

## **Kalte Nahwärmenetze mit Geothermischer Energie aus Grubenwasser**

**Prof. Dr.-Ing. Hermann-Josef Wagner, M.Sc. Lisa Altieri, M.Sc. Michel Gross, M.Sc. Tobias Reiners**

Lehrstuhl Energiesysteme und Energiewirtschaft, Ruhr-Universität Bochum

**Keywords:** Kalte Nahwärme, LowEx-Technologie, Bergbaunachnutzung, Nutzung von Grubenwässern, Grubenwasserwärme, Geothermie

### **Zusammenfassung**

Das Verbundvorhaben Grubenwasser-Ruhr, welches vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im 6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung gefördert wird, beschäftigt sich mit Fragestellungen der Bergbaunachnutzung im Ruhrgebiet. Zusammen mit der RAG Aktiengesellschaft (RAG AG), der DMT GmbH & Co. KG und der EPC Projektgesellschaft für Klima. Nachhaltigkeit. Kommunikation untersucht der Lehrstuhl Energiesysteme und Energiewirtschaft der Ruhr-Universität Bochum (RUB) wie Wärme aus Grubenwasser gewonnen und genutzt werden kann.

Die Ergebnisse der bisherigen Arbeit zeigen, dass Grubenwasser einen Beitrag zur nachhaltigen Wärmeversorgung liefern kann. Durch die Nutzbarmachung der Grubenwasserwärme sind Konzepte zur Wärme- und Kälteversorgung möglich. Unterstützende Technologien wie Wärmepumpen können genutzt werden, um das Temperaturniveau auf den Bedarf anzupassen. Die Nutzung von Wärme aus Grubenwasser stellt eine erneuerbare Alternative zu fossilen Brennstoffen wie Öl und Gas dar.

### **1. Ausgangssituation**

Mit 5,5 Millionen Bewohnern ist das Ruhrgebiet eines der größten urbanen Zentren Europas. In der Industrialisierung wurde das Ruhrgebiet zu einem industriellen Ballungsraum. Arbeit boten die Kohlegruben, die sich heute unter dem Schirm der RAG AG befinden.

Durch den untertägigen Kohleabbau in Teufen von mehr als 1.000 m entstand ein Gebiet mit mehreren Minen und Kammern im Untergrund. Regenwasser sickert in die entstehenden Hohlräume. Auf dem Weg des Wassers durch das Gestein lösen sich Mineralien im Wasser. Das Regenwasser wird zu Grubenwasser. In der Vergangenheit war das Pumpen des angesammelten Grubenwassers notwendig, um die aktiven Stollen und Schächte für die untertägigen Arbeiten trocken zu halten. Mit Beendigung des Steinkohlebergbaus in Deutschland im Jahr 2018 werden alle Steinkohleminen im und um das Ruhrgebiet geschlossen. Das wichtigste Ziel der Grubenwasserhaltung ist es dann sicherzustellen, dass kein aufsteigendes Grubenwasser das Niveau des Grundwassers erreicht. Daher wird das Abpumpen des Grubenwassers auch nach dem aktiven Steinkohlebergbau erforderlich.

Bisher wird das zwischen 15 und 30 °C warme Grubenwasser weitgehend ungenutzt in umgebende Flüsse eingeleitet. Mit den enormen Mengen die jährlich abgepumpt werden bietet sich ein beträchtliches Energiepotenzial, das zu 99 % unerschlossen ist. Alleine die zukünftigen sechs Wasserhaltungsstandorte an denen Grubenwasser gehoben wird bieten ein technisch erschließbares Potenzial von 800 GWh/a. Damit könnte ein Wärmebedarf von 125.000 Wohneinheiten gedeckt werden.

Das Projekt Grubenwasser-Ruhr hat sich zum Ziel gesetzt die Grubenwasserwärmepotenziale im Ruhrgebiet zu ermitteln und tragfähige Umsetzungskonzepte zur Nutzung der Grubenwasserwärme zu entwickeln.

## 2. Standortauswahl

Um die Potenziale der vielen ehemaligen Bergbaustandorte zu bestimmen findet zunächst eine Einordnung in Kategorien statt. Die Standorte werden in zukünftige Wasserhaltungen und Standorte mit Zugang zur Tiefe eingeordnet (siehe Abb. 1). Die größten energetischen Potenziale ergeben sich bei den zukünftigen Wasserhaltungen. Die Standorte mit Zugang zur Tiefe bieten ebenfalls eine Möglichkeit dem untertägigen Grubenwasser Wärme zu entziehen. Zur energetischen Potenzialbestimmung wurden einzelne Temperaturniveaus, Fördervolumenströme sowie der Grubenwasseranstieg nach dem Jahr 2020 simuliert.

