



Heizwärme aus Grubenwasser

In Bochum-Werne werden seit einem Jahr mehrere Gebäude mit Wärme aus einem Bergbau-Schacht geheizt



Über 100 Millionen m³ Grubenwasser pumpt das Steinkohleunternehmen RAG jährlich aus bis zu 1.000 m Tiefe an die Oberfläche, um die Stabilität des Bodens und die Sicherheit des Trinkwassers in ehemaligen Bergbauregionen zu sichern. Seit einem Jahr heizen die Stadtwerke Bochum mit dem Grubenwasser mehrere öffentliche Gebäude. Das Pilotprojekt zeigt, wie sich ehemalige Zechen für eine umweltfreundliche Wärmeversorgung der umliegenden Gebäude nutzen lassen.

Im Ruhrgebiet wird auch über 2019 hinaus ein Rohstoff mit Energiepotenzial gefördert. Das bis zu 50 °C warme Grubenwasser muss aus Sicherheitsgründen weiterhin aus ehemaligen Zechen nach oben gepumpt werden. Die Stadtwerke Bochum zeigen in einem Pilotprojekt, wie das Grubenwasser geothermisch genutzt werden kann. Seit dem Herbst 2012 werden auf Basis dieses Energieträgers eine Grundschule, eine Gesamtschule mit Mensa und Schwimmbad und die Hauptfeuerwache Bochum mit Wärme versorgt. Der Brennstoffbedarf der Bestandsgebäude soll sich um circa 1.200 MWh pro Jahr und 245 t Kohlendioxid-Emissionen reduzieren. Somit wird 35 % des Wärmebedarfs aus Grubenwasser gedeckt.

Die im Projekt gesammelten Erfahrungen sollen als Einstieg in die umfassende Wärmenutzung des Grubenwassers dienen. Alleine an anderen Standorten der RAG werden weitere 90 Millionen m³ Grubenwasser jährlich gehoben. Mit diesem nutzbaren Energiepotenzial kann nach Schätzungen der RAG Wärme für umgerechnet 5.000 bis 10.000 Haushalte bereitgestellt werden.

Für das Pilotprojekt wird das 20 °C warme Grubenwasser am Schacht Arnold der Zeche Robert Müser in Bochum-Werne entnommen. An diesem Standort hebt die RAG jährlich etwa 10 Millionen m³ Grubenwasser aus einer Tiefe von 570 m. Der elektrische Energieverbrauch liegt bei ungefähr 25.000 MWh. Über ein Druckrohr wird das Grubenwasser nach oben gepumpt.

Dieses Forschungsprojekt wird gefördert vom

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)

So funktioniert die Nutzung von Grubenwasser

Am Abschluss des Förderrohres, dem Wasserschloss, wird ein Teil des Mediums für die Wärmegewinnung ausgekoppelt. Dafür wechselten die Stadtwerke Bochum den Flansch des Wasserschlosses aus (Abb. 3). Über die beiden unteren Leitungen wird das Grubenwasser entnommen und über die obere Leitung wieder zurückgeführt. Zwei Pumpen fördern das Grubenwasser über eine Diskfilter-Anlage zu den Plattenwärmeübertragern. An dieser Stelle wird die Wärme des Grubenwassers auf das Nahwärmenetz übertragen. Anschließend wird das Grubenwasser wieder ins Wasserschloss eingeleitet.

Mit zwei Wärmeübertragern wird die im Grubenwasser enthaltene Wärme auf den separaten Wasserkreislauf des sogenannten kalten Nahwärmenetzes übertragen. Ein kaltes Nahwärmenetz verteilt Wasser mit einer relativ geringen Temperatur zwischen einzelnen Gebäuden in einem Wohn- oder Gewerbegebiet. Zum Heizen wird die Temperatur mit Wärmepumpen in den einzelnen Gebäuden auf das erforderliche Niveau von bis zu 60 °C angehoben. Für ein kaltes Nahwärmenetz sprechen die geringen Investitionskosten und geringe Wärmeverluste im Netz.

Die ersten drei Gebäude im Pilotversuch in Bochum-Werne sind weniger als 250 m vom Schacht Arnold entfernt. Der gesamte Jahreswärmebedarf der bisher angeschlossenen Gebäude liegt bei circa 3.000 MWh.

Das Grubenwasser aus der Zeche Robert Müser kann als Wärmequelle für mehrere Wärmepumpenanlagen dienen. Die Stadtwerke Bochum gehen davon aus, dass eine Heizleistung von 4,5 MW erreicht werden kann. Es werden sich voraussichtlich weitere potenzielle Wärmeabnehmer in der Nähe ansiedeln, denn um die ehemalige Zeche soll mittelfristig ein Gewerbe- und Industriegebiet entstehen. Ein Ausbau des kalten Nahwärmenetzes ist flexibel möglich, da die Wärmepumpen in den Heizzentralen der einzelnen Gebäude installiert werden. Jede Heizzentrale ist auf die Gebäudeleittechnik der Stadtwerke Bochum geschaltet. So können die Mitarbeiter den Betrieb der Wärmepumpen optimieren.

Technische Herausforderungen durch gelöste Partikel

Die größte technische Herausforderung im Demonstrationsprojekt ist die Auskopplung von Grubenwasserwärme über Wärmeübertrager. Grubenwasser ist bisher kein gebräuchliches Wärmemedium, da es viele gelöste Substanzen, darunter auch korrosive Salze, enthält. Bei der Hebung werden außerdem Partikel mitgefördert. Um Probleme in den Leitungen des kalten Nahwärmenetzes vorzubeugen, wählten die Stadtwerke zwei getrennte Wasserkreisläufe. Die Mitarbeiter installierten zwei Wärmeübertrager, die jeweils zwei Drittel der benötigten Leistung abdecken. So kann die Anlage auch während der Wartung und Reinigung eines der Plattenwärmeübertrager weiter betrieben werden. Die Platten bestehen aus Titan und die Dichtungen aus Viton.

Die Wärmeübertrager werden durch eine Filteranlage vor Verschmutzung geschützt. Sie besteht aus mehreren parallel angeordneten Diskfiltern. Sie kann über einen separaten Wassertank und Kompressor gespült werden. Die Filterfeinheit wurde zunächst auf 0,1 mm ausgelegt. Nachdem sich starke Ablagerungen in den ersten zwei Betriebswochen ansammelten, wurde der Volumenstrom zu gering. Der Wechsel der Filter zu einer größeren Porengröße von 0,4 mm behob die Probleme. Mit einer Diffe-

