

## Kurzfassung

Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) werden aufgrund ihres hohen Leichtbaupotentials in vielen Industriebereichen eingesetzt. Eine Verstärkung von Kunststoffen mit Fasern führt zu einer deutlichen Verbesserung der mechanischen Eigenschaften. Positive Veränderungen des Eigenschaftsspektrums sind zum Beispiel deutliche Verbesserungen des Zug-E-Moduls und der Zugfestigkeit. Negative Erscheinungen, die aus der Faserverstärkung resultieren können, sind eine geringere Bruchdehnung des Verbundwerkstoffes und ein spröderes Bruchverhalten bei Impact- und Crashbelastung. Um diesen Nachteil auszugleichen, werden vermehrt Metall-Kunststoff-Composites (Hybridverbundwerkstoffe) entwickelt, bei denen die positiven Eigenschaften von Metallen und Faser-Kunststoff-Verbunden gezielt kombiniert werden, um weitere Eigenschaftsverbesserungen zu erreichen.

Die vorliegende Arbeit behandelt die Entwicklung eines Herstellungsverfahrens sowie die Charakterisierung, Modellierung und Simulation von neuartigen hybriden edelstahltextilverstärkten Polypropylen- (ETV-PP) und Polypropylen/Langglasfaser-Werkstoffen (ETV-PP/GF). Für die Fertigung von ETV-Verbundwerkstoffen wurde ein zweistufiges Verfahren im Labormaßstab erarbeitet und eingeführt. Während der Fertigungsstudien wurden ausgewählte Prozess- und Materialparameter variiert, um deren Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften der neuartigen ETV-Faserkunststoffverbunde (ETV-FKV) zu untersuchen. Nicht in jedem Fall konnte eine eindeutige Abhängigkeit der mechanischen Eigenschaft von der variierten Prozessgröße festgestellt werden. Wenn die Ergebnisse in ihrer Gesamtheit betrachtet werden, treten folgende zwei äußerst positive Effekte in den Vordergrund: Zum einen konnte durch den Einsatz der Edelstahltextilverstärkungen die Fragmentierungsneigung von spröden PP-Matrixsystemen bei Impactbelastung erheblich verringert werden und zum anderen wurde die Energieabsorption bei hochdynamischer Durchstoßbeanspruchung signifikant verbessert. Die mittels Licht- und Rasterelektronenmikroskopie (REM) identifizierte schlechte Stahl/PP-Anhaftung konnte durch eine mechanische Vorbehandlung der Verstärkungstextilien ebenfalls gesteigert werden. Modelle zur mikromechanischen finite Elemente (FE) Simulation des Zug-E-Moduls von ETV-Verbundwerkstoffen wurden entwickelt und anhand von experimentellen Daten verifiziert und validiert.

## Abstract

Due to their light-weight potential, fiber-plastic composites are utilized in many industrial sectors. A reinforcement of fiber-plastic materials leads to a definite improvement of mechanical properties. Positive modifications of the property spectrum include, e.g. definite improvements of Young's modulus and tensile strength. Negative aspects possibly resulting from fiber reinforcement cover a low ultimate strain of composite material and an even more brittle behavior during crash- and impact. In order to level out this disadvantage, increasingly metal-plastic-composites (hybrid composites) are being developed, where positive properties of metals and fiber-plastic-composites are specifically combined in order to attain further property improvement.

Present work contributes to manufacturing, characterization, modeling and simulation of high-grade stainless steel textile reinforced polypropylene (STR-PP) and polypropylene/long glass fiber reinforced materials (STR-PP/GF). For the manufacture of STR-composites, the bench scale production of a two-step manufacturing process was developed and introduced. During the studies, pre-selected manufacturing and material parameters were varied to investigate their influence on the residual mechanical properties of these novel STR-composites. Definite dependencies of the mechanical properties on varied process factors were not determined for every case.

Considering these results as a whole, emphasis is placed on the following two fundamental positive perceptions: on the one hand by using stainless steel textile reinforcements the fragmentation tendency of brittle PP matrix systems during impact was reduced, and on the other hand energy absorption during highly dynamic impact load improved significantly.

Likewise, the poor adhesion between steel and PP identified by using a light and scanning electron microscopy (SEM) was improved via mechanical pre-treatment of reinforcement textiles. Models for the micro-mechanical finite element simulation of the E-modulus were developed, verified, and validated on the basis of experimental data.