

Potenziale und Anwendungen der oberflächennahen Geothermie im Alpenraum

GREGOR GÖTZL (1), MAGDALENA BOTTIG (1), MARTIN FUCHSLUGER (1),
STEFAN HOYER (1) & DORIS RUPPRECHT (1)

Einleitung

Die Nutzung der Erdwärme (Geothermie) zur Produktion von elektrischer Energie, Wärme und Kälte besitzt in Österreich eine mittlerweile jahrzehntelange Tradition. Grundsätzlich wird zwischen den Begriffen „tiefe Geothermie“ und „oberflächennahe Geothermie“ unterschieden, wobei eine exakte Begriffsabgrenzung nicht existiert. Anwendungen der tiefen Geothermie beziehen sich in Österreich nahezu ausschließlich auf die Nutzung natürlicher Thermalwässer – auch Hydrogeothermie genannt. Anwendungen der oberflächennahen Geothermie beziehen sich im Allgemeinen auf Tiefenbereiche des Untergrundes von weniger als 300 Meter unter Gelände (Anwendungsgrenze des MinroG), wobei die Umgebungswärme des Untergrundes mittels Wärmepumpe genutzt wird. Die in Österreich mittlerweile marktbeherrschenden Anwendungssysteme umfassen einerseits geschlossene vertikale Wärmetauscher-Systeme (auch Erdwärmesonden oder Tiefenkollektoren genannt) und andererseits die thermische Nutzung des oberflächennahen Grundwassers (mit Hilfe von Grundwasserwärmepumpen oder Wasser-Wasser-Wärmepumpen). Neben diesen „klassischen“ Anwendungssystemen zur Energiegewinnung existieren in Österreich auch bereits innovative Anwendungsmethoden in Form der geothermischen Nachnutzung von Altbergbauen oder in Form der saisonalen Wärmespeicherung in Erdwärmesondenfeldern.

Im Endbericht der Studie „Energieautarkie für Österreich 2050“ (FFG Projekt B068644, STREICHER et al., 2010) wird der Geothermie eine wichtige Rolle zur Erfüllung der energie- und klimapolitischen Ziele zugeschrieben. In diesem Sinne wird ein Ausbau der tiefen Geothermie auf 71 Petajoule (PJ) p.a. bis 2050 gefordert, wobei ein wesentlicher Anteil der jährlichen Energieproduktion auf die Bereitstellung von Wärme entfällt. In den letzten Jahren ist eine Stagnation des Ausbaues der tiefen Geothermie in Österreich beobachtet wor-

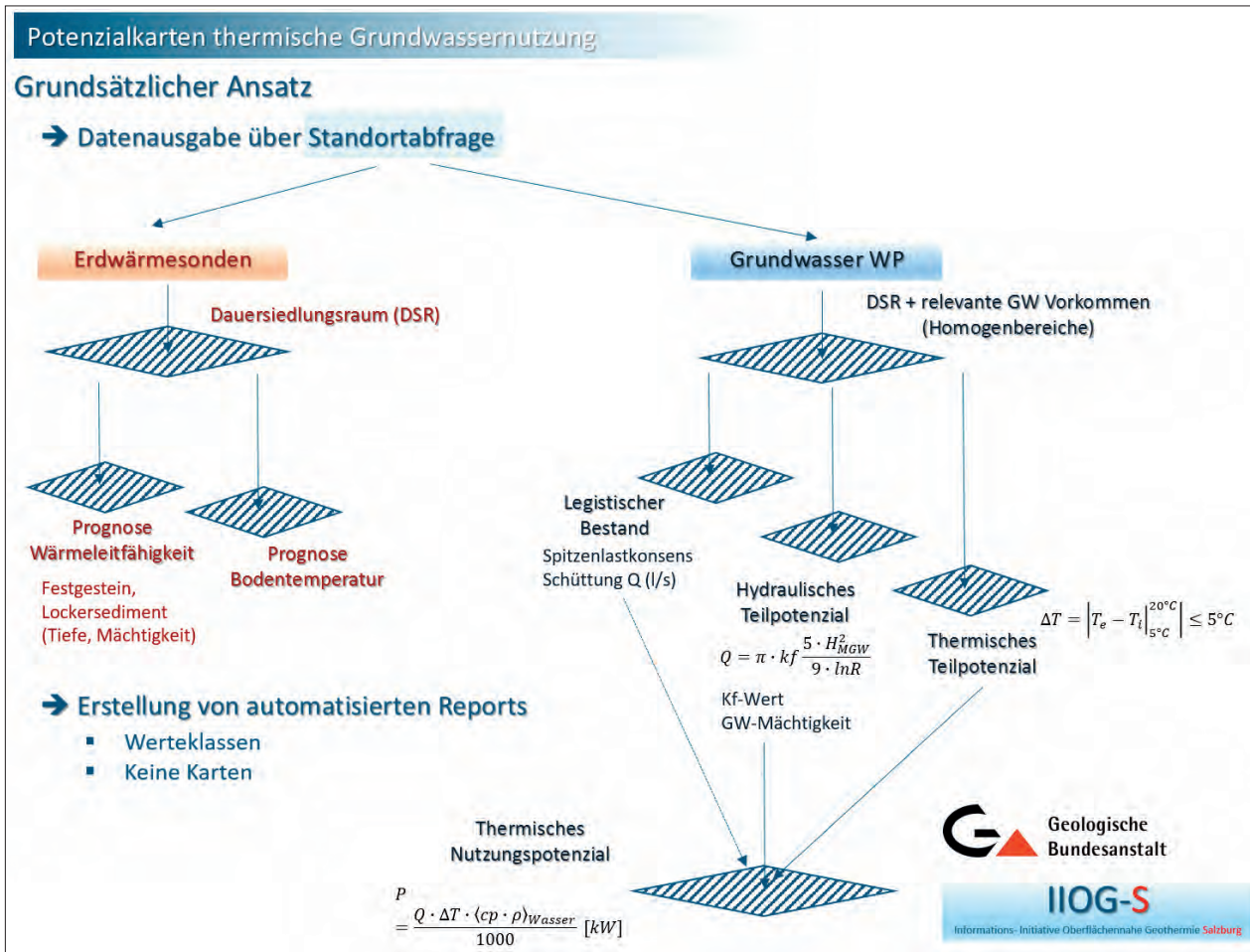
den. Im Jahr 2015 wurde mit Hilfe der tiefen Geothermie elektrische Energie und Raumwärme von etwa 2,4 PJ (davon 98 % Wärme) bereitgestellt, was wiederum nur etwa 3 % der Zielvorgaben für das Jahr 2050 entspricht. Im gleichen Jahr wurde hingegen eine geschätzte Wärmeproduktion von 16 PJ mittels Methoden der oberflächennahen Geothermie in Österreich erzielt (BIERMAYR et al., 2016). Es sei darauf hingewiesen, dass in dieser Statistik die Kühlung mittels Geothermie nicht enthalten ist.

Der österreichische Alpenraum stellt ein sensibles Öko- und Geosystem dar, in welchem die Anwendung oberflächennaher geothermischer Methoden einen wesentlichen Beitrag zum Schutz und Erhalt dieser Systeme leisten kann. Vielerorts ist jedoch das Anwendungsspektrum der oberflächennahen Geothermie den potenziellen Investoren nicht ausreichend bekannt. Zudem werden von den Verwaltungsbehörden möglichst flächendeckende Informationen zu Anwendungspotenzialen und Risiken benötigt. An der Geologischen Bundesanstalt (GBA) beschäftigen sich die Projekte SC-27, GRETA und Geothermie Altbergbau mit der Anwendung der oberflächennahen Geothermie im Alpenraum. Im Nachfolgenden werden die Erkenntnisse aus den Projekten SC-27 und GRETA vorgestellt.

