

Miniaturisierung einer Starrflügeldrohne für die Luftaufklärung bei Vegetationsbränden

Lars Muth¹, David Rieck²

1 Technische Hochschule Wildau, Hochschulring 1, 15745 Wildau, lars.muth@th-wildau.de

2 Technische Hochschule Wildau, Hochschulring 1, 15745 Wildau, david.rieck@th-wildau.de

Abstract

Luftaufklärung liefert bei Vegetationsbränden bereits jetzt schon wertvolle Informationen für die Einsatzleitung. Bisher eingesetzte unbemannte Systeme sind fast immer Multicopter. Starrflügler fliegen deutlich effizienter, können dadurch größere Flugzeiten erreichen und größere Strecken befliegen. Je kleiner diese Starrflügelsysteme sind, desto einfacher ist deren Handhabung. In diesem Projekt wurde untersucht, ob eine Miniaturisierung der Technik auf eine Spannweite unter 2,5 m möglich ist, ohne den Informationsgewinn gegenüber deutlich größeren und komplexeren Systemen einzuschränken

1. Einleitung

Infolge des globalen Klimawandels ist es in Deutschland vermehrt zu verheerenden Waldbränden gekommen. Insbesondere die schweren Waldbrandjahre 2018, 2019 und zuletzt 2022 sind vielen Menschen in Erinnerung geblieben (Statista, o.D.). Es ist davon auszugehen, dass diese Ereignisse zukünftig verstärkt auftreten werden. Nicht nur in diesen Einsätzen werden unbemannte Luftfahrtsysteme zur Lageaufklärung und -beobachtung verwendet. Das Potenzial dieser Fluggeräte bei der einsatztaktischen Einbindung wird bei weitem noch nicht voll ausgeschöpft. Mit den im Forschungsprojekt ALARM (gefördert vom Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung) gewonnenen Erkenntnissen kann dies geändert werden. In diesem Förderprojekt ist ein System entstanden, welches als Gesamtpaket bei Großschadenslagen eine effektive Luftaufklärung liefert und so zur sicheren und effektiven Durchführung des Einsatzes beitragen kann. Das Potential eines solchen Systems wurde immer wieder gemeinsam mit Retungskräften überprüft und bewertet.



Abbildung 1: ATISS Starrflügeldrohne mit 5 m Spannweite und bis zu 25 kg Abfluggewicht

Die Kernfähigkeiten, die in ALARM erprobt wurden, sollten nun nach Abschluss des Projektes in ein kleineres und für die Einsatzkräfte einfach zu bedienendes System überführt werden.

Es wurde ein Proof of Concept eines unbemannten Starrflüglers entwickelt und gebaut, der bei der Lageaufklärung über weite Strecken und längere Zeiträume (>2 h) eingesetzt werden kann. Der Starrflügler wird durch innovative Lösungen im Bereich der Funkreichweitenmaximierung sowie der Luftraumdarstellung und -überwachung ergänzt.

2. Starrflügler statt Multicopter

Im Gegensatz zu den heute weit verbreitet eingesetzten Drehflüglern (Multicopter) ermöglichen Starrflügler durch ihren erheblich effizienteren Flug deutlich größere Reichweiten und längere Flugzeiten. Der bisherige Vorteil von Coptern senkrecht starten und landen zu können, kann durch automatische Handstarts und Landungen ausgeglichen werden. Durch die höheren Reichweiten findet sich im näheren Umfeld auch immer ein geeignetes Start- und Landegebiet.

Die simple Handhabung des Starrflüglers wird durch die Miniaturisierung der Technik erreicht. In ALARM wurde ein Starrflügler (ATISS) mit 25 kg maximaler Abflugmasse und 5 m Spannweite als Sensorträger genutzt. Durch die Verwendung hochintegrierter Einzelsysteme und die Reduzierung auf die jeweils kleinsten und leichtesten Komponenten konnte die Spannweite auf 2,40 m und das Abfluggewicht auf unter 3 kg reduziert werden. Dabei wurde der Funktionsumfang nicht eingeschränkt. Lediglich die Bewegung der Kamera wurde auf eine Achse verringert, was aber in dem geplanten Einsatzszenario keine Einschränkung darstellt, da das Video von der Kamera selbst softwareseitig stabilisiert wird.