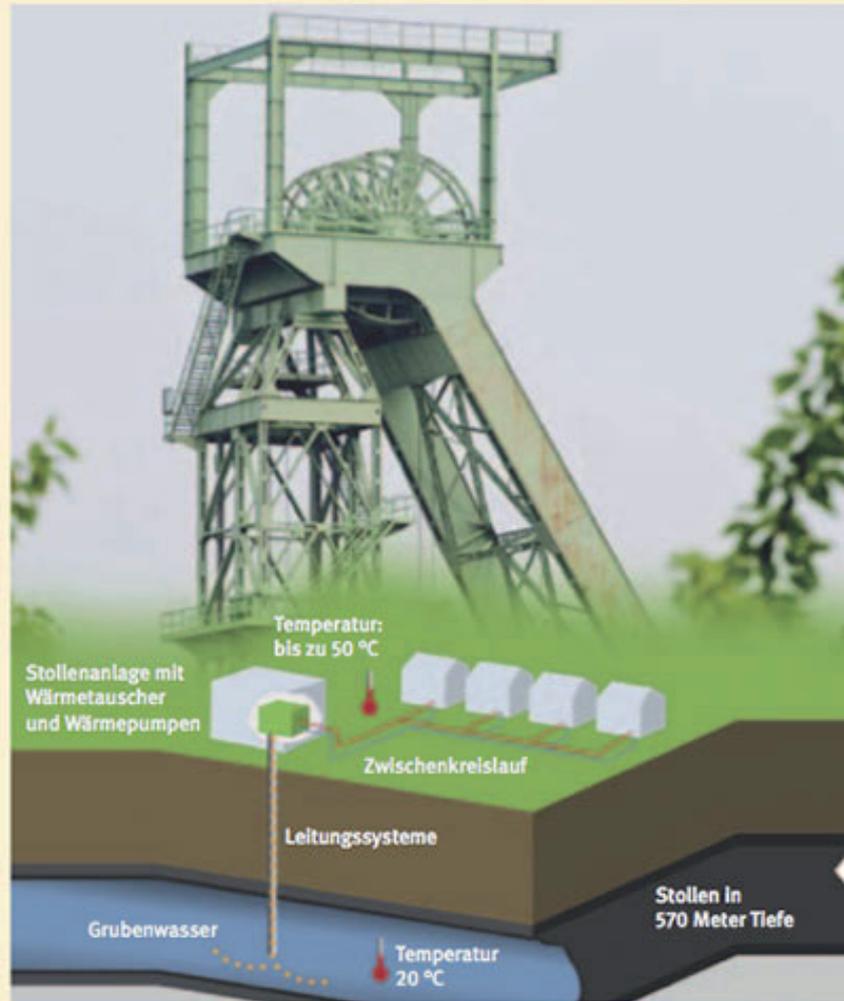


Abb. 1 Das Schema zeigt den Aufbau der Anlage zur Wärmenutzung des Grubenwassers. Quelle: Stadtwerke Bochum Holding GmbH

Diese technischen Komponenten baute die Stadtwerke Bochum Holding ein – nur die vier Spitzenlastkessel bestanden schon vor dem Projekt.

Gebäude	Wärmepumpe	Leistung
Feuerwehr	3 Elektrowärmepumpen	Elektrische Stromaufnahme des Verdichters: 24,6 kW _e Thermische Leistung: 88,8 kW _{th}
	2 Spitzenlastkessel	Thermische Leistung: 500 kW _{th} Thermische Leistung: 500 kW _{th}
Gesamtschule, Hauptzentrale	2 Elektrowärmepumpen	Elektrische Stromaufnahme des Verdichters: 19,4 kW _e Thermische Leistung: 71,2 kW _{th}
	1 Blockheizkraftwerk (BHKW)	Elektrische Leistung: 50 kW _e Thermische Leistung: 80 kW _{th}
	2 Spitzenlastkessel	Thermische Leistung: 800 kW _{th} Thermische Leistung: 350 kW _{th}
Gesamtschule, Unterzentrale	4 Gasabsorptionswärmepumpen	Heizleistung 41,6 kW _{th}
Grundschule, Unterzentrale	2 Gasabsorptionswärmepumpen	Heizleistung 41,6 kW _{th}

Abb. 2 Quelle: Stadtwerke Bochum Holding GmbH

renzdruckmessung vor und hinter den Wärmetauschern kontrollieren die Stadtwerke Bochum während des Betriebes, ob die Wärmetauscher verschmutzen. Steigt der Differenzdruck im Gegensatz zum Auslegungsdruck stark an, weist dies auf eine Verschmutzung der Wärmetauscher hin. Um Korrosion an den Pumpen zu vermeiden, wählten die Stadtwerke Bochum Kanalradkreispumpen mit einem nicht-rostenden Stahlguss.



Abb. 3 Die Abbildung entstand beim Tausch des Flanschs vom Wasserschloss. Rechts unten wird das Grubenwasser entnommen. Das gebogene Rohr innen links dient der Rückführung des Grubenwassers.
Quelle: Stadtwerke Bochum Holding GmbH



Abb. 4 So wurden die „kalte Nahwärmetrasse“ (grün) und die Fernwärmeleitung (rot) auf dem Schulgelände verlegt.
Quelle: Stadtwerke Bochum Holding GmbH

Heizen mit Niedertemperaturwärme in Bestandsgebäuden

Eine weitere technische Herausforderung für die Umsetzung des Projektes ist der effiziente Einsatz von Niedertemperaturwärme in den Bestandsgebäuden. Um Erfahrungen mit den unterschiedlichen Typen der Wärmepumpen in Bestandsgebäuden zu sammeln, werden drei verschiedene Wärmepumpen eingesetzt (Abb. 2). So sind in zwei Heizzentralen Gasabsorptionswärme-

Grubenwasser

Das Abpumpen des Grubenwassers gehört zu den sogenannten Ewigkeitsaufgaben des Steinkohlenbergbaus, welche die RAG mit einigen Wasserwirtschaftsverbänden wie der Emschergenossenschaft und dem Lippeverband im Ruhrgebiet übernimmt. Die jährlichen Kosten für die Wasserhaltung betragen rund 100 Millionen Euro.

