

## GARFIELD

Neue GNSS Dienste und innovATive PROzessierungsverFAhren für zIELgruppenspezifische AnwenDungen

<b>Programm / Ausschreibung</b>	ASAP, ASAP, ASAP 18. Ausschreibung (2021)	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.06.2022	<b>Projektende</b>	30.06.2024
<b>Zeitraum</b>	2022 - 2024	<b>Projektlaufzeit</b>	25 Monate
<b>Keywords</b>	GNSS		

### Projektbeschreibung

Eine robuste und präzise satellitengestützte Positionsbestimmung mittels Globaler Navigationssatellitensysteme (GNSS) (z.B. GPS, Galileo, GLONASS, ...) ist nicht nur heutzutage ein unverzichtbares Instrument, sondern wird in Zukunft einen immer höheren Stellenwert einnehmen. Derzeit gibt es bereits 170 Organisationen in Österreich, welche aktiv GNSS, in den unterschiedlichsten Anwendungsfällen, nutzen.

Derzeit können Anwender neben unterschiedlichen GNSS – also GPS, Galileo, GLONASS, BeiDou und etwaiger Augmentierungssysteme (z.B. EGNOS, QZSS) - auch noch aus einer großen Vielfalt an möglichen Auswertemethoden (z.B. Single Point Solution, PPP, DGNS, RTK) auswählen. Das bedeutet aber auch, dass die Anforderungen der Nutzer einer großen Vielfalt an möglichen Lösungen gegenüberstehen. Mit der Einführung neuer GNSS Services (z.B. Galileo High Accuracy Service (HAS)), neuer GNSS-basierter Konzepte und einer steigenden Anzahl von unterschiedlichen Auswerteverfahren taucht das Problem auf, dass viele Nutzer nicht wissen bzw. nicht einschätzen können welche Signale, Services und Auswertemethoden für sie die beste Lösung (im Sinne der Genauigkeit, Verfügbarkeit, Robustheit, Integrität und natürlich Kosten) geeignet ist. Speziell die Leistungsfähigkeit des Galileo HAS ist derzeit den meisten Nutzern nicht klar. Auf der anderen Seite verlangen neue Anwendungen und zukünftige Signale (LEO-PNT) nach flexiblen, innovativen und zukunftssicheren Lösungen, dies trifft ins besonders im Bereich der bodenbasierten Empfängertechnologien zu. Regionale GNSS Netzwerke haben in den letzten 10 Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen. Sei es für die Bereitstellung von DGNS- oder RTK Daten, Netzwerke zur Zeitsynchronisation, oder aber für Interferenzmonitoring. Derzeitige GNSS-Netzwerke bestehen aus umfangreichen und teuren Bodenstationen. Für Betreiber und Nutzer von GNSS-Netzwerken ist ein Hardwaretausch, um neue Signale oder Features Nutzen zu können, meist der limitierende Faktor. Ein neuer Ansatz zur Verbesserung der Skalierbarkeit und Konfigurierbarkeit sowie zur Kostenreduzierung bei gleichzeitiger Kompatibilität mit traditionellen GNSS Stationen ist die Verwendung von Remote Radio Head (RRH)-Sensoren. Bei RRH werden die Signale bereits an der Antenne analog-digital-gewandelt und dann über eine Netzwerkanbindung (LAN, LWL, etc.) an einen Server übertragen. Dort findet dann die eigentliche Signalverarbeitung mittels eines Software-basierten Empfänger statt. Auf Grund des SDR ist dies eine äußerst flexible und hochgradig konfigurierbare Lösung. Sie reduziert die notwendige Hardware auf ein Minimum, ermöglicht rasche Upgrades durch Software und ermöglicht neue kooperative Prozessierungsstrategien zu implementieren. Das RRH Konzept stellt somit eine innovative und zukunftssichere Lösung dar und folgt dem Trend „Monitoringnetwork-as-a-service“.

Im Rahmen des Projekts GARFIELD - Neue GNSS Dienste und innovATIVE PROzessierungsverFahren für zIELgruppenspezifische AnwenDungen - sollen mögliche Nutzungskonzepte des Galileo HAS vor dem Hintergrund der Anforderungen der österreichischen Stakeholder und Nutzer untersucht werden. Dabei gilt es zu analysieren welche Service Levels (SL1 bzw. SL2) für welche Anforderungen geeignet sind, inwieweit Multi-frequency multi-system Auswertungen (über Galileo und GPS hinausgehend) möglich sind, ob es einen Unterschied macht ob die Korrekturdaten über das Signal bzw. über das Internet empfangen werden und ob es die Möglichkeit gibt die HAS Daten bzw. Signale zur Integritätsbestimmung zu nutzen.

