

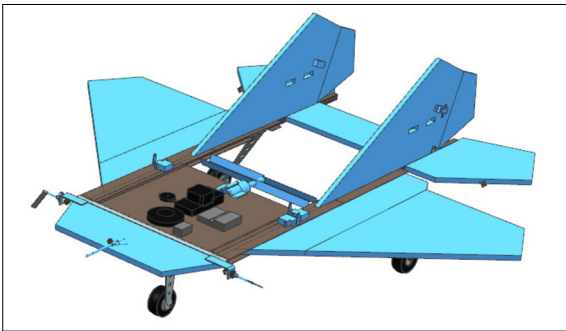


Patrik Lange

Diplomand	Patrik Lange
Examinator	Prof. Dr. Markus Kottmann
Experte	Dr. Markus A. Müller, Frei Patentanwaltsbüro AG, Zürich, ZH
Themengebiet	Automation & Robotik
Projektpartner	IWK, HSR, Rapperswil, SG

Hunter

Mathematische Modellbildung und Flugregelung einer Fixed-Wing-Drohne



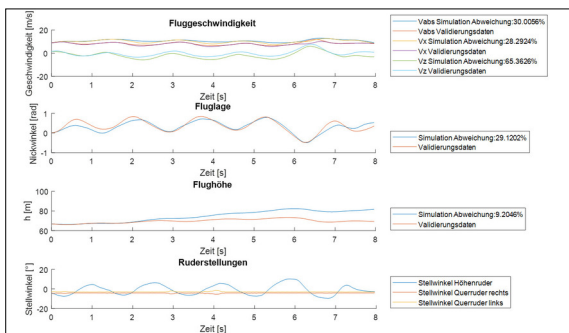
CAD-Modell des Hunter1 nach den mechanischen Anpassungen

Ausgangslage: Im Rahmen des Projektes Hunter wird ein Drohnenabfangjäger in Form einer Fixed-Wing-Drohne entwickelt. Dieser soll in der Lage sein, Lufträume gegen das unbefugte Eindringen von Drohnen zu schützen. Ein wichtiger Aspekt des Hunters ist die Wendigkeit. Um eine maximale Wendigkeit zu erreichen, werden die stabilisierenden Momente um die Querachse durch eine entsprechende Schwerpunktlage reduziert. Dadurch erhöht sich die Stellwirkung der Steuerruder, die nicht mehr gegen stabilisierende Momente wirken müssen. Der Hunter wird zwar wendiger, braucht aber eine schnellere Lageregelung.

In einer vorgängigen Semesterarbeit wurde bereits ein Prototyp des Hunters entwickelt – der Hunter1. Im Rahmen dieser Arbeit soll ein Regler zur Stabilisierung des Nickwinkels für diesen Prototypen ausgelegt werden. Zudem soll ein mathematisches Modell aufgebaut werden, mit welchem das Flugverhalten dieser Drohne simuliert werden kann.

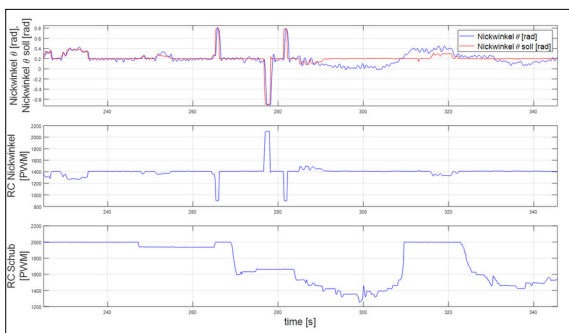
Vorgehen: Am Hunter1 mussten noch einige mechanische Anpassungen vorgenommen werden, um die Steuerbarkeit zu verbessern. Mit dieser Konfiguration wurden anschliessend Testmanöver zur Aufnahme von Validierungsdaten geflogen. Diese Validierungsdaten wurden zur Überprüfung des mathematischen Modells verwendet. Das mathematische Modell wiederum wurde im Matlab/Simulink aufgebaut. Zur Reglerauslegung wurde jedoch ein identifiziertes, lineares Modell verwendet, da das mathematische Modell zum benötigten Zeitpunkt eine zu geringe Übereinstimmung mit den Validierungsdaten aufwies. Die entworfenen Regler sind anschliessend am Hunter1 getestet und ausgewertet worden.

Ergebnis: Im mathematischen Modell konnten einige Untersysteme mit einer guten Übereinstimmung zur Realität modelliert werden. Beispielsweise konnte eine Schubfunktion hergeleitet werden, die sowohl von der Propellerdrehzahl als auch von der Anströmungsgeschwindigkeit abhängig ist. Die Übereinstimmung des Gesamtmodells mit den Validierungsdaten ist jedoch nur mässig. Eine mögliche Ursache liegt bei den verwendeten Auftriebs- und Widerstandsfunktionen. Es wird empfohlen, diese mit Messdaten zu überprüfen.



Validierung des mathematischen Modells mit Stellsignal auf Höhenruder bei maximalem Schub

Der Nickwinkelregler wurde als Kaskadenregler entworfen. Dieser funktioniert in einem definierten Arbeitsbereich zuverlässig. Sinkt der Schub jedoch unter $\frac{1}{2}$ des Maximalschubs ab, entsteht eine bleibende Regelabweichung. Zudem ist ein starkes Aufbäumen feststellbar, wenn der Schub schnell reduziert wird. Es ist daher zu empfehlen, die Auswirkungen des Schubes über eine Störgrössenaufschaltung zu reduzieren.



Beurteilung des Reglers: Stör- und Führungsverhalten bei hohem Schub, bleibende Abweichungen bei geringem Schub