles Preforming

Das in der Industrie etablierte Verfahren des sequenziellen Preformings kann künftig effizienter gestaltet werden, um bisherige Einsatzgrenzen zu überwinden und neue Einsatzfelder zu ermöglichen. Am ITM der TU Dresden wurden dazu Simulationsmethoden für die virtuelle Preform-Entwicklung unter Anwendung hochdrapierbarer Verstärkungshalbzeuge untersucht.

Beim Ausformen textiler Verstärkungshalbzeuge zu komplexen doppeltgekrümmten Geometrien werden die Fadensysteme zueinander geschert. Das Schervermögen ist jedoch begrenzt und führt bei einer Überschreitung zu einer bauteilkritischen Faltenbildung. Durch die Verwendung hochdrapierbarer Verstärkungshalbzeuge kann dies zwar herausgezögert werden, viel entscheidender ist aber, dass die Fertigung komplexer Bauteile durch die Reduzierung von Teilschnitten effizienter gestaltet wird. Hierzu sind jedoch umfangreiche Kenntnisse zum Materialverhalten sowie zu den Simulationsmethoden notwendig.

Innovatives Messsystem

Durch eine neuartige optische Messvorrichtung kann neben dem Kraft-Verformungsverhalten auch die lokale Oberflächen deformation während des Scherversuchs aufgenommen werden (Abb. 1). Außerdem ist das in Zusammenarbeit mit der TU Budapest entwickelte Messsystem sehr einfach zu handhaben und kostengünstig.

Die generierten Informationen zeigen eindrucksvoll das vor allem bei $\pm 45^\circ$ -CF-Gelegen auftretende richtungsabhängige Scherverhalten (Abb. 2). Das innovative Messverfahren stellt somit eine Basis für den Konstrukteur sowohl bei der Materialauswahl als auch für die Prozesssimulation während der virtuellen Produktentwicklung dar.

Simulationsmethoden im Vergleich

Welche Simulationsmethoden günstig sind, hängt neben dem Material auch stark vom individuellen Produkt, dessen Komplexität und Beanspruchung sowie von den verfüg-

Simulation methods for sequential preforming

The sequential preforming process established in the industry can in future be made more efficient to overcome current application limits and simultaneously open up new fields of application. For this purpose, simulation methods for virtual preform development using highly drapeable semi-finished reinforcing materials were investigated at the ITM of TU Dresden.

As textile reinforcing semi-finished products are formed into complex double-curved geometries, their yarn systems are sheared to each other. However, the shearing capacity is limited leading to critical fold formation when exceeded. Although this process can be delayed by using highly drapeable reinforcing semi-finished products, it is much more important to enhance the efficiency of the production of complex components by reducing the number of partial cuts. However, extensive knowledge of material behavior and simulation methods is required.

Innovative measuring system

In addition to the force-deformation behaviour, the local surface deformation can also be recorded during the shear test using the innovative optical measuring device (Fig. 1). The measuring system developed in cooperation with the Technical University of Budapest is very easy to handle and cost-effective.

The generated information impressively reveals the direction-dependent shearing behaviour, which occurs mainly in the case of $\pm 45^\circ$ CF fabrics (Fig. 2). The innovative measuring method thus provides a basis for engineers in terms of material selection and process simulation during virtual product development.

Simulation methods compared

The selection of a suitable simulation method depends not only on the material but also on the individual product, its complexity, the stress affecting it, and the available resources. For product development, it is crucial to assess the efforts and bene-

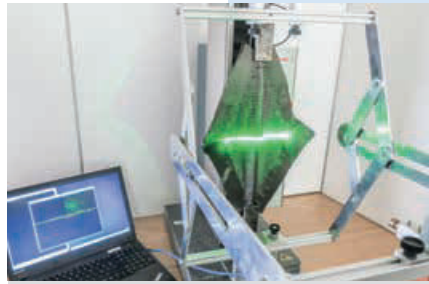


Abb. 1: Scherrahmenversuch mit laser-optischer Erfassung der lokalen Oberflächen deformation

Fig. 1: Shear frame test with laser-optical detection of local surface deformation

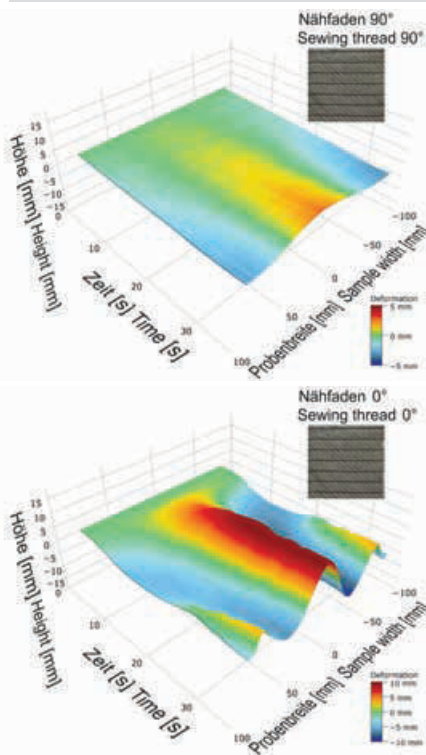


Abb. 2: Lokale Oberflächen deformation während des Scherrahmenversuchs eines $\pm 45^\circ$ -CF-Biaxialgeleges – Prüfung quer (li.) und in Nähfadenrichtung (re.)

Fig. 2: Local surface deformation during the shear frame test of a $\pm 45^\circ$ CF non-crimp fabric – testing transverse to the (l.) and in (r.) sewing thread direction

baren Ressourcen ab. Für die Produktentwicklung ist es entscheidend, den Aufwand und Nutzen der kinematischen Drapiersimulation bzw. der FE-basierten Umformsimulation vorher abzuschätzen und diese zielgerichtet einzusetzen.