Aufbau von Potenzialkarten für das Bundesland Salzburg (Projekt SC-27)

Im Rahmen des Bund-Bundesländer Kooperationsprojektes SC-27 (Informationsinitiative oberflächennahe Geothermie Salzburg) wurden im Auftrag der Salzburger Landesregierung Potenzialkarten für den Dauersiedlungsraum in Salzburg erarbeitet. Die zu erstellenden Karten richteten sich vor allem an Energieberater und sollten die standortspezifische Auswahl geeigneter Wärmeerzeugungssysteme unterstützen. In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurde ein Zielmaßstab von 1:200.000 sowie eine Beschränkung auf den zu

(1) Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, 1030 Wien. gregor.goetzl@geologie.ac.at



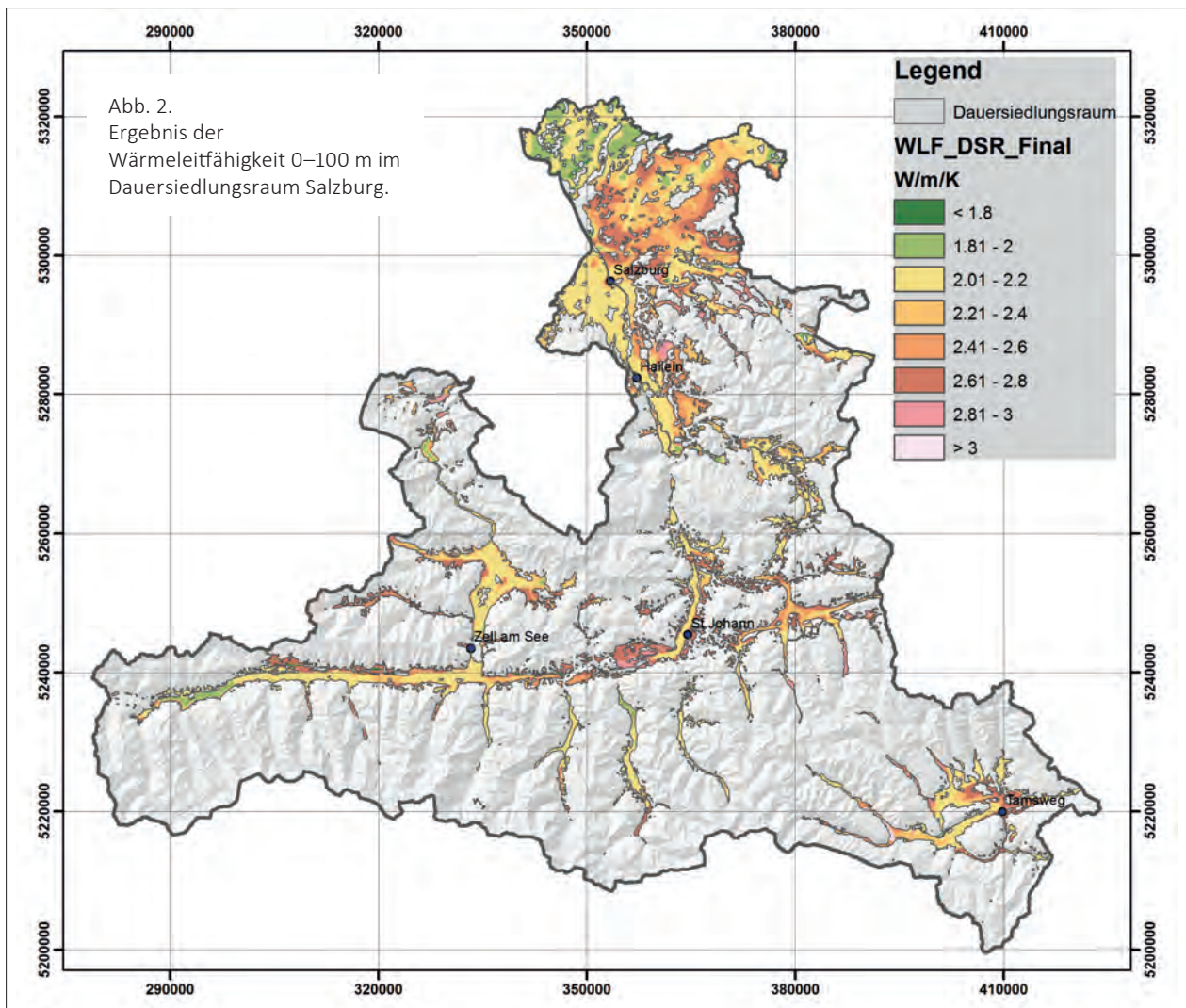
erarbeitenden Karten auf den Salzburger Dauersiedlungsraum vereinbart. Begleitend zum Projekt SC-27 wurde eine Studie vergeben, in welcher unter anderem Konflikt- und Risikozonen der Anwendung von Methoden der oberflächennahen Geothermie ausgewiesen wurden. Die Ergebnisse beider Studien sollen demnächst in der Web-GIS-Anwendung des Bundeslandes Salzburg (SAGIS) veröffentlicht werden. Die Erhebung von Nutzungs- und Konfliktpotenzialen beschränkte sich auf die zwei marktdominierenden Anwendungssysteme „Erdwärmesonden“ und „Grundwasserwärmepumpen“.

Die Ergebnisparameter der Potenzialerhebung für Erdwärmesonden umfasste lediglich die potenzialleitenden Kenngrößen Wärmeleitfähigkeit und mittlere jährliche Bodentemperatur. Für Nutzungen mittels Grundwasserwärmepumpen war vorgesehen, die maximale thermische Leistung pro Brunnenpaar in der Einheit kW ohne Berücksichtigung des Wärmebeitrages der Wärmepumpe zu prognostizieren. Nach Erhebung der in Salzburg zur Verfügung stehenden Datenlage wurde jedoch erkannt, dass die benötigten potenzialleitenden Kenngrößen zur Berechnung der ther-

Abb. 1. Schematische Darstellung des methodischen Ansatzes zur Berechnung der potenzialleitenden Kenngrößen für die Nutzung von Erdwärmesonden und Grundwasserwärmepumpen für das Bundesland Salzburg (GÖTZL et al., 2016).

mischen Leistung einer Brunnendublette nur in wenigen der eingangs ausgewiesenen Grundwasser-Eignungsbereichen zur Verfügung standen. Aus diesem Grund wurde das Anwendungspotenzial für die Grundwasserpotenziale in Teilpotenziale untergliedert (Abb. 1).

Durch die Ausweisung der Teilpotenziale „Thermisches Teilpotenzial“ (nutzbare Temperaturspannung zwischen Entnahme- und Reinjektionsbrunnen), „Hydraulisches Teilpotenzial“ (maximale Pumprate der Brunnendublette) und des „Legistischen Bestands“ (statistische Auswertung der genehmigten Spitzenlast-Konsensmengen in der Einheit l/s) konnten potenzialleitende Kenngrößen zur Nutzung von Grundwasserwärmepumpen für nahezu alle Eignungsflächen Salzburgs ausgewiesen werden. Das hieraus resultierende technische Anwendungspotenzial konnte hingegen nur für ca. 10 % der zuvor ausgewiesenen Eignungsflächen bestimmt werden.



Potenzial Grundwasserwärmepumpe

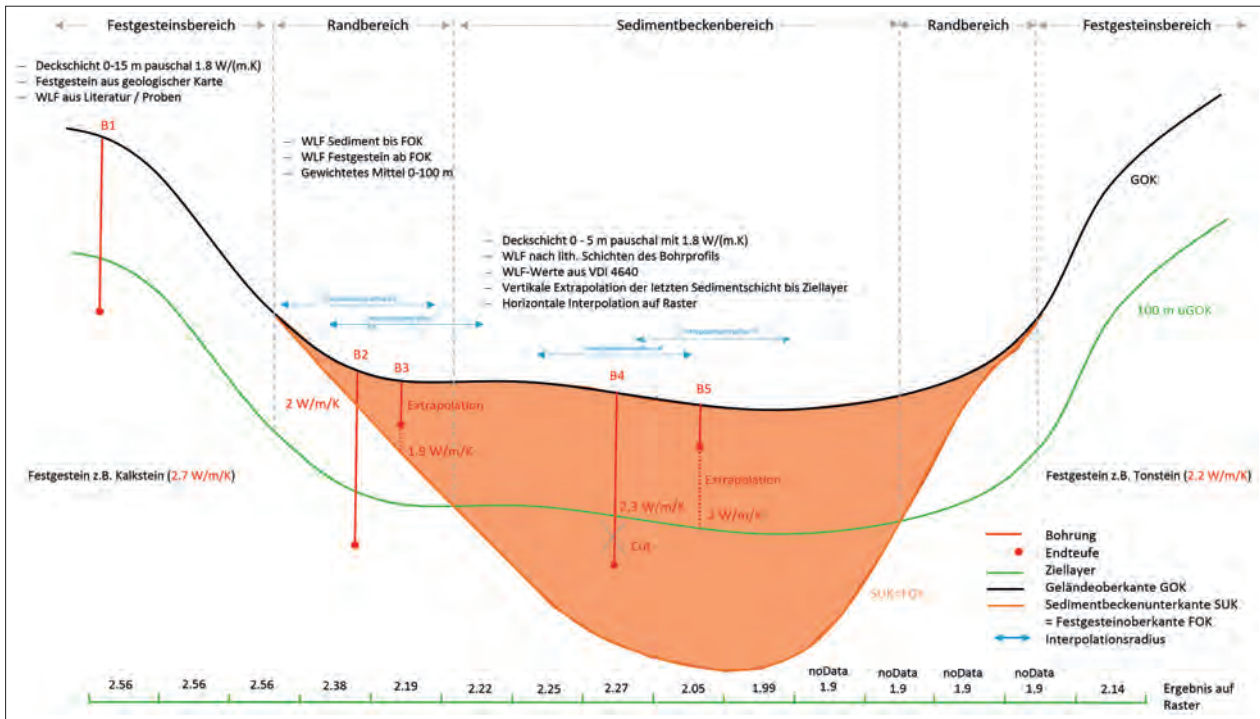
Durch die Gliederung des Anwendungspotenzials von Grundwasserwärmepumpen in Teilpotenziale und der bewussten Ausweisung von hydrogeologischen Eignungsflächen ohne Datenangaben wurde das ursprüngliche Konzept der Erstellung flächendeckender gedruckter oder digitaler Karten aufgegeben und dem Auftraggeber die Herstellung einer Web-basierten Standortabfrage in Berichtsform ohne Kartenausgabe empfohlen. Die im SAGIS System des Bundeslandes Salzburg verwaltete Standortabfrage wurde im Mai 2017 veröffentlicht und ist unter <https://www.salzburg.gv.at> online abrufbar.

Die Flächendarstellung der potenzialleitenden Kenngrößen zur Anwendung von Grundwasserwärmepumpen erfolgte auf Grundlage der statistischen Mittelung der Kenngrößen, sodass innerhalb zuvor ausgewiesener hydrogeologischer Homogenbereiche keine weitere Differenzierung möglich ist.

Potenzial Erdwärmesonden

Die flächenhafte Darstellung der Potenziale für die Nutzung von Erdwärmesonden erfolgte weitgehend auf Grundlage eines Rasteransatzes. Die Bemessung der mittleren Bodentemperatur erfolgte durch Kombination des digitalen Höhenmodells mit einer seehöhenabhängigen Interpolationsfunktion der mittleren jährlichen Bodentemperatur, die aus 28 Messstationen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) in und um das Salzburger Landesgebiet abgeleitet worden ist.

Für die Prognose der Wärmeleitfähigkeit (WLF) des Untergrundes im Bereich 0–100 m Tiefe wurden Sedimentmächtigkeiten der Becken- und Talregionen mit Hilfe der Software GOCAD™ modelliert sowie eine provisorische vom Quartär abgedeckte, lithologische Karte auf Grundlage der Geologischen Karte von Salzburg 1:200.000 (BRAUNSTINGL et al., 2005) erstellt. Dieser lithologisch klassifizierten „Festgesteinskarte“ wur-



den WLF-Werte entsprechend der deutschen VDI 4640 Richtlinie zugewiesen, innerhalb der Sedimentbecken wurden die WLF-Werte für Lockergesteine der VDI 4640 entsprechend zuvor digitalisierter Bohrprofile von Erdwärmesonden interpoliert. Für die Erstellung der Potenzialkarte des Untergrundes bis in 100 m Tiefe (Abb. 3) wurde zwischen „Sedimentbereich“ (Sedimentmächtigkeit größer als 100 Meter à WLF-Werte aus der attribuierten Sedimentmächtigkeitskarte), „Randbereiche“ (à WLF-Werte aus der Sedimentmächtigkeitskarte bis zur Festgesteinsoberkante, darunter WLF-Werte der Festgesteinskarte) und „Festgesteinsbereiche“ (à WLF-Werte der Festgesteinskarte + pauschaliert 15 m mit 1,8 W/m/K Deckschicht) unterschieden. Die gemittelten Wärmeleitfähigkeiten wurden abschließend auf ein 100 mal 100 Meter Raster interpoliert. Die daraus resultierende Wärmeleitfähigkeitskarte für den Dauersiedlungsraum Salzburg ist in Abbildung 2 dargestellt. Die modellierten Wärmeleitfähigkeiten der Sedimentbecken wurden exemplarisch mit Ergebnissen aus Thermal Response Test (TRT) Messungen in der Stadt Salzburg validiert. Die Gegenüberstellung der Wärmeleitfähigkeitsmodelle mit den Ergebnissen von drei TRT Messungen ergab eine Prognosegenauigkeit des Modells von 90 % bzw. eine mittlere absolute Abweichung von 0,2 W/m/K. Im Festgesteinsbereich konnte auf Grund fehlender Messdaten keine Validierung vorgenommen werden.

Abb. 3. Schema zur Zuteilung der Wärmeleitfähigkeiten in Abhängigkeit von der Position einer Zelle im Hinblick auf Becken (Festgesteins-, Rand-, Sedimentbeckenbereich).

Harmonisierte Ansätze zur Planung und Anwendung der oberflächennahen Geothermie im Alpenraum (Projekt GRETA)

Im Rahmen des dreijährigen Interreg Alpine Space Projekts GRETA (<http://www.alpine-space.eu/projects/greta/de/home>) kooperiert die Geologische Bundesanstalt mit Organisationen aus Deutschland, der Schweiz, Frankreich, Italien und Slowenien bis Ende 2018, um harmonisierte Themeninhalte zur Planung und Anwendung der oberflächennahen Geothermie im Alpenraum zu erarbeiten. Die Schwerpunkte liegen auf der Erstellung länderübergreifender Potenzialkarten und gemeinsamer Richtlinien zur Anwendung der Geothermie. Zusätzlich wurden in den beteiligten Ländern Pilotgebiete definiert, in denen unterschiedliche Schwerpunktthemen bearbeitet werden.

Im österreichischen Pilotgebiet Leogang–Saalbach-Hinterglemm (Salzburg) konzentrieren sich die Aktivitäten auf die Erstellung verbesserter Bodentemperaturkarten, die auch den Einfluss der Hanglage und, damit verbunden, die jährliche Strahlungsbilanz berücksichtigen. Zu diesem Zweck wurden im Herbst 2016 Beobachtungsstationen zur Erfassung der Bodentemperatur

in Leogang installiert (Abb. 4). Erste Ergebnisse zeigen eindrücklich, dass die routinemäßig angewandte Methode zur flächigen Berechnung der Bodentemperatur – die Kombination des digitalen Höhenmodells mit einer seehöhenabhängigen Interpolationsfunktion der von der ZAMG an einzelnen Lokalitäten gemessenen mittleren jährlichen Bodentemperatur – nicht ausreichend ist, um detaillierte Prognosen treffen zu können. Jene im Tal auf 760 m errichtete Messstation im Leoganger Tal weist den gesamten Winter hindurch niedrigere Temperaturen auf, als die auf 1.230 m errichtete Station am Südhang des Tales.

Des Weiteren sollen die Einsatzmöglichkeiten oberflächennaher geothermischer Anwendungen im alpinen Tourismus untersucht und aufgezeigt werden. Die Erhebung von Best Practice Beispielen zu bestehenden Anwendungen zeigte, dass in Österreich auch in größeren Höhenlagen bereits einige Anlagen erfolgreich betrieben werden. Ein Beispiel stellt das Hotel Crystal in Obergurgl dar, welches auf 1.900 m Seehöhe aus einem Sondenfeld mit 66 Tiefbohrungen Heizwärme und Warmwasser produziert (http://www.alpine-space.eu/projects/greta/deliverables/d3.1.1_best_practices.pdf). Zudem wird derzeit eine Studie zur Beurteilung von Nachrüstungskonzepten alpiner Hütten mit Hilfe von Methoden der oberflächennahen Geothermie durchgeführt.

Dank

Unsere Danksagung gilt dem Amt der Salzburger Landesregierung (besonders Dr. Rainer Braunstingl und Dipl. Ing. Theodor Steidl) für die Ermöglichung des Projekts SC-27 und die wertvolle Unterstützung in der Umsetzungsphase. Darüber hinaus sei auf das Interreg Alpine Space Programm der Europäischen Union hingewiesen und für die Förderung des Projektes GRETA gedankt.

Literatur

- BIERMAYR, P., EBERL, M., ENIGL, M., FECHNER, H., KRISTÖFEL, C., LEONHARTSBERGER, K., MARINGER, F., MOIDL, S., SCHMIDL, C., STRASSER, C., WEISS, W. & WOPIENKA, E. (2016): Innovative Energietechnologien in Österreich – Marktentwicklung 2015. – Berichte aus Energie- und Umweltforschung, **6/2016**, 236 S., Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien.
- BRAUNSTINGL, R., PESTAL, G., HEJL, E., EGGER, H., HUSEN VAN, D., LINNER, M., MANDL, G., MOSER, M., REITNER, J., RUPP, C. & SCHUSTER, R. (2005): Geologische Karte von Salzburg 1:200.000. – Geologische Bundesanstalt, Wien.
- GÖTZL, G., PFLEIDERER, S., FUCHSLUGER, M., BOTTIG, M. & LIPIARSKI, P. (2016): Projekt SC-27 Pilotstudie „Informationsinitiative Oberflächennahe Geothermie für das Land Salzburg“ (IIOG-S). – Unveröffentlichter Endbericht im Auftrag der Salzburger Landesregierung, 66 S., Geologische Bundesanstalt, Wien.
- STREICHER, W., SCHNITZER, H., TITZ, M., TATZBERGER, F., HEIMRATH, R., WETZ, I., HAUSBERGER, S., HAAS, R., KALT, G., DAMM, A., STEININGER, K. & OBLASSER, S. (2010): Energieautarkie für Österreich 2050. – Feasibility Studie, Endbericht im Auftrag des Klima- und Energiefonds (KLIE), Innsbruck, Dezember 2010, 13 S., Innsbruck.

Abb. 4.

Im Rahmen des Projektes errichtete Bodentemperaturmessstationen im Pilotgebiet Leogang–Saalbach-Hinterglemm (Salzburg) sowie erste Messergebnisse aus einer Tiefe von 10 cm.

