

RegDTAlp

RegDTAlp - Towards a digital twin of mountainous weather and climate for impact assessment in the Austrian Alps

Programm / Ausschreibung	ACRP, Austrian Climate Research Programme 2024	Status	laufend
Projektstart	01.10.2025	Projektende	30.09.2028
Zeitraum	2025 - 2028	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords			

Projektbeschreibung

Korrekte, verlässliche und detaillierte Informationen über vergangenes, aktuelles und zukünftiges Wetter und Klima sind essentiell für das Verständnis des Klimawandels, den Umgang mit Extremwetter in der Gegenwart und die Planung für die zukünftige Anpassung an den Klimawandel. Um diese Informationen zu erhalten, ist es notwendig, relevante meteorologische Parameter genau zu messen und zu modellieren. Dicht besiedelte Gebirgsregionen wie die Alpen stellen aufgrund der außergewöhnlich hohen räumlichen Variabilität der Klimavariablen in gebirgigen Geländen ein besonders herausforderndes Umfeld dar. Um dieser Herausforderung zu begegnen, schlagen wir RegDTAlp vor, das ein regionales Modell des österreichischen Klimas mit Fokus auf die Alpen entwickeln wird. Das Modell wird eine genaue, hochauflösende Abschätzung von Temperatur, Windgeschwindigkeit und Niederschlag ermöglichen. Ausgehend von bestehenden Datensätzen und Downscaling-Methoden wird RegDTAlp diese Methoden mit Techniken des physikinformatierten maschinellen Lernens anpassen, die es ermöglichen, physikalische Randbedingungen direkt in die Modelle einzubeziehen und sie mit Techniken des probabilistischen maschinellen Lernens zu kombinieren. Dies wird es ermöglichen, probabilistische, herunterskalierte Klimadaten mit sehr hoher Auflösung und bisher unerreichter Zuverlässigkeit zu erstellen. Wetter- und Klimavariablen über gebirgigem Gelände weisen komplexe Verteilungen auf, die eine Herausforderung für moderne Ansätze des maschinellen Lernens darstellen. Daher ist RegDTAlp auf eine einzigartige Weise konzipiert, die es uns ermöglicht, diese Probleme mit fraktalen Ansätzen und nicht-glatten Methoden anzugehen. Die resultierenden Modelle können diese speziellen Verteilungen von Wetter- und Klimavariablen über gebirgigem Gelände nativ darstellen. Als regionalisierte Darstellung mit hoher Auflösung kann RegDTAlp vergangene, aktuelle und zukünftige Wetter- und Klimainformationen genauer ableiten als derzeit verfügbare Modelle. Die Modelle und Konzepte von RegDTAlp werden das Downscaling der globalen Digitalisierung sowohl in Echtzeit-Settings als auch in Simulationen der Vergangenheit und für zukünftige Szenarien verbessern. Letztlich ist die Entwicklung solcher regionalisierten digitalen Zwillinge essentiell für eine detaillierte Folgenabschätzung des Klimawandels sowie für die Planung einer nachhaltigen Zukunft.

Abstract

Correct, reliable and detailed information on past, current and future weather and climate is essential for understanding climate change, dealing with extreme weather in the present, and planning for future climate change adaptation. To obtain this information, it is necessary to accurately measure and model relevant meteorological parameters. Densely populated

mountainous regions such as the Alps present an especially challenging environment, due to the exceptionally high spatial variability of climate variables in mountainous terrains. To address this challenge, we propose RegDTAlp, which will develop a regional model of Austria's climate with focus on the Alps. The model will allow accurate high-resolution estimation of temperature, windspeed and precipitation. Starting from existing datasets and down-scaling methods, RegDTAlp will adapt these methods using techniques from physics-informed machine learning that allow to directly include physical constraints into the models and combine them with techniques from probabilistic machine learning. This will allow to produce probabilistic downscaled climate data with very high resolution and unprecedented reliability.

Weather and climate variables over mountainous terrain have complex distributions that present challenges for state-of-the-art machine learning approaches. Hence, RegDTAlp is designed in a unique way which allows us to address these issues by using fractal approaches and non-smooth methods. The resulting models can natively represent those particular distributions of weather and climate variables over mountainous terrain.

As a regionalized representation with high resolution, RegDTAlp will more accurately infer past, current, and future weather and climate information than currently available models. RegDTAlp's models and concepts will improve downscaling of global digital in real-time settings as well as in simulations of the past and for future scenarios. Ultimately the development of such regionalized digital twins is essential for detailed climate change impact assessment as well as for planning for a sustainable future.

Projektkoordinator

- Universität Graz Wegener Center für Klima und Globalen Wandel

Projektpartner

- Know Center Research GmbH