Rund um die Standorte werden die Abnehmerstrukturen mithilfe von Gewerbesteckbriefen analysiert und Wärmebedarfe untersucht. Nach der Steinkohleförderung werden alte Bergbauflächen Umnutzungen unterzogen und neue Quartiere entstehen. Da bei Neubauten geringere Vorlauftemperaturen als bei älteren Heizsystemen im Gebäudebestand benötigt werden, kommen Wärmequelle und -senke hier in effizienter Weise zusammen.

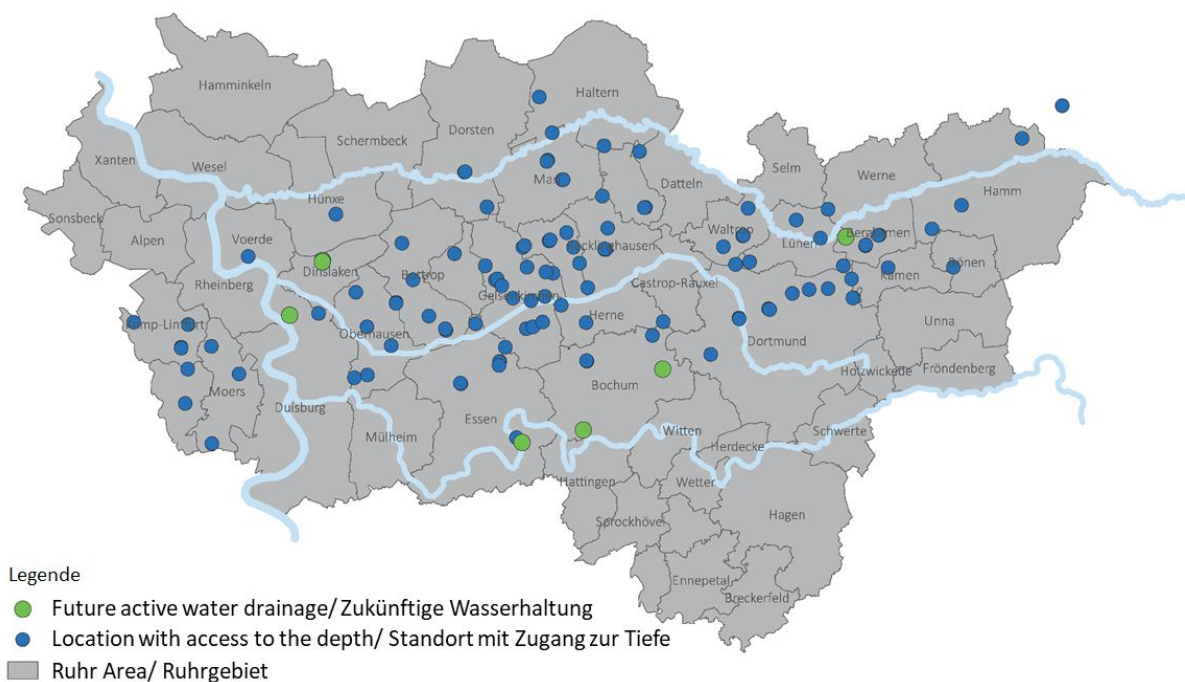


Abb. 1: Zukünftige Grubenwasserstandorte im Ruhrgebiet. Quelle: RUB

## 3. Technik

Die energetische Grubenwassernutzung beginnt bei der Erschließung der Quelle. Zunächst wird dem Grubenwasser mit Wärmetauschern die geothermische Energie entzogen. Hierbei ist zwischen aktiven Wasserhaltungen und Schächten mit Zugang zur Tiefe zu unterscheiden. Aktive Wasserhaltungen bieten einen direkten obertägigen Zugang zur Wärmequelle. Durch einen Wärmetauscher nahe des Schachtes kann dem Grubenwasser die Wärme entzogen und auf ein Wärmenetz übertragen werden. Standorte mit Zugang zur Tiefe bieten einen Zugang zum Grubenwasser. Ein Wärmeübertrager oder ein SONDENSYSTEM wird untertägig bis auf das Niveau

des Grubenwassers eingebracht. Über einen geschlossenen Kreislauf wird die Wärme aus der Grube bis an die Oberfläche gefördert.

