

CAP und GrEEN - Nutzung von Erdwärme aus stillgelegten Bergwerken des Aachener Reviers im Rahmen der EuRegionale 2008

Peter Rosner¹⁾, Michael Eßers²⁾, Michael Heitfeld¹⁾, Thomas Hofmann³⁾

¹⁾ Ingenieurbüro Heitfeld-Schetelig GmbH, ²⁾Wirtschaftsförderungsgesellschaft Kreis Aachen mbH (WFG),
³⁾ EBV GmbH

Keywords: Erdwärme, Bergwerk, Grubenwasser, Stilllegungsbereich, Schacht, Dublette, Einzelsonde, Wärmepumpentechnik, EuRegionale.

Zusammenfassung

Im Aachener Revier wurde die Steinkohlengewinnung im Jahre 1992 eingestellt; zur Zeit erfolgt der Grubenwasseranstieg auf einer Fläche von rd. 250 km².

In den aufgelassenen und gefluteten Bergwerken steht ein großes Wasservolumen mit Temperaturen > 20 °C für eine Erdwärmegewinnung zur Verfügung. Über die Ergebnisse einer Machbarkeitsstudie im Aachener Revier sowie die Planungen der Stadt Baesweiler (CAP - CarlAlexanderPark) und der Stadt Alsdorf (GrEEN - Grubenwasserenergie für das ENERGETICON) zur Nutzung des Grubenwasserreservoirs über vorhandene Schächte wird berichtet. Hier sind von den beiden Kommunen Pilotprojekte vorgesehen, die auch für die weitere Entwicklung von Erdwärmeprojekten in zukünftigen Stilllegungsbereichen in NRW (u.a. Ruhrrevier) wichtige Planungsgrundlagen liefern sollen.

1. Energie- und wirtschaftspolitischer Rahmen

Vor dem Hintergrund der weltweiten energiepolitischen Entwicklung muss für die künftige Energieversorgung die dezentrale Erdwärmennutzung als wichtiger Bestandteil einer zukünftigen, verstärkt auf regenerativen Energiequellen aufbauenden Primärenergieversorgung betrachtet werden. Im Unterschied zu zahlreichen anderen regenerativen Energiearten wie z.B. Sonne oder Wind, ist die Erdwärme ständig verfügbar und damit auch grundsätzlich wirtschaftlicher einsetzbar.

In Nordrhein-Westfalen nimmt die Gewinnung regenerativer Energien aus gefluteten Bergwerken im Hinblick auf den Strukturwandel bei der Stilllegung ganzer Steinkohlenreviere einen besonderen Stellenwert ein (vgl. GRIGO ET AL., 2007). Das Anfang der 1990er Jahre stillgelegte Aachener Steinkohlenrevier spielt nicht nur hinsichtlich der Abwicklung der Stilllegungsmaßnahmen und der sicherheitlichen Gestaltung des Grubenwasseranstiegs eine wichtige Vorreiterrolle für andere Steinkohlenreviere. Auch im Hinblick auf die Nachfolgenutzung stillgelegter Steinkohlenbergwerke sollen hier neue zukunftsfähige Konzepte entwickelt werden, die über die Grenzen des Aachener Reviers hinaus, insbesondere im Ruhrgebiet, angewendet werden können. Entsprechende Vorhaben haben derzeit international Modellcharakter.

2. Technische Konzeption

Stillgelegte Steinkohlenbergwerke beinhalten in den unterschiedlichen Tiefenniveaus ein großes Reservoir Warmwasser (Abb. 1). Die im Aachener Revier über die noch vorhandenen Schächte in den stillgelegten Steinkohlenbergwerken aufgeschlossenen großen Warmwassermengen im mittleren Temperaturbereich zwischen 20 und 30 °C sollen unter Einsatz von Wärmepumpen für die Wärmeversorgung von Gebäuden im näheren Schachtumfeld genutzt werden. Das abgekühlte

Wasser soll über einen Infiltrationsbrunnen wieder in den Untergrund, und zwar wieder in das Karbongebirge, zurückgeführt werden (Dubletten-System). Diese Rückführung in das Karbongebirge ist nach dem derzeitigen Kenntnisstand aus wasserrechtlicher Sicht erforderlich; das Grubenwasser ist z.T. stark mineralisiert und kann nicht in Vorfluter oder wasserwirtschaftlich relevante Grundwasservorkommen im Deckgebirge eingeleitet werden. Alternativ kann eine Nutzung des abgekühlten Grubenwassers als Brauchwasser untersucht werden.

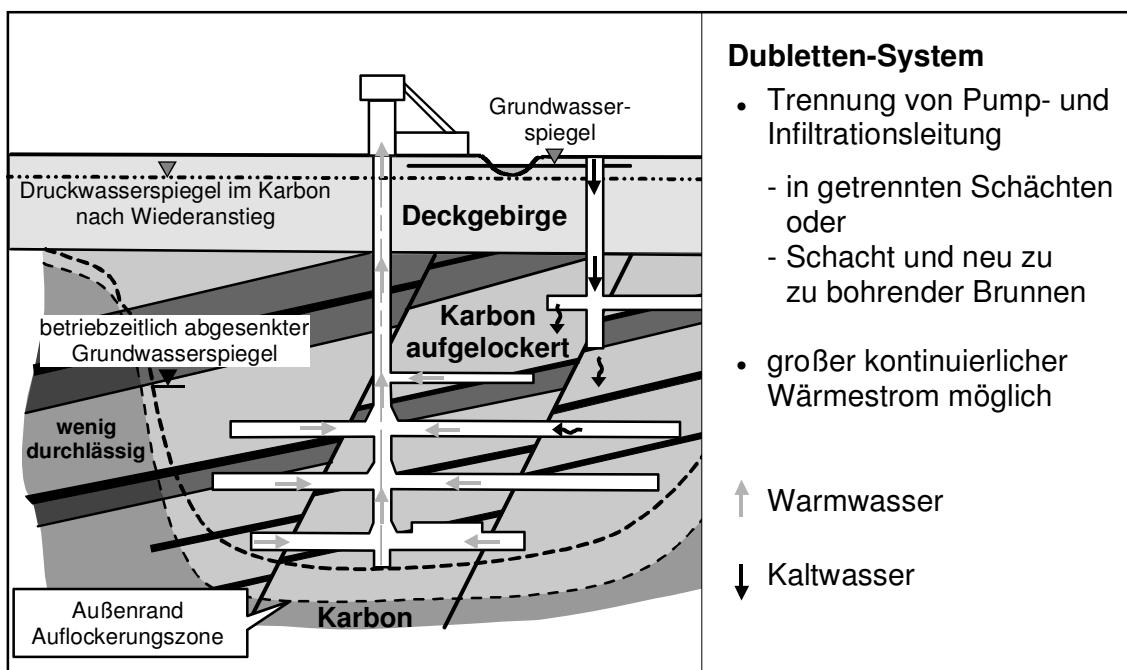


Abb. 1: Schematisches Bergwerk mit Förderschacht- und Infiltrationsbrunnen, Wärme-/Wasserkreislauf im Dubletten-System

In einer noch offenen stehenden Schachtröhre ist auch der Einsatz von Einfach-Sonden denkbar; diese können aber das Potenzial des an den Schacht angeschlossenen Warmwasserreservoirs nicht voll ausnutzen.

Im Aachener Revier sind zahlreiche Schächte bei der Stilllegung durch den ehemaligen Bergbaubetrieb (EBV GmbH) so ausgerüstet worden, dass heute über ausreichend bemessene Leitungen noch Zugang zu den Hauptförderstrecken und damit zum Wärmepotenzial des Grubengebäudes besteht. Da die bergbauliche Wasserhaltung hier endgültig eingestellt ist, besteht für die zu errichtenden Anlagen, anders als bei der Nutzung des Grubenwassers der Wasserhaltungen aktiver Bergwerke, eine langfristige Betriebssicherheit. Der Rohstoff Erdwärme ist dadurch bereits optimal aufgeschlossen, die Kosten und Risiken einer Aufschlussbohrung entfallen.

Im Rahmen der Umstrukturierung der ehemaligen Betriebsflächen des Steinkohlenbergbaus bietet sich an verschiedenen Standorten des Aachener Reviers die günstige Gelegenheit, eine ErdwärmeverSORGUNG frühzeitig in die Bebauungsplanung einzubinden.

3. Ergebnisse der Machbarkeitsstudie

In dem 1992 stillgelegten Aachener Steinkohlenrevier wurden im Jahre 2004 durch die EBV GmbH als ehemaliger Bergbaubetriebende erste Untersuchungen zur Überprüfung der Möglichkeiten für eine thermische Nutzung des in den stillgelegten Steinkohlenbergwerken anstehenden Grubenwassers unter Nutzung der noch vorhandenen Zugänge zum Grubengebäude über die gesicherten Schächte initiiert.

Die im Rahmen der Machbarkeitsstudie durchgeföhrten Grundlagenuntersuchungen umfassten u.a. vor Ort-Untersuchungen zur Ermittlung von Temperatur und elektrischer Leitfähigkeit des in den Schächten zusitzenden Grubenwassers sowie Laboruntersuchungen zur Ermittlung repräsentativer Werte für die erforderlichen gesteinsphysikalischen Parameter (s. CLAUSER ET AL., 2005).

Modellrechnungen zeigen für einen geplanten Wohnpark mit 70 Wohneinheiten (Jahresheizenergiebedarf von 450 MWh bei einer Spitzenleistung von 420 kW) sowie der im Eduard-Schacht in Alsdorf angetroffenen Temperaturverteilung, dass für eine Betriebsdauer von 30 Jahren eine weitgehend konstante Wärmemenge gefördert werden kann und eine Versorgung des Wohnparks mit Erdwärme für Heizzwecke aus geophysikalischer Sicht sichergestellt ist. Darüber hinaus wurde das insgesamt in den Grubengebäuden der östlichen Wasserprovinz nutzbare Erdwärmepotenzial überschlägig mit 4,6 MW abgeschätzt. Ökonomische Betrachtungen ergaben, dass wirtschaftliche Betriebsbedingungen insbesondere dann erreicht werden können, wenn das über einen Schacht erschlossene Wärmepotenzial möglichst weitgehend ausgenutzt werden kann. Dies setzt entsprechende Abnehmer im näheren Umfeld der Förderstelle voraus.

4. Genehmigungsrechtliche Randbedingungen

Die Aufsuchung und Gewinnung von Erdwärme über stillgelegte Bergwerke erfordert eine bergrechtliche Zulassung gemäß §§ 7, 10, 11 und 16 BergG; auch für die spätere Gewinnung ist eine bergrechtliche Zulassung erforderlich. Für das Aachener Steinkohlenrevier wurden in den Jahren 2004 und 2005 an die EBV GmbH vier Konzessionen zur Aufsuchung von Erdwärme mit einer Gesamtfläche von rd. 81 km² verliehen. Diese Konzessionen bilden die genehmigungsrechtliche Grundlage auch für die Ausführung der geplanten Pilotprojekte.

5. Pilotprojekte

Im Rahmen der Aufsuchungsuntersuchungen für die Erdwärmekonzessionen im Aachener Revier gab es seitens der EBV GmbH intensive Bemühungen für die Realisierung eines Pilotprojektes zur Erdwärmegewinnung an verschiedenen Schachtstandorten des Aachener Reviers. Die entwickelten Projektideen scheiterten zunächst im Wesentlichen an dem vergleichsweise hohen Kostenrisiko und der mangelnden Wirtschaftlichkeit gegenüber herkömmlichen Energieträgern. Dies ist im Wesentlichen dadurch begründet, dass sich die vergleichsweise hohen Investitionskosten erst über längere Zeiträume amortisieren und ein erheblicher Anteil der Investitionen noch in die Erforschung von Wirkungszusammenhängen in einem stillgelegten Bergwerk sowie die Entwicklung einer auf die Grubenwasserförderung angepassten Anlagentechnik fließt.

Für das benachbarte Südlimburger Steinkohlenrevier (NL) wurde im Jahre 2002 durch die Stadt Heerlen ein Forschungsprojekt zur Untersuchung und Demonstration der Nutzungsmöglichkeiten des Grubenwassers für die Gewinnung geothermischer Energie initiiert, das sogenannte „Minewater Project“ (Abb. 2). Das von der Europäischen Union im Rahmen des Programms Interreg IIIB NWE geförderte Projekt sieht in Heerlen die Gewinnung von Erdwärme aus Grubenwasser mit einer

Gesamtleistung von etwa 5 MW vor; hier sollen Wohn- und Geschäftsgebäude geheizt und im Sommer auch gekühlt werden (minewater project, 2008).

Innerhalb des „Minewater Projects“ konnten unter Federführung der Wirtschaftsförderungsgesellschaft Kreis Aachen mbH im Rahmen einer Vorstudie auch weitergehende Grundlagenuntersuchungen in dem hydraulisch mit dem Südlimburger Revier verbundenen westlichen Teil des Aachener Revier durchgeführt werden. Neben den unmittelbaren Ergebnissen der deutschen Vorstudie konnten aus der Mitarbeit in dem „Minewater Project“ wichtige Erkenntnisse für die Realisierung eines deutschen Pilotprojektes gewonnen werden.

Auf der Grundlage dieser Erfahrungen wurde auf Initiative der Städte Alsdorf und Baesweiler in Zusammenarbeit mit der Wirtschaftsförderungsgesellschaft Kreis Aachen mbH und der EBV GmbH in den Jahren 2008/2009 zwei Pilotprojekte zur Erdwärmegewinnung aus Grubenwasser im Rahmen von Projekten der EuRegionale 2008 entwickelt. Kernpunkt der Pilotprojekte „CAP“ - CarlAlexanderPark und „GrEEN“ - Grubenwasser-Erdwärme für das ENERGETICON ist die Wärmeversorgung von Gebäudekomplexen an ehemaligen Zechenstandorten in Alsdorf und Baesweiler, die im Rahmen der EuRegionale 2008 einer Nachnutzung zugeführt werden sollen. Diese Pilotvorhaben können nur mit Unterstützung des Landes Nordrhein-Westfalen realisiert werden; entsprechende Förderanträge wurden beim Wirtschaftsministerium des Landes Nordrhein-Westfalen eingereicht.

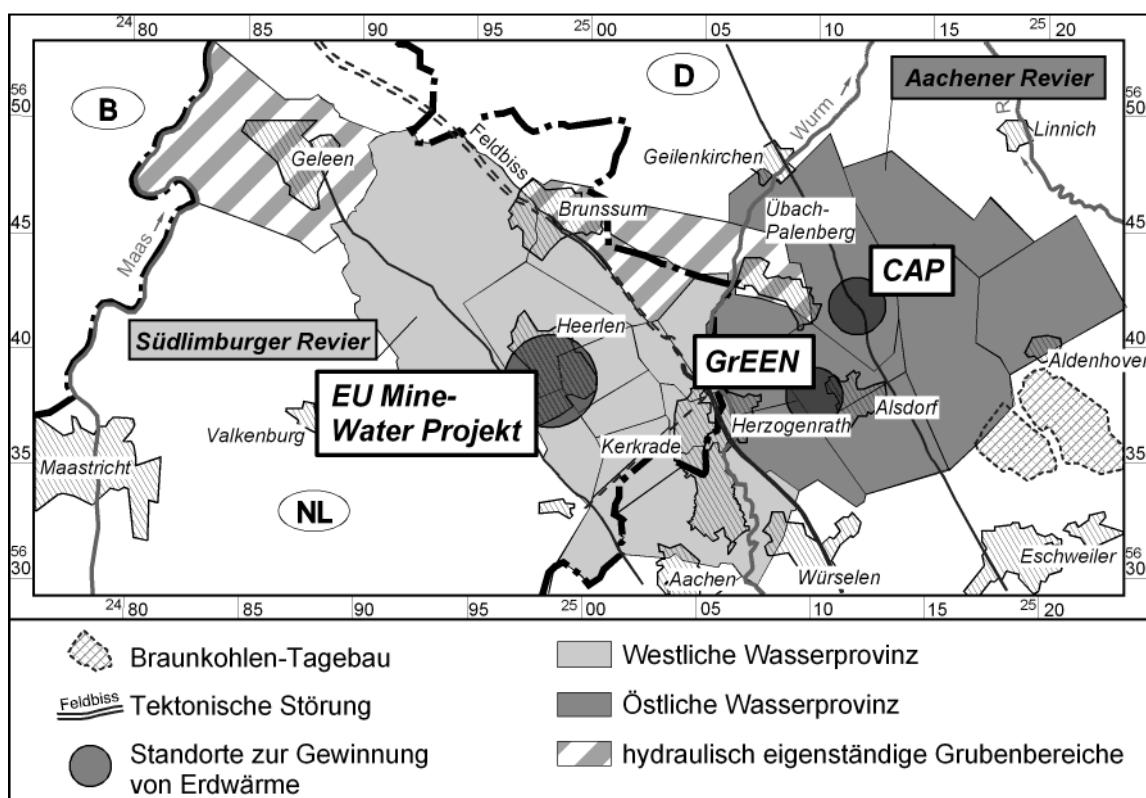


Abb. 2: Übersicht Aachener und Südlimburger Steinkohlenrevier mit Projektstandorten zur Erdwärmennutzung aus Grubenwasser

5.2 Projektskizze „GrEEN“ - Grubenwasser-Erdwärme für das ENERGETICON

Auf dem Gelände der ehemaligen Grube Anna in Alsdorf wurde im Rahmen der EuRegionale 2008 auf einer Fläche von rd. 4 ha mit dem Aufbau des ENERGETICON als erstem und einzigartigem Energiezentrum in der Euregio Maas-Rhein begonnen (Abb. 3); das ENERGETICON wird in den nächsten Jahren in Zusammenarbeit mit dem Landschaftsverband Rheinland komplettiert.

Das ENERGETICON soll das Thema „Energie gestern, heute und morgen“ an geschichtsträchtiger Stätte, einem früheren Zentrum der Steinkohlenförderung im Aachener Revier, präsentieren und erlebbar machen. Eine ständig wechselnde Ausstellung wird den Besucher von den geologischen Ursprüngen unseres Sonnensystems über fossile Brennstoffe und regenerative Energien bis hin zu zukunftsweisenden Energieträgern führen. Erläutert werden allgemein verständliches Grundlagenwissen ebenso wie spezielle Aspekte der Energieumwandlung und Auswirkungen des Energieverbrauchs als außerschulischer Lernort. Auch die Energiewirtschaft soll hier ein Forum finden. Dazu werden neben einem alten Wasserturm vor allem die bereits sanierten ehemaligen Betriebsgebäude (das Fördermaschinenhaus, das Kauengebäude sowie die alte Schmiede) genutzt werden. Ziel des Projektes GrEEN ist hier die Nutzung des auf dem ENERGETICON-Gelände gelegenen Eduard-Schachtes für eine moderne und nachhaltige Form der Energiegewinnung zur Wärmeversorgung des ENERGETICONs und benachbarter Gebäude.

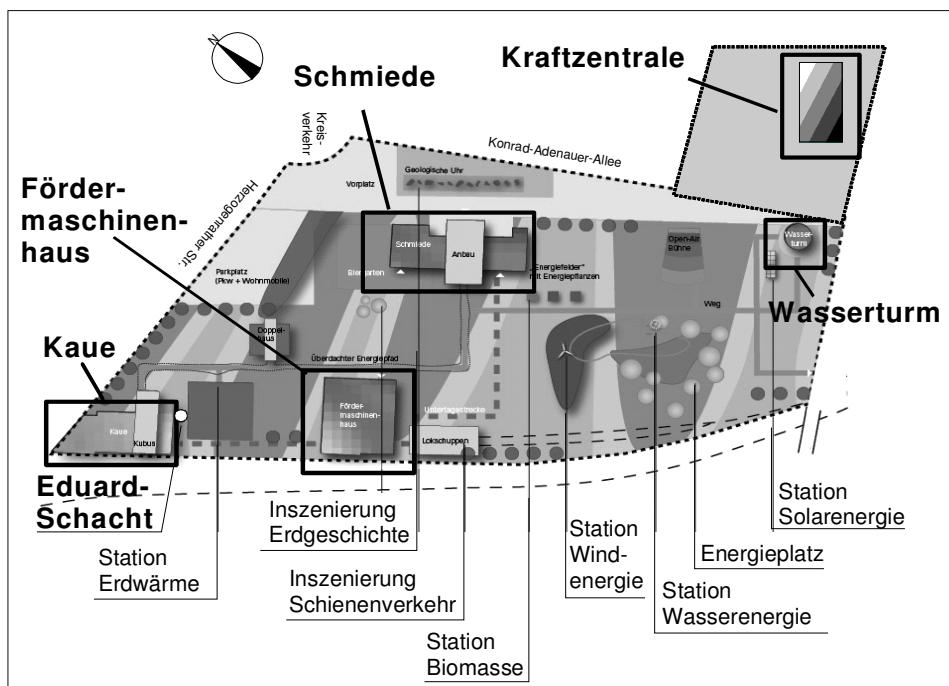


Abb. 3: Übersichtslageplan ENERGETICON-Gelände

Im Rahmen des Pilotprojektes GrEEN soll das Konzept der Gewinnung von umweltfreundlicher Erdwärme aus Grubenwasser an dem Eduard-Schacht entwickelt, erprobt und optimiert werden. Da es sich bei dem Eduard-Schacht um einen der Hauptwasserhaltungsschächte im Aachener Steinkohlenrevier handelt, ist ein umfangreiches Streckennetz im Schachtaumfeld vorhanden. Der etwa 890 m tiefe Schacht wurde Anfang der 1990er Jahre durch Einbau einer Bühne gesichert und mit Rohren ausgerüstet; unterhalb der Bühne steht der Schacht auf einer Länge von rd. 740 m offen

(Abb. 4). Das Grubengebäude ist bis zur tiefsten Sohle (860 m-Sohle) an den Schacht angeschlossen.

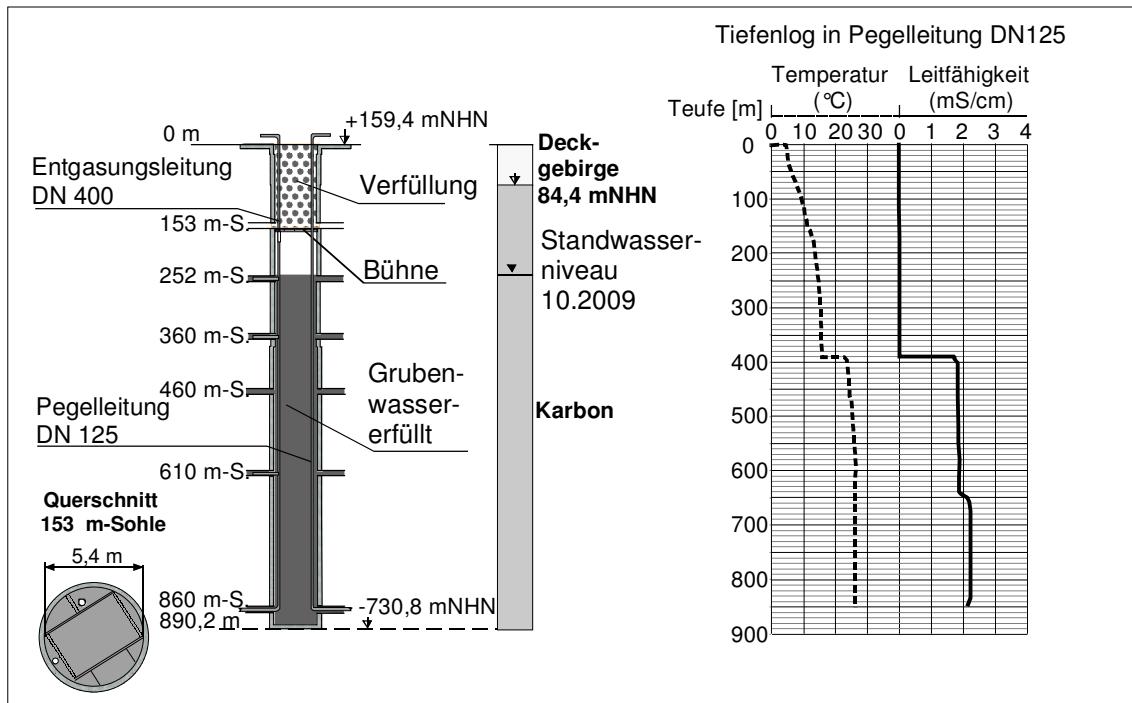


Abb. 4: Aufbau Eduard-Schacht und Ergebnis eines Tiefenlogs

Das Grubenwasser steht derzeit (Stand 10.2009) bei rd. -80 mNHN, das heißt rd. 240 m unter Gelände, und steigt mit etwa 25 m/Jahr an. Die Qualität des Grubenwassers ist mit einer elektrischen Leitfähigkeit von etwa 2.000 µS/cm und einer Temperatur von rd. 25 °C nach derzeitiger Einschätzung für die geplante Nutzung geeignet.

Bei diesen insgesamt günstigen Standortbedingungen ist sowohl eine Einfach-Sonde als auch ein Dubletten-System zur Gewinnung von Erdwärme denkbar; die kurz-, mittel- und langfristigen Entwicklungspotenziale bei den Einfach-Sonden sollen aufgezeigt und eine Wirtschaftlichkeits- und Risikobetrachtung unterschiedlicher Gewinnungsmethoden durchgeführt werden. Auch bei den Wärmetauschern und den wärmeisolierten Rohren werden der Stand der Technik und die Entwicklungspotenziale aufgezeigt, so dass auch hiermit eine Optimierung der Wirtschaftlichkeit erreicht werden kann.

Das Versorgungskonzept für das ENERGETICON sieht eine Entnahme der Wärme aus dem Grubenwasser über Wärmetauscher vor (Abb. 5). Eine Wärmepumpe liefert das warme Wasser, welches über einen Pufferspeicher und Nahwärmeleitungen zu den Gebäuden transportiert wird. Hier wird die Wärme für die Beheizung der Gebäude (erforderliche Heizleistung rd. 430 kW, Wärmebedarf rd. 570 MWh) eingesetzt. Optional und gegebenenfalls zur Deckung von Spitzenlasten wird der Einsatz eines Holzheizkessels erwogen.

Hinsichtlich des Einsatzes der Wärmepumpen ist eine Anpassung an die Randbedingungen der Grubenwassernutzung erforderlich. Der Einsatz von Wärmepumpen im Bereich der Grubenwassernutzung bei einem mittleren Temperaturniveau zwischen 25 und 30 °C weicht von den bisher bekannten Einsatzbereichen von Wärmepumpen (bei Erdsonden bis max. 20 °C) ab.

Angesichts des hohen Pumpstrombedarfs für die Gewinnung der Erdwärme wird angestrebt, das Grubenwasser um mindestens 10 bis 15 K abzukühlen. Bei Veränderungen der Temperatur- und Druckverhältnisse sowie durch Sauerstoffzufuhr kann es in dem stärker mineralisierten Grubenwasser zu Ausfällungs- und Oxidationsvorgängen kommen; möglicherweise kann diese Problematik durch den Einsatz von derzeit noch im Entwicklungsstadium befindlichen Druckrohrwärmetauscher gelöst werden.

