
Grundwassernutzung zur Gebäudekühlung und -heizung

Kostengünstige Nutzung des Grundwassers als regenerativer Energieträger

Die Nutzung von Grundwasser zur Gebäudekühlung hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Die Kühn Geoconsulting GmbH hat im Bereich Köln-Bonn anhand zahlreicher Projekte auf diesem Gebiet umfangreiche Erfahrungen gesammelt.

Durch eine entsprechende Planung können durch eine umweltschonende Nutzung des Grundwassers als regenerativer Energieträger bei vergleichsweise niedrigen Erstellungskosten hohe Heiz- und Kühlleistungen umgesetzt werden. So kann bei Kosten für Brunnen und Pumpen von 150 bis 300 TEuro (je nach Redundanzgrad der Anlage) eine Heiz- und Kühlleistung in der Größenordnung von mehreren 100 KW realisiert werden.

Projekte dieser Art lassen sich besonders gut im Bereich größerer zusammenhängender Grundwasserleiter, wie sie z.B. entlang des Rheins oder anderer Flüsse vorherrschen, durchführen.

Im Folgenden möchten wir Ihnen für verschiedene Szenarien die Vorteile unserer Vorgehensweise zur erfolgreichen und kosteneffizienten Nutzung des Grundwassers vorstellen.

Zwei Szenarien lassen sich unterscheiden:

1. Das Bauvorhaben liegt unmittelbarer Nähe eines Vorfluters (z.B. Rhein), so dass eine direkte Einleitung von gefördertem Grundwasser möglich ist. In diesem Fall entfallen Ableitungsgebühren, wenn ein eigenes Einleitbauwerk oder ein privater Kanal besteht.
2. Das Bauvorhaben befindet sich in größerer Entfernung zu einem nutzbaren Vorfluter. Eine direkte Ableitung des gefördertem Grundwassers ist nur über einen öffentlichen Kanal oder einen vom Bauherrn zu erstellenden Kanal möglich. Im ersten Fall entstehen je nach Satzung der Gemeinden Kosten von einigen 10er Cent/m³ eingeleiteten Wassers, im zweiten die Baukosten für den Kanal. Als Alternative bietet sich hier die Möglichkeit an, das gefördertem Wasser über Schluckbrunnen zu versickern.

Erläuterungen zu 1. und 2.

Zu 1. Durch die geringen Entfernungen der BV zum Vorfluter ist die Einbeziehung der hydrogeologischen Situation (Wechselwirkung zwischen Fluss und Grundwasser) von besonderer Bedeutung. In diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass die Wassertemperaturen des Rheins in den Sommermonaten, in denen in der Regel die größten Fördermengen benötigt werden, bei 25°C und höher liegen.

Wechselwirkung Vorfluter/Brunnen/Grundwasserleiter

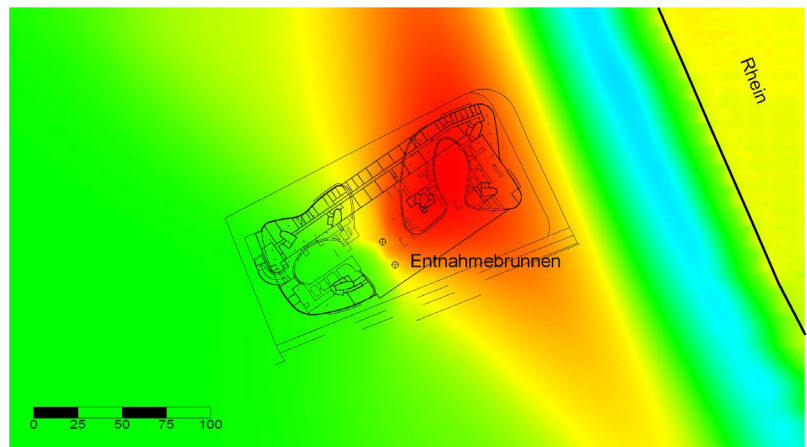
Beispiel 1

Beeinflussung der Grundwassertemperaturen im Bereich von Entnahmebrunnen in der Nähe eines Vorfluters.

