

Kraftwerk im Untergrund – Bewirtschaftung unterirdischer Wasservorkommen auf Java

Die Südküste der Insel Java gilt als eines der ärmsten Gebiete Indonesiens. Den Menschen fehlt es an Wasser, obwohl es unter der Erde große Vorräte gibt – in weit mehr als 1.000 Höhlen. Doch das Wasser fließt über ein weit verzweigtes unterirdisches Gewässersystem in das Meer ab. Ein interdisziplinäres Verbundprojekt hat eine spektakuläre Lösung für dieses Problem gefunden: Ein unterirdisches Kleinkraftwerk, das mit 250 bis 300 Kilowatt Leistung über 70 Liter Wasser pro Sekunde fördert – genug, um täglich 75.000 Menschen zu versorgen.



Bohrstelle im Karstgebiet

Die rund 1.400 Quadratkilometer große zerklüftete Karstlandschaft des Projektgebiets Gunung Sewu ist von Hunderten miteinander verbundenen Höhlen und unterirdischen Flüssen durchzogen. Obwohl unter der Erde ausreichend Wasser vorhanden ist, leiden die Bewohner der Region in der Trockenzeit unter Wassermangel, weil geeignete Wasserspeicher fehlen und die wenigen Niederschläge schnell im Karstboden versickern. Zurzeit befördern mit Dieselgeneratoren betriebene Pumpen das Wasser aus den Höhlen nach oben. Doch abgesehen vom hohen Energieeinsatz und enormen Betriebs- und Wartungskosten reicht die Fördermenge schon heute nicht aus, um den Wasserbedarf von privaten Haushalten, Gewerbe und Landwirtschaft zu decken.

Kraftwerk unter der Erde

Eine im Auftrag des BMBF durchgeführte Machbarkeitsstudie kam zu dem Ergebnis, dass es technisch auch möglich wäre, das Höhlenwasser mithilfe von Wasserkraft zu fördern. Dies war die Ausgangsbasis für das 2002 gestartete deutsch-indonesische Pilotprojekt zum Bau einer Demonstrationswasserkraftanlage in Gunung Sewu. Unter Federführung des Instituts für Wasser und Gewässerentwicklung der Universität Karlsruhe (IWG) arbeiteten insgesamt sieben Institute unterschiedlicher Fachdisziplinen sowie industrielle Partner aus den Bereichen Tunnelvortriebs-, Pumpen- und Regelungstechnik daran mit. Die Wahl fiel nach intensiver Erkundung auf die Höhle („Gua“) Bribin. Sie weist ein Speichervolumen von etwa 400.000 Kubikmetern auf und der Wasserdurchfluss beträgt auch während der Trockenzeit mehr als 2.000 Liter pro Sekunde. Die Projektteilnehmer entschieden sich für die Errichtung eines Sperrwerks in der Höhle, um das kontinuierlich zuströmende Wasser aufzustauen und einen Teil davon mittels Kleinwasserkraftwerk nach oben zu pumpen.

Hydrogeologische Erkundung

Um die potenziellen Einstauhöhen und Speichervolumina zu erhöhen, wurden große Teile der Höhle mittels modernster Lasertechnik exakt vermessen und die Daten anschließend zu einem hochauflösenden, dreidimensionalen Modell zusammengeführt. Die Porosität und die mineralogische Zusammensetzung des Gesteins ermittelten die Forscher durch makro- und mikroskopische Untersuchungen von Gesteinsproben. Sie schufen damit eine wichtige Voraussetzung, um eventuelle Wasserverluste und Korrosionserscheinungen zu prognostizieren und somit die langfristige Stabilität des Systems zu beurteilen. Im Anschluss daran installierten sie ein Messnetz, um die Gewässergüte sowie die hydrologischen,

Universität Karlsruhe (TH)
Institut für Wasser und Gewässerentwicklung
 Dr. Peter Oberle
 Kaiserstraße 12
 76131 Karlsruhe
 Tel.: 07 21/6 08-63 88
 Fax: 07 21/60 60 46
 E-Mail: oberle@iwg.uka.de
 Internet: www.hoehlenbewirtschaftung.de

hydraulischen und hydrogeologischen Rahmenbedingungen kontinuierlich zu erfassen. Denn insbesondere während der Eintauphase, aber auch langfristig ist die Überwachung zum Beispiel von Erosions- und Sedimentationsprozessen für einen sicheren und effektiven Betrieb der Anlage von entscheidender Bedeutung.

