

GEOTHERMIE – SONDER-ANWENDUNGEN IN DER INFRASTRUKTUR

Mit den Technologiefeldern der Geothermie und der Wärmepumpensysteme in Verbindung mit einer intelligenten Steuerung können Weichen und Freiflächen von den gemäßigten bis hin zu den extremen Klimazonen auf der Welt in den Wintermonaten verfügbar gehalten werden.

Als Systemanbieter entwickelt, plant und baut die Triple S-GmbH geothermische Sonderanwendungen. Dabei ist eine Kernkompetenz des Unternehmens eine Weichenheizung für spurgeführte Verkehrssysteme. Die Weichenheizung kann unter Nutzung der Geothermie über das Erdreich oder das Grundwasser als Wärmequelle betrieben werden. In den innerstädtischen und industriellen Bereichen dient das Abwasser oder die industrielle Restwärme zum Betrieb der Weichenheizung.

Weitere Standbeine sind neben den Bahnsteigsystemen (triple.s Umsteiger Plus 2000 und Umsteiger Plus 2000 light), die Flächentemperierungen von Bahnsteigen, Brücken, Straßen, Rollfeldern, Gehsteigen (mit der Produktbezeichnung triple.s-rip). Gerade die Flächentemperierung von Bahnsteigen kann hervorragend mit den Weichenheizungen kombiniert werden.

Bei der Entwicklung der triple.s-Systeme wurde die erste Priorität auf die Verfügbarkeit der Weichen gelegt und das unabhängig von extrem niedrigen Temperaturen in Verbindung mit starken Schneefällen. Die Technik bietet mit dem Betrieb von Weichenheizungen und Bahnsteigflächenheizungen eine hohe Verfügbarkeit von > 99,5 % der Infrastrukturanlagen und dies in Verbindung mit der Reduktion des Energieverbrauchs und der CO_2 -Produktion von bis zu 70 %.

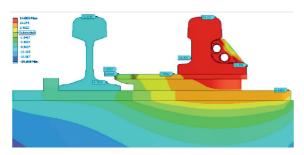
Für das Weichenheizungssystem liegt seit dem 01. November 2011 die unbefristete technische Freigabe für das gesamte Netz der DB AG vor.

System-Weichenheizung

Ein Basiselement der Geothermie-Weichenheizung ist eine bereits in den 1960er-Jahren eingesetzte Heißwasserumlaufheizung mit wenigen energetischen Effizienzpunkten. So wurde die notwendige Wärme von Heizölbrennern erzeugt und mit einwandigen, nicht isolierten Rohren an die Weiche geführt.

Das System triple.s nutzt als Wärmequelle jede technisch und wirtschaftlich sinnvoll zu erschließende Wärmequelle aus dem Technologiefeld der Geothermie und, sofern vorhanden, dauerhaft verfügbare Restund Überschusswärme. Über einige Dutzend Meter tiefe Bohrungen wird hierbei entweder die Grundwasserwärme oder die Wärme der oberflächennahen Erdschichten angezapft. Eine neben dem Gleisbett aufgestellte, elektrisch betriebene Wärmepumpe hebt die in einem geschlossenen Kreislauf geführte Wärmetauscherflüssigkeit (Sole) auf Temperaturen von bis zu 50 Grad, die dann über selbst entwickelte Wärmetauscher an die sensiblen Teile der Weiche übertragen werden.

Triple S-GmbH



Anwendung der Finiten-Element-Methode

Das System triple.s besteht aus drei Hauptkomponenten: Natur-Wärmequelle, Systemeinheit mit Wärmepumpe und Wärmetauscher ("Heizkörper" an der Schiene). Als Wärmequelle wird bei dem System die oberflächennahe Geothermie mittels Erdwärmesonden, Energiekörben oder Wärmeentzug des Grundwassers oder der dauerhaft verfügbaren Restwärme genutzt. Die Systemeinheit mit Wärmepumpe wird mit effizienter und eigens entwickelter Regelungs- und Wärmetauschertechnik ausgestattet. Der Wärmetauscher transportiert die Wärme an die Schiene. Er wurde energetisch so optimiert, dass unerwünschte Wärmeverluste auf ein Minimum reduziert werden.

Die Installation und Deinstallation der Wärmetauscher an der Schiene zu Wartungszwecken benötigt nur einen geringen Zeitbedarf und fügt sich damit in die bahntechnischen Vorgaben und Regelwerke optimal ein. So können die Wärmetauscher unter laufendem Betrieb der gesamten Anlage, ohne Verluste von Flüssigkeiten, abgebaut und wieder angebaut werden. Die eigenen Mitarbeiter der DB Netz AG aus dem Anlagenmanagement können nach einem geringen Schulungsaufwand die Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten selbstständig durchführen.

