

Additiv gefertigte Kerne für Faserverbund-Bauteile

Hergestellt mit dem Arburg Kunststoff Freiformen (AKF)

Diplomand



Tim Gehrig

Einleitung: Die Bedeutung des Leichtbaus für die Energieeffizienz in der Automobil- und Luftfahrtindustrie der Zukunft ist enorm. Ein grosser Vorteil ergibt sich durch den Einsatz additiver Fertigungsverfahren und moderner Verbundwerkstoffe, die bedeutendes Potential in Bezug auf Leichtbaustrukturen bieten. Dieser Hybridansatz ist noch weitgehend unerforscht und noch nicht in der Industrie implementiert. Ein entscheidender Aspekt dieser Technologie ist die Verbindung zwischen den Faserverbundbauteilen und dem additiven Kern. Daher ist eine Untersuchung der Porenstruktur und ihrem Einfluss auf die Anbindung zwischen dem Strukturkern und dem Faserverbundkunststoff geplant, die mit dem AFK-Drucker durchgeführt werden soll. Der AFK-Drucker ist ein Spezialdrucker, der mit Granulat arbeitet. Darüber hinaus soll das Potential dieser Technologie bewertet werden. Ein weiterer Schritt wird die Erstellung eines Demonstrationsobjekts sein.

Vorgehen: Das Verfahren bestand darin, bestimmte Strukturen auszuwählen, die mit Hilfe von nTopology konstruiert wurden. Die Strukturen haben folgende Einstellparameter: Typ der Struktur, Grösse, Dicke und Tiefe. Ein Beispiel findet sich in Abbildung 2. Um die beste Struktur zu ermitteln, wurden Drucktests durchgeführt, da aufgrund minimaler Schichtdicken und anderer Faktoren das Druckergebnis nicht immer den in nTopology modellierten Strukturen entsprach. Insgesamt wurden 22 verschiedene Strukturen gedruckt, die je aus 6 unterschiedlichen Ansätzen bestanden. Die insgesamt 110 gedruckten Teile wurden mit vier Schichten des CP003 Prepregs laminiert und im Ofen ausgehärtet. Die Teststücke wurden anschliessend mit einem ILSS-Test untersucht und unter dem Mikroskop ausgewertet. Die ILSS-Test Daten wurden mit einem Design of Experiments untersucht, um die Zusammenhänge verschiedener Faktoren zu finden. Als Demonstrationsobjekt wurde eine Unihockeyschaukel ausgewählt. Die Aussengeometrie der Schaukel wurde mittels CAD erstellt und anschliessend mit nTopology topologieoptimiert. Da eine 2-Material- und anisotrope Topologieoptimierung nicht möglich war, musste dies manuell erfolgen. Die Optimierung wurde mittels einer 3-Komponenten-FE-Validierung überprüft. Die FE Simulation ist in Abbildung 2 zu sehen. Die Schaukel wurde gedruckt und laminiert. Ein Test der Schaukel konnte jedoch nicht durchgeführt werden, da der Bauraum des Druckers zu klein ist, um sie in Originalgrösse zu drucken.

Ergebnis: Zusammenfassend lässt sich sagen, dass kleine Strukturen durch die grössere Oberfläche eine bessere Adhäsion haben, als grosse Strukturen. Die ILSS-Ergebnisse sind in Abbildung 3 zu finden. Die durch additive Fertigung hergestellten Kerne für Faserverbundbauteile besitzen ein erhebliches wirtschaftliches Potenzial, insbesondere im Kontext

der fortschreitende Entwicklung von der Industrie 4.0. Sie ermöglichen eine hohe Flexibilität, kurze Entwicklungszyklen und ein grosses Innovationspotenzial, was zahlreiche Wettbewerbsvorteile mit sich bringen kann. Allerdings stellt der begrenzte Bauraum der des AFK-Drucker und das Fehlen von Softwarelösungen für Hybridstrukturen noch starke Einschränkungen dar. Dennoch könnte die Kombination von additiv gefertigten Kernen in Druckern mit grösserem Bauraum Potenzial bieten. Mit Fortschritten bei 3D-Druckern und der Erforschung von thermoplastischen Matrix-Prepregs wird diese Hybridtechnologie voraussichtlich wachsen, parallel zur Softwareentwicklung.

Abb.1 Struktur: Strukturtyp Gyroid, Grösse der Zelle 4mm, Wanddicke 0.8mm, 1.6mm Tiefe im nTopology und gedruckt
Eigene Darstellung



Abb.2: Demonstrationsobjekt; FE-Validierung der Unihockey Schaukel
Eigene Darstellung

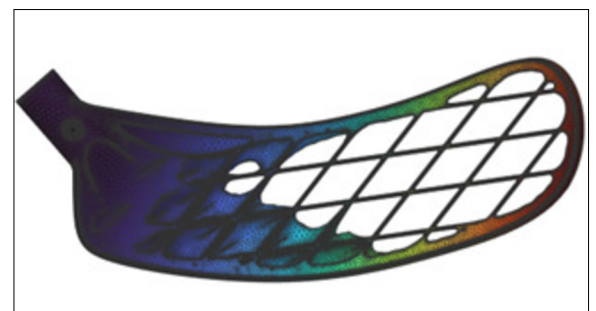
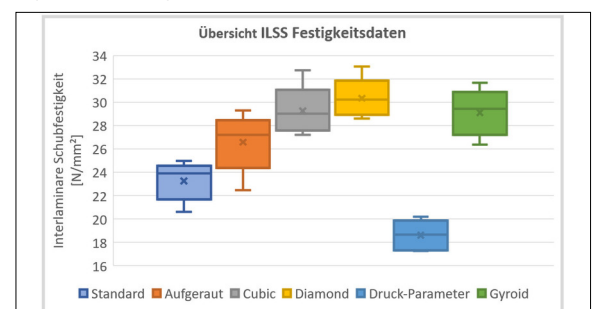


Abb.3: ILSS Ergebnisse; Übersicht der besten Varianten der verschiedenen Ansätze
Eigene Darstellung



Referent

Daniel Omidvarkarjan

Korreferent

Florian Gschwend,
Geberit, Rapperswil,
SG

Themengebiet
Kunststofftechnik