

Erdwärmennutzung in urbanen Räumen – Chancen und Nutzungskonflikte

Dr. Marec Wedewardt

Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Abt. II Integrativer Umweltschutz

Keywords: Urbane Räume, Grundwasserschutz, Qualitätssicherung, Bauüberwachung, Forschungsbedarf

Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund steigender Konzentration von Kohlendioxid in der Außenluft und den damit verbundenen Auswirkungen auf die Umwelt sowie perspektivisch steigender Rohstoffpreise hat der Gesetzgeber mit dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (BMU 2008) und dazugehörigen Länder-Klimaschutzgesetzen Grundlagen geschaffen, um den negativen Umwelteinwirkungen klimaschädlicher Treibhausgase entgegenzusteuern und eine sichere und nachhaltige Energieversorgung zu gewährleisten.

Diese Rahmenbedingungen unterstützen den Trend der letzten Jahre mit stark steigenden Antragszahlen im Bereich der oberflächennahen Geothermie. Der Bundesverband Wärmepumpe e.V. spricht sogar von einem "Boom bei den Wärmepumpen" (BWP 2009).

Bei allen positiven wirtschaftlichen Aspekten der hohen Absatzzahlen im Bereich der Wärmepumpe darf die Qualitätssicherung und damit der Grundwasserschutz nicht nachrangig betrachtet werden.

Insbesondere in urbanen Räumen findet eine Akkumulation von unterschiedlichsten Interessen statt. Urbane Räume sind gekennzeichnet durch hohe Bevölkerungsdichte, unterschiedlich dichte Besiedlung mit sehr unterschiedlicher Bausubstanz, Industrieansiedlungen mit verschieden hohem Energie- und Wasserverbrauch. Dem Gegenüber steht die Bevölkerung mit ihren Bedürfnissen, Notwendigkeiten und Grundrechten. Zu letzteren gehört das "Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit" (Artikel 2 Absatz 2 GG), wozu sauberes Trinkwasser unerlässlich ist.

Als Folgen aus diesen sich teilweise entgegenstehenden Sachverhalten ergeben sich, in Bezug auf die Nutzung der oberflächennahen Geothermie, notwendige regionale und auch technologiebedingte Nutzungseinschränkungen.

Am Beispiel der Erfahrungen in der Metropole Berlin werden Nutzungskonflikte aufgezeigt und Lösungsansätze angeboten. Bedarf und Defizite bei Forschung, Verbänden und Prüfungsinstitutionen zur Sicherung einer langfristigen Energiegewinnung aus oberflächennaher Geothermie neben einer nachhaltigen Trinkwasserversorgung werden dargestellt.

1. Einleitung

Urbane Räume sind gekennzeichnet durch hohe Bevölkerungsdichte mit unterschiedlicher Verteilung der Bebauungsgebiete. Am Beispiel Berlins lässt sich für den Kernbereich eine typische, dichte innerstädtische Bebauung beschreiben. Die Randzonen sind u.a. charakterisiert durch Hochhaussiedlungen, große Siedlungs(neubau)gebiete mit Einfamilienhäusern kleiner und mittlerer Größe auf engstem Raum sowie Bereiche aufgelockerter Bebauung mit vorwiegend Altbestand unterschiedlicher Flächeninanspruchnahme. Diese Einteilung wurde aus Sicht der Antragseingänge auf Erdwärmennutzung bei der Wasserbehörde und nicht aus stadtplanerischen Aspekten beschrieben. In die Stadtbebauung sind Gewerbe- und Industrieansiedlungen in verschiedenen Lagen integriert.

Allen Nutzern gemein ist ein unterschiedlich hoher Energie- und Wasserverbrauch. Zusätzlich sind die Bedürfnisse der Bevölkerung nach z.B. uneingeschränktem Zugang zu sauberem Trinkwasser und zu innerstädtischen Naherholungsflächen zu berücksichtigen. Daher sind als weitere Nutzflächen Parkanlagen, Trinkwasserschutz- und Naturschutzgebiete zu beachten.

