

Thermische Bewirtschaftung des Untergrundes in urbanen Räumen als Aufgabe der Wasserwirtschaft

Dr. Sven Rumohr

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Keywords: Thermische Bewirtschaftung des Untergrundes, Behördliche Überwachung, urbaner Raum

Zusammenfassung

Die Zahl großer oberflächennaher geothermischer Anlagen steigt in urbanen Räumen kontinuierlich an. Die Wahrscheinlichkeit konkurrierender geothermischer Nutzungen steigt ebenso, wie die Wahrscheinlichkeit großflächiger Temperaturänderungen des Grundwassers infolge geothermischer Nutzungen. Diese auszuschließen erfordert die Bewirtschaftung der Ressource Erdwärme sowie ein behördliches Monitoring, mit dem sichergestellt wird, dass der Betrieb der geothermischen Anlagen der Planung und somit in der Regel der Zulassung entspricht.

1. Einleitung

Die Zahl großer oberflächennaher geothermischer Anlagen zur Versorgung meist gewerblich genutzter oder öffentlicher Gebäude mit Wärme und insbesondere Kälte steigt in urbanen Räumen kontinuierlich an. Bis heute wurden z. B. im Stadtgebiet von Frankfurt am Main rd. 100 geothermische Anlagen mit Heiz- und Kühlleistungen von 30 – 600 kW in Betrieb genommen. Ein Ende dieses Trends ist dabei mit Blick auf Schlagwörter wie „Wärmewende“, „saisonale Wärmespeicherung“ oder „geothermische Quartiersversorgung“ sowie letztlich auch das von Bauherren gesehene monetäre Einsparpotenzial nicht abzusehen.

Die Wahrscheinlichkeit konkurrierender geothermischer Nutzungen steigt somit ebenso, wie die Wahrscheinlichkeit großflächiger Temperaturänderungen des Grundwassers infolge geothermischer Nutzungen, die bereits heute z. B. in München feststellbar sind.

Forschungsvorhaben wie ANGUS+, die sich mit Fragen der unterirdischen Raumplanung für geothermische Anlagen beschäftigen, sind in diesem Zusammenhang von großer Bedeutung. Sie ermöglichen die Entwicklung von Konzepten für die zielgerichtete Bewirtschaftung der Ressource Erdwärme mit einer Vielzahl von geothermischen Anlagen auf engstem (urbanen) Raum. Eine wesentliche Voraussetzung für die Wirksamkeit solcher Konzepte ist hierbei, dass der Betrieb der geothermischen Anlagen der Planung und somit in der Regel der Zulassung entspricht.

Die vom Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) seit rd. 10 Jahren für große geothermische Anlagen empfohlenen und von den Zulassungsbehörden umgesetzten Monitoringmaßnahmen zeigen jedoch, dass der Betrieb großer geothermischer Anlagen regelmäßig und zum Teil deutlich von der Planung und Zulassung abweicht. Geothermische Bewirtschaftungskonzepte erscheinen so kaum umsetzbar.

Aus Sicht des Autors stellt die behördliche Überwachung des Betriebs und der Auswirkungen großer geothermischer Anlagen auf das Grundwasser eine notwendige Voraussetzung für die thermische Bewirtschaftung des Grundwassers in urbanen Räumen dar. Ohne behördliche

Überwachung und ein ggfs. notwendiges Eingreifen der Behörde, werden ein wirksamer Schutz und die hierzu gehörende nachhaltige Bewirtschaftung des Grundwassers im urbanen Bereich nicht möglich sein.

2. Überwachung geothermischer Anlagen

Betreiber und Behörden verfolgen unterschiedliche Ziele bei der Überwachung geothermischer Anlagen.

Betreiber geothermischer Anlagen streben eine möglichst hohe Effizienz ihrer Anlagen an. Ein effizienter Betrieb erfordert i. d. R., dass zuvor berechnete bzw. simulierte Temperaturänderungen der Quelle (Erdreich oder Grundwasser) während des Betriebes dauerhaft eingehalten werden. Die Überwachung der Temperaturänderungen ist daher für Betreiber eine wichtige und selbstverständliche Monitoringmaßnahme. Ihre Durchführung erfolgt innerhalb der geothermischen Anlage, z. B. am Vor- und Rücklauf eines EWS-Feldes, so dass sie mit einem vergleichsweise geringen technischen Aufwand umgesetzt werden kann. Thermische Auswirkungen, die keinen Einfluss auf den Anlagenbetrieb selbst haben, z. B. im Grundwasserabstrom, haben keine Bedeutung für den Betreiber, so dass seinerseits keine Notwendigkeit besteht, diese zu überwachen.

Zentrale Aufgabe der **Wasserbehörden** ist der im Wasserhaushaltsgesetz verankerte Schutz des Grundwassers, das als wesentliches Element des Naturhaushaltes und Teil des Wasserkreislaufs wichtige ökologische Funktionen erfüllt. Das Grundwasser ist zudem die wichtigste Trinkwasserressource Deutschlands, weshalb es weitgehend vor Verunreinigungen geschützt und in seiner natürlichen Beschaffenheit erhalten werden muss (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT, 2017). Zur Erreichung dieser Ziele müssen die Wasserbehörden die gesamten Auswirkungen des Betriebs geothermischer Anlagen kennen, d. h. auch jene im Abstrom bzw. außerhalb der Anlage oder außerhalb des Grundstücks, auf dem die Anlage betrieben wird.