Simulationsdauer 4 Jahre unter Berücksichtigung von wechselnden Wasserständen und Temperaturen im Fluss

Orange-rote Bereiche:
Temperatur >16°C,

Blaue Bereiche:
Temperaturen <12°C.



Die Grundwasserentnahme führt – unter anderem in Abhängigkeit von der Entfernung der Brunnen zum Rhein - zu einem vermehrten Einströmen von Rheinwasser in den Grundwasserleiter. Da die Temperatur des geförderten Wassers vom Anteil an infiltriertem Rheinwasser zu Grundwasser abhängt, kann es zu einer sukzessiven Erhöhung der Wassertemperaturen im Umfeld der Entnahmebrunnen kommen.

Erhöhung der Grundwassertemperaturen im Bereich der Entnahme

Diese Effekte können die Nutzbarkeit einer solchen Anlage stark einschränken. Zum Einen ist die Einleittemperatur in den Vorfluter auf 25 bis max. 30 °C von behördlicher Seite begrenzt. Zum Anderen dürfen je nach Art der Anlage zur Gebäudekühlung die Temperatur des geförderten Wassers 16 bis 17°C nicht überschreiten, so dass unter Umständen die Funktionsfähigkeit der Anlage in den Sommermonaten nicht mehr gewährleistet ist.

Zu 2. In diesem Fall kann, um zusätzliche Kosten für die Grundwassernutzung zu vermeiden, das geförderte Wasser über Brunnen versickert werden. Allerdings müssen bei dieser Vorgehensweise Auflagen von Seiten der Genehmigungsbehörden erfüllt werden. Wird Wasser nur zu Kühlzwecken entnommen, darf das wieder im Grundwasserleiter versickerte Wasser nur max. 4 bis 5 °C wärmer als das unbeeinflusste Grundwasser sein.

Genehmigungsaufgaben

Dies führt in Abhängigkeit von den hydrogeologischen Randbedingungen, der benötigten Kühl- und Heizleistung und der zur Verfügung stehenden Grundstücksfläche zur einer Begrenzung der möglichen Fördermengen. Zu große Fördermengen führen mittelfristig zu einem hydraulischen Kurzschluss zwischen Entnahme- und Schluckbrunnen mit der Folge, dass erwärmtes, versickertes Wasser gefördert wird, was wiederum eine Temperaturerhöhung des zu versickernden Wasser zur Folge hat.

