

## Entwicklung einer Zahnkupplung mit integrierten Schmier- und Kühlkanälen für die additive Fertigung (SLM)

Diese Bachelorarbeit ist in Zusammenarbeit mit der Firma RENK-MAAG entstanden. Die RENK-MAAG ist ein Anbieter von Turbo-Getrieben und speziellen Kupplungen, z.B. den Synchronkupplungen. Die Produktpalette der kleinen Synchronkupplungen ist aufgrund des bisherigen Prozesses sehr kostspielig und deshalb soll am Beispiel der MS-9A Kupplung ein neues Fertigungsverfahren angewendet und der Einsatz des additiven Fertigungsverfahrens Selective Laser Melting (SLM) ausprobiert werden.

Um das automatische Ein- und Auskuppeln zu ermöglichen, ist das Prinzip ähnlich wie bei Fahrradpedalen aufgebaut. Eine Klinkenradkontur mit darüber laufenden Klinken am frei beweglichen Kupplungsstern ermöglicht Kraftübertragung in eine Richtung und Freilauf in die entgegengesetzte Richtung. Da bei dieser Kupplung aber Drehmomente von bis zu 4600 Nm übertragen werden, wird mithilfe der Klinken und einer Steuerverzahnung der Kupplungsstern axial in eine Lastverzahnung hineingeschoben. Bisher wird dieses hochbelastete Bauteil aus 1.6580 Vergütungsstahl hergestellt und man möchte auch mit dem additiven Fertigungsverfahren den Vergütungsstahl anwenden.

Mit der SLM-Prozesskette möchte RENK-MAAG ein innenliegendes konturnahes Schmier- und Kühlsystem in die MS-9A Kupplung integrieren. Deshalb sind alle Bauteile der Kupplung auf ihre Machbarkeit mit SLM überprüft worden und das Schmier-Kühlsystem dabei in Betracht gezogen worden. Nach genauer Überprüfung hat sich gezeigt, dass eine Optimierung des Schmier- und Kühlsystems eine Schwächung des Kupplungssterns mit sich zieht und sich sonst keine relevanten Vorteile ergeben. Es stellt sich heraus, dass sich aufgrund der Kosten und der Komplexität nur der Kupplungsstern für die additive Fertigung lohnt. Der Kupplungsstern ist im Prozess über mehrere Iterationsschritte deshalb nur kostenoptimiert worden. Da RENK-MAAG das Material Vergütungsstahl 1.6580 gewünscht hat und diese für SLM noch völlig unbekannt ist, werden Proben angefertigt, um das Material qualitativ zu untersuchen.

Die finale Lösung bietet neben dem Re-Design für SLM auch eine Gewichtsreduktion von 25% und ist ohne zusätzliche Supports aufbaubar. Das verbesserte Schmier-Kühlsystem ist leider nicht technisch sinnvoll umzusetzen ohne dass die Bauteilfestigkeit darunter zu stark leidet. Die Funktionalität bleibt die gleiche wie beim originalem Bauteil. Leider ist das neue Bauteil wirtschaftlich nicht interessanter.

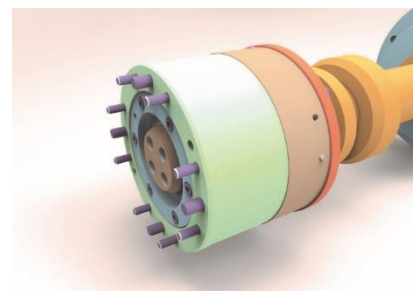


Diplomierende  
Jan Altherr  
Lukas Mannhart

Dozent  
Andreas Kirchheim



Synchronkupplungsstern für SLM optimiert



Synchronkupplung mit Abtriebswelle