Die Problematik, dass die Eisenbahnbetreiber unterschiedliche Schienenformen in unterschiedlichen Dimensionen verwenden, wurde durch jeweils ein Wärmetauscherprofil für alle Haupt-Schienenformen auf der Welt gelöst. Das System kann bei allen vorhandenen Weichentypen eingesetzt werden, unabhängig von den Radien, den Schienenprofilen und der Art der Stellvorrichtung.

System-Bahnsteigflächenheizung

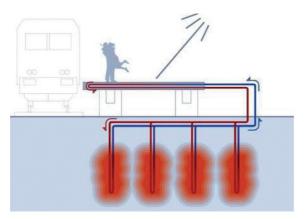
Das System nutzt die Bahnsteige als Wärmekollektor im Sommer. Über sie wird Strahlungsenergie der Sonne eingefangen und im Untergrund zwischengelagert. Im Winter wird die gespeicherte Energie wieder abgerufen, um die Bahnsteige und alle dazugehörigen Verkehrsflächen schnee- und eisfrei zu halten.

Die saisonale Speicherung der solaren Wärmeenergie im Untergrund kann im Wesentlichen durch zwei unterschiedliche Varianten erfolgen: mittels Grundwasserspeicher oder Erdwärmesondenspeicher.

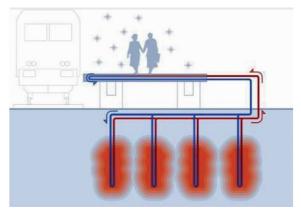
Die Variante Grundwasserspeicher nutzt einen im Untergrund vorhandenen Grundwasserleiter zur Speicherung, der aus den Freiflächen gewonnenen Wärme. Der Grundwasserleiter wird über Brunnen erschlossen. Im Sommer wird das geförderte Grundwasser durch ein in die Bahnsteigflächen eingelassenes Rohrsystem erwärmt und in den Untergrund eingespeist - es entsteht ein Wärmepool um den Infiltrationsbrunnen. Im Winter wird der Kreislauf umgedreht und das im Sommer erwärmte Grundwasser gefördert sowie die darin enthaltene Wärme genutzt. Grundwasserkreislauf und Heiz- bzw. Kühlkreis der Bahnsteigflächen sind dabei über einen zwischengeschalteten Wärmetauscher und/oder eine Wärmepumpe voneinander hydraulisch getrennt. Über einen Zeitraum von mehreren Jahren betrachtet, bilden sich wärmere und kältere Regionen im Grundwasserleiter aus.

Je nach Randbedingung sind jedoch auch andere Systemkonzeptionen mit mehreren Entnahme- und Infiltrationsbrunnen denkbar. Vorteile des Verfahrens sind die im Verhältnis zu Erdwärmesondenspeichern niedrigeren Investitionskosten sowie die Gewinnung großer Wärmeenergiemengen, unabhängig von der Wärmeleitfähigkeit des Gesteins im Untergrund. Daher ist der Einsatz der Variante Grundwasserspeicher vor allem bei großen Projekten mit Wärmeleistungen über 100 kW sinnvoll.

Allerdings ist das Verfahren nicht überall einsetzbar, da an den Untergrund bestimmte Mindestanforderungen gestellt werden. So darf die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers nicht zu hoch sein. Des Weiteren stellen lokale Grundwasserchemie sowie die wasserrechtliche Genehmigungsfähigkeit weitere Hürden des Verfahrens dar.



Erdwärmesondenspeicher Sommer



Erdwärmesondenspeicher Winter

Zur Wärmespeicherung im Untergrund können auch Erdwärmesondenspeicher genutzt werden. Durch ein in die Freiflächen integriertes System von Rohren und Wärmetauschern wird die im Sommer entstehende Wärme aufgenommen und mittels Erdwärmesonden in tiefere Gesteinsschichten abgeleitet. Die direkte Umgebung der Erdwärmsonden erwärmt sich dadurch um mehrere Grad. Die Wärmespeicherung erfolgt dabei in der Regel im Festgestein. Je nach Sondenanordnung ist es möglich, ein kompaktes, vorher definiertes Gesteinsvolumen zu erwärmen und als Speicher zu nutzen. Im Gegensatz zum Grundwasserspeicherverfahren handelt es sich dabei um ein geschlossenes Kreislaufsystem ohne Kontakt zum Grundwasser. In den Erdwärmesonden zirkuliert als Wärmeträger ein Gemisch aus Frostschutzmittel auf Glykolbasis und Wasser.

Wie beim Grundwasserspeicher kehrt sich der Prozess im Winter um, allerdings ohne dass die Zirkulationsrichtung des Wassers in den Rohrleitungen geändert werden muss. Die Sonden entziehen dem Untergrund die gespeicherte Wärme und geben sie über ein Rohrsystem an die zu beheizenden Flächen ab (siehe Bild 5).