Zur Unterstützung der bundesweiten und lokalen Klimaschutzziele (z.B. Entwurf 1. Berliner Klimaschutzgesetz) kann die oberflächennahe Geothermie einen nachhaltigen Beitrag leisten. Steigende Antragszahlen zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie (Abb. 1) belegen das Interesse an dieser quasi unerschöpflich, unabhängig von Klima, Jahres- und Tageszeit nutzbaren Energiequelle. In einer Metropole, wie Berlin, besteht die besondere Herausforderung darin, das Einvernehmen zwischen der Erdwärmennutzung, anderen konkurrierenden Grundwassernutzungen und der dauerhaften und nachhaltigen Sicherung der Trinkwasserressourcen für die Bevölkerung herzustellen. Diese Aufgabe begründet sich nicht nur aus dem Wasserrecht, sondern auch aus dem Grundgesetz, z.B. "Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit" (Artikel 2 Absatz 2) oder „Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen ...“ (Artikel 20 a).

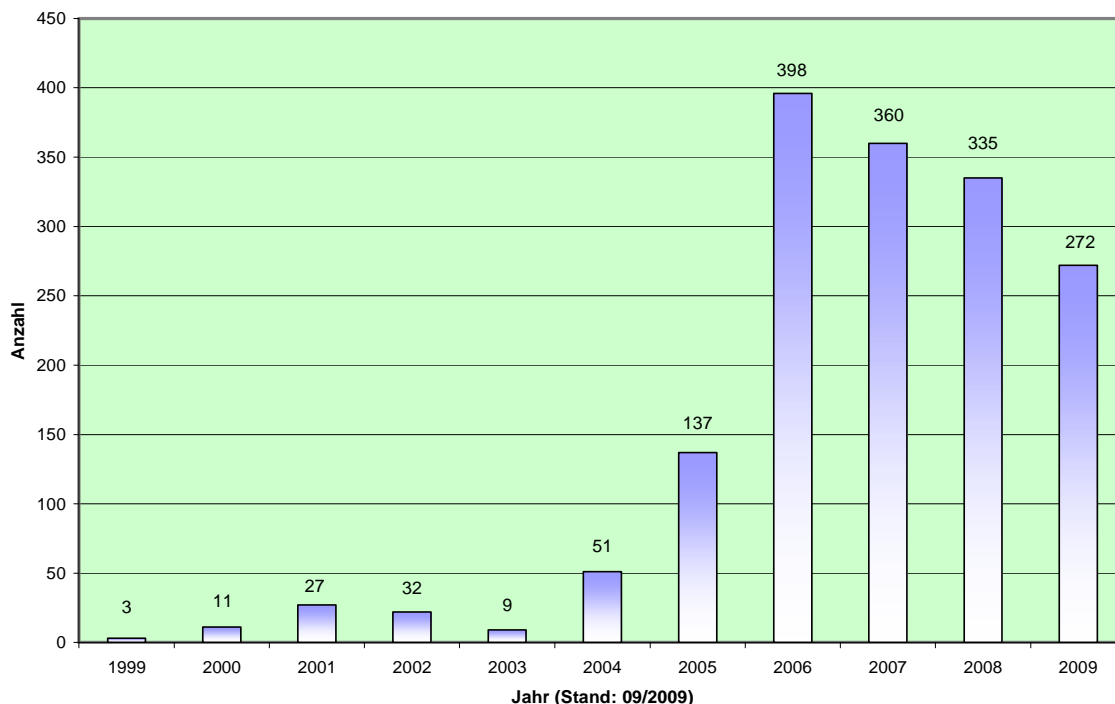


Abb. 1: Entwicklung der Antragszahlen auf Erdwärmennutzung mittels Erdwärmesonden im Land Berlin.

2. Art der Eingriffe

Im Rahmen der Nutzung oberflächennaher Geothermie erfolgt die Erschließung i.d.R. über Bohrungen. Ausnahme bilden Flächenkollektoren, die in einer Tiefe von 1,2 bis 1,5 m unter GOK verlegt werden. Als Wärmequellenanlagen werden Erdwärmesonden (geschlossene Systeme) oder geothermische Brunnenanlagen (offene Systeme) errichtet. Außerdem finden immer wieder Sondersysteme sowohl bei Wasser/Wasser- als auch bei Sole/Wasser-Anlagen Anwendung. Während Duplex-Erdwärmesonden DN 32 zur Zeit als Standardsystem eingesetzt werden und Brunnenanlagen je nach Region häufiger auftreten, stellen singuläre Sondersysteme hinsichtlich der Bewertung ihrer Auswirkungen auf das Schutzgut Grundwasser aufgrund ihres Pilotcharakters und einer meist fehlenden Reputation durch unabhängige Institutionen besondere genehmigungsrechtliche Anforderungen an die Wasserbehörden dar.

