

## DTA Hydro

Digital Twin for Austria - Alpine Hydrology and Future Hazards

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Themenübergreifend, Themenübergreifend, Common Pot : Digitaler Zwilling Österreich	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.01.2025	<b>Projektende</b>	31.12.2026
<b>Zeitraum</b>	2025 - 2026	<b>Projektlaufzeit</b>	24 Monate
<b>Keywords</b>	Sentinel, snow cover, soil moisture, hydrology, drought		

### Projektbeschreibung

In den Alpen findet eine rasche Erwärmung statt, die zu gravierenden Veränderungen der meteorologischen und hydrologischen Bedingungen führt. Die Schneedecke verändert sich, was unmittelbare Auswirkungen auf den Abfluss der Flüsse hat. Darüber hinaus verändern Temperaturanstiegen und der sich ändernden Niederschlagsmuster, was zu extremer Nässe oder Trockenheit und der damit verbundenen Gefahr von Überschwemmungen, Erdbeben und Trockenheit führt. Um sich an die veränderten Bedingungen anzupassen, sind genaue Beobachtungen und Vorhersagen der hydrologischen Bedingungen in den Alpenregionen von zentraler Bedeutung. Dies gilt insbesondere für Österreich, wo die Alpen nicht nur wertvolle Ökosysteme sind, sondern auch eine entscheidende Rolle in Bereichen wie Wasserversorgung, Stromerzeugung, Landwirtschaft, Tourismus und Industrie spielen.

Zur Unterstützung der Klimaanpassung und der Entscheidungsfindung, wird das ECMWF den Digitalen Zwilling zur Anpassung an den Klimawandel (ClimateDT) mit einer noch nie dagewesenen Auflösung von 5 km einführen. Das Ziel des Projekts Digital Twin Austria - Alpine Hydrology and Future Hazards ist es, den ClimateDT und Copernicus Erdbeobachtungsdaten (EO) zu verwenden, um aktuelle und zukünftige hydrologische Gefahren über den österreichischen Alpen zu bewerten. Wir werden den Austrian Datacube (ACube) des Earth Observation Data Centre (EODC) mit dem ClimateDT und Copernicus EO-basierten Produkten zur Schneebedeckung und Bodenfeuchte erweitern, die auf die Alpen zugeschnitten sind. Es wird eine Anbindung entwickelt, um alle relevanten ClimateDT-Variablen aus dem Destination Earth Data Lake (DEDL) zu extrahieren, wobei die datennahe Datenverarbeitung des EODC genutzt wird. Das EO-basierte Produkt zur Schneebedeckung wird für den Zeitraum der Destination Earth Service Platform (DESP) aufbereitet und mit einem neuartigen Ansatz unter Verwendung von Niederschlags- und Temperaturfelddaten in einem physikalisch basierten Schneebedeckungsmodell aufgefüllt. Das EO-basierte Bodenfeuchteprodukt wird für komplexes Terrain verbessert, indem radiometrisch terrainkorrigierte Rückstreuungen verwendet werden. Außerdem wird die Bodenfeuchte in der Wurzelzone ermittelt. Unter Verwendung von In-situ-Daten und EO-basierten Bodenfeuchte- und Schneeprodukten sowie SPARTACUS Niederschlag und Temperatur als Referenz, werden TU Wien Remote Sensing (TUW RS) und ENVEO die physikalische Plausibilität des ClimateDT in einer strengen Qualitätssicherung validieren. Der Mehrwert der EO-basierten Produkte und ClimateDT wird von der TUW Hydrology in der hydrologischen Modellierung über vielen Einzugsgebieten in den

österreichischen Alpen demonstriert werden. Darüber hinaus wird TUW RS Indikatoren für Bodenfeuchte und Trockenheit in Österreich entwickeln. Auf der Grundlage der hydrologischen Modellierung und der Dürreindikatoren unter Verwendung von ClimateDT werden Trends in Bezug auf zukünftige hydrologische Gefahren, d.h. Niedrigwasser, Hochwasser und Dürren, ermittelt. Die Projektergebnisse werden über den ACube und ein von EODC für das Projekt entwickeltes Dashboard verbreitet. Darüber hinaus werden die Projektergebnisse für eine mögliche Visualisierung durch GTIF-AT aufbereitet. Das Projekt richtet sich direkt an das Partnerprogramm des ECMWF und wird österreichischen Akteuren wie dem hydrologischen Dienst des Landes Tirol, dem Geosphere Austria, dem Umweltbundesamt und dem Verbund, die das Projekt unterstützen, zugutekommen.

## **Abstract**

The Austrian Alps are experiencing rapid warming, and this leads to severe changes in meteorological and hydrological conditions. Snow cover is changing, with direct implications for river discharge in mountainous regions and downstream areas. Furthermore, soil water content and storage are changing due to increased temperature and changing precipitation patterns, leading to extremely wet or dry conditions and related flood and landslide and drought hazard. To mitigate and adapt to changing conditions, accurate observations and predictions of hydrological conditions over Alpine regions is pivotal. This is particularly valid for Austria, where the Alps are not only valuable ecosystems, but also play a crucial role in sectors such as water supply, electricity production, agriculture, tourism and industry.

To analyse and test climate scenarios in support of climate adaptation and decision making, ECMWF will introduce the Climate Change Adaptation Digital Twin (ClimateDT) with an unprecedented resolution of 5 km. The goal of the Digital Twin Austria - Alpine Hydrology and Future Hazards project is to use the ClimateDT and Copernicus Earth Observation (EO) data to assess current and future hydrological hazards over the Austrian Alps. We will extend the Earth Observation Data Centre's (EODC) Austrian Datacube (ACube) with the ClimateDT and Copernicus EO-based snow cover extent and soil moisture products tailored to the Alps. A data pipeline to extract all relevant ClimateDT variables from the Destination Earth Data Lake (DEDL) will be developed utilising data proximate computing by EODC. The EO-based snow cover extent product will be processed for Austria for the time period covering the Destination Earth Service Platform (DESP) period, and gap-filled with a novel approach using precipitation and temperature fields data in a physically based snowpack model. The EO-based surface soil moisture product will be improved for complex terrain, using radiometrically terrain flattened gamma naught backscatter as input. Furthermore, surface and root zone soil moisture will be retrieved. Using in situ data and Copernicus EO-based soil moisture and snow products and Geosphere Austria SPARTACUS precipitation and temperature as reference, TU Wien Remote Sensing (TUW RS) and ENVEO will validate and test the physical plausibility of the ClimateDT in a rigorous quality assurance. The added-value of the Copernicus-based products and ClimateDT will be demonstrated by TUW Hydrology group in hydrological modelling of streamflows over a large number of catchments in the Austrian Alps, using both ClimateDT and EO-based snow cover extent and soil moisture data. In addition, TUW RS will develop soil moisture drought indicators for Austria. Trends in future hydrological hazards, i.e. low flows, high flows and droughts, will be provided based on the hydrological modelling and drought indicators using ClimateDT. Project outcomes will be shared through the ACube and a dashboard designed for the project by EODC. In addition, project outcomes will be prepared for potential visualization through GTIF-AT. The project directly addresses ECMWF's partner programme and will benefit Austrian stakeholders such as the hydrological service of Tirol, Austria Environmental Agency, Geosphere Austria and electricity company Verbund, who are supporting the project.

## **Projektkoordinator**

- Technische Universität Wien

## **Projektpartner**

- ENVEO-Environmental Earth Observation Information Technology GmbH
- EODC Earth Observation Data Centre for Water Resources Monitoring GmbH