

## Refine-Alps

Fine-scale modelling of future alpine plant distribution in the Tyrolean Alps

<b>Programm / Ausschreibung</b>	, Austrian Climate Research Programme (ACRP) Ausschreibung 2023/01	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.04.2025	<b>Projektende</b>	31.03.2028
<b>Zeitraum</b>	2025 - 2028	<b>Projektlaufzeit</b>	36 Monate
<b>Keywords</b>			

### Projektbeschreibung

Es ist aktuell umstritten, ob und in welchem Ausmaß die alpine Flora durch den Klimawandel gefährdet ist.

Artverbreitungsmodelle (AVM) präzisieren ein massives Höherwandern alpiner Pflanzenarten, und verursacht dadurch Habitatverluste und ein beträchtliches Aussterberisiko. Diese Modelle wurden kritisiert, weil ihr übliche räumliche Auflösung zu grob sei. Tatsächlich kann das Mikroklima in alpinen Landschaften auf kurzen Strecken stark variieren. Diese Variabilität könnte alpinen Arten kleinflächige, kühle Rückzugsstandorte bieten und dadurch ihr Überleben auch ohne Höherwandern ermöglichen. Unklar bleibt allerdings, ob Modelle bei entsprechend feinerer räumlicher Auflösung ähnliche oder weniger starke Habitatverluste vorhersagen würden.

Ein weiteres, von der räumlichen Auflösung unabhängiges Problem von AVMs ist ihre Sensitivität gegenüber Verletzungen der sogenannten Gleichgewichtsannahme, d.h. der Voraussetzung eines Gleichgewichts zwischen der realen Verbreitung einer Art und ihren klimatischen Ansprüchen. Dieses Gleichgewicht kann nach 40 Jahren rapider Klimaerwärmung für die generell als wenig mobil eingestuften alpinen Pflanzen nicht mehr vorausgesetzt werden. AVMs mit rezenten Verbreitungsdaten zu parametrisieren führt als wahrscheinlich zu einer Überschätzung der Wärmetoleranz und einer Unterschätzung des Klimawandelrisikos.

REFINE-Alps widmet sich diesen beiden Probleme in einer Modellierungsstudie mit ca. 100 alpinen Pflanzen in den österreichischen Zentralalpen. Die Verbreitungsänderung dieser Arten unter 3 verschiedenen Klimawandelszenarien soll auf einer räumlichen Auflösung von 1 m<sup>2</sup> über 500 km<sup>2</sup> modelliert werden. Wir werden zu diesem Zweck konventionelle AVMs mit demographischen Verbreitungsmodellen (DVMs) kombinieren. DVMs beruhen auf Korrelationen zwischen klimatischen Bedingungen und demographischen Raten, wie Wachstum und Reproduktion, die unmittelbar auf Klimaveränderungen reagieren als geographische Verbreitungsmuster. DVMs sollten daher von einer Verletzung der Gleichgewichtsannahme unabhängig sein.

Das Projektteam hat einen Teil der für diese Modellierungen notwendigen Daten bereits im Rahmen anderer Projekte gesammelt und wird diesen Datensatz innerhalb von REFINE-Alps erweitern und an die Erfordernisse des Projekts anpassen. Darauf aufbauend sollen verglichen werden: (a) AVMs auf der genannten, feinen 1 m<sup>2</sup>-Auflösung mit solchen auf einer üblichen gröberen Auflösung (100 x 100 m); und (b) fein aufgelöste AVMs und ebenso fein aufgelöste DVMs. Mit Hilfe dieser Vergleiche sollen folgende Fragen beantwortet werden: (1) Welche Habitatverluste präzisieren feinaufgelöste AVMs für

alpine Arten unter den drei Klimaszenarien? (2) Sind diese prädizierten Verluste tatsächlich wesentlich geringer als diejenigen, die gröber aufgelöste AVMs vorhersagen? (3) Prädizieren DVMs stärkere Verluste als AVMs? (4) Sind diese Unterschiede artspezifisch unterschiedlich und mit der Mobilität der Arten korreliert, und daher wahrscheinlich durch geringere Sensitivität von DVMs gegen rezente Verzerrungen der scheinbaren Klimanische bedingt?

Im letzten Arbeitsschritt sollen Prädiktionen von AVMs und DVMs kombiniert werden, um wichtige Refugialgebiete der alpinen Flora der Region in einem wärmeren Klima zu identifizieren. Die entsprechenden Karten sollen dem regionalen Naturschutzmanagement als vorausschauende, den Klimawandel mitdenkende Planungsgrundlage zur Verfügung gestellt werden. Um den Nutzen des Projekts für diese Zwecke zu sichern werden regionale Stakeholder zu Workshops eingeladen, die Co-Design, Diskussion und Transfer von Wissen und Resultaten ermöglichen sollen.

## **Abstract**

The fate of alpine plant diversity under climate warming is currently contentious. Species distribution models (SDMs) predict major upslope shifts, habitat loss and extinction risk of plants above the treeline. However, these models have been criticised for working on a too coarse spatial resolution. In fact, microclimatic variation can be pronounced in alpine terrain. This variation might allow species to follow a changing climate via retraction into spatially close, colder microsites instead of migrating upslope. However, whether accounting for this variation would reduce predicted range loss of alpine species is unclear as modelling habitat on a finer grain does not necessarily imply that projected habitat area or its change would differ.

A further disadvantage of SDMs, independent of the spatial resolution, is the that they are sensitive to a disequilibrium between species distribution and climatic conditions. Such a disequilibrium has likely emerged over the past four decades of rapid warming. As a consequence, using recent distribution data for model fitting might result in overestimation of warmth tolerance and hence in underestimation of future range loss.

In REFINE-Alps, we want to tackle both of these issues in a modelling study focused on ca. 100 alpine plant species in the central parts of the Austrian Alps. We will model changes of potential ranges of these species under three scenarios of climate change until the end of the century at a spatial resolution of 1 m<sup>2</sup> across an area of about 500 km<sup>2</sup> of above-treeline landscapes. We will therefore use both species distribution models and demographic distribution models (DDMs). The latter models are based on correlations of climatic conditions with vital rates which are likely responding to climatic changes much more rapidly than spatial distribution patterns. They should hence not be affected by disequilibrium problems.

The applicants have already collected part of the necessary species distribution, demographic and environmental data in other projects and will expand and adapt this large dataset to the needs of this project during the runtime of REFINE-Alps. Modelling results will be compared among fine-scale SDMs and SDMs fit on a coarser resolution (100 x 100m), and between fine-scale SDMs and DDMs. We will thereby specifically tackle the following questions: (1) How much of their currently suitable range will alpine plants lose under moderate, intermediate and strong climate change until the end of the century according to SDMs fitted and projected on a 1m<sup>2</sup>-resolution? (2) Does the alpine flora appear significantly more vulnerable when models fit and projected at coarser spatial resolutions (100 x 100 m)? (3) Do DDMs predict more pronounced losses than SDMs? (4) Do differences between SDM and DDM projections depend on species traits especially those related to mobility and persistence, and thus implicitly to the degree of inertia in current species distributions?

Finally, we will overlay predictions from both SDMs and DDMs to identify major refugia of the modelled species under climatic scenarios. The resulting map shall support 'climate-smart' conservation-related land management in the area. To guarantee that project products are useful for that purpose workshops with relevant regional stakeholder shall allow for project co-design, discussion and transfer of results.

## **Projektkoordinator**

- Universität Wien

## **Projektpartner**

- Universität für Bodenkultur Wien
- Österreichische Akademie der Wissenschaften
- Universität Innsbruck