

# Tube-launched Drone

## Mechatronische Produktentwicklung einer Drohne mit ausklappbaren Armen für eine schnelle Einsetzbarkeit

Diplomand



Lars Schmidlin

**Ausgangslage:** In sicherheitskritischen, schwer zugänglichen oder zeitlich limitierten Einsätzen sind klassische Multikopter oft ungeeignet: Sie erfordern eine aufwendige Startvorbereitung, sind empfindlich gegenüber mechanischen Belastungen und benötigen eine geeignete Startfläche. Tube-launched Drohnen bieten für solche Szenarien eine entscheidende Alternative. Sie lassen sich kompakt verpacken, mechanisch schützen und direkt aus einem zylindrischen Startrohr starten. Der Abschuss der Drohne aus dem Startrohr kann statisch an einem Ort oder mobil auf einem Fahrzeug erfolgen. Ihre schnelle Einsatzbereitschaft macht sie besonders attraktiv für Anwendungen in den Bereichen Katastrophenschutz, Rettungseinsätze oder taktische Aufklärung.

**Vorgehen:** Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein vollständiger funktionsfähiger Prototyp einer tube-launched Drohne entwickelt. Der Fokus lag auf der mechanischen Konstruktion, einer zuverlässigen Ausklappmechanik der Arme, der Integration einer kompakten Stromversorgung während des Transports sowie der Entwicklung eines ballistischen Startmechanismus. Alle Hauptkomponenten wurden im CAD entworfen und mithilfe additiver Fertigung (3D-Druck) realisiert. Das Antriebssystem wurde auf eine lange Flugdauer ausgelegt. Die Funktionsfähigkeit des Systems wurde durch einen erfolgreichen Schwebeflugtest sowie durch Versuche mit einem Dummy für den Startmechanismus nachgewiesen.

**Ergebnis:** Die Ausklappmechanik der Drohnenarme erwies sich als funktional und zuverlässig. Das Flugverhalten des Prototyps war stabil und kontrolliert. Eine Kamera überträgt ein Livebild. Optimierungspotenzial besteht bei der strukturellen

Festigkeit der Arme sowie beim Startmechanismus. Zwar funktionierte das Auslösen der Abschussfeder zuverlässig, jedoch ist das manuelle Vorspannen derzeit noch aufwendig und wenig praxistauglich. Für eine Weiterentwicklung werden unter anderem eine optimierte Kraftaufbringung, ein kürzeres Startrohr sowie eine Reduktion der Reibung im Rohr empfohlen. Insgesamt konnte mit dieser Arbeit eine belastbare Grundlage geschaffen werden.

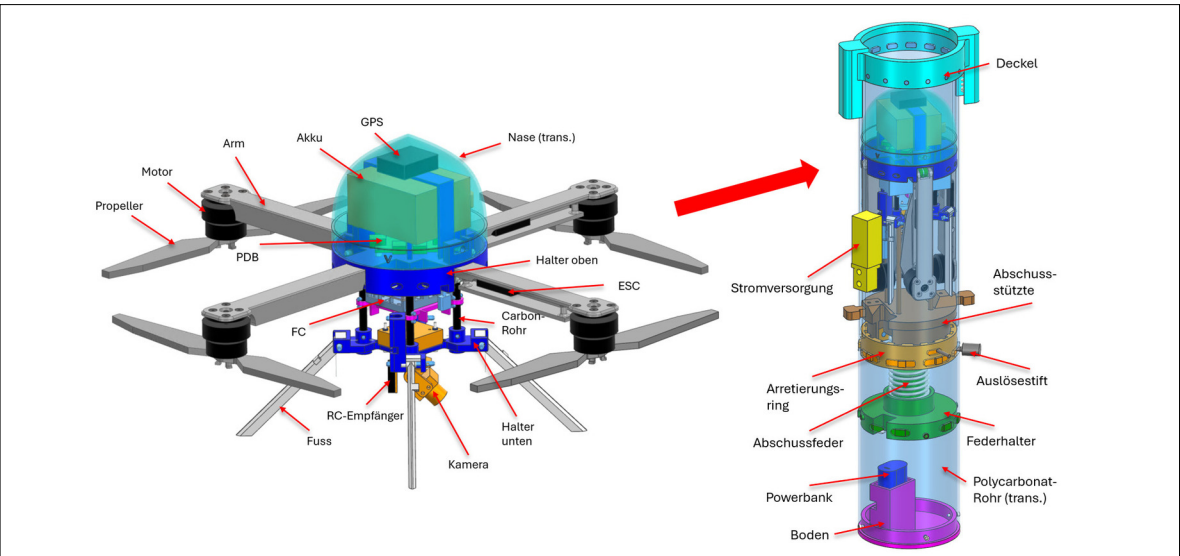
Quadropter im stabilen Schwebeflug  
Eigene Darstellung



Abschusstest mit Ausklappen der Arme und Füsse  
Eigene Darstellung

Zeit [s]	0	0.1	0.14	0.2	0.25	0.32	0.45

links: Übersicht der Quadropter Komponenten; rechts: Gesamtsystem im verstaute und vorgespannte Zustand  
Eigene Darstellung



Referent  
Prof. Dr. Dario Schaefroth

Korreferent  
Prof. Dr. Marco Hutter,  
ETH Zürich, Zürich, ZH

Themengebiet  
Automation & Robotik,  
Produktentwicklung