

Der Aquiferspeicher am Bonner Bogen übernimmt bis zu 80 % der Wärme- und Kälteversorgung von drei Gebäuden mit einer Gesamtfläche von 60.000 Quadratmetern



Technisch-wirtschaftliche Analyse des ersten Niedrigtemperatur Aquiferspeichers Deutschlands am »Bonner Bogen«

TEXT: Paul Fleuchaus, Philipp Blum, Steffen Große



Die saisonale Wärme- und Kältespeicherung in Aquiferen bietet ein erhebliches Energieeinsparpotential. Folglich steigt die weltweite Zahl an Aquiferspeichern stetig an. In Deutschland wurden bisher lediglich vier Projekte umgesetzt. Im Rahmen des Forschungsprojekts »Geospeicher.bw« werden Betriebsdaten des ersten deutschen Niedrigtemperaturspeichers am »Bonner Bogen« untersucht, um das technische und ökonomische Potential für eine flächenhafte Anwendung auch in Deutschland zu analysieren.

Während der Anteil Erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung kontinuierlich steigt, wird der Dekarbonisierung des thermischen Energiesektors bisher nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Obwohl in Deutschland rund die Hälfte des jährlichen Endenergieverbrauchs auf den thermischen Sektor entfällt, stagniert hier der Anteil Erneuerbarer Energien bei rund 13 % [UBA, 2018]. Die Integration Erneuerbarer Energien wird vor allem durch den jahreszeitlichen Versatz von Energienachfrage und Energieangebot erschwert. Daher ist das Interesse an saisonalen thermischen Energiespeichern als Schlüsseltechnologie zur Überbrückung dieses jahreszeitlichen Versatzes in den letzten Jahren deutlich gewachsen.

Für die Speicherung großer Energievolumina haben sich besonders Aquiferspeicher als kostengünstige Alternative zu den bekannteren Tech-



Paul Fleuchaus

Doktorand am Institut für Angewandte Geowissenschaften am Karlsruher Institut für Technologie (KIT).

Kontakt:

paul.fleuchaus@kit.edu

www.kit.edu



Prof. Dr. Philipp Blum

Professor am Institut für Angewandte Geowissenschaften am Karlsruher Institut für Technologie (KIT).

Kontakt:

philipp.blum@kit.edu

► *Abb. 2: Funktionsprinzip eines Aquiferspeichers am Beispiel des Flughafens Arlanda in Stockholm.*

Im Sommer (links) wird das Kalte Grundwasser für die Klimatisierung des Terminals verwendet.