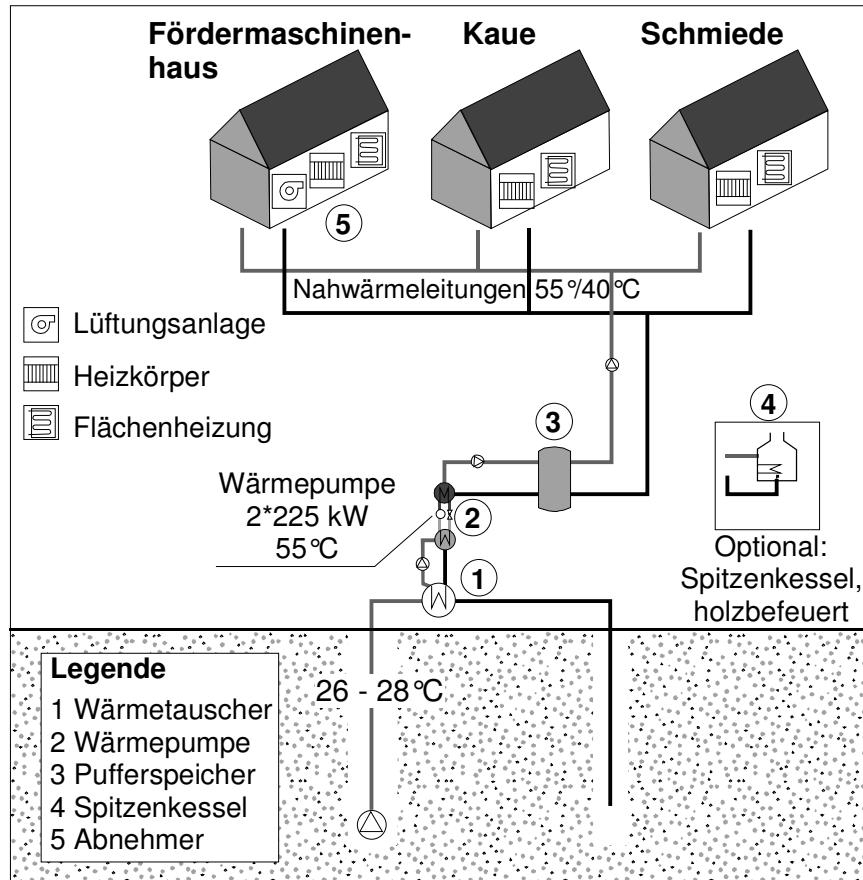


Abb. 5: Schematisches Versorgungskonzept Projekt GrEEN

Im Rahmen des Pilotprojektes sollen zunächst in einer Vorbereitungsphase die anlagentechnischen Randbedingungen verschiedener Gewinnungsmöglichkeiten und Wärmetauschertechniken überprüft werden bevor dann in einer weiteren Phase konkrete Untersuchungen im Schacht (u.a. Instandsetzungsarbeiten, Pumpversuche) durchgeführt werden. Bei positivem Ergebnis werden konkrete Planungsarbeiten für die Errichtung einer Pilotanlage mit Infiltrationsbohrung, Leitungsnetz sowie Wärmetauscher und Wärmepumpe durchgeführt. Das Projekt schließt mit einem mehrmonatigen Probetrieb der Pilotanlage ab.

Bei positiven Untersuchungsergebnissen sollen gegebenenfalls noch weitere Abnehmer angeschlossen werden.

5.2 Projektskizze „CAP“ - Technologie Forum CarlAlexanderPark

Ziel des EuRegionale-Projektes CarlAlexanderPark ist die Wiederinwertsetzung und städtebauliche Integration der insgesamt rd. 80 ha großen Zechenbrache Carl-Alexander am Stadtrand von Baesweiler mit Entwicklung eines innovations- und technologieorientierten Standorts, auf dem neue, zukunftsorientierte Arbeitsplätze entstehen können.

In der ersten Projektphase wurden hierzu bereits die Halde und das Haldenvorgelände freizeit- und naherholungsbezogen beplant und die besondere Attraktivität des Standortes mit zahlreichen Maßnahmen entwickelt. In der zweiten Projektphase sollen nun auf dem Haldenvorgelände auf einer Fläche von rd. 10 ha die zukunftsorientierte Weiterentwicklung des CarlAlexanderParks erfolgen und forschungs- und entwicklungsintensive kleine und mittelständische Unternehmen angesiedelt werden (Abb. 6).

Das Gesamtkonzept dieses EuRegionale-Teilprojektes „Technologie Forum CarlAlexanderPark (CAP)“ besteht im Kern aus drei zentralen Komponenten, die sich in der Umsetzung synergetisch ergänzen und auf diese Weise die besondere Qualität des Ansatzes ausmachen:

1. Realisierung eines nachhaltigen Technologie-Areals für forschende und entwickelnde Unternehmen aus dem High-Tech Bereich mit einem innovativen Energiekonzept auf einer Zechenbrache und damit im Kontrast zu einer Kohlehalde, die als Naherholungsgebiet umgestaltet wurde.
2. Etablierung eines technologiebasierten Lasertechnik- und Life Science-Clusters (Technologie Forum CarlAlexanderPark), verknüpft mit dem Aufbau wirtschaftsnaher Technologie- und Forschungsinfrastruktur und einer nachhaltigen rationellen Energienutzung.
3. Erarbeitung und praktische Anwendung eines gemeinsamen Energieeffizienz-Konzeptes für die geplanten Gebäude, unter Berücksichtigung der spezifischen Nutzungen und speziellen Anforderungen der Cluster-Unternehmen.

