

# HydroSAR

Sentinel-1-basierte InSAR-Analyse von Grundwasserschwankungen für die öffentliche Verwaltung

|                                 |   |                        |               |
|---------------------------------|---|------------------------|---------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | ASAP, ASAP, ASAP 18. Ausschreibung (2021, KP)           | <b>Status</b>          | abgeschlossen |
| <b>Projektstart</b>             | 01.09.2022  | <b>Projektende</b>     | 30.11.2024    |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2022 - 2024   | <b>Projektlaufzeit</b> | 27 Monate     |
| <b>Keywords</b>                 | Klimawandel; Grundwasser; Copernicus; InSAR; Sentinel-1 |                        |               |

## Projektbeschreibung

Die Copernicus-Satelliten Sentinel-1A/B ermöglichen die großflächige, millimetergenaue Erkennung von Bodenbewegungen und sind daher hervorragend für die (Früh-)Erkennung von Klimawandelfolgen geeignet. Bis dato wird das große Anwendungspotenzial der satellitengestützten Radarinterferometrie (InSAR) vor allem in der Forschung ausgeschöpft. Im Bereich der öffentlichen Verwaltung werden die vorhandenen Möglichkeiten hingegen nur unzureichend genutzt. Besonders hohes Anwendungspotenzial haben satellitengestützte Radarmessungen in der Beurteilung grundwasserbedingter Geländehebungen und -setzungen. Klimawandelbedingt ist in den kommenden Jahren und Jahrzehnten mit einer reduzierten Grundwasserneubildung bei gleichzeitigen Entnahmezuwächsen zu rechnen. Aktuelle Daten weisen bereits jetzt auf die europaweite Zunahme saisonaler Versorgungsengpässe hin. Die erwartete Verknappung der lebenswichtigen Ressource Grundwasser wird voraussichtlich zur Entstehung regionaler Nutzungskonflikte beitragen, deren Prävention bzw. Aufarbeitung in der Regel in den Aufgabenbereich öffentlicher Einrichtungen fällt.

Ziel von HydroSAR ist es die Anwendung moderner Erdbeobachtungsmethoden (Sentinel-1) im Bereich der öffentlichen Verwaltung zu verankern um diese auf die Herausforderungen der Klimazukunft vorzubereiten. Zur Realisierung dieses Ziels werden grundwasserbedingte Hebungen/Setzungen der Geländeoberfläche im Bundesland Salzburg millimetergenau mit Sentinel-1-Daten vermessen um eine zuverlässige und hochpräzise Datengrundlage zur Beurteilung aktueller und künftiger Grundwasseränderungen zu schaffen. Die Ergebnisse der InSAR-Analysen werden anschließend nutzerInnenfreundlich visualisiert und im Rahmen des Online-Geodatenportals des Landes Salzburg (SAGIS) einer breiten Öffentlichkeit kostenfrei zur Verfügung gestellt (Pilotanwendung). Zusätzlich wird die Projektumsetzung zu einem Leitfaden zusammengefasst, der künftig als allgemeine Richtschnur für die Implementierung von Sentinel-1-Daten im Bereich öffentlicher Einrichtungen dienen soll.

## Abstract

Copernicus satellites Sentinel-1A/B are capable of detecting millimetric surface change and are therefore excellently suited to assess the impacts of climate change. Currently, satellite-based radar interferometry (InSAR) is mainly used in research, implementation within the public administration has so far been limited.

Satellite-based InSAR represents a prime instrument to identify groundwater-related land subsidence and uplift. As a result of climate change groundwater formation is expected to decrease over the upcoming years and decades while groundwater

extraction is supposed to increase. Several studies have recently revealed significant seasonal shortages in groundwater supply throughout Europe. Potential future scarcity of vital groundwater will likely contribute to the emergence of regional conflicts over the utilization of groundwater which have to be managed and resolved by public authorities.

To prepare the public sector for the significant challenges related to climate change, HydroSAR aims at the implementation and long-term establishment of cutting-edge earth observation techniques (Sentinel-1) at the governmental level. To realize this overall aim Sentinel-1 data is used to measure groundwater-induced uplift/subsidence at millimeter accuracy in the province of Salzburg. Results will be compiled within an extensive database to assess present and future groundwater level changes. Based on the conducted InSAR analyses user-friendly digital maps will be created that will be made accessible to the public via the online GIS portal of the federal province of Salzburg (pilot application). In addition, a general guideline will be prepared that summarizes the implementation of HydroSAR and shall serve as a standard for future implementations of Sentinel-1 data in the public sector.

