

## Aircraft

Effizienzsteigerung des Environmental Control Systems (ECS) durch KI-unterstützte Regelung

<b>Programm / Ausschreibung</b>	TAKE OFF, TAKE OFF, TAKEOFF Ausschreibung 2020	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.08.2021	<b>Projektende</b>	30.11.2022
<b>Zeitraum</b>	2021 - 2022	<b>Projektlaufzeit</b>	16 Monate
<b>Keywords</b>	Environmental Control System; KI-unterstützte Regelung; Maschinelles Lernen; Effizienzsteigerung		

### Projektbeschreibung

Der kommerzielle Luftverkehr verursacht ca. 2-3% der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen (2,4 % in 2018 - das entspricht 873 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr) und soll bis 2036 um ca. 50 % wachsen (Schätzung vor Eintritt der Coronakrise). Das Environmental Control System (ECS) - zuständig für die Bereitstellung von Heißluft zur Enteisung der Tragflächen und Regelung des Drucks, der Temperatur und der Luftfeuchte in der Kabine und des Frachtraums - ist das Subsystem mit dem größten Energieverbrauch im Flugzeug (ca. 5% des Gesamtenergieverbrauchs). Heute standardmäßig eingesetzte Regler (z.B. PI oder PID-Regler) können bei transienten Vorgängen instabile Zustände hervorrufen und zu Über- bzw. Unterschwingen führen, was sich meist negativ auf die Energieeffizienz auswirkt. Der Einsatz von Methoden der künstlichen Intelligenz (KI) bietet im Bereich der Regelung vielseitige Möglichkeiten die Regelgüte zu verbessern. Somit ist das Ziel KI-basierte Regelungen in der Luftfahrt zur Anwendung zu bringen und dabei von vorhandenem Wissen in anderen Industriezweigen zu profitieren. Dazu wird erarbeitetes Wissen am Virtual Vehicle sowie am Institut für Wärmetechnik über KI-Technologien (Einsatz von Maschinellern Lernen für Predictive Maintenance Anwendungen bei Schienenfahrzeugen sowie datenbasierte Prädiktion für Batteriesysteme) sowie KI-basierte Regelungen (von Heizsystemen in Gebäuden sowie Öfen) auf den Bereich der Luftfahrt übertragen. Durch die mittels KI verbesserte Regelung werden Energieeinsparungen im Bereich von 10-15% für das ECS erwartet bei gleichbleibendem oder erhöhten Kabinenkomfort. Die hohen Anforderungen bezüglich Sicherheit sollen hier auch berücksichtigt werden und falls die KI-basierte Regelung definierte Regelbereiche verlässt soll auf die Standardregelung zurückgeschaltet werden. Zusätzlich sollen die KI-Modelle Prozessveränderungen detektieren können, um bei Abnutzung von Bauteilen oder möglichen Fehler im System warnen zu können.

### Abstract

Commercial aviation causes around 2-3% of global CO<sub>2</sub> emissions(2.4% in 2018 - that is 873 million tons of CO<sub>2</sub> per year) and is expected to grow by around 50% until 2036 (based on data before the corona crisis). The environmental control system (ECS) - responsible for the regulation of hot bleed air for deicing systems and the desired pressure, temperature and humidity conditions in the cabin and the cargo compartment - is the most energy demanding subsystem of an aircraft (approx. 5% of total energy consumption).Currently used standard controllers (e.g. PI or PID controllers) can cause unstable states in transient phases which lead to overshooting or undershooting behavior, which have a negative impact on the

energy efficiency. The use of artificial intelligence (AI) methods offers a wide range of opportunities for improving the control quality. The aim is to apply AI-based controllers in aviation industry to take advantages from existing knowledge in other branches. For this purpose, knowledge acquired at the Virtual Vehicle and at the Institute of Thermal Engineering (Graz University of Technology) about AI technologies (use of machine learning for predictive maintenance applications in rail vehicles and machine learning data-based prediction techniques for battery systems) and AI-based controls (of heating systems in buildings and ovens) will be transferred to the field of aviation. Due to the improved control ability by means of AI, energy savings in the range of 10-15% are expected for the ECS while maintaining or increasing cabin comfort. The high requirements with regard to safety issues will also be taken into account. If the AI-based control leaves defined ranges, the standard control will take over the control again. In addition, the AI-models should be able to detect process changes in order to be able to warn of degradation effects of components or possible errors in the system.

### **Projektkoordinator**

- Virtual Vehicle Research GmbH

### **Projektpartner**

- Technische Universität Graz