

SPRING-CAST

Data-driven prediction of spring discharge and groundwater levels for Austrian water resource management

Programm / Ausschreibung	ACRP, Austrian Climate Research Programme 2025	Status	laufend
Projektstart	01.01.2027	Projektende	31.12.2029
Zeitraum	2027 - 2029	Projektlaufzeit	36 Monate
Barwert der Projektförderung	€ 193.319		
Keywords	water resources; machine learning; spring discharge; groundwater level; short-term forecast; seasonal forecast		

Projektbeschreibung

Österreichs Trinkwasserversorgung hängt wesentlich von Quellschüttungen und Grundwasser ab, insbesondere in alpinen Regionen mit Karst- und Kluftgrundwasserleitern. Der Klimawandel verändert die hydrologischen Rahmenbedingungen grundlegend: Steigende Temperaturen verschieben den Niederschlag von Schnee zu Regen, verkürzen die Schneebedeckung und verändern Zeitpunkt und Ausmaß der Grundwasserneubildung. Trotz dieser wachsenden Herausforderungen existiert in Österreich kein systematisches, datengestütztes Vorhersagesystem für Quellschüttungen oder Grundwasserstände auf nationaler Ebene. Wasserwirtschaftliche Entscheidungsträger verfügen derzeit weder über kurzfristige (wöchentliche) noch über saisonale oder langfristige Prognosetools, die ein vorausschauendes Trockenheitsmanagement und eine fundierte Ressourcenplanung ermöglichen würden.

SPRING-CAST adressiert diese Lücke mit drei Zielen: (1) Erstellung der ersten umfassenden, frei zugänglichen österreichischen Hydroklima-Datenbank, die Quellschüttungen, Grundwasserstände, Abflussdaten und Schneeeinformationen in einem standardisierten, ML-fähigen Format zusammenführt. (2) Systematische Machbarkeitsbewertung datengetriebener Vorhersagemodelle (LSTM, temporale Faltungsnetzwerke) für Kurzfrist-, Saison- und Langfristprognosen über verschiedene hydrogeologische Standorttypen hinweg. (3) Validierung dieser Ansätze anhand historischer Trockenereignisse und Klimaprojektionen (klimaszenarien.at) als belastbare Grundlage für die Klimaanpassungsplanung.

Der zentrale Innovationsgehalt liegt in der erstmaligen Nutzung des Schneeanteils am Niederschlag als expliziten Prädiktor für die saisonale und langfristige Wasserverfügbarkeit. Die alpine Schneedecke fungiert als natürlicher Speicher für den Sommer-Basisabfluss und ist gleichzeitig jene Komponente des Wasserkreislaufs, die vom Klimawandel am stärksten betroffen ist. Ob dieses physikalisch begründete, aber empirisch unerforschte Signal operationell nutzbar ist, wird im Projekt systematisch untersucht. Darüber hinaus schließt die Datenbank eine wesentliche Lücke in der internationalen Hydrologie: Bestehende Datensätze wie CAMELS oder CARAVAN decken Flussabflüsse ab, enthalten aber weder Quellschüttungen noch Grundwasserstände.

Die erwarteten Ergebnisse umfassen zwei konkrete Produkte (eine offene Datenbank auf dem GeoSphere Austria Datahub sowie eine validierte Klimaszenario-Bewertung) und Machbarkeitsstudien für Kurzfrist-, Saison- und Langfristprognosen, die

aufzeigen, wo datengetriebene Ansätze nützliche Vorhersagegüte liefern und wo sie an ihre Grenzen stoßen. Ein Pilot-Dashboard demonstriert die operationelle Umsetzbarkeit. Alle Ergebnisse werden als Open Access publiziert.

Abstract

Austria's drinking water supply depends heavily on spring discharge and groundwater, particularly in Alpine regions with karst and fractured-rock aquifers. Climate change is fundamentally altering the hydrological conditions that sustain these resources: rising temperatures shift precipitation from snow to rain, shorten snow cover duration, and change the timing and magnitude of groundwater recharge. Despite these growing challenges, no systematic, data-driven forecasting system for spring discharge or groundwater levels exists at the national scale in Austria. Water managers currently lack both short-term (weekly) and seasonal to long-term predictive tools that would enable proactive drought management and informed resource planning.

SPRING-CAST addresses this gap with three objectives: (1) Creating the first comprehensive, openly accessible Austrian hydro-climate database that integrates spring discharge, groundwater levels, river discharge, and snow data in a standardized, ML-ready format. (2) Systematically assessing the feasibility of data-driven forecasting models (LSTM, temporal convolutional networks) for short-term, seasonal, and long-term predictions across different hydrogeological settings. (3) Validating these approaches against historical drought events and climate projections (klimaszenarien.at) to provide a robust evidence base for climate adaptation planning.

A key innovation is the first-time use of snow fraction as an explicit predictor for seasonal and long-term water availability. Alpine snowpack acts as a natural storage buffer for summer baseflow and is simultaneously the component of the water cycle most affected by climate change. Whether this physically motivated but empirically unexplored signal can be operationally exploited is systematically tested in the project. The database also closes an important gap in international hydrology: existing large-sample datasets such as CAMELS or CARAVAN cover river discharge but include neither spring discharge nor groundwater levels.

Expected results include two concrete products (an open database on the GeoSphere Austria Datahub and a validated climate scenario assessment) as well as feasibility studies for short-term, seasonal, and long-term forecasting that identify where data-driven approaches deliver useful predictive skill and where they reach their limits. A pilot dashboard demonstrates operational feasibility. All results will be published open access.

Projektpartner

- Universität Graz Institut für Erdwissenschaften