



Jonas Metzger



Mirko Rohr

Diplomanden	Jonas Metzger, Mirko Rohr
Examinator	Dr. Martin Weilenmann
Experte	Dr. Markus A. Müller, Frei Patentanwaltsbüro, Zollikon, ZH
Themengebiet	Regelungstechnik

Simulation eines Mechatronischen Getriebes

Erstellung einer Simulationsumgebung in MATLAB/Simulink

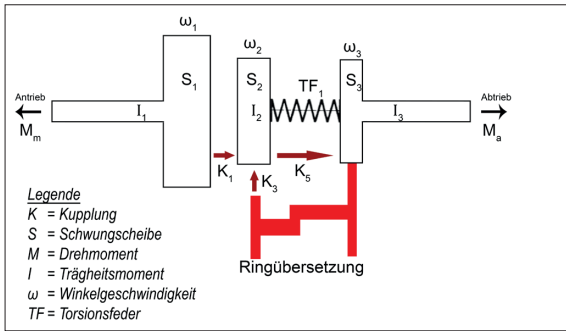


Abbildung 1: Getriebebeskizze

Ausgangslage: Das stufenlose Getriebe mit Torsionsfeder entstammt der Patentschrift von M. Weilenmann. Das Getriebe besteht im Wesentlichen aus drei Kupplungen und einem Schwingungssystem, bestehend aus einer Feder und einer Kupplungsscheibe (S2). Es überträgt die Energie zyklisch. Die Feder dient dazu, die vom Motor aufgenommene Energie zu speichern, um sie zu einem späteren Zeitpunkt an den Abtrieb abzugeben. An- und Abtrieb können unabhängige Drehzahlen aufweisen. Die zyklische Energieübertragung ist in sechs Phasen gegliedert, zwischen denen die verschiedenen Kupplungen betätigt werden müssen. Um die Entspannungsphase der Feder kurz zu halten, wird in dieser Phase die Kupplungsscheibe an eine Ringkonstruktion gekoppelt, welche mit einer festen Übersetzung in Gegenrichtung des Abtriebs dreht, wodurch die Feder von beiden Seiten entspannt wird.

Ziel der Arbeit: Diese Arbeit befasst sich mit der Entwicklung einer Simulationsumgebung für das genannte Getriebe. Der einzelne Simulationsdurchgang entspricht dem oben beschriebenen Zyklus für einen Betriebspunkt des Fahrzeugs. In einem Betriebspunkt sind Motordrehzahl, -drehmoment und Fahrzeuggeschwindigkeit definiert. Die sechs Phasen wurden in Simulink abgebildet. Mit MATLAB wurde ein Programm geschrieben, das iterativ die Eingangsgrößen der Simulation anpasst, um die Steuerzeiten für die Kupplungen in den verschiedenen Phasen zu bestimmen. Neben der Einhaltung der Zykluszeit wird auch die Einhaltung der Energiebilanzen für den Motor, das Schwingungssystem und den Abtrieb geprüft und iterativ angepasst. Durch die Simulation wird zudem der maximal auftretende Torsionswinkel der Feder für den gesamten Betriebsbereich des Fahrzeugs ermittelt. Dieser dient der technischen Auslegung und Optimierung der Getriebekomponenten. Somit entsteht ein Getriebe mit grosser Spreizung. Ebenso wurden verschiedene Übersetzungen der Ringkonstruktion sowie mögliche Vor- und Nachübersetzungen in die Optimierung integriert. Damit wurde evaluiert, bei welcher Kombination das Getriebe über den Betriebsbereich betrachtet die optimale Auslegung aufweist.

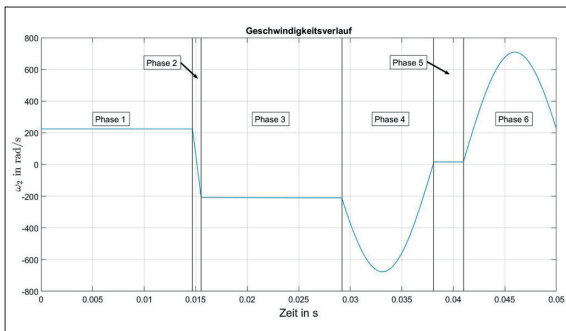


Abbildung 2: Geschwindigkeitsverlauf der Kupplungsscheibe in den Phasen 1 bis 6. Die einzelnen Phasen sind durch senkrechte Striche gekennzeichnet

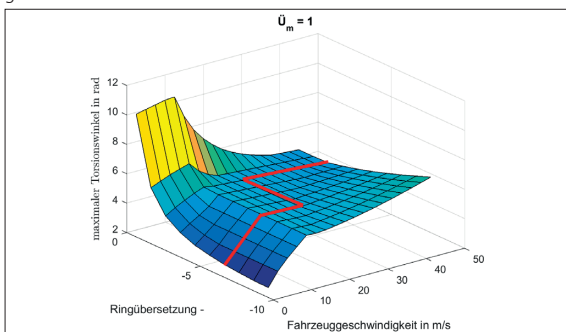


Abbildung 3: Auswertung des Torsionswinkels einer gesamten Simulationsserie für maximale Leistung mit Variation der Ringübersetzung

Ergebnis: Mit den erhaltenen Daten aus der Simulation, wird die optimale Getriebelegung ermittelt. Dafür wird eine Kombination aus den verschiedenen Übersetzungen und Schaltzeiten ermittelt, welche die kleinste Federverdrehung ergibt. Für ein Getriebe, das für einen PKW ausgelegt wird, werden für den ganzen Betriebsbereich zwei Ringübersetzungen benötigt. Für einen 250-ccm-Roller reicht eine solche Übersetzung aus.