

Bericht, 13. April 2017

Geothermie für die Nah- und Fernwärmeversorgung

Überblick über die kantonalen und nationalen Geothermie-Potenzialstudien, Nutzungsmöglichkeiten und Anwendungsbeispiele



energie schweiz

Unser Engagement: unsere Zukunft.

Auftragnehmer:

GEOTHERMIE-SCHWEIZ
Schweizerische Vereinigung für Geothermie

Generalsekretariat
Waldeggstrasse 41
3097 Bern-Liebelfeld
Tel. +41 52 721 79 02
info@geothermie-schweiz.ch
www.geothermie-schweiz.ch

Autoren:

Dr. Katharina Link
Olivier Zingg

Geo-Energie Suisse AG
Reitergasse 11
8004 Zürich
061 500 07 20
www.geo-energie.ch
k.link@geo-energie.ch
o.zingg@geo-energie.ch

Diese Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz erstellt.

Für den Inhalt sind alleine die Autoren verantwortlich.

Adresse

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Postadresse: 3003 Bern
Infoline 0848 444 444. www.energieschweiz.ch/beratung
energieschweiz@bfe.admin.ch, www.energieschweiz.ch

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Nutzungsmöglichkeiten für Fernwärmenetze	5
2.1	Erdwärmesondenfelder	5
2.2	Wärmespeicherung	6
2.3	Grundwassernutzung / Nutzung von untiefen Aquifere	7
2.4	Mitteltiefe und tiefe Aquifere	7
2.5	Tiefe EGS	7
3	Übersicht über die Potenzialstudien	9
3.1	Nationale Studien	9
3.1.1	Geothermischer Ressourcenatlas der Schweiz	9
3.1.2	Seismischer Atlas	11
3.1.3	GeoMol Projekt	12
3.1.4	GeoTherm Projekt	14
3.2	Kantonale und regionale Studien	15
3.3	Lokale und Projekt-bezogene Studien	18
4	Wärmeabnehmerpotenziale, Infrastrukturen	19
5	Anwendungsbeispiele	20
5.1	Nahwärmenetz mit EWS-Feld	20
5.2	Energiespeicher im EWS-Feld	21
5.3	Anergie-Netz mit EWS-Felder als Energiespeicher	22
5.4	Grundwassernutzung	23
5.5	Untiefe Aquifere	24
5.6	Tiefe Aquifere	25
5.7	Tiefe EGS	26
6	Fördermittel	27
7	Ausblick	28

1 Einleitung

Die Geothermie ist eine erneuerbare Energie, die nicht nur für die Beheizung, sondern auch für die Kühlung von Gebäuden eingesetzt werden kann. Sie ist einheimisch, überall verfügbar und verursacht kaum Treibhausgasemissionen. Offene Systeme, in denen Grund- oder Tiefenwasser Wärme entzogen wird, sind ideal für die Lieferung von Bandenergie. Die Geothermie bietet eine Vielzahl an verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten, um den Heiz- oder Kühlbedarf abzudecken.

Geothermie-Schweiz hat von EnergieSchweiz den Auftrag bekommen, vorhandene kantonale und nationale Studien zum Geothermiefpotenzial in einer Übersicht darzustellen. Der Schwerpunkt liegt hierbei insbesondere auf der mitteltiefen und tiefen Geothermie. In einem ersten Schritt werden die vorliegenden geothermischen Potenzialstudien gesammelt, gesichtet und bewertet. Nach der Beschreibung der verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten der Geothermie im Kapitel 2, werden im Kapitel 3 die Ergebnisse ausgeführt und tabellarisch im Anhang zusammengefasst. Im Kapitel 4 wird die Abnehmerseite kurz dargestellt und im Kapitel 5 werden einige Anwendungsbeispiele für die unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten präsentiert. Kapitel 6 fasst die vom neuen Energiegesetz vorgesehenen Fördermittel zusammen.

Die vorliegende Studie soll als Grundlage insbesondere für Projektentwickler von Fernwärmenetzen dienen, indem sie einen ersten schweizweiten Überblick über den Kenntnisstand der verschiedenen geothermischen Potenziale liefert.

2 Nutzungsmöglichkeiten für Fernwärmenetze

Die Nutzungsmöglichkeiten der Geothermie für Heiz- oder Kühlzwecke sind vielfältig, jedoch von den geologischen Gegebenheiten abhängig. Nicht alle Potenziale sind überall vorhanden. Je nach Leistung, Temperaturbereich und Komplexität können für Entwickler von Fernwärmenetzen die folgenden geothermischen Potenziale verwertet werden¹:

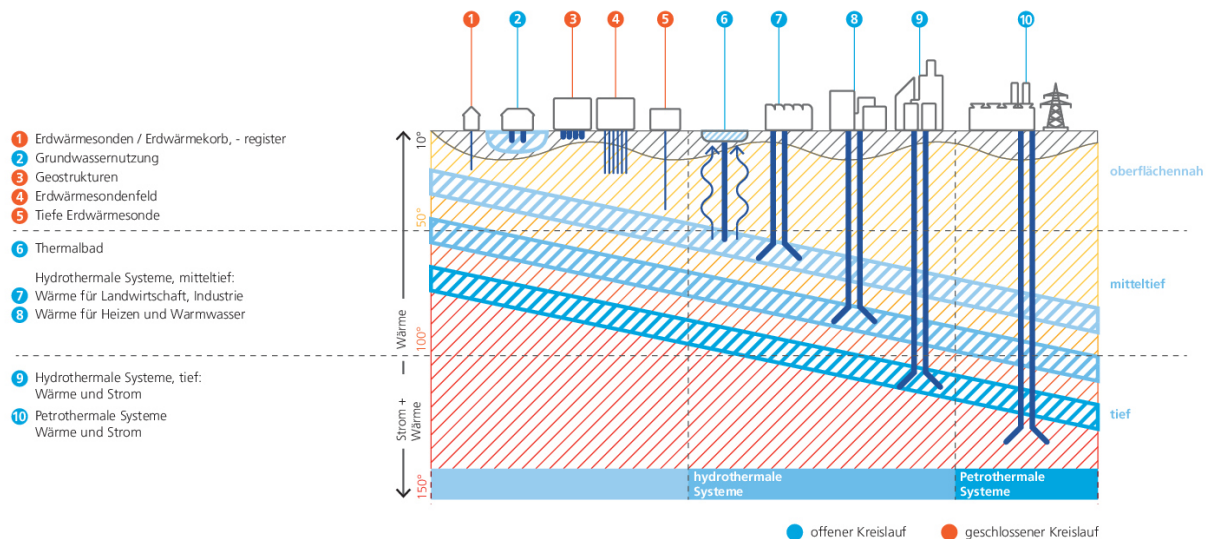


Abbildung 1: Die unterschiedlichen Typen von Geothermie (Quelle: BFE).

2.1 Erdwärmesondenfelder

Erdwärmesondenfelder (EWS Felder) können kleinere, mit Wärmepumpen ausgestattete Niedertemperaturnetze betreiben. EWS Felder sind in der Regel so ausgelegt, dass saisonal eine Aufladung des Untergrundes erfolgt. Entweder durch sommerliche Abwärme aus Gebäuden oder durch z. B. Solarthermie. Die Einspeicherung von Raumwärme in den Sommermonaten ist zudem auch wirtschaftlich interessant, da damit konventionelle Kühlsysteme ersetzt werden können. EWS Felder können zudem auch die Grundlage von sogenannten Anergie-Netzen bilden. Der Fokus dieser Studie liegt nicht auf diesem Potenzial. Wenn eine kantonale Studie sich mit diesem Potenzial befasst hat, wird darauf hingewiesen.

¹ Das Potential von Geostrukturen / Erdregistern ist in vielen kantonalen Studien detailliert untersucht. Diese Technik ist aber für Fernwärmenetze nicht relevant

2.2 Wärmespeicherung

Das Potenzial des Untergrunds für die saisonale Speicherung von thermischer Energie ist noch unterschätzt. Fernwärmenetze könnten für ihre saisonale Regulierung von dieser Möglichkeit profitieren.

Kleine Energiemengen können in EWS-Felder gespeichert werden. Für grössere Mengen ist die Speicherung in geeigneten Aquiferen erforderlich. Aquiferspeicher weisen eine hohe Effizienz auf. Die Grundbedingung der Energiespeicherung in Aquiferen ist, dass in der unmittelbaren Nähe des (geplanten) Fernwärmenetzes ein geeigneter Grundwasserleiter vorhanden ist, der nicht als potenzielle Trinkwasserquelle eingestuft wird. Der Schutz (potenzieller) Grundwasservorkommen für die Trinkwasserversorgung hat in der Schweiz einen hohen Stellenwert. Daher unterliegen Projekte für die Einspeicherung grösserer Energiemengen in Aquiferen, trotz der grossen Effizienz, einer eingehenden Prüfung und hohen Bewilligungshürden, die sich jedoch von Kanton zu Kanton unterscheiden. Die Bewilligungsfähigkeit von Aquifernutzungen für die Einspeicherung kleinerer Energiemengen, die mit dementsprechend geringeren Temperaturerhöhungen einhergehen, ist standortspezifisch abzuklären. Die Nutzung von oberflächennahen Felsaquiferen kann ebenfalls eine interessante Lösung darstellen und wäre ebenfalls projektspezifisch abzuklären.

Eine mögliche Alternative für die Einspeicherung grösserer Energiemengen können künstliche Wärmespeicher (EGS-Speicher / Geospeicher) sein. Diese Aquifer-unabhängige Technologie könnte das Potential der Wärmespeicherung in der Schweiz stark erhöhen.

Die Geo-Energie Suisse AG entwickelt gegenwärtig ein solches System (Abbildung 2). Hierbei besteht der untertägige Teil des Energiespeichers aus vertikalen Bohrungen, welche die mittels hydraulischer Stimulation künstlich erzeugten horizontalen Reservoirscheiben durchörtern (Multi-Stage System).

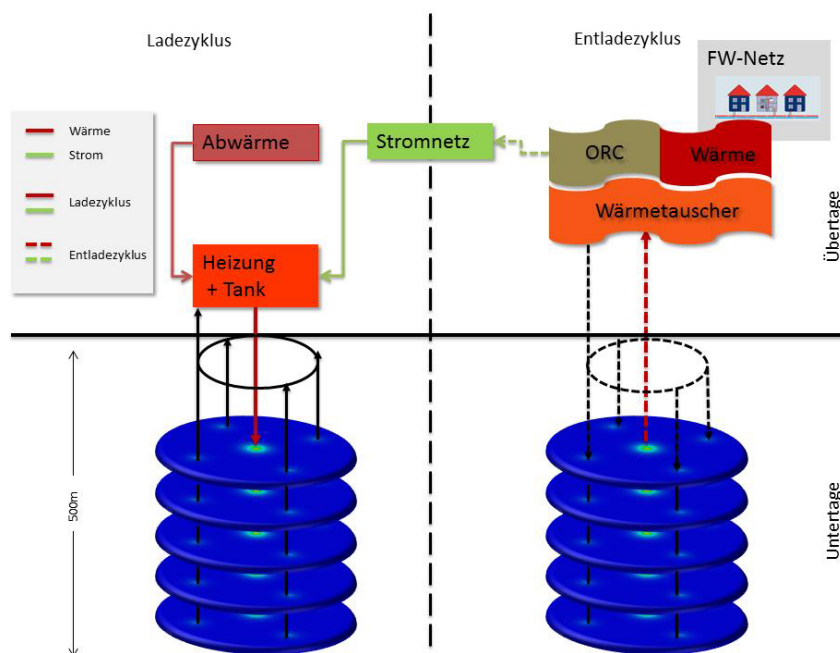


Abbildung 2: Funktionsprinzip des Geo-Speichers im Fels (Quelle: Geo-Energie Suisse AG).

2.3 Grundwassernutzung / Nutzung von untiefen Aquiferen

Dieses Potenzial wurde im Weissbuch des Verband Fernwärme Schweiz (VFS)² erfasst, jedoch nicht der Geothermie zugeordnet. Wenn eine kantonale Studie sich mit diesem Potenzial befasst hat, wird in der vorliegenden Studie darauf hingewiesen.

Dieses Potenzial wurde in einigen regionalen oder kantonalen Studien untersucht und ist sicher in der Schweiz noch unterschätzt und bei weitem nicht ausgeschöpft. Niedertemperaturnetze mit Wärmepumpen, Anergie-Netze oder Kältenetze könnten heute das Potenzial von untiefen Aquiferen in vielen Gebieten effizient nutzen.

Fortschritte in der Bohrtechnik erlauben heute den Bau von horizontalen Brunnen in wenig mächtig Aquiferen und können somit theoretisch die Förderrate von einem einzelnen Brunnen um eine bis zwei Grössenordnungen steigern³. Somit könnten im Prinzip weitere, bisher nicht betrachtete Aquifere von Wärmenutzungsanlagen benutzt werden.

2.4 Mitteltiefe und tiefe Aquifere

Mitteltiefe und tiefe Aquifere weisen ein grosses Potenzial auf, Fernwärmenetze indirekt mit Wärmepumpen oder direkt mit Wärmetauschern zu versorgen. Je nach Tiefe der geologischen Formationen können Gewässer mit unterschiedlichen Temperaturen gefördert werden. Dank Absorptionskältemaschine kann auch Kälte generiert und in ein Fernwärmenetz integriert werden.

