

## MALEG

Machine Learning for Enhancing Geothermal energy production

|                                 |                                                                  |                        |            |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------|------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | ENERGIE DER ZUKUNFT, Smart Energy Systems, ERA-Net SES Call 2021 | <b>Status</b>          | laufend    |
| <b>Projektstart</b>             | 01.09.2022                                                       | <b>Projektende</b>     | 31.08.2026 |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2022 - 2026                                                      | <b>Projektlaufzeit</b> | 48 Monate  |
| <b>Keywords</b>                 | ML, Geothermics, Geothermal Production, Geochemical data         |                        |            |

### Projektbeschreibung

Hydrothermale Energie wird als einer der Hauptakteure für den Übergang zu erneuerbaren Energien in Europa und auch weltweit gesehen. Die Leistung einer Geothermieranlage wird durch das Produkt des produzierten Wasservolumens und die Differenz zwischen Produktions- und Injektionstemperatur gesteuert. Ein wesentliches Interesse der Anlagenbetreiber ist die langfristige Nachhaltigkeit dieser Parameter. Dies erfordert das Verständnis des Verhaltens der thermischen Fluide. Mehr noch, nur wenn das chemische Zusammenspiel der Fluidbedingungen bekannt ist, könnte eine energetische Gesamtleistung gesteigert werden, z.B. durch eine weitere Senkung der Re-Injektionstemperatur. Ein wichtiger limitierender Faktor, der mit der Temperaturabnahme, aber auch der Änderung anderer Betriebsparameter verbunden ist, ist die Bildung von mineralischen Ablagerungen und Korrosion. Aufgrund des hohen Gehalts an Mineralien in den geothermischen Solen, die bei hohen Drücken und hohen Temperaturen im Reservoir gelöst sind, kann es während der Abkühlung und Druckentlastung zu unkontrollierten Ausfällungen kommen, die insbesondere an den Geräten, die in direkten Kontakt mit dem hydrothermalen Wasser kommen, Schäden verursachen. Die üblichen Betriebsmethoden, um die Skalierung geothermischer Anlagen zu verhindern, sind die Aufrechterhaltung relativ hoher Reinjektionstemperaturen, die Aufrechterhaltung eines hohen Drucks und das Verhindern chemischer Skalierungsinhibitoren. Das Hauptziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines neuen KI-basierten Werkzeugs "MALEG" (Machine Learning for Enhancing Geothermal energy production), um die Auswirkungen einer verbesserten Wärmeentnahme aus Thermalwasser auf Geothermieranlagen in Bezug auf ihre beiden wichtigsten Aspekte, die geochemischen und wirtschaftlichen Eigenschaften, zu untersuchen und zu quantifizieren. Gleichzeitig wird das Simulationstool MALEG für den Vor-Ort-Betrieb entwickelt und fungiert schließlich als "Digitaler Zwilling - Controller" für Geothermieranlagen. Diese Entwicklung wird von umfassenden geochemischen Probenahmekampagnen, Datenerhebungen und Analysen von Anlagenbetriebsparametern begleitet. Das KI-basierte Werkzeug, das zu einem digitalen Zwilling führt, wird Teil des "MALEG-Demonstrationssystems" sein und durch ein Feldlabor ergänzt, das einen entsprechenden "Hardware-Zwilling" darstellt. Es ist konzipiert, um eine Geothermieranlage mit Verfahrenstechnik zur geothermischen Soleaufbereitung und Mineralgewinnung nachzuahmen. Dieses Geothermica-Projekt wird diesen Hardware-MALEG-Demonstrator in drei verschiedenen geothermischen Umgebungen in der Türkei, Österreich und Deutschland implementieren. Basierend auf der Datenerfassung an diesen Standorten und einem "Chemistry Informed Machine Learning"-Trainingskonzept für Machine Learning wird der digitale Zwilling des Betriebs des Gesamtsystems in einer realen Umgebung quantifiziert. Das Endziel

besteht darin, dass das MALEG-System ein validiertes, einzigartiges und hochinnovatives Software- und Hardwarewerkzeug zur Unterstützung der fortschrittlichen Geothermieplanung und des Anlagenbetriebs sein wird und dazu beitragen wird, die technische und wirtschaftliche Kapazität bestehender und neuer geothermischer Anlagen zu erhöhen. Der Nachweis erfolgt in einer techno-ökonomischen Studie, die die technischen Entwicklungen des Projekts begleitet.

## **Abstract**

Hydrothermal energy is seen as one of the main players for the transition to renewable energies in Europe and also worldwide. With the power of a geothermal plant being controlled by the product of produced water volume and the difference between production and injection temperature. A key interest of plant operators is the long-term sustainability of these parameters. This requires the understanding of the behavior of the thermal fluids. Even more, only when the chemical interaction of the fluid conditions are known, an overall energetic output could be increased, e.g. by further decreasing the re-injection temperature.

A major limiting factor associated with temperature decrease but also the change of any other operational parameter is the formation of mineral scalings and corrosion. Due to the high content of minerals in the geothermal brines, which are dissolved in the reservoir at high pressures and high temperatures, uncontrolled precipitation can occur during cooling and pressure release causing damages especially to the equipment that comes into direct contact with the hydrothermal water. The common operational methods to prevent geothermal plants from scaling are the maintenance of relatively high reinjection temperatures, high pressure maintenance, and the dosing of chemical scaling inhibitors.

The key target of this project is the development of a new AI-based tool "MALEG" (Machine Learning for Enhancing Geothermal energy production) to study and quantify the impact of enhanced heat extraction from thermal waters on geothermal plants in terms of their two most significant aspects, the geochemical and economic characteristics. At the same time the MALEG simulation tool will be developed for onsite operation and finally act as a "digital twin - controller" for geothermal plants. This development will be accompanied by comprehensive geochemical sampling campaigns, data collection and analysis of plant operation parameters. The AI-based tool resulting in a digital twin will be part of the "MALEG demonstration system" and complemented by a field laboratory which constitutes a corresponding "hardware twin". It is conceived to emulate a geothermal plant with process technology for geothermal brine treatment and mineral extraction. This Geothermica project will implement this hardware MALEG demonstrator in three different geothermal settings, in Turkey, Austria and Germany. Based on the data acquisition at these sites and on a "chemistry informed machine learning" training concept for machine learning, the digital twin the operation of the entire system in a real environment will be quantified. The final objective is that the MALEG system will be a validated, unique and highly innovative software and hardware tool for the assistance of advanced geothermal energy planning and plant operations and will help to increase the technical and economic capacity of existing and new geothermal plants. The evidence will be provided in a techno-economic study accompanying the technical developments of the project.

## **Projektkoordinator**

- Geosaic GmbH

## Projektpartner

- hydroFilt GmbH