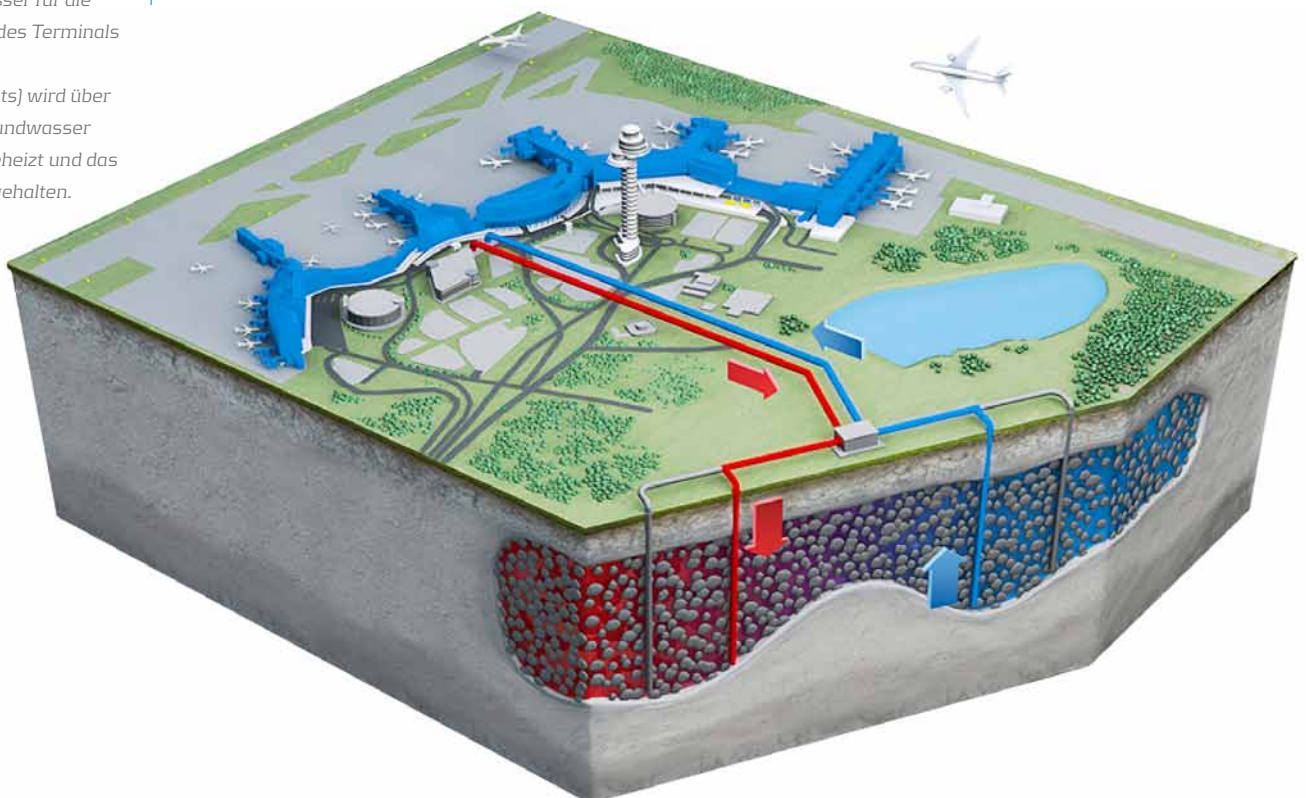
Im Winter (rechts) wird über das Warme Grundwasser das Terminal beheizt und das Rollfeld eisfrei gehalten.

nologien wie Behälter- oder Erdbeckenspeichern erwiesen [Mangold und Schmidt 2007]. Aus wirtschaftlicher Sicht eignen sich Aquiferspeicher vor allem für die Versorgung großer Gebäudekomplexe. In anderen Ländern werden Aquiferspeicher bereits in öffentlichen Gebäuden (Krankenhäusern, Universitäten, Flughäfen) und kommerziellen Gebäuden (Hotels, Einkaufszentren, Bürogebäuden) sowie industriellen Anwendungen (Viehzucht, Rechenzentren, Gewächshäusern) eingesetzt.

Weltweit befinden sich derzeit über 2.800 Niedrigtemperatur Aquiferspeicher in Betrieb – davon über 90 % in den Niederlanden [Fleuchaus et al. 2018]. Obwohl weite Teile Deutschlands sowohl aus klimatischer als auch aus geologischer Sicht hervorragende Voraussetzungen bieten, fristen Aquiferspeicher hier bisher ein Nischendasein. Neben drei Hochtemperaturspeichern wurde bisher lediglich ein Niedrigtemperatur Aquiferspeicher am Bonner Bogen in Bonn realisiert. Das Areal »Bonner Bogen«, bestehend aus einem Hotel und mehreren Bürokomplexen, wird über insgesamt 3 Brunnendoubletten mit Kälte und Wärme versorgt (Abb. 1). Mit einer Tiefe von 22-28 m fungieren diese sowohl als Förderals auch als Schluckbrunnen und reichen bis in die Schotter der Niederterrassen des Rheins. Der gesamte Gebäudekomplex wird über eine gemeinsame Heizzentrale versorgt, die sich im Keller des Hotels befindet (Abb. 2). In Kombination mit einer Wärmepumpe lässt sich bis zu 80 % des Wärmebedarfs und 100 % des Kältebedarfs decken.