Kantonale sowie nationale Studien haben sich mit der Identifizierung von geologischen Formationen befasst, die unter bestimmten Bedingungen Wasser führen können (Aquifere). Das Vorliegen von einer solchen Formation (z. B. Kalkschicht des Malms) an einem gewissen Ort bedeutet aber nicht, dass genügend Wasser anzutreffen ist. Lokale geophysikalische Untersuchungen können das Explorationsrisiko reduzieren. Genaue Angaben über die Wasserführung im Untergrund liefert jedoch erst eine Bohrung.

In der Schweiz wird das Fernwärmenetz von Riehen (BS) seit mehr als 20 Jahren von einer geothermischen Doublette aus einem mitteltiefen Aquifer versorgt.

2.5 Tiefe EGS

EGS Systeme (Enhanced Geothermal Systems) basieren darauf, die Durchlässigkeit des Gesteins dank sogenannter hydraulischer Stimulation zu erhöhen und damit die notwendigen Fliesswege für Wasser künstlich herzustellen. Die Technik wurde für tiefe kristalline Gesteine (Gneis, Granit) des Grundgebirges entwickelt. In der Schweiz ist somit dessen theoretisches Anwendungspotenzial fast unbegrenzt. Die Entwicklungsreife der Technik ist jedoch noch deutlich

² Dr. Eicher+Pauli AG, 2014. Weissbuch Fernwärme Schweiz – VFS Strategie. Langfristperspektiven für erneuerbare und energieeffiziente Nah- und Fernwärme in der Schweiz. Schlussbericht Phase 2: GIS-Analyse und Potentialstudie

³ Z. B. Hans-Joachim Bayer, 2006. Brunnenbau im HDD-Verfahren. Zeitschrift BBR - Leitungsbau, Brunnenbau und Geothermie, 5/2006

geringer als bei tiefen hydrothermalen Systemen. Weltweit, und auch in der Schweiz, werden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten und mehrere Pilotprojekte durchgeführt.

Im Juni 2016 wurde in Rittershoffen (Elsass, Frankreich) zum ersten Mal ein EGS-Geothermiekraftwerk nicht für Strom, sondern für reine Wärmeproduktion eingeweiht. An der ETH Zürich ist ein Kompetenzzentrum u.a. für die tiefe Geothermie angesiedelt⁴. Ein Forschungsschwerpunkt liegt in der EGS Technologie. Im Felslabor Grimsel werden z. B. hydraulische Stimulationstests durchgeführt. In mehreren Kantonen in der Schweiz werden von der Geo-Energie Suisse AG EGS-Pilotprojekte für die Strom- und Wärmeproduktion entwickelt.

Einige kantonale Potenzialstudien haben sich mit diesem Potenzial befasst.

⁴ SCCER SoE: Swiss Competence Centers for Energy Research – Supply of Electricity
<http://www.sccer-soe.ch/research/geo-energy>

3 Übersicht über die Potenzialstudien

3.1 Nationale Studien

3.1.1 Geothermischer Ressourcenatlas der Schweiz

Die Schweizerische Geophysikalische Kommission (SGPK) der Akademie der Naturwissenschaften hat einen geothermischen Ressourcenatlas der Schweiz in zwei Bänden publiziert⁵:

1. Signorelli S. & Kohl T., 2006. Geothermischer Ressourcenatlas der Nordschweiz. Gebiet des nördlichen Schweizer Mittellandes. Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geophysik, N° 39, 94 pp.
2. Baujard C, Signorelli S. & Kohl T., 2007. Atlas des ressources géothermiques de la Suisse occidentale. Domaine Sud-Ouest du plateau Suisse. Contribution à la géologie de la Suisse, Géophysique, N° 40, 56 pp.

Das Potenzial der hydrothermalen mitteltiefen bis tiefen Geothermie (ab 200 m bis 5'000 m) und der tiefen EGS wurden mit 3D numerischen Modellen für das schweizerische Mittelland berechnet.

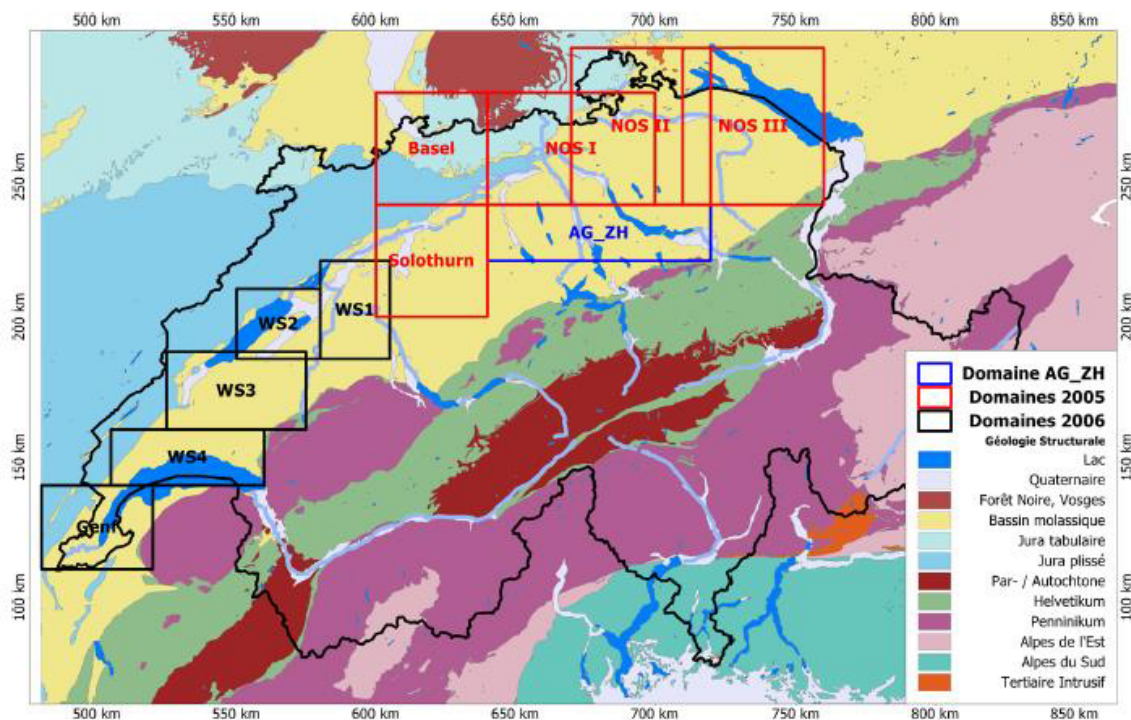


Abbildung 3: Untersuchungsperimeter der geothermischen Ressourcenatlanten. Rot: Band 39, 2006. Schwarz: Band 40, 2007.

⁵ Die Berichte können bei der SGPK gekauft werden:
http://www.sgpk.ethz.ch/opencms/opencms/publications/pub_contrib_ch

«Im Unterschied zu früheren Ressourcenanalysen werden hier geologische, hydrogeologische und petrophysikalische Daten in eine numerische 3D-Untersuchung integriert. Die Analyse beinhaltet umfassende geologische und thermische 3D-Modelle. Damit konnten Temperaturdaten aus über 20 Bohrungen in der Nordschweiz sehr gut wiedergegeben werden.» (Zitat Band 39). Die oberflächennahen Ressourcen bis zu einer Tiefe von ca. 200 m sind kein Bestandteil dieser Studie (EWS, Grundwassernutzungen / untiefe Aquifere).

Die folgenden geologischen Formationen wurden regional betrachtet:

1. Obere Meeresmolasse (nur im Osten, Band 39)
2. Oberer Malm
3. Oberer Muschelkalk
4. Buntsandstein mit dem verwitterten, oberen Kristallin

Für jede Formation wurden Isohypsenkarten, Karten der mittleren Temperatur und Karten der mittleren thermischen Leistung berechnet.

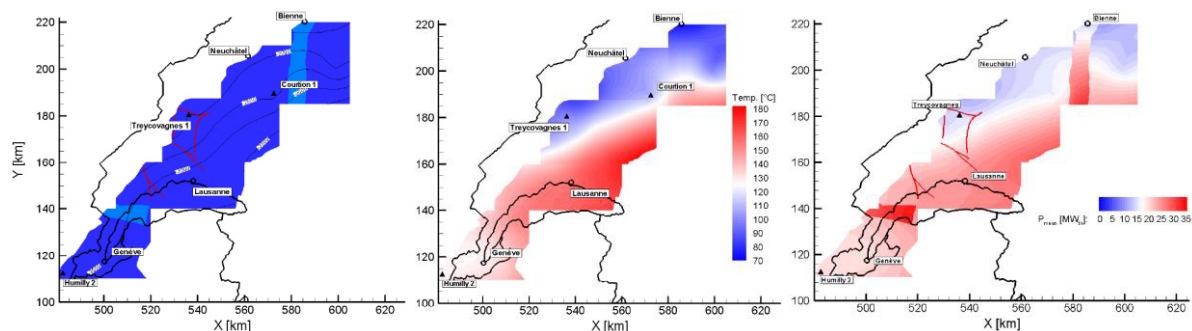


Abbildung 4: Beispiel aus dem Band 40: Isohypsenkarte vom Top des Muschelkalks, Karte der mittleren Temperatur in der Formation und Karte der mittleren Leistung einer Doublette.

Das Hauptziel der Studien lag in der Berechnung des geothermischen Potenzials der oben aufgelisteten vier geologischen Formationen zwischen 200 und 5'000 m im schweizerischen Mittelland zwischen Genf und dem Bodensee. Dafür wurden thermische Modellierungen durchgeführt, die auf einem 3D-geologischen Modell und hydraulischen Messungen aus Bohrungen basieren.

Bewertung: Für Projektentwickler ist die Studie relativ theoretisch. Die direkt brauchbaren Ergebnisse sind die Isohypsen- und Temperaturkarten der vier untersuchten geologischen Formationen. Diese Studie ersetzt aber keine detaillierte lokale Untersuchung. Die Durchlässigkeit der Zielformation bleibt die grösste Unsicherheit.

Die untiefen geothermischen Potenziale bis 200 m (EWS-Felder, Grundwassernutzung / untiefe Aquifere) wurden nicht untersucht. Das Potenzial der Wärmespeicherung auch nicht.

3.1.2 Seismischer Atlas

Die Schweizerische Geophysikalische Kommission (SGPK) und Swisstopo haben 2012 den seismischen Atlas des schweizerischen Molassebeckens editiert bzw. publiziert⁶:

SOMMARUGA, A., EICHENBERGER, U. and MARILLIER, F. (2012): Seismic Atlas of the Swiss Molasse Basin. Edited by the Swiss Geophysical Commission. – Matér. Géol. Suisse, Géophys. 44.82 pp.- 22 Enclosures.

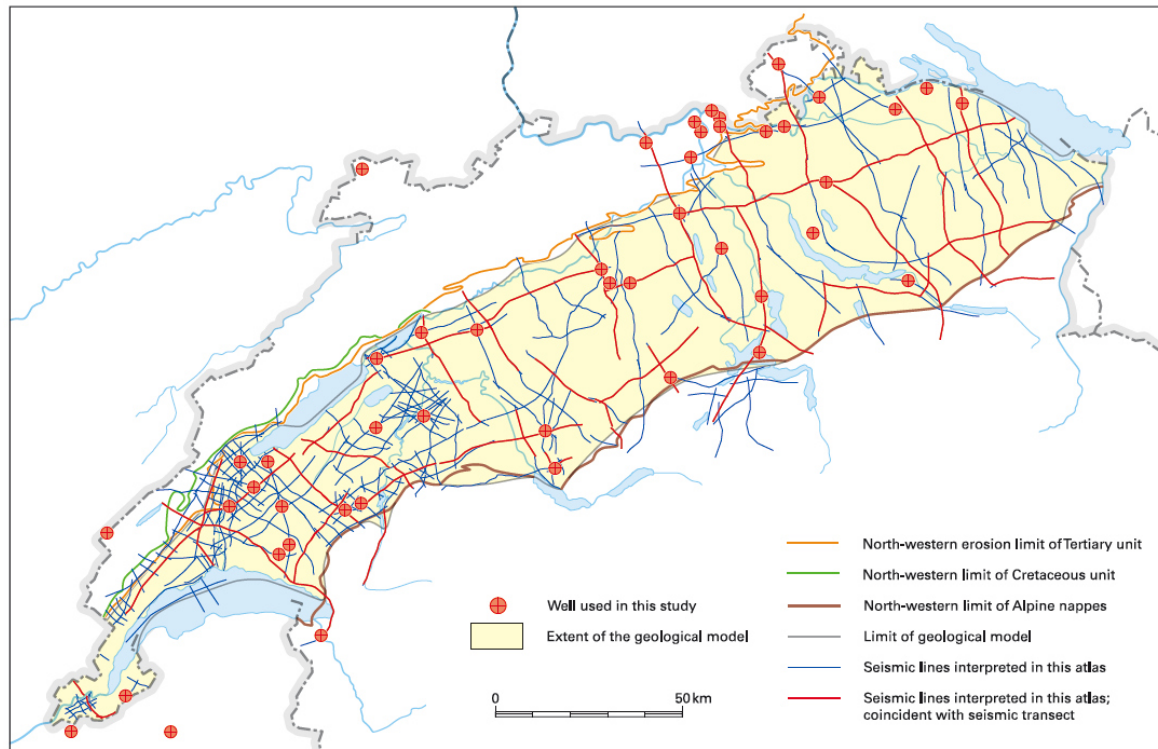


Abbildung 5: Ausdehnung des Untersuchungsgebietes des seismischen Atlas des Schweizer Molassebeckens (Quelle: Sommaruga et al., 2012).

Ziel der Studie war die Erarbeitung von Zeit- und Isohypsenkarten der wichtigsten geologischen Einheiten und die Konstruktion von geologischen Profilen durch das Molassebecken von der Oberfläche bis zum Grundgebirge. Die Grundlage dieser umfassenden Arbeit liegt in der Interpretation eines grossen Anteils der vorhandenen seismischen Profile, die von der Erdölindustrie und der Nagra zwischen etwa 1960 und 1990 in der Schweiz akquiriert worden sind. Die Karten und Profile wurden mit Tiefbohrungen geeicht.

Bewertung: Bei dieser Studie handelt es sich nicht um eine geothermische Potenzialstudie. Die erarbeiteten geologischen Grundlagen bieten aber Projektentwicklern Isohypsenkarten der wichtigsten geologischen Formationen des Molassebeckens an und geben damit einen Überblick über den generellen Aufbau des Untergrundes. Der Detaillierungsgrad der geologischen Kartierung ist höher als beim geothermischen Ressourcenatlas der Schweiz. Diese Arbeit bildet die Grundlage der Projekte GeoMol und GeoTherm.

⁶ Der Bericht kann bei der SGPK gekauft werden: http://www.sgpk.ethz.ch/opencms/opencms/publications/pub_contrib_ch

3.1.3 GeoMol Projekt

Das transnationale Projekt GeoMol – Bewertung der Geopotenziale in den alpinen Vorlandbecken für die nachhaltige Planung und Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen –, das vom Alpenraumprogramm 2007-2013 im Rahmen der Europäischen Territorialen Kooperation gefördert wurde, hat Partner aus Deutschland, Frankreich, Italien, Österreich, Slowenien und der Schweiz vereinigt. Im Zeitraum von September 2012 bis Juni 2015 wurden Grundlageninformationen über die geologischen Strukturen des Molasse- und Po-Beckens erarbeitet und bewertet.

GeoMol Schlussbericht: GeoMol Team (2015): GeoMol – Assessing subsurface potentials of the Alpine Foreland Basins for sustainable planning and use of natural resources – Project Report, 188 pp. (Augsburg, LfU) (http://www.geomol.eu/report/GeoMol_Report_web_reduced.pdf).

Zusätzlich zum Bericht sind auf der Webseite des europäischen GeoMol Projektes ein 3D- und ein Karten-Viewer verfügbar. Sie erlauben eine 3D- oder kartographische Darstellung der modellierten geologischen Einheiten und eine Visualisierung der Potenzialkarten in den Pilotgebieten.

GeoMol Map viewer: http://www.geomol.eu/mapviewer/index_html?lang=1

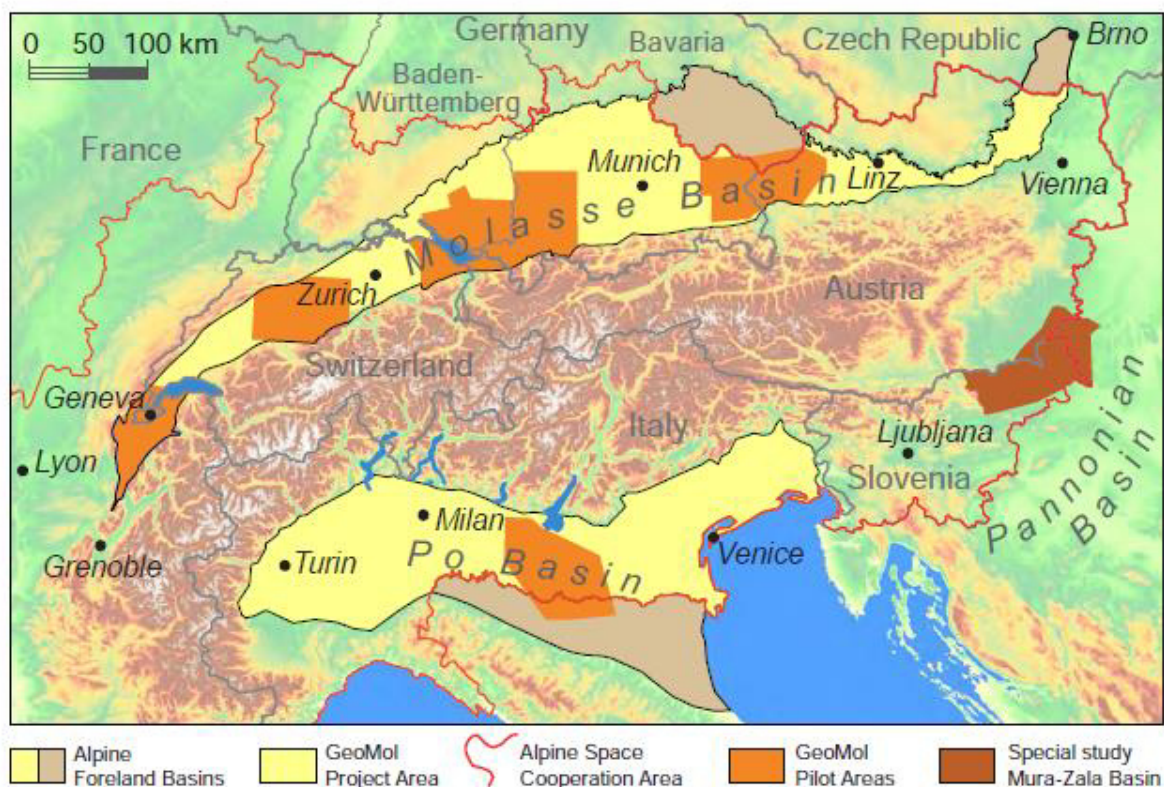


Abbildung 6: Ausdehnung des GeoMol Projektgebietes (Molasse- und Po-Becken, gelbe Flächen) mit den 5 Pilotgebieten für die Untersuchung von Geopotenzialen (z. B. geothermisches Potenzial in der Region Genf-Savoyen).

Geothermisches Potenzial der Region Genf-Savoyen

Als Pilot-Gebiet wurde in der Region Genf-Savoyen zusätzlich zur geologischen Modellierung auch das geothermische Potenzial untersucht. Die folgenden Isohypsenkarten können mit dem GeoMol Karten-Viewer abgerufen werden: Basis Quartär, Basis Tertiär, Top Oberjura, Top Mitteljura, Top Unterjura, Top Trias, Top Paläozoikum.

Die geologischen Karten lassen sich mit den folgenden thematischen Karten kombinieren:

- a) Temperatur entlang ausgewählten Horizonten, b) Temperatur an unterschiedlichen Tiefen,
- c) Tiefenlage von unterschiedlichen Isothermen und d) geologischer Aufbau entlang ausgewählten Isothermen.

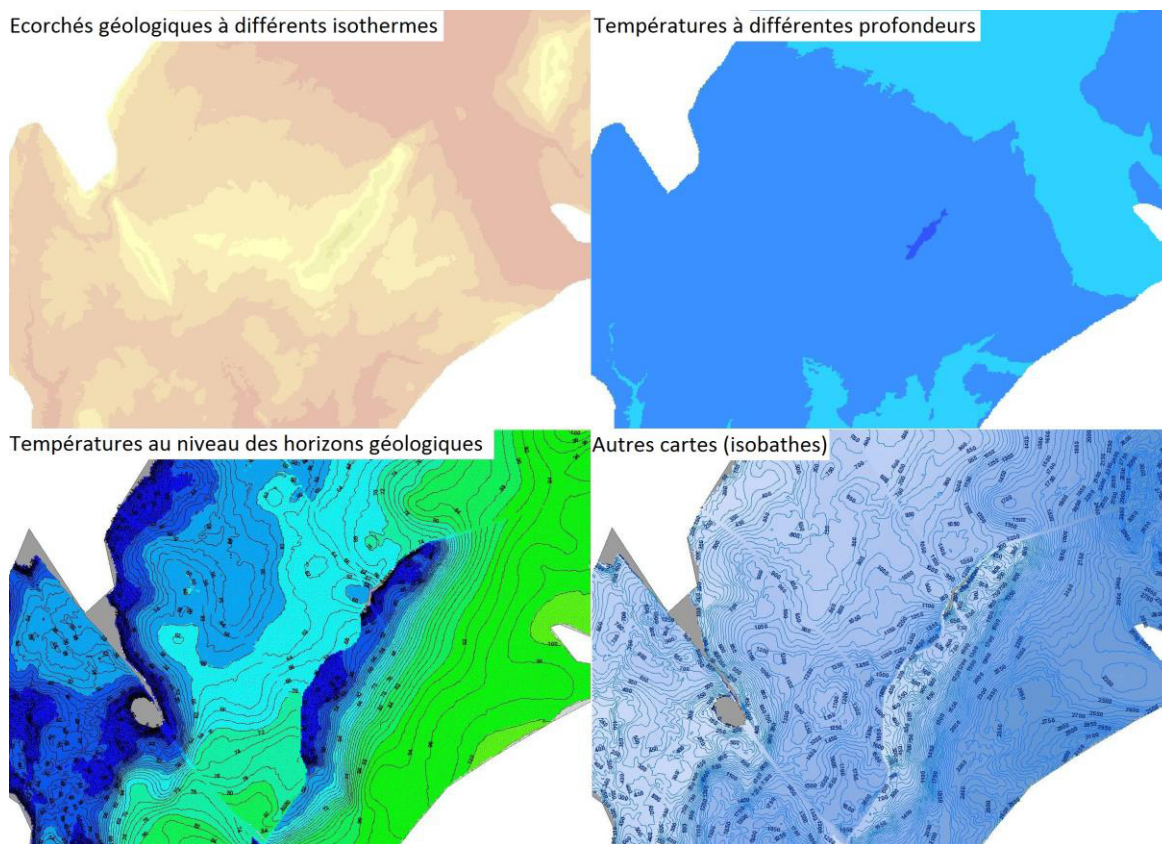


Abbildung 7: Beispiel des geothermischen Potenzials der Genf-Savoyen Region aus dem GeoMol Map Viewer (Quelle Kanton Genf).

Analog zum geothermischen Potenzial in der Region Genf-Savoyen wurde im Schweizerischen Mittelland das Potenzial zur Gasspeicherung evaluiert. In Deutschland und Österreich wurde das geothermische Potenzial in den Gebieten Bodensee-Allgäu und Oberösterreich-Oberbayern untersucht und kartographisch dargestellt.

Weitere Entwicklungen in der Schweiz:

Das GeoMol Projekt wurde nach Beendigung des europäischen Projektes für das Schweizer Territorium von Swisstopo weiter gepflegt und entwickelt. 3D- und Karten-Viewer wurden von Swisstopo für das schweizerische Molassebecken entwickelt. Diese Werkzeuge erlauben Projektentwicklern eine schnelle geologische Prognose der Schichtenabfolge von der Oberfläche

bis zum Grundgebirge. Dies kann erfolgen in Form von Bohrprofilen, Sektionen oder Karten über das gesamte Molassebecken.

GeoMol Viewer von Swisstopo: <https://viewer.geomol.ch>

Dazu ist ein Schweiz-spezifischer Bericht in Vorbereitung, welcher 2017 veröffentlicht wird.

Das mit dem Swisstopo-Viewer öffentlich verfügbare geologische Modell, das sogenannte «Framework Modell», hat eine Maschen-Auflösung von 250 m (für 1:200'000 Darstellungen geeignet) und enthält nur die wichtigsten Strukturelemente (etwa 22 Brüche). Dessen Grundlage ist der digitalisierte und ergänzte seismische Atlas des Schweizer Molassebeckens. Swisstopo arbeitet aber an einem Detailmodell mit einer Maschen-Auflösung von 50 m (für 1:50'000 Darstellungen geeignet) und mit allen aus der Seismik interpretierten Strukturen (mehr als 600 Brüche). Zurzeit ist das Detailmodell nur für die Projektpartner von Swisstopo verfügbar. Geplant ist eine öffentliche Verfügbarkeit dieses Modells ab 2019. Der Zugriff wird, ähnlich zum Framework Modell, mit Web-basierten 3D- und Karten-Viewern erfolgen.

In der Zwischenzeit wird das Framework Modell von Swisstopo ständig mit neuen Daten aktualisiert.

Bewertung: Das GeoMol Projekt, mit seinen interaktiven Web-Viewern, bietet Projektentwicklern in der Schweiz den heutigen besten Stand des Wissens über die Geologie und die Schichtenabfolge des Molassebeckens. Mit diesen Werkzeugen können schnelle geologische Prognosen abgeleitet werden. Diese Kenntnis bildet jedoch nur die Grundlage der Machbarkeitsuntersuchung eines Geothermieprojektes an einem gegebenen Standort.

Wie beim geothermischen Ressourcenatlas der Schweiz wurden in der GeoMol Studie die untiefen geothermischen Potenziale bis etwa 500 m (EWS-Felder, Grundwassernutzung / untiefe Aquifere) nicht untersucht. Das Potenzial der Wärmespeicherung ebenfalls nicht.

3.1.4 GeoTherm Projekt

Das Ziel des GeoTherm Projektes von Swisstopo liegt darin, ein frei zugängliches Informationssystem für die tiefe Geothermie aufzubauen und damit den Zugriff zu den relevanten Informationen für die Tiefengeothermie zu ermöglichen bzw. zu vereinfachen. Die Informationen werden entweder auf der Webseite map.geo.admin.ch publiziert oder in das GeoMol Projekt integriert. Die folgenden Produkte sind zurzeit vorgesehen.