Abbildung 2: Proof of Concept für die Miniaturisierung des ATISS (2,40 m Spannweite)

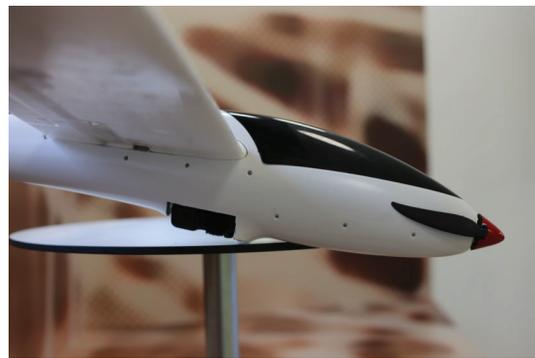


Abbildung 3: unten im Rumpf ist die Kamera mit Bildstabilisierung angebracht

3. Verkleinerung des Starrflüglers

Nach einer Aufstellung der notwendigen Komponenten wurde für einen ersten Proof of Concept ein kommerzielles Modellflugzeug als Basis gewählt, welches einem Segelflugzeug nachempfunden ist. Die Vorteile dieses Modells bestehen im verfügbaren Platz zur Unterbringung der Komponenten und den effizienten Flugleistungen, welche ein Flugmodell dieser Konfiguration mit sich bringt. Der Rumpf ist aus dünnwandigem Kunststoff und bietet somit genügend Stabilität und gleichzeitig ein großes Volumen, während die Flügel aus leichtem und robusten EPP gefertigt sind, und somit für die

geplanten Umbauten gut zu bearbeiten sind. Das Modell wurde inklusive des Antriebes und der Rudermaschinen gekauft.

