FSAE CFK Monocoque Chassis

Fachgebiet: Fahrzeugbau
Betreuer: Heinrich Schwarzenbach, Sebastian Tobler
Experten: Hans-Jörg Gisler, Alfred Sasse
Industriepartner: Bern Formula Student, Biel

Die BFS hat für «Berna» einen Gitterrohrrahmen konstruiert, da sich dieser durch gute mechanische Eigenschaften sowie hoher Kosteneffizienz auszeichnete. Die erforderliche Fachwerkstruktur schränkt die Gestaltungsfreiheit jedoch ein. Mit einem CFK-Monocoque hat man erweiterte Möglichkeiten, das Fahrzeugchassis optisch und aerodynamisch zu optimieren und das Gewicht zu senken. Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Wegleitung erstellt, wie dieses Projekt realisiert werden kann.

Fertigungsverfahren

Während sich das Schweissen als Fügetechnik für Gitterrohrrahmen weitgehend etabliert hat, gibt es für Faserverbundwerkstoffe eine Vielzahl unterschiedlicher Fertigungsverfahren. Die Möglichkeiten wurden analysiert und miteinander verglichen. Als die drei geeignetsten Varianten haben sich die Vakuuminfusions-, Nasslaminat- und Prepreg-Technik herausgestellt, wobei die beiden letztgenannten in einem Praxis-Test miteinander verglichen wurden. Mit allen Varianten können mechanisch gute Resultate erzielt werden. Die höchste spezifische Steif- und Festigkeit wird durch den hohen und kontrollierbaren Faservolumengehalt mit dem Prepreg-, gefolgt vom VARI-Verfahren erreicht. Das einfache Handling des Prepregs stellte sich ausserdem als ausschlaggebenden Vorteil für unerfahrene Studenten heraus.

Strukturanalyse

Faserverbundwerkstoffe zeichnen sich durch ihre anisotropen (richtungsabhängigen) Werkstoffeigenschaften aus. Deren Berechnung ist aus diesem Grund komplexer als jene von metallischen Werkstoffen. Ein sicherheitsrelevantes Bauteil wie das Kohlefaserchassis als Überlebenszelle für den Rennfahrer, unterliegt deshalb einer aufwändigen Prüfungs- und Dokumentationspflicht gegenüber der SAE. Um an einem Rennen teilzunehmen sind Berechnungen und Prüfungen gefordert, welche die Äquivalenz zu einem Gitterrohrrahmen aus Baustahl verifizieren. Als Teil dieser Arbeit wurden die zwei im Nasslaminier- und Prepreg-Verfahren hergestellten Sandwichpanels im Biegeversuch mit Baustahlrohren verglichen.

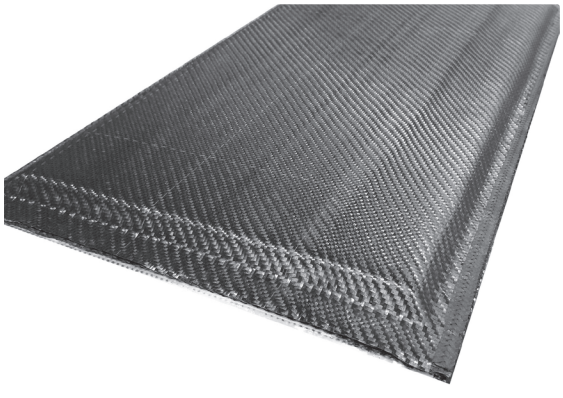
Chassis-Geometrie

Zuletzt spielt die Chassis-Geometrie eine massgebende Rolle beim Entwicklungs- und Fertigungsaufwand eines Monocoque-Chassis. Es wird eine Möglichkeit aufgezeigt, wie die komplexe Form im CAD erstellt werden kann. Anschliessend wurde ein einfaches FE-Modell erstellt und mit 3 Lastfällen berechnet. Die Auswertung zeigte die kritischen Stellen, welche optimiert werden müssen.

Nach dem Durchlesen dieser Arbeit hat man einen Überblick und ist in der Lage, ein FSAE-CFK-Monocoque-Chassis zu planen und nach Erarbeiten der notwendigen Fähigkeiten, dieses zu entwickeln und zu fertigen.

David Yannick Schuler

Carbon-Monocoque mit BFS-Fahrwerk: Berna 2.0



CFK-Prepreg-Panel mit Aramid-Wabenkern