

Modellierung und Erstellung integrativer Bewirtschaftungskonzepte für den Untergrund

Veronika TUREWICZ & Stefan HOYER

Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie nimmt eine immer wichtigere Rolle ein und leistet somit einen wesentlichen Beitrag zur Dekarbonisierung der Wärme in Österreich. Durch den Anstieg der Nutzungen kommt es zu einer wachsenden Dichte, die zu vermehrten Nutzungskonflikten führen kann. Um die mögliche Beeinflussung von Bestandsrechten einschätzen zu können, ist der Einsatz von analytischen Methoden nicht ausreichend. Numerische Modellierungen der Umweltauswirkungen sind für präzisere Prognosen notwendig. Mit solchen Modellen können Thermalfahnen einer geplanten Nutzung dargestellt, optimale Brunnenstandorte festgelegt, sowie die Betriebsweise einer Anlage optimiert werden.

Je nach Fragestellung wird für die Simulation ein 2D- oder 3D Untergrundmodell erstellt. Wichtige Voraussetzung für jede Modellierung ist eine solide Datenbasis. Die Modellqualität hängt hierbei stark von der Qualität der verfügbaren Untergrunddaten ab. Die laterale Begrenzung des Modells erfolgt auf Grundlage von Grundwasserschichtenplänen. Daraus kann die Grundwasserfließrichtung, sowie Zu- und Abstrombereiche abgeleitet werden. Dabei werden die Randbedingungen so gewählt, dass die Isohypsen des Schichtenplans und die angenommene Fließrichtung mit dem Modell gut übereinstimmen. Für die vertikale Begrenzung sind Kenntnisse über die geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten erforderlich. Hierzu gehören unter anderem die Gelände- und Staueroberkante, sowie die Grundwassermächtigkeit. Für die physikalischen Eigenschaften sind Parameter wie die hydraulische Durchlässigkeit, die effektive Wärmeleitfähigkeit und die Untergrundtemperatur wichtig. In einem weiteren Schritt müssen Randbedingungen für die geplante Geothermie-Anlage festgelegt werden. Hierzu gehören die Standorte und Tiefen der Erdwärmesonden bzw. Brunnen, sowie als Input die Betriebsdaten (Lastprofile, Entnahmemengen etc.). Um die thermischen und hydraulischen Auswirkungen auf die bestehenden Wasserrechte beurteilen zu können, werden umliegende Nutzungen als Beobachtungspunkte hinzugefügt. In Abbildung 1 ist ein Beispiel einer Thermalfahnen simulation einer Anlage mit Erdwärmesonden, aktivierter Bodenplatte, Energiepfählen und thermischer Grundwassernutzung dargestellt. In der linken Abbildung ist der durch den Betrieb beeinflusste Wasserspiegel zu sehen und in der rechten Abbildung die Ausbreitung der Thermalfahne im 20. Betriebsjahr zu einem bestimmten Zeitpunkt.

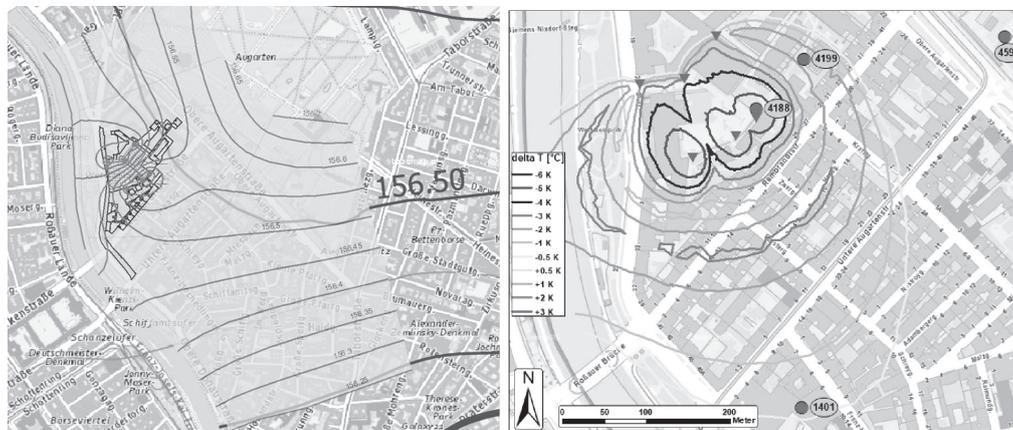


Abbildung 1: Beispiel einer Thermalfahnen simulation einer Anlage mit Erdwärmesonden, aktivierter Bodenplatte, Energiepfählen und thermischer Grundwassernutzung.

