

Freitag, 27. Februar 2026, 12.40 Uhr

Ortenauhalle Kongress 2

Oberflächennahe Geothermie

Friday, 27 February 2026, 12.40 pm

Ortenauhalle Congress 2

Near-surface geothermal energy



Modellierung des thermohydraulischen Einflussbereichs von thermischen Grundwassernutzungen mit dem Thermischen Online Modell TOM - ein innovatives Werkzeug für Baden-Württemberg

Modeling thermohydraulic impact zones of groundwater heat pump systems using the Thermal Online Model TOM – an innovative tool for Baden-Württemberg

Dr. Michael Bauer

Landesamt für Geologie Rohstoffe und Bergbau; Referat

Landeshydrogeologie und –geothermie (Ref. 94 im RP Freiburg)

Thermische Nutzungen des Grundwassers können eine effiziente Möglichkeit der Nutzung von regenerativer Energie darstellen, wenn geeignete hydrogeologische Verhältnisse vorliegen. Die Entnahme von Grundwasser und die anschließende Wiedereinspeisung mit verändertem Temperaturniveau verursachen thermohydraulische Effekte innerhalb des Grundwasserleiters. Im Rahmen des wasserrechtlichen Genehmigungsverfahrens müssen die Auswirkungen auf das Grundwasser dargelegt und potenzielle Nutzungsüberlagerungen ermittelt werden.

Umfang und Inhalt zukünftiger Wasserrechtsanträge sollen landesweit einheitlichen Standards folgen, die in einem neuen Leitfaden sowie einer zugehörigen Arbeitshilfe dokumentiert werden.

Die thermohydraulischen Auswirkungen von Anlagen zur Grundwasserwärmeverwendung mit einem Nutzungsumfang >45.000 kWh/a können zukünftig in Baden-Württemberg im Rahmen des Wasserrechtsverfahrens über eine numerische Grundwassermodellierung dargestellt werden.

Abhängig von der Anlagengröße und von den Standortgegebenheiten gelten in Baden-Württemberg unterschiedliche Anforderungen an die Berechnungen. Für Anlagen mit einer thermischen Grundwassernutzung bis 45.000 kWh/a (entspricht dem Bedarf eines Ein-Zweifamilienhauses) kann die Berechnung noch mit einem vereinfachten analytischen Ansatz erfolgen (beschrieben in Umweltministerium (2009)). Bei Anlagen mit einer thermischen Grundwassernutzung über 45.000 kWh/a ist eine einfache analytische Berechnung oft nicht mehr möglich, insbesondere, wenn sich die Auswirkungen verschiedener Anlagen überlagern oder wenn ein saisonal variierender Anlagenbetrieb erfolgt.

Um den Aufwand für eine numerische Modellierung in einem überschaubaren Rahmen zu halten, wurde auf Initiative eines Arbeitskreises des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg das Thermische Online Modell (TOM) entwickelt. Die Entwicklung wurde von der Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH durchgeführt; die Bereitstellung erfolgt über das baden-württembergische Landesamt für Geologie Rohstoffe und Bergbau (LGRB) als LGRBtom.

Neben LGRBtom kann die thermohydraulische Grundwassermodellierung auch mithilfe anderer Modellierungssoftware durchgeführt werden, wenn die in Leitfaden und Arbeitshilfe genannten Anforderungen berücksichtigt werden.

LGRBtom ist eine Online-Anwendung und wird über einen Web-Browser bedient. Die Anwendung erfordert hydrogeologische Grundkenntnisse, jedoch keine detaillierten Modellierungskenntnisse. Die Berechnungen erfolgen in 3D und Ergebnisse werden in 2D visualisiert.

Die hydrogeologischen Verhältnisse werden in LGRBtom vereinfacht abgebildet, eine Kalibrierung des Modells ist nicht erforderlich. Die hydraulische Berechnung erfolgt anhand der brunnenspezifischen Entnahme-/ Einleitrate auf Monatsbasis. Die thermische Modellierung berücksichtigt die relevanten Prozesse des Wärmetransports (Advektion, Dispersion, Konduktion, Wärmespeicherung und Austausch mit der Atmosphäre). Für die Modellierung sind hydraulische und geothermische Untergrundparameter für drei Schichten (Grundwasserüberdeckung, Grundwasserleiter und Liegendes) sowie anlagenbezogenen Parameter erforderlich. Die hydraulischen Parameter umfassen den Durchlässigkeitsbeiwert, die Grundwassermächtigkeit, die Grundwasserfließrichtung, den hydraulischen Gradienten, die Dispersivität, die durchflusswirksame Porosität sowie den Grundwasserstand an einem Referenzpunkt. Die geothermische Parametrisierung umfasst die thermische Leitfähigkeit sowie die spezifische Wärmekapazität. Als anlagenbezogene Parameter sind die Lage der Brunnen, die Tiefe und Ausbau der Brunnen sowie die monatliche Entnahme-/Einleitrate und die Temperaturveränderung bei der Wiedereinleitung einzugeben. Mit LGRBtom sind Temperaturfeldberechnungen für mehrere Brunnengruppen und Mehrbrunnensysteme mit Laufzeiten bis 30 Jahre möglich.

Aufgrund der einfachen Handhabung von LGRBtom können Variantenberechnungen (z.B. für die Grundwasserfließrichtung) und verschiedene Lastfälle mit vergleichsweise geringem Aufwand berechnet werden. Nach Simulationsende wird ein standardisierter Ergebnisbericht ausgegeben, welcher z.B. für den Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis und Dokumentationszwecke genutzt werden kann. Die Ergebnisse werden zudem in einem WebGIS visualisiert und als Shapefiles ausgegeben. Eingaben und Berechnungsergebnisse sind somit vollständig transparent.

LGRBtom ist eine Fachanwendung des Landes Baden-Württemberg, so dass dessen Anwendung räumlich auf Baden-Württemberg begrenzt ist.