



Versuchsstollen Hagerbach bei Sargans: Hier läuft der Pilotversuch, um die Technik und die mögliche Entzugsleistung von geothermischen Tunnelabsorbersystemen zu evaluieren.

Wärme aus städtischen Tunneln

Pilotversuch Ein Projekt untersucht, wie bei der Sanierung von Strassentunneln den Wänden am besten die Wärme entzogen werden kann.

JÜRIG WELLSTEIN

Sowohl für den Neubau als auch für Sanierungen von Tunneln könnten in Zukunft Absorbersysteme genutzt werden, mit denen man Wärme und Kälte gewinnen kann. Wesentlich sind dabei potenzielle Abnehmer in der Nähe von Tunnelprojekten. Diese Möglichkeiten haben sich durch einen Pilotversuch bestätigt. Für die Leiterin des Forschungsprojekts, Wencke Zingsheim von Amberg Engineering in Regensdorf-Watt, ist Tunnelwärme eine feste geothermische Grösse: «Diese Art der Nutzung von Tunneln hat in der Schweiz Tradition. Sei es der Furka-Tunnel, dessen Bergwasser zur Beheizung von Gebäuden in Oberwald dient, sei es der Lötschberg-Basistunnel, der das Tropenhaus in Frutigen mit Wärme versorgt. Bei Tunneln in Agglomerationen sind bisher keine derartigen Realisierungen erfolgt.»

Hierzulande zählt man rund 240 Strassentunnel. In den kommenden Jahrzehnten werden zahlreiche Sanierungsvorhaben gestartet, bei denen eine mögliche Integration von Wärmeentzugssystemen denkbar wäre. Deshalb wurde im Versuchsstollen Hagerbach bei Sargans ein

massstabgerechter Pilotversuch durchgeführt, um die Technik und die mögliche Entzugsleistung von geothermischen Tunnelabsorbersystemen zu evaluieren.

Absorber in den Tunnelwänden

«Zwei Versuchsfelder dienen mit unterschiedlichem Aufbau der Ermittlung jeweiliger Energiewerte», sagt der beim Projekt involvierte Geothermieexperte Thomas Mégel von Geowatt in Zürich. «Bei einem Feld wurde der Absorber vor der Tunnelabdichtung, also an der Innenseite, zwischen der Innen- und Aussen-schale platziert. Beim zweiten Feld hingegen hinter der dort angebrachten Abdichtung.» Aufgrund dieser Anordnung konnte hier zudem eine Bewässerungsanlage eingebaut werden, sodass sich die Situation des Tunnels in einem Leiter stehenden Grundwassers simulieren liess.

Bei allen Einbauarten der Absorbermodule wurde nach 100 bis 300 Betriebsstunden eine nahezu konstante Fluidtemperatur erreicht. «Wir schliessen daraus, dass die spezifische Temperatur der Tunnelnluft einen signifikanten bis dominierenden Einfluss auf den Energieertrag der integrierten Absorber ausübt», so Mégel. Daraus lässt sich folgern, dass die Leistung

der Absorber wenig empfindlich auf eine mögliche Erhöhung der Volllaststunden reagieren wird. Zudem hat sich gezeigt, dass eine signifikante Leistungssteigerung durch eine Reduktion des thermischen Widerstands der Rohrleitungen im Absorber erreichbar wäre. Die Rohrleitungen sind daher bezüglich ihres thermischen Widerstands zu optimieren.

Versuchsanlage als Basis für die Praxis

Die prognostizierten Investitionskosten, basierend auf den im Versuchsstollen eingesetzten Materialien und Bauweisen, sind höher als bei konventionellen Erdwärmesonden. Sie sind aber auch von den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten bei einem Tunnelneubau oder einer -sanierung abhängig. Wencke Zingsheim sagt: «Bei einem Tunnelabsorberprojekt könnte ein nahes Aneigenetz einen willkommenen Abnehmer für Bandenergie im Niedertemperaturbereich darstellen; bei alpinen Tunneln sind Fahrbanntemperierungen denkbar, die den winterlichen Unterhalt merklich entlasten könnten.» Wie bei anderen geothermischen Anlagen verbessert eine Regeneration beziehungsweise Kältenutzung des Absorbersystems während des Sommers den Wärmeentzug im Winter.

