

# Regelung eines Magnetic Levitation Prozesses

## Sensorik, Simulation, Aktorik und Regelung im Einklang

### Studenten



Luca Loop



Luca Schäfer

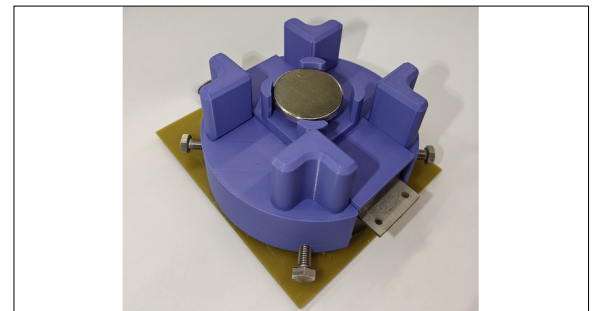
**Ausgangslage:** Magnetfelder können eine Kraft auf einen Magneten ausüben. Oberhalb eines Ringpermanentmagneten schwebt ein zweiter Permanentmagnet. Die Position des schwebenden Permanentmagneten ist auf der horizontalen Ebene instabil. Basierend auf einer teilweise vorhandenen Hardware entwickelt man eine Regelung zur Stabilisierung der Magnetposition in der Ebene und validiert sie experimentell. Man erstellt ein Modell des Prozesses und stabilisiert es durch einen Regler. Den entwickelten Regler implementiert man anschliessend auf einem Mikroprozessor.

**Vorgehen / Technologien:** Im Rahmen dieser Arbeit kommt Hardware zum Einsatz, die in einer vorangegangenen Arbeit entwickelt wurde. Die Ansteuerung dieser Hardware erfolgt über das Speedgoat-Testsystem in Kombination mit MATLAB und Simulink. Durch die Verwendung von MATLAB und Simulink steht eine benutzerfreundliche Umgebung zur Verfügung, die Echtzeitprüfungen direkt auf der Zielhardware ermöglicht. Zudem erfolgt eine umfassende Einarbeitung in die bestehende Hardware mit dem Ziel, die Funktionalität aller Komponenten zu verifizieren. In diesem Zusammenhang werden verschiedene Erweiterungen und Optimierungen an der Hardware vorgenommen. Zur Gewährleistung einer strukturierten Darstellung sowie zur Erleichterung der späteren Leiterplattenfertigung wird ein entsprechendes elektrisches Schaltbild erstellt. Im Anschluss daran entsteht ein mathematisches Modell des Gesamtsystems. Die Modellbildung erfolgt unter Verwendung eines geeigneten Simulationstools. Hierfür wird die Hardware exakt vermessen und die eingesetzten Materialien systematisch erfasst. Zur Generierung valider Simulationsdaten finden eine Luftbox-Analyse sowie eine Mash-Analyse statt. Den Verstärkungsfaktor der eingesetzten Hallsensoren bestimmt man im Rahmen einer experimentellen Versuchsreihe. Aufbauend auf dem erstellten Simulationsmodell wird die Strom-Kraft-Kennlinie ermittelt. Auf Grundlage der vollständigen Regelstrecke wird ein Regler ausgelegt. Zur Unterstützung des Entwicklungsprozesses sowie zur Optimierung der Testumgebung konstruiert und druckt man mehrere 3D-Modelle.

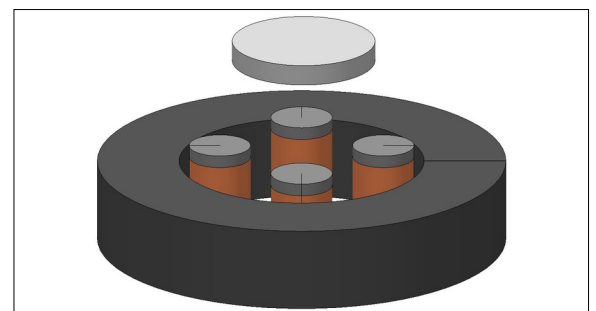
**Ergebnis:** Auf Basis des erstellten elektrischen Schaltbildes sowie der Überprüfung sämtlicher Hardware-Komponenten ist die Betriebsbereitschaft der Hardware sichergestellt. Die Überführung in ein Simulationsmodell ermöglicht eine detaillierte Analyse der im System wirkenden Kräfte. An der Regelstrecke werden gezielt Anpassungen vorgenommen, um die Komplexität zu reduzieren. Den Verstärkungsfaktor der eingesetzten Hallsensoren ermittelt man durch systematische Messungen. Daraufhin leitet man eine reduzierte und dennoch

repräsentative Regelstrecke her. Anschliessend erfolgt die Auslegung eines Reglers zur Stabilisierung des Gesamtsystems. Mit der schrittweisen Inbetriebnahme gemäss dem entwickelten Ablauf wird die vollständige Betriebsfähigkeit des Systems erreicht.

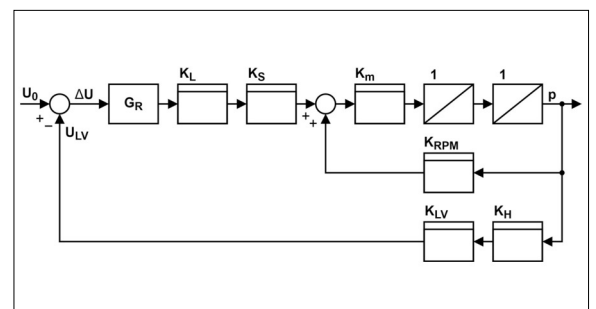
**schwebender Permanentmagneten**  
Eigene Darstellung



**Geometrie Simulation**  
Eigene Darstellung



**Regelstrecke**  
Eigene Darstellung



**Referent**  
Prof. Dr. Lukas  
Ortmann

**Themengebiet**  
Regelungstechnik /  
Control Theory