

## ARA

High resolution Austrian Re-analysis ensemble with AROME

<b>Programm / Ausschreibung</b>	ASAP, ASAP, ASAP 17. Ausschreibung (2020)	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.10.2021	<b>Projektende</b>	30.06.2025
<b>Zeitraum</b>	2021 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	45 Monate
<b>Keywords</b>	High resolution ensemble re-analysis, 3DVAR, Data assimilation		

### Projektbeschreibung

Atmosphärische Re-Analyseprodukte haben sich in der Vergangenheit bereits als wichtige Informationsquelle für ein besseres Verständnis des Systems Erde erwiesen und wurden in vielen in Projekten im Bereich Klimamonitoring und Klimawandel eingesetzt. Das vorliegende Projekt ARA setzt sich das Ziel für Österreich erstmals einen hochauflösenden Re-Analyse Ensemble-Datensatz zu erstellen. Einmal fertiggestellt, wird mit diesem Datensatz detaillierte Information (2D und 3D) zum Zustand der Atmosphäre für die Periode 2010-2020 zur Verfügung stehen, die das Potential besitzt, später einmal in ein operationelles bzw. kommerzielles Produkt weiterentwickelt zu werden. Es werden essentielle Klimaparameter (ECVs) für räumliche und zeitliche Skalen zur Verfügung gestellt, die für die Wetter- und Klimaforschung von hoher Relevanz sind und auch in anderen Bereichen einen entscheidenden Beitrag leisten können (Auswirkungsanalysen, Anpassungsstrategien, usw.). Das anvisierte Re-Analysesystem kann in Zukunft ein wichtiger zusätzlicher Beitrag zu bestehenden nationalen und internationalen Klimadienstleistungen werden wie z.B. für den nationalen OKS25 Datensatz oder das internationale Copernicus Climate Service (C3S). In ARA wird das nicht-hydrostatische Regionalmodell AROME (Application of Research to Operations at Mesoscale) genutzt um den ERA5 Datensatz (Auflösung 31km) des Europäischen Zentrums für Mittelfristige Wettervorhersage (EZMW) auf eine Zielauflösung von 2.5km zu bringen.

Darüber hinaus werden unter Verwendung eines dreidimensionalen variationellen Assimilationssystem (3DVAR) verschiedenste Beobachtungsdaten wie beispielsweise Satellitendaten, Radiosonden, Flugzeugdaten oder Windprofilerdaten zusätzlich in das Re-Analysesystem eingebracht. Mit Hilfe von Komponenten des auf AROME aufbauenden konvektionsauflösenden Ensemblesystems C-LAEF (Convection-permitting Limited Area Ensemble Forecasting system) wird schließlich ein aus 10 Mitgliedern bestehendes Re-Analyseensemble gebildet, welches zeitlich, räumlich und physikalisch konsistente atmosphärische 3D und 2D Parameter liefert. Daraus abgeleitete ECVs werden für verschiedenen Aggregationsintervalle (Stunde, Tag, Monat) zur Verfügung gestellt. Aus dem Ensembledatensatz soll auch Information über die Unsicherheit bzw. Unschärfe der Re-Analysen extrahiert werden.

Die Anwendungsmöglichkeiten eines solchen Datensatzes sind enorm. Um den Umfang des Projekts sinnvoll zu beschränken werden im Zuge des vorliegenden Projekts zwei Anwendungsbereiche hervorgehoben: Die Validierung von numerischen Wetter- und Klimamodellen und die Berechnung eines Extreme Forecast Index (EFI) für das Wettermodell AROME. Auch

Bereiche wie Validierung und Kalibrierung von operationellen Vorhersagen können profitieren.

Ähnliche Aktivitäten auf europäischer Ebene bzw. für andere Regionen in Europa haben sich für viele Anwendungsbereiche als sehr nützlich erwiesen und einen starken Einfluss auf verschiedenste Forschungsbereiche hinterlassen. Es ist zu erwarten, dass ein ähnlicher Effekt auch für Österreich erzielt werden kann. Das zeigt sich daran, dass bereits die Idee zur Realisierung eines regionalen Re-Analyse Ensembledatensatzes für Österreich reges Interesse hervorgerufen hat.

## **Abstract**

Reanalysis products have proven themselves as an important resource and have contributed positively to improving our understanding of Earth's system. They have also been employed in various projects aimed at climate monitoring and assessment of climate change impacts. The ARA project aims at creating first of its kind high resolution (2.5 km) reanalysis ensemble dataset for Austria. Once completed it will provide a detailed (2D and 3D) information on the state of atmosphere in Austria from 2010 - 2020. Successful completion of this prototype has the potential to further develop into a viable operational / commercial product. It will provide essential climate variables (ECVs) at spatial and temporal scales relevant for the NWP (numerical weather prediction)/ climate research community and can be further exploited by impact research to improve resilience in the community by strengthening mitigation and adaptation efforts. This reanalysis can become a useful addition to national and international climate services, e.g. national OKS25 dataset and Copernicus Climate Change Service (C3S). ARA is primarily based on dynamical downscaling of European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) ERA5 dataset (with a spatial resolution of 31km) by applying "Application of Research to Operations at Mesoscale" (AROME) non-hydrostatic limited area model to a destination spatial resolution of 2.5km.

With the aid of the three-dimensional variational assimilation (3DVAR) system in AROME and the Convection-permitting Limited Area Ensemble Forecasting system (C-LAEF), observations from multiple sources, such as, satellites, radiosondes, aircraft, wind profiler etc. will be assimilated to reconstruct a ten member ensemble with spatially, temporally, and physically consistent 3D and 2D atmospheric fields. In addition to enhanced spatial resolution this reanalysis will provide ECVs that will be aggregated at hourly, sub-daily, daily, and monthly scale. It is also planned to provide an uncertainty estimate from the ensemble which will be made publicly available.

The application potential for such a dataset is enormous. In order to limit the scope of this project we have proposed two use cases. That is, evaluation / validation of NWP and climate models at convection permitting scale and calculation of extreme forecast index (EFI). Moreover, there are additional benefits stemming from long term climate simulation as they can be used as a reference to validate operational forecast, creating extreme forecast index and to calibrate the AROME based forecasting systems.

Similar activities at the European scale have shown great promise and have left a considerable impact in the research arena as these projects have proven to be useful beyond the scope of the project. The idea of high resolution regional reanalysis ensemble for Austria has also been met with great enthusiasm and attached LOIs show that this project has the potential to leave its mark and ensure the leading role of applicant and project partner at national and international stage.

## **Projektkoordinator**

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

## **Projektpartner**

- Universität Graz