

Diplomarbeit:

Regelung des Kupplungsschlupfs bei Fahrzeugen mit manuellem Getriebe mit und ohne Getriebedrehzahlsensor

Autor: Christoph Bohland
Betreuer: Prof. Dr. Luigi del Re
 Peter Ortner
Partner: BMW Motoren GmbH Steyr
Fertigstellung: August 2009

Kurzfassung

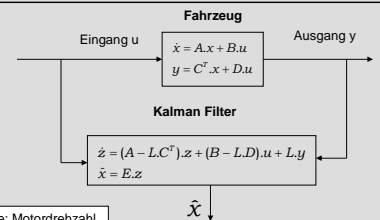
Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit dem Thema Schlupfunterdrückung an Kraftfahrzeug- Reibkupplungen. Mit Hilfe der Kupplungsschlupfunterdrückung soll es nun möglich sein, den Schlupf an der Kupplung während der Fahrt, bei nicht betätigtem Kupplungspedal, festzustellen. Bei erkanntem Schlupf, soll dann das Drehmoment des Motors soweit reduziert werden, dass die Kupplung wieder einen Haftzustand herstellt und sich somit der Verschleiß minimiert. Eine Weiterfahrt ist ohne Probleme, jedoch vorübergehend nicht mehr mit maximalem Motormoment, möglich. Wird die Kupplung nur kurzzeitig überlastet, dient die Kupplungsschlupfunterdrückungsfunktion dazu, die Kupplung erst gar nicht in einen Zustand thermischer Zerstörung bzw. Fading verfallen zu lassen.

Dies ergibt besondere Vorteile in der Dimensionierung der Kupplung. Da auch bereits kleinere Dieselmotoren eine sehr hohes Drehmoment erzeugen können, müssen Kupplungen mit entsprechend hohem maximal übertragbarem Moment verbaut werden, welches größer sein muss, als das maximale Motormoment, um Schlupfen zu verhindern. Allerdings kann es aufgrund der Serienstreuung, trotz eines Sicherheitsfaktors, zu Motor- Kupplungs- Paarungen kommen, welche die Sicherheit gegen Schlupfen sehr klein lassen werden. Deshalb können, gemessen an der Lebensdauer einer Kupplung, bereits relativ bald Fahrzeugzustände auftreten, in denen die Kupplung zu schlupfen beginnt. Durch die Kupplungsschlupfunterdrückungsfunktion kann nun auch für ungünstige Paarungen eine entsprechend lange Lebensdauer der Kupplung garantiert werden, da der Schlupf minimiert und frühzeitige Zerstörung der Kupplung verhindert werden kann. Ein weiterer Aspekt einer Kupplungsschlupfunterdrückung ist, dass eine absichtliche, gewaltsame Zerstörung der Kupplung soweit als möglich verhindert werden soll.

Um die Kosten niedrig zu halten soll des Weiteren die Verwendung eines Getriebedrehzahlsensors zur Schlupferkennung entfallen. Mittels eines virtuellen Sensors soll die Drehzahl des Getriebes erfasst und eine zuverlässige Regelung möglich gemacht werden.

Kalman Filter

- Feststellung der Getriebedrehzahl → dient als Eingangsgröße f. Schlupferkennung
- Auswahl des entsprechenden Kalman Filters, welcher dem aktuellen Gang entspricht
- Liefert Kupplungsmoment für Diagnose des Kupplungszustandes



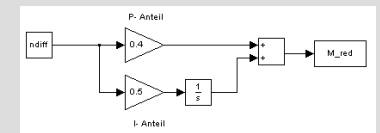
Eingang $u \rightarrow$ Motormoment
 Ausgang $y \rightarrow$ Motordrehzahl
 \rightarrow Raddrehzahl

Zustände $\hat{x} \rightarrow$ Größen wie: Motordrehzahl, ZMS- Drehzahl, Getriebedrehzahl, Raddrehzahl, sowie Kupplungsmoment

