

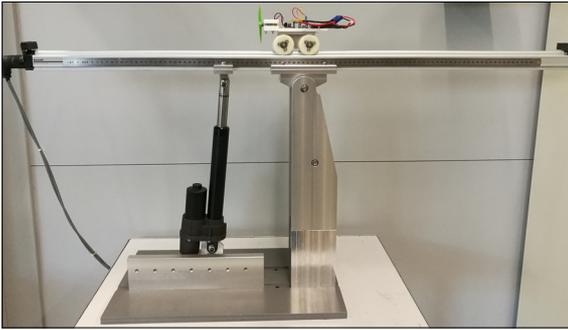


Lukas Grab

Student	Lukas Grab
Examinator	Prof. Dr. Markus Kottmann
Themengebiet	Innovation in Products, Processes and Materials - Industrial Technologies

# Regelungstechnische Studie: Wagen auf Wippe

## Projektarbeit HS 2018



Regelstrecke

**Ausgangslage:** In mehreren voran gegangenen Arbeiten wurde eine Wippe, bewegt durch einen Elektrozyylinder, und darauf fahrendem Wagen entwickelt und bereits ausführlich geregelt. Die letzte Arbeit ist fast 10 Jahre her, weshalb in dieser Arbeit die Hardware in Betrieb genommen und verbessert werden soll.

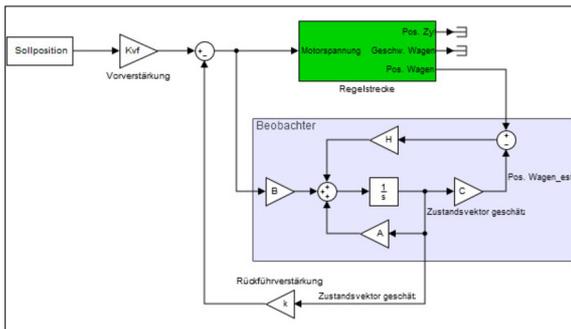
Das Ziel dieser Arbeit ist die Inbetriebnahme, Verbesserung und allfällige Erweiterung der Hardware. Anschliessend sollen alle möglichen Standard-Regelungskonzepte und auch erweiterte Regelungskonzepte entworfen, implementiert und ausgewertet werden.

**Vorgehen:** Zu Beginn der Arbeit wurde die bestehende Hardware in Betrieb genommen, ein neuer, schnellerer Elektrozyylinder ausgelegt und die dafür nötigen Anpassungen an der Konstruktion vorgenommen. Es wurden verschieden detaillierte Modelle zur Simulation und Auslegung der Regelungen entworfen und verifiziert. Parallel wurden viele verschiedene Regelungskonzepte reichend von Standard-PID-Regelung bis zur komplexen Zustandsregelung mit beobachtetem Zustand und PI-Erweiterung implementiert. Erweiterte Regelungskonzepte wurden in Form der periodischen Regelung untersucht.

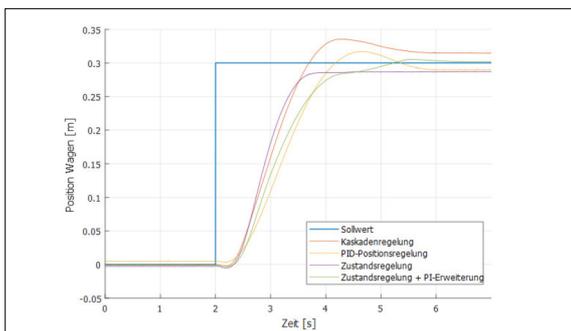
**Ergebnis:** Das Ergebnis der Inbetriebnahme und Verbesserung der bestehenden Hardware ist ein neuer Elektrozyylinder, der bis zu 15x schneller ist und mehr als doppelt soviel Hub hat wie sein Vorgänger. Dadurch können wesentlich schnellere Winkelgeschwindigkeiten der Wippe, grössere Beschleunigungen des Wagens und dadurch schnellere Regelungen erreicht werden. Mit dem entwickelten Simulationsmodell konnte das Verhalten der Regelstrecke sehr genau abgebildet und dadurch die Reglerauslegung beschleunigt werden.

Im Bereich Regelungstechnik konnten ein PID-Positionsregler, eine Kaskadenregelung und Zustandsregelungen mit verschiedener Anzahl von Zuständen und Erweiterung um einen Beobachter oder PI-Erweiterung entworfen werden. Mit den Reglern konnte die gesamte Bandbreite an Regelgütern abgedeckt werden. So wurden Regler entwickelt, die sehr schnell, sehr robust oder bei grossen Sollsprüngen ohne Überschwingen funktionieren. Die periodische Regelung konnte in der Simulation erfolgreich erarbeitet werden, wobei der Übertrag auf die reale Strecke nur teilweise zufriedenstellend funktionierte.

Es wird empfohlen die periodische Regelung weiter zu untersuchen. So soll die periodische Regelung mit einer periodischen Führungsgrösse, sowie einer periodischen Störung erfolgreich auf die reale Strecke übertragen werden.



Reglerstruktur der Zustandsregelung mit Beobachter



Sprungantworten verschiedener Reglerstrukturen