

## Konzeption, Aufbau und Regelung eines instabilen Laborversuches

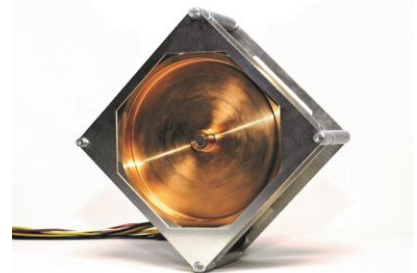
Das Ziel der vorliegenden Bachelorarbeit ist die Konzeption, der Aufbau und die Regelung eines instabilen Laborversuchs, welcher in einem späteren Stadium als Praktikumsmodell im Modul Regelungstechnik II eingesetzt werden kann. Es werden verschiedene instabile Versuchsmodelle miteinander verglichen, um einen regelungstechnisch interessanten und attraktiven Laborversuch zu entwickeln, bei dem abwechslungsreiche Praktikumsaufgaben gestellt werden können. Als Laborversuch wird ein Quader mit einer zentral montierten Schwungscheibe als Trägheit entwickelt. Der Quader soll auf seiner Kante balancieren, indem die angetriebene Trägheitsmasse auftretende Störmomente, welche ein Umkippen des Quaders zur Folge hätten, durch stromgeregelter Drehzahländerungen ausgleicht. Die Auslegung der Antriebskomponenten und die geometrische Dimensionierung des Modells werden so gewählt, dass sich der Quader, auf einer Seite liegend, in die Gleichgewichtslage aufschwingen kann. Die Anforderungen an die Aktorik sind ein hohes Drehmoment bei eher geringer Drehzahl und leichter Bauform. Da der Quader nicht mit einer Unterlage verbunden ist, wird zur Bestimmung der Lage eine Winkelmessung im Inneren des Körpers benötigt. Das Winkelsignal wird aus den Beschleunigungs- und Drehratensignalen einer eigens gebauten analogen IMU durch Signalfusion erzeugt. Für die dynamische Winkelschätzung werden ein Komplementärfilter und ein Extended-Kalmanfilter ausgelegt.

Zur Stabilisierung des Quaders in der Gleichgewichtslage wurde ein klassischer Kaskadenregler und sowohl ein zeitkontinuierlicher wie auch ein zeitdiskreter Zustandsregler ausgelegt. Bei allen Reglern kann die Drehgeschwindigkeit der Schwungscheibe vorgegeben werden. Mit dem zeitdiskreten Zustandsregler gleicht der Quader impulsartige Störmomente bis zu 2 Nm aus. Der Quader kann von seiner liegenden Position aufschwingen, indem die rotierende Schwungscheibe mit dem Maximalstrom in die Gegenrichtung abrupt abgebremst wird. Der Aufschwingvorgang ist aufgrund einer ungeklärten Diskrepanz zwischen Soll- und Iststrom im Maxon-Controller nicht von jeder der vier Ruhelagen realisierbar. Die Kombination des Aufschwingvorgangs von einer geeigneten Liegefläche mit der Stabilisierung in der Gleichgewichtslage funktioniert zuverlässig. Mit einer sinnvollen Verringerung der Quadermasse oder dem Einsatz eines drehmomentstärkeren Antriebs könnte der Aufschwingvorgang von allen Seiten umgesetzt werden.



Diplomierende  
Christian Kreis  
Claude Steinmann

Dozierende  
Konrad Stadler  
Ruprecht Altenburger



Modell-Quader mit Schwungscheibe, balancierend auf der Kippkante.



Oben befindet sich das Anschlussboard mit Controller für den EC-Motor, unten die selbstgefertigte Sensor Unit für die Winkelmessung.