## **Endberichtkurzfassung**

Das Projekt HydroSAR untersuchte die Nutzung moderner Erdbeobachtungsmethoden (Sentinel-1) im Bereich der öffentlichen Verwaltung, um diese u.a. auf die Herausforderungen der Klimazukunft vorzubereiten. Ziel war es, Copernicus Sentinel-1-Daten nachhaltig zu verankern und eine zuverlässige, hochpräzise Datengrundlage zur Beurteilung aktueller und künftiger Grundwasseränderungen zu schaffen. Dazu wurden grundwasserbedingte Hebungen und Setzungen der Geländeoberfläche im Bundesland Salzburg millimetergenau vermessen.

Durch HydroSAR konnten folgende zentrale Ziele erreicht werden:

Steigerung von Bewusstsein und Interesse im öffentlichen Dienst : Umfangreiche Informationskampagnen haben das Verständnis für die Nutzung von Copernicus-Daten, insbesondere Sentinel-1, gestärkt – auch über die Grenzen Salzburgs hinaus.

Erhöhung der Akzeptanz im öffentlichen Dienst : Die interdisziplinäre Zusammenarbeit innerhalb der Verwaltung sowie mit landesnahen Institutionen und Unternehmen wurde intensiviert.

Vernetzung verschiedener Fachdisziplinen : Die Kooperation zwischen Geowissenschaften, Ingenieurgeodäsie, Bodenmechanik und Data Science wurde ausgebaut, um die Analyse grundwasserbedingter Hebungen und Setzungen zu optimieren.

Die Analyse der grundwasserbedingten Oberflächenbewegungen wurde als Fallbeispiel verwendet, um die Akzeptanz und Integration von Copernicus-Daten im öffentlichen Dienst voranzutreiben. Die Ergebnisse der InSAR-Analysen wurden im Online-Geodatenportal des Landes Salzburg ( SAGIS ) integriert und kostenfrei einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt (Pilotanwendung).

Durch gezielte Workshops, Fachvorträge und Netzworkebildung wurde das Interesse an InSAR-Daten über die Grenzen Salzburgs hinaus gesteigert. InSAR Analysen ermöglichten die Detektion von großflächigen Bodenbewegungen mit hoher Präzision. Die Analyse deckte zahlreiche Hotspots auf, die mit Grundwasserschwankungen in Verbindung stehen. Die Zusammenarbeit zwischen Geotechnik, Hydrogeologie, Geoinformatik und öffentlichen Behörden führte zu einer besseren

Integration der InSAR-Technologie in bestehende Verwaltungsprozesse. Die Nutzung von InSAR-Daten zeigte sich insbesondere für Infrastrukturmaßnahmen als vorteilhaft, da Bewegungsmuster frühzeitig erkannt und in Planungsprozesse einbezogen werden konnten. Machine-Learning-Modelle verbesserten die Vorhersage von Grundwasserspiegelveränderungen erheblich. So konnten mit LSTM-Netzwerken (Long Short-Term Memory) exakte Prognosen im Zentimeterbereich erreicht werden. Die InSAR-Daten wurden erfolgreich in das Salzburger Geographische Informationssystem ( SAGIS ) integriert und sind nun für Fachabteilungen sowie die Öffentlichkeit zugänglich.

Das Projekt HydroSAR hat gezeigt, dass auf Copernicus-Daten basierte InSAR-Analysen ein wertvolles Werkzeug für die Bodenbewegungsanalyse sind und entscheidende Erkenntnisse für die Infrastrukturplanung liefern können. Diese Technologie kann zukünftig verstärkt im öffentlichen Sektor Anwendung finden, um Behörden eine präzisere Entscheidungsgrundlage bereitzustellen. Zu den großen Herausforderungen zählen die Identifikation von Schlüsselpersonen im öffentlichen Dienst, welche die Motivation und die Entscheidungsbefugnis haben, Copernicus/Sentinel-1-basierte Services nachhaltig zu integrieren. Zudem ist die Entwicklung von Services und Produkten erforderlich, die einen klaren Kosten/Nutzen für den öffentlichen Dienst darstellen. Darüber hinaus bestehen Herausforderungen in der nachhaltigen Integration der Technologie in bestehende Verwaltungsstrukturen, der Schulung von Fachkräften und der Sicherstellung langfristiger Finanzierungsmöglichkeiten für die Nutzung von Copernicus-Daten in Entscheidungsprozessen.

### **Projektkoordinator**

- GEORESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

### **Projektpartner**

- Geoconsult ZT GmbH
- Technische Universität Graz