AIRPLAN

Integrating EO and Copernicus Atmospheric services Into emergency Response tools to support flight PLANning Applications

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP, ASAP 18. Ausschreibung (2021, KP)	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.12.2022	**Projektende**	31.05.2024
Zeitraum	2022 - 2024	**Projektlaufzeit**	18 Monate
Keywords	Air pollutants, source term estimation, volcanic ash/SO2, flight planing		

Projektbeschreibung

Erdbeobachtungen (EO) liefern wichtige Informationen über die globale Verteilung von Luftschadstoffen. Im Gegensatz zu bodengebundenen Messungen, sind satellitengestützte Beobachtungen global verfügbar und decken sowohl Ozeane als auch dünn besiedelte Gebiete ab.

Im Projekt AIRPLAN werden Luftqualitätsmessungen von sonnensynchronen und geostationären Satelliten verwendet um den Einfluss von Luftschadstoffen auf die Luftfahrt zu untersuchen. Die Luftfahrt ist eine Infrastruktur, welche besonders vulnerabel auf luftraumbezogene Gefahren reagiert. In AIRPLAN werden nicht die nur die Auswirkungen von gefährlichen Vulkanausbrüchen betrachtet, sondern auch Schadstoffkonzentrationen, welche nicht unmittelbar gefährlich (wohl aber erhöht) sind. Fokus wird auf jene Luftschadstoffe gelegt, welche besonders relevant für die Luftfahrt sind: Aerosole und SO2. Besonders gefährlich sind Triebwerkschäden die durch hohe Vulkanaschekonzentrationen während eines Fluges auftreten können, diese Gebiete müssen umflogen werden. Über einen längeren Zeitraum hinweg können jedoch auch geringere Konzentrationen von Aerosolen Schäden am Flugzeug verursachen und damit die Lebensdauer von Triebwerken verringern. Ähnliche Auswirkungen wie Vulkanasche hat Wüstenstaub. Aufgrund korrosiver Effekte führen auch erhöhte SO2 Werte zu kostenintensiveren Wartungsarbeiten an den Triebwerken. Die relevante Größe ist immer die kumulierte aufgenommene Menge der Schadstoffe.

Um den Zugriff auf Daten, deren Visualisierung sowie Modellvalidierung zu erleichtern, werden Daten verschiedener EO Instrumente und Modelloutput in einer harmonisierten Plattform intergiert. Hintergrundniveaus der Luftqualität werden durch den Modelloutput des Copernicus Atmospheric Monitoring Service (CAMS) repräsentiert. Beiträge durch Vulkanausbrüche werden durch Modellvorhersagen der Vulkanaschezentren (VAACs) sowie des ZAMG Vulkantools (ZAMG-VT, ein Notfallinstrument, welches an der ZAMG im Fall von Vulkanausbrüchen herangezogen wird) erfasst. Das ZAMG-VT liefert auch der österreichischen Luftfahrtsbehörde Austro Control Informationen über die Ausbreitung von Vulkanasche- und SO2-Wolken, welche zusätzlich zu den VAACs Vorhersagen verwendet werden. Üblicherweise basieren diese Vorhersagen auf groben Abschätzungen des Quellterms einer Vulkaneruption. Für länger andauernde Events (mehrere Tage) kann der Quellterm durch Beobachtungsdaten besser charakterisiert werden, wodurch dessen Unsicherheiten deutlich reduziert werden. In diesem Projekt wird die Quellterminversion unter Verwendung von EO Daten von SACS (Support to Aviation

Control Service) in das ZAMG-VT implementiert. Dadurch kann mit einer besseren Vorhersage der Ausbreitung der Vulkanasche- und SO2-Wolke gerechnet werden. Der Output aller Modelle (CAMS, VAACs und ZAMG-VT) wird mittels EO Messungen validiert und anschließend in Flugplanungssoftware integriert. Um sowohl die Flugsicherheit zu gewährleisten als auch um Kosten durch Wartungs- und Reparaturarbeiten zu minimieren, werden Flugrouten optimiert. Laterale und vertikale Ausweichrouten werden im Falle kritischer Luftverschmutzung/Vulkanaschekonzentrationen berechnet.

Die kombinierte Betrachtung von Schadstoffbeiträgen aus „normaler Luftverschmutzung“ und Beiträgen von Vulkanausbrüchen ist einzigartig und wurde bis dato noch nie für kostenoptimierte Flugroutenplanungen untersucht. AIRPLAN geht diesbezüglich einen Schritt weiter in diese Richtung. Die Verwendung der verschiedenen Erdbeobachtungsdatensätze erlaubt es, die verfügbaren Anwendungen zu erweitern und den Mehrwert für den Flugplanungsbereich zu demonstrieren.

Abstract

Earth observations (EO) provide essential information of the distribution of atmospheric air pollutants on a global scale. Compared to observations at ground level, EO measurements from space cover a larger spatial domain and are also available over the oceans and over sparsely-populated regions.

