

Flybots – Drohnen-Testzentrum Braunschweig – Stufe 1

Technische Universität Braunschweig | Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Förderlinie „Digitalisierung im Verkehr“ - 2.1.4 Investitionen bezüglich Projekten im Luftverkehr

Projektbeschreibung

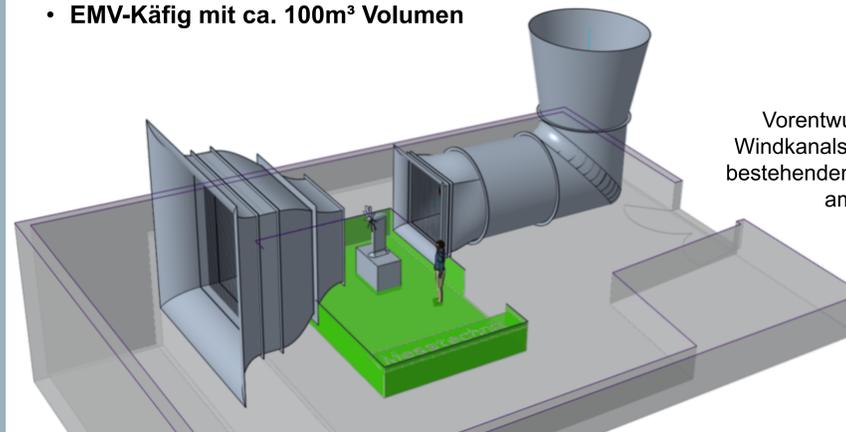
- Möglichkeit zur **detaillierten und kontrollierten Untersuchung von Drohnenantriebssträngen** bis hin zu **kompletten Drohnen**
- **Optimierung von Antriebssträngen und Propellern** für Transportdrohnen, der **elektromagnetischen Verträglichkeit** derartiger Antriebe sowie ihrer **Störwechselwirkung und Störfestigkeit**
- Tests unter **geschützten Laborumgebungen** und **kontrollierten Freifeld-Bedingungen**
- Gestufte Vorgehensweise im Sinne einer Erhöhung des TRL (**Technology-Readiness-Level**) innerhalb des Testfeldes möglich (Laborbedingungen -> Freifeld)
- **Test- und Entwicklungsumgebung für zukünftige UAV und UAS**
- In Deutschland **einmalige Infrastruktur** für Drohnenantriebsstränge und EMV, Drohnentest und Drohnerkennung
- Hauptkomponenten der Infrastruktur:
 1. Labor für Drohnenantriebsstränge und EMV
 2. Drohnenkäfig zur sicheren Durchführung von Flugversuchen
 3. Mobile Infrastruktur zur Drohnerkennung



