

SAF BurnControl

Kraftstoffsensitive selbstoptimierende Verbrennungsregelung für zukünftige regenerative Flugmotorentreibstoffe

Programm / Ausschreibung	TAKE OFF, TAKEOFF Ausschreibung 2020	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.11.2021	Projektende	31.10.2023
Zeitraum	2021 - 2023	Projektlaufzeit	24 Monate
Keywords	Sustainable Aviation Fuels, SAF, Zylinderdruckbasierte Verbrennungsregelung		

Projektbeschreibung

Zukünftige Verringerungen der Umweltauswirkung durch die Luftfahrt sollen neben Effizienzsteigerungen der Triebwerke vor allem über nachhaltige Flugkraftstoffe sogenannte SAFs (Sustainable Aviation Fuels) erreicht werden. Diese synthetisch hergestellten Beimischkomponenten mit paraffinischen und aromatischen Anteilen können derzeit bis zu 50% dem fossilen Kerosin beigemischt werden. Zukünftig ist damit zu rechnen, dass dieser Anteil steigen wird, bzw. zu 100% nachhaltiger Kraftstoff (z.B. Ethanol-diesel oder auch Fischer-Tropsch Kraftstoff) zum Einsatz kommen wird. Durch die Verallgemeinerung der Anwendung von Kerosin als Flugkraftstoff, ist zu befürchten, dass keine besonderen eigenschaftsbezogenen Vorkehrungen für den Einsatz in Hubkolbenmotoren, bei der Einführung biogener Alternativen, seitens industrieller Luftfahrt angestrebt werden.

Besonders für den Einsatz von Diesel-Hubkolbenmotoren in Kleinflugzeugen bedeutet das eine hohe Anforderung hinsichtlich Abstimmung von wichtigen Betriebsparametern für Effizienz und Betriebssicherheit bei zukünftigen Kraftstoffen.

Inhalt von AP2 ist daher eine umfassende Recherche und Analyse, in der die motorspezifischen Eigenschaften zukünftiger Turbinenkraftstoffe zusammengefasst, bewertet und kritische Komponenten für die Motoruntersuchung festgelegt werden. Besonders beim Einsatz von Kraftstoffen mit einer großen Bandbreite von Eigenschaften (wie der Zündwilligkeit) ist die Entwicklung einer zylinderdruckbasierten Verbrennungsregelung (AP3) zur Steigerung von Leistung und Effizienz, als auch der Betriebssicherheit (gegen Motorschäden) essentiell. Erfahrungen aus dem Automobilbereich (wie die intelligenten HCCI oder CAI Brennverfahren) können hier herangezogen werden, um einen sicheren Motorbetrieb (durch diese zusätzliche Diagnosemöglichkeit) zu gewährleisten. Mit Hilfe einer geregelten Abgasrückführung (AP4) als Innovationselement, vor allem im Teillastbereich nach Erreichen der Reiseflughöhe, kann der Motorbetrieb bei tiefen Lufttemperaturen und relativ zündunwilligen Kraftstoffen (Cetanzahl 36) durch heißes rückgeführtes Abgas stabilisiert und optimiert werden, bzw. sind niedrigere Betriebspunkte einstellbar. Das erhöht deutlich die Flugsicherheit, reduziert die Stickoxidemissionen und erhöht ebenso die Reichweite des Fluggerätes.

Durch diese Weiterentwicklung des Versuchsträgers, vor allem mit Adaption von Technologien die sich im Automobilbereich bereits bewährt haben, wie eine zylinderdruckbasierende Verbrennungsregelung, soll eine automatische – also intelligente und KI-basierte – Anpassung der Betriebsparameter an die Kraftstoffqualität, eine deutlich effektivere und klimaschonendere Kraftstoffausnutzung bei ständig optimierter Verbrennung und eine ggfs. auftretende Schadensfrüherkennung zur Erhöhung der Flugsicherheit umgesetzt werden.

Durch diese Technologie kann zukünftig eine sehr breite Auswahl von nachhaltig hergestellten Kraftstoffen im Flugmotor eingesetzt und die Basis für den Weg in eine CO₂-freie und ebenso emissionsarme Zukunft durch alternative, regenerative Kraftstoffe geebnet werden.

Abstract

Future reductions in the environmental impact of aviation should, in addition to increasing the efficiency of the engines, should be achieved above all through sustainable aviation fuels (SAFs). These synthetically manufactured admixture components with paraffinic and aromatic components can currently be admixed with fossil kerosene up to 50%. In the future, it is to be expected that this proportion will increase or that 100% sustainable fuel (e.g. ethanol-diesel or Fischer-Tropsch fuel) will be used. Due to the generalization of the use of kerosene as aviation fuel, it is to be supposed that no special property-related precautions for use in reciprocating engines, when biogenic alternatives are introduced, will be sought by industrial aviation.

Particularly for the use of diesel reciprocating piston engines in small aircraft, this means a high requirement with regard to the coordination of important operating parameters for efficiency and operational safety with future fuels. The content of WP2 is therefore a comprehensive research and analysis in which the engine-specific properties of future turbine fuels are summarized and evaluated and critical components for the engine investigation are determined. Especially when using fuels with a wide range of properties (ignitability), the development of a cylinder pressure-based combustion control (WP3) to increase performance and efficiency, as well as operational safety (against engine damage), is essential. Experience from the automotive sector (like the intelligent HCCI or CAI combustion process) can be used here to ensure safe engine operation (through this additional diagnostic option). With the help of a regulated exhaust gas recirculation (AP4) as an innovation element, especially in the partial load range after reaching cruising altitude, the engine operation at low air temperatures and fuels with a relatively low ignitability (cetane number 36) can be stabilized and optimized by hot recirculated exhaust gas, or lower operating points can be set. This significantly increases flight safety, reduces nitrogen oxide emissions and also increases the range of the aircraft.

Through this further development of the engine, especially with the adaptation of technologies that have already proven themselves in the automotive sector, such as cylinder pressure-based combustion control, an automatic -i.e. intelligent and AI-based- adjustment of the operating parameters to the fuel quality, a significantly more effective and climate-friendly fuel use with constantly optimized combustion and early detection of damage to increase flight safety should be implemented. With this technology, a broader selection of sustainably produced fuels can be used in aircraft engines in the future and the basis for a CO₂-free and equally low-emission future can be paved with alternative, regenerative fuels.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien Institut für Fahrzeugantriebe und Automobiltechnik

Projektpartner

- Austro Engine GmbH