Im Rahmen von Erdwärmennutzungen liegt die besondere Bedeutung neben dem Bohrvorgang (z.B. unerwünschte Verbindung verschiedener Grundwasserleiter) bei den Temperaturveränderungen im Untergrund. Diese Veränderungen stellen eine Grundwasserbenutzung nach § 3 Absatz 2 Nr. 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) dar. Gewässerbenutzungen bedürfen nach § 2 WHG einer wasserbehördlichen Erlaubnis (§ 7 WHG). Der Eintrag von Wärme in das Grundwasser gilt nach Wasserrahmenrichtlinie als Verschmutzung.

Die ökologischen Folgen von Temperaturänderungen bei Erdwärmennutzungen sind bisher wenig untersucht. Erst seit 2006 gibt es wohl ein Forschungsprojekt zu Auswirkungen der Temperaturänderungen auf die Bakterienpopulationen und damit die Selbstreinigungskapazität des Grundwassers (BUND 2006). Die Temperaturwirkungen der Eingriffe haben eine hohe Bedeutung auf die Lebensgemeinschaften des oberflächennahen Grundwassers. Das Ökosystem Grundwasser reagiert sehr sensibel auf Veränderungen und regeneriert sich bei Störungen erheblich langsamer als oberirdische Ökosysteme. Entscheidende Bedeutung kommt den biologischen Stoffwechselprozessen zu, die nachhaltig den Schadstoffabbau im Untergrund beeinflussen.

3. Konfliktpotenzial

3.1 Nutzungskonflikte

Aufgrund der Charakteristik der Eingriffe und basierend auf dem wissenschaftlichen Kenntnisstand über die Auswirkungen von Erdwärmennutzungen ergeben sich aus der Art der Eingriffe verschiedene wasserrechtlich notwendige Einschränkungen.

Die Metropole Berlin gewinnt, wahrscheinlich als einzige in Europa, ihr Trinkwasser ausschließlich aus dem Grundwasser des eigenen Stadtgebietes. Die Trinkwasseraufbereitung wird nur mit naturnahen Verfahren unter weitgehendem Verzicht auf chemische Zusätze durchgeführt. Besondere Bedeutung erlangen bei dieser Philosophie die natürlichen Reinigungsfunktionen des Bodens und des Grundwassers. Eine Schädigung dieser biologischen Funktionen durch thermische Beeinträchtigungen muss unter allen Umständen, insbesondere in Wasserschutzgebieten ausgeschlossen werden. Eine Zulassung von thermischen Beeinflussungen des Untergrundes und damit auch von Erdwärmennutzungen ist in Wasserschutzgebieten daher nicht möglich.

Eine weitere Einschränkung ergibt sich bei Erdwärmebohrungen hinsichtlich der Teufe in bestimmten Regionen. Vor dem Hintergrund der Versalzungsthematik sind in bestimmten Bereichen Tiefenbeschränkungen wasserwirtschaftlich notwendig.

Altlastengebiete können weitere Restriktionsflächen für bestimmte Arten geothermischer Nutzung, wie z.B. geothermische Brunnenanlagen, darstellen.

Zwei weitere Bereiche mit wachsendem Konfliktpotenzial ergeben sich zum einen bei großen Neubaugebieten mit durchschnittlichem Wohnraum (rd. 120 m²) auf kleinen Grundstücken (bis 300 m²) sowie bei größeren Erdwärmeprojekten (größer 300 kW Heizleistung) im dicht bebauten Innenstadtbereich. Beide Fallbeispiele stellen unter Klimaschutzpolitischen Aspekten ein interessantes Potenzial dar. Es handelt sich um Neubauprojekte, bei denen optimale Planungsbedingungen herrschen.

Beide Beispiele sind jedoch aus Sicht des vorsorgenden Grundwasserschutzes problematisch. Einerseits ist eine nachhaltige thermische Überbeanspruchung des Grundwassers auszuschließen, andererseits soll möglichst vielen Nutzern der Zugang zur Wärmequelle Geothermie ermöglicht werden.

An dieser Stelle kommt den Planern entscheidende Bedeutung zu. In beiden Fallbeispielen ist eine hochwertige fachtechnische Planung unumgänglich, da nicht immer Standardlösungen "aus der Schublade" zum Erfolg führen. In vielen Fällen können dann im Einvernehmen mit der Behörde umweltverträgliche Lösungen unter Beauftragung bestimmter Maßnahmen (z.B. thermohydrodynamische Simulation, thermisches Monitoring, Erkundung des Untergrundes mittels Geothermal Response Test, Geophysik) entwickelt werden.

