

Beurteilung von thermischen Grundwassernutzungen mittels numerischer Modellierung

Was ist das Ziel?

Wärmenutzungsanlagen hinterlassen im Grundwasser Kältefahnen. Sind in einem Grundwasserleiter bereits viele Grundwassernutzungen in Betrieb, beeinflussen sie sich gegenseitig. Die Inbetriebnahme einer neuen Anlage kann bis weit in den Abstrom noch Auswirkungen auf andere Anlagen ausüben. Deshalb kann heute bei der Konzessionierung nicht mehr jede Anlage einzeln beurteilt werden.

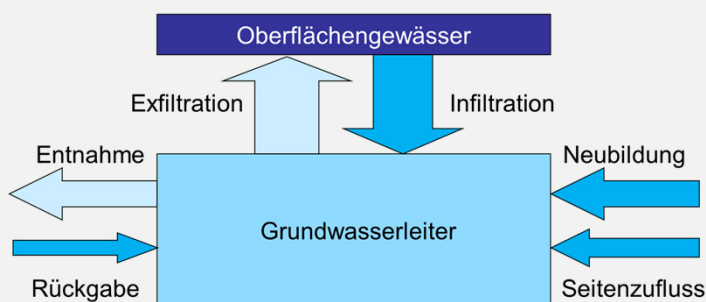
Mit dem GEMTool (Groundwater Energy Management Tool) werden die Anlagen eines Grundwasserleiters mit Hilfe von numerischen Modellrechnungen nachgebildet. Das Tool wird beim AWEL dazu eingesetzt, die Konzessionsgesuche nach einer einheitlichen Vollzugspraxis zu beurteilen und eine nachhaltige thermische Bewirtschaftung der Grundwasserleiter zu gewährleisten.

Aktuell sind Wärmetransportmodelle für die drei intensiv genutzten Grundwasserleiter des Limmattals, des Eulachtals und des Tösstals (Abschnitt Winterthur bis Wila) in Betrieb.

Strömungs- und Wärmetransportmodell

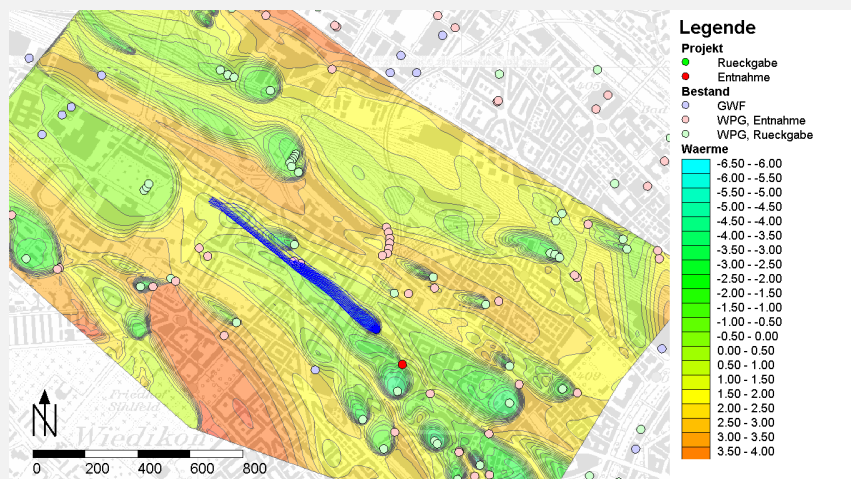
Das dem GEM-Tool zugrunde liegende Modell gliedert sich in ein Strömungsmodell und in ein darauf aufbauendes Wärmetransportmodell. Das Strömungsmodell umfasst die quartären Schotter. Da die Mächtigkeit der Schotter im Vergleich zu deren horizontaler Ausdehnung klein ist, genügt es die Strömung zweidimensional zu betrachten. Die gesättigte Mächtigkeit wird mit der Vorgabe eines freien Wasserspiegels berücksichtigt.

Das Wärmetransportmodell ist ebenfalls zweidimensional. Bei der Berechnung des Wärmetransports wird jedoch nicht nur die Mächtigkeit des gesättigten Grundwasserleiters, sondern auch die darüber liegende ungesättigte Zone berücksichtigt. In der ungesättigten Zone wird der Wärmetransport vertikal eindimensional berechnet. Dadurch kann der Austausch mit der Atmosphäre modelliert werden.



Eingabedaten für das Strömungsmodell sind die Grundwasserneubildung aus Niederschlag, die Wasserspiegel in den Gewässern, Zu- und Abflüsse an den Modellrändern und die Fördermengen in den Grundwasserfassungen. Für das Wärmetransportmodell müssen zusätzlich die Gewassertemperatur, die Temperatur an der Erdoberfläche und die Wärme- und Kältezufuhr von Wärmenutzungsanlagen vorgegeben werden. Die Temperatur an der Erdoberfläche wird dabei abhängig von der Atmosphärentemperatur und der Bebauungsdichte ermittelt. Die beiden Modelle werden periodisch an Messdaten des Grundwasserstandes und der Grundwassertemperatur kalibriert.

Wie wird die Berechnung und Beurteilung durchgeführt?



Mit Hilfe der Software FEFLOW wird der Wärmetransport über 5 Jahre berechnet.

Zur Überprüfung der Gesetzeskonformität einer geplanten thermischen Grundwassernutzungsanlage sowie deren Auswirkungen auf bereits bestehende Anlagen braucht das AWEL die Angaben durch den Gesuchsteller:

- Standort(e) der Entnahme- und Rückgabebrunnen
- jährlicher Wärmeentzug / Wärmeeintrag (kWh/a),
- ΔT (je für Heiz- und Kühlzwecke)

Die saisonale Aufteilung erfolgt aufgrund mittlerer Heiz- resp. Kühlgradtage. Bei starker Abweichung davon ist das AWEL zu informieren.

Es werden folgende Zustände berechnet:

- Natürlicher Zustand (Jahresgang der Temperaturen im Jahr 2008) ohne Wärmenutzungen und ohne Einfluss von Siedlungsgebieten
- Ausgangszustand mit heutigen anthropogenen Einflüssen, bestehenden Wärmenutzungen und einer um 1°C erhöhten Atmosphären- und Gewassertemperatur zur Berücksichtigung der Klimaerwärmung während der Betriebsdauer.
- Für die Prognose wird die geplante Anlage zum Ausgangszustand dazugefügt.

Die Beurteilung erfolgt nach GSchV Anh. 2 Ziffer 21. Die natürliche Temperatur darf im Abstrom in 100 m Distanz zur Anlage nicht um mehr als 3 Grad verändert werden. Da der Wärmeentzug und Wärmeeintrag saisonal stark variieren, wird dies anhand der Jahresganglinie nach 5 Jahren Betrieb beurteilt. Die prognostizierte Jahresganglinie darf in keinem Zeitpunkt die Bandbreite der natürlichen Jahresganglinie ± 3 Grad verlassen. Für die Beurteilung zieht das AWEL zudem die Karte der Temperaturdifferenzen relativ zum natürlichen Zustand und relativ zum Ausgangszustand, sowie die Fliesspfade ausgehend von den Rückgabebrunnen (Anteil thermischer Rezirkulation) zu Hilfe.