

# ENTWICKLUNG UND BAU EINER “ELECTRIC DUCTED FAN” RAKETE

Verfasser: Julian Sebastian Lotzer  
Betreuung: Axelle Krayenbühl-Tapponnier

## IDEE

Ziel war es, ein raketenähnliches Fluggerät von Grund auf zu entwickeln, bauen und testen. Das Fluggerät benutzt als Antrieb einen Impeller (Propeller, der von einem runden Gehäuse umschlossen ist).

Die Lenkung geschieht dabei mithilfe einer gezielten Umlenkung des Schubstrahls durch eine Düse – auch “Thrust Vector Control” genannt.

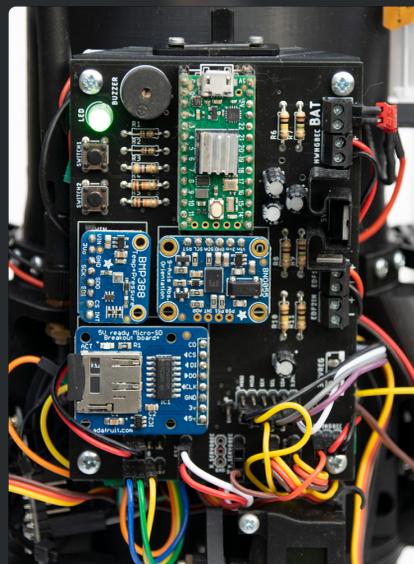
## VORGEHEN

Das Fluggerät wurde vollständig in einem CAD-Programm (3D-Modellierung) entworfen. Ein 3D-Drucker kam für die Produktion der meisten Teile zum Einsatz.

Der “Thrust Vector Control” Mechanismus wurde vollständig selbst entwickelt und erlaubt eine Schwenkung der Düse in alle Richtungen. Zusätzlich ermöglichen kleine, steuerbare Flügel im Inneren der Düse die Kontrolle der Drehung des Fluggerätes um die Vertikalachse.



Darüber hinaus wurde noch ein Flugcomputer entwickelt. Hierfür musste eine PCB-Leiterplatte entworfen und hergestellt werden. Die passenden Komponenten und Sensoren wurden von Hand angelötet.



Das fertige Fluggerät ist 0.7 m hoch und wiegt 2.03 kg. Drei Akkus werden benötigt, zwei für den Antrieb und einer für den Flugcomputer.



Für den Regelalgorithmus wurde ein LQG-Regler (Linear Quadratic Gaussian) hergeleitet und implementiert.

Dafür mussten zuerst die Bewegungsgleichungen des Fluggerätes aufgestellt werden. Mit den linearisierten Gleichungen konnte dann anschliessend ein LQ-Regler mithilfe von MATLAB entworfen werden. Des Weiteren wurde ein sogenannter “Kalman-Filter” implementiert. Dieser Filter schätzt aus den (verrauschten) Sensordaten der Beschleunigung und Flughöhe die Geschwindigkeit. Der Code für den Flugcomputer wurde von Grund auf entwickelt und getestet.

Zusätzlich wurde eine App für das Smartphone programmiert, mit der man dem Fluggerät über eine WLAN-Verbindung einfache Befehle senden kann (z.B. Starten, Landen).

## RESULTATE

Das Fluggerät war schliesslich in der Lage, stabil in der Luft zu bleiben und die Höhe mithilfe eines Höhensensors zu regeln. Auch der Start- und Landevorgang geschieht autonom. Es konnte gezeigt werden, dass das selbstentwickelte Thrust Vector Control System mit dem Regelalgorithmus funktioniert und das Fluggerät mithilfe von verschiedenen Sensoren stabil in aufrechter Position halten kann. Auf dem Weg dahin mussten sehr viele unvorhergesehene Probleme gelöst und vielfältige Herausforderungen überwunden werden.

Album mit Fotos und Videos  
des fertigen Fluggerätes und  
Entwicklungsprozesses