3. Erfahrungen aus geothermischen Monitoringprogrammen

Bei der fachbehördlichen Begleitung von Genehmigungsverfahren und dem Monitoring der vorangehend beschriebenen sowie einer Vielzahl weiterer Geothermieprojekte wurden vom Autor folgende Erfahrungen gemacht, die in RUMOHR (2018) sowie im Vortrag detailliert vorgestellt werden:

- Ein im Vergleich zum Heizbedarf großer Kühlbedarf besteht nur bei gewerblich und öffentlich genutzten Gebäuden.
- Der reale Wärme- und Kühlbedarf großer Gebäude weicht regelmäßig von Planung, Antrag und Genehmigung ab. Der Kühlbedarf wird hierbei regelmäßig unterschätzt, der Heizbedarf eher überschätzt.
- Die für den Betrieb großer geothermischer Anlagen zuständigen Techniker kennen häufig weder die vom Antragsteller im Genehmigungsverfahren gemachten Angaben zum Heiz- und Kühlbedarf, noch die diesbezüglichen Nebenbestimmungen der Genehmigungsbescheide. Durch diese mangelnde Kommunikation resultiert eine hohe Wahrscheinlichkeit eines von der Planung und Genehmigung abweichenden Betriebs der Anlage.

- Nur durch ein thermisches Monitoring kann die Behörde sicherstellen, dass die Auswirkungen des Anlagenbetriebs im erwarteten bzw. genehmigten Rahmen liegen. Das thermische Monitoring wird jedoch bisher nicht in allen Fällen gefordert.
- Wird ein thermisches Monitoring behördlicherseits gefordert, werden die Monitoringberichte von den Genehmigungsbehörden nicht immer ausgewertet.
- Die geforderten Monitoringmaßnahmen sowie deren Dokumentationen unterscheiden sich von Projekt zu Projekt z. T. sehr deutlich – eine Vereinheitlichung erscheint sinnvoll.
- In den Dokumentationen sollten die Ergebnisse des thermischen Monitorings im Hinblick auf die Einhaltung von Nebenbestimmungen bewertet und ggfs. erforderliche Maßnahmen erläutert werden.
- Nur Messstellen, die nicht direkter Bestandteil der geothermischen Anlage sind, z. B. Grundwassermessstellen, ermöglichen eine von der Anlage und deren Technik unabhängige Überwachung von Temperaturänderungen, insbesondere im Abstrom.
- Das thermische Monitoring ist offenbar fehleranfällig: Sensoren (Temperatur, Durchfluss) bzw. Wärmemengenzähler fielen bei Monitoringmaßnahmen in Hessen in der Vergangenheit immer wieder aus.

2. Nebenbestimmungen zum Betrieb und Monitoring großer geothermischer Anlagen

Mit den nachfolgend empfohlenen Nebenbestimmungen zum Betrieb und Monitoring großer geothermischer Anlagen soll erreicht werden, dass der thermische Einfluss der Anlagen dem der Planung und Antragstellung entspricht – korrekte Berechnungen in der Planung vorausgesetzt. Die Empfehlungen berücksichtigen die in Hessen aufgrund der *Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden* (HMUKLV, 2014) generell bestehende Genehmigungsvoraussetzung, dass der Untergrund nicht dauerhaft erwärmt werden darf.

Zur besseren Nachvollziehbarkeit der empfohlenen Nebenbestimmungen, sind diese mit Daten einer fiktiven Anlage mit einem erdseitigen Wärmebedarf von jährlich $X = 500$ MWh (= zu entziehende Brutto-Wärmemenge) und einem erdseitigen Kältebedarf von jährlich $Y = 480$ MWh (= einzutragende Brutto-Wärmemenge) ergänzt. Bei Übertragung der empfohlenen Nebenbestimmungen auf andere Projekte müssen diese Angaben angepasst werden.

- 1) Die dem Untergrund durch die geothermische Anlage innerhalb eines Bilanzjahres entzogene Wärmemenge darf max. X MWh (z. B. 500 MWh) betragen.
- 2) Die in den Untergrund durch die geothermische Anlage innerhalb des gleichen Bilanzjahres wie in 1) eingetragene Wärmemenge Y MWh (z. B. 480 MWh) darf den in 1) genannten Wert nicht überschreiten.
Erläuterung: Diese Nebenbestimmung ist erforderlich, wenn eine dauerhafte Erwärmung des Untergrundes verhindert werden soll bzw. nicht zulässig ist.
- 3) Die dem Untergrund durch die geothermische Anlage jährlich entzogene Netto-Energiemenge (Differenz aus Entzug im Heizfall und Eintrag im Kühlfall) darf maximal $X - Y$ MWh (z. B. $500 - 480 = 20$ MWh) betragen.
Erläuterung: Diese Nebenbestimmung ist erforderlich, wenn im Genehmigungsverfahren eine rechnerische Bestimmung der max. Reichweite der thermischen Beeinflussung des Untergrundes auf Basis des jährlichen Netto-Entzugs erfolgte und diese im realen Betrieb nicht übertroffen werden soll bzw. wenn die thermische Beeinflussung an der Grenze eines Grundstücks oder eines Bewilligungsfeldes einen im Genehmigungsverfahren auf Basis des

Netto-Entzugs bestimmten Betrag nicht überschreiten soll.

