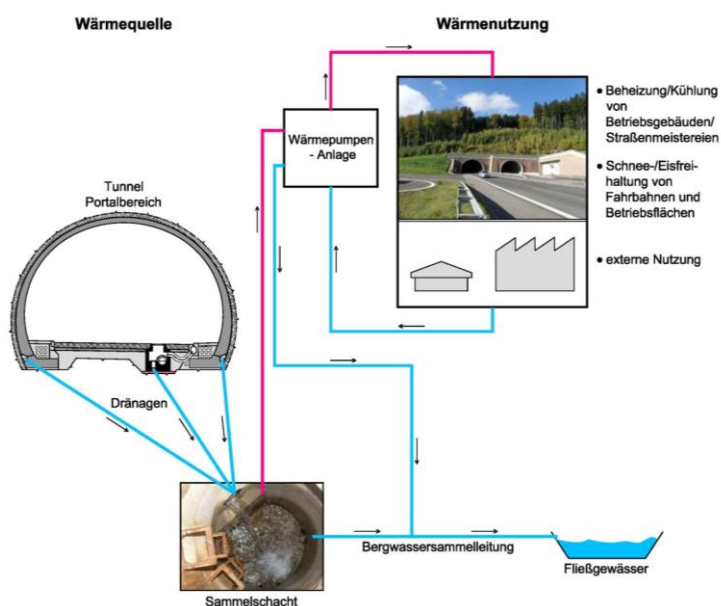


Geothermische Nutzung von Tunnelwässern - eine umweltfreundliche Entwicklung

Bei Straßentunneln in geschlossener Bauweise (Spritzbetonbauweise) fällt Dränagewasser an, das im Regelfall an den Portalen des Tunnels gesammelt und dann in ein Fließgewässer eingeleitet wird. Anfallende Bergwässer in deutschen Straßentunneln der Bundesfernstraßen wurden dabei bisher ungenutzt abgeleitet. Aktuelle Forschungsprojekte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) weisen jedoch das geothermische Potenzial einer solchen, bisher nur aus dem alpinen Raum bekannten hydrothermischen Nutzung des Tunneldränagewassers auch für deutsche Tunnel nach. Die Nutzung des Dränagewassers bietet den Vorteil, dass keine zusätzlichen Bohrungen abgeteuft werden müssen, um das Potenzial der oberflächennahen Geothermie zu nutzen. In Hinsicht auf die Nutzung erneuerbarer Energien im Betrieb von Straßentunneln bieten sich hier innovative Möglichkeiten für die Zukunft.

Heizen und Kühlen durch Geothermie

Abhängig von Wassertemperatur und anfallender Schüttung ergeben sich verschiedene Anwendungsmöglichkeiten. Durch den Einsatz von Wärmepumpen können bauliche Anlagen in Portalnähe des Tunnels beheizt oder gekühlt werden. Das gesammelte Dränagewasser wird dazu in die Wärmepumpenanlage eingespeist und das Gebäude temperiert. Im Anschluss kann das genutzte Wasser wieder dem Fließgewässer zugeführt werden (Bild 1).



Quelle: Universität Stuttgart

Bild 1: Nutzungsmöglichkeiten des Dränagewassers aus Straßentunneln

Eine besonders attraktive Nutzungsmöglichkeit ergibt sich aus dem Einsatz des Dränagewassers zur Kühlung von Betriebsgebäuden und Serverräumen der Tunneltechnik, wodurch neben den umweltschutztechnischen Vorteilen ebenfalls die Betriebskosten für die energieintensive Kühlung reduziert werden können.

Diese Methode wird bereits an zwei Tunneln im Bundesgebiet eingesetzt und nachfolgend beschrieben.

Am Nordportal des Tunnels „Rennsteig“ (BAB A 71, Thüringen) wurde im Rahmen einer Umrüstung des Betriebsgebäudes eine geothermische Anlage integriert, die das kalte Gebirgswasser aus der Tunneldränage zur Klimatisierung des Gebäudes verwendet (Bild 2).



Quelle: Universität Stuttgart

Bild 2: Sammelschacht für das Dränagewasser zur Klimatisierung eines Betriebsgebäudes am Tunnel Rennsteig

Eine ähnlich günstige Situation besteht am „Grenztunnel Füssen“ (BAB A 7, Bayern). Aufgrund der anfallenden Wassermengen und -temperaturen kann das Wasser auch hier zur Kühlung und Beheizung der Betriebsgebäude für die Tunneltechnik eingesetzt werden. Die Klimatisierung eines bestehenden Gebäudes wurde daher umgerüstet und ein Neubau für die erweiterte Tunnelbetriebstechnik direkt mit der Nutzung des Dränagewassers geplant und umgesetzt. Die energieintensive Kühlung von Serverräumen erfolgt somit jetzt durch umweltfreundliche oberflächennahe Geothermie.