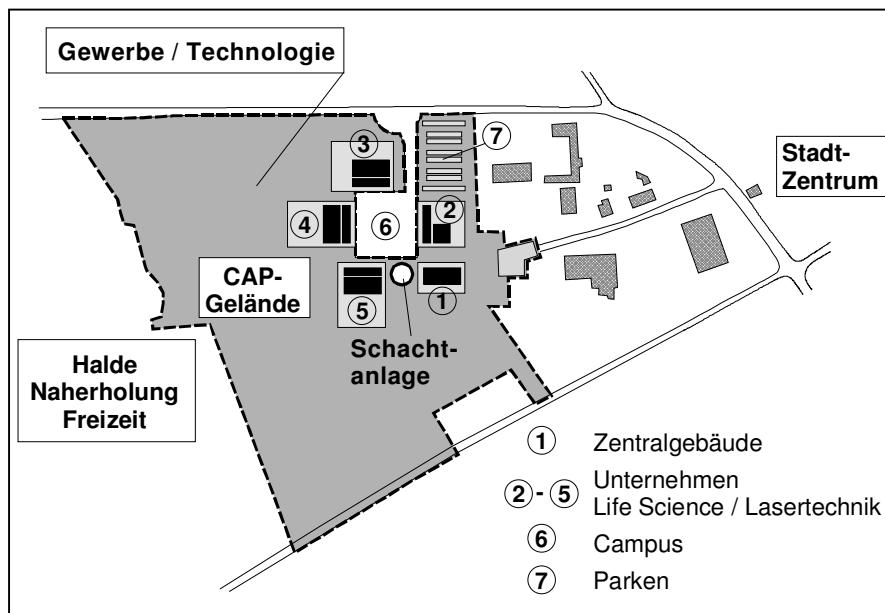


Abb. 6: Übersichtsplan „Technologie Forum CarlAlexanderPark“ (CAP)

Die nachhaltige Nutzung von Abfallprodukten der Energieerzeugung von „gestern“ soll hier mit einem innovativen und ebenso nachhaltigen Energiekonzept von „morgen“ kombiniert werden. Für die Öffentlichkeit soll der Wandel hin zu einer Energiestrategie, bestehend aus Energieeffizienz und der Nutzung von regenerativen Energien, plakativ demonstriert werden. Dabei steht im Vordergrund, dass die Demonstration nicht theoretischer Natur ist, sondern unmittelbar in einem Technologiepark realisiert wird, in dem sich Firmen ansiedeln, die sich ebenso mit Technologien von „morgen“ beschäftigen. Synergie zwischen den Unternehmen und Synergie für das Energiekonzept sollen durch eine zentrale Energieversorgung realisiert werden.

Die Lage des ehemaligen Schachtes der Grube Carl-Alexander in einem Revitalisierungsbereich der ehemaligen Betriebsfläche des stillgelegten Bergwerks bietet die günstige Gelegenheit, die in diesem Bereich geplanten Baumaßnahmen frühzeitig an eine entsprechende ErdwärmeverSORGUNG anzubinden.

Der rd. 890 m tiefe Schacht 2 der ehemaligen Grube Carl-Alexander wurde 1993 durch Vollverfüllung gesichert. In der Schachtfüllsäule ist eine Entgasungsleitung DN 300 eingebaut, die an die 545 m-Sohle und die 625 m-Sohle angeschlossen ist (Abb. 7).

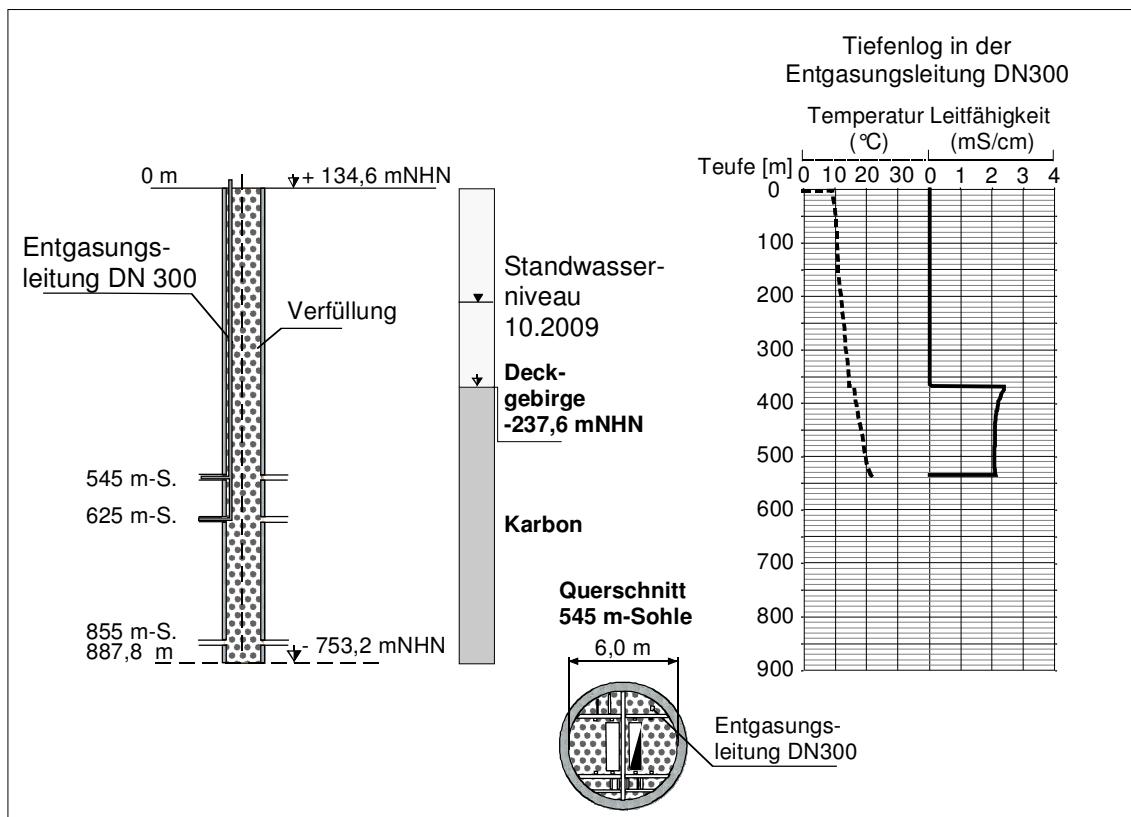


Abb. 7: Aufbau Schacht 2 Carl-Alexander und Ergebnis eines Tiefenlogs

Über die hydraulische Leistungsfähigkeit dieser Sohlanschlüsse liegen bisher keine konkreten Erkenntnisse vor. Bei dem Schacht selbst muss damit gerechnet werden, dass das unmittelbar angeschlossene Grubengebäude hier deutlich geringer umfänglich ist als beim Eduard-Schacht. Wasserqualität und Temperaturniveau stimmen etwa mit den Verhältnissen am Eduard-Schacht überein; der Grubenwasseranstieg erfolgt in beiden Schächten auf einem einheitlichen Niveau.

Hinsichtlich der Energieversorgung aus dem Schacht wird das CAP zunächst als Keimzelle betrachtet über die hinaus Anschlussmöglichkeiten für eine Erdwärmeanlage im näheren Projektumfeld entwickelt werden sollen (z.B. Gewerbegebiet).

Der Schwerpunkt der Untersuchungen liegt beim Schacht 2 der ehemaligen Grube Carl-Alexander zunächst in der Entwicklung eines Gebäude- und Energiekonzeptes sowie der grundsätzlichen Klärung der bergbaulichen und geologisch-hydrogeologischen Randbedingungen für die Realisierung einer Erdwärmegewinnung am konkreten Standort unter den Randbedingungen des verfügbaren Schachtausbau. In dieser ersten Phase muss sich zeigen, ob das Projekt mit Aussicht auf Erfolg weiter geführt werden kann. Dann sind in den weiteren Phasen zunächst u.a. Pumpversuche und schließlich die Realisierung einer Pilotanlage vorgesehen. Dabei ist auch die Frage einer wechselseitigen Beeinflussung der Projekte - „CAP“ und „GrEEN“ - zu untersuchen.

6. Ausblick

Obwohl an beiden der geplanten Pilotprojektstandorte im Aachener Revier die Thematik der Grubenwassergeothermie aufgenommen wird, handelt es sich nicht um redundante Projekte; vielmehr weisen beide Projekte divergierende Ansätze auf. In Kombination beider Ansätze können nahezu alle weiteren Anwendungen im Rahmen von Grubenwassernutzungen an Standorten in NRW und darüber hinaus abgedeckt und somit als Best-Practice-Beispiel bei zukünftigen Nutzungen herangezogen werden.

Die Projektlaufzeit ist für 2010 bis 2012 vorgesehen. Die Gesamtergebnisse der Untersuchungen an den beiden Standorten - Konzeption der Erdwärmegewinnung, Entwicklungspotenziale bei Sonden und Wärmetauschern, Anforderungen an die Infiltrationsbohrung und die Infiltration selbst, Optimierung der Gesamteffizienz, Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden in einem Handbuch dokumentiert. Dieses Handbuch kann dann als best-practice guide für weitere Anwendungsfälle in Nordrhein-Westfalen, z.B. im Ruhrgebiet, verwendet werden.

7. Danksagung

Für die Bereitstellung der Projektunterlagen und -daten zur Veröffentlichung danken wir den Projekträgern, den Städten Alsdorf und Baesweiler, sowie den Ingenieurbüros inco GmbH, Aachen, und VIKA INGENIEUR GmbH, Aachen.

Quellenangaben

CLAUSER, C., HEITFELD, M., ROSNER, P., SAHL, H. & SCHETELIG, K. (2005): Beispiel Aachener Steinkohlenrevier - Nutzung von Erdwärme in aufgelassenen Bergwerken.- In Zeitschrift „Beratende Ingenieure“ des VBI, Heft 06/2005, S. 14 - 17, 4 Abb.; Verlagsgruppe Wiederspahn, Berlin.

GRIGO, W., HEITFELD, M., ROSNER, P. & WELZ, A. (2007): Ein Konzept zur Überwachung der Auswirkungen des Grubenwasseranstiegs im Ruhrgebiet.- 7. Altbergbau-Kolloquium, S. 250 - 269, 10 Abb.; Freiberg.

HEITFELD, M., ROSNER, P., SAHL, H. & SCHETELIG, K. (2006): Nutzung aufgegebener Tagesschächte des Steinkohlenbergbaus für die Gewinnung von Erdwärme - Ergebnisse einer Machbarkeitsstudie für das Aachener Revier. - Zeitschrift Glückauf, Heft 10, S. 432 - 438, 7 Abb.; Essen.

INGENIEURBÜRO HEITFELD-SCHETELIG GMBH (10.10.2008): Report on the results of the Wfg mbH Pre-Investment Study for the EU MINEWATER Project funded as Part of the INTERREG IIIB NWE Programme.- Final report on behalf of Wfg Kreis Aachen mbH, Aachen, 54 S., 5 Abb., 2 Tab., 5 Anh.; Aachen.

Minewater project (2008): Mine water as a renewable energy resource - An information guide based on the Minewater Project and the experiences at pilot locations in Middleothian and Heerlen.- 39 S.; Heerlen.

ROSNER, P., DEMOLLIN-SCHNEIDERS, E. & HOFMANN, T. (2008): Gewinnung von Erdwärme aus gefluteten Steinkohlenbergwerken des Aachener und Südlimburger Reviers. - *Zeitschrift Geothermische Energie*, 5 S., 4 Abb.; Geeste.

Ansprechpartner:

Dipl.-Geol. Peter Rosner, Preusweg 74, D-52074 Aachen
p.rosner@ihs-online.de