



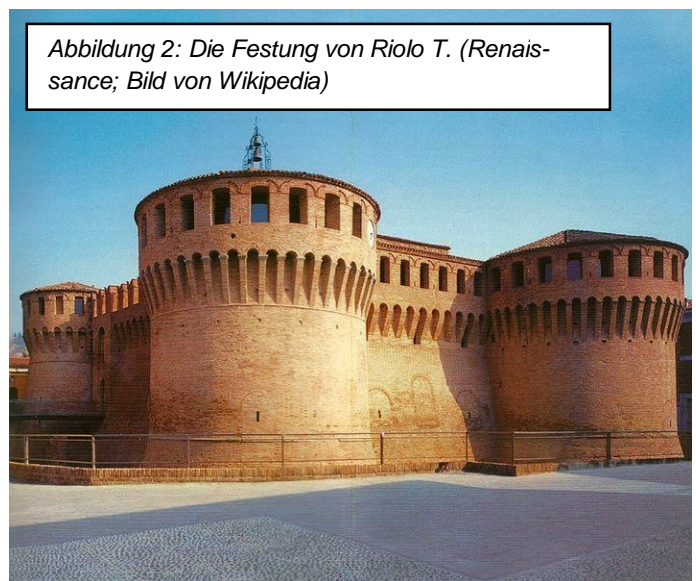
Ein geothermisches Niedrigenthalpieversuchskraftwerk in Riolo Terme (Ravenna)

Niedrigenthalpiegeothermie wird in Europa zunehmend als Quelle erneuerbarer Energie (EE) herangezogen, da sie fast überall verfügbar ist und immer effizientere Wärmepumpen gebaut werden. Das Herzstück dieser Art der EE-Nutzung ist freilich, den Untergrund als Wärmespeicher zu benutzen. Angesichts seiner konstanten Temperatur, die im Bereich von Ravenna ungefähr 14 °C beträgt, erlaubt es der Untergrund, im Winter Energie zu sparen, um kaltes Wasser für die Gebäudeheizung zu erwärmen, während im Sommer dieselben Gebäude gekühlt werden, indem ihnen Wärme entzogen und an den Untergrund zurückgegeben wird. Dieser Prozess kann mit einer zufriedenstellenden



Arbeitszahl betrieben werden, d.h. mit einem zufriedenstellenden Verhältnis zwischen eingesetzter und gewonnener Energie. Üblicherweise wird dieses Verhältnis als zufriedenstellend betrachtet, wenn es zumindest zwischen 3,5 und 4 liegt.

Geothermische Niedrigenthalpieanlagen für öffentliche und private Gebäude sind in Italien nicht so verbreitet wie in nordeuropäischen Ländern. Daher ist ein primäres Ziel von CoP, ihre Verbreitung auch in Italien voranzutreiben mit besonderem Schwerpunkt auf einen urbanen Zusammenhang. Die verfügbare geothermische Energie für Niedrigenthalpieanlagen hängt von der physikalischen Beschaffenheit des Gesteins ab, d.h. die Wärmeleitfähigkeit, und seines Zustands, d.h. Vorhandensein von Wasser, da Wasser das natürliche Material mit der höchsten Wärmekapazität ist. Daher sollte für eine korrekte Auslegung des geothermischen Kraftwerks die Verteilung der Wärmeleitfähigkeit und des Wassers in porösem Gestein im Vorhinein bekannt sein. Aus dieser Sicht ist das Gebiet von Ravenna aufgrund der großen Menge von Bohrlöchern für die Trinkwasserversorgung relativ gut, wenngleich ungleichmäßig bekannt. Zu diesem Zweck hat die Provinz Ravenna im Rahmen des Projekts CoP eine Landkarte der potenziellen Nutzung dieser Art von EE für die ganze Provinz erstellt.



Als gezielte Aktion hat sich die Provinz Ravenna verpflichtet, eine Pilotanlage zu errichten. Als geeigneter Standort wurde die Höhere Hotel- und Restaurantfachschule P. Artusi (<http://www.alberghieroriolo.it/>) ausgewählt, die in Riolo Terme liegt (rotes Rechteck in Abb. 1). Das ist eine kleine Stadt mittelalterlichen Ursprungs (Abb. 2), in der derzeit ca. 6.000 Menschen leben, auf der sanft gewellten Nordseite der Apenninenkette gelegen. Ihr Name erinnert daran, dass dort im 19. Jahrhundert ein Heilbad für Thermaltherapien gebaut worden war wegen eines besonderen Grundwasserkörpers, der reich an Bromjodsalzen ist. Vor dem Bohren der Löcher für die geothermische Sonde wurde eine genaue geologische und hydrogeologische Untersuchung des Untergrunds am Standort und in der

ganzen Stadt durchgeführt, begleitet von einem geophysikalischen Gutachten bis in eine Tiefe von 100 m, das auf eine frühere Schätzung der verfügbaren Leistung abzielte. Das Hauptergebnis war, dass der Untergrund in Riolo Terme ziemlich homogen ist und vorwiegend aus Lehm besteht mit Ausnahme einer dünnen Linse von sandigem Kies in einer Tiefe von acht bis zehn Metern. Die spezifische Wärmeleistung (d.h. Watt pro Meter der geothermischen Sonde) ist daher unter der ganzen Stadt fast konstant sowohl in die Tiefe als auch seitlich und beläuft sich auf etwa 30 W/m.



Abbildung 3: Standort und Arbeit beim geothermischen Bohrloch

Die geothermische Sonde

Das Bohrloch wurde dann im Hof der Schule ausgeführt (Abb. 3). Es erreichte die geplante Tiefe von 100 m und wurde mit zwei vertikalen Sonden ausgestattet, sodass eine Gesamtlänge von 200 m für den Wärmeaustausch verfügbar ist. Aufgrund des experimentellen Charakters der Anlage wurden auch vier Temperatursonden regelmäßig entlang dem Bohrloch platziert, um die Bodentemperatur laufend zu messen (Abb. 4). Darüberhinaus wurde ein Geothermal Response Test (GRT) durchgeführt, um die effektive Wärmeleitfähigkeit im Untergrund und den Widerstand des Bohrlochs abzuschätzen.

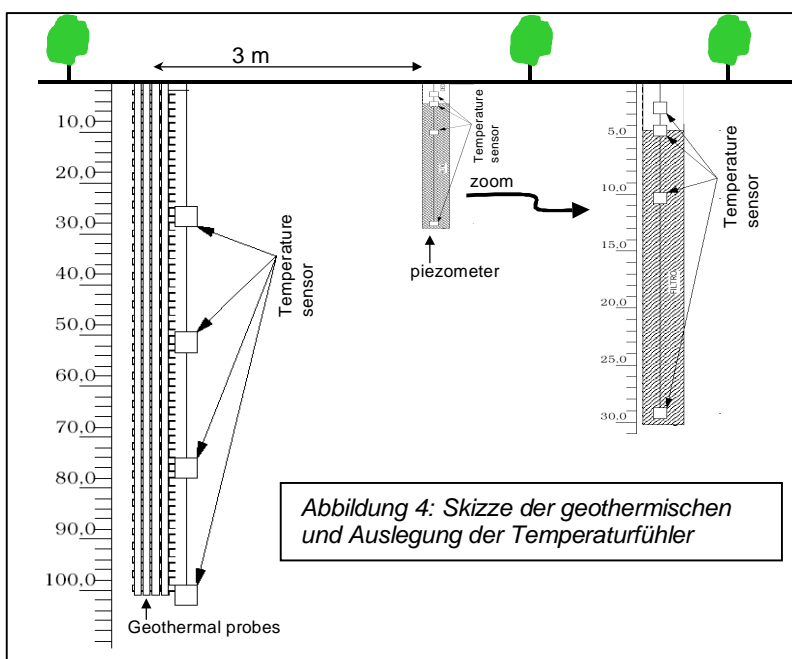


Abbildung 4: Skizze der geothermischen Sonde und Auslegung der Temperaturfühler

Ein zweites, 30 m tiefes Loch wurde in einem Abstand von drei Metern von der geothermischen Erkundung gebohrt und mit Sonden für laufende Temperaturüberwachung ausgestattet, um sowohl vertikale als auch seitliche Temperaturschwankungen zu erfassen. Die integrierte Ausarbeitung aller Daten und Ergebnisse wird eine genaue Abschätzung der geothermischen Kapazität des Testgeländes erlauben, da es auf einem vollständigen Überwachungsdatensatz aufbaut. Diese Daten werden verwendet werden, um die weiteren geothermischen Anlagen an anderen Standorten in der Provinz Ravenna sachgerecht zu planen.

