

## AROSA

Assimilation of radio occultation from commercial satellites over Austria

<b>Programm / Ausschreibung</b>	ASAP, ASAP, ASAP 13. Ausschreibung (2016)	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.05.2017	<b>Projektende</b>	30.04.2019
<b>Zeitraum</b>	2017 - 2019	<b>Projektlaufzeit</b>	24 Monate
<b>Keywords</b>	radio occultation, data assimilation		

### Projektbeschreibung

Österreich ist aufgrund seiner komplexen Orographie, vielfältiger Naturräume, den speziellen wetterinduzierten Naturgefahren im alpinen Gelände sowie den wichtigen aber stark wetterabhängigen Wirtschaftszweigen Tourismus und Landwirtschaft auf qualitativ hochwertige, räumlich hochaufgelöste Wettervorhersagen in hohem Maße angewiesen. Aufgrund der nichtlinearen Vorgänge in der Atmosphäre hängt deren Erfolg entscheidend von der korrekten Definition des dreidimensionalen Atmosphärenzustands mittels hochaufgelöster Messungen ab. Bei der Radio-Okkultationsmessung wird aus der Dopplerverschiebung eines Funksignals zwischen Satelliten zur globalen Positionsbestimmung (GNSS) und Empfangssatelliten in einem niedrigen Erdborbit (sogenannte LEOs), das die Erdatmosphäre durchläuft, und den Satellitenpositionen auf die Beugung der Radiowellen geschlossen. Diese wird wiederum von Eigenschaften wie Ionisation in der Hochatmosphäre, und Feuchte und Temperatur der unteren Atmosphäre bestimmt, die so indirekt detektiert werden können. Dabei wird eine hohe vertikale Beobachtungsauflösung im Meterbereich erreicht. Dies gilt insbesondere auch in höheren Atmosphärenschichten, wo die Zahl konventioneller Beobachtungen (Radiosonden und Flugzeuge) relativ gering ist. Die Anzahl der staatlich betriebenen Messungen ist dabei in jüngster Zeit durch die Alterung und den Ausfall der LEO-Satelliten stark rückläufig, während die in großer Zahl neu gestarteten, privatwirtschaftlich betriebenen Satelliten der Firma Spire Inc zu einer rasch wachsenden Zahl neuer Okkultationsmessungen führen. Die Okkultationsmethodik kann neben dem Atmosphärenmonitoring auch zur verbesserten Initialisierung von numerischen Wettervorhersagemodellen genutzt werden wie schon für einige Globalmodelle wie Arpège, GME, ECMWF-IFS, aber auch Ausschnittmodelle (WRF) gezeigt werden konnte, wobei insbesondere bei höheren Modellauflösungen der verwendete Beobachtungsoperator zur Simulation der Messgröße im Modell für den Erfolg wichtig ist. Im Rahmen des Projekts sollen die neuen Okkultationsmessungen der Firma Spire Inc erstmalig in das numerische Vorhersagesystem AROME der ZAMG über Österreich assimiliert werden. Dazu müssen die Daten zunächst für das Modell aufbereitet werden (Herleitung des „bending angles“, Überprüfung der Datenqualität mittels passiver Assimilation und Vergleich mit dem Modellhintergrund). Für die Assimilation steht derzeit ein 2D-„Bending Angle“-Beobachtungsoperator zur Verfügung, welcher für gröbere Modellauflösungen entwickelt wurde. Im Projekt soll eruiert werden inwieweit eine Verbesserung des Beobachtungsoperators für höhere Auflösungen möglich ist und welche Arbeitsschritte dazu erforderlich wären. Anhand von Fallstudien und einer Testperiode soll mittels eines Referenzlaufs ohne Radiookkultationsassimilation der Einfluss der neuen Beobachtungen auf das Modell abgeschätzt und die Möglichkeit einer zukünftigen operationellen Nutzung ausgelotet werden. Durch Ausdünnung der übrigen Beobachtungen soll auch der

Einfluss auf die Vorhersage in datenärmeren Regionen außerhalb Europas abgeschätzt werden.

## **Abstract**

Austria depends significantly on high quality, highly resolved weather forecasts, especially due to its complex orography, manifold landscapes and special meteorologically induced natural hazards in the alpine area and its important economic branches agriculture and tourism, which are strongly impacted by weather. The success of these forecasts is determined by a precise definition of the current state of the 3D atmosphere with highly resolved measurements due to the nonlinear nature of atmospheric processes. Radio occultation methods investigate the bending of a radio signal on its way through the atmosphere by measuring the Doppler shift between a global navigation satellite system (GNSS) and a low earth orbit satellite (LEO) and their precise positions. The bending and refraction of the signal depend on atmospheric properties like ionisation of the upper atmosphere and moisture and temperature in lower levels. So, these properties can be indirectly estimated by the bending with a high vertical resolution on the meter scale in the upper levels, where conventional observations (aircraft and radio soundings) are relatively scarce. The observation number of public financed probes dropped down recently by aging and breakdown of the LEO satellites, while on contrary a huge number of recently commercially launched and maintained satellites of the Spire Inc increased the amount of radio occultation data drastically. In addition to atmospheric monitoring, the occultation method can be used for the initialisation of numerical weather prediction models, as it was already shown for some global models (Arpège, GME, ECMWF-IFS), but also limited area models (WRF). Especially, in the latter case with higher model resolutions the definition of the observation operator simulating the measured parameter is rather crucial to succeed. Within the scope of this project, the new occultation measurements of Spire Inc will be assimilated for the first time into the numerical weather prediction system of ZAMG named AROME over Austria. To achieve this aim, data pre-processing is necessary (derivation of the bending angle, quality check by passive assimilation and first guess departure checks). For the time being, a 2D observation operator for bending angle is available in the AROME code, which was developed for coarser resolutions. Within the project, it will be investigated, how it can be improved and adapted to higher resolutions and which steps would be necessary to reach this goal. The possible impact of the new observations on the model performance will be estimated by case studies and a longer test period using intercomparison to a reference run without radio occultation assimilation. Finally the potential of an operational application of the data within the AROME system will be envisaged. The impact on the forecast in data poor regions outside Europe will be estimated by stronger thinning of the other observations.

## **Projektkoordinator**

- Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) - Teilrechtsfähige Einrichtung des Bundes

## **Projektpartner**

- Universität Graz