FB1: Aerodynamisches Labor für Drohnenantriebsstränge und EMV

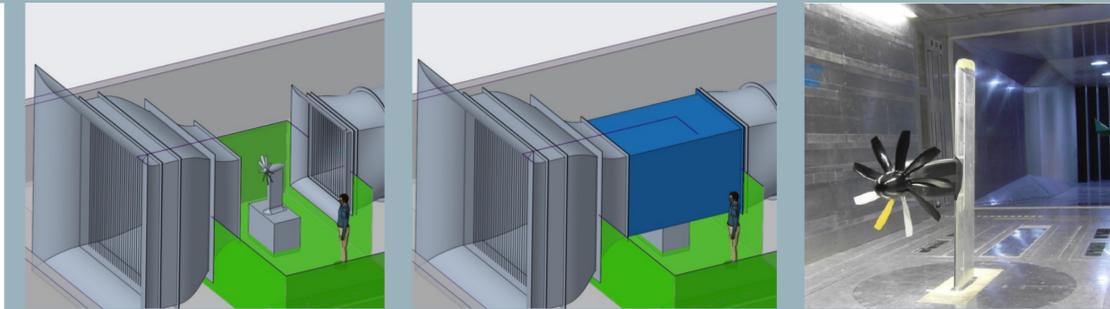
Windkanal

- Infrastruktur für **einen aerodynamischen Antriebsprüfstand** unter gleichzeitiger Vermessung der **EMV Eigenschaften**
- Für **komplette Drohnen** bzw. deren Antriebseinheiten in **Full-Scale-Ausführung**
- Test unter **Vollast-Bedingungen** von Motor und Leistungselektronik
- Gleichzeitig **realistische EMV-Analyse**
- Aerodynamische Messstrecke mit einem Volumen von ca. 8m³,
- **Anströmgeschwindigkeiten bis 35m/s**
- Antriebseinheiten bis ca. **Ø0,7m Propellerdurchmesser**
- **EMV-Käfig mit ca. 100m³ Volumen**



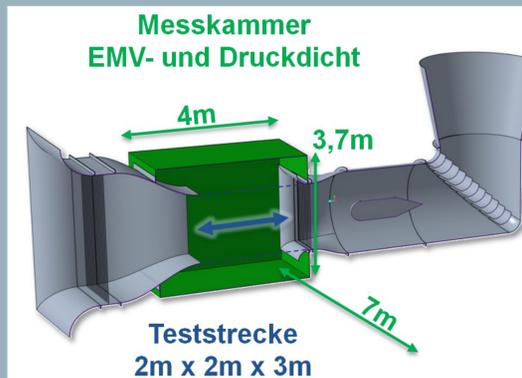
Vorentwurf des Windkanals in der bestehenden Halle am IFAS

- **Elektromagnetisch transparente Messstrecke** zur Strömungsführung
- Platzierung von **Messtechnik und Störgeneratoren** außerhalb des Luftstroms und **innerhalb des EMV-Käfigs**
- Aerodynamisch und elektromagnetisch **kontrollierbare Versuchsumgebung**
- **Integration vollständiger Drohnensysteme in der offenen Messstrecke** für Tests inkl. von Flugregelungs-, Navigations- und Flugführungssystemen
- **Kombinierte aerodynamische und elektromagnetische Tests**
-> Alleinstellungsmerkmal von Flybots



EMV-Kabine

- **Sicherstellung der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)** im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung und Vernetzung
- **Elektromagnetische Entkopplung der gesamten Versuchsstrecke** von der Umgebung
- Ausführung der Schirmkabine als **Modenverwirbelungskammer (MVK)**
- **Veränderung der metallischen Randbedingungen** innerhalb der Kabine mit einer drehbaren, metallischen Struktur – einem sogenannten **Mode-Stirrer**
- Ausnutzung der Reflexionen innerhalb der Kabine zur Erzeugung lokaler Feldstärkeüberhöhungen durch Interferenz
- **Erzeugung eines statistisch homogenes Prüffelds**
- Exponierung des Prüflings mit den Feldstärkemaxima in Form von **Resonanzüberhöhungen** variierend an jeder Stelle innerhalb des Messfeldes



Mode-Stirrer des IEMV, TU Braunschweig

Flybots – Drohnen-Testzentrum Braunschweig – Stufe 1

Technische Universität Braunschweig | Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Förderlinie „Digitalisierung im Verkehr“ - 2.1.4 Investitionen bezüglich Projekten im Luftverkehr

GNSS und Jamming/Spoofing-Simulation

- Nutzung von Global Navigation Satellite Systems (GNSS) zur **Navigation von Drohnen**
- Anforderung für **höhere Sicherheitsstandards und damit verbundene Testmöglichkeiten** für Forschung und Industrie zum automatisierten Flug mit und ohne Sichtverbindung
- Analyse der Navigationssysteme **während des Betriebs der Subsysteme** - z.B. der Antriebsstrang
- Externe Störquellen der GNSS Signale:
 - Absichtliche Störungen (**Jamming, Spoofing**)
 - Unabsichtliche Störungen (**Interference, Multipath**)
- Test der Störungen in der geplanten EMV Kabine unter **Lastbedingungen durch realistische Strömungsbedingungen**
- Entstehung einer einmaligen Kombination für **aerodynamische Messungen mit Messungen der elektromagnetischen Emissionen** des Fluggeräts
- Gleichzeitig **Einwirkung von GNSS und Umgebungsstörungen** auf die sensiblen Systeme speziell der Navigations- und Kommunikationssysteme der Drohne



Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, USA

FB2: Drohnenkäfig zur sicheren Durchführung von Flugversuchen im Flughafenbereich

- **Betrieb unbemannter Flugsysteme** (u.a. Multicopter und unbemannte Starrflügler bis 25kg) am Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) am Standort Braunschweig
- Verwendung der Flugerprobungsträger zur **Erprobung neuer Flugführungstechnologien**
- **Sichere Durchführung von Flugversuchen** trotz der Nähe zum Flughafen
- **Validierung von Modifikationen** an den Systemen ohne Dienstreise zu den externen Erprobungsplätzen



3D Simulation der Größe des Drohnenkäfigs am Standort DLR Braunschweig

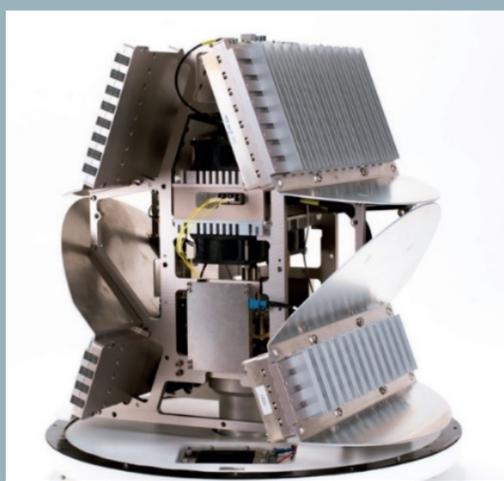
- Spezielles **Sicherheitsnetz**, von mehreren Stahlpfählen aufgespannt
- **Volumen von (ca.) 45m x 65m x 20m (Länge x Breite x Höhe)**
- Größe des Drohnenkäfigs erlaubt die **Nachbildung urbaner Bebauung** im verkleinerten Maßstab
- Erprobung für den **Einsatz von Drohnen im urbanen Umfeld**
- **Kompatibilität mit dem mobilen Equipment zur Drohnen-detektion**
- Versuche zur **Drohnen-detektion am Standort** (DLR Braunschweig)
- Nutzung für die Forschung und Entwicklung durch das DLR und Kooperationspartnern sowie Industrie und Forschungseinrichtungen

FB3: Mobile Infrastruktur zur Drohnen-detektion

- **Entwicklung hochautomatisierter Drohnen** für anspruchsvolle Szenarien
- Integration der marktverfügbaren Methoden und Geräten zur **Detektion, Identifizierung und Verfolgung** (Tracking) von Drohnen auf eigenen unbemannten Luftfahrzeugen
- **mobiles Drohnen-detektionssystem** zur Ergänzung der **Drohnen-abwehr** Aktivitäten des Instituts für Flugsystemtechnik
- **Unterscheidung und Verfolgung von Drohnen** unterschiedlicher Größe und Konfiguration
- **Erfassung und Überwachung einiger hundert Kontakte gleichzeitig**
- Unterschiede der Drohnen-detektionssysteme: Reichweite und Erfassungsbereich, eingesetzten Erfassungstechnologie, Systemzusammensetzung.
- **Demonstration und Erforschung der gesamten Kette zur erfolgreichen Abwehr von unbemannten Luftfahrzeugen**
- Detektion von Drohnen ohne elektromagnetischen Signale (z.B. Datenlink)
- Gute **Eignung für intentionelle Intruder** und für die Zukunft
- **Mobile Auslegung** des Drohnen-detektionssystem zum Test in unterschiedlichen Umgebungen und im Zusammenspiel mit anderen möglicherweise festverbauten Drohnen-detektionssystem
- Hauptkomponenten: **radar-basierten Detektor, Fahrzeug, Bodenstation**



Prinzipbild: Drohnen-detektor auf einem Pickup



Drohnen-detektor Robinradar