Sondierungsbohrung

Nach der infrastrukturellen Erschließung des Projektgebiets, unter anderem durch den Bau einer Zufahrtsstraße, wurde vom Department of Public Works, Yogyakarta, eine Sondierungsbohrung von 103 Metern Tiefe in die Höhle Bribin durchgeführt. Nach einer weiteren Sondierungsbohrung und einer detaillierten Analyse der Bohrproben konnte im Sommer 2004 mit dem Anlegen eines Zugangsschachts begonnen



Baumaßnahmen in der Höhle

werden. Hierzu entwickelte die Schwanauer Firma Herrenknecht AG im Rahmen des Verbundprojekts eine speziell an die örtlichen Bedingungen angepasste Vertikalvortriebsmaschine. Mit Unterstützung einer indonesischen Baufirma grub sie einen rund hundert Meter tiefen Schacht mit einem Durchmesser von 2,5 Metern. Der Durchbruch in die Höhle erfolgte im Dezember 2004.

Angepasste Technologien

Für die Konstruktion der Staumauer mit integrierter Kleinwasserkraftanlage wurden verschiedene Bau-, Material- und Ausführungsvarianten untersucht. Dabei ging es neben



Erkundungsmaßnahmen

Fragen der optimalen Funktionsfähigkeit, Sicherheit und Verfügbarkeit auch darum, die Betriebstechnik der Kleinwasserkraftanlage hinsichtlich Steuerung, Wartung und Instandhaltung an die Fähigkeiten und den Ausbildungsstand des technischen Personals vor Ort anzupassen. Aus diesem Grund entschied man sich beispielsweise dafür, zur Energiegewinnung statt Turbinen invers betriebene Pumpen einzusetzen. Diese sind weltweit leicht erhältlich, kostengünstig und zudem sehr robust und wartungsfreundlich. Die zur Stromerzeugung verwendeten Pumpen werden über ein mechanisches Getriebe direkt an die Pumpen für die Wasserförderung gekoppelt. Die geeigneten Anlagenelemente entwickelten und optimierten die Wissenschaftler in Zusammenarbeit mit den Firmen KSB AG, Frankenthal (Pumpentechnik), und Walcher GmbH, Fulda (Elektrotechnik/Anlagensteuerung).

Nachhaltige Wasserversorgung ab 2006

Nach Abschluss der Planungen begann im April 2005 der Bau des unterirdischen Sperrwerks. Zwar mussten die Bauarbeiten wegen der unerwartet langen Regenzeit zwischenzeitlich unterbrochen werden, doch die Anlage soll noch im Jahr 2006 fertig gestellt sein. Dann kann das erste Wasser aus der Höhle über eine 100 Meter lange Steigleitung in ebenfalls neu errichtete Wasserbecken an die Oberfläche gepumpt werden, von wo aus es an die Menschen in den umliegenden Hütten-siedlungen verteilt wird. Damit die indonesischen Partner die Demonstrationsanlage künftig selbstständig betreiben und ähnliche Projekte in eigener Regie durchführen können, fanden mehrere Seminare an Partneruniversitäten sowie Schulungen der indonesischen Projektbeteiligten statt.

Wie bei jedem Forschungsvorhaben bleibt auch hier ein Restrisiko bestehen: Da es sich bei Karst um einen für die Aufstauung von Wasser extrem schwierigen Untergrund handelt, kann trotz sorgfältiger Untersuchungen nicht garantiert werden, dass sich das Wasser in der Höhle bis zur benötigten Höhe stauen lässt. Das Projektteam hat deshalb noch eine Alternativlösung ausgearbeitet. Durch den Einbau einer mehrere Kilometer langen Druckrohrleitung aus Holz wäre es ebenfalls möglich, genügend Wasser zur Energiegewinnung anzustauen.