- 4) Die geothermische Anlage ist mit präzisen Wärmemengenzählern und Temperatursensoren zur Erfassung der dem Untergrund entzogenen bzw. zugeführten Energiemengen und Temperaturen auszustatten. Herstellerangaben zu Eichfristen, Messgenauigkeiten der Messgeräte sind der Genehmigungsbehörde vor Inbetriebnahme sowie nach Austausch und Neu-Eichung mitzuteilen. Der Betreiber muss den unterbrechungsfreien Betrieb der Messtechnik sicherstellen, z. B. durch Redundanz.

Erläuterung: Verschiedene der dem Autor vorliegenden Monitoringberichte dokumentieren den wiederholten Ausfall von Sensoren und Datenloggern, so dass der Anlagenbetrieb nur lückenhaft dokumentiert ist.

- 5) Zur thermischen Überwachung des Grundwasserabstroms ist in Abhängigkeit der Größe der geothermischen Anlage mindestens eine Temperaturmessstelle zu errichten. Wird diese als Grundwassermessstelle errichtet, sollte die Filterstrecke möglichst kurz sein, um eine Vertikalströmung in der Messstelle zu verhindern.

In dieser Messstelle sollte ab etwa 3 Monate vor Inbetriebnahme der Anlage bis zum Erreichen des planmäßigen Betriebs regelmäßig alle 3 Monate Tiefen-Temperaturprofile mit einer Tiefenauflösung von 2 m gemessen werden.

- 6) Eine geringfügige Überschreitung der dem Untergrund durch die geothermische Anlage innerhalb eines Jahres entzogenen Netto-Energiemenge ist akzeptabel, wenn durch eine Anpassung des Betriebs in den Folgejahren sichergestellt wird, dass die dem Untergrund im Mittel von drei Jahren entzogene Netto-Energiemenge einen Betrag von X-Y MWh pro Jahr (z. B. 500 – 480 = 20 MWh) nicht überschreitet (= Erreichen des Bilanzzieles im gleitenden Mittel von je drei Jahren). Der Behörde sollte hierzu ein Konzept vorgelegt werden, wie das Bilanzziel innerhalb der Folgejahre erreicht wird.

Erläuterung: Unvorhersehbare Zustände (Leerstand des Gebäudes oder Ausfall der Wärmepumpe) oder das Folgen eines kühlen Sommers (= geringer Kühlbedarf) auf einen strengen Winter (= hoher Heizbedarf) kann dazu führen, dass das Bilanzziel in einem Jahr verfehlt wird. Welcher Betrag als geringfügige Überschreitung akzeptabel ist, muss im Einzelfall festgelegt werden. Durch die Vorlage eines Konzeptes, wie das Bilanzziel erreicht werden soll, soll der Betreiber aufzeigen, dass und wie er aktiv auf die Erreichung des Bilanzzieles hinarbeitet.

Innerhalb der ersten 5 Jahre sind der Zulassungsbehörde regelmäßig jährlich Monitoringberichte vorzulegen, in denen die dem Untergrund monatlich entzogenen und eingetragenen Energiemengen sowie die erdseitige monatliche und jährliche Energiebilanz dokumentiert ist. Nach Ablauf von 5 Jahren sollte geprüft werden, ob der reale Betrieb von der Planung bzw. dem Antrag abweicht, d. h. das Bilanzziel (siehe Anforderungen 1 – 3) nicht erreicht wurde. Ist dies der Fall, sollte die Reichweite der thermischen Beeinflussung des Untergrundes auf Basis der Betriebsdaten neu ermittelt werden. Entspricht der reale Betrieb nach Ablauf von 5 Jahren regelmäßig der Planung, kann das Intervall der Monitoringberichte vergrößert werden.

Quellenangaben < Format Überschrift 1 >

ANGUS+: Auswirkungen der Nutzung des Geologischen Untergrundes als thermischer, elektrischer oder stofflicher Speicher im Kontext der Energiewende - Dimensionierung, Risikoanalysen und Auswirkungsprognosen als Grundlagen einer zukünftigen Raumplanung des Untergrundes. – Download-Link: www.angusplus.de

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT:
Grundwasser - Ziele, Gefährdungen und Überwachung (2017). – Download-Link:
www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/grundwasser/grundwasserschutz-ziele-gefaehrungen-und-ueberwachung/

HMUKLV: Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden. - (Hess. StAnz. 17/2014 S. 383)

RUMOHR, S.: Behördliche Überwachung großer geothermischer Anlagen, bbr 06-2018 (2018), S. 61 – 65.

Dr. Sven Rumohr, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Rheingastr. 186,
65203 Wiesbaden
sven.rumohr@hlnug.hessen.de