

AeroThron

Konzept für ein hybrides emissionsfreies Luftfahrzeug mit skalierbarem Wasserstoff-Auftriebsmodul

Programm / Ausschreibung	Expedition Zukunft, Expedition Zukunft 2022, Expedition Zukunft Start 2022	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.03.2024	Projektende	31.12.2024
Zeitraum	2024 - 2024	Projektlaufzeit	10 Monate
Keywords	Fluggerät, Wasserstoff, Verdichter, VTOL		

Projektbeschreibung

Knapp 31 % aller Emissionen in der EU fallen auf den Mobilitätssektor zurück, wobei die Luftfahrt ca. 4 % verursacht. Dieser Sektor verursacht, gegen den allgemeinen Trend aufgrund des anhaltenden Wachstums steigende Emissionen.

Die Verteilung des Treibstoffverbrauchs von Flugzeugen auf die einzelnen Flugphasen ist abhängig von der Länge der Reiseroute. Am Beispiel einer Boeing 737-800 zeigt sich, dass bei Reiserouten von $\geq 700\text{ km}$ der Energieverbrauch von Start/Steigflug dominiert wird (über 75 %). Für den EU-Raum spielen diese Flugphasen zur Emissionsreduktion eine große Rolle. Der hohe Leistungs- und Energiebedarf für Start/Steigflug stellt die Integration von Elektroantrieben in der Luftfahrt und den damit erhofften Emissionsreduktionen vor große Herausforderungen.

Die AeroThron Idee beschreibt einen innovativen Ansatz für einen neuen Formfaktor für bemannte und unbemannte "vertical take off and landing" VTOL-fähige Luftfahrzeuge, der einen Betrieb mit null Emissionen ermöglichen soll und die wesentlichen Vorteile von konventionellen Flugzeugen sowie „Leichter-als-Luft“ Technologie in einem neuen Designkonzept verbindet.

Die Grundform des Fluggerätes basiert auf einem konventionellen Flugzeug mit einer oder mehreren Tragflächen aber mit vertikal schwenkbaren Antriebsaggregaten. Es verfügt über zusätzliche Systeme, die es ermöglichen, für die Start- und Steigphase eine oder mehrere Traggaszellen für statischen Auftrieb zu expandieren. Der zusätzliche statische Auftrieb für Start/Steigphase ermöglichen den Einsatz leistungsarmer Antriebskomponenten (wie z.B. Elektromotoren) und entsprechende Energieeinsparungen im Betrieb. Die Traggaszellen können maximal jenen Auftrieb erzeugen, um mit Unterstützung der Antriebsaggregate das maximal zulässige Gesamtgewicht des Fluggerätes bis zur gewünschten Einsatzhöhe steigen zu lassen. Das Traggas ist in komprimierter gasförmiger Form in entsprechenden Druckspeichern im Fluggerät vorhanden und kann in die Auftriebszellen expandiert werden. Wird weniger oder kein (statischer) Auftrieb benötigt, komprimieren Verdichter die notwendige Menge an Traggas wieder in die Speicher. Die Expansion der Auftriebszellen ist skalierbar und kann auf Gewicht und Betriebsmodus abgestimmt werden. Für den Übergang aus der Steigphase in den Gleitflug werden die Auftriebszellen von Verdichtern entlüftet und das Traggas in die Speicher zurück komprimiert. Darauf abgestimmt wird mittels der schwenkbaren Antriebsmotoren das Fluggerät zunehmend in eine

horizontale Bewegung beschleunigt, um den notwendigen dynamischen Auftrieb zu erreichen der das Fluggerät stabilisiert. Durch die Komprimierung des Traggases können die Auftriebszellen wieder in das Fluggerät integriert werden, was zu einer Optimierung der Aerodynamik für den Gleitflug führt. Das Fluggerät ist zu einer konventionellen Landung fähig, kann aber durch Verlangsamung der Fluggeschwindigkeit und einer entsprechenden Expansion der Auftriebszellen in einen Schwebезustand übergehen und punktuelle Landungen durchführen. Die schwenkbaren Antriebsmotoren sind neben dem Gleitflug auch als Unterstützung für alle anderen Betriebsmodi einsetzbar und gewährleisten die Manövrier- und Kontrollierbarkeit des Fluggerätes in allen Betriebszuständen.

Während der Großteil der notwendigen Komponenten für diese Idee bereits auf TRL 7 oder darüber ist, muss für das Gesamtkonzept der „Proof of Concept“ erst noch erbracht werden.

Abstract

Approximately 31% of all emissions in the EU are attributed to the mobility sector, with aviation accounting for approximately 4% of these emissions. Despite the general trend of decreasing emissions, the aviation sector is experiencing an increase in emissions due to its sustained growth.

The distribution of fuel consumption by aircraft during different flight phases depends on the length of the travel route. For example, in the case of a Boeing 737-800, flights covering distances of less than 700 km are dominated by energy consumption during takeoff and climb (over 75%). These flight phases are significant for emission reduction in the EU. The high power and energy demand during takeoff and climb pose significant challenges to the integration of electric propulsion in aviation and the expected emissions reductions.

The AeroThron concept describes an innovative approach to a new form factor for manned and unmanned vertical take-off and landing (VTOL) capable aircraft, aiming to enable zero-emission operation while combining the essential advantages of conventional aircraft and lighter-than-air technology in a new design concept.

