

# Weiterentwicklung Getriebe BFS

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Christian Koblet, Roland Rombach

Experte: Christoph Heiniger (SBB)

Das Bern Formula Student Team, kurz BFS, ist ein von Studenten gegründetes Rennteam. Der komplette Rennwagen wurde von Studenten der Berner Fachhochschule entwickelt. Dazu gehört auch das neu entwickelte Nabengetriebe. Bei der Montage wurden Probleme festgestellt, welche unter anderem zu einem Klemmen der Verzahnung des Planetengetriebes geführt haben. Die erarbeiteten Optimierungen in dieser Arbeit stellen nun die Funktionsfähigkeit des Getriebes sicher.

## Ausgangslage

In einer Projektarbeit wurde bereits ein Prüfstand für das Getriebe erstellt. Das Nabengetriebe, welches für den Prüfstand gedacht war, konnte jedoch nicht zum Laufen gebracht werden. Nun müssen die Ursachen für dessen Fehlschlagen geklärt werden. Fehler in der Konstruktion, der Fertigung und der Montage müssen gefunden werden, um Kosten weiterer fehlerhafter Getriebe zu verhindern. Zudem kann ein Fehler im Getriebe auch zu gefährlichen Situationen während dem Rennbetrieb führen.

## Durchführung

Anhand der Toleranzen auf den Zeichnungen wurden verschiedene «worst case» Fälle definiert. Daraus wurde jeweils das übrig gebliebene Zahnflankenspiel der Verzahnungen berechnet. Dieses gibt an, wie viel Spiel zwischen zwei ineinandergreifenden Zahnrädern vorhanden ist. Hierbei ist ein Spiel von wenigen hundertstel Millimeter notwendig, damit die Verzahnung in keinem Betriebszustand klemmt.

Durch die Berechnung wurden die kritischen Masse bekannt, welche anschliessend bei den vorhandenen Getriebeteilen nachgemessen wurden. Die Berechnungen und die Ausmessung der Teile zeigten klar die theoretischen sowie praktischen Problemstellen auf. Eine

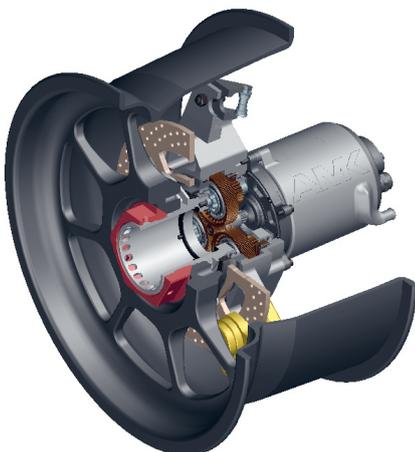
kritische Stelle ist die Verbindung der Planetenpaare, welche die Übertragung der ersten zur zweiten Getriebestufe bilden. Die Verbindung wurde mit einem Polygon realisiert und einer Winkeltoleranz toleriert. Obwohl die Toleranz schon zu gross ausgelegt ist, wurde diese Toleranz in der Herstellung nicht erreicht. Anhand der neu gewonnenen Erkenntnisse konnten Vorschläge zur Optimierung ausgearbeitet werden.

## Ergebnis

Durch Anpassungen der Materialien, der Toleranzen, des Fertigungsverfahrens, verbesserten Kontrollen und konstruktiven Massnahmen kann die Funktionsfähigkeit des Getriebes gewährleistet werden. Die Optimierungen sind vielfältig und betreffen die meisten Komponenten, wie zum Beispiel die Verbindung der Planetenpaare mit einem zylindrischen Pressverbund auszuführen, wodurch die Ausrichtung durch die Montage geschieht und die Winkeltoleranz verkleinert. Mit Hilfe dieser Optimierungen sollte nun ein funktionsfähiges Getriebe realisiert werden können. Dieses würde dann in einer kontrollierten Umgebung mit betriebsähnlichen Bedingungen auf dem bereits vorhandenen Prüfstand in Betrieb genommen werden. Jedoch gilt es vorher noch, diese Optimierungsvorschläge in die Realität umzusetzen und zu kontrollieren.



Philipp Wälchli



Nabengetriebe BFS