



Entwicklung einer Antriebs- und Bremsregelung für eine autonome Rangierlokomotive mittels Matlab/Simulink

Einleitung

Die Mobilität der Gesellschaft ist eng damit verbunden, wie es um deren Wirtschaftskraft steht. Die Entwicklung der Mobilitätslösungen befindet sich derzeit in einem steten Wandel, was sich vor allem in der Fahrzeugbaubranche niederschlägt. In den vergangenen Jahren sind verstärkt autonom verkehrende Fahrzeuge in den Medien aufgetaucht. Dort vernimmt man des Öfteren Erfolgsmeldungen diverser Automobilhersteller. Nicht nur die Straßenfahrzeugproduzenten zogen zuletzt positive Bilanz in der autonomen Antriebstechnik. In Deutschland gibt es bisher wenige Pilotprojekte in denen Personentransportmittel autonom fahren (U-Bahn in Nürnberg, „Skyline“ in Frankfurt).

Am IFZN der TH Nürnberg wird in einem institutsübergreifenden Projekt eine Studie zum autonomen Fahren von Rangierlokomotiven durchgeführt. Die gesamte Thematik wurde bei der Durchführung in mehrere Einzelbereiche untergliedert. Die Bachelorarbeit befasste sich mit der Antriebs- und Bremsregelung eines solchen Schienenfahrzeugs. Als Exempel wurde eine „H3“-Rangierlokomotive der Firma Alstom herangezogen, welche später in ein autonomes Schienenfahrzeug umgerüstet werden soll.



Abbildung 1: Rangierlokomotive H3 von Alstom

Entwurf des Simulationsmodells

Die Motordaten entstammen dem Zugkraftdiagramm der hybridbetriebenen Rangierlokomotive. Diese erreicht eine maximale Geschwindigkeit von 100 km/h und eine größtmögliche Zugkraft von 240 kN. Das Schienenfahrzeug ist mit je zwei Scheibenbremsen pro Radsatz ausgestattet. Für die Güterwägen wurden Klotzbremsen angenommen. Die Anzahl der Wägen ist im Simulationsmodell variabel wie auch die meisten brems- und antriebstechnischen Parameter. Als Fahrwiderstände wurden der Beschleunigungs-, der Steigungs-, der Rollreibungs- und der Luftwiderstand in Betracht gezogen.

Funktionsprinzip der Antriebs- und Bremsregelung

Die Antriebs- und Bremsregelung haben die Aufgabe den aktuellen Kraftschluss möglichst in seinem idealen Bereich zu halten, um somit die maximal mögliche Kraft zwischen Rad und Schiene zu übertragen. Dafür berechnet das Programm für die eingestellten Umgebungseinflüsse den momentanen Schlupf als Istwert. Dieser wird anschließend nach dem kritischen Schlupf, also der Zone in der der Kraftschluss seinen Maximalwert hat, geregelt.

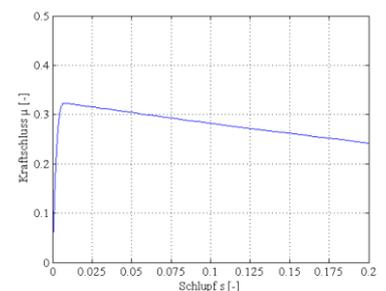


Abbildung 2: Kraftschluss-Schlupf-Kurve

Bachelor

Maschinenbau

Betreuer der Hochschule

Prof.Dr.-Ing. Martin Cichon

Institut für Fahrzeugtechnik
Fakultät Maschinenbau / Versorgungstechnik

Tel.: +49.911.5880.1321

Fax: +49.911.5880.5341

Technische Hochschule Nürnberg
Georg Simon Ohm

Absolvent

Felix Räckl

Raecklfe58548@th-nuernberg.de



Entwicklung einer Antriebs- und Bremsregelung für eine autonome Rangierlokomotive mittels Matlab/Simulink