The basic shape of the aircraft is based on a conventional airplane with one or more wings, but it features vertically pivotable propulsion units. It includes additional systems that allow one or more buoyancy cells for static lift to expand during takeoff and climb phases. The additional static lift during takeoff and climb phases enables the use of low-power propulsion components (such as electric motors) and corresponding energy savings during operation. The buoyancy cells can generate the maximum lift required to elevate the aircraft to the desired operational altitude with the assistance of propulsion units. The lifting gas is stored in compressed gaseous form in dedicated pressure vessels within the aircraft and can be expanded into the buoyancy cells. When less or no (static) lift is required, compressors return the necessary amount of lifting gas to the storage vessels. The expansion of buoyancy cells is scalable and can be tailored to weight and operational mode. To transition from the climb phase to gliding flight, the buoyancy cells are depressurized by compressors, and the lifting gas is recompressed into storage vessels. Simultaneously, the pivotable propulsion motors accelerate the aircraft into horizontal motion to achieve the required dynamic lift for aircraft stability. By compressing the lifting gas, the buoyancy cells can be reintegrated into the aircraft, optimizing aerodynamics for gliding flight. The aircraft is capable of conventional landing, but by reducing flight speed and expanding the buoyancy cells accordingly, it can transition into a hovering state and perform pinpoint landings. The pivotable propulsion motors are usable in addition to gliding flight, providing support for all other operational modes and ensuring maneuverability and control of the aircraft in all operational

states.

While most of the necessary components for this concept are already at Technology Readiness Level (TRL) 7 or higher, a "Proof of Concept" is still required for the overall concept.

Endberichtkurzfassung

Das Projekt AeroThron hatte zum Ziel ein innovatives Designprinzips für ein VTOL-fähiges (Vertical Take-Off and Landing) Flugzeug auf dessen Umsetzbarkeit und Sinnhaftigkeit hin zu untersuchen und die Grundlagen für ein nachfolgendes Umsetzungsprojekt in Richtung Prototypentwicklung vorzubereiten.

Beurteilung der technischen Machbarkeit:

Im Rahmen des Projektes wurden folgende zwei unterschiedliche technische Umsetzungsvarianten untersucht, modelliert und durchgerechnet:

1. Hochdruckkompression mittels Kompressoren

Ein Kompressor komprimiert Wasserstoff aus der Hülle in einen Speicher (100 bar oder mehr), gleichzeitig wird das Volumen der Auftriebszelle(n) verkleinert um den Drag zu minimieren. Der Wasserstoff der Auftriebszellen kann komplett über die Kompressoren in die Speicher komprimiert werden.

2. Niederdruckkompression mittels mechanischer Auftriebszellenverkleinerung

Das Volumen der Hülle der Auftriebszelle(n) wird mechanisch verkleinert bei gleichbleibender Wasserstoffmenge und somit auch als Speichermedium verwendet. Dies führt zu einem Anstieg des Innendrucks (Ziel: ca. 3 bar Druckunterschied). Das reduzierte Volumen führt zu einer Reduzierung des Drags, bzw. Verbesserung der Aerodynamik. Es bleibt allerdings ein Teil der Auftriebszelle außerhalb des Fluggerätekörpers.

Für die Umsetzungsvariante 2 konnte eine positive technische Machbarkeit nachgewiesen werden. Bei der Umsetzungsvariante 1 war das Gewichtssenkungspotential für Kompressoren und Speichertechnologie nicht ausreichend um noch ausreichend Kapazität für Nutzlast bereitzustellen.

Beurteilung der Ökologischen Sinnhaftigkeit:

Eine der wesentlichen Stärken des Konzeptes ist die Reduzierung des Leistungsbedarfs der Antriebsaggregate und die Ermöglichung des Einsatzes von elektrischen Antrieben. Die Ermöglichung des Einsatzes von elektrischen Antrieben auch für länger Strecken (>200km) stellt die Weichen für Null-Emissions Fluggeräte, unter der Voraussetzung der Nutzung entsprechender Grüner Energie und grünem Wasserstoff.

Beurteilung der Ökonomischen Nachhaltigkeit:

Die Überlegung bezüglich der ökonomischen Tragbarkeit beruhen hauptsächlich auf den Berechnungen zur Bestimmung der optimalen Fluggeschwindigkeit und dem damit verbundenen Energiebedarf des Konzeptes im Betrieb. Während das Konzept für Flug und Steigphase einen deutlich reduzierten leistungs- und Energiebedarf aufweist, stellen der deutlich höhere Drag des Flugkörpers aufgrund der größeren Oberfläche und der schlechteren Aerodynamik für den Gleitflug einen Nachteil gegenüber dem State-of-the-Art dar. Ein Teil davon kann durch geringere Fluggeschwindigkeiten (<400km/h) kompensiert werden. Dies resultiert jedoch in längeren Reisezeiten und dadurch wiederum zu einem höheren Energieverbrauch. Bezüglich der ökonomischen Nachhaltigkeit wäre Beurteilung als vorsichtig optimistisch bzw. neutral einzustufen. Eine genauere Abschätzung lässt sich aber erst mit einer detaillierten Simulation des Betriebs basierend auf einem digitalen Modell des Fluggerätes erstellen.

Nächste Schritte:

Zum Nachweis der praktischen Machbarkeit der Variante 2 wurde für den TakeOff Call 2024 ein Folgeprojekt eingereicht. Zudem ist ein entsprechender Patentantrag in Arbeit.

Projektpartner

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH