

## Kurzfassung

Es finden immer häufiger Faserverbundmaterialien in Strukturbauteilen Anwendung, da bei konventionellen Materialien die Zielkriterien, wie definierte Festigkeit, Steifigkeit, etc. nicht mehr bzw. nicht mit hinreichend geringem Bauteilgewicht erreicht werden können. Angesichts der hohen Kosten ist es verständlich, dass Faserkunststoffverbunde (FKV) vorzugsweise in den Bereichen eingesetzt werden, wo die eingangs erwähnten Optimierungsziele hohe Priorität haben. Besonders hervorzuheben ist hierbei die Luft- und Raumfahrt. Zunehmende Bedeutung gewinnt der Einsatz von Faserverbundwerkstoffen aber auch in der Automobil- bzw. Maschinenbauindustrie. Mit fortschreitender Verbesserung der Optimierungsmethoden sowie der Fertigungstechnologien und der damit verbundenen Kostenreduktion, werden heute bereits komplexe Module hergestellt. Das zieht wiederum eine lastgerechte und werkstoffspezifische Konstruktion nach sich. Gegenstand der Arbeit ist die Entwicklung eines Topologieoptimierungswerkzeuges zur werkstoffgerechten Auslegung von FKV-Strukturen. Ziel ist, FKV - eine Klasse von Hochleistungswerkstoffen, deren Potenzial sich nur mit geeigneten Modellen zur Nutzung ihrer anisotropen Eigenschaften ausschöpfen lässt - unter Berücksichtigung der technischen Realisierbarkeit zu optimieren. Dabei werden natürliche Wachstumsprinzipien in einen iterativen Prozess überführt. Als Ziel dieses Algorithmus kann entweder eine gezielte Steifigkeit oder eine gewichtsoptimale Lösung bei hinreichender Festigkeit mit möglichst gleichmäßiger Spannungsverteilung im Bauteil definiert werden. Erreicht wird dies durch eine effektive Lastverteilung von hoch belasteten auf geringer belastete Bereiche und somit auch die Optimierung der Materialverteilung. In diesem Designvorschlag wird die Grundorientierung der Basisschicht, die kraftflussgerechte Orientierung der Laminat-einzellagen sowie die Topologie von Zulagenschichten bzw. des Gesamtlaminates optimiert. Besonders interessant ist die adaptive Strukturoptimierung von FKV-Strukturen bei lokalen Zulagen an hoch belasteten Kraffteinleitungsstellen bzw. allgemein in Bereichen hoher Spannungen. Wie weiterhin gezeigt wird, ist die entwickelte adaptive Topologie- und Faserwinkeloptimierung in Kombination aus technologischer, werkstoffmechanischer sowie wirtschaftlicher Sicht vorteilhaft und kann problemlos in der Praxis angewandt werden.

---

**Abstract**

More and more fibre-reinforced composite materials are being used in structural building components because with conventional materials, the target criteria, such as defined strength, rigidity etc. can no longer be achieved with a sufficiently low weight of the structural components, if at all. In view of the high costs, it is understandable that fibre-reinforced plastic composites tend to be used in technical areas where the optimization goals mentioned above have a high priority. The aviation and aerospace industry deserves special mention here. The use of fibre composite materials is also gaining significance in the automotive and mechanical engineering industry. Thanks to increasing improvements in optimization methods and manufacturing technologies and the reduction in costs that this brings with it, complex modules are being produced even today. This in turn ensures specific-material construction with the necessary load-bearing properties. The objective of the presentation is the development of a topology optimization tool for designing Fibre-plastic-composite (FPC)-structures which is appropriate for each material involved. The objective is to optimize FPC – a class of high-performance materials the potential of which can only be exploited with suitable models for the utilization of their anisotropic properties – under consideration of their capability for technical realization. In doing so, natural growth principles are implemented into an iterative process, thereby enabling computer simulation. The main goal of this algorithm is maximum rigidity with as even a distribution of tension as possible throughout the component, which is achieved by distributing the load from high-load to lower load bearing areas, thereby optimizing the material distribution. The weight optimization of specific components is possible in this way. The basic orientation of the base layer, the orientation of the individual laminate layers in a manner appropriate to the power flux, as well as the topology of bonding layers and/or the entire laminate are optimized in this design recommendation. Of particular interest here is the adaptive structural optimization of FPC structures with localized bonding to high-load bearing load introduction points or generally, in areas with high stresses. As continues to be shown, the developed adaptive topology and fibre angle optimization is beneficial from a technological, material-mechanical and economical point of view, and can be applied in everyday practice without any problems.