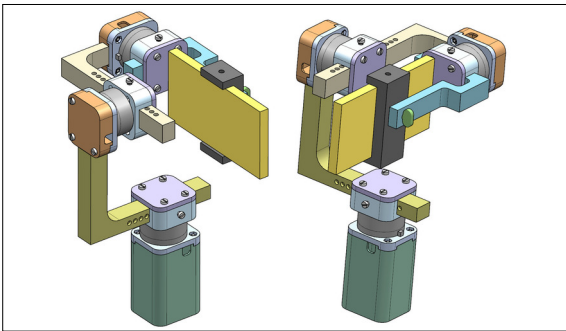




Sven Nievergelt

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

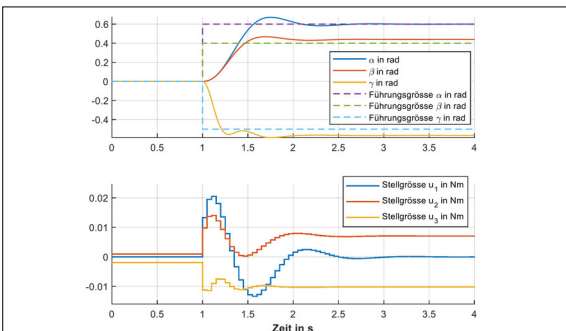
## Regelung eines 3-Achsen Gimbal



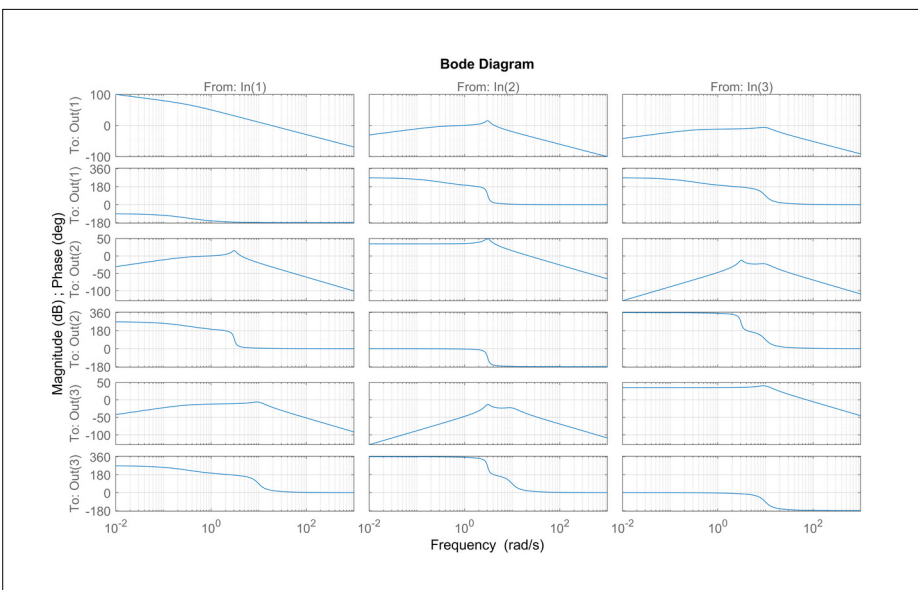
Konstruktion des Funktionsmuster  
Eigene Darstellung

**Ziel der Arbeit:** Immer häufiger im Alltag können Kameragimbals angetroffen werden. Was früher nur bei der professionellen Filmproduktion zum Einsatz kam, ist nun auch im Hobbybereich weitverbreitet. Diverse Gimbals für Smartphones oder auch Drohnen mit integrierten Kameras und Gimbals können inzwischen zu einem erschwinglichen Preis gekauft werden. Die vorliegende Projektarbeit setzt sich vertieft mit der Regelung eines Kameragimbals auseinander. Das Ziel der Arbeit ist es, ein Funktionsmuster eines Kameragimbals zu erstellen und eine funktionierende Regelung dazu zu entwerfen.

**Ergebnis:** Es wurde ein Kameragimbal konstruiert und mithilfe von 3D-Druck hergestellt. Passende Aktoren, Sensoren und Leistungselektronik wurden gekauft. Als Aktoren kommen Synchronmotoren zum Einsatz. Für diese ist eine FOC-Regelung entworfen worden, welche eine Drehmomentregelung ermöglicht. Der Gimbal ist mithilfe der Roboterkinematik und dem Lagrange-Formalismus modelliert. Für die Winkelregelung des Gimbals wurden unterschiedliche Konzepte untersucht. Dazu gehören klassische PID-Regelung (Kaskade, Kompensator), LQR-Zustandsregelung mit PI-Erweiterung sowie Beobachter und MPC-Zustandsregelung (Standard MPC, Delta-u Formulierung, Delta-u Formulierung mit Störgrössenschätzung). Alle Konzepte sind hinsichtlich des Führungs- und des Störgrößenverhalten verglichen worden. Für den Einsatz im Gimbal zeigt sich die klassische Kaskadenstruktur am geeignetsten. Die Hardware wurde mit einer Speedgoat Target Machine und Simulink Real-Time in Betrieb genommen. Bedingt durch auftauchende Probleme und dem daraus entstandenem Zeitmangel konnten die erarbeiteten Konzepte nicht an der Hardware getestet werden.



Führungsverhalten der MPC-Regelung mit Delta-u Formulierung  
Eigene Darstellung



Bode-Diagramm des linearisierten Gimbalmodells um den Arbeitspunkt aus Abbildung 1  
Eingang: Gelenkdrehmomente, Ausgang: Gelenkwinkel. (Roll-Nick-Gier Winkelkonvention)  
Eigene Darstellung