



**MÖGLICHKEITEN DER NIEDRIGTEMPERATUR-  
STROMGEWINNUNG UND  
ENERGIESPEICHERUNG ZUR INWERTSETZUNG  
DES ENERGETISCHEN NUTZUNGSPOTENTIALS  
VON GRUBENWASSER**

**Projektleiter: Prof. Dr. S. Wohnlich, RUB Bochum**

**Kooperationspartner: Prof. Dr. D. Rudakow, Dnipro University of Technology**

**Schwerpunkt: Inwertsetzung der energetischen Nutzungspotenziale**

**Fördersumme: 163 Tsd. €**

**Förderdauer: 24 Monate**

## Kurzfassung der Projektergebnisse

### **ENERGIEGEWINNUNG ODER STROMPRODUKTION AUS GRUBENWASSER – VISION ODER REALITÄT?**

Der Wandel von der Kohleproduktion zu einem Energiebergbau ist politisch und gesellschaftlich gewünscht und steht aktuell mehr denn je in der Diskussion. So kommt im Zusammenhang mit dem Ende des Steinkohlenbergbaus eine Wahrnehmung der damit verbundenen Infrastruktur als Gefahrenquelle auf. Der Wunsch, ehemalige Schachtanlagen verwahrt und gesichert zu wissen, steht andererseits jedoch im Widerspruch zu den Bemühungen von Wissenschaftlern, eben diese vorhandene und zumindest zum Teil nutzbare Infrastruktur einer nachhaltigen und gewinnbringenden Nachnutzung zuzuführen.

Das im Frühjahr 2019 an der Ruhr-Universität Bochum (RUB) aufgenommenen FuE-Projekt verfolgt exakt diesen Zweck. Es möchte Möglichkeiten aufzeigen, wie insbesondere das im Rahmen der Ewigkeitsaufgabe der RAG Aktiengesellschaft im gehobenen Grubenwasser enthaltene Energiepotential nachhaltig in Wert gesetzt und genutzt werden kann. Hierzu wurden im Rahmen des Projektes sowohl nutzbare und in der Entwicklung befindliche Technologieansätze geprüft, als auch eine Bewertung des an Standorten vorhandenen Energiepotentials vorgenommen.

Die Wärmegewinnung stellt nach wie vor die am weitesten verbreitete Nachnutzungsform für nutzbare Energie aus der Nachsorge der aufgelassenen Einrichtungen der RAG Aktiengesellschaft und den nutzbaren Bergbauinfrastruktureinrichtungen dar. Allerdings werden bislang große Anteile des vorhandenen Potentials nicht genutzt. Um dem entgegen zu wirken, sind einzelne Großprojekte, wie beispielsweise das Zukunftsprojekt Wasserstadt Aden, in Vorbereitung.

Aber der sich vollziehende Strukturwandel in den Bergbauregionen Deutschlands bringt darüber hinaus weitere alternative Nutzungsformen sowie Gelegenheit zum Ausbau bekannter Anwendungen mit sich. Somit gilt es, Möglichkeiten zu evaluieren und Anwendungsbereiche für innovative Technologien zu bewerten.

Nutzungen erneuerbarer Energieträger stoßen auf ehemaligen Zechengeländen, auf Landschaftsbauwerken und ähnlichen Bergbauflächen bereits auf gute und positive Resonanz. Aus diesem Grund werden sie innerhalb des Projektes ebenfalls mit betrachtet. Hierdurch sollen Anregungen für die Nachnutzung der bislang nicht genutzten Areale gegeben und gleichzeitig die Möglichkeit von Synergien betrachtet werden, durch die eine Nutzung ermöglicht werden könnte.

Der Fokus der Projektbearbeitung im Jahr 2021 lag auf einer Ausweitung der seit Sommer 2019 und im Jahr 2020 durchgeführten Recherche, die situationsbedingt nur in extrem eingeschränktem Maß erfolgen konnten. Aus der Sicht der technischen Anwendung kann eine (Vor-)Bewertung vorhandener und in Entwicklung befindlicher Technologien zur Energieerzeugung erfolgen, die Möglichkeiten zur Nutzung des vorhandenen Energiepotenzials aufgezeigt haben.