In Anlehnung an das Gleitschutzgerät, welches als Fahrassistenzsystem beim Bremsen dient, wie auch der Schleuderschutz, welcher beim Anfahren eingreift, wurde eine Bremsschlupf- und Antriebschlupfregelung im Simulationsmodell entwickelt. Ziel der Regelung ist es ein Blockieren beim Bremsen bzw. ein Schleudern der Radsätze beim Antreiben zu verhindern. Der Verschleiß wird somit minimal gehalten und die Antriebskräfte werden vollständig übertragen. Ebenso wird der Bremsweg auf kürzester Distanz gehalten.

Je nachdem welche Schienenverhältnisse eingestellt werden (trocken, nass, eisig) oder auch welche Anzahl der Wägen an die Rangierlokomotive angehängt werden muss das System reagieren. Bei der Bremsregelung können zusätzlich die Wagenbremsen zugeschaltet werden. Auch auf diesen Einfluss regelt die automatisierte Bremsschlupfregelung.

Auswertung der Ergebnisse

Der Antriebsschlupfregler arbeitet durch den Einsatz der Gasregelung. Dazu wurde an das Gaspedal ein Regler angeschlossen, welcher Gas zugibt bzw. wegnimmt, wenn sich der Schlupf nicht im optimalen Bereich bewegen sollte.

Wie in Abbildung 3 zu erkennen, bewegt sich der momentane Kraftschluss im Anfahrtsbereich bei seinem Maximalwert. Für das Exempel wurden nasse Schienenbedingungen eingestellt. Es wird maximale Kraft vom Rad auf die Schiene übertragen.

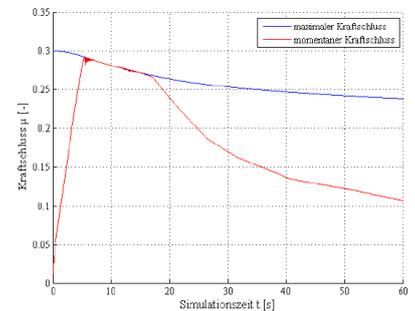


Abbildung 3: Vergleich Ist- mit Soll-Kraftschluss

Der Bremsschlupfregler greift bei schlechten Schienenverhältnissen und bei einer erhöhten Wagenzahl ein. In Abbildung 4 wurde die Wagenzahl auf 10 und die Masse pro Wagen auf 80 t gesetzt. Der momentane Schlupf wurde entsprechend dem kritischen Schlupf geregelt um im maximalen Kraftschlussbereich bremsen zu können. Der Bremsregler arbeitet mit Hilfe des Bremszylinderdrucks.

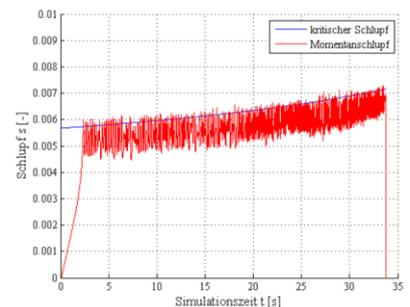


Abbildung 4: Vergleich Momentan- und krit. Schlupf

Bei einer Zuschaltung der Wagenbremsen wird ebenso nach dem Schlupf der Rangierlokomotive geregelt. Der Bremsweg verkürzt sich um rund 30 m im Vergleich zu einem Bremsvorgang ohne die Klotzbremsen der Güterwägen.

Bachelor

Maschinenbau

Betreuer der Hochschule

Prof.Dr.-Ing. Martin Cichon

Institut für Fahrzeugtechnik
Fakultät Maschinenbau / Versorgungstechnik

Tel.: +49.911.5880.1321

Fax: +49.911.5880.5341

Technische Hochschule Nürnberg
Georg Simon Ohm

Absolvent

Felix Räckl

Raacklfe58548@th-nuernberg.de