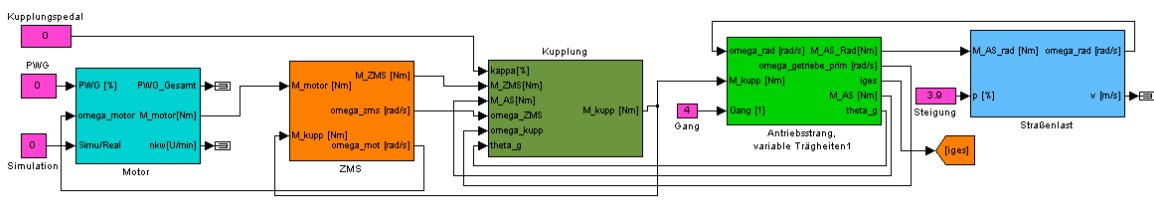
Regelungskonzept

- Wahl von PI- Reglern aufgrund der Analyse des bestehenden Problems
 \rightarrow Starke Parameterschwankungen
 \rightarrow Schnelle Regelung erforderlich
- Regleroptimierung durch Definition einer Gütefunktion:

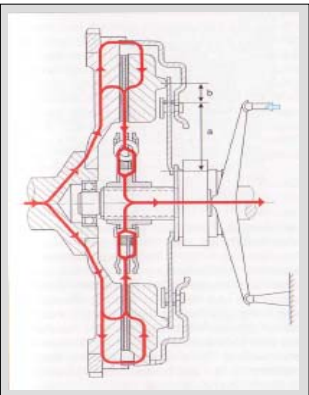
$$J = n_{diff}^2 + 10 \cdot \left| \frac{dM_{Red}}{dt} \right|$$



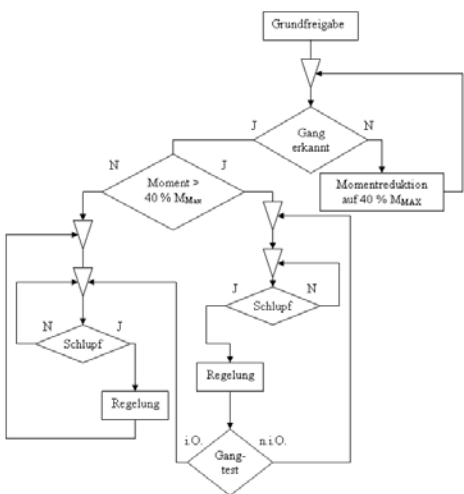
Modellbildung



- Nachbildung des Fahrzeugantriebsstrangs inkl. schlupfender Kupplung für Simulationen
- Behandlung modellbasierter Ansätze f. Regler und Beobachter anhand des Modells

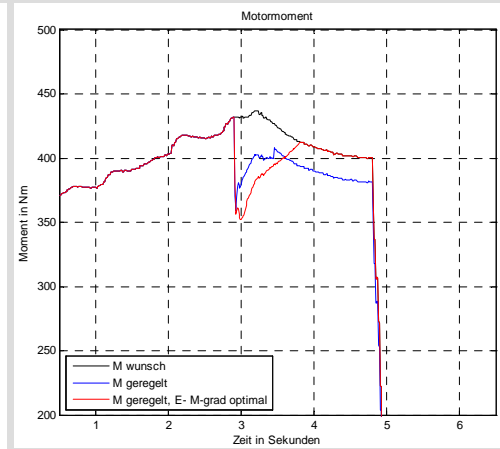
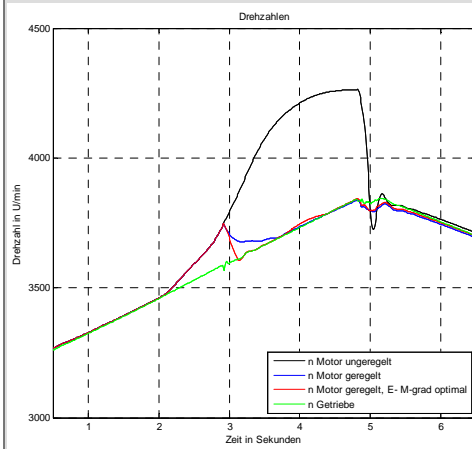


Funktionsstruktur des Reglers



- Vor der Regelung muss die Getriebedrehzahl erfasst werden
 \rightarrow aktueller Gang muss erkannt werden
- Bei nicht erkanntem Gang muss Moment sofort reduziert werden
 \rightarrow es muss Schlupf an der Kupplung vorhanden sein

Versuchsergebnisse



Ergebnisse und Ausblick

- Kalmanfilter und Regler arbeiten zuverlässig und können die gestellte Aufgabe lösen
- Im Fahrzeugversuch konnte die Funktion erfolgreich getestet werden
- Zukünftig müsste die Funktion mit Kalmanfilter komplett ins Steuergerät aufgenommen werden, um volle Leistungsfähigkeit der Kupplungsschlupfunterdrückung ausschöpfen zu können