

# GECOS

Geosphere Applications for SAR Companion Satellite

<b>Programm / Ausschreibung</b>	ASAP, ASAP, ASAP 13. Ausschreibung (2016)	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.05.2017	<b>Projektende</b>	31.10.2019
<b>Zeitraum</b>	2017 - 2019	<b>Projektlaufzeit</b>	30 Monate
<b>Keywords</b>	Sentinel-1 passive SAR, Single Pass Interferometry, surface topography, topographic change, surface motion, cryosphere, geohazard		

## Projektbeschreibung

Satelliten mit Synthetisch Apertur Radar (SAR) Sensoren, wie z.B. die Sentinel-1 Mission des Europäischen Copernicus Programms, sind eine wesentliche Komponente des globalen Satellitensystems für Erdbeobachtung. SAR Interferometrie unter Verwendung zeitlicher Folgen von SAR Aufnahmen (Repeat-pass InSAR) ist das grundlegende Verfahren von SAR Satelliten zur Messung und Überwachung von Deformation an der Erdoberfläche. Wegen der zeitlichen Dekorrelation des InSAR Signals gibt es jedoch erhebliche Lücken in der Anwendbarkeit dieses Verfahrens, wie z.B. in der flächendetaillierten Erfassung massiver Massenbewegungen zufolge von Naturkatastrophen (Hangrutschungen, Erdbeben, Vulkanismus) und in der Kartierung von Volumen- und Massenverlusten von Gletschern. Das Problem der zeitlichen Dekorrelation kann man mit einer SAR Satelliten Konstellation umgehen, die zumindest zwei SAR Empfänger im Formationsflug (single-pass, SP-InSAR) einschließt. Die deutsche TanDEM-X Mission ist ein Beweis für die Leistungsfähigkeit dieses Konzepts. Um umfassende Möglichkeiten für die Nutzung von SP-InSAR im operationellen Bereich zu schaffen, wurde im Jahr 2016 die Satellitenmission SESAME (SEntinel-1 SAR companion Multistatic Explorer (SESAME) als Vorschlag für eine ESA Earth Explorer-9 Mission eingereicht. SESAME umfasst zwei Plattformen mit passiven C-Band SAR Empfängern, die das aktive Signal von Sentinel-1 für die Generierung von SP-InSAR Signalen nutzen. Die Antragsteller des Projekts GECOS waren maßgeblich an der Ausarbeitung des Wissenschaftsplans für SESAME beteiligt.

Ziel von GECOS ist die Weiterentwicklung und Überprüfung von Methoden für Anwendungen von SP-InSAR in Geowissenschaft und Geotechnik. Im Projekt geht es um folgende Anwendungen: (i) Klimaforschung: Kartierung zeitlicher Änderungen von Volumen und Masse von Gletschern und Eiskappen; (ii) Naturgefahren: detaillierte Erfassung von Massenverschiebungen zufolge katastrophaler Ereignisse (Hangrutschungen, Erdbeben, Vulkanausbrüche, Lavaströme); (iii) Geodynamik: Kartierung der Oberflächendeformation und deren zeitliche Änderung. Zu Beginn des Projekts werden die Anforderungen an SP-InSAR Produkte für diese Anwendungen ausgearbeitet. Unter Berücksichtigung dieser Kriterien werden Methoden und Software für die Prozessierung von InSAR Daten entwickelt, um Karten der Oberflächentopographie deren Änderung und Karten von Deformation an der Erdoberfläche zu erstellen. Mit den topographischen Produkten werden Anwendungsstudien durchgeführt, um Methoden zur Ableitung der Massenbilanz von Gletschern zu verbessern und die Anwendbarkeit für die Erfassung von Massenverlagerungen durch Naturkatastrophen (Erdrutsche, Vulkanismus) zu überprüfen. Die Karten der Oberflächendeformation werden für Anwendungsstudien zur Überwachung instabiler Hänge und

zur Erfassung von Absenkungen in Sedimentzonen genutzt. Die Qualität der SP-InSAR Produkte soll mit Hilfe von Feldmessdaten und Daten Flugzeug-getragener Fernerkundungssysteme (Lidar) überprüft werden. Die entwickelte Software und die Ergebnisse der Anwendungsstudien des Projekts sollen der Definition und Vorbereitung zukünftiger interferometrischer C-Band SAR Satelliten-Formationen dienen.

## Abstract

Current synthetic aperture radar (SAR) satellite missions, such as the Sentinel-1 satellite constellation of the European Copernicus Programme, are a key element of the global satellite Earth Observation system. Repeat-pass SAR interferometry (InSAR) is a main application tool of SAR missions, used for mapping and monitoring surface motion and deformation with high precision and spatial detail. However, repeat-pass InSAR suffers from temporal decorrelation of the interferometric phase, causing a critical gap in observation capabilities for geohazard events, volcanic outbreaks and downwasting of ice bodies. This deficit can be overcome by single-pass interferometric SAR (SP-InSAR) formations as these are not subject to temporal decorrelation. The German TanDEM-X mission has demonstrated the great value of SP-InSAR, strongly motivating the development and implementation of an SP-InSAR formation linked to an operational SAR mission to provide extended capabilities in terms of temporal and spatial coverage. To this end the Sentinel-1 SAR companion Multistatic Explorer (SESAME) mission was proposed in response to the ESA Call for Proposals for Earth Explorer Mission EE-9. SESAME features two receive-only C-band radar (passive SAR) satellites flying in close formation to build a single-pass SAR interferometer which uses the active signal of Sentinel-1. Members of the GECOS project team have been actively involved in elaboration of the science plan for SESAME. The proposed GECOS project aims at further advancing and testing tools and applications of C-band SP-InSAR for geosphere monitoring and research.

The project will focus on the following applications: (i) in cryosphere and climate research: monitoring the temporal change of volume and mass of glaciers and ice caps; (ii) in geohazard monitoring: the detection and mapping of displaced volumes of active landslides, debris flows, lava flows and volcanic eruptions; (iii) in geodynamics and geotechnics: mapping of surface deformation and its temporal evolution. During the first project phase the goals for geosphere monitoring applications of a C-band SAR companion satellite flying in formation with an operational SAR mission will be defined and observational requirements for geophysical products will be specified. Taking into account these requirements, methods and software for generating products on surface topography, topographic change, and surface deformation will be elaborated, with focus on use of interferometric C-band single-pass and repeat-pass SAR systems. The software will be applied for generating InSAR products from data of current and past SAR missions for application studies. InSAR-based products on surface elevation and elevation change will be produced for demonstrating and validating applications in glacier mass balance monitoring and for detecting and quantifying displaced volumes of landslides and volcanic deposits. Products on surface deformation and its temporal evolution will be generated for evaluating applications over unstable ground and sedimentary basins. The project will deliver updated information on observational and technical requirements for a C-band SP-InSAR constellation, deliver data sets for demonstrating innovative applications, and provide performance estimates for geophysical products. The project developments and results will be exploited for updating specifications for a future passive C-band SAR companion satellite, for consolidating performance estimates for geophysical products, and for promoting key applications.

## Projektkoordinator

- ENVEO-Environmental Earth Observation Information Technology GmbH

## **Projektpartner**

- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
- AIT Austrian Institute of Technology GmbH