Durch die Wirtschaftlichkeitsberechnungen in einem vorgängigen Projekt konnte bereits gezeigt werden, dass die Flächenabsorbersysteme grundsätzlich effizienter sind als die ebenfalls untersuchten Energieankersysteme. Daher hatte das Pilotprojekt zum Ziel, eine praxiserprobte Grundlage für mögliche Projektierungen zur Verfügung zu stellen. Um die beiden Versuchsfelder auf ihre thermische Leistungsfähigkeit testen zu können, wurde eine Wärmepumpeanlage installiert, die es erlaubt hat, den Absorbern kontrolliert Wärme zu entziehen.

Tunnelabsorbersysteme dienen in erster Linie als Wärme- und Kältequellen für Wärmepumpen oder Kältemaschinen. Gegenüber anderen Quellen weisen sie zahlreiche Vorteile auf. «Diese Systeme erreichen aufgrund des starken Einflusses der Tunnelnlufttemperatur rascher eine konstante Entzugstemperatur», sagt Mégel. Und Zingsheim ergänzt: «Die Installation von Absorbermodulen in der Tunnelwand erzeugt praktisch keine Bauverzögerung. Tunnelabsorbersysteme sind quasi ein positives Nebenprodukt des Tunnelbauwerks, was gerade im urbanen Raum zu einer Erhöhung der Akzeptanz beitragen kann.»

STRASSENTUNNEL

Wärme für Nachbarn

Sanierungsarbeiten Der längste Schweizer Strassentunnel ist der knapp 17 Kilometer lange Tunnel durch den Gotthard. Dieser A2-Abschnitt wurde im Jahr 1980 eröffnet; zeitgleich mit dem mehr als 9 Kilometer langen Seelisberg-Tunnel. In der Schweiz sind 55 Tunnel 2 und mehr Kilometer lang. Von diesen wurde mehr als die Hälfte vor dem Jahr 2000 erstellt. Bei Sanierungsarbeiten werden in der Regel neben bautechnischen Verbesserungen auch Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit umgesetzt. Dies gilt insbesondere auch für kürzere, in Agglomerationen vorhandene Strassentunnel. Energetische Nutzungen standen bisher kaum zur Diskussion, könnten jedoch vor allem in städtischem Umfeld in Zukunft von Bedeutung sein.

Minikraftwerke für die Energiewende

Alternative Die Firma Silent-Power hat eine auf Methanol basierende Lösung lanciert, mit der Strom, Wärme und Kälte erzeugt werden.

JEANNETTE ULRICH

Die Entwicklungsphase ist abgeschlossen und das weltweit erste mit Methanol betriebene Econimo-Minikraftwerk (Energy Converter Integral Modul) ist seit August 2016 in Betrieb. Das Minikraftwerk hilft dem lokalen Stromversorger von Steinhäusern, WWZ, sein elektrisches Versorgungsnetz stabil zu halten.

Solche Netzstabilisatoren werden immer wichtiger, je mehr Photovoltaik- und Windanlagen am Netz sind. Neben Strom erzeugt das Econimo auch Wärme zum Heizen und kaltes Wasser zum Kühlen. Damit erreicht der Wirkungsgrad des Minikraftwerkes einen Spitzenwert von über 95 Prozent.

Die altershalber stillzulegenden Atomkraftwerke der Schweiz sollen durch wirtschaftlichere und umweltfreundlichere Kraftwerkstypen ersetzt werden. Sie sollen zudem nicht Bandenergie, sondern vor allem elektrische Spitzenenergie zur Kompensation von Wolkendurchgängen bei Photovoltaikanlagen und zum Ausgleich bei Windflauten liefern. Gefragt ist ein Kraftwerkstyp, der bei Bedarf innert Sekunden die volle Leistung abgeben kann.