„Hydraulischer Kurzschluss“

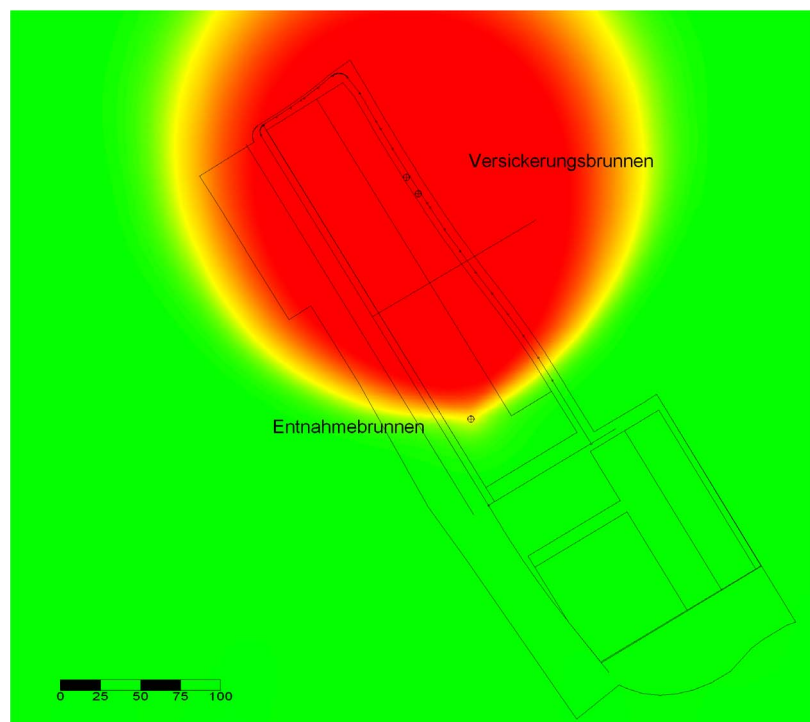
Beispiel 2

„Hydraulischer Kurzschluss“ aufgrund zu großer Fördermengen

Simulation Entnahme- und Versickerungsbrunnen zur Gebäudekühlung.

Orange-rote Bereiche: Temperatur >16°C

Entfernung zwischen den Brunnen ca. 100 m



In Städten wie Köln und Berlin ist eine **ausschließliche** Wiederversickerung von erwärmtem Wasser **nicht** möglich.

Demgegenüber wird von den zuständigen Ämtern eine Einleitung von abgekühltem Wasser, wie es bei der Nutzung von Grundwasser zur Gebäudeheizung anfällt, eher gefördert, da dies zu einer Reduzierung der ohnehin lokal erhöhten Grundwassertemperaturen in urbanen Bereichen beiträgt.

Sonderfall: Versickerung von gekühltem Wasser

Hier bietet sich bei näherem Hinsehen die interessante Möglichkeit Grundwasser zur Gebäudekühlung und -heizung im Rahmen des Einsatzes regenerativer Energien zu nutzen.

Durch entsprechende Planung der Entnahme- und Versickerungsbrunnen unter Berücksichtigung wechselnder Grundwasserströmungen kann der Nachweis geführt werden, dass die Grundwassernutzung innerhalb eines größtenteils geschlossenen Systems erfolgt.

Während der Heizperiode wird abgekühltes Wasser in den Grundwasserleiter versickert. In den Sommermonaten kann dieses „vorgekühlte“ Grundwasser zur Kühlung von Gebäuden eingesetzt werden. Das hierbei anfallende erwärmte Wasser ermöglicht im Winter wiederum eine effektivere Nutzung des Grundwasser zu Heizzwecken.

Liegt die benötigte Heizleistung in der Größenordnung des Kühlbedarfes oder darüber, kann mit Hilfe entsprechender Nachweise trotzdem eine Genehmigung der Anlage erreicht werden.

Für BV, die in Städten geplant sind, in denen die Einleitung von erwärmtem Grundwasser mit entsprechenden Auflagen genehmigungsfähig ist, kann auch durch eine im Vergleich zur Kühlleistung geringe zusätzliche Heizleistung die Effizienz der Anlage stark erhöht werden. Bei Einhaltung der behördlichen Auflagen können Fördermengen bzw. das nutzbare Δt erhöht werden.