3.2 Planungs- und Ausführungsdefizite

Neben den potenziellen Nutzungskonflikten im Stadtgebiet, die sich auch auf andere Regionen übertragen lassen, liegt ein weiteres Problemfeld in der Planung und Ausführung der Projekte.

Trotz der vorliegenden Grundlagen, wie VDI 4640, LAWA Anforderungen an Erdwärmepumpen (2002, Überarbeitung in Vorbereitung), zahlreiche Länderleitfäden, DVGW W 120, ist die Praxis bei der Planung und Ausführung oft noch unzureichend.

Voraussetzung für einen ordnungsgemäßen, wirtschaftlichen, energieeffizienten und die Anforderungen an den Grundwasserschutz berücksichtigende Errichtung und Betrieb geothermischer Anlagen ist eine kompetente und nach dem Stand der Technik ausgerichtete Fachplanung. Durch den unterschiedlichen fachlichen Hintergrund der Planer kommt es zu einer hohen Variationsbreite in der Qualität der vorgelegten Planungen.

Während bei Projekten mit einer Heizleistung deutlich größer als 50 kW i.d.R. ausgewiesene Fachplaner beteiligt sind, werden die "Standardprojekte" (Heizleistung zwischen 5 und 20 kW) durch Heizungsbau- oder Bohrfirmen dimensioniert. Bei diesen Projekten werden oft pauschale Annahmen von "Entzugsleistungen" getroffen, die häufig zu hoch angesetzt werden. Dies würde meist zur Unterdimensionierung der Wärmequellenanlage führen. Damit ist die Möglichkeit einer Grundwasserschädigung durch Bildung von Frostkörpern um die Sonden gegeben. Bereits in der Vorplanung muss die Standortgeologie berücksichtigt werden. Eine Überprüfung der geologischen Vorprofile während der Bohrung gestaltet sich technologiebedingt bei Spülbohrungen schwierig, da meist die rolligen im Verhältnis zu den bindigen Anteilen überbewertet werden. Damit entspricht die Ansprache des Bohrgutes selten der tatsächlichen Geologie. Um die notwendigen Sondenmeter an die tatsächliche geologische Situation anzupassen, sollte eine geophysikalische Bohrlochmessung bereits nach der ersten Bohrung erfolgen.

Die Qualität der Projektausführung ist einer ebenso hohen Variationsbreite unterworfen. Die korrekte Ausführung ergibt sich aus den einschlägigen Regelwerken (VDI 4640) sowie aus den Auflagen der wasserrechtlichen Erlaubnisse. Des Öfteren werden diese Auflagen nur teilweise erfüllt.

So werden oft die Bohrbeginntermin nicht oder nicht fristgerecht angezeigt. Es werden vom zertifizierten Bohrunternehmer Nachunternehmer gebunden, deren Reputation unbekannt ist. Ein weiteres Feld betrifft den Hinterfüllvorgang der Bohrungen inklusive der Verwendung unterschiedlicher Materialien. Druckprüfungen werden teilweise zeitlich stark verkürzt ausgeführt. Diese Auflistung stellt nur einige Beispiele dar.

Im Zuge der Qualitätssicherung ist die Überwachung der Einhaltung der Erlaubnissauflagen besonderes wichtig, der allerdings durch die personellen Kapazitäten der Vollzugsbehörden Grenzen gesetzt sind. An dieser Stelle kommt den Inhalten der Zertifizierungen, beispielsweise hinsichtlich der Ausbildung des Fachpersonals, und den Verbänden eine besondere Bedeutung und Verantwortung zu.

Als Anforderung an den Betrieb der Wärmequellenanlage ist unbedingt ein frostfreier Betrieb zu gewährleisten. Voraussetzung dafür ist die korrekte Dimensionierung der Wärmequellenanlage. Grundsätzlich dürfen nur Hinterfüllmaterialien eingesetzt werden, die einschlägige Kriterien erfüllen, wie vorrangig die Frost-Tauwechsel-Beständigkeit. Bezüglich dieser Hinterfüllbaustoffe hat sich sowohl die Qualität der Baustoffe, als auch die Prüfung des Frost-Tau-Wechselverhaltens deutlich verbessert (z.B. Müller 2009, Dietrich 2007). Der Einsatz eines Hinterfüllbaustoffes mit hoher Frost-Tauwechsel-Beständigkeit alleine ist aber noch keine Gewährleistung für einen im Sinne des Grundwasserschutzes gefahrlosen Betrieb. Bei einem langfristigen Frostbetrieb der Anlage mag zwar der Hinterfüllbaustoff einem Frost-Tauwechsel standhalten, allerdings ist noch nicht nachgewiesen, dass ein umgebender Geschiebemergel auch frost-tauwechsel-beständig ist. Daher müsste der eingangs geforderte frostfreie Betrieb durch entsprechende, werksseitig eingestellte Abschaltvorrichtungen (Frostwächter) abgesichert werden.