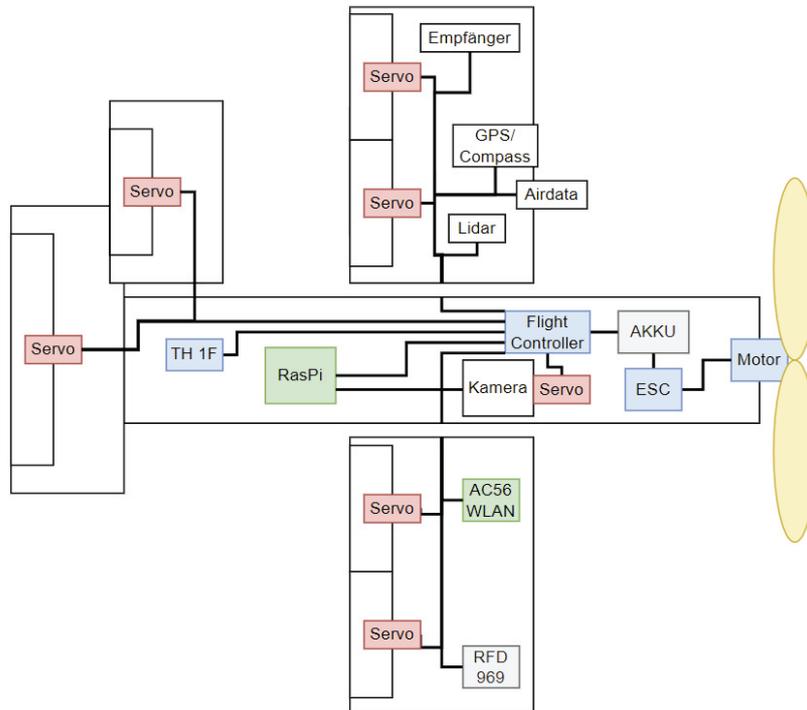


Abbildung 4: vereinfachte Übersicht der Komponenten

Alle weiteren Komponenten wurden anschließend zusätzlich integriert. Die erhebliche Reduzierung der Größe und des Gewichts gegenüber dem ATISS konnte nur durch eine Verteilung der Komponenten auf alle Baugruppen des Flugmodells erreicht werden. So sind verschiedene Empfangs- und Sendesysteme (RC-Empfänger 2,4 GHz, Telemetrie 868 MHz, GPS 1575,42 MHz, Video 5,8GHz, Transponder: ADS-B und FLARM) und weitere Sensoren (LIDAR, Luftdatensonde) in den Tragflächen untergebracht. Dadurch kann der Abstand zwischen den einzelnen Funksystemen ausreichend groß gestaltet werden. Elektrische und mechanische Anschlüsse wurden so umgebaut, dass sie selbstständig beim Zusammenstecken der Flügel einrasten. Im Rumpf wurde auf kleinem Raum das Herzstück der Elektronik untergebracht. Ein Flightcontroller mit sehr geringen Abmessungen, der Ardupilot – eine Open-Source-Autopiloten-Software Suite – unterstützt, wurde für die Videoübertragung um einen Raspberry Pi Zero ergänzt. Die dazugehörige Stromversorgung und die Stecker für die elektrischen Verbindungen zu den Flügeln wurden kompakt auf einer additiv hergestellten Basis untergebracht. Unter dieser Basisplatte wurde die Mechanik befestigt, welche die Kamera um die Flugzeuglängsachse drehen und für die Landung einfahren kann. Die Kamera stabilisiert softwareseitig die aufgenommenen Bilder. Der verbleibende Raum im Rumpf wurde für die Integration des Akkusystems genutzt. Dieses basiert auf Lilon-Rund-Zellen, welche zur Einhaltung des Schwerpunktes über weite Teile des Rumpfes verteilt wurden.

Der Autopilot ermöglicht automatische Starts und Landungen. Nach dem Aktivieren wird der Starrflügler gegen den Wind ungefähr horizontal geworfen. Dies wird vom Autopiloten erkannt und der Motor wird gestartet und der Steigflug zum ersten Wegpunkt

eingeleitet. Am Ende der Mission oder jederzeit auch auf Befehl über die Ground-Control-Station kehrt das System zum Startplatz zurück und landet im Umkreis weniger Meter an der Stelle, an welcher der Start stattfand.

Durch die starke Gewichtsreduzierung könnte zukünftig eine Klassifizierung des Starrflüglers in der EASA-Drohnenkategorie C2 erfolgen und somit ein Betrieb in der Unterkategorie A2 erfolgen, was das Einsatzgebiet des Starrflüglers über den BOS-Bereich hinaus ermöglichen würde (EASA, o.D.).

4. Gesamtsystem

Eine Videoübertragung basierend auf einer Open-Source Lösung (OpenHD) ermöglicht die Übertragung des hoch aufgelösten Videos in nahezu Echtzeit. Die Reichweite wird durch eine fliegende Relaisstation – bestehend aus einem kabelgebundenen Copter, welcher die Empfangstechnik trägt - erweitert. So kann von der Bodenstation aus mittels Netzkabel ein Videostream in die Einsatzleitung geliefert werden.



Abbildung 5: Relaisstation bestehend aus Octocopter mit Empfangs- und Sendetechnik und Tetherstation

Zusätzlich wurde eine Softwarelösung entwickelt, welche eine Luftraumdarstellung ermöglicht, in der alle Teilnehmer des Luftverkehrs angezeigt werden. Dies wird durch die Verwendung von Transpondertechnologie (ADS-B und Flarm) ermöglicht, welche in der bemannten Luftfahrt bereits etabliert ist. Auch bereits vorhandene Drohnen können leicht nachgerüstet werden.

5. Fazit/Ausblick

Eine verkleinerte speziell angepasste Version des ATISS ist umsetzbar und funktionsfähig. Flugzeiten von ca. 2 h sind mit dem System möglich und einsatztaktisch wertvoll. Die Reduzierung auf die wesentlichen Komponenten bedeutet weniger Aufwand im Betrieb und geringere Kosten. Das gewählte Flugmodell bietet eine gute Basis, birgt aber noch Potential zur weiteren Optimierung. Geplant sind Verbesserungen an der Aerodynamik und eine genauere Anpassung des aerodynamischen und flugmechanischen Entwurfs an die teilweise noch zu bestätigenden Leistungsanforderungen im Einsatz. Die weitere Integration der Elektronischen Bauteile zur Erhöhung der Ausfallwahrscheinlichkeiten und der Verringerung des Aufwandes bei Fertigung, Wartung und Reparatur. Weiterhin bieten Transport und Aufbau am Einsatzort noch Potential zur Verbesserung.

Literaturverzeichnis

EASA. (o. D.). Open Category - Civil Drones.

<https://www.easa.europa.eu/en/domains/civil-drones/drones-regulatory-framework-background/open-category-civil-drones>

Statista. (o. D.). Von Waldbränden betroffene Fläche in Deutschland bis 2021.

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/177439/umfrage/von-waldbraenden-betroffene-flaeche-in-deutschland/?locale=de>