



QUANTIFIZIERUNG DER THERMISCHEN UND
HYDRODYNAMISCHEN VORGÄNGE BEI DER
NUTZUNG DES ERDWÄRMEPOTENZIALS
VON GEFLUTETEN BERGBAUSCHÄCHTEN
AM BEISPIEL DES EDUARD-SCHACHTS, ALSDORF

Projektleiter: T. König, Energeticon gGmbH, Aachen

Schwerpunkt: Inwertsetzung der energetischen Nutzungspotenziale

Fördersumme: 103 Tsd. €

Förderdauer: 24 Monate

Kurzfassung der Projektergebnisse

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden die Betriebsdaten der Wärmepumpe sowie Temperaturmessungen an der Erdwärmesonde im Eduard-Schacht in Alsdorf aufgezeichnet. Im Laufe des Projekts wurde das DTS-Monitoring weiter ausgebaut. Zu Beginn des Projekts lagen die DTS-Temperaturen als unkorrigierte und teils unplausible Rohdaten vor. Im Rahmen des Projekts wurde das System angepasst und absolute Vergleichsmessungen durchgeführt. Dadurch war eine Korrektur der DTS-Temperaturen möglich.

Es wurden verschiedene Simulationsrechnungen durchgeführt, um die thermische Kapazität des Schachts zu bewerten. Für die Modellrechnungen wurde auf Untersuchungsergebnisse der vorangegangenen Forschungsprojekte sowie der im Laufe des Projekts aufgezeichneten Daten zurückgegriffen.

Die Simulationsrechnungen konnten nachweisen, dass im Vergleich zum aktuellen Nutzungsprofil erheblich größere Wärmemengen dauerhaft dem Untergrund entnommen werden können und die Sonde mit einer deutlich größeren Leistung betrieben werden kann. Die Berechnungen konnten eine mögliche jährliche Heizarbeit von mindestens 1 GWh für eine langfristige Nutzung nachweisen. Aufgrund von Konvektionsströmungen sowie der teilweisen Durchströmung des alten Bergwerkgebäudes ist davon auszugehen, dass auch größere Lasten nachhaltig dem Grubenwasser entzogen werden können. Zudem ist, im Vergleich zu einer konventionellen Erdwärmesonde, eine mehr als doppelt so große mögliche Entzugsleistung der Sonde zu erwarten.

Eine weitere Steigerung der Leistungsfähigkeit der Entzugsleistung kann beispielsweise durch die Verwendung größer dimensionierter Sonden oder durch den Einbau mehrerer Sonden in einem Schacht erreicht werden. Für künftige Projekte können so die Anfangsinvestitionen, die sich hier zu einem erheblichen Teil aus den Bohrkosten ergaben, auf größere Heizleistungen und eine größere Heizarbeit umgelegt werden. Vor diesem Hintergrund sind insbesondere die noch offenen oder nicht vollständig verfüllten Grubenschächte von besonderem Interesse. Alleine im Ruhrrevier gibt es nach LANUV (2018) über 80 ehemalige Bergwerksschächte, in denen bereits jetzt bzw. infolge des weiteren Grund- und Grubenwasseranstiegs zukünftig Wassersäulen mit einer Höhe von über 200 m zur Verfügung stehen. Da die Kosten des laufenden Betriebs maßgeblich durch die Stromkosten für die Wärmepumpe verursacht werden, können künftige Projekte hinsichtlich einer wirtschaftlichen Betriebsführung insbesondere für z.B. kommunale Energieversorger von Interesse sein, die solche Anlagen durch eigenen Strom kosteneffizienter betreiben könnten.

Mit dem installierten Messsystem besteht die Möglichkeit auch nach Abschluss dieses Forschungsvorhabens die Temperaturbedingungen im Schacht zu monitoren. Hierbei stehen jetzt zwei Messsysteme zur Verfügung. Mögliche Abkühlungen in der Wassersäule infolge einer stärkeren künftigen Nutzung der Wärmepumpe in den kommenden Heizperioden können durch das DTS-Monitoring an zwei Positionen im Schacht untersucht und bewertet werden. Durch die größere Entfernung des Hybridkabels von der Erdwärmesonde ist dieses nicht unmittelbar durch den Betrieb der Wärmepumpe beeinflusst. Dadurch können gegebenenfalls auftretende Temperaturänderungen des Grubenwassers unabhängig von der direkten Beeinflussung durch die Sonde untersucht werden. Auch Änderungen des Temperaturregimes im Schacht, die sich durch möglicherweise neue Strömungsverhältnisse infolge der vollständigen Flutung des Schachtes/Bergwerkgebäudes sowie durch Änderungen der Strömungsverhältnisse zu den benachbarten Abbaugebieten ergeben können, können künftig untersucht werden. Damit bildet das installierte Messsystem eine wichtige Basis für weitere Untersuchungen zum Verständnis des Temperaturregimes in gefluteten Altbergbau-bereichen.