- Kartendarstellung der Geothermieprojekte (mit abrufbaren Informationen)
- Zugang zu einer Datenbank für Tiefbohrungen (> 500m) mit abrufbaren Informationen (Berichte, Logs, petrophysikalische Messwerte und Temperaturdaten)
- Aktive und passive seismische Messdaten
- Kartendarstellung der kantonalen Potentialstudien
- Integration des Temperaturmodells von Geowatt im 3D-geologischen Modell von GeoMol. Virtuelle Bohrungen und Messungen sind aus dem Modell extrahierbar.
- Kartenviewer mit Temperaturangaben pro Tiefe (m) und Temperaturangaben an ausgewählten Flächen (Lias, Dogger, usw.)

- Kartenviewer mit weiteren relevanten Karten.



2018: 3D Produkte Online Abfrage

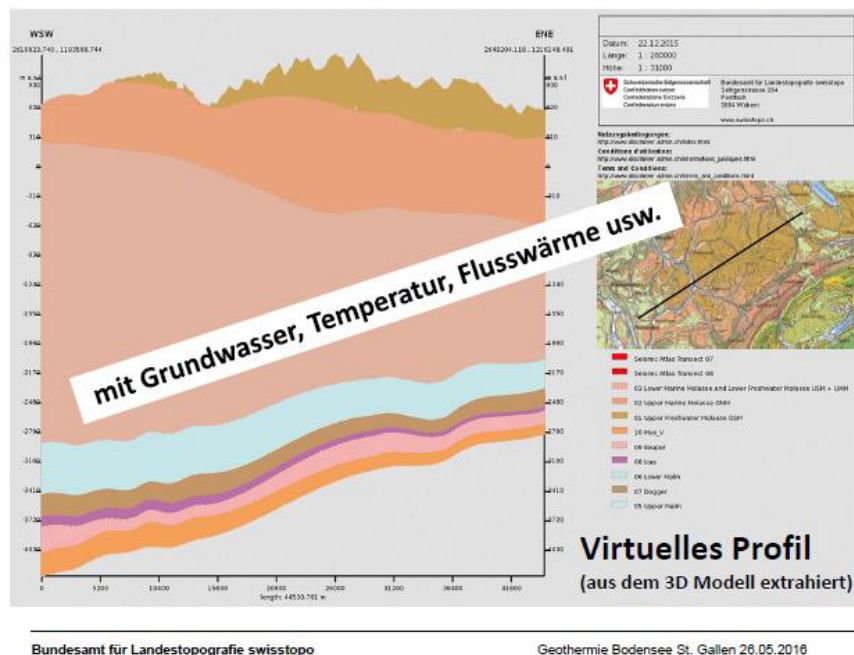


Abbildung 8: Beispiel eines interaktiven geologischen Profils aus dem GeoMol-Viewer, dass im Rahmen des GeoTherm Projektes bis 2018 auch mit Geothermie-relevanten Informationen ergänzt werden soll (Quelle: Swisstopo).

Bewertung:

Am Ende des GeoTherm Projektes wird das neue Informationssystem für die tiefe Geothermie für Projektentwickler eine Vielzahl an relevanten Informationen in Form von Kartendarstellungen und abrufbaren Daten zur Verfügung stehen. Dazu wird das GeoMol Modell mit Geothermie-relevanten Informationen ergänzt und somit für das gesamte Molassebecken den besten Stand der Kenntnis über den geologischen Aufbau und die Temperaturverteilung des Untergrunds in einer einfachen und öffentlich verfügbaren Form liefern. Dies wird eine erste schnelle Abschätzung des geothermischen Potenzials der mitteltiefen und tiefen hydrothermalen Geothermie ermöglichen. Es ist zu berücksichtigen, dass bei der Realisierung von hydrothermalen Projekten das grösste finanzielle Risiko in der Prognose der Fließrate und weniger der Temperatur liegt. Dieses Risiko wird auch mit GeoTherm erhalten bleiben.

Die untiefen geothermischen Potenziale bis etwa 500 m (EWS-Felder, Grundwassernutzung / untiefe Aquifere) werden im Rahmen des GeoTherm Projektes nicht untersucht. Das Potenzial der Wärmespeicherung auch nicht.

3.2 Kantonale und regionale Studien

In den letzten fünfzehn Jahren haben viele Kantone ihr geothermisches Potenzial untersuchen lassen. Wenige Studien haben sich mit allen möglichen Potenzialen befasst. Die heute

Die folgenden Potenziale wurden in den kantonalen Studien evaluiert: Erdwärmesonden (EWS) und EWS-Felder, Geostrukturen, Grundwassernutzungen (untiefe Aquifere), Mitteltiefe- bis Tiefe Geothermie (tiefe Aquifere) und tiefe EGS. Abgesehen von den Geostrukturen können alle anderen Potenziale für Fernwärmenetze relevant sein.

1. Publikationsjahr
2. Titel
3. Autor(en)
4. Auftraggeber
5. Inhaltsverzeichnis
6. Evaluierte geothermische Potenziale
7. Bewertung der Studie
8. Bemerkungen, Verfügbarkeit des Berichtes
9. Zugänglichkeit (Weblinks)



- Kantonale oder regionale geothermische Potenzialstudien wurden in den folgenden 17 Kantonen durchgeführt (nach Jahr, Romandie und Deutschschweiz): Wallis (Rhônetal und Thermalquellen, 1988-1996), Waadt (2003), Freiburg (2005), Neuenburg (2008—2012), Genf (2011), Jura (2012), Zürich (2007), Thurgau und Schaffhausen (2009), Luzern (2012), Schwyz (2012) Solothurn (2013), Basel-Stadt und Basel-Landschaft (2013), Zug (2013-2014), St-Gallen und Graubünden (Churer und Sarganser Rheintal, 2016). Im Fürstentum Liechtenstein wurde 2011 ebenfalls eine geothermische Ressourcenanalyse durchgeführt (Rheintal).
- Die Studie der Kantone Basel-Stadt und -Landschaft entstand im Rahmen des internationalen und über das Interreg IV Programm geförderten Projektes GeORG, dass die geologischen Untergrundverhältnisse und Geopotenziale des Oberrheingraben-gebietes untersucht hat. Neben der Erarbeitung von Berichten wurde ein Web-basiertes Informationssystem aufgebaut. Der GeORG-KartenvIEWER ist eine interaktive WEB-Kartenanwendung, in der die Projektergebnisse recherchiert, raumbezogen visualisiert und abgefragt werden können. Der GeORG-KartenvIEWER ermöglicht auch die dynamische Erstellung geologischer Vertikalprofile, horizontaler Schnitte und prognostischer Bohrprofile. Zudem liefert der Suchkatalog GeORG-Metadaten über die gezielte Eingabe von Schlüsselwörtern oder über die Suche in thematischen Kategorien Informationen über die Verfügbarkeit der Geodaten aus GeORG als Webdienst (WMS), über Zugangsmöglichkeiten und evtl. Nutzungseinschränkungen. Das Metadatenprofil erfüllt dabei die Anforderungen der EU-Richtlinie INSPIRE und nationaler Geodateninfrastrukturen.
- In den Kantonen Nid- und Obwalden wurde das geothermische Potenzial zusammen mit dem Erdgaspotenzial in einer nicht veröffentlichten Studie abgeschätzt.
- In den folgenden 7 Kantonen wurde gemäss unserer Kenntnis das geothermische Potenzial noch nicht systematisch untersucht: Bern, Aargau, Uri, Glarus, Tessin, Appenzell (Inner- und Ausserrhoden).

Bewertung: Die kantonalen und regionalen Studien bieten meistens detailliertere Informationen über das geothermische Potenzial eines Kantons als die nationalen Studien wie der geothermische Ressourcenatlas. Oft wurden in den erstgenannten Studien auch untiefe geothermische Potenziale untersucht (EWS, untiefe Aquifere, Speicherung). Die untersuchten Gebiete stimmen aber nur teilweise mit den nationalen Studien überein.

Mit Abschluss des GeoTherm Projektes (2018-2019) und der Fertigstellung des Informationssystems für die tiefe Geothermie ist davon auszugehen, dass aus diesem die präzisesten Informationen über den geologischen Aufbau und der Temperaturverteilung abgeleitet werden können.

3.3 Lokale und Projekt-bezogene Studien

Einige lokale oder Projekt-bezogenen Studien wurden veröffentlicht. Bedeutend sind insbesondere die drei folgenden Studien:

- **Stadt St. Gallen:** Machbarkeitsstudie «Tiefe Geothermie Stadt St.Gallen». Konzept für die Entwicklung (Planung und Erstellung) einer Geothermieranlage in der Stadt St.Gallen. Nachfolgeprojekt aus dem Energiekonzept EnK 2050. Stadt St.Gallen - Direktion Technische Betriebe. Im Auftrag von Bundesamt für Energie BFE. Ko-Finanzierung: Stadt St.Gallen. August 2009.
- **Region Bern:** Grundlagenstudie «Tiefe Geothermie Espace Bern». Arbeitsgemeinschaft Geothermie Espace Bern (Geothermal Explorers Int. Ltd., Pratteln. Kellerhals + Haefeli AG, Bern. Dr. Roland Wyss GmbH, Frauenfeld. Eberhard & Partner AG, Aarau). Im Auftrag von ewb Energie Wasser Bern, Pratteln 29. Juni 2010.
- **Stadt Winterthur:** Projekt «Tiefe Geothermie Winterthur». Schlussbericht. Dr. T. Kohl (Projektleiter), GEOWATT AG, Zürich. Im Auftrag von Bundesamt für Energie BFE. Kofinanzierung: Stadtwerk Winterthur, Wärme und Entsorgung. September 2010.

4 Wärmeabnehmerpotenziale, Infrastrukturen

Bei der Betrachtung der wirtschaftlichen Potenziale der Geothermie für Nah- und Fernwärme sind nicht nur die Potenziale der geothermischen Ressource, sondern auch die Wärmeabnehmerpotenziale und Infrastrukturen massgeblich entscheidend.

Relevante Aspekte sind hierbei insbesondere:

- Identifikation der Bauzonen
- Bestimmung der Wärmebedarfsdichte, idealerweise auch der Kältebedarfsdichte
- Identifizierung von Wärme- und/oder Kältegrossverbrauchern (z. B. Landwirtschaft)
- Bestimmung des jährlichen Lastganges
- Temperaturniveau des Wärmebedarfes
- Identifizierung von zukünftigen potenziellen Wärme- und Kälteabnehmern (Raumplanung, Verdichtung, Reduktion Wärmebedarf)
- Identifikation bestehender Wärmenetze (Infrastrukturen; Lokalisation Energiequelle sowie Netzplan)

In den neueren kantonalen Potenzialstudien werden, neben der Analyse des Ressourcenpotenzials, auch die Wärmeabnehmerpotenziale und bestehenden Infrastrukturen (Wärmenetze) analysiert. Hierbei hat sich herausgestellt, dass die involvierten kantonalen Behörden keine Verzeichnisse über bestehende Wärmenetze führten. In Recherchearbeiten wurden soweit möglich alle Informationen in einem GIS zusammengeführt und den Kantonen mit der Empfehlung der weiteren Pflege ausgehändigt.

Der VFS hat bereits schweizweit eine detaillierte Analyse der Wärmeabnehmerpotenziale sowie der Infrastrukturen (bestehende Wärmenetze) durchgeführt. Die Ergebnisse sind im Weissbuch publiziert und im WebGIS für Mitglieder zugänglich. Auch beim VFS liegen keine Informationen über die Netzpläne vor.

Der Aspekt «Kälte» wurde im Weissbuch nicht betrachtet, wäre jedoch wegen der kontinuierlich steigenden Bedeutung insbesondere in urbanen Gebieten ebenfalls relevant.

5 Anwendungsbeispiele

5.1 Nahwärmenetz mit EWS-Feld



Abbildung 10: Heizzentrale des Wohnquartiers Vézenaz Sud-Ouest (Quelle E.C.M. SA).

Name	Ensemble résidentiel et commercial – Vézenaz Sud-Ouest
Standort	Vézenaz (GE)
Bohr- / Baujahr	2009
Nutzungsart	Versorgung von einem Einkaufszentrum, Büro- und Wohngebäuden und Einfamilienhäusern aus einem EWS-Feld
Bohrtiefe	60 Sonden, 260 m / totale Bohrlänge:15 km
Thermische Leistung	Heizleistung 820 kW / Kälteleistung 610 kW
Wärme- / Kälteproduktion (Jahr)⁷	Keine Informationen vorliegend
Bauherr	M. Joseph Cerutti
Referenz / Webseite	E.C.M. SA http://www.ecmsa.ch/site/realisations/references/vesenaz-sud-ouest) Groupe de travail PGG, 2011. Evaluation du potentiel géothermique du canton de Genève (PGG). Vol.1 : Rapport final, Vol.2 : Annexes, GADZ 5753/1, Genève.