**Genehmigungsfähigkeit
von Versickerungs-
anlagen zur Gebäude-
kühlung und -heizung**

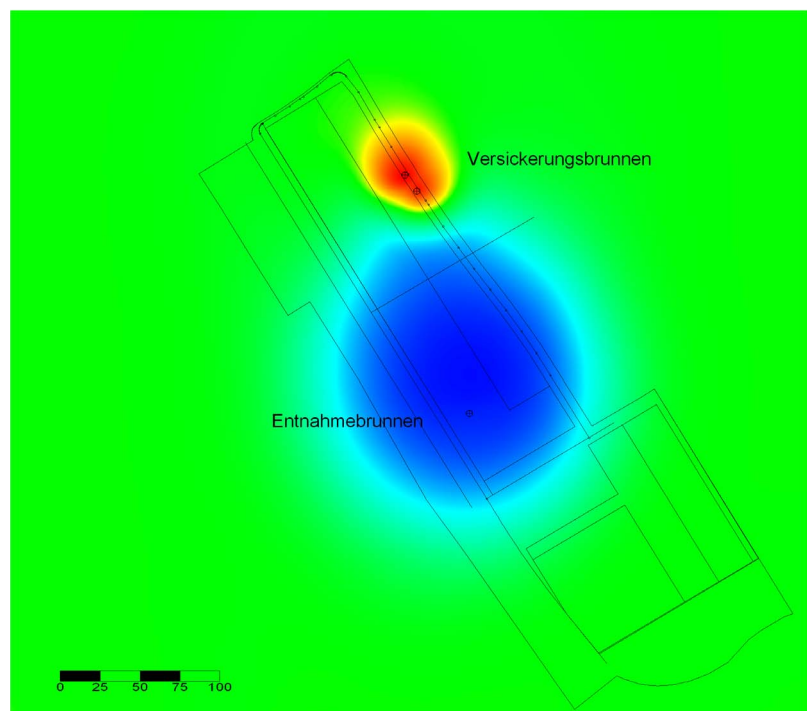
Beispiel 3

Simulation Entnahme- und Versickerungsbrunnen zur Gebäudekühlung und -heizung.

Beginn der Kühlperiode

Blaue Farbbereiche:
Temperatur $<10^{\circ}\text{C}$
Orange-rote Bereiche:
Temperatur $>16^{\circ}\text{C}$

Entfernung zwischen den Brunnen
ca. 100 m



Modellierung des Einflusses der Grundwassernutzung auf Grundwasserströmung und Temperaturen:

Aufgrund der relativ großen Fördermengen, die für Kühl- und Heizleistungen in der Größenordnung von einigen Hundert KW erforderlich sind, ist eine Untersuchung der Auswirkungen der geplanten Entnahmen auf den Grundwasserleiter für eine erfolgreiche Genehmigung der Anlage notwendig.

Da die Kühn Geoconsulting GmbH im Großraum Köln-Bonn mehrere Projekte zur Nutzung von Grundwasser durchgeführt hat, liegen für diese Bereiche geeichte Grundwassermodelle vor.

Mit einem geeichten Grundwassermodell lassen sich im Rahmen einer Machbarkeitsstudie unter anderem folgende Fragestellungen bearbeiten:

1. Optimierung der Lage und Anzahl von Entnahmebrunnen in Abhängigkeit von Förderleistung und Redundanz (Prüfung, ob die geplante Entnahmemenge gefördert werden kann).
2. Berücksichtigung der Veränderung der Grundwassertemperaturen, die sich aufgrund von geplanten Entnahmen ergeben. Abstimmung der max. Vorlauftemperaturen mit den Fachplanern. Dieser Punkt ist von besonderer Bedeutung, da auch bei Optimierung der Brunnenlagen in Abhängigkeit von der hydrogeologischen Gesamtsituation ein hoher Anteil an Uferfiltrat bzw. Rheinwasser gefördert wird. Aufgrund der stark wechselnden Temperaturen des Rheinwassers (Winter 5 bis 10°, Sommer z.T. über 25°) ist eine Simulation über längere Zeiträume zur Abschätzung der sich ergebenden Grundwassertemperaturen im Bereich der Entnahmebrunnen notwendig.
3. Geplante Versickerungsanlagen können mit Hilfe von Grundwassermodellen für verschiedene Aufgabenstellungen optimiert werden. Im Falle einer Genehmigungsfähigkeit mit der Auflage, dass die Temperatur des versickerten Wasser nicht um mehr als 4 bis 5°C zu erhöhen ist, können die maximalen Fördermengen simuliert werden, die über einen längeren Zeitraum entnommen werden können, ohne dass es zu einem „hydraulischem Kurzschluss“ kommt. Wird die Anlage zusätzlich auch zur Gebäudeheizung eingesetzt, kann – je nach Verhältnis Kühl- zu Heizleistung - das System soweit optimiert werden, dass entweder eine Genehmigung erteilt werden kann oder die Kühlleistung im Sommer erhöht werden kann.
4. Wasserrechtlicher Antrag: Das Grundwassermodell bildet die Grundlage, um Auswirkungen der Entnahme und Wasserhaltung auf das Umfeld zu dokumentieren. Durch den Einsatz eines Grundwassermodells wird nach unserer Erfahrung die Bearbeitung des Antrages erleichtert, da die hydrogeologischen Verhältnisse und die Auswirkungen der Grundwasserentnahme nachvollziehbar dargestellt werden.