Darauf aufbauend soll, basierend auf einem existierenden Multi-frequency Multi-system Software-based GNSS Receiver die Signalverarbeitung zur Nutzung des HAS konzipiert und implementiert werden und anschließend mit den Messungen und den dekodierten Korrekturen eine PPP Auswertung erfolgen. Die entwickelten Softwaremodule sollen dann den österreichischen Nutzern in Form von Open Source Software zur Verfügung stehen, um selbst Tests mit dem HAS durchführen zu können.

Das Hauptziele von Garfield ist es, die aus den Untersuchungen gewonnenen Informationen und Erkenntnisse an die österreichischen Stakeholder und Nutzer zu bringen und den Mehrwert der Services (z.B. HAS) bzw. Auswerteverfahren(z.B. RRH Konzept, ...) zu vermitteln und somit nachhaltige Beiträge zu Einsatzmöglichkeiten von GNSS zu schaffen. Dafür sollen nicht nur unterschiedlichste Events und Workshops, sondern auch Webinhalte und Webinare von den führenden GNSS Experten der Technischen Universitäten Graz und Wien, über den Projektzeitraum hinausgehend, veranstaltet werden.

## **Abstract**

A robust and precise satellite-based positioning by means of Global Navigation Satellite Systems (GNSS) (e.g. GPS, Galileo, GLONASS, ...) is not only an indispensable instrument today, but will also become more and more important in the future. Currently, there are already 170 organizations in Austria that actively use GNSS in a wide variety of applications.

Currently, users can choose, in addition to different GNSS - i.e. GPS, Galileo, GLONASS, BeiDou and any augmentation systems (e.g. EGNOS, QZSS) - from a wide variety of possible processing methods (e.g. Single Point Solution, PPP, DGNSS, RTK). However, this also means that user requirements are faced with a wide variety of possible solutions. With the introduction of new GNSS services (e.g. Galileo High Accuracy Service (HAS)), new GNSS-based concepts and an increasing number of different processing methods, the problem arise that many users do not know or are not able to assess which signals, services and processing methods are best suited (in terms of accuracy, availability, robustness, integrity and of course costs) for them. Especially the performance of the Galileo HAS is currently not clear to most of the users.

On the other hand, new applications and future signals (LEO-PNT) require flexible, innovative and future-proof solutions, especially in the field of ground-based receiver technologies. Regional GNSS networks have become more and more important in the last 10 years. Be it for the provision of DGNSS or RTK data, networks for time synchronization, or interference monitoring. Current GNSS networks consist of wide and expensive ground stations. For operators and users of GNSS networks, hardware replacement to use new signals or features is usually the limiting factor. A new approach to improve scalability and configurability and reduce costs while maintaining compatibility with traditional GNSS stations is the use of Remote Radio Head (RRH) sensors. With RRH, the signals are analog-to-digital converted already at the antenna and then transmitted to a server via a network connection (LAN, FO, etc.). The actual signal processing then takes place there by means of a software-based receiver. Due to the SDR, this is an extremely flexible and highly configurable solution. It reduces the necessary hardware to a minimum, enables rapid upgrades through software and allows new cooperative processing strategies to be implemented. The RRH concept thus represents an innovative and future-proof solution and follows the trend "monitoring network-as-a-service".

Within the project GARFIELD - New GNSS services and innovative processing procedures for target group-specific applications - possible concepts from the Galileo HAS will be investigated against the background of the requirements of the Austrian stakeholders and users. It is important to analyze which service levels (SL1 or SL2) are suitable for which requirements, to what extent multi-frequency multi-system evaluations (beyond Galileo and GPS) are possible, whether it makes a difference whether the correction data are received via the signal or the Internet and whether it is possible to use the HAS data or signals for integrity determination.

Based on an existing multi-frequency multi-system software-based GNSS receiver, the signal processing for the use of the HAS is to be designed and implemented, followed by a PPP processing using the measurements and the decoded corrections. The developed software modules will be available to Austrian users in the form of open-source software so that they can carry out tests with the HAS themselves.

The main goal of Garfield is to bring the information and knowledge gained from the investigations to the Austrian stakeholders and users and to communicate the added value of the services (e.g. HAS, ...) or processing methods (e.g. RRH concept, ...) and thus create sustainable contributions to the application possibilities of GNSS. For this purpose, not only various events and workshops, but also web content and webinars by leading GNSS experts from the Technical Universities of Graz and Vienna will be organized beyond the project period.