Der Einsatz des Wärmetauschers zur Systemtrennung gewährleistet, dass Grubenwasser nicht mit anderen Komponenten im Netz in Verbindung gerät. Lange Betriebszeiten der Wärmetauscher werden durch die Materialauswahl erreicht. Erfahrungen an dem ehemaligen Zechenstandort Robert Müser haben gezeigt, dass sich spezielle Titanlegierungen dazu ideal eignen. Hier haben die Stadtwerke Bochum bereits eine Grubenwasserwärmenutzung über Heizzentralen realisiert. Ob eine Aufbereitung des Grubenwassers durch Filtration vor dem Wärmeübertrager notwendig ist, hängt von dem Chemismus und der Fracht des Grubenwassers ab. Sofern die Partikel im Grubenwasser unter der kritischen Korngröße der Wärmeübertrager liegen und gleichzeitig geringe Partikelgehalte vorliegen, muss keine Filteranlage eingesetzt werden.

#### 4. Kaltes Nahwärmenetz

Hinter dem Wärmeübertrager wird die Wärme in ein sogenanntes kaltes Nahwärmenetz (LowEx-Netz) gespeist. Dieses transportiert die Wärme zu den Abnehmern. Im Vergleich zu herkömmlichen Wärmenetzen unterscheiden sich kalte Nahwärmenetze im Temperaturniveau, der Temperaturspreizung und dem Material der Rohrleitungen. Weil mit geringen Netzvorlauftemperaturen von etwa 20 °C gefahren wird, wird eine Temperaturspreizung von 5 bis 10 °C gewählt. Die Rohre werden aus Polyethylen gefertigt, da aufgrund des geringen Temperaturniveaus und der Ergiebigkeit der Quelle keine Isolierung notwendig wird. An das kalte Nahwärmenetz werden die dezentralen Verbraucher angeschlossen. In jedem Gebäude passt eine Wärmepumpe das Temperaturniveau gemäß dem Bedarf an. Berechnungen zeigen, dass die Wärmepumpen bei den gewählten Vorlauftemperaturen bestmögliche Leistungszahlen erreichen wodurch sich eine sehr hohe Effizienz des Systems ergibt. So ist es möglich Baustandards nach KfW 40 ohne weitere Zusatzinstallationen in den Gebäuden zu erreichen. Abb. 2 zeigt das Prinzipschema des LowEx-Netzes.

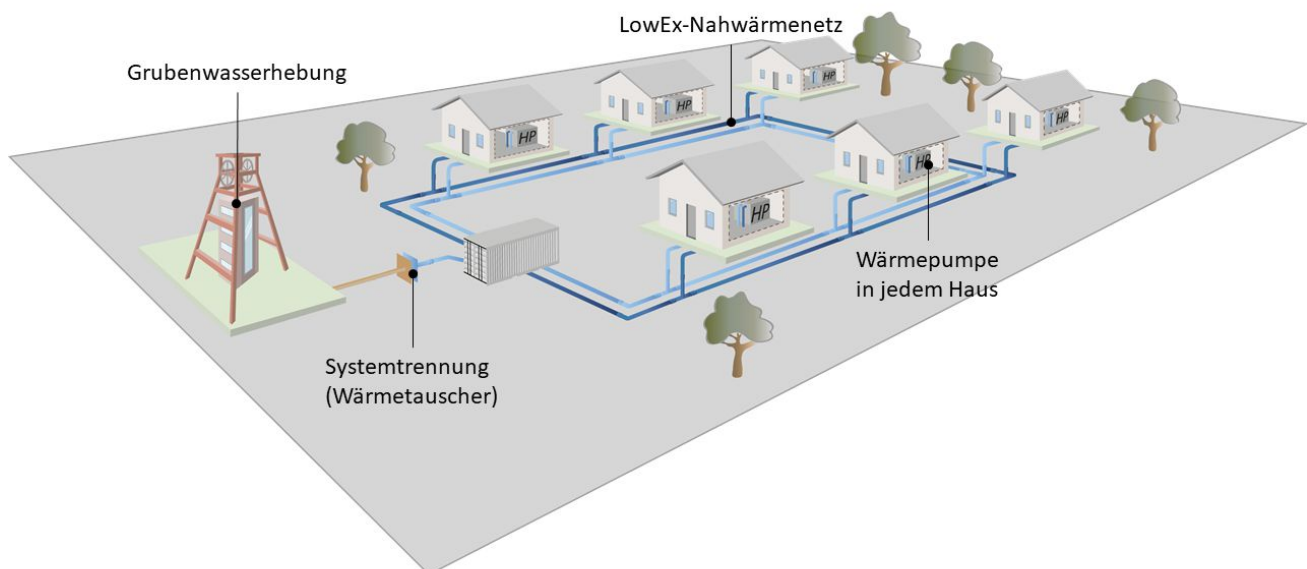


Abb. 2: Prinzip eines kalten Nahwärmenetzes mit Einkopplung von Grubenwasserwärme. Quelle: RUB