⁷ Angenommener Jahreswert, die tatsächlich produzierte Wärme/Kälte kann jährlich schwanken

D4 Unternehmens- und Innovationszentrum, Root

Prinzip Energiekonzept

Sonnenkollektoranlage 660 m²

Raumheizung Raumkühlung

Raumheizung Raumkühlung

Interne Fernleitungen

Übergabestationen Heizung / Kälte

Direktkühlung

Eis-speiche

Wärmepumpe / Kältemaschine

Wärme-speiche

BWW

Einspeisung Solarenergie

Geothermiespeicher 49 Sonden je 160 m

Peter Berthold Ing.HTL
Ing.Büro
Energie und

PB

Bahnhofstr. 6, 6060 Sarren
Tel. ++ 41 (0) 41 666 03 30
Fax ++ 41 (0) 41 666 03 29

Name	Geothermiespeicher SUVA D4 Unternehmens – und Innovationszentrum, Root
Standort	Längenbold Root (LU)
Bohr- / Baujahr	2003-2005
Nutzungsart	Saisonaler Energiespeicher im EWS-Feld kombiniert mit Sonnenkollektoren
Bohrtiefe	49 Sonden, 160 m / gesamt 7'840 m, 660m ² Sonnenkollektoren
Thermische Leistung	Heizleistung 950 kW / Kälteleistung 760 kW
Wärme- / Kälteproduktion (Jahr)⁸	Geothermische Wärme: 673'000 kWh/Jahr (Entladung Speicher Okt. 2003-Sept.2004) Geothermische Kälte (Direkt): 112'000 kWh/Jahr (Ladung Speicher Okt. 2003-Sept.2004)
Bauherr	SUVA
Referenz / Webseite	Grösster saisonaler Diffusionsspeicher der Schweiz, Zeitschrift GEOTHERMIE.CH der schweizerischen Vereinigung für Geothermie (SVG), Ausgabe November 2001. Ver. 25.10.2001. Jahresbericht 2004, PB Peter Berchtold Dipl. HLK Ing. HTL. Büro für Energie & Haustechnik, Sarnen. Im Auftrag des Bundesamts für Energie BFE. Energie Schweiz, Info-Geothermie Nr. 7, Dez. 2003.

⁸ Angenommener Jahreswert, die tatsächlich produzierte Wärme/Kälte kann jährlich schwanken

5.3 Anergie-Netz mit EWS-Felder als Energiespeicher



Abbildung 12: Familienheim-Genossenschaft Zürich (Bild: AMSTEIN + WALTHERT).

Name	Familienheim-Genossenschaft Zürich
Standort	Zürich
Bohr- / Baujahr	2011-2014 erste Phase 2015-2050 zweite und dritte Phasen
Nutzungsart	Anergie-Netz mit Abwärme-Versorgung und EWS-Felder als Energiespeicher für 2'300 Wohnungen / 5'700 Einwohner
Bohrtiefe	Erdspeicher Grünmatt (1. Etappe aus insgesamt 3): 152 Sonden mit 250 m
Thermische Leistung	Inst. Heizleistung WP: 2'000 kW
Wärme- / Kälteproduktion (Jahr)⁹	Wärme: 35 GWh/Jahr – Kälte 80 GWh/Jahr
Bauherr	Familienheim-Genossenschaft Zürich
Referenz / Webseite	Amstein + Walthert AG (www.amstein-walthert.ch) Sondenfelder für Anergienetz, Zeitschrift GEOTHERMIE.CH, Geothermie-Schweiz, Ausgabe Nr. 60, März 2016

⁹ Angenommener Jahreswert, die tatsächlich produzierte Wärme/Kälte kann jährlich schwanken

5.4 Grundwassernutzung



Abbildung 13: Brunnenbau, Energiezentrale Hardau II, Zürich (Quelle: Jäckli Geologie).

Name	Erneuerung der Energiezentrale Hardau II, Zürich
Standort	Zürich
Bohr- / Baujahr	2010-2011
Nutzungsart	Grundwasserwärmenutzung für die Wohnsiedlung «Hardau II»
Bohrtiefe	6 grosskalibrige Vertikal-Filterbrunnen (Bohrdurchmesser 1500 mm) von bis zu maximal 7'500 l/min
Thermische Leistung	Heizleistung 2.3 MW (70% des Gesamtenergiebedarfs)
Wärmeproduktion (Jahr) ¹⁰	Keine Informationen vorliegend
Bauherr	ewz Energiedienstleistungen
Referenz / Webseite	Dr. Heinrich Jäckli AG http://www.jaekli.ch/dienstleistungen/geothermie/

¹⁰ Angenommener Jahreswert, die tatsächlich produzierte Wärme kann jährlich schwanken

5.5 Untiefe Aquifere



Abbildung 14: Geothermie geheizt: Hallenbad von Seon (Quelle: Alan C. Harkins, publiziert in «Umwelt Aargau» Nr. 10).

Name	Geothermie Seon
Standort	Seon (AG)
Bohr- / Baujahr	1994-1997. Erweiterungen 1997- 2000
Nutzungsart	Nutzung der Wärme einer Trinkwasserfassung mit einer Wärmepumpe. Die Wärme reicht für die Beheizung des Hallenbades und etwa 60 Wohnungen
Bohrtiefe	Entnahmebrunnen mit 268 m aus einer tiefen Quartärrinne in der Molasse
Thermische Leistung	1.35 MW bei der Abkühlung von 19.6 °C auf 10°C (25 l/s)
Wärmeproduktion (Jahr)¹¹	2.47 GWh/Jahr
Bauherr	Gemeinde Seon
Referenz / Webseite	Matousek F. & Graf H., 1998. Trinkwasser und Wärme aus 300 m Tiefe. GWA 1/98: 3-9. Burger H. 2011. Die Thermalwässer und Mineralwässer im Kanton Aargau und seiner näheren Umgebung. Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft Nr.37. Dr. Peter Hess, 2000. Wärmenutzung aus der Tiefe: Seon heizt mit Trinkwasser. Zeitschrift «Umwelt Aargau» Nr. 10. Statistik der geothermischen Nutzung in der Schweiz – Ausgabe 2015.

¹¹ Angenommener Jahreswert, die tatsächlich produzierte Wärme kann jährlich schwanken

5.6 Tiefe Aquifere

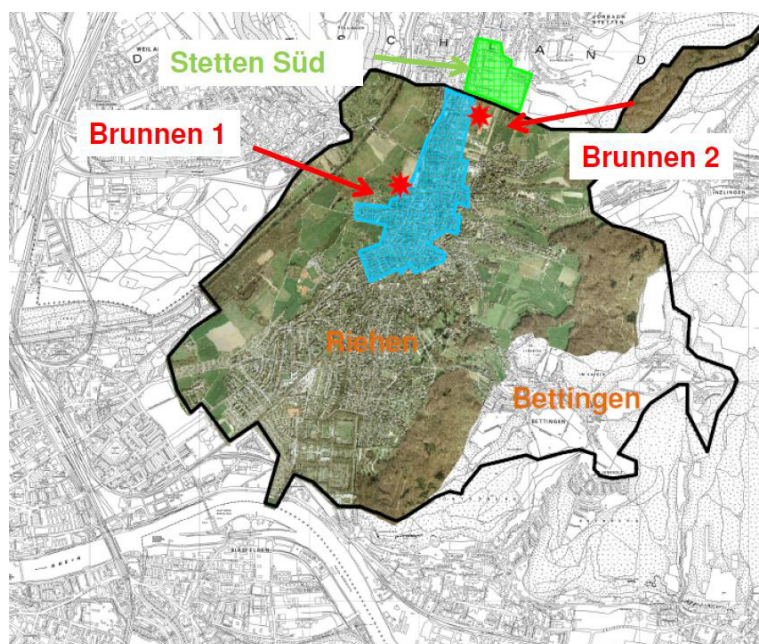


Abbildung 15: Geothermie-Fernwärmenetz der Gemeinde Riehen (Quelle: Gruner Gruneko AG, Basel).

Name	Geothermische Doubletten-Anlage, Riehen
Standort	Riehen (BS)
Bohr- / Baujahr	1989-1994. Ab 1997, Erweiterung FW-Netz nach Lörrach (D). Ab 2009 Erweiterung „Riehen Plus“
Nutzungsart	Doubletten-Anlage im Muschelkalk für die Versorgung von einem Fernwärmenetz nach Erhöhung der Temperatur mit Wärmepumpen.
Bohrtiefe	Die Anlage besteht aus einem Entnahmebrunnen mit einer Tiefe von rund 1'547 Meter (65°C), der Wärmeauskopplungsanlage und dem Rückgabebrunnen mit einer Tiefe von rund 1'247 Meter (25°C)
Thermische Leistung	Installierte Heizleistung Wärmepumpen 3'500 kW Heizleistung direkt Wärmetauscher: 1'500 kW (+ 750 kW redundant)
Wärmeproduktion (Jahr) ¹²	Wärmepumpe: 10.08 GWh/Jahr; direkt Wärmetauscher: 4.18 GWh/Jahr
Bauherr	Wärmeverbund Riehen AG
Referenz / Webseite	Infoblatt GEOTHERMIE.CH 06/10 Karl-Heinz Schädle, Gruner-Gruneko AG, Basel. Fernwärme und Geothermie – Praxisbeispiel Riehen. Fachtagung 2015 Geothermie und Wärmenetze Wärmeverbund Riehen AG (http://www.erdwaermeriehen.ch/de/geothermie/index.php) Statistik der geothermischen Nutzung in der Schweiz – Ausgabe 2015.

¹² Angenommener Jahreswert, die tatsächlich produzierte Wärme kann jährlich schwanken

5.7 Tiefe EGS



Abbildung 16: Geothermiekraftwerk von Rittershoffen (Quelle ES Géothermie).

Name	Centrale géothermique profonde de Rittershoffen
Standort	Rittershoffen (F)
Bohr- / Baujahr	2012-2015
Nutzungsart	Doubletten-Anlage im stimulierten kristallinen Grundgebirge (EGS). Die thermische Leistung wird von einem industriellen Abnehmer in 15 km-Entfernung entnommen (Bioraffinerie Roquette, Beinheim)
Bohrtiefe	2500 m (Entnahme 170°C / Rückgabe 70°C)
Thermische Leistung	24 MW _{th}
Wärmeproduktion (Jahr) ¹³	190 GWh/a (25% vom Energiebedarf der Bioraffinerie)
Bauherr	Electricité de Strasbourg / Roquette / Caisse des Dépôts
Referenz / Webseite	Electricité de Strasbourg Géothermie (http://www.es-geothermie.fr/) Roquette (www.roquette.com)

¹³ Angenommener Jahreswert, die tatsächlich produzierte Wärme kann jährlich schwanken

6 Fördermittel

Im neuen Energiegesetz (1. Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050) sind für Geothermieprojekte die folgenden Fördermassnahmen vorgesehen (Quelle Geothermie-Schweiz):

Stromproduktion:

- Kostendeckende Einspeisevergütung: Wie bisher gibt es für Strom aus Erdwärme weiterhin eine Einspeisevergütung. Neue Einspeisevergütungen werden bis sechs Jahre nach Inkrafttreten des neuen Energiegesetzes ausgerichtet.
- Erkundungsbeiträge für Stromprojekte: Die Risiken, ein nutzbares Geothermie-Reservoir zu finden, sind hoch. Dementsprechend hoch sind auch die finanziellen Hürden. Um diese Hürde zu nehmen, gibt es nun neu Erkundungsbeiträge. Demnach kann der Bund bis zu 60 Prozent der anrechenbaren Investitionskosten an die Erkundung geothermischer Ressourcen zur Produktion von Strom bezahlen. Ab 2031 werden keine neuen Erkundungsbeiträge mehr bezahlt.
- Geothermie Garantie für Stromprojekte: Ist ein Projekt erfolglos, kann der Bund heute bis zu 50 Prozent der Investitionskosten zur Nutzung von Geothermie zurückerstatten. Neu hat das Parlament diesen Anteil auf maximal 60 Prozent erhöht und die anrechenbaren Investitionskosten ausgeweitet. Für die Erkundungsbohrung kann entweder der Erkundungsbeitrag oder die Geothermie-Garantie beantragt werden, aber nicht beides. Ab 2031 werden keine neuen Geothermie-Garantien gewährt.
- Finanzierung: Zur Finanzierung von Erkundungsbeiträgen und Geothermie-Garantien stehen pro Kilowattstunde maximal 0.1 Rappen zur Verfügung.

Wärmeprojekte:

- Unterstützung für Wärmeprojekte: Zur Unterstützung der direkten Nutzung der Geothermie können Beiträge für die Prospektion und die Erschliessung von Geothermie-Reservoirs gewährt werden. Es stehen neu jährlich bis zu 30 Millionen Franken aus der CO₂-Abgabe zur Verfügung.

Dem Energiegesetz wurde vom Parlament am 30. September zugestimmt. Gegen diese Entscheidung wurde das Referendum ergriffen. Die Volksabstimmung findet am 21. Mai 2017 statt. Das Gesetz kann frühestens am 1. Januar 2018 in Kraft treten.

7 Ausblick

In einem weiteren Schritt wäre zu prüfen, ob allenfalls im neuen Informationssystem für die tiefe Geothermie, das aktuell von Swisstopo aufgebaut wird, auch die Abnehmerseite und bestehende Infrastrukturen (Wärmenetze) berücksichtigt werden könnten. Diese Aspekte sind für die wirtschaftlichen Potenziale von geothermischen Nah- und Fernwärmesystemen ebenso bedeutend wie das Potenzial der Untergrundressourcen, sodass ein solcher «Verschnitt» die Potenzialevaluation vereinfachen würde. Lediglich in Bezug auf die geothermische Stromerzeugung sind solche Faktoren weniger entscheidend. Geothermie ist zudem eine geeignete Energiequelle für die Kälteversorgung. Dies sollte zukünftig ebenfalls berücksichtigt werden bei der Beurteilung der Geothermie-Potenziale für die Nah- und Fernversorgung mit Energie.