Limitierende Faktoren können gemäß VDI 4640 die geringe Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes, schnell fließendes Grundwasser sowie wasserrechtliche Genehmigungsfähigkeit darstellen.



Funktionstüchtige Weichenheizung nach dem System triple.s im Bahnhof Vilseck

Referenzanlagen - Weichenheizungen

In Deutschland wurden vier Bahnhöfe und in Russland ein Bahnhof mit dem triple.s-System ausgerüstet. Die älteste Anlage läuft seit sechs Wintern. An allen Anlagen konnte eine uneingeschränkte Verfügbarkeit der Weichen mit Energieeinsparungen bis zu 70 % nachgewiesen werden. Gerade in Russland mussten die Anlagen Temperaturen bis zu –40 °C und Schneefallraten bis zu 10 cm in der Stunde bewältigen.

Triple S-GmbH

Auch bei intensiven Schneefällen war die Verfügbarkeit der Weichen mit dem verbauten System immer gegeben, während die Weichen mit einer elektrischen Weichenheizung im Vergleich eine weitaus geringere Verfügbarkeit aufwiesen.

Allein im Jahr 2014 gingen rund 20 neue Weichenheizungen nach dem System triple.s in verschiedenen Regionen Deutschlands in Betrieb.

Ausblick

Durch eine ständige Weiterentwicklung der Wärmetauschertechnologie (Schlüsseltechnologie für die Weichenheizungssysteme) wird eine weitere Reduktion der Vorlauftemperaturen für das Weichenheizungssystem triple.s erzielt und die technologische Marktführerschaft weiter ausgebaut.

Mit unserem Partner, der SCHWIHAG AG, wird aktuell eine beheizbare Gleitstuhlplatte entwickelt. Die Beheizung der Gleitstuhlplatte kann sowohl mit Flüssigkeiten als auch mit stromgeführten Systemen erfolgen.

Dadurch können Weichen in extremen Klimazonen mit dem vorgestellten Heizsystem bestückt werden. Weiterhin wird der Eisabwurf auf allen Strecken der Welt wesentlich effizienter abgeschmolzen.

Die triple.s-Systeme können bei allen vorhandenen Weichentypen eingesetzt werden, unabhängig von den Radien, der Schienenprofile und Art der Stellvorrichtung. Für Weichen mit reduziertem Zungenprofil und für Straßenbahnen ist ein speziell entworfener Gleiswärmetauscher erhältlich. Die Entwicklung und Produktion findet in enger Zusammenarbeit mit der Rheinbahn AG statt.

In der Kombination von Weichenheizungen mit Bahnsteigflächenheizungen liegt ein weiterer großer wirtschaftlicher Mehrgewinn. In Deutschland sind ein Projekt in der Light-Rail-Sparte und ein Projekt mit der Vignolschiene in der Entwurfsplanung. In Polen und Tschechien stehen diese Kombinationen kurz vor der Ausführungsplanung.

Gerade bei der Nutzung unseres Systems für Straßenbahnen können wir hervorragende wirtschaftliche Lösungen in Verbindung mit der Nutzung des Abwassers als Wärmequelle im städtischen Bereich projektieren. Die Beheizung der Bahnsteige und Gehwege kann als zusätzlicher Gewinn ohne größere zusätzliche Kosten realisiert werden.

Trotz zum Teil extremer Wetterbedingungen (starke Schneefälle in Verbindung mit tiefen Temperaturen und Verwehungen) waren bei Geothermie-Weichenheizungssystemen keinerlei Systemausfälle zu verzeichnen.

Autor:

Michael Funke, Triple S-GmbH Ringstraße 40, D-82223 Eichenau T +49 8141 5346750 info@triplesgmbh.de, www.triplesgmbh.de

ZUSAMMENFASSUNG

Die triple.s-Systeme basieren auf der Nutzung von Umwelt- und Prozesswärme zum Betreiben von Weichen- und Flächenheizungen. Es werden eine Wärmequelle, eine Wärmepumpe und ein Wärmetauschersystem mit einer intelligenten Steuerungsund Regelungstechnik verknüpft.

Ziel ist es, den Energieverbrauch und die CO_2 -Produktion um bis zu 70 % im Vergleich mit konventionellen Weichenheizungssystemen zu reduzieren, bei höherer Verfügbarkeit der Weichen.

Die Nachweisführung wurde im Regelbetrieb der Bahnbetreiber bei den ersten 25 Anlagen in Deutschland und Russland bereits erbracht.
Beim Projekt zu Erprobung einer Bahnsteigflächenheizung ergibt sich aus den ersten vier Betriebsjahren die Erkenntnis, dass das System eines geothermisch beheizten Haltepunktes störungsfrei funktioniert. Technische Optimierungsmöglichkeiten wie auch die Wirtschaftlichkeit des Systems konnten bestätigt werden.