Im Zuge des Forschungsprojekts »Geospeicher.bw« wird in Zusammenarbeit mit dem Betreiber Ecovisio, dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) sowie der Hochschule Biberach (HBC) die energetische Leistung des Aquiferspeichers am Bonner Bogen untersucht. Für die Bewertung des Gesamtsystems steht ein umfassender Datensatz zur Verfügung, der sowohl die Gebäudeseite als auch den Untergrund abdeckt. Ziel der Analyse ist es, die gesamten Energieströme systemübergreifend abzubilden und zu quantifizieren, um daraus wichtige Stellschrauben für eine weitere Optimierung des Gesamtsystems zu identifizieren. Unter Berücksichtigung der gesamten Investitionskosten und aller laufenden Kosten lässt sich zudem ein exakter Amortisationszeitraum berechnen und die Wirtschaftlichkeit des Speichers mit internationalen Projekten vergleichen. Die neuen Erkenntnisse dienen auch der erfolgreichen Umsetzung weiterer Pilotspeicheranlagen im Forschungsprojekt »Geospeicher.bw«.

Am Projektstandort Hockenheim soll in einem großen Schwimm- und Erlebnisbad die überschüssige Wärme der Sommermonate für die Beheizung im Winter im Untergrund gespeichert werden. Die technische Machbarkeit konnte durch erste hydrogeologische Untersuchungen gezeigt werden. In einem nächsten Schritt wird die Speichereffektivität trotz des lokal sehr hohen Grundwasserflusses durch aktive Einbringung einer Temperaturstörung getestet. Am Karlsruher Institut für Technologie ist die Umstellung auf eine nachhaltige zentrale Kälte-



► *Abb. 1: In der Technikzentrale des Bonner Bogens wird die im Grundwasser gespeicherte Wärme und Kälte über einen Wärmetauscher auf den Heiz- und Kühlkreislauf übertragen und an die zu versorgenden Gebäude verteilt.*

versorgung geplant: Am KIT Campus Nord wird der jährliche Kältebedarf von 15 GWh derzeit durch dezentrale Kompressionskälteanlagen bereitgestellt. Im Projekt Geospeicher.bw wird der erfolgreiche Einsatz eines Aquiferspeichers für die Klimatisierung eines Pilotgebäudes getestet. Nach erfolgreicher Testphase des Pilotspeichers sollen sukzessive weitere Gebäude durch die Errichtung eines Kältenetzes angeschlossen werden. Das KIT erhofft sich dadurch erhebliche finanzielle und energetische Einsparungen. In Stuttgart soll die Abwärme des neuen Rosensteintunnels für die Beheizung des darüberliegenden Elefantenhauses der Wilhelma nutzbar gemacht werden. Die Gewinnung der Abwärme des Autoverkehrs und der Tunnelbetriebstechnik erfolgt über eine thermisch aktivierte Tunnelwand. Durch die erste Anlage dieser Art in Deutschland ließen sich nach ersten Schätzung CO_2 -Einsparungen von 201 Tonnen CO_2 pro Jahr erzielen.

Im Projekt »GeoSpeicher.bw« arbeiten Wissenschaftler des Karlsruher Instituts für Technologie mit Kollegen der Universitäten Heidelberg und Stuttgart sowie der Hochschulen Biberach und Offenburg zusammen. Die Themen reichen von innovativen Monitoring- und Speicherkonzepten über detaillierte Wärmetransport-Modelle, von Untersuchungen zur Hydrogeo-



chemie über weitreichende System- und Optimierungsanalysen bis hin zu maßgeschneiderten Kommunikations-Strategien. ♦

Quellen:

UBA. Erneuerbare Energien in Zahlen. Umwelt Bundesamt 2018.

Mangold D, Schmidt T. The next Generations of Seasonal Thermal Energy Storage in Germany. Sun & Wind Energy 2007;1:48-58.

Fleuchaus P, Godschalk B, Stober I, Blum P. Worldwide application of aquifer thermal energy storage - A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2018;94:861-76.



Steffen Große

Leiter Technik -

EcoVisio GmbH

Kontakt

steffen.grosse@ecovisio.de

www.ecovisio.de

