

Kurzfassung

Der Werkstoff Sheet Molding Compound (SMC) wurde in den 1960er Jahren entwickelt und ermöglichte erstmals die großserientaugliche Herstellung von Faser-Kunststoff-Verbund (FKV) Bauteilen. Heutzutage werden ca. 20 % aller in Europa hergestellten Glasfasern in diesem Verfahren zu FKV verarbeitet. Die ökologischen und ökonomischen Anforderungen an FKV-Bauteile steigen kontinuierlich. Es werden immer leichtere, mechanisch höher belastbare und auch bio-basierte Pendant zu bekannten Lösungen gefordert. Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Einsatz von bio-basierten und nachwachsenden Rohstoffen als alternative Füllstoffe für duroplastische SMC-Halbzeuge untersucht. Die Verarbeitung der alternativen Füllstoffe in SMC-Halbzeugen darf keine negativen Einflüsse auf die Produktions- und Verarbeitungsabläufe mit sich bringen. Weiterhin soll durch den Einsatz der alternativen Füllstoffe eine Dichtereduktion um ca. 15 %, bei gleichbleibenden mechanischen Eigenschaften, erreicht werden. Die Verwendung der bio-basierten und nachwachsenden Füllstoffe darf nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelindustrie stehen.

Zu Beginn der Arbeit wurden in Kooperation mit SMC-Experten und SMC-Herstellern die Spezifikationen und Anforderungen an ein Standard-SMC definiert. Anschließend wurde ein SMC-Halbzeug auf Basis eines ungesättigten Polyesterharzes, konventioneller mineralischer Füllstoffe und Glasfasern entwickelt. Dieses Halbzeug erfüllt mit einer Dichte von $1,95 \text{ g/cm}^3$, einem E-Modul von 10,4 GPa und einer Zugfestigkeit von 100 MPa die geforderten Spezifikationen und diente im weiteren Verlauf der Arbeit als Referenz.

Im Rahmen der Arbeit wurde nachgewiesen, dass die Verarbeitung von bio-basierten und nachwachsenden Rohstoffen eine Adaption der zuvor entwickelten Harzpaste erfordert und Sonnenblumenkernschalenmehl als Füllstoff die konventionellen Füllstoffe zu 100 % ersetzen kann. Die resultierende Halbzeugdichte beträgt $1,55 \text{ g/cm}^3$ und liegt damit 20 % unter dem Referenzmaterial. Sowohl die mechanischen Kennwerte (E-Modul 10,8 GPa und Zugfestigkeit 96 MPa) als auch die Herstellung und Verarbeitung der Harzpaste erreichen die Referenzwerte und sind mit konventionellen Halbzeugen vergleichbar. Im Rahmen der Arbeit konnte somit die Tauglichkeit bio-basierter und nachwachsender Füllstoffe für einen möglichen Serieneinsatz in SMC-Halbzeugen nachgewiesen werden.

Abstract

Sheet Molding Compound (SMC) was developed in the 1960s and initially enabled the production of glass fiber reinforced polymer composite (GFRPC) in mass scale production. Nowadays, both material and process are well established for the production of semi-structural components in various applications from construction industry to automotive components. Currently, approximately 20% of all glass fibers produced in Europe are processed to SMC. Increasing strict ecological and economical requirements for construction materials, force further development of SMC in order to strengthen its sales markets and open up new ones.

The objective of this work is the development of a SMC semi-finished product, using bio-based and renewable materials as alternative filler materials. The processing of the alternative fillers must not have any negative influence on the production and processing procedures. Furthermore, the use of alternative fillers should achieve a density reduction of 15% while maintaining the same mechanical properties. The use of bio-based and renewable fillers must not compete with the food industry.

At first, specifications and requirements for a standard SMC were defined in cooperation with SMC experts and producers. Afterwards a SMC semi-finished product based on unsaturated polyester resin, glass fibers and conventional mineral fillers was developed. With a density of 1.95 g/cm^3 , a Young's modulus of 10.4 GPa and a tensile strength of 100 MPa this SMC fulfills the specifications and is used as a reference for further development.

In a second step a SMC with bio-based and renewable fillers was developed. This work proves the complete replacement of conventional filler materials by bio-based and renewable filler materials. Therefore an adaption of the resin paste is necessary. The best results were achieved with a resin paste using sunflower hulls flour as filler material. The resulting semi-finished product shows a density of 1.55 g/cm^3 and both processability and mechanical properties are comparable to conventional SMC materials. With a fiber mass content of 30% by weight, a Young's modulus of 10.8 GPa and a tensile strength of 96 MPa are achieved.