

Kurzfassung

Bei der Herstellung von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) kommen unterschiedlichste Faser-, Kunststoff- sowie Faser/Kunststoff-Halbzeuge zum Einsatz. Diese weisen oft sehr komplexe Verarbeitungseigenschaften auf, die bei der Prozessentwicklung eine besondere Herausforderung darstellen. Ein typisches Beispiel ist die Verfahrensgruppe der Flüssigimprägnierverfahren, bei denen eine endkonturnahe Faserstruktur mit einem Harzsystem imprägniert wird. Eine den Prozessverlauf maßgeblich bestimmende Verarbeitungseigenschaft der Faserstruktur ist hierbei die Permeabilität. Sie quantifiziert die Durchlässigkeit der Faserstruktur für die fluide Strömung und resultiert aus einer Vielzahl an interdependenten Einflüssen, wie z. B. einer inhomogenen Porosität mit extrem variierenden Fließkanaldurchmessern, lokalen Strukturvariationen, einer hohen Deformierbarkeit sowie Kapillarkräften.

Wissensgenerierung durch Grundlagenforschung zu einer einzelnen prozesskritischen Verarbeitungseigenschaft (wie der Permeabilität), stellt eine ideale Grundlage für die ganzheitliche, also sowohl die Prozess- und Anlagentechnik als auch die Materialien umfassende, Prozessentwicklung der jeweils betrachteten Verfahren/Verfahrensgruppe (z. B. Flüssigimprägnierverfahren) dar. Vor diesem Hintergrund wird in der vorliegenden Arbeit eine mehrstufige, in sich geschlossene Forschungsmethodik definiert, die zur kontinuierlichen Weiterentwicklung des betrachteten Herstellverfahrens sowie der eingesetzten Anlagen, Werkzeuge und Materialien geeignet ist. Anhand von Forschungsarbeiten zum Anwendungsbeispiel der Flüssigimprägnierverfahren bzw. der Permeabilität wird gezeigt, wie die Methodik umgesetzt werden kann: Der erste Schritt besteht in der Entwicklung von Methoden und Technologien, um Einflüsse auf die Permeabilität reproduzierbar zu erzeugen und die Auswirkungen untersuchen zu können. Anschließend folgen Parameterstudien zu Einflüssen auf die Permeabilität und die gewonnenen Erkenntnisse werden dann zu Richtlinien aggregiert. Anhand der Richtlinien können Materialien, Prozesse und Messtechnologien auf einen Anwendungsfall hin optimiert werden. Schließlich, werden über den Erkenntnisgewinn grundlegend neue Technologien entwickelt, woraus sich wiederum neue Aufgaben für die erste Stufe der Methodik ergeben.

Abstract

The production of fiber reinforced polymers (FRP) is based on a wide variety of semi-finished products made from fibers or polymers or even both. Their often complex processing properties, are a particular challenge during the process development for FRPs. A typical example is given by the group of Liquid Composite Molding (LCM) processes, in which a near-net-shape fiber structure is impregnated with a resin system. A processing property of the fiber structure that decisively determines the course of the process is its permeability. The permeability quantifies the ability of the fiber structure to transmit fluids. It results from a large variety of interdependent influences, such as inhomogeneous porosity resulting from different geometric scales and highly varying flow channel diameters, local structural variations, high deformability and capillary forces. The generation of knowledge through fundamental research on a single process-critical processing property (such as the permeability) is an ideal basis for the holistic process development of the respective process / process group (e.g. LCM) under consideration.

In the present work, a multi-stage, self-contained research methodology is defined, which can be used for the continuous advancement of the manufacturing process under consideration. The research methodology addresses the process itself as well as the equipment, the tools and the materials used. On the basis of research work carried out on LCM and permeability as an application example, it is shown how the methodology can be implemented: The first step is the development of methods and technologies to generate influences on permeability in a reproducible way and investigate the effects. This is followed by parameter studies on influences on permeability, which then form the basis for the creation of guidelines. These guidelines can be used to optimize materials, processes and measurement technologies for a specific application. Finally, the gained knowledge is exploited to develop completely new LCM processing technologies, which in turn leads to new tasks for the first stage of the methodology.