Selbstgestellter Auftrag des Projektes war es, neben diesen Technologien additive Ansätze für eine Nutzung bzw. Weiterentwicklung am Markt befindlicher Systeme aufzuzeigen. Es wurden eine Auswahl von Technologien herausarbeitet, die für eine Nachnutzung infrage kommen könnten. Allerdings sind diese Ansätze zum Teil als eher experimentell zu bewerten. Dennoch aber bergen sie, neben der reinen Wärmenutzung, auch das Potenzial zur Erzeugung von elektrischem Strom.

In der Abschlussphase des Projektes wurde ein weiterer eher als traditionell zu bewertender Blickwinkel hinzugefügt. Es handelt sich hierbei um den Einsatz von Turbinen, die die Energie des sich bewegenden Wassers nutzen. Dies erfolgte, da sich Hinweise auf Einsatzmöglichkeiten dieser sich auch weiterentwickelnden Technik ergeben hatten.

Im Verlauf des Projektes konnte, aufgezeigt werden, dass für die Gewinnung von elektrischer Energie Ansätze in verschiedenen Anwendungsbereichen verfügbar sind. Im Wesentlichen sind dies:

- » die Möglichkeit, einen thermomagnetischen Motor zum Einsatz zu bringen,
- » der Einsatz innovativer ORC-basierter Technologien, die für den Niedrigtemperaturbereich geeignete Arbeitsmittel verwenden, und
- » elektrochemische Anwendungen, insofern die Salinität der Förderwässer hierfür geeignet ist.

Weiterhin könnten Turbinenanwendungen an geeigneten Stellen eingesetzt werden.

Der im Projekt formulierte Ansatz einer Zuführung additiver Energie, durch die das nutzbare energetische Potenzial ggf. ergänzt werden kann, erbrachte verschiedene Ansätze und sollte im Einzelfall näher geprüft werden.

Als das vielversprechendste Konzept zur Nutzung der an Standorten vorhandenen Energiepotentiale wird der Einsatz einer im Einzelfall zu konzipierenden und anzupassenden Systemtechnologie erachtet, durch die eine möglichst umfängliche Nutzung des Energiepotentials sowie ggf. nutzbarer additiver Energiequellen erfolgen kann. Hinsichtlich der Anwendung von Einzeltechnologien bei einer Verstromung bieten in der Entwicklung befindliche elektrochemische Verfahren sowie turbinenbasierte Anwendungen zurzeit die besten Chancen.

Eine Übersicht möglicher Anwendungen in einer solchen Systemtechnologie wird in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

