

Kurzfassung

Globale Entwicklungen haben zu einer neuen Ausrichtung in der produzierenden Industrie geführt. Ressourceneffizienz hinsichtlich Werkstoff und Energie sowie die Ausnutzung von Multifunktionalitäten eines Werkstoffs und/oder Produkts sind mögliche Schlagwörter in diesem Zusammenhang. Bezogen auf Werkstoffe führt dies zu neuen Entwicklungen, die oft auf der Kombination eines oder mehrerer Einzelkomponenten zu einem Verbundwerkstoff basieren. Im Fokus stehen hierbei nicht nur die finale Anwendung des Produkts, sondern auch Aspekte wie Produktionskosten, -zeiten oder Wiederverwertbarkeit.

Induktive Heizverfahren erlauben hohe Heizraten, somit kurze Prozesszeiten und eine vergleichsweise hohe Energieeffizienz. Ihre Anwendung bei der Verarbeitung von insbesondere ungerichtet verstärkten Verbundwerkstoffen setzt voraus, dass Suszeptoren zur Umwandlung der elektromagnetischen in Wärmeenergie vorhanden sind. Die Auswahl entsprechender Suszeptoren ist eine wichtige Fragestellung, die in dieser Arbeit vor dem Hintergrund der Multifunktionalität untersucht wird. Oft beinhalten industriell verfügbare thermoplastische Compounds bereits Verstärkungsstoffe, die für die induktive Heizbarkeit geeignet sein können. In der vorliegenden Arbeit wurde deshalb basierend auf entsprechend kommerziell verfügbaren Compoundsystemen eine Bewertungsmethode entwickelt, die anhand von industriell relevanten und standardisiert messbaren Materialkennwerten – beispielsweise dem spezifischen Durchgangswiderstand – eine Aussage zur induktiven Heizbarkeit ermöglicht. Zum Einsatz kamen Kurzkohlenstoff- und Stahlfasern sowie Eisen- und Graphitpartikel in unterschiedlichen Konzentrationen und Kombinationen. Mit dem Durchgangswiderstand, der Dichte und der Wärmekapazität des Verbundwerkstoffs wurde ein Faktor ermittelt, der eine Korrelation mit der Heizrate aufweist, die mit einem industrierelevanten Induktionssystem experimentell gemessen wurde. Als eine wichtige Voraussetzung hat sich hierbei die Ausbildung eines perkolierenden Netzwerks, das sich aus den Verstärkungsstoffen zusammensetzt, gezeigt. Da dieses Netzwerk für eine Reihe von Anwendungsfällen relevant ist, leistet diese Arbeit einen Beitrag zur multifunktionellen Verwendung thermoplastischer Verbundwerkstoffe.

Abstract

Global developments have led to new points of views and strategies in the producing industry. Resource efficiency concerning materials and energy as well as utilization of multifunctionalities of a composite or a product are possible keywords in this context. Regarding materials this causes new developments which often base upon the combination of different materials to one composite. This aims not only for the final application of the product but also for aspects like production costs, production times and recyclability.

Inductive heating techniques allow high heating rates, thus short process times and a comparable high energy efficiency. The application of this technique especially to the treatment of non-directional reinforced thermoplastic composites requires the presence of susceptors which transform the electromagnetic to heat energy. The selection of appropriate susceptors is an important question which is investigated in this work in relation to multifunctionality. Industrially available thermoplastic compounds often contain already reinforcing materials (fillers) which can be adequate for inductive heating. In the present work a method for evaluation has therefore been developed which allows a proposition about the ability of inductive heating by means of industrially relevant material properties. Aside from the specific volume resistivity the density and the heat capacity of a composite have been identified as proper characteristics. Commercially available thermoplastic compounds with different combinations and concentrations of reinforcements have been used as a basis, in case of this work short carbon fibers and steel fibers as well as iron and graphite particles. By use of the specific volume resistivity, the density and the heat capacity a factor was calculated which showed a correlation with the heating rate which was experimentally measured with an industry relevant induction system. It was shown that the formation of a percolating network consisting of fillers respectively combination of fillers is an important requirement. As the percolation network is relevant for a series of applications, too, this work yields a contribution to the multifunctional application of thermoplastic composites.