In AIRPLAN, we will make extensive use of air quality observations from Sun-synchronous and geostationary satellites to investigate the impact of air pollution on the aviation sector, which is a very vulnerable infrastructure especially during airborne natural hazards. We will not only consider hazardous volcanic eruptions but also non-hazardous (but elevated) air pollution levels. From the wide range of air pollutants, we will focus on aerosols and SO2 because these are the most relevant air pollutants for the aviation sector. Volcanic ash, even at low concentrations, can provoke a wide range of damage to the aircraft and lead to on-flight problems (shut down of the engines) as well as decrease of the engine lifetime and thus the operability of an aircraft. Similar effects are found for mineral dust. Due to corrosive effects, elevated SO2 levels can have also an impact on engine maintenance costs. The most relevant factor is the cumulative intake of air pollutants over time

For visualization, easy access, and validation, data from different EO instruments and global model output will be integrated into one harmonized platform. Copernicus Atmospheric Monitoring Service (CAMS) model output will be exploited to obtain background air pollution levels. Contributions from volcanic eruptions will be added by using the model forecasts of the Volcanic Ash Advisory Centers (VAACs) and the ZAMG volcano tool (ZAMG-VT, ZAMG’s emergency response tool for volcanic eruptions), which supports the Austrian aviation authority (Austro Control) with information on volcanic ash and SO2 dispersion and complements the VAACs forecasts. These forecasts are based on rough estimates of source term parameters. For long events (which last for a couple of days), the source term can be constraint by observations, which significantly reduces its uncertainties. In the frame of this project, source term inversion will be implemented into the ZAMG-VT using EO data from the Support to Aviation Control Service (SACS). The output of all models (CAMS, VAACs, and ZAMG-VT) will be validated with EO measurements and integrated into flight planning software. Flight routes will be optimized in order to minimize safety risks and to reduce engine maintenance and repair costs. Lateral and/or vertical deviation routes will be computed in case that air pollution/volcanic ash concentrations exceed specific thresholds.

The exploitation of EO and model data during daily (non-hazard) situations and during volcanic eruptions is unique for flight

planning operations and AIRPLAN takes one step forward towards optimizing air traffic management. The combined use of all available EO data and application of state-of-the-art modelling will extend and complement the available tools for air pollution assessment and demonstrate the added value for flight planning applications.

Endberichtkurzfassung

Aviation is a vulnerable infrastructure especially during airborne natural hazards. High concentrations of volcanic ash can provoke a wide range of damage to the aircraft and lead to severe on-flight problems such as shut down of the engines. Over a longer period, lower concentrations of airborne mineral dust, sea salt, and Sulphur dioxide (SO 2) can also cause aircraft damage, reduce engine lifetime, and increase maintenance costs. The estimation of the cumulative air pollution intake over time along flight routes as well as optimization in re-routing during hazard events (volcanic eruptions) was one of the goals of the AIRPLAN project. For the analysis of the pollutant distribution in the atmosphere, we have used Earth Observations (EO) as well as different model sources for our approach.

EO data provide essential information of the distribution of atmospheric air pollutants. Compared to observations at ground level, EO measurements from space cover the globe and are available over the oceans and over sparsely populated regions. In AIRPLAN we have made use of air quality observations from satellites to improve model simulations and to validate model results.

Background air pollution levels have been obtained from the model output of the Copernicus Atmospheric Monitoring Service (CAMS. Contributions from volcanic eruptions have been added from the model forecasts of the Volcanic Ash Advisory Centers (VAACs) and the GeoSphere Austria’s Volcano Tool (VT, GeoSphere Austria’s emergency response tool for volcanic eruptions). The VT supports the Austrian aviation authority (Austro Control) with information on volcanic ash and SO 2 dispersion and complements the VAACs forecasts. VAAC and VT forecasts are based on rough estimates of source term parameters. For long events (which last for a couple of days), these source term parameters can be adjusted using observations in inverse modelling techniques, and subsequently significantly reduce the forecast’s uncertainties. In the frame of this project, source term inversions using EO data has been incorporated in the VT. It is expected that these model simulations (hind-casts) of ash and SO 2 will have a higher quality than those based on the a priori source term.

In the frame of the AIRPLAN project, a demonstrator platform was developed that visualizes ash and SO 2 from volcanic eruptions as well as natural dust and sea salt, and SO 2 from anthropogenic sources. With the goal to allow easy access for different data, all for the aviation relevant air pollution data was collected, visualized and processed in the platform. Figure 1 shows model output from the Volcanic Ash Advisory Center (VAAC) London and GeoSphere Austria’s Volcano Tool (VT) as well as observations from the Infrared Atmospheric Sounding Interferometer (IASI) instrument during the Grimsvötn eruption on 23 May 2011. The direct comparison of model- with observational-data, allows to estimate the uncertainty of the model simulations.

Projektkoordinator

- GeoSphere Austria - Bundesanstalt für Geologie, Geophysik, Klimatologie und Meteorologie

Projektpartner

- Flightkeys GmbH

- 4D Aerospace Research and Simulation GmbH
- SISTEMA GmbH