Mit Hilfe der Wärmepumpen ist es ebenfalls möglich zu kühlen. Es wird zwischen aktiver und passiver Kühlung unterschieden. Bei einer passiven Kühlung kann das 15 bis 30 °C warme Wasser aus dem kalten Nahwärmenetz direkt über Flächenheizungen oder Deckenkühlungen in der Wohnung verteilt und zur Kühlung eingesetzt werden ohne dabei die Wärmepumpe betreiben zu müssen. Sind geringere Temperaturen gefordert, lässt sich mit Hilfe kleiner technischer Modifikationen an der Wärmepumpe eine aktive Kühlung über die Wärmepumpe realisieren. In diesem Fall wird über eine veränderte Ventilstellung der Prozess umgekehrt und dem Gebäude durch Betrieb der Wärmepumpe Wärme entzogen.

## **5. Stand des Projektes**

Durch die umfassende Analyse des Ruhrgebiets wurden 21 Standorte mit hohem theoretischem Potenzial identifiziert. An drei dieser Standorte entstehen neue Energiebedarfe, wobei die Grubenwasserwärme die Möglichkeit zur umweltfreundlichen Versorgung dieser städtebaulichen Entwicklungen bietet.

In Bergkamen im nördlichen Ruhrgebiet soll am ehemaligen Bergwerk Haus Aden die Wasserstadt Aden entstehen. Zur Versorgung der Wasserstadt Aden wird ein neuartiges kaltes Nahwärmenetz priorisiert. Das 9 km lange Netz verbindet die Wärmeabnehmer mit der zentralen Wärmeauskopplung an der Grubenwasserhebungsstelle.

Am Standort Robert Müser in Bochum ist ein Gewerbegebiet entstanden, auf dem sich neue Gewerbe ansiedeln werden. Am Standort wurde bereits eine erste Nutzung von Grubenwasserwärme für Bestandsgebäude realisiert. Es bietet sich an, die geplanten Neubauten an die Grubenwassernutzung anzuschließen, da innerhalb der Wärmeauskopplung noch Leistungskapazitäten vorhanden sind.

Auf dem ehemaligen Kruppgrübel in Essen wird rund um den ehemaligen Schacht Amalie Essens' 51. Stadtteil unter dem Namen ESSEN 51 errichtet. Es soll Grubenwasser als Erdwärmequelle in einer Tiefe von ca. 850 bis 1.000 m über einen Wärmetauscher erschlossen werden. Hier wird das Grubenwasser nicht aktiv durch die RAG AG gehoben.

## **6. Ausblick**

Die erste Phase des Projektes Grubenwasser-Ruhr endet Anfang 2019. Im Rahmen einer anschließenden zweiten Phase sollen die erarbeiteten Konzepte an den drei Standorten umgesetzt und wissenschaftlich durch den Aufbau eines Prozessmonitorings begleitet werden. Durch die aktive Umsetzung der erarbeiteten Konzepte werden Erkenntnisse gewonnen, die eine großflächige Erschließung der Energie des Grubenwassers ermöglichen.

Der Ansatz kalter Nahwärmenetze verbindet bewährte technische Komponenten zu einem einzigartigen innovativen Gesamtkonzept. LowEx-Netze mit Temperaturen um 20 bis 30 °C sind derzeit einzigartig. Dieses Temperaturniveau eignet sich auf ideale Weise in Kombination mit konventionellen Wärmepumpen, die eine Niedertemperaturheizung versorgen. Da im Betrieb auf fossile Brennstoffe verzichtet werden kann, wird eine CO<sub>2</sub>-arme Wärmerversorgung erreicht. LowEx-Netze ermöglichen es die energetischen Potenziale des Grubenwassers zu nutzen und können somit einen Beitrag zur klimafreundlichen Energieversorgung leisten.

Lisa Altieri

Ruhr-Universität Bochum, Gebäude IC 2/175, Universitätsstraße 150, 44801 Bochum

[lisa.altieri@lee.rub.de](mailto:lisa.altieri@lee.rub.de)