

Aufgabenstellung für Daniel Braune-Krickau

Matrikel Nr. 21153750

Beurteilung möglicher Reichweiten batterie-elektrisch betriebener Flugzeuge in Abhängigkeit verfügbarer gravimetrischer Energiedichten

Masterthesis

Einleitung

Um in Verkehrssystemen den Schadstoffausstoß reduzieren zu können, ersetzen zunehmend elektrische Systeme die konventionellen Verbrennungsantriebe. Jedoch schränken die geringeren, verfügbaren gravimetrischen Energiedichten der Batterie und den sich daraus ergebenden geringeren Reichweiten den bisherigen Einsatz vor allem im Flugverkehr ein. Gleichzeitig ermöglichen die elektrischen Antriebe neue Flugzeugkonfigurationen, die den Energiebedarf reduzieren und damit die Reichweite weiter erhöhen können. Zur Beurteilung zukünftig möglicher Reichweiten und dafür nötiger Batteriekapazitäten elektrisch betriebener Flugzeuge ist daher eine auf das elektrische Antriebssystem ausgelegte Konfiguration nötig.

Aufgabenbeschreibung

In der Masterarbeit soll zunächst eine umfassende und selbstständige Einarbeitung in das Entwurfstool *SUAVE* erfolgen. Anschließend sollen durch eine Literaturrecherche potentielle Effizienzsteigerungen, welche sich u.a. aus der Verwendung elektrischer Antriebsstränge ergeben, ermittelt und in *SUAVE* implementiert werden. Des Weiteren soll eine Modellierung der Reichweite in Abhängigkeit der eingesetzten Batterie implementiert und die bestehende Entwurfskette hinsichtlich elektrischer Antriebe und den zugrunde liegenden Annahmen überprüft werden. Unter Berücksichtigung der bisherigen Ergebnisse sollen zwei für elektrische Antriebe optimierte Konfigurationen (ca. 1,1t Payload, 9 PAX / ca. 5,5t Payload, 48 PAX) entworfen und Parameterstudien zum Sättigungsverhalten der maximal möglichen Reichweite in Abhängigkeit der mitgeführten Batteriemasse durchgeführt werden. Dazu ist auch eine begründete und vertretbare Reduzierung der Reiseflughöhe und -Geschwindigkeit möglich. Die Cruise geschwindigkeit sollte jedoch mindestens 400km/h betragen.

Aufbauend hierauf soll in einer zweiten Untersuchungsebene parametrisch untersucht werden, wie sich die maximal erzielbare Reichweite und deren Sättigungsverhalten abhängig von der zur Verfügung stehenden gravimetrischen Energiedichte entwickelt. Hierbei ist ggf. eine Optimierung des Entwurfes auf die entsprechende Energiedichte erforderlich.

Arbeitsschritte

- Literaturrecherche u.a. zu den Themen:
 - Aktueller Stand der Batterietechnik
 - für den Flugzeugbau relevante Entwurfsmethoden und Effizienzsteigerungen elektrischer Antriebsstränge (bspw. Boundary Layer Ingestion, Wingtip Propeller, High Lift Propeller)
 - Abschätzung des Energiebedarfs der Systemgruppen vollelektrischer Aktuatorik, Kabine, Avionik und Klimaanlage sowie des Thermalmanagements

- Abschätzung des Masseneinsparung durch ein vollelektrisches Energiesystem (mögliche Einsparung der Hydraulik und der Pneumatik)
- Funktionsweise von *SUAVE*
- Praktische Einarbeitung in *SUAVE* mittels Tutorials und Nutzerhandbuch
- Modellierung ausgewählter Effizienzsteigerungen in *SUAVE*
- Modellierung der Reichweite in Abhängigkeit der eingesetzten Batterie in *SUAVE*
- Entwurf eines Klein- und eines Regionalflugzeugs (Größenordnung bspw. Eviation Alice, ATR 42) unter Berücksichtigung der erarbeiteten Modelle zur Ermittlung maximal möglicher Reichweiten
- Parameterstudien zum Sättigungsverhalten der Reichweite in Abhängigkeit der eingesetzten Batteriemasse und der zur Verfügung stehenden gravimetrischen Energiedichte (Untersuchungsbereich: 200Wh/kg - 2000Wh/kg)
- Ausführliche Diskussion und Dokumentation der Vorgehensweise und der Ergebnisse

Ausgabedatum: 01.04. 2020

Abgabedatum: 30.09. 2020

Prof. Dr.-Ing. Volker Gollnick (Prüfer)

B. Sc. Daniel Braune-Krickau (Student)

M. Sc. Johannes Müller (Betreuer)

M. Sc. Jens Thöben (Betreuer)