Nach Rückfrage beim Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung und Bauwesen des Landes Nordrhein-Westfalen ist im Rahmen der Breitenförderung des Programms „Rationelle Energieverwendung und Nutzung unerschöpflicher Energiequellen“ eine Förderung von Anlagen zur Nutzung des Grundwassers zu Kühl- und Heizzwecken in Erwägung zu ziehen.

Unter bestimmten Bedingungen (kleinere und mittlere Gebäudegrößen, wenig ergiebiger Grundwasserleiter oder tiefreichende Pfahlgründungen) kann auch der Einsatz von Erdsonden zu Kühl- und Heizzwecken sinnvoll sein.

Weiterführende Fragen im Zusammenhang mit der Planung von Anlagen zur Grundwassernutzung und zur Auswirkung des neuen Wasserentnahmeentgeltgesetzes des Landes NRW (WasEG) beantworten wir Ihnen gerne.

Dipl. Geol. T. Conzen
Kühn Geoconsulting GmbH
Tel. 0228/9897262
Email: t.conzen@geoconsulting.de

Referenzprojekte:

T-Mobile, Bonn

3 Bohrbrunnen \varnothing DN 500/1200, 26 bis 28 m Tiefe, 700 m³/h, 4 Mill. m³/a
Brunnenplanung, Grundwassermodell, Langzeitsimulation der Temperaturentwicklung im Grundwasser, Genehmigungsverfahren

Kap am Südkai, Köln Rheinauhafen

1 Bohrbrunnen \varnothing DN 600/1200, 25,5 m Tiefe, 160 m³/h, 590.000 m³/a
Brunnenplanung, Grundwassermodell, Langzeitsimulation der Temperaturentwicklung im Grundwasser, Genehmigungsverfahren

Vivico, Köln, Konrad-Adenauer-Ufer, ehem. Bundesbahn Generaldirektion

2 Bohrbrunnen \varnothing 500/1000, 35 m Tiefe, 300 m³/h, 400.000 m³/a
Vorplanung Brunnen, Grundwassermodell, Vorabstimmung Genehmigung

DKV/MEAG Gustav-Heinemann-Ufer, Köln

2 Bohrbrunnen \varnothing DN 500/1200, ca. 30 m Tiefe, 450 m³/h, 1 Mill. m³/a
Brunnenplanung, Grundwassermodell, Langzeitsimulation der Temperaturentwicklung im Grundwasser, Studie zur Wiederversickerung, Genehmigungsverfahren

Pareto, Bonn Oberkassel

1 Bohrbrunnen \varnothing DN 500/1200, 22 m Tiefe, 250 m³/h, 400.000 m³/a
Vorplanung Brunnenplanung, Langzeitsimulation der Temperaturentwicklung im Grundwasser, Grundwassermodell, Vorabstimmung Genehmigung

Deutsche Telekom, Bonn

5 Bohrbrunnen \varnothing DN 500/1200, ca. 25 m Tiefe, max. 1500 m³/h, 2 Mill. m³/a
Vor-/Entwurfsplanung Brunnen, Grundwassermodell, Langzeitsimulation der Temperaturentwicklung im Grundwasser, Studie zur Wiederversickerung, Vorabstimmung Genehmigung