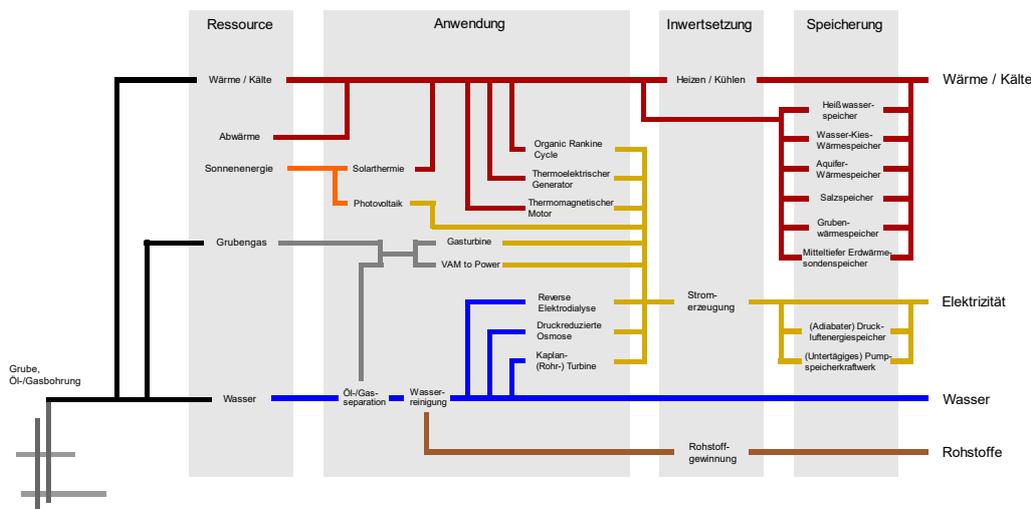


Abb. 1: Mögliche Niedrigtemperaturanwendungen im Bergbaumfeld – Prinzipskizze

Eine vielversprechende Entwicklung randlich des Projektes wird im Bereich „intelligent power switches“ gesehen, die einen kombinierten direkten Einsatz von zum Beispiel Solarstrom zusammen mit netzbasierter Energie ermöglichen. Hier wird z.B. beim Betrieb der in der Wasserhaltung der Bergbauunternehmen eingesetzten Förderpumpen ein attraktiver Ansatz zur Optimierung der Kosten gesehen.

Im Rahmen des Projektes wurden verschiedenen Bachelor- und Masterarbeiten erstellt. Hierbei fokussieren die einzelnen Arbeiten auf Recherchen zur Bewertung von regionalen, technisch basierten oder anderen Teilaspekten. Diese sind im Verlauf des Projektes zusammengetragen und gemeinsam mit weiteren Ergebnissen zentral dokumentiert worden, um ein möglichst weitreichendes Bild zu erhalten. So wurde z.B. das geogene Wärmepotential ausgewählter Bergbaureviere (i. S. einer Wasserhaltungsprovinz) erörtert und hinsichtlich vordefinierter Nutzungsbereiche bewertet. Eine besondere Herausforderung dabei stellt immer

wieder die vorhandene Datenbasis dar, welche für eine Bewertung notwendig ist. Im Rahmen des Projektes konnten aktuelle Daten zu den Revieren nur in eingeschränktem Umfang genutzt werden. Bei einer weiteren Verfolgung des Themas liegt eine Herausforderung bei der Einrichtung an die Situation angepasster geeigneter Recherchewege, die eine Vertiefung an dieser Stelle ermöglichen. Eine zentrale Forderung aus dem Projekt ist die Schaffung einer allgemein zugänglichen, zentralen georeferenzierten Datenbank mit allen während des aktiven Bergbaus geschaffenen und nach Ende der Bergbauaktivitäten ggf. fortgeschriebenen Daten. Eine solche Einrichtung ist Voraussetzung für die erfolgreiche Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen zum Nachbergbau und der nachhaltigen Bewältigung der langfristigen Bergbaufolgen.

Die angestrebte Entwicklung einer Bewertungsmatrix für die Einstufung potenzieller Standorte für den Einsatz einer zu definierenden Systemtechnologie konnte auf Grund einer unvollständigen Datenbasis nicht realisiert werden. Allerdings konnte ein Vorschlag für die Vorbewertung potentieller Standorte formuliert werden. Die Basis hierfür liefern die entwickelten Modellansätze und Berechnungsmethoden des ukrainischen Projektpartners. In Kombination mit zu vertiefenden standortspezifischen Bewertungen (z. Zt. nur Ranking) können so wichtige Parameter hinsichtlich einer erfolgreichen Nachnutzung von Schachtstandorten verarbeitet werden, um diese bewertbar zu machen. Dabei wird eine standortspezifische Variantenbetrachtung und deren Bewertung auf Basis unterschiedlicher Szenarien empfohlen.

Das Ziel, einen oder mehrere mögliche Pilotstandorte zu identifizieren, für die dann eine erste Studie zur Machbarkeit und Vorplanung durchgeführt werden könnte, war situationsbedingt nicht umsetzbar. Die Ergebnisse versprechen aber, dass dies in Zukunft ggf. möglich sein und dann auch eine Transformation auf andere Bergbaustandorte erfolgen kann. Hierdurch kann dann auch ein gewinnbringender Beitrag zur Energiewende in Bergbauregionen mit vergleichbaren oder ähnlichen Herausforderungen geleistet werden. Dort könnten Untersuchungen zum Einsatz der Niedrigtemperatur-Technologie bzw. von Niedrigtemperatur nutzenden Systemen für Wärmeanwendungen oder auch zur Stromgewinnung dann frühzeitig untersucht und umgesetzt werden, um den regionalen Strukturwandel dann möglichst positiv zu beeinflussen. Ein Wissens- und Technologietransfer in andere Bereiche kommt neben seinem Beitrag zur nachhaltigen Nutzung der Energie aus Grubenwasser dann auch als Benefit dem globalen Klimaschutz zugute.