Flüssiges Methanol kann elektrische Energie in chemischer Form speichern und so als universeller Brennstoff und Treibstoff eingesetzt werden. Alle der heute 14 in der Schweiz parallel vertriebenen, fossilen flüssigen Brennstoffe könnten damit ersetzt werden. Methanol steht ebenfalls in Konkurrenz zur Lithiumbatterie, aber ohne deren Nachteile: Methanol ist flüssig und kann einfach mit Pumpen umgeladen werden (etwa an Tankstellen), es kennt keinen Selbstentladungsprozess

und praktisch keine Temperaturabhängigkeit, es muss nicht recycelt werden und es ist in alle Ewigkeit in unbeschränkten Mengen herstellbar.

Methanol von CO₂ aus der Luft

Heute wird Methanol vor allem noch aus Erdgas gewonnen, was die Ökobilanz schmälert. Kommt das benötigte Gas CO₂ jedoch aus der Luft, wird Methanol zum idealen CO₂-neutralen Brennstoff. So kann dem weiteren Kohlendioxidanstieg in der Atmosphäre wirkungsvoll entgegengesteuert werden. Die synthetische Herstellung von Methanol ist einfach: Aus Wasser, mit sauberem Strom und dem Treibhausgas CO₂ aus der Luft.

Methanol M99, das Silent-Power in der Energiebranche einführt, steht für Methanol mit mindestens 99-prozentiger Reinheit. M99 besitzt ähnliche Brenneigenschaften wie Benzin, Diesel oder Kerosin, brennt jedoch rückstandsfrei und sauber.

Zudem dürfte M99 einer der ungefährlichsten Treibstoffe sein, da er biologisch abbaubar ist. Gelangt Methanol ins Meerwasser, verdünnt es sich sofort und verdunstet innert Stunden. M99 ist eine glasklare Flüssigkeit, die sich leicht und ohne Zersetzungerscheinungen auch über Jahrhunderte verlustlos lagern und transportieren lässt.

Minikraftwerke für mehrere Familien

Beim Einsatz im Econimo-Minikraftwerk wird das Methanol wieder in jene Element zerlegt, aus denen es gewonnen wurde: Strom, Wasser und CO₂. Wasserdampf und das ungiftige CO₂ können problemlos der Umwelt übergeben werden, womit sich der CO₂-neutrale Kreislauf schliesst. Das Minikraftwerk hat eine Kapazität von 25 Kilowatt Strom, die vor Ort ins Netz eingespeist wird. Dezentral wird die Energie mittels Methanol gespeichert und Spitzenstrom kann bei Bedarf quasi auf Knopfdruck abgerufen werden.

Die Econimo-Minikraftwerke eignen sich vor allem für Mehrfamilienhäuser in

der Grösse von 10 bis 15 Familien, Schulgebäude und Altersheime, nicht aber für den Einsatz bei Einfamilienhäusern, da der Energieverbrauch zu gering ist. Derzeit ist der Schweizer Markt im Aufbau.

Ein weiterer Vorteil: Bei konsequentem Einsatz von Minikraftwerken kann auf den Ausbau des Hochspannungsnetzes verzichtet werden, da der Strom in unmittelbarer Verbrauchernähe erzeugt wird. Diese Lösung hilft auch, Transportverluste zu vermeiden. In konventionellen Verteilnetzen gehen nämlich bis zu 11 Prozent der eingespeisten Energie verloren.

Dezentralisierte Stromerzeuger wie Econimo-Minikraftwerke arbeiten in redundantem Betrieb. Fällt eines oder mehrere Minikraftwerke aus, spürt dies der Stromkonsument gar nicht. Eine künftige dezentrale Stromversorgung macht das Netz zudem terrorresistent, da das Gefahrenpotenzial grosser Energieanhäufungen verschwinden wird.

Jeannette Ulrich, Kommunikation, Silent-Power, Cham.