## **Endberichtkurzfassung**

Die im Projekt GARFIELD (Neue GNSS Dienste und innovATIVE PROzessierungsverFahren für zIELgruppenspezifische Anwendungen) gesteckten Ziele wurden vom Konsortium während der Projektlaufzeit vollständig erreicht. Zum einen wurde über die Abhaltung mehrerer Webinare, zu verschiedensten GNSS Themen, österreichische GNSS Nutzer über verschiedenste Aspekte aufgeklärt und zum anderen fand ein intensiver Austausch mit führenden GNSS Experten statt.

Im Rahmen des Projekts GARFIELD wurden mögliche Nutzungskonzepte des Galileo HAS vor dem Hintergrund der Anforderungen der österreichischen Stakeholder und Nutzer untersucht. Dabei galt es zu analysieren welche Service Levels (SL1 bzw. SL2) für welche Anforderungen geeignet sind, inwieweit Multi-frequency multi-system Auswertungen (über Galileo und GPS hinausgehend) möglich sind, ob es einen Unterschied macht ob die Korrekturdaten über das Signal bzw. über das Internet empfangen werden und ob es die Möglichkeit gibt die HAS Daten bzw. Signale zur Integritätsbestimmung zu nutzen. Darauf aufbauend wurde, basierend auf einem existierenden Multi-frequency Multi-system Software-based GNSS Receiver die Signalverarbeitung zur Nutzung des HAS konzipiert und implementiert und anschließend erfolgte mit den Messungen und den dekodierten Korrekturen eine PPP Auswertung. Die entwickelten Softwaremodule können von österreichischen Nutzern genutzt werden, um selbst Tests mit dem HAS durchzuführen. Als weitere Zielsetzung, wurde die Performance des Galileo High Accuracy Service mit Hilfe der PPP-Software raPPPid der TU Wien untersucht und analysiert. Dafür wurden unterschiedlichste Empfänger mit unterschiedlichsten Genauigkeiten herangezogen. Es wurde festgestellt, dass bei der Verwendung eines geodätischen GNSS Empfängers die vom Systembetreiber versprochene Leistung erreicht werden kann. Für diese Untersuchungen wurden die HAS Korrekturen über das Internet heruntergeladen und für die Prozessierung herangezogen. Weiters wurde die praktische Implementierung des E6-B Signals in einem Software-basierten Empfängers analysiert und umgesetzt. Dabei konnte festgestellt werden, dass das E6-B Signal verarbeitet werden kann und die Korrekturen decodiert werden können.

Im Rahmen von Garfield wurde ebenfalls das innovative Remote Radio Head untersucht, implementiert und getestet. Bei RRH werden die Signale bereits an der Antenne analog-digital-gewandelt und dann über eine Netzwerkanbindung (Glasfaser,

5G, etc.) an einen Server übertragen. Dort findet dann die eigentliche Signalverarbeitung mittels eines einzigen Software-basierten Empfängers statt. Dazu wurde ein sogenannter MRVT (Multireceiver Vector Tracking) Algorithmus verwendet, der mittels eines Extended Kalman Filters (EKF) alle Signale, aller beteiligten Empfänger zusammenführt und alle Signale somit kombiniert. Speziell die Möglichkeit der kombinierten Auswertung aller RRH-Signale unter Verwendung eines einzigen Vector Trackings zur Steigerung der Genauigkeit, Sensitivität und Integrität wird dabei untersucht. Im Zustandsvektor des EKF befinden sich beispielsweise Position, Geschwindigkeit und Uhrenparameter der Empfänger. Der Informationsaustausch (über den EKF sowie das MRVT) zwischen den GNSS-Receivern unterstützt den einzelnen Empfänger beim Tracking des Signals. Ein MRVT-Algorithmus stellt somit eine kostengünstige Alternative zum hochpreisigen Equipment (z.B. bessere Antennen, ...) für eine bessere Signalverarbeitung dar. Aufgrund der höheren Stationsdichte, vor allem in abgelegeneren Gebieten, ergeben sich auch im Alpenbereich neue Anwendungen. So könnten Wettervorhersagen, vor allem im Gebirge in Zukunft genauer und zuverlässiger werden.

Ein weiteres Ziele von Garfield war es, die aus den Untersuchungen gewonnenen Informationen und Erkenntnisse an die österreichischen Stakeholder und Nutzer zu bringen und den Mehrwert der Services (z.B. HAS) bzw. Auswerteverfahren (z.B. RRH Konzept, ...) zu vermitteln und somit nachhaltige Beiträge zu Einsatzmöglichkeiten von GNSS zu schaffen. Dafür wurden nicht nur unterschiedlichste Events ( vier Webinare) und ein Workshop von den führenden GNSS Experten der Technischen Universitäten Graz und Wien gemeinsam mit der Firma Brimatech veranstaltet.

## **Projektkoordinator**

- Technische Universität Graz

## **Projektpartner**

- Technische Universität Wien
- BRIMATECH Services GmbH