Anhand industrienaher Demonstratoren und Schikanengeometrien wurden durch umfangreiche experimentelle und simulationsgestützte Untersuchungen mit hochdrapierbaren Materialien geeignete Einsatzszenarien der verschiedenen Simulationsmethoden erarbeitet. Die Vorteile der kinematischen Drapiersimulationen zeigten sich dabei schnell, da mit deutlich weniger Eingangsgrößen bereits erste Ergebnisse erzielt werden können. Insbesondere zu Beginn der Produktentwicklung erleichtert dies die Ermittlung von Preform-Vorzugsvarianten.

Im Gegensatz hierzu ist für die FE-basierte Umformsimulation ausgehend vom 3D-CAD-Modell meist ein zusätzlicher Modellierungsaufwand nötig (Abb. 3). Allerdings berücksichtigt diese das Materialverhalten und die Prozessparameter und die Ergebnisse bieten einen höheren Informationsgehalt.

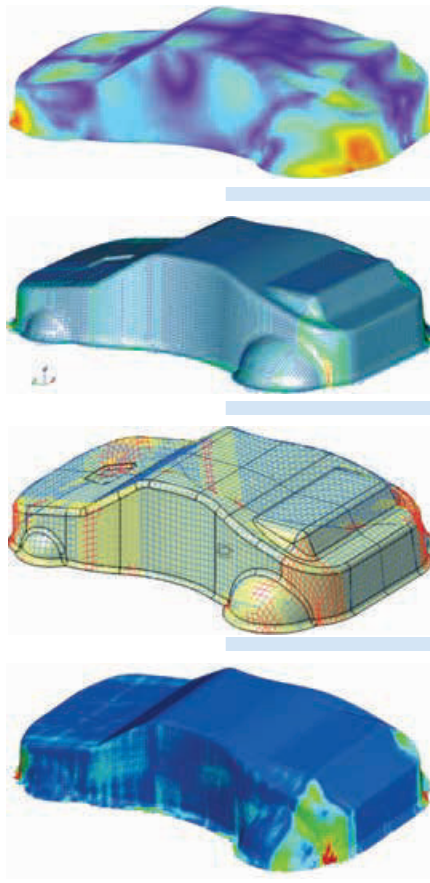


Abb. 3: Vergleich von Softwarelösungen zur kinematischen Drapiersimulation (a, b, c) und FE-basierter Umformsimulation (d)
 Fig. 3: Comparison of software solutions used for kinematic drape simulation (a, b, c) and FE-based forming simulation (d)

Messergebnisse für die Praxis

Auch weitere Gesichtspunkte wie Performance, Genauigkeit oder Praxistauglichkeit hinsichtlich der Zuschnittzerlegung für komplexe Bauteile wurden genau unter die Lupe genommen. Da seitens der Industrie große Wissenslücken speziell im Umgang mit hochdrapierbaren Materialien aber auch allgemein mit der Drapiersimulation bzw. der FE-basierten Umformsimulation bestehen, wurden die gewonnenen Erkenntnisse für die Konstrukteure in Form von Handlungsempfehlungen aufgearbeitet und zusammengefasst.

Zusammen mit der innovativen Messvorrichtung stehen zukünftig geeignete Hilfsmittel zur Charakterisierung textiler Verstärkungshalbzeuge sowie zur Auslegung komplexer Faserkunststoffbauteile zur Verfügung.

fits involved in kinematic drape simulation or FE-based forming simulation in advance, and thus to apply them purposefully.

By means of industry-oriented demonstrators and chicane geometries, extensive experimental and simulation-supported investigations with highly drapeable materials enabled us to develop suitable application scenarios for different simulation methods. The advantages of kinematic drape simulations quickly appeared, as initial results can be achieved with considerably fewer input parameters. Especially at the beginning of product development, this facilitates the determination of preferred preform variants.

In contrast, FE-based forming simulation, based on a 3D CAD model, typically requires additional modelling efforts, but takes into account material behavior and process parameters, thus offering results with higher information content (Fig. 3).

Test results for application

Other aspects, such as performance, accuracy, or practicality with regard to cutting for complex components, were also carefully examined. In order to close the industry's gaps in knowledge, which exist in particular in the handling of highly drapeable materials and also in general with drape simulation and FE-based forming simulation, the findings gained were processed and condensed to formulate recommendations for engineers.

Together with the innovative measuring device, suitable tools for characterizing textile reinforcing semi-finished products and for designing complex fibre plastic components will be available in the future.

March 6-7-8, 2018 JEC WORLD 2018 <small>The Leading International Composites Show</small>	Hall 5 E56
---	-----------------------------

Weitere Informationen/Further information:

Dipl.-Ing. Stefan Rothe,
 Wiss. Mitarbeiter, Professur für Konfektionstechnik, Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM), TU Dresden/
 Research Associate, Professorship of Ready-Made Technology, Institute of Textile Machinery and High Performance Material Technology (ITM), TU Dresden,
 +49 (0) 351 / 463-393 19, Stefan.Rothe3@tu-dresden.de, www.tu-dresden.de/mw/itm

Das IGF-Vorhaben 18809 BR/1 der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstr. 12-14, 10117 Berlin, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

The IGF research project 18809 BR/1 of the Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e. V., Reinhardtstr. 12-14, 10117 Berlin, is funded through the AiF within the program for supporting the Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) from funds of the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy (BMWi) by a resolution of the German Bundestag.