Um Steinkohle im Ruhrgebiet abbauen zu können, muss das Grubenwasser abgepumpt werden. Es entsteht, weil Wasser aus den Grundwasserschichten in die Stollen läuft. Das Grubenwasser wird zunächst in Becken an der tiefsten Stelle des Bergwerks gesammelt. Von dort wird es abgepumpt und über einen Vorfluter anschließend in umliegende Gewässer eingeleitet. So fließt das abgepumpte Grubenwasser aus der Zeche Robert Müser in die Ruhr.

Auch nach dem Ende des Kohleabbaus nach 2019 muss weiterhin Wasser abgepumpt werden. Die Wasserhaltung verhindert einen unkontrollierten Anstieg des Grubenwassers. Mit einem Wasseranstieg erhöht sich die Gefahr, dass die Erdoberfläche sich erhebt oder einbricht. Außerdem könnte das Grubenwasser Methan gas beschleunigt an die Oberfläche drücken.

Eine weitere wichtige Funktion der Wasserhaltung ist der Schutz des Trinkwassers. Würde sich das salz- oder eisenhaltige Grubenwasser mit dem Grundwasser des Deckgebirges vermischen, wäre dieses verunreinigt. Das Grubenwasser aus der Zeche Robert Müser enthält unter anderem Chlorid, Schwermetalle, Hydrogencarbonat und Phosphor. Die salzhaltigen Bestandteile des Grubenwassers können zur Korrosion von Leitungen führen.

pumpen, in einer Zentrale eine Gasmotorwärmepumpe (Kombination von Elektrowärmepumpen mit einem Blockheizkraftwerk) und in der vierten Heizzentrale Elektrowärmepumpen eingebaut worden.

Da die Heizkreise bei Bestandsgebäuden nicht optimal auf die Wärmepumpen abgestimmt werden können, sind die Rücklauftemperaturen einzelner Heizkreise höher als für den Betrieb der Wärmepumpe wünschenswert. Um dennoch eine hohe Auslastung der Wärmepumpen zu gewährleisten, wurde zwischen Wärmepumpe und Heizkreis eine hydraulische Weiche installiert. Diese hat die Funktion eines Pufferspeichers und soll die hohen Rücklauftemperaturen weitestgehend kompensieren. Der bisherige Betrieb zeigt, dass in zwei Heizzentralen diese Technik schon gut funktioniert. In den zwei anderen Heizzentralen muss hingegen noch mehr in die Optimierung der vorhandenen Anlagentechnik investiert werden.

Die Wärmepumpen wurden in den Heizzentralen (Abb. 2) eingerichtet und werden mit vorhandenen Gaskesseln zur Spitzenlastversorgung und Absicherung genutzt. Die Stadtwerke haben zusätzlich zur kalten Nahwärme eine Fernwärmeleitung (Abb. 4) verlegt, damit in den weiteren Schulgebäuden keine zusätzlichen Kessel installiert werden mussten. Die Wärmepumpen stellen die Energie für alle Niedertemperaturkreise bereit. Ein Blockheizkraftwerk und ein Gaskessel in der Hauptzentrale der Gesamtschule bedienen die Hochtemperaturkreise.



Wärmetauscher für Grubenwasser erprobt

Ein weiteres Forschungsvorhaben zur Wärmenutzung von Grubenwasser läuft im ehemaligen sächsischen Steinkohlerevier Zwickau. Das Projekt „Energieeffiziente Fernwärmeversorgung unter Nutzung der Wärme aus Grubenwässern und anderen natürlichen Wärmequellen“ wird von Mitarbeitern des Staatsbetriebes Sächsisches Immobilien- und Baumanagement geleitet.