Derzeit werden solche Modelle vor allem für die Untersuchung von Einzelanlagen eingesetzt. Summationseffekte von unterschiedlichen Nutzungen werden bei den Modellierungen nicht berücksichtigt. Infolge der zunehmenden Nutzungsdichte von Anlagen nehmen jedoch auch nachbarschaftliche Beeinflussungen zu. Aus diesem Grund sollte das bisher in der Genehmigungspraxis angewendete „First Come, First Served“ Prinzip sukzessiv durch „integrative Bewirtschaftungskonzepte“ ersetzt werden. Eine integrative Nutzung des Untergrundes für geothermische Anwendungen kann eine nachhaltige Bewirtschaftung und eine maximale Ausschöpfung des geothermischen Potentials ermöglichen. Unter integrativen Bewirtschaftungskonzepten sind folgende Ansätze zu verstehen:

- Grundstücksübergreifende, gemeinschaftliche Nutzungen der oberflächennahen Geothermie mittels Erdwärmesonden und/oder thermischer Grundwassernutzung. Hierzu gehören sogenannte „Anergienetze“ bzw. „Niedertemperaturnetze“.
- Gemeinschaftliche Betrachtung individueller Erdwärmennutzungen unter Berücksichtigung regionaler Aspekte.

Die Konzepte beruhen auf einer möglichst genauen Kenntnis des thermischen und hydraulischen Zustands vom Grundwasser und resultierender Summationseffekte sowie daraus abzuleitenden, adaptiven Bewirtschaftungsstrategien. In Abbildung 2 ist als hypothetisches Beispiel ein hydrogeologisches Nutzungskonzept für eine integrative thermische Nutzung des Grundwassers in der Seestadt Aspern dargestellt. Hierfür wurde zunächst das thermische Grundwasserpotential auf Baufeldebene berechnet. Dabei ist es grundsätzlich möglich Potentiale angrenzender Nachbargrundstücke, die ihr Potential nicht nutzen, für ein bevorzugtes Baufeld zu summieren, um die Gesamtjahreswärmemenge einzelner Anlagen zu erhöhen. Die Potentialabschätzungen wurden daraufhin mithilfe eines numerischen Modells mit 8 Grundwassernutzungen, wobei das Potential der Nachbargrundstücke jeweils mitgenutzt wurde, validiert. In Abbildung 2 sind die maximalen Ausbreitungen der thermischen Fahnen bei ausgeglichener Betriebsweise am Ende der Heiz- (links) und Kühlsaison (rechts) zu sehen. Mithilfe dieses numerischen Modells als Potentialschätzungen und den resultierenden Summationseffekten können dann adaptive Bewirtschaftungsstrategien abgeleitet werden.

Der Trend geht in Zukunft hin zu großflächigen gemeinschaftlichen Wärme- und Kältenutzungen auf Quartiersebene, wo ein integratives thermisches Untergrundmanagement besonders wichtig ist. Mit dem Ansatz des „digitalen Zwillinges“, der ein digitales Abbild des gesamten Energiesystems darstellt, kann man in der Erarbeitung von adaptiven und prädiktiven Bewirtschaftungsstrategien einen Schritt weitergehen und mithilfe von Simulationen den Betrieb optimieren, sowie Umweltauswirkungen langfristig verringern.

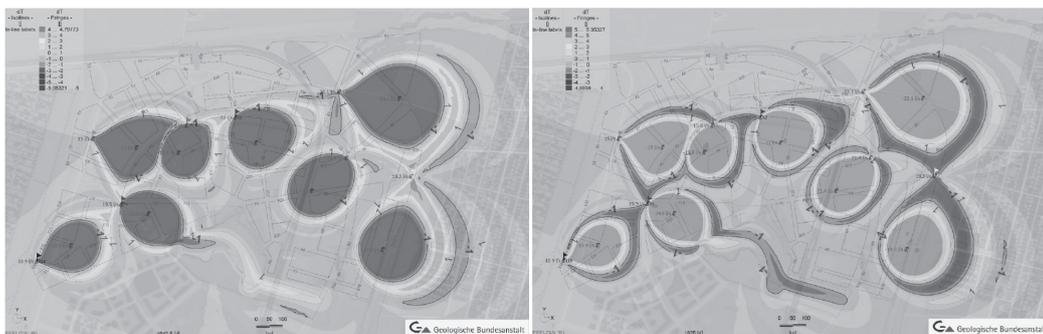


Abbildung 2: Hypothetisches Beispiel einer optimierten Bewirtschaftung. Dieses Modell wurde als Potentialschätzung für die Seestadt Aspern gerechnet.