Hier wird angeregt, weiterführende Studien durchzuführen, die vor allem einer Verifizierung und Verbesserung der Modelle dienen sollten. Hier könnten zum Beispiel vollnumerische Programme (Comsol oder ähnliche) zum Einsatz kommen, die eine vollständige physikalische Lösung der Strömungsverhältnisse im Schacht, den Strecken und der Sonde erlauben. Solche Modelle sind aufgrund ihrer extrem langen Rechenzeiten nicht geeignet, um Langzeitbetrachtungen durchzuführen, können aber als Referenzmodelle genutzt werden, um numerische, teilnumerische und analytische Simulationsprogramme zu verifizieren und die komplexen Strömungsbedingungen bei freier Wasserströmung mit vereinfachenden Algorithmen abzubilden. Damit könnten Berechnungswerkzeuge geschaffen werden, die zur schnellen und robusten Prognose der Temperaturentwicklung genutzt werden könnten und als Planungsgrundlagen zur Bewirtschaftung des unterirdischen Raumes in Altbergbaubereichen zum Einsatz kommen.

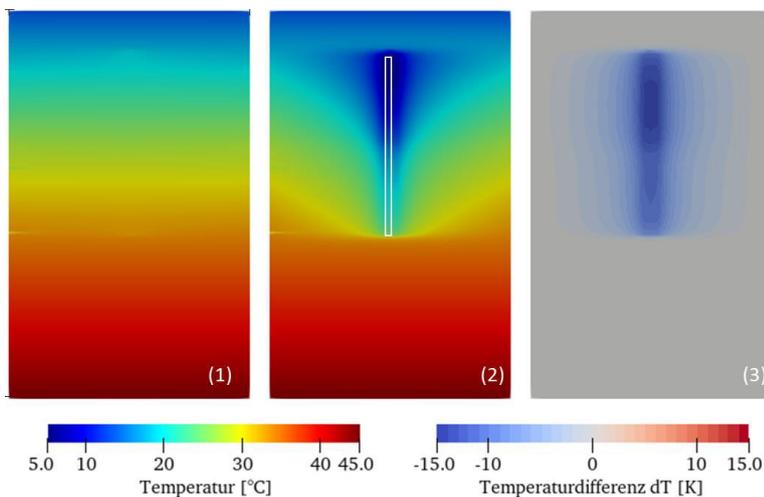


Abb. 1: Temperaturverteilung nach 30-jähriger Simulationszeit ohne Wärmeentzug (1), mit einer jährlichen Heizarbeit von 600 MWh (2) sowie Temperaturdifferenz der zwei Modelle (3)

Neben diesem zentralen Thema des Forschungsvorhabens zur Prognose und Kapazitätsabschätzung von Schächten ist zu erwähnen, dass DTS Kabel erfolgreich zum Monitoring des Grubenwasseranstieges eingesetzt werden können. Mit dem an der Sonde verbrachten Kabel konnte der Anstieg eindeutig nachgezeichnet werden. Das Grubenwasser hat zwischenzeitlich vermutlich den mit Beton verfüllten Bereich des Stahlrohrs der Sonde bzw. die Betonverfüllung des Schachts erreicht. Dadurch ergibt sich in den DTS-Daten an der Erdwärmesonde ein Temperatursprung, anhand dessen die Lage des Gruben- bzw. Grundwasserspiegels beobachtet werden kann. Es ist davon auszugehen, dass auch über das Hybridkabel in der Pegelleitung künftig der Anstieg des Grubenwasserspiegels beobachtet werden kann. Die DTS-Messungen in der Pegelleitung zeigen deutliche Temperaturunterschiede zwischen dem wasser- und luftefüllten Bereich. Unter der Annahme, dass die Pegelleitung hydraulisch mit dem Gebirge gekoppelt ist, ist auch ein Monitoring des Grubenwasserspiegels über die DTS-Messungen in der Pegelleitung möglich.

Ausführlicher Abschlussbericht des Projekts

Der vollständige Abschlussbericht des Projekts auf der Webseite des *Forums Bergbau und Wasser* zu finden.