Schneefreihaltung der Fahrbahn

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit für das Dränagewasser liegt in der Temperierung von Freiflächen im Bereich der Tunnelportale, um z. B. die Fahrbahn vor einem Tunnelportal oder Betriebsgebäude schnee- und eisfrei zu halten. Zu dieser Thematik betreut die BAST ein Forschungsprojekt am „Grenztunnel Füssen“. Im Rahmen eines Technikums, d. h. einer realmaßstäblichen Anwendung, wird eine Pilotanwendung für das innovative Konzept einer direkten, passiven geothermischen Freiflächentemperierung untersucht, bei der das Dränagewasser direkt und ohne den Einsatz eines Wärmepumpenkreislaufs und ohne Zusatz von Frostschutzmitteln durch die in der Freifläche installierten Rohrleitungen bzw. Rohrleitungsregister zirkuliert. Der Einsatz solcher Anlagen ermöglicht es, ausgewählte Flächen vor Tunnelportalen und auf Betriebsflächen im Winter energieeffizient zu beheizen und somit den Winterdienst und Taumiteinsatz vor Tunnelportalen und damit auch den bauwerksschädigenden Eintrag von Chloriden in den Tunnel zu verringern. Erste Erfahrungen zeigen, dass bei einer intelligenten Steuerung die Temperaturen des Dränagewassers ohne Zusatz weiterer Energie ausreichen, um die Fahrbahn eis- und schneefrei zu halten (Bild 3).

Während der 2-jährigen Projektlaufzeit wird die neue Methode zur Beheizung von Freiflächen mittels einer direkten, passiven geothermischen Anlage im Jahreszyklus erprobt. An Testflächen mit unterschiedlichen Fahrbahnaufbauten wird der effizienteste Aufbau und Betrieb solcher Anlagen ermittelt. Im Ergebnis des laufenden Forschungsvorhabens soll eine Implementierungshilfe zum Einsatz von direkten, passiven Freiflächenheizungen zur Schnee- und Eisfreihaltung von Fahrbahnoberflächen an Tunnelportalen entwickelt werden.



Bild 3: Geothermische Versuchsanlage zur Schnee- und Eisfreihaltung einer Versuchsfläche am Grenztunnel Füssen

Umweltfreundliche Wärmespeicherung

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Nutzung absorbertechnologischer Anwendungen, beispielsweise bei seicht liegenden, innerstädtischen Tunnelbauwerken ohne ergiebigen Anfall an thermisch verwertbaren Dränagewässern. Bei diesem Verfahren werden Wärmetauscherrohre (Absorberleitungen) in erdberührte Bauteile des Bauwerks (Tunnelschale) integriert, die von einem Absorberfluid durchströmt werden. Das Absorberfluid nimmt die thermische Energie aus dem Baugrund und der Tunnelluft auf und führt diese einer Wärmepumpe oder einer direkten Nutzung zu.

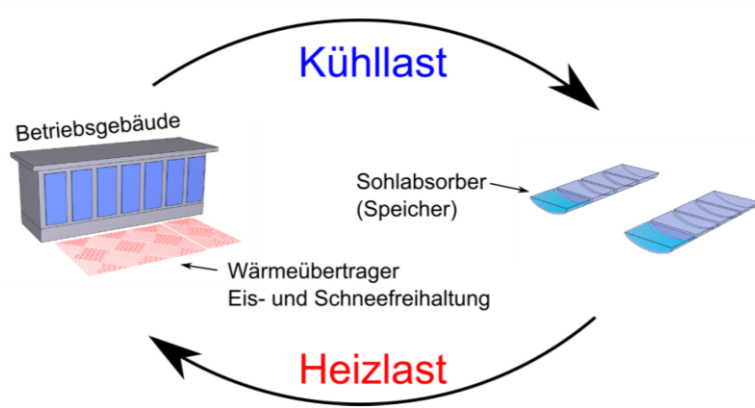
Im Unterschied zum hydrogeothermischen Verfahren können die Absorberleitungen sowohl zur Einspeisung von Kühllasten als auch Heizlasten verwendet werden. Die Tunnelschale besitzt große erdberührte Flächen, so dass das angrenzende Erdreich zur Einspeicherung von thermischer Energie auf niedrigem Temperaturniveau genutzt werden kann.

Ein weiterer Vorteil besteht in der Modifizierbarkeit des Absorberfluids, wodurch eine größere Temperaturspreizung realisierbar ist. Ferner kann der latente Wärmeübergang des Porenwassers des umgebenden Bodens ausgenutzt werden.

Der Einsatz des absorbertechnologischen Verfahrens muss bei der Planung und dem Bau einer Tunnelschale berücksichtigt werden, da eine nachträgliche Installation, wie beim hydrothermalen Verfahren, nur schwer umsetzbar ist.

Anwendung findet das absorbertechnologische Verfahren z. B. am geplanten Alaufstiegtunnel der BAB A 8 in der Schwäbischen Alb. Hier wurden verschiedene Varianten der absorbertechnologischen Aktivierung der Tunnelschale entwickelt, die den Betrieb einer Eis- und Schneefreihaltung von Freiflächen vor dem Tunnelbetriebsgebäude und die Klimatisierung der Räume selbst kombinieren.

Eine Variante sieht vor, die sommerliche Kühllast eines Tunnelbetriebsgebäudes in die Tunnelsohle einzuspeichern. Im Winter kann dann diese, zu Sommerzeiten z. B. in einen Tunnelsohlspeicher eingespeicherte Wärmeenergie zum Betrieb einer Eis- und Schneefreihaltung von Verkehrsflächen an den Tunnelportalen wiedergewonnen werden (Bild 4).



Quelle: Universität Stuttgart

Bild 4: Prinzipskizze einer kombinierten Aktivierung von Freiflächen und Kühlung eines Betriebsgebäudes unter Einsatz eines Tunnelsohlabsorbers

Projektbeteiligte

- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur,
- Bundesanstalt für Straßenwesen,
- Die Autobahngesellschaft des Bundes,
- Universität Stuttgart, Institut für Geotechnik (IGS).