

## WeCAP DS

A Decision Support Concept for Weather Dependent Capacity Analysis and Planning

<b>Programm / Ausschreibung</b>	TAKE OFF, TAKE OFF, TAKEOFF Ausschreibung 2020	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.09.2021	<b>Projektende</b>	30.04.2024
<b>Zeitraum</b>	2021 - 2024	<b>Projektlaufzeit</b>	32 Monate
<b>Keywords</b>	Air Traffic Management; Weather Dependent Capacity Planning; Decision Support; Machine Learning; Künstliche Intelligenz		

### Projektbeschreibung

Im operationellen Air Traffic Flow and Capacity Management (ATFCM) gibt es nach wie vor Probleme bei zu hohem Traffic Demand und dem Auftreten von einschränkenden Wetterphänomenen wie Gewitter oder Turbulenz. Die Unsicherheiten sowohl in der Verkehrsprognose als auch in der Vorhersage von Intensität und Ausdehnung von konvektiven Wetter resultieren in einer deutlich verringerten Planbarkeit von ATFCM-Maßnahmen. Eine zu optimistische Einschätzung der Situation führt zu hoher Verkehrskomplexität und damit zu hoher Workload der Flugverkehrsleiter. Daher ist man im Flow Management gefordert, diese Situation aus naheliegenden Safety-Überlegungen unbedingt zu vermeiden, was letztendlich zu erhöhten ATFCM-Delays führen kann. Ist man in seinen Einschätzungen hingegen zu pessimistisch, wird die vorhandene Kapazität nicht optimal genutzt, was bei hohem Verkehrs-Demand ebenfalls zu Delays führen kann.

Die am Markt erhältlichen Tools zur Kapazitäts- und Komplexitätsplanung berücksichtigen Wetter – wenn überhaupt – nur unzureichend, maximal das Flughafenwetter wird in den Abschätzungen verwendet. Signifikantes En-Route Wetter, wie Gewitter- oder Turbulenzgebiete, sind in diesen Anwendungen nicht integriert. In der Literatur gibt es zwar vereinzelt Methoden, die Auswirkungen von Wetter mit einfachen Faktoren berücksichtigen. Diese Ansätze werden aber der Komplexität von Verkehr und Wetter nicht gerecht. In der vorangegangenen WeCAP-Sondierung wurde bereits erfolgreich untersucht, ob man mit Künstlicher Intelligenz (KI, engl. Artificial Intelligence, AI) bzw. mit Machine/Deep Learning Algorithmen und Methoden aus Wetteranalysen und Flugplänen diese notwendigen Aussagen zur Verkehrskomplexität abschätzen kann.

Das Ziel des WeCAP DS Projekts ist aus Flugplan- und Wettervorhersagen eine Prognose von ATFCM-Kapazitätsmaßen und den zugrunde liegenden Komplexitätsfaktoren zu erstellen. Anfangs wird ein Concept-of-Operation erstellt, das alle notwendigen Entscheidungen und ihre Auswirkungen beschreibt. Anhand dieses Konzepts werden die KI-Methoden aus der Sondierung optimiert und Vorhersagen für die möglichen österreichischen Sektor-Konfigurationen erstellt. Eine Generalisierung dieser Methoden ermöglicht eine Vorhersage für beliebig definierte Lufträume in ähnlich strukturierten Gebieten. Algorithmen zur Modellierung der individuellen Beiträge einzelner Flugpläne zur Komplexität ermöglichen recht flexibel die Entwicklung von weiteren Anwendungen wie Complexity-Hotspots oder die Erstellung von Flight Lists (von

komplex eingeschätzten Flügen), womit taktische Maßnahmen wie Cherry Picking erst möglich werden.

Mit diesen Konzepten, Algorithmen und Modellen wird in Folge auch die Integration von weiteren Wetterphänomenen (Turbulenz, Vereisung, oder Gebirgswellen) untersucht. Zudem wird die Anwendbarkeit dieser Modelle im Bereich Airspace-Design im Zusammenhang mit dynamischer Sektorisierung erprobt. Eine Studie zum Potential dieser Methodik im Bereich Klima-optimiertes Fliegen beschließt dieses Projekt. Am Ende dieses Projekts stehen effektive, effiziente und damit anwendbare Modelle, die En-Route Wetter in Komplexitäts- und Kapazitätsberechnungen berücksichtigen, sowie ein validiertes WeCAP-DS Concept-of-Operations inkl. eines prototypischen Demonstrators.

## **Abstract**

In operational Air Traffic Flow and Capacity Management (ATFCM), problems persist with excessive traffic demand and the occurrence of limiting weather phenomena such as thunderstorms or turbulence. The uncertainties in both traffic and forecasting intensity and extent of severe weather result in significantly reduced ability to plan ATFCM measures. An overly optimistic assessment of the situation leads to high traffic complexity and thus to high workload of Air Traffic Control Officers (ATCO), so flow management is required to avoid this situation at all costs for obvious safety considerations, which ultimately leads to increased ATFCM delays. If, on the other hand, one's estimates are too pessimistic, the available capacity is not optimally utilized, which also leads to delays when traffic demand is high.

The tools available on the market for capacity and complexity planning do not take weather into account sufficiently; at most, airport weather is used in the estimates. Significant En-Route weather, such as thunderstorm or turbulence areas are not integrated in these applications. There are isolated methods in the literature that consider the effects of weather with simple factors, but these approaches are usually not able to cope with the complexity of traffic and weather. The exploratory study (WeCAP) preceding this project has already successfully investigated whether AI methods can be used to estimate these necessary traffic complexity metrics from weather and flight data.

The goal of this project is to predict ATFCM capacity measures and underlying complexity factors based on flight plans and weather forecasts. The first step is to create a concept-of-operation that describes all necessary decisions and their effects. Using this concept, the AI methods from the exploratory work are optimized and predictions are made for the possible Austrian air space sector configurations. A generalization approach of these machine learning methods then allows prediction for arbitrary airspaces. Algorithms for modeling the complexity of individual contributions (of individual flight plans) allow a more flexible development of further applications such as detection of complexity hotspots or the creation of flight lists (of possibly very complex flights). This is a prerequisite for tactical actions such as cherry picking.

With these concepts, algorithms and models, the integration of other weather phenomena (turbulence, icing, or mountain waves) will also be investigated. In addition, the applicability of these models in airspace design is being explored in the context of dynamic sectorization. A study of the potential of this methodology in the field of climate-optimized flying concludes this project.

At the end of this project, effective, efficient and thus applicable models, that consider En-Route weather in complexity and capacity calculations will be available, as well as a validated WeCAP-DS concept-of-operations including a prototypical demonstrator.

## **Projektkoordinator**

- Robimo GmbH

## **Projektpartner**

- Austro Control Österreichische Gesellschaft für Zivilluftfahrt mit beschränkter Haftung