Ein zweites, 30 m tiefes Loch wurde in einem Abstand von drei Metern von der geothermischen Erkundung gebohrt und mit Sonden für laufende Temperaturüberwachung ausgestattet, um sowohl vertikale als auch seitliche Temperaturschwankungen zu erfassen. Die integrierte Ausarbeitung aller Daten und Ergebnisse wird eine genaue Abschätzung der geothermischen Kapazität des Testgeländes erlauben, da es auf einem vollständigen Überwachungsdatensatz aufbaut. Diese Daten werden verwendet werden, um die weiteren geothermischen Anlagen an anderen Standorten in der Provinz Ravenna sachgerecht zu planen.

Wärmepumpenanlage

Die Wärmepumpe ist auf der Primärseite mit der bereits eingerichteten geothermischen Sonde verbunden und auf der Sekundärseite mit dem Heizkreislauf des Gebäudeteils im Erdgeschoß der Schule, in dem sich das Sekretariat und die Direktion befinden. Es handelt sich um eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe. Die verfügbare Wärmeleistung beträgt 5,6 kW bei einem virtuellen Temperaturniveau von 0 °C bei der externen Quelle und 35 °C bei der Abgabe, mit einer zufriedenstellenden Arbeitszahl von 4,13. Die Anlage ist mit einer hocheffizienten digitalen Steuerung der Energieklasse A ausgestattet, um sowohl die Primärpumpe (für den Eingangskreis) als auch die sekundäre (für den Wasser- und Heizungs-kreislauf) auf die externen klimatischen Bedingungen abzustimmen (Abb. 5).



Abbildung 5: Die Wasser-Wasser-Wärmepumpe

Die Photovoltaikanlage

Die Photovoltaikanlage ist mit dem Niederspannungsnetz verbunden. Die Gesamtleistung beträgt bei Idealbedingungen (Sonnenstrahlen im rechten Winkel zur Oberfläche, ungetrübter Sonnenschein) 2,45 kW und wird von zehn Photovoltaikmodulen aus polykristallinem Silizium (Abb. 6) mit einer Leistung von jeweils 245 W gewonnen, die elektrisch zu einem Strang zusammengeschlossen sind.

Messung der Arbeitsparameter der Heizungsanlage

Um die Arbeitsleistung der Anlage zu kontrollieren, wurde ein Datenerfassungssystem geplant, das imstande ist, den Durchfluss, die Temperatur und die Energie im Primärkreislauf (auf der Seite der geothermischen Sonde), im Sekundärkreislauf (Heizungsseite) und im bestehenden Heizkreislauf des Bürobereichs zu messen und zu speichern. Auch ein Zähler für den elektrischen Energieverbrauch der Wärmepumpe wurde installiert. Die Zähler sind mit einer Schnittstelle zum Datennetz der Schule verbunden, um die Übertragung der Messwerte mittels Internet zu erlauben.

Die Schule von Riolo Terme wurde 1967 eröffnet. Ihr Ziel ist die Vorbereitung von Fachkräften in Hotel-, Gastronomie-, Schank- und Touristenempfangsdiensten. Derzeit gibt es ungefähr 900 Schüler in 36 Klassen. In Riolo Terme hat die Schule drei Standorte. Einer davon wurde aufgrund seiner Kenndaten und Probleme mit hohen Heizungskosten in das Projekt CoP einbezogen.

Die Provinz Ravenna ist dafür zuständig, die Schulgebäude unter dem Gesichtspunkt der Gebäudewartung und Energieeffizienz zu überwachen.

Abbildung 6: Die Photovoltaikpaneele auf dem Schuldach



IMPRESSUM: Lead Partner: City of Warsaw www.citiesonpower.eu fanpage: www.facebook.com/citiesonpower

CONTACT: AndrzejCzajkowski e-mail: aczajkowski@um.warszawa.pl PHONE: +48 22 4430791
LAYOUT: Research Studios Austria Forschungsgesellschaft mbH EDITED BY: Province of Ravenna



This project is implemented through the CENTRAL EUROPE Programme co-financed by the ERDF

LEGAL DISCLAIMER: The sole responsibility for the content of this newsletter lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the Community. The European Commission is not responsible for any use that may be made of the information contained therein