4. Schlussfolgerungen

Grundlagen eines nachhaltigen Einsatzes der oberflächennahen Geothermie in Bezug auf den vorsorgenden Grundwasserschutz und die Energieeffizienz sind eine hochwertige Fachplanung sowie eine hohe Ausführungsqualität. Dafür ist eine Verbesserung der Qualitätssicherung erforderlich. An diesem Ziel sollte vorrangig gearbeitet werden.

Neben der Qualitätssicherung muss die Forschung im Fokus stehen. Für den Bereich der Oberflächennahen Geothermie sind an dieser Stelle exemplarisch als Themen die ökologischen Folgen von Temperaturänderungen im Untergrund bei Erdwärmennutzungen sowie Hinterfüllbaustoffe und Prüfmethode zu nennen.

Letztendlich sollten auch die ökologischen/energetischen Kriterien einer Wärmequellenanlage in die Gesamtbewertung einfließen. Hierbei bieten die Förderungsbedingungen des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) einen guten Ansatz, nach denen nur erdgekoppelte Wärmepumpen mit einer bestimmten Jahresarbeitszahl einer Förderung unterliegen. Darüber hinaus werden beispielsweise effiziente Umwälzpumpen mit einem zusätzlichen Förderbonus versehen.

Die Forschung im Bereich der Energieeffizienzverbesserung von Wärmepumpen, insbesondere für die Bestandsbausanierung, der Entwicklung frostbeständiger Hinterfüllmaterialien und der wissenschaftlichen Bewertung der Einflüsse von Temperaturänderungen im Boden und Grundwasser muss weiterhin betrieben werden. Ein anderer Aspekt bei den ökologischen Kriterien einer Wärmepumpe beginnt mit der Anlagenplanung. Aus möglicherweise marktmotivierten Gründen werden möglichst wenig Bohrmeter angeboten. Die notwendige Differenz zur behaglichen Beheizung des Objektes wird durch überdimensionierte Heizstäbe, realisiert. In der Herstellung wird die Anlage zwar billiger, da deutlich weniger Bohrmeter angefallen sind, sekundär machen hohe Stromkosten die Anlage nicht nur ökonomisch, sondern auch ökologisch unattraktiv. Diese Art von Anlagen tragen nicht zum nachhaltigen Klimaschutz bei.

Nur durch gemeinsame Anstrengungen um eine hohe Qualität bei der Planung, der Bauausführung und hinsichtlich des Betriebs von oberflächennahen Geothermieanlagen werden diese Systeme im Sinne der Umwelt als nachhaltig zu bezeichnen sein.

Quellenangaben

BMU: Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG), vom 7. August 2008, veröffentlicht im Bundesgesetzblatt Jahrgang 2008 Teil I Nr. 36 vom 18. August 2008, S. 1658.

BUND: BUNDposition Geothermie (2006).

Bundesverband Wärmepumpe e.V.: Presseinformation 28. Januar 2009

Dietrich, J., Pufahl, C. & Zorn, R.: Verfüllbaustoffe für Geothermiebohrungen – Möglichkeiten, Anforderungen und Grenzen (Teil 1), bbr 05/2007, (2007).

EG - Wasserrahmenrichtlinie Nr. 2000/60/EG, Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) in der Neufassung vom 19. August 2002 (BGBl. I. S. 3245), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 25. Juni 2005 (BGBl. I. S. 1746).

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmepumpen, 16./17.9.2002, (2002).

Müller, L.: Frost-Tau-Wechselbeständigkeit von Hinterfüllbaustoffen für Erdwärmesonden, bbr 07-08/2009, (2009).

Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz
Abt. II, Integrativer Umweltschutz
Referat II D - Wasserbehörde
Brückenstr. 6, D-10179 Berlin,
mailto: marec.wedewardt@senguv.berlin.de