Kanton	Jahr	Titel	Autor	Auftraggeber	Inhaltsverzeichnis	Evaluierte Potenziale	Bewertung	Bemerkung	Zugänglichkeit	
BS / BL	2013	Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben Zusammenfassung (103 S.)	GeORG Projektteam	INTERREG IV- Programm Oberrhein	1 - Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben“ (GeORG) – Ziele und Ergebnisse 2 - Das Projektgebiet 3 - Eingangsdaten und Methodik 4 - Geologie und Tektonik 5 - Geopotenziale im Oberrheingraben 6 - Anwendungsbeispiele: GeORG als Expertenwerkzeug 7 - Nutzerzugänge zu den Ergebnissen 8 - Ausblick 9 - Danksagung Literatur	Zusammenfassung der Berichte 2-4. Keine neue Potenzialevaluation	Zusammenfassung der umfassenden Einzelberichte	öffentlich Bericht 1; Zusammenfassung	http://www.geopotenziale.org/products/fta/pdf_pool/lgrb_info28_web_rgb_de.pdf	
BS / BL	2013	Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben Fachlich - Technischer Abschlussbericht – Teil 2: Geologische Ergebnisse und Nutzungsmöglichkeiten (346 S.)	GeORG Projektteam	INTERREG IV- Programm Oberrhein	1 - Einführung und Übersicht 2 - Schichtenfolge 3 - Tektonischer Bau 4 - Geopotenziale 5 - Einsatz der 3D-Modelle als Expertenwerkzeug 6 - Literatur	Geopotenziale im tiefen Untergrund im Oberrheingraben: tiefe Geothermie und Untergrundspeicherung von Gas (insb. CO ₂) theoretisch gewinnbare Wärmemenge: Einheiten Oberjura, Hauptrogenstein, Oberer Muschelkalk : 2,2 * 10 ⁹ bis 3,2 * 10 ¹⁰ GJ Permotriassische Sandsteine: EGS Grundgebirge: 1,9*10 ¹² GJ (bis in 5000m Tiefe) bzw. 5,3*10 ¹² GJ (bis in 7000m Tiefe)	Grenzüberschreitend wurden erstellt: 3D-geologisches Modell 3D-konduktives Temperaturmodell u.a. Kartendarstellungen der Temperaturen und des Nutzungspotenzials der potenziellen Aquifere pot. Aquifere: Berechnung (Abschätzung) des Wärmehalts und der nutzbaren Wärmemenge EGS-Potenzial Grundgebirge berechnet zwischen 100°C und 5000 bzw. 7000 m Tiefe Neben den geowissenschaftlichen Ergebnissen werden Bewertungen der Geopotenziale abgegeben. Verfügbar sind: 3D Kartenviewer, Suchkatalog GeORG-Metadaten	öffentlich Bericht 2: geowissenschaftlichen Ergebnisse und die ermittelten Bewertungen hinsichtlich ihrer Geopotenziale	http://www.geopotenziale.org/products/fta/pdf_pool/georg_fta_2_ergebnisse_de.pdf	
BS / BL	2013	Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben Fachlich - Technischer Abschlussbericht – Teil 3: Daten, Methodik, Darstellungsweise (242 S.)	GeORG-Projektteam	INTERREG IV- Programm Oberrhein	1 - Einführung in den GeORG-Workflow 2 - Datengrundlagen und Aufbereitung 3 - Auswertung hydrogeologischer Daten 4 - Seismikinterpretation 5 - Geologische 3D-Modellierung 6 - Geothermische 3D-Modelle 7 - Geopotenzialkarten 8 - Schnittstellen und Ausgabemedien 9 - Literatur	Keine eigene Potenzialevaluation.	Die der Potenzialevaluation zugrunde liegenden Daten, die Methodik und Darstellungsweise werden detailliert beschrieben.	öffentlich Bericht 3: verwendete Ausgangsdaten, Methoden und Darstellungsweise	http://www.geopotenziale.org/products/fta/pdf_pool/georg_fta_3_ergebnisse_de.pdf	
BS / BL	2013	Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben Fachlich - Technischer Abschlussbericht – Teil 4: Atlas (104 S.)	GeORG-Projektteam	INTERREG IV- Programm Oberrhein	1 - Basisinformationen 2 - Schichtlagerungskarten 3 - Geologische Schnitte 4 - Mächtigkeitskarten 5 - Fazieskarten 6 - Temperaturkarten und geothermische Potenzialkarten in unterschiedlicher Tiefe 7 - Karten der theoretisch gewinnbaren Wärmemenge 8 - Speicher- und Barrierepotenzialkarten 9 - Detailkarten Schweiz 10 - Geologische Profile	Keine eigene Potenzialevaluation.	Zahlreiche Kartendarstellungen.	öffentlich Bericht 4: digitaler Atlas mit Karten und Profilschnitten als Ergänzung zum den Fachlich-Technischen Abschlussbericht (Nr. 2)	http://www.geopotenziale.eu/products/atlas/pdf/atlas_web.pdf	
FR (1)	Jan. 2005	Évaluation du potentiel géothermique du canton de Fribourg - Rapport final (191 S.)	Groupeement PGF François-D. Vuataz, CREGE, Neuchâtel Frédéric Bossy, Univ. Neuchâtel Bastien Colliard, Univ. Neuchâtel Jules Wilhem, Ing.-conseil, Pully	Canton de Fribourg Direction de l'économie et de l'emploi Service des Transports et de l'énergie Section Energie	1-Introduction 2-Géostructures énergétiques 3-Implantation des sondes géothermiques verticales 4-Ressources en aquifères profonds 5-Géothermie haute énergie 6-Synthèse et recommandations	- Erdwärmesonden: Zwei Testzonen untersucht - Geostrukturen (ziele in 10 Jahren) Wärme 1.6 GWh/J - Kälte 0.12 GWh/J - Tiefe Aquifere (Wärme, 300-3000 m) Evaluation: Kreide, Malm, Muschelkalk für 7 Standorte (Fribourg, Tavers, Bulle, Morat, Romont, Estavayer, Châtel-St-Denis) 40-116°C, 0.7-4 MWth/Doublette Kristallin im Osten des Kantons geeignet. Im Westen zu tief	Das Potential der Mitteltiefen- bis Tiefengeothermie wurde für 7 Standorte untersucht. Die geologischen Grundlagen wurden systematisch erarbeitet. Keine Evaluation des Potentials der untiefen Aquifere (Wärme / Kälte). Keine Evaluation des Potentials der Wärmespeicherung (EWS oder Aquifere)	öffentlich: 	http://crege.ch/index.php?menu=down&page=down_rap	
FR (2)	Fev. 2012	Modélisation géologique et étude 3D de la distribution des températures pour la sélection de sites favorables au développement de la géothermie profonde dans le Canton de Fribourg - Rapport (116 S.)	Université de Neuchâtel: E. Schill, N. Clerc, R. Gagnant, A. Keller. Contribution de GEOWATT AG et J. Mosar (Unifr)	Service des Transports et de l'énergie, Canton de Fribourg	1-Introduction 2-La Géothermie 3-Contexte géologique 4-Modèle géologique 3D 5-Modèle de température 6-Discussion 7-Conclusion 8-Recommandations 9-Forage géothermique profond sur le site Cardinal à Fribourg 10-Références 11- Table des illustrations	- Tiefe Aquifere (Wärme + Strom) Evaluation von 5 Formationen: Unt. Kreide, Ob. Malm, Unt. Dogger, Muschelkalk, und Kristallin mit Zieltemperatur 125-150 °C für 3 Standorte (Fribourg, Bulle, Morat)	Grundlage dieser Arbeit ist eine 3D-Modellierung der Geologie und der Temperaturverteilung im ganzen Kanton aufgrund öffentlich verfügbaren Daten. Ist als eine Vor-Machbarkeitsstudie eines Tiefengeothermie Projektes für die 3 Standorte zu verstehen. Keine Evaluation von anderen Potentialen		Nicht öffentlich: sich am Auftraggeber wenden.	
Fürstentum Lichtenstein	2011	Ressourcenanalyse Teil II Tiefengeothermie im Fürstentum Liechtenstein	Geowatt AG (T. Kohl, C. Baujard, D. Ollinger) zusammen mit Dr. Bernasconi AG, Sargans Dr. Heinrich Naef, St-Gallen ICON AG, Vaduz Gruneko AG, Basel	Amt für Umweltschutz Liechtensteinische Landesverwaltung, FL-9490 Vaduz	Zusammenfassung 1-Zielsetzung und Einleitung 2-Geologische Interpretation der 2D-Testseismik 2010 3-Anpassung des geologischen 3D Modells 4-Temperaturberechnung für den Untergrund 5-Charakterisierung der Aquifere und Störungszonen 6-Geothermisches Potential 7-Nutzungsmöglichkeiten 8-Synthese und erste Schlussfolgerungen 9-Chancen und Risiken 10-Folgerungen und Empfehlungen für weiteres Vorgehen	Tiefe Geothermie für Wärme- und Stromproduktion -Qintnerkalk des allochthonen und autochthonen Malm ist die geeignetste Aquiferformation mit möglichen Fließraten von 55l/s, bzw. 40 l/s. Leistungsspektrum: bis 12 MWth, bzw. 26-42 MWth, was Tiefen von bis 4000 m u. T, bzw. etwa 5000-8000 m u. T. entsprechen. -Meistversprechend sind die überschobenen Malmkalk-Schuppen unter dem Schellenberg	Aus einem 3D-Modell wurden Isohypsen-, Temperatur-, und Leistungskarten der Malm-Einheiten produziert. Das Potenzial der Tiefengeothermie für Wärme- und Stromproduktion wurde zusammen mit den Wärmeabsatzpotentialen, den Nutzungsmöglichkeiten und der Wirtschaftlichkeit untersucht. Bei dieser Gesamtbetrachtung ergibt sich eine Hybridanlage bei Schaan am aussichtsreichsten.	Nicht öffentlich Bei Interesse Auftraggeber kontaktieren. Weitere Informationen: Bericht und Antrag der Regierung an den Landtag des Fürstentums Liechtenstein betreffend dem Nutzungspotenzial der Tiefengeothermie in Liechtenstein. Nr. 129/2012	http://www.llv.li/files/au/pdf-llv-au-bericht_und_antrag_november_2012_final_landtag.pdf	

NW / OW	2014	Erdgas und Tiefengeothermie für die Kantone Nid- und Obwalden Bericht (S. 49)	Dr. Roland Wyss GmbH Dr. Katharina Link Andreas Blum Dr. Roland Wyss	Landwirtschafts- und Umweltdirektion Stansstadterstrasse 59 Postfach 1251 6371 Stans	1 - Einleitung 2 - Geologie und Tektonik 3 - Potenziale in den Kantonen Nid- und Obwalden 4 - Raumplanung, Infrastrukturen, Wärmeabnehmerpotenziale 5 - Grobe Wirtschaftlichkeitsabschätzung 6 - Rechtliche Rahmenbedingungen 7 - Stärken und Schwächen, Chancen und Risiken für die Kantone Nid- und Obwalden 8 - Zusammenfassung der Analyse 9 - Vorgehenskonzept, Empfehlungen	Tiefe Geothermie für Wärme- und Stromproduktion Erdgas - Permakarbon (Tight Gas, hydrothermale tiefe Geothermie an Störungen, EGS) - Mesozoikum (Malm, Kreide, Muschelkalk) konventionelles Erdgas, hydrothermale Geothermie an Störungen Molasse, Nordhelvetischer Flysch (Tight Gas) Helvetikum (Erdgasspeicher/Tight Gas, Schiefergas, hydrothermal (<80°C) Evaluation der Raumplanung, Infrastrukturen und Wärmeabnehmerpotenziale und Verschnitt mit Untergrundpotenzialen Grobe Wirtschaftlichkeitsabschätzung (Erdgas/Tiefe Geothermie) Vorgehenskonzept zur detaillierten Potenzialevaluation	Sehr komplexe alpine Geologie. Aufzeigen möglicher Potenziale im Untergrund und Skizzierung eines möglichen Vorgehens zur detaillierten Potenzialbestimmung. Analyse der "Obertage" Faktoren zur Eingrenzung möglicher, interessanter Gebiete. Viele Kartendarstellungen.	nicht öffentlich auf Anfrage erhältlich bei: Fidel Hendry, Amt für Umwelt Nidwalden, Stansstadterstrasse 59, 6371 Stans, Fidel.Hendry@nw.ch Tel: 041 618 75 04	nicht öffentlich	
SG		Machbarkeitsstudie Tiefengeothermie Stadt St. Gallen: Konzept für die Entwicklung (Planung und Erstellung) einer Geothermianlage in der Stadt St. Gallen Schlussbericht (146 S.)	Geowatt AG, Foralith Drilling Support AG, Dr. Roland Wyss GmbH, Büro Dr. Heinrich Naef, Progeo GmbH Dr. Th. Kohl, Dr. C. Baujard, Dr. D. Ollinger St. Berli, M. Kramer Dr. R. Wyss, A. Blum Dr. H. Naef H.J. Schäppi	Stadt St.Gallen - Direktion Technische Betriebe Friedy Brunner, Stadtrat St.Leonhard-Strasse 15 9001 St.Gallen	Einleitung AP1: Ressourcen-Evaluation gemäss aktuellem Kenntnisstand 1 - Zielsetzung und Datengrundlagen 2 - Geologische Übersicht 3 - Potenzielle Aquifere und hydrogeologische Bewertung 4 - Erstellung des geologischen 3D-Modells 5 - Ressourcenabschätzung 6 - Bohrprognose und thermische Leistung Referenzen AP1 AP2: Erschliessungstechnik und –kosten 7 - Bohrplatz und Bohrtechnik 8 - Emissionen und weitere Umwelteinflüsse durch Bohrvortrieb 9 - Bohrkosten 10 - Nicht-nutzbare Tiefbohrungen Referenzen AP2 AP3: Genehmigungsverfahren und Infrastruktur 11 - Genehmigungsverfahren 12 - Fördermassnahmen des Bundes 13 - Stromproduktion: Binärsystem 14 - Mögliche Bohrstandorte Referenzen AP3 AP4: Produktions- und Kostenszenarien 15 - Kosten Bohrung 16 - Energiemengen und Kosten für verschiedene Anlagen AP5: Chancen / Risiken mit Empfehlung für weiteres Vorgehen 17 - Chancen und Risiken 18 - Empfehlungen für weiteres Vorgehen Referenzen AP5 Anhänge	Tiefengeothermie im Raum der Stadt St.Gallen Machbarkeitsstudie zur Strom- und/oder Wärmeproduktion. Untersuchung der potenziellen Aquifere (Malm, Oberer Muschelkalk) im Bereich der Störungszone Malm: Tiefe 4200-4700m; Temperaturen 150 - 170°C	Machbarkeitsstudie zur Tiefengeothermie in der Stadt St.Gallen. Neben der Potenzialanalyse erfolgt auch eine Analyse verschiedener Produktions- und Kostenszenarien. Sensitivitätsuntersuchung für die hybride Nutzung (Strom/Wärme).	öffentlich	www.bfe.admin.ch/php/mod-ules/enet/streamfile.php?file=000000010347.pdf&name=00000290170	
SH	2009	Geothermie-Potenzialstudie Thurgau-Schaffhausen Schlussbericht (94 S.)	siehe Thurgau	siehe Thurgau	siehe Thurgau	siehe Thurgau	siehe Thurgau	siehe Thurgau	siehe Thurgau	
SO	2013	Strategie Tiefengeothermie (TGT) Kanton Solothurn - Grundlagenbericht Bericht (182 S.)	Dr. Roland Wyss GmbH, Geowatt AG Dr. Katharina Link Dr. Clément Baujard Dr. Roland Wyss	Amt für Umwelt Kanton Solothurn Fachstelle Steine Erden Geologie Werkhofstrasse 5 4509 Solothurn	1 - Einleitung 2 - Geologie und Tektonik 3 - Thermisches Untergrundmodell 4 - Gegenwärtige rechtliche Rahmenbedingungen 5 - Gegenwärtiges Förderprogramm 6 - Tiefengeothermie (techn. Kapitel) 7 - Wirtschaftlichkeit 8 - Stärken und Schwächen / Chancen und Risiken 9 - Folgerungen, Handlungsfelder, Empfehlungen Referenzen Anhang Beilagen	Tiefe Geothermie (Schwerpunkt Stromproduktion) Tiefenlage Oberfläche Grundgebirge: - <250 im Norden - 750 - >1300 m am Jura-Südfuss Temperatur Oberfläche Grundgebirge: - 30-40°C im nördlichen Kantonsteil - max. 70 - 90°C am Jura-Südfuss Potenzial Stromproduktion: nur petrothermale Geothermie Potenzial Wärme: im gesamten Kantonsgebiet, insbesondere Jura-Südfuss (nicht näher betrachtet) Potenzialanalyse Wärmeabnehmer Analyse bestehende Fernwärmenetze und Infrastrukturen Wirtschaftlichkeitsanalyse (Strom- Wärmegestehungskosten) anhand von 2 Beispielanlagen (Standort Jura-Südfuss und Schwarzbubenland)	Potenzialstudie mit Schwerpunkt auf Stromproduktion Entwicklung eines thermischen Untergrundmodells. Wirtschaftlichkeitsanalyse an zwei Standortanlagen. Analyse Wärmeabnehmerpotenzial, Infrastrukturen, bestehende Fernwärmenetze. Tiefenlage + Temperaturen des Top Grundgebirges wurden berechnet, Erdbeben + Störungen analysiert. Die potenziellen Aquifere der Sedimenteinheiten wurden nicht näher betrachtet.	öffentlich Neben der Potenzial-Analyse des wurden weitere Rahmenbedingungen analysiert. Darauf aufbauend wurden Handlungsfelder identifiziert und Empfehlungen zuhanden der öffentlichen Hand abgegeben.	https://www.so.ch/fileadmin/internet/bid/bid-afu/pdf/boden/0298_Tiefengeothermie_Kanton_SO_final_komplett.pdf	
SO	2014	Perspektiven der Tiefengeothermie Broschüre (16 S.)	Dr. Roland Wyss GmbH, Pressebüro Kohlenberg, Basel Dr. Katharina Link Pieter Poldervaart	Amt für Umwelt Kanton Solothurn Greibenhof Werkhofstrasse 5 CH-4509 Solothurn Telefon 032 627 24 47 afu@bd.so.ch	Zusammenfassung des Grundlagenberichtes	Tiefe Geothermie (Schwerpunkt Stromproduktion)	Zusammenfassung des Grundlagenberichtes	öffentlich	https://www.so.ch/fileadmin/internet/bid/bid-afu/pdf/boden/sb_1402_perspektive_tiefengeothermie.pdf	
SZ	2011	Tiefengeothermie Kanton Schwyz Datengrundlage und grobe Potenzialabschätzung Bericht (37 S.)	Dr. Roland Wyss GmbH Andreas Blum	Hochbauamt Kanton Schwyz Energiefachstelle Postfach 1252 6431 Schwyz	1 - Einleitung 2 - Nutzungsformen der Geothermie 3 - Geologie und Hydrogeologie 4 - Geologische Übersicht 5 - Temperaturen 6 - Potenzielle Aquifere 7 - Chancen und Risiken der Tiefengeothermie 8 - Folgerungen und Empfehlungen für weiteres Vorgehen 9 - Referenzen	Tiefe Geothermie hydrothermale Geothermie: > Oberer Malm (4'000 m / 135°C bei Wollerau; 6'000 m / 185°C bei Schwyz); Mächtigkeit ca. 400 m > Oberer Muschelkalk (4'700 m / 160°C bei Wollerau; 6'700 m / 210°C bei Schwyz); Mächtigkeit ca. 40 m > oberstes Kristallin (4'800 m / 165°C bei Wollerau; 6'700 m / 215°C bei Schwyz)	Darstellung vorhandener Daten und grobe Abschätzung der hydrothermalen Potenziale. Kartendarstellung der Tiefenlagen und Temperaturen der potenziellen Aquifere.	öffentlich	https://www.energie-zentralschweiz.ch/fileadmin/user_upload/Downloads/SZ/11_SZ_Tiefengeothermie_Datengrundlagen.pdf	

TG	2009	Geothermie-Potenzialstudie Thurgau-Schaffhausen Schlussbericht (94 S.)	Dr. Roland Wyss GmbH Geowatt AG Dr. Heinrich Naef Büro für angewandte Geologie & Kartografie Dr. von Moos AG mbn geologie	Departement für Inneres und Volkswirtschaft des Kantons Thurgau Abteilung Energie Schlossmühlestrasse 9 8510 Frauenfeld Baudepartement des Kantons Schaffhausen Energiefachstelle Beckenstube 7 8200 Schaffhausen	1 - Einleitung 2 - Geothermische Nutzung 3 - Heutige Nutzung geothermischer Energie 4 - Methodik der Ressourcenerfassung 5 - Geologie und Hydrogeologie 6 - Potenziale 7 - Abnehmer 8 - Rechtliche Rahmenbedingungen und Vollzug 9 - Überlagernde Nutzungsansprüche 10 - Umweltaspekte der Geothermienutzung 11 - Wirtschaftlichkeit 12 - Ausblick und Empfehlungen 13 - Zusammenfassung 14 - Referenzen	Untiefe Geothermie > Erdwärmesonden: incl. Karte des möglichen Leistungsentzugs in W/m für standardisierte Einzelsonde und für EWS-Feld für Heizen bzw. Heizen und Kühlen (technisch nutzbare Potenziale) > Grundwassernutzungen > Abnehmerpotenziale untiefe Geothermie Tiefe Geothermie hydrothermale Geothermie mit prognostizierten Maximalwerten: > Kristallin (5000 m u.T.): Kanton TG: <30 MWth; 170°C; Kanton SH: <30 MWth; 170°C > Basis Mesozoikum: Kanton TG: <6 MWth; 120-140°C; Kanton SH: <1 MWth; 30-72°C > Oberer Muschelkalk: Kanton TG: 2.5 MWth; 90°C; Kanton SH: 1.5-2.5 MWth; 27-70°C > Oberer Malm: Kanton TG: 3 MWth; 656°C; Kanton SH: 0.15-3 MWth; 14-45°C > Obere Meeresmolasse: Kanton TG: 3 MWth; 35°C; Kanton SH: 0.15 MWth; 17.5°C > Abnehmerpotenziale tiefe Geothermie Jeweils Karten: - Mächtigkeitskarten + Temperaturkarten der verschiedenen Aquifere - Entzugsleistung EWS - Wärmeleistung der potenziellen Aquifere (Dublette, Abkühlung auf 10°C, 30 Jahre Nutzungsdauer) - Karten Störungszonen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Dublettenanlage (Wärme; Strom; Wärme+Strom)	Guter Überblick über die Potenziale der oberflächennahen und tiefen Geothermie. Viele Kartendarstellungen zur Veranschaulichung.	nicht-öffentlich auf Anfrage erhältlich bei: Kanton Thurgau, Abteilung Energie, Lena Windler, Verwaltungsgebäude, Promenadenstrasse 8, 8510 Frauenfeld Lena.Windler@TG.ch Tel.: +41 (0) 58 345 54 91	nicht-öffentlich aufgrund Dateigrösse	
TG	2012	Geothermie Thurgau Nutzungskonzept Schlussbericht (77 S.)	Dr. Roland Wyss GmbH (Dr. Katharina Link, Dr. Roland Wyss) in Zusammenarbeit mit: Deep Rock Energy GmbH (Christina Schrage)	Departement für Inneres und Volkswirtschaft des Kantons Thurgau Abteilung Energie Schlossmühlestrasse 9 8510 Frauenfeld	1 - Einleitung 2 - Gegenwärtige rechtliche Rahmenbedingungen 3 - Gegenwärtige Förderung und Risikodeckung 4 - Untiefe Geothermie 5 - Tiefe Geothermie 6 - Folgerungen und Massnahmen 7 - Unterlagen	in Ergänzung zur Geothermie-Potenzialstudie TG/SH: Analyse und Kartendarstellung der relevanten "Obertage" Faktoren (vorhandene Infrastrukturen, bestehende Anlagen etc.) und Analyse Wärmeabnehmerpotenziale.	Keine eigene Potenzialevaluation des Untergrundes, sondern Analyse von weiteren für die Potenziale entscheidenden Faktoren.	öffentlich es ist neben dem Grundlagenbericht auch eine Kurzform "Nutzungskonzept Geothermie Thurgau" im Internet erhältlich	https://geothermie.tg.ch/public/upload/assets/21605/2012_05_22_Grundlagenbericht_Nutzungskonzept_Geothermie_TG.pdf	
VD	Jul. 2003	Evaluation du potentiel géothermique du canton de Vaud - Rapport final (197 S.)	Groupeement PGV Jules Wilhem, Ing.-conseil, Pully Gabriele Bianchetti, ALPGEO, Sierre François-D. Vuataz, Univ. Neuchâtel	Etat de Vaud Département de la sécurité et de l'environnement Service de l'environnement et de l'énergie Division de l'énergie BFE Projekt 46'094 / Ennttscheidung Nr. 86'175	1-Introduction 2-Géostructures énergétiques (GE) 3-Ressources en aquifères profonds (AP) 4-Géothermie haute énergie (HE) 5-Synthèse et recommandations	- Geostrukturen (ziele in 10 Jahren) Wärme 6 GWh/J - Kälte 0.5 GWh/J - Tiefe Aquifere (Wärme, 300-3000 m) - Evaluation: Malm, Dogger für 7 Standorte 24°-100°C, 1.2-3.6 MWth/Dublette - Quartär- und Grundgebirge-Aquifere vom Rhônetal (Aigle, Villeneuve) Bis 2.9 MWth/Dublette - EGS (Wärme + Strom)	Das Potential der Mitteltiefen- bis Tiefengeothermie wurde für 7 Standorte (+2 im Rhônetal) untersucht. Die geologischen Grundlagen wurden systematisch erarbeitet. Keine Evaluation des Potentials der untiefen Aquifere (Wärme / Kälte). Keine Evaluation des Potentials der Wärmespeicherung (EWS oder Aquifere)	öffentlich: Der Kanton Waadt arbeitet an der Entwicklung eines vollständigen 3D-Kadaster des Untergrunds: http://www.vd.ch/themes/territoire/geologie/geologie-en-3d/	http://crege.ch/index.php?menu=down&page=down_rap	
VS	1988-1996	Programme Géothermoval Bericht mit Beilagen (143 S.)	Centre de Recherches Scientifiques Fondamentales et Appliquées (CRSFA), Sion (Heute CREALP, Centre de recherche sur l'environnement alpin, Sion)	Finanzielle Unterstützung vom BFE und des Energiedepartement, Kanton Wallis	nicht digital zugänglich	nicht digital zugänglich; folgende Informaitonen stammen aus Vuataz et. al., 1993 (Programme Géothermoval: résultats d'une prospection des ressources géothermiques du Valais, Suisse) sowie der Webseite von CREALP: - Thermale Quellen und deren Umgebung (Val d'Illiez, Lavey, Martigny-Bovernier, Val de Bagnes, Saillon, Brig-Visp, ...) - Tunnel-Gewässer (Furka, Simplon) Das grösste Potential liegt in den fluvio-glazialen Sedimenten des Rôhnetals, in den triassischen Evaporiten und in den zerklüfteten kristallinen Massiven (Aiguilles Rouges, Mt Blanc, Aare) Das geothermische Potential wurde für etwa 12 Standorte untersucht: insgesamt 65 MWth bei 1500 m3/h.	Keine systematische kantonale Potentialstudie. Das Fokus des Programms lag auf Gebiete mit erkanntem Potential (Thermalquellen, Tunnels) und primär auf dem Rhônetal. Detaillierte Untersuchungen (Geologie, Hydrogeologie, Geochemie, Geophysik), Sondierbohrungen (Phase I: Simplon und Epinassey) und eine Tiefbohrung (Phase II, Saillon) wurden durchgeführt.	Alle nicht publizierte Berichte zur Geothermoval Studie konnten nicht gesichtet werden. Das Projekt Geothermoval II wurde 2014 vom CREALP entwickelt, um das Potential der Quartärsedimente des Rônetals um Martigny zu erkunden.	Die Studie besteht aus mehreren unpublizierten Berichten: - Endbericht CRSFA/92.02 - 9 regionale Berichte - mehrere thematische Berichte - Mehrere Publikationen Die Berichte können beim CREALP in Sion gesichtet / ausgeliehen werden Webseite CREALP: https://www.crealp.ch/fr/accueil/thematiques/geothermie.html	
ZG	2013	Tiefengeothermie im Kanton Zug Bericht mit Beilagen (143 S.)	Dr. Roland Wyss GmbH Dr. Katharina Link Andreas Blum Dr. Roland Wyss	Baudirektion, Amt für Umweltschutz Aabachstrasse 5 Verwaltungsgebäude 1 6300 Zug Tel. +41 41 728 53 70 Fax +41 41 728 53 79 info.afu@zg.ch	1 - Einleitung Teil I 2 - Geologie und Tektonik Teil II 3 - Zusammenfassung der technischen Rahmenbedingungen, Potenzialdifferenzierung 4 - Gegenwärtige rechtliche Rahmenbedingungen 5 - Gegenwärtiges Förderprogramm 6 - Wärmeabnehmerpotenziale, Infrastrukturen, Nutzungskonflikte 7 - Wirtschaftlichkeit, Beitrag zur Bedarfsdeckung, Vergleich Teil III 8 - Fazit 9 - Handlungsfelder und Empfehlungen Unterlagen Beilagen und Anhang inkl. umfassenden Technologie-Kapiteln	Tiefe Geothermie Identifikation potenzieller hydrothermaler und petrothermaler Ressourcen mit Schwerpunkt Stromproduktion (inkl. Darstellung in GIS-Karten) Potenzialbetrachtung hydrothermale Geothermie Oberer Malm (80-170°C; Modell 5-16 MWth Entzugsleistung) Oberer Muschelkalk (110-190°C; Modell 8-19 MWth Entzugsleistung) Oberes Grundgebirge (130-220 °C) Potenzialbetrachtung petrothermale Geothermie Analyse Wärmeabnehmerpotenziale, Infrastrukturen, Nutzungskonflikte (inkl. Darstellung in GIS-Karten) Wirtschaftlichkeits-Betrachtung einer tiefen Geothermieanlage: - Erstellung Modellanlage - Berechnung Förderraten und thermischer Entzugsleistungen (inkl. Darstellung in GIS-Karten) - Berechnung Strom- und Wärmeproduktion - Wirtschaftlichkeit der Anlage Analyse Energiebedarf im Kanton ZG und Berechnung möglicher Beitrag einer tiefen Geothermieanlage zur Bedarfsdeckung (Strom/Wärme) Fazit: Norden gut für hydrothermal Wärme und petrothermal Strom; Süden generell wenig interessant wegen schwieriger Geologie und Morphologie, fehlender Abnehmer und Infrastrukturen	Die potenziellen Ressourcen für die tiefe Geothermie wurden identifiziert und deren verschiedene Potenziale soweit möglich abgeschätzt. Der Schwerpunkt liegt auf der Stromproduktion. Die Wärmeproduktion wurde im Rahmen einer Co-Produktion betrachtet. Nicht berücksichtigt wird die untiefe Geothermie.	öffentlich Zusätzlich wurden Handlungsfelder identifiziert und Empfehlungen zuhanden des kantonalen Regierungsrates erarbeitet.	https://www.zg.ch/behorden/audirektion/amt-fuer-umweltschutz/download-dokumente/dokumente/Tiefe_ngeothemie_Wyss.pdf	

ZG	2013	Reprozessing von sieben seismischen 2D-Linien im Kanton Zug und vereinfachte strukturelle Interpretation der Ergebnisse Bericht (12 S.) Beilagen (8 S.)	Proseis R. Graf Ph. Roth	Baudirektion, Amt für Umweltschutz Aabachstrasse 5 Verwaltungsgebäude 1 6300 Zug Tel. +41 41 728 53 70 Fax +41 41 728 53 79 info.afu@zg.ch	1 - Management Summary 2 - Einleitung 3 - Reprozessierung 4 - Laden und Ausbalancieren der Daten 5 - Interpretation 6 - Zeitkarte 7 - Schlussfolgerungen Beilagen Appendix 1: DMT Petrologic Processing Bericht (nicht öffentlich)	Tiefe Geothermie Neuprozessierung bestehender 2D-Seismik und Neuinterpretation hinsichtlich Potenzialabschätzung tiefe Geothermie Top Malm und Top Muschelkalk (potenzielle Ressourcen) lassen sich gut auf der Seismik verfolgen. Die Grenze Sedimente - Grundgebirge ist kaum zu erkennen. Es können in den Sedimenten markante Störungen identifiziert werden, deren räumlicher Verlauf aufgrund der 2-dimensionalen Informationen jedoch unklar bleibt. Die Störungen sind vor allem in der Südhälfte des Kantons zu finden.	Maximal mögliche Verbesserung der Qualität und Aussagekraft der Seismik -Linien durch Neuprozessierung (durchgeführt durch DMT), jedoch kann die Qualität moderner Seismik nicht erreicht werden. Die Seismik wurde in Hinblick auf mögliche tiefe geothermische Reservoirs neu interpretiert. Die wichtigsten Aussagen der Seismikinterpretation einschliesslich deren Grenzen hinsichtlich der Potenzialbeurteilung werden dargestellt.	öffentlich Diese Studie erfolgte als Umsetzung einer Empfehlung des Berichtes "Tiefengeothermie im Kanton Zug" (Dr. Roland Wyss GmbH, 2014) Beilage: https://www.zg.ch/behoerden/audirektion/amt-fuer-umweltschutz/download-dokumente/dokumente/Tiefengeothermie_Proseis_Beilagen.pdf	Bericht: https://www.zg.ch/behoerden/audirektion/amt-fuer-umweltschutz/download-dokumente/dokumente/Tiefengeothermie_Proseis.pdf	
ZG	2014	Erdbebengefährdung und induzierte Seismizität im Kanton Zug Bericht (91 S.)	SED - Schweizerischer Erdbebendienst Delano Landtwing Toni Kraft Stefan Wiemer	Baudirektion, Amt für Umweltschutz Aabachstrasse 5 Verwaltungsgebäude 1 6300 Zug Tel. +41 41 728 53 70 Fax +41 41 728 53 79 info.afu@zg.ch	1 - Einleitung 2 - Natürliche Seismizität, Erdbebengefährdung- und Risiko 3 - Kenntnisstand induzierte Seismizität 4 - Allgemeine Begutachtung der Eignung des Kantons Zug für Tiefengeothermieprojekte 5 - Empfehlungen 6 - Referenzen Anhang	Tiefe Geothermie Mögliche Einschränkungen der Potenziale durch allfällige induzierte Seismizität	Einschätzung der natürlichen Erdbebengefährdung im Kanton Zug unter Berücksichtigung der Gefahr induzierter Erdbeben durch Tiefengeothermie. Bestandsaufnahme der in der Zentralschweiz bekannten Erdbeben. Empfehlungen für EGS Projekte hinsichtlich induzierte Seismizität.	öffentlich Diese Studie erfolgte als Umsetzung einer Empfehlung des Berichtes "Tiefengeothermie im Kanton Zug" (Dr. Roland Wyss GmbH, 2014)	https://www.zg.ch/behoerden/audirektion/amt-fuer-umweltschutz/download-dokumente/dokumente/Tiefengeothermie_SED.pdf	
ZG	2014	Geothermie Kanton Zug, Vertiefungsstudie: Beurteilung konkurrierende Nutzungen, Erschwerisse und No-Gos Bericht (45 S.)	Keller+Lorenz AG, Geoform AG, Dr. Lorenz Wyssling AG, geosfer AG & GeoWell GmbH Projektteam	Baudirektion, Amt für Umweltschutz Aabachstrasse 5 Verwaltungsgebäude 1 6300 Zug Tel. +41 41 728 53 70 Fax +41 41 728 53 79 info.afu@zg.ch	1 - Einleitung 2 - Grundlagen 3 - Relevante rechtliche Grundlagen 4 - Geologische Übersicht 5 - Beurteilung konkurrierender Nutzungen 6 - Erschwerisse / No-Gos 7 - Zusammenfassung 8 - Literatur	Keine eigene Potenzialevaluation. Gegenstand der Studie sind die Beurteilung konkurrierender Nutzungen sowie Erschwerisse / No Gos.	Keine eigene Potenzialevaluation.	öffentlich	https://www.zg.ch/behoerden/audirektion/amt-fuer-umweltschutz/download-dokumente/dokumente/Tiefengeothermie_Keller.pdf	
ZG	2014	Tiefengeothermie im Kanton Zug - Synthesebericht Bericht (19 S.)	Kanton Zug - Amt für Umweltschutz Erich R. Müller (Geologe SIA)	Baudirektion, Amt für Umweltschutz Aabachstrasse 5 Verwaltungsgebäude 1 6300 Zug Tel. +41 41 728 53 70 Fax +41 41 728 53 79 info.afu@zg.ch	1 - Vorwort 2 - Analyse der geologischen Grundlagenarbeiten 2013 - 2014 3 - Stand Richtplanung und Gesetzgebung zur Tiefengeothermie 4 - Fazit und weiteres Vorgehen	Synthese aller Studien hydrothermal: 5 mögliche Standorte (bei Allenwinden, östlich von Neuägeri, in der Hangzone zwischen Unter- und Oberägeri, im unteren Hürital sowie zwischen Walchwil und Walchwilerberg), dort jedoch Möglichkeit neotektonisch aktiver Störungen, welche gemäss SED zu vermeiden sind petrothermal: Im Nordosten des Kantons (Perimeter Rotkreuz - Buonas - Cham - Niederwil - Hagendorn); mögliche Risiken während Erschliessung	Zusammenfassung der Potenzialbeurteilung auf Grundlage der verschiedenen Studien aus dem Zeitraum 2013-2014	öffentlich Auswertung / Zusammenfassung der verschiedenen Studien.	https://www.zg.ch/behoerden/audirektion/amt-fuer-umweltschutz/download-dokumente/dokumente/Tiefengeothermie_Synthesebericht.pdf	
ZH	2007	Geothermische Energie im Kanton Zürich Grundlagen und Potenzial Schlussbericht (125 S.)	Geowatt AG (Thomas Kohl, Ladislaus Rybach, Clément Baujard, Roland Wagner, Sarah Signorelli) mit Beiträgen von: Roland Wyss, Peter Haldimann, Kurt Nyffenegger	Baudirektion Kanton Zürich AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft	1 - Geothermische Nutzung 2 - Geologie und Hydrogeologie: Überblick und relevante Strukturen 3 - Temperatur und geothermisches Potenzial der Tiefengeothermie 4 - Potenzial der Oberflächen-Geothermie 5 - Mögliche Nutzungskonflikte 6 - Umweltaspekte der Geothermienutzung 7 - Wirtschaftlichkeit und Rechtsgrundlagen 8 - Zusammenfassung 9 - Referenzen	Oberflächennahe Geothermie > Erdwärmesonden (jährlich nutzbar in ZH: 2.3 TWh) > Schotter-Grundwasserleiter (jährlich nutzbar in ZH: 0.12 TWh) Tiefe Geothermie hydrothermale Geothermie > Obere Meeresmolasse > Malmkalke (Benken: 213 m mächtig, Tiefe 199-412 m u.T. / Hombrechtikon: 300 m mächtig, Tiefe 3'700-4'000 m u.T.) > Oberer Muschelkalk (Benken: 63 m mächtig, Tiefe 811-874 m u.T. / Hombrechtikon: 50 m mächtig, Tiefe 4'350 bis 4'400 m u.T.) > Top Kristallin (Benken: 985 m u.T. / Hombrechtikon: 4'500 m u.T.) Identifikation relevanter Störungen	Guter Überblick über Potenziale der oberflächennahen und tiefen Geothermie.	öffentlich	http://www.awel.zh.ch/internet/audirektion/awel/de/energie_radioaktive_abfaelle/veroeffentlichungen/ icr_content/contentPar/publication/publicationitems/geothermische_energi/download.spooler.download.1432818914729.pdf/Geothermie_KtZH_Bericht.pdf	