In Zwickau wird nicht wie im Ruhrgebiet Wasserhaltung mit Pumpen betrieben. Nach der Einstellung der Kohleförderung 1978 wurde das bis zu 1.200 m tiefe Grubengebäude unkontrolliert geflutet. Nun ermitteln die Projektteilnehmer sein geothermisches Potenzial. Zur realistischen Einschätzung erheben sie hydraulische Parameter, wie den Druckwasserspiegel, die Durchlässigkeit der Resthohlräume im Karbon, die kontinuierlichen Zulaufmengen und die Temperaturen über hydraulische Tests. Dazu wird im Herbst 2013 eine Erkundungsbohrung bis in das ehemalige Streckenniveau von 625 m Tiefe durchgeführt. Der Bohransatzpunkt befindet sich circa 500 m vom Stadtzentrum Zwickaus entfernt.

Ist die Wasseranalyse erfolgreich, wird ein Demonstrationsvorhaben zur Beheizung einiger Gebäude der Westsächsischen Hochschule umgesetzt. Dabei werden auch Wärmetauscher aus Kunststoff getestet, welche das Institut für Energiemanagement der Fachhochschule Zwickau gemeinsam mit dem Hersteller GSP-Lüftungstechnik entwickelt hat. Bisher wurden in Projekten wie in Bochum-Werne erfolgreich Plattenwärmetauscher aus teurem Titan eingesetzt. Mit dem Rohrbündel-Wärmetauscher aus Polypropylen können neben Grubenwässern auch andere eisenhaltige oder bioaktive Wässer für eine energetische Nutzung erschlossen werden. Die Entwicklung wurde bereits in der Grubenwasseranlage im Röhricht-Schacht in Sangerhausen bei Erfurt und in einigen Industrieunternehmen eingesetzt.

Die Pilotprojekte in Bochum und Zwickau werden neben anderen zur Steigerung der Energieeffizienz in städtischen Siedlungsräumen durch die Forschungsinitiative EnEff-Wärme des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie gefördert. Dabei werden die Entwicklung neuer Netzkonzepte und der Einsatz technischer Innovationen unterstützt, um die Wärmeversorgung energetisch, wirtschaftlich und ökologisch zu verbessern.

Projektbeteiligte

- » **Projektausführung:** Stadtwerke Bochum Holding GmbH, Bochum, Jochen Raube, jochen.raube@stadtwerke-bochum.de
- » **Hebung des Grubenwassers:** RAG Aktiengesellschaft, Herne, Christian Müller, Christian.Mueller@rag.de
- » **Wärmeabnehmer:** Stadt Bochum

Links

- » www.eneff-stadt.info/de/waerme-und-kaeltenetze
- » www.bezreg-arnsberg.nrw.de/themen/b/bewirt_wasser_steinkohle/monitoringergeb_12.pdf
- » www.bezreg-arnsberg.nrw.de/themen/b/bewirt_wasser_steinkohle/ergeb_sonderbeprobung.pdf
- » www.fh-zwickau.de/index.php?id=7184
- » www.gsp-lueftungstechnik.de/daten_wt.html
- » www.roehrigschacht.de

Mehr vom BINE Informationsdienst

- » Dieses Projektinfo gibt es auch online und in englischer Sprache unter www.bine.info im Bereich Publikationen/Projektinfos.
- » BINE Informationsdienst berichtet aus Projekten der Energieforschung in seinen Broschürenreihen und dem Newsletter. Diese erhalten Sie im kostenlosen Abonnement unter www.bine.info/abo

Projektorganisation

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)
11019 Berlin

Projekträger Jülich
Forschungszentrum Jülich GmbH
Dr. Stefanie Schneider
52425 Jülich

Förderkennzeichen
0327400Z

Impressum

ISSN
0937 - 8367

Herausgeber
FIZ Karlsruhe GmbH · Leibniz-Institut
für Informationsinfrastruktur
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Autorin
Christina Geimer

Titelbild
Stadt Bochum,
Presse- und Informationsamt

Urheberrecht
Eine Verwendung von Text und
Abbildungen aus dieser Publikation ist
nur mit Zustimmung der BINE-Redaktion
gestattet. Sprechen Sie uns an.

Kontakt · Info

Fragen zu diesem Projektinfo?
Wir helfen Ihnen weiter:

0228 92379-44

BINE Informationsdienst
Energieforschung für die Praxis
Ein Service von FIZ Karlsruhe

Kaiserstraße 185-197
53113 Bonn
Tel. 0228 92379-0
Fax 0228 92379-29
kontakt@bine.info
www.bine.info

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages