

Entwicklung carbonfaserverstärkte Mountainbike-Nabe

Lastgerechte Konstruktion für den Gravity-Bereich

Diplomand



Simon Zäch

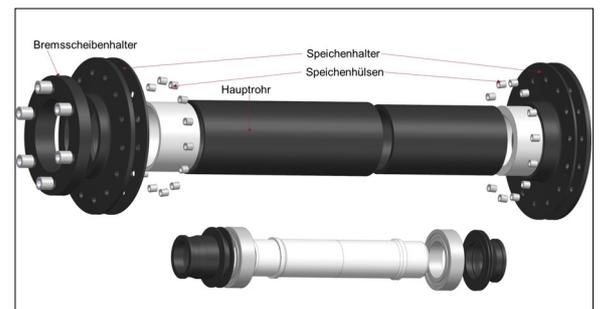
Einleitung: Carbonfaserverstärkter Kunststoff (CFK) und der Mountainbike-Sport sind eine Erfolgsgeschichte. Seit den frühen Jahren des Mountainbike-Sports, werden die Materialeigenschaften von CFK geschätzt. Der hochwertige Werkstoff überzeugt vor allem mit seinem geringen spezifischen Gewicht und seiner hohen Steifigkeit. Aus diesem Grund setzt auch der Gravity-Bereich (DH, Enduro, Trail) vermehrt darauf. In den vergangenen Jahren wurde fast jedes Bauteil aus CFK gefertigt. Trotz einer Vielzahl verfügbaren CFK-Felgen, ist kein publiziertes oder umgesetztes Konzept einer CFK-Nabe im Gravity-Bereich bekannt. Im Stassen- und Cross-Country-Bereich gibt es einige CFK-Naben oder sogar ganze Räder aus CFK. Diese konnten sich aber nur bedingt durchsetzen. Durch den lastgerechten Einsatz von CFK kann eine hochsteife Nabe entwickelt werden. Die hohe Kaufkraft der Kunden und der Wunsch nach Individualisierung erlaubt die Entwicklung einer MTB-CFK-Nabe.

Vorgehen: Diese Bachelorarbeit beschäftigt sich mit der Frage, ob und wie es möglich ist, eine Gravity-MTB-Nabe hauptsächlich aus CFK herzustellen. Zunächst werden die verschiedenen Belastungssituationen der Nabe analysiert und bewertet. Basierend auf diesen Erkenntnissen wird mit Hilfe verschiedener Innovationstools eine bevorzugte Lösung für den Herstellungsprozess und den Aufbau der Nabe erarbeitet. Anschließend werden die einzelnen Bauteile der besten Lösung mit Hilfe des Computer Simulationstools Ansys ACP auf mögliche Versagensarten überprüft. Anfangs sollte der Speichenhalter ohne Aluminiumhülsen hergestellt werden. Aufgrund der hohen Spannungskonzentration der einzelnen Speiche besteht jedoch die Gefahr eines lokalen Matrixbruchs. Durch den Einsatz von Aluminiumhülsen wird die Linienlast der Speiche besser auf das CFK-Teil übertragen, wodurch die Belastung nicht weiter kritisch ist. Eine weitere Herausforderung liegt im Übergang zwischen Speichenhalter und dem Hauptrohr. Hier entsteht aufgrund des Radius eine Schwachstelle. Es wird wohl ein Matrixversagen angezeigt, allerdings genau an dem Umfang, wo Singularitäten sehr wahrscheinlich sind. An dieser Stelle entsteht aufgrund der vereinfachten Lagerung in der Simulation ein Spannungssprung. Darüber hinaus wird der Klebstoff in der Simulation nicht berücksichtigt.

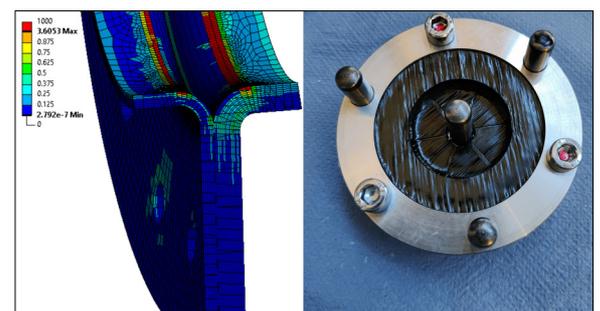
Ergebnis: Um die Unklarheiten der Simulation und die zentrale Frage der Arbeit zu beantworten, wird die Nabe hergestellt und getestet. Dazu werden zunächst die erforderlichen Werkzeuge für das Drapieren der Einzelteile und die Aluminiumkomponenten der Nabe entwickelt. Die zugeschnittenen Prepregs (vorimprägnierte Fasergelege) werden in diese

Formen drapiert und unter Druck im Ofen ausgehärtet. Im Gegensatz zur Simulation konnte die Anzahl der Lagen nochmals deutlich erhöht werden, wodurch auch die zuvor kritischen Stellen unproblematisch werden. Nach dem Entformen werden die Einzelteile für den Zusammenbau vorbereitet. Anschließend werden sie zur finalen Nabe verklebt, geschliffen und lackiert. Das nicht auf Gewicht optimierte Funktionsmuster ist aktuell 18 Gramm schwerer als eine vergleichbare Aluminiumnabe. Abschliessend werden die Simulationsergebnisse an der eingespeicherten Nabe auf dem Zugprüfstand verifiziert. Die Ergebnisse dieser Tests stehen zu diesem Zeitpunkt noch aus.

Einzelteile der Nabe Eigene Darstellung



Kritische Stelle des Speichenhalters bezüglich Hashin und fertig drapierter Bremsscheibenhalter vor dem Aushärten Eigene Darstellung



Fertige Nabe Eigene Darstellung



Referent

Dominik Stapf

Korreferent

Prof. Dr. Michael Niedermeier, Hochschule Ravensburg-Weingarten, Weingarten, BW

Themengebiet

Fertigungstechnik, Produktentwicklung, Kunststofftechnik