## **ERGEBNISSE**

Die wesentlichen Ergebnisse des Projektes sind:

- » Aktive und ehemalige Areale des Steinkohlebergbaus bieten insbesondere im Kontext betriebener Wasserhaltungen ein attraktives Energiepotential für Wärmeanwendungen und/oder den Einsatz von Niedrigtemperaturtechnologien.
- » Es sind Technologien vorhanden bzw. in der Entwicklung, die Niedrigtemperaturnutzungen respektive den Einsatz geförderter Bergbauwässer oder der vorhandenen Bergbauinfrastruktur zur Energie- und Stromproduktion ermöglichen.
- » Das wachsende Angebot an intelligenten Mehrkomponentensystemen und die daraus ableitbaren Möglichkeiten sollten hinsichtlich der Verbesserung der Effizienz von Anwendungen aber insbesondere auch im Hinblick auf das Potential innovativer Technologieentwicklungen beobachtet und bewertet werden.
- » Die entwickelten Modelle bieten in Kombination mit anderen Standortdaten bereits auf vergleichsweise geringer Datendichte die Möglichkeit zur Erstbewertung von Entwicklungsprojekten.
- » Niedrigtemperaturanwendungen sollten im Rahmen der Planung von Flächenentwicklungsprojekten respektive der Nachnutzung berücksichtigt werden.
- » Eine Bewertung von effizienzsteigernden Komponenten sollte neben der ökonomischen Betrachtung auch unter Hinweis auf umweltrelevante oder ökologische Sichtweisen erfolgen.

## RESUMEE

Insgesamt kann festgestellt werden, dass das Projekt Ansätze für den möglichen Einsatz innovativer Technologien in der Zukunft aufzeigt. Es werden insbesondere durch die Nutzung intelligenter Mehrkomponentensysteme Chancen gesehen, die nachhaltige wasserwirtschaftliche Bewirtschaftung der aufgelassenen Bergbauinfrastruktur mit energetisch optimierten Lösungen zu verbinden. Mit Hilfe der in dem Projekt entwickelten Modelle wird es möglich, das energetische Potential einzelner Bergbauregionen zu beurteilen und bewerten. Ein verbesserter Zugriff auf die während des Bergbaus ermittelten Daten mit Hilfe eines zentralen Dateninformationssystems könnte diesen Ansatz weiter vertiefen. Aus Sicht der Projektteams wird daher empfohlen, dies weiter zu verfolgen und umzusetzen.

## Literatur

- Grab, T., Storch, T., Eichinger, S., Gross, U.: Wetting behaviour of propane drops on solid materials. in: ASTFE – American Society of Thermal and Fluid Engineers (Hrsg.) Proc. of First Thermal and Fluids Engineering Summer Conf. Thermal Fluids Engineering Addressing Grand Challenges. New York (September 2015)
- Schiffer, R., Möllerherm, S. Wohnlich S.: Energiebergbau – Möglichkeiten der Um- und Nachnutzung bergbaulicher Infrastruktur durch energetische Nutzung des Grubenwassers. Tagungsband Bergbau, Energie und Rohstoffe 2019. Übergang zu neuen Zeiten, 11.-13. September 2019. Hrsg.: THGA/FZN und DMV. Technische Hochschule Georg Agricola, 1 Abb., S. 308-317, Bochum.
- Schiffer, R., Möllerherm, S. Wohnlich S.: Energiebergbau – Um- und Nachnutzung bergbaulicher Infrastruktur durch eine energetische Nutzung des Grubenwassers –Chance oder Fiktion? in: Erdöl Erdgas Kohle (OIL GAS European Magazine), 136. Jg. (2020), 4-2020, S. 34–37, 1 Abb., 1 Tab.; ISSN 0179-3187, Hamburg

## Ausführlicher Abschlussbericht des Projekts

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