

AquaSky

Integrated Decision-Support System for Efficient Leakage Localization and Water Supply Upgrading

| | | | |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------|
| Programm / Ausschreibung | Spin-off Fellowship, Spin-off Fellowship, 2. AS Spin Off Fellowship 2022-2027 | Status | laufend |
| Projektstart | 01.07.2026 | Projektende | 31.12.2027 |
| Zeitraum | 2026 - 2027 | Projektlaufzeit | 18 Monate |
| Projektförderung | € 299.580 | | |
| Keywords | Water Distribution Networks; Non-Revenue Water; Cost; Rehabilitation, Graph Theory, Optimization, AI | | |

Projektbeschreibung

Die Universität Innsbruck hat sich in den letzten Jahren international anerkannte Expertise in der Anwendung graphentheoretischer Methoden und Optimierungsverfahren zur Verbesserung von Wasserverteilungsnetzen erarbeitet. Neuartige Graphmetriken trugen dazu bei, zentrale Herausforderungen in Wasserversorgungssystemen zu bewältigen, darunter Netzgenerierung, Datenrekonstruktion und Simulation. Gekoppelte graphentheoretische Optimierung wurde für Leckageerkennung, Anlagenmanagement und Sanierungsplanung genutzt. Die Validierung dieser Methoden erfolgte durch hochrangige Publikationen und Kooperationen mit führenden Forschungseinrichtungen.

Um diese wissenschaftlichen Grundlagen wirksam in die Praxis zu überführen, müssen zentrale Fragestellungen in realen Projekten mit Wasserversorgungsunternehmen unterschiedlicher Digitalisierungsgrade weiter geklärt werden. Viele Versorger – insbesondere in Modernisierungs- und Transformationsphasen – arbeiten mit unvollständigen oder unzuverlässigen Daten, eingeschränkter Sensorabdeckung, veralteter Infrastruktur und begrenzten Budgets. Bestehende digitale Wassermanagementlösungen setzen meist eine hohe Datenreife voraus, wodurch zahlreiche Versorger keinen Zugang zu fortgeschrittenen Entscheidungsunterstützungssystemen haben. Dies wirkt sich negativ auf Wasserverluste, das Asset Management und die wirtschaftliche Tragfähigkeit aus und verschärft die Investitionslücke, die von der Weltbank zur Erreichung von SDG 6 (Sauberes Wasser und Sanitärversorgung für alle) bis 2030 auf rund 138 Mrd. USD pro Jahr geschätzt wird.

Das Spin-off Fellowship schließt diese Lücke durch die Entwicklung von AquaSky, einer KI-gestützten, webbasierten Entscheidungsunterstützungsplattform für Wasserversorgungsunternehmen mit unterschiedlichen digitalen Reifegraden. AquaSky baut auf den graphentheoretischen und optimierungsbasierten Innovationen der Universität Innsbruck auf und integriert hydraulische Modellierung sowie datengetriebene Methoden, um auch bei spärlicher oder inkonsistenter Datenlage robuste Analysen zu ermöglichen. Über eine satellitenbasierte Benutzeroberfläche definieren Versorger ihr Untersuchungsgebiet, laden verfügbare Daten hoch und werden durch sechs Module geführt: (1) Netzabbildung, (2)

Datenrekonstruktion, (3) hydraulische Simulation, (4) Wasserverlustanalyse und Kalibrierung, (5) Anlagenmanagement und (6) Entscheidungsunterstützung. Das Ergebnis ist ein dynamisches Dashboard zur Identifikation von Leckage-Hotspots, Systemschwächen sowie kostenoptimierten Sanierungs- und Digitalisierungsstrategien.

Die zentrale Innovation liegt im „Data-Reconstruction-First“-Ansatz in Kombination mit graphenbeschleunigter Optimierung, wodurch rechnerische Komplexität reduziert und eine schnelle Konvergenz auch bei großskaligen Netzen ermöglicht wird. AquaSky erweitert damit den Stand der Technik, indem fortgeschrittene Analytik und Optimierung auch für Versorger ohne vollständige digitale Zwillinge oder Sensornetze zugänglich werden.

Der Schwerpunkt des Fellowships liegt auf Pilotprojekten mit Partner-Wasserversorgungsunternehmen mit niedrigem bis mittlerem Digitalisierungsgrad in von internationalen Geldgebern wie der Weltbank finanzierten Modernisierungsprogrammen. Diese Pilotprojekte validieren AquaSky hinsichtlich Leckageerkennungsgenauigkeit, der optimalen Sanierung und Entscheidungsrobustheit. Ergebnis ist eine validierte Softwareplattform sowie die Gründung eines Spin-off-Unternehmens nach 18 Monaten.

Abstract

In recent years, the University of Innsbruck has developed internationally recognized expertise in the application of graph-theory-based methods and optimization techniques for improving water distribution networks. Novel graph metrics have contributed to addressing key challenges in water supply systems, including network generation, data reconstruction, and simulation. Coupled graph-theoretical optimization has been used for leak detection, asset management, and rehabilitation planning. These methods have been validated through high-ranking publications and collaborations with leading research institutions.

To effectively transfer these scientific foundations into practice, key issues must be addressed in real-world projects with water utilities at different levels of digital maturity. Many utilities—particularly those undergoing modernization and transformation—operate with incomplete or unreliable data, limited sensor coverage, aging infrastructure, and constrained budgets. Existing digital water management solutions typically require high data maturity, leaving many utilities without access to advanced decision-support tools. This negatively affects water losses, asset management, and economic viability, and exacerbates the investment gap estimated by the World Bank at approximately USD 138 billion per year to achieve SDG 6 (Clean Water and Sanitation for All) by 2030.

The Spin-off Fellowship addresses this gap through the development of AquaSky, an AI-assisted, web-based decision-support platform for water utilities with varying levels of digital maturity. AquaSky builds on the graph-theoretical and optimization-based innovations of the University of Innsbruck and integrates hydraulic modelling and data-driven methods to enable robust analyses even when data are sparse or inconsistent. Through a satellite-based user interface, utilities define their study area, upload available data, and are guided through six modules: (1) network mapping, (2) data reconstruction, (3) hydraulic simulation, (4) water loss analysis and calibration, (5) asset management, and (6) decision support. The outcome is a dynamic dashboard that identifies leakage hotspots, system weaknesses, and cost-optimized rehabilitation and digitalization strategies.

The core innovation lies in the “data-reconstruction-first” approach combined with graph-accelerated optimization, which

reduces computational complexity and enables fast convergence even for large-scale networks. AquaSky thus extends the state of the art by making advanced analytics and optimization accessible to utilities that lack complete digital twins or dense sensor networks.

The fellowship focuses on pilot projects with partner water utilities with low to medium digital maturity participating in modernization programs financed by international funding bodies such as the World Bank. These pilots validate AquaSky with respect to leakage detection accuracy, cost saving rehabilitation, and decision robustness. The outcome is a validated software platform and the establishment of a spin-off company after the 18-month project period.

Projektpartner

- Universität Innsbruck