GFZ Helmholtz-Zentrum für Geoforschung

Beiträge des GFZ für die Technologie-Roadmap Quantentechnologie der Hightech Agenda Deutschland

Quantensensorik – Eine neue Schlüsseltechnologie für Navigation und Umwelt-überwachung

Marvin Reich, GFZ

Unsere Kernbotschaften

Das GFZ Helmholtz Zentrum für Geoforschung ist Ihr kompetenter Partner für das Themenfeld der Quantensensorik in den Geowissenschaften.
Es bietet:

- **Weltweit anerkannte geowissenschaftliche Expertise zu insbesondere Satelliten basierter Navigation (GNSS), Schwerefeldbestimmung mit Satelliten und terrestrischer Quantengravimetrie unter Feldbedingungen**
- **Modernste Mess- und Dateninfrastruktur (GRACE-Satelliten, GNSS-Auswerte-zentrum, Satelliten-Laser-Radar-Station, Gravimetrielabor, Satellitenempfangs-station, Instrumentenpool)**
- **Erprobte Kooperationen mit Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Behörden**

HTAD Roadmap Quantentechnologie

Quantentechnologien sind als wichtiges Zukunftsfeld eine der sechs Schlüsseltechnologien der Hightech Agenda. Die Technologie-Roadmap für Quantensensorik der Bundes-regierung (Mai 2026) skizziert einen Fahrplan, um Quanten-sensoren von der Grundlagenforschung in die industrielle Anwendung zu überführen.

Ein Fokus liegt dabei auch auf Navigation und Umwelt-überwachung. In einem der Meilensteine werden vier Ziele[1] bis 2031 konkretisiert, die eng mit den Forschungs-aktivitäten und Kompetenzen des GFZ verbunden sind.

Für die Ziele der Technologie-Roadmap für Quantensensorik der Hightech Agenda Deutschland (HTAD) können wir wertvolle Beträge liefern.

> Wir setzen neue Maßstäbe bei quanten-basierter Navigation, Exploration und Umweltüberwachung sowie für industri-elle Anwendungen. **Kommen Sie gerne auf uns zu!**

[1] **Meilenstein QT-QS3** *"Anteil Unternehmen, die Systemintegratoren der Gesamtlösung für unterschiedliche Anwendungsfälle sind (Zielmarke: ≥ 25 %)"* umfasst die folgenden Ziele:
Robuste und miniaturisierte Gyroskope für Lageregelung in allen Achsen erreicht; Abschirmungsfreie Gradiometer für mobile Geoexploration mit erhöhter Usability erreicht; Gravimeter ermöglicht höhere zeitliche und räumliche Auflösung für groß-flächige Navigation und Kartierung; Transportable Uhren ermöglichen Höhenauflösung von 1 cm

GFZ Helmholtz-Zentrum für Geoforschung
www.gfz.de

Kontakt
presse@gfz.de

Relevante Kompetenzen des GFZ in der Quantensensorik

GEODÄTISCHE MESSTECHNIK

- Betrieb von weltweit verteilten **Stationsnetzwerken** für Globale Satellitennavigationssysteme (GNSS) zur hochgenauen Positionsbestimmung in Nahe-Echtzeit
- **Hochauflösende Positions- und Lagebestimmung** auf verschiedenen Plattformen (Satelliten, Flugzeuge, Drohnen) für die Kalibrierung und Validierung von miniaturisierten Gyroskopen
- **Hochgenauer Zeit- bzw. Frequenztransfer** mittels kalibrierter Glaserfaserverbindungen sowie kabelloser Mikrowellen- und Laserverfahren
- **Präzise Orbitbestimmung auch nichtkooperativer Objekte** (Satelliten und Weltraumschrott) mit modernsten Laserentfernungsmessverfahren

SATELLITENGESTÜTZTE ERDBEOBACHTUNG

- **Hochgenaue Schwerefeldbestimmung** mit allen bislang weltweit realisierten Satellitenverfahren
- **Entwicklung und Betrieb von speziellen Satellitenmissionen** zur Schwerefeldbestimmung (GRACE, GRACE-FO, GRACE-C) in Zusammenarbeit mit DLR und NASA
- Bewertung des Anwendungspotentials von **transportablen Uhren** zur räumlichen Verdichtung von Erdschwerefeldmodellen
- Integration von neuartigen quantenbasierten Messkonzepten in die **Realisierung des globalen geodätischen Referenzrahmens**

TERRESTRISCHE SCHWEREMESSUNGEN

- **Langfristiger Betrieb von hochgenauen Gravimetern** unter Laborbedingungen an unterschiedlichen Standorten in Deutschland
- Einsatz von **Quanten- und Supraleitgravimetern unter Feldbedingungen** für geowissenschaftliche Fragestellungen
- Integration von gravimetrischen Messkonzepten in mobile Plattformen für die **abschirmungsfreie Geo-Exploration**

HYDROLOGIE

- Anwendung terrestrischer **Quantengravimeter und -gradiometer** zur Bestimmung lokaler Wasserspeicheränderungen
- Aufbau einer europäischen Anwendergemeinschaft im Projekt **EQUIP-G** (European Quantum Infrastructure for Gravimetry)
- Ableitung von **großräumigen Grundwasservariationen** aus langen Zeitreihen der GRACE-Satellitenmissionen

OZEANOGRAPHIE

- Nutzung von Schweremessungen für die bessere Realisierung von **langfristig stabilen Höhenreferenzen** zur präzisen Dokumentation des räumlich variablen Meeresspiegelanstiegs
- **Quantifizierung von regionalen Meereshöhenänderungen auch unter Sturmbedingungen** mit gravimetrischen Verfahren

GEOPHYSIK, GEOLOGIE, GEOTHERMIE

- Einsatz von terrestrischen **Gravimetern zur langfristigen Überwachung** von aktiven Vulkanen, geothermischen Versuchskraftwerken und potentiellen Endlagern
- Nutzung von gravimetrischen Verfahren zur **kleinräumigen Abbildung des oberflächennahen Untergrundes**

INTERDISZIPLINÄRE PLATTFORMEN

- **Systemintegrationsworkshops** mit Industriepartnern zur Entwicklung kompletter Quantensensoriklösungen nach dem Vorbild der GRACE-Missionenn
- Werkzeuge für die **kollaborative Arbeit an Daten und Modelle**n über offene Schnittstellen (API, Cloud Services) für die agile Entwicklung von Prototypen
- **Kommunikationsformate und Informationsportale** für verschiedene Stakeholder-Gruppen zur Konsolidierung von Nutzeranforderungen an zukünftige quantenbasierte Erdbeobachtungskonzepte

Referenzen und weiterführende Informationen:

- https://www.gfz.de/sektion/globales-geomonitoring-und-schwerefeld/ueberblick
- https://www.globalwaterstorage.info/
- https://www.gfz.de/presse/meldungen/detailansicht/workshop-der-europaeischen-quanten-gravimetrie-community-am-gfz
- https://www.equip-g.eu/
- www.feats-g.eu