

Getriebeprüfstand für Nabengetriebe BFS

Studiengang: BSc in Maschinentechnik | Vertiefung: Produktenwicklung
Betreuer: Prof. Roland Rombach, Prof. Sebastian Siep,
Experte: Dr. Rudolf Bauer

Bern Formula Student ist ein Verein von Studierenden, welche gemeinsam innerhalb eines Jahres ein Formula Student Rennauto entwickeln und bauen. Die eigens entwickelten Radträgerereinheiten mit dem integrierten Nabengetriebe sind das Herzstück des Antriebsstrangs. Zur effizienten Weiterentwicklung sind Informationen zu Temperaturen und den daraus folgenden Wärmeausdehnungen im Betrieb ebenso wichtig, wie die Wahl des passenden Fertigungsverfahrens.

Ausgangslage

Im Rahmen der Projektarbeit entwickelten und bauten die Autoren ein gestuftes Planetengetriebe für den Einsatz im aktuellen BFS-Fahrzeug AROLA. Das Getriebe sitzt in gefrästen Radträgern aus Aluminium. Bei der Entwicklung der Verzahnung, der Radlagerung, sowie des Radträgers wurde festgestellt, dass teaminterne Daten zum Temperaturverhalten im Betrieb fehlen.

Ziel

Diese Arbeit hat zum Ziel, mit der Konstruktion eines Prüfstands und der Durchführung von Prüfläufen Basisdaten zum Temperaturverhalten im Betrieb zu generieren. Damit kann die korrekte Auslegung der Lagerpassung verifiziert werden. Durch eine thermische Simulation wird zudem ermittelt, wie gut das System auf diese Weise abgebildet werden kann. Weiter soll untersucht werden, inwiefern sich eine mögliche additive Fertigung der Radträger auf die mechanischen Eigenschaften auswirkt. Insgesamt soll die Arbeit Grundlage für eine erfolgreiche Weiterentwicklung der Baugruppe bieten.

Vorgehen

Für die Umsetzung des Prüfstands soll möglichst genau abgebildet werden können, welchen Einflussgrößen die Getriebeeinheit im Fahrzeug ausgesetzt ist. Dazu wurde ein Antriebsstrang mit Umrichter, Motor und Kühlsystem aufgebaut und in Betrieb genommen. In einer ersten Phase wurde eine lastlose Referenzfahrt und eine thermische Analyse mit dem

Vorgängergetriebe durchgeführt. Dadurch können die mit dem neuen Getriebe ermittelten Daten in Kontext gesetzt werden. Anschliessend wurde der Prüfstand für den Betrieb mit dem neuen Getriebe umgebaut. Dazu wurde ein Aufbau realisiert, mit welchem die im Renneinsatz auf das Rad wirkenden Kräfte eingeleitet werden können. Während den Prüfläufen werden Öl- und Gehäusetemperatur laufend gemessen. Die Validierung der thermischen Simulation erfolgt durch einen Abgleich der Messdaten mit den Resultaten aus den Prüfläufen.

Parallel dazu wurden Materialuntersuchungen an additiv gefertigten Teilen durchgeführt und die Resultate mit den Werten des bestehenden Materials verglichen. Daraus kann abgeleitet werden, ob eine additiv gefertigte, weiter optimierte Radträgerereinheit sinnvoll wäre.

Ergebnisse

Als Resultat liegt ein funktionierender Prüfstand vor, mit welchem die Temperatur von Öl und Gehäuse in unterschiedlichen Betriebssituationen gemessen werden kann. Das Verhalten in Kurvenfahrt kann bis zur Haftgrenze nachgestellt werden. Die vorliegende thermische Simulation wurde durch den Vergleich mit den Messwerten validiert. Die aus der Simulation hervorgehenden Wärmedehnungen sind im erwarteten Bereich. Die mechanischen Eigenschaften des additiv gefertigten Materials sind stark prozessabhängig und wenig konstant. Ein topologieoptimiertes Bauteil würde aufgrund der geringen Prozessstabilität nicht leichter ausfallen, als das gefräste Ausgangsteil.



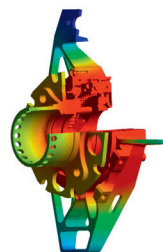
Stefan Roland Bieri
stefanroland.bieri@gmail.com



Patrick Simon Maurer
patrick.s.maurer@bluewin.ch



Rennfahrzeug AROLA



Thermisch-